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

COMMITTENTE : **MARTY Sas Di Deretti Gianpietro & C**

CANTIERE : **Via M De Sisti – Via G. Medini (Barco - FE)**

PROGETTO : **Variante al Piano Particolareggiato di Iniziativa Privata, 1° e 2° stralcio, In località Barco (FE)**

RELAZIONE GEOLOGICA - GEOTECNICA

NORMATIVE DI RIFERIMENTO	Dott. Geol. Antonio Mucchi (direttore del laboratorio)
B.S. British Standard	
A.S.T.M. American Society of Testing Materials	
Racc. A.G.I. 1994 (Ass. Geotecnica Italiana)	
Norma UNI CEI EN ISO/IEC 17025 : 2000	
Norma UNI EN ISO 9001 : 2000	
CNR – UNI – UNI EN	
DIN	Ferrara, 10/10/2016 Prot. 911/2016

PREMESSA

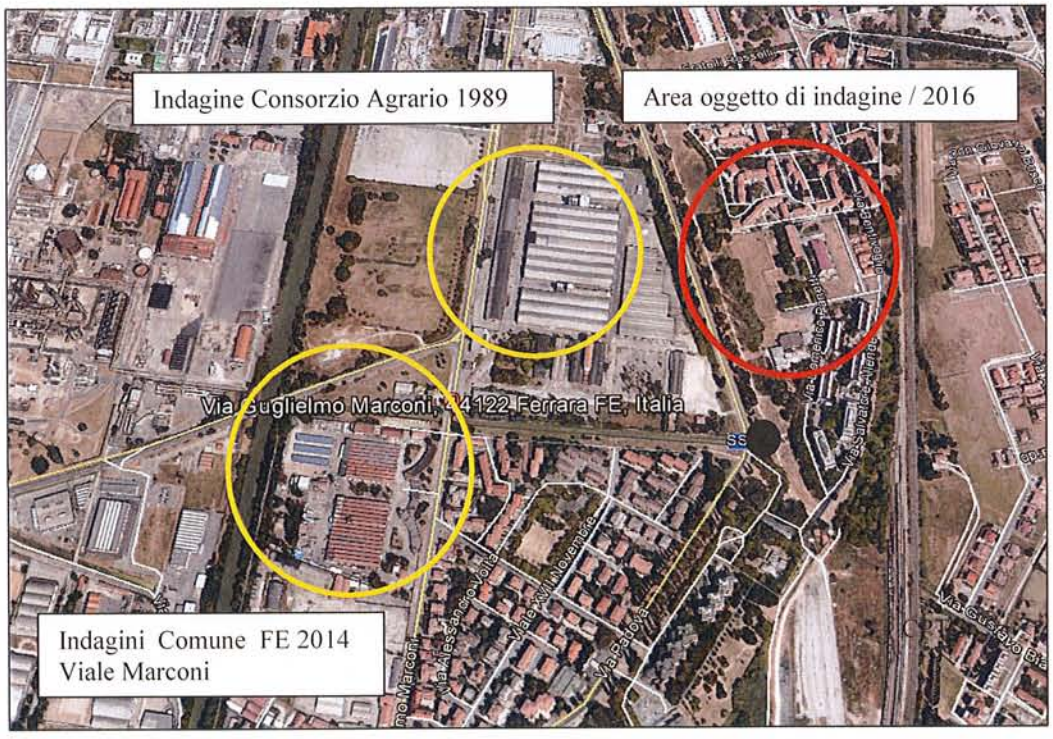
E' stata eseguita per conto della Soc. Marty Spa , una indagine geologica per definire le caratteristiche geotecniche/sismiche dei terreni di fondazione interessati da un Piano Particolareggiato di Iniziativa Privata.

L'indagine è stata eseguita osservando gli atti di indirizzi della Regione Emilia Romagna in materia di microzonazzione sismica e del D.M. del 14/01/2008 (norme tecniche per le costruzioni) e successiva circolare applicativa n° 617/2009. .

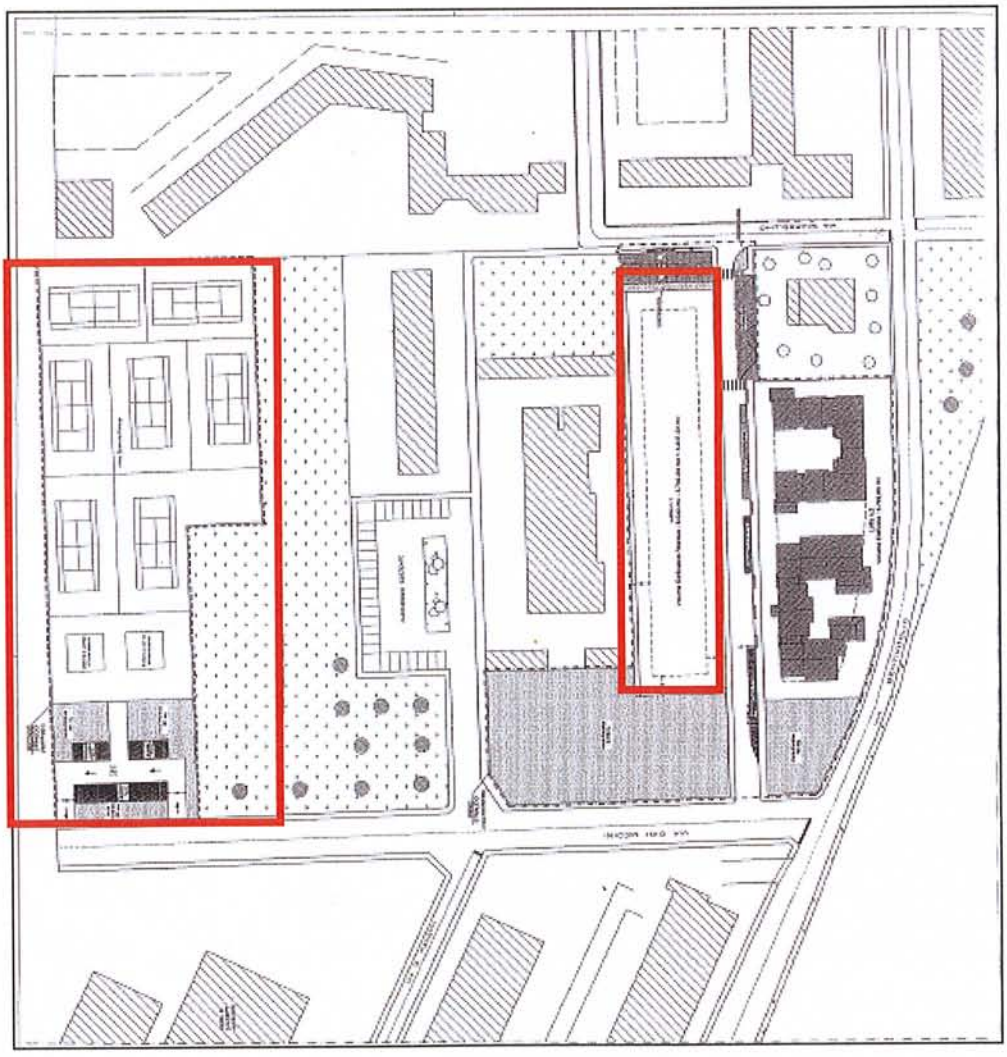
A tal proposito lo studio è stato così articolato:

- Ricerca bibliografica
- Esecuzione di n° 2 prove penetrometriche fino a 20 mt. di profondità
- Indagine sismica per rilievo onde Vs30
- Analisi geotecniche di laboratorio
- Elaborazione dati e relazione geologica conclusiva.

Nelle mappe e planimetrie di seguito allegate è indicata l'ubicazione del terreno indagato con evidenziato i punti di indagine eseguite nell'area compreso quelle precedentemente eseguite nel sito prima delle nuove normative (1993) e indagine eseguite nell'intorno (Consorzio Agrario e Sede Comune in Viale Marconi).



CPT 2 2016
CPT 1 2016
Google earth



SCHEMA GEOLOGICO REGIONALE

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

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

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

Uno degli elementi strutturali più importanti del sottosuolo padano è la così detta dorsale ferrarese, che si localizza tra Ferrara e le Valli di Comacchio con direzione NW-SE, ai lati delle quali si sono impostate due zone a forte subsidenza, a nord nella regione del Delta e nel Ravennate a sud ()Fig. 1).

La storia delle alterne vicende geologiche in questo settore della Pianura Padana può essere schematizzato come segue: Il Pliocene inf. è caratterizzato da una forte subsidenza, particolarmente attiva nelle strutture negative del bacino, che viene in parte compensata dalla deposizione di sedimenti grossolani.

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

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

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

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

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

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

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

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

strato salata o salmastra o dolce in relazione all'ambiente deposizionale originario.

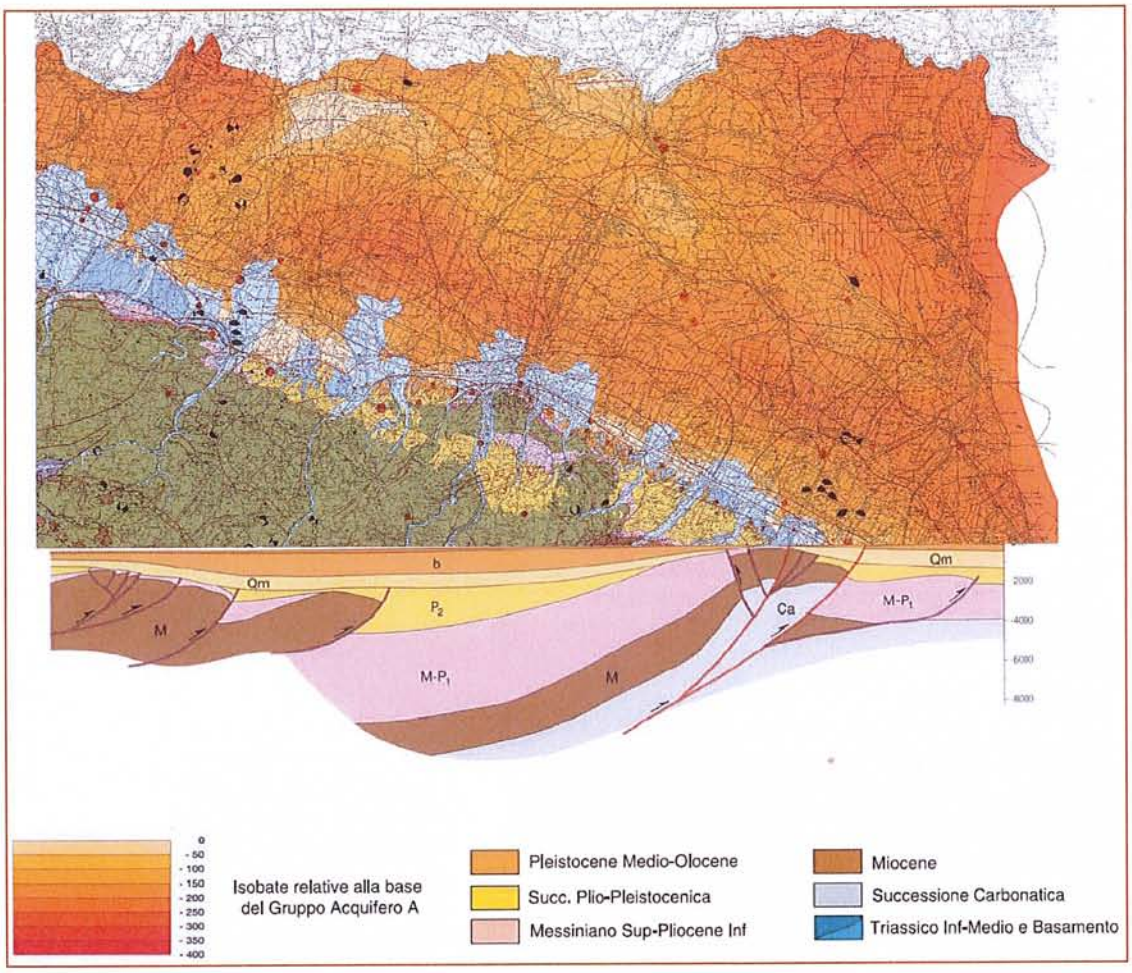
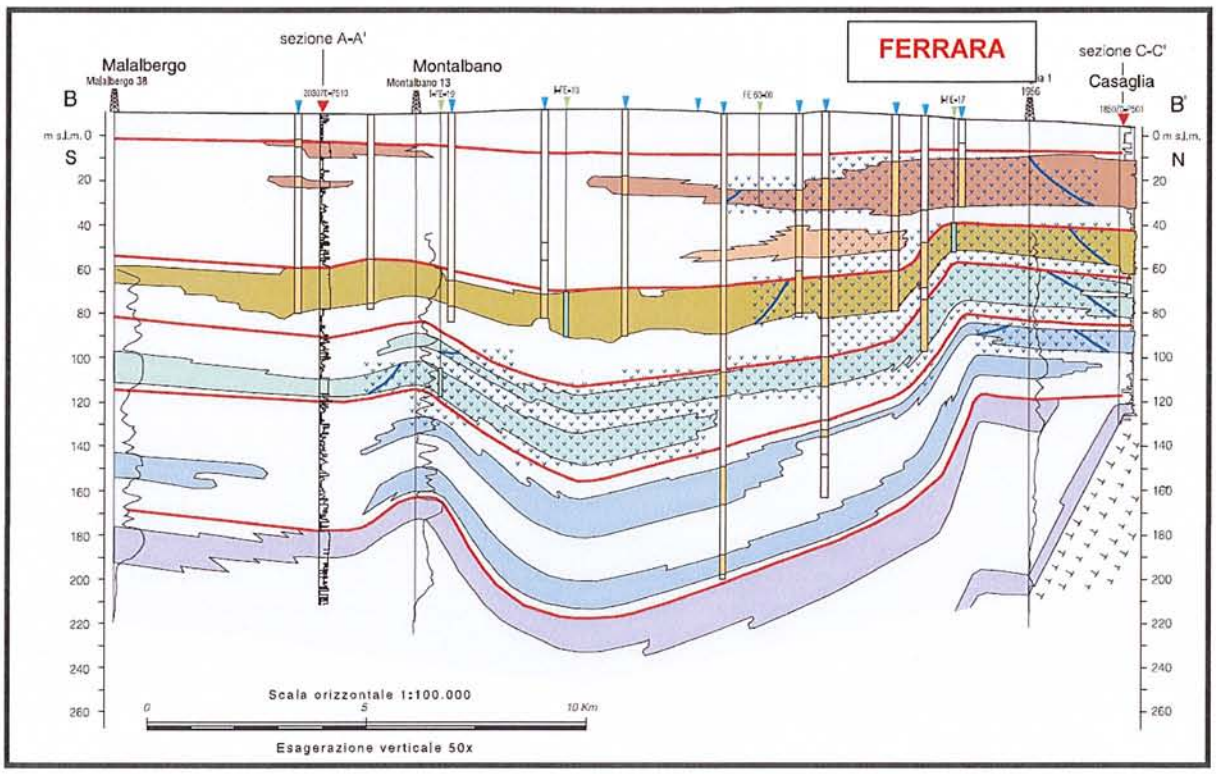


Fig. 1 - Schema geologico di sottosuolo nel settore delle Pieghe Ferraresi. Sono riportate le tracce dei principali sovrascorrimenti sepolti e la sezione geologica attraverso la pianura modenese (Sezione geologica senza esagerazione verticale). Estratto dalla Carta Sismotettonica della Regione Emilia-Romagna in scala 1:250.000 (Regione Emilia-Romagna-CNR, 2004).

L'insieme di queste pieghe sepolte (Pieghe Emiliane-Ferraresi-Adriatiche) costituisce il vero fronte della catena appenninica; infatti le unità e le strutture che costituiscono la catena appenninica proseguono nel sottosuolo ben oltre il limite morfologico tra catena e pianura (margine appenninico-padano) e sono attualmente sepolte dai sedimenti quaternari padani .I fronti di queste strutture sepolte hanno vergenza verso nord e si accavallano sulla piattaforma padano-veneta .



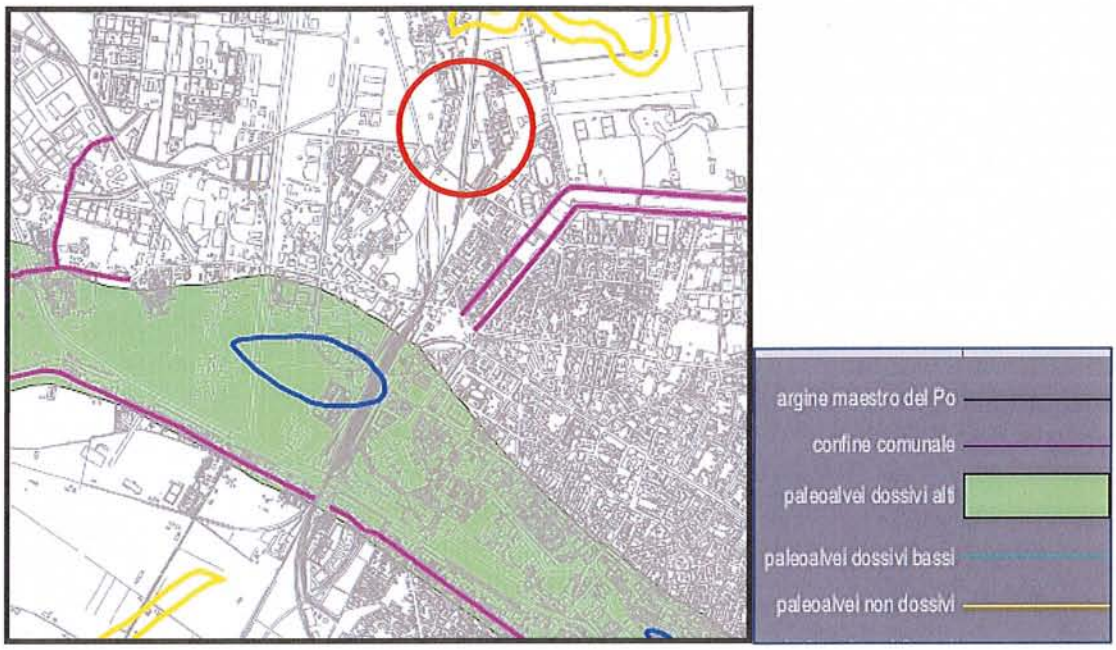
INQUADRAMENTO GEOMORFOLOGICO DELL'AREA

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

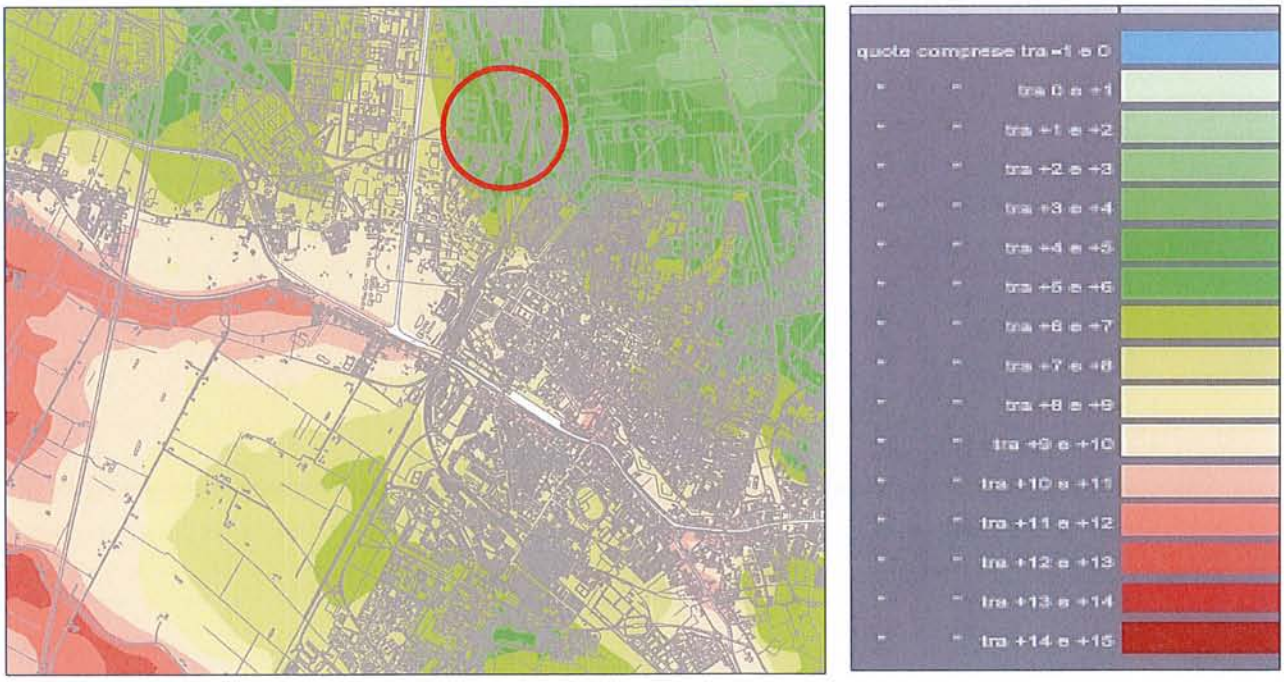
In particolare, dalla rotta di Ficarolo del 1150 circa il fiume ha abbandonato l'antico corso per spostarsi più a nord, dove, in linea generale, è posizionato il tracciato attuale.

