



**enomondo**

IL CIRCOLO VERDE DELL'ENERGIA

**PROCEDIMENTO UNICO PER MODIFICA  
NON SOSTANZIALE AD IMPIANTO PER LA  
PRODUZIONE DI BIOMASSE  
COMBUSTIBILI E AMMENDANTE  
COMPOSTATO VERDE MEDIANTE LA  
VALORIZZAZIONE DI SCARTI VEGETALI E  
LIGNO-CELLULOSICI PER AMPLIAMENTO  
PIAZZALI DI DEPOSITO ACV**

**PROCEDIMENTO UNICO  
EX ART. 53 L.R. 24/2017**

Variante urbanistica:

**7.2 | RELAZIONE  
GEOLOGICA**

Il tecnico incaricato:

Ing. David Negrini

T - 351 803 8331  
@ - davidnegrini72@gmail.com

Data:

**SETTEMBRE 2020**

Scala:

Revisioni:

REV.	DESCRIZIONE	DATA
00	EMISSIONE	SETTEMBRE 2020

---

# COMUNE DI FAENZA

Provincia di Ravenna

---

## Analisi di **Risposta Sismica Locale** sul sito ENOMONDO in via Convertite

---

Committente



ENOMONDO  
Via Convertite, 6  
48018 Faenza (RA)  
P.I. 02356350393

Settembre, 2020



Società di  
**Geologia  
Territoriale**

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



## Sommario

<b>1. PREMESSA .....</b>	<b>3</b>
<b>2. LINEAMENTI GEOLOGICI GENERALI.....</b>	<b>3</b>
2.1 LINEAMENTI STRUTTURALI.....	8
<b>3. INDAGINI GEOGNOSTICHE .....</b>	<b>11</b>
3.1 DOWN HOLE .....	11
3.2 MISURE DIGITALI DEL RUMORE SISMICO E MASW .....	11
<b>4. MICROZONAZIONE SISMICA .....</b>	<b>16</b>
<b>5. CONCLUSIONI .....</b>	<b>20</b>
<b>APPENDICE .....</b>	<b>22</b>
<b>ALLEGATI .....</b>	<b>32</b>

## **1. PREMESSA**

Con lo scopo di valutare l'effetto di un sisma di progetto sul sito produttivo della ENOMONDO, in via Convertite a Faenza, si è provveduto ad eseguire uno studio di Risposta Sismica Locale. Tale studio è finalizzato anche alla urbanizzazione di un'area adiacente alla realizzazione di nuove strutture sul sito esistente, al fine di efficientare e ampliare l'attuale attività di compostaggio.

## **2. LINEAMENTI GEOLOGICI GENERALI**

Le caratteristiche fisiche generali, la composizione litologica, l'assetto strutturale, il grado di stabilità attuali di un territorio è 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 del Comune di Faenza 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 al basamento del substrato e 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 pre-appenninica.

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. I sedimenti granulari 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.

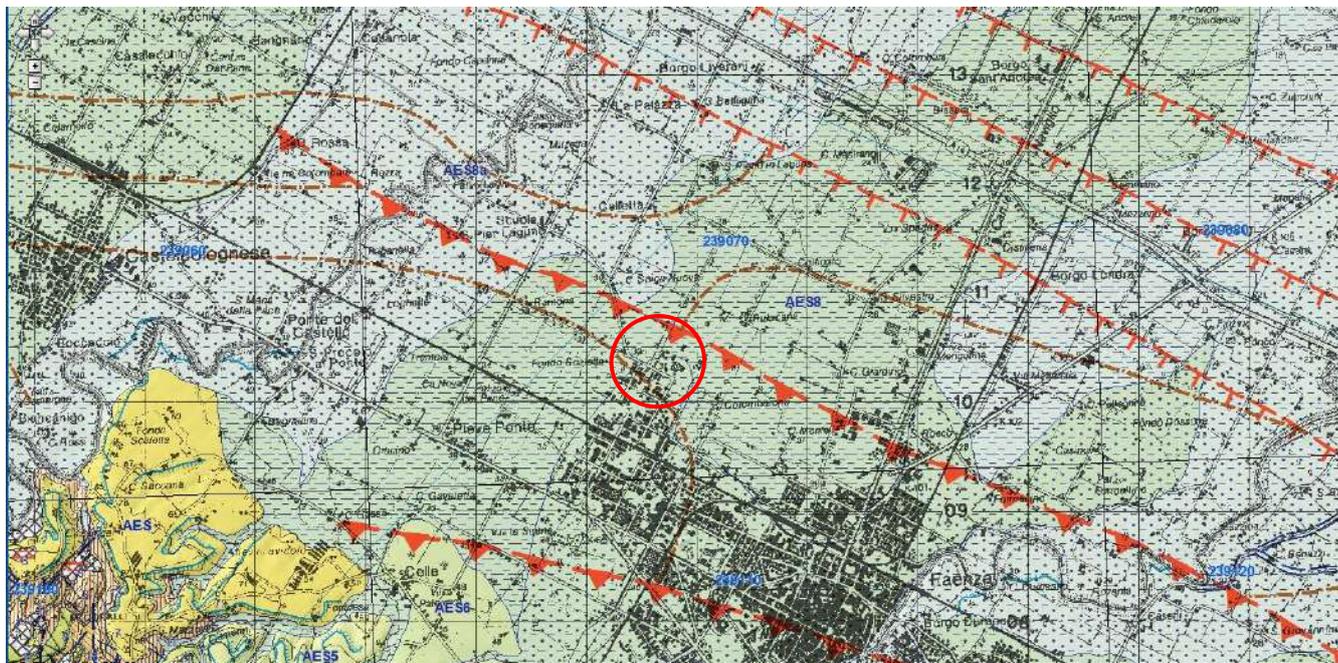
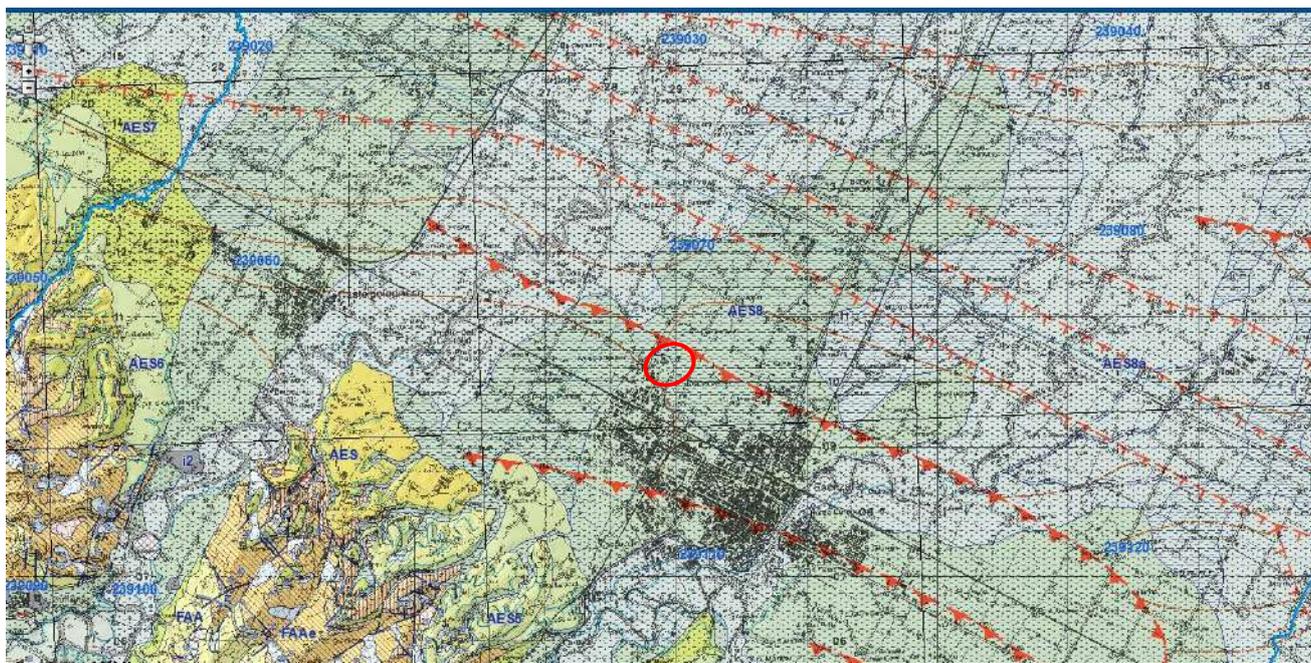
La Carta Geologica, resa disponibile sul sito della Servizio Geologico della Regione Emilia-Romagna, evidenzia per l'area in esame depositi appartenenti al Subsistema di Ravenna (AES8), con tessitura da Sabbia, settore Sud, a limi, limi argillosi, settore Nord, Est e Ovest.

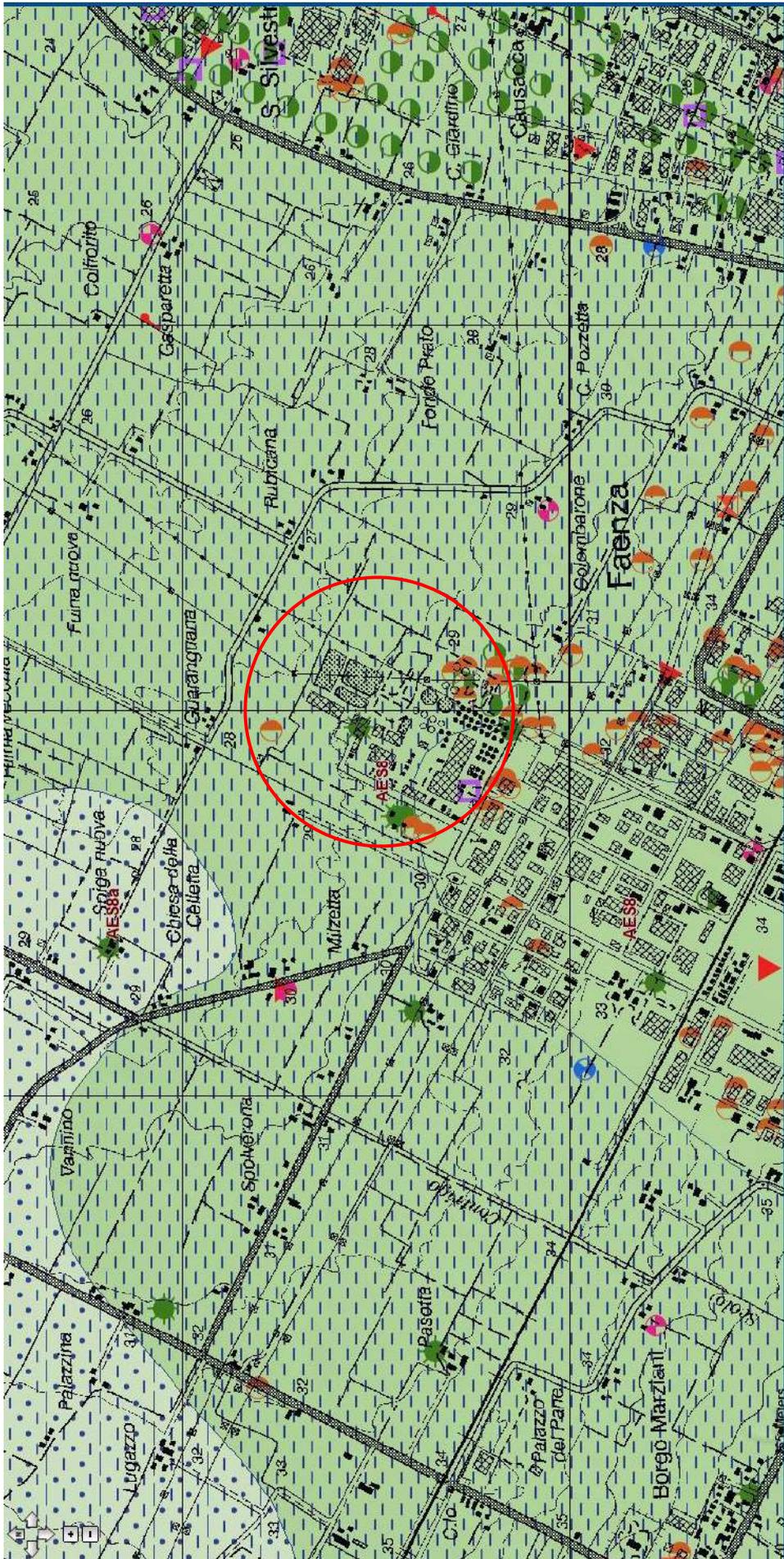
I depositi sedimentari della zona di progetto sono caratteristici della piana alluvionale di conoide distale e sono caratterizzati da Limo argilloso, limo, sabbia e ghiaia, variamente combinati.

In base alla cartografia geologica si osserva che la base del pliocene è posta alla profondità di circa -4000 m dal livello medio del mare.

Inoltre, si nota che il sito è interessato, al margine Nord, da un probabile sovrascorrimento profondo post-tortoniano, così come riportato sulla carta geologica della Regione Emilia-Romagna. In particolare, dal data base delle sorgenti sismogenetiche pubblicate dall'Istituto Nazionale di Geofisica e Vulcanologia (INGV), si nota che il sito in esame non è interessato da strutture sismogenetiche.

In base alla sezione geologica 63, pubblicata dal Servizio Geologico della Regione Emilia-Romagna, si osserva che il substrato marino mio-plio-pleistocenico si trova alla profondità di circa 230-250 m rispetto al livello del medio mare, ovvero a circa 260-280 m rispetto al piano di campagna del sito in esame, considerando che quest'ultimo risulta a circa 28-29 m slm.





# Legenda

## Province



## Comuni



## Griglia 10.000



## Risorse e prospezioni (50K)

cava attiva

cava inattiva

## Punti di osservaz. e misura (50K)

stratificazione dritta

## Tracciati geologici (50k)

traccia di sezione geologica

## Linee geomorf./antrop. (50K)

orlo di terrazzo fluviale certo

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

## Elementi strutturali (50K)

faglia profonda diretta dedotta

sovrascorrimento profondo post-tortoniano dedotto

## Limiti di unità geologiche (50K)

contatto con area non rilevabile

contatto stratigrafico inconforme certo

contatto stratigrafico o litologico certo

contatto stratigrafico o litologico incerto

faglia certa

faglia diretta certa

faglia diretta incerta

faglia incerta

faglia sepolta

## Aree geomorf./antrop. (50K)

discarica, deposito di origine antropica

## Ambienti deposiz. e litologie (50K)

ghiaia di piana alluvionale

limo argilloso di piana alluvionale

sabbia limosa di piana alluvionale

## Unità geologiche (50K)

AES - Sintema emiliano-romagnolo superiore

AES4 - Sintema emiliano-romagnolo superiore - Subsintema di Liano

AES5 - Sintema emiliano-romagnolo superiore - Subsintema di Torre Stagni

AES6 - Sintema emiliano-romagnolo superiore - Subsintema di Bazzano

AES7 - Sintema emiliano-romagnolo superiore - Subsintema di Villa Verucchio

AES8 - Sintema emiliano-romagnolo superiore - Subsintema di Ravenna

AES8a - Sintema emiliano-romagnolo superiore - Subsintema di Ravenna - unità di Modena

FAA - Formazione delle Argille Azzurre

FAAa - Formazione delle Argille Azzurre - litofacies arenacea

FAAe - Formazione delle Argille Azzurre - litofacies di Terra del Sole

IMO1 - Sabbie di Imola - Membro di Monte Castellaccio

IMO2 - Sabbie di Imola - Membro di Fossoveggia

SVG - Arenarie e argille di Savignano

a1 - Frana in evoluzione

a2 - Frana quiescente

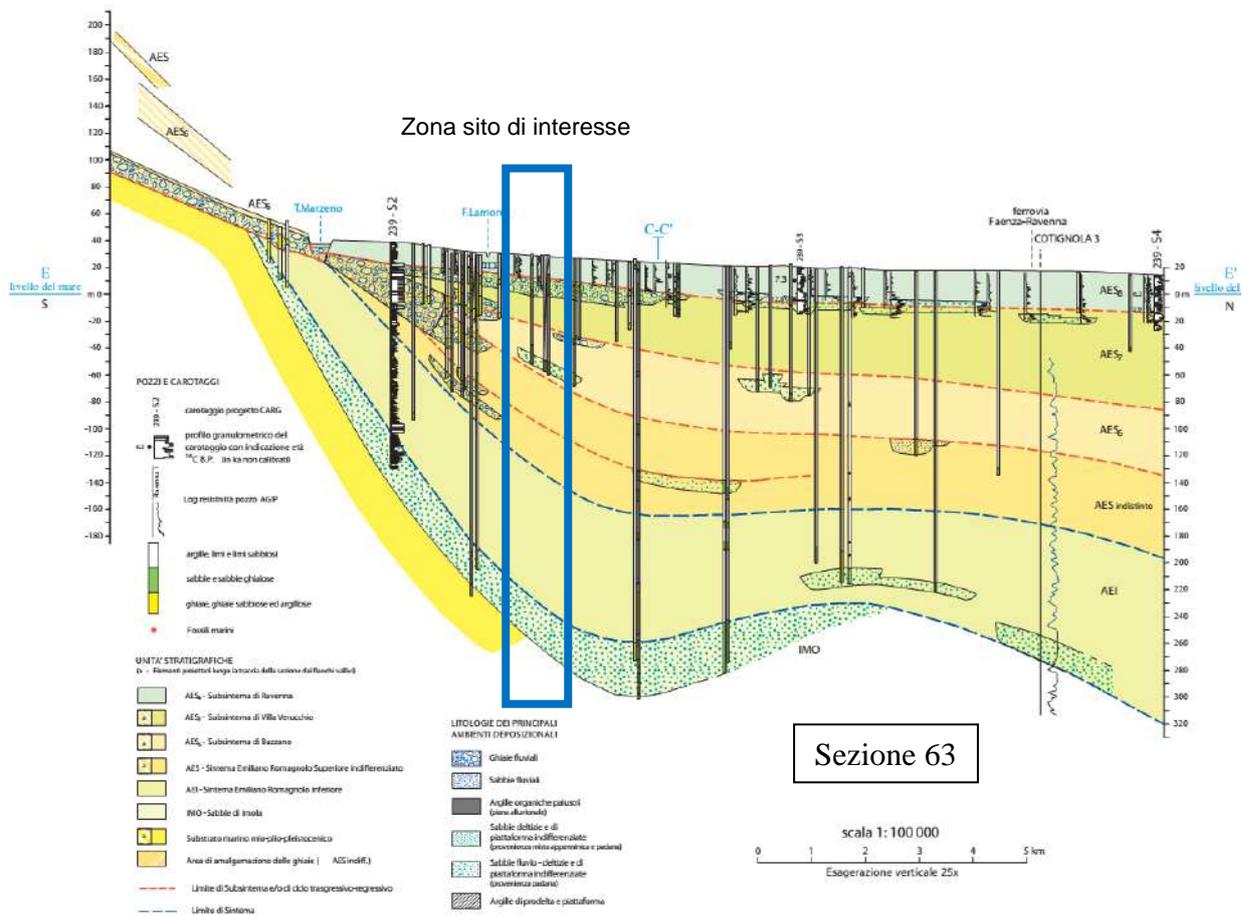
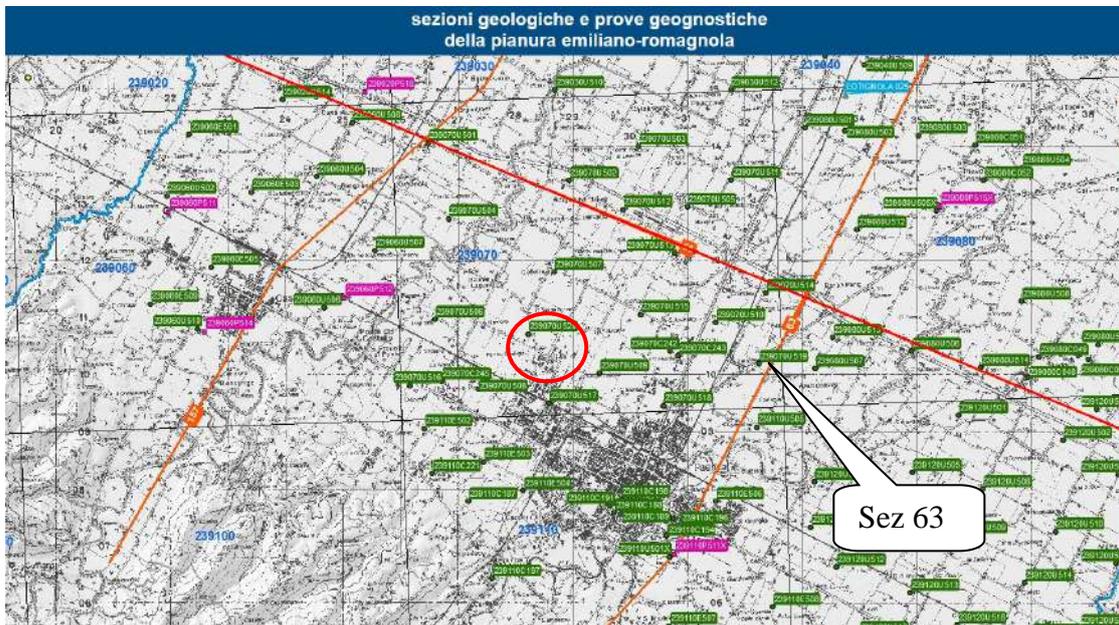
a4 - Deposito eluvio-colluviale

h2 - Deposito da cava inattiva

h4 - Deposito antropico

i2 - Conoide torrentizia inattiva

Traccia sezione geologica di riferimento per la zona tratta dal Sito della Regione Emilia-Romagna.



## 2.1 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 emiliano-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 San Romualdo - Piombone;
- Anticlinale di Ravenna e di Alfonsine;
  - Sinclinale romagnola (asse ONO-ESE);
  - Anticlinale di Cotignola;
- Sinclinale di Forlì.

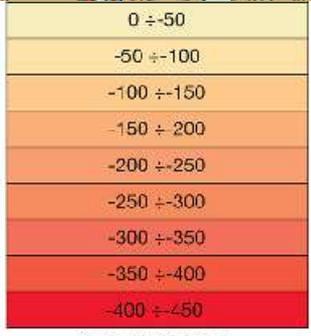
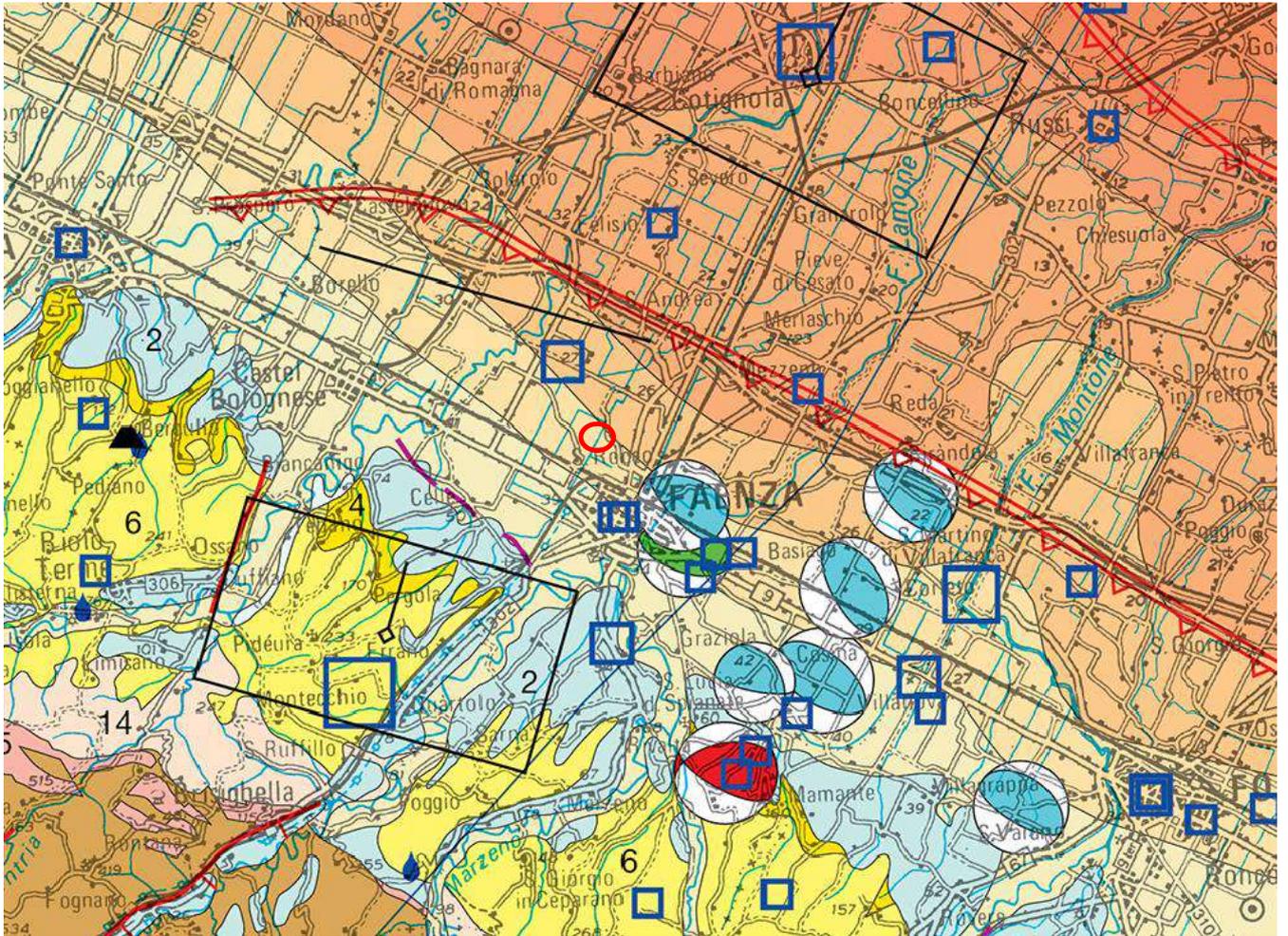
Le strutture sepolte plioceniche influenzano, sia pure con grado decrescente col diminuire della profondità, l'assetto dei sedimenti pleistocenici, che risultano blandamente ondulati e presentano una generale pendenza verso SE secondo l'immersione degli assi strutturali pliocenici.

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 sismotettonica si può dedurre che per l'area in esame la base del Sistema Emiliano-Romagnolo superiore indifferenziato (AES), ovvero il tetto del Sistema Emiliano-Romagnolo inferiore (AEI) si trova a circa 70÷100 sotto il livello del mare.

Inoltre, sempre dalla cartografia geologica e sismotettonica si osserva che il sito si trova in prossimità di un sovrascorrimento riattivato (Reactivated thrust fault) di età Pliocenica-Pleistocenica inferiore (4.5 – 1 Ma).

In particolare i principali meccanismi focali, riferiti a faglie inverse, con magnitudo momento  $M_w=4.5\div 5$ , si trovano alla distanza di circa 5÷8 km verso NNE rispetto al sito in esame.



isobate della base del Sistema Emiliano-Romagnolo Superiore (SERS; 0,45 Ma-Presente) riferite al livello del mare  
*Isobaths of the base of the Emilia Romagna Upper Synthem (SERS; 0,45 My-Present) referred to the sea level*

Ma = milioni di anni  
 My = millions of years

**Unità geologiche affioranti**  
*Cutcropping geological units*

Depositi quaternari dei bacini intermontani e del margine padano-adriatico  
*Quaternary deposits of intramontane basins and Po Plain - Adriatic margin*

- 1 Depositi alluvionali olocenici  
*Holocene alluvial deposits*
- 2 Depositi alluvionali pleistocenici  
*Pleistocene alluvial deposits*
- 3 Depositi fluvio-lacustri (Villafranchiano-Pleistocene medio)  
*Fluvial-lacustrine deposits (Villafranchian-middle Pleistocene)*

Successione marina plio-pleistocenica del margine padano-adriatico  
*Pliocene-Pleistocene marine succession of the Po Plain - Adriatic margin*

- 4 Sabbie di Imola (Pleistocene medio)  
*Imola Sands (middle Pleistocene)*
- 5 Sabbie gialle (Pleistocene medio)  
*Yellow sands (middle Pleistocene)*
- 6 Successione Pliocene sup. - Pleistocene inf.  
*Late Pliocene - Early Pleistocene succession*

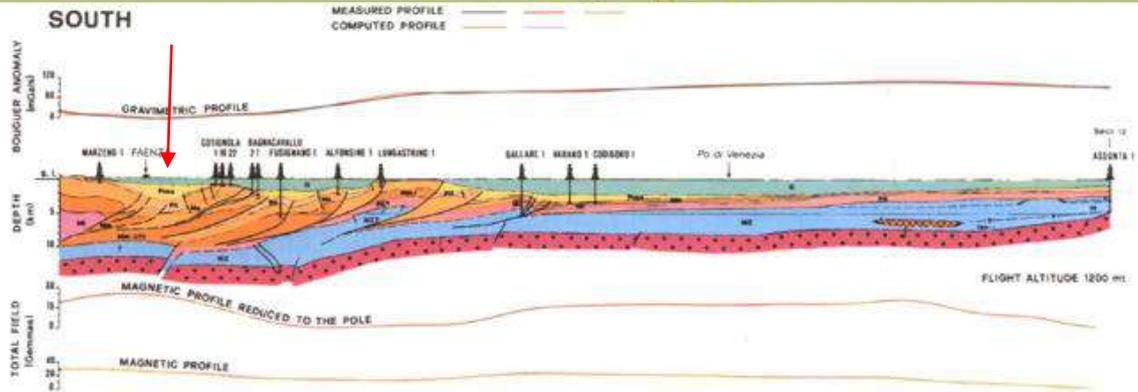
- Fronte di sovrascorrimento sepolto  
*Buried thrust front*
- Fronte di sovrascorrimento sepolto presunto  
*Inferred buried thrust front*
- Faglia sepolta  
*Buried fault*
- Faglia sepolta presunta  
*Inferred buried fault*
- Faglia normale sepolta presunta  
*Inferred buried normal fault*
- Sorgente sismogenica individuale (da DSS 3.2)  
*Individual seismic source (from DSS 3.2)*

**Strutture tettoniche potenzialmente attive**  
*Potentially active tectonic structures*

- Faglia  
*Fault*
- Faglia presunta  
*Inferred fault*
- Faglia normale  
*Normal fault*
- Faglia normale presunta  
*Inferred normal fault*
- Anticlinali  
*Anticline*
- Sinclinali  
*Syncline*
- Fronte di sovrascorrimento sepolto  
*Buried thrust front*
- Fronte di sovrascorrimento sepolto presunto  
*Inferred buried thrust front*
- Faglia sepolta  
*Buried fault*
- Faglia sepolta presunta  
*Inferred buried fault*
- Faglia normale sepolta presunta  
*Inferred buried normal fault*
- Discontinuità presunta  
*Inferred discontinuity*
- Traccia di sezione geologica  
*Geological cross section trace*



AGIP subsurface geology section



ITALY  
 NORTHERN AREA  
 GEOPHYSICAL AND GEOLOGICAL  
 INTEGRATED INTERPRETATION

SECTION N° 11



LEGEND

Q	Quaternary
PiMn	Upper middle pliocene
Pl	Lower pliocene
Mu	Upper miocene
Mm	Middle miocene
ML	Lower miocene
PG	Paleogene
MZ	Mesozoic

DENSITY g/cm <sup>3</sup>
2.24 - 2.25
2.23 - 2.24
2.43 - 2.44
2.48 - 2.49
2.49 - 2.54
2.59 - 2.60
2.68 - 2.69
2.68 - 2.81

Magnetic basement
Ophiolite
Tertiary volcanite
Triassic volcanite
Permian volcanite
Horizon by geophysical and geological data
Phantom by geophysical and geological data
Fault or discontinuity

DENSITY g/cm <sup>3</sup>	SUSCEPTIBILITY C.G.S. e. 10 <sup>3</sup>
2.80 - 2.81	90 - 100
2.71 - 2.80	100 - 200

FLIGHT ALTITUDE 1200 and 2700 mt

DATE 1985

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]).

### 3. INDAGINI GEOGNOSTICHE

Al fine di verificare le caratteristiche del substrato dell'area in esame, in considerazione delle prove già disponibili sul sito in esame, si è provveduto ad integrare i dati disponibili realizzando n. 2 sondaggi a carotaggio continuo spinti fino a 30 m dal piano di campagna, n. 2 down hole rispettivamente sui due sondaggi, e n. 1 misura HVSR.

#### 3.1 Down Hole

Le misure dei down hole, eseguite sul sondaggio S1 e S2, spinti fino a -30 m dal piano di campagna, hanno fornito una velocità delle onde di taglio nei primi 30 m di sottosuolo compresa tra  $V_{seq}(0-30\text{ m})=225\text{ m/s}$  (S1) e  $V_{seq}(0-30\text{ m})=230\text{ m/s}$  (S2).

Tali valori sono in linea con le precedenti misure HVSR e MASW, che fornirono valori di  $V_{seq}$  (0-30 m) attorno a 202÷224 m/s, e con quello realizzato sul sito da urbanizzare che ha evidenziato una  $V_{seq}$  (0-30 m) = 222 m/s.

In allegato si riportano le misure down hole.

#### 3.2 Misure digitali del rumore sismico e MASW

Sul sito in esame sono stati eseguiti n. 4 misure HVSR, n. 2 SASW/MASW.

##### Metodo dei microtremori HVSR

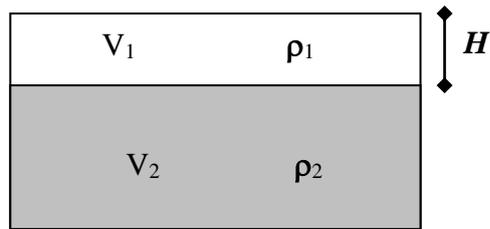
Il tremore sismico, comunemente definito "rumore sismico", esiste ovunque sulla superficie della terra. Esso è principalmente costituito da onde superficiali, ovvero da onde elastiche prodotte dall'interferenza costruttiva di onde P ed S che si propagano negli strati superficiali. Il rumore sismico è 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 ( $\rho_1$  e  $\rho_2$ ) 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 ( $\lambda$ ) 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.



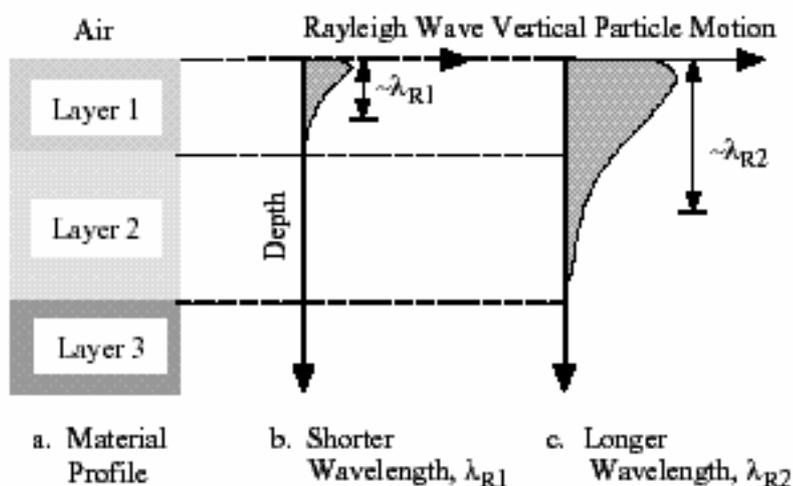
L'inversione richiede l'analisi delle singole componenti e del rapporto  $H/V$ , che fornisce un'importante normalizzazione del segnale per a) in contenuto di frequenza, b) la risposta strumentale e c) l'ampiezza del segnale quando le registrazioni vengono effettuate in momenti con rumore di fondo più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

### Metodo dei MASW

Il metodo MASW (Multichannel Analysis of Surface Waves) è una tecnica di indagine non invasiva che individua il profilo di velocità delle onde di taglio verticali  $V_s$ , basandosi sulla misura delle onde superficiali fatta in corrispondenza di diversi sensori (accelerometri o geofoni) posti sulla superficie del suolo. Il contributo predominante alle onde superficiali è dato dalle onde di Rayleigh, che viaggiano con una velocità correlata alla rigidità della porzione di terreno interessata dalla propagazione delle onde. In un mezzo stratificato le onde di Rayleigh sono dispersive, cioè onde con diverse lunghezze d'onda si propagano con diverse velocità di fase e velocità di gruppo (Achenbach, J.D., 1999, Aki, K. and Richards, P.G., 1980) o detto in maniera equivalente la velocità di fase (o di gruppo) apparente delle onde di Rayleigh dipende dalla frequenza di propagazione. La natura dispersiva delle onde superficiali è correlabile al fatto che onde ad alta frequenza con lunghezza d'onda corta si propagano negli strati più superficiali e quindi danno informazioni sulla parte più superficiale del suolo, invece onde a bassa frequenza si propagano negli strati più profondi e quindi interessano gli strati più profondi del suolo.



Le onde superficiali generate in un punto sulla superficie del suolo sono misurate da uno stendimento lineare di sensori. Nel metodo SASW-MASW si mantiene fisso il sensore di misura e si sposta a intervalli regolari il punto di generazione delle onde.

Il metodo attivo generalmente consente di ottenere una velocità di fase (o curva di dispersione) sperimentale apparente nel range di frequenze compreso tra 5Hz e 70Hz, quindi dà informazioni sulla parte più superficiale del suolo, generalmente circa 8÷15 m, in funzione della rigidità del suolo.

Il metodo MASW consiste in tre fasi (Roma, 2002): (1) la prima fase prevede il calcolo della velocità di fase (o curva di dispersione) apparente sperimentale, (2) la seconda fase consiste nel calcolare la velocità di fase apparente numerica, (3) la terza ed ultima fase consiste nell'individuazione del profilo di velocità delle onde di taglio verticali  $V_s$ , modificando opportunamente lo spessore  $h$ , le velocità delle onde di taglio  $V_s$  e di compressione  $V_p$  (o in maniera alternativa alle velocità  $V_p$  è possibile assegnare il coefficiente di Poisson  $\mu$ ), la densità di massa  $\rho$  degli strati che costituiscono il modello del suolo, fino a raggiungere una sovrapposizione ottimale tra la velocità di fase (o curva di dispersione) sperimentale e la velocità di fase (o curva di dispersione) numerica corrispondente al modello di suolo assegnato.

### **Combinazione del metodo HVSR e MASW e risultati.**

La combinazione tra le misure HVSR e quelle MASW permettono di ottimizzare la ricostruzione del modello di velocità delle onde di taglio  $V_s$ .

Infatti, le MASW permettono di ottenere le misure di velocità delle onde di taglio nei primi metri che servono da base per interpretare gli strati più profondi osservabili solo dalle misure HVSR.

Inoltre, si è provveduto ad eseguire anche la calibrazione delle misure HVSR e MASW in base alle indagini geognostiche e alle stratigrafie dei pozzi disponibili sul sito di indagine e nelle zone contermini.

Sul sito in esame, in passato sono state realizzate n. 3 misure HVSR, integrate con ulteriori due misure HVSR, le quali, impiegando la suddetta metodologia dei microtremiti e utilizzando l'inversione H/V con il metodo proposto da Nakamura, secondo la teoria descritta da Aki (1964) e Ben-Menahem & Sing (1981), in correlazione con la curva di inversione della SASW-MASW, avendo presente le altre indagini geognostiche e geofisiche eseguite sul sito, hanno evidenziato una ***V<sub>seq</sub> (0-30m) attorno a 202÷224 m/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 si osserva una risposta sismica omogenea su tutto il sito di interesse ed è possibile individuare le seguenti frequenze tipiche per il deposito esaminato, significative per gli edifici.

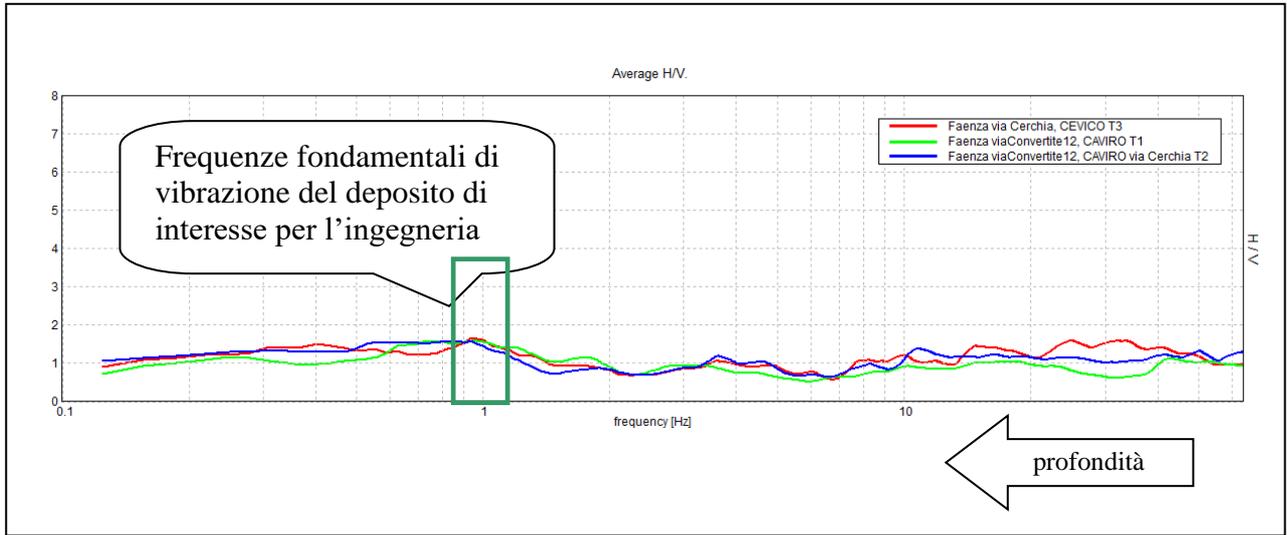
Frequenza (f=Hz)	Periodo (T=sec)
0.9÷1.1	1.1÷0.9

Per l'area in esame si osservano frequenze di risonanza uniformi su tutta l'area con amplificazioni attorno a 0.9÷1.1 Hz, notando comunque che il contrasto risulta modesto attorno a  $H/V=1.7\div 2.1$ , come osservabile dalle curve H/V sotto riportate e da quelle realizzate in passato sull'area di interesse. Livello corrispondente alla base del Sistema Emiliano-Romagnolo superiore indifferenziato (AES).

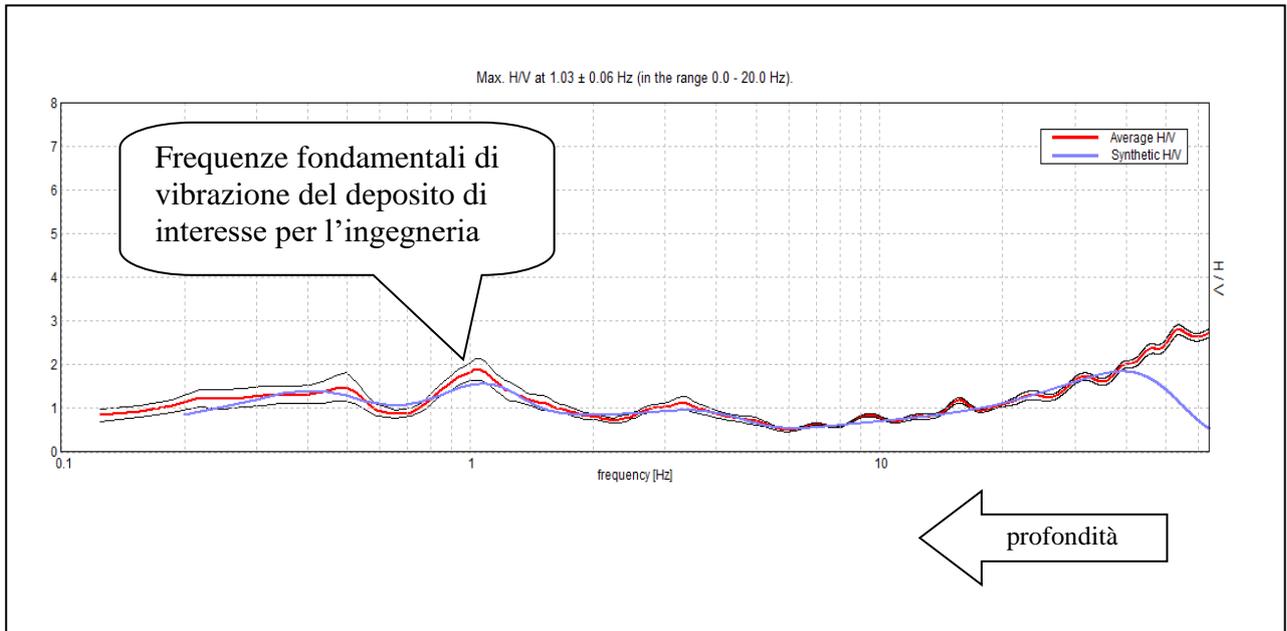
In particolare, si osservano anche altri due picchi, relativamente meno accentuati, di risonanza:

- attorno a 0.4÷0.5 Hz, assunto come bed-rock di riferimento, posto attorno a 270÷310 m dal piano di campagna.
- attorno a 3.1 Hz, corrispondente al primo livello delle ghiaie della conoide del Lamone poste a -21÷22 m dal piano di campagna.

Misure HVSR effettuate sul sito produttivo



Misure HVSR effettuata nell'area da urbanizzare





## 4. MICROZONAZIONE SISMICA

Per quanto riguarda la pericolosità sismica, come osservabile dalla carta sismotettonica, l'area di interesse si trova in zona caratterizzata da un sovrascorrimento riattivato (Reactivated thrust fault) di età Pliocenica-Pleistocenica, con un primo substrato sismico a profondità di circa 100 m (base di AES) quindi con possibili amplificazioni sismiche caratterizzate da tale discontinuità sismica.

Si rileva comunque che molto importante e significativo è valutare il periodo proprio di vibrazione del substrato al fine di realizzare strutture con periodo proprio diverso in modo da evitare i pericolosi fenomeni di risonanza, particolarmente importanti per definire la pericolosità sismica in questi ambiti.

Al fine di valutare le azioni indotte da un sisma di progetto sul sito in esame si è provveduto alla realizzazione di una modellazione di Risposta Sismica Locale (RSL) utilizzando il programma STRATA (vedi appendice) e facendo riferimento a sette tracce sismiche ricavate dal data base dell'European Strong-Motion.

### ***N.T.C. 14-01-2008***

Le misure della Vs eseguite, HVSR e MASW, hanno permesso di verificare una **Vs30 = 202÷230 m/s**, quindi **suoli di categoria C**.

In considerazione della destinazione del sito si considera:

- tipo di costruzione 2 – opere ordinarie, ponti, opere infrastrutturali, dighe dimensioni contenute o di importanza normale:
- classe d'uso 1.0 – affollamenti normali.

Pertanto, allo Stato Limite della Vita (SLV) il periodo di ritorno dell'azione sismica di progetto risulta di 475 anni e l'accelerazione al suolo per un sisma di riferimento risulterà di  $a_{g_{rif}}/g=0.204$ . Considerando poi categoria del suolo corrispondente alla C e profilo del suolo pianeggiante l'amplificazione al suolo risulterà di  $S_S * S_T = 1.40$ .

L'accelerazione al suolo con metodo semplificato sarà pari a  $a_{g_{rif}}/g * S_S * S_T = 0.285$

### ***D.G.R. n. 630/2019***

L'area di interesse si trova in ambiente di MARGINE”.

In base alle indagini geofisiche eseguite, il substrato con  $v_s > 800$  m/s si trova ad una profondità superiore ai -100 m, come osservabile dalla curva h/v del tromino che evidenzia il bedrock con  $V_s > 800$  m/s a frequenze attorno a 0.4÷0.5 Hz.

Mentre dalla Carta Sismotettonica pubblicata dalla Regione Emilia-Romagna si osserva un eventuale primo riflettore a circa 50÷60 m, corrispondente alla base del Sistema Emiliano-Romagnolo Superiore, corrispondente al picco H/V = a 3.2 Hz.

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

MARGINE di tipo B: caratterizzato da spessore dei terreni superficiali fini o grossolani poco consolidati superiore a 30 m; la successione sottostante è costituita da alternanze di orizzonti grossolani e orizzonti fini;

$V_{s30}$ (m/s) →	150	200	250	300	350	400
PGA	1,6	1,6	1,6	1,6	1,6	1,5

Fattore di Amplificazione **PGA**

$V_{s30}$ (m/s) →	150	200	250	300	350	400
SA1	1,8	1,8	1,8	1,7	1,7	1,5
SA2	2,6	2,6	2,3	2,1	1,9	1,7
SA3	3,1	2,9	2,7	2,4	2,3	2,1
SA4	3,0	2,9	2,6	2,3	2,1	1,9

Fattori di Amplificazione **SA1** ( $0,1s \leq T \leq 0,5s$ ), **SA2** ( $0,4s \leq T \leq 0,8s$ ), **SA3** ( $0,7s \leq T \leq 1,1s$ ) e **SA4** ( $0,5s \leq T \leq 1,5s$ )

$V_{s30}$ (m/s) →	150	200	250	300	350	400
SI1	1,9	1,9	1,9	1,8	1,7	1,6
SI2	2,9	2,8	2,5	2,3	2,1	2,0
SI3	3,3	3,1	2,7	2,4	2,2	2,0

Fattori di Amplificazione **SI1** ( $0,1s \leq T \leq 0,5s$ ), **SI2** ( $0,5s \leq T \leq 1,0s$ ), **SI3** ( $0,5s \leq T \leq 1,5s$ )

Considerano una  $V_{s30}$  media attorno a 222 m/s, è possibile considerare i seguenti fattori di amplificazione

- F.A. P.G.A. = 1.6
- F.A. INTENSITA' SPETTRALE  $0.1s < T_0 < 0.5s$  = 1.9
- F.A. INTENSITA' SPETTRALE  $0.5s < T_0 < 1.0s$  = 2.8
- F.A. INTENSITA' SPETTRALE  $0.5s < T_0 < 1.5s$  = 3.1

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  $a_g = 0.204 * 1.6 = 0.326g$ , quindi superiore a quanto ottenuto seguendo le procedure della normativa nazionale.

Si valuta anche, per il sito di interesse, il valore di  $H_{SM}$  (Naso et al., 2019), parametro che esprime lo scuotimento atteso al sito in valore assoluto (accelerazione in  $cm/s^2$ ), dato dal prodotto del parametro Acceleration Spectrum Intensity ( $ASI_{UHS}$ ), valore integrale dello spettro di riferimento in accelerazione calcolato per l'intervallo di periodi  $0,1s \leq T \leq 0,5s$ , diviso per  $\Delta T$  (in questo caso pari a 0,4s) e moltiplicato per il fattore di amplificazione in accelerazione (FA) calcolato per lo stesso intervallo di periodi:

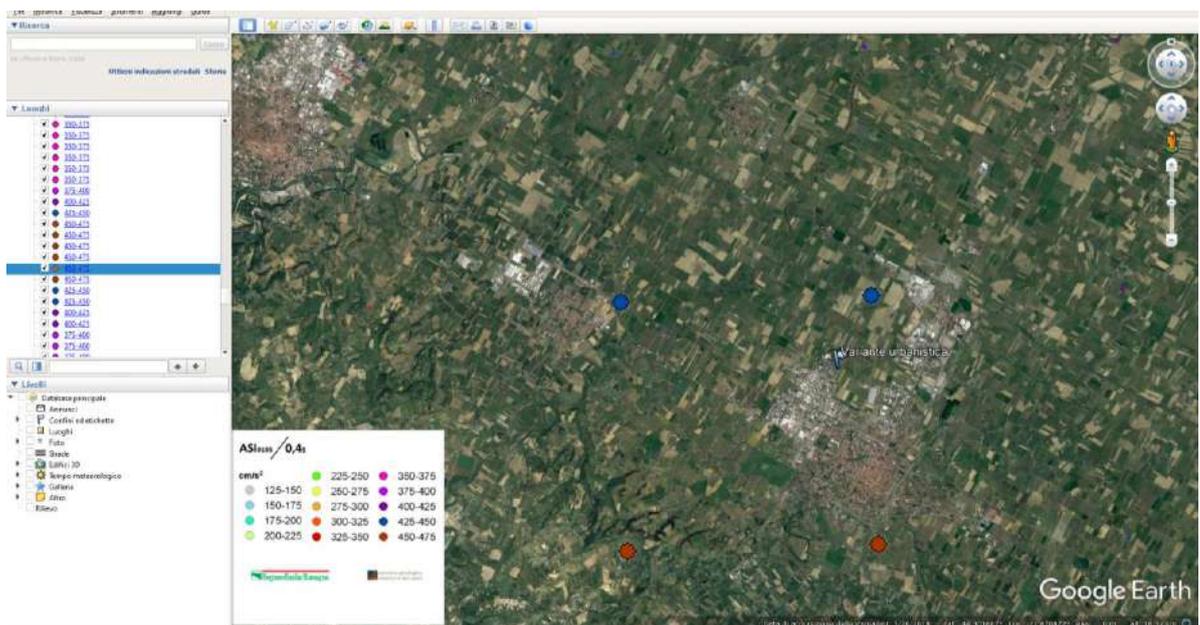
$$H_{SM} = \frac{ASI_{UHS}}{\Delta T} \times FA$$

I valori di  $ASI_{UHS}/\Delta T$ , calcolati per ogni punto della griglia INGV, sono riportati nel file all\_4\_coord.kmz (cartella Allegato\_4.zip) disponibile nella pagina web dedicata agli indirizzi per gli studi di microzonazione sismica a cura del Servizio Geologico, Sismico e dei Suoli.

Facendo la media pesata dei valori suddetti, di cui al suddetto allegato, per il sito in esame si ottiene  $ASI_{UHS} / \Delta T = 443$ .

Pertanto, assumendo, per l'intervallo di periodi  $0,1s \leq T \leq 0,5s$ , il valore di  $FA = 1.9$  si ottiene

$$H_{SM} = 842 \text{ cm/s}^2.$$



### **Analisi di Risposta Sismica Locale (RSL)**

Per l'Analisi di Risposta Sismica Locale (RSL) si è utilizzato il programma STRATA.

L'analisi è stata eseguita considerando tutti i dati del sito produttivo CAVIRO ed ENOMONDO, con particolare riferimento alla variante Urbanistica richiesta per l'ampliamento dell'impianto ENOMONDO, ove trasferire la produzione di ACV (Ammendante Compostato misto).

Per la modellazione della RSL si è fatto riferimento a tre tracce sismiche sismo compatibili, ricavate dal data base dell'European Strong-Motion scaricate dal sito della Regione Emilia-Romagna, specificatamente selezionate per il territorio regionale.

In allegato si riportano i due sondaggi e le due down hole eseguite nella zona di progetto dei nuovi capannoni dell'impianto di compostaggio e in quella di cui alla richiesta di variante urbanistica.

Inoltre, si riportano anche le indagini geognostiche e geofisiche di repertorio eseguite su tutto il sito di competenza della CAVIRO e di ENOMONDO.

In appendice è riportata la modellazione della RSL, oltre alle intensità di Housner.

Da un confronto tra il metodo semplificato per la valutazione dello spettro elastico proposto dalle NTC2018, dalla DGR 630/2019 e dalla RSL, considerando i risultati ritenuti di due scenari più compatibili con l'assetto sismostratigrafico del sito in esame, si osserva un buon accordo sui valori medi dell'accelerazione sismica di progetto al suolo.

<b>Accelerazione al suolo</b>				
<b>NTC2018</b>	<b>DGR 630/2019</b>	<b>RSL (media)</b>	<b>RSL (min)</b>	<b>RSL (max)</b>
<b>ag</b>	<b>ag</b>	<b>ag</b>	<b>ag</b>	<b>ag</b>
0.285g	0.326g	0.290	0.236g	0.342g

In base all'analisi della funzione di trasferimento ricavata con il metodo RSL si riconoscono le seguenti frequenze di amplificazione del suolo del sito in esame:

<b>Frequenza di amplificazione</b>	<b>Amplificazione</b> <b>ag<sub>suolo</sub>/ag<sub>bedrock</sub></b>	<b>Superficie di contrasto</b>
2÷3 Hz	Secondaria: rapporto = 2.1÷2.9)	Primo livello delle ghiaie della conoide del Fiume Lamone
0.9÷1 Hz	Secondaria: rapporto = 3÷4	Base del Sintema Emiliano-Romagnolo superiore indifferenziato (AES)
0.4÷0.5 Hz	Principale: rapporto = 4÷6	Tetto dei terreni pleistocenci

## 5. CONCLUSIONI

La morfologia dell'area di interesse è pianeggiante e non presenta particolari degni di nota. Uno sguardo complessivo ai risultati dei dati geognostici disponibili per il sito in esame evidenzia terreni prevalentemente limoso-argillosi con intercalazioni di livelli sabbioso-limosi, fino alla profondità di circa 21÷22 m dal piano di campagna.

A grandi linee, i terreni dell'area indagata sono costituiti da alternanza tra terreni limoso-argillosi a consistenza media, e livelli e stratificazioni sabbioso limose con assetto stratigrafico lentiforme fino a circa -21÷22 m dal piano di campagna. Da tale profondità si incontra il primo livello delle ghiaie sabbiose della conoide del Fiume Lamone dello spessore di circa 5÷6 m; seguono poi terreni limoso-argillosi intervallati da depositi ghiaioso sabbiosi della conoide fino alla profondità di circa 260÷300 m, dove si incontra le formazioni plio-pleistoceniche.

In base alla consultazione delle indagini geognostiche realizzate sul sito di interesse e fornite dai committenti, risulta un livello della falda freatica variabile tra circa -2.0 m e -4.0 m dal piano di campagna.

### NTC – 14-01-2008

In base alla NTC 2008 il sito in esame è caratterizzato, considerando tempi di ritorno di 712 anni, da accelerazione al bedrock sismico di  $a_{rif}=0.236g$  e da  **$Vs30 = 202\div224$  m/s**, quindi **categoria di suolo C** con fattore stratigrafico pari a  $S_s=1.35$ . Considerando che l'area presenta un fattore topografico pari ad uno, l'accelerazione massima alla superficie del sito in esame sarà pari

$$a_{max} = 0.319g.$$

Le misure dei microtremori hanno evidenziato frequenze significative per l'ingegneria nei confronti dei fenomeni di risonanza del substrato del sito in esame, anche se poco accentuati, pari a

Frequenza (f=Hz)	Periodo (T=sec)
0.9÷1.1	1.1÷0.9
0.5	2

In base alle NTC 2018 l'area di interesse presenta un valore di  $a_g/g = 0.204$  e, considerando un substrato appartenente alla categoria di suolo C, risulta un coefficiente di amplificazione sismica per tipo di suolo  $S=1.4$ , essendo il sito in zona pianeggiante, il coefficiente di amplificazione morfologico risulta  $S_T = 1$ , quindi l'accelerazione massima al suolo risulterà di  $a_{max}=0.285g$ .

Mentre in base alla DGR 630/2019 risultano i seguenti fattori di amplificazione

- F.A. P.G.A. = 1.6
- F.A. INTENSITA' SPETTRALE  $0.1s < T_0 < 0.5s = 1.9$
- F.A. INTENSITA' SPETTRALE  $0.5s < T_0 < 1.0s = 2.8$
- F.A. INTENSITA' SPETTRALE  $0.5s < T_0 < 1.5s = 3.1$

Con un valore di  $a_g=0.204*1.6=0.326g$ , quindi superiore a quanto ottenuto seguendo le procedure della normativa nazionale.

Le analisi di Risposta Sismica Locale (RSL), hanno evidenziato un valore medio di  $a_g=0.290g$ , in linea con i metodi semplificati proposti dalle NTC2018 e dalla DGR 630/2019.

<b>Accelerazione al suolo – confronto tra metodi semplificati e RSL</b>				
<b>NTC2018</b>	<b>DGR 630/2019</b>	<b>RSL (media)</b>	<b>RSL (min)</b>	<b>RSL (max)</b>
<b><i>a<sub>g</sub></i></b>	<b><i>a<sub>g</sub></i></b>	<b><i>a<sub>g</sub></i></b>	<b><i>a<sub>g</sub></i></b>	<b><i>a<sub>g</sub></i></b>
0.285g	0.326g	0.290	0.236g	0.342g

uno spettro di risposta elastico medio con valori di " $S_a(T)[g]$ " inferiori rispetto allo spettro di risposta elastico ricavato con metodo semplificato.

---

Settembre, 2020



A handwritten signature in blue ink, written over the bottom right portion of the professional seal.

## Appendice

### 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 indotte dagli effetti locali sono state 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 sia lo SLV sia lo SLD.

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:

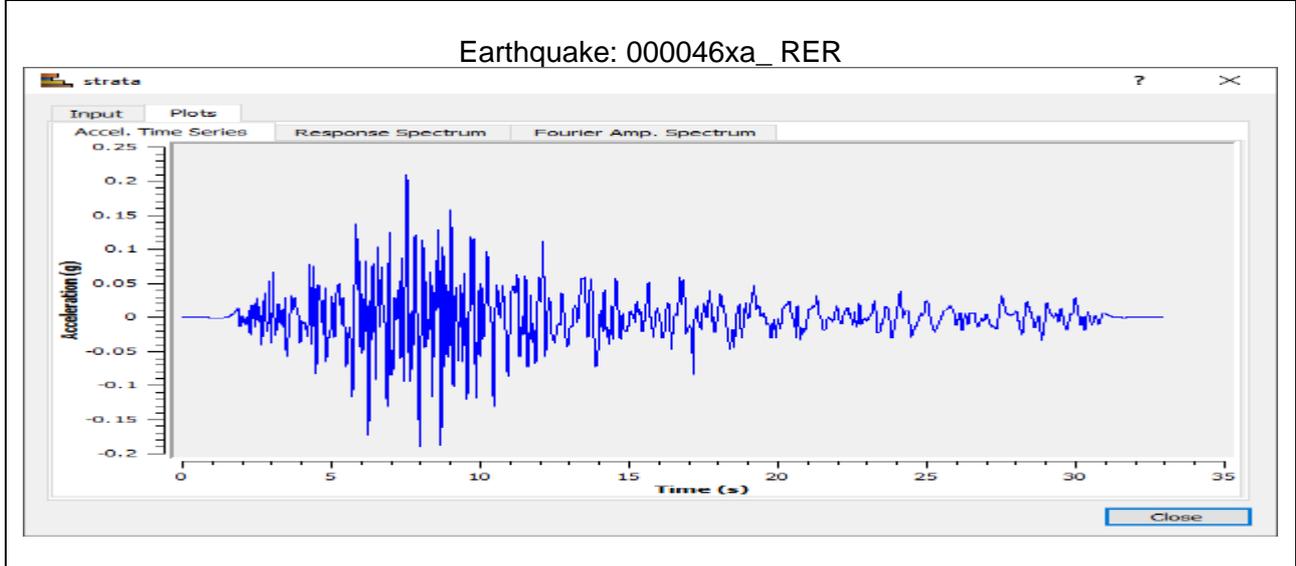
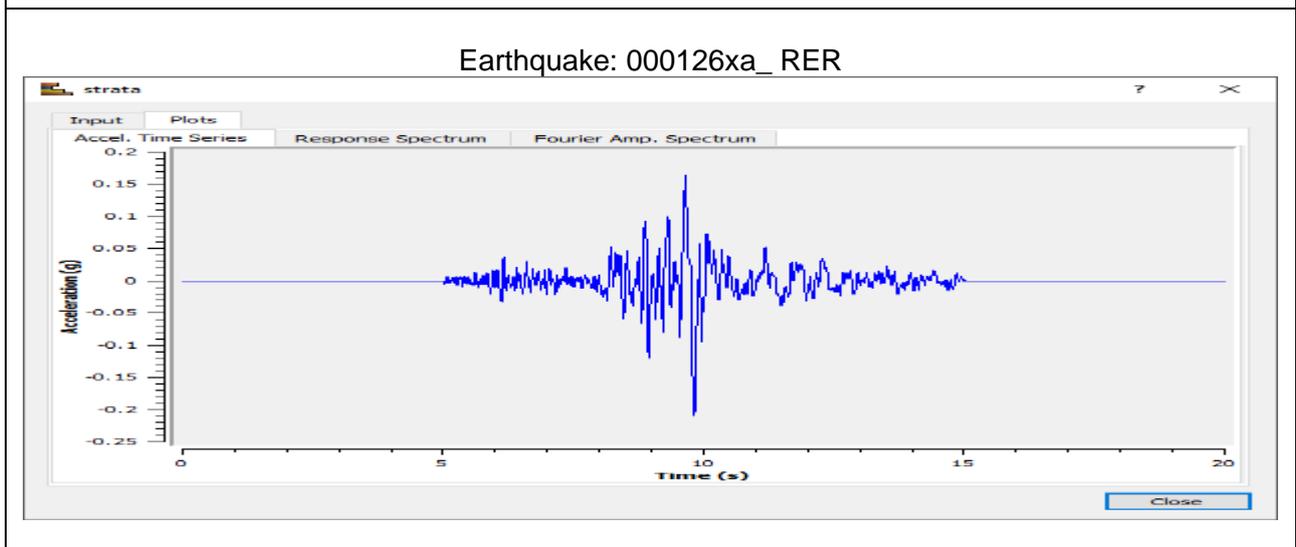
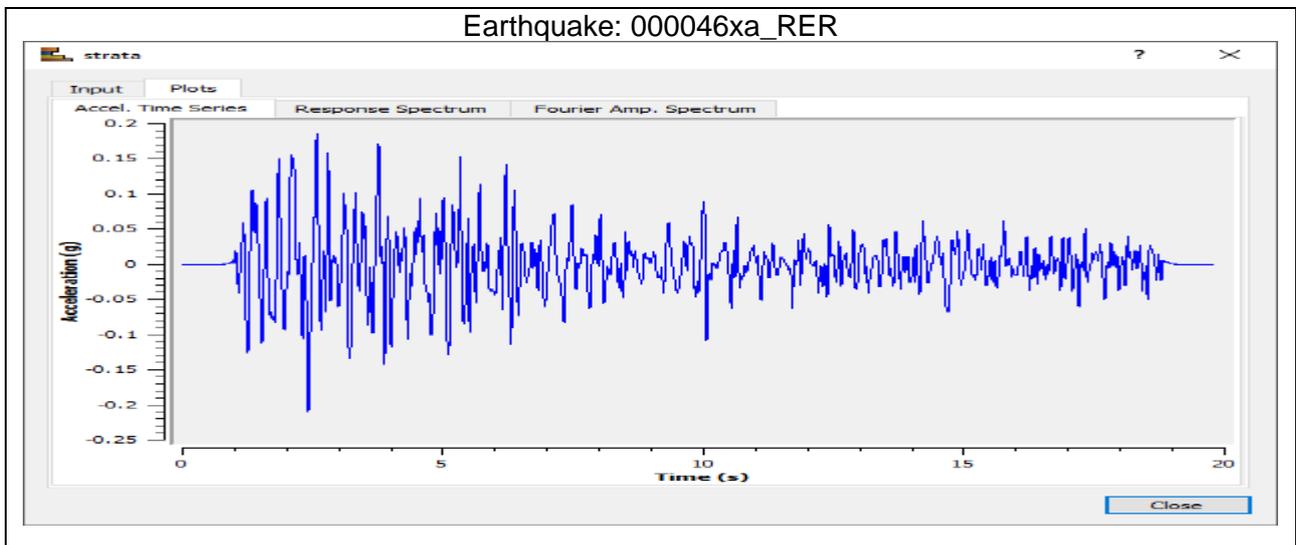
- 1) impulsivo;
- 2) con componente predominante alle alte frequenze;
- 3) con ampio contenuto in frequenze.

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 su due sondaggi e relativi down hole eseguiti rispettivamente sul sito Enomondo oggetto di nuove costruzioni e su quello oggetto di nuova urbanizzazione. Inoltre, si è fatto riferimento a tutte le prove di repertorio presenti sul complesso produttivo della CAVIRO e di ENOMONDO.

Per la stratigrafia profonda si è fatto riferimento a tre pozzi presenti sul sito della Caviro Distillerie, che sono stati spinti fino alla profondità massima di 254÷306 m, corrispondente al tetto delle formazioni marini pleistoceniche.

Sismogrammi per SLV – accelerazione di riferimento  $a_g=0.204g$



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).

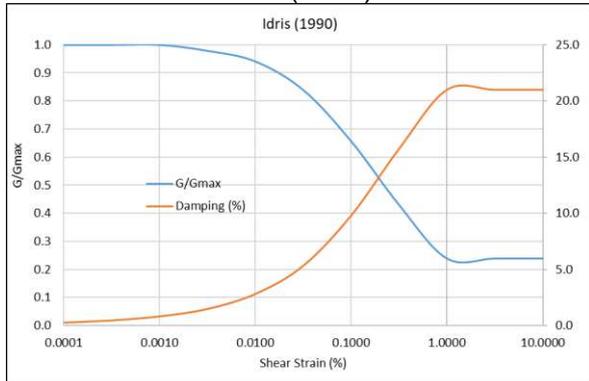
La stratigrafia di input che caratterizza il profilo stratigrafico è stata derivata dalle indagini geognostiche e geofisiche realizzate sul sito di interesse e ricavate dai dati del sottosuolo della zona in esame riportati in letteratura. **In particolare, la modellazione si è basata su due dow hole con relativi sondaggi, spinti fino a -30 m dal piano di campagna, sulle misure H/V ottenute dal “tromino” e dalle MASW eseguiti nel complesso produttivo ENOMONDO – CAVIRO.**

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

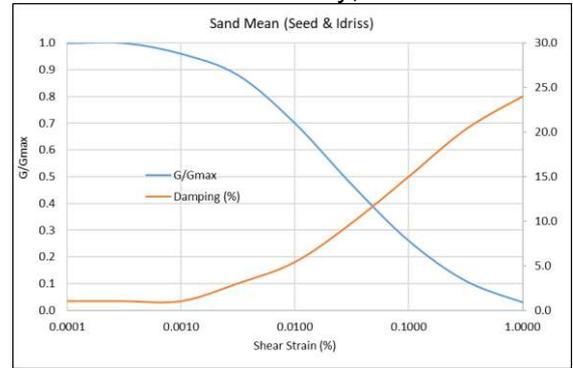
Stratigrafia di input:

<b>Profondità (m)</b>	<b>Spessore (m)</b>	<b>Litologia prevalente</b>	<b>Tipo curve modulo di taglio e smorzamento</b>
0.00	1.00	Limo argilloso IP=15	Idriss (1990), Clay
1.00	5.00	Limo sabbioso IP=0	Vucetic & Dobry, PI = 0
6.00	6.00	Argilla limosa	Idriss (1990), Clay
12.00	5.00	Sabbia superficiale	Sand s'o=200 kPa (Shibata e Solearno, 1975)
17.00	4.00	Limo argilloso IP=15	Vucetic & Dobry, PI = 15
21.00	6.00	Ghiaia e ghiaia sabbiosa	Gravel (Rollins, 1998)
27.00	3.00	Limo argilloso IP=15	Vucetic & Dobry, PI = 15
30.00	45.00	Argilla profonda	EPRI (93), 500-1000 ft
75.00	45.00	Ghiaia e ghiaia sabbiosa	Gravel (Rollins, 1998)
120.00	65.00	Argilla profonda	EPRI (93), 500-1000 ft
185.00	14.00	Ghiaia e ghiaia sabbiosa	Gravel (Rollins, 1998)
199.00	90.00	Argilla profonda	EPRI (93), 500-1000 ft
289.00	Half-Space	Half-Space	Substrato marino mio-plio-pleistocenico

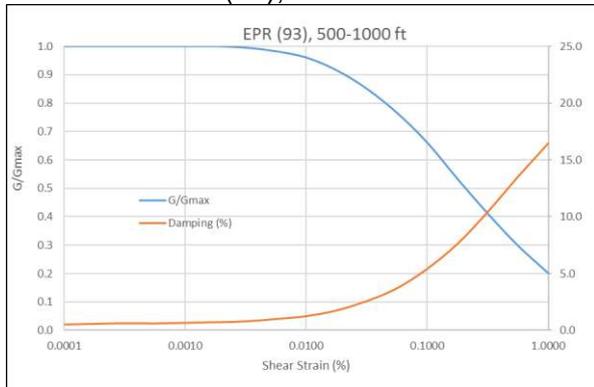
### Iriss (1990)



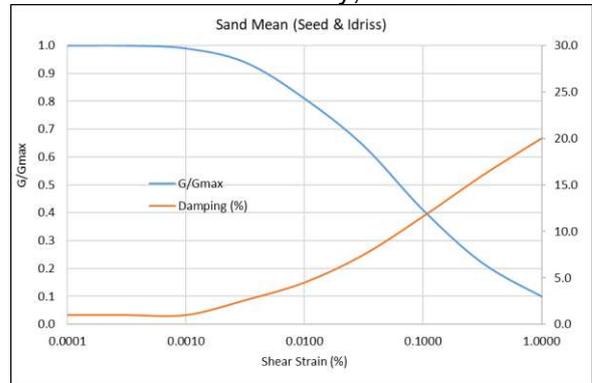
### Vucetic & Dobry, PI = 0



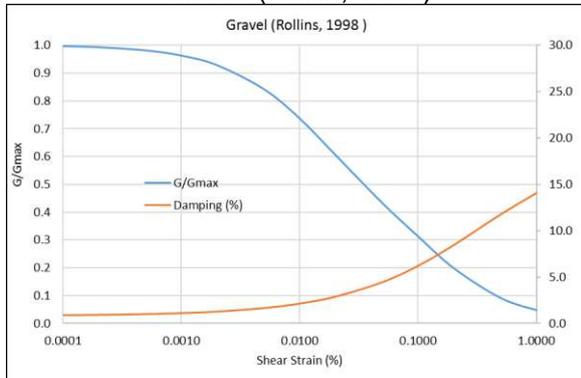
### EPR(93), 500-1000 ft



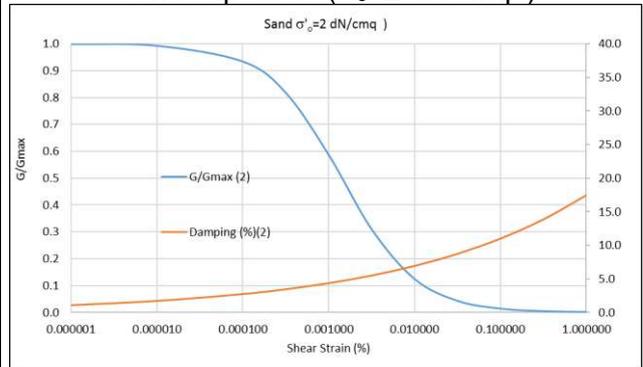
### Vucetic & Dobry, PI = 15



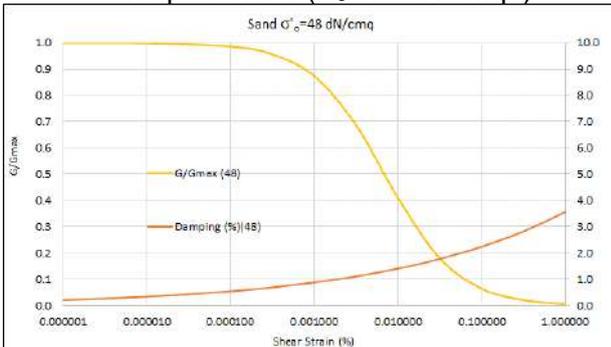
### Gravel (Rollin, 1998)



### Sand superficic (s'o=2 dN/cmq )



### Sand profondità (s'o=48 dN/cmq )



### STIMA DI D(γ) PER SABBIE

$$D = 450 \cdot \gamma^{0.2} \cdot (\sigma'_0)^{-0.5}$$

Hardin, 1965

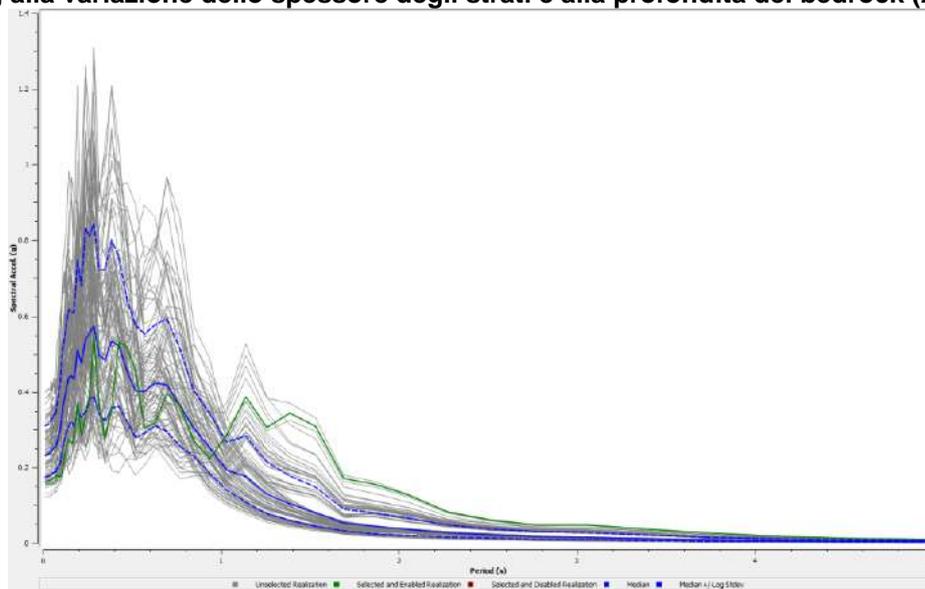
$\sigma'_0$  in psf (1psf = 0.0479kPa);  $\gamma$  in %

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

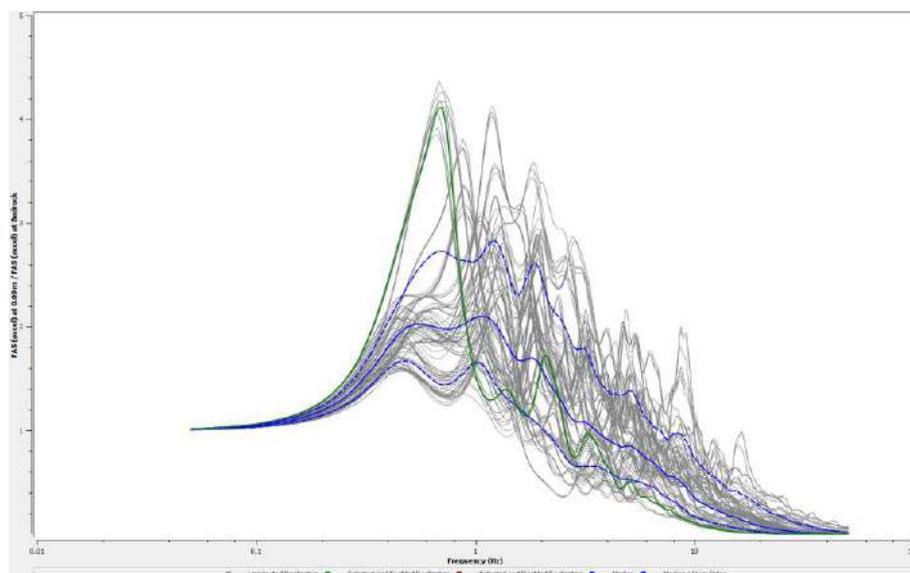
Utilizzando il programma STRATA si riportano i dati ricavati dalla modellazione numerica monodimensionale. Nella modellazione si è proceduto ad una analisi probabilistica facendo variare in modo automatico le velocità delle onde di taglio per ogni strato, il profilo stratigrafico, le caratteristiche dei terreni e le caratteristiche e la profondità del bedrock (tra 270 m e 310 m). Sono poi stati scelti i profili con scenario più coerente con l'assetto sismostratigrafico del sito in esame.