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

L'intervento dell'uomo nel controllare il regime naturale del fiume, per difendersi dalle esondazioni, ha provocato il crescente aumento del livello del fiume accentuando le differenze altimetriche con le circostanti campagne per marcato apporto di nuovi sedimenti , provocando modificazioni nel deflusso naturale delle acque superficiali a causa anche di fenomeni di subsidenza naturali tipici di questa area geografica. L'area in oggetto non è interessata da strutture geomorfologiche.(Vedi Stralcio carta geomorfologia PSC del Comune di Ferrara)



Dal punto di vista altimetrico l'area ricadde in assenza di significative variazioni altimetriche (quote comprese fra mt. +5.0/6.0 slm)



INQUADRAMENTO IDROLOGICO

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

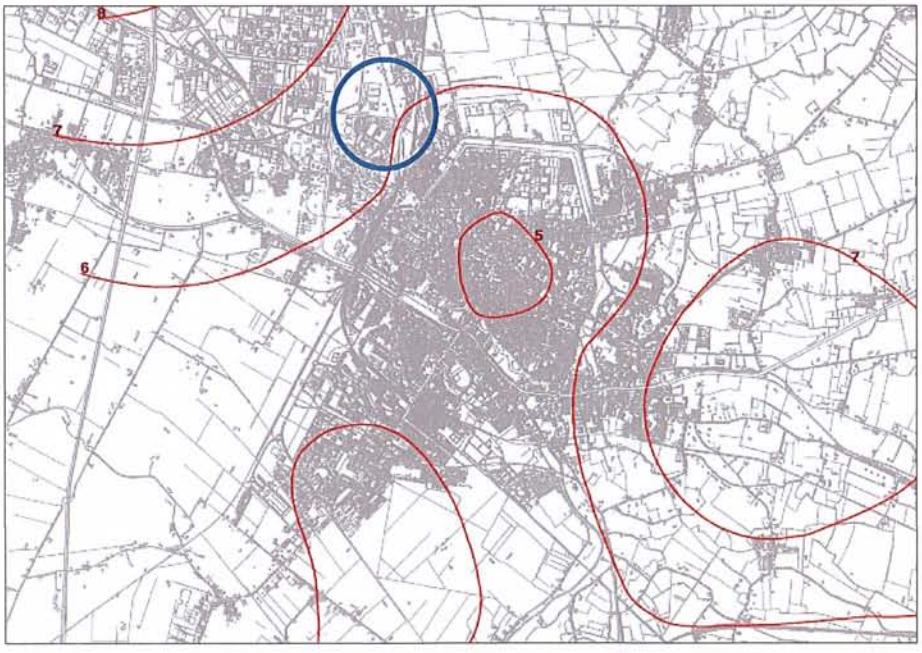
Il territorio comunale è solcato da numerosi corsi d'acqua di vario grado di importanza. In particolare i principali sono rappresentati dai fiumi Po e Reno che non svolgono nessuna funzione scolante data la quota dei rispettivi alvei, anzi costituiscono delle linee di spartiacque al normale deflusso. A questi si possono aggiungere il Po di Ferrara - Primaro e di Volano, il Boicelli e il Riazzo del Gallo che svolgono la funzione di collettori nel raccogliere la maggior parte delle acque superficiali e meteoriche ricadenti sul territorio e convogliate per semplice gravità o attraverso impianti di idrovora da collettori minori , quali fossi e canali di bonifica che costituiscono la rete scolante ferrarese. L'area oggetto di studio si trova a sud del Po di Volano che esercita funzione drenante della falda freatica. L'inquadramento idrogeologico della zona in esame evidenzia, l'esistenza di un acquifero libero freatico , costituito prevalentemente da limi e limi sabbiosi , riconducibili a sedimenti di ambiente fluviale . La falda freatica viene alimentata esclusivamente da apporto meteorico e quindi fortemente influenzata da condizioni climatiche che ne favoriscono forti escursioni, prossima al piano campagna in periodi molto piovosi e forte riduzione in periodi siccitosi. Al momento delle recenti indagine è stata rilevata alla prof. di circa mt. 1.7 dal p.c. attuale. Nelle indagini del 1989 è stata invece rilevata alla profondità di mt. 1.2 dal p.c.

Carta profondità della falda (PSC Comune di Ferrara)

SUBSIDENZA

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

La componente naturale del fenomeno è prevalentemente ascrivibile al costipamento dei sedimenti più recenti non ancora litificati. Il condizionamento del substrato è rappresentato dal suo stesso carattere di orogene recente, capace di dar luogo a movimenti verticali residui, nonché alla sua forma corrugata che determina variazioni locali dei tassi di costipamento dei terreni sovrapposti, producendo una loro attenuazione nelle zone corrispondenti agli alti strutturali sepolti. I fenomeni di subsidenza registrati con metodi strumentali sono però principalmente di carattere artificiale, denotano variabilità sia nello spazio che nel tempo e sono attribuibili alla sottrazione di acqua dagli acquiferi (superficiali e profondi). Sono causa di subsidenza anche forti escursioni del livello della falda freatica dovuto a variazioni climatiche (periodi siccitosi prolungati) e a sistemazioni idrauliche del territorio (il territorio ferrarese e stato in passato interessato da importati bonifiche, ultima la bonifica Sammartina). Anche variazioni del chimismo delle acque sono considerate capaci di determinare abbassamenti del suolo, sia pur limitati , quando sono in grado di indurre per fenomeni elettrochimici riduzione di volume dei minerali argillosi (terreni argillosi sono molto abbondanti nel territorio ferrarese) .



isocinetiche di abbassamento del suolo in mm/anno (periodo 1990/99)

SISMICITA'

Le strutture appenniniche sepolte sono ancora soggette a movimenti, che spesso si traducono in sismi capaci di superare la soglia del danno (vedi sisma del 20 e 29 Maggio 2012). Si ha inoltre notizia di 15 terremoti verificatisi a Ferrara e nelle aree circostanti nel periodo compreso fra il 1234 e 1787, di cui 9 superiori al sesto grado della scala Percalli; solo il terremoto del 1570 ha raggiunto l'ottavo grado (CNR 1980; Ardizzoni et al. 1991; Boschi et al. 1995, 1997; Camassi e Stucchi 1998; Bondesan 2002).

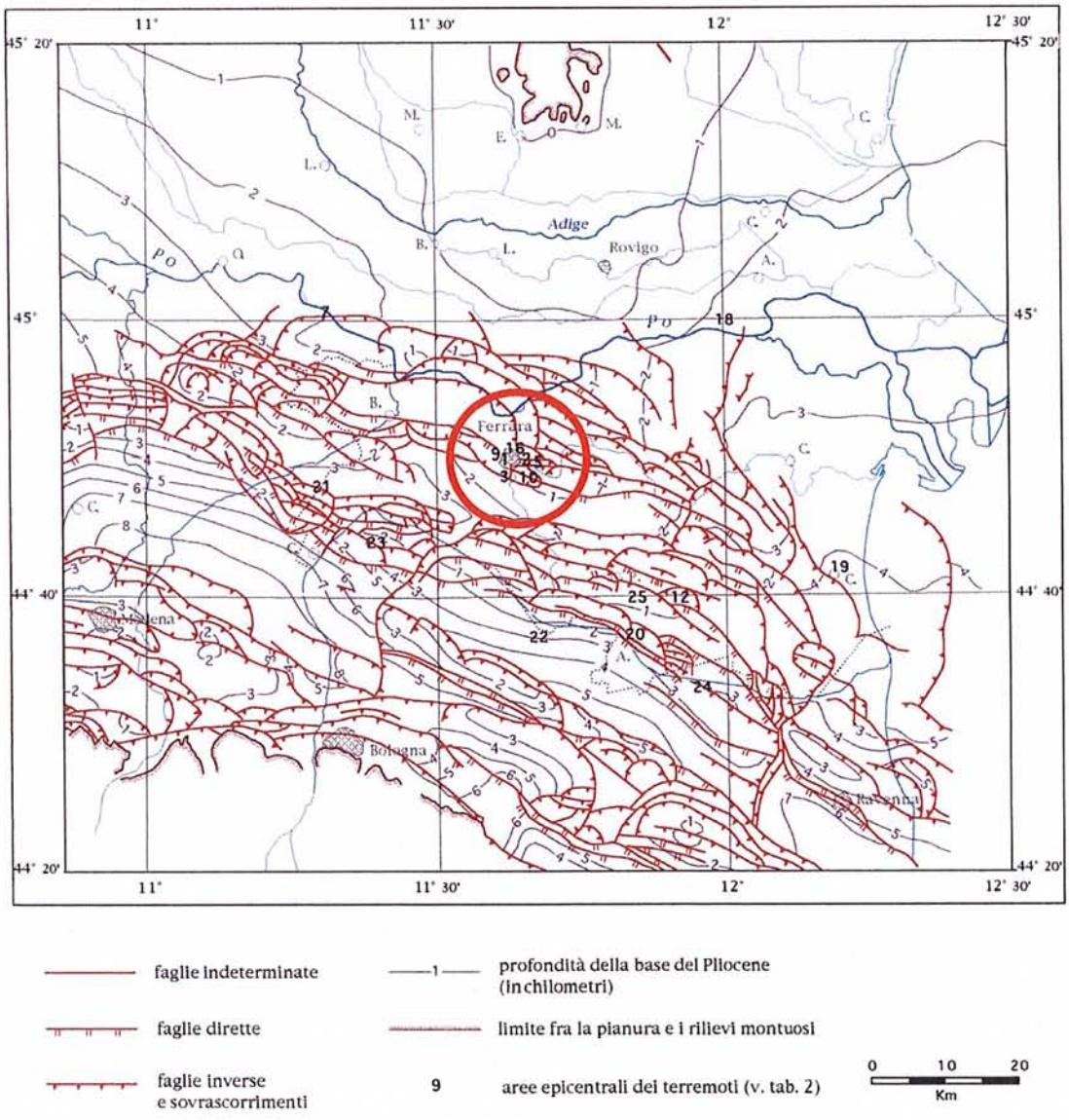
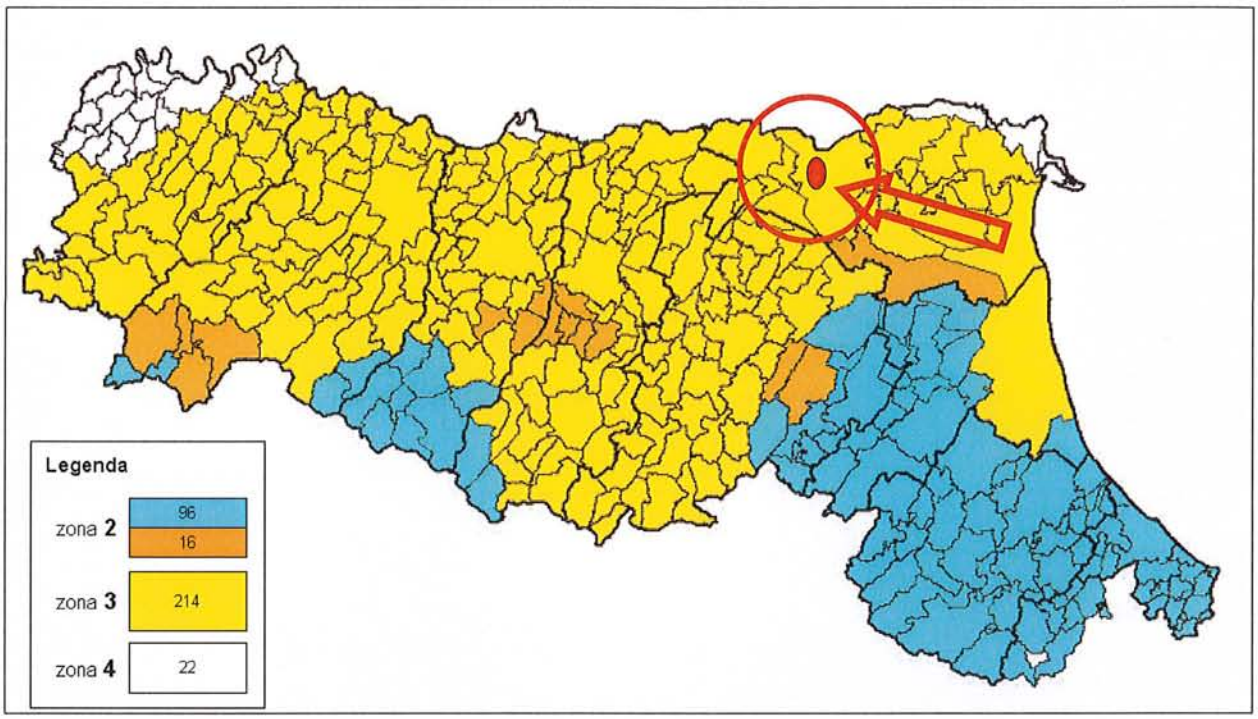
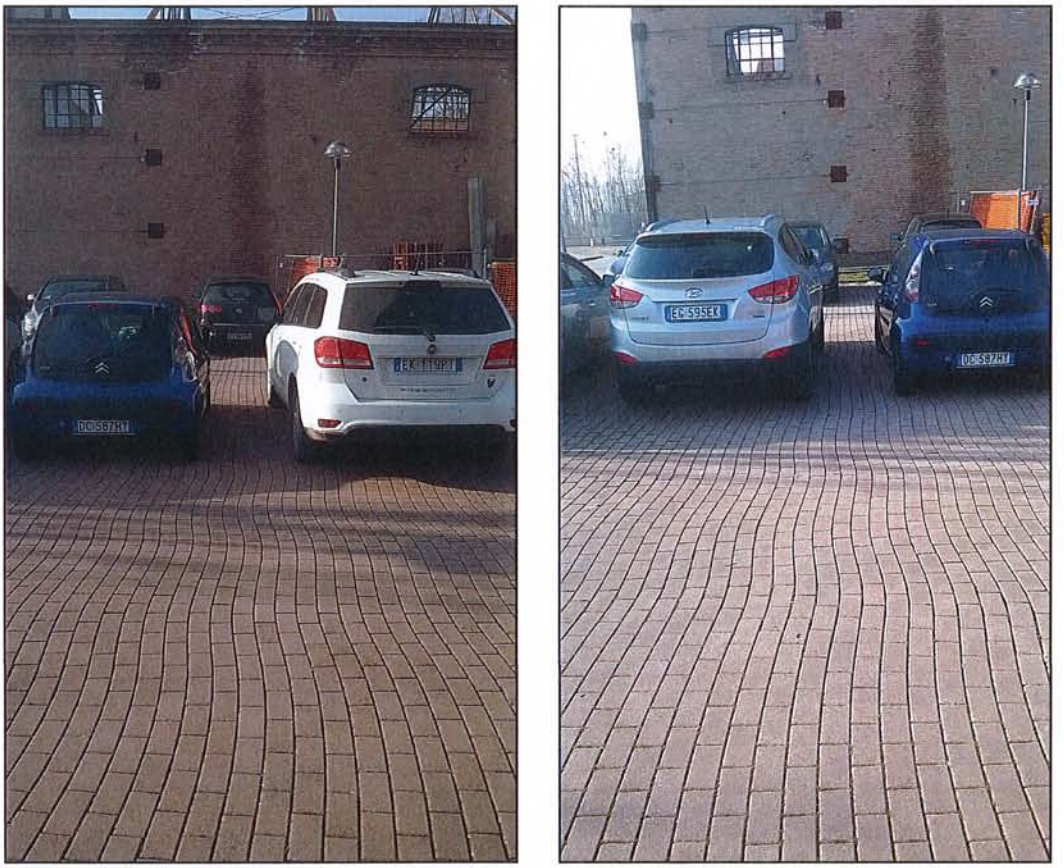


Fig. 1 - Carta strutturale della Pianura Padana orientale, con le pieghe dell'Appennino sepolto (CNR, 1992) e zone epicentrali dei terremoti che hanno colpito il territorio ferrarese.

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





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

INDAGINE SISMICA

L'indagine geofisica è stata realizzata utilizzando apparecchiatura tromografica TROMINO © di costruzione MICROMED (e restituzione dei dati mediante apposito software GRILLA ©- MICROMED). La misura geofisica sismica passiva locale del tipo H/V (tromografica), ha indagato profondità ampiamente maggiori di 30 metri.

La metodologia tromografica si basa sulla misura diretta delle frequenze di naturale vibrazione dei suoli (e/o di altri oggetti poggianti direttamente o indirettamente sul suolo), sfruttando in pratica l'effetto pendolo. Nel dominio della frequenza vengono coinvolti quattro spettri rappresentati dalle componenti orizzontali e verticali del moto in superficie (HS e VS) e alla base dello strato (HB e VB). La tecnica di Nakamura si basa sulle seguenti ipotesi: le sorgenti dei microtremori sono locali, trascurando qualsiasi contributo dovuto a sorgenti profonde; le sorgenti dei microtremori in superficie non influenzano i microtremori alla base; la componente verticale del moto non risente di effetti di amplificazione locale. Sotto queste ipotesi, il rapporto fra le componenti verticali del moto in superficie ed alla base contiene solo termini delle sorgenti locali AS(f) e delle sorgenti alla base AB(f), ed è pari a: $R_v(f) = Vs(f)/V_B(f_\omega) = As(f)/A_B(f)$. mentre il rapporto fra l'ampiezza dello spettro della componente orizzontale del moto in superficie (HS) e alla base dello strato (HB), contiene oltre che il termine di sorgente anche il termine di amplificazione di sito in superficie S(f) e può essere espresso nel seguente modo: $R_h(f) = Hs(f)/H_B(f) = [As(f) * Ss (f)] /A_b(f)$. Per rimuovere l'effetto di sorgente dai segnali, Nakamura divide i due rapporti R fra loro ottenendo così la seguente espressione per la funzione trasferimento di sito: $R_h(f)/R_v(f) = Ss(\omega) = Hs(f)/H_B(f) * V_B(f)/Vs(f)$. Ipotizzando infine che alla base dei sedimenti l'ampiezza spettrale della componente verticale e di quella orizzontale siano uguali e cioè: $V_B(f)/H_B(f) = 1$. il fattore di amplificazione del moto orizzontale in superficie potrà essere valutato direttamente nel seguente modo: S(f) = Hs(f9/Vs(f). Le varie ipotesi sono state verificate dallo stesso Nakamura (1989) con misure di microtremori in superficie e in pozzo. Le stesse assunzioni sono state verificate anche da altri autori confrontando i risultati ottenuti con modelli di propagazione di onde di Rayleigh, modelli di propagazione 1-D di onde S e con modelli di

generazione sintetica di rumore. Le conclusioni a cui sono giunti gli studi suddetti sono che il picco visibile nei rapporti H/V ottenuti con il rumore simulato è indipendente dalle caratteristiche della sorgente del rumore e che dipende invece fortemente dalla stratigrafia del terreno. Tale picco è inoltre ben correlato con la frequenza fondamentale di risonanza del terreno soggetto alla propagazione di onde S verticali e con il picco fondamentale delle curve di dispersione delle onde di Rayleigh. La misura è stata eseguita con un apparecchio portatile compatto (TROMINO MICROMED) che alloggia in un unico contenitore rigido metallico tre sensori sismometrici, un digitalizzatore a 24 bit ed il sistema di archiviazione su *flash memory*. Per il punto di misura si è acquisita una registrazione della durata di 20 minuti, campionata ad una frequenza di 128 Hz. Il segnale acquisito è stato quindi: corretto per la linea di base (sottraendo a ciascun punto la media effettuata sull'intera traccia); corretto da andamenti (trend) anomali (sottraendo la retta della regressione lineare effettuata su tutti i punti della traccia); filtrato con un passa banda tra 0.1 e 64 Hz, Per ogni segnale si è calcolata quindi la trasformata di Fourier e successivamente si è effettuato il rapporto spettrale fra le componenti orizzontale e verticale. Tale rapporto è stato smussato con una finestra triangolare al 10% ed il risultato di tale operazione è stato assunto come stima delle funzioni di amplificazione locale di Nakamura. Tutte le operazioni descritte sono state fatte prevalentemente in campagna, mediante un programma applicativo appositamente implementato. Questo ha permesso di avere già al sito la possibilità di verificare le misure effettuate ed eventualmente ripeterle. La misura di microtremori è infatti soggetta ad influenze ambientali (vento, pioggia, copertura artificiale dei terreni, ecc.): per una descrizione dettagliata dei problemi legati alla corretta effettuazione delle misure si veda Mucciarelli (1998). Di seguito si riporta una succinta bibliografia di riferimento circa metodologia, utilizzo e restituzione della metodologia tromografica: Mucciarelli, M. (1998). Reliability and applicability range of Nakamura's technique using microtremors: an experimental approach, *J. Earthquake Engin.*, Vol. 2, n. 4, 1-14. Nakamura, Y. (1989). A method for dynamic characteristics estimation of subsurface using microtremor on the ground surface. QR Railway Tech. Res. Inst. 30, 1.

La restituzione dell'indagine tromografica si è appoggiata alle conoscenze

stratigrafiche locali derivanti dall'indagine penetrometrica condotta sull'area in esame e da ulteriori conoscenze stratigrafiche (anche ben più profonde) locali e derivanti da indagini di bibliografia. Ciò è indispensabile data la natura della strumentazione utilizzata e date le possibilità offerte dalle esperienze di Nakamura (et Alii), di cui si è sopra già ampiamente riportato. È importante far osservare come uno strumento tromografico sia l'unica strumentazione in grado di misurare la frequenza propria di oscillazione dei terreni. Da tali dati si possono poi ricostruire tutte le altre componenti caratterizzanti dal punto di vista sismico i terreni di un'area (e sopra indicati). La possibilità di risalire ai dati di Vs30 conoscendo le frequenze tipiche di un suolo e gli spessori (profondità) dei suoi riflettori sismici, discende dalle esperienze di Nakamura e del derivato metodo HSVR precedentemente descritto. Il metodo di indagine utilizzato presuppone alcune approssimazioni legate ad esempio al fatto che le velocità di propagazione delle onde sismiche provocate aumentano dall'alto verso il basso (per questo il metodo consente la determinazione delle velocità intese come medie del volume di terra indagato non avendo un grado di definizione elevato); le velocità Vs così misurate sono comunque significative, trattandosi pur sempre di una misura diretta. Nei grafici H/V – f, che verranno in seguito riportati, si individuano le varie frequenze tipiche dei terreni di fondazione, dato di notevole importanza per una accurata progettazione delle strutture da realizzarsi sull'area in esame. Soprattutto in considerazione della tipologia strutturale da realizzarsi, si dovranno evitare accoppiamenti fra le modalità di vibrazione delle strutture (prevedibili in fase di progettazione) e le modalità di vibrazione dei terreni di fondazione, di cui sopra.