### 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 (270-310 m)**



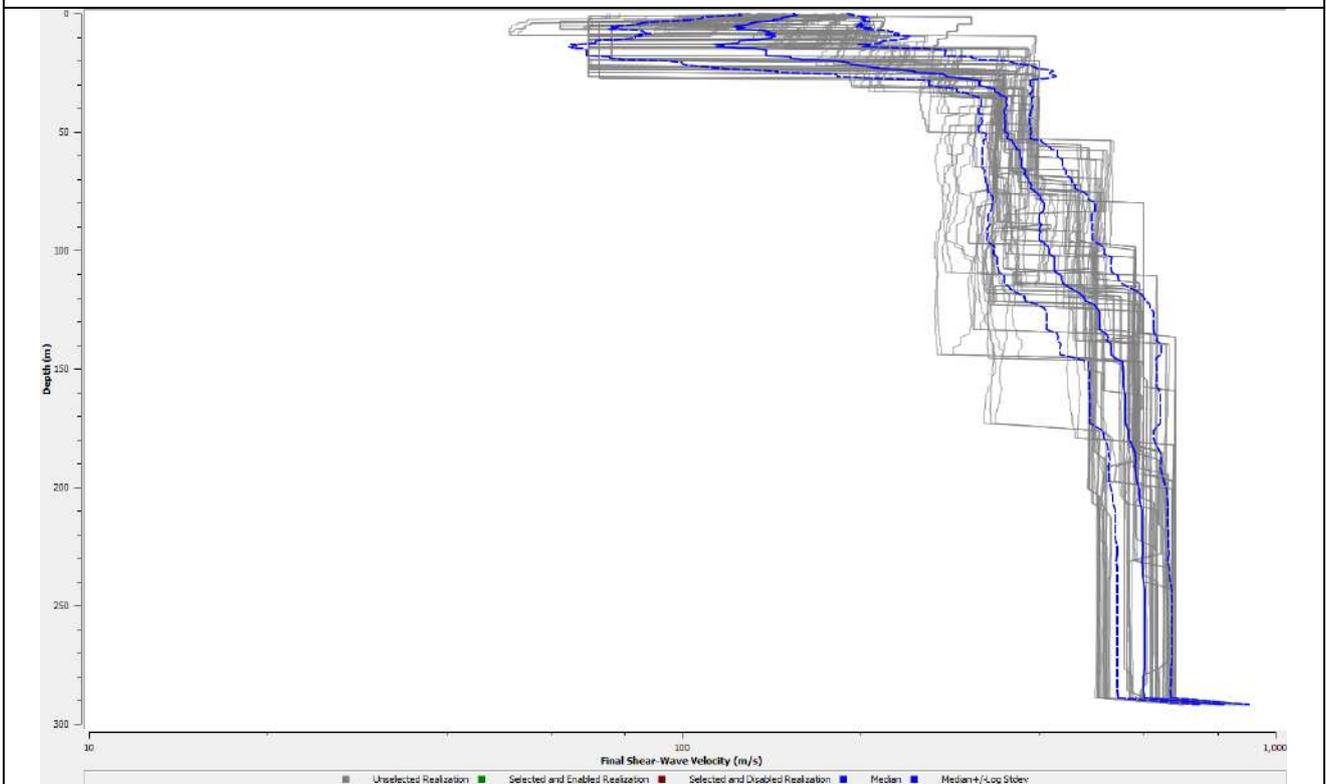
**Funzione di trasferimento substrato sismico- superficie in base alla variazione delle curve di smorzamento dei materiali, alla variazione dello spessore degli strati e alla profondità del bedrock (270-310 m)**



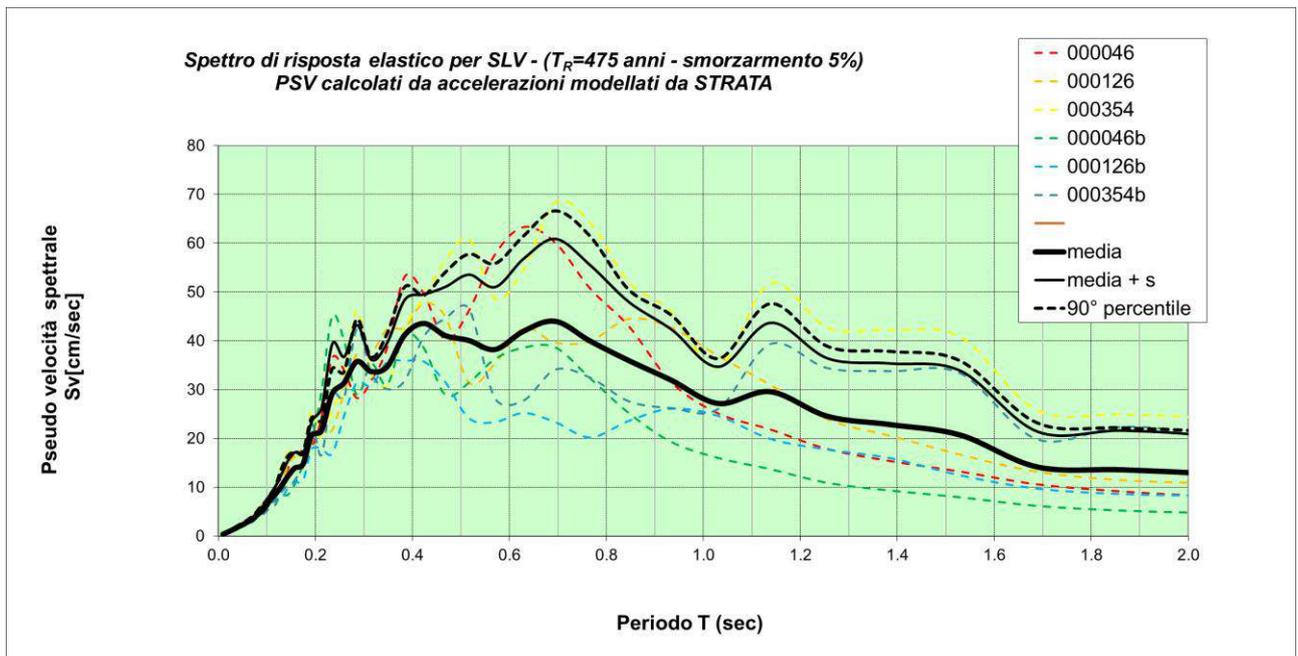
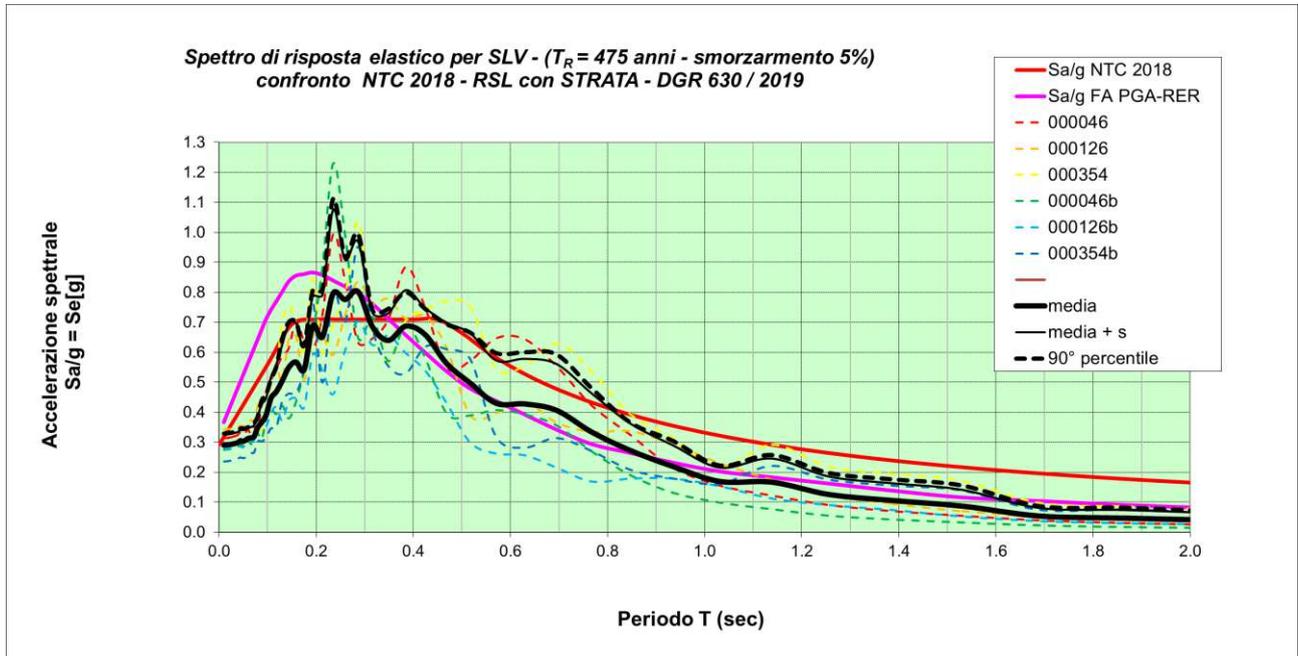
### Profilo di Vs iniziale considerato nel Modello STRATA



### Profilo di Vs finale considerato nel Modello STRATA



Si riporta lo spettro di risposta elastico più severo ricavato dall'analisi RSL, considerando n. 6 accelerogrammi e i valori statistici di 6 output (3+3) ritenuti più caratteristici del sito.

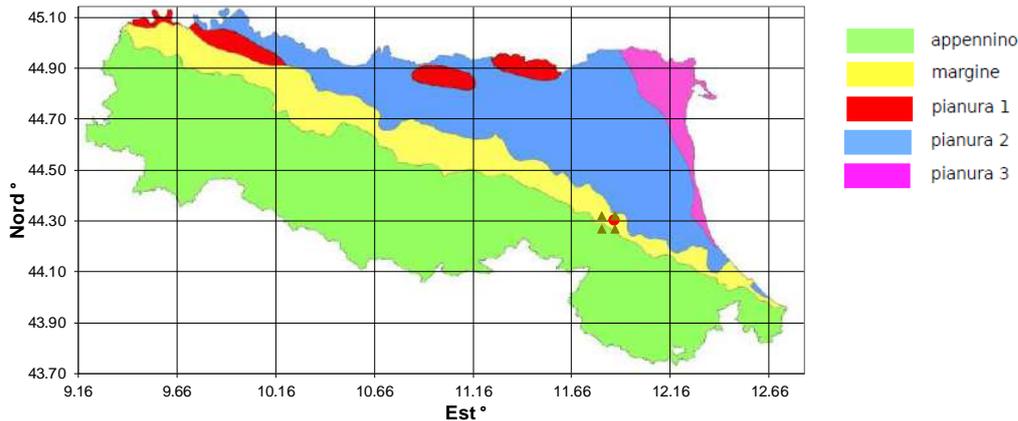


MODELLO STRATA Se/g (T) = Sa (T) : ACCELERAZIONE DELLA COMPONENTE ORIZZONTALE  
per 3 tracce e due scenari (3+3)

T (sec)	000046	000126	000354	000046b	000126b	000354b		mediana	media	Stdev (σ)	media + σ	90° percentile
0.0100	0.31402896	0.34242732	0.29325508	0.27553852	0.27818985	0.23648968		0.286	0.290	0.036	0.326	0.328
0.0110	0.31416774	0.34253862	0.29337871	0.27567476	0.2782724	0.23662074		0.286	0.290	0.036	0.326	0.328
0.0122	0.31434925	0.34267424	0.29352695	0.27586312	0.27837309	0.23676594		0.286	0.290	0.036	0.326	0.329
0.0134	0.31455792	0.34282225	0.29370806	0.27606847	0.27851358	0.23694355		0.286	0.290	0.036	0.327	0.329
0.0148	0.31481365	0.3430264	0.29392951	0.27631979	0.27866353	0.23716109		0.286	0.291	0.036	0.327	0.329
0.0164	0.31512766	0.34327503	0.29420056	0.27662781	0.27884658	0.23742797		0.287	0.291	0.036	0.327	0.329
0.0181	0.31551416	0.34357796	0.29453277	0.27700606	0.27907018	0.23775604		0.287	0.291	0.036	0.327	0.330
0.0199	0.31591137	0.34394726	0.2949407	0.27747151	0.27934354	0.2381604		0.287	0.292	0.036	0.328	0.330
0.0220	0.31658305	0.34439783	0.29550779	0.2780459	0.27967811	0.23867351		0.288	0.292	0.036	0.328	0.330
0.0243	0.31728104	0.34494788	0.2961399	0.27881396	0.28008847	0.23930228		0.288	0.293	0.036	0.329	0.331
0.0268	0.31820495	0.3456601	0.29692525	0.27971226	0.28062989	0.24009013		0.289	0.294	0.036	0.330	0.332
0.0296	0.3193885	0.34648573	0.29790988	0.28083838	0.28125759	0.24108953		0.290	0.294	0.036	0.331	0.333
0.0327	0.32094742	0.34750777	0.29916592	0.28225958	0.28205034	0.24238787		0.291	0.296	0.036	0.332	0.334
0.0361	0.32314104	0.34890547	0.30083229	0.28406523	0.28309586	0.2441737		0.292	0.297	0.036	0.333	0.336
0.0398	0.32706788	0.3506176	0.30346413	0.28657994	0.28472174	0.24709972		0.295	0.300	0.036	0.336	0.339
0.0439	0.33639229	0.35489487	0.30499028	0.29746709	0.28703494	0.25005767		0.301	0.305	0.037	0.342	0.346
0.0485	0.34057915	0.3511931	0.30318523	0.28969465	0.28245234	0.24794226		0.296	0.303	0.038	0.341	0.346
0.0535	0.33175696	0.35668687	0.30652163	0.30141609	0.28966076	0.24954071		0.304	0.306	0.037	0.343	0.344
0.0590	0.34319112	0.35606119	0.31386212	0.31017763	0.2898577	0.25916499		0.312	0.312	0.035	0.347	0.350
0.0652	0.33037437	0.37413008	0.31766569	0.29508886	0.30408062	0.26528018		0.311	0.314	0.037	0.351	0.352
0.0719	0.35325222	0.37267721	0.31298083	0.30128545	0.30709005	0.26660102		0.310	0.319	0.038	0.357	0.363
0.0794	0.34183586	0.42027011	0.34996977	0.32990022	0.34931715	0.30404747		0.346	0.349	0.039	0.388	0.385
0.0876	0.42656969	0.45092623	0.3399354	0.31124376	0.36559266	0.30350342		0.353	0.366	0.061	0.427	0.439
0.0967	0.46927933	0.44671675	0.38037774	0.37696474	0.35371821	0.31615722		0.379	0.391	0.058	0.448	0.458
0.1067	0.50659979	0.51253126	0.50666618	0.41055725	0.39775973	0.34707983		0.459	0.447	0.071	0.518	0.510
0.1178	0.54645366	0.55181642	0.55183404	0.39429812	0.41775719	0.34870381		0.482	0.468	0.092	0.561	0.552
0.1300	0.58740644	0.50663584	0.70072957	0.42236448	0.3723814	0.43969775		0.473	0.505	0.121	0.626	0.644
0.1435	0.614606	0.64417892	0.75603067	0.37973733	0.43891436	0.46274272		0.539	0.549	0.145	0.694	0.700
0.1583	0.70490198	0.65354909	0.6976233	0.43569407	0.44715647	0.46491695		0.559	0.567	0.131	0.698	0.701
0.1747	0.63835018	0.50671955	0.60444577	0.53708378	0.41620509	0.54233611		0.540	0.541	0.078	0.619	0.621
0.1929	0.6092899	0.65107847	0.84812624	0.66442205	0.592823	0.76454793		0.658	0.688	0.099	0.787	0.806
0.2128	0.72805706	0.65623226	0.5985947	0.88636681	0.53774546	0.49983441		0.627	0.651	0.141	0.792	0.807
0.2349	0.99455324	0.59132735	0.69876333	1.22968246	0.46089181	0.80456633		0.752	0.797	0.280	1.076	1.112
0.2593	0.84137045	0.72378153	0.78938537	0.99351815	0.60666469	0.69819938		0.757	0.775	0.134	0.909	0.917
0.2861	0.63313451	0.82616451	1.03627971	0.64838907	0.70376403	0.95205244		0.770	0.802	0.168	0.969	0.994
0.3158	0.64680961	0.76078187	0.67818412	0.71743818	0.62488657	0.67763208		0.678	0.684	0.049	0.733	0.739
0.3486	0.71082404	0.77842788	0.56568444	0.57095162	0.65585316	0.55390721		0.613	0.639	0.092	0.731	0.745
0.3847	0.8857708	0.71160329	0.70743966	0.68927002	0.59714001	0.53074858		0.698	0.687	0.121	0.808	0.799
0.4246	0.74786926	0.72080008	0.73965248	0.58083965	0.53899818	0.61888897		0.670	0.658	0.090	0.748	0.744
0.4686	0.54941709	0.61377357	0.77143174	0.3959143	0.43028628	0.61050429		0.580	0.562	0.137	0.699	0.693
0.5172	0.57239546	0.38939856	0.7523359	0.39019014	0.29911083	0.57229487		0.481	0.497	0.167	0.664	0.665
0.5708	0.64764416	0.39640799	0.54530855	0.40765019	0.2621737	0.31740718		0.402	0.429	0.144	0.573	0.596
0.6300	0.6437665	0.43278875	0.55551008	0.39319777	0.25640045	0.28279621		0.413	0.427	0.151	0.579	0.600
0.6953	0.55367598	0.36514229	0.6296142	0.35660525	0.21506268	0.31453221		0.361	0.406	0.155	0.561	0.592
0.7674	0.42291675	0.33369307	0.53513786	0.27003313	0.16884224	0.27114108		0.302	0.334	0.129	0.463	0.479
0.8469	0.32501416	0.33642893	0.39328321	0.19092042	0.17861053	0.20895409		0.267	0.272	0.090	0.363	0.365
0.9347	0.21571627	0.2927585	0.31473214	0.13239952	0.17888264	0.17991993		0.198	0.219	0.071	0.290	0.304
1.0316	0.15592206	0.2290221	0.21437732	0.09957816	0.15277936	0.16217431		0.159	0.169	0.047	0.216	0.222
1.1386	0.12284796	0.17430798	0.29157639	0.07746785	0.11211424	0.22167141		0.149	0.167	0.079	0.246	0.257
1.2566	0.09089292	0.12177961	0.21742773	0.05577231	0.09042265	0.17551892		0.106	0.125	0.060	0.186	0.196
1.3869	0.07089882	0.09492361	0.19490037	0.04325339	0.07375458	0.15618712		0.084	0.106	0.058	0.164	0.176
1.5307	0.0552699	0.06986385	0.17040575	0.03343926	0.05213212	0.13961661		0.063	0.087	0.055	0.142	0.155
1.6894	0.04015294	0.05000168	0.09744652	0.02355778	0.03689324	0.07512821		0.045	0.054	0.027	0.081	0.086
1.8645	0.0313591	0.03946379	0.08555588	0.01811755	0.02970362	0.07694945		0.035	0.047	0.028	0.074	0.081
2.0578	0.0251029	0.03348105	0.0736714	0.01464826	0.02505667	0.06456564		0.030	0.040	0.024	0.063	0.069
2.2711	0.01947695	0.02744384	0.05030171	0.01107927	0.02091298	0.04985379		0.024	0.030	0.017	0.046	0.050
2.5066	0.01557816	0.02173417	0.04058599	0.00880151	0.0162813	0.03639859		0.019	0.023	0.013	0.036	0.038
2.7665	0.01228455	0.01694381	0.03293249	0.00704204	0.01249493	0.0303136		0.015	0.019	0.011	0.029	0.032
3.0533	0.01000209	0.01324977	0.03168395	0.00564772	0.00941652	0.03039436		0.012	0.017	0.011	0.028	0.031
3.3698	0.00815212	0.01180212	0.02458621	0.00459621	0.00887716	0.0244548		0.010	0.014	0.009	0.022	0.025
3.7192	0.00656188	0.00800969	0.01559485	0.00377564	0.00546699	0.01627639		0.007	0.009	0.005	0.015	0.016
4.1048	0.00535828	0.00708328	0.01246688	0.00305715	0.00506737	0.01213889		0.006	0.008	0.004	0.011	0.012
4.5303	0.00435859	0.00488616	0.01025192	0.00250944	0.00320539	0.00982992		0.005	0.006	0.003	0.009	0.010
5.0000	0.00355053	0.00400957	0.0078293	0.00205838	0.00266152	0.00738011		0.004	0.005	0.002	0.007	0.008

Di seguito si valutano i rapporti spettrali PGA / PGAo e SI / Slo in riferimento a quanto proposto dalla DGR 630 / 2019 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 MARGINE B, 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. Tento, L. Martelli, A. Marcellini, 2015), e considerando una classe di Vs30 = 225m/s, si ottengono i parametri sotto riportate.



<b>VALUTAZIONE PARAMETRI SISMICI DEL SITO</b>			
<b>Decreto Ministeriale NTC 2018</b>		<b>Regione Emilia-Romagna DGR 630 / 2019</b>	
Latitude (gradi decimali ED50)	44.309500	44.309500	Latitude (gradi decimali ED50)
Longitude (gradi decimali ED50)	11.875400	11.875400	Longitude (gradi decimali ED50)
Accelerazione su suolo di riferimento rigido - SLV (ag/g)	0.204	0.204	Accelerazione massima orizzontale di picco al suolo per To ( $a_{rel}$ )
Tipo di opera	2	MARGINE B	Riferimento territoriale / Suolo di riferimento
Classe d'uso	2		
Vita Nominale ( $V_N$ )	50 anni		Settore di transizione tra la zona collinare e la pianura caratterizzato da spessore dei terreni superficiale fini o grossolani poco consolidati superiore a 30m; la successione sottostante è costituita da alternanze di orizzonti grossolani e orizzonti fini.
Coefficiente d'uso ( $C_U$ )	1		
Vita di riferimento ( $V_N \times C_U$ )	50 anni		
Tempi di ritorno (SLV)	475 anni	#RIF!	Profondità Bedrock sismico
		800	Velocità di taglio di riferimento del substrato marino ( $V_s$ ) (m/s), oppure Velocità onde di taglio Bedrock like ( $V_s$ ) (m/s)
Velocità equivalente delle onde di taglio nei primi 30 m ( $V_{s30}$ )	225	225	Velocità equivalente delle onde di taglio nei primi 30m ( $V_{s30}$ ) (m/s)
Categoria di sottosuolo	C		
Coefficiente di amplificazione per tipo di suolo ( $S_s$ )	1.40	1.6	Fattore di Amplificazione del PGA. (Peak Ground Acceleration)
		1.9	Fattore di Amplificazione Intensità Spettrale (F.A. 0.1s < To < 0.5s)
		2.8	Fattore di Amplificazione Intensità Spettrale (F.A. 0.5s < To < 1.0s)
		3.1	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 ( $a_{max}/g$ )= $a_g/g$ * $S_T$	<b>0.285</b>	<b>0.327</b>	Accelerazione massima orizzontale al suolo ( $a_g/g$ = $a_{rel}$ * 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.

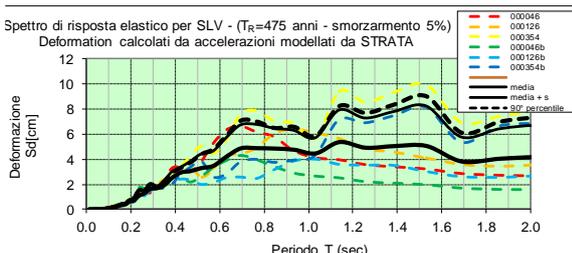
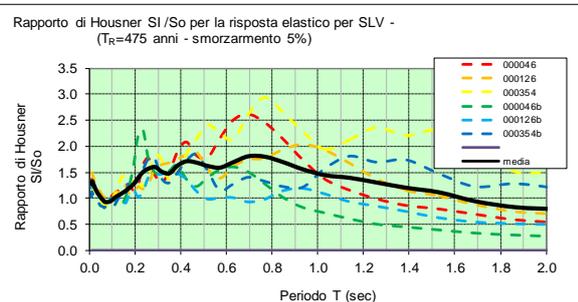
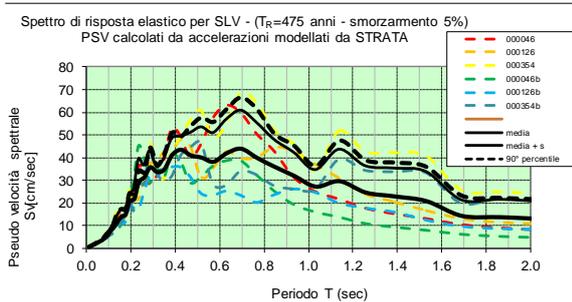
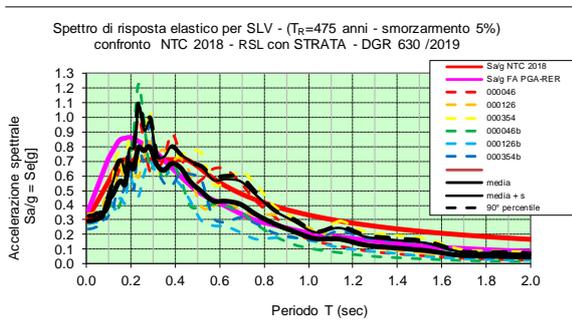
I valori sono stati confrontati con  $SI_0$  proposti dalla RER. I valori del rapporto sono osservabili nelle sotto riportate tabelle.

Si riporta anche la tabella del rapporto dei valori PGA del modello STRATA e quello della DGR 630 / 2019.

Riferimento accellogramma	Intensità di Housner (SI) (cm) per intervalli ottenuto dalle PSV (Sv) SI =  PSV d(T)		Rapporto Intensità di Housner SI1/SI0		Intensità di Housner (SI) (cm) per intervalli ottenuto dalle PSV (Sv) SI =  PSV d(T)		Rapporto Intensità di Housner SI2/SI0		Intensità di Housner (SI) (cm) per intervalli ottenuto dalle PSV (Sv) SI =  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	0.43	1.52	0.40	2.10	0.48	1.76						
000126	0.41	1.45	0.33	1.73	0.43	1.61						
000354	0.44	1.52	0.46	2.40	0.64	2.36						
000046b	0.42	1.48	0.24	1.25	0.28	1.03						
000126b	0.35	1.24	0.20	1.03	0.26	0.96						
000354b	0.41	1.45	0.25	1.34	0.39	1.45						
media	0.41	1.44	0.31	1.64	0.41	1.53						
So	0.29	1.90	0.19	2.80	0.27	3.10						

Riferimento accellogramma	PGA a To secondo la modellazione STRATA	Rapporto PGA/PGAo con PGAo secondo NTC2018 e DGR 630 / 2019
000046	0.314	1.538
000126	0.342	1.677
000354	0.293	1.436
000046b	0.276	1.349
000126b	0.278	1.362
000354b	0.236	1.158
media	0.290	1.420
PGAo	0.204	

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



## **ALLEGATI**

# Ubicazione indagini geofisiche e geognostiche

## Legenda

- CPT
- CPTU
- ⊙ CPTU
- ⊙ CPTU 1
- ⌵ MASW
- △ misura HVSr
- △ misura HVSr di repertorio
- 🏠 Nuove strutture capannone + tettoia
- 🏠 Pozzo
- 🏠 Sondaggio + down hole
- 🏠 Variante urbanistica





COMMITTENTE: S.G.T. s.a.s.	SOND.N°: S.1	PROF.(m): 30.00
CANTIERE: Faenza (RA), Via Convertite n.8 c/o CA.VI.RO.	QUOTA (m): p.d.c.	
PERFORATRICE: CMV MK900D1	LATITUDINE (°): 44.308041°	
METODO PERFORAZ.: Carotaggio continuo	LONGITUDINE (°): 11.873453°	
RIVESTIMENTO: Ø 127 mm	ATTREZZO PERFORAZ.: Carotiere semplice Ø 101 mm	DATA INIZ-FINE: 27/08/2020-27/08/2020
PIEZOMETRO:	SCALA: 1:100	
RIF.PREV.N°: 142-20	CERTIFICATO N°: C20-060-1	RAPPORTO N°: -----
	DATA DI EMISSIONE: 31/08/2020	PAGINA N°: 1 di 1

Scala 1:100	P.P. I [daN/cm²]	Vane Test [daN/cm²]	Profondita'	Stratigrafia	Descrizione	Campioni	Campioni Rim.	Falda	S.P.T. [n. colpi] P.A.	Pz.Norton	Tubo Down Hole
1			0.20		Suolo limoso sabbioso di colore marrone, con frustoli vegetali						
			0.40		Materiale di riporto costituito da limo sabbioso con macerie						
			0.80		Limo con sabbia, debolmente argilloso, di colore marrone chiaro						
2			1.30		Limo argilloso, debolmente sabbioso, di colore marrone-grigio						
3	1.2	0.30									
	1.4	0.40									
4											
	1.4	0.40									
5					Limo sabbioso passante a sabbia debolmente limosa di colore grigio-marrone con bande oca-arancio alternati in livelli decimetrici con passaggio graduale. Presenti saltuari livelli centimetrici di argilla limosa di colore grigio con alterazioni oca-arancio						
	1.5	0.60									
	1.2	0.30									
6											
	2.3	1.00									
	2.1	0.90									
7											
	1.9	0.60									
8											
	2.5	1.00	7.50								
	1.9	1.00									
9					Argilla debolmente limosa di colore grigio con leggere alterazioni oca-arancio e saltuari livelli centimetrici di sabbia limosa						
	2.3	1.00									
	1.7	1.00									
10											
	2.3	1.10									
	2.5	0.90									
11											
	2.3	0.60									
	2.0	0.80	11.20								
12					Sabbia debolmente limosa passante a sabbia e limo di colore grigio con bande oca-arancio						
13											
			13.00								
14					Limo debolmente sabbioso passante a limo sabbioso. Colore grigio						
	1.0	0.40									
	1.6	0.80									
15											
			14.80								
					Sabbia fine, ben classata, debolmente limosa, di colore grigio						
16											
	1.4	0.60									
	1.2	0.40									
17											
18											
19					Limo argilloso e sabbioso passante, con passaggio graduale, a sabbia debolmente limosa, di colore grigio alternati in livelli decimetrici						
	1.5	0.40									
20											
	1.5	0.40									
21											
	2.3	0.80									
22											
			20.90								
23											
24					Sabbia di colore grigio e ghiaia, con clasti, da arrotondati a subarrotondati, Ømax = 4-5 cm						
25											
26											
27											
28											
	2.2	1.00									
29					Limo sabbioso argilloso passante a sabbia e limo di colore marrone-grigio. La componente sabbiosa aumenta con la profondità						
	1.7	0.60									
30											
			30.00								

Lo Sperimentatore

Il Direttore del Laboratorio



COMMITTENTE: S.G.T. s.a.s.	SOND.N°: S.2	PROF.(m): 30.00
CANTIERE: Faenza (RA), Via Convertite n.8 c/o CA.VI.RO.	QUOTA (m): p.d.c.	
PERFORATRICE: CMV MK900D1	LATITUDINE (°):	
METODO PERFORAZ.: Carotaggio continuo	LONGITUDINE (°):	
ATTREZZO PERFORAZ.: Carotiere semplice Ø 101 mm	DATA INIZ-FINE: 28/08/2020-28/08/2020	
PIEZOMETRO:	SCALA: 1:100	
RIF.PREV.N°: 142-20	CERTIFICATO N°: C20-060-2	RAPPORTO N°: -----
	DATA DI EMISSIONE: 31/08/2020	PAGINA N°: 1 di 2

Scala 1:100	P.P. I [daN/cm²]	Vane Test [daN/cm²]	Profondita'	Stratigrafia	Descrizione	Campioni	Campioni Rim.	Falda	S.P.T. [n. colpi] P.A.	Pz.Norton	Tube Down Hole
1	> 6		0.20		Suolo limoso sabbioso, debolmente ghiaioso, di colore marrone, con frustoli vegetali						
	4.8		0.60		Materiale di riporto costituito da limo sabbioso con macerie						
2	3.0		1.70		Limo con sabbia, debolmente argilloso, di colore marrone chiaro						
3	1.5	0.20	3.00		Limo sabbioso passante, con passaggi graduali e alternati in livelli decimetrici, a sabbia debolmente limosa di colore grigio-marrone con bande ocra-arancio						
4			3.50		Campione indisturbato	3.00 C.1.1 3.50					
5			5.20		Limo sabbioso passante, con passaggi graduali e alternati in livelli decimetrici, a sabbia debolmente limosa di colore grigio-marrone con bande ocra-arancio						
6	1.6	0.40	6.00		Argilla limosa di colore grigio, con leggere alterazioni ocra-arancio e con saltuari livelli centimetrici di sabbia e limo						
7	1.8	0.60	6.50		Campione indisturbato	6.00 C.1.2 6.50					
8	2.4	1.10									
9	1.9	1.00									
10	2.2	1.20			Argilla limosa di colore grigio, con leggere alterazioni ocra-arancio e con saltuari livelli centimetrici di sabbia e limo						
11	1.9	0.60	9.90								
12	1.3	0.80									
13	0.6	0.30			Argilla limosa passante a limo argilloso sabbioso di colore grigio						
14	1.4	0.40	11.80								
15	1.0	0.20									
16	1.7	0.40			Sabbia fine, ben classata, debolmente limosa, passante, con passaggi graduali e alternati in livelli decimetrici, a limo sabbioso						
17	1.5	0.40									
18	2.4	0.60									
19	1.4	0.40	17.70								
20	1.2	0.40			Argilla limosa passante ad argilla e limo di colore grigio						
21	1.1	0.40	19.00								
22	1.5	0.60									
23	2.3	0.60			Limo argilloso, debolmente sabbioso, di colore grigio						
24	1.7	0.50	20.90								
25	2.9	0.80									
26			23.70		Sabbia di colore grigio e ghiaia, clasti da arrotondati a subarrotondati, Ømax = 5-6 cm						
27											
28			25.90		Sabbia ghiaiosa di colore grigio						
29											
30			27.00		Sabbia di colore grigio e ghiaia, clasti da arrotondati a subarrotondati, Ømax = 5-6 cm						
	2.7	1.00									
	2.4	1.20	28.00		Limo e argilla, debolmente sabbiosi, di colore grigio con bande ocra-arancio						
			29.40		Limo sabbioso passante a sabbia e limo, debolmente argillosi, di colore grigio con bande ocra-arancio						
	1.5	0.80	30.00		Argilla limosa di colore grigio con bande ocra-arancio						
	2.4	1.30									

Lo Sperimentatore

Il Direttore del Laboratorio



**SOGEO**  
S.R.L.  
INDAGINI GEOGNOSTICHE ED AMBIENTALI  
Via S. Potito n. 43 - 48022 S. Potito di LUGO (RA)  
Tel. 054522042 - Fax 054534443 - E-mail: sogeo@sogeo-srl.com  
Concessione Ministero Infrastrutture e Trasporti - Settore C  
Decr. n. 005754 del 05/07/2010

COMMITTENTE: S.G.T. s.a.s.	SOND.N°: S.2	PROF.(m): 30.00
CANTIERE: Faenza (RA), Via Convertite n.8 c/o CA.VI.RO.	QUOTA (m): p.d.c.	
PERFORATRICE: CMV MK900D1	LATITUDINE (°):	
METODO PERFORAZ.: Carotaggio continuo	LONGITUDINE (°):	
RIVESTIMENTO: Ø 127 mm	ATTREZZO PERFORAZ.: Carotiere semplice Ø 101 mm	
PIEZOMETRO:	DATA INIZ-FINE: 28/08/2020-28/08/2020	
RIF.PREV.N°: 142-20	CERTIFICATO N°: C20-060-2	RAPPORTO N°: -----
	DATA DI EMISSIONE: 31/08/2020	PAGINA N°: 2 di 2

Scala 1:100	P.P. I [daN/cm²]	Vane Test [daN/cm²]	Profondita'	Stratigrafia	Descrizione	Campioni	Campioni Rim.	Falda	S.P.T. [n. colpi] P.A.	Pz.Norton	Tube Down Hole
31			30.00								

C.I. = campioni indisturbati

Lo Sperimentatore

Il Direttore del Laboratorio



**SOGEO** s.r.l.  
INDAGINI GEOTECHNICHE ED AMBIENTALI  
Via S. Polito n. 43 - 48022 S. Polito di Lupatone (RA)  
Tel. 0545222042 - Fax 0545344443 - E-mail: sogeo@sogeo-srl.com

**COMMITTENTE:** S.G.T. s.a.s.  
**RIF. N°:** 142-20

**LOCALITA':** Via Convertite n.8 - Faenza (RA) c/o CA.VI.RO. **SONDAGGIO N:S.1**  
**ALLEGATO A:** C20-060-1  
**DATA:** 27/08/2020



Cassa 1 da 0.0 a -5.0 m



Cassa 2 da -5.0 a -10.0 m



Cassa 3 da -10.0 a -15.0 m



Cassa 4 da -15.0 a -20.0 m



**SOGGEO** s.r.l.  
INDAGINI GEOTECNICHE ED AMBIENTALI  
Via S. Polito n. 43 - 48022 S. Polito di Lupatoto (RA)  
Tel. 054522042 - Fax 054534443 - E-mail: [soggeo@soggeo-srl.com](mailto:soggeo@soggeo-srl.com)

**COMMITTENTE:** S.G.T. s.a.s.  
**RIF. N°:** 142-20

**LOCALITA':** Via Convertite n.8 - Faenza (RA) c/o CA.VI.RO. **SONDAGGIO N:** S.1  
**ALLEGATO A:** C20-060-1 **DATA:** 27/08/2020



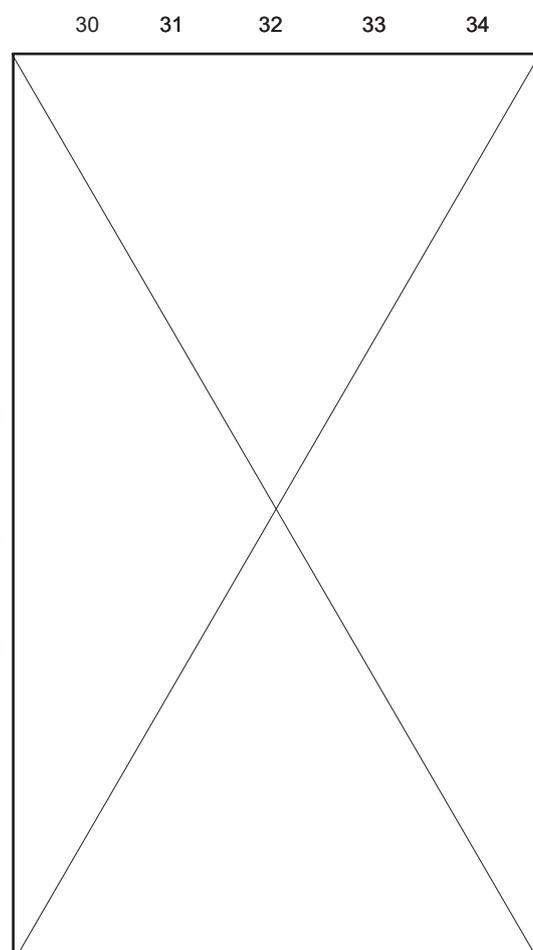
Cassa 6 da -25.0 a -30.0 m



Posizionamento



Cassa 5 da -20.0 a -25.0 m



Cassa 7 da -30.0 a -35.0 m



**SOGEO** s.r.l.  
INDAGINI GEOTECNICHE ED AMBIENTALI  
Via S. Polito n. 43 - 48022 S. Polito di Lupatoto (RA)  
Tel. 054522042 - Fax 054534443 - E-mail: sogeo@sogeo-sil.com

**COMMITTENTE:** S.G.T. s.a.s.  
**RIF. N°:** 142-20

**LOCALITA':** Via Convertite n.8 - Faenza (RA) c/o CA.VI.RO. **SONDAGGIO N: S.2**  
**ALLEGATO A:** C20-060-2  
**DATA:** 28/08/2020



Cassa 1 da 0.0 a -5.0 m



Cassa 2 da -5.0 a -10.0 m



Cassa 3 da -10.0 a -15.0 m



Cassa 4 da -15.0 a -20.0 m



**SOGEO** s.r.l.  
INDAGINI GEOTECNICHE ED AMBIENTALI  
Via S. Polito n. 43 - 48022 S. Polito di Lupatoto (RA)  
Tel. 054522042 - Fax 054534443 - E-mail: sogeo@sogeo-srl.com

**COMMITTENTE:** S.G.T. s.a.s.  
**RIF. N°:** 142-20

**LOCALITA':** Via Convertite n.8 - Faenza (RA) c/o CA.VI.RO. **SONDAGGIO N:** S.2  
**ALLEGATO A:** C20-060-2 **DATA:** 28/08/2020



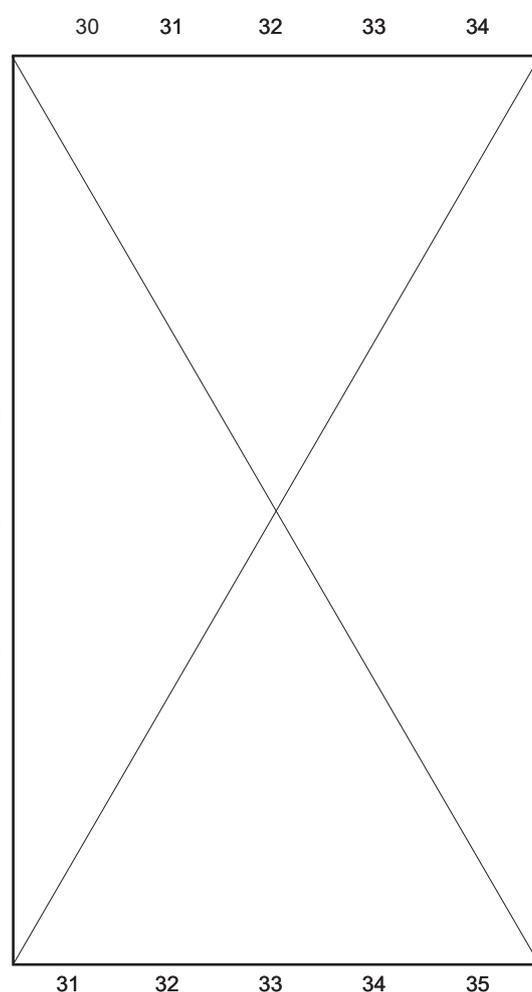
Cassa 6 da -25.0 a -30.0 m



Posizionamento



Cassa 5 da -20.0 a -25.0 m



Cassa 7 da -30.0 a -35.0 m



COMMITTENTE: S.G.T. s.a.s.

SONDAGGIO N° S.1

CANTIERE: Via Convertite n.8 c/o CA.VI.RO

RIF. PREV. N: 142-20

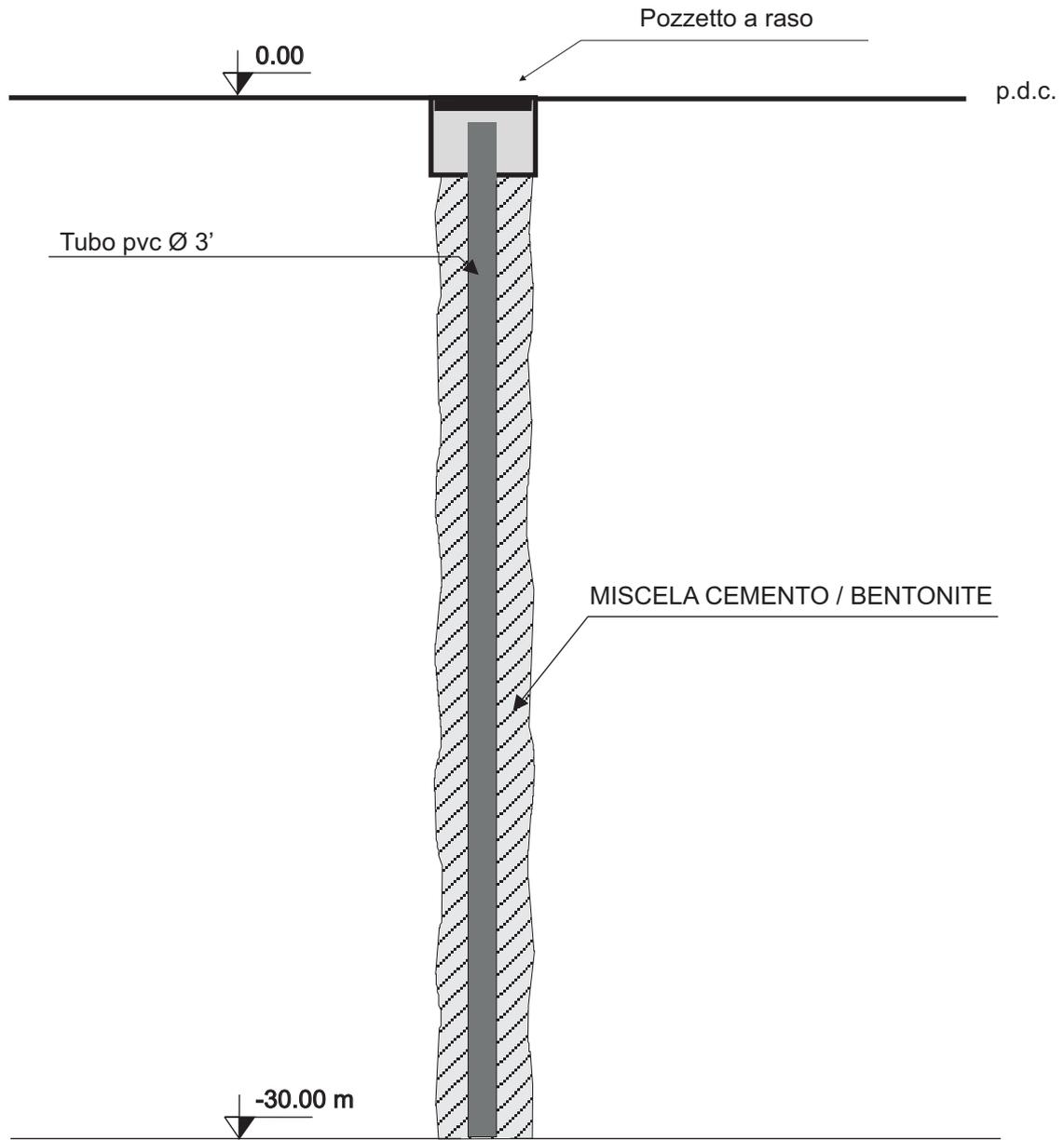
LOCALITA': Faenza (RA)

DATA DI ESECUZIONE: 27/08/2020

N° CERTIFICATO: C20-060-1

N° RAPPORTO: -----

DATA DI EMISSIONE: 31/08/2020



N.B: SCHEMA NON IN SCALA

Lo Sperimentatore	Note ed osservazioni:	Il Direttore del Laboratorio



COMMITTENTE: S.G.T. s.a.s.

SONDAGGIO N° S.2

CANTIERE: Via Convertite n.8 c/o CA.VI.RO

RIF. PREV. N: 142-20

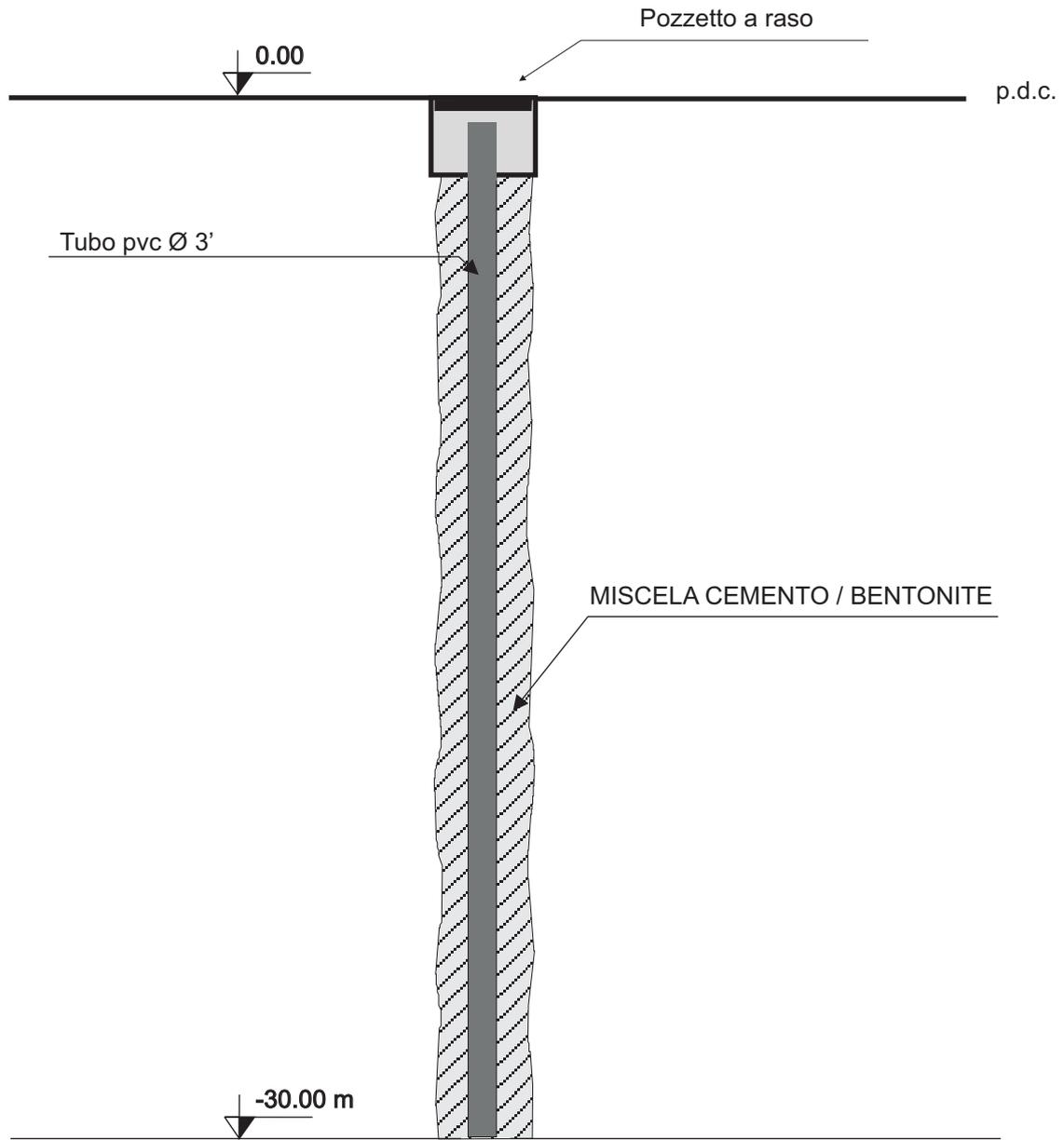
LOCALITA': Faenza (RA)

DATA DI ESECUZIONE: 28/08/2020

N° CERTIFICATO: C20-060-2

N° RAPPORTO: -----

DATA DI EMISSIONE: 31/08/2020



N.B: SCHEMA NON IN SCALA

Lo Sperimentatore	Note ed osservazioni:	Il Direttore del Laboratorio

COMUNE DI FAENZA  
Provincia di Ravenna

# INDAGINE GEOFISICA

## PROVA DOWN HOLE RELAZIONE

SITO PRODUTTIVO ENOMONDO  
Via Convertite 12



Committente



ENOMONDO  
Via Convertite, 6  
48018 Faenza (RA)  
P.I. 02356350393

Settembre, 2020

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



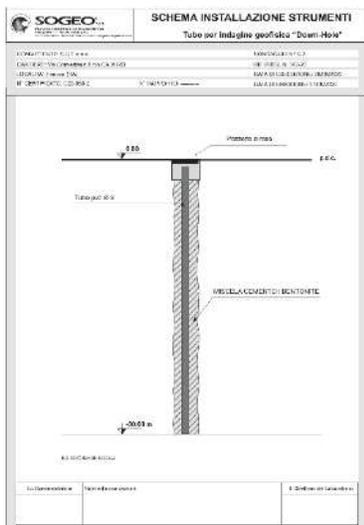
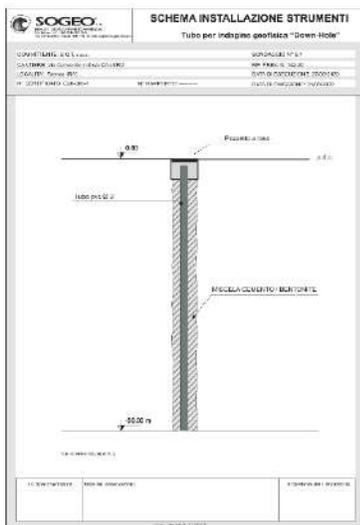
# PROVA DOWN HOLE

## INDICAZIONI GENERALI

Per la realizzazione nuove strutture e di una variante urbanistica nel complesso produttivo di ENOMONDO, allo scopo di caratterizzare dal punto di vista elastico il materiale sedimentario interessato dall'opera, sono state realizzate, in corrispondenza di due sondaggi appositamente attrezzati, una indagine geofisica che è consistita in n° 2 misure down hole per determinare, in maniera puntiforme per intervalli di ogni metro in profondità, le velocità delle onde di taglio (S) e delle onde di compressione (P).  
Le misure sono state effettuate dalla PROGEO s.r.l. di Forlì.

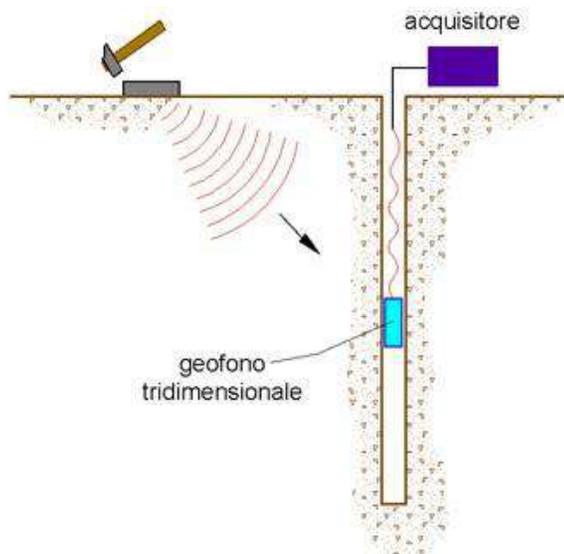
### Prove down hole

Le prove sono state realizzate sulla verticale dei sondaggi S1 e S2 appositamente attrezzati per la realizzazione della prova geofisica in parola.



## Cenni teorici

Nel metodo sismico down hole (DH) viene misurato il tempo necessario per le onde P e S di spostarsi tra una sorgente sismica, posta in superficie, e i ricevitori, posti all'interno di un foro di sondaggio (figura 1, 2).



Fi 1 – Schema down hole ad un solo ricevitore

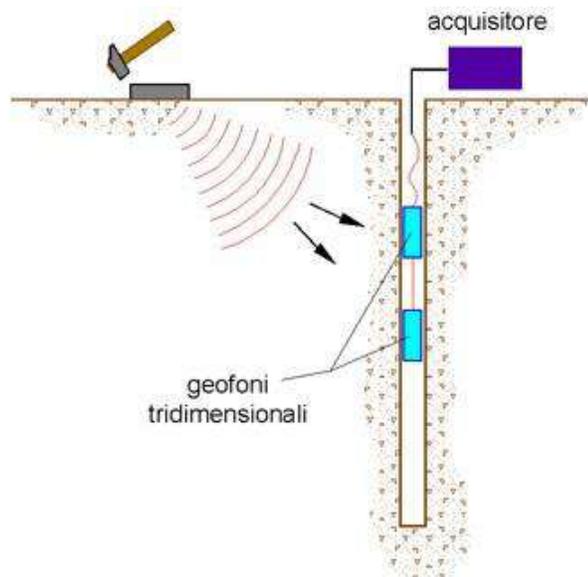


Figura 2 – Schema down hole a due ricevitori

Le componenti indispensabili per una misura DH accurata consistono:

- 1) una sorgente meccanica in grado di generare onde elastiche ricche di energia e direzionali;
- 2) uno o più geofoni tridimensionali, con appropriata risposta in frequenza (4,5-14 Hz), direzionali e dotati di un sistema di ancoraggio alle pareti del tubo-foro;
- 3) un sismografo multi-canale, in grado di registrare le forme d'onda in modo digitale e di registrarle su memoria di massa;
- 4) un trasduttore (trigger) alloggiato nella sorgente necessario per l'identificazione dell'istante di partenza della sollecitazione dinamica mediante massa battente.

Durante la perforazione, per ridurre l'effetto di disturbo nel terreno, i fori vengono sostenuti mediante fanghi bentonici e il loro diametro viene mantenuto piuttosto piccolo (mediamente  $\Delta E \gg 15$  cm).

I fori vengono poi rivestiti mediante tubazioni, generalmente in PVC, e riempiti con una malta a ritiro controllato, generalmente composta di acqua, cemento e bentonite rispettivamente in proporzione di 100, 30 e 5 parti in peso.

Prima di ogni cosa, è però importante assicurarsi che il foro sia libero da strozzature e che il tubo di rivestimento non presenti lesioni.

### Procedura sperimentale

La sorgente consiste in una piastra di alluminio che, dopo avere opportunamente predisposto il piano di appoggio, viene adagiata in superficie ad una distanza di 1,5 – 2,5 m dal foro e orientata in direzione ortogonale ad un raggio uscente dall'asse foro. Alla sorgente è agganciato il trasduttore di velocità utilizzato come trigger.

Se si dispone di due ricevitori, questi vengono collegati in modo da impedirne la rotazione relativa e da fissarne la distanza. Il primo dei due ricevitori viene raccordato ad una batteria di aste che ne permette l'orientamento dalla superficie e lo spostamento.

Una volta raggiunta la profondità di prova, i geofoni vengono orientati in modo che un trasduttore di ogni sensore sia diretto parallelamente all'asse della sorgente (orientamento assoluto).

A questo punto i ricevitori vengono assicurati alle pareti del tubo di rivestimento, la sorgente viene colpita in senso verticale (per generare onde di compressione P) o lateralmente (per generare onde di taglio SH) e, contemporaneamente, parte la registrazione del segnale di trigger e dei ricevitori.

Eseguite le registrazioni la profondità dei ricevitori viene modificata e la procedura sperimentale ripetuta.

### Metodo diretto

Per poter interpretare il down hole con il metodo diretto, inizialmente, bisogna correggere i tempi di tragitto (t) misurati lungo i percorsi sorgente-ricevitore per tenere conto dell'inclinazione del percorso delle onde. Se d è la distanza della sorgente dall'asse del foro (figura 3), r la distanza fra la sorgente e la tripletta di sensori, z la profondità di misura è possibile ottenere i tempi corretti (t<sub>corr</sub>) mediante la seguente formula di conversione:

$$t_{\text{corr}} = \frac{z}{r} t$$

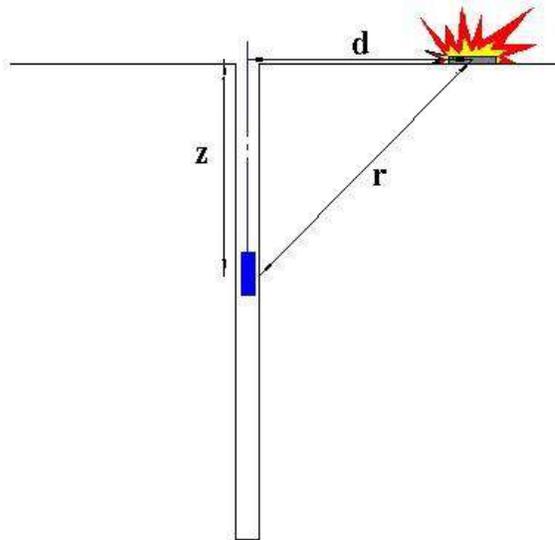


Figura 3 – Schema di down hole con metodo diretto

Calcolati i tempi corretti sia per le onde P che per le onde S si realizza il grafico  $t_{corr} - z$  in modo che la velocità media delle onde sismiche in strati omogenei di terreno è rappresentata dall'inclinazione dei segmenti di retta lungo i quali si allineano i dati sperimentali (figura 4).

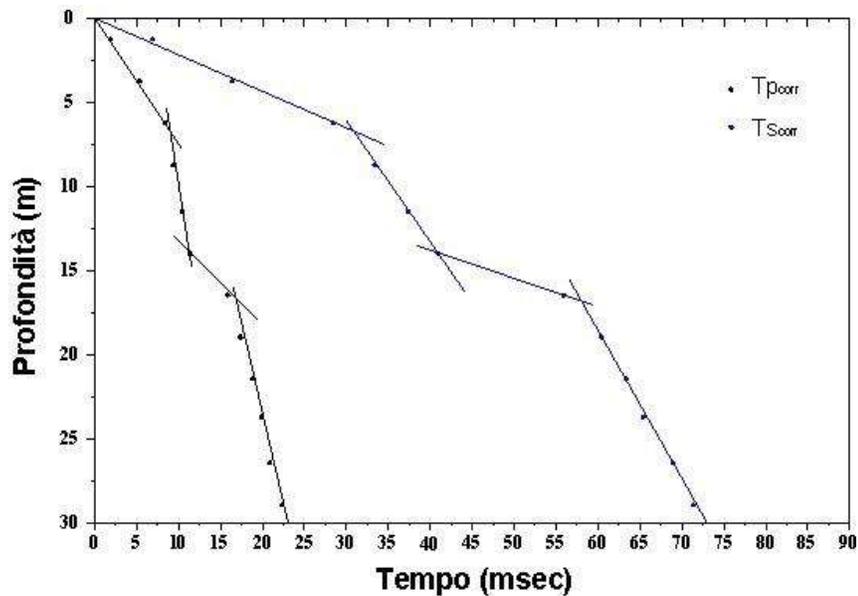


Figura 4 – Dromocrone

Ottenuti graficamente i sismostrati si ottengono la densità media, funzione della velocità e della profondità, e i seguenti parametri:

coefficiente di Poisson medio:

$$\nu_{medio} = 0.5 \frac{\left(\frac{v_p}{v_s}\right)^2 - 2}{\left(\frac{v_p}{v_s}\right)^2 - 1}$$

5) modulo di deformazione a taglio medio:

$$G_{medio} = \rho \cdot v_s^2$$

6) modulo di compressibilità edometrica medio:

$$E_{d,medio} = \rho v_p^2$$

7) modulo di Young medio:

$$E_{medio} = 2 \cdot \rho v_s^2 (1 + \nu)$$

8) modulo di compressibilità volumetrica medio:

$$E_{v,medio} = \rho \left( v_p^2 - \frac{4}{3} v_s^2 \right)$$

## Metodo intervallo

Con il metodo intervallo i tempi di tragitto dell'onda sismica si misurano fra due ricevitori consecutivi (figura 1) posti a differente profondità, consentendo così di migliorare la qualità delle misure (velocità d'intervallo).

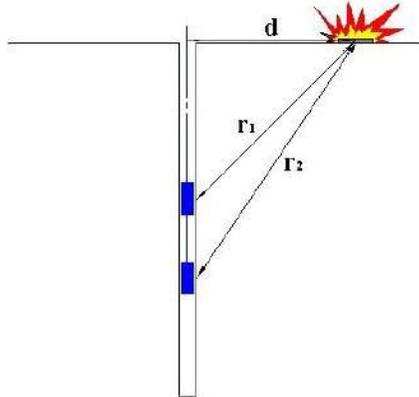


Figura 5 – Schema di down hole con metodo intervallo

Quando si dispone di un solo ricevitore, cioè nell'ipotesi in cui le coppie non corrispondano ad un unico impulso, i valori di velocità determinati vengono definiti di pseudo-intervallo, consentendo solo un'apparente migliore definizione del profilo di velocità.

Ottenute le misure è possibile calcolare i tempi corretti con la 1.0) e la velocità intervallo delle onde P e S, con relativo grafico (figura 6), con la formula seguente:

$$v_{p,s} = \frac{z_2 - z_1}{t_{2corr} - t_{1corr}}$$

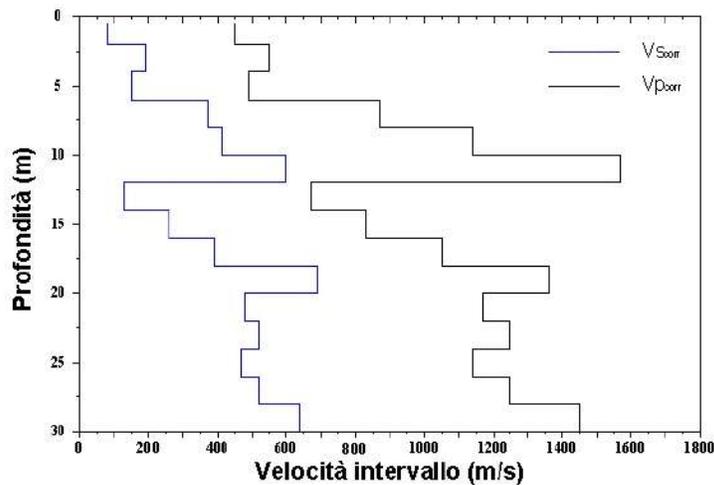


Figura 6 – Profilo delle velocità sismiche con metodo intervallo

Ottenute le velocità intervallo si calcolano la densità, il coefficiente di Poisson, il modulo di deformazione a taglio, il modulo di compressibilità edometrica, il modulo di Young, il modulo di compressibilità volumetrica per ogni intervallo con le formule riportate sopra. Il metodo intervallo presenta però dei limiti:

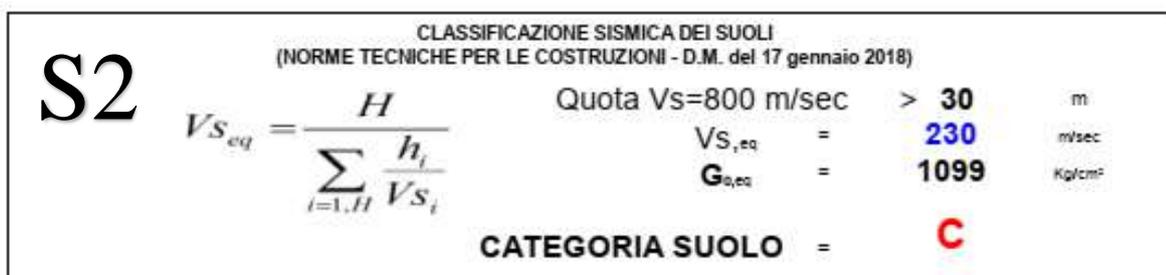
- non tiene conto della velocità degli strati sovrastanti;
- non è applicabile nel caso in cui  $t_{2corr} < t_{1corr}$ .

## ELABORATI GRAFICI

Sottostante si riportano gli elaborati grafici ottenuti dalle misure Down Hole effettuate all'interno dei due fori di sondaggio S1 e S2

Gli elaborati sono così suddivisi:

- Sismogrammi delle onde di compressione, di taglio e stratigrafia del sondaggio;
- elaborato grafico con tabella parametri elastici e log velocità onde di taglio (Vs) e log velocità onde di compressione (Vp);
- elaborato grafico con log velocità onde di taglio, onde di compressione rapporto Vp/Vs;
- log moduli elastici dinamici (Coefficiente di Poisson  $\nu$ , Elasticità Edin, Taglio Gdin,).

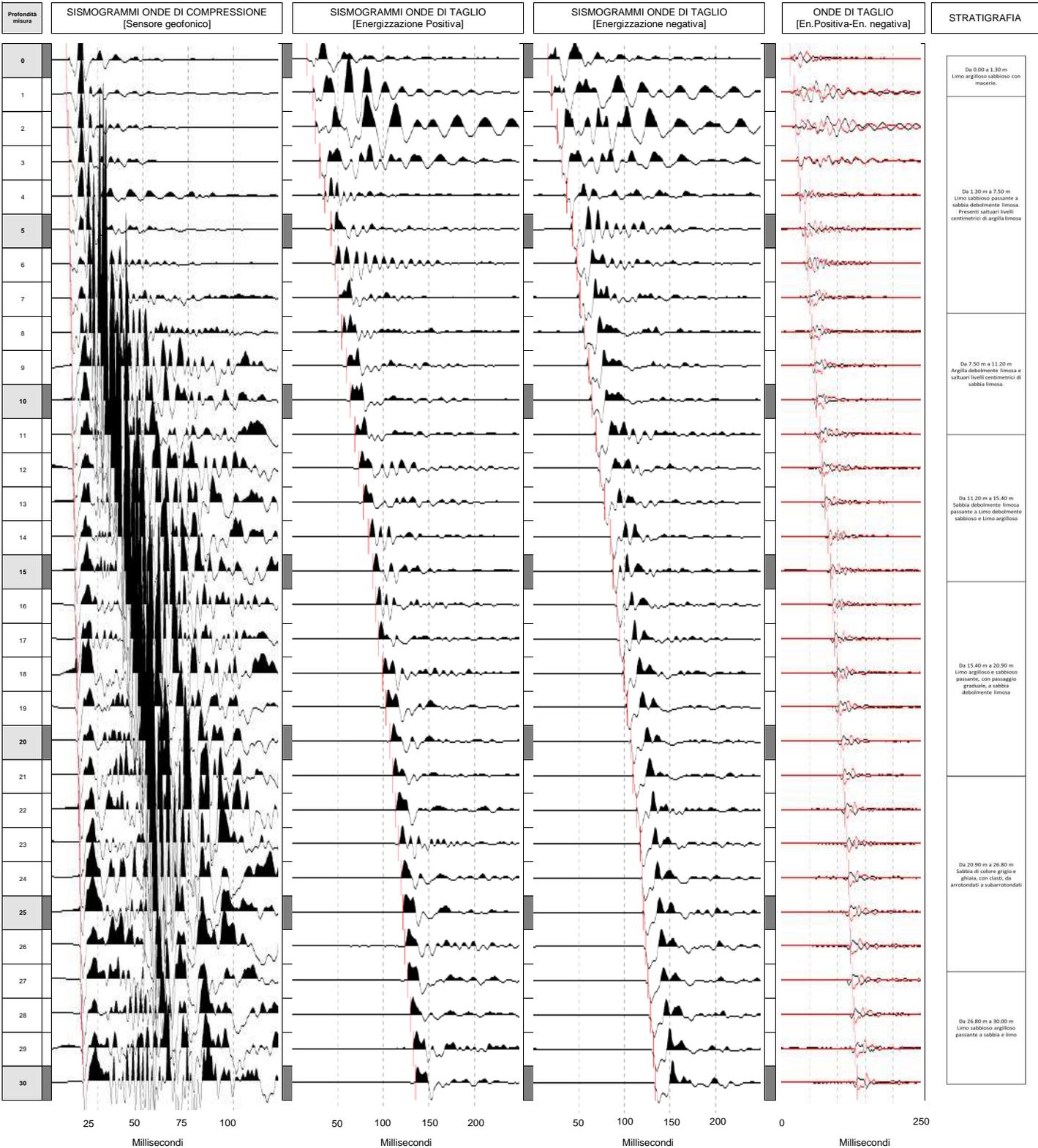


# Allegati

<b>COMMITTENTE</b>	<b>CAVIRO</b>
<b>DOWN HOLE</b>	<b>S1</b>
<b>Località - Progetto</b>	<b>Faenza (RA)</b>
<b>Data acquisizione</b>	<b>3 Settembre 2020</b>

<b>SISMOGRAMMI</b>
Misura eseguita con sonda 3d costituita da due gruppi di sensori, con orientamento tridirezionale, a distanza di 1 m
<b>Distanza bocca foro - shot = 2 m</b>

Sulla medesima immagine sono riportati i sismogrammi relativi ai sensori verticali per le onde di compressione e orizzontali per le onde di taglio, posti ad una interdistanza di 1 m.



Da 0,00 a 1,30 m  
Limo argilloso sabbioso con macerie.

Da 1,30 m a 7,50 m  
Limo sabbioso passante a sabbia debolmente limosa. Presenti saltuari livelli centimetrici di argilla limosa.

Da 7,50 m a 11,20 m  
Argilla debolmente limosa e saltuari livelli centimetrici di sabbia limosa.

Da 11,20 m a 15,40 m  
Sabbia debolmente limosa passante a limo debolmente sabbioso e limo argilloso.

Da 15,40 m a 20,90 m  
Limo argilloso e sabbioso passante, con passaggio graduale, a sabbia debolmente limosa.

Da 20,90 m a 26,80 m  
Sabbia di colore grigio e ghiaia, con clasti, di arenoclasti a subarenoclasti.

Da 26,80 m a 30,00 m  
Limo sabbioso argilloso passante a sabbia e limo.

Fig. 7

<b>COMMITTENTE</b>	<b>CAVIRO</b>
<b>DOWN HOLE</b>	<b>S1</b>
<b>Località - Progetto</b>	<b>Faenza (RA)</b>
<b>Data acquisizione</b>	<b>3 Settembre 2020</b>

<b>Metodologia Down Hole</b>
Differenziale
Progressivo
Distanza bocca foro - shot = 2 m



Falda = 6.00 m

Profondità misura	Tempi		Vp Km/sec.	Vs Km/sec.	v	γ T/m³	Edin Kg/cm²	Gdin Kg/cm²	Kdin Kg/cm²	STRATIGRAFIA	PARAMETRI INTERVALLARI MEDI						STIMA DEGLI ERRORI								
	Onde p msec	Onde s msec									Vp Km/sec.	Vs Km/sec.	v	γ T/m³	Edin Kg/cm²	Gdin Kg/cm²	Kdin Kg/cm²	Vp (km/sec)		Vs (km/sec)		v			
												min	media	max	ε	min	media	max	ε	min	media	max	ε		
0	3.33	10.00	0.66	0.13	0.48	1.49	761	257	6205	Da 0.00 a 1.30 m Limo argilloso sabbioso con macerie.	0.66	0.13	0.48	1.49	761.17	257.23	6204.61	0.62	0.66	0.69	0.032	0.13	0.13	0.13	0.003
1	4.58	16.96	0.89	0.16	0.48	1.57	1276	430	12065	Da 1.30 m a 7.50 m Limo sabbioso passante a sabbia debolmente limosa. Presenti saltuari livelli centimetrici di argilla limosa	1.02	0.18	0.48	1.60	1525.49	513.89	16542.20	0.88	0.89	0.90	0.008	0.16	0.16	0.17	0.002
2	5.54	19.71	0.91	0.17	0.48	1.59	1361	459	12708									0.90	0.91	0.91	0.006	0.17	0.17	0.17	0.001
3	6.30	24.11	0.94	0.17	0.48	1.60	1447	488	13683									0.93	0.94	0.95	0.006	0.17	0.17	0.17	0.001
4	6.93	27.41	0.95	0.18	0.48	1.60	1500	506	14077									0.95	0.95	0.96	0.005	0.17	0.18	0.18	0.001
5	7.53	36.57	1.04	0.18	0.48	1.61	1573	530	16943									1.00	1.04	1.09	0.045	0.18	0.18	0.18	0.000
6	8.01	41.15	1.15	0.19	0.49	1.63	1738	585	21056	Da 7.50 m a 11.20 m Argilla debolmente limosa e saltuari livelli centimetrici di sabbia limosa.	1.43	0.21	0.49	1.67	2221.43	745.90	34039.55	1.13	1.15	1.16	0.019	0.19	0.19	0.19	0.001
7	8.58	44.45	1.25	0.19	0.49	1.63	1784	600	25263									1.21	1.25	1.27	0.031	0.19	0.19	0.19	0.000
8	9.16	48.66	1.39	0.21	0.49	1.67	2204	740	31840									1.31	1.39	1.45	0.069	0.21	0.21	0.21	0.003
9	9.76	53.80	1.43	0.21	0.49	1.67	2230	749	34105									1.36	1.43	1.49	0.062	0.21	0.21	0.21	0.003
10	10.33	57.09	1.48	0.21	0.49	1.67	2231	749	36173									1.40	1.48	1.54	0.073	0.21	0.21	0.21	0.003
11	10.81	62.77	1.51	0.21	0.49	1.67	2231	749	37690	Da 11.20 m a 15.40 m Sabbia debolmente limosa e saltuari livelli centimetrici di sabbia limosa.	1.59	0.22	0.49	1.69	2421.38	812.30	42303.00	1.43	1.51	1.59	0.081	0.21	0.21	0.21	0.003
12	11.48	67.36	1.58	0.21	0.49	1.68	2311	775	41916									1.49	1.58	1.64	0.075	0.21	0.21	0.21	0.002
13	12.02	71.75	1.61	0.22	0.49	1.69	2466	827	43727									1.54	1.61	1.68	0.071	0.22	0.22	0.22	0.003
14	12.53	77.80	1.64	0.23	0.49	1.71	2677	898	45879									1.58	1.64	1.72	0.066	0.22	0.23	0.23	0.003
15	13.33	82.57	1.66	0.23	0.49	1.71	2677	898	46876									1.60	1.66	1.74	0.074	0.22	0.23	0.23	0.003
16	13.84	86.05	1.66	0.23	0.49	1.72	2860	960	47081	Da 15.40 m a 20.90 m Limo argilloso e sabbioso passante a limo debolmente sabbioso e limo argilloso	1.67	0.25	0.49	1.74	3213.70	1079.28	48242.11	1.60	1.66	1.76	0.077	0.23	0.23	0.24	0.003
17	14.60	88.80	1.67	0.25	0.49	1.74	3182	1069	48256									1.62	1.67	1.76	0.071	0.24	0.25	0.25	0.002
18	15.08	93.19	1.68	0.26	0.49	1.76	3510	1179	49035									1.63	1.68	1.75	0.059	0.25	0.26	0.26	0.003
19	15.78	96.49	1.68	0.26	0.49	1.76	3510	1179	49085									1.64	1.68	1.73	0.043	0.25	0.26	0.26	0.003
20	16.48	101.62	1.68	0.26	0.49	1.76	3542	1190	49120									1.65	1.68	1.71	0.031	0.26	0.26	0.26	0.002
21	17.08	104.55	1.69	0.26	0.49	1.77	3669	1233	49685	Da 20.90 m a 26.80 m Sabbia di colore grigio e ghiaia, con ciassi, da arrotondati a subarrotondati	1.85	0.35	0.48	1.90	7079.80	2390.54	62726.18	1.67	1.69	1.72	0.026	0.26	0.26	0.26	0.001
22	17.56	107.67	1.72	0.33	0.48	1.87	6001	2025	53872									1.68	1.72	1.75	0.036	0.32	0.33	0.33	0.005
23	18.04	110.97	1.84	0.35	0.48	1.90	7074	2388	62633									1.82	1.84	1.87	0.026	0.35	0.35	0.35	0.001
24	18.61	113.53	1.89	0.37	0.48	1.93	7852	2652	66589									1.80	1.89	1.98	0.088	0.37	0.37	0.37	0.002
25	18.99	115.37	1.92	0.39	0.48	1.95	8912	3013	69729									1.85	1.92	1.99	0.072	0.39	0.39	0.39	0.003
26	19.57	117.75	1.98	0.39	0.48	1.96	8971	3031	73849	Da 26.80 m a 30.00 m Limo sabbioso argilloso passante a sabbia e limo	1.77	0.34	0.48	1.91	7314.45	2471.55	60247.43	1.94	1.98	2.01	0.032	0.39	0.39	0.39	0.003
27	20.04	120.31	1.92	0.39	0.48	1.96	8963	3031	69216									1.87	1.92	1.99	0.059	0.39	0.39	0.39	0.003
28	20.62	123.25	1.79	0.35	0.48	1.90	6937	2343	59034									1.76	1.79	1.81	0.027	0.35	0.35	0.35	0.001
29	21.38	126.54	1.76	0.34	0.48	1.89	6653	2247	56618									1.74	1.76	1.78	0.022	0.34	0.34	0.34	0.001
30	22.05	129.11	1.75	0.34	0.48	1.89	6705	2265	56122									1.74	1.75	1.76	0.012	0.34	0.34	0.34	0.001

Legenda parametri dinamici			
<b>Tp</b>	Tempi onde di compres: millisecondi	<b>γ</b>	Peso di volume T/m³
<b>Ts</b>	Tempi onde di taglio millisecondi	<b>Edin</b>	Modulo di Elasticità dinamico Kg/cm
<b>Vp</b>	Velocità onde di compres Km/sec	<b>Gdin</b>	Modulo di Taglio dinamico Kg/cm
<b>Vs</b>	Velocità onde di taglio Km/sec	<b>Kdin</b>	Modulo di Compressibilità dinamico Kg/cm
<b>v</b>	Coefficiente di Poisson	<b>■</b>	Campioni di laboratorio

CLASSIFICAZIONE SISMICA DEI SUOLI  
(NORME TECNICHE PER LE COSTRUZIONI - D.M. del 17 gennaio 2018)

$$V_{S,eq} = \frac{H}{\sum_{i=1,11} \frac{h_i}{V_{S_i}}}$$

Quota Vs=800 m/sec > 30 m  
Vs,eq = 225 m/sec  
Cs,eq = 1039 Kg/cm²

**CATEGORIA SUOLO = C**

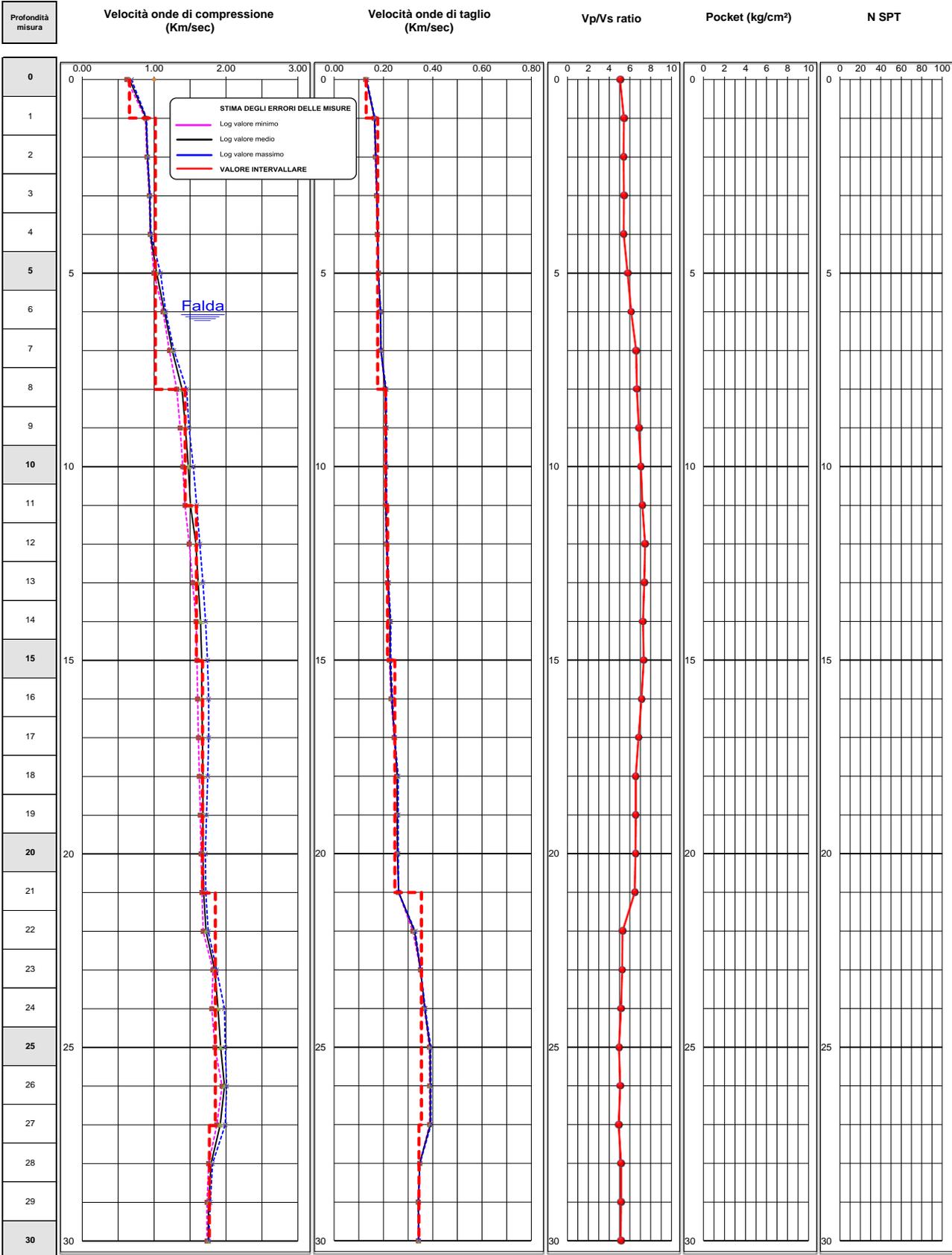
<b>COMMITTENTE</b>
<b>DOWN HOLE</b>
<b>Località</b>
<b>Data acquisizione</b>

<b>CAVIRO</b>
<b>S1</b>
<b>Faenza (RA)</b>
<b>3 Settembre 2020</b>

<b>LOG DEI PARAMETRI ELASTICI</b>
<b>Progressivo</b>
<b>Distanza bocca foro - shot = 2 m</b>



**Stratigrafia sintetica**



Da 0.00 a 1.30 m Limo argilloso sabbioso con macerie.
Da 1.30 m a 7.50 m Limo sabbioso passante a sabbia debolmente limosa. Presenti saltuari livelli centimetrici di argilla limosa.
Da 7.50 m a 11.20 m Argilla debolmente limosa e saltuari livelli centimetrici di sabbia limosa.
Da 11.20 m a 15.40 m Sabbia debolmente limosa passante a Limo argilloso sabbioso e Limo argilloso.
Da 15.40 m a 20.90 m Limo argilloso e sabbioso passante, con passaggio graduale, a sabbia debolmente limosa.
Da 20.90 m a 26.80 m Sabbia di colore grigio e ghiaia, con clasti, da arrotondati a subarrotondati.
Da 26.80 m a 30.00 m Limo sabbioso argilloso passante a sabbia e limo.

Fig. 9

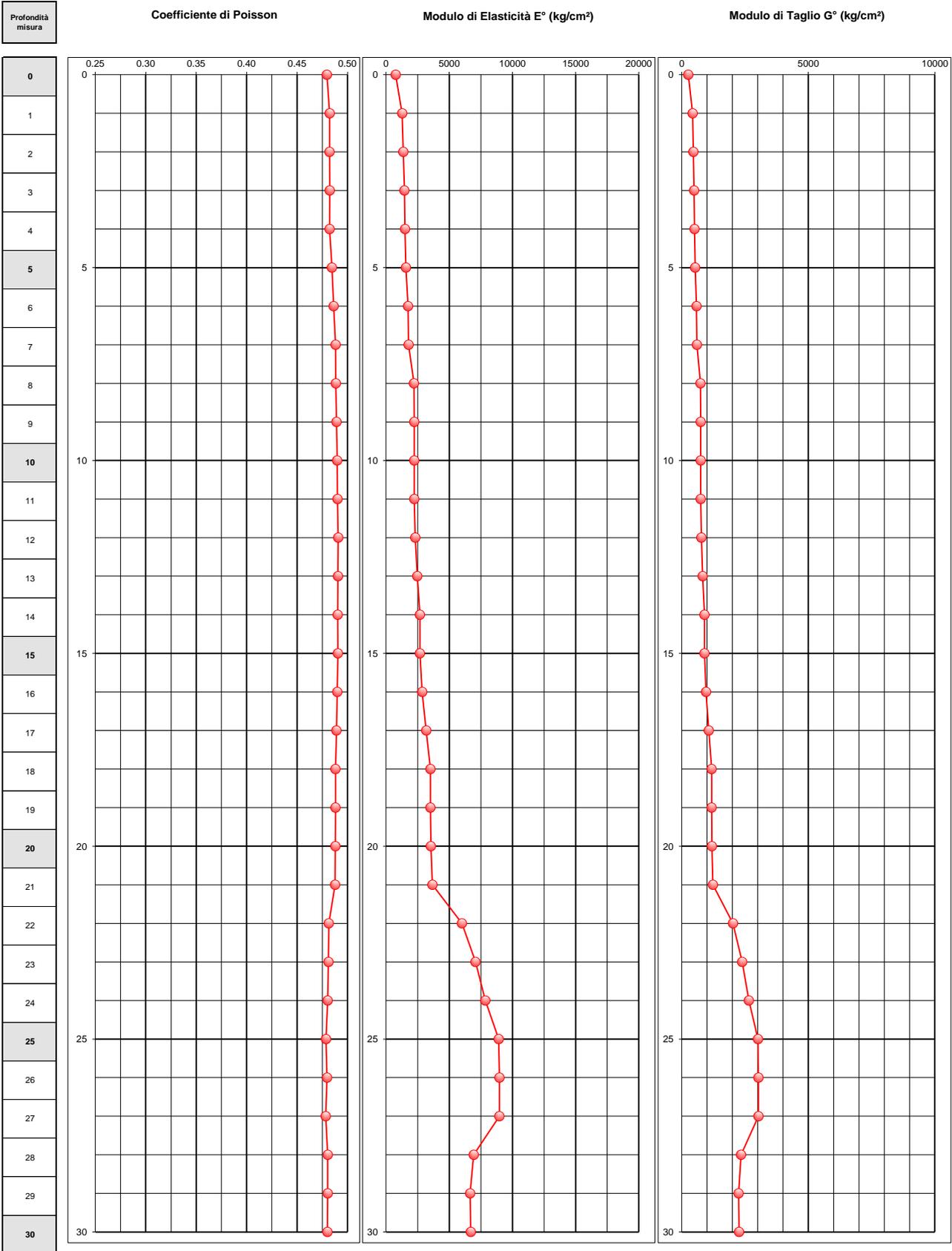
<b>COMMITTENTE</b>
<b>DOWN HOLE</b>
<b>Località</b>
<b>Data acquisizione</b>

<b>CAVIRO</b>
<b>S1</b>
<b>Faenza (RA)</b>
<b>3 Settembre 2020</b>

<b>LOG DEI PARAMETRI ELASTICI</b>
<b>Progressivo</b>
<b>Distanza bocca foro - shot = 2 m</b>



**Stratigrafia sintetica**



Da 0.00 a 1.30 m Limo argilloso sabbioso con macerie.
Da 1.30 m a 7.50 m Limo sabbioso passante a sabbia debolmente limosa. Presenti saltuari livelli centimetrici di argilla limosa.
Da 7.50 m a 11.20 m Argilla debolmente limosa e saltuari livelli centimetrici di sabbia limosa.
Da 11.20 m a 15.40 m Sabbia debolmente limosa passante a Limo debolmente sabbioso e Limo argilloso.
Da 15.40 m a 20.90 m Limo argilloso e sabbioso passante, con passaggio graduale, a sabbia debolmente limosa.
Da 20.90 m a 26.80 m Sabbia di colore grigio e ghiaia, con clasti, da arrotondati a subarrotondati.
Da 26.80 m a 30.00 m Limo sabbioso argilloso passante a sabbia e limo.

Fig. 10

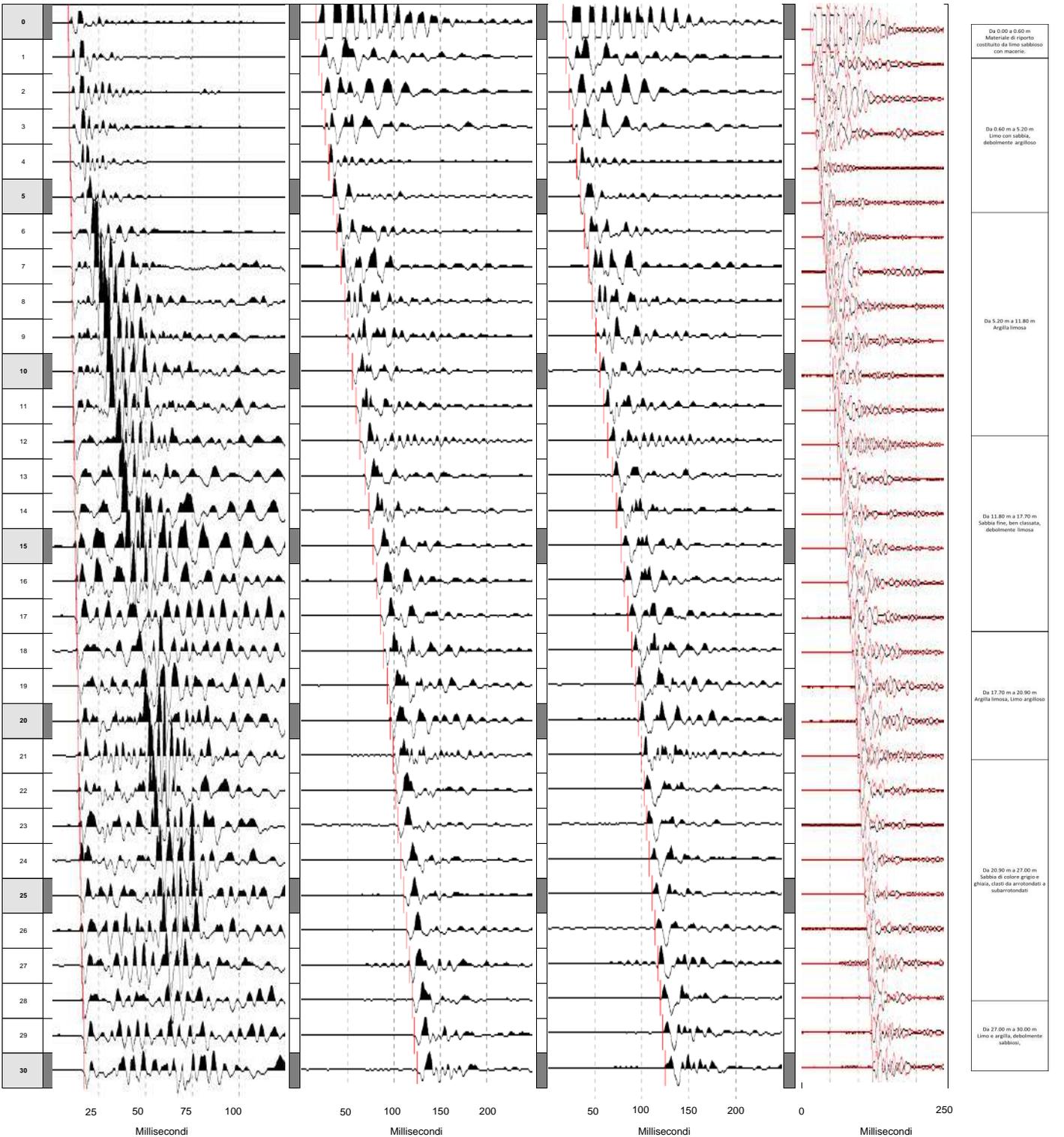
<b>COMMITTENTE</b>	<b>CAVIRO</b>
<b>DOWN HOLE</b>	<b>S2</b>
<b>Località - Progetto</b>	<b>Faenza (RA)</b>
<b>Data acquisizione</b>	<b>3 Settembre 2020</b>

<b>SISMOGRAMMI</b>
Misura eseguita con sonda 3d costituita da due gruppi di sensori, con orientamento tridirezionale, a distanza di 1 m
<b>Distanza bocca foro - shot = 2 m</b>

Sulla medesima immagine sono riportati i sismogrammi relativi ai sensori verticali per le onde di compressione e orizzontali per le onde di taglio, posti ad una interdistanza di 1 m.



Profondità misura	SISMOGRAMMI ONDE DI COMPRESIONE [Sensore geofonico]	SISMOGRAMMI ONDE DI TAGLIO [Energizzazione Positiva]	SISMOGRAMMI ONDE DI TAGLIO [Energizzazione negativa]	ONDE DI TAGLIO [En. Positiva-En. negativa]	STRATIGRAFIA
-------------------	---	--	--	--	--------------



Da 0.00 a 0.60 m Materiale di riporto costituito da limo sabbioso con macerie.
Da 0.60 a 5.20 m Limo con sabbia, debolmente argilloso
Da 5.20 m a 11.80 m Argilla limosa
Da 11.80 m a 17.70 m Sabbia fine, limo ciccioso, debolmente limosa
Da 17.70 m a 20.90 m Argilla limosa, limo argilloso
Da 20.90 m a 27.00 m Sabbia di colore grigio e ghiaia, ciottoli arrotondati e sferoidali
Da 27.00 m a 30.00 m Limo e argilla, debolmente sabbioso.

Fig. 7

<b>COMMITTENTE</b>	<b>CAVIRO</b>
<b>DOWN HOLE</b>	<b>S2</b>
<b>Località - Progetto</b>	<b>Faenza (RA)</b>
<b>Data acquisizione</b>	<b>3 Settembre 2020</b>

<b>Metodologia Down Hole</b>
Differenziale
Progressivo
<b>Distanza bocca foro - shot = 2 m</b>



Falda = 4.80

Profondità misura	Tempi		Vp Km/sec.	Vs Km/sec.	v -	γ T/m³	Edin Kg/cm²	Gdin Kg/cm²	Kdin Kg/cm²	STRATIGRAFIA	PARAMETRI INTERVALLARI MEDI						STIMA DEGLI ERRORI								
	Onde p msec	Onde s msec									Vp Km/sec.	Vs Km/sec.	v	γ T/m³	Edin Kg/cm²	Gdin Kg/cm²	Kdin Kg/cm²	Vp (km/sec) media	Vp (km/sec) max	ε	Vs (km/sec) media	Vs (km/sec) max	ε		
0	3.33	10.00	0.65	0.15	0.47	1.55	1093	372	6274	Da 0.00 a 0.60 m Materiali di riporto costituito da limo sabbioso con macerie	0.65	0.15	0.47	1.55	1093.29	371.62	6274.48	0.64	0.65	0.67	0.015	0.15	0.15	0.16	0.003
1	3.85	13.36	0.77	0.16	0.48	1.58	1280	434	8951	Da 0.60 m a 5.20 m Limo con sabbia, debolmente argilloso	0.93	0.18	0.48	1.60	1520.68	513.36	13739.95	0.75	0.77	0.78	0.015	0.16	0.16	0.17	0.004
2	4.40	16.63	0.90	0.17	0.48	1.60	1462	494	12452									0.90	0.90	0.90	0.002	0.17	0.17	0.18	0.002
3	4.94	20.10	0.97	0.18	0.48	1.61	1594	538	14664									0.94	0.97	0.99	0.025	0.18	0.18	0.18	0.002
4	5.51	24.09	1.09	0.19	0.48	1.63	1746	588	18892									1.05	1.09	1.13	0.040	0.18	0.19	0.19	0.003
5	6.15	28.27	1.30	0.19	0.49	1.64	1829	614	27550	Da 5.20 m a 11.80 m Argilla limosa	1.58	0.21	0.49	1.67	2258.53	757.42	41889.38	1.28	1.30	1.33	0.029	0.19	0.19	0.19	0.001
6	6.63	32.87	1.44	0.20	0.49	1.65	1980	664	34175									1.43	1.44	1.46	0.013	0.20	0.20	0.20	0.001
7	7.16	37.14	1.58	0.21	0.49	1.67	2143	718	41390									1.53	1.58	1.61	0.040	0.20	0.21	0.21	0.003
8	7.65	41.36	1.68	0.22	0.49	1.69	2452	822	47509									1.63	1.68	1.71	0.040	0.21	0.22	0.22	0.003
9	8.16	45.03	1.68	0.22	0.49	1.70	2510	842	47609									1.63	1.68	1.71	0.040	0.22	0.22	0.22	0.001
10	8.69	49.15	1.68	0.22	0.49	1.70	2564	860	47701									1.63	1.68	1.71	0.040	0.22	0.22	0.23	0.004
11	9.16	53.02	1.68	0.21	0.49	1.68	2333	782	47292									1.63	1.68	1.71	0.040	0.21	0.21	0.22	0.003
12	9.64	57.65	1.71	0.22	0.49	1.69	2418	810	49392									1.67	1.71	1.75	0.040	0.22	0.22	0.22	0.002
13	10.16	62.62	1.75	0.22	0.49	1.69	2472	828	51480									1.70	1.75	1.78	0.040	0.21	0.22	0.22	0.005
14	10.70	67.15	1.78	0.23	0.49	1.72	2779	932	54088									1.73	1.78	1.81	0.040	0.22	0.23	0.24	0.007
15	11.34	71.77	1.78	0.23	0.49	1.72	2797	938	54120	Da 11.80 m a 17.70 m Sabbia fine, ben tassata, debolmente limosa	1.76	0.23	0.49	1.71	2703.95	906.47	52934.33	1.73	1.78	1.81	0.040	0.23	0.23	0.24	0.006
16	11.77	75.52	1.78	0.23	0.49	1.72	2842	953	54199									1.73	1.78	1.81	0.040	0.23	0.23	0.24	0.004
17	12.32	79.27	1.78	0.24	0.49	1.72	2917	978	54327									1.73	1.78	1.81	0.040	0.23	0.24	0.24	0.002
18	12.81	83.02	1.78	0.24	0.49	1.74	3137	1052	54682									1.73	1.78	1.81	0.040	0.24	0.24	0.25	0.005
19	13.39	86.90	1.79	0.25	0.49	1.76	3465	1163	55544	Da 17.70 m a 20.90 m Argilla limosa, limo argilloso	1.77	0.26	0.49	1.77	3622.99	1216.73	54697.52	1.75	1.79	1.81	0.028	0.25	0.25	0.26	0.006
20	13.95	90.40	1.76	0.26	0.49	1.77	3689	1239	54479									1.75	1.76	1.77	0.013	0.26	0.26	0.27	0.006
21	14.46	93.44	1.75	0.28	0.49	1.80	4201	1412	54085	Da 20.90 m a 27.00 m Sabbia di colore grigio e giallo, ciassi da arrotondati a subarrotondati	1.88	0.35	0.48	1.90	7176.04	2421.93	65197.67	1.72	1.75	1.78	0.033	0.27	0.28	0.29	0.009
22	15.04	96.02	1.76	0.31	0.48	1.84	5222	1759	55838									1.73	1.76	1.81	0.040	0.30	0.31	0.32	0.014
23	15.63	98.81	1.85	0.33	0.48	1.87	6112	2060	62485									1.81	1.85	1.89	0.040	0.32	0.33	0.34	0.011
24	16.24	101.74	1.93	0.36	0.48	1.91	7365	2484	69282									1.89	1.93	1.97	0.040	0.35	0.36	0.36	0.004
25	17.03	104.79	1.96	0.38	0.48	1.94	8256	2788	71757									1.92	1.96	2.00	0.040	0.37	0.38	0.38	0.008
26	17.64	108.06	1.90	0.37	0.48	1.93	8076	2728	67404									1.86	1.90	1.94	0.040	0.36	0.37	0.38	0.010
27	18.32	111.02	1.86	0.37	0.48	1.93	8026	2713	64420									1.82	1.86	1.90	0.040	0.36	0.37	0.38	0.011
28	18.93	113.65	1.79	0.34	0.48	1.90	6783	2291	58598									1.77	1.79	1.80	0.016	0.34	0.34	0.35	0.005
29	19.73	116.24	1.68	0.34	0.48	1.88	6385	2158	51006	Da 27.00 m a 30.00 m Limo e argilla, debolmente sabbiosi.	1.70	0.34	0.48	1.88	6452.24	2180.50	52639.60	1.67	1.68	1.68	0.009	0.33	0.34	0.35	0.008
30	20.62	119.00	1.63	0.33	0.48	1.88	6188	2093	48315									1.62	1.63	1.64	0.010	0.33	0.33	0.33	0.002

Legenda parametri dinamici			
<b>Tp</b>	Tempi onde di compres: millisecondi	<b>γ</b>	Peso di volume T/m³
<b>Ts</b>	Tempi onde di taglio millisecondi	<b>Edin</b>	Modulo di Elasticità dinamico Kg/cm
<b>Vp</b>	Velocità onde di compres Km/sec	<b>Gdin</b>	Modulo di Taglio dinamico Kg/cm
<b>Vs</b>	Velocità onde di taglio Km/sec	<b>Kdin</b>	Modulo di Compressibilità dinamico Kg/cm
<b>v</b>	Coefficiente di Poisson	<b>■</b>	Campioni di laboratorio

CLASSIFICAZIONE SISMICA DEI SUOLI  
(NORME TECNICHE PER LE COSTRUZIONI - D.M. del 17 gennaio 2018)

$$V_{S_{eq}} = \frac{H}{\sum_{i=1, H} \frac{h_i}{V_{S_i}}}$$

Quota Vs=800 m/sec > 30 m  
Vs,eq = 230 m/sec  
Cs,eq = 1099 Kg/cm²

**CATEGORIA SUOLO = C**

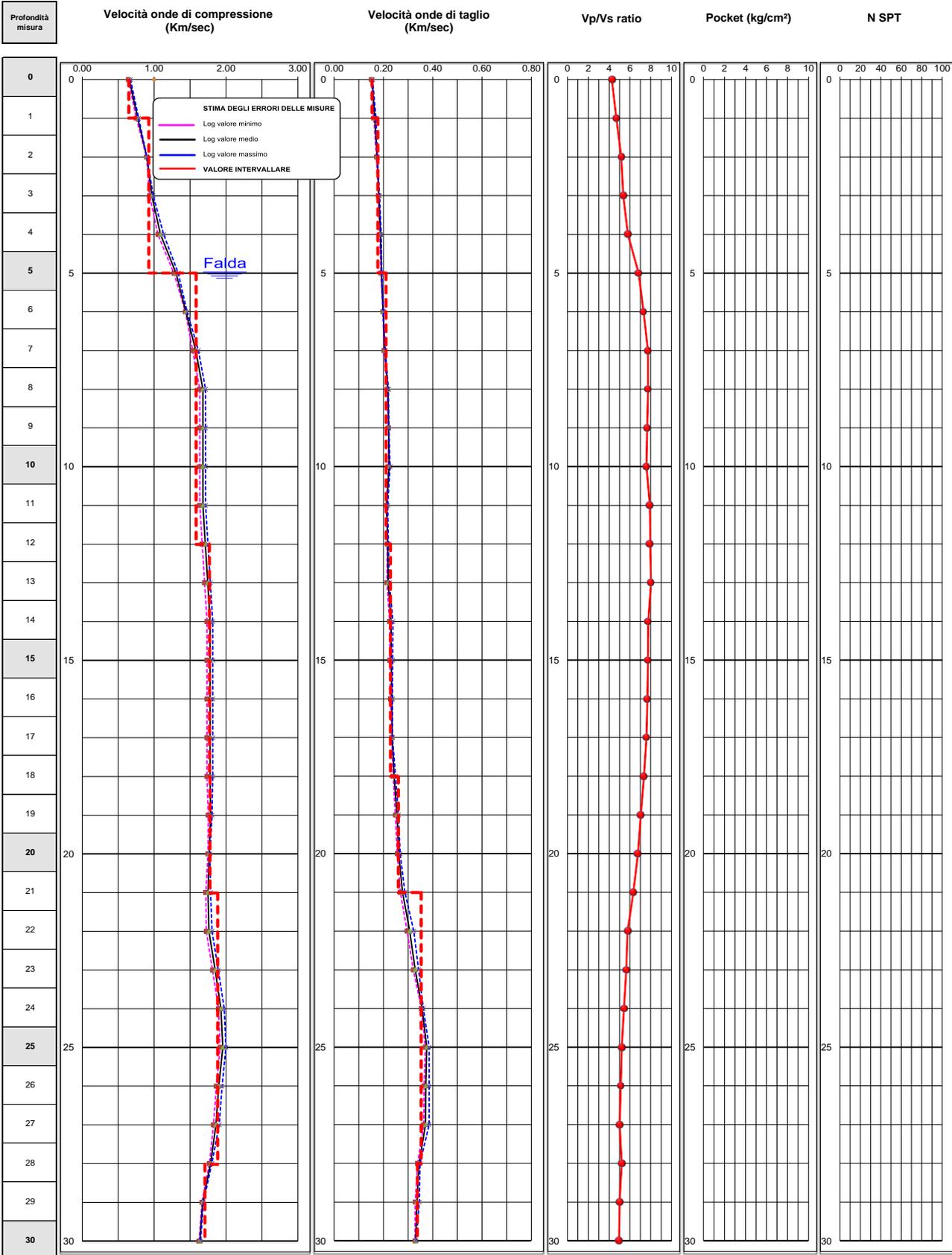
<b>COMMITTENTE</b>
<b>DOWN HOLE</b>
<b>Località</b>
<b>Data acquisizione</b>

<b>CAVIRO</b>
<b>S2</b>
<b>Faenza (RA)</b>
<b>3 Settembre 2020</b>

<b>LOG DEI PARAMETRI ELASTICI</b>
<b>Progressivo</b>
<b>Distanza bocca foro - shot = 2 m</b>



**Stratigrafia sintetica**



Da 0.00 a 0.60 m Materiale di riporto costituito da limo sabbioso con macerie.
Da 0.60 m a 5.20 m Limo con sabbia, debolmente argilloso
Da 5.20 m a 11.80 m Argilla limosa
Da 11.80 m a 17.70 m Sabbia fine, ben classata, debolmente limosa
Da 17.70 m a 20.90 m Argilla limosa, Limo argilloso
Da 20.90 m a 27.00 m Sabbia di colore grigio e ghiaia, classi da arrotondati a subarrotondati
Da 27.00 m a 30.00 m Limo e argilla, debolmente sabbiosi.

Fig. 9

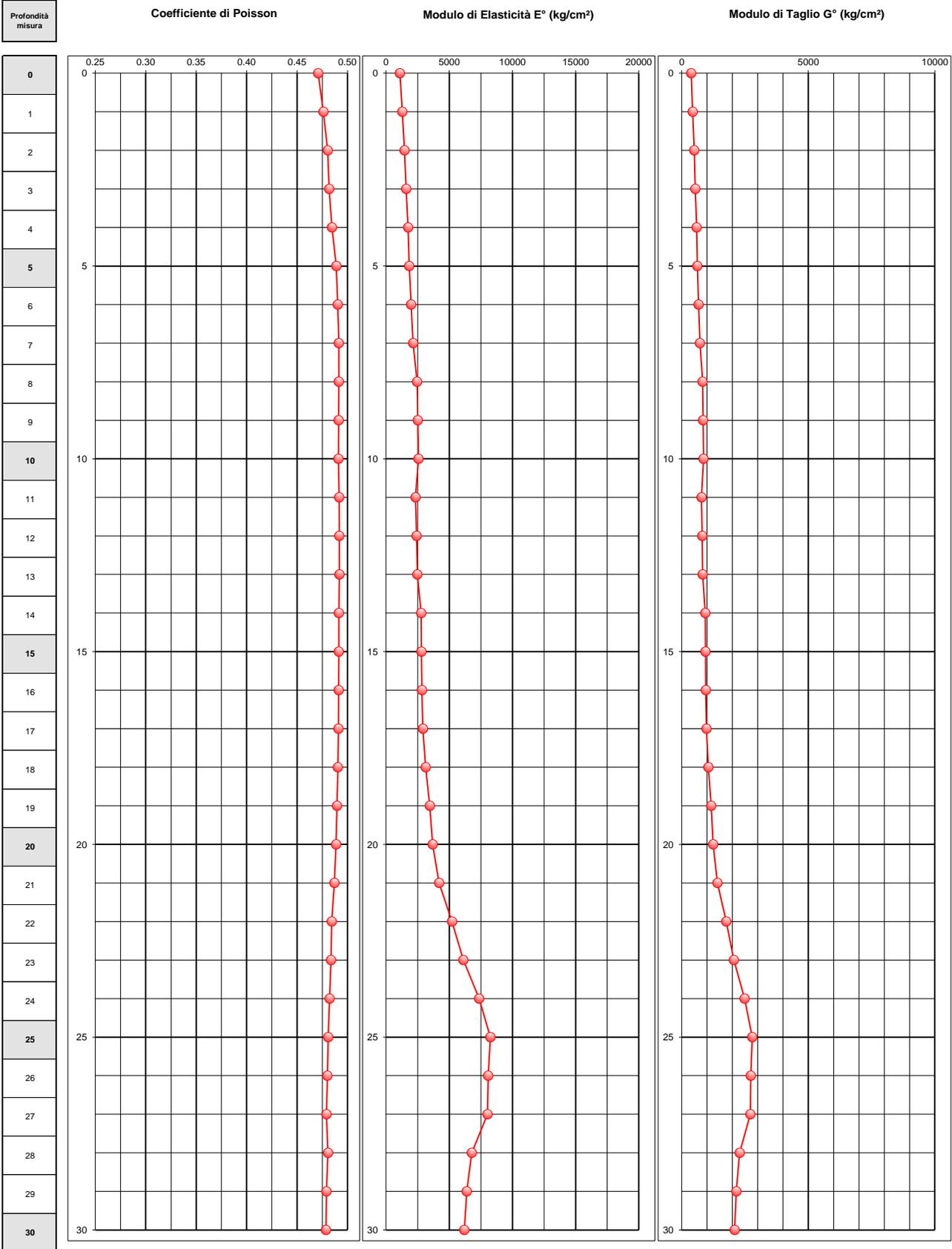
<b>COMMITTENTE</b>
<b>DOWN HOLE</b>
<b>Località</b>
<b>Data acquisizione</b>

<b>CAVIRO</b>
<b>S2</b>
<b>Faenza (RA)</b>
<b>3 Settembre 2020</b>

<b>LOG DEI PARAMETRI ELASTICI</b>
<b>Progressivo</b>
<b>Distanza bocca foro - shot = 2 m</b>



**Stratigrafia sintetica**



Da 0.00 a 0.60 m  
Materiale di riporto  
costituito da limo sabbioso  
con macerie.

Da 0.60 m a 5.20 m  
Limo con sabbia,  
debolmente argilloso

Da 5.20 m a 11.80 m  
Argilla limosa

Da 11.80 m a 17.70 m  
Sabbia fine, ben classata,  
debolmente limosa

Da 17.70 m a 20.90 m  
Argilla limosa, Limo argilloso

Da 20.90 m a 27.00 m  
Sabbia di colore grigio e  
ghiaia, clasti da arrotondati a  
subarrotondati

Da 27.00 m a 30.00 m  
Limo e argilla, debolmente  
sabbiosi,

Fig. 10

Comune  
Via  
Localita'  
Committente  
Data

Faenza  
Convertite  
Stabilimento CAVIRO  
ENOMONDO  
18-ago-20

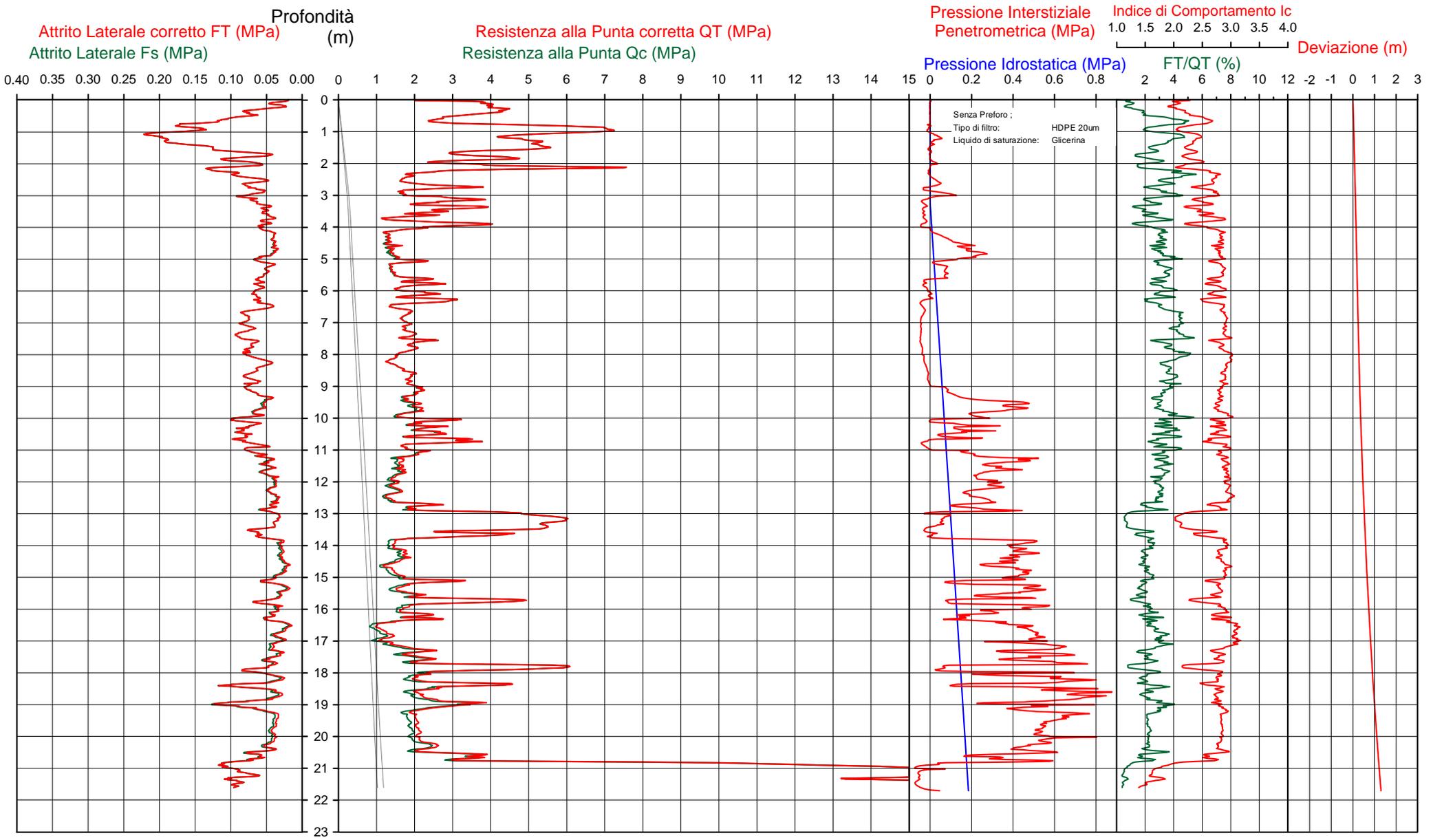
Falda	3.20 m
Sigla della Punta	Tecnopenta 100707
Azzeramento	Inizio prova
Ultimo taratura guadagno	14-ago-2020
Ultimo taratura per deriva termica	14-ago-2020



Società di  
Geologia  
Territoriale

S.G.T. sas  
di Van Zutphen Albert & C.  
www.geo55.com

# CPTU 10





CPTU

10

Data  
Cantiere / Via  
Località  
Comune  
Profondità falda idrica m.

18 agosto 2020  
Convertite  
Stabilimento CAVIRO  
Faenza  
3.20



**Società di  
Geologia  
Territoriale**

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

www.geo55.com

Vs21
174

qt	Qc1N Idriss & Boulenger 2004 daN/cm <sup>2</sup>	ft daN/cm <sup>2</sup>	FT/Qnet %	lc Idriss iterazio	Litologia Idriss iterazione 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 <sup>2</sup>	OCR Marchi / SGT	Modulo Edometrico M Benassi daN/cm <sup>2</sup>	Velocità Vs Robertson & Cabal 2009 m/sec
	24.2	21.5	0.80	3.7	2.79 limo argilloso-argilla limosa	0.00		Solido-plastica (Duro)	.	.	1.21	4.82	140.6	189
	19.8	17.2	0.78	4.5	2.92 limo argilloso-argilla limosa	10.50		Plastica	.	.	1.06	3.26	113.8	185
	31.1	27.2	0.83	2.9	2.64 limo argilloso-argilla limosa	10.60		Semi solida (Molto duro)	.	.	1.39	5.13	174.0	199
	17.6	14.9	0.66	4.2	2.94 limo argilloso-argilla limosa	10.80		Plastica	.	.	0.98	2.72	101.4	175
	21.2	17.9	0.63	3.3	2.82 limo argilloso-argilla limosa	11.00		Solido-plastica (Duro)	.	.	1.11	3.53	123.6	180
	15.4	12.4	0.43	3.2	2.94 limo argilloso-argilla limosa	11.20		Plastica	.	.	0.90	2.45	89.9	161
	20.4	16.0	0.44	2.5	2.78 limo argilloso-argilla limosa	12.60		Solido-plastica (Duro)	.	.	1.09	2.74	100.3	171
	48.2	39.7	0.36	0.8	2.19 sabbia limosa-limo sabbioso	12.90		Mediamente Addensata	36.5	35.3	.	.	152.6	186
	59.8	49.9	0.33	0.6	2.03 sabbia-sabbia limosa	13.10		Mediamente Addensata	44.0	36.3	.	.	184.0	189
	54.5	44.8	0.44	0.9	2.15 sabbia limosa-limo sabbioso	13.20		Mediamente Addensata	40.5	35.8	.	.	173.2	194
	31.2	24.4	0.67	2.4	2.63 limo argilloso-argilla limosa	13.50		Semi solida (Molto duro)	.	.	1.39	4.20	148.5	196
	42.6	34.0	0.61	1.5	2.39 sabbia limosa-limo sabbioso	13.60		Sciolta	31.4	34.6	.	.	155.3	200
	17.8	13.3	0.37	2.4	2.86 limo argilloso-argilla limosa	13.70		Plastica	.	.	0.99	3.18	84.9	161
	16.8	12.2	0.28	2.0	2.83 limo argilloso-argilla limosa	14.00		Plastica	.	.	0.95	1.90	69.3	155
	14.5	10.2	0.26	2.2	2.91 limo argilloso-argilla limosa	14.50		Plastica	.	.	0.86	1.77	63.3	149
	24.2	17.5	0.46	2.2	2.73 limo argilloso-argilla limosa	15.00		Solido-plastica (Duro)	.	.	1.21	2.88	107.4	180
	18.0	12.6	0.26	1.7	2.78 limo argilloso-argilla limosa	15.20		Plastica	.	.	1.00	2.14	68.2	156
	38.1	28.3	0.49	1.5	2.46 sabbia limosa-limo sabbioso	15.60		Sciolta	25.3	33.8	.	.	136.6	194
	18.4	12.6	0.37	2.4	2.86 limo argilloso-argilla limosa	15.80		Plastica	.	.	1.01	2.50	86.6	166
	21.2	14.5	0.43	2.5	2.82 limo argilloso-argilla limosa	16.10		Solido-plastica (Duro)	.	.	1.11	2.71	102.2	175
	12.7	8.2	0.29	3.0	3.07 argilla-argilla limosa	16.40		Plastica	.	.	0.78	1.24	73.6	148
	21.3	14.0	0.38	2.1	2.79 limo argilloso-argilla limosa	17.20		Solido-plastica (Duro)	.	.	1.12	2.46	92.4	172
	52.6	37.9	0.54	1.1	2.28 sabbia limosa-limo sabbioso	17.70		Sciolta	35.0	35.1	.	.	174.9	205
	23.2	15.1	0.44	2.2	2.77 limo argilloso-argilla limosa	17.90		Solido-plastica (Duro)	.	.	1.18	2.92	102.0	177
	42.4	29.1	0.90	2.3	2.55 sabbia limosa-limo sabbioso	18.30		Sciolta	26.3	34.1	.	.	194.8	217
	23.8	15.1	0.48	2.3	2.78 limo argilloso-argilla limosa	18.40		Solido-plastica (Duro)	.	.	1.19	2.81	107.9	180
	35.5	23.4	1.13	3.6	2.75 limo argilloso-argilla limosa	18.90		Semi solida (Molto duro)	.	.	1.49	3.63	206.5	223
	22.8	13.9	0.46	2.4	2.83 limo argilloso-argilla limosa	19.00		Solido-plastica (Duro)	.	.	1.17	2.78	107.9	180

CPTU

10

Data  
 Cantiere / Via  
 Località  
 Comune  
 Profondità falda idrica m.

18 agosto 2020  
 Convertite  
 Stabilimento CAVIRO  
 Faenza  
 3.20



**Società di  
 Geologia  
 Territoriale**

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

www.geo55.com

Vs21
174

qt	Qc1N Idriss & Boulenger 2004 daN/cm <sup>2</sup>	ft	FT/Qnet %	lc	Litologia Idriss iterazione basato su Fr vs Qc1N m	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/cm <sup>2</sup>	OCR Marchi / SGT	Modulo Edometrico M Benassi daN/cm <sup>2</sup>	Velocità Vs Robertson & Cabal 2009 m/sec
						0.00	=====								
						20.60	=====								
	40.5	26.1	0.70	2.1	2.58	sabbia limosa-limo sabbioso	=====		Sciolta	22.7	33.6	.	.	171.8	214
						20.80	=====								
	155.0	126.9	0.93	0.6	1.71	sabbia-sabbia limosa	=====		Addensata	74.9	40.0	.	.	479.7	249
						21.50	=====								
	226.1	203.7	0.94	0.4	1.44	sabbia-sabbia limosa	=====		Molto addensato	>90	41.7	.	.	686.9	257

Comune Faenza  
 Via Convertite  
 Localita' Stabilimento CAVIRO  
 Committente ENOMONDO  
 Data 18-ago-20

Numero prova 10  
 Quota falda 3.20

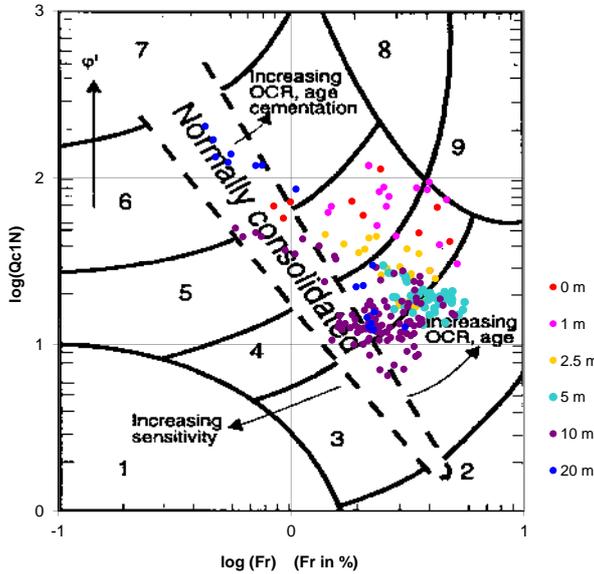


Società di  
 Geologia  
 Territoriale

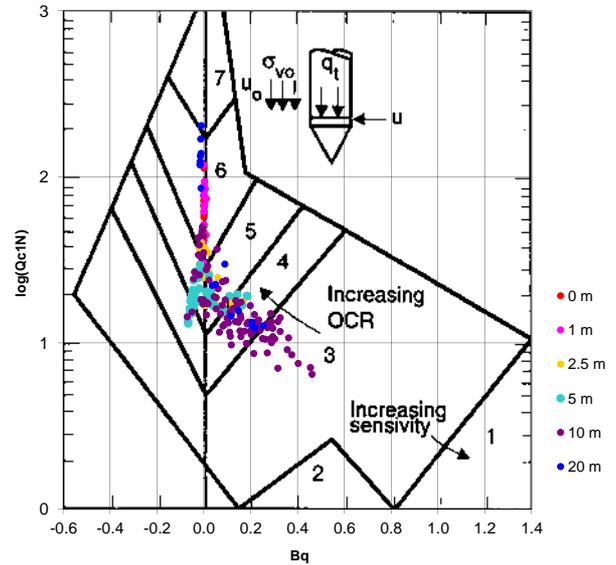
S.G.T. sas.  
 di Van Zutphen Albert & C.

www.geo55.com

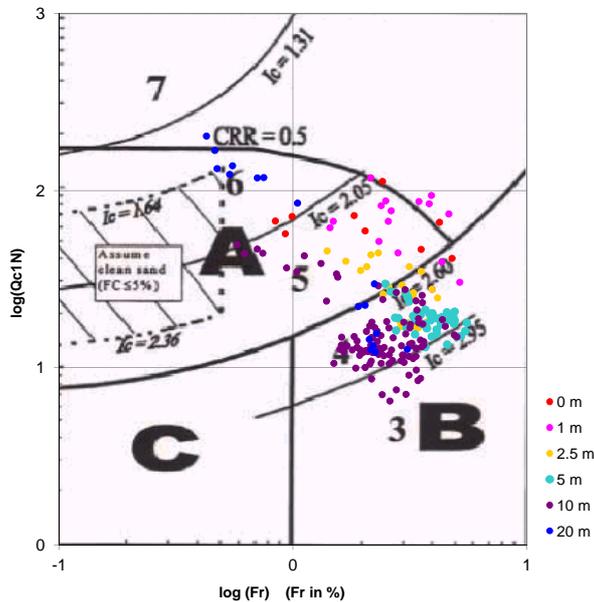
Cross-plot Qc1N verso Fr  
 (Robertson 1990)



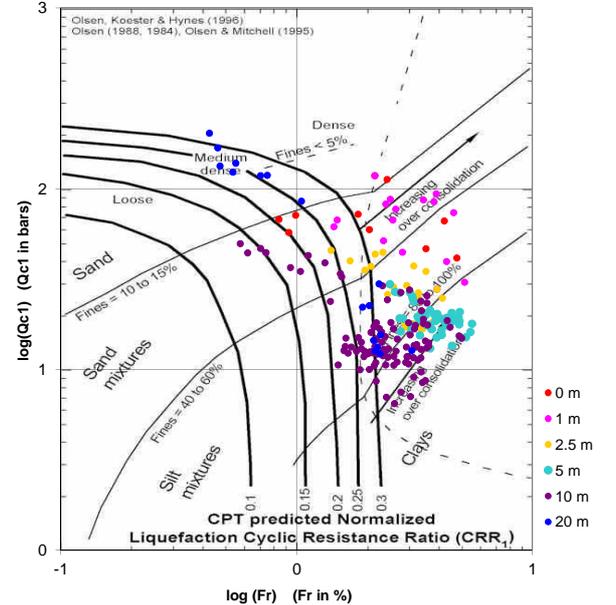
Cross-plot Qc1N verso Bq  
 (Robertson 1990)



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 Faenza  
 Via Convertite  
 Localita' Stabilimento CAVI  
 Committente ENOMONDO

# PARAMETRI GEOTECNICI

CPT 10

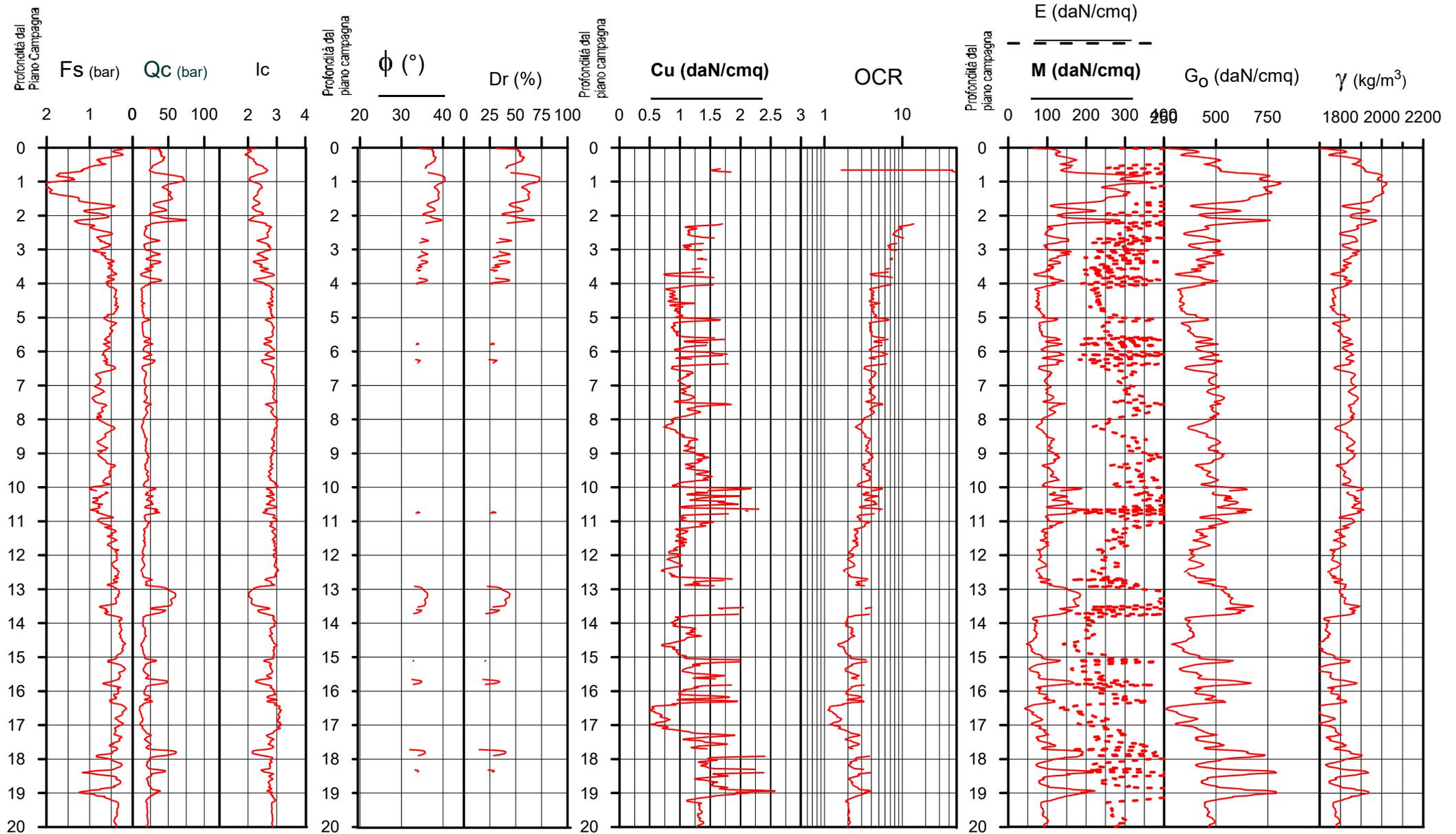


**Società di  
 Geologia  
 Territoriale**

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

Via Matteotti 50  
 48012 Bagnacavallo (RA)

www.geo55.com



Comune Faenza  
 Via Convertite  
 Localita' Stabilimento CAVIRO

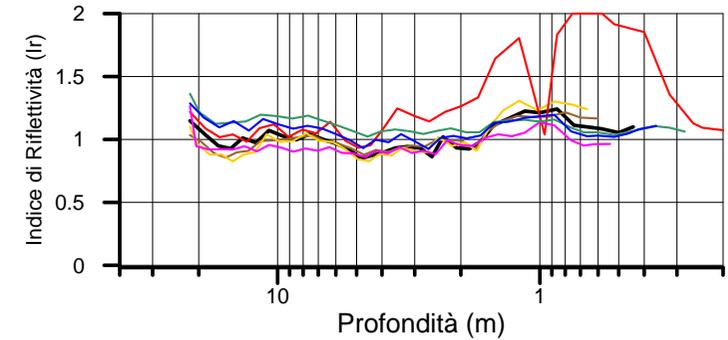
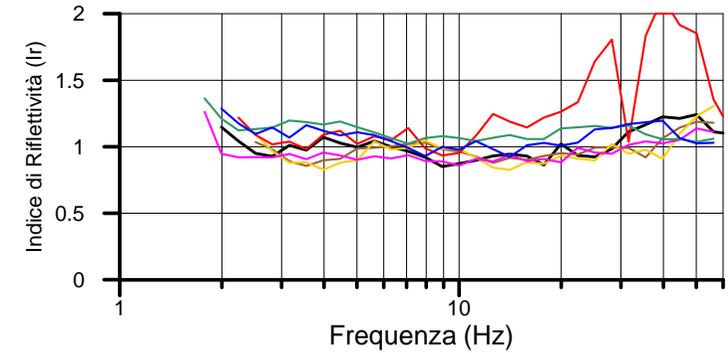
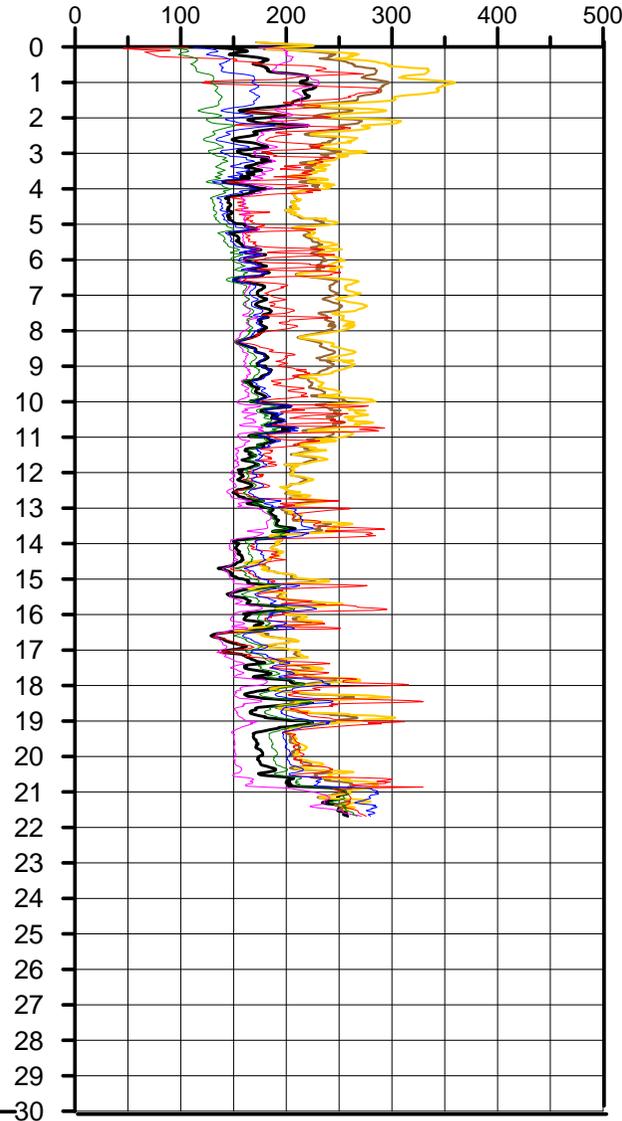
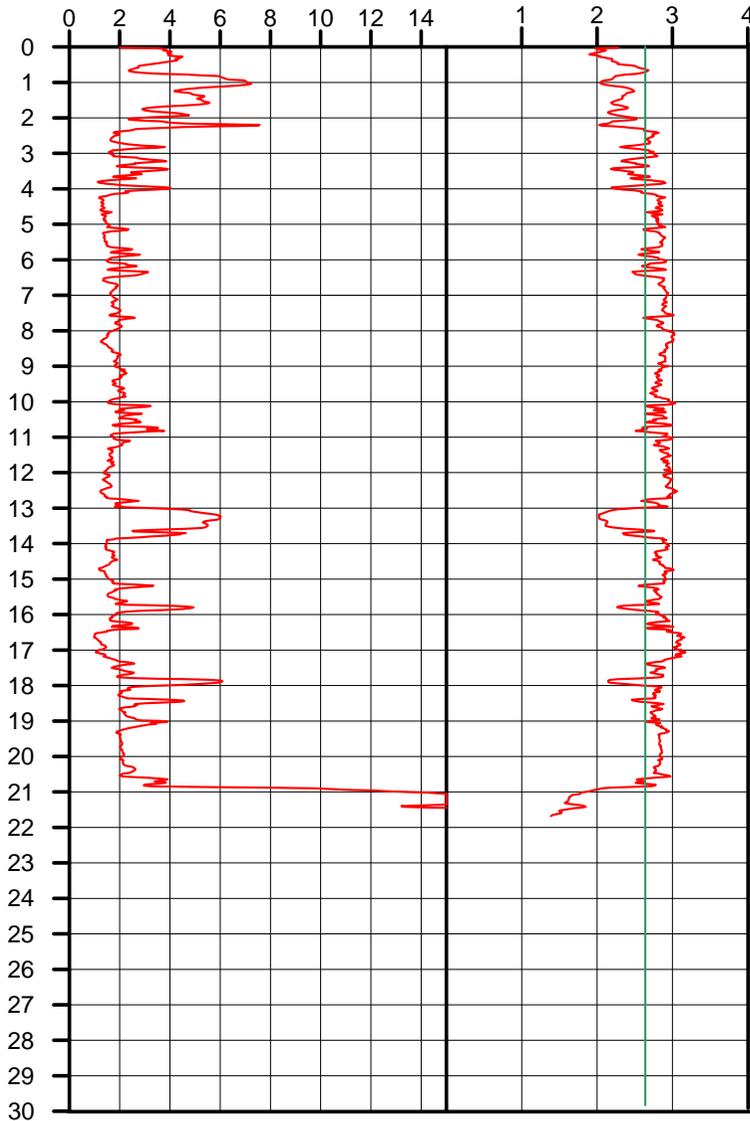
# CPT 10

## Velocità Onde di Taglio (m/sec)

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

Qc (MPa)

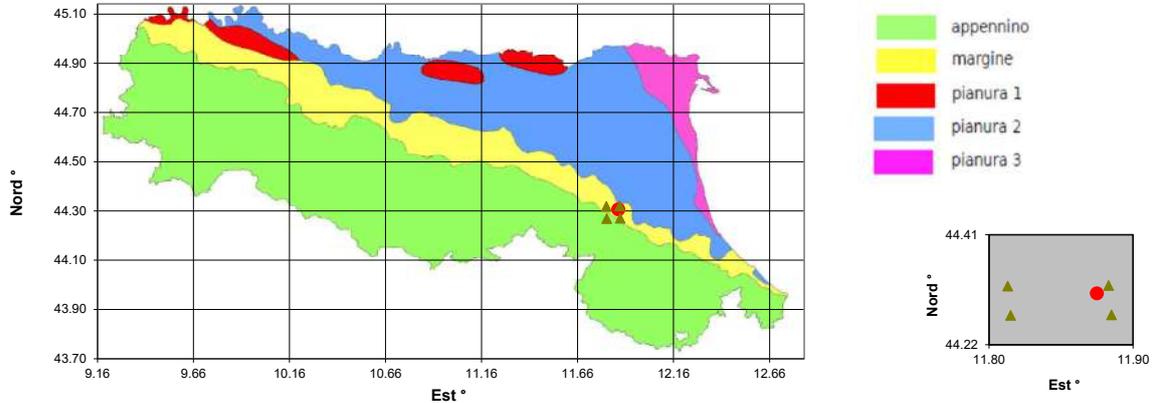
Ic



Autore	Vs21.7
Andrus et.al. 2001SF = 1	176
Piratheepan 2002	162
Madii 2002	165
Mayne & Rix 1995 (clays) / Baldi 1989 (sands)	195
Hegazy & Mayne 1995	221
Mayne 2006	230
Robertson Cabal 2010	173

**Ubicazione del sito**

Comune	Faenza	
Località	Stabilimento CAVIRO	
	Google Earth (WGS84)	NTC2018 (ED50)
Longitudine (° decimali)	<b>11.8738</b>	<b>11.8749</b>
Latitudine (° decimali)	<b>44.3088</b>	<b>44.3106</b>



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

ID	Distanza al punta di interesse di (km)	Longitudine	Latitudine
17626	1.627	11.883	44.324
17848	4.142	11.885	44.274
17625	5.117	11.813	44.323
17847	6.340	11.815	44.273

Tipi di Costruzione			
1	Costruzione Temporanee e provvisorie	< = 10	<b>50</b>
2	Costruzioni con livelli de prestazioni ordinari	> = 50	
3	Costruzioni con livelli de prestazioni elevati	> = 100	

Classe d'uso		Coefficiente Cu	Progetto Coefficiente Cu
1	Costruzioni con presenza solo occasionale di persone, edifici agricoli.	0.7	<b>1</b>
2	Costruzioni il cui uso preveda normali affollamenti, senza contenuti pericolosi per l'ambiente e senza funzioni pubbliche e sociali essenziali. Industrie con attività non pericolose per l'ambiente. Ponti, opere infrastrutturali, reti viarie non ricadenti in Classe d'uso III o in Classe d'uso IV, reti ferroviarie la cui interruzione non provochi situazioni di emergenza. Dighe il cui collasso non provochi conseguenze rilevanti.	1	
3	Costruzioni il cui uso preveda affollamenti significativi. Industrie con attività pericolose per l'ambiente. Reti viarie extraurbane non ricadenti in Classe d'uso IV. Ponti e reti ferroviarie la cui interruzione provochi situazioni di emergenza. Dighe rilevanti per le conseguenze di un loro eventuale collasso.	1.5	
4	Costruzioni con funzioni pubbliche o strategiche importanti, anche con riferimento alla gestione della protezione civile in caso di calamità. Industrie con attività particolarmente pericolose per l'ambiente. Reti viarie di tipo A o B, di cui al DM 5/11/2001, n. 6792, "Norme funzionali e geometriche per la costruzione delle strade", e di tipo C quando appartenenti ad itinerari di collegamento tra capoluoghi di provincia non altresì serviti da strade di tipo A o B. Ponti e reti ferroviarie di importanza critica per il mantenimento delle vie di comunicazione, particolarmente dopo un evento sismico. Dighe connesse al funzionamento di acquedotti e a impianti di produzione di energia elettrica.	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 Pvr	Periodo di ritorno dell'azione sismica Tr (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 14-01-2018

	$a_g$ (in g/10)	$a_g/g$	Fo	Tc*
1. STATO LIMITE DI OPERATIVITA'	0.663	0.066	2.404	0.260
2. STATO LIMITE DEL DANNO	0.846	0.085	2.395	0.270
3. STATO LIMITE SALVAGUARDIA DELLA VITA	<b>2.041</b>	<b>0.204</b>	<b>2.441</b>	<b>0.300</b>
4. STATO LIMITE DI PREVENZIONE DEL COLASSO	2.559	0.256	2.493	0.315

Valori applicati	$a_g$ (in g/10)	$a_g/g$	Fo	TC*
3. STATO LIMITE SALVAGUARDIA DELLA VITA	<b>2.041</b>	<b>0.204</b>	<b>2.441</b>	<b>0.300</b>

**VALUTAZIONE DEL TIPO DI SUOLO BASATO SU CPT 10**

		TIPO DI SUOLO SUGGERITO
Velocità di propagazione onde di taglio Vs (Andrus 2001)	176 m/sec	D
Velocità di propagazione onde di taglio Vs (Piratheepan 2002)	162 m/sec	D
Velocità di propagazione onde di taglio Vs (Madial 2002)	165 m/sec	D
Velocità di propagazione onde di taglio Vs (Mayne & Rix 1995 (argille) / Baldi 1989 (sabbie))	195 m/sec	C
Velocità di propagazione onde di taglio Vs (Hasezy & Mayne 1995)	230 m/sec	C
Velocità di propagazione onde di taglio Vs (Mayne 2006)	221 m/sec	C
Velocità di propagazione onde di taglio Vs (Robertson Cabal 2009) (m/sec)	173 m/sec	D
		<b>TIPO DI SUOLO STIMATO</b>
		C

**ACCELERAZIONE ED AMPLIFICAZIONE SECONDO NTC 2018**

**3. STATO LIMITE SALVAGUARDIA DELLA VITA Tr = 475**

Accelerazione massima al substrato sismico		amax al substrato sismico	2.041 m/sec <sup>2</sup>	0.204 g
Amplificazione per tipo di suolo	C	Ss	1.40	
Amplificazione topografica		ST	1.00	
<b>S totale</b>		<b>Ss * ST</b>	<b>1.40</b>	
Accelerazione massima in superficie		amax in superficie	2.848 m/sec <sup>2</sup>	0.285 g