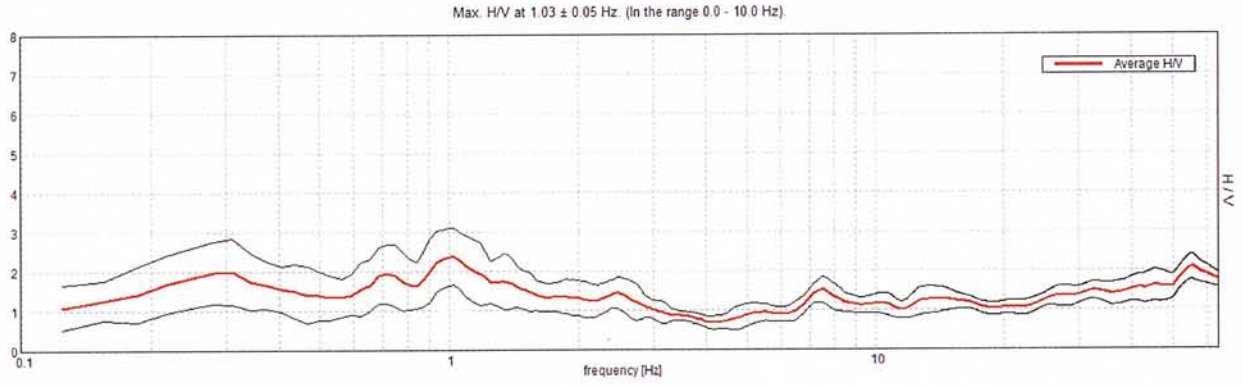
RISULTATI DELLE INDAGINI TROMOGRAFICHE ESEGUITE

La restituzione dell'indagine tromografica (H/V) ha dato un valore di **Vs30** pari a **222 m/s.**

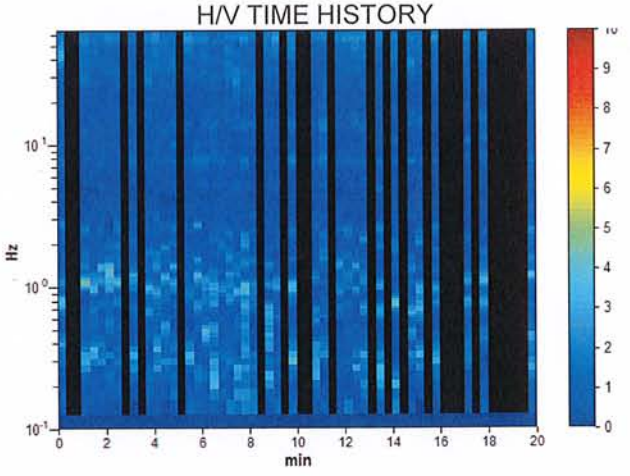
GRILLA FOLDER, FERRARA DORO- BARCO. Soc. Marty

Instrument: TRZ-0009/01-09
Start recording: 05/10/16 11:31:36 End recording: 05/10/16 11:51:36
Channel labels: NORTH SOUTH; EAST WEST ; UP DOWN
Trace length: 0h20'00". Analyzed 62% trace (manual window selection)
Sampling rate: 128 Hz
Window size: 20 s
Smoothing type: Triangular window
Smoothing: 10%

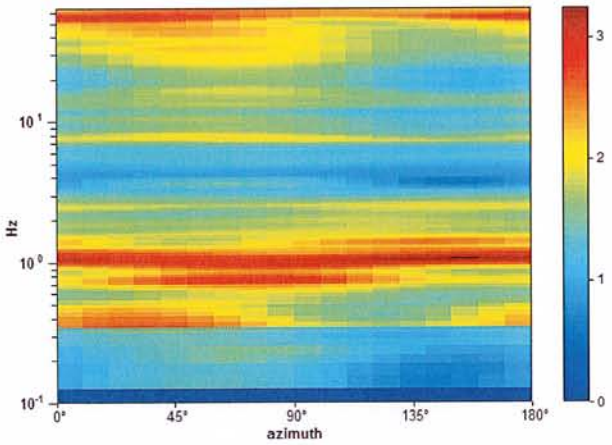
HORIZONTAL TO VERTICAL SPECTRAL RATIO



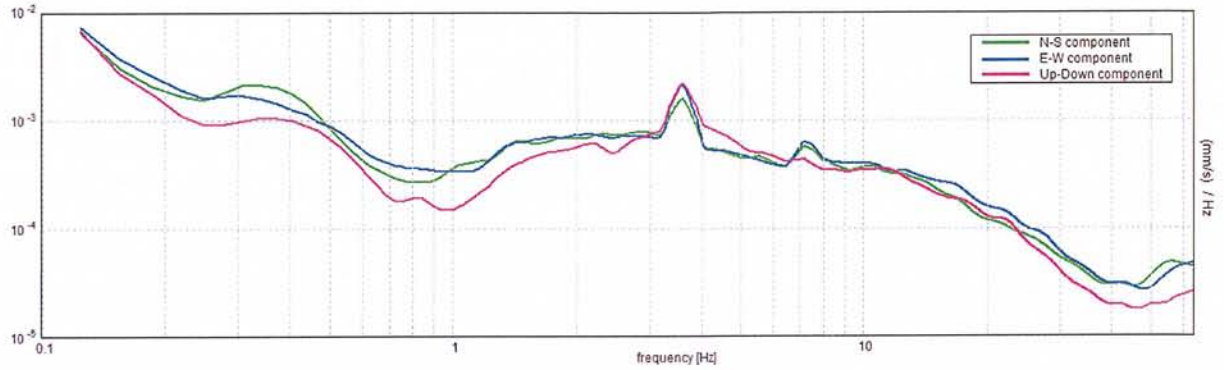
H/V TIME HISTORY



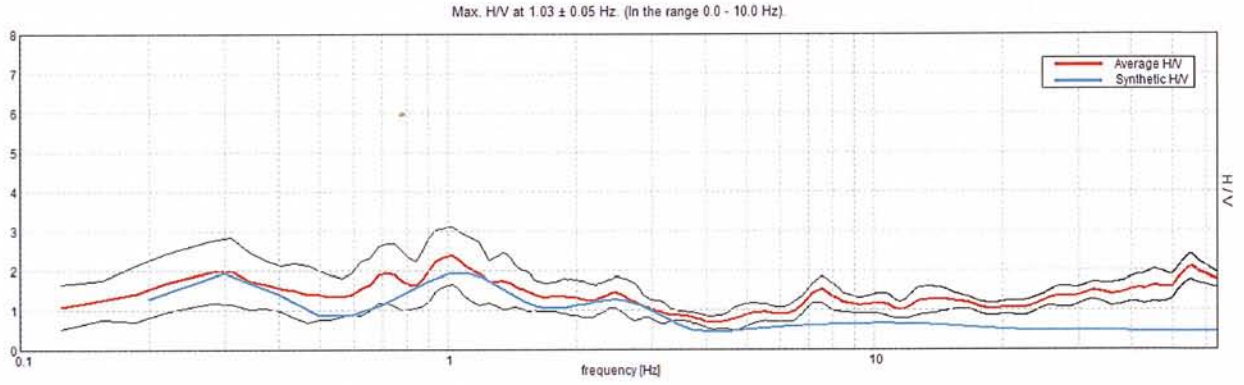
DIRECTIONAL H/V



SINGLE COMPONENT SPECTRA

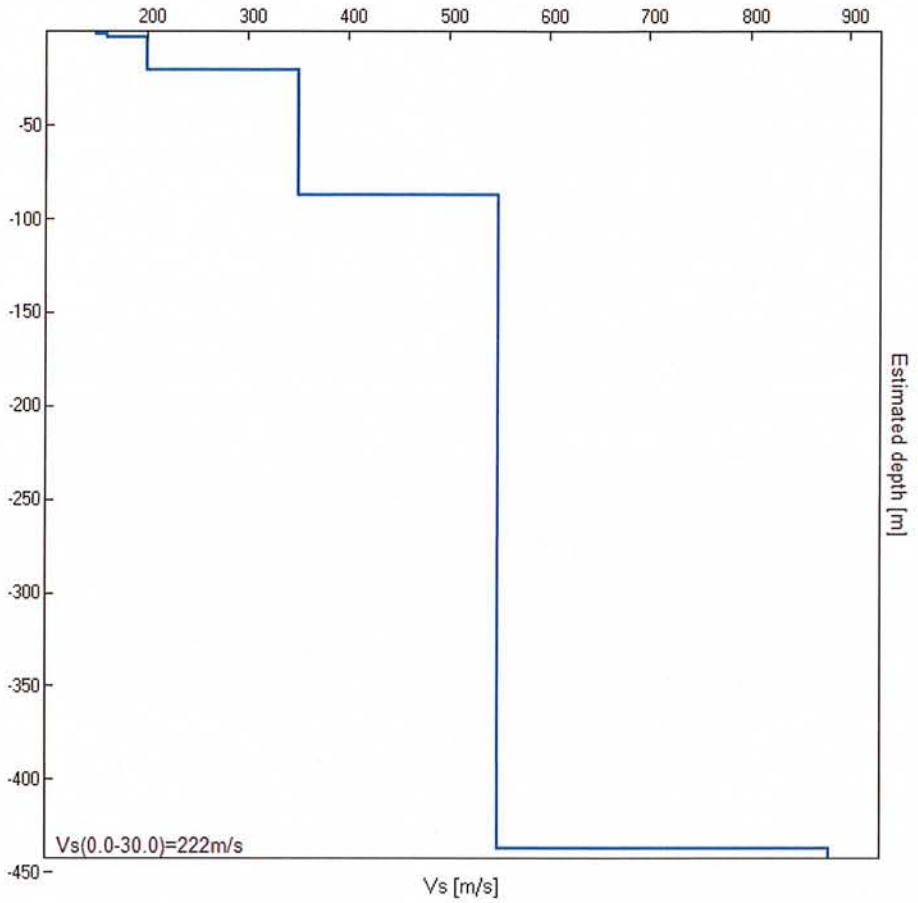


EXPERIMENTAL vs. SYNTHETIC H/V



Depth at the bottom of the layer [m]	Thickness [m]	Vs [m/s]
1.00	1.00	150
3.00	2.00	160
21.00	18.00	200
87.00	66.00	350
437.00	350.00	550
inf.	inf.	880

Vs(0.0-30.0)=222m/s



According to the SESAME, 2005 guidelines:

Max. H/V at 1.03 ± 0.05 Hz (in the range 0.0 - 10.0 Hz).

Criteria for a reliable H/V curve [All 3 should be fulfilled]			
$f_0 > 10 / L_w$	0.91 > 0.50	OK	
$n_c(f_0) > 200$	580.0 > 200	OK	
$\sigma_A(f) < 2$ for $0.5f_0 < f < 2f_0$ if $f_0 > 0.5$Hz $\sigma_A(f) < 3$ for $0.5f_0 < f < 2f_0$ if $f_0 < 0.5$Hz	Exceeded 0 out of 44 times	OK	
Criteria for a clear H/V peak [At least 5 out of 6 should be fulfilled]			
Exists f^- in $[f_0/4, f_0]$ | $A_{H/V}(f^-) < A_0 / 2$		OK	
Exists f^+ in $[f_0, 4f_0]$ | $A_{H/V}(f^+) < A_0 / 2$	1.813 Hz	OK	
$A_0 > 2$	2.44 > 2	OK	
$f_{peak}[A_{H/V}(f) \pm \sigma_A(f)] = f_0 \pm 5\%$	|0.04179| < 0.05	OK	
$\sigma_f < \varepsilon(f_0)$	0.03787 < 0.13594	OK	
$\sigma_A(f_0) < \theta(f_0)$	0.9966 < 2.0	OK	

L_w	window length
n_w	number of windows used in the analysis
$n_c = L_w n_w f_0$	number of significant cycles
f	current frequency
f_0	H/V peak frequency
σ_f	standard deviation of H/V peak frequency
$\varepsilon(f_0)$	threshold value for the stability condition $\sigma_f < \varepsilon(f_0)$
A_0	H/V peak amplitude at frequency f_0
$A_{H/V}(f)$	H/V curve amplitude at frequency f
f^-	frequency between $f_0/4$ and f_0 for which $A_{H/V}(f^-) < A_0/2$
f^+	frequency between f_0 and $4f_0$ for which $A_{H/V}(f^+) < A_0/2$
$\sigma_A(f)$	standard deviation of $A_{H/V}(f)$, $\sigma_A(f)$ is the factor by which the mean $A_{H/V}(f)$ curve should be multiplied or divided
$\sigma_{logH/V}(f)$	standard deviation of log $A_{H/V}(f)$ curve
$\theta(f_0)$	threshold value for the stability condition $\sigma_A(f) < \theta(f_0)$

Threshold values for σ_f and $\sigma_A(f_0)$					
Freq. range [Hz]	< 0.2	0.2 – 0.5	0.5 – 1.0	1.0 – 2.0	> 2.0
$\varepsilon(f_0)$ [Hz]	0.25 f_0	0.2 f_0	0.15 f_0	0.10 f_0	0.05 f_0
$\theta(f_0)$ for $\sigma_A(f_0)$	3.0	2.5	2.0	1.78	1.58
log $\theta(f_0)$ for $\sigma_{logH/V}(f_0)$	0.48	0.40	0.30	0.25	0.20

CATEGORIA SUOLO DI FONDAZIONE

Ai fini della definizione della azione sismica di progetto si è proceduto alla determinazione della categoria di suolo di fondazione secondo quanto previsto nelle Norme Tecniche delle Costruzioni del 14/01/08 (Capitolo 3 - Azioni Sulle Costruzioni).

A tal proposito si è fatto riferimento alle categorie di profilo stratigrafico del suolo di fondazione di seguito riassunte :

Categorie suolo fondazione

A	**Formazioni litoidi o suoli omogenei molto rigidi con valori V_{s30} > 800 m/s con strati di alterazione superficiale h max = 5m**
B	**Depositi di sabbie o ghiaie molto addensate o argille molto consistenti, con spessori di diverse decine di metri, caratterizzati da un graduale miglioramento delle proprietà meccaniche con la profondità e da valori di V_{s30} compresi tra 360 m/s e 800 m/s**
C	**Depositi di sabbie o ghiaie mediamente addensate o argille di media consistenza, con spessori variabili da diverse decine fino a centinaia di metri, caratterizzati da valori di V_{s30} compresi tra 180 m/s e 360 m/s (15<Nspt<50 - 70<Cu<250kPa)**
D	**Depositi di terreni granulari da sciolti a poco addensati oppure coesivi da poco a mediamente consistenti, caratterizzati da valori di V_{s30} < 180 m/s (Nspt < 15 - Cu < 70kPa)**
E	**Profili di terreno costituiti da strati superficiali alluvionali, con valori di V_{s30} simili a quelli dei tipi C o D e spessore compreso tra 5 e 20 m, giacenti su di un substrato di materiale più rigido con V_{s30} > 800 m/s**
S1	**Depositi costituiti da, o che includono, uno strato spesso almeno 10m di argille/limi di bassa consistenza, con elevato indice di plasticità (PI>40) e contenuto di acqua, caratterizzati da valori di V_{s30} < 100 m/s (10<Cu<20 kPa)**
S2	**Deposito di terreni soggetti a liquefazione, di argille sensitive, o qualsiasi altra categoria di terreno non classificabile nei tipi precedenti**

Prendendo come riferimento i parametri medi di Vs30 = 222 m/s il sito in esame risulta rispondere alle caratteristiche di Suolo tipo C

L'accelerazione massima al suolo sarà :

a max= S*ag = 0.20 g

S = coeff. di amplificazione (azione orizzontale) = 1.500

ag = accelerazione al suolo = 0.128 g

F_0 = fattore di amplificazione spettrale massima = 2.597 (Tr 475 anni)

T_C^* = 0.275 s (Tr 475 anni)

SPETTRI DI RISPOSTA (componenti orizz. e vert.) PER LO STATO LIMITE SLV

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

Fase 1 – Individuazione della pericolosità del sito

Fase 2 - Scelta della strategia di progettazione

Fase 3 – Determinazione dell'azione di progetto

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

ANALISI LITOSTRATIGRAFICA DEI TERRENI INDAGATI

L'elaborazione dell'indagine geognostica eseguita nei terreni interessati dall'intervento in oggetto ha permesso la ricostruzione di un modello litostratigrafico di massima così costituito :

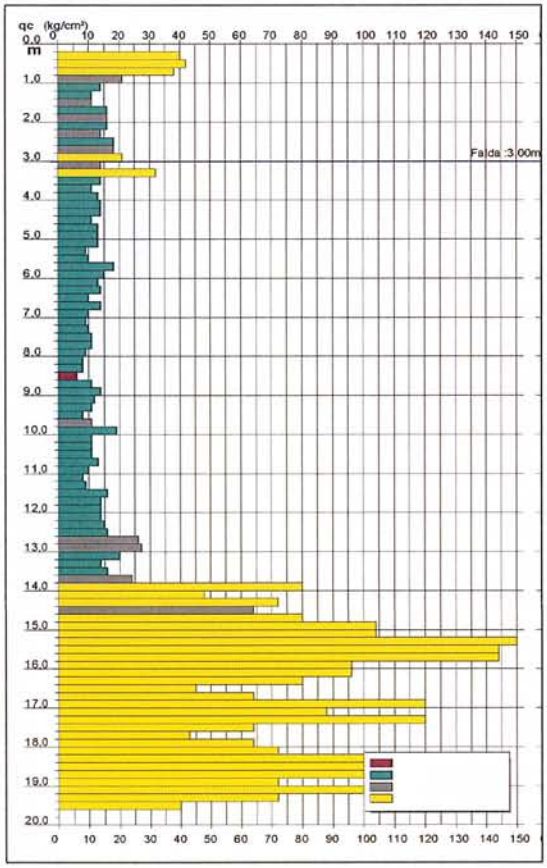
- da p.c. fino a circa mt. 1.0 terreno agrario misto a riporto

- da mt. 1.0 fino a mt. 14.0 di profondità presenza di litotipi coesivi costituiti da argille e argille limose con frequenti episodi organici. Siamo nel campo di terreni compressibili a bassi valori di capacità portante.

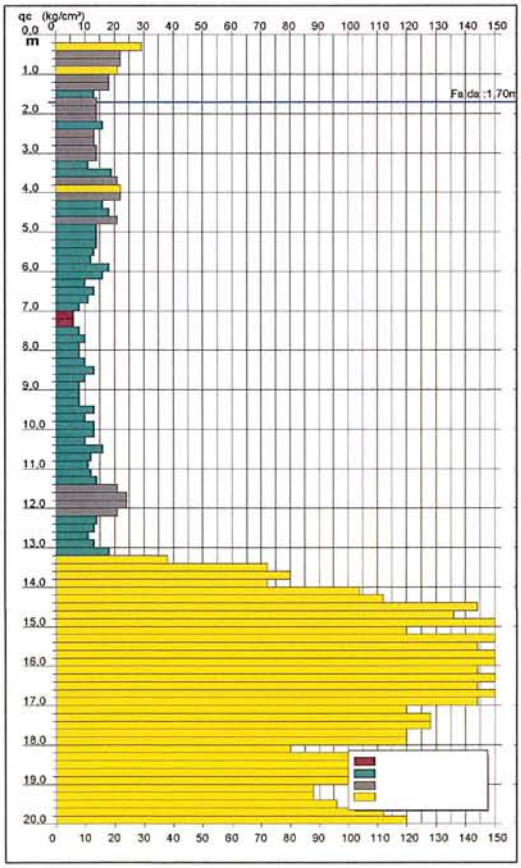
- da mt. 14.0 fino alla profondità indagata di mt. 20.0 si registra un banco sabbioso molto addensato a ottimi valori di portanza. Fra mt. 27.0 e mt. 29.0 compare la presenza di una lente argillosa . Oltre tale profondità si hanno sabbie come si può osservare anche dai sondaggi geognostici profondi eseguiti nelle aree adiacenti.

La falda freatica, al momento dell'indagine (maggio/giugno 2014) è stata rilevata ad una profondità di circa mt. 1.9 dal p.c. attuale. Per un'indagine di dettaglio si rimanda alle schede litostratigrafiche in allegato.

CPT n° 1/2016



CPT n° 2/2016



PARAMETRI GEOTECNICI

I parametri fisico meccanici più significativi ricavati dalle indagini geognostiche e analisi geotecniche di laboratorio , relativi ai terreni maggiormente interessati dalle opere di fondazioni superficiali (modello geotecnico) vengono riassunti nelle tabelle di seguito riportate.

Prof. m	qc kg/cm²	qc/fs (-)	Natura Litol	Y' t/m³	p'vo kg/cm²	Cu kg/cm²	OCR (-)	Eu50 kg/cm²	Eu25 kg/cm²	Mo kg/cm²
0,20	--	--	???	1,85	0,04	--	--	--	--	--
0,40	40	37	3:::	1,85	0,07	--	--	--	--	--
0,60	42	49	3:::	1,85	0,11	--	--	--	--	--
0,80	38	40	3:::	1,85	0,15	--	--	--	--	--
1,00	21	16	4///	1,85	0,19	0,82	40,6	140	210	63
1,20	14	22	2////	1,85	0,22	0,64	23,4	108	162	48
1,40	11	15	2////	1,85	0,26	0,54	15,6	91	137	42
1,60	11	52	4///	1,85	0,30	0,54	13,2	91	137	42
1,80	16	25	2////	1,85	0,33	0,70	15,8	118	177	52
2,00	16	75	4//	1,85	0,37	0,70	13,8	118	177	52
2,20	16	30	4///	1,85	0,41	0,70	12,3	118	177	52
2,40	14	44	4///	1,85	0,44	0,64	9,8	108	163	48
2,60	18	19	2////	1,85	0,48	0,75	10,9	128	191	56
2,80	18	42	4///	1,85	0,52	0,75	10,0	128	191	56
3,00	21	49	3:::	0,85	0,54	--	--	--	--	--
3,20	14	33	4///	0,89	0,55	0,64	7,5	135	203	48
3,40	32	75	3:::	0,88	0,57	--	--	--	--	--
3,60	14	22	2////	0,94	0,59	0,64	6,9	149	223	48
3,80	11	15	2////	0,91	0,61	0,54	5,4	165	248	42
4,00	13	15	2////	0,93	0,63	0,60	6,0	166	248	47
4,20	14	19	2////	0,94	0,64	0,64	6,2	169	254	48
4,40	14	19	2////	0,94	0,66	0,64	6,0	176	264	48
4,60	11	17	2////	0,91	0,68	0,54	4,7	190	285	42
4,80	13	20	2////	0,93	0,70	0,60	5,2	192	288	47
5,00	13	20	2////	0,93	0,72	0,60	5,1	198	297	47
5,20	13	17	2////	0,93	0,74	0,60	4,9	204	306	47
5,40	9	15	2////	0,88	0,76	0,45	3,3	211	317	38
5,60	10	14	2////	0,90	0,77	0,50	3,6	218	327	40
5,80	18	16	2////	0,98	0,79	0,75	5,9	211	317	56
6,00	15	16	2////	0,95	0,81	0,67	4,9	225	337	50
6,20	13	11	2////	0,93	0,83	0,60	4,2	232	348	47
6,40	14	15	2////	0,94	0,85	0,64	4,4	237	356	48
6,60	10	12	2////	0,90	0,87	0,50	3,2	240	361	40
6,80	14	15	2////	0,94	0,89	0,64	4,2	247	371	48
7,00	10	13	2////	0,90	0,90	0,50	3,0	247	370	40
7,20	9	14	2////	0,88	0,92	0,45	2,6	237	355	38
7,40	10	17	2////	0,90	0,94	0,50	2,9	252	379	40
7,60	11	15	2////	0,91	0,96	0,54	3,0	263	394	42
7,80	11	16	2////	0,91	0,98	0,54	3,0	268	399	42
8,00	9	12	2////	0,88	0,99	0,45	2,3	243	365	38
8,20	8	11	2////	0,86	1,01	0,40	2,0	225	337	35
8,40	8	11	2////	0,86	1,03	0,40	1,9	225	338	35
8,60	6	9	1***	0,46	1,04	0,30	1,3	38	58	9
8,80	11	15	2////	0,91	1,06	0,54	2,7	277	416	42
9,00	14	17	2////	0,94	1,07	0,64	3,3	300	450	48
9,20	12	22	2////	0,92	1,09	0,57	2,8	291	437	45
9,40	11	21	2////	0,91	1,11	0,54	2,5	283	425	42
9,60	8	19	2////	0,86	1,13	0,40	1,7	230	344	35
9,80	11	34	4///	0,87	1,15	0,54	2,4	287	430	42
10,00	19	30	4///	0,92	1,16	0,78	3,8	328	492	58