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

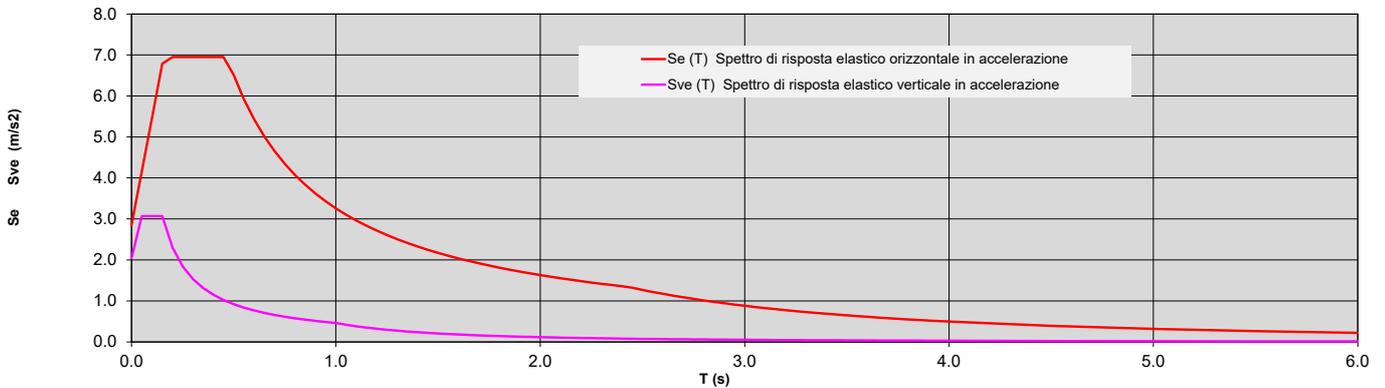
**PERIODI DI SEPARAZIONI DEI RAMI DELLO SPETTRO**

TIPO DI SUOLO	ORIZZONTALE	VERTICALE
Tb	0.16	0.05
Tc	0.47	0.15
Td	2.43	1.00
Te	6.00	
Tf	10.00	

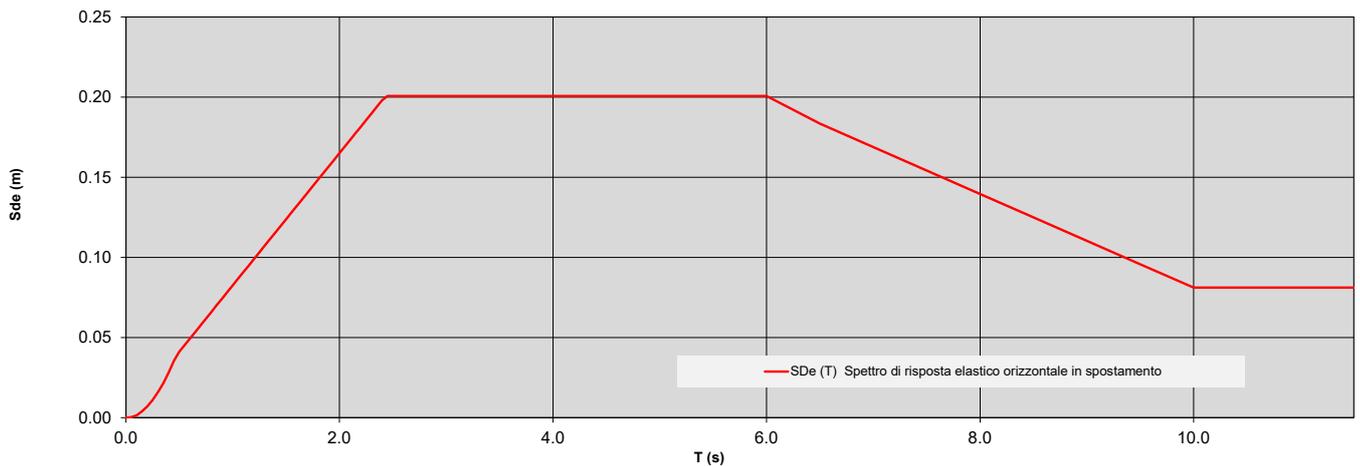
**PARAMETRI DI PICCO**

Accelerazione orizzontale massima	ag	2.848 m/sec <sup>2</sup>
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/sec<sup>2</sup>)**



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

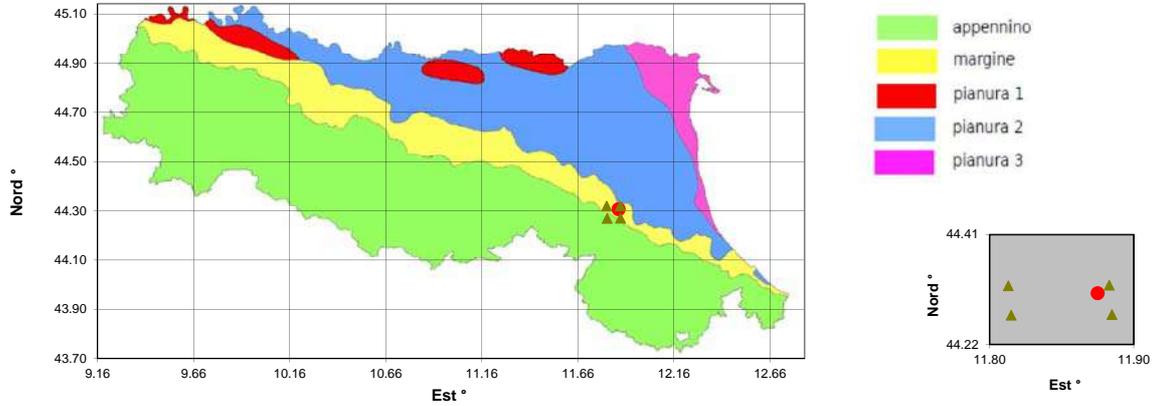


**PARAMETRI SISMICI PER CATEGORIA DEL SUOLO C**

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 ag/g	K <sub>h</sub> terreno Coefficiente sismico orizzontale	K <sub>v</sub> terreno Coefficiente sismico verticale	βs Coefficiente di riduzione per ag/g	K <sub>h</sub> terreno Coefficiente sismico orizzontale	K <sub>v</sub> terreno Coefficiente sismico verticale
di Operatività	0.066	2.404	0.260	1.50	1.00	0.099	0.13	0.39	1.87	6.00	10.00	0.20	0.020	0.010	0.18	0.018	0.009
del Danno	0.085	2.395	0.270	1.50	1.00	0.127	0.15	0.44	1.94	6.00	10.00	0.20	0.025	0.013	0.24	0.030	0.015
Salvaguardia della Vita	0.204	2.441	0.300	1.40	1.00	0.286	0.16	0.47	2.42	6.00	10.00	0.28	0.080	0.040	0.31	0.089	0.044
Prevenzione del Colasso	0.256	2.493	0.315	1.32	1.00	0.337	0.16	0.48	2.62	6.00	10.00	0.28	0.094	0.047	0.31	0.105	0.052

**Ubicazione del sito**

Comune	Faenza	
Località	Stabilimento CAVIRO	
	Google Earth (WGS84)	NTC2018 (ED50)
Longitudine (° decimali)	<b>11.8738</b>	<b>11.8750</b>
Latitudine (° decimali)	<b>44.3088</b>	<b>44.3106</b>



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

ID	Distanza al punta di interesse di (km)	Longitudine	Latitudine
17626	1.624	11.883	44.324
17848	4.143	11.885	44.274
17625	5.119	11.813	44.323
17847	6.343	11.815	44.273

Tipi di Costruzione			
1	Costruzione Temporanee e provvisorie	< = 10	<b>50</b>
2	Costruzioni con livelli de prestazioni ordinari	> = 50	
3	Costruzioni con livelli de prestazioni elevati	> = 100	

Classe d'uso		Coefficiente Cu	Progetto Coefficiente Cu
1	Costruzioni con presenza solo occasionale di persone, edifici agricoli.	0.7	<b>1</b>
2	Costruzioni il cui uso preveda normali affollamenti, senza contenuti pericolosi per l'ambiente e senza funzioni pubbliche e sociali essenziali. Industrie con attività non pericolose per l'ambiente. Ponti, opere infrastrutturali, reti viarie non ricadenti in Classe d'uso III o in Classe d'uso IV, reti ferroviarie la cui interruzione non provochi situazioni di emergenza. Dighe il cui collasso non provochi conseguenze rilevanti.	1	
3	Costruzioni il cui uso preveda affollamenti significativi. Industrie con attività pericolose per l'ambiente. Reti viarie extraurbane non ricadenti in Classe d'uso IV. Ponti e reti ferroviarie la cui interruzione provochi situazioni di emergenza. Dighe rilevanti per le conseguenze di un loro eventuale collasso.	1.5	
4	Costruzioni con funzioni pubbliche o strategiche importanti, anche con riferimento alla gestione della protezione civile in caso di calamità. Industrie con attività particolarmente pericolose per l'ambiente. Reti viarie di tipo A o B, di cui al DM 5/11/2001, n. 6792, "Norme funzionali e geometriche per la costruzione delle strade", e di tipo C quando appartenenti ad itinerari di collegamento tra capoluoghi di provincia non altresì serviti da strade di tipo A o B. Ponti e reti ferroviarie di importanza critica per il mantenimento delle vie di comunicazione, particolarmente dopo un evento sismico. Dighe connesse al funzionamento di acquedotti e a impianti di produzione di energia elettrica.	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 Pvr	Periodo di ritorno dell'azione sismica Tr (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 14-01-2018

	$a_g$ (in g/10)	$a_g/g$	Fo	Tc*
1. STATO LIMITE DI OPERATIVITA'	0.663	0.066	2.404	0.260
2. STATO LIMITE DEL DANNO	0.846	0.085	2.395	0.270
3. STATO LIMITE SALVAGUARDIA DELLA VITA	<b>2.041</b>	<b>0.204</b>	<b>2.441</b>	<b>0.300</b>
4. STATO LIMITE DI PREVENZIONE DEL COLASSO	2.559	0.256	2.493	0.315

Valori applicati	$a_g$ (in g/10)	$a_g/g$	Fo	TC*
2. STATO LIMITE DEL DANNO	<b>0.846</b>	<b>0.085</b>	<b>2.395</b>	<b>0.270</b>

**VALUTAZIONE DEL TIPO DI SUOLO BASATO SU CPT 10**

		TIPO DI SUOLO SUGGERITO
Velocità di propagazione onde di taglio Vs (Andrus 2001)	176 m/sec	D
Velocità di propagazione onde di taglio Vs (Piratheepan 2002)	162 m/sec	D
Velocità di propagazione onde di taglio Vs (Madiat 2002)	165 m/sec	D
Velocità di propagazione onde di taglio Vs (Mayne & Rix 1995 (argille) / Baldi 1989 (sabbie))	195 m/sec	C
Velocità di propagazione onde di taglio Vs (Hajaz & Mayne 1995)	230 m/sec	C
Velocità di propagazione onde di taglio Vs (Mayne 2006)	221 m/sec	C
Velocità di propagazione onde di taglio Vs (Robertson Cabal 2009) (m/sec)	173 m/sec	D

TIPO DI SUOLO STIMATO	
C	

**ACCELERAZIONE ED AMPLIFICAZIONE SECONDO NTC 2018**

**2. STATO LIMITE DEL DANNO Tr = 50**

Accelerazione massima al substrato sismico		amax al substrato sismico	0.846 m/sec <sup>2</sup>	0.085 g
Amplificazione per tipo di suolo	C	Ss	1.50	
Amplificazione topografica		ST	1.00	
<b>S totale</b>		<b>Ss * ST</b>	<b>1.50</b>	
Accelerazione massima in superficie		amax in superficie	1.269 m/sec <sup>2</sup>	0.127 g

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

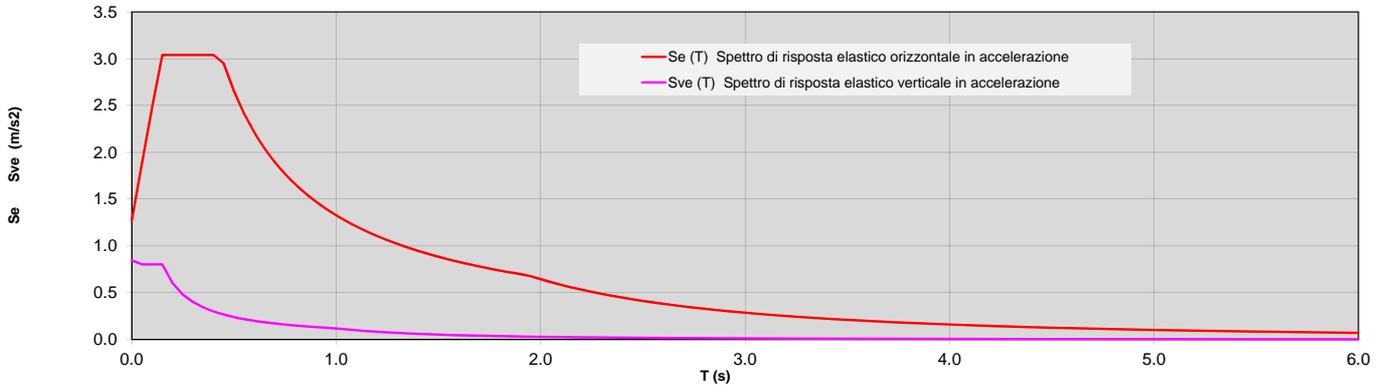
**PERIODI DI SEPARAZIONI DEI RAMI DELLO SPETTRO**

Tipo di suolo	C	ORIZZONTALE	VERTICALE
Tb		0.15	0.05
Tc		0.44	0.15
Td		1.94	1.00
Te		6.00	
Tf		10.00	

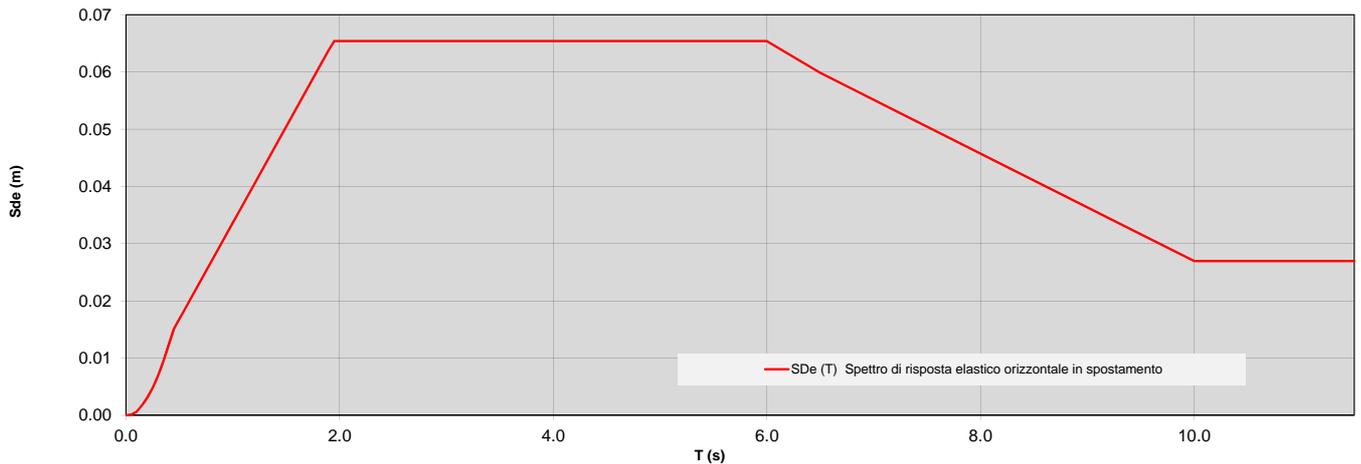
**PARAMETRI DI PICCO**

Accelerazione orizzontale massima	ag	1.269 m/sec <sup>2</sup>
Velocità orizzontale massima	vg	0.09 m/sec
Spostamento orizzontale massimo	dg	0.03 m

**Spettro di risposta elastico allo 2. STATO LIMITE DEL DANNO in accelerazione (m/sec<sup>2</sup>)**



**Spettro di risposta elastico allo 2. STATO LIMITE DEL DANNO 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 ag/g	K <sub>h</sub> terreno Coefficiente sismico orizzontale	K <sub>v</sub> terreno Coefficiente sismico verticale	βs Coefficiente di riduzione per ag/g	K <sub>h</sub> terreno Coefficiente sismico orizzontale	K <sub>v</sub> terreno Coefficiente sismico verticale
di Operatività	0.066	2.404	0.260	1.50	1.00	0.099	0.13	0.39	1.87	6.00	10.00	0.20	0.020	0.010	0.18	0.018	0.009
del Danno	0.085	2.395	0.270	1.50	1.00	0.127	0.15	0.44	1.94	6.00	10.00	0.20	0.025	0.013	0.24	0.030	0.015
Salvaguardia della Vita	0.204	2.441	0.300	1.40	1.00	0.286	0.16	0.47	2.42	6.00	10.00	0.28	0.080	0.040	0.31	0.089	0.044
Prevenzione del Colasso	0.256	2.493	0.315	1.32	1.00	0.337	0.16	0.48	2.62	6.00	10.00	0.28	0.094	0.047	0.31	0.105	0.052

Comune Faenza  
 Via Convertite  
 Localita' Stabilimento CAVIRO  
 Committente ENOMONDO  
 Data 18-ago-20

**CPT 10**

Falda presunta 2 metri

NTC 2018

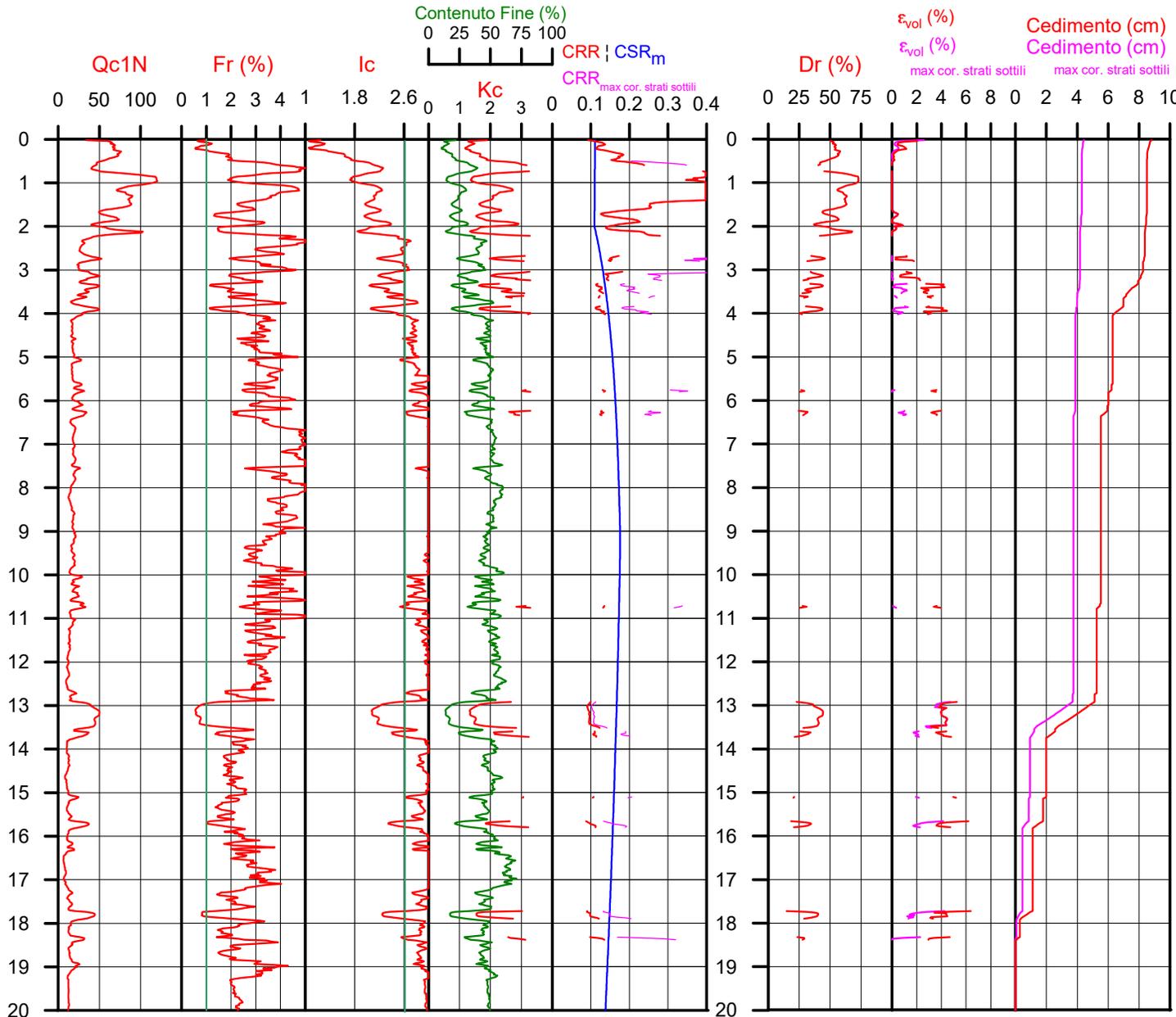
latitudine 44.31055°	amax substrato (m/sec2)	latitudine 44.31055°	amax substrato (m/sec2)
longitudine 11.874942°	2.041	longitudine 11.874942°	2.041
tipo di suolo	fattore amplificazione	Suolo di riferimento	fattore amplificazione
C	1.395	Pianura 3	1.700
amplificazione topografica	amax al p.c. (m/sec2)	amplificazione topografica	amax al p.c. (m/sec2)
1.000	2.848	1.000	3.470
3. STATO LIMITE SALVAGUARDIA DELLA VITA	magnitudo		magnitudo
	6.140		6.140

DGR Emilia-Romagna 630 / 2019



**Società di Geologia Territoriale**

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



## PROCEDURA

### VERIFICADI LIQUEFAZIONE SECONDO LE LINEE GUIDAAGI 2005

- \* amax e fattore di amplificazione secondo NTC 2018
- \* CSR 6.14 calcolato con MSF secondo Idriss & Boulanger 2004 (correzione per magnitudo)
- \* CRR (Cyclic Resistance Ratio) calcolato con
  - Qc1N secondo Qc1N secondo Robertson & Wride 1998
  - Fattore Kc per la correzione di Qc1N to Qc1Ncs per granulometria calcolato da Ic e Qc1N secondo Robertson & Wride 1998
  - Fattore Kh per la correzione di Qc1N<sub>cs</sub> 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: Fsl<sub>iq</sub> = 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)
<b>Cedimento totale</b>	<b>9</b>	<b>75</b>
<b>Cedimento totale considerando strati sottili</b>	<b>4</b>	<b>46</b>

### VALUTAZIONE DELL' INDICE I<sub>L</sub> DEL POTENZIALE DI LIQUEFAZIONE (IWASAKI 1982)

(Riferimento Linee Guida AGI 2005; pagina 105)

Metodo di valutazione degli effetti di liquefazione basato su Fsl<sub>iq</sub> e la profondità.

INDICE I <sub>L</sub> DEL POTENZIALE DI LIQUEFAZIONE AGI 2005	POTENZIALE DI ROTTURA	
senza correzione per strati sottili	con correzione per strati sottili	
2.2	0.7	
	IL <= 5	BASSO
	5 < IL <= 15	ELEVATO
	IL > 15	ESTREMAMENTE ELEVATO

### VALUTAZIONE DELL' INDICE I<sub>L</sub> DEL POTENZIALE DI LIQUEFAZIONE E LA PROBABILITA' DI LIQUEFAZIONE PPbi (FACCIORUSSO & VANNUCCHI 2009)

Metodo di valutazione degli effetti di liquefazione basato su Fsl<sub>iq</sub> e la profondità.

INDICE I <sub>L</sub> DEL POTENZIALE DI LIQUEFAZIONE (Facciorusso 2009)	POTENZIALE DI LIQUEFAZIONE		
senza correzione per strati sottili	con correzione per strati sottili		
	0.7		
	IL <= 2	BASSA	
2.2		2 < IL <= 5	MODERATA
		5 < IL <= 15	ELEVATA
		IL > 15	MOLTO ALTA

### INDICE PPbi DI PROBABILITA' DI LIQUEFAZIONE (Facciorusso 2009)

INDICE PPbi DI PROBABILITA' DI LIQUEFAZIONE (Facciorusso 2009)	GUIDIZIO DI PERICOLISITA'	
senza correzione per strati sottili	con correzione per strati sottili	
	%	
11	6	
	PPbi <= 15	NON LIQUEFAZIONE QUASI CERTA
	15 < PPbi <= 35	LIQUEFAZIONE IMPROBABILE
	35 < PPbi <= 65	LIQUEFAZIONE E NON LIQUEFAZIONE UGUALMENTE PROBABLE
	65 < PPbi <= 85	LIQUEFAZIONE MOLTO PROBABLE
	PPbi > 85	LIQUEFAZIONE QUASI CERTA

Comune Faenza  
 Via Convertite  
 Localita' Stabilimento CAVIRO  
 Committente ENOMONDO  
 Data 18-ago-20

**CPT** **10**  
 Falda presunta 2 metri

NTC 2018

latitudine 44.31055°	amax substrato (m/sec2)	2.041
longitudine 11.874942°		
tipo di suolo	fattore amplificazione	1.395
	C	
amplificazione topografica	amax al p.c. (m/sec2)	2.848
1.000		
3. STATO LIMITE SALVAGUARDIA DELLA VITA	magnitudo	6.140

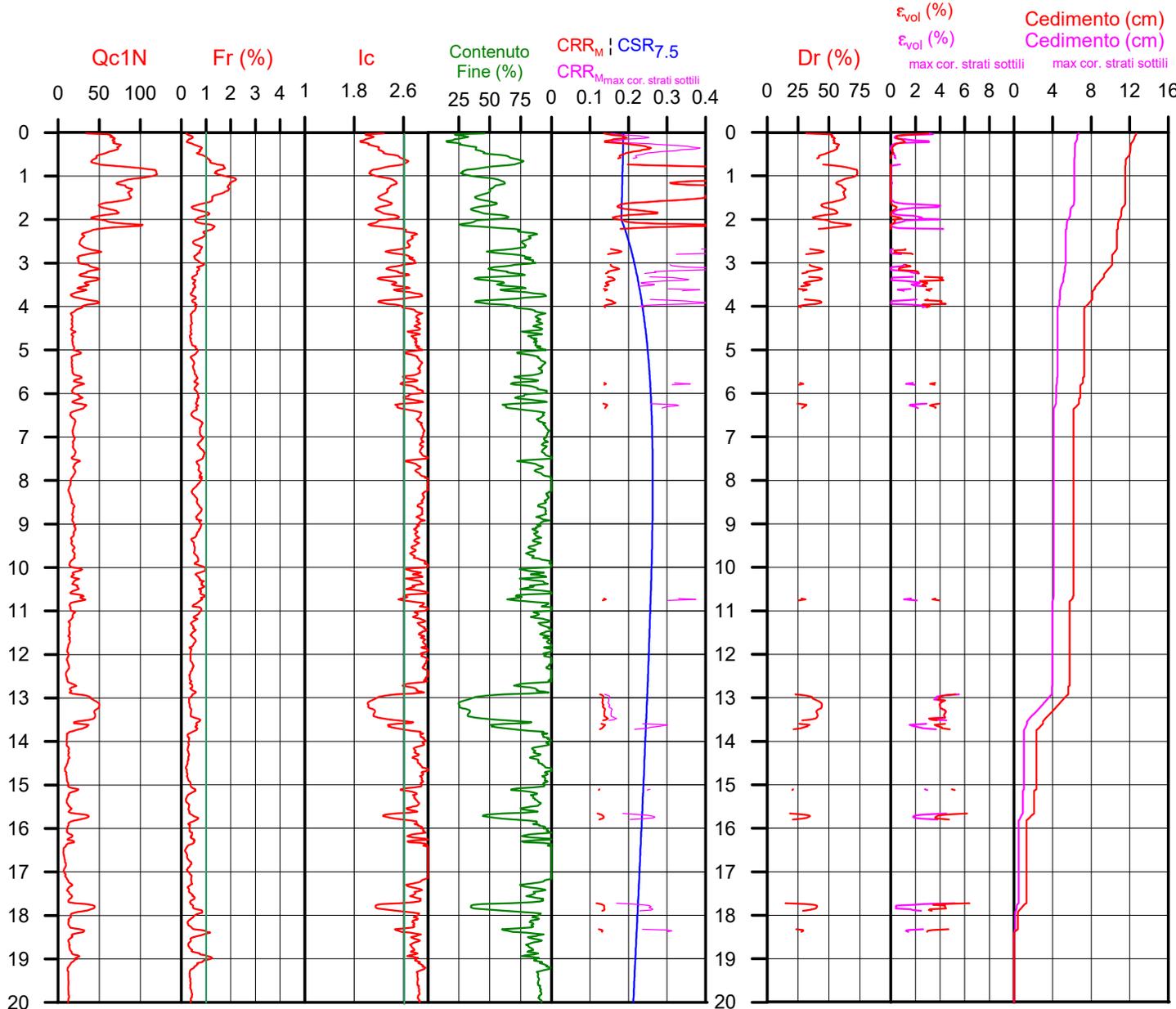
DGR Emilia-Romagna 630 / 2019

latitudine 44.31055°	amax substrato (m/sec2)	2.041
longitudine 11.874942°		
-Suolo di riferimento	fattore amplificazione	1.700
Planura 3		
amplificazione topografica	amax al p.c. (m/sec2)	3.470
1.000		
	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

### VERIFICADI LIQUEFAZIONE SECONDO BOULANGER & IDRISSE 2014

- \* amax e fattore di amplificazione secondo NTC 2018
- \* CSR secondo Boulanger & Idriss 2014 (Cyclic Stress Ratio per magnitudine 7.5)
- \* CRRm (Cyclic Resistance Ratio corretto per magnitudo 6.14) calcolato con
  - Qc1N secondo Qc1N secondo Robertson & Wride 1998
  - Contenuto di fine secondo Boulanger & Idriss 2014
  - Correzione di Qc1N a Qc1Ncs basato su contenuto di fine e Qc1N
  - MSF (Magnitude Scaling Factor secondo Boulanger & Idriss 2014"
  - Fattore Kh per la correzione di Qc1Ncs per strati sottili di sabbia in mezzo argilla
- \* Applicazione di correzione per tensione efficace Kσ secondo Boulanger & Idriss 2014.
- \* 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:  $F_{slq} = CRR_{6.14} * K_s / CSR_{7.5}$

### 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)
<b>Cedimento totale</b>	<b>12.7</b>	<b>111</b>
<b>Cedimento totale correzione strati sottili</b>	<b>6.7</b>	<b>55</b>

### VALUTAZIONE DELL' INDICE IL DEL POTENZIALE DI LIQUEFAZIONE (SONMEZ 2003)

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

INDICE IL DEL POTENZIALE DI LIQUEFAZIONE (Sonmez 2005)		POTENZIALE DI LIQUEFAZIONE
senza correzione per strati sottili	con correzione per strati sottili	
	<b>1.1</b>	IL <= 2 BASSA
		2 < IL <= 5 MODERATA
<b>5.1</b>		5 < IL <= 15 ELEVATA
		IL > 15 MOLTO ALTA

### PROBABILITA' DI LIQUEFAZIONE PPbl (FACCIORUSSO & VANNUCCHI 2009)

INDICE PPbl DI PROBABILITA' DI LIQUEFAZIONE (Facciorusso 2009)			GIUDIZIO DI PERICOLISITA'
senza correzione per strati sottili	con correzione per strati sottili	%	
	<b>9</b>	PPbl <= 15	NON LIQUEFAZIONE QUASI CERTA
<b>16</b>		15 < PPbl <= 35	LIQUEFAZIONE IMPROBABILE
		35 < PPbl <= 65	LIQUEFAZIONE E NON LIQUEFAZIONE UGUALMENTE PROBABLE
		65 < PPbl <= 85	LIQUEFAZIONE MOLTO PROBABLE
		PPbl > 85	LIQUEFAZIONE QUASI CERTA

Comune Faenza  
Via Convertite  
Localita' Stabilimento CAVIRO  
Committente ENOMONDO  
Data 18-ago-20

**CPT** **10**  
Falda presunta 2 metri

NTC 2018

latitudine 44.31055°	amax substrato (m/sec2) 2.041
longitudine 11.874942°	
tipo di suolo	fattore amplificazione 1.395
	C
amplificazione topografica 1.000	amax al p.c. (m/sec2) 2.848
3. STATO LIMITE SALVAGUARDIA DELLA VITA	magnitudine 6.140

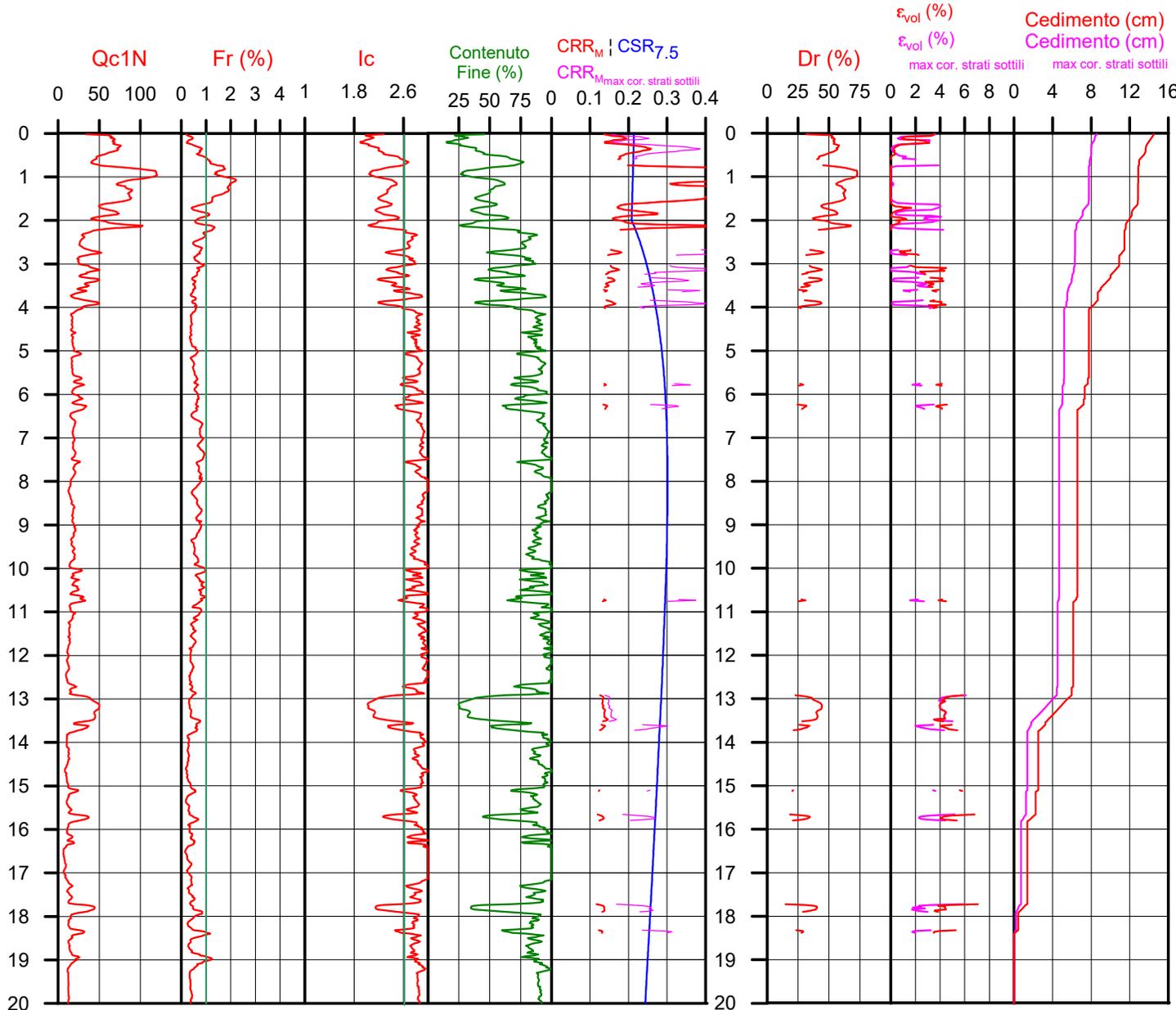
DGR Emilia-Romagna 630 / 2019

latitudine 44.31055°	amax substrato (m/sec2) 2.041
longitudine 11.874942°	
Suolo di riferimento	fattore amplificazione 1.600
	Margine
amplificazione topografica 1.000	amax al p.c. (m/sec2) 3.266
	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

### VERIFICADI LIQUEFAZIONE SECONDO BOULANGER & IDRISSE 2014

- \* amax e fattore di amplificazione secondo DGR Emilia-Romagna 630 / 2019
- \* CSR secondo Boulanger & Idriss 2014 (Cyclic Stress Ratio per magnitudine 7.5)
- \* CRR<sub>m</sub> (Cyclic Resistance Ratio corretto per magnitudine 6.14) calcolato con
  - Qc1N secondo Qc1N secondo Robertson & Wride 1998
  - Contenuto di fine secondo Boulanger & Idriss 2014
  - Correzione di Qc1N a Qc1N<sub>s</sub> basato su contenuto di fine e Qc1N
  - MSF (Magnitude Scaling Factor secondo Boulanger & Idriss 2014"
  - Fattore Kh per la correzione di Qc1N<sub>s</sub> per strati sottili di sabbia in mezzo argilla
- \* Applicazione di correzione per tensione efficace K<sub>σ</sub> secondo Boulanger & Idriss 2014.
- \* 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<sub>slq</sub> = CRR<sub>6.14</sub> \* K<sub>s</sub> / CSR<sub>7.5</sub>

### 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)
<b>Cedimento totale</b>	<b>14.5</b>	<b>148</b>
<b>Cedimento totale correzione strati sottili</b>	<b>8.6</b>	<b>79</b>

### VALUTAZIONE DELL' INDICE I<sub>L</sub> DEL POTENZIALE DI LIQUEFAZIONE (SONMEZ 2003)

Metodo di valutazione degli effetti di liquefazione basato su F<sub>slq</sub> e la profondità,

INDICE I <sub>L</sub> DEL POTENZIALE DI LIQUEFAZIONE (Sonmez 2005)		POTENZIALE DI LIQUEFAZIONE
senza correzione per strati sottili	con correzione per strati sottili	
	IL ≤ 2	BASSA
	2 < IL ≤ 5	MODERATA
6.9	5 < IL ≤ 15	ELEVATA
	IL > 15	MOLTO ALTA

### PROBABILITA' DI LIQUEFAZIONE PPbl (FACCIORUSSO & VANNUCCHI 2009)

INDICE PPbl DI PROBABILITA' DI LIQUEFAZIONE (Facciorusso 2009)			GIUDIZIO DI PERICOLISITA'
senza correzione per strati sottili	con correzione per strati sottili	%	
	12	PPbl ≤ 15	NON LIQUEFAZIONE QUASI CERTA
18		15 < PPbl ≤ 35	LIQUEFAZIONE IMPROBABILE
		35 < PPbl ≤ 65	LIQUEFAZIONE E NON LIQUEFAZIONE UGUALMENTE PROBABLE
		65 < PPbl ≤ 85	LIQUEFAZIONE MOLTO PROBABLE
		PPbl > 85	LIQUEFAZIONE QUASI CERTA

Comune Faenza  
 Via Convertite  
 Localita' Stabilimento CAVIRO  
 Committente ENOMONDO  
 Data 18-ago-20

**CPT 10**  
 Falda presunta 0.7 metri

**NTC 2018**

latitudine 44.310567°	amax substrato (m/sec2) 0.846
longitudine 11.874974°	
tipo di suolo	fattore amplificazione
	<b>C</b> 1.500
amplificazione topografica	amax al p.c. (m/sec2) 1.269
1.000	
2. STATO LIMITE DEL DANNO	magnitudo 6.140

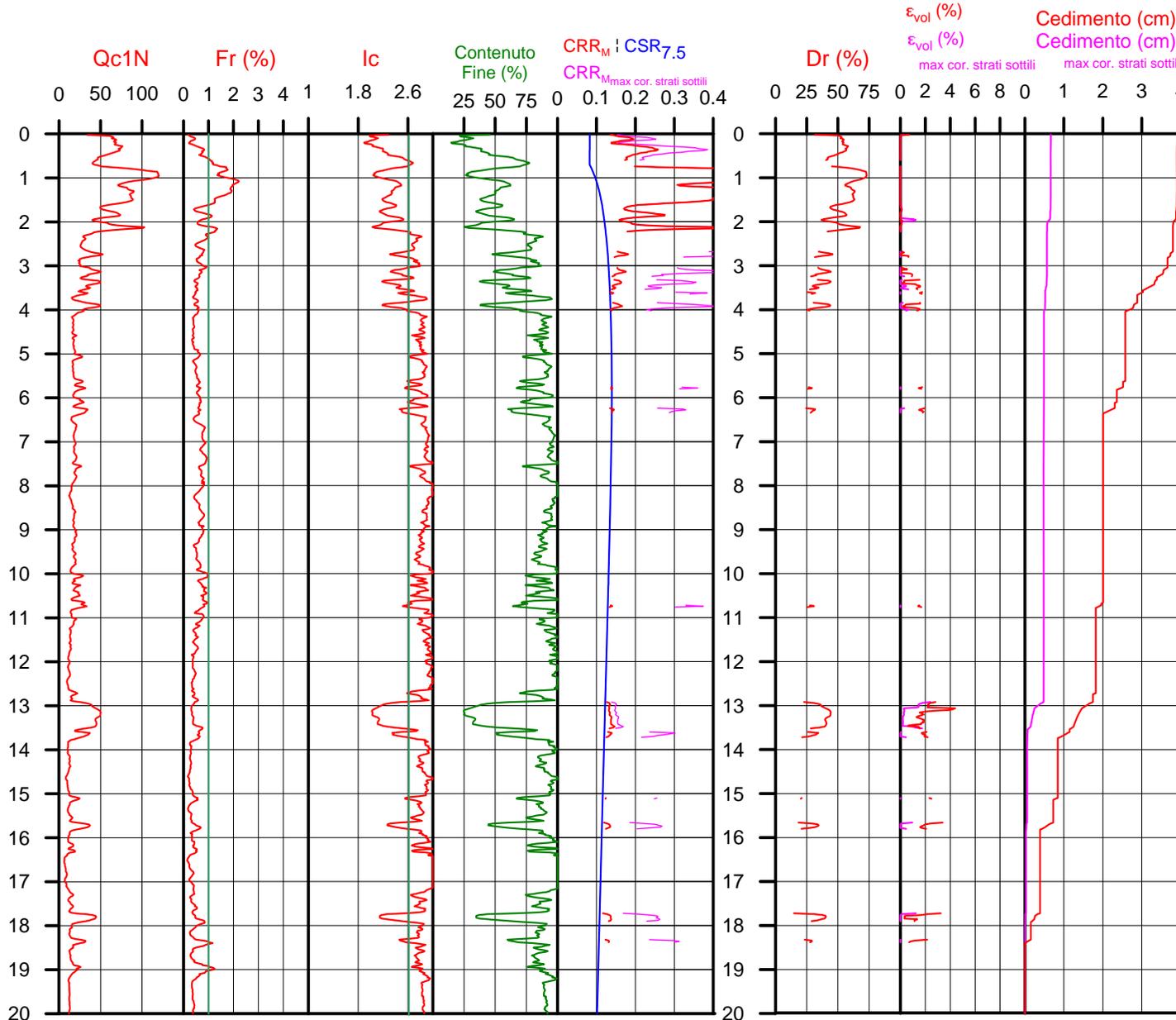
**DGR Emilia-Romagna 630 / 2019**

latitudine 44.310567°	amax substrato (m/sec2) 0.846
longitudine 11.874974°	
Suolo di riferimento	fattore amplificazione
Appennino	2.000
amplificazione topografica	amax al p.c. (m/sec2) 1.691
1.000	
	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**

**VERIFICADI LIQUEFAZIONE SECONDO BOULANGER & IDRISSE 2014**

- \* amax e fattore di amplificazione secondo NTC 2018
- \* CSR secondo Boulanger & Idriss 2014 (Cyclic Stress Ratio per magnitudine 7.5)
- \* CRRm (Cyclic Resistance Ratio corretto per magnitudo 6.14) calcolato con
  - Qc1N secondo Qc1N secondo Robertson & Wride 1998
  - Contenuto di fine secondo Boulanger & Idriss 2014
  - Correzione di Qc1N a Qc1Ncs basato su contenuto di fine e Qc1N
  - MSF (Magnitude Scaling Factor secondo Boulanger & Idriss 2014)
  - Fattore Kh per la correzione di Qc1Ncs per strati sottili di sabbia in mezzo argilla
- \* Applicazione di correzione per tensione efficace  $K_\sigma$  secondo Boulanger & Idriss 2014.
- \* Applicazione di criteri di esclusione di liquefazione secondo Robertson & Wride 1998:  $I_c > 2.60$  e  $Fr > 1\%$  e spessori sopra falda presunta.
- \* Fattore di sicurezza per liquefazione:  $F_{slig} = CRR_{6.14} * K_s / CSR_{7.5}$

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

Parametri utilizzati:

- \* Densità Relativa  $D_r$  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)
<b>Cedimento totale</b>	<b>3.9</b>	<b>6</b>
<b>Cedimento totale correzione strati sottili</b>	<b>0.7</b>	<b>1</b>

**VALUTAZIONE DELL' INDICE  $I_L$  DEL POTENZIALE DI LIQUEFAZIONE (SONMEZ 2003)**

Metodo di valutazione degli effetti di liquefazione basato su  $F_{slig}$  e la profondità.

INDICE $I_L$ DEL POTENZIALE DI LIQUEFAZIONE (Sonmez 2005)		POTENZIALE DI LIQUEFAZIONE
senza correzione per strati sottili	con correzione per strati sottili	
0.1	0.0	IL <= 2 BASSA
		2 < IL <= 5 MODERATA
		5 < IL <= 15 ELEVATA
		IL > 15 MOLTO ALTA

**PROBABILITA' DI LIQUEFAZIONE PPbl (FACCIORUSSO & VANNUCCHI 2009)**

INDICE PPbl DI PROBABILITA' DI LIQUEFAZIONE (Facciorusso 2009)			GIUDIZIO DI PERICOLISITA'
senza correzione per strati sottili	con correzione per strati sottili	%	
6	2	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 Convertite  
Localita' Stabilimento CAVIRO  
Committente ENOMONDO  
Data 18-ago-20

**CPT 10**

Falda presunta 2 metri

NTC 2018

latitudine 44.31055°	amax substrato (m/sec2)	2.041
longitudine 11.874942°		
tipo di suolo C	fattore amplificazione	1.395
amplificazione topografica	amax al p.c. (m/sec2)	2.848
1.000		
3. STATO LIMITE SALVAGUARDIA DELLA VITA	magnitudine	6.140

DGR Emilia-Romagna 630 / 2019

latitudine 44.31055°	amax substrato (m/sec2)	2.041
longitudine 11.874942°		
Suolo di riferimento Margine	fattore amplificazione	1.600
amplificazione topografica	amax al p.c. (m/sec2)	3.266
1.000		
	magnitudine	6.140

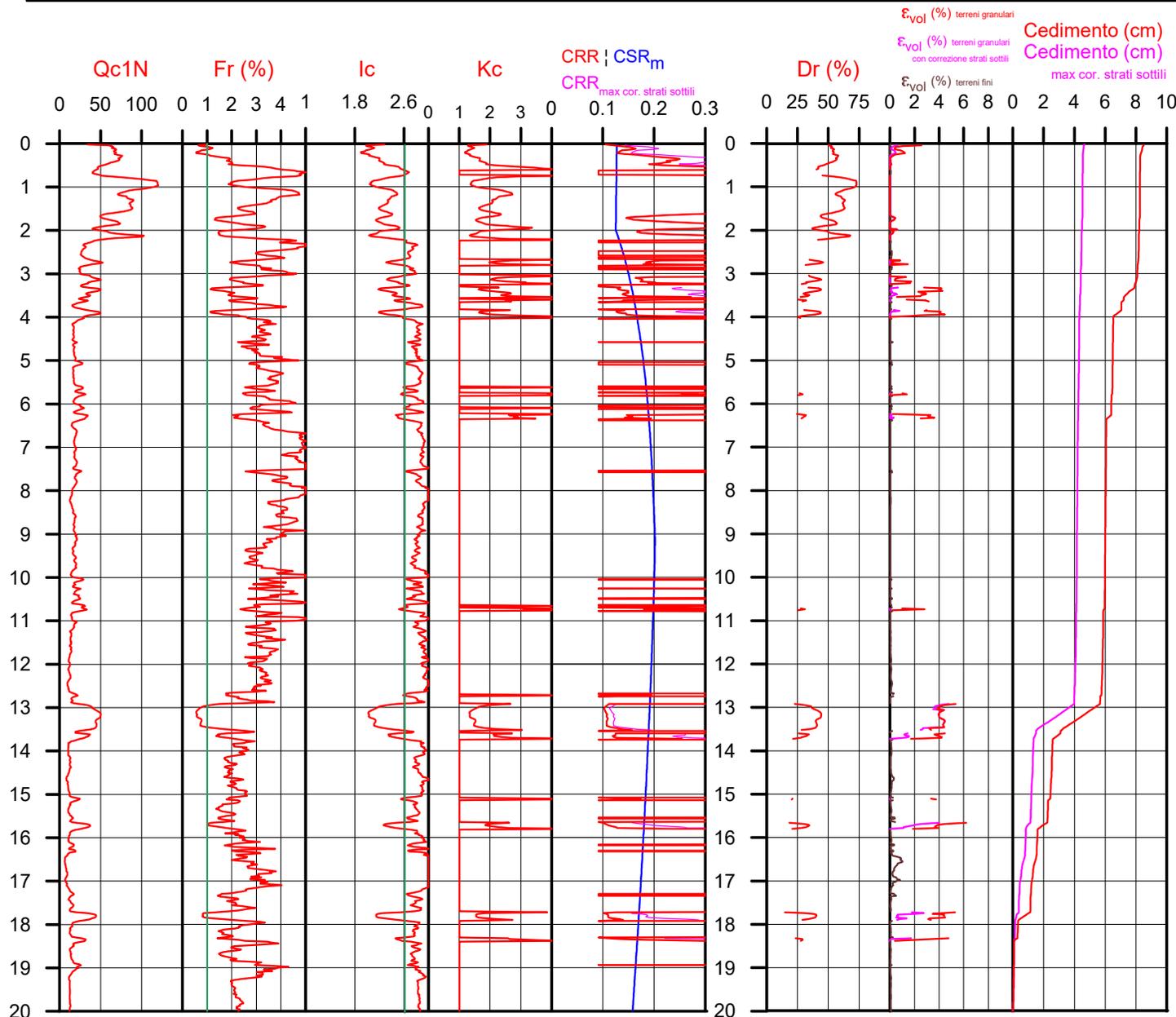


**Società di Geologia Territoriale**

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 DGR Emilia-Romagna 630 / 2019
- \* CSR 6.14 calcolato MSF secondo Idriss & Boulanger 2004 (correzione 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 Idriss & Boulanger 2004
  - Fattore Kh per la correzione di Qc1Ncs per strati sottili di sabbia in mezzo argilla
- \* Fattore di sicurezza per liquefazione:  $F_{slq} = CRR / CSR$

### 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)
<b>Cedimento</b>	7	73
<b>Cedimento considerando strati sottili</b>	3	45

### 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)
<b>Cedimento</b>	1	9
<b>Cedimento considerando strati sottili</b>	1	5

### 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  $F_{slq}$  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		
	0.7	IL <= 2	BASSO
		2 < IL <= 5	MODERATO
5.5		5 < IL <= 15	ELEVATO
		IL > 15	ESTREMAMENTE ELEVATO

Comune Faenza  
Via Convertite  
Localita' Stabilimento CAVIRO  
Committente ENOMONDO  
Data 18-ago-20

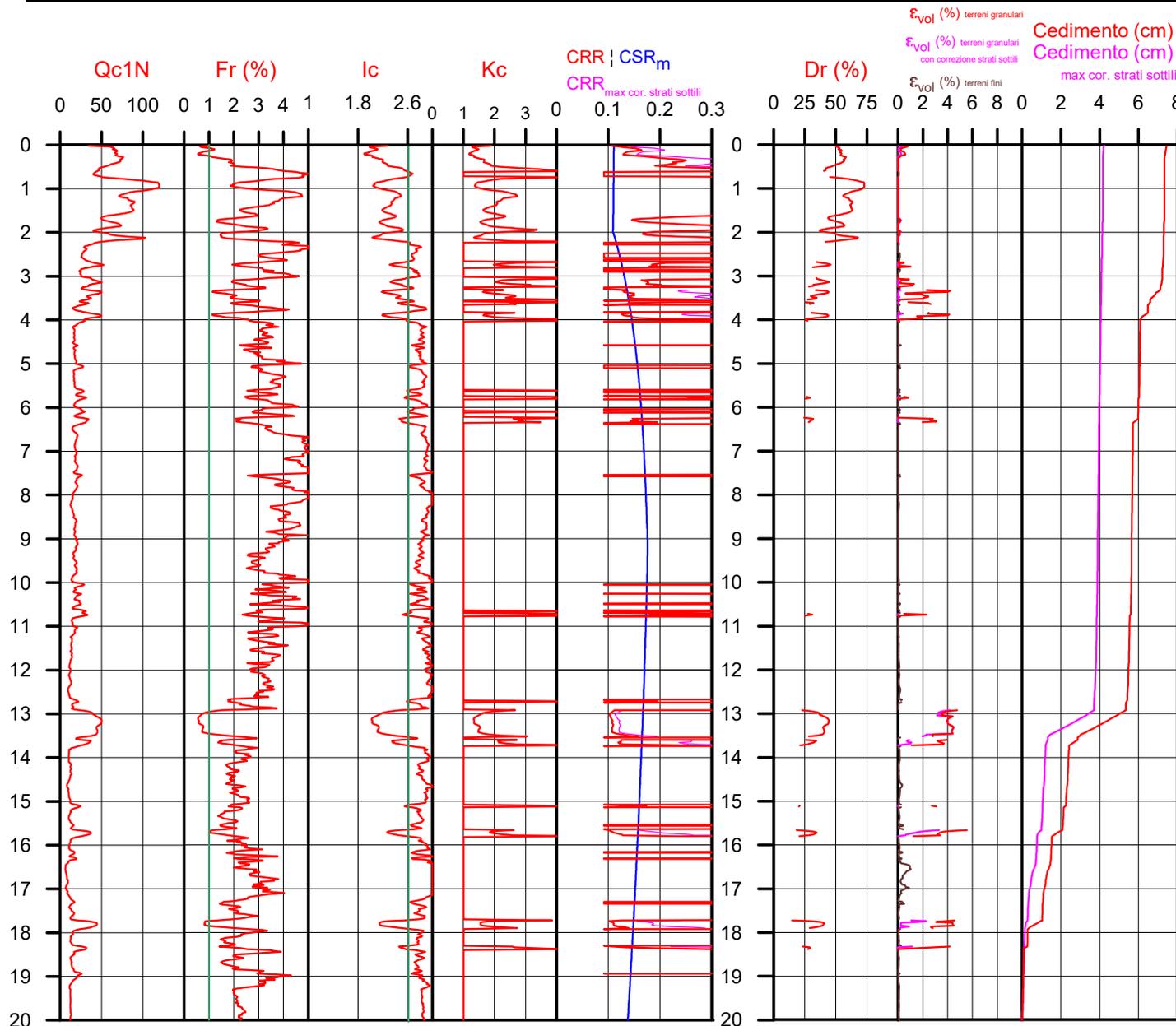
**CPT 10**

Falda presunta 2 metri

NTC 2018		DGR Emilia-Romagna 630 / 2019	
latitudine 44.31055°	amax substrato (m/sec <sup>2</sup> )	latitudine 44.31055°	amax substrato (m/sec <sup>2</sup> )
longitudine 11.874942°	2.041	longitudine 11.874942°	2.041
tipo di suolo C	fattore amplificazione	Suolo di riferimento Planura 3	fattore amplificazione
	1.395		1.700
amplificazione topografica	amax al p.c. (m/sec <sup>2</sup> )	amplificazione topografica	amax al p.c. (m/sec <sup>2</sup> )
1.000	2.848	1.000	3.470
3. STATO LIMITE SALVAGUARDIA DELLA VITA	magnitudine		magnitudine
	6.140		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 calcolato MSF secondo Idriss & Boulanger 2004 (correzione 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 Idriss & Boulanger 2004
  - Fattore Kh per la correzione di Qc1Ncs per strati sottili di sabbia in mezzo argilla
- \* Fattore di sicurezza per liquefazione:  $F_{slq} = CRR / CSR$

### 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)
<b>Cedimento</b>	6	62
<b>Cedimento considerando strati sottili</b>	3	44

### 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)
<b>Cedimento</b>	1	7
<b>Cedimento considerando strati sottili</b>	1	4

### VALUTAZIONE DELL' INDICE I<sub>L</sub> DEL POTENZIALE DI LIQUEFAZIONE (IWASAKI 1982) (Riferimento Linee Guida AGI 2005; pagina 105)

Metodo di valutazione degli effetti di liquefazione basato su  $F_{slq}$  e la profondità,

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

INDICE I <sub>L</sub> DEL POTENZIALE DI LIQUEFAZIONE		POTENZIALE DI ROTTURA	
senza correzione per strati sottili	con correzione per strati sottili		
	0.5	IL <= 2	BASSO
4.1		2 < IL <= 5	MODERATO
		5 < IL <= 15	ELEVATO
		IL > 15	ESTREMAMENTE ELEVATO

Comune Faenza  
 Via Convertite  
 Localita' Stabilimento CAVIRO  
 Committente ENOMONDO  
 Data 18-ago-20

# CPT 10

Falda presunta 0.7 metri

NTC 2018

latitudine 44.310567°	amax substrato (m/sec2) 0.846
longitudine 11.874974°	
tipo di suolo C	fattore amplificazione 1.500
amplificazione topografica 1.000	amax al p.c. (m/sec2) 1.269
2. STATO LIMITE DEL DANNO	magnitudine 6.140

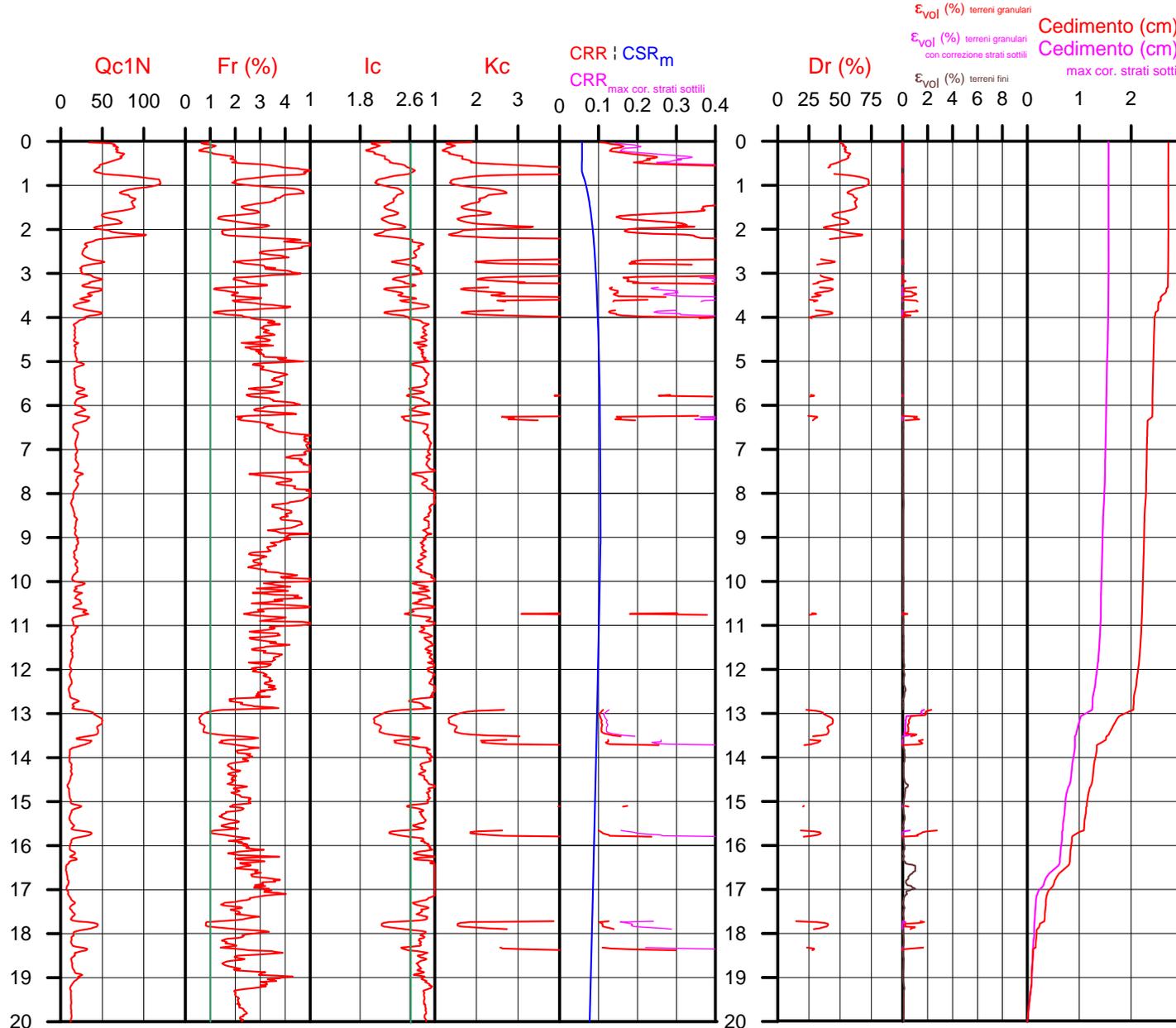
DGR Emilia-Romagna 630 / 2019

latitudine 44.310567°	amax substrato (m/sec2) 0.846
longitudine 11.874974°	
Suolo di riferimento Appennino	fattore amplificazione 2.000
amplificazione topografica 1.000	amax al p.c. (m/sec2) 1.691
	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 calcolato MSF secondo Idriss & Boulanger 2004 (correzione 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 Idriss & Boulanger 2004
  - Fattore Kh per la correzione di Qc1N<sub>cs</sub> per strati sottili di sabbia in mezzo argilla
- \* Fattore di sicurezza per liquefazione:  $F_{slq} = CRR / CSR$

### 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)
<b>Cedimento</b>	2	2
<b>Cedimento considerando strati sottili</b>	0	1

### 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)
<b>Cedimento</b>	1	3
<b>Cedimento considerando strati sottili</b>	1	2

### VALUTAZIONE DELL' INDICE I<sub>L</sub> DEL POTENZIALE DI LIQUEFAZIONE (IWASAKI 1982) (Riferimento Linee Guida AGI 2005; pagina 105)

- Metodo di valutazione degli effetti di liquefazione basato su  $F_{slq}$  e la profondità.
- \* Fattore di sicurezza per liquefazione come sopra
  - \* Profondità

INDICE I <sub>L</sub> DEL POTENZIALE DI LIQUEFAZIONE		POTENZIALE DI ROTTURA	
senza correzione per strati sottili	con correzione per strati sottili		
0.5	0.0	IL ≤ 2	BASSO
		2 < IL ≤ 5	MODERATO
		5 < IL ≤ 15	ELEVATO
		IL > 15	ESTREMAMENTE ELEVATO

# VERIFICHE ALLA FLUIDIFICAZIONE SECONDO JEFFERIES CON $\psi$ : METODO ROBERTSON 2010

Comune Faenza  
 Via Convertite  
 Localita' Stabilimento CAVIRO  
 Committente ENOMONDO  
 Data 18-ago-20

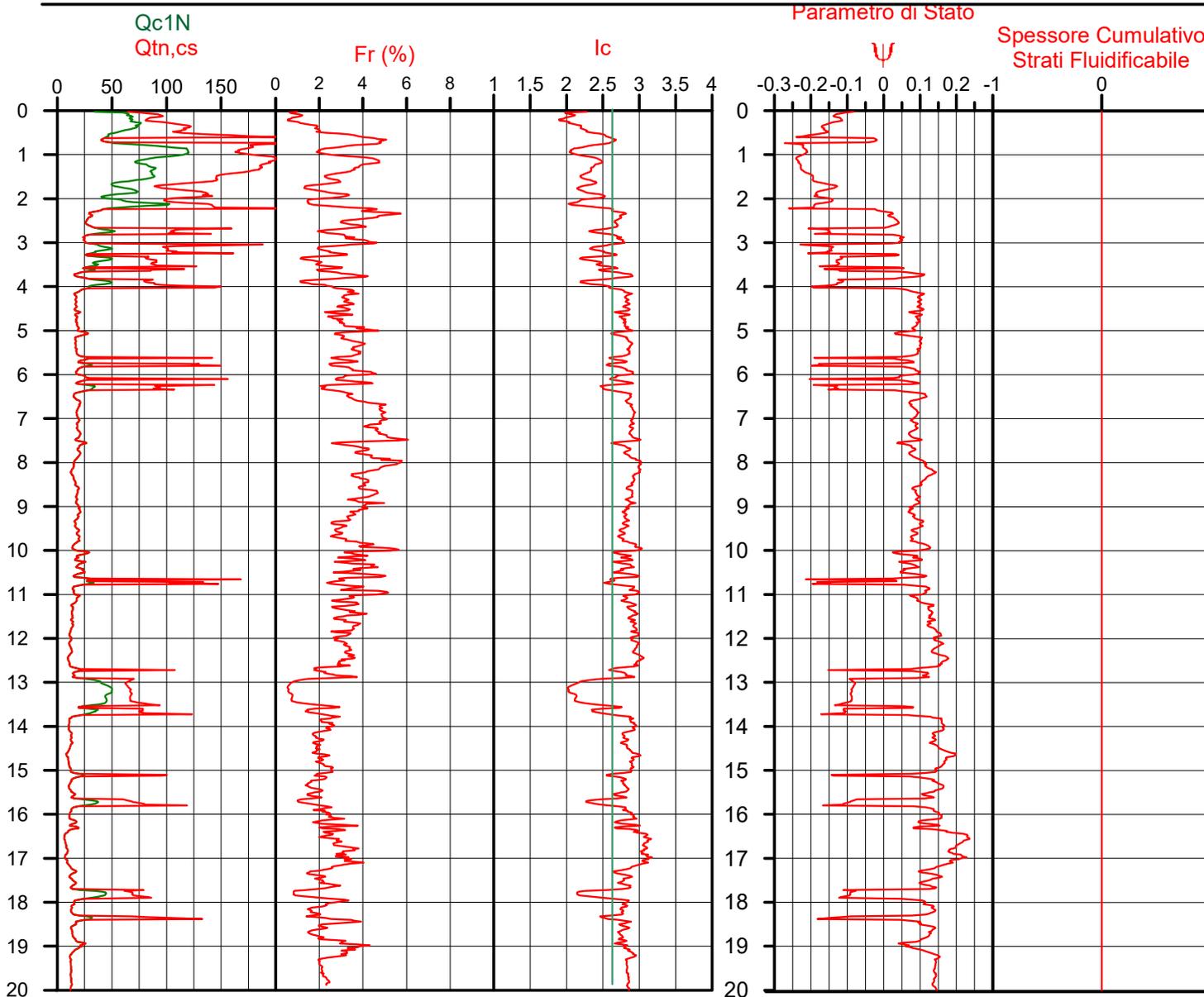
CPT 10  
 Falda presunta 2 metri



Società di  
 Geologia  
 Territoriale

S.G.T. sas

www.geo55.com



## PROCEDURA

### Stima del parametro di stato ( $\psi$ ) - P.K.Robertson (2010)

Il parametro  $\psi$  è definito come la differenza tra l'indice dei vuoti ( $e$ ) in sito e lo stato critico dell'indice dei vuoti per quel deposito ( $e_{cs}$ ). La determinazione in sito di tale parametro permette di valutare il comportamento dilatativo o contrattivo di un determinato deposito sottoposto a sforzo ciclico (Been and Jeffries, 1985).

$$\psi = 0.485 - 0.314 \log Q_{tn,cs}$$

Dove:

$Q_{tn,cs}$  = resistenza penetrometrica della prova CPTU normalizzata ( $Q_{tn}$ ) equivalente per sabbie pulite (Robertson & Wride, 1998)

$$Q_{tn,cs} = Kc * Q_{tn}$$

dove Kc dipende dall'indice di comportamento  $lc$ ;

se  $lc \leq 1.64$  allora  $Kc = 1$

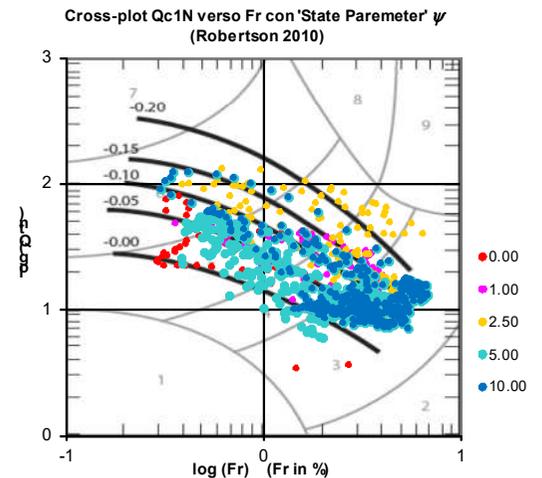
se  $lc > 1.64$  allora  $Kc = 5.581 * lc^3 - 0.403 * lc^4 - 21.63 * lc^2 + 33.75 * lc - 17.88$

### Stima del potenziale di fluidificazione - (Shuttle & Cunning, 2008)

Il comportamento del deposito contrattivo (soggetto a fluidificazione) o dilatante (soggetto a mobilità ciclica o liq. Ciclica) è funzione del valore di  $\psi$ .

per  $\psi < -0.05$  si hanno fenomeni di mobilità ciclica o liquefazione ciclica.

per  $\psi > -0.05$  si hanno fenomeni di fluidificazione.

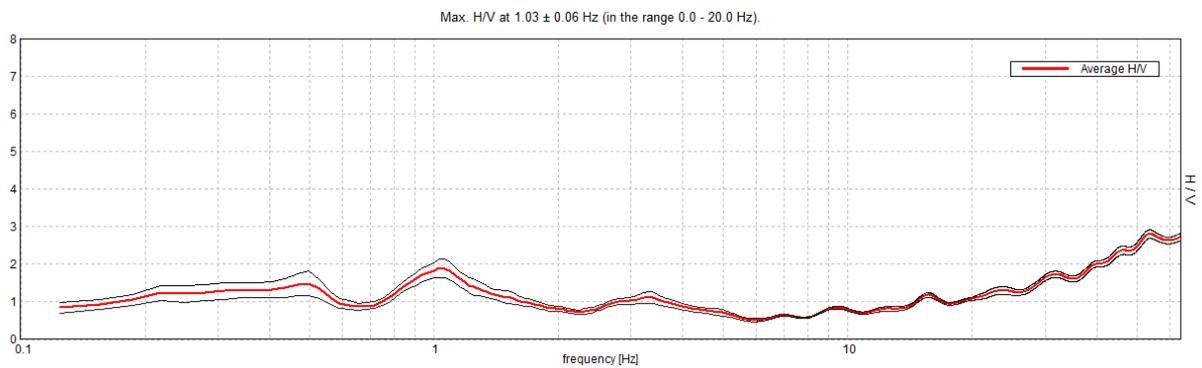


## FAENZA VIA CONVERTITE - NUOVA URBANIZZAZIONE ENOMONDO T1

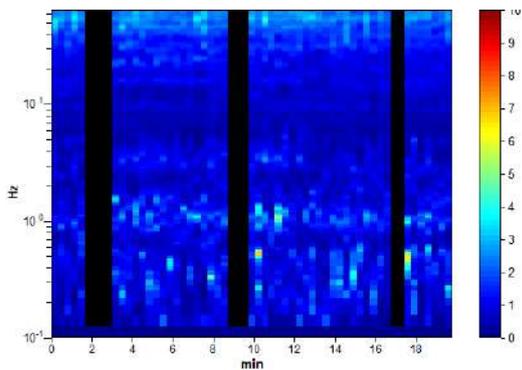
Instrument: TEN-0017/01-07  
 Data format: 16 byte  
 Full scale [mV]: 51  
 Start recording: 26/08/20 19:10:01 End recording: 26/08/20 19:29:55  
 Channel labels: NORTH SOUTH; EAST WEST ; UP DOWN  
 GPS data not available

Trace length: 0h19'48". Analyzed 85% trace (manual window selection)  
 Sampling rate: 128 Hz  
 Window size: 20 s  
 Smoothing type: Triangular window  
 Smoothing: 10%

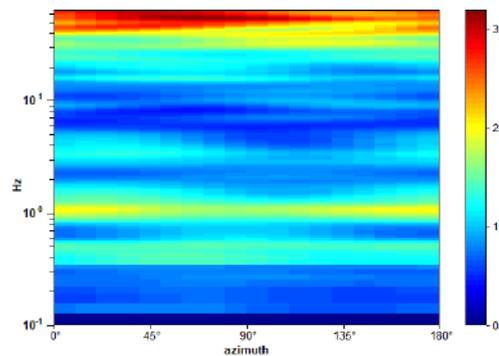
### HORIZONTAL TO VERTICAL SPECTRAL RATIO



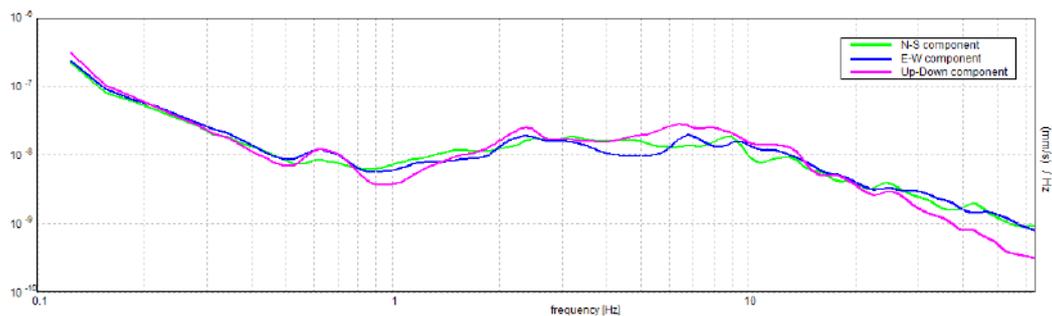
### H/V TIME HISTORY



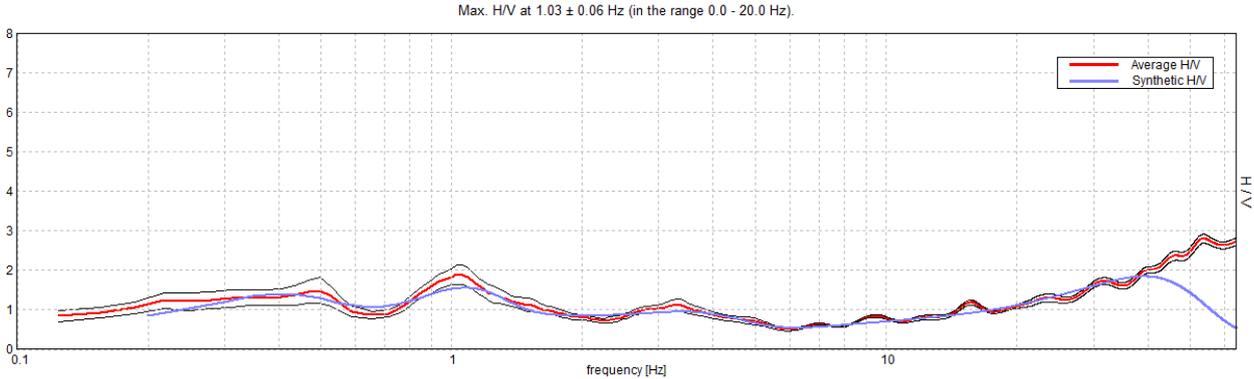
### DIRECTIONAL H/V



### SINGLE COMPONENT SPECTRA

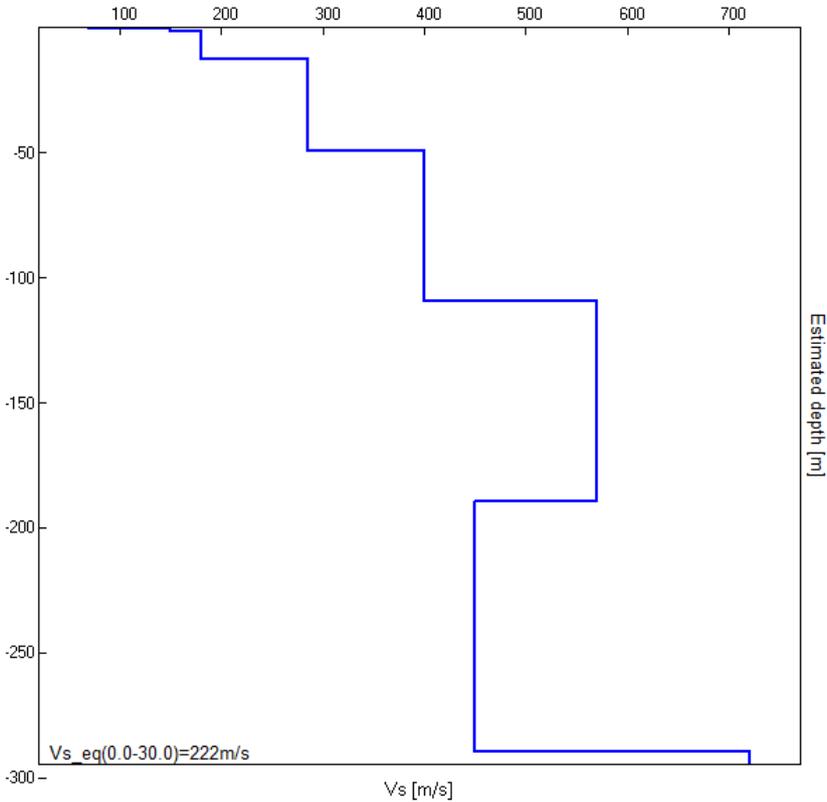


EXPERIMENTAL vs. SYNTHETIC H/V



Depth at the bottom of the layer [m]	Thickness [m]	Vs [m/s]	Poisson ratio
0.40	0.40	70	0.35
1.40	1.00	150	0.35
12.40	11.00	180	0.40
49.40	37.00	285	0.35
109.40	60.00	400	0.40
189.40	80.00	570	0.40
289.40	100.00	450	0.40
inf.	inf.	720	0.40

Vs\_eq(0.0-30.0)=222m/s



[According to the SESAME, 2005 guidelines. Please read carefully the *Grilla* manual before interpreting the following tables.]

**Max. H/V at 1.03 ± 0.06 Hz (in the range 0.0 - 20.0 Hz).**

**Criteria for a reliable H/V curve**  
[All 3 should be fulfilled]

$f_0 > 10 / L_w$	1.03 > 0.50	OK	
$n_c(f_0) > 200$	1031.3 > 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 50 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 $[f_0, 4f_0] \mid A_{H/V}(f^+) < A_0 / 2$	1.75 Hz	OK	
$A_0 > 2$	1.90 > 2		NO
$f_{\text{peak}}[A_{H/V}(f) \pm \sigma_A(f)] = f_0 \pm 5\%$	$ 0.05488  < 0.05$		NO
$\sigma_f < \varepsilon(f_0)$	0.0566 < 0.10313	OK	
$\sigma_A(f_0) < \theta(f_0)$	0.2432 < 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
$\sigma_f$	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  $\sigma_f$  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

**PROVE PENETROMETRICHE ESEGUITE SUL  
SITO ENOMONDO PER PROGETTO  
DI REALIZZAZIONE DI CAPANNONE E TETTOIA**

Comune  
Via  
Localita'  
Committente  
Data

Faenza  
Convertite  
Stabilimento CAVIRO  
Enomondo  
14/07/2020

Falda	2.40 m
Sigla della Punta	Tecnopenta 100707
Azzeramento	Inizio prova
Ultimo taratura guadagno	31-gen-2020
Ultimo taratura per deriva termica	31-gen-2020

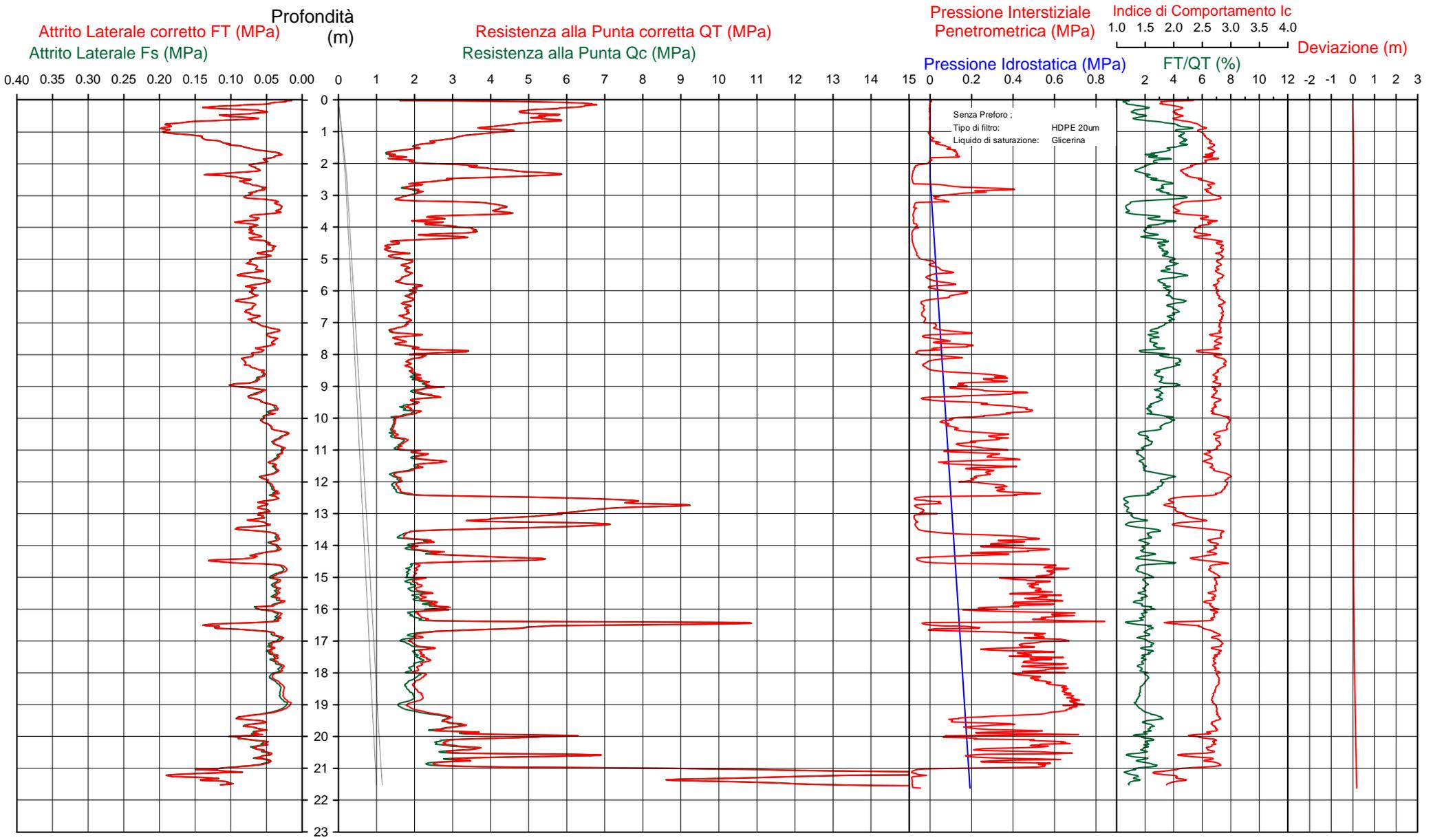


Società di  
Geologia  
Territoriale

S.G.T. sas  
di Van Zutphen Albert & C.  
www.geo55.com

# CPTU

## 1



CPTU

1

Data  
 Cantiere / Via  
 Località  
 Comune  
 Profondità falda idrica m.

14/07/2020  
 Convertite  
 Stabilimento CAVIRO  
 Faenza  
 2.40



**Società di  
 Geologia  
 Territoriale**

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

www.geo55.com

Vs21
174

qt	Qc1N	ft	FT/Qnet	lc	Litologia Idriss iterazione	H	Litologia grafica	Falda idrica	Addensamento (Sabbia)	Densità Relativa	Angolo Attrito φ'	Coesione non drenato Cu	OCR	Modulo Edometrico M	Velocità Vs
daN/cm <sup>2</sup>	Idriss & Boulanger 2004	daN/cm <sup>2</sup>	%	Idriss iterazione	basato su Fr vs Qc1N	m			Consistenza (Argilla)	Tatsuoka 1990	Kulhawy & Mayne 1990	Benassi	Marchi / SGT	Benassi	Robertson & Cabal 2009
										%		daN/cm <sup>2</sup>		daN/cm <sup>2</sup>	m/sec
46.1	78.3	0.29	0.7	1.92	sabbia-sabbia limosa	0.10	.....		Mediamente Addensata	58.9	46.8	.	.	142.8	158
62.3	105.8	0.99	1.6	2.01	sabbia-sabbia limosa	0.30	.....		Addensata	68.9	45.1	.	.	231.5	195
53.1	90.2	0.88	1.6	2.08	sabbia limosa-limo sabbioso	0.70	.....		Mediamente Addensata	63.6	42.2	.	.	199.1	187
39.8	67.7	1.77	4.5	2.49	limo argilloso-argilla limosa	1.20	=====		Semi solida (Molto duro)	.	.	1.58	57.58	229.0	210
23.7	40.2	1.08	4.6	2.65	limo argilloso-argilla limosa	1.50	=====		Solido-plastica (Duro)	.	.	1.19	23.47	136.0	179
16.8	28.5	0.48	2.9	2.63	limo argilloso-argilla limosa	2.00	=====		Plastica	.	.	0.95	12.51	95.1	147
42.5	62.6	0.83	2.0	2.26	sabbia limosa-limo sabbioso	2.50	.....		Mediamente Addensata	51.6	37.5	.	.	177.5	186
20.2	31.1	0.66	3.4	2.64	limo argilloso-argilla limosa	3.20	=====	H <sub>2</sub> O	Solido-plastica (Duro)	.	.	1.08	11.28	117.9	162
42.0	56.6	0.35	0.8	2.06	sabbia limosa-limo sabbioso	3.60	.....		Mediamente Addensata	48.2	36.9	.	.	133.3	164
25.7	35.6	0.72	3.0	2.56	limo argilloso-argilla limosa	4.00	=====		Solido-plastica (Duro)	.	.	1.25	10.09	148.4	174
34.6	45.5	0.72	2.1	2.38	sabbia limosa-limo sabbioso	4.20	.....		Mediamente Addensata	41.0	35.8	.	.	150.1	182
26.7	35.3	0.66	2.7	2.53	limo argilloso-argilla limosa	4.40	=====		Solido-plastica (Duro)	.	.	1.28	9.03	138.2	174
14.1	19.1	0.47	3.6	2.82	limo argilloso-argilla limosa	4.90	=====		Plastica	.	.	0.84	4.90	82.0	150
18.1	21.9	0.69	4.0	2.80	limo argilloso-argilla limosa	7.10	=====		Plastica	.	.	1.00	4.09	104.8	168
14.8	16.5	0.39	2.9	2.81	limo argilloso-argilla limosa	7.30	=====		Plastica	.	.	0.87	3.70	83.4	150
17.6	19.1	0.45	2.8	2.75	limo argilloso-argilla limosa	7.80	=====		Plastica	.	.	0.98	4.44	94.5	158
25.0	26.4	0.65	2.9	2.65	limo argilloso-argilla limosa	8.10	=====		Solido-plastica (Duro)	.	.	1.23	6.01	142.8	179
18.9	19.5	0.71	4.1	2.84	limo argilloso-argilla limosa	8.60	=====		Plastica	.	.	1.03	3.99	109.2	174
22.6	22.5	0.68	3.2	2.73	limo argilloso-argilla limosa	9.40	=====		Solido-plastica (Duro)	.	.	1.16	4.10	131.7	178
19.0	18.2	0.45	2.7	2.75	limo argilloso-argilla limosa	10.00	=====		Plastica	.	.	1.04	3.68	99.1	164



CPTU

1

Data  
 Cantiere / Via  
 Località  
 Comune  
 Profondità falda idrica m.

14/07/2020  
 Convertite  
 Stabilimento CAVIRO  
 Faenza  
 2.40



**Società di  
 Geologia  
 Territoriale**

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

www.geo55.com

Vs21  
 174

qt	Qc1N Idriss & Boulanger 2004 daN/cm <sup>2</sup>	ft	FT/Qnet %	lc	Litologia Idriss iterazione basato su Fr vs Qc1N m	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/cm <sup>2</sup>	OCR Marchi / SGT	Modulo Edometrico M Benassi daN/cm <sup>2</sup>	Velocità Vs Robertson & Cabal 2009 m/sec
32.5	21.1	0.63	2.2	2.66	limo argilloso-argilla limosa		=====		Semi solida (Molto duro)	.	.	1.42	3.99	144.2	199
33.2	21.3	0.59	2.0	2.63	limo argilloso-argilla limosa		=====		Semi solida (Molto duro)	.	.	1.44	3.56	137.7	198
55.4	38.4	0.46	1.0	2.25	sabbia limosa-limo sabbioso		=====		Mediamente Addensata	35.4	35.2	.	.	178.7	206
36.2	23.4	0.52	1.7	2.56	limo argilloso-argilla limosa		=====		Semi solida (Molto duro)	.	.	1.50	3.96	137.2	198
25.4	15.5	0.53	2.5	2.79	limo argilloso-argilla limosa		=====		Solida-plastica (Duro)	.	.	1.24	2.44	123.2	188
52.1	35.8	0.93	2.2	2.50	limo argilloso-argilla limosa		=====		Solida (Durissimo)	.	.	1.77	4.99	229.9	234
139.5	113.4	1.42	1.1	1.89	sabbia-sabbia limosa		=====		Addensata	71.1	39.6	.	.	461.3	265
91.7	67.4	1.29	1.5	2.15	sabbia limosa-limo sabbioso		=====		Mediamente Addensata	54.0	37.5	.	.	329.4	253
145.9	95.3	1.09	0.9	1.91	sabbia-sabbia limosa		=====		Addensata	65.4	39.7	.	.	468.0	271

Comune Faenza  
 Via Convertite  
 Localita' Stabilimento CAVIRO  
 Committente Enomondo  
 Data 14/07/2020

Numero prova 1  
 Quota falda 2.40

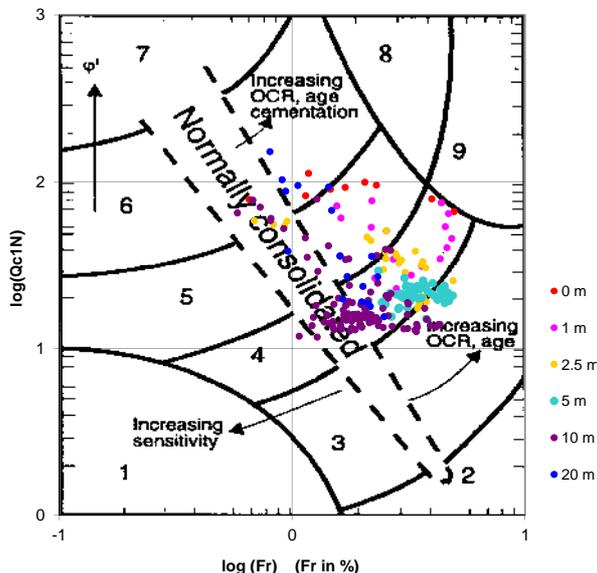


**Società di  
 Geologia  
 Territoriale**

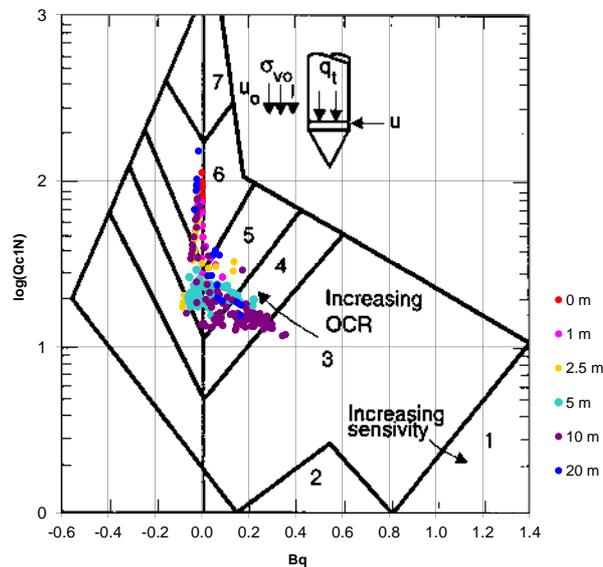
S.G.T. sas.  
 di Van Zutphen Albert & C.

www.geo55.com

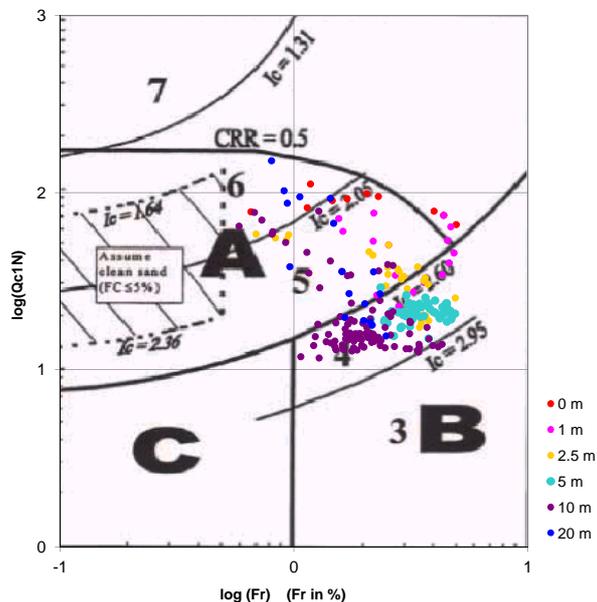
**Cross-plot Qc1N verso Fr  
 (Robertson 1990)**



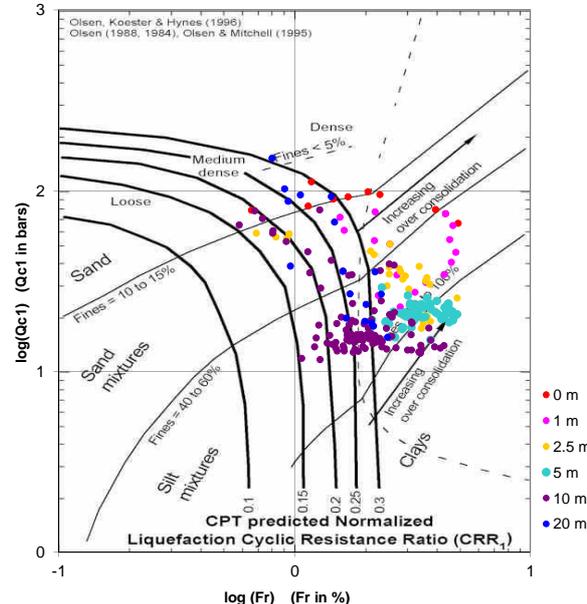
**Cross-plot Qc1N verso Bq  
 (Robertson 1990)**



**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  
Convertite  
Stabilimento CAVIRO  
Enomondo  
14-lug-20

Falda	2.00 m
Sigla della Punta	Tecnopenta 100707
Azzeramento	Inizio prova
Ultimo taratura guadagno	31-gen-2020
Ultimo taratura per deriva termica	31-gen-2020



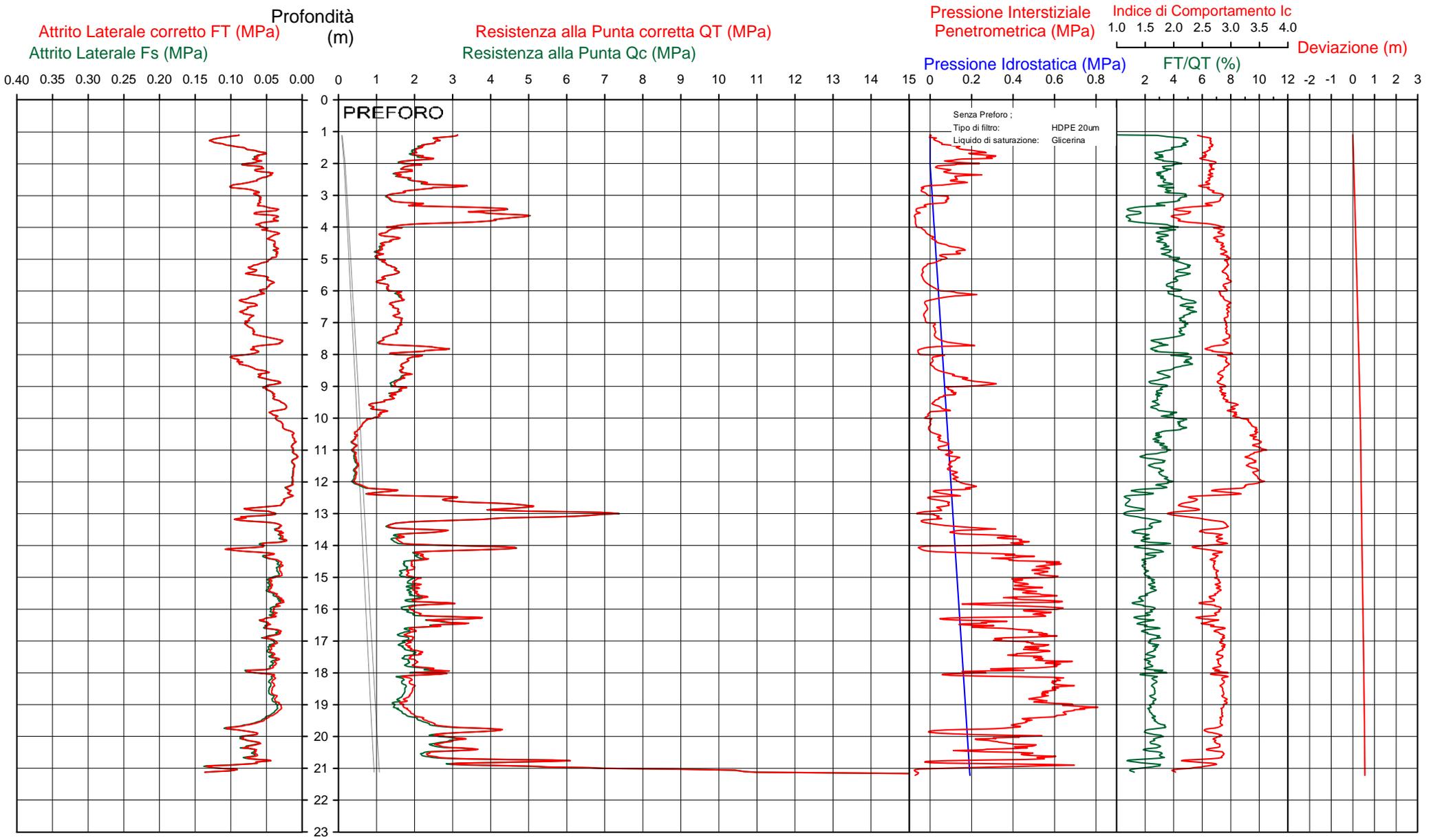
**Società di  
Geologia  
Territoriale**

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

www.geo55.com

# CPTU

## 2



Data  
 Cantiere / Via  
 Località  
 Comune  
 Profondità falda idrica m.

14 luglio 2020  
 Convertite  
 Stabilimento CAVIRO  
 Faenza  
 2.00



qt	Qc1N Idriss & Boulenger 2004 daN/cm <sup>2</sup>	ft	FT/Qnet %	lc	Litologia Idriss iterazione basato su Fr vs Qc1N Idriss iterazione	H m	Litologia grafica	Falda idrica	Addensamento (Sabbia) Consistenza (Argilla)	Densità Relativa Tatsuoka 1990 %	Angolo Attrito φ Kulhaway & Mayne 1990	Coesione non drenato Cu Benassi daN/cm <sup>2</sup>	OCR Marchi / SGT	Modulo Edometrico M Benassi daN/cm <sup>2</sup>	Velocità Vs Robertson & Cabal 2009 m/sec
25.3	43.0	1.10	4.4	2.62	limo argilloso-argilla limosa	1.50	[Lithology symbols]		Solido-plastica (Duro)	.	.	1.24	27.40	145.7	181
21.2	36.1	0.63	3.0	2.56	limo argilloso-argilla limosa	1.90	[Lithology symbols]		Solido-plastica (Duro)	.	.	1.11	14.96	125.6	160
17.6	29.9	0.59	3.4	2.65	limo argilloso-argilla limosa	2.50	[Lithology symbols]	H2O	Plastica	.	.	0.98	9.97	102.4	154
24.8	40.0	0.84	3.5	2.57	limo argilloso-argilla limosa	2.80	[Lithology symbols]		Solido-plastica (Duro)	.	.	1.22	11.05	144.1	173
16.1	26.5	0.62	4.1	2.75	limo argilloso-argilla limosa	3.30	[Lithology symbols]		Plastica	.	.	0.93	8.83	92.8	154
38.5	53.9	0.47	1.4	2.19	sabbia limosa-limo sabbioso	3.90	[Lithology symbols]		Mediamente Addensata	46.6	36.7	.	.	135.5	169
12.4	18.5	0.42	3.6	2.84	limo argilloso-argilla limosa	5.00	[Lithology symbols]		Plastica	.	.	0.77	5.53	72.1	141
13.8	19.0	0.65	5.0	2.91	limo argilloso-argilla limosa	5.50	[Lithology symbols]		Plastica	.	.	0.83	3.79	78.9	156
11.5	15.6	0.50	4.7	2.96	argilla-argilla limosa	5.70	[Lithology symbols]		Plastica	.	.	0.73	3.67	66.1	146
15.1	18.7	0.68	4.9	2.91	limo argilloso-argilla limosa	7.30	[Lithology symbols]		Plastica	.	.	0.88	3.07	86.1	162
13.4	15.7	0.57	4.7	2.96	argilla-argilla limosa	7.50	[Lithology symbols]		Plastica	.	.	0.82	3.58	77.1	156
11.7	13.6	0.33	3.2	2.90	limo argilloso-argilla limosa	7.70	[Lithology symbols]		Plastica	.	.	0.74	2.77	68.5	140
17.2	18.5	0.59	3.8	2.84	limo argilloso-argilla limosa	9.50	[Lithology symbols]		Plastica	.	.	0.97	5.12	99.7	163
8.9	9.0	0.23	3.3	3.06	argilla-argilla limosa	9.70	[Lithology symbols]		Molle-plastica (Soffice)	.	.	0.59	1.71	51.7	128
10.8	10.8	0.38	4.3	3.06	argilla-argilla limosa	10.00	[Lithology symbols]		Plastica	.	.	0.69	2.24	62.5	144
6.3	6.1	0.28	6.4	3.37	argilla-argilla limosa	10.40	[Lithology symbols]		Molle-plastica (Soffice)	.	.	0.45	1.41	44.2	121
4.5	4.2	0.12	4.9	3.43	argilla-argilla limosa		[Lithology symbols]		Fluido-plastica (Molto Soffice)	.	.	0.33	0.77	29.6	95

CPTU

2

Data  
 Cantiere / Via  
 Località  
 Comune  
 Profondità falda idrica m.

14 luglio 2020  
 Convertite  
 Stabilimento CAVIRO  
 Faenza  
 2.00



**Società di  
 Geologia  
 Territoriale**

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

www.geo55.com

Vs 1 - 21  
 154

qt	Qc1N Idriss & Boulanger 2004	ft	FT/Qnet	lc	Litologia Idriss iterazione 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	OCR Marchi / SGT	Modulo Edometrico M Benassi	Velocità Vs Robertson & Cabal 2009
daN/cm <sup>2</sup>	daN/cm <sup>2</sup>	%		Idriss iterazione					%			daN/cm <sup>2</sup>		daN/cm <sup>2</sup>	m/sec
						12.10	=====								
9.9	8.8	0.19	2.8	3.02	argilla-argilla limosa	12.40	=====					0.65	1.16	54.1	126
24.7	22.3	0.16	0.8	2.41	limo argilloso-argilla limosa	12.50	=====					1.22	4.02	77.6	151
33.6	30.4	0.26	0.8	2.30	sabbia limosa-limo sabbioso	12.70	=====		27.7	34.0				106.6	165
46.4	42.2	0.57	1.3	2.27	sabbia limosa-limo sabbioso	12.90	=====		38.5	35.5				161.6	193
64.6	59.0	0.51	0.8	2.04	sabbia-sabbia limosa	13.10	=====		49.6	37.1				204.8	198
30.4	26.8	0.73	2.8	2.66	limo argilloso-argilla limosa	13.30	=====					1.37	6.24	165.0	190
18.4	15.5	0.33	2.2	2.76	limo argilloso-argilla limosa	14.00	=====					1.02	2.02	81.0	156
43.6	37.6	0.73	1.8	2.39	sabbia limosa-limo sabbioso	14.10	=====		34.7	35.0				168.6	202
24.0	19.9	0.55	2.5	2.71	limo argilloso-argilla limosa	14.50	=====					1.20	4.48	118.5	177
20.4	16.0	0.36	2.1	2.73	limo argilloso-argilla limosa	16.10	=====					1.08	2.60	86.2	164
26.9	20.6	0.47	2.1	2.65	limo argilloso-argilla limosa	16.60	=====					1.28	2.73	113.4	179
20.3	14.7	0.42	2.4	2.81	limo argilloso-argilla limosa	18.10	=====					1.08	2.38	97.6	169
18.5	12.5	0.37	2.5	2.87	limo argilloso-argilla limosa	19.30	=====					1.02	2.04	89.2	165
23.7	16.0	0.60	2.9	2.83	limo argilloso-argilla limosa	19.70	=====					1.19	2.23	134.6	185
30.0	20.2	0.73	2.8	2.74	limo argilloso-argilla limosa	20.70	=====					1.37	4.12	164.7	200
53.0	37.5	0.54	1.1	2.28	sabbia limosa-limo sabbioso	20.80	=====		34.6	35.1				176.1	205
45.8	31.9	1.02	2.5	2.56	limo argilloso-argilla limosa	21.00	=====					1.68	3.40	223.7	222
123.1	81.8	1.19	1.2	2.02	sabbia-sabbia limosa		=====		60.4	39.1				413.3	268

Comune Faenza  
 Via Convertite  
 Localita' Stabilimento CAVIRO  
 Committente Enomondo  
 Data 14-lug-20

Numero prova 2  
 Quota falda 2.00

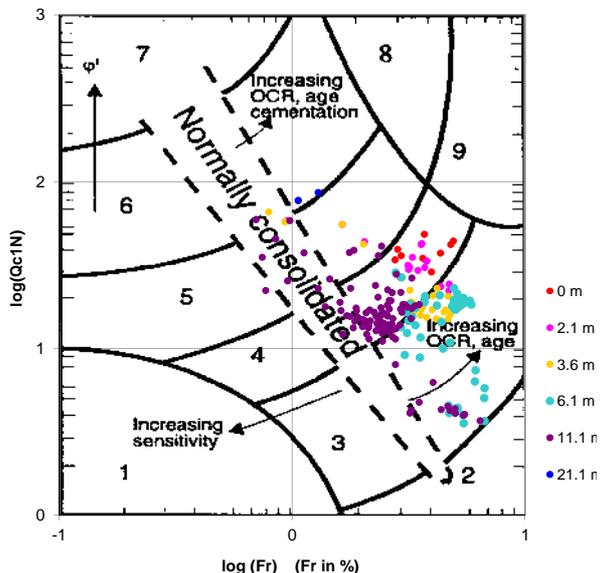


**Società di  
 Geologia  
 Territoriale**

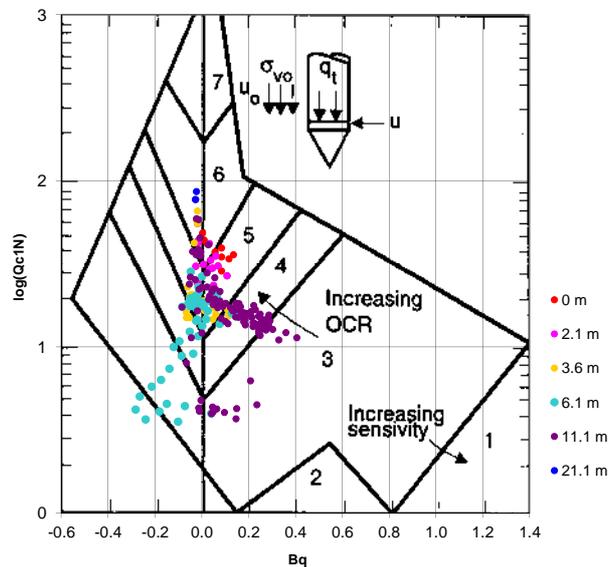
S.G.T. sas.  
 di Van Zutphen Albert & C.

www.geo55.com

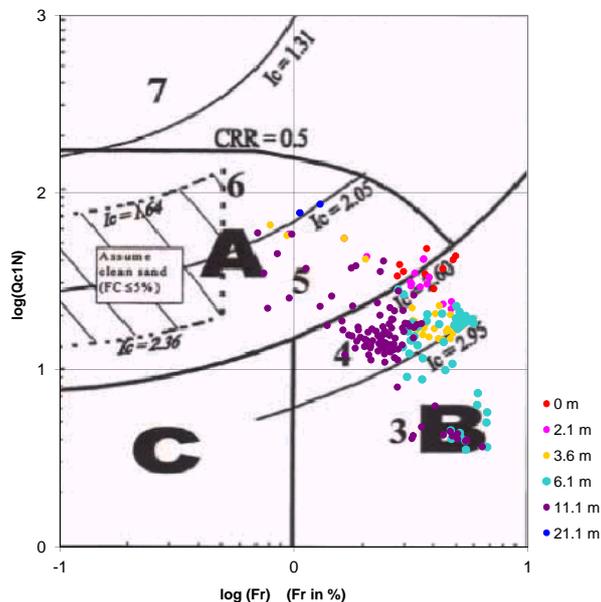
**Cross-plot Qc1N verso Fr  
 (Robertson 1990)**



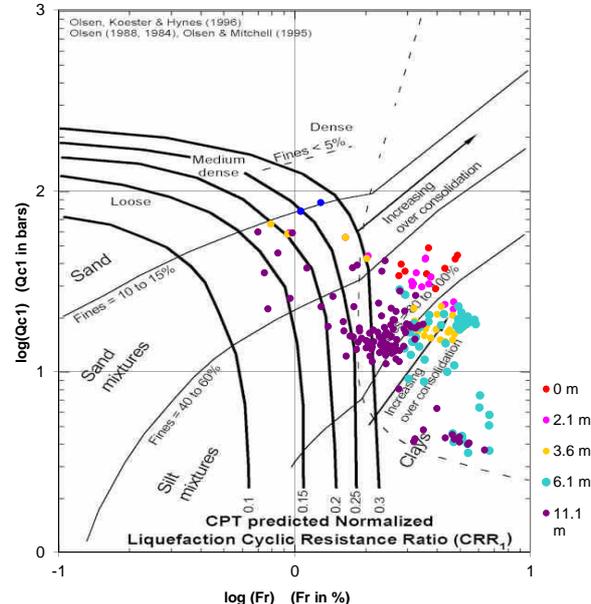
**Cross-plot Qc1N verso Bq  
 (Robertson 1990)**



**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  
Convertite  
Stabilimento CAVIRO  
Enomondo  
14-lug-20

Falda

foro chiuso e asciutto a 2.80m

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

Tecnopenta 100707  
Inizio prova  
31-gen-2020  
31-gen-2020



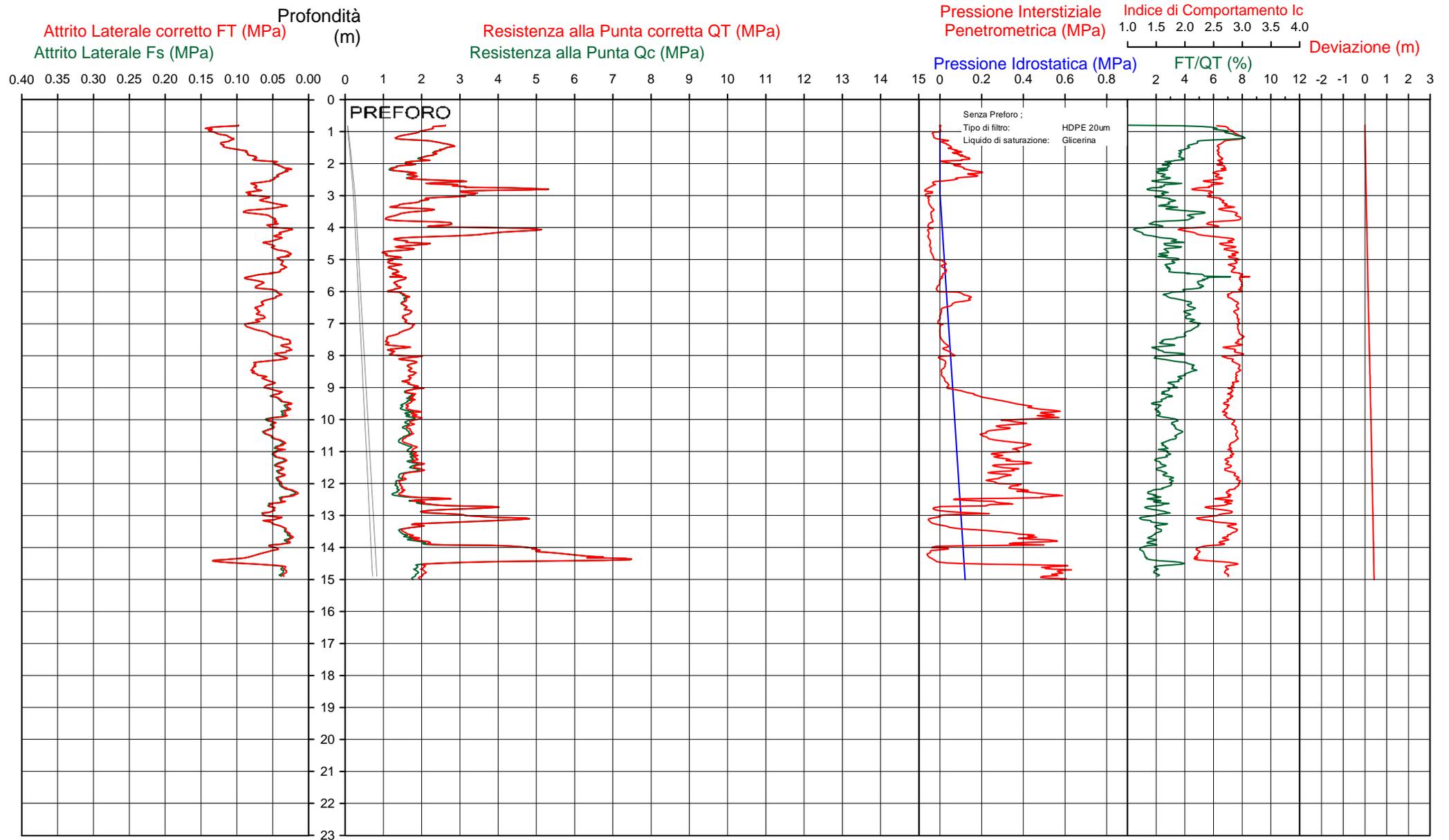
Società di  
Geologia  
Territoriale

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

www.geo55.com

# CPTU

## 3



Data  
 Cantiere / Via  
 Località  
 Comune  
 Profondità falda idrica m.

14 luglio 2020  
 Convertite  
 Stabilimento CAVIRO  
 Faenza  
 2.90 foro chiuso e asciutto a 2.80m



qt	Qc1N Idriss & Boulanger 2004	ft	FT/Qnet	lc	Litologia Idriss iterazione 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/cm <sup>2</sup>	daN/cm <sup>2</sup>	daN/cm <sup>2</sup>	%	Idriss iterazione		m				%		daN/cm <sup>2</sup>		daN/cm <sup>2</sup>	m/sec
22.2	37.8	1.32	6.0	2.75	limo argilloso-argilla limosa	1.00	[Schematico]		Solido-plastica (Duro)	.	.	1.15	32.70	125.0	185
16.5	28.0	1.15	7.2	2.90	limo argilloso-argilla limosa	1.30	[Schematico]		Plastica	.	.	0.94	18.81	90.5	175
24.1	41.0	0.96	4.0	2.60	limo argilloso-argilla limosa	1.90	[Schematico]		Solido-plastica (Duro)	.	.	1.20	19.46	139.6	175
16.3	27.7	0.45	2.8	2.63	limo argilloso-argilla limosa	2.10	[Schematico]		Plastica	.	.	0.93	10.37	89.8	146
12.4	21.1	0.29	2.4	2.68	limo argilloso-argilla limosa	2.20	[Schematico]		Plastica	.	.	0.77	7.12	59.6	131
17.3	28.9	0.41	2.4	2.57	limo argilloso-argilla limosa	2.50	[Schematico]		Plastica	.	.	0.98	8.58	82.1	144
27.1	40.7	0.68	2.6	2.47	limo argilloso-argilla limosa	2.70	[Schematico]		Solido-plastica (Duro)	.	.	1.29	13.37	138.5	171
36.5	50.6	0.77	2.2	2.36	sabbia limosa-limo sabbioso	3.00	[Schematico]	H2O	Mediamente Addensata	44.5	36.3	.	.	163.3	184
22.7	32.4	0.61	2.9	2.58	limo argilloso-argilla limosa	3.20	[Schematico]		Solido-plastica (Duro)	.	.	1.16	10.32	125.8	166
15.1	21.7	0.57	4.0	2.81	limo argilloso-argilla limosa	3.80	[Schematico]		Plastica	.	.	0.89	5.98	87.5	154
26.7	35.4	0.50	2.0	2.44	limo argilloso-argilla limosa	4.00	[Schematico]		Solido-plastica (Duro)	.	.	1.28	9.57	110.0	166
44.4	55.5	0.33	0.8	2.05	sabbia-sabbia limosa	4.20	[Schematico]		Mediamente Addensata	47.5	36.8	.	.	139.6	167
27.4	35.3	0.44	1.7	2.42	limo argilloso-argilla limosa	4.30	[Schematico]		Solido-plastica (Duro)	.	.	1.30	9.24	105.6	165
13.6	17.7	0.41	3.2	2.82	limo argilloso-argilla limosa	5.40	[Schematico]		Plastica	.	.	0.82	4.24	79.7	146
13.6	16.5	0.68	5.4	2.98	argilla-argilla limosa	6.00	[Schematico]		Plastica	.	.	0.82	3.63	77.0	161
16.0	18.1	0.65	4.4	2.89	limo argilloso-argilla limosa	7.30	[Schematico]		Plastica	.	.	0.92	3.73	92.0	165
11.9	12.9	0.44	4.1	2.99	argilla-argilla limosa	7.50	[Schematico]		Plastica	.	.	0.74	2.91	68.6	149
12.5	13.2	0.32	2.9	2.89	limo argilloso-argilla limosa	8.00	[Schematico]		Plastica	.	.	0.77	2.41	70.7	143
17.2	17.6	0.65	4.1	2.88	limo argilloso-argilla limosa	8.60	[Schematico]		Plastica	.	.	0.97	3.59	99.6	169
17.3	16.5	0.46	3.0	2.81	limo argilloso-argilla limosa	10.50	[Schematico]		Plastica	.	.	0.98	3.17	99.7	162
15.4	13.9	0.44	3.2	2.90	limo argilloso-argilla limosa	10.70	[Schematico]		Plastica	.	.	0.90	2.72	90.1	159
18.2	16.0	0.40	2.5	2.78	limo argilloso-argilla limosa		[Schematico]		Plastica	.	.	1.01	2.71	87.9	162

CPTU

3

Data  
 Cantiere / Via  
 Località  
 Comune  
 Profondità falda idrica m.

14 luglio 2020  
 Convertite  
 Stabilimento CAVIRO  
 Faenza  
 2.90 foro chiuso e asciutto a 2.80m



**Società di  
 Geologia  
 Territoriale**

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

www.geo55.com

Vs 0 - 15  
 162

qt	Qc1N Idriss & Boulenger 2004	ft	FT/Qnet	lc	Litologia Idriss iterazione 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/cm <sup>2</sup>	daN/cm <sup>2</sup>	daN/cm <sup>2</sup>	%	Idriss iterazione		m			%			daN/cm <sup>2</sup>		daN/cm <sup>2</sup>	m/sec
						11.70	=====								
14.9	12.4	0.32	2.5	2.86	limo argilloso-argilla limosa	12.40	=====	Plastica	.	.	0.88	2.34	72.4	151	
23.2	19.4	0.37	1.8	2.64	limo argilloso-argilla limosa	12.50	=====	Solido-plastica (Duro)	.	.	1.17	3.50	91.1	168	
21.6	17.8	0.45	2.3	2.73	limo argilloso-argilla limosa	12.70	=====	Solido-plastica (Duro)	.	.	1.12	2.87	99.9	170	
36.1	30.5	0.50	1.5	2.43	limo argilloso-argilla limosa	12.80	=====	Semi solida (Molto duro)	.	.	1.50	5.34	129.9	187	
24.9	20.5	0.57	2.6	2.71	limo argilloso-argilla limosa	13.00	=====	Solido-plastica (Duro)	.	.	1.23	3.16	124.7	181	
40.1	33.6	0.49	1.3	2.36	sabbia limosa-limo sabbioso	13.20	=====	Sciolta	31.0	34.5	.	.	139.8	190	
18.5	14.5	0.32	2.0	2.77	limo argilloso-argilla limosa	13.90	=====	Plastica	.	.	1.02	2.90	77.5	159	
55.6	46.1	0.69	1.3	2.25	sabbia limosa-limo sabbioso	14.40	=====	Mediamente Addensata	41.4	35.9	.	.	191.0	207	
23.5	18.0	0.52	2.4	2.74	limo argilloso-argilla limosa		=====	Solido-plastica (Duro)	.	.	1.19	4.66	111.0	175	

Comune Faenza  
 Via Convertite  
 Localita' Stabilimento CAVIRO  
 Committente Enomondo  
 Data 14-lug-20

Numero prova 3  
 Quota falda 2.90

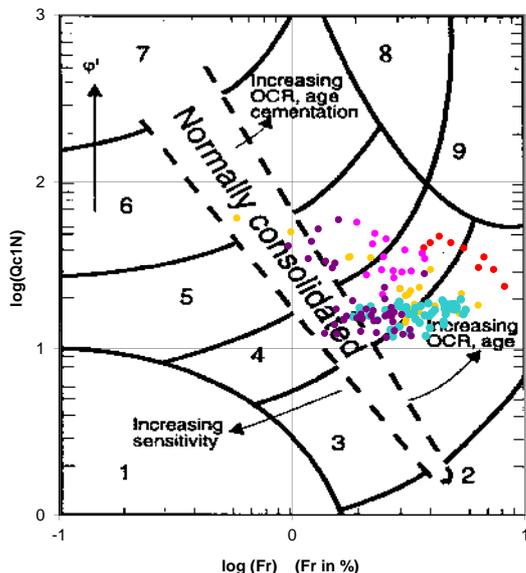


Società di  
 Geologia  
 Territoriale

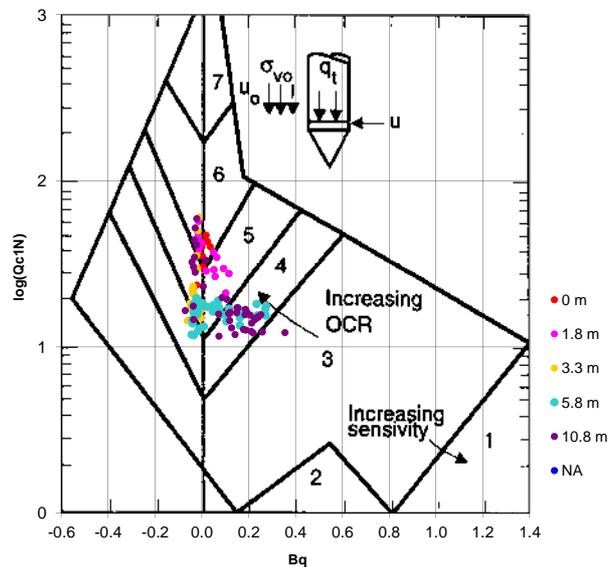
S.G.T. sas.  
 di Van Zutphen Albert & C.

www.geo55.com

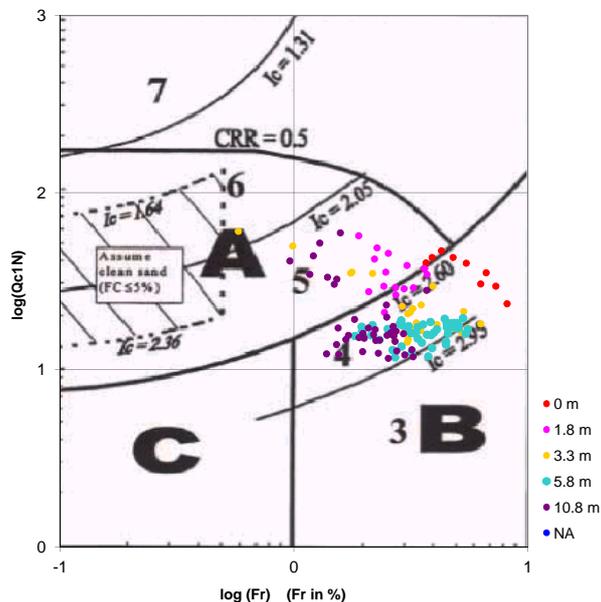
Cross-plot Qc1N verso Fr  
 (Robertson 1990)



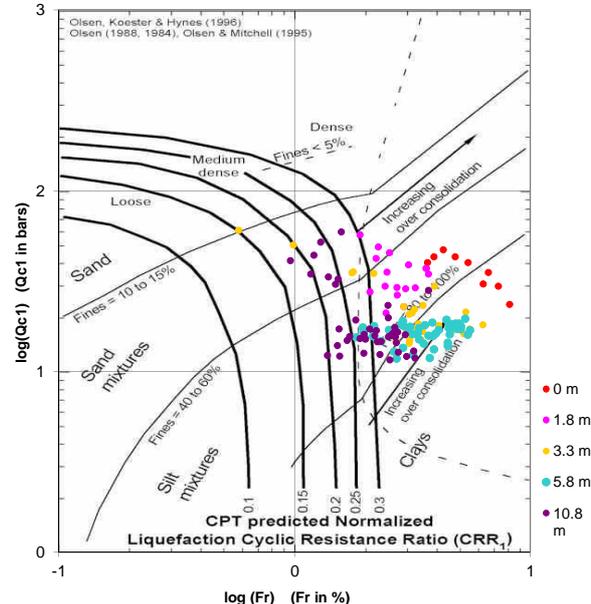
Cross-plot Qc1N verso Bq  
 (Robertson 1990)



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  
Convertite  
Stabilimento CAVIRO  
Enomondo  
15-lug-20

Falda	2.60 m
Sigla della Punta	Tecnopenta 100707
Azzeramento	Inizio prova
Ultimo taratura guadagno	31-gen-2020
Ultimo taratura per deriva termica	31-gen-2020

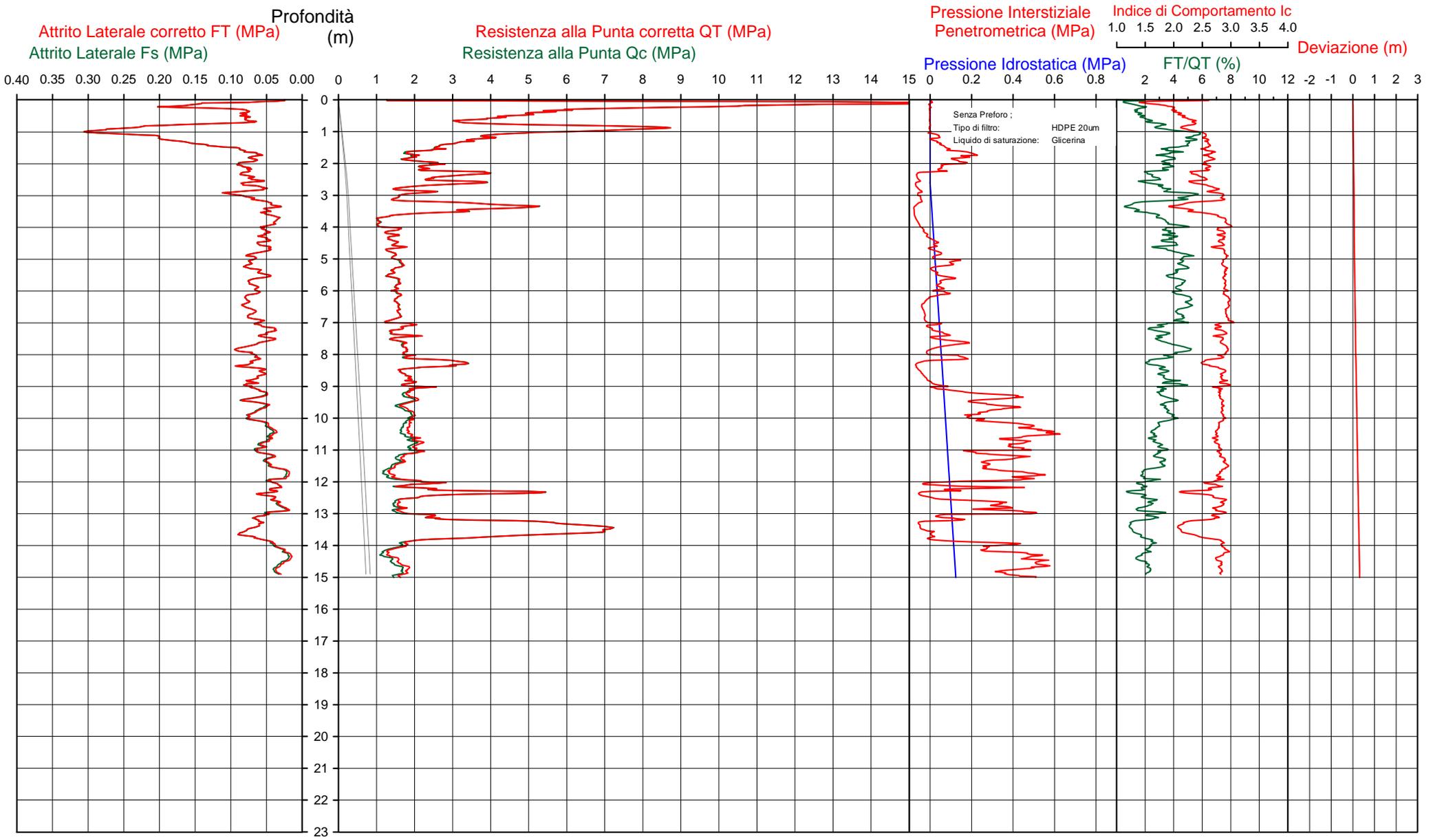


Società di  
Geologia  
Territoriale

S.G.T. sas  
di Van Zutphen Albert & C.  
www.geo55.com

# CPTU

## 4



Data  
 Cantiere / Via  
 Località  
 Comune  
 Profondità falda idrica m.

15 luglio 2020  
 Convertite  
 Stabilimento CAVIRO  
 Faenza  
 2.60



Vs15
169

qt	Qc1N Idriss & Boulanger 2004 daN/cm <sup>2</sup>	ft daN/cm <sup>2</sup>	FT/Qnet %	lc Idriss iterazio	Litologia Idriss iterazione 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 <sup>2</sup>	OCR Marchi / SGT	Modulo Edometrico M Benassi daN/cm <sup>2</sup>	Velocità Vs Robertson & Cabal 2009 m/sec
115.6	196.5	1.12	1.1	1.74	sabbia-sabbia limosa	0.20	.....		Molto addensata	89.3	49.5	.	.	380.8	224
66.5	113.0	1.08	1.6	2.01	sabbia-sabbia limosa	0.40	.....		Addensata	71.0	44.3	.	.	244.3	199
41.7	70.9	0.93	2.2	2.25	sabbia limosa-limo sabbioso	0.80	.....		Mediamente Addensata	55.7	40.5	.	.	187.3	185
75.9	124.3	2.61	3.5	2.23	sabbia limosa-limo sabbioso	1.00	.....		Addensata	74.2	42.4	.	.	441.7	247
45.5	77.3	2.64	5.8	2.54	terreni duri a grana fine	1.10			fortemente sovraconsolidato	.	.	1.68	50.09	256.5	233
35.1	59.6	1.81	5.2	2.57	limo argilloso-argilla limosa	1.40	.....		Semi solida (Molto duro)	.	.	1.48	36.34	199.9	208
22.3	37.6	0.80	3.7	2.60	limo argilloso-argilla limosa	2.20	.....		Solido-plastica (Duro)	.	.	1.15	17.05	129.4	167
33.7	50.7	0.80	2.5	2.39	sabbia limosa-limo sabbioso	2.40	.....		Mediamente Addensata	44.6	36.3	.	.	162.4	181
24.3	37.3	0.71	3.0	2.54	limo argilloso-argilla limosa	2.50	.....		Solido-plastica (Duro)	.	.	1.21	11.73	141.0	169
32.9	47.6	0.64	2.0	2.35	sabbia limosa-limo sabbioso	2.60	.....	H2O	Mediamente Addensata	42.5	36.0	.	.	137.6	175
19.5	28.9	0.74	4.1	2.72	limo argilloso-argilla limosa	3.20	.....		Plastica	.	.	1.05	12.30	112.5	166
40.4	53.6	0.44	1.2	2.16	sabbia limosa-limo sabbioso	3.50	.....		Mediamente Addensata	46.4	36.6	.	.	135.1	170
23.5	32.5	0.53	2.4	2.54	limo argilloso-argilla limosa	3.60	.....		Solido-plastica (Duro)	.	.	1.19	8.92	113.0	165
11.1	16.0	0.41	4.0	2.90	limo argilloso-argilla limosa	4.00	.....		Plastica	.	.	0.70	4.70	64.0	139
15.0	19.1	0.62	4.4	2.87	limo argilloso-argilla limosa	6.20	.....		Plastica	.	.	0.88	4.72	86.2	159
15.6	17.8	0.74	5.2	2.94	limo argilloso-argilla limosa	6.90	.....		Plastica	.	.	0.91	3.74	88.6	169
12.7	14.2	0.58	5.1	3.01	argilla-argilla limosa	7.00	.....		Plastica	.	.	0.78	3.03	72.6	157
17.0	18.2	0.60	3.9	2.85	limo argilloso-argilla limosa	8.10	.....		Plastica	.	.	0.96	4.33	98.4	166
28.7	29.3	0.73	2.8	2.60	limo argilloso-argilla limosa	8.40	.....		Solido-plastica (Duro)	.	.	1.33	5.27	153.6	187
19.1	17.9	0.58	3.4	2.82	limo argilloso-argilla limosa		.....		Plastica	.	.	1.04	3.17	111.3	171

Data  
 Cantiere / Via  
 Località  
 Comune  
 Profondità falda idrica m.

15 luglio 2020  
 Convertite  
 Stabilimento CAVIRO  
 Faenza  
 2.60



qt	Qc1N Idriss & Boulanger 2004	ft	FT/Qnet	lc	Litologia Idriss iterazione 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/cm <sup>2</sup>	daN/cm <sup>2</sup>	%		Idriss iterazione	m				%		daN/cm <sup>2</sup>		daN/cm <sup>2</sup>	m/sec	
						11.10	=====								
16.6	14.3	0.45	3.1	2.88	limo argilloso-argilla limosa	11.50	=====	Plastica	.	.	0.95	2.82	97.1	163	
14.1	11.9	0.24	2.0	2.83	limo argilloso-argilla limosa	11.90	=====	Plastica	.	.	0.85	2.26	58.2	143	
20.6	17.3	0.37	2.1	2.71	limo argilloso-argilla limosa	12.20	=====	Solido-plastica (Duro)	.	.	1.09	3.10	87.4	164	
31.7	27.0	0.41	1.6	2.48	limo argilloso-argilla limosa	12.30	=====	Semi solida (Molto duro)	.	.	1.40	4.79	116.0	180	
45.0	38.9	0.54	1.4	2.31	sabbia limosa-limo sabbioso	12.40	=====	Mediamente Addensata	35.9	35.2	.	.	158.0	196	
17.3	14.1	0.34	2.3	2.81	limo argilloso-argilla limosa	13.00	=====	Plastica	.	.	0.98	3.29	79.0	157	
26.0	21.1	0.60	2.6	2.70	limo argilloso-argilla limosa	13.20	=====	Solido-plastica (Duro)	.	.	1.26	3.48	131.3	185	
57.5	48.6	0.70	1.4	2.24	sabbia limosa-limo sabbioso	13.80	=====	Mediamente Addensata	43.2	36.2	.	.	201.4	209	
17.8	13.6	0.39	2.6	2.85	limo argilloso-argilla limosa	14.10	=====	Plastica	.	.	0.99	2.62	89.1	164	
13.1	9.7	0.21	2.0	2.91	limo argilloso-argilla limosa	14.30	=====	Plastica	.	.	0.80	1.76	54.5	141	
16.7	12.4	0.27	1.9	2.81	limo argilloso-argilla limosa		=====	Plastica	.	.	0.95	1.89	67.6	153	

Comune Faenza  
 Via Convertite  
 Localita' Stabilimento CAVIRO  
 Committente Enomondo  
 Data 15-lug-20

Numero prova 4  
 Quota falda 2.60

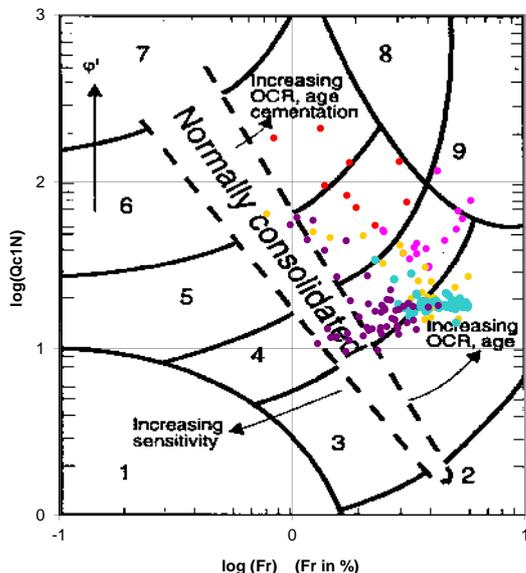


Società di  
 Geologia  
 Territoriale

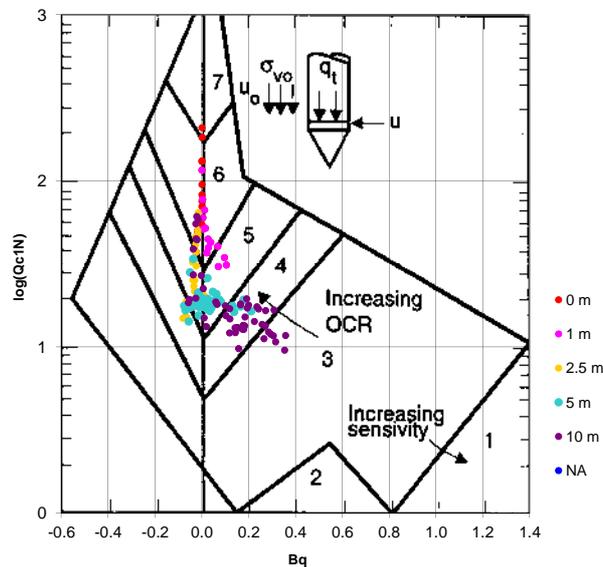
S.G.T. sas.  
 di Van Zutphen Albert & C.

www.geo55.com

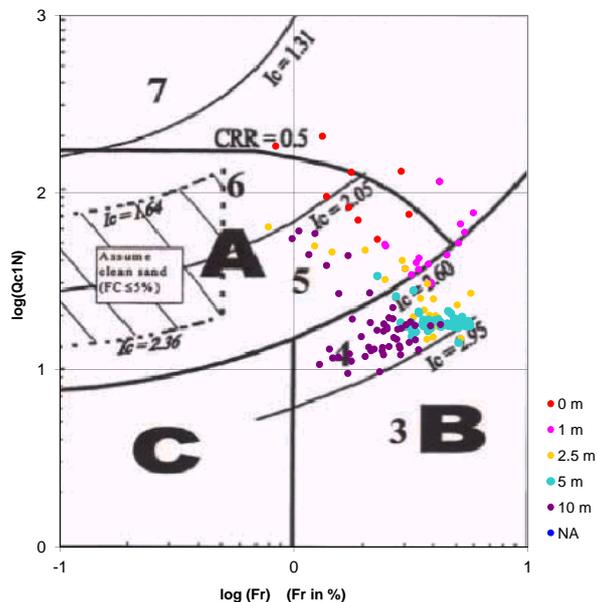
Cross-plot Qc1N verso Fr  
 (Robertson 1990)



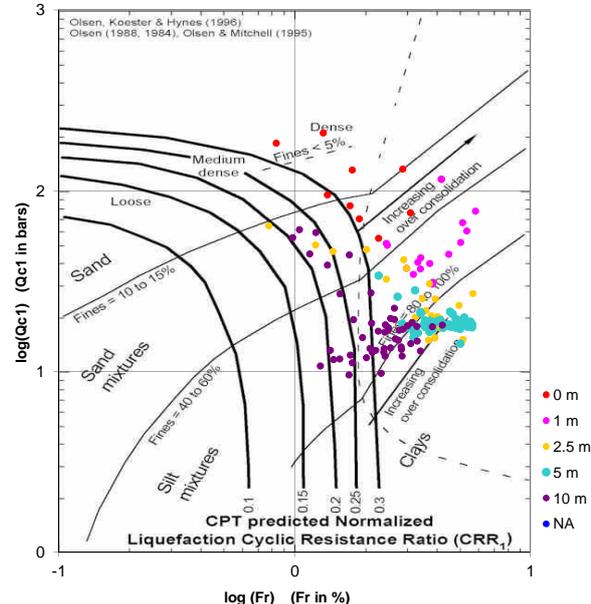
Cross-plot Qc1N verso Bq  
 (Robertson 1990)



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  
Convertite  
Stabilimento CAVIRO  
Enomondo  
15-lug-20

Falda	3.20 m
Sigla della Punta	Tecnopenta 100707
Azzeramento	Inizio prova
Ultimo taratura guadagno	31-gen-2020
Ultimo taratura per deriva termica	31-gen-2020

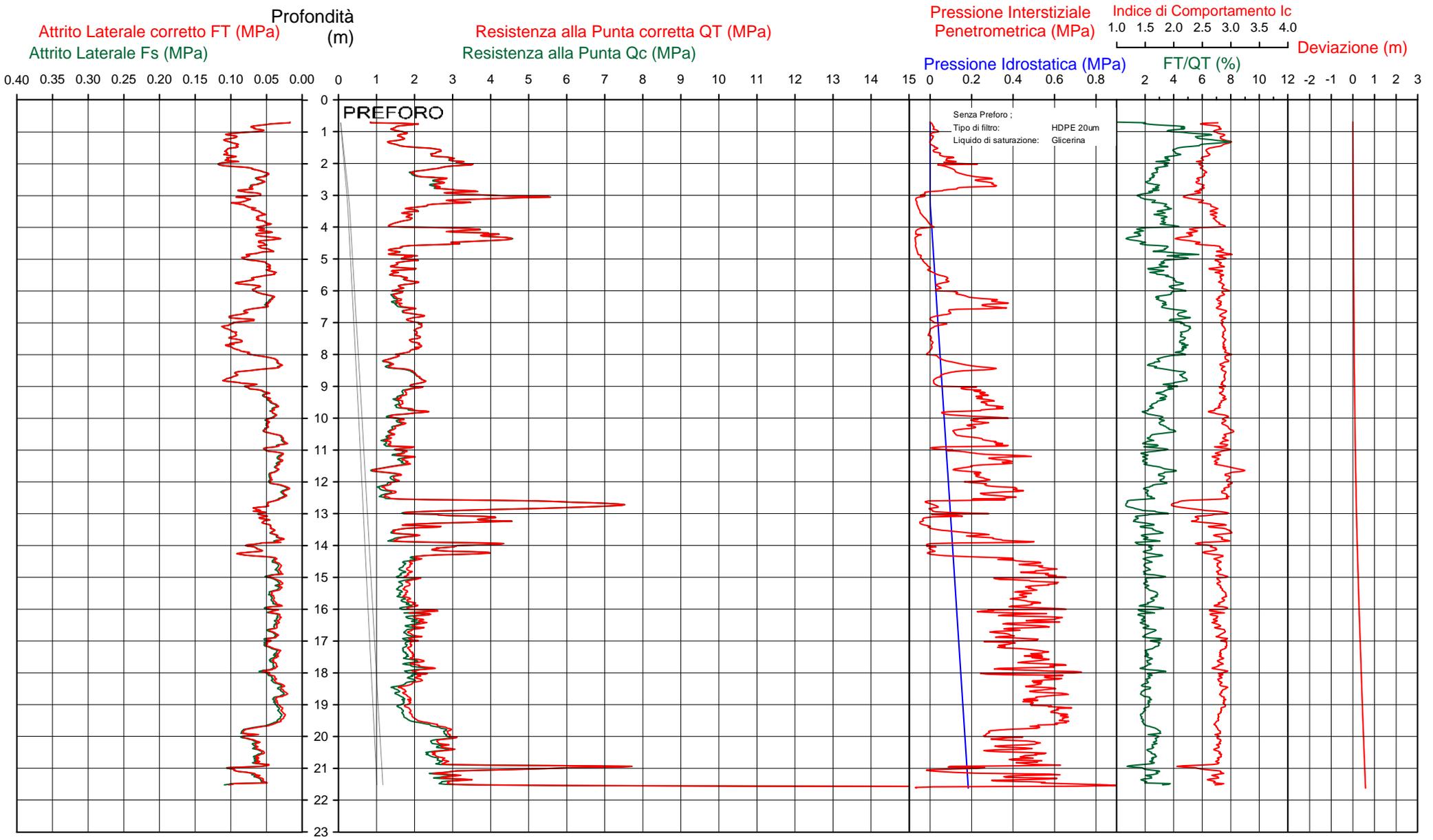


Società di  
Geologia  
Territoriale

S.G.T. sas  
di Van Zutphen Albert & C.  
www.geo55.com

# CPTU

## 5



CPTU

5

Data  
 Cantiere / Via  
 Località  
 Comune  
 Profondità falda idrica m.

15 luglio 2020  
 Convertite  
 Stabilimento CAVIRO  
 Faenza  
 3.20



**Società di  
 Geologia  
 Territoriale**

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

www.geo55.com

Vs 0 - 21  
 171

qt	Qc1N Idriss & Boulanger 2004	ft	FT/Qnet	lc	Litologia Idriss iterazione 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 m/sec
daN/cm <sup>2</sup>	daN/cm <sup>2</sup>	%	%	Idriss iterazione	m				%		daN/cm <sup>2</sup>	daN/cm <sup>2</sup>	daN/cm <sup>2</sup>		
16.0	27.2	0.82	5.2	2.80	limo argilloso-argilla limosa	1.50			Plastica	.	.	0.92	18.96	91.0	161
28.5	47.9	1.05	3.8	2.53	limo argilloso-argilla limosa	2.10			Solido-plastica (Duro)	.	.	1.33	17.83	165.5	182
25.6	39.3	0.63	2.5	2.48	limo argilloso-argilla limosa	2.90			Solido-plastica (Duro)	.	.	1.25	12.67	126.5	166
41.0	54.5	0.71	1.8	2.28	sabbia limosa-limo sabbioso	3.10			Mediamente Addensata	47.0	36.7	.	.	161.1	185
27.0	36.3	0.81	3.2	2.57	limo argilloso-argilla limosa	3.40		H2O	Solido-plastica (Duro)	.	.	1.29	11.96	157.7	180
17.3	23.4	0.58	3.5	2.75	limo argilloso-argilla limosa	4.00			Plastica	.	.	0.97	6.94	100.7	160
34.9	42.8	0.53	1.7	2.33	sabbia limosa-limo sabbioso	4.60			Mediamente Addensata	39.0	35.5	.	.	132.2	175
14.9	18.8	0.51	3.6	2.83	limo argilloso-argilla limosa	4.80			Plastica	.	.	0.88	4.62	86.8	155
16.8	20.2	0.62	3.9	2.82	limo argilloso-argilla limosa	5.80			Plastica	.	.	0.96	4.46	97.6	164
15.8	17.9	0.53	3.6	2.84	limo argilloso-argilla limosa	6.50			Plastica	.	.	0.92	4.09	92.1	160
20.2	21.2	0.92	4.8	2.87	limo argilloso-argilla limosa	7.90			Solido-plastica (Duro)	.	.	1.08	4.29	115.5	184
14.5	14.4	0.46	3.5	2.90	limo argilloso-argilla limosa	8.40			Plastica	.	.	0.86	3.44	84.3	156
18.2	16.9	0.59	3.5	2.85	limo argilloso-argilla limosa	10.30			Plastica	.	.	1.01	3.14	105.9	169
14.1	12.4	0.49	4.0	3.00	argilla-argilla limosa	10.50			Plastica	.	.	0.85	2.42	81.8	161
13.7	11.8	0.28	2.4	2.88	limo argilloso-argilla limosa				Plastica	.	.	0.83	2.24	64.6	147

Data  
 Cantiere / Via  
 Località  
 Comune  
 Profondità falda idrica m.