CPT n° 1

Prof. m	qc kg/cm²	qc/fs (-)	Natura Litol.	Y' t/m³	p'vo kg/cm²	Cu kg/cm²	OCR (-)	Eu50 kg/cm²	Eu25 kg/cm²	Mo kg/cm²
0,20	--	--	???	1,85	0,04	--	--	--	--	--
0,40	29	30	4///	1,85	0,07	0,98	99,9	167	251	87
0,60	22	21	4///	1,85	0,11	0,85	79,5	144	216	66
0,80	22	29	4///	1,85	0,15	0,85	55,5	144	216	66
1,00	21	66	3:::	1,85	0,19	--	--	--	--	--
1,20	18	113	4///	1,85	0,22	0,75	28,8	128	191	56
1,40	18	31	4///	1,85	0,26	0,75	23,7	128	191	56
1,60	13	27	2////	1,85	0,30	0,60	15,3	103	154	47
1,80	14	33	4///	0,89	0,31	0,64	15,2	108	162	48
2,00	14	37	4///	0,89	0,33	0,64	14,2	108	162	48
2,20	14	52	4///	0,89	0,35	0,64	13,3	108	162	48
2,40	16	25	2////	0,96	0,37	0,70	13,9	118	177	52
2,60	13	61	4///	0,88	0,39	0,60	11,0	103	154	47
2,80	13	35	4///	0,88	0,40	0,60	10,4	103	154	47
3,00	14	33	4///	0,89	0,42	0,64	10,5	108	162	48
3,20	14	44	4///	0,89	0,44	0,64	10,0	108	162	48
3,40	11	15	2////	0,91	0,46	0,54	7,7	111	167	42
3,60	19	18	2////	0,99	0,48	0,78	11,5	132	198	58
3,80	21	22	4///	0,93	0,50	0,82	11,8	140	210	63
4,00	22	34	3:::	0,86	0,51	--	--	--	--	--
4,20	22	29	4///	0,93	0,53	0,85	11,2	144	216	66
4,40	16	14	2////	0,96	0,55	0,70	8,4	131	196	52
4,60	18	19	2////	0,98	0,57	0,75	8,8	135	203	56
4,80	21	25	4///	0,93	0,59	0,82	9,5	142	212	63
5,00	14	15	2////	0,94	0,61	0,64	6,7	155	233	48
5,20	14	15	2////	0,94	0,63	0,64	6,4	162	244	48
5,40	14	16	2////	0,94	0,65	0,64	6,2	169	254	48
5,60	13	16	2////	0,93	0,66	0,60	5,6	179	269	47
5,80	12	13	2////	0,92	0,68	0,57	5,0	188	282	45
6,00	18	28	2////	0,98	0,70	0,75	6,8	178	267	56
6,20	16	21	2////	0,96	0,72	0,70	6,0	191	286	52
6,40	10	16	2////	0,90	0,74	0,50	3,9	208	312	40
6,60	13	17	2////	0,93	0,76	0,60	4,7	211	316	47
6,80	11	17	2////	0,91	0,78	0,54	4,0	217	325	42
7,00	8	13	2////	0,86	0,79	0,40	2,7	207	311	35
7,20	6	11	1***	0,46	0,80	0,30	1,8	37	55	9
7,40	6	9	1***	0,46	0,81	0,30	1,8	37	55	9
7,60	8	13	2////	0,86	0,83	0,40	2,5	211	317	35
7,80	10	16	2////	0,90	0,85	0,50	3,3	236	354	40
8,00	8	11	2////	0,86	0,86	0,40	2,4	215	322	35
8,20	8	12	2////	0,86	0,88	0,40	2,3	216	324	35
8,40	10	13	2////	0,90	0,90	0,50	3,0	248	369	40
8,60	13	20	2////	0,93	0,92	0,60	3,7	259	388	47
8,80	10	23	2////	0,90	0,94	0,50	2,9	252	378	40
9,00	8	19	2////	0,86	0,95	0,40	2,1	221	332	35
9,20	8	19	2////	0,86	0,97	0,40	2,1	222	334	35
9,40	8	15	2////	0,86	0,99	0,40	2,0	223	335	35
9,60	13	22	2////	0,93	1,01	0,60	3,3	282	423	47
9,80	10	16	2////	0,90	1,02	0,50	2,6	263	394	40
10,00	13	17	2////	0,93	1,04	0,60	3,2	289	434	47

CPT n°2

Anche tali parametri mettono in evidenza la presenza di terreni coesivi superficiali molto compressibili a bassi valori di capacità portante.

VALORE DI PROGETTO DELLA RESISTENZA DEL SISTEMA GEOTECNICO

Sulla base dei risultati delle indagini geognostiche, in allegato sono state riprodotte le "Tabelle Parametri Geotecnici" e delle analisi di laboratorio che rappresentano in termini analitici l'andamento complessivo dei parametri geomeccanici della serie investigata , si è proceduto alla verifica della resistenza di progetto Rd .

La resistenza di progetto Rd è calcolata sulla base dei parametri geotecnici significativi del terreno a cui sono stati applicati i coeff. parziali γ_M e γ_R (tab. 6.2.1 delle NTC)

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

Approccio 1 – Combinazione 2 (M2+R2)

Combinazione riferita alla sola verifica di tipo geotecnico GEO.

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

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

Dalla comparazione delle tabelle analitiche poc'anzi citate, il valore caratteristico della coesione non drenata, negli intervalli normal consolidati presenti al di sotto del piano di fondazione, risulta:

$Cu = 0.45\ Kg/cm^2$

Su tale riconoscimento, utilizzando la relazione di Frohlich, che è indipendente dalle dimensioni delle fondazioni, è possibile ricavare il valore del *carico limite critico*:

$Pc = N_{qc} \times (\gamma \times t + c \times \cot g\ \varphi)$ dove:

N_{qc} = coefficiente in funzione di φ;

φ = angolo di attrito interno;

c = coesione;

γ = densità naturale;

t = profondità di imposta;

Per fondazione a nastriforme superficiale con piano delle fondazioni a circa – 1.0 m dal p.c. attuale , il valore della pressione critica è condizionato dalla presenza dei terreni compressibili sottostanti , per cui a breve termine (condizioni non drenate) per un valore medio di Cu = 0.32 Kg/cm^2 (considerato il coefficiente di riduzione parziale $\gamma_{cu = a\ 1.4}$) e φ = 0, risulta:

$Pc = \pi \times Cu + \gamma \times t =$ 1.2 Kg/cm^2

Il valore della *resistenza di progetto* si ottiene dividendo la pressione critica per un coefficiente di riduzione parziale γ_R pari a 1.8. Pertanto la resistenza di progetto sarà :

Rd = 1.3/1.8 = 0.67 Kg/cm^2

Si rende necessario verificare che il valore di progetto dell'azione Ed (nel caso in esame i carichi attuali esistenti) sia minore o uguale della resistenza del sistema geotecnica Rd (considerando anche la verifica allo scorrimento delle fondazioni).

Si dovrà procedere alla verifica agli stati limite di Esercizio (SLE) , calcolare i cedimenti e distorsioni per accertare la compatibilità con i requisiti prestazionali della struttura in elevazione.

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

K = Qd / DH = 0.47 Kg/cm^3

dove : Qd = carico ultimo e DH assunto pari a 2.54 cm

VERIFICA DEI CEDIMENTI POST SISMICI

A seguito dei risultati ottenuti dalle indagini geogmostiche e analisi geotecniche di laboratorio da cui emerge che i terreni sono costituiti prevalentemente argille limose poco consistenti fino alla profondità di circa 20mt. ,con bassi valori di coesione e alto indice plastico , si è proceduto alla verifica dei cedimenti post sismici , così come previsto dall'atto di indirizzo della Regione Emilia Romagna per gli studi di microzonizazione sismica.

Per la verifica dei cedimenti post sismici si è preso in considerazione lo strato compressibile compreso fra mt. 1.0 e 10.0 dal p.c. facendo riferimento alla seguente espressione :

$Dh = \varepsilon v * H = 6.0$ cm

εv deformazione volumetrica post ciclica $= (a*Cr/1+e) *\log(1/(1-Du/б)) = .006$

dove :

Dh = cedimento post sismico

H = spessore dello strato considerato = 1000 cm.

A = costante sperimentale

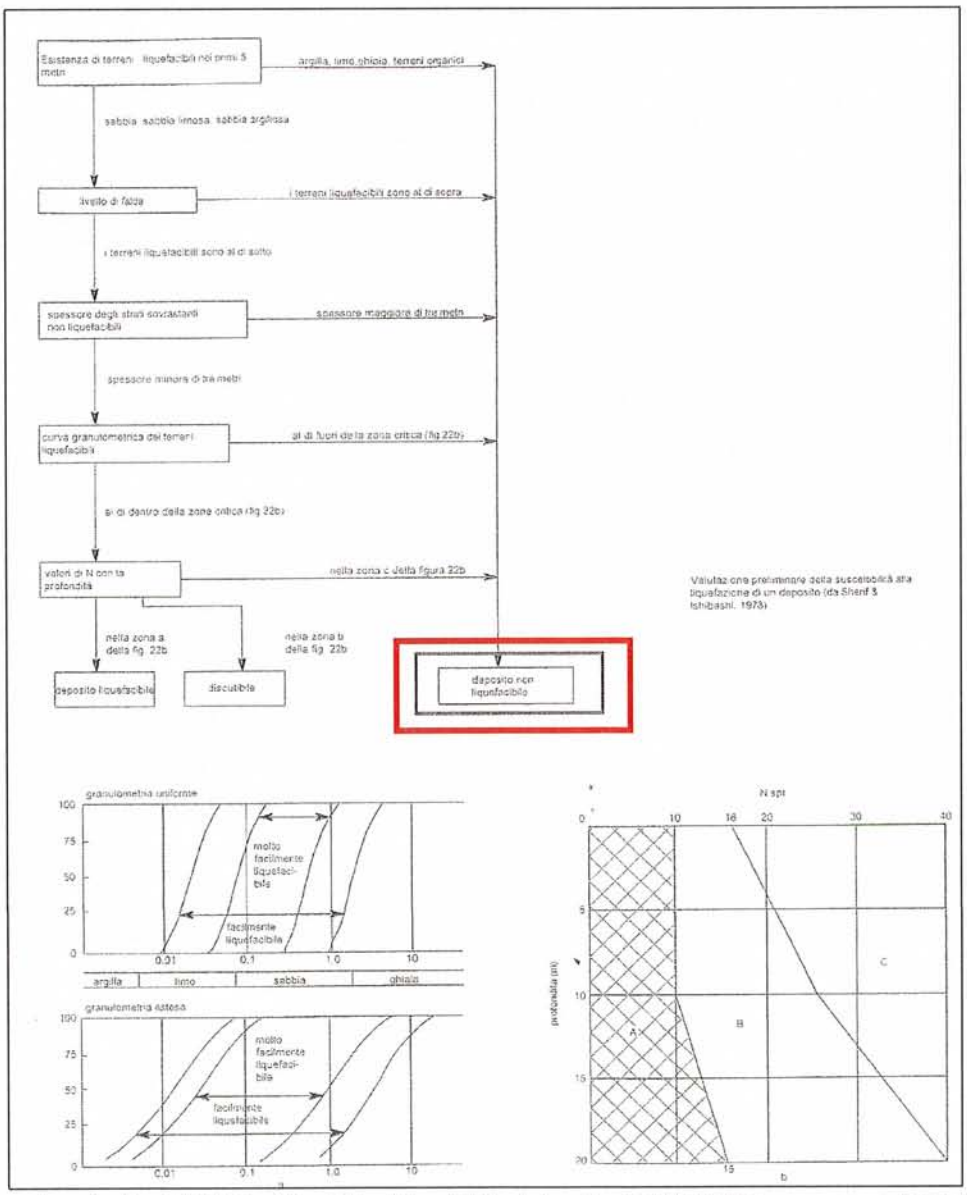
Cr = Indice di riconsolidazione post ciclica

Du/б = rapporto di pressione interstiziale

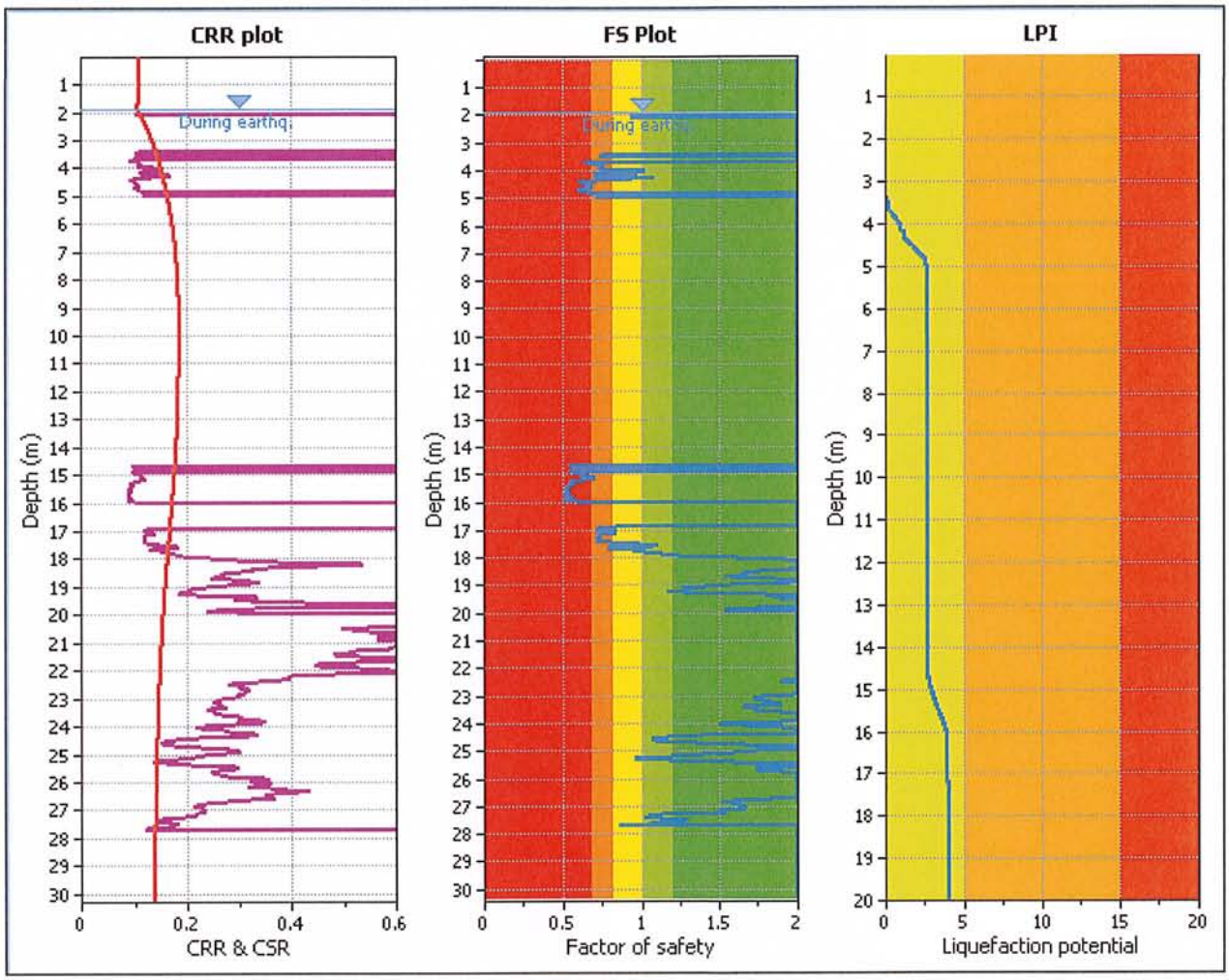
SUSCETTIBILITA' ALLA LIQUEFAZIONE DEGLI ORIZZONTI GRANULARI SATURI LOCALMENTE RILEVATI

In base ai dati delle indagini geognostiche e per profondità significative rispetto alle aree interessate dai carichi trasmessi dalle strutture fondali non si rileva ,fino alla profondità di circa mt. 14/15 dal p.c., la presenza di significativi orizzonti granulari saturi di spessore ed estensione tali da poter destare preoccupazioni circa la possibilità di liquefazione, ad eccezione di qualche lente limoso sabbiosa di modesto spessore inglobato in terreni coesivi .

In queste condizioni , ribadendo che il modello litostratigrafico descritto, la presenza di terreni coesivi nei primi 15.0 metri di profondità è sufficiente a contenere eventuali fenomeni di liquefazione dovuto agli strati sabbiosi sottostanti, come si può chiaramente intuire anche dallo schema di analisi elaborato da Sherif e Ishibashi (1978) di seguito riportato.



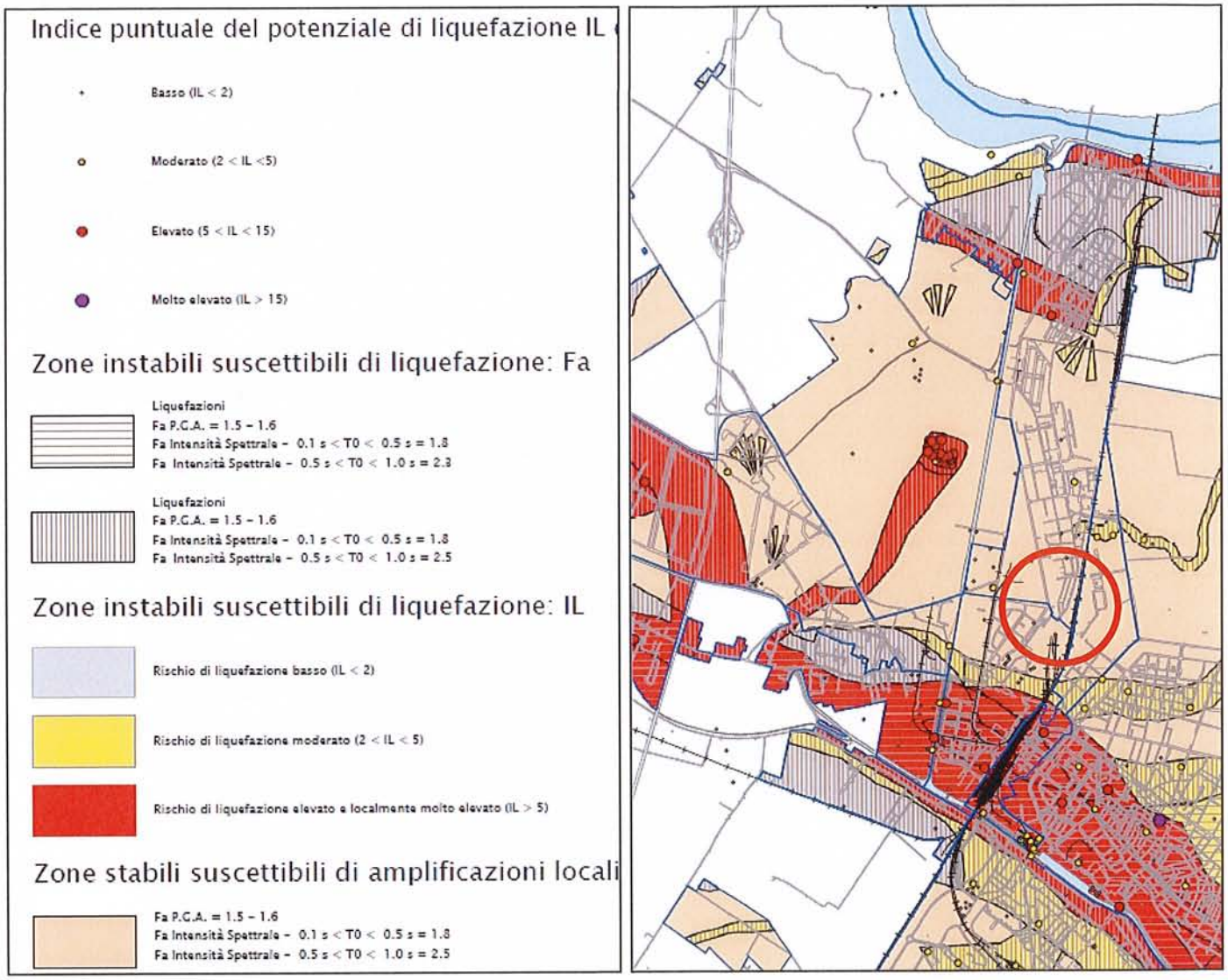
Per quanto riguarda il banco sabbioso, presente dopo i primi 15.0 metri di profondità anche in tutti i terreni circostanti, le verifiche di liquefazione eseguite mettono in evidenza rischio di potenziale liquefazione moderato
(IL < 4) , come evidenziato anche nella carta di MZS di 3° livello del PSC di seguito riportata.



SCPTU 1/2014 (Viale Marconi)

"Indirizzi per gli studi di micro zonazione sismica in Emilia-Romagna per la pianificazione territoriale e urbanistica"

IL = 0 Non liquefacibile (FL ≥ 1.2)
0 < IL ≤ 2 Potenziale basso
2 < IL ≤ 5 Potenziale moderato
5 < IL ≤ 15 Potenziale alto
IL > 15 Potenziale molto alto



CARTA MZS 3° livello del PSC

Non è invece da escludere un forte pericolo di perdita di carico dei terreni superficiali di sottofondazione , per la loro compressibilità e bassa consistenza , a seguito di eventi sismici di forte entità.

Altra fonte di pericolo per i terreni superficiali , può derivare da forti variazioni della falda freatica dovuto a particolari periodi siccitosi/piovosi che possono originare ritiro/rigonfiamento che si possono ripercuotere sulle strutture soprastanti .