15 luglio 2020  
 Convertite  
 Stabilimento CAVIRO  
 Faenza  
 3.20



qt	Qc1N Idriss & Boulanger 2004	ft	FT/Qnet	lc	Litologia Idriss iterazione 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/cm <sup>2</sup>	daN/cm <sup>2</sup>	daN/cm <sup>2</sup>	%	Idriss iterazione		m				%		daN/cm <sup>2</sup>	SGT	daN/cm <sup>2</sup>	m/sec
						10.90									
17.4	14.7	0.35	2.3	2.79	limo argilloso-argilla limosa			Plastica			0.98	2.68	80.4	158	
13.4	10.8	0.33	3.0	2.97	argilla-argilla limosa	11.50		Plastica			0.81	1.84	78.7	150	
29.6	24.5	0.34	1.6	2.55	limo argilloso-argilla limosa	12.60		Solido-plastica (Duro)			1.35	4.31	110.2	182	
60.2	51.5	0.54	1.0	2.14	sabbia limosa-limo sabbioso	12.90		Mediamente Addensata	45.1	36.4			196.6	202	
19.8	15.6	0.59	3.4	2.88	limo argilloso-argilla limosa	13.00		Plastica			1.06	2.81	115.2	178	
35.7	29.0	0.54	1.7	2.48	limo argilloso-argilla limosa	13.30		Semi solida (Molto duro)			1.50	4.50	136.1	191	
18.1	13.8	0.38	2.6	2.84	limo argilloso-argilla limosa	13.90		Plastica			1.00	2.84	90.5	165	
38.5	30.4	0.68	1.9	2.49	limo argilloso-argilla limosa	14.00		Semi solida (Molto duro)			1.55	5.13	157.3	201	
28.2	21.6	0.64	2.5	2.68	limo argilloso-argilla limosa	14.20		Solido-plastica (Duro)			1.32	3.74	138.3	191	
34.6	26.8	0.85	2.7	2.63	limo argilloso-argilla limosa	14.30		Semi solida (Molto duro)			1.47	4.53	183.7	207	
18.8	13.4	0.37	2.3	2.82	limo argilloso-argilla limosa	16.00		Plastica			1.03	2.59	85.6	165	
20.6	13.7	0.39	2.3	2.81	limo argilloso-argilla limosa	18.30		Solido-plastica (Duro)			1.09	2.70	92.9	171	
18.3	11.3	0.29	1.9	2.85	limo argilloso-argilla limosa	19.40		Plastica			1.01	1.96	74.7	162	
21.8	13.4	0.31	1.7	2.76	limo argilloso-argilla limosa	19.60		Solido-plastica (Duro)			1.13	2.05	83.3	169	
27.9	17.3	0.65	2.7	2.77	limo argilloso-argilla limosa			Solido-plastica (Duro)			1.31	2.58	145.1	197	



Comune Faenza  
 Via Convertite  
 Localita' Stabilimento CAVIRO  
 Committente Enomondo  
 Data 15-lug-20

Numero prova 5  
 Quota falda 3.20

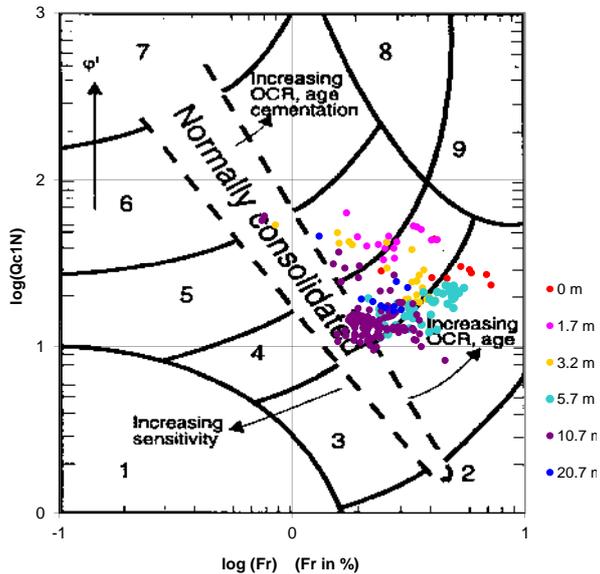


**Società di  
 Geologia  
 Territoriale**

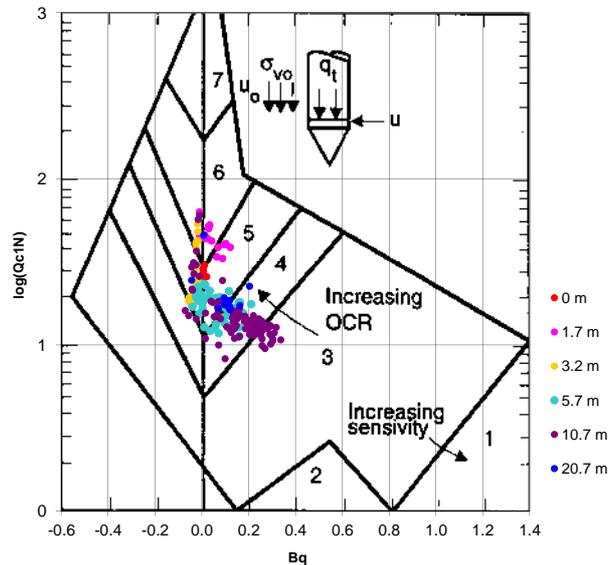
S.G.T. sas.  
 di Van Zutphen Albert & C.

www.geo55.com

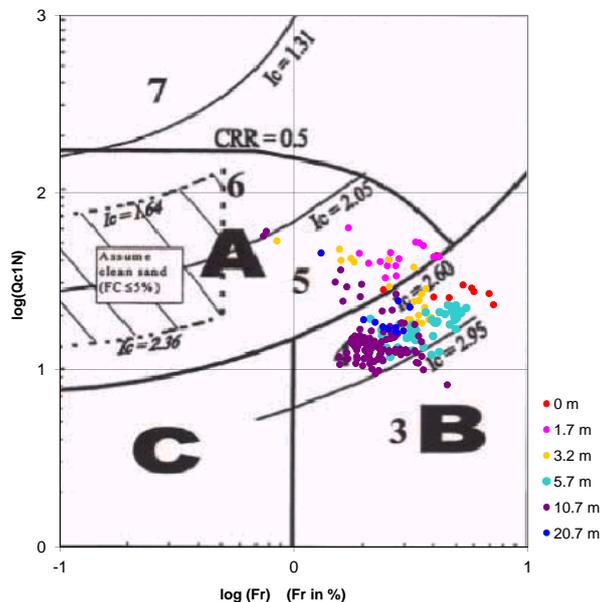
**Cross-plot Qc1N verso Fr  
 (Robertson 1990)**



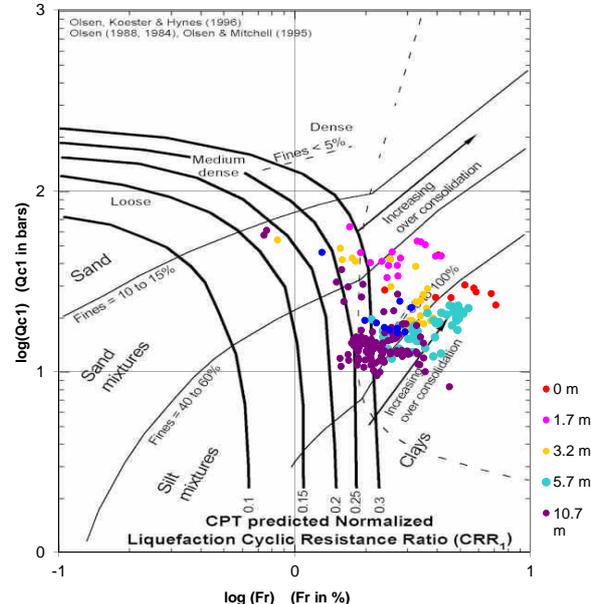
**Cross-plot Qc1N verso Bq  
 (Robertson 1990)**



**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  
Convertite  
Stabilimento CAVIRO  
Enomondo  
15-lug-20

Falda	3.20 m
Sigla della Punta	Tecnopenta 100707
Azzeramento	Inizio prova
Ultimo taratura guadagno	31-gen-2020
Ultimo taratura per deriva termica	31-gen-2020

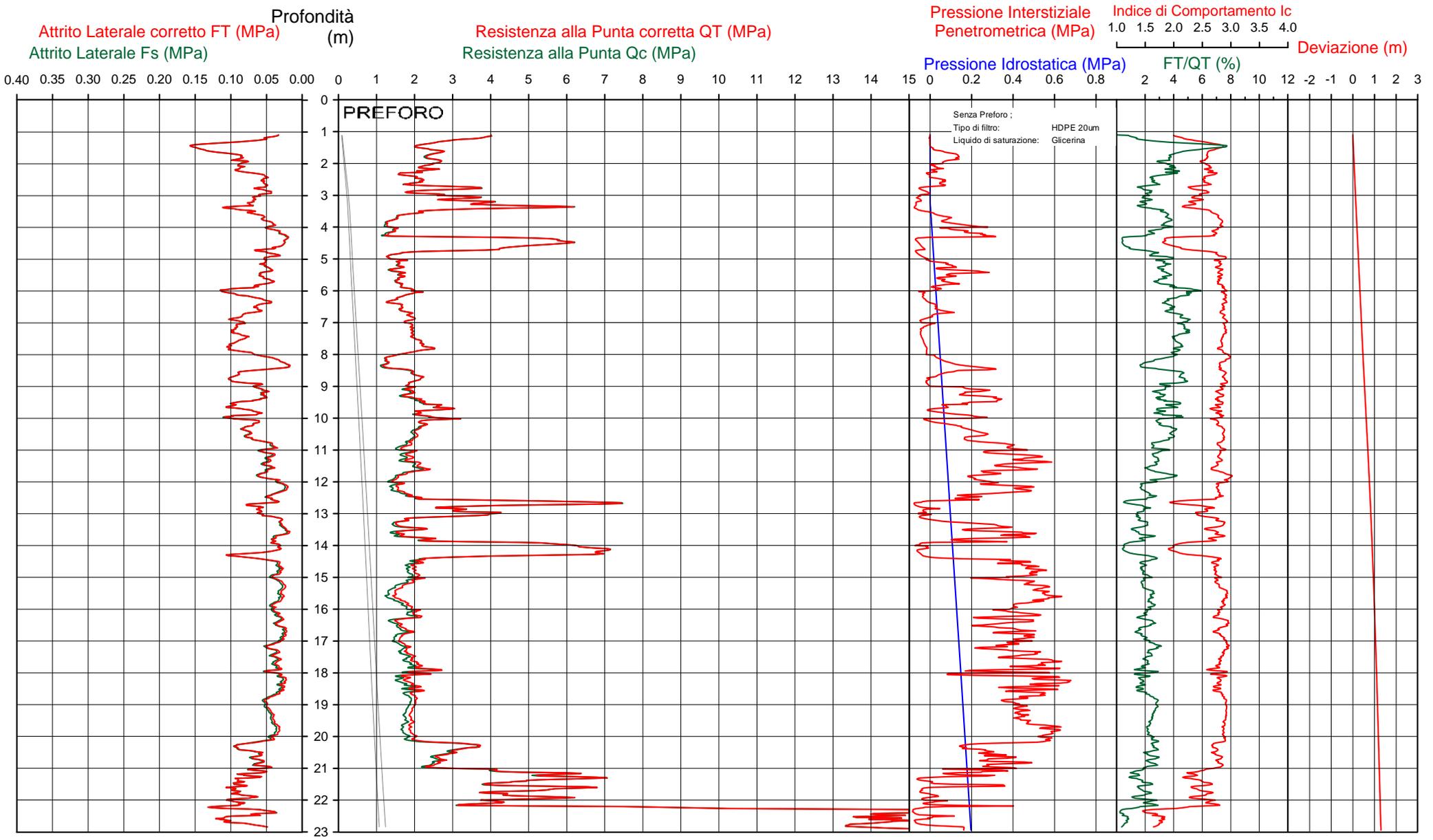


Società di  
Geologia  
Territoriale

S.G.T. sas  
di Van Zutphen Albert & C.  
www.geo55.com

# CPTU

## 6





CPTU

6

Data  
 Cantiere / Via  
 Località  
 Comune  
 Profondità falda idrica m.

15 luglio 2020  
 Convertite  
 Stabilimento CAVIRO  
 Faenza  
 3.20



**Società di  
 Geologia  
 Territoriale**

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

www.geo55.com

Vs 1 - 23  
 174

qt	Qc1N Idriss & Boulanger 2004	ft	FT/Qnet	lc	Litologia Idriss iterazione basato su Fr vs Qc1N	H	Litologia grafica	Falda idrica	Addensamento (Sabbia) Consistenza (Argilla)	Densità Relativa Tatsuoka 1990	Angolo Attrito φ' Kulhawby & Mayne 1990	Coesione non drenato Cu Benassi	OCR Marchi / SGT	Modulo Edometrico M Benassi	Velocità Vs Robertson & Cabal 2009
daN/cm <sup>2</sup>	daN/cm <sup>2</sup>	%		Idriss iterazione	m				%		daN/cm <sup>2</sup>			daN/cm <sup>2</sup>	m/sec
						11.40									
21.5	18.0	0.47	2.5	2.74	limo argilloso-argilla limosa	11.70			Solido-plastica (Duro)	.	.	1.12	3.27	103.9	172
16.1	13.0	0.36	2.6	2.86	limo argilloso-argilla limosa	12.40			Plastica	.	.	0.93	2.59	82.2	157
26.9	22.1	0.43	2.1	2.63	limo argilloso-argilla limosa	12.60			Solido-plastica (Duro)	.	.	1.28	2.92	115.3	178
69.6	60.0	0.50	0.7	2.00	sabbia-sabbia limosa	12.70			Mediamente Addensata	50.2	37.1	.	.	217.6	202
35.2	28.7	0.59	1.9	2.51	limo argilloso-argilla limosa	13.10			Semi solida (Molto duro)	.	.	1.48	5.42	140.1	193
17.5	13.3	0.26	1.8	2.77	limo argilloso-argilla limosa	13.70			Plastica	.	.	0.98	2.57	68.3	154
26.0	20.1	0.39	1.8	2.63	limo argilloso-argilla limosa	13.90			Solido-plastica (Duro)	.	.	1.26	2.97	102.1	176
65.0	53.4	0.47	0.8	2.05	sabbia-sabbia limosa	14.30			Mediamente Addensata	46.3	36.6	.	.	203.7	199
33.0	25.4	0.83	2.8	2.67	limo argilloso-argilla limosa	14.40			Semi solida (Molto duro)	.	.	1.43	4.28	179.9	206
20.6	15.0	0.35	1.9	2.74	limo argilloso-argilla limosa	15.10			Solido-plastica (Duro)	.	.	1.09	2.71	83.9	166
16.4	11.4	0.28	2.1	2.86	limo argilloso-argilla limosa	15.80			Plastica	.	.	0.94	2.37	69.5	155
19.7	13.6	0.36	2.2	2.80	limo argilloso-argilla limosa	16.30			Plastica	.	.	1.06	2.18	86.3	167
17.4	11.5	0.32	2.3	2.87	limo argilloso-argilla limosa	17.60			Plastica	.	.	0.98	1.73	78.6	161
21.2	13.8	0.35	2.0	2.78	limo argilloso-argilla limosa	18.10			Solido-plastica (Duro)	.	.	1.11	2.20	88.6	171
19.7	12.2	0.38	2.3	2.86	limo argilloso-argilla limosa	20.20			Plastica	.	.	1.06	1.86	91.4	170
33.6	21.2	0.83	2.8	2.71	limo argilloso-argilla limosa	20.50			Semi solida (Molto duro)	.	.	1.45	3.48	180.0	210
26.5	16.0	0.58	2.6	2.79	limo argilloso-argilla limosa	21.00			Solido-plastica (Duro)	.	.	1.27	2.70	133.0	193
53.2	35.2	0.67	1.4	2.36	sabbia limosa-limo sabbioso				Sciolta	32.5	34.9	.	.	188.1	215



Comune Faenza  
 Via Convertite  
 Localita' Stabilimento CAVIRO  
 Committente Enomondo  
 Data 15-lug-20

Numero prova 6  
 Quota falda 3.20

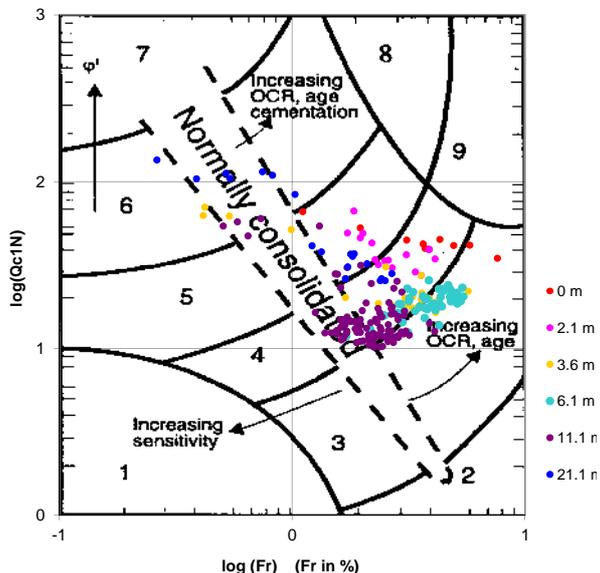


Società di  
 Geologia  
 Territoriale

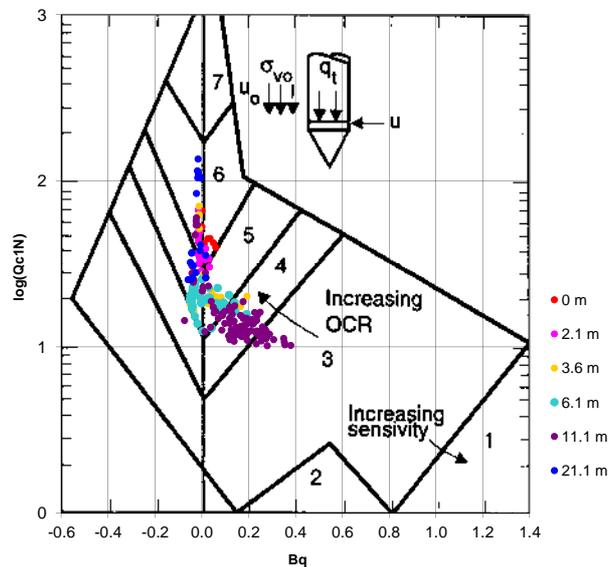
S.G.T. sas.  
 di Van Zutphen Albert & C.

www.geo55.com

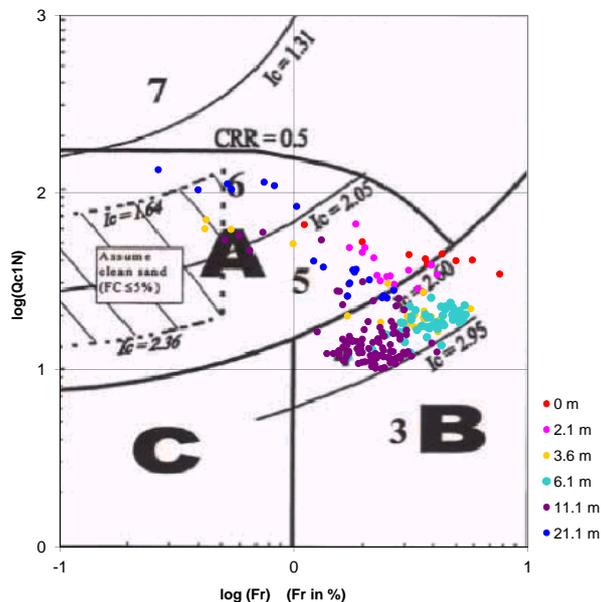
Cross-plot Qc1N verso Fr  
 (Robertson 1990)



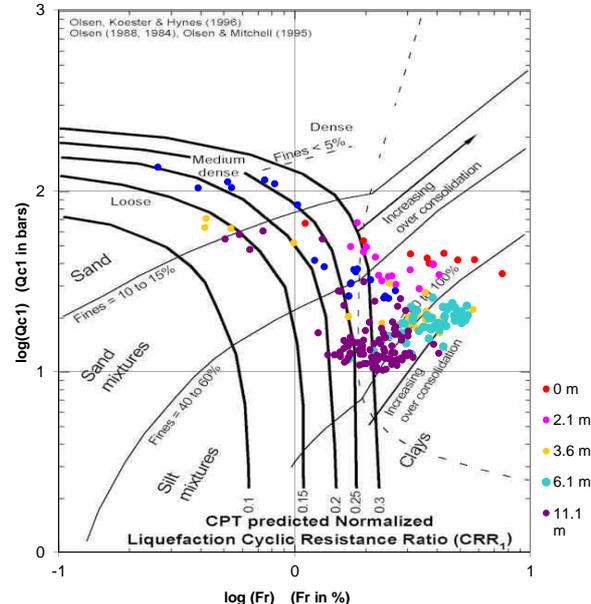
Cross-plot Qc1N verso Bq  
 (Robertson 1990)



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  
Convertite  
Stabilimento CAVIRO  
Enomondo  
15-lug-20

Falda 3.70 m  
Sigla della Punta Tecnopenta 100707  
Azzeramento Inizio prova  
Ultimo taratura guadagno 31-gen-2020  
Ultimo taratura per deriva termica 31-gen-2020

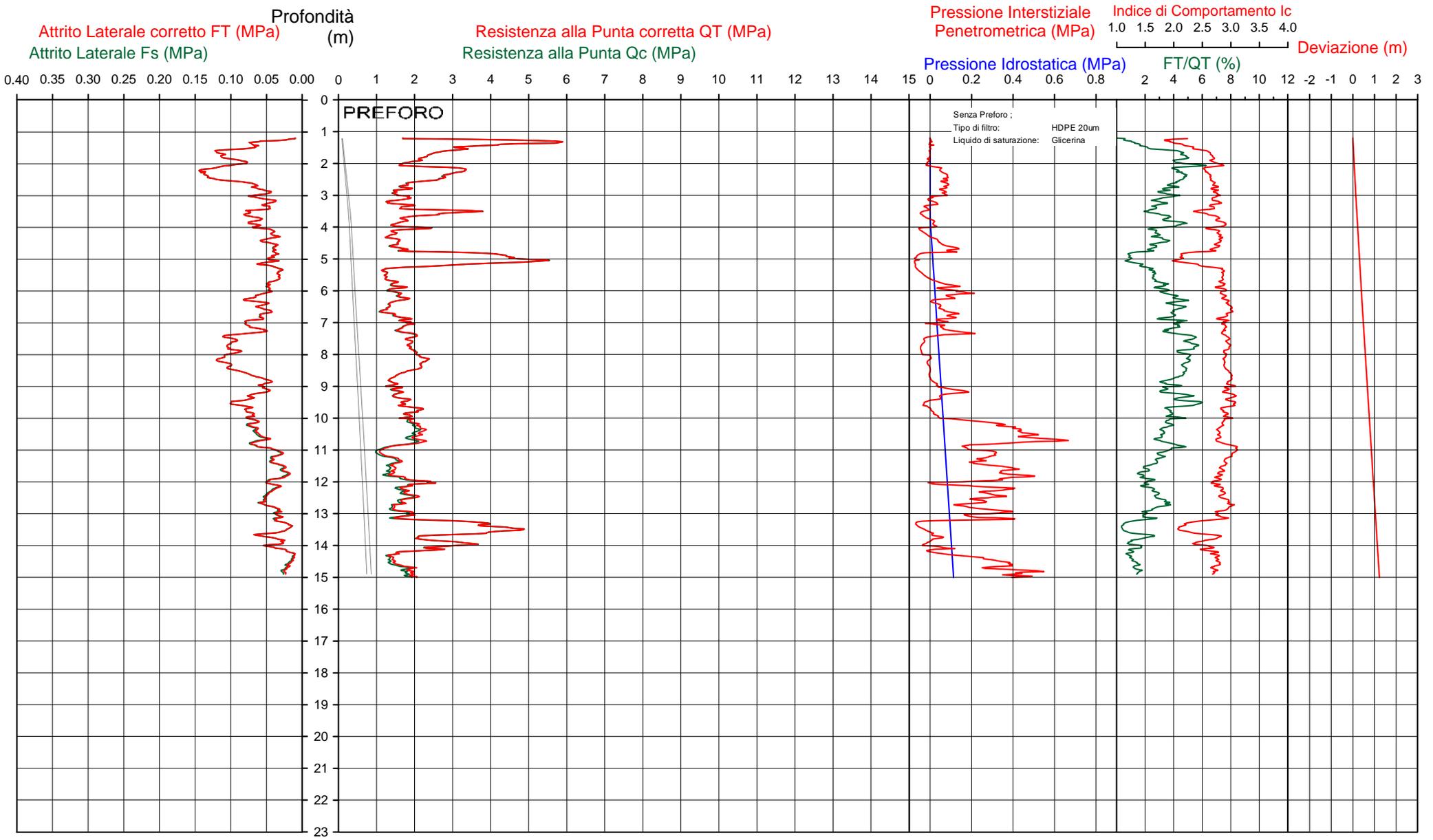


Società di  
Geologia  
Territoriale

S.G.T. sas  
di Van Zutphen Albert & C.  
www.geo55.com

# CPTU

## 7



Data  
 Cantiere / Via  
 Località  
 Comune  
 Profondità falda idrica m.

15 luglio 2020  
 Convertite  
 Stabilimento CAVIRO  
 Faenza  
 3.70



qt	Qc1N Idriss & Boulanger 2004	ft	FT/Qnet	lc	Litologia Idriss iterazione 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 <sup>2</sup>	daN/cm <sup>2</sup>	daN/cm <sup>2</sup>	%	Idriss iterazione	m	m				%	°	daN/cm <sup>2</sup>	daN/cm <sup>2</sup>	daN/cm <sup>2</sup>	m/sec
46.7	78.6	0.49	1.0	2.00	sabbia-sabbia limosa	1.40	=====		Mediamente Addensata	59.0	39.4	.	.	152.1	166
33.3	56.7	0.82	2.5	2.35	sabbia limosa-limo sabbioso	1.60	=====		Mediamente Addensata	48.3	37.5	.	.	165.9	176
23.5	40.0	1.09	4.7	2.66	limo argilloso-argilla limosa	1.90	=====		Solido-plastica (Duro)	.	.	1.19	18.34	135.0	179
18.2	30.9	0.90	5.1	2.76	limo argilloso-argilla limosa	2.10	=====		Plastica	.	.	1.01	11.53	103.7	168
30.0	47.0	1.33	4.5	2.60	limo argilloso-argilla limosa	2.50	=====		Solido-plastica (Duro)	.	.	1.36	17.19	172.4	195
17.2	25.5	0.59	3.5	2.72	limo argilloso-argilla limosa	3.40	=====		Plastica	.	.	0.97	9.31	100.2	157
28.5	36.6	0.69	2.5	2.51	limo argilloso-argilla limosa	3.60	=====		Solido-plastica (Duro)	.	.	1.33	9.66	141.8	179
17.3	22.2	0.67	4.1	2.80	limo argilloso-argilla limosa	4.00	=====	H2O	Plastica	.	.	0.98	6.63	100.3	166
20.0	24.9	0.51	2.7	2.65	limo argilloso-argilla limosa	4.10	=====		Solido-plastica (Duro)	.	.	1.07	6.35	104.5	163
15.0	18.5	0.42	3.0	2.78	limo argilloso-argilla limosa	4.70	=====		Plastica	.	.	0.88	4.41	87.3	151
22.9	27.1	0.39	1.9	2.54	limo argilloso-argilla limosa	4.80	=====		Solido-plastica (Duro)	.	.	1.17	6.63	93.8	162
43.9	49.9	0.41	1.0	2.14	sabbia limosa-limo sabbioso	5.00	=====		Mediamente Addensata	44.0	36.3	.	.	141.4	176
52.0	58.1	0.42	0.8	2.05	sabbia-sabbia limosa	5.10	=====		Mediamente Addensata	49.1	37.0	.	.	164.5	181
35.0	39.7	0.57	1.7	2.37	sabbia limosa-limo sabbioso	5.20	=====		Mediamente Addensata	36.5	35.1	.	.	132.9	181
13.6	15.7	0.34	2.7	2.82	limo argilloso-argilla limosa	5.70	=====		Plastica	.	.	0.82	4.82	72.5	145
15.5	17.1	0.55	3.8	2.87	limo argilloso-argilla limosa	6.40	=====		Plastica	.	.	0.90	3.66	89.8	161
12.7	13.6	0.52	4.5	3.00	argilla-argilla limosa	6.70	=====		Plastica	.	.	0.78	3.16	73.0	156
17.9	18.3	0.80	4.8	2.91	limo argilloso-argilla limosa	7.80	=====		Plastica	.	.	1.00	3.23	102.6	177
21.3	20.6	1.04	5.2	2.90	limo argilloso-argilla limosa	8.50	=====		Solido-plastica (Duro)	.	.	1.11	3.88	121.2	193
15.6	14.3	0.67	4.8	2.99	argilla-argilla limosa	9.60	=====		Plastica	.	.	0.91	3.15	89.4	171
19.2	16.9	0.72	4.2	2.90	limo argilloso-argilla limosa	10.10	=====		Plastica	.	.	1.04	3.35	110.9	181
21.2	18.2	0.62	3.2	2.80	limo argilloso-argilla limosa	10.80	=====		Solido-plastica (Duro)	.	.	1.11	3.32	124.0	179
12.6	10.4	0.42	3.9	3.05	argilla-argilla limosa	11.20	=====		Plastica	.	.	0.78	2.47	73.3	154



Comune Faenza  
 Via Convertite  
 Localita' Stabilimento CAVIRO  
 Committente Enomondo  
 Data 15-lug-20

Numero prova 7  
 Quota falda 3.70

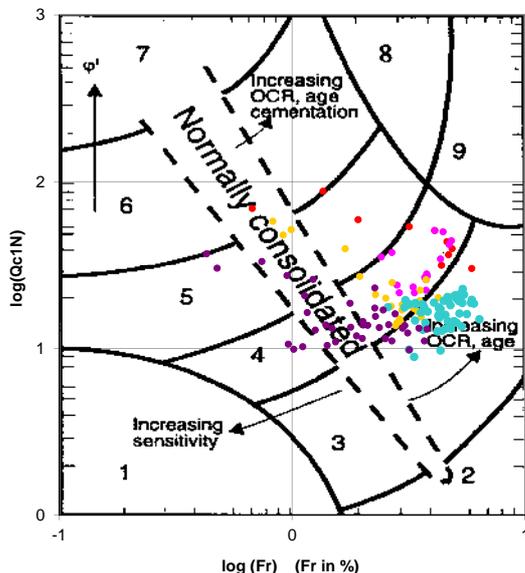


**Società di  
 Geologia  
 Territoriale**

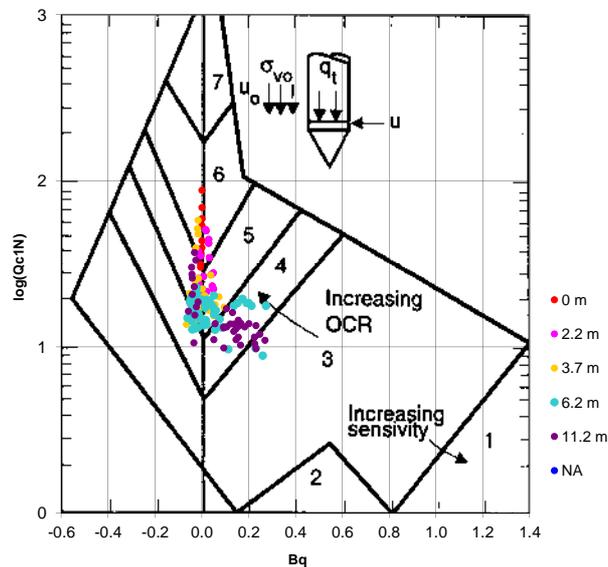
S.G.T. sas.  
 di Van Zutphen Albert & C.

www.geo55.com

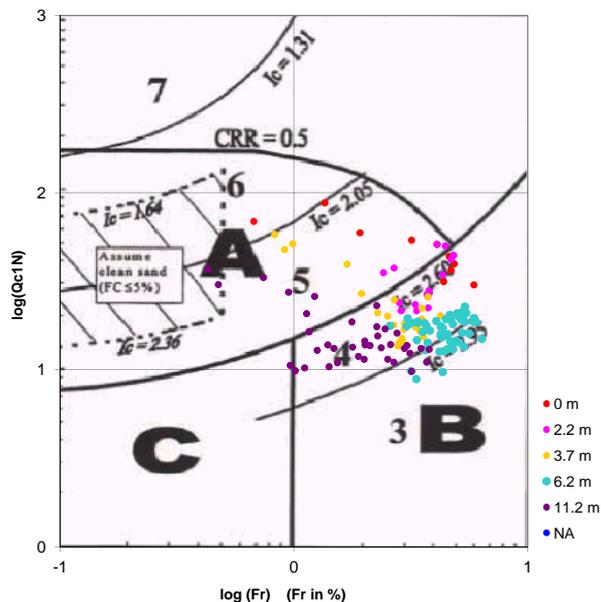
**Cross-plot Qc1N verso Fr  
 (Robertson 1990)**



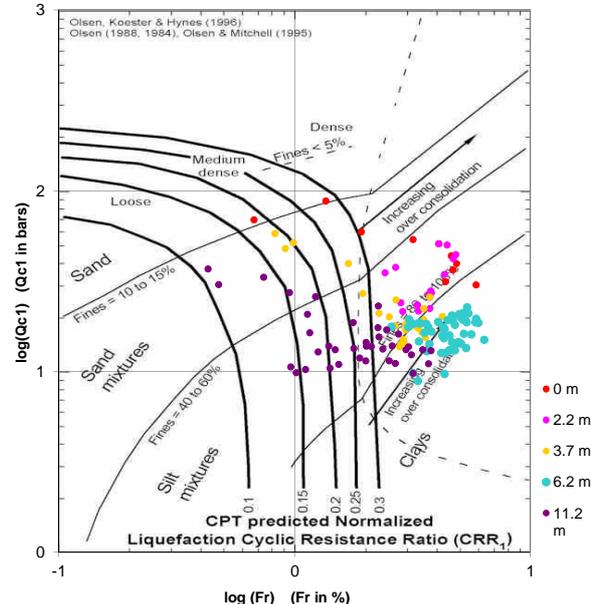
**Cross-plot Qc1N verso Bq  
 (Robertson 1990)**



**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  
Convertite  
Stabilimento CAVIRO  
Enomondo  
15-lug-20

Falda  
foro chiuso a 3.70m  
Sigla della Punta  
Azzeraamento  
Ultimo taratura guadagno  
Ultimo taratura per deriva termica

Tecnopenta 100707  
Inizio prova  
31-gen-2020  
31-gen-2020

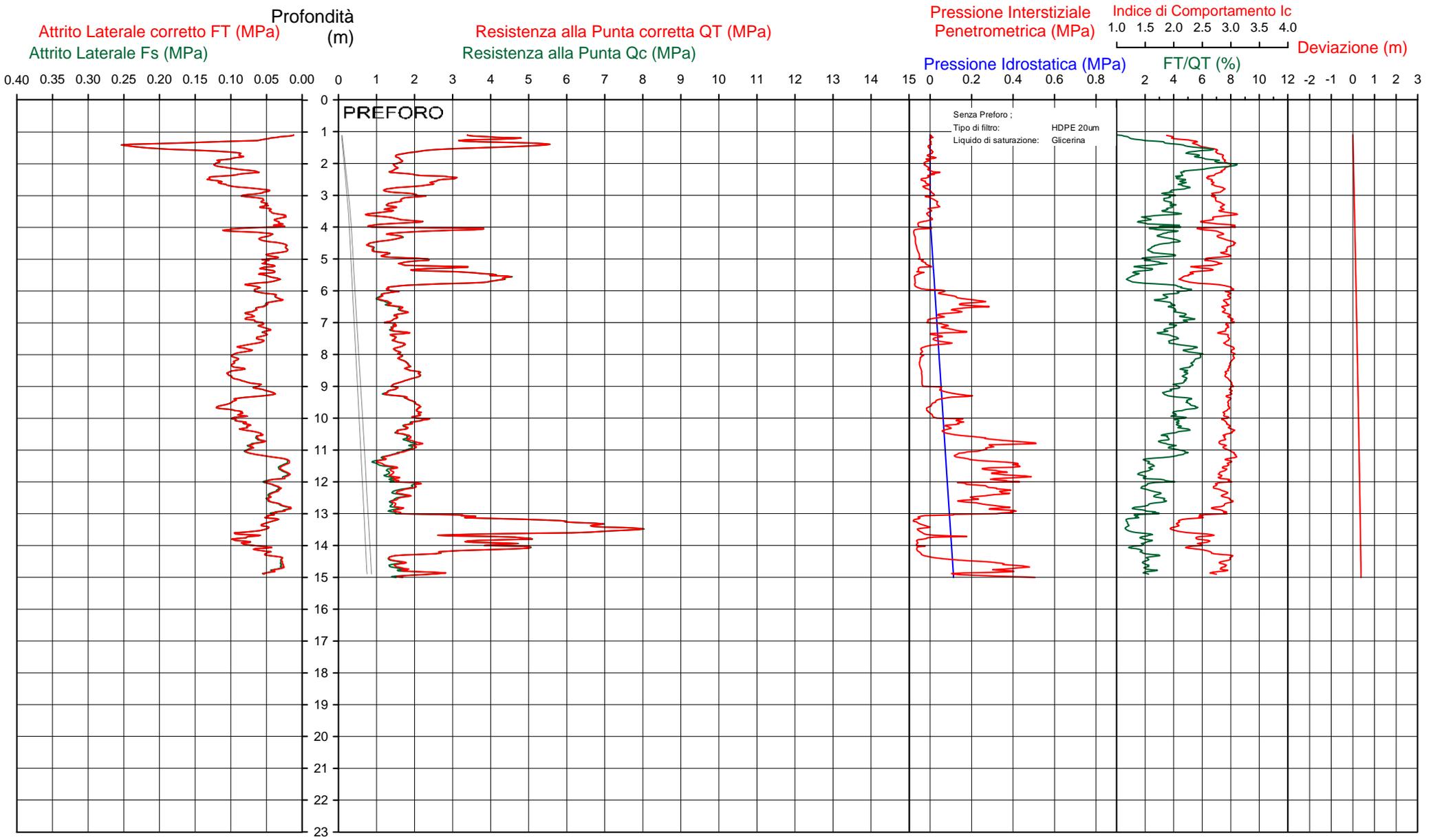


Società di  
Geologia  
Territoriale

S.G.T. sas  
di Van Zutphen Albert & C.  
www.geo55.com

# CPTU

## 8



Data  
Cantiere / Via  
Località  
Comune  
Profondità falda idrica m.

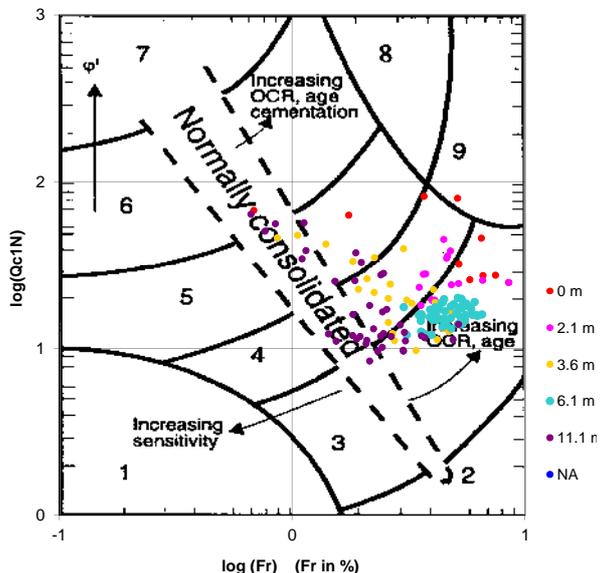
15 luglio 2020  
Convertite  
Stabilimento CAVIRO  
Faenza  
3.70 foro chiuso a 3.70m



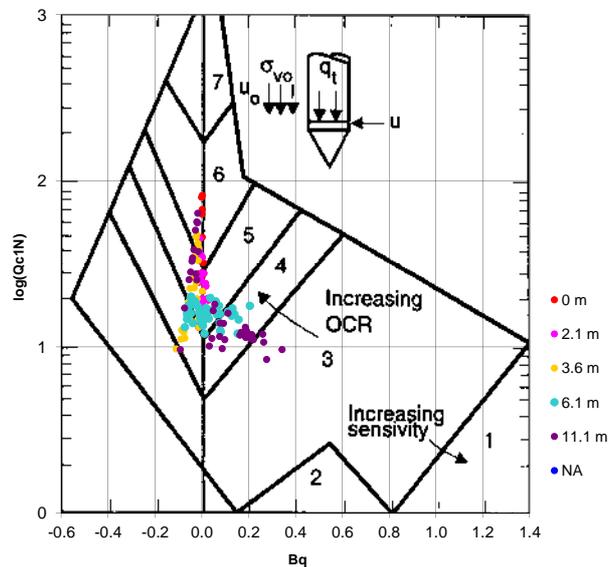
qt	Qc1N Idriss & Boulanger 2004 daN/cm <sup>2</sup>	ft daN/cm <sup>2</sup>	FT/Qnet %	lc Idriss iterazio	Litologia Idriss iterazione basato su Fr vs Qc1N	H m	Litologia grafica	Falda idrica	Addensamento (Sabbia) Consistenza (Argilla)	Densità Relativa Tatsuoka 1990 %	Angolo Attrito φ' Kulhawy & Mayne 1990	Coesione non drenato Cu Benassi daN/cm <sup>2</sup>	OCR Marchi / SGT	Modulo Edometrico M Benassi daN/cm <sup>2</sup>	Velocità Vs Robertson & Cabal 2009 m/sec
41.8	70.8	0.90	2.0	2.18	sabbia limosa-limo sabbioso	1.40	.....		Mediamente Addensata	55.6	39.0	.	.	175.8	174
47.3	79.7	2.39	5.1	2.49	terreni duri a grana fine	1.50	.....		fortemente sovraconsolidato	.	.	1.70	40.61	269.9	229
27.1	46.0	1.74	6.5	2.72	limo argilloso-argilla limosa	1.60	.....		Solido-plastica (Duro)	.	.	1.29	21.61	151.0	201
16.6	28.3	1.01	6.2	2.85	limo argilloso-argilla limosa	2.00	.....		Plastica	.	.	0.95	12.98	93.2	170
14.7	24.9	0.95	6.6	2.90	limo argilloso-argilla limosa	2.30	.....		Plastica	.	.	0.87	8.38	81.6	164
25.1	38.6	1.13	4.6	2.67	limo argilloso-argilla limosa	2.70	.....		Solido-plastica (Duro)	.	.	1.23	10.53	144.1	185
14.3	22.0	0.64	4.6	2.84	limo argilloso-argilla limosa	2.90	.....		Plastica	.	.	0.85	6.95	81.9	154
18.4	26.4	0.65	3.6	2.72	limo argilloso-argilla limosa	3.20	.....		Plastica	.	.	1.01	7.70	106.9	163
13.6	19.0	0.50	3.8	2.84	limo argilloso-argilla limosa	3.50	.....		Plastica	.	.	0.82	4.96	79.1	151
10.2	13.8	0.32	3.5	2.92	limo argilloso-argilla limosa	3.70	.....	H2O	Plastica	.	.	0.66	3.29	59.2	135
17.4	22.2	0.34	2.1	2.62	limo argilloso-argilla limosa	3.90	.....		Plastica	.	.	0.98	5.57	74.2	149
8.6	11.3	0.33	4.2	3.04	argilla-argilla limosa	4.00	.....		Molle-plastica (Soffice)	.	.	0.58	2.78	49.7	133
32.8	39.7	0.94	3.0	2.53	limo argilloso-argilla limosa	4.10	.....		Semi solida (Molto duro)	.	.	1.43	10.43	191.2	194
16.1	20.1	0.59	3.8	2.82	limo argilloso-argilla limosa	4.40	.....		Plastica	.	.	0.93	5.61	93.6	161
8.9	11.2	0.30	3.6	3.00	argilla-argilla limosa	4.70	.....		Molle-plastica (Soffice)	.	.	0.60	3.00	52.0	131
13.1	15.7	0.37	3.1	2.85	limo argilloso-argilla limosa	5.00	.....		Plastica	.	.	0.80	2.87	76.4	145
22.4	25.9	0.48	2.4	2.61	limo argilloso-argilla limosa	5.40	.....		Solido-plastica (Duro)	.	.	1.15	5.71	106.6	165
41.0	45.4	0.44	1.1	2.21	sabbia limosa-limo sabbioso	5.70	.....		Mediamente Addensata	40.9	35.8	.	.	135.8	177
23.5	26.0	0.65	3.5	2.71	limo argilloso-argilla limosa	5.90	.....		Solido-plastica (Duro)	.	.	1.18	8.13	136.7	175
12.7	14.1	0.52	4.5	2.98	argilla-argilla limosa	6.20	.....		Plastica	.	.	0.78	3.25	73.0	155
15.5	15.8	0.69	4.8	2.96	argilla-argilla limosa	8.50	.....		Plastica	.	.	0.90	2.36	89.1	169
21.1	20.0	1.02	5.2	2.91	limo argilloso-argilla limosa	8.70	.....		Solido-plastica (Duro)	.	.	1.11	4.00	120.0	193
15.3	14.1	0.64	4.6	2.99	argilla-argilla limosa	9.30	.....		Plastica	.	.	0.90	3.53	87.9	169
20.3	18.1	0.93	5.0	2.93	limo argilloso-argilla limosa	10.20	.....		Solido-plastica (Duro)	.	.	1.08	3.10	116.1	190
16.8	14.4	0.73	4.9	3.00	argilla-argilla limosa	10.50	.....		Plastica	.	.	0.95	2.91	96.0	178
19.6	16.5	0.64	3.7	2.87	limo argilloso-argilla limosa	11.00	.....		Plastica	.	.	1.06	2.97	113.7	179
13.9	11.1	0.35	2.9	2.94	limo argilloso-argilla limosa		.....		Plastica	.	.	0.83	2.58	77.9	151



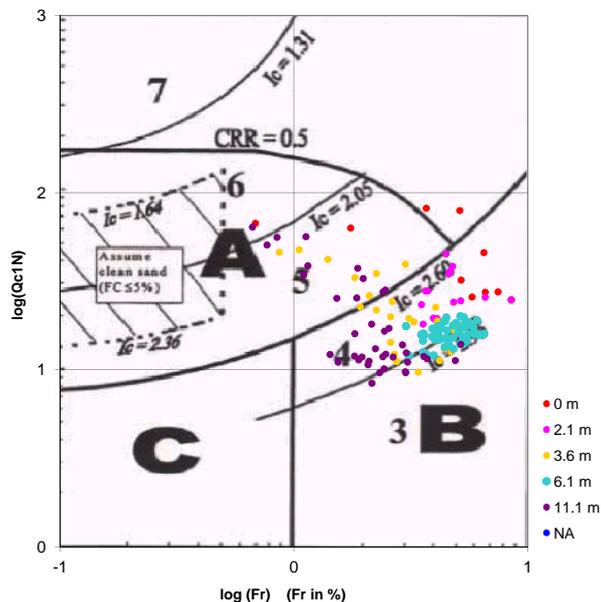
Cross-plot Qc1N verso Fr  
 (Robertson 1990)



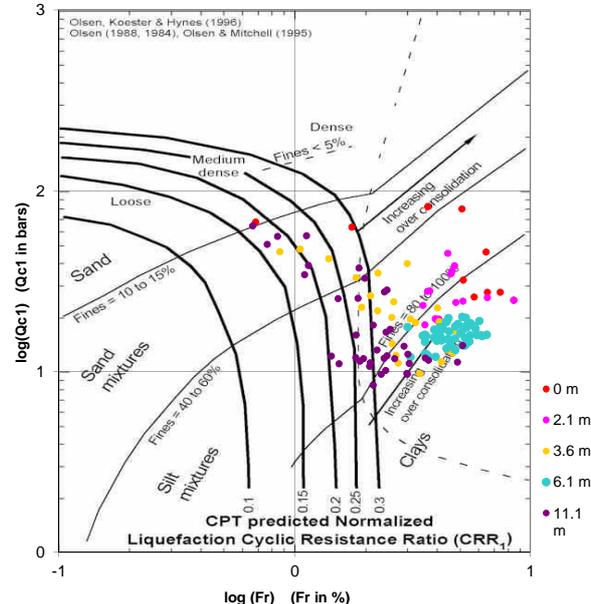
Cross-plot Qc1N verso Bq  
 (Robertson 1990)



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  
Convertite  
Stabilimento CAVIRO  
Enomondo  
15-lug-20

Falda 2.50 m  
Sigla della Punta Tecnopenta 100707  
Azzeramento Inizio prova  
Ultimo taratura guadagno 31-gen-2020  
Ultimo taratura per deriva termica 31-gen-2020



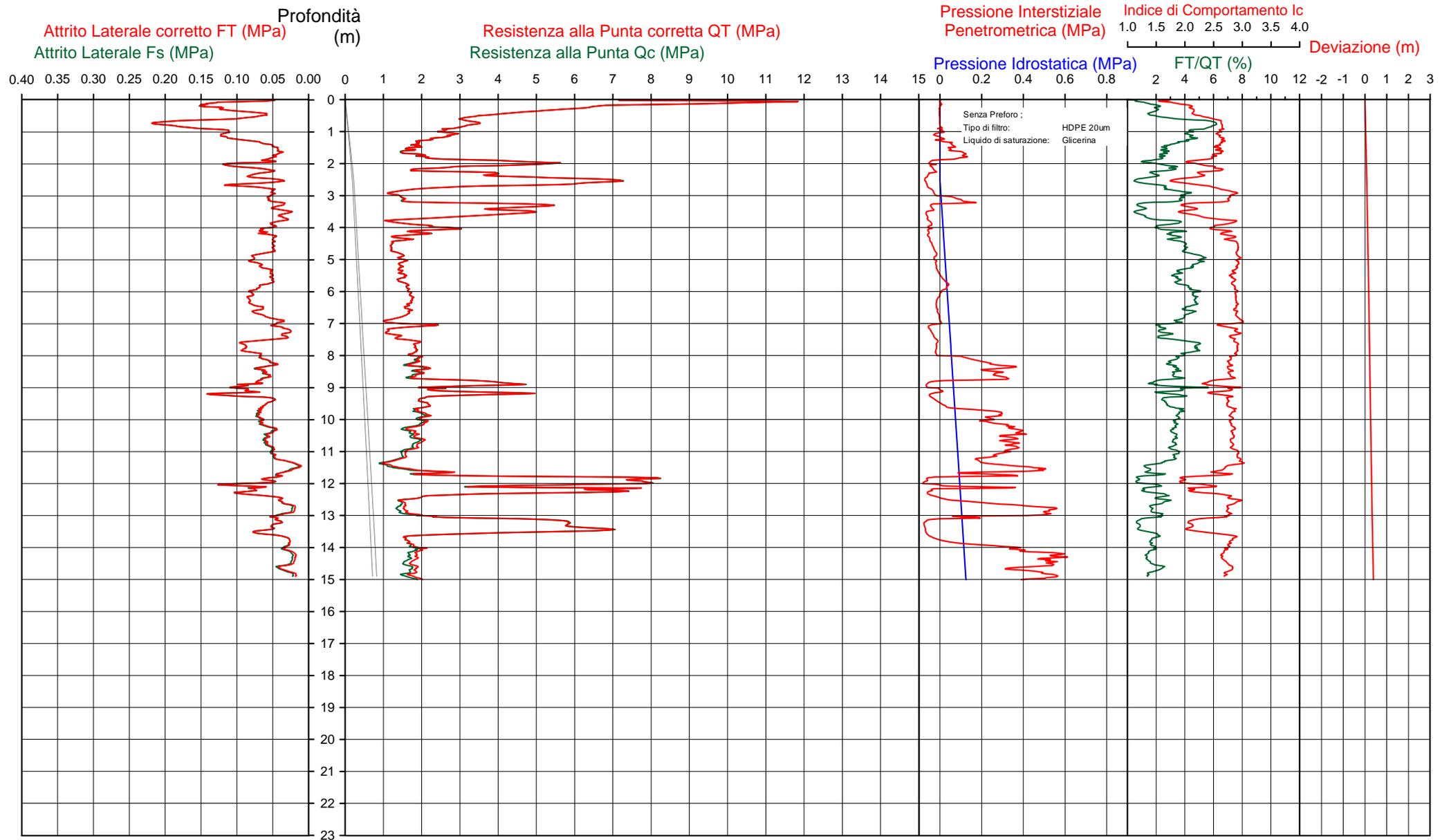
Società di  
Geologia  
Territoriale

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

www.geo55.com

# CPTU

## 9



Data  
Cantiere / Via  
Località  
Comune  
Profondità falda idrica m.

15 luglio 2020  
Convertite  
Stabilimento CAVIRO  
Faenza  
2.50



Vs15
168

qt	Qc1N Idriss & Boulanger 2004 daN/cm <sup>2</sup>	ft daN/cm <sup>2</sup>	FT/Qnet %	lc Idriss iterazio	Litologia Idriss iterazione 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 <sup>2</sup>	OCR Marchi / SGT	Modulo Edometrico M Benassi daN/cm <sup>2</sup>	Velocità Vs Robertson & Cabal 2009 m/sec
90.6	154.0	1.18	1.4	1.85	sabbia-sabbia limosa 0.20	=====		Addensata	81.3	48.3	.	.	317.9	211
45.6	77.5	0.92	2.1	2.21	sabbia limosa-limo sabbioso 0.60	=====		Mediamente Addensata	58.6	41.9	.	.	193.9	186
32.1	54.5	1.84	5.8	2.63	limo argilloso-argilla limosa 0.90	=====		Semi solida (Molto duro)	.	.	1.41	49.84	181.1	207
25.1	42.8	1.11	4.5	2.62	limo argilloso-argilla limosa 1.30	=====		Solido-plastica (Duro)	.	.	1.23	27.12	144.7	181
18.2	30.9	0.48	2.7	2.58	limo argilloso-argilla limosa 1.80	=====		Plastica	.	.	1.01	14.60	95.3	149
39.4	61.3	0.80	2.2	2.28	sabbia limosa-limo sabbioso 2.10	=====		Mediamente Addensata	50.9	37.5	.	.	172.3	181
21.0	35.2	0.67	3.3	2.59	limo argilloso-argilla limosa 2.20	=====		Solido-plastica (Duro)	.	.	1.11	11.75	122.8	162
34.6	52.1	0.68	2.0	2.33	sabbia limosa-limo sabbioso 2.40	=====		Mediamente Addensata	45.5	36.5	.	.	145.8	176
51.0	69.4	0.66	1.6	2.14	sabbia limosa-limo sabbioso 2.80	=====	H2O	Mediamente Addensata	54.9	38.1	.	.	190.0	183
13.3	21.0	0.51	4.1	2.82	limo argilloso-argilla limosa 3.00	=====		Plastica	.	.	0.81	6.18	76.7	147
15.4	23.6	0.54	3.7	2.75	limo argilloso-argilla limosa 3.20	=====		Plastica	.	.	0.90	6.43	89.6	152
41.4	55.3	0.37	1.0	2.10	sabbia limosa-limo sabbioso 3.70	=====		Mediamente Addensata	47.4	36.8	.	.	134.0	166
14.3	20.7	0.42	3.2	2.76	limo argilloso-argilla limosa 3.90	=====		Plastica	.	.	0.85	5.16	83.4	146
24.0	32.7	0.57	2.5	2.54	limo argilloso-argilla limosa 4.10	=====		Solido-plastica (Duro)	.	.	1.20	8.35	118.8	166
17.0	23.5	0.56	3.5	2.75	limo argilloso-argilla limosa 4.30	=====		Plastica	.	.	0.96	6.91	98.8	158
13.0	17.9	0.50	4.2	2.88	limo argilloso-argilla limosa 4.80	=====		Plastica	.	.	0.80	5.21	75.2	149
14.7	18.9	0.63	4.6	2.88	limo argilloso-argilla limosa 5.70	=====		Plastica	.	.	0.87	4.51	84.5	159
16.6	19.7	0.73	4.7	2.88	limo argilloso-argilla limosa 6.80	=====		Plastica	.	.	0.95	4.26	95.1	169
11.9	13.6	0.42	4.0	2.96	argilla-argilla limosa 7.00	=====		Plastica	.	.	0.75	2.98	68.8	147
21.4	23.9	0.47	2.3	2.63	limo argilloso-argilla limosa 7.10	=====		Solido-plastica (Duro)	.	.	1.12	5.14	99.4	164
11.7	13.1	0.29	2.8	2.89	limo argilloso-argilla limosa 7.30	=====		Plastica	.	.	0.73	2.95	64.1	138
13.7	15.1	0.36	2.9	2.84	limo argilloso-argilla limosa 7.50	=====		Plastica	.	.	0.83	3.12	77.8	147
19.5	20.4	0.69	3.9	2.81	limo argilloso-argilla limosa 8.80	=====		Plastica	.	.	1.06	4.04	113.2	174
42.5	42.6	0.75	1.8	2.36	sabbia limosa-limo sabbioso 8.90	=====		Mediamente Addensata	38.8	35.5	.	.	168.0	197
26.3	25.8	0.79	3.3	2.70	limo argilloso-argilla limosa 9.60	=====		Solido-plastica (Duro)	.	.	1.27	5.80	153.2	186
20.3	19.2	0.67	3.6	2.82	limo argilloso-argilla limosa	=====		Solido-plastica (Duro)	.	.	1.08	3.50	118.2	177

Data  
 Cantiere / Via  
 Località  
 Comune  
 Profondità falda idrica m.

15 luglio 2020  
 Convertite  
 Stabilimento CAVIRO  
 Faenza  
 2.50



Vs15
168

qt	Qc1N Idriss & Boulenger 2004	ft	FT/Qnet	lc	Litologia Idriss iterazione 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 <sup>2</sup>	daN/cm <sup>2</sup>	daN/cm <sup>2</sup>	%	Idriss iterazione	m				%			daN/cm <sup>2</sup>		daN/cm <sup>2</sup>	m/sec
						10.20	=====								
17.8	16.1	0.52	3.3	2.85	limo argilloso-argilla limosa		=====	Plastica	.	.	0.99	2.87	104.1	168	
						11.20	=====								
12.1	10.5	0.30	2.9	2.97	argilla-argilla limosa	11.40	=====	Plastica	.	.	0.75	2.22	67.3	142	
15.4	13.3	0.17	1.2	2.69	limo argilloso-argilla limosa	11.60	=====	Plastica	.	.	0.90	2.06	52.3	137	
24.0	20.9	0.37	1.8	2.60	limo argilloso-argilla limosa	11.70	=====	Solido-plastica (Duro)	.	.	1.20	3.83	94.0	168	
65.4	59.2	0.54	1.0	2.10	sabbia limosa-limo sabbioso	12.00	=====	Mediamente Addensata	49.7	37.1	.	.	213.0	203	
47.0	41.5	1.00	2.2	2.44	limo argilloso-argilla limosa	12.10	=====	Semi solida (Molto duro)	.	.	1.70	7.28	211.2	217	
65.0	58.0	0.83	1.4	2.18	sabbia limosa-limo sabbioso	12.30	=====	Mediamente Addensata	49.0	37.0	.	.	226.9	217	
17.9	14.7	0.36	2.2	2.79	limo argilloso-argilla limosa	12.90	=====	Plastica	.	.	1.00	4.03	80.1	156	
24.8	20.4	0.41	2.0	2.66	limo argilloso-argilla limosa	13.10	=====	Solido-plastica (Duro)	.	.	1.22	2.67	103.6	172	
55.1	46.9	0.54	1.1	2.20	sabbia limosa-limo sabbioso	13.60	=====	Mediamente Addensata	42.0	36.0	.	.	183.2	199	
18.0	13.7	0.26	1.7	2.74	limo argilloso-argilla limosa		=====	Plastica	.	.	1.00	2.23	68.8	154	

Comune Faenza  
 Via Convertite  
 Localita' Stabilimento CAVIRO  
 Committente Enomondo  
 Data 15-lug-20

Numero prova 9  
 Quota falda 2.50

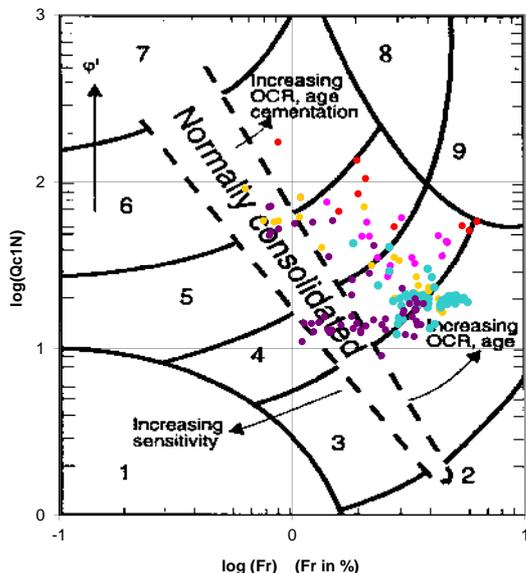


Società di  
 Geologia  
 Territoriale

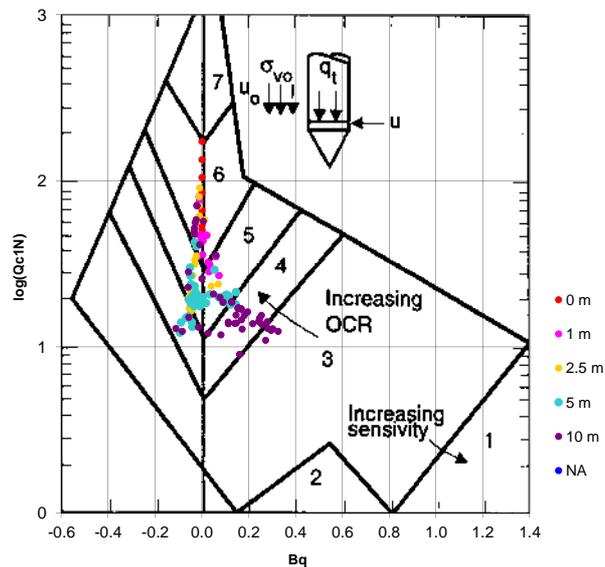
S.G.T. sas.  
 di Van Zutphen Albert & C.

www.geo55.com

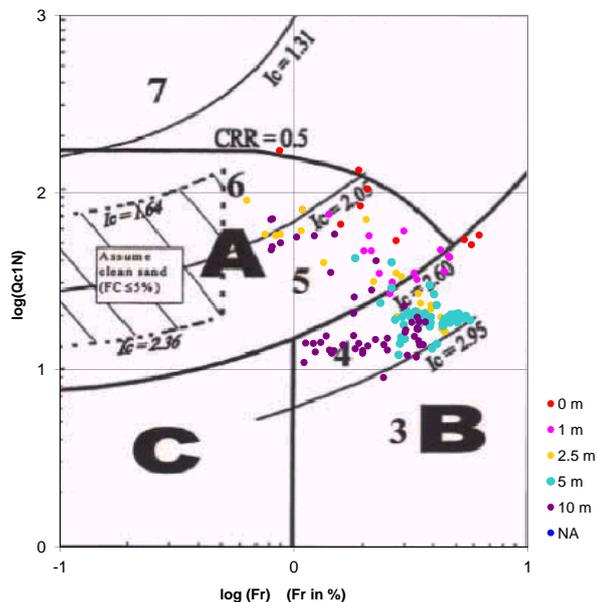
Cross-plot Qc1N verso Fr  
 (Robertson 1990)



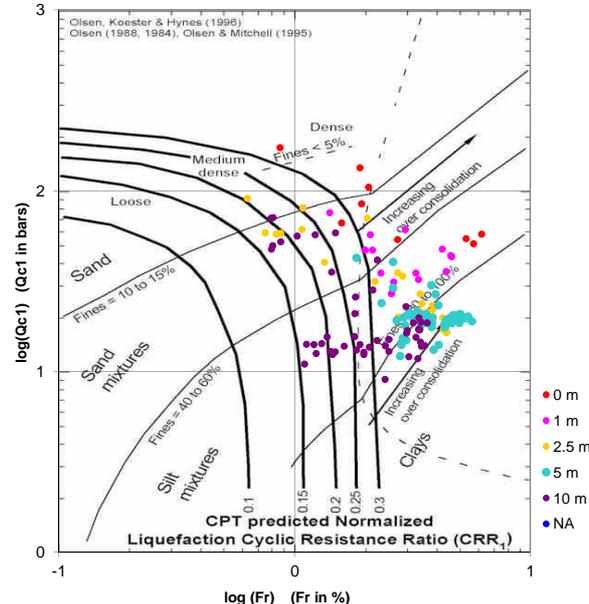
Cross-plot Qc1N verso Bq  
 (Robertson 1990)



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  
Località  
Committente  
Data

Faenza  
Convertite  
Stabilimento CAVIRO  
Enomondo  
14/07/2020



Società di  
Geologia  
Territoriale

S.G.T. sas.  
di Van Zutphen Albert & C.  
www.geo55.com

**CPTU**

**1**

Profondità (m)

13.00

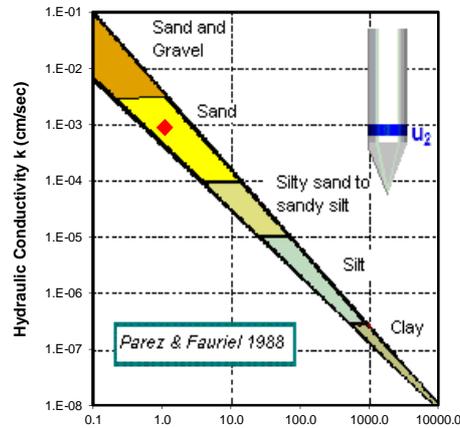
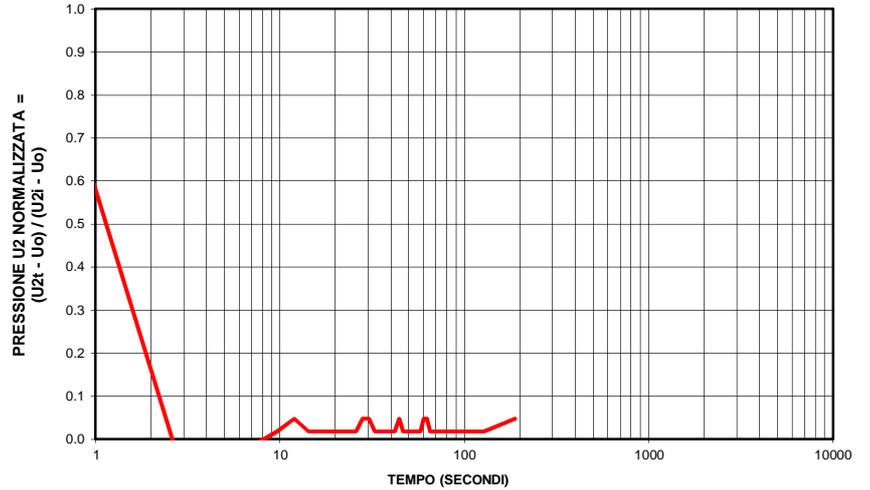
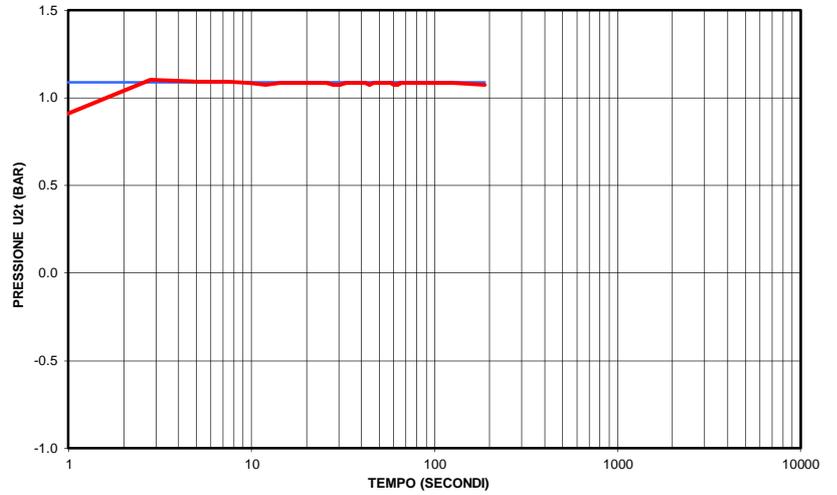
Tmax (sec)	2.8
Tmin (sec)	0.5

Profondità	2.10
Falda	m

Ultima lettura	1.090
Uo oppure	
Ufalda (bar)	

<b>(Parez &amp; Fauriel 1988)</b>		
T50 (sec)	Permeabilità	Litologia
1	8.84E-04	sabbia

T(sec.)	U2(bar)	T(sec)Umin=0	Uidro(bar)	Norm.U2
0.5	0.78	0.0	1.090	1.000
2.8	1.10	2.3	1.090	-0.041
5.1	1.09	4.6	1.090	-0.011
7.4	1.09	6.9	1.090	-0.011
9.7	1.08	9.2	1.090	0.019
12.0	1.08	11.5	1.090	0.048
14.3	1.08	13.8	1.090	0.019
16.6	1.08	16.1	1.090	0.019
18.9	1.08	18.4	1.090	0.019
21.2	1.08	20.7	1.090	0.019
23.5	1.08	23.0	1.090	0.019
25.8	1.08	25.3	1.090	0.019
28.1	1.08	27.6	1.090	0.048
30.4	1.08	29.9	1.090	0.048
32.7	1.08	32.2	1.090	0.019
35.0	1.08	34.5	1.090	0.019
37.3	1.08	36.8	1.090	0.019
39.6	1.08	39.1	1.090	0.019
41.9	1.08	41.4	1.090	0.019
44.2	1.08	43.7	1.090	0.048
46.5	1.08	46.0	1.090	0.019
48.8	1.08	48.3	1.090	0.019
51.1	1.08	50.6	1.090	0.019
53.4	1.08	52.9	1.090	0.019
55.7	1.08	55.2	1.090	0.019
58.0	1.08	57.5	1.090	0.019
60.3	1.08	59.8	1.090	0.048
62.7	1.08	62.2	1.090	0.048
65.0	1.08	64.5	1.090	0.019
67.3	1.08	66.8	1.090	0.019
127.8	1.08	127.3	1.090	0.019
188.4	1.08	187.9	1.090	0.048



<b>Tipologia di dissipazione</b>
Burns & Maine 1998 (Penetrometers for Soil Permeability and Georgia Institute of Technology; Chemical Detection; Report no. GIT-CEEGEO-98-1)
NA
T <sub>Umax</sub> / T <sub>50</sub>
NA

**CPTU**

**1**

Profondità (m)

21.62

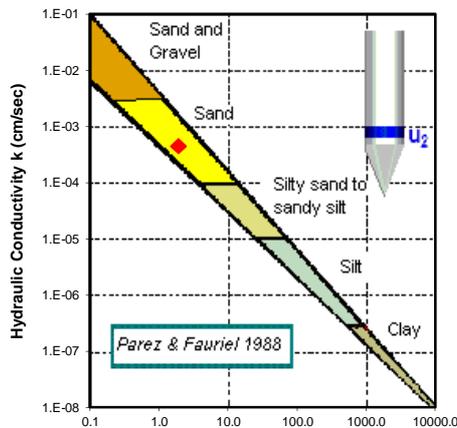
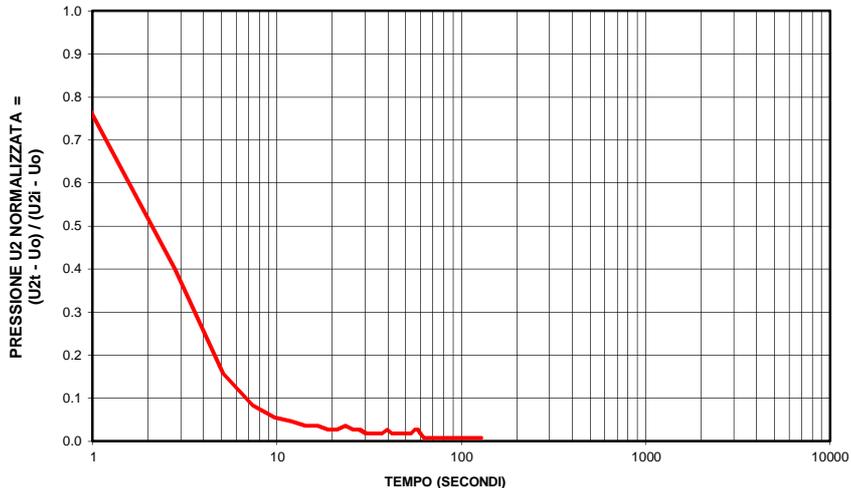
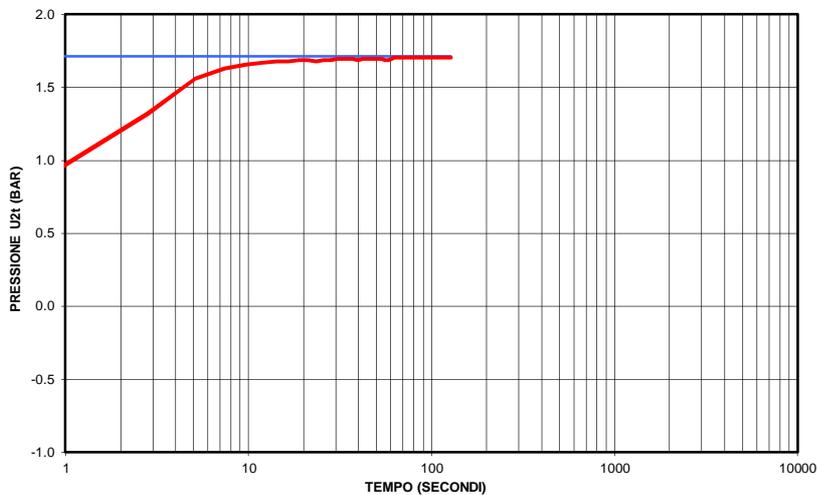
Tmax (sec)	62.7
Tmin (sec)	0.5

Profondità	
Falda	
m	4.50

Ultima lettura	
Uo oppure	
Ufalda (bar)	1.712

<b>(Parez &amp; Fauriel 1988)</b>		
T50 (sec)	Permeabilità	Litologia
2	Kh (cm/sec)	4.43E-04 sabbia

T(sec.)	U2(bar)	T(sec)Umin=0	Uidro(bar)	Norm.U2
0.5	0.74	0.0	1.712	1.000
2.8	1.32	2.3	1.712	0.401
5.1	1.56	4.6	1.712	0.158
7.4	1.63	6.9	1.712	0.083
9.7	1.66	9.2	1.712	0.055
12.0	1.67	11.5	1.712	0.046
14.3	1.68	13.8	1.712	0.036
16.6	1.68	16.1	1.712	0.036
18.9	1.69	18.4	1.712	0.027
21.2	1.69	20.7	1.712	0.027
23.5	1.68	23.0	1.712	0.036
25.8	1.69	25.3	1.712	0.027
28.1	1.69	27.6	1.712	0.027
30.4	1.69	29.9	1.712	0.018
32.7	1.69	32.2	1.712	0.018
35.0	1.69	34.5	1.712	0.018
37.3	1.69	36.8	1.712	0.018
39.6	1.69	39.1	1.712	0.027
41.9	1.69	41.4	1.712	0.018
44.2	1.69	43.7	1.712	0.018
46.5	1.69	46.0	1.712	0.018
48.8	1.69	48.3	1.712	0.018
51.1	1.69	50.6	1.712	0.018
53.4	1.69	52.9	1.712	0.018
55.8	1.69	55.3	1.712	0.027
58.1	1.69	57.6	1.712	0.027
60.4	1.69	59.9	1.712	0.018
62.7	1.70	62.2	1.712	0.008
65.0	1.70	64.5	1.712	0.008
67.3	1.70	66.8	1.712	0.008
127.9	1.70	127.4	1.712	0.008



<b>Tipologia di dissipazione</b>
Burns & Maine 1998 (Penetrometers for Soil Permeability and Chemical Detection; Georgia Institute of Technology; Report no. GIT-CEEGEO-98-1)
NA

$T_{Umax} / T_{50}$
NA

Comune Faenza  
 Via Convertite  
 Località' Stabilimento CAVIRO  
 Committente Enomondo  
 Data 14-lug-20

**CPTU**

**2**

Profondità (m)