Si consiglia una perfetta regimazione delle acque meteoriche su tutta l'area di interesse, evitando qualsiasi area di ristagno e infiltrazione nel terreno di sottofondazione . Per il dimensionamento del sistema fognario per la raccolta delle acque piovane si potrà fare riferimento a valori di precipitazione media annua di circa 700-750 mm/anno *con punte giornaliere che hanno raggiunto frequentemente negli ultimi anni anche 100 mm/ora.*

Dott. Geol. Antonio Mucchi

ALLEGATI

- Elaborati penetrometrici e litostratigrafici area di intervento (anno 1993 e 2016)

- Elaborati penetrometrici e litostratigrafici aree adiacenti (Via Marconi – Sede Comune FE sett. LL.PP e Via Marconi Consorzio Agrario)

- Spettri di risposta

DATI QUANTITATIVI DA TAVOLE DI CONVENZIONE:

Superficie territoriale : 16.695 mq
Superficie fondiaria : 5.525 mq

Volumi edificabili:
Lotto n.1 Sup. fond. 2.675 mq V. edif. 4015 mc
Lotto n.2 Sup. fond. 2.850 mq V. edif. 4015 mc
TOTALE Sup. fond. 5.525 mq V. edif. 8.030 mc

Area Sportiva Privata : 5.571 mq
Edifici a servizio dell'area sportiva V. edif. 600 mc

Abitanti teorici: 8.030 mc / 80 = 100

Superficie viabilità carrabile e pedonale:
Strade 1.456 mq
Marciapiedi 520 mq
Totale 1.976 mq

Superficie Verde Pubblico 2.613 mq (da norma 26 mq/ab = 2.600 mq)
Superficie Parcheggi Pubblici 1.000 mq (da norma 4 mq/ab = 400 mq)
Totale standard pubblici : 3.613 mq
Totale aree cedute : 5.593 mq

DATI QUANTITATIVI VARIANTE:

Superficie territoriale : 16.695 mq
Superficie fondiaria : 5.525 mq

Volumi edificabili / edificati:
Lotto n.1 Sup. fond. 2.675 mq V. edificabile 4.247,20 mc
Lotto n.2 Sup. fond. 2.850 mq V. edificato 3.782,80 mc
TOTALE Sup. fond. 5.525 mq V. edif. 8.030 mc

Area Sportiva Privata : 5.571 mq
Edifici a servizio dell'area sportiva V. edif. 600 mc

Abitanti teorici: 8.030 mc / 80 = 100

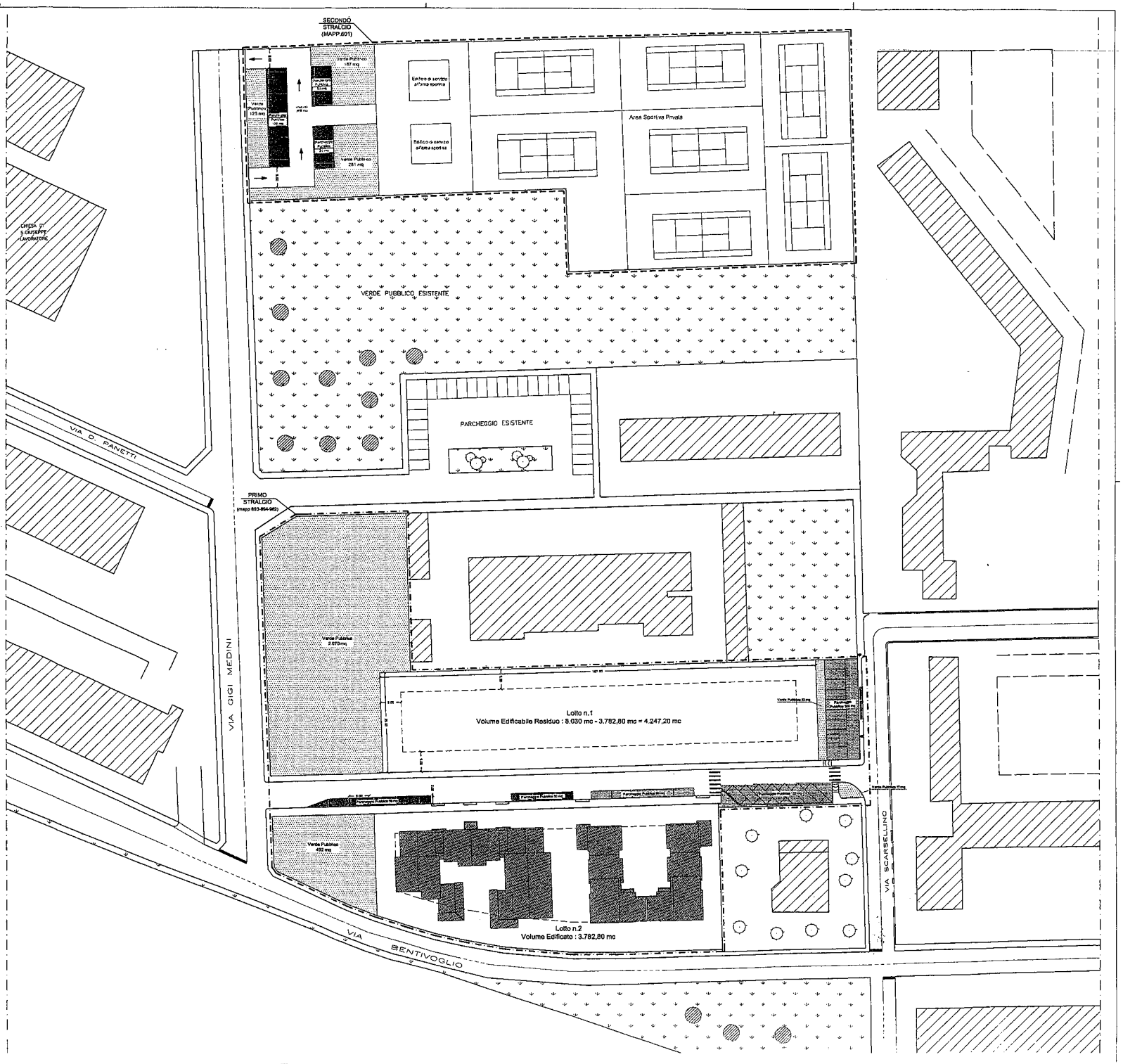
Superficie viabilità carrabile e pedonale:

Primo Stralcio		Secondo Stralcio	TOTALE
Strade	860 mq	388 mq	1.284 mq
Marciapiedi	454 mq	-	454 mq
Totale	**1.314 mq**	**388 mq**	**1.702 mq**

Superficie Standard Pubblici:

Primo Stralcio		Secondo Stralcio	TOTALE
Verde	2.632 mq	593 mq	3.331 mq
Parcheggio	489 mq	225 mq	714 mq
Totale	**3.121 mq**	**818 mq**	**3.939 mq**

Totale aree cedute :
Primo Stralcio 4.435 mq
Secondo Stralcio 1.206 mq
Totale 5.641 mq



Geom. Deretti Mario

Via Padova n.13
44122 - Ferrara
C.F. DRTMRA54D13F839I
E-Mail: derettimario@libero.it
cell: 335 330569

Progetto:
SCIA in Variante al Permesso di Costruire P.G. 31607/2004 per opere di urbanizzazione relative al Piano Particolareggiato di Iniziativa Privata come da parere di Giunta PG 53301/2016

Approvazioni:

Committente:
Marty s.a.s di Deretti Giampietro & C.
via Padova n.13
44122 - Ferrara (FE)

Ubicazione:
Comune di Ferrara
Via Bentivoglio - Via Medini

Elaborato:
TAV. 1
- Planimetria Generale di progetto
- Tabella dati quantitativi

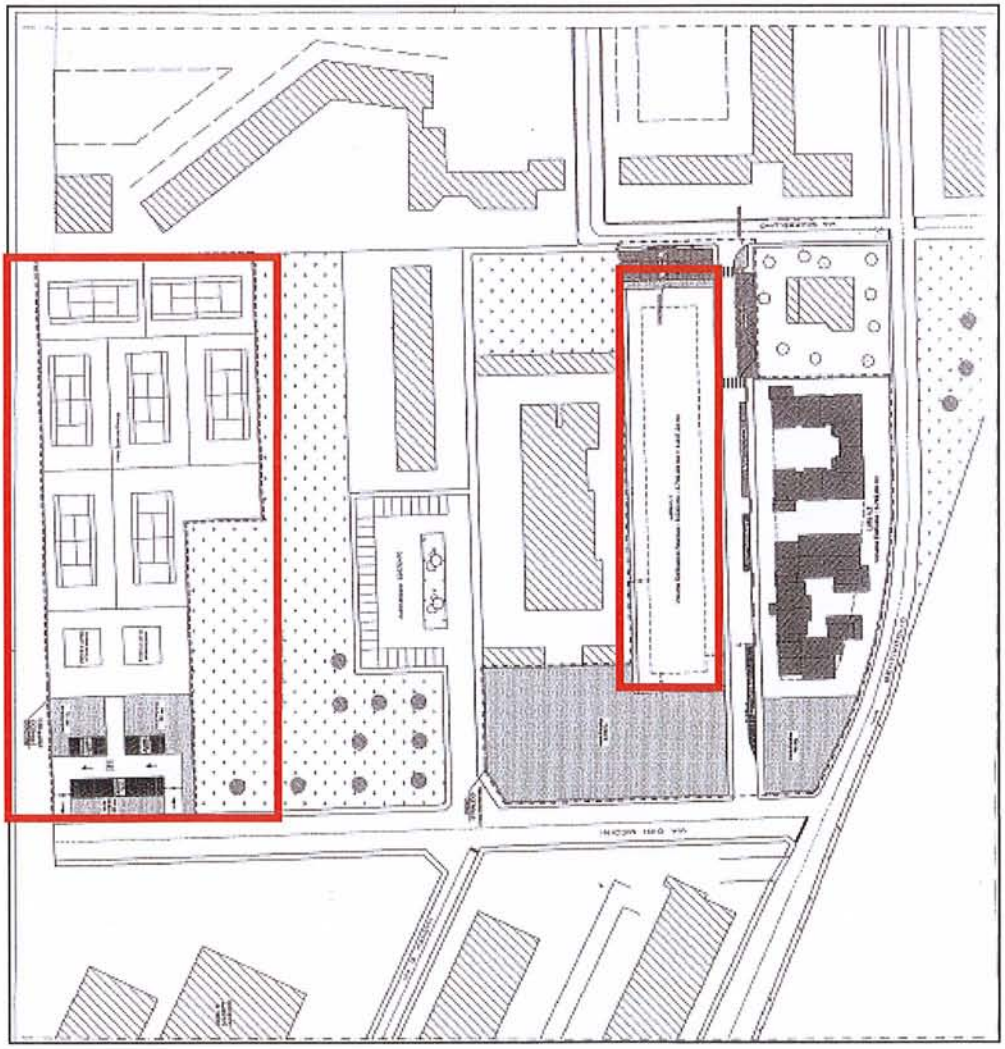
Il Tecnico:

Il Committente:

Data: Luglio 2016

Scala: 1:500

CPT 2 2016
CPT 1 2016
Google earth



Dott. Geol. Raffaele Brunaldi
Via A. Da Brescia 11 - 44011 Argenta (FE)
tel. e fax.:0532852858 cell.:3355373693 e-mail: rabrugeo@libero.it

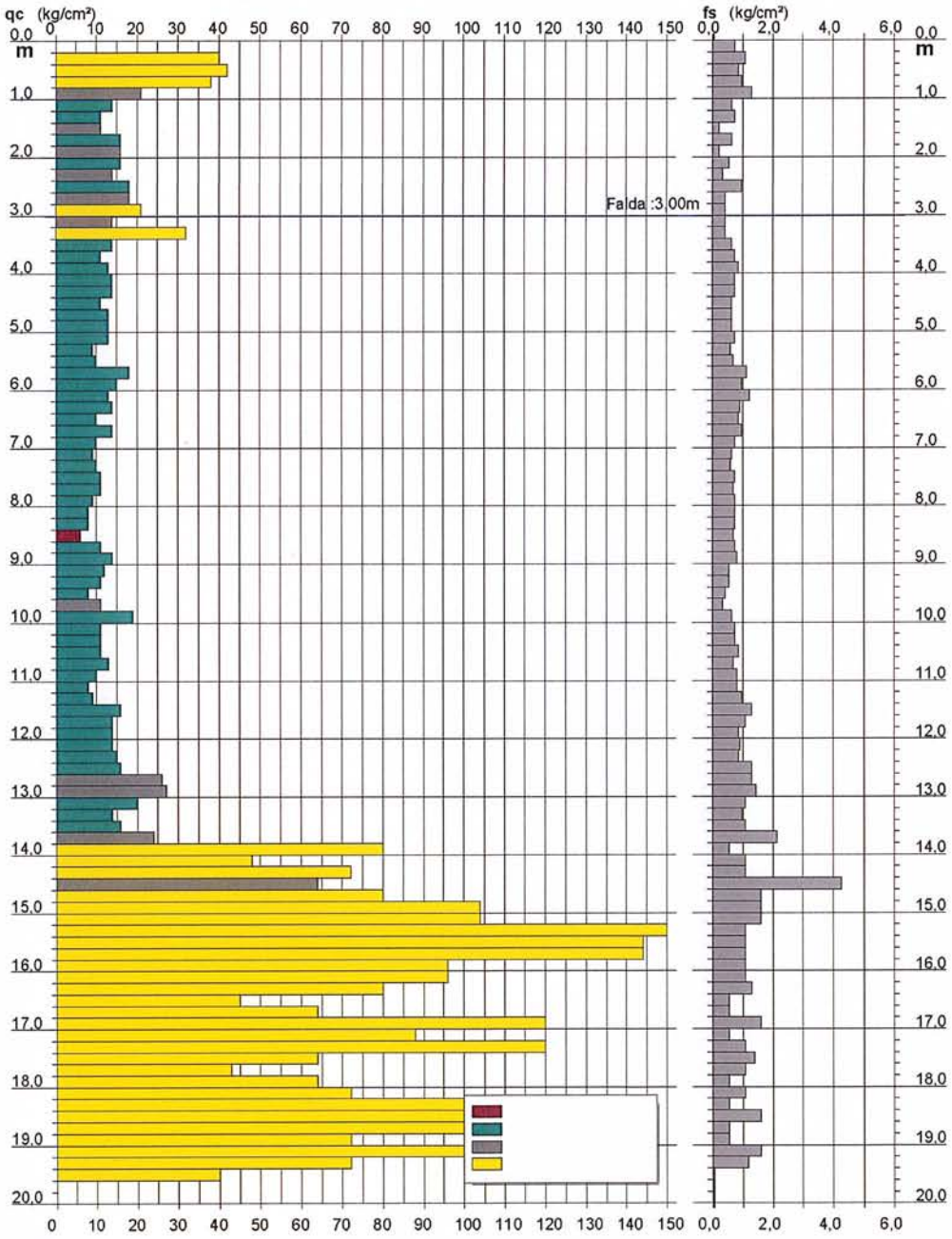
Riferimento: 381-16

PROVA PENETROMETRICA STATICA
DIAGRAMMA DI RESISTENZA

CPT 1

2.0105-001

- committente :	dr. Mucchi	- data :	05/10/2016
- lavoro :	prove penetrometriche	- quota inizio :	Piano Campagna
- località :	Barco - Ferrara	- falda :	3,00 da quota inizio
- assist. cantiere :			



Software by Dr.D.Merlin - 0425/840820

Indagini Geologiche e Geotecniche

Dott. Geol. Raffaele Brunaldi
Via A. Da Brescia 11 - 44011 Argenta (FE)
tel. e fax.:0532852858 cell.:3355373693 e-mail: rabrugeo@libero.it

Riferimento: 381-16

PROVA PENETROMETRICA STATICA
TABELLA PARAMETRI GEOTECNICI

CPT 1

2.0105-001

- committente : dr. Mucchi
- lavoro : prove penetrometriche
- località : Barco - Ferrara
- assist. cantiere :

- data : 05/10/2016
- quota inizio : Piano Campagna
- falda : 3,00 da quota inizio

	NATURA COESIVA										NATURA GRANULARE										
Prof m	qc kg/cm²	qc/fs (-)	Natura Litol.	Y' t/m³	p'vo kg/cm²	Cu kg/cm²	OCR (-)	Eu50 kg/cm²	Eu25	Mo kg/cm²	Dr %	ø1s (°)	ø2s (°)	ø3s (°)	ø4s (°)	ødm (°)	ømy (°)	Amax/g (-)	E'50 kg/cm²	E'25	Mo kg/cm²
0,20	--	--	???	1,85	0,04	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--
0,40	40	37	3 :::	1,85	0,07	--	--	--	--	--	100	42	43	45	46	44	30	0,258	67	100	120
0,60	42	49	3 :::	1,85	0,11	--	--	--	--	--	96	41	43	44	46	43	30	0,243	70	105	126
0,80	38	40	3 ::	1,85	0,15	--	--	--	--	--	85	40	41	43	45	41	30	0,207	63	95	114
1,00	21	16	4 //	1,85	0,19	0,82	40,6	140	210	63	60	36	38	41	43	38	27	0,129	35	53	63
1,20	14	22	2 ///	1,85	0,22	0,64	23,4	108	162	48	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--
1,40	11	15	2 ///	1,85	0,26	0,54	15,6	91	137	42	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--
1,60	11	52	4 //	1,85	0,30	0,54	13,2	91	137	42	26	32	34	37	40	31	26	0,049	18	28	33
1,80	16	25	2 ///	1,85	0,33	0,70	15,8	118	177	52	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--
2,00	16	75	4 //	1,85	0,37	0,70	13,8	118	177	52	33	33	35	38	41	32	27	0,065	27	40	48
2,20	16	30	4 //	1,85	0,41	0,70	12,3	118	177	52	31	32	35	38	40	32	27	0,060	27	40	48
2,40	14	44	4 //	1,85	0,44	0,64	9,8	108	163	48	24	31	34	37	40	31	26	0,046	23	35	42
2,60	18	19	2 ///	1,85	0,48	0,75	10,9	128	191	56	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--
2,80	18	42	4 //	1,85	0,52	0,75	10,0	128	191	56	29	32	35	37	40	31	27	0,056	30	45	54
3,00	21	49	3 :::	0,85	0,54	--	--	--	--	--	34	33	35	38	41	32	27	0,065	35	53	63
3,20	14	33	4 //	0,89	0,55	0,64	7,5	135	203	48	19	31	34	36	40	29	26	0,036	23	35	42
3,40	32	75	3 ::	0,88	0,57	--	--	--	--	--	47	35	37	39	42	34	29	0,095	53	80	96
3,60	14	22	2 ///	0,94	0,59	0,64	6,9	149	223	48	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--
3,80	11	15	2 ///	0,91	0,61	0,54	5,4	165	248	42	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--
4,00	13	15	2 ///	0,93	0,63	0,60	6,0	166	248	47	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--
4,20	14	19	2 ///	0,94	0,64	0,64	6,2	169	254	48	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--
4,40	14	19	2 ///	0,94	0,66	0,64	6,0	176	264	48	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--
4,60	11	17	2 ///	0,91	0,68	0,54	4,7	190	285	42	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--
4,80	13	20	2 ///	0,93	0,70	0,60	5,2	192	288	47	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--
5,00	13	20	2 ///	0,93	0,72	0,60	5,1	198	297	47	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--
5,20	13	17	2 ///	0,93	0,74	0,60	4,9	204	306	47	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--
5,40	9	15	2 ///	0,88	0,76	0,45	3,3	211	317	38	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--
5,60	10	14	2 ///	0,90	0,77	0,50	3,6	218	327	40	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--
5,80	18	16	2 ///	0,98	0,79	0,75	5,9	211	317	56	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--
6,00	15	16	2 ///	0,95	0,81	0,67	4,9	225	337	50	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--
6,20	13	11	2 ///	0,93	0,83	0,60	4,2	232	348	47	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--
6,40	14	15	2 ///	0,94	0,85	0,64	4,4	237	356	48	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--
6,60	10	12	2 ///	0,90	0,87	0,50	3,2	240	361	40	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--
6,80	14	15	2 ///	0,94	0,89	0,64	4,2	247	371	48	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--
7,00	10	13	2 ///	0,90	0,90	0,50	3,0	247	370	40	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--
7,20	9	14	2 ///	0,88	0,92	0,45	2,6	237	355	38	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--
7,40	10	17	2 ///	0,90	0,94	0,50	2,9	252	379	40	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--
7,60	11	15	2 ///	0,91	0,96	0,54	3,0	263	394	42	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--
7,80	11	16	2 ///	0,91	0,98	0,54	3,0	266	399	42	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--
8,00	9	12	2 ///	0,88	0,99	0,45	2,3	243	365	38	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--
8,20	8	11	2 ///	0,86	1,01	0,40	2,0	225	337	35	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--
8,40	8	11	2 ///	0,86	1,03	0,40	1,9	225	338	35	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--
8,60	6	9	1 ***	0,46	1,04	0,30	1,3	38	58	9	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--
8,80	11	15	2 ///	0,91	1,06	0,54	2,7	277	416	42	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--
9,00	14	17	2 ///	0,94	1,07	0,64	3,3	300	450	48	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--
9,20	12	22	2 ///	0,92	1,09	0,57	2,8	291	437	45	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--
9,40	11	21	2 ///	0,91	1,11	0,54	2,5	283	425	42	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--
9,60	8	19	2 ///	0,86	1,13	0,40	1,7	230	344	35	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--
9,80	11	34	4 //	0,87	1,15	0,54	2,4	287	430	42	--	28	31	35	38	25	26	--	18	28	33
10,00	19	30	4 //	0,92	1,16	0,78	3,8	328	492	58	11	30	33	36	39	27	27	0,022	32	48	57
10,20	11	15	2 ///	0,91	1,18	0,54	2,3	290	435	42	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--
10,40	11	15	2 ///	0,91	1,20	0,54	2,3	291	437	42	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--
10,60	11	13	2 ///	0,91	1,22	0,54	2,3	293	439	42	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--
10,80	13	19	2 ///	0,93	1,24	0,60	2,6	318	477	47	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--
11,00	10	12	2 ///	0,90	1,25	0,50	2,0	280	421	40	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--
11,20	8	10	2 ///	0,86	1,27	0,40	1,5	234	351	35	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--
11,40	9	9	2 ///	0,88	1,29	0,45	1,7	259	388	38	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--
11,60	16	13	2 ///	0,96	1,31	0,70	2,8	351	527	52	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--
11,80	14	13	2 ///	0,94	1,33	0,64	2,5	337	506	48	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--
12,00	14	16	2 ///	0,94	1,35	0,64	2,5	339	508	48	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--
12,20	14	15	2 ///	0,94	1,37	0,64	2,4	341	511	48	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--
12,40	15	18	2 ///	0,95	1,38	0,67	2,5	353	529	50	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--
12,60	16	13	2 ///	0,96	1,40	0,70	2,6	363	545	52	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--
12,80	26	20	4 //	0,95	1,42	0,93	3,7	402	602	78	17	30	33	36	39	27	28	0,033	43	65	78
13,00	27	19	4 //	0,95	1,44	0,95	3,7	407	610	81	18	31	33	36	39	28	28	0,034	45	68	81
13,20	20	19	4 //	0,93	1,46	0,80	3,0	397	596	60	7	29	32	35	39	26	27	0,016	33	50	60
13,40	14	15	2 ///	0,94	1,48	0,64	2,2	350	525	48	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--
13,60	16	15	2 ///	0,96	1,50	0,70	2,4	373	559	52	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--
13,80	24	11	4 //	0,94	1,52	0,89	3,2	422	634	72	13	30	33	36	39	27	28	0,025	40	60	72
14,00	80	150	3 :::	0,97	1,54	--	--	--	--	--	54	36	38	40	42	33	33	0,114	133	200	240
14,20	48	45	3 ::	0,91	1,55	--	--	--	--	--	36	33	36	38	41	30	31	0,071	80	120	144
14,40	72	67	3 ::	0,95	1,57	--	--	--	--	--	50	35	37	40	42	33	32	0,103	120	180	216
14,60	64	15	4 //	1,02	1,59	2,13	9,0	378	567	192	45	34	37	39	42	32	32	0,092	107	160	192
14,80	80	50	3 :::	0,97	1,61	--	--	--	--	--	53	35	38	40	42	33	33	0,111	133	200	240
15,00	104	65	3 :::	1,01	1,63	--	--	--	--	--	61	37	39	41	43	34	34	0,134	173	260	312
15,20	104	65	3 :::	1,01	1,65	--	--	--	--	--	61	37	39	41	43	34	34	0,133	173	260	312
15,40	152	142	3 :::	1,08	1,68	--	--	--	--	--	74	38	40	42	44	36	36	0,171	253	380	456
15,60	144	135	3 :::	1,07	1,70	--	--	--	--	--	72	38	40	42	44	36	36	0,164	240	360	432
15,80	144	135	3 :::	1,07	1,72	--	--	--	--	--	71	38	40	42	44	36	36	0,163	240	360	432
16,00	96	90	3 :::	0,99	1,74	--	--	--	--	--	57	36	38	40	43	34	34	0,123	160	240	288
16,20	96	90	3 :::	0,99	1,76	--	--	--	--	--	57	36	38	40	43	34	34	0,122	160	240	288
16,40	80	63	3 :::	0,97	1,78	--	--	--	--	--	50	35	37	40	42	33	33	0,105	133	200	240
16,60	45	84	3 :::	0,91	1,79	--	--	--	--	--	30	32	35	36	40	29	31	0,058	75	113	135
16,80	64	120	3 :::	0,94	1,81	--	--	--	--	--	42	34	36	39	41	31	32	0,085	107	160	192
17,00	120	75	3 :::	1,03	1,83	--	--	--	--	--	63	37	39	41	43	35	35	0,140	200	300	360
17,20	88	165	3 :::	0,98	1,85	--	--	--	--	--	53	35	38	40	42	33	33	0,110	147	220	264
17,40	120	112	3 :::	1,03	1,87	--	--	--	--	--	63	37	39	41	43	34	35	0,139	200	300	360
17,60	64	46	3 :::	0,94	1,89	--	--	--	--	--	41	34	36	39	41	31	32	0,082	107	160	192
17,80	43	40	3 :::	0,91	1,91	--	--	--	--	--	27	32	35	37	40	29	30	0,052	72	108	129
18,00	64	120	3 :::	0,94	1,93	--	--	--	--	--	41	34	36	39	41	31	32	0,081	107	160	192
18,20	72	67	3 :::	0,95	1,95	--	--	--	--	--	44	34	37	39	42	31	32	0,090	120	180	216
18,40	104	195	3 :::	1,01	1,97	--	--	--	--	--	57	36	38	40	43	33	34	0,122	173	260	312
18,60	120	75	3 :::	1,03	1,99	--	--	--	--	--	61	37	39	41	43	34	35	0,134	200	300	360
18,80	120	225	3 :::	1,03	2,01	--	--	--	--	--	61	37	39	41	43	34	35	0,134	200	300	360
19,00	72	135	3 :::	0,95	2,03	--	--	--	--	--	43	34	36	39	41	31	32	0,088	120	180	216
19,20	112	70	3 :::	1,02	2,05	--	--	--	--	--	58	36	38	40	43	34	34	0,128	187	280	336
19,40	72	61	3 :::	0,95	2,07	--	--	--	--	--	43	34	36	39	41	31	32	0,087	120	180	216
19,60	40	--	3 :::	0,90	2,09	--	--	--	--	--	23	31	34	37	40	28	30	0,043	67	100	120

Dott. Geol. Raffaele Brunaldi
Via A. Da Brescia 11 - 44011 Argenta (FE)
tel. e fax.:0532852858 cell.:3355373693 e-mail: rabrugeo@libero.it

Riferimento: 381-16

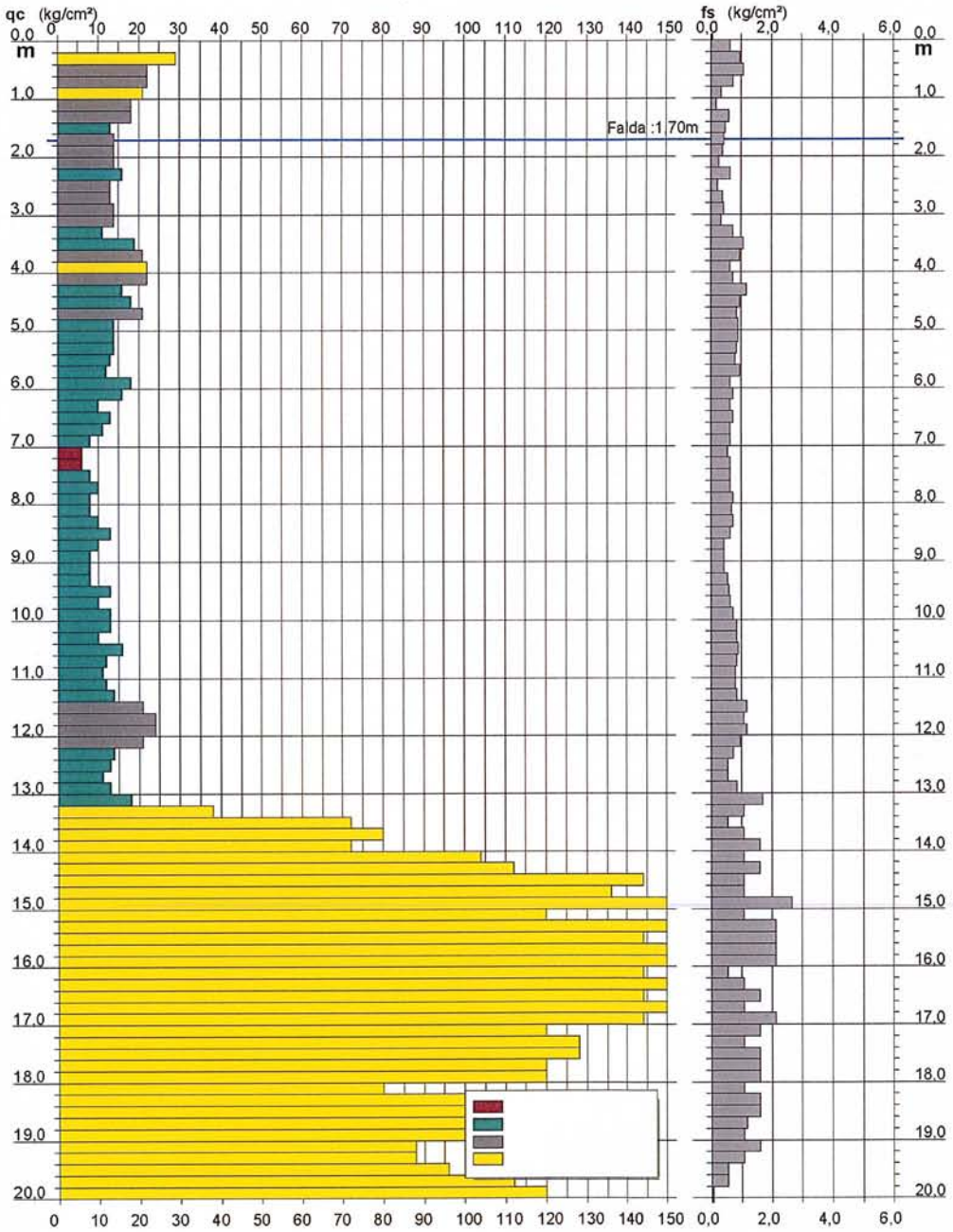
PROVA PENETROMETRICA STATICA
DIAGRAMMA DI RESISTENZA

CPT 2

2.0105-001

- committente : dr. Mucchi
- lavoro : prove penetrometriche
- località : Barco - Ferrara
- assist. cantiere :

- data : 05/10/2016
- quota inizio : Piano Campagna
- falda : 1,70 da quota inizio



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

Dott. Geol. Raffaele Brunaldi
Via A. Da Brescia 11 - 44011 Argenta (FE)
tel. e fax.:0532852858 cell.:3355373693 e-mail: rabrugeo@libero.it

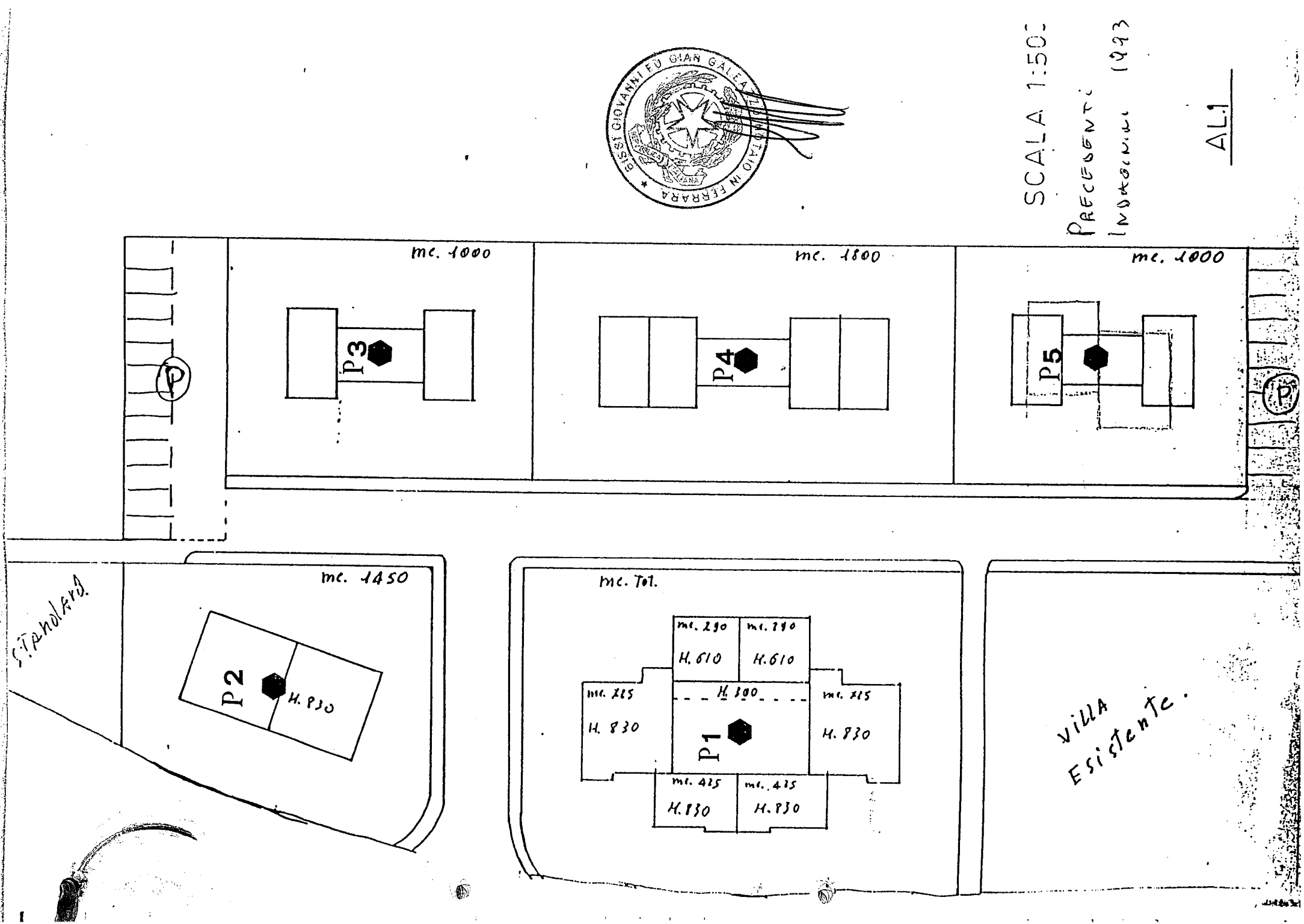
Riferimento: 381-16

PROVA PENETROMETRICA STATICA — CPT 2
TABELLA PARAMETRI GEOTECNICI

2.0105-001

- committente : dr. Mucchi
- lavoro : prove penetrometriche
- località : Barco - Ferrara
- assist. cantiere :
- data : 05/10/2016
- quota inizio : Piano Campagna
- falda : 1,70 da quota inizio

					NATURA COESIVA						NATURA GRANULARE										
Prof m	qc kg/cm²	qc/fs (-)	Natura Litol.	Y' t/m³	p'vo kg/cm²	Cu kg/cm²	OCR (-)	Eu50 kg/cm²	Eu25 kg/cm²	Mo kg/cm²	Dr %	ø1s (°)	ø2s (°)	ø3s (°)	ø4s (°)	ødm (°)	ømy (°)	Amax/g (-)	E'50 kg/cm²	E'25 kg/cm²	Mo kg/cm²
0,20	--	--	???	1,85	0,04	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--
0,40	29	30	4//	1,85	0,07	0,93	99,9	167	251	37	93	41	42	44	45	43	29	0,233	48	73	87
0,60	22	21	4//	1,85	0,11	0,85	79,5	144	216	66	74	38	40	42	44	40	28	0,170	37	55	66
0,80	22	29	4//	1,85	0,15	0,85	55,5	144	216	66	67	37	39	41	43	39	28	0,149	37	55	66
1,00	21	66	3:::	1,85	0,19	--	--	--	--	--	60	36	38	41	43	38	27	0,129	35	53	63
1,20	18	113	4//	1,85	0,22	0,75	28,8	128	191	56	50	35	37	40	42	36	27	0,103	30	45	54
1,40	18	31	4//	1,85	0,26	0,75	23,7	128	191	56	46	34	37	39	42	35	27	0,094	30	45	54
1,60	13	27	2////	1,85	0,30	0,60	15,3	103	154	47	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--
1,80	14	33	4//	0,89	0,31	0,64	15,2	108	162	48	33	33	35	38	41	32	26	0,064	23	35	42
2,00	14	37	4//	0,89	0,33	0,64	14,2	108	162	48	31	32	35	38	41	32	26	0,061	23	35	42
2,20	14	52	4//	0,89	0,35	0,64	13,3	108	162	48	30	32	35	38	40	32	26	0,058	23	35	42
2,40	16	25	2////	0,96	0,37	0,70	13,9	118	177	52	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--
2,60	13	61	4//	0,88	0,39	0,60	11,0	103	154	47	25	32	34	37	40	31	26	0,048	22	33	39
2,80	13	35	4//	0,88	0,40	0,60	10,4	103	154	47	24	31	34	37	40	31	26	0,046	22	33	39
3,00	14	33	4//	0,89	0,42	0,64	10,5	108	162	48	26	32	34	37	40	31	26	0,049	23	35	42
3,20	14	44	4//	0,89	0,44	0,64	10,0	108	162	48	24	31	34	37	40	31	26	0,047	23	35	42
3,40	11	15	2////	0,91	0,46	0,54	7,7	111	167	42	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--
3,60	19	18	2////	0,99	0,48	0,78	11,5	132	198	58	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--
3,80	21	22	4//	0,93	0,50	0,82	11,8	140	210	63	35	33	36	38	41	32	27	0,070	35	53	63
4,00	22	34	3:::	0,86	0,51	--	--	--	--	--	36	33	36	38	41	32	28	0,071	37	55	66
4,20	22	29	4//	0,93	0,53	0,85	11,2	144	216	66	35	33	35	38	41	32	28	0,069	37	55	66
4,40	16	14	2////	0,96	0,55	0,70	8,4	131	196	52	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--
4,60	18	19	2////	0,98	0,57	0,75	8,8	135	203	56	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--
4,80	21	25	4//	0,93	0,59	0,82	9,5	142	212	63	31	32	35	38	41	31	27	0,060	35	53	63
5,00	14	15	2////	0,94	0,61	0,64	6,7	155	233	48	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--
5,20	14	15	2////	0,94	0,63	0,64	6,4	162	244	48	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--
5,40	14	16	2////	0,94	0,65	0,64	6,2	169	254	48	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--
5,60	13	16	2////	0,93	0,66	0,60	5,6	179	269	47	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--
5,80	12	13	2////	0,92	0,68	0,57	5,0	188	282	45	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--
6,00	18	28	2////	0,98	0,70	0,75	6,8	178	267	56	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--
6,20	16	21	2////	0,96	0,72	0,70	6,0	191	286	52	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--
6,40	10	16	2////	0,90	0,74	0,50	3,9	208	312	40	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--
6,60	13	17	2////	0,93	0,76	0,60	4,7	211	316	47	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--
6,80	11	17	2////	0,91	0,78	0,54	4,0	217	325	42	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--
7,00	8	13	2////	0,86	0,79	0,40	2,7	207	311	35	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--
7,20	6	11	1***	0,46	0,80	0,30	1,8	37	55	9	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--
7,40	6	9	1***	0,46	0,81	0,30	1,8	37	55	9	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--
7,60	8	13	2////	0,86	0,83	0,40	2,5	211	317	35	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--
7,80	10	16	2////	0,90	0,85	0,50	3,3	236	354	40	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--
8,00	8	11	2////	0,86	0,86	0,40	2,4	215	322	35	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--
8,20	8	12	2////	0,86	0,88	0,40	2,3	216	324	35	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--
8,40	10	13	2////	0,90	0,90	0,50	3,0	246	369	40	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--
8,60	13	20	2////	0,93	0,92	0,60	3,7	259	388	47	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--
8,80	10	23	2////	0,90	0,94	0,50	2,9	252	378	40	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--
9,00	8	19	2////	0,86	0,95	0,40	2,1	221	332	35	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--
9,20	8	19	2////	0,86	0,97	0,40	2,1	222	334	35	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--
9,40	8	15	2////	0,86	0,99	0,40	2,0	223	335	35	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--
9,60	13	22	2////	0,93	1,01	0,60	3,3	282	423	47	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--
9,80	10	16	2////	0,90	1,02	0,50	2,6	263	394	40	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--
10,00	13	17	2////	0,93	1,04	0,60	3,2	289	434	47	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--
10,20	13	15	2////	0,93	1,06	0,60	3,1	293	439	47	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--
10,40	10	12	2////	0,90	1,08	0,50	2,4	268	402	40	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--
10,60	16	18	2////	0,96	1,10	0,70	3,5	310	465	52	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--
10,80	12	14	2////	0,92	1,12	0,57	2,7	294	441	45	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--
11,00	11	14	2////	0,91	1,13	0,54	2,5	286	429	42	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--
11,20	12	15	2////	0,92	1,15	0,57	2,6	299	448	45	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--
11,40	14	16	2////	0,94	1,17	0,64	2,9	318	476	48	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--
11,60	21	18	4//	0,93	1,19	0,82	4,0	333	499	63	14	30	33	36	39	27	27	0,027	35	53	63
11,80	24	22	4//	0,94	1,21	0,89	4,3	338	507	72	18	31	33	36	39	28	28	0,035	40	60	72
12,00	24	20	4//	0,94	1,23	0,89	4,2	343	515	72	18	31	33	36	39	28	28	0,034	40	60	72
12,20	21	22	4//	0,93	1,25	0,82	3,7	352	527	63	13	30	33	36	39	27	27	0,025	35	53	63
12,40	14	19	2////	0,94	1,27	0,64	2,7	330	496	48	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--
12,60	13	24	2////	0,93	1,28	0,60	2,4	323	484	47	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--
12,80	11	21	2////	0,91	1,30	0,54	2,1	298	448	42	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--
13,00	13	15	2////	0,93	1,32	0,60	2,4	326	489	47	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--
13,20	18	11	2////	0,98	1,34	0,75	3,0	368	552	56	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--
13,40	38	36	3:::	0,90	1,36	--	--	--	--	--	31	32	35	38	41	30	30	0,060	63	95	114
13,60	72	135	3:::	0,95	1,38	--	--	--	--	--	53	35	38	40	42	33	32	0,111	120	180	216
13,80	80	75	3:::	0,97	1,40	--	--	--	--	--	56	36	38	40	42	34	33	0,120	133	200	240
14,00	72	45	3:::	0,95	1,42	--	--	--	--	--	52	35	38	40	42	33	32	0,110	120	180	216
14,20	104	97	3:::	1,01	1,44	--	--	--	--	--	65	37	39	41	43	35	34	0,143	173	260	312
14,40	112	70	3:::	1,02	1,46	--	--	--	--	--	67	37	39	41	43	36	34	0,149	187	280	336
14,60	144	135	3:::	1,07	1,48	--	--	--	--	--	75	38	40	42	44	37	36	0,174	240	360	432
14,80	136	127	3:::	1,05	1,50	--	--	--	--	--	73	38	40	42	44	36	35	0,167	227	340	408
15,00	208	78	3:::	1,15	1,52	--	--	--	--	--	87	40	42	43	45	39	38	0,213	347	520	624
15,20	120	112	3:::	1,03	1,54	--	--	--	--	--	68	37	39	41	43	36	35	0,152	200	300	360
15,40	176	82	3:::	1,11	1,56	--	--	--	--	--	80	39	41	43	44	38	37	0,192	293	440	528
15,60	144	67	3:::	1,07	1,59	--	--	--	--	--	73	38	40	42	44	36	36	0,169	240	360	432
15,80	192	90	3:::	1,14	1,61	--	--	--	--	--	83	40	41	43	45	38	37	0,199	320	480	576
16,00	192	90	3:::	1,14	1,63	--	--	--	--	--	82	40	41	43	45	38	37	0,198	320	480	576
16,20	144	270	3:::	1,07	1,65	--	--	--	--	--	72	38	40	42	44	36	36	0,166	240	360	432
16,40	160	150	3:::	1,09	1,67	--	--	--	--	--	76	39	40	42	44	37	36	0,176	267	400	480
16,60	144	90	3:::	1,07	1,70	--	--	--	--	--	72	38	40	42	44	36	36	0,164	240	360	432
16,80	152	142	3:::	1,08	1,72	--	--	--	--	--	73	38	40	42	44	36	36	0,169	253	380	456
17,00	144	67	3:::	1,07	1,74	--	--	--	--	--	71	38	40	42	44	36	36	0,162	240	360	432
17,20	120	75	3:::	1,03	1,76	--	--	--	--	--	64	37	39	41	43	35	35	0,143	200	300	360
17,40	128	120	3:::	1,04	1,78	--	--	--	--	--	66	37	39	41	43	35	35	0,149	213	320	384
17,60	128	80	3:::	1,04	1,80	--	--	--	--	--	66	37	39	41	43	35	35	0,148	213	320	384
17,80	120	75	3:::	1,03	1,82	--	--	--	--	--	64	37	39	41	43	35	35	0,141	200	300	360
18,00	120	75	3:::	1,03	1,84	--	--	--	--	--	63	37	39	41	43	35	35	0,140	200	300	360
18,20	80	75	3:::	0,97	1,86	--	--	--	--	--	49	35	37	39	42	32	33	0,102	133	200	240
18,40	104	65	3:::	1,01	1,88	--	--	--	--	--	58	36	38	40	43	34	34	0,125	173	260	312
18,60	120	75	3:::	1,03	1,90	--	--	--	--	--	63	37	39	41	43	34	35	0,138	200	300	360
18,80	120	102	3:::	1,03	1,92	--	--	--	--	--	62	37	39	41	43	34	35	0,137	200	300	360
19,00	102	96	3:::	1,00	1,94	--	--	--	--	--	56	36	38	40	43	33	34	0,121	170	255	306
19,20	88	55	3:::	0,98	1,96	--	--	--	--	--	51	35	37	40	42	32	33	0,107	147	220	264
19,40	88	82	3:::	0,98	1,98	--	--	--	--	--	51	35	37	40	42	32	33	0,106	147	220	264
19,60	96	180	3:::	0,99	2,00	--	--	--	--	--	54	36	38	40	42	33	34	0,113	160	240	288
19,80	112	210	3:::	1,02	2,02	--	--	--	--	--	59	36	38	40	43	34	34	0,127	187	280	336
20,00	120	--	3:::	1,03	2,04	--	--	--	--	--	61	37	39	41	43	34	35	0,133	200	300	360