21.22

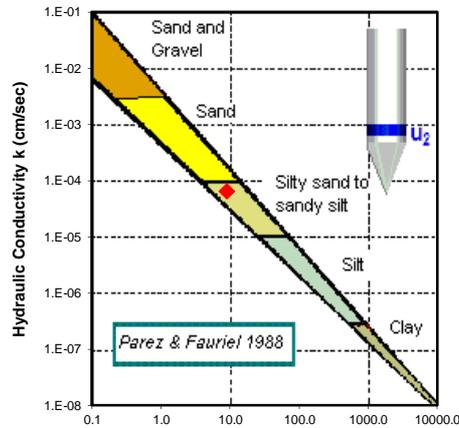
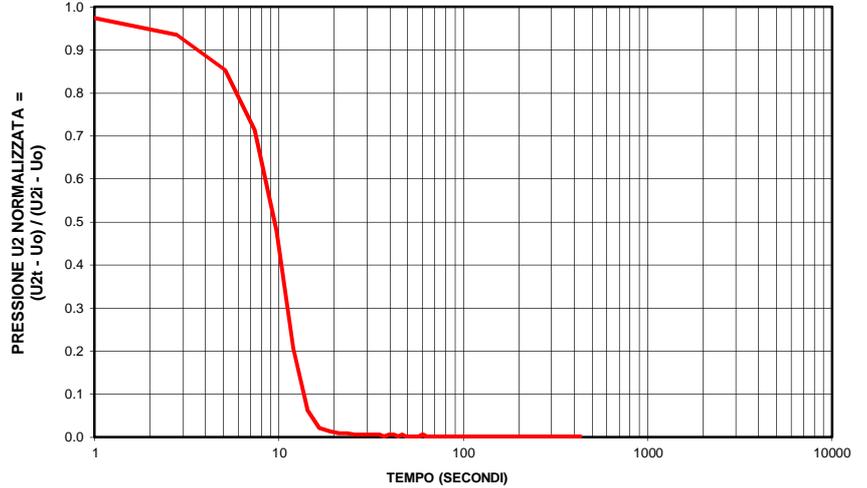
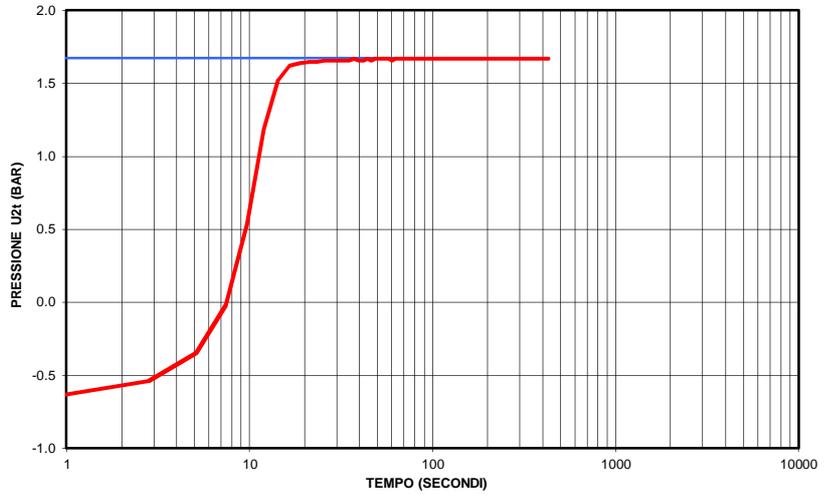
Tmax (sec)	37.3
Tmin (sec)	0.5

Profondità	
Falda m	4.50

Ultima lettura	
Uo oppure	
Ufalda (bar)	1.672

<b>(Parez &amp; Fauriel 1988)</b>		
T50 (sec)	Permeabilità Kh (cm/sec)	Litologia
9	6.42E-05	sabbia limosa a limo sabbioso

T(sec.)	U2(bar)	T(sec)Umin=0	Uidro(bar)	Norm.U2
0.5	-0.69	0.0	1.672	1.000
2.8	-0.54	2.3	1.672	0.934
5.1	-0.35	4.6	1.672	0.854
7.4	-0.02	6.9	1.672	0.715
9.7	0.54	9.2	1.672	0.480
12.0	1.18	11.5	1.672	0.206
14.3	1.52	13.8	1.672	0.064
16.6	1.62	16.1	1.672	0.021
18.9	1.64	18.4	1.672	0.013
21.2	1.65	20.7	1.672	0.010
23.5	1.65	23.0	1.672	0.010
25.8	1.66	25.3	1.672	0.006
28.1	1.66	27.6	1.672	0.006
30.4	1.66	29.9	1.672	0.006
32.7	1.66	32.2	1.672	0.006
35.0	1.66	34.5	1.672	0.006
37.3	1.67	36.8	1.672	0.002
39.6	1.66	39.1	1.672	0.006
41.9	1.66	41.4	1.672	0.006
44.2	1.67	43.7	1.672	0.002
46.5	1.66	46.0	1.672	0.006
48.8	1.67	48.3	1.672	0.002
51.1	1.67	50.6	1.672	0.002
53.4	1.67	52.9	1.672	0.002
55.7	1.67	55.2	1.672	0.002
58.0	1.67	57.5	1.672	0.002
60.4	1.66	59.9	1.672	0.006
62.7	1.67	62.2	1.672	0.002
65.0	1.67	64.5	1.672	0.002
67.3	1.67	66.8	1.672	0.002
127.9	1.67	127.4	1.672	0.002
188.4	1.67	187.9	1.672	0.002
248.9	1.67	248.4	1.672	0.002
309.4	1.67	308.9	1.672	0.002
369.9	1.67	369.4	1.672	0.002
430.4	1.67	429.9	1.672	0.002



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

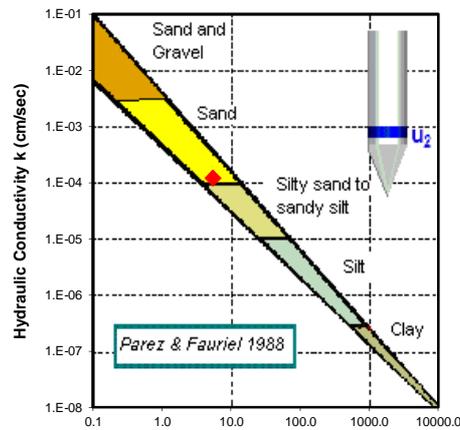
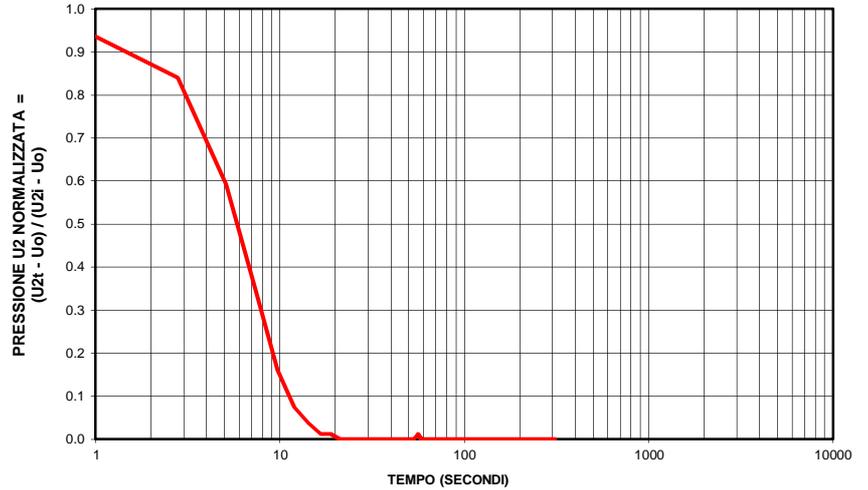
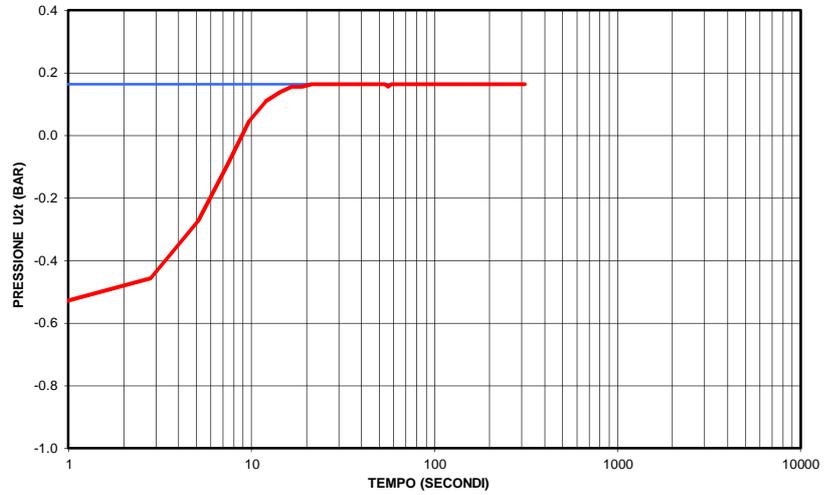
Comune Faenza  
 Via Convertite  
 Località' Stabilimento CAVIRO  
 Committente Enomondo  
 Data 14-lug-20

**CPTU**  
 Profondità (m) 2  
 3.54

Tmax (sec)	21.2	Profondità		Ultima lettura	
Tmin (sec)	0.5	Falda		Uo oppure	
		m	1.90	Ufalda (bar)	0.164

<b>(Parez &amp; Fauriel 1988)</b>		
T50 (sec)	Permeabilità	Litologia
5	Kh (cm/sec)	1.20E-04 sabbia

T(sec.)	U2(bar)	T(sec)Umin=0	Uidro(bar)	Norm.U2
0.5	-0.57	0.0	0.164	1.000
2.8	-0.46	2.3	0.164	0.840
5.1	-0.27	4.6	0.164	0.593
7.4	-0.09	6.9	0.164	0.346
9.7	0.05	9.2	0.164	0.160
12.0	0.11	11.5	0.164	0.074
14.3	0.14	13.8	0.164	0.037
16.6	0.15	16.1	0.164	0.012
18.9	0.15	18.4	0.164	0.012
21.2	0.16	20.7	0.164	0.000
23.5	0.16	23.0	0.164	0.000
25.8	0.16	25.3	0.164	0.000
28.1	0.16	27.6	0.164	0.000
30.4	0.16	29.9	0.164	0.000
32.7	0.16	32.2	0.164	0.000
35.0	0.16	34.5	0.164	0.000
37.3	0.16	36.8	0.164	0.000
39.6	0.16	39.1	0.164	0.000
41.9	0.16	41.4	0.164	0.000
44.2	0.16	43.7	0.164	0.000
46.5	0.16	46.0	0.164	0.000
48.9	0.16	48.4	0.164	0.000
51.2	0.16	50.7	0.164	0.000
53.5	0.16	53.0	0.164	0.000
55.8	0.15	55.3	0.164	0.012
58.1	0.16	57.6	0.164	0.000
60.4	0.16	59.9	0.164	0.000
62.7	0.16	62.2	0.164	0.000
65.0	0.16	64.5	0.164	0.000
67.3	0.16	66.8	0.164	0.000
127.9	0.16	127.4	0.164	0.000
188.5	0.16	188.0	0.164	0.000
249.1	0.16	248.6	0.164	0.000
309.7	0.16	309.2	0.164	0.000



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

Comune Faenza  
 Via Convertite  
 Località' Stabilimento CAVIRO  
 Committente Enomondo  
 Data 14-lug-20

**CPTU**

**3**

Profondità (m)

2.90

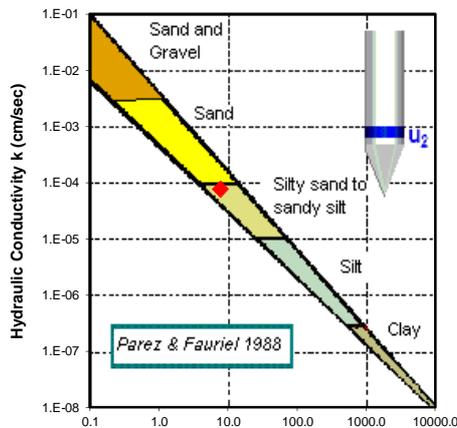
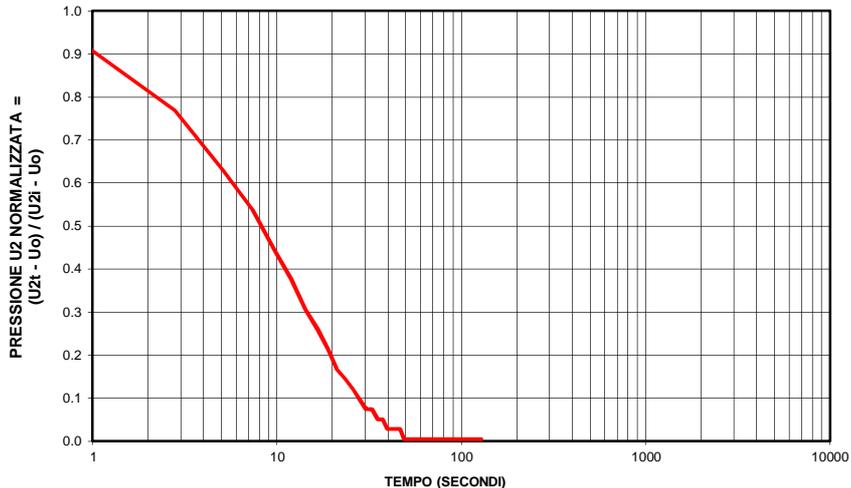
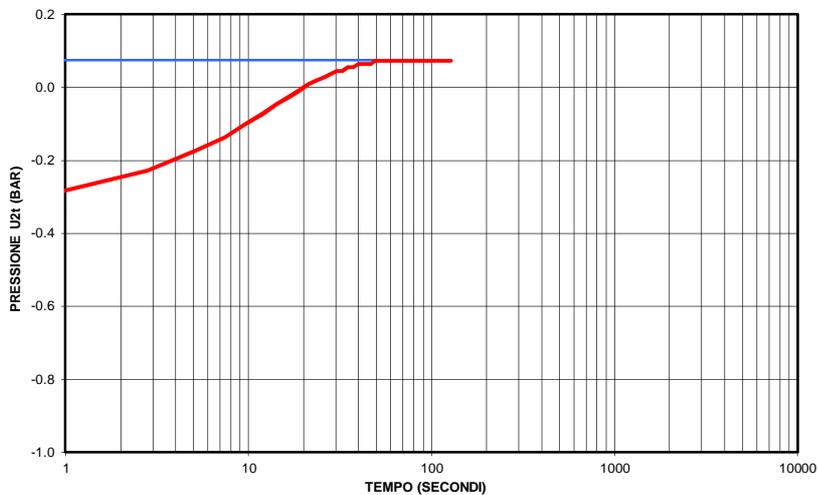
Tmax (sec)	48.9
Tmin (sec)	0.5

Profondità	
Falda	
m	2.15

Ultima lettura	
Uo oppure	
Ufalda (bar)	0.075

<b>(Parez &amp; Fauriel 1988)</b>		
T50 (sec)	Permeabilità	Litologia
8	7.64E-05	sabbia limosa a limo sabbioso

T(sec.)	U2(bar)	T(sec)Umin=0	Idro(bar)	Norm.U2
0.5	-0.32	0.0	0.075	1.000
2.8	-0.23	2.3	0.075	0.769
5.1	-0.17	4.6	0.075	0.630
7.4	-0.14	6.9	0.075	0.537
9.7	-0.10	9.2	0.075	0.445
12.0	-0.07	11.5	0.075	0.375
14.3	-0.05	13.8	0.075	0.306
16.6	-0.03	16.1	0.075	0.260
18.9	-0.01	18.4	0.075	0.214
21.2	0.01	20.7	0.075	0.167
23.5	0.02	23.0	0.075	0.144
25.8	0.03	25.3	0.075	0.121
28.1	0.04	27.6	0.075	0.098
30.4	0.05	29.9	0.075	0.075
32.7	0.05	32.2	0.075	0.075
35.1	0.05	34.6	0.075	0.052
37.4	0.05	36.9	0.075	0.052
39.7	0.06	39.2	0.075	0.028
42.0	0.06	41.5	0.075	0.028
44.3	0.06	43.8	0.075	0.028
46.6	0.06	46.1	0.075	0.028
48.9	0.07	48.4	0.075	0.005
51.2	0.07	50.7	0.075	0.005
53.5	0.07	53.0	0.075	0.005
55.8	0.07	55.3	0.075	0.005
58.1	0.07	57.6	0.075	0.005
60.4	0.07	59.9	0.075	0.005
62.7	0.07	62.2	0.075	0.005
65.0	0.07	64.5	0.075	0.005
67.3	0.07	66.8	0.075	0.005
127.9	0.07	127.4	0.075	0.005



<b>Tipologia di dissipazione</b>
Burns & Maine 1998 (Penetrometers for Soil Permeability and Chemical Detection; Georgia Institute of Technology; Report no. GIT-CEEEO-98-1)
NA

$T_{Umax} / T_{50}$
NA

**CPTU**

**5**

Profondità (m)

21.62

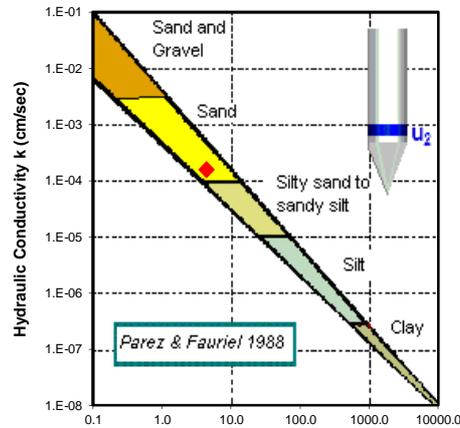
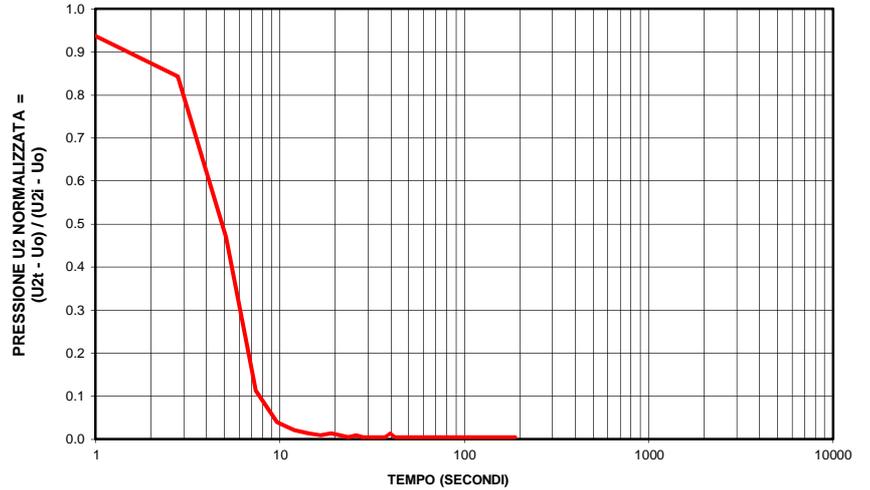
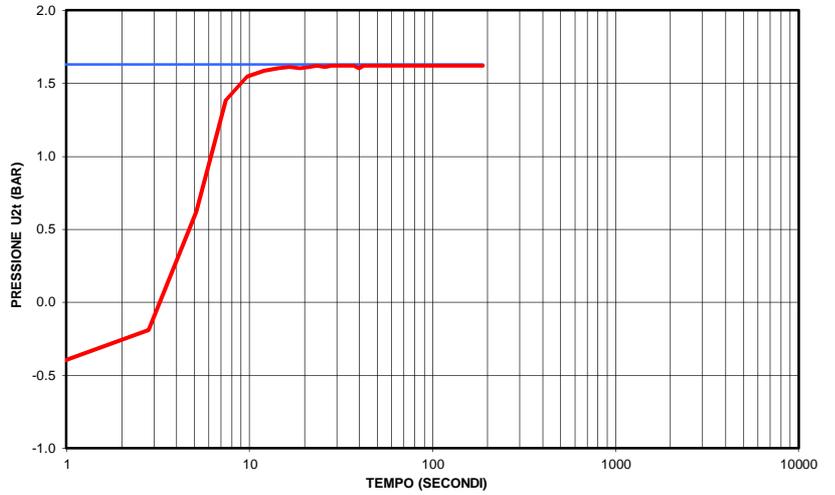
Tmax (sec)	23.5
Tmin (sec)	0.5

Profondità	
Falda	
m	5.30

Ultima lettura	
Uo oppure	
Ufalda (bar)	1.632

<b>(Parez &amp; Fauriel 1988)</b>		
T50 (sec)	Permeabilità	Litologia
4	1.57E-04	sabbia

T(sec.)	U2(bar)	T(sec)Umin=0	Uidro(bar)	Norm.U2
0.5	-0.53	0.0	1.632	1.000
2.8	-0.19	2.3	1.632	0.844
5.1	0.62	4.6	1.632	0.469
7.4	1.39	6.9	1.632	0.114
9.7	1.55	9.2	1.632	0.038
12.0	1.59	11.5	1.632	0.022
14.3	1.60	13.8	1.632	0.013
16.6	1.61	16.1	1.632	0.009
18.9	1.60	18.4	1.632	0.013
21.2	1.61	20.7	1.632	0.009
23.5	1.62	23.0	1.632	0.005
25.8	1.61	25.3	1.632	0.009
28.1	1.62	27.6	1.632	0.005
30.4	1.62	29.9	1.632	0.005
32.7	1.62	32.2	1.632	0.005
35.0	1.62	34.5	1.632	0.005
37.3	1.62	36.8	1.632	0.005
39.6	1.60	39.1	1.632	0.013
41.9	1.62	41.4	1.632	0.005
44.2	1.62	43.7	1.632	0.005
46.5	1.62	46.0	1.632	0.005
48.8	1.62	48.3	1.632	0.005
51.1	1.62	50.6	1.632	0.005
53.4	1.62	52.9	1.632	0.005
55.7	1.62	55.2	1.632	0.005
58.0	1.62	57.5	1.632	0.005
60.3	1.62	59.8	1.632	0.005
62.7	1.62	62.2	1.632	0.005
65.0	1.62	64.5	1.632	0.005
67.3	1.62	66.8	1.632	0.005
127.8	1.62	127.3	1.632	0.005
188.4	1.62	187.9	1.632	0.005



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

Comune Faenza  
 Via Convertite  
 Località' Stabilimento CAVIRO  
 Committente Enomondo  
 Data 15-lug-20

**CPTU**

**5**

Profondità (m)

4.22

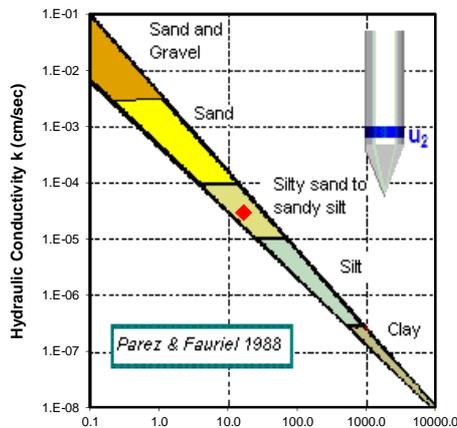
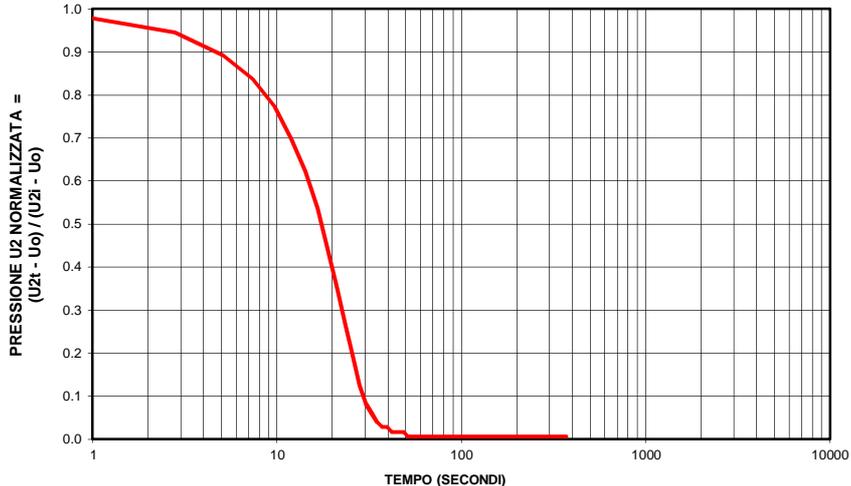
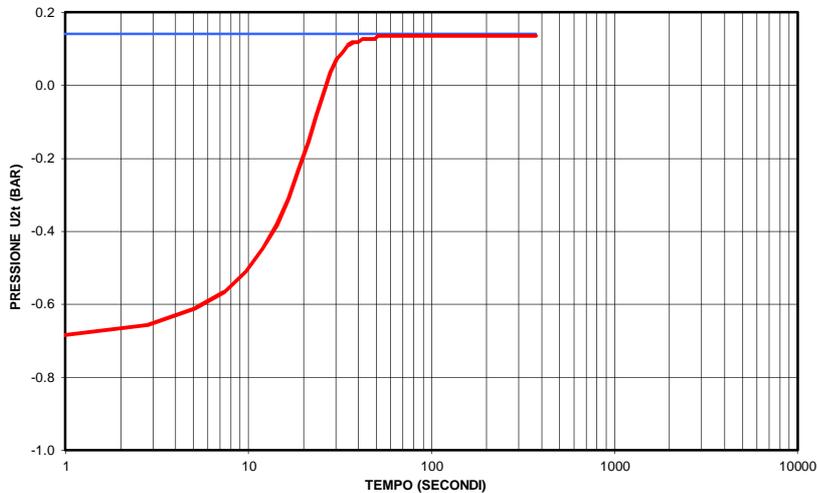
Tmax (sec)	51.2
Tmin (sec)	0.5

Profondità	
Falda	2.80
m	

Ultima lettura	
Uo oppure	0.142
Ufalda (bar)	

<b>(Parez &amp; Fauriel 1988)</b>		
T50 (sec)	Permeabilità	Litologia
17	Kh (cm/sec)	2.91E-05 sabbia limosa a limo sabbioso

T(sec.)	U2(bar)	T(sec)Umin=0	Uidro(bar)	Norm.U2
0.5	-0.70	0.0	0.142	1.000
2.8	-0.66	2.3	0.142	0.946
5.1	-0.61	4.6	0.142	0.892
7.4	-0.56	6.9	0.142	0.838
9.7	-0.51	9.2	0.142	0.773
12.0	-0.45	11.5	0.142	0.698
14.3	-0.38	13.8	0.142	0.622
16.6	-0.31	16.1	0.142	0.536
18.9	-0.23	18.4	0.142	0.438
21.2	-0.15	20.7	0.142	0.352
23.5	-0.08	23.0	0.142	0.266
25.8	-0.02	25.3	0.142	0.190
28.1	0.04	27.6	0.142	0.125
30.4	0.07	29.9	0.142	0.082
32.7	0.09	32.2	0.142	0.060
35.0	0.11	34.5	0.142	0.039
37.3	0.12	36.8	0.142	0.028
39.6	0.12	39.1	0.142	0.028
42.0	0.13	41.5	0.142	0.017
44.3	0.13	43.8	0.142	0.017
46.6	0.13	46.1	0.142	0.017
48.9	0.13	48.4	0.142	0.017
51.2	0.14	50.7	0.142	0.006
53.5	0.14	53.0	0.142	0.006
55.8	0.14	55.3	0.142	0.006
58.1	0.14	57.6	0.142	0.006
60.4	0.14	59.9	0.142	0.006
62.7	0.14	62.2	0.142	0.006
65.0	0.14	64.5	0.142	0.006
67.3	0.14	66.8	0.142	0.006
127.9	0.14	127.4	0.142	0.006
188.5	0.14	188.0	0.142	0.006
249.1	0.14	248.6	0.142	0.006
309.7	0.14	309.2	0.142	0.006
370.3	0.14	369.8	0.142	0.006



**Tipologia di dissipazione**  
 Burns & Maine 1998  
 (Penetrometers for Soil Permeability and Chemical Detection;  
 Georgia Institute of Technology;  
 Report no. GIT-CEEEO-98-1)

**Tipologia 4**  
 T<sub>Umax</sub> / T<sub>50</sub>  
 NA

**CPTU**

**6**

Profondità (m)

22.94

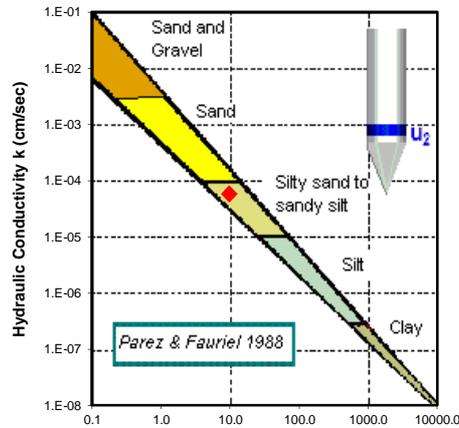
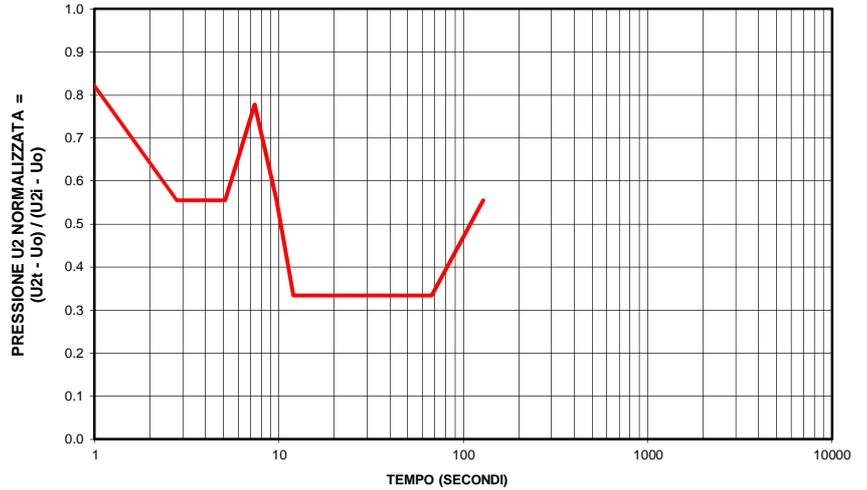
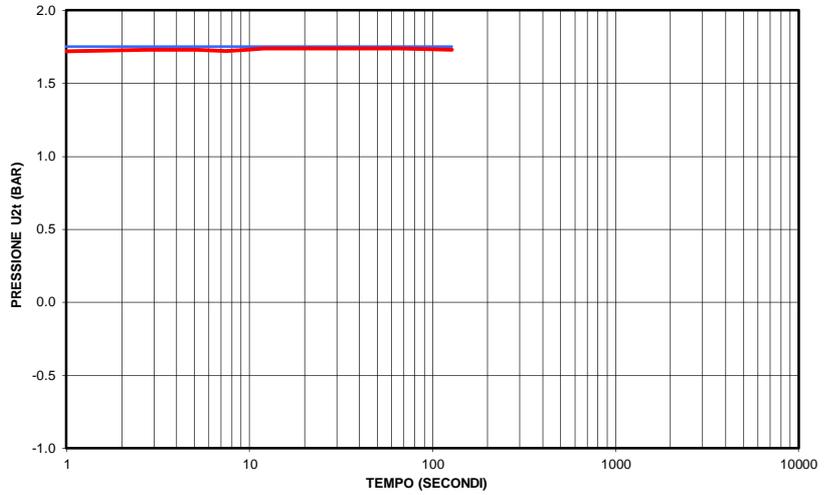
Tmax (sec)	12.0
Tmin (sec)	0.5

Profondità	
Falda	5.40
m	

Ultima lettura	
Uo oppure	1.754
Ufalda (bar)	

<b>(Parez &amp; Fauriel 1988)</b>		
T50 (sec)	Permeabilità	Litologia
10	Kh (cm/sec)	5.79E-05 sabbia limosa a limo sabbioso

T(sec.)	U2(bar)	T(sec)Umin=0	Uidro(bar)	Norm.U2
0.5	1.71	0.0	1.754	1.000
2.8	1.73	2.3	1.754	0.556
5.1	1.73	4.6	1.754	0.556
7.4	1.72	6.9	1.754	0.778
9.7	1.73	9.2	1.754	0.556
12.0	1.74	11.5	1.754	0.334
14.3	1.74	13.8	1.754	0.334
16.7	1.74	16.2	1.754	0.334
19.0	1.74	18.5	1.754	0.334
21.3	1.74	20.8	1.754	0.334
23.6	1.74	23.1	1.754	0.334
25.9	1.74	25.4	1.754	0.334
28.2	1.74	27.7	1.754	0.334
30.5	1.74	30.0	1.754	0.334
32.8	1.74	32.3	1.754	0.334
35.1	1.74	34.6	1.754	0.334
37.4	1.74	36.9	1.754	0.334
39.7	1.74	39.2	1.754	0.334
42.0	1.74	41.5	1.754	0.334
44.3	1.74	43.8	1.754	0.334
46.6	1.74	46.1	1.754	0.334
48.9	1.74	48.4	1.754	0.334
51.2	1.74	50.7	1.754	0.334
53.5	1.74	53.0	1.754	0.334
55.8	1.74	55.3	1.754	0.334
58.1	1.74	57.6	1.754	0.334
60.4	1.74	59.9	1.754	0.334
62.8	1.74	62.3	1.754	0.334
65.1	1.74	64.6	1.754	0.334
67.4	1.74	66.9	1.754	0.334
127.9	1.73	127.4	1.754	0.556



<b>Tipologia di dissipazione</b>
Burns & Maine 1998 (Penetrometers for Soil Permeability and Chemical Detection; Georgia Institute of Technology; Report no. GIT-CEEGEO-98-1)
NA
T <sub>Umax</sub> / T <sub>50</sub>
NA

Comune Faenza  
 Via Convertite  
 Località' Stabilimento CAVIRO  
 Committente Enomondo  
 Data 15-lug-20

**CPTU**

**6**

Profondità (m)

6.00

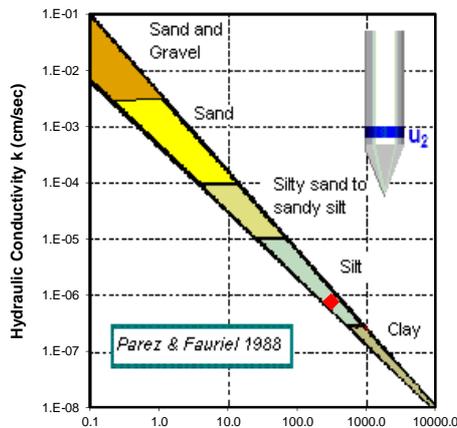
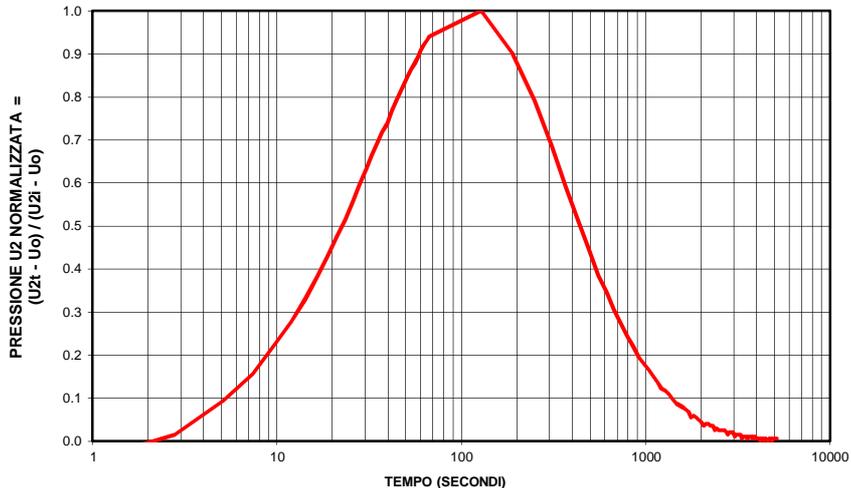
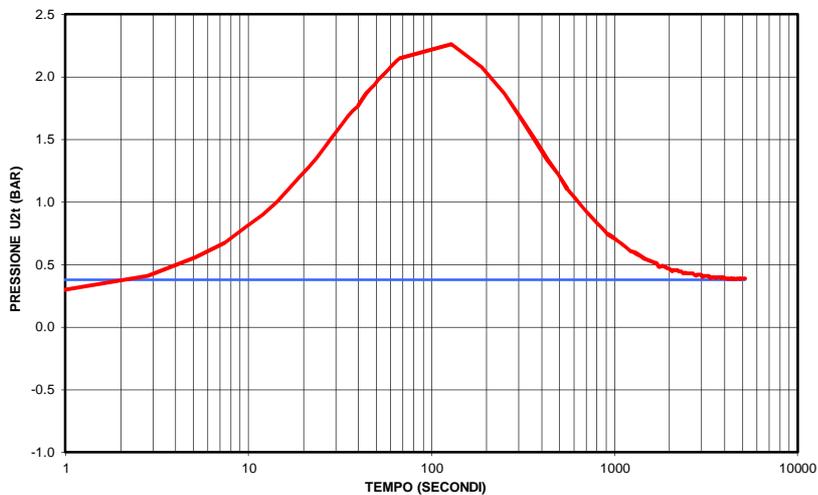
Tmax (sec)	128.0
Tmin (sec)	0.5

Profondità	Falda
m	m
2.20	

Ultima lettura	Uo oppure
Uo (bar)	Ufalda (bar)
0.380	

<b>(Parez &amp; Fauriel 1988)</b>		
T50 (sec)	Permeabilità	Litologia
313	Kh (cm/sec)	limo
	7.61E-07	

T(sec.)	U2(bar)	T(sec)Umin=0	Uidro(bar)	Norm.U2
0.5	0.23	-127.5	0.380	-0.081
2.8	0.41	-125.2	0.380	0.016
5.1	0.56	-122.9	0.380	0.094
7.4	0.67	-120.6	0.380	0.157
9.7	0.80	-118.3	0.380	0.224
12.0	0.90	-116.0	0.380	0.278
14.3	1.00	-113.7	0.380	0.331
16.6	1.10	-111.4	0.380	0.384
18.9	1.19	-109.1	0.380	0.433
21.2	1.28	-106.8	0.380	0.476
23.5	1.35	-104.5	0.380	0.515
25.8	1.43	-102.2	0.380	0.559
28.1	1.50	-99.9	0.380	0.598
30.4	1.57	-97.6	0.380	0.632
32.7	1.63	-95.3	0.380	0.666
35.0	1.69	-93.0	0.380	0.695
37.3	1.73	-90.7	0.380	0.719
39.6	1.77	-88.4	0.380	0.738
41.9	1.82	-86.1	0.380	0.767
44.2	1.87	-83.8	0.380	0.792
46.5	1.90	-81.5	0.380	0.811
48.9	1.94	-79.1	0.380	0.830
51.2	1.98	-76.8	0.380	0.850
53.5	2.00	-74.5	0.380	0.864
55.8	2.03	-72.2	0.380	0.879
58.1	2.06	-69.9	0.380	0.893
60.4	2.09	-67.6	0.380	0.908
62.8	2.11	-65.2	0.380	0.922
65.1	2.13	-62.9	0.380	0.932
67.4	2.15	-60.6	0.380	0.942
128.0	2.26	0.0	0.380	1.000
188.5	2.08	60.5	0.380	0.903
249.1	1.87	121.1	0.380	0.792
309.7	1.67	181.7	0.380	0.685
370.3	1.49	242.3	0.380	0.588
430.9	1.34	302.9	0.380	0.510
491.5	1.22	363.5	0.380	0.447
552.1	1.10	424.1	0.380	0.384
612.5	1.03	484.5	0.380	0.346
673.1	0.96	545.1	0.380	0.307
733.7	0.89	605.7	0.380	0.273
794.3	0.84	666.3	0.380	0.244
854.8	0.79	726.8	0.380	0.220
915.4	0.75	787.4	0.380	0.195
976.0	0.72	848.0	0.380	0.181
1036.6	0.69	908.6	0.380	0.166
1097.2	0.67	969.2	0.380	0.152
1157.8	0.64	1029.8	0.380	0.137
1218.4	0.61	1090.4	0.380	0.123
1278.9	0.60	1150.9	0.380	0.118
1339.5	0.58	1211.5	0.380	0.108
1400.1	0.56	1272.1	0.380	0.098
1460.7	0.55	1332.7	0.380	0.089
1521.3	0.54	1393.3	0.380	0.084
1581.9	0.53	1453.9	0.380	0.079
1642.0	0.52	1514.0	0.380	0.074
1702.6	0.51	1574.6	0.380	0.069
1763.2	0.48	1635.2	0.380	0.055
1823.8	0.49	1695.8	0.380	0.060
1884.4	0.48	1756.4	0.380	0.055
1945.0	0.47	1817.0	0.380	0.050
2005.5	0.46	1877.5	0.380	0.045
2066.1	0.45	1938.1	0.380	0.035
2126.7	0.46	1998.7	0.380	0.040
2187.3	0.46	2059.3	0.380	0.040
2247.9	0.45	2119.9	0.380	0.035
2308.5	0.45	2180.5	0.380	0.035
2369.1	0.43	2241.1	0.380	0.026
2429.7	0.44	2301.7	0.380	0.031
2490.2	0.43	2362.2	0.380	0.026
2550.7	0.43	2422.7	0.380	0.026
2611.3	0.43	2483.3	0.380	0.026
2671.9	0.43	2543.9	0.380	0.026
2732.5	0.42	2604.5	0.380	0.021
2793.1	0.41	2665.1	0.380	0.016
2853.7	0.42	2725.7	0.380	0.021
2914.2	0.42	2786.2	0.380	0.021
2974.8	0.42	2846.8	0.380	0.021
3035.4	0.40	2907.4	0.380	0.011
3096.0	0.41	2968.0	0.380	0.016
3156.6	0.41	3028.6	0.380	0.016
3217.2	0.41	3089.2	0.380	0.016
3277.8	0.41	3149.8	0.380	0.016
3338.4	0.39	3210.4	0.380	0.006



**Tipologia di dissipazione**

Burns & Maine 1998  
 (Penetrometers for Soil Permeability and  
 Chemical Detection;  
 Georgia Institute of Technology;  
 Report no. GIT-CEEEO-98-1)

---

**Tipologia 4**

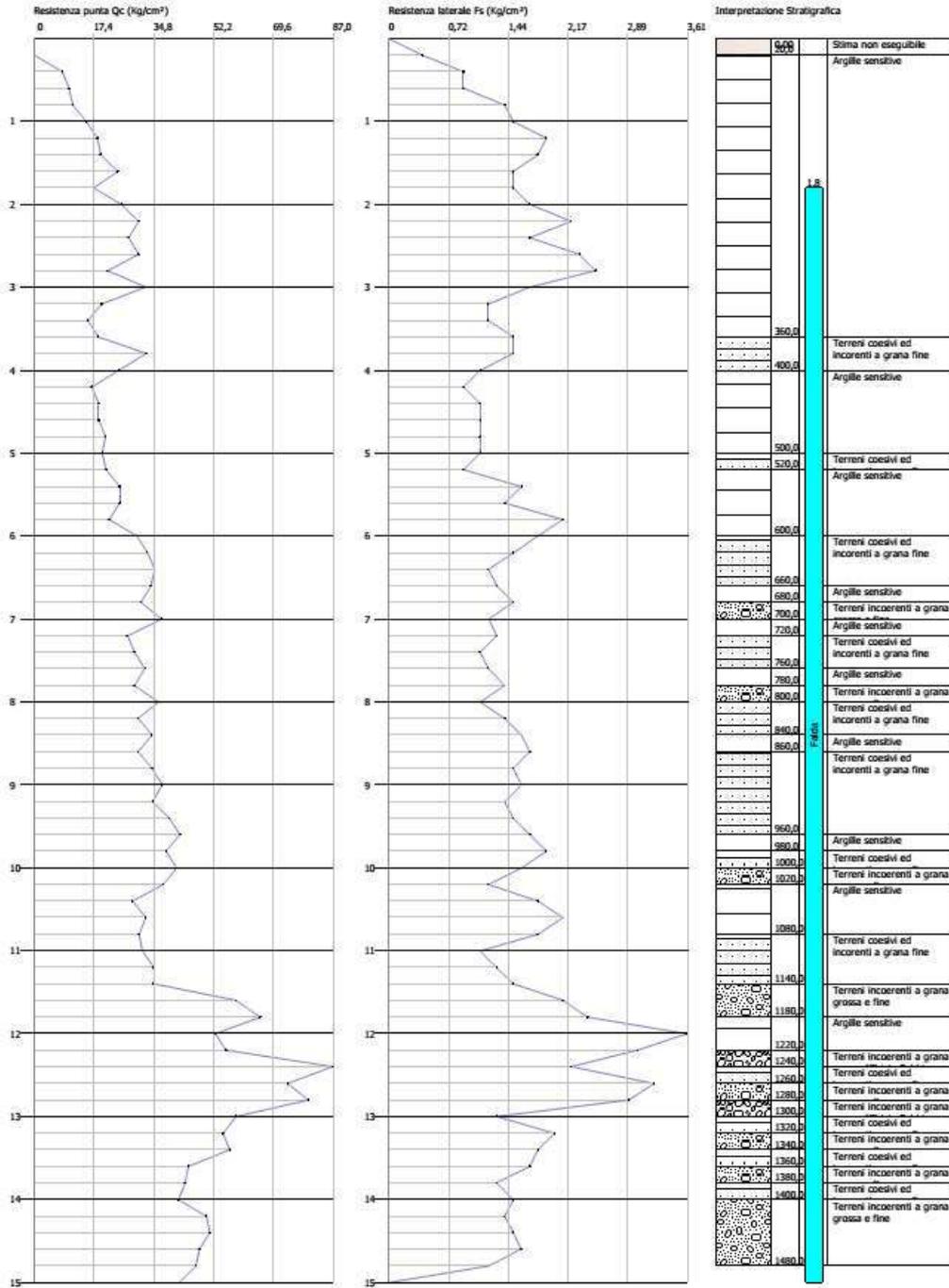
---

$T_{Umax} / T_{50}$

**NA**

# PROVE DI REPERTORIO ESEGUITE IN PASSATO AREA CAVIRO

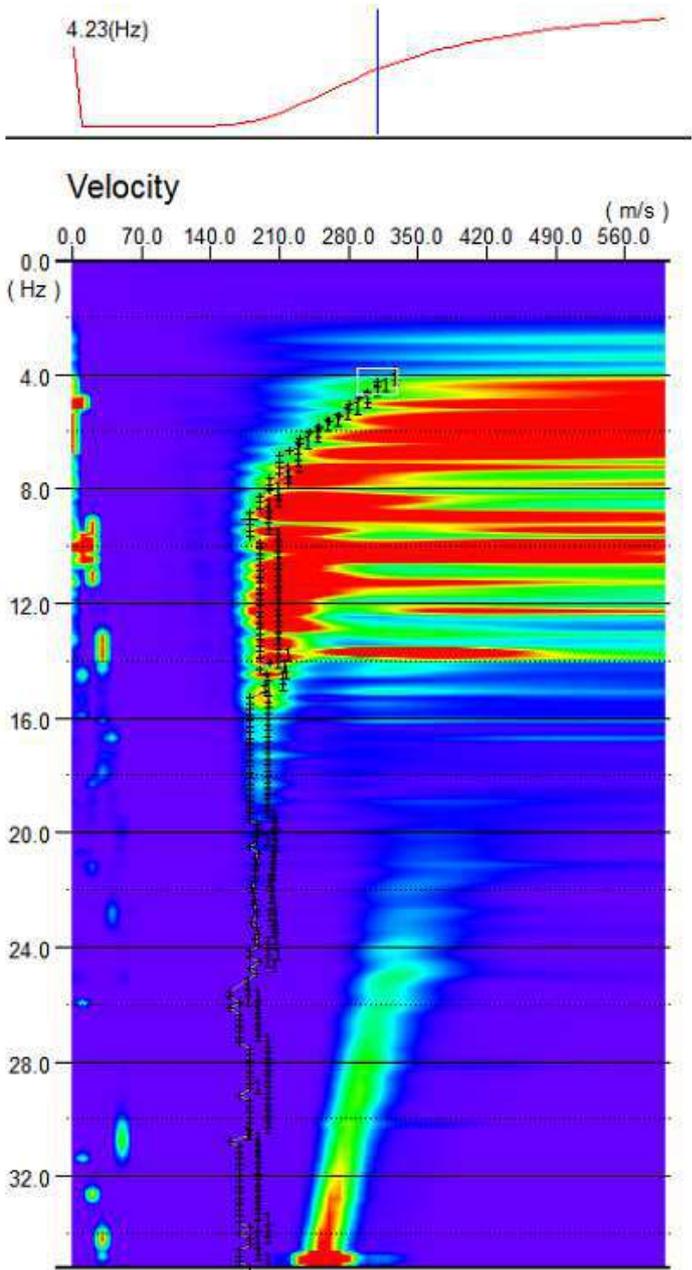




**Linea 1**

L'indagine eseguita ha permesso la determinazione dell'andamento della velocità delle Vs fino a oltre 35 m di profondità.

Di seguito si riportano le immagini relative alla curva di dispersione delle onde di Rayleigh e del modello che ne deriva previa inversione dei dati. L'errore RMS calcolato è dello 0.64%.



CURVA DI DISPERSIONE CUMULATIVA METODI ATTIVO E PASSIVO

Di seguito si riportano i dati relativi all'acquisizione sismica:

Start recording: 09/05/16 08:51:33 End recording: 09/05/16 09:21:34

Channel labels: NORTH SOUTH; EAST WEST ; UP DOWN

GPS data not available

Trace length: 0h30'00". Analyzed 98% trace (automatic window selection)

Sampling frequency: 128 Hz

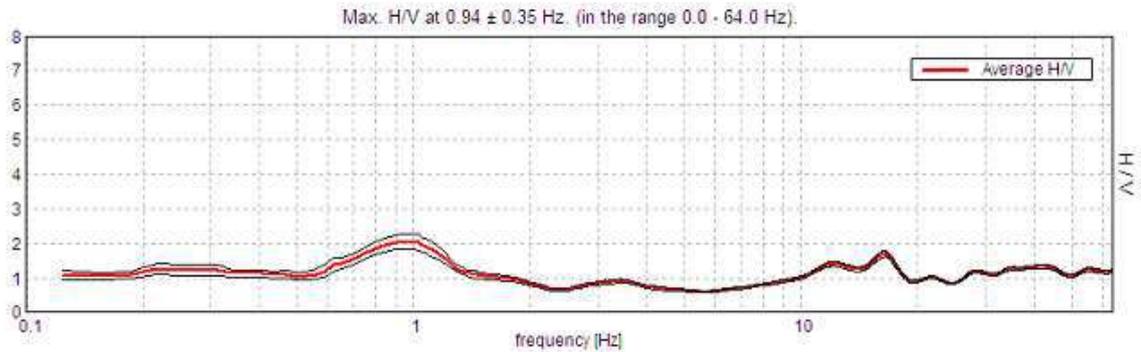
Window size: 20 s

Smoothing window: Triangular window

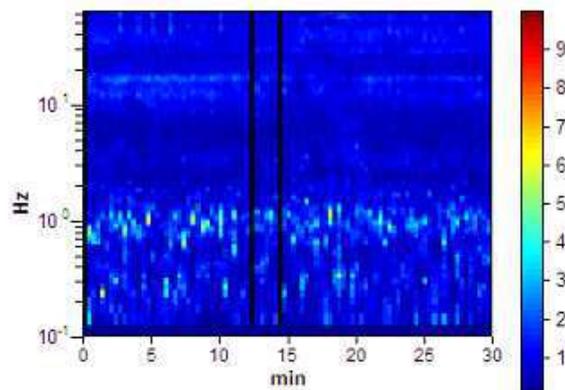
Smoothing: 10%

Nel grafico che segue è rappresentata la curva sperimentale H/V frutto dell'elaborazione mediante algoritmo dei microtremori registrato dall'apparecchiatura, in ascissa la frequenza di risonanza del terreno, in ordinata il rapporto H/V:

#### HORIZONTAL TO VERTICAL SPECTRAL RATIO



#### H/V TIME HISTORY



Di seguito si riportano i dati relativi all'acquisizione sismica:

Start recording: 29/09/16 09:25:29    End recording: 29/09/16 09:55:30

Channel labels: NORTH SOUTH; EAST WEST ; UP DOWN

GPS data not available

Trace length: 0h30'00".    Analyzed 101% trace (automatic window selection)

Sampling frequency: 128 Hz

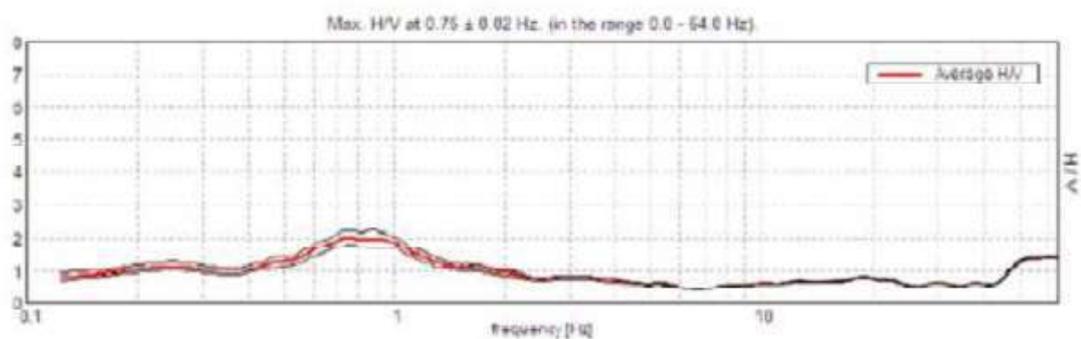
Window size: 20 s

Smoothing window: Triangular window

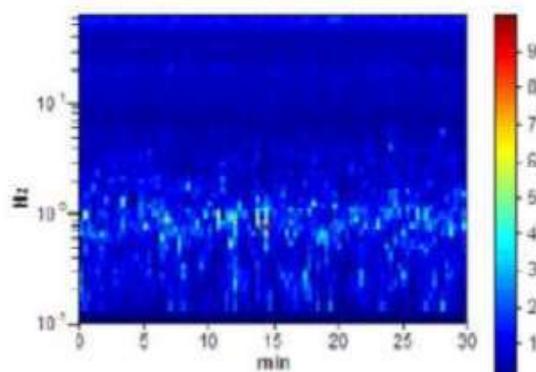
Smoothing: 10%

Nel grafico che segue è rappresentata la curva sperimentale H/V frutto dell'elaborazione mediante algoritmo dei microtremori registrato dall'apparecchiatura, in ascissa la frequenza di risonanza del terreno, in ordinata il rapporto H/V:

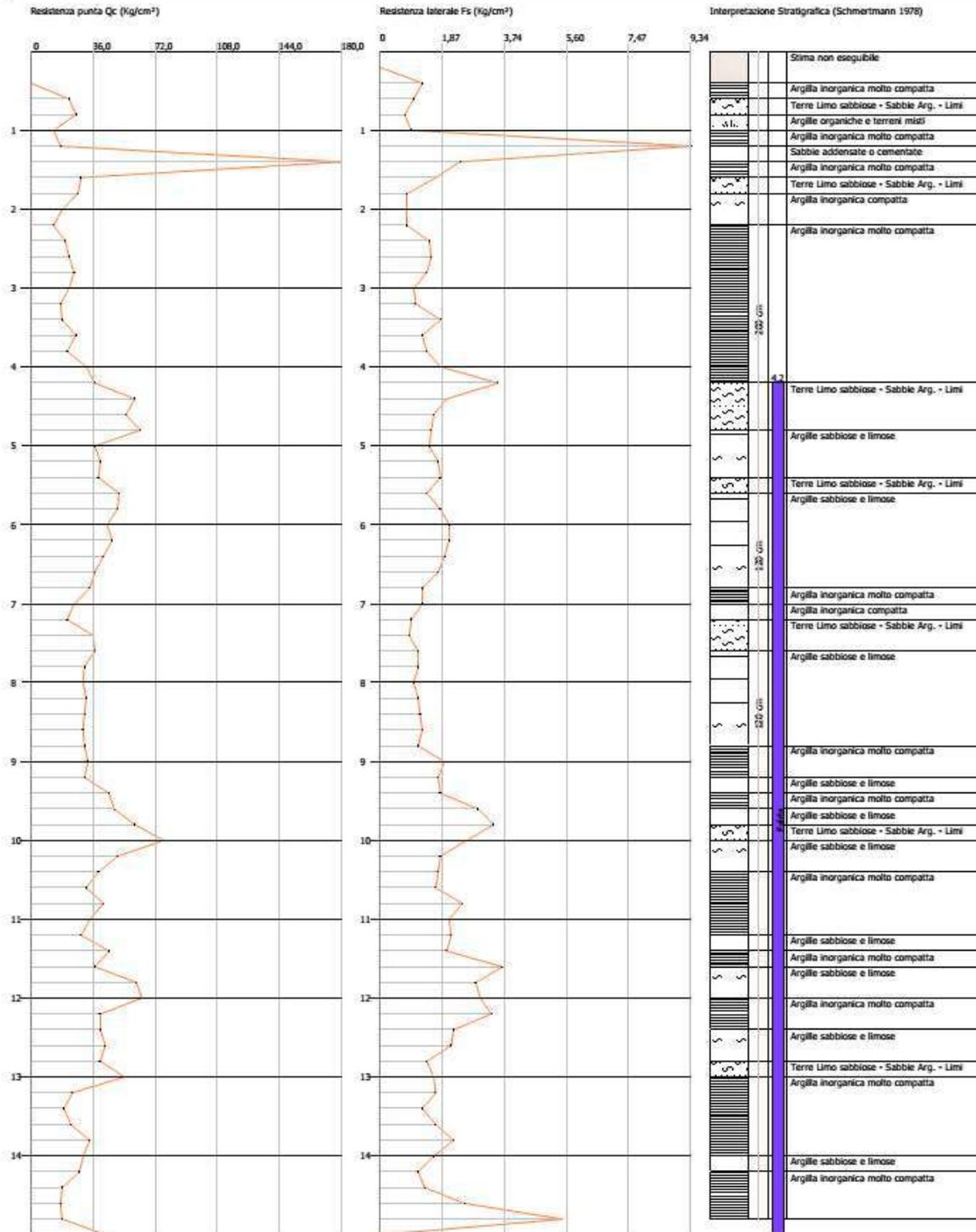
#### HORIZONTAL TO VERTICAL SPECTRAL RATIO

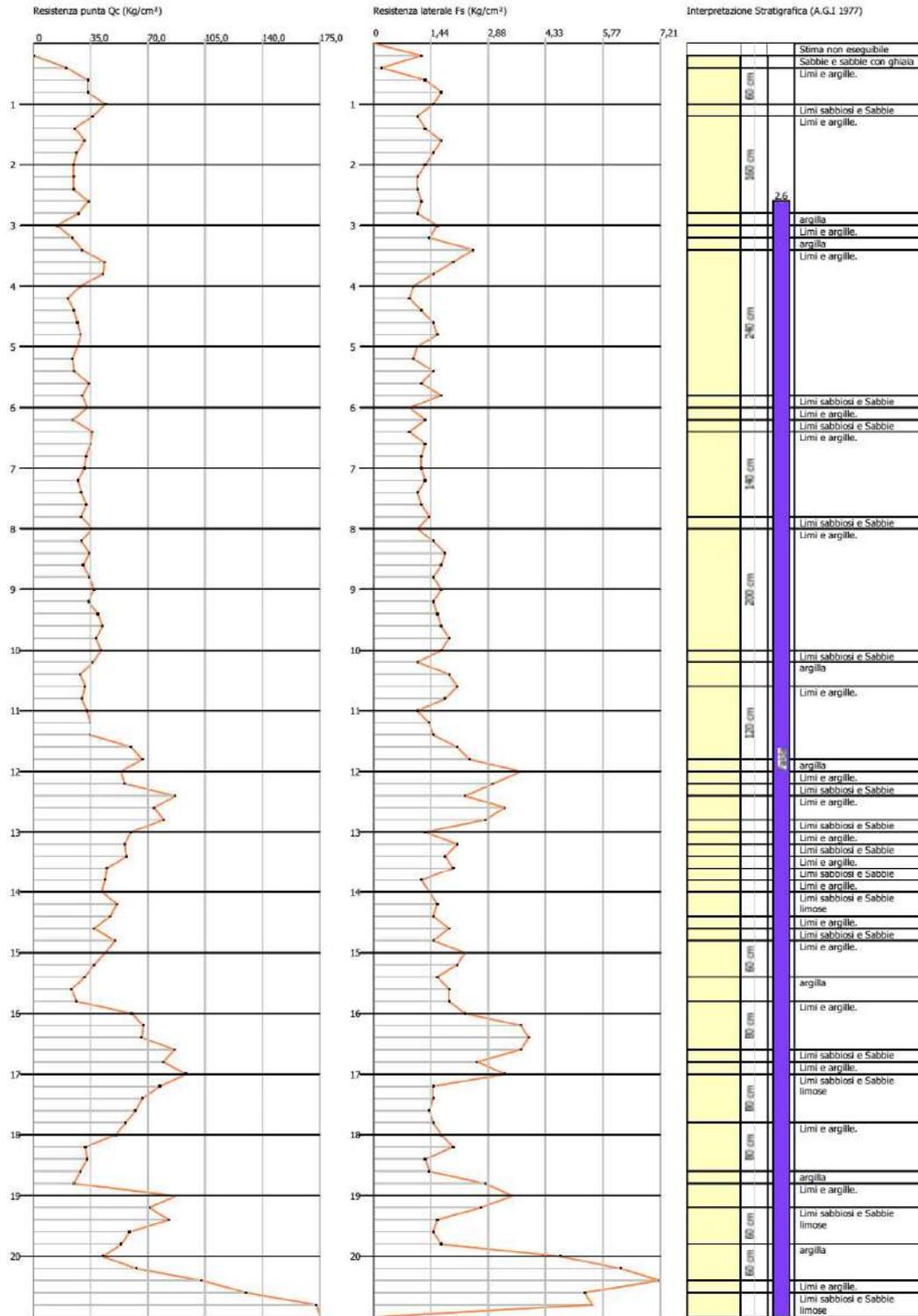


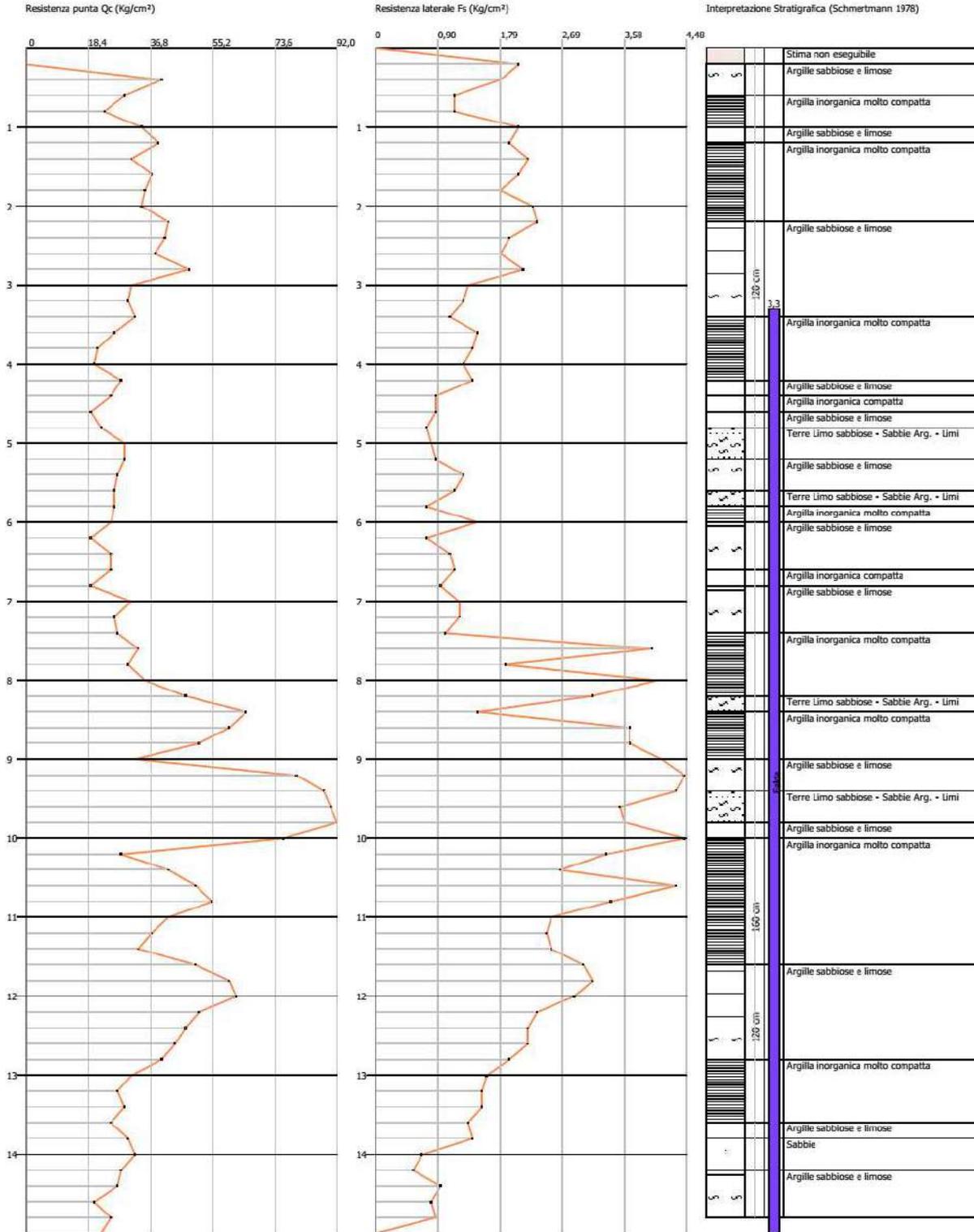
#### H/V TIME HISTORY

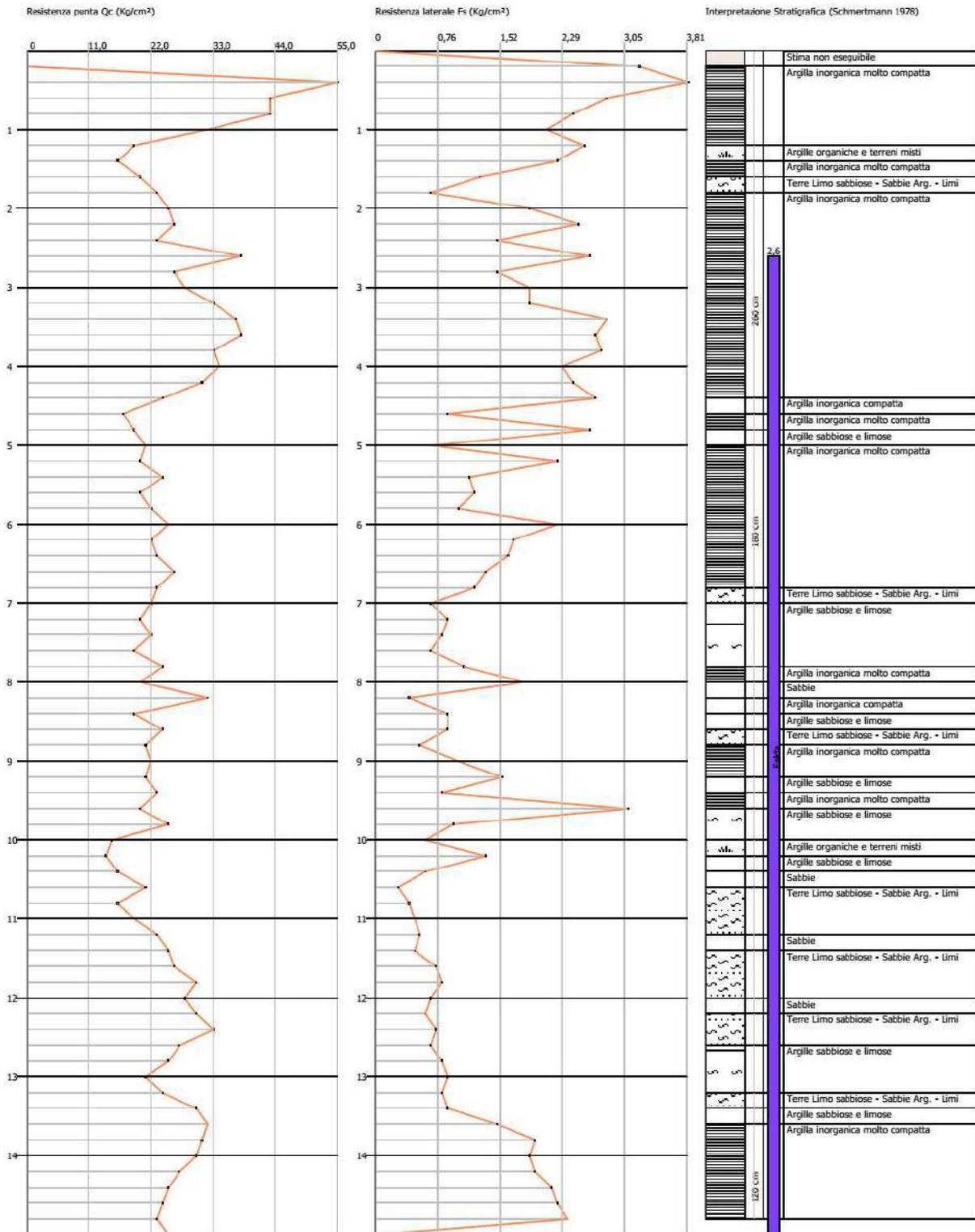


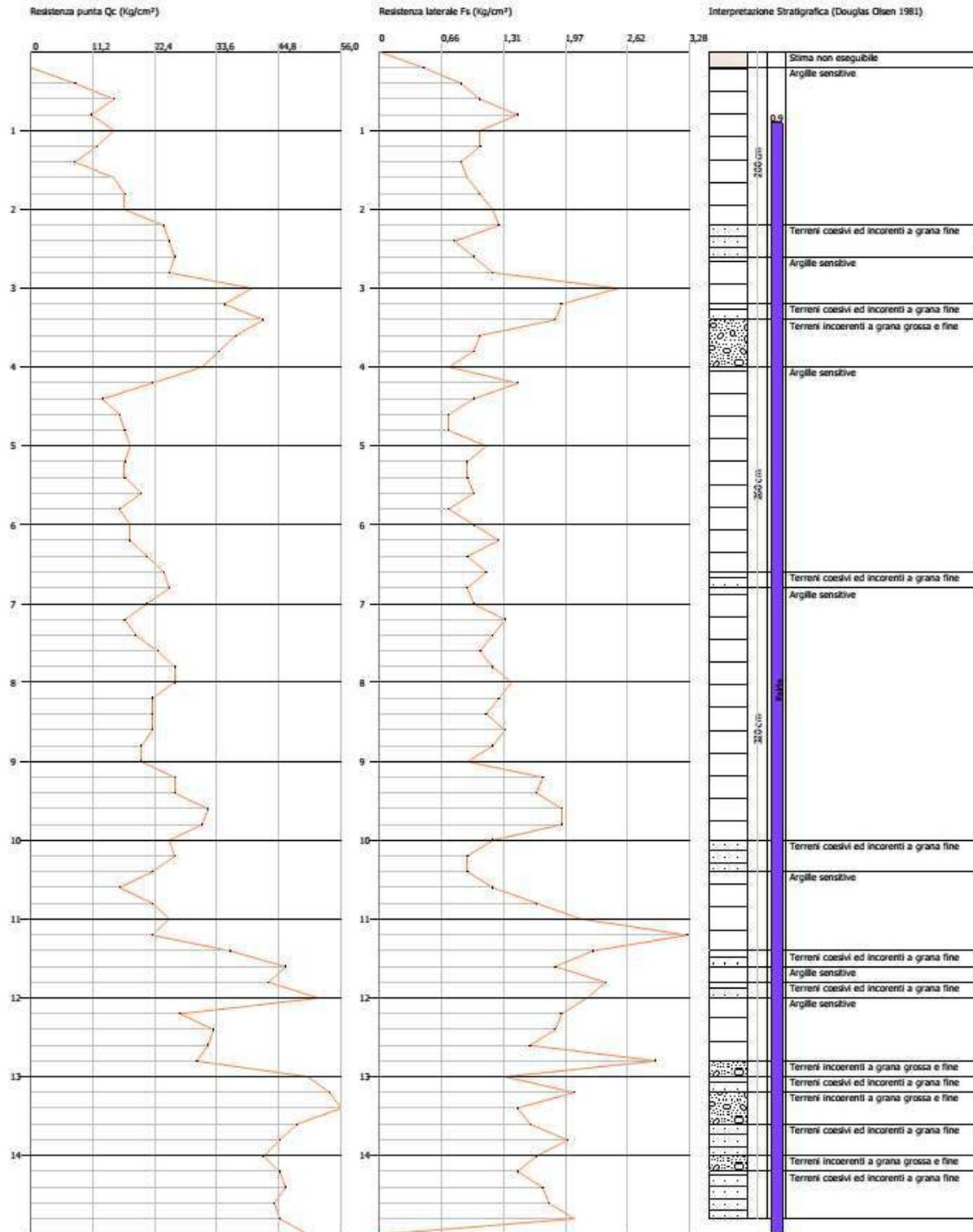
Nel grafici successivi l'andamento della traccia nelle 3 componenti N-S, E-W e verticale:

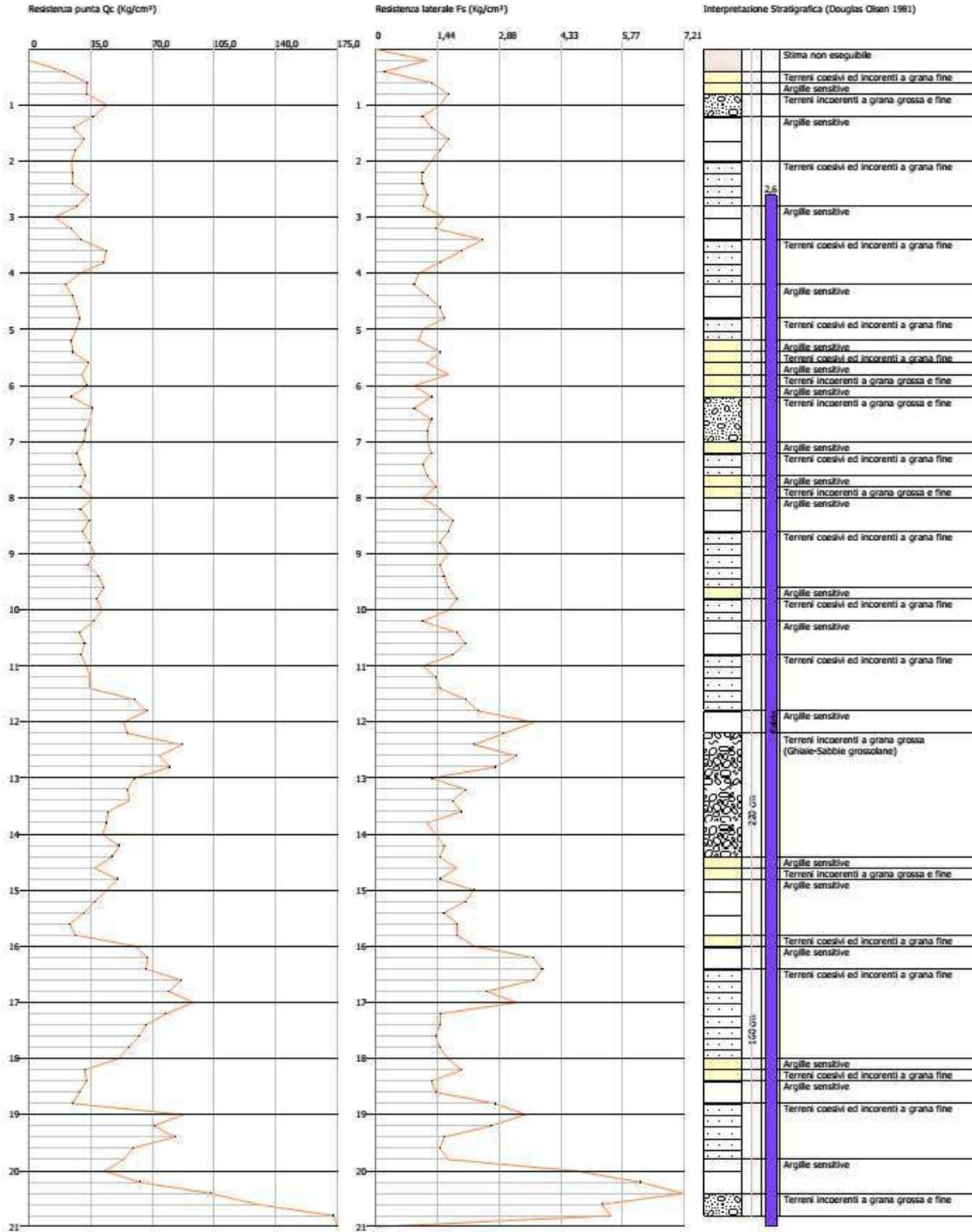












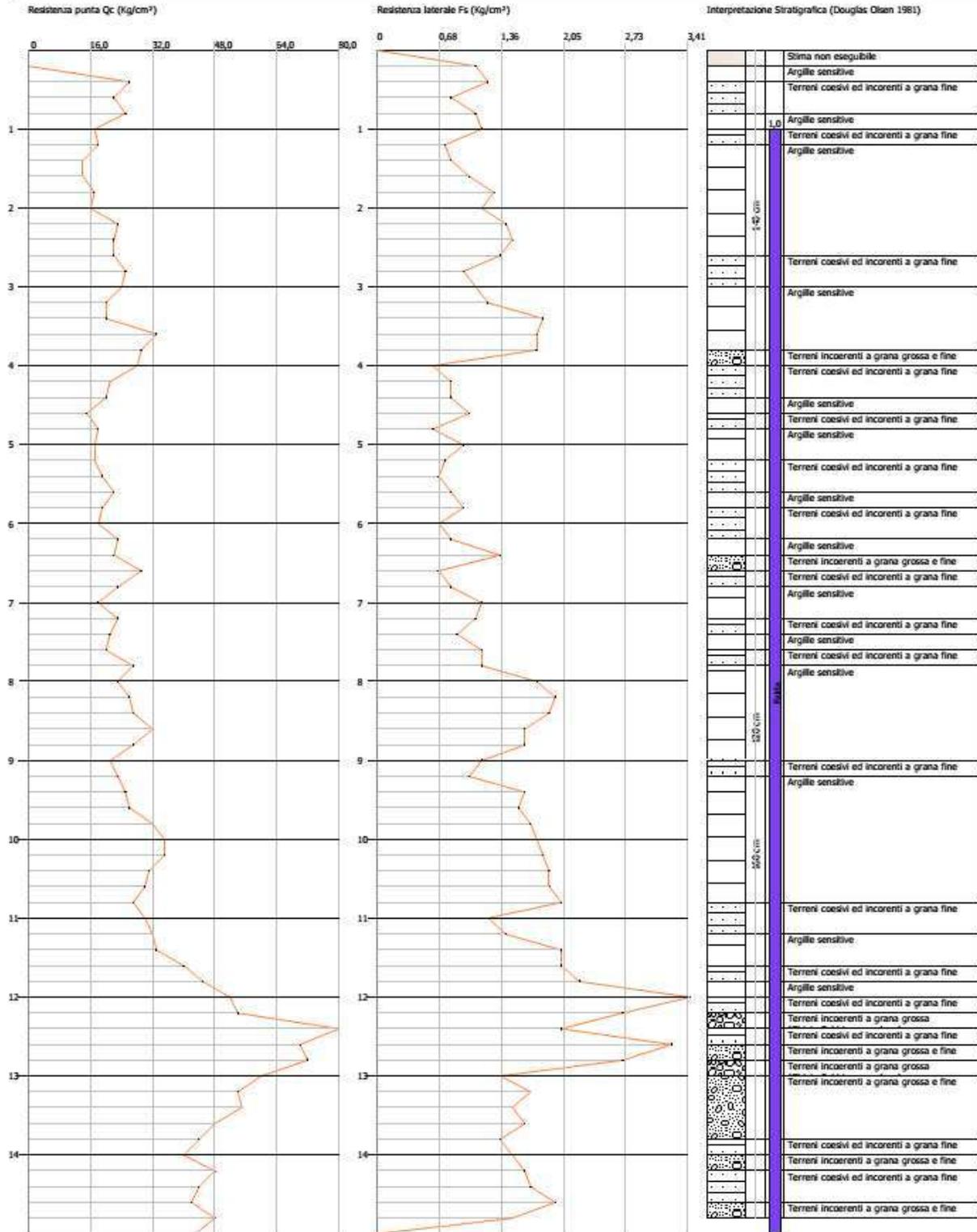
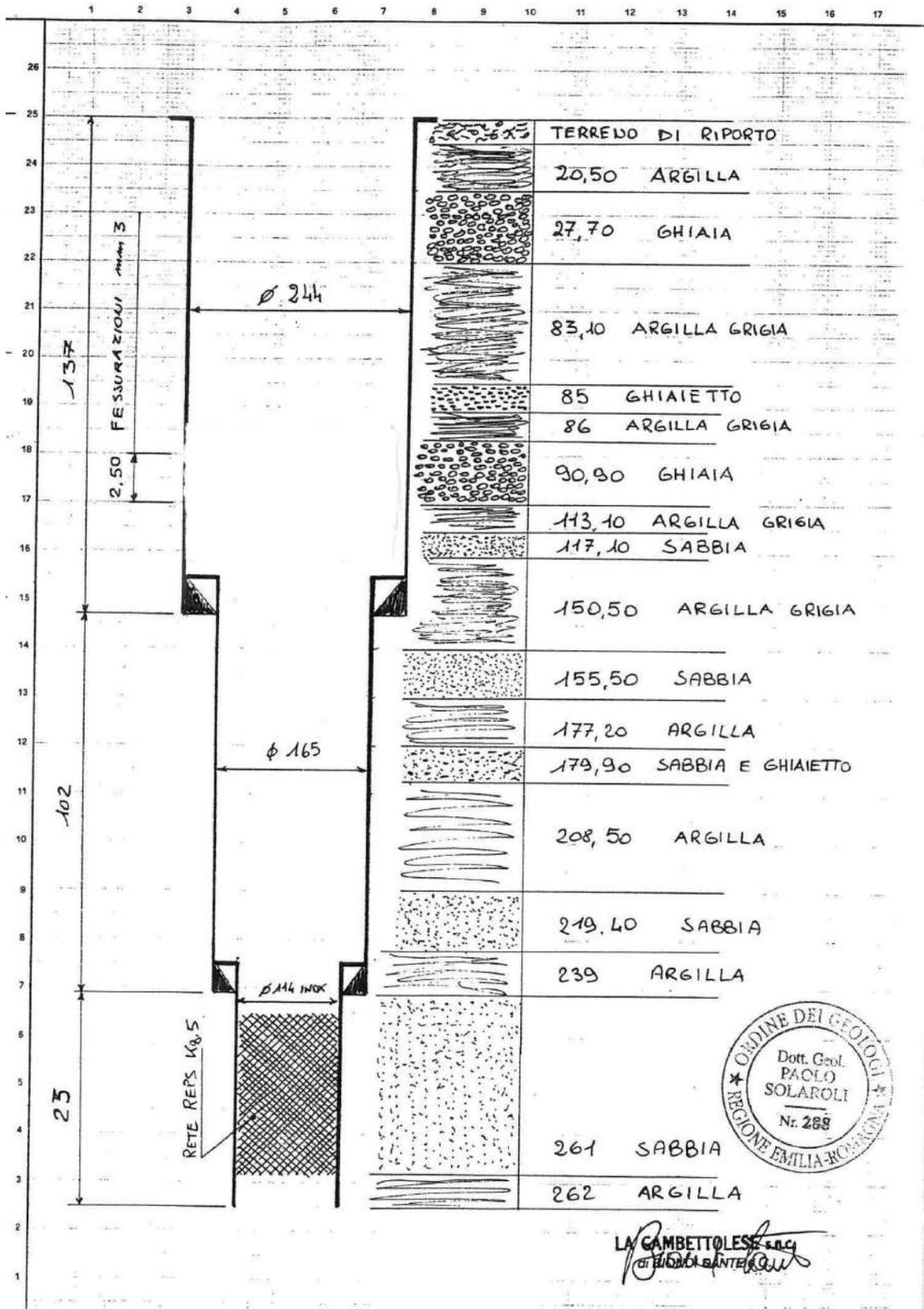






diagramma STRATIGRAFIA POZZO ARCESIANO GIUGNO 1997

periodo



LA GAMBETTOLESE S.p.A.  
di Bolognina Anterona

Stratigrafia: a = 7615b

6:0:0 IDENTIFICAZIONE N. pratica precedente PRATICA N. 25 011322 6:0:3 6:3:0 Ditta perforatrice GUBERTI A 39 cod. 050 data perf. 3

Ditta C.A.L.P.O. (Coop. Associate Lavorazione Prodotti Ortofrutticoli) (compr.) n. progressivo n. pozzo

residente a FAENZA COLOGNA BARBIANO cognome e nome frazione

via CONVERTITE 12/2 CORRIERA 5 tel. 0545-78097-78100

Ditta (1) C.A.V.I.R.O. (2) cognome e nome

residente a FAENZA cognome e nome frazione

via CONVERTITE 12/2 tel.