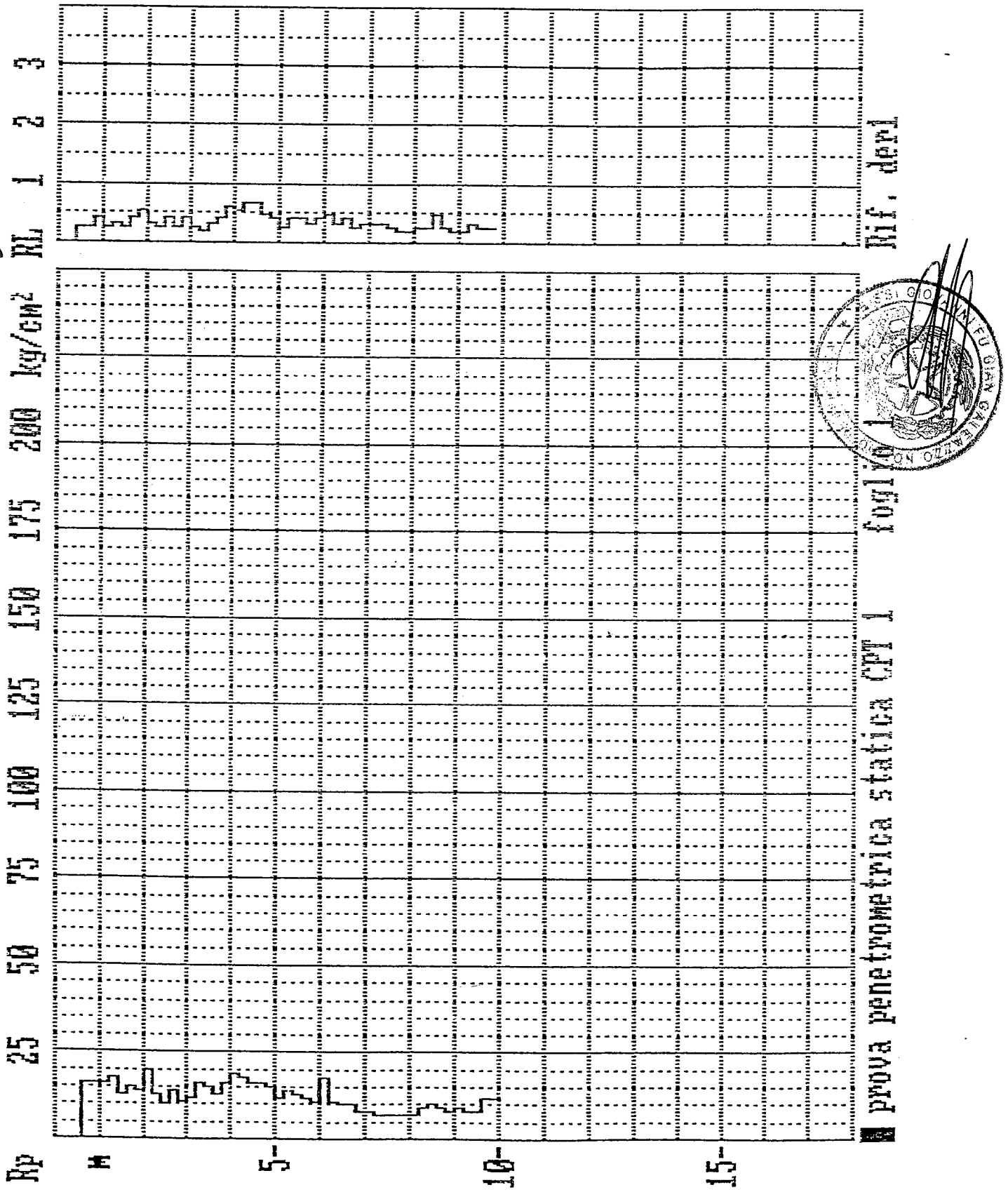

SCALA 1:500
PRECEDENTI INDICAZIONI 1993
AL.1
mc. 1000
mc. 1800
mc. 1000
P3
P4
P5
P
mc. 1450
P2
H. 830
mc. Tot.
mc. 290
mc. 290
H. 610
H. 610
H. 300
mc. 215
mc. 215
H. 830
H. 830
P1
mc. 425
mc. 425
H. 830
H. 830
villa
Esistente.

Rifer. : der1

PROVA PENETROMETR. STATICA CPT 1
DIAGRAMMI DI RESISTENZA RZ-GP-89

PENETROMETRO STATICO tipo GOUDA da 15 t
Committente : Geom. DERETTI
Località : Barco FE

data : 5.1.93
quota inizio : p.c.
prof. falda = 1.10 m da quota inizio



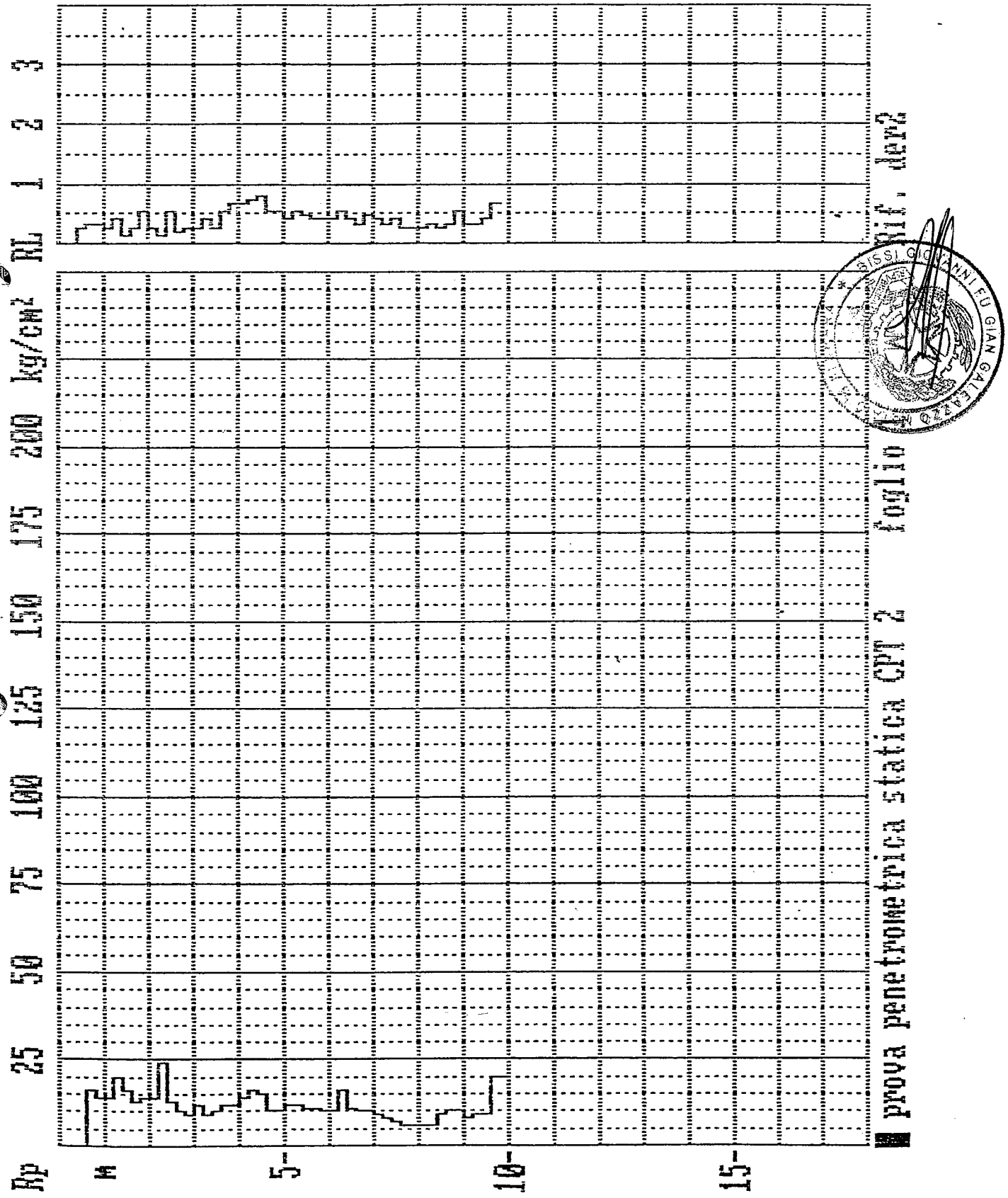
Rifer. : der2

PROVA PENETROMETR. STATICA CPT 2
DIAGRAMMI DI RESISTENZA

RZ-GP-89

PENETROMETRO STATICO tipo GOUDA da 15 t
Committente : Geom. DERETTI
Località : Barco FE

data : 5.1.93
quota inizio : p.c.
prof. falda = 1.00 m da quota inizio



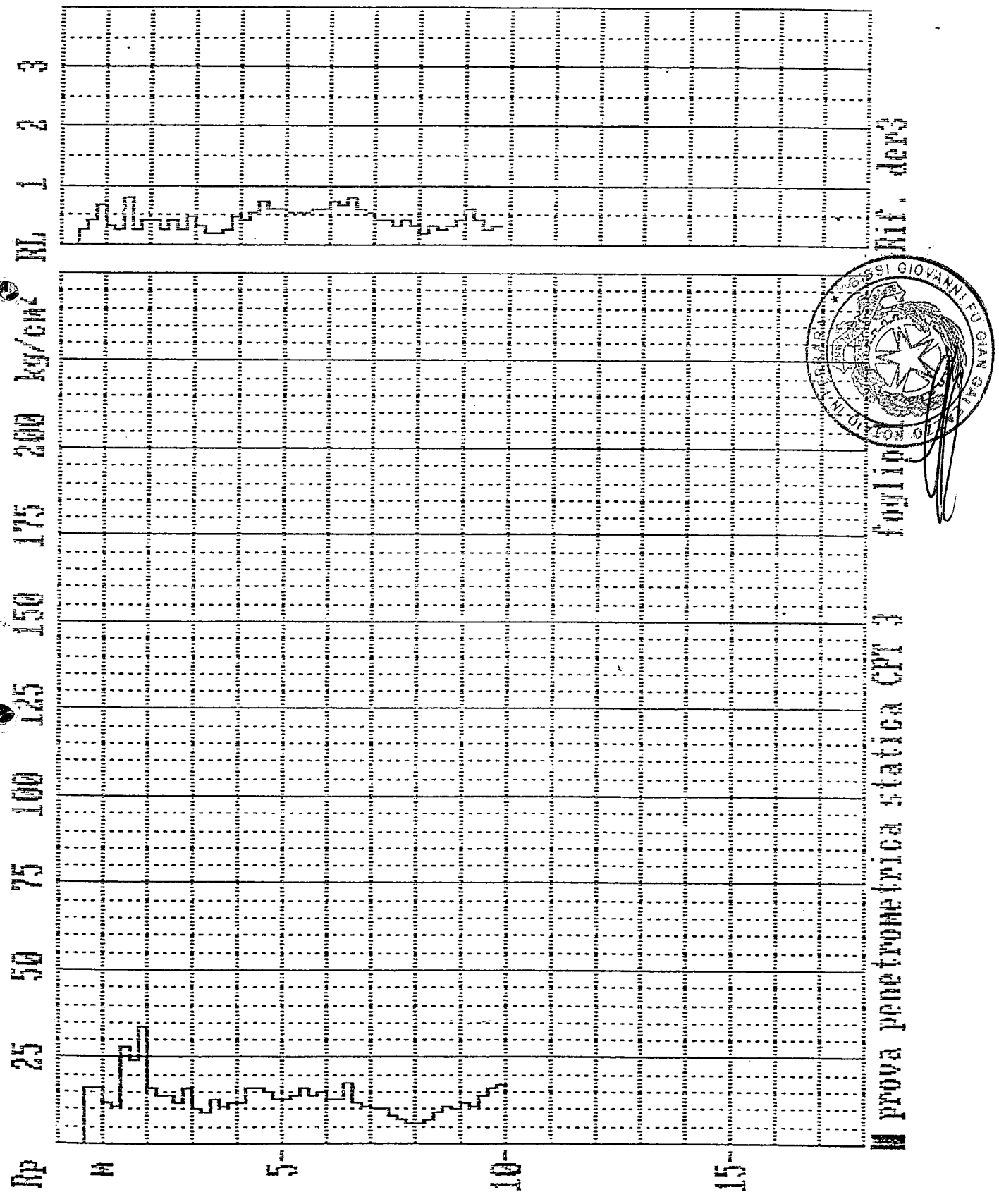
Rifer. : der3

PROVA PENETROMETR. STATICA CPT 3
DIAGRAMMI DI RESISTENZA

RZ-GP-89

PENETROMETRO STATICO tipo GOUDA da 15 t
Committente : Geom. DERETTI
Località : Barco FE

data : 5.1.93
quota inizio : p.c.
prof. falda = 1.20 m da quota inizio



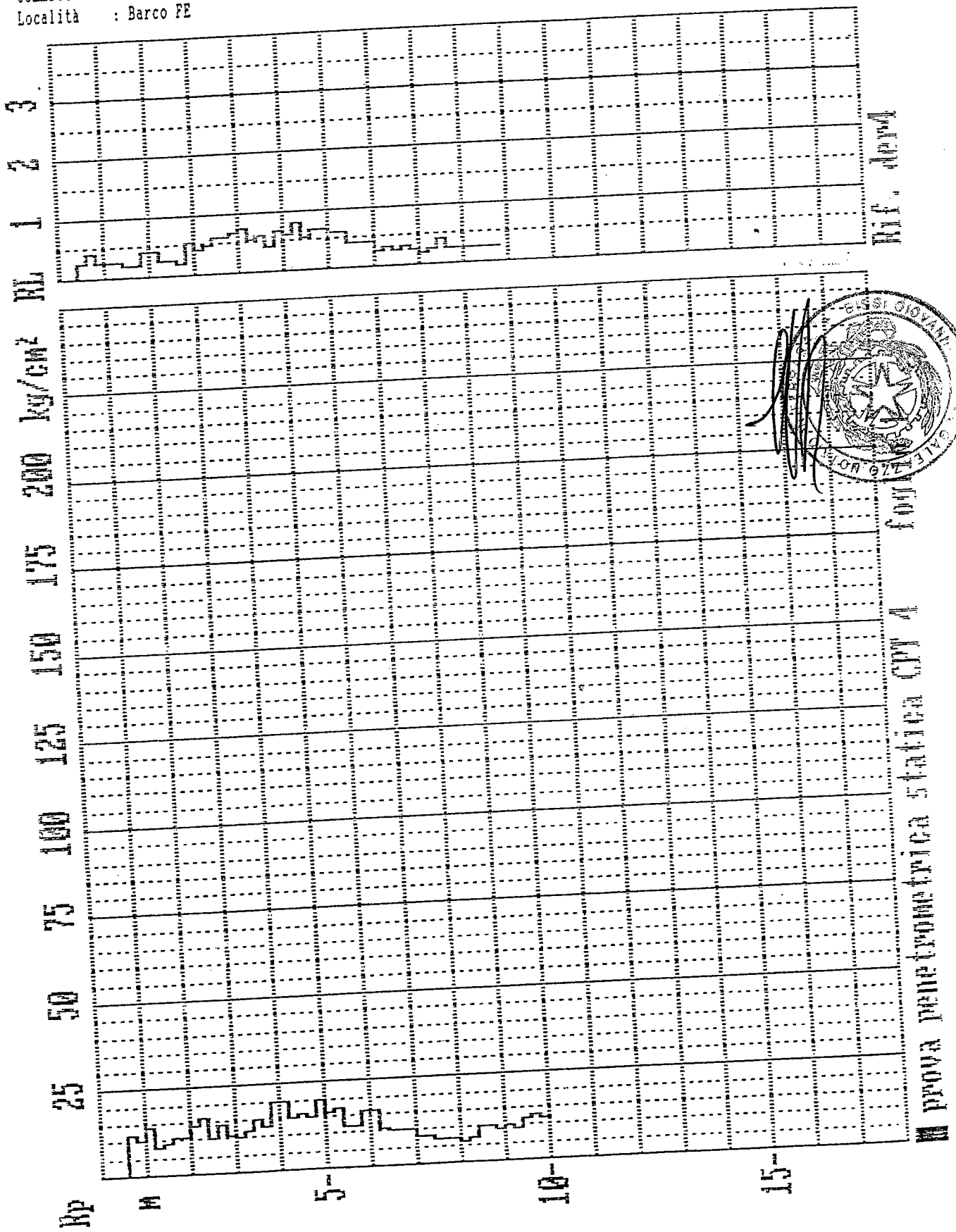
Rifer. : Ter-

PROVA PENETROMETR. STATICA CPT 4
DIAGRAMMI DI RESISTENZA

RZ-GP-89

PENETROMETRO STATICO tipo GOUDA da 15 t
Committente : Geom. DERETTI
Località : Barco FE

data : 5.1.93
quota inizio : p.c.
prof. falda = 1.07 m da quota ..