(1) Variazione; (2) Data della prima e seconda variazione della Ditta.

6:1:0 LOCALIZZAZIONE DEL POZZO E DATI RIASSUNTIVI

Comune FAENZA 39010 frazione o località  
Via CONVERTITE n. 12/2 podere

LOCALIZZAZIONE			Quota del pieno di campagna m s.l.m.	φ mm	PROFONDITA' max m	POTENZA POMPA kW	C (1)	PORTATA l/sec.
longitudine	latitudine	ha						
45° 9'	48° 0' 0"	0,2		21-6	250,0	0,73		

(1) Contatore SI - 1; NO - 0. 306,0 29,4

I.G.M. scala 1:25.000 tavoletta F99-INE FAENZA  
C.T.R. scala 1:5.000 foglio n. elemento n.  
Catasto scala 1:2.000 foglio n. 8,3 mappa n. 21  
Bacino

6:3:1 CARATTERISTICHE DEL POZZO

PROFONDITA' a metri	NATURA LITOLOGICA descrizione	colore	codice	UMIDITA' (1)					
				asciutto 1	umido 3	bagnato 5	ATTRAVERSO ACQUIF. SI-1 NO	FALDA	
0000									
0001	terriccio misto sabbia		110						
0002	argilla color cenere		110						
0003	sabbia e ghiaia sciolte		240						
0004	argilla color cenere		110						
0005	ghiaia e sabbia		240						
0006	argilla densa color blu		110						
0007	sabbia from acquifero		230						

(1) Finestrata: SI - 1; NO - 0; da 0 a 20% - 2; da 21 a 30% - 3; da 31 a 40% - 4; da 41 a 50% - 5; dal 51 al 60% - 6; dal 61 al 70% - 7; dal 71 all'80% - 8; oltre l'80% - 9.

6:2:0 SCHEDE E DATI DI RIFERIMENTO

Domanda di autorizzazione o rinnovo allo scarico

n. d'ordine	Comune	codice categoria I.S.T.A.T.	N. pozz	Portata media l/sec.	consumo annuo mc.

Catasto scarichi COMPR. PRATICA N. 5

6:3:2 EQUIPAGGIAM.

avampozzo	SI - 1 NO - 0	0
equipaggiamento pompa e motore dell'impianto di sollevamento (1)		1
potenza kW		29,4
prevalenza m		0,82
portata l/sec.		0,04
φ tubo mandata mm		20

6:3:3 USI E DESTINAZIONE

USI	DESTINAZIONI			
	cod. uso	codici	giorni/anno	ora/giorno
civile (acquedotto) (1)				
agricolo-irriguo (2)				
agricolo-zootecnico				
agric.-trasf. prod. industriale (4)	4	27		
domestico				
vari (5)				
vari (6)				

90	I	REGIONE EMILIA-ROMAGNA	ASSESSORATO AMBIENTE E DIFESA DEL SUOLO	FASE	AMB35	PAG.	362.	1	I
	I	UFFICIO INFORMATIVO AMBIENTALE - A.R.C.EL.							
90	I	RUBRICA DEI POZZI	CENSITI AL 8/ 1/92	PER PROVINCIA/COMUNE					
92	I	PROVINCIA DI RAVENNA	COMUNE 39010 FAENZA	PRESIDIO M.P. DI RAVENNA					
22	I	CODICE	DESCRIZIONE STABILIMENTO	INDIRIZZO	FRAZIONE	COMUNE	CODICE FISCALE	CCIA	ISTAT
	I	02500343	CAVIRO SOC. COOP.ARL	VIA CONVERTITE 12		39010	00085350395	061368	004241
12	I	CODICE	INDIRIZZO	FRAZIONE	COORDINATE	CODICE	PRATICA		
	I				LONG. LAT. HA	COMUNE	PREC. NUMERO		
02	I	257109123	VIA CONVERTITE 12		458 180 03	39010	000 7242		
	I	ISTAT = 004241	PRODUZIONE DI ALCOL ETILICO						
61	I	DITTA PERF. = 40002	GUBERTI	DATA PERF. = 11/74					
91	I	QUOTA (M.) = 0,0	DIAMETRO (MM.) = 219	PROFOND. (M.) = 271,0	POTENZA DICH. (KW.) = 29,0	CONTAT. = SI	PORTATA (L/SEC) = 10		
21	I	TAV. ISV	SCAL. CTR	ELEM. CTR	CATASTO	MAPPAL	BACINO	AVAMPOZZO	
	I	0030000	000	000000	003	000522	9999999999	BACINO DA DEFINIRE	
91	I	POMPA = 1	ELETTROPOMPA SOMMERSA	POTENZA TEOR. (KW.)	PREVAL. (M.)	PORTATA TEOR. (L/SEC)	DIAMET. TUBO (MM.)		
	I			30,0	82	20	120		
91	I	DATA SOPRAL.	DATA CAMPAGNA	CONTROLLO	ATTIVITA'	MOTIVO	DATA CESSAZIONE		
	I	/ /	/ /	0 *****	0 ATTIVO		/ /		
91	I	POZZO N.3 SOLO PER LA DITTA CAVIRO							
81	I	USO							
21	I	USO PRINCIPALE	USO DETTAGLIATO			SPECIFICHE		QUANTITA'	
	I	4 USO AGRICOLA IMP. TRASF.	4270000 FRIGORIFERO			PRC.LAV.MIGLIAIA Q/A		0	
11	I	GIORNI/ANNO = 92	ORE/GIORNO = 3	CONSUMO/ANNO (MC) = 19870					
01	I	AMMINISTRATIVO							
6	I	PRATICA 000000							
8	I	RICERCA	DATA DON.	NUMERO	PORTATA (L/SEC)	DATA SOPRAL.	DATA AUTORIZ.	NUM.AUTORIZ.	
	I		47 3/74	00234	0	/ /	17/10/74	2019	
2	I	CONCESSIONE	DATA DON.	NUMERO	PORTATA (L/SEC)	DATA DECPETO	NUM.DECRETO	ANNI	DATA SCADENZA
	I		/ /	00000	0	/ /	00000	/	0
9	I	RINNOVO	/ /	00000	0	/ /	00000	/	0
5	I	NATURA LITOLOGICA							
4	I	PROFONDITA' (M.)	COD. LITOLOGICO		FALDA	FINESTRATURA			
	I	5,0	110 ARGILLA LIMI E TERRA ARGILLA VARI COLORI		NO	NO			
	I	11,0	320 SABBIA GROSSA E SABBIA FINE		NO	NO			
	I	79,0	110 ARGILLA LIMI E TERRA ARGILLA VARI COLORI		NO	NO			
	I	121,0	440 SHIATA CIOTTOLI		NO	NO			
	I	217,0	110 ARGILLA LIMI E TERRA ARGILLA VARI COLORI		NO	NO			

ANGEL - Mod. 01  
 1  
2  
3  
4  
5  
6  
7  
8  
9  
10  
11  
12  
13  
14  
15  
16  
17  
18  
19  
20  
21  
22  
23  
24  
25  
26  
27  
28  
29  
30  
31  
32  
33  
34  
35  
36  
37  
38  
39  
40  
41  
42  
43  
44  
45  
46  
47  
48  
49  
50  
51  
52  
53  
54  
55  
56  
57  
58  
59  
60  
61  
62  
63  
64  
65  
66  
67  
68  
69  
70  
71  
72  
73  
74  
75  
76  
77  
78  
79  
80  
81  
82  
83  
84  
85  
86  
87  
88  
89  
90  
91  
92  
93  
94  
95  
96  
97  
98  
99  
100



P615B

stratigrafico = P631

92	I	REGIONE EMILIA-ROMAGNA	-	ASSESSORATO AMBIENTE E DIFESA DEL SUOLO	FASE	AMB35	PAG.	350.	1	I		
	I	UFFICIO INFORMATIVO AMBIENTALE - A.R.C.E.L.										
92	I	RUBRICA DEI POZZI	CENSITI AL	3/ 1/92	PER PROVINCIA/COMUNE							
	I											
92	I	PROVINCIA DI RAVENNA	COMUNE	39010	FAENZA	PRESIDIO M.P. DI RAVENNA						
	I											
22	I	CODICE	DESCRIZIONE	STABILIMENTO	INDIRIZZO	FRAZIONE	COMUNE	CODICE FISCALE	CCIA	ISTAT		
	I	02500345	CAVIRO	SOC. COOP.ARL	VIA CONVERTITE 12		39010	00085350395	061368	004241		
12	I	CODICE	INDIRIZZO	FRAZIONE	COORDINATE	CODICE	PRATICA					
	I				LONG. LAT. HA	COMUNE	PREC. NUMERO					
02	I	257100090	VIA CONVERTITE 14		458 180 03	39010	000 7243					
	I	ISTAT =	004241	PRODUZIONE DI ALCOOL ETILICO								
61	I	DITTA PERF. =	40002	GUBERTI	DATA PERF. =	5/77						
	I											
81	I	QUOTA (M.) =	0,0	DIAMETRO (MM.) =	219	PROFOND. (M.) =	272,0	POTENZA DICH. (KW.) =	29,4	CONTAT. = SI	PORTATA (L/SEC) =	10
	I											
21	I	TAV. ISM	SCALA-CTR	ELEM. CTR	CATASTO	MAPPAL	BACINO	AVAMPOZZO				
	I	0000000	000	000000	023	000022	9999999999	BACINO DA DEFINIRE				
	I											
91	I	POMPA =	1	ELETTROPOMPA	SOMMERSA	POTENZA TEOR. (KW.)	PREVAL. (M.)	PORTATA TEOR. (L/SEC)	DIAMET. TUBO (MM.)			
	I						30,0	82	20	120		
	I											
51	I	DATA SOPRAL.	DATA CAMPAGNA	CONTROLLO	ATTIVITA'	MOTIVO	DATA CESSAZIONE					
	I	/ /	/ /	0 *****	0 ATTIVO	/ /						
	I											
81	I	POZZO N. 4 SOLO PER LA DITTA CAVIRO										
	I											
	I	USC										
21	I	USO PRINCIPALE	USO DETTAGLIATO	SPECIFICHE						QUANTITA'		
	I	4 USO AGRICOLA TRP. TRASF.	4270000	FRIGORIFERO	PRC. LAV. MIGLIAIA Q/A						0	
	I											
11	I	GIORNI/ANNO =	0	ORE/GIORNO =	0	CONSUMO/ANNO (MC) =	0					
	I											
01	I	AMMINISTRATIVO										
	I											
6	I	PRATICA	0072505									
	I	RICERCA	DATA DOM.	NUMERO	PORTATA (L/SEC)	DATA SOPRAL.	DATA AUTORIZ.	NUM. AUTORIZ.				
	I		8/ 7/70	07332	0	/ /	22/ 9/70	8426				
	I											
02	I	CONCESSIONE	DATA DOM.	NUMERO	PORTATA (L/SEC)	DATA DECRETO	NUM. DECRETO	ANNI	DATA SCADENZA	PORT. AUT. (L/SEC)	CANCNEI	
	I		/ /	00000	0	/ /	00000	/	/	0	0	
	I											
9	I	RINNOVO	/ /	00000	0	/ /	00000	/	/	0	0	
	I											
9	I	NATURA	LITOLOGICA									
	I											
9	I	PROFONDITA' (M.)	COD. LITOLOGICO	FALDA	FINESTRATURA							
	I	8,1	3,24	110	ARGILLA LIMI E TERRA	ARGILLA VARI COLORI	NO	NO				
	I	34,9	33,06	110	ARGILLA LIMI E TERRA	ARGILLA VARI COLORI	NO	NO				
	I	91,3	27,32	340	SABBIA GROSSA E GHIAIA		NO	NO				
	I	184,7	15,38	110	ARGILLA LIMI E TERRA	ARGILLA VARI COLORI	NO	NO				
	I	190,8	16,32	340	SABBIA GROSSA E GHIAIA		NO	NO				

ARCEL - Mod. 01 - Edizione 1981 - 1000000000

REGIONE EMILIA-ROMAGNA - ADDESSORATO AMBIENTE E DIFESA DEL SUOLO  
 UFFICIO INFORMATIVO AMBIENTALE - A.R.C.E.L. FASE AMB35 PAG. 360. 2 I  
 RUBRICA DEI POZZI CENSITI AL 31/1/92 PER PROVINCIA/COMUNE I  
 PROVINCIA DI RAVENNA COMUNE 39010 FAENZA PRESIDIO M.P. DI RAVENNA I  
 CODICE DESCRIZIONE STABILIMENTO INDIRIZZO FRAZIONE COMUNE CODICE FISCALE CCIA ISTAT I  
 02500745 CAVIPO SOC. COOP. ARL VIA CONVERTITE 12 39010 00085350395 061363 004241 I  
 NATURA LITOLOGICA I  
 PROFONDITA' (M.) COD. LITOLOGICO I  
 290,5 116,32 110 ARGILLA LIMI E TERRA ARGILLA VARI COLORI FALDA FINESTRATURA I  
 306,0 122,4 330 SABBIA GROSSA NO NO I  
 NOTE I  
 1 PER USO AGRICOLO IMPIANTO DI TRASFORMAZIONE PRODUZIONE VAPORE, RAFFREDDAMENTO I  
 2 IMPIANTI, PER ULTERIORI DATI VEDI VS. RIFERIMENTO PRATICA N. 114 DEL 1987 I  
 3 POZZO SOSTITUITO CON AUTORIZZAZIONE N. 4603 DEL 24/05/91 E RIPERFORATO IN DATA I  
 4 22/03/91. ATTUALMENTE NON IN POSSESSO DI CONSUMI, PERCHE' INSABBIATO DA ANNI. I  
 LIVELLO I  
 DATA MISURAZIONE TIPO LIV. DISLIVELLO (M.) PORTATA SPER. (L/SEC). I  
 1/30 STATICO 20,00 0,00 I

ANGEL - Mod. 01 - C/INSTRUM. - Fase. - Ed. 04/91 - 2000



REGIONE EMILIA-ROMAGNA - ASSESSORATO AMBIENTE E DIFESA DEL SUOLO FASE AM335 PAG. 359. 2 I  
UFFICIO INFORMATIVO AMBIENTALE - A.R.C.E.L. I

RUBRICA DEI POZZI CENSITI AL 31/1/92 PER PROVINCIA/COMUNE I

PROVINCIA DI RAVENNA COMUNE 39010 FAENZA PRESIDIO M.P. DI RAVENNA I

CODICE	DESCRIZIONE STABILIMENTO	INDIRIZZO	FRAZIONE	COMUNE	CODICE FISCALE	CCIA	ISTAT
02500345	CAVIRO SOC. COOP. ARE	VIA CONVERTITE 12		39010	00085350395	061353	004241

NATURA LITOLOGICA I

PROFONDITA' (M.)	COD. LITOLOGICO	FALDA	FINISTRATURA
23270 95,2	110 ARGILLA LIM. E TERRA ARGILLA VARI COLORI	NO	NO
25470 101,6	240 SABBIA E GHIAIA	NO	NO

NOTE I

1 PER USO AGRICOLO, IMPIANTO DI TRASFORMAZIONE, PRODUZIONE VAPORE, RAFFREDDAMENTO I

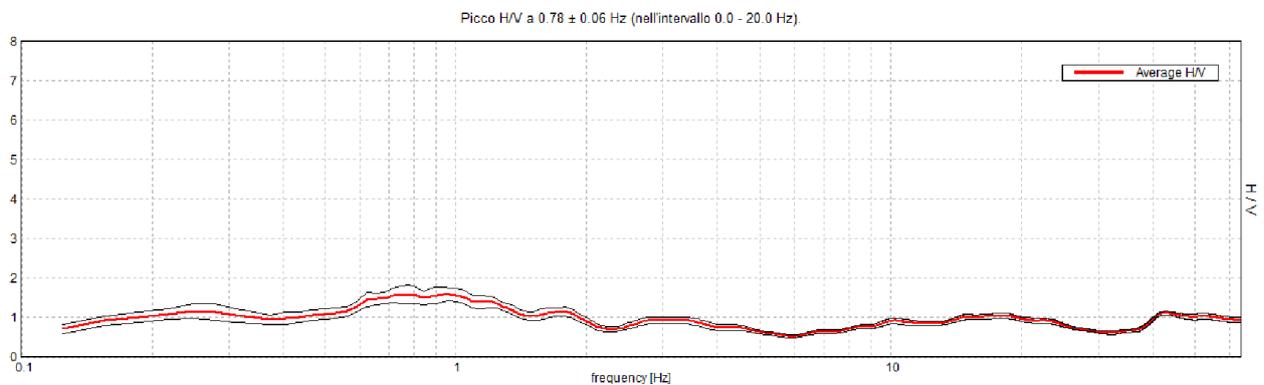
2 IMPIANTI. PER ULTERIORI DATI VS. RIFERIMENTO: PRATICA N.89 DEL 1987. I

## FAENZA VIA CONVERTITE12, CAVIRO T1

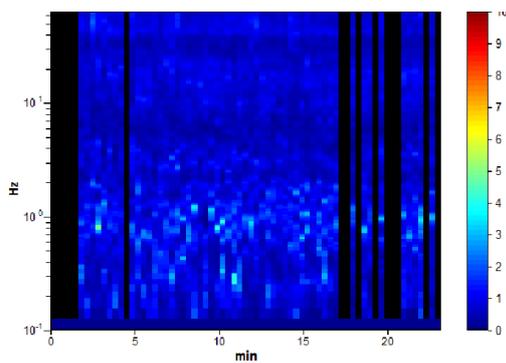
Strumento: TEN-0017/01-07  
Formato dati: 16 byte  
Fondo scala [mV]: n.a.  
Inizio registrazione: 22/02/17 16:46:54 Fine registrazione: 22/02/17 17:10:15  
Nomi canali: NORTH SOUTH; EAST WEST ; UP DOWN  
Dato GPS non disponibile

Durata registrazione: 0h23'12". Analizzato 78% tracciato (selezione manuale)  
Freq. campionamento: 128 Hz  
Lunghezza finestre: 20 s  
Tipo di lisciamento: Triangular window  
Lisciamento: 10%

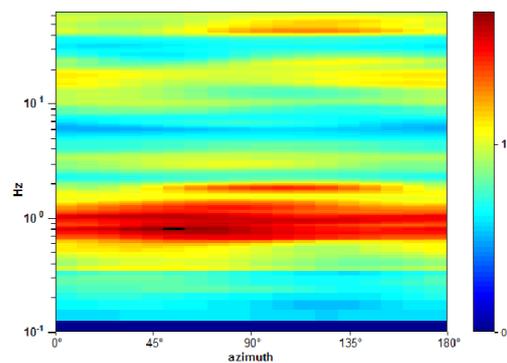
### RAPPORTO SPETTRALE ORIZZONTALE SU VERTICALE



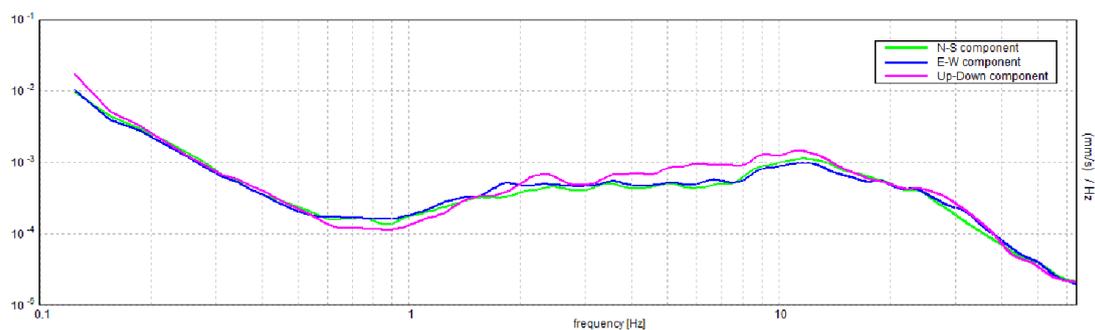
### SERIE TEMPORALE H/V



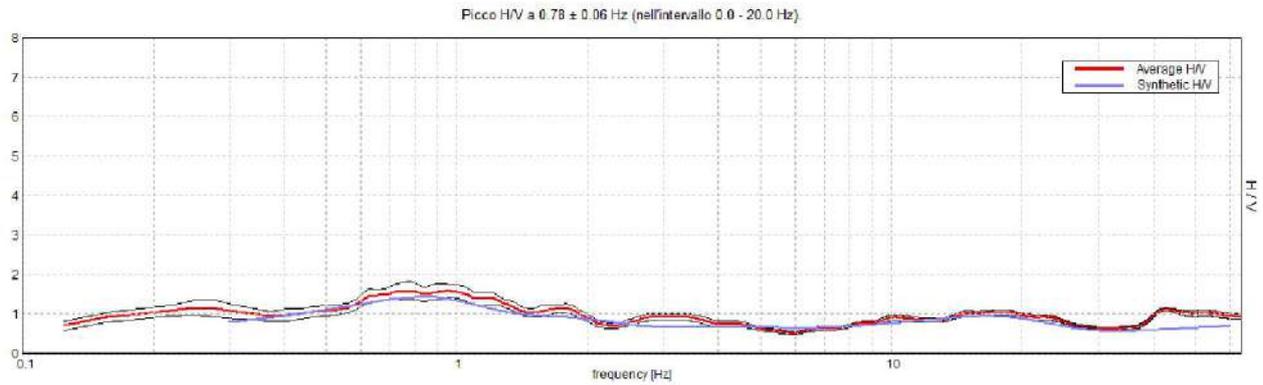
### DIREZIONALITA' H/V



### SPETTRI DELLE SINGOLE COMPONENTI

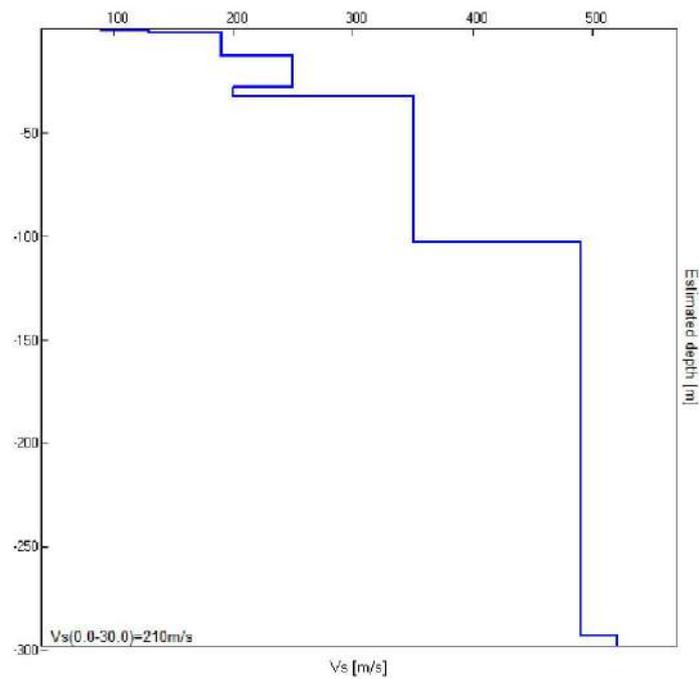


### H/V SPERIMENTALE vs. H/V SINTETICO



Profondità alla base dello strato [m]	Spessore [m]	Vs [m/s]	Rapporto di Poisson
0.20	0.20	90	0.35
1.70	1.50	130	0.40
12.70	11.00	190	0.40
27.70	15.00	250	0.40
32.70	5.00	200	0.40
102.70	70.00	350	0.35
292.70	190.00	490	0.35
inf.	inf.	520	0.30

Vs(0.0-30.0)=210m/s



[Secondo le linee guida SESAME, 2005. Si raccomanda di leggere attentamente il manuale di Grilla prima di interpretare la tabella seguente].

**Picco H/V a  $0.78 \pm 0.06$  Hz (nell'intervallo 0.0 - 20.0 Hz).**

**Criteri per una curva H/V affidabile**

[Tutti 3 dovrebbero risultare soddisfatti]

$f_0 > 10 / L_w$	$0.78 > 0.50$	OK	
$n_c(f_0) > 200$	$843.8 > 200$	OK	
$\sigma_A(f) < 2$ per $0.5f_0 < f < 2f_0$ se $f_0 > 0.5\text{Hz}$ $\sigma_A(f) < 3$ per $0.5f_0 < f < 2f_0$ se $f_0 < 0.5\text{Hz}$	Superato 0 volte su 38	OK	

**Criteri per un picco H/V chiaro**

[Almeno 5 su 6 dovrebbero essere soddisfatti]

Esiste $f^-$ in $[f_0/4, f_0] \mid A_{H/V}(f^-) < A_0 / 2$			NO
Esiste $f^+$ in $[f_0, 4f_0] \mid A_{H/V}(f^+) < A_0 / 2$	2.094 Hz	OK	
$A_0 > 2$	$1.59 > 2$		NO
$f_{\text{picco}}[A_{H/V}(f) \pm \sigma_A(f)] = f_0 \pm 5\%$	$ 0.07944  < 0.05$		NO
$\sigma_f < \varepsilon(f_0)$	$0.06206 < 0.11719$	OK	
$\sigma_A(f_0) < \theta(f_0)$	$0.2362 < 2.0$	OK	

$L_w$	lunghezza della finestra
$n_w$	numero di finestre usate nell'analisi
$n_c = L_w n_w f_0$	numero di cicli significativi
$f$	frequenza attuale
$f_0$	frequenza del picco H/V
$\sigma_f$	deviazione standard della frequenza del picco H/V
$\varepsilon(f_0)$	valore di soglia per la condizione di stabilità $\sigma_f < \varepsilon(f_0)$
$A_0$	ampiezza della curva H/V alla frequenza $f_0$
$A_{H/V}(f)$	ampiezza della curva H/V alla frequenza $f$
$f^-$	frequenza tra $f_0/4$ e $f_0$ alla quale $A_{H/V}(f^-) < A_0/2$
$f^+$	frequenza tra $f_0$ e $4f_0$ alla quale $A_{H/V}(f^+) < A_0/2$
$\sigma_A(f)$	deviazione standard di $A_{H/V}(f)$ , $\sigma_A(f)$ è il fattore per il quale la curva $A_{H/V}(f)$ media deve essere moltiplicata o divisa
$\sigma_{\log H/V}(f)$	deviazione standard della funzione $\log A_{H/V}(f)$
$\theta(f_0)$	valore di soglia per la condizione di stabilità $\sigma_A(f) < \theta(f_0)$

Valori di soglia per  $\sigma_f$  e  $\sigma_A(f_0)$

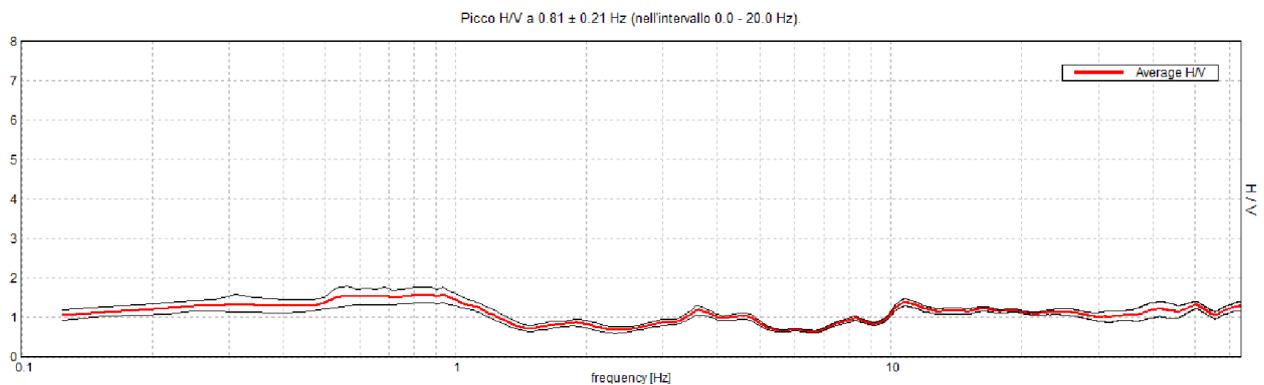
Intervallo di freq. [Hz]	< 0.2	0.2 – 0.5	0.5 – 1.0	1.0 – 2.0	> 2.0
$\varepsilon(f_0)$ [Hz]	$0.25 f_0$	$0.2 f_0$	$0.15 f_0$	$0.10 f_0$	$0.05 f_0$
$\theta(f_0)$ per $\sigma_A(f_0)$	3.0	2.5	2.0	1.78	1.58
$\log \theta(f_0)$ per $\sigma_{\log H/V}(f_0)$	0.48	0.40	0.30	0.25	0.20

## FAENZA VIA CONVERTITE12, CAVIRO T2

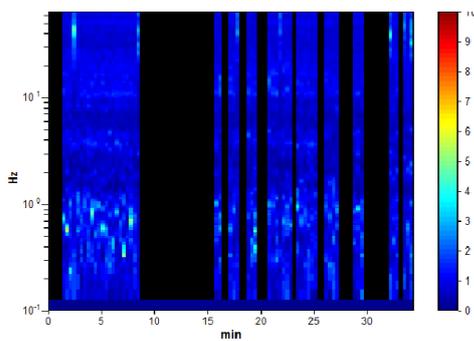
Strumento: TEN-0017/01-07  
Formato dati: 16 byte  
Fondo scala [mV]: n.a.  
Inizio registrazione: 22/02/17 17:16:37 Fine registrazione: 22/02/17 17:51:04  
Nomi canali: NORTH SOUTH; EAST WEST ; UP DOWN  
Dato GPS non disponibile

Durata registrazione: 0h34'24". Analizzato 54% tracciato (selezione manuale)  
Freq. campionamento: 128 Hz  
Lunghezza finestre: 20 s  
Tipo di lisciamento: Triangular window  
Lisciamento: 10%

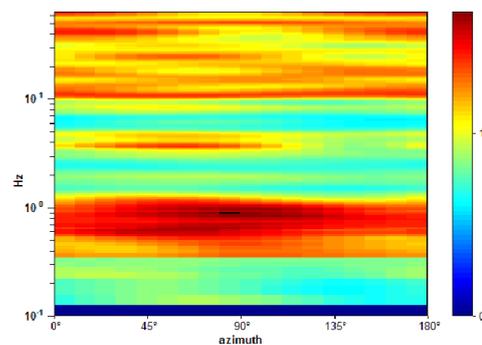
### RAPPORTO SPETTRALE ORIZZONTALE SU VERTICALE



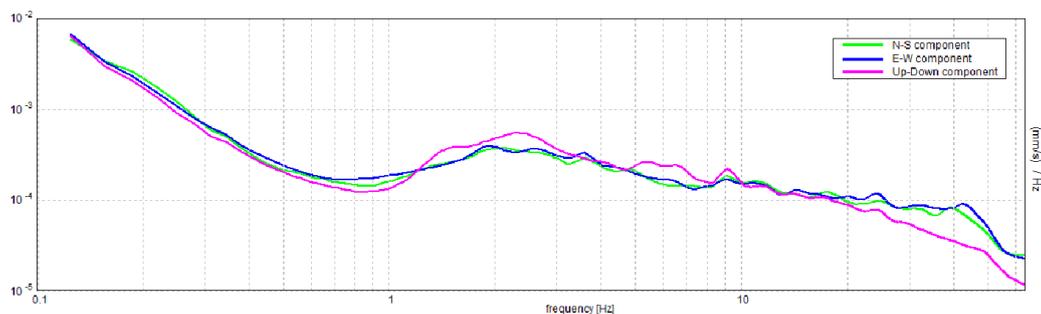
### SERIE TEMPORALE H/V



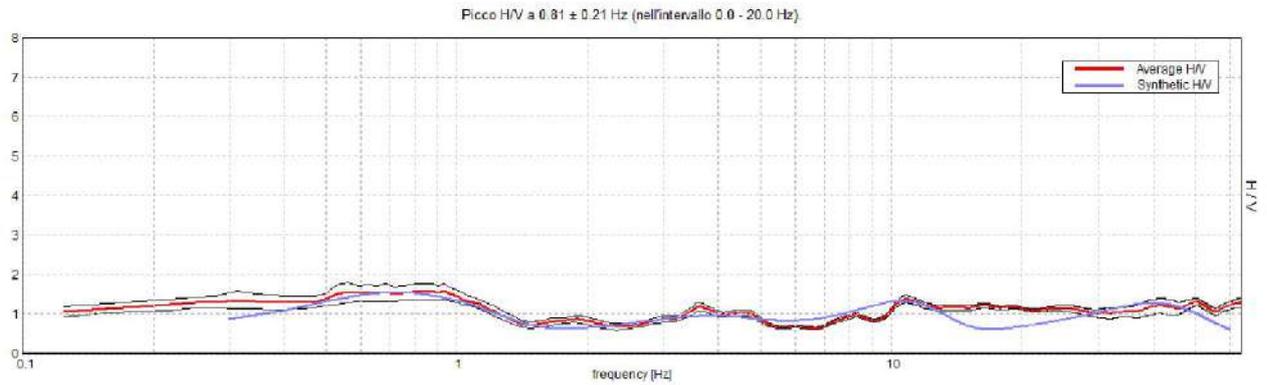
### DIREZIONALITA' H/V



### SPETTRI DELLE SINGOLE COMPONENTI

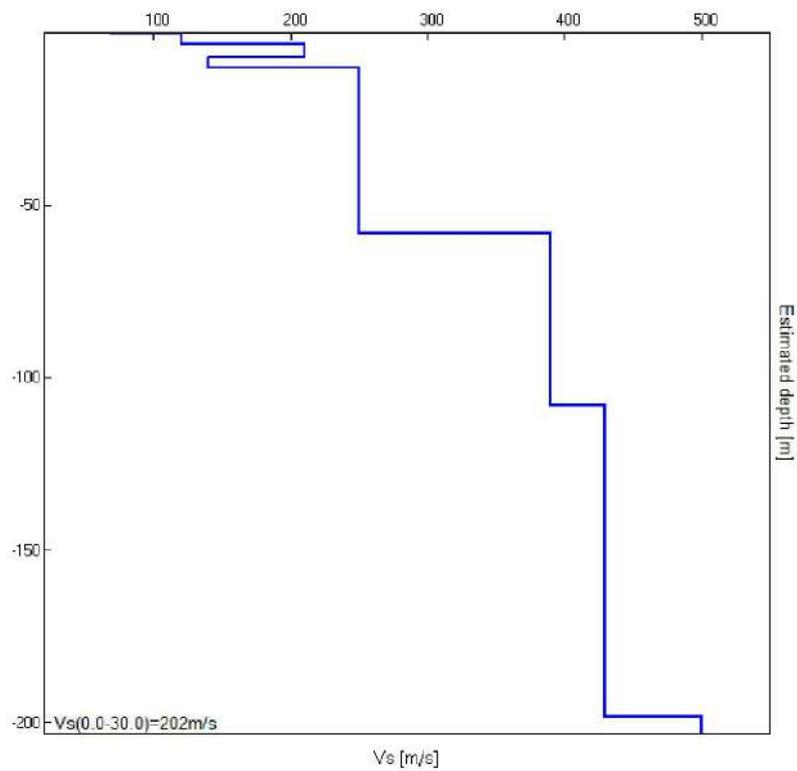


### H/V SPERIMENTALE vs. H/V SINTETICO



Profondità alla base dello strato [m]	Spessore [m]	Vs [m/s]	Rapporto di Poisson
0.40	0.40	70	0.42
3.20	2.80	120	0.40
7.20	4.00	210	0.40
10.20	3.00	140	0.40
58.20	48.00	250	0.40
108.20	50.00	390	0.35
198.20	90.00	430	0.35
inf.	inf.	500	0.35

Vs(0.0-30.0)=202m/s



[Secondo le linee guida SESAME, 2005. Si raccomanda di leggere attentamente il manuale di Grilla prima di interpretare la tabella seguente].

**Picco H/V a  $0.81 \pm 0.21$  Hz (nell'intervallo 0.0 - 20.0 Hz).**

**Criteri per una curva H/V affidabile**

[Tutti 3 dovrebbero risultare soddisfatti]

$f_0 > 10 / L_w$	$0.81 > 0.50$	OK	
$n_c(f_0) > 200$	$910.0 > 200$	OK	
$\sigma_A(f) < 2$ per $0.5f_0 < f < 2f_0$ se $f_0 > 0.5\text{Hz}$ $\sigma_A(f) < 3$ per $0.5f_0 < f < 2f_0$ se $f_0 < 0.5\text{Hz}$	Superato 0 volte su 40	OK	

**Criteri per un picco H/V chiaro**

[Almeno 5 su 6 dovrebbero essere soddisfatti]

Esiste $f^-$ in $[f_0/4, f_0]$   $A_{H/V}(f^-) < A_0 / 2$			NO
Esiste $f^+$ in $[f_0, 4f_0]$   $A_{H/V}(f^+) < A_0 / 2$	1.406 Hz	OK	
$A_0 > 2$	$1.58 > 2$		NO
$f_{\text{picco}}[A_{H/V}(f) \pm \sigma_A(f)] = f_0 \pm 5\%$	$ 0.25913  < 0.05$		NO
$\sigma_f < \varepsilon(f_0)$	$0.21054 < 0.12188$		NO
$\sigma_A(f_0) < \theta(f_0)$	$0.1949 < 2.0$	OK	

$L_w$	lunghezza della finestra
$n_w$	numero di finestre usate nell'analisi
$n_c = L_w n_w f_0$	numero di cicli significativi
$f$	frequenza attuale
$f_0$	frequenza del picco H/V
$\sigma_f$	deviazione standard della frequenza del picco H/V
$\varepsilon(f_0)$	valore di soglia per la condizione di stabilità $\sigma_f < \varepsilon(f_0)$
$A_0$	ampiezza della curva H/V alla frequenza $f_0$
$A_{H/V}(f)$	ampiezza della curva H/V alla frequenza $f$
$f^-$	frequenza tra $f_0/4$ e $f_0$ alla quale $A_{H/V}(f^-) < A_0/2$
$f^+$	frequenza tra $f_0$ e $4f_0$ alla quale $A_{H/V}(f^+) < A_0/2$
$\sigma_A(f)$	deviazione standard di $A_{H/V}(f)$ , $\sigma_A(f)$ è il fattore per il quale la curva $A_{H/V}(f)$ media deve essere moltiplicata o divisa
$\sigma_{\log H/V}(f)$	deviazione standard della funzione $\log A_{H/V}(f)$
$\theta(f_0)$	valore di soglia per la condizione di stabilità $\sigma_A(f) < \theta(f_0)$

Valori di soglia per  $\sigma_f$  e  $\sigma_A(f_0)$

Intervallo di freq. [Hz]	< 0.2	0.2 – 0.5	0.5 – 1.0	1.0 – 2.0	> 2.0
$\varepsilon(f_0)$ [Hz]	$0.25 f_0$	$0.2 f_0$	$0.15 f_0$	$0.10 f_0$	$0.05 f_0$
$\theta(f_0)$ per $\sigma_A(f_0)$	3.0	2.5	2.0	1.78	1.58
$\log \theta(f_0)$ per $\sigma_{\log H/V}(f_0)$	0.48	0.40	0.30	0.25	0.20

## FAENZA VIA CERCHIA, CEVICO T3

Strumento: TEN-0017/01-07

Formato dati: 16 byte

Fondo scala [mV]: n.a.

Inizio registrazione: 04/03/17 12:43:32 Fine registrazione: 04/03/17 13:03:33

Nomi canali: NORTH SOUTH; EAST WEST ; UP DOWN

Dato GPS non disponibile

Durata registrazione: 0h20'00".

Analizzato 43% tracciato (selezione manuale)

Freq. campionamento: 128 Hz

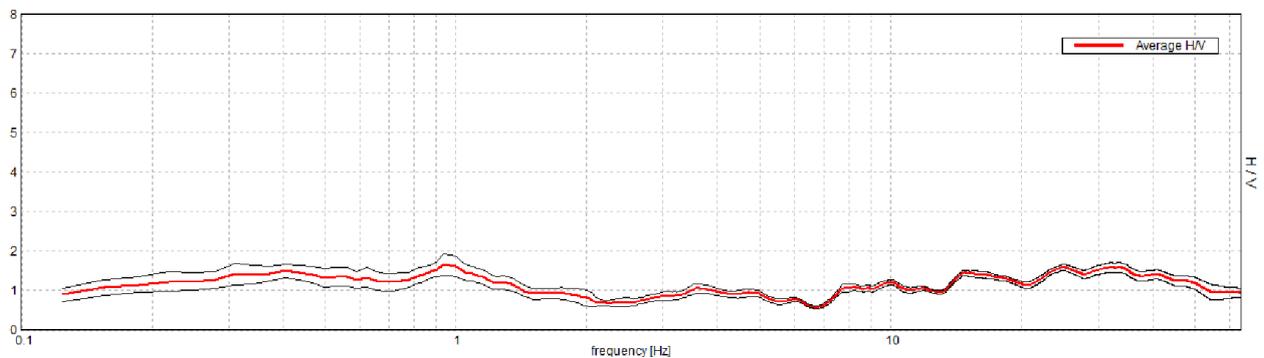
Lunghezza finestre: 20 s

Tipo di lisciamento: Triangular window

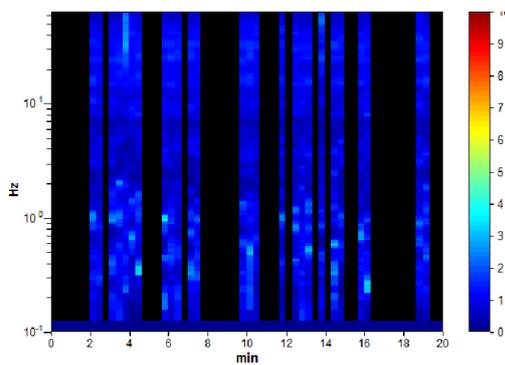
Lisciamento: 10%

### RAPPORTO SPETTRALE ORIZZONTALE SU VERTICALE

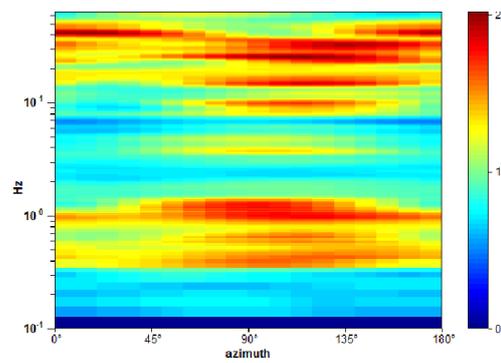
Picco H/V a  $0.94 \pm 0.04$  Hz (nell'intervallo 0.0 - 20.0 Hz).



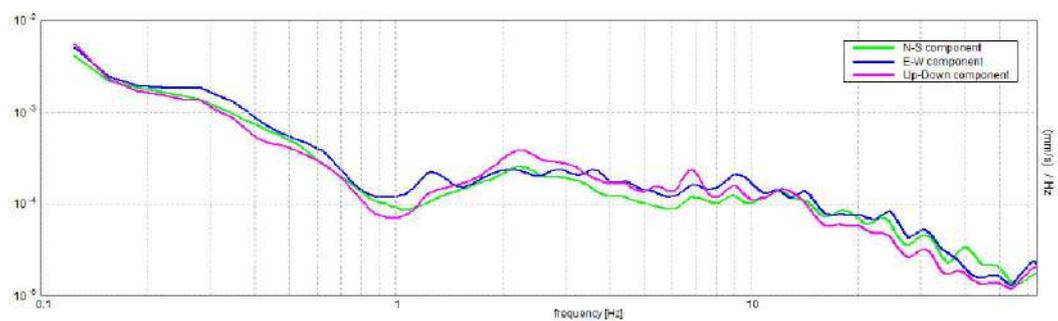
### SERIE TEMPORALE H/V



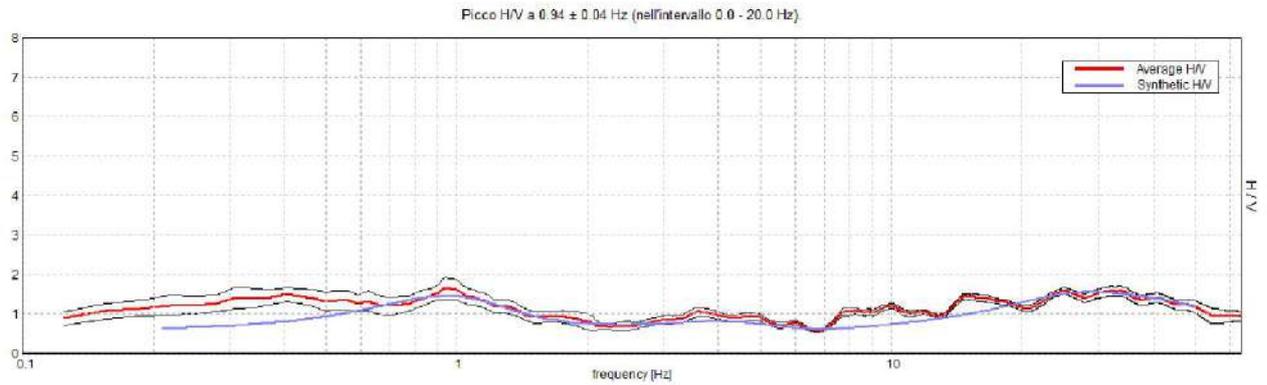
### DIREZIONALITA' H/V



### SPETTRI DELLE SINGOLE COMPONENTI

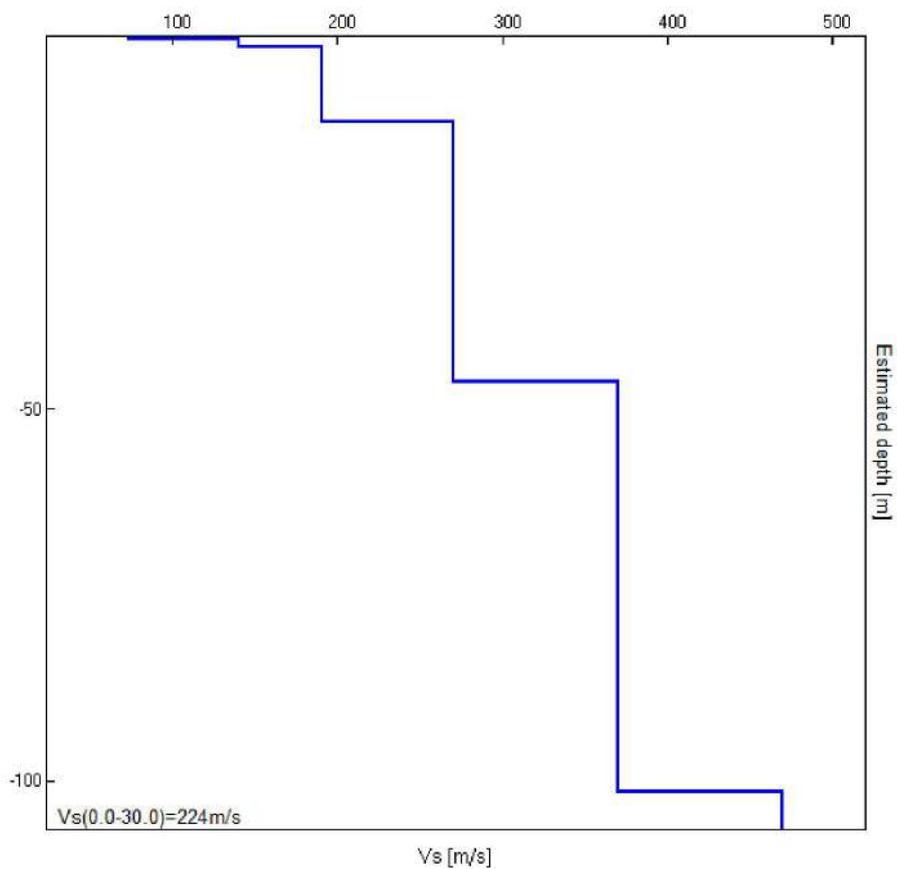


### H/V SPERIMENTALE vs. H/V SINTETICO



Profondità alla base dello strato [m]	Spessore [m]	Vs [m/s]	Rapporto di Poisson
0.40	0.40	73	0.35
1.40	1.00	140	0.35
11.40	10.00	190	0.40
46.40	35.00	270	0.40
101.40	55.00	370	0.35
inf.	inf.	470	0.30

Vs(0.0-30.0)=224m/s



[Secondo le linee guida SESAME, 2005. Si raccomanda di leggere attentamente il manuale di Grilla prima di interpretare la tabella seguente].

**Picco H/V a  $0.94 \pm 0.04$  Hz (nell'intervallo 0.0 - 20.0 Hz).**

**Criteri per una curva H/V affidabile**

[Tutti 3 dovrebbero risultare soddisfatti]

$f_0 > 10 / L_w$	$0.94 > 0.50$	OK	
$n_c(f_0) > 200$	$487.5 > 200$	OK	
$\sigma_A(f) < 2$ per $0.5f_0 < f < 2f_0$ se $f_0 > 0.5\text{Hz}$ $\sigma_A(f) < 3$ per $0.5f_0 < f < 2f_0$ se $f_0 < 0.5\text{Hz}$	Superato 0 volte su 46	OK	

**Criteri per un picco H/V chiaro**

[Almeno 5 su 6 dovrebbero essere soddisfatti]

Esiste $f^-$ in $[f_0/4, f_0]$   $A_{H/V}(f^-) < A_0 / 2$			NO
Esiste $f^+$ in $[f_0, 4f_0]$   $A_{H/V}(f^+) < A_0 / 2$	2.0 Hz	OK	
$A_0 > 2$	$1.66 > 2$		NO
$f_{\text{picco}}[A_{H/V}(f) \pm \sigma_A(f)] = f_0 \pm 5\%$	$ 0.04336  < 0.05$	OK	
$\sigma_f < \varepsilon(f_0)$	$0.04065 < 0.14063$	OK	
$\sigma_A(f_0) < \theta(f_0)$	$0.2771 < 2.0$	OK	

$L_w$	lunghezza della finestra
$n_w$	numero di finestre usate nell'analisi
$n_c = L_w n_w f_0$	numero di cicli significativi
$f$	frequenza attuale
$f_0$	frequenza del picco H/V
$\sigma_f$	deviazione standard della frequenza del picco H/V
$\varepsilon(f_0)$	valore di soglia per la condizione di stabilità $\sigma_f < \varepsilon(f_0)$
$A_0$	ampiezza della curva H/V alla frequenza $f_0$
$A_{H/V}(f)$	ampiezza della curva H/V alla frequenza $f$
$f^-$	frequenza tra $f_0/4$ e $f_0$ alla quale $A_{H/V}(f^-) < A_0/2$
$f^+$	frequenza tra $f_0$ e $4f_0$ alla quale $A_{H/V}(f^+) < A_0/2$
$\sigma_A(f)$	deviazione standard di $A_{H/V}(f)$ , $\sigma_A(f)$ è il fattore per il quale la curva $A_{H/V}(f)$ media deve essere moltiplicata o divisa
$\sigma_{\log H/V}(f)$	deviazione standard della funzione $\log A_{H/V}(f)$
$\theta(f_0)$	valore di soglia per la condizione di stabilità $\sigma_A(f) < \theta(f_0)$

Valori di soglia per  $\sigma_f$  e  $\sigma_A(f_0)$

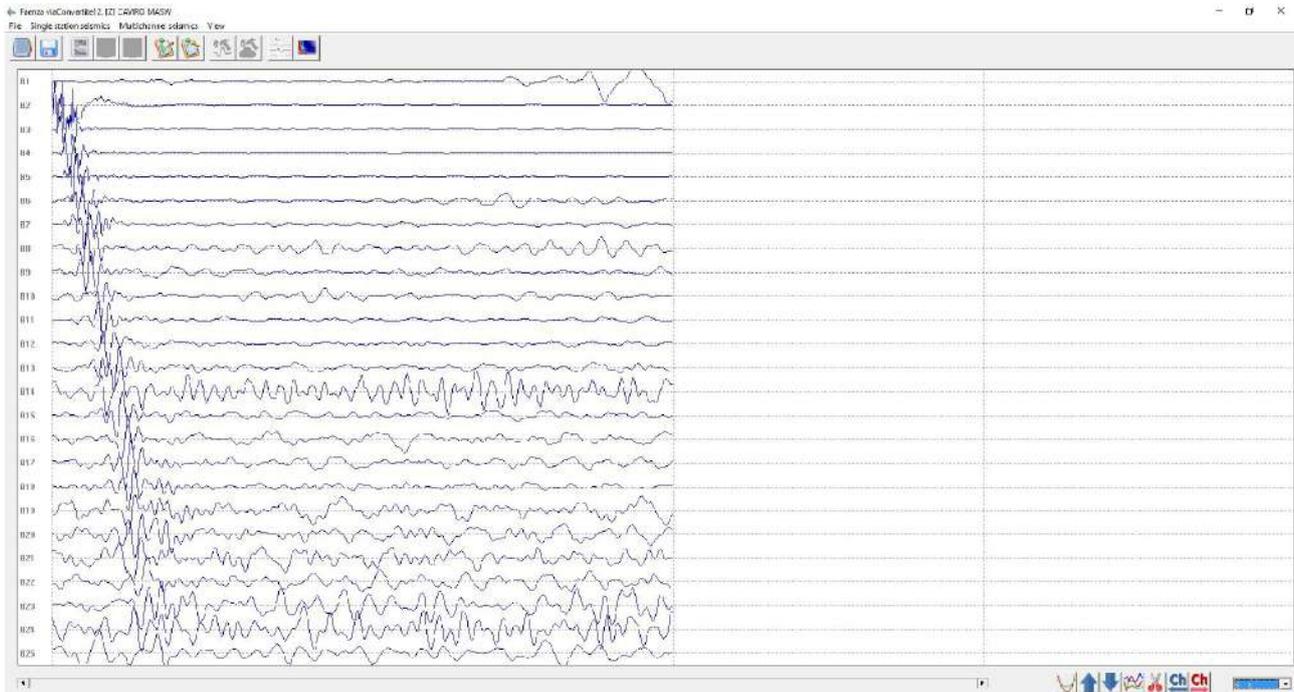
Intervallo di freq. [Hz]	< 0.2	0.2 - 0.5	0.5 - 1.0	1.0 - 2.0	> 2.0
$\varepsilon(f_0)$ [Hz]	$0.25 f_0$	$0.2 f_0$	$0.15 f_0$	$0.10 f_0$	$0.05 f_0$
$\theta(f_0)$ per $\sigma_A(f_0)$	3.0	2.5	2.0	1.78	1.58
$\log \theta(f_0)$ per $\sigma_{\log H/V}(f_0)$	0.48	0.40	0.30	0.25	0.20

## FAENZA VIACONVERTITE12, CAVIRO MASW 1

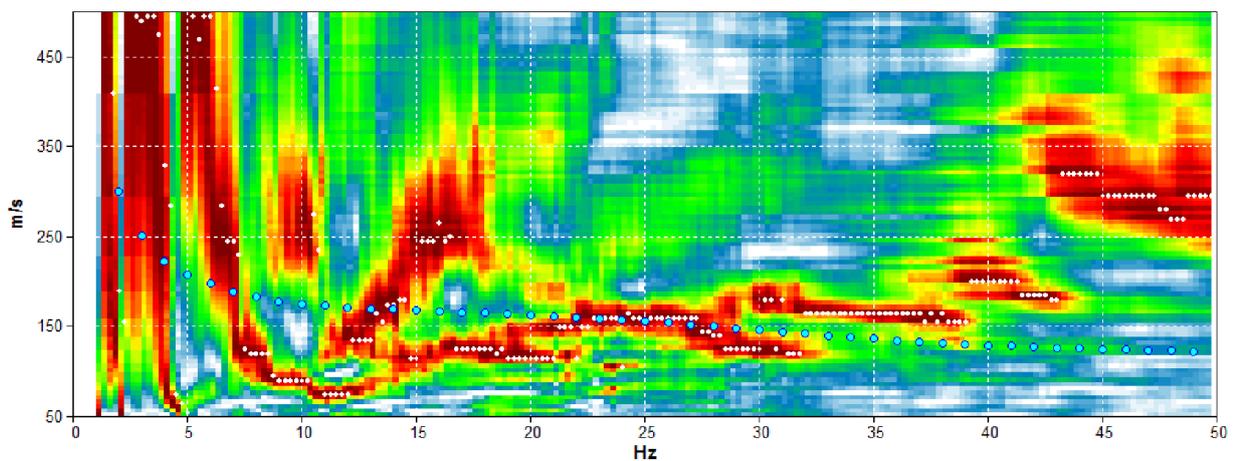
Inizio registrazione: 22/02/17 16:46:54 Fine registrazione: 22/02/17 17:10:15  
Durata registrazione: 0h23'12". Analizzato 78% tracciato (selezione manuale)  
Freq. campionamento: 128 Hz

Nomi canali: NORTH SOUTH; EAST WEST ; UP DOWN

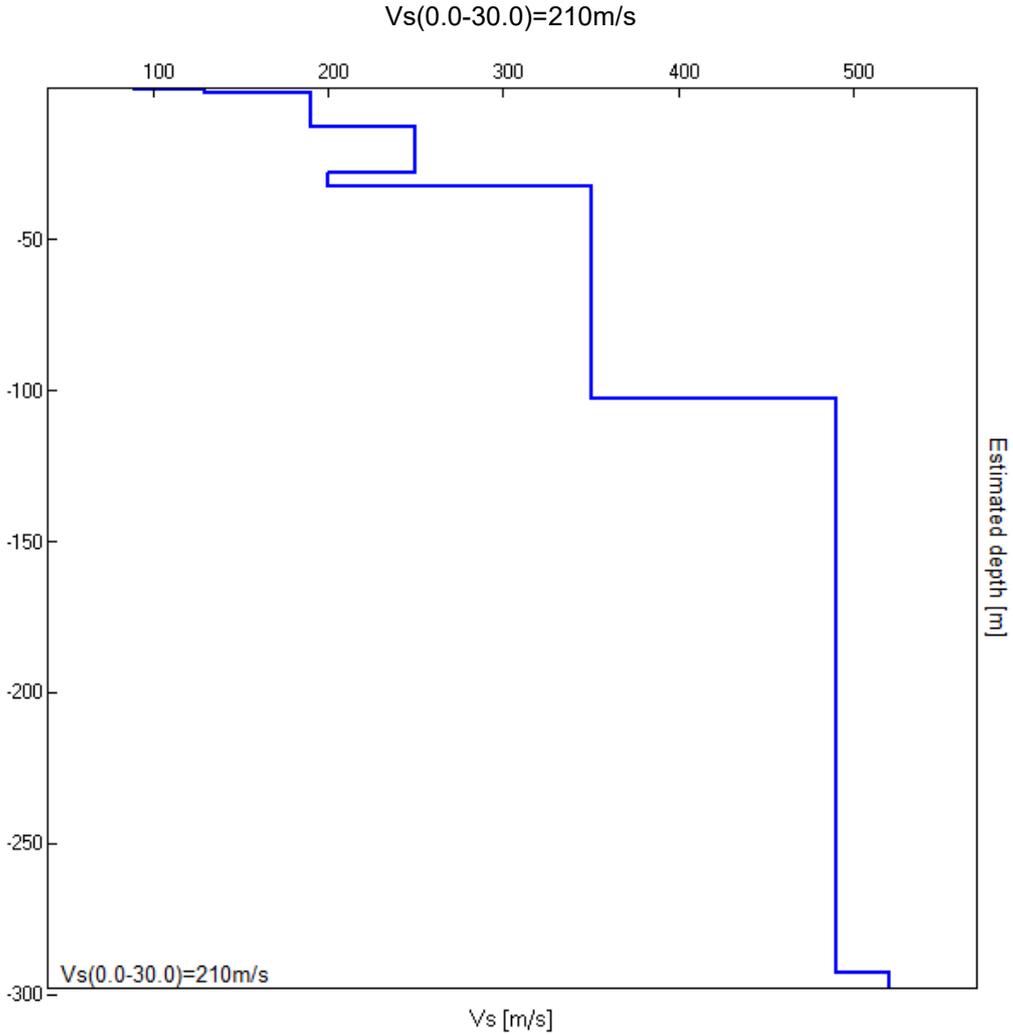
Array geometry (x): 0.0 2.0 4.0 6.0 8.0 10.0 12.0 14.0 16.0 18.0 20.0 22.0 24.0 26.0 28.0 30.0 32.0 34.0 36.0  
38.0 40.0 42.0 44.0 46.0 48.0 m.



MODELLED RAYLEIGH WAVE PHASE VELOCITY DISPERSION CURVE



Depth at the bottom of the layer [m]	Thickness [m]	Vs [m/s]	Poisson ratio
0.20	0.20	90	0.35
1.70	1.50	130	0.40
12.70	11.00	190	0.40
27.70	15.00	250	0.40
32.70	5.00	200	0.40
102.70	70.00	350	0.35
292.70	190.00	490	0.35
inf.	inf.	520	0.30

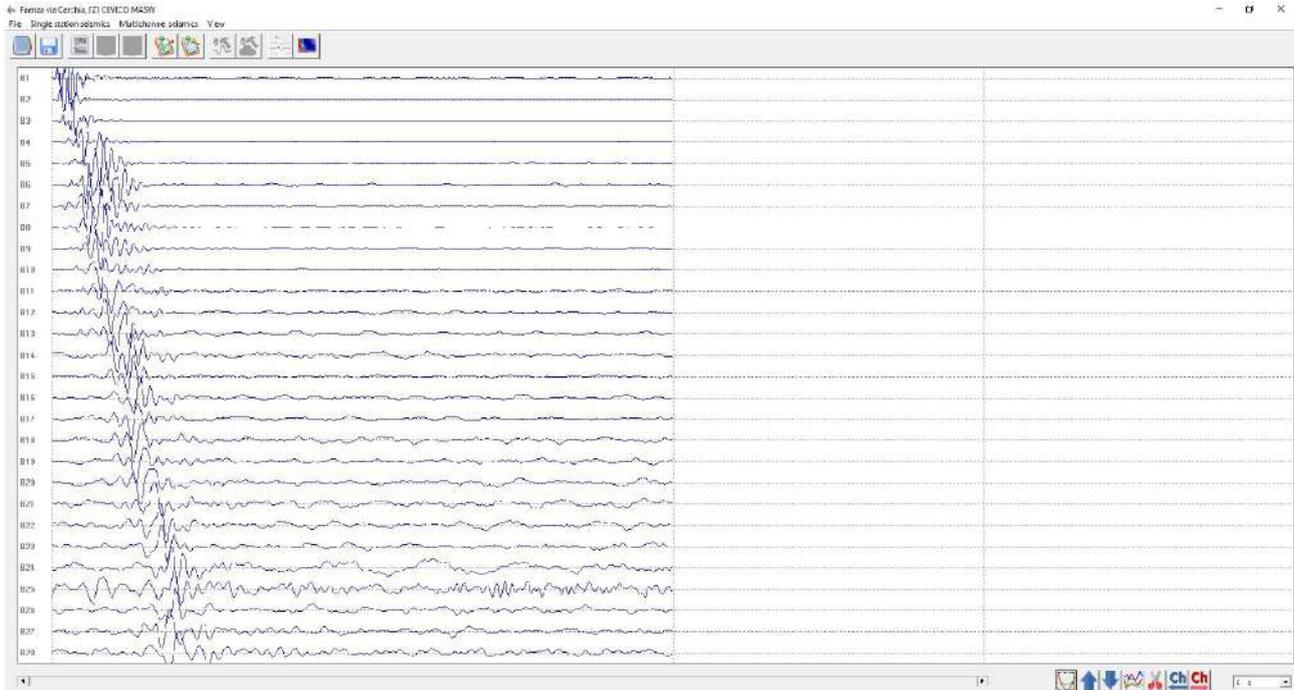


## FAENZA VIA CERCHIA, CEVICO T3 - MASW 2

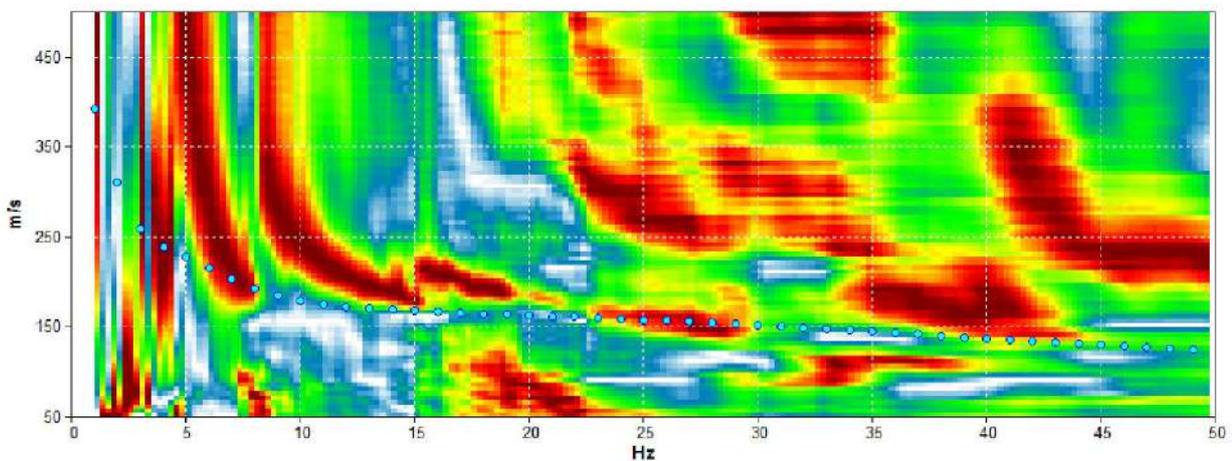
Inizio registrazione: 04/03/17 12:43:32 Fine registrazione: 04/03/17 13:03:33  
Durata registrazione: 0h20'00". Analizzato 43% tracciato (selezione manuale)  
Freq. campionamento: 128 Hz

Nomi canali: NORTH SOUTH; EAST WEST ; UP DOWN

Array geometry (x): 0.0 2.0 4.0 6.0 8.0 10.0 12.0 14.0 16.0 18.0 20.0 22.0 24.0 26.0 28.0 30.0 32.0 34.0 36.0  
38.0 40.0 42.0 44.0 46.0 48.0 50.0 52.0 54.0 m.



MODELLED RAYLEIGH WAVE PHASE VELOCITY DISPERSION CURVE



Depth at the bottom of the layer [m]	Thickness [m]	Vs [m/s]	Poisson ratio
0.40	0.40	73	0.35
1.40	1.00	140	0.35
11.40	10.00	190	0.40
46.40	35.00	270	0.40
101.40	55.00	370	0.35
inf.	inf.	470	0.30

Vs(0.0-30.0)=224m/s