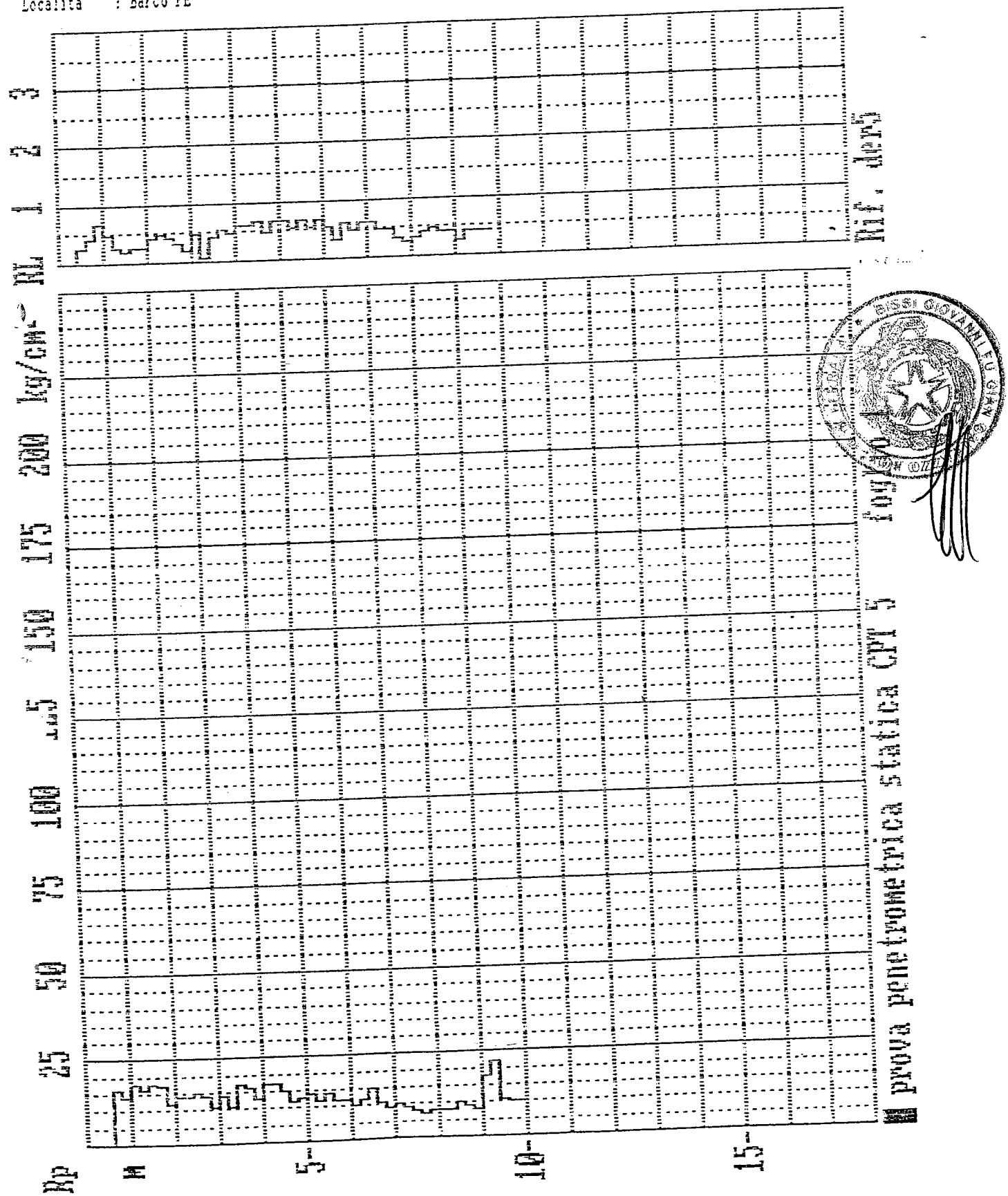
Rifer. : der5

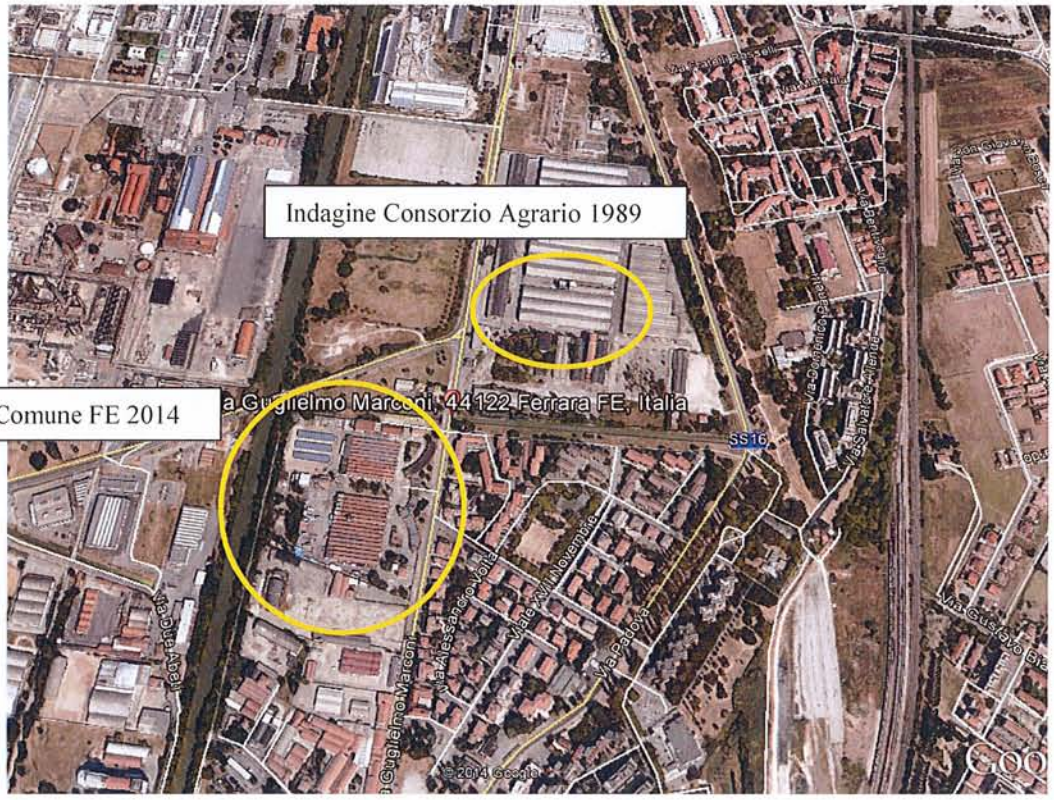
PROVA PENETROMETR. STATICA CPT 5
DIAGRAMMI DI RESISTENZA

RZ-GP-89

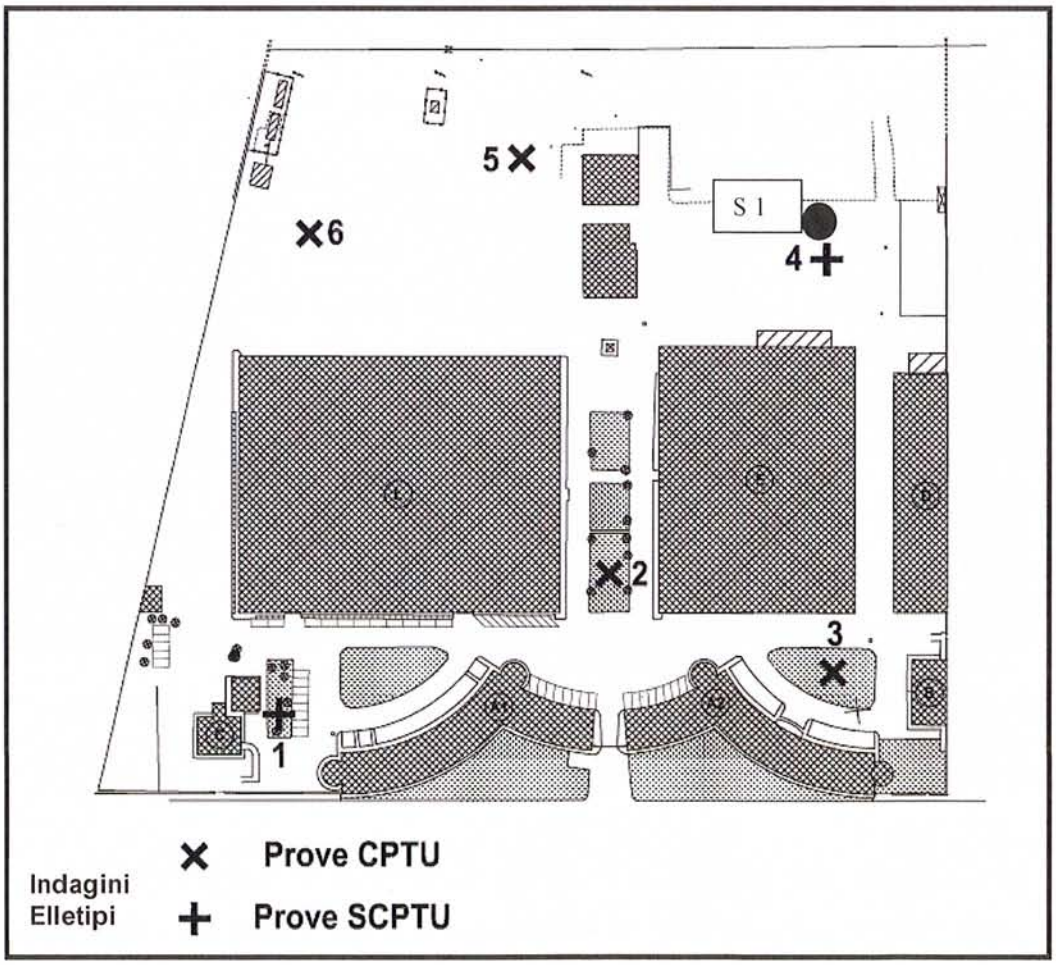
PENETROMETRO STATICO tipo GOUDA da 15 t
Committente : Geom DERETTI
Località : Barco FE

data : 5.1.93
quota inizio : p.c.
prof. falda = 1.00 m da quota inizio





Ubicazione indagini in via del Lavoro (Comune – FE) 2014



	Inizio Esecuzione	Fine Esecuzione	Metodo Perfor.	Sondaggio
	09/07/14	10/07/14	CAr. Continuo	S1
	Quota		Attrezzo	
	P.C:		Car. semplice diam. 101 mm	

Committente
COMM. 12921/14 - COMUNE DI FERRARA

Località
Via Marconi (FE)

Campioni
Carotiere Semplice [T1] Carotiere Doppio [T2] Rimaneggiati [R]
Denison [D] Osterberg [OS] Shelby [SH] Indisturbati [IN]

Foto
6

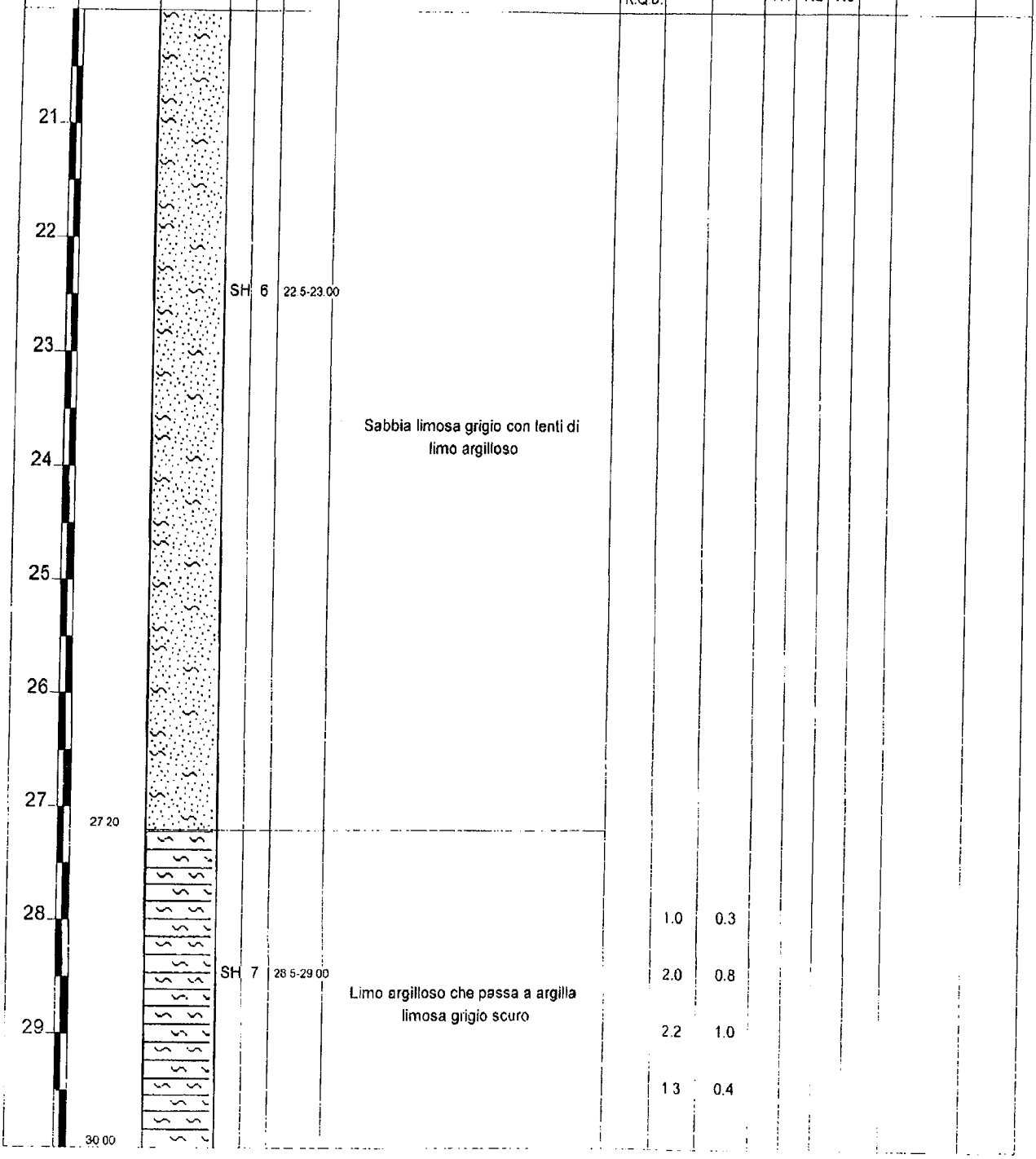
Livello Acqua		Prof. Foro	Prof. Riv.	Assistente
Data	Mt. p.c.			SARNATARO
10.07.14	1.80	30.00	30.00	Operatore ZANIRATO

MT.	QUOTA DA P.C.	SIMBOLOGIA	CAMPIONI tipo	num	PROF	DESCRIZIONE STRATIGRAFICA	% R.Q.D.	P.P. kg/cm2	T.V. kg/cm2	S.P.T. N1	N2	N3	Liv acqua	Piezometro
	0.70					Terreno di riporto sabbioso ghiaioso		>6.0	2.4					
1								2.0	0.7					
	1.60					Limo argilloso verde scuro con laterizi		0.5	0.2					
2								1.5	0.5				1.60	
	2.70		SH	1	2.5-3.00	Argilla limosa marrone chiaro		2.4	0.9					
3								1.0	0.3					
			C R	1		Alternanze di limi argillosi e sabbiosi marrone chiaro		0.3	0.1					
4								0.5	0.1					
	4.50													
	4.90					Limo sabbioso verde scuro								
5			C R	2				1.0	0.3					
6			SH	2	6-6.50	Argilla limosa grigio verde chiaro		2.0	0.7					
								1.5	0.5					
7								1.0	0.3					
	7.20													
								0.6	0.2					
8								0.5	0.1					
						Argilla limosa grigio verde e grigio scuro con lenti di torba		0.5	0.1					
9								0.5	0.2					
								0.6	0.1					
	10.20		SH	3	10-10.50			0.5	0.1					

	Inizio Esecuzione 09/07/14	Fine Esecuzione 10/07/14	Metodo Perfor. CAr. Continuo	Sondaggio S1
	Quota P.C:		Attrezzo Car. semplice diam. 101 mm	
Committente COMM. 12921/14 - COMUNE DI FERRARA			Località Via Marconi (FE)	
Campioni Carotiere Semplice [T1] Carotiere Doppio [T2] Rimaneggiati [RI] Denison [D] Osterberg [OS] Shelby [SH] Indisturbati [IN]	Foto 6		Livello Acqua: Data 10.07.14, Mt. p.c. 1.80	Prof. Foro 30.00, Prof. Riv. 30.00, Assistente SARNATARO, Operatore ZANIRATO

MT.	QUOTA DA P.C.	SIMBOLOGIA	CAMPIONI tipo	num	PROF	DESCRIZIONE STRATIGRAFICA	% R.Q.D.	P.P. kg/cm2	T.V. kg/cm2	S.P.T. N1	N2	N3	Liv. acqua	Piezometro
	10.20		C	R	3	Argilla limosa grigio verde e grigio scuro con lenti di torba								
	10.90					Sabbia limosa grigio								
11								0.5	0.3					
								0.9	1.0					
12						Argilla limosa da grigio a grigio scuro con resti vegetali		2.4	0.9					
	12.50													
13						Limo sabbioso grigio con rare inclusi calcarei								
14														
	14.40		SH	4	14.5-15.00									
15														
16														
17						Sabbia limosa grigio con lenti di limo argilloso								
18														
			SH	5	18.5-19.00									
19														
	27.20													

	Inizio Esecuzione 09/07/14	Fine Esecuzione 10/07/14	Metodo Perfor. CAr. Continuo	Sondaggio S1
	Quota P.C:		Attrezzo Car. semplice diam. 101 mm	
Committente COMM. 12921/14 - COMUNE DI FERRARA			Località Via Marconi (FE)	
Campioni Carotiere Semplice [T1] Carotiere Doppio [T2] Rimaneggiati [RI] Denison [D] Osterberg [OS] Shelby [SH] Indisturbati [IN]	Foto 6		Livello Acqua: Data 10.07.14, Mt. p.c. 1.80	Prof. Foro 30.00, Prof. Riv. 30.00, Assistente SARNATARO, Operatore ZANIRATO



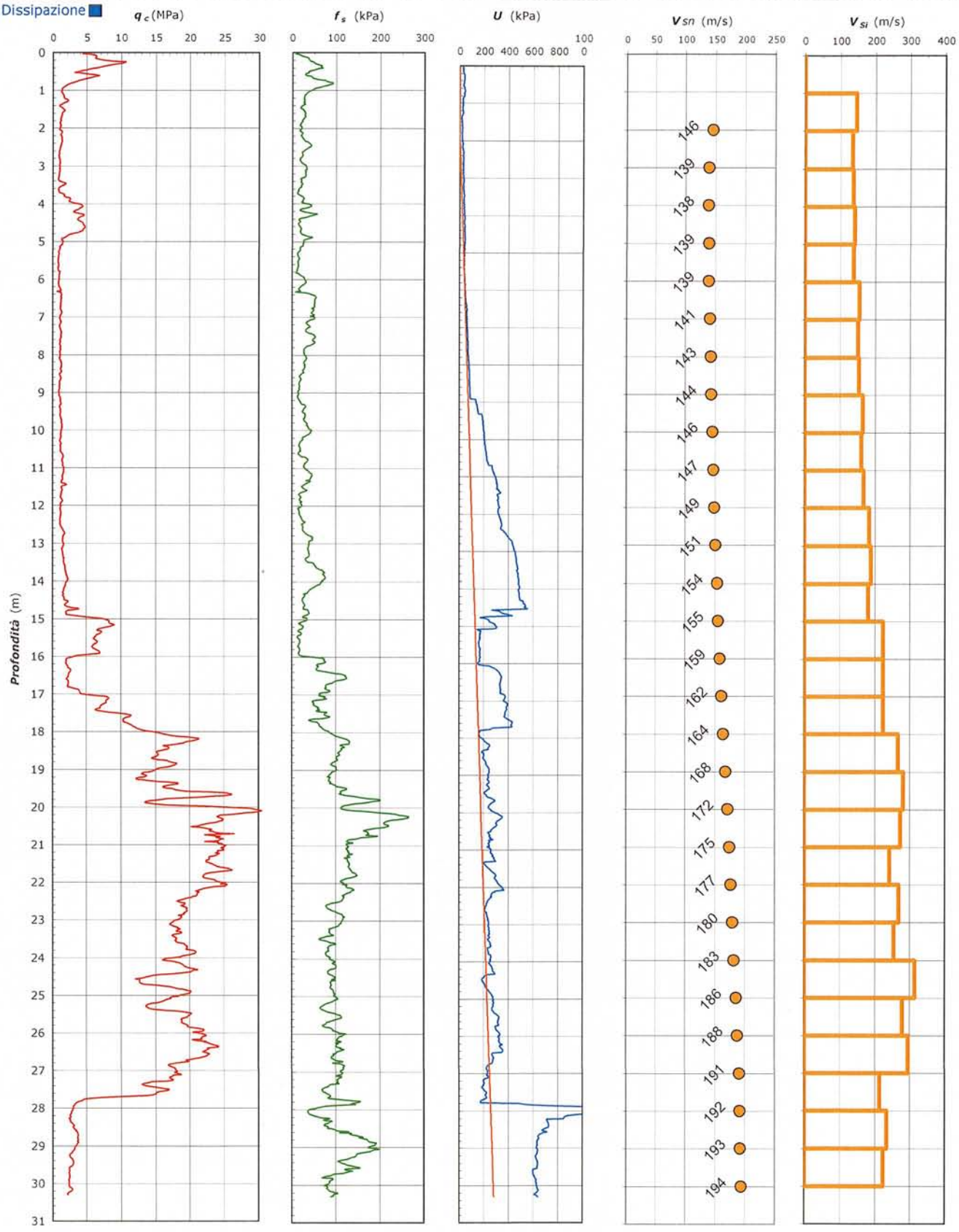
MT.	% R.Q.D.	P.P. kg/cm2	T.V. kg/cm2	S.P.T. N1	S.P.T. N2	S.P.T. N3	Liv. acqua	Piezometro
28		1.0	0.3					
		2.0	0.8					
29		2.2	1.0					
		1.3	0.4					

elletipi s.r.l.
Sede operativa ed amm.va: Via Annibale Zucchini, 69 - 44100 FERRARA
tel. 0532/56771; fax 0532/56119 e-mail: info@elletipi.it sito: www.elletipi.it
P IVA e Codice Fiscale n. 00174600387
Laboratorio aut. dal Ministero Infrastrutture e Trasporti P.C.S. LL.PP. S.T.C. in base al D.P.R. n. 380/01 art. 59 circ. n. 349/99 Dec. n° 53362 del 06/05/2005

AZIENDA CON SISTEMA DI GESTIONE INTEGRATO CERTIFICATO DA DNV
UNI EN ISO 9001/2000
UNI EN ISO 14001

COMMITTENTE: **Comune di Ferrara - Settore O.P. Servizio Edilizia - via Marconi 37, Ferrara**
CANTIERE: Edifici Comunali e Protezione Civile, via Marconi 37 - Ferrara

CPT N°	SCPTU 1	PROF. FALDA (m da p.c.)	1.90	PUNTA: Tecnopenta G1-CPL2IN (matr. 111010)[a = 0.66]	
DATA	28/05/14	PREFORO (m da p.c.)		LAT. (WGS 84):	44.851306°
COMMESSA	12921/14	C. SITO N°:	S140154 del 04.06.14	LONG. (WGS 84):	11.599278°



Lo Sperimantatore:
dott. geol. Massimo Romagnoli

Il Derettore del Laboratorio:
dott. geol. PhD Gianluca Ferioli

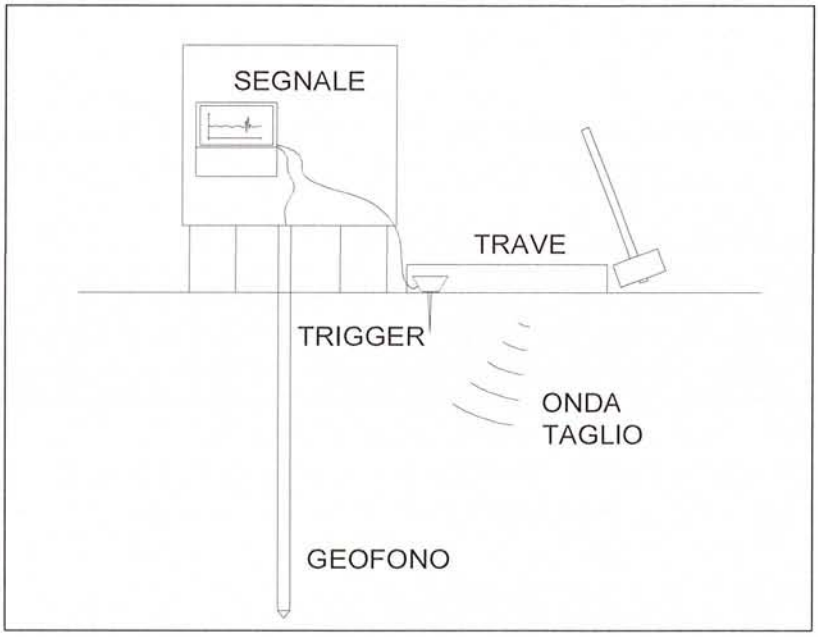
elletipi s.r.l.
Sede operativa ed amm.va: Via Annibale Zucchini, 69 - 44100 FERRARA
tel. 0532/56771; fax 0532/56119 e-mail: info@elletipi.it sito: www.elletipi.it
P IVA e Codice Fiscale n. 00174600387
Laboratorio aut. dal Ministero Infrastrutture e Trasporti P.C.S. LL.PP. S.T.C. in base al D.P.R. n. 380/01 art. 59 circ. n. 349/99 Dec. n° 53362 del 06/05/2005

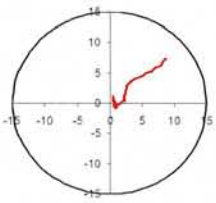
AZIENDA CON SISTEMA DI GESTIONE INTEGRATO CERTIFICATO DA DNV
UNI EN ISO 9001/2000
UNI EN ISO 14001

COMMITTENTE: **Comune di Ferrara - Settore O.P. Servizio Edilizia - via Marconi 37, Ferrara**
CANTIERE: Edifici Comunali e Protezione Civile, via Marconi 37 - Ferrara

CPT N°	SCPTU 1	PROF. FALDA (m da p.c.)	1.90	PUNTA: Tecnopenta G1-CPL2IN (matr. 111010)[a = 0.66]	
DATA	28/05/14	PREFORO (m da p.c.)		LAT. (WGS 84):	44.851306°
COMMESSA	12921/14	C. SITO N°:	S140154 del 04.06.14	LONG. (WGS 84):	11.599278°

Prova Down Hole ASTM D 7400





Deviazione azimutale

Profondità (m)	Ts (ms)	L (m)	Vs (m/s)	Vis (m/s)
1.0	T0	1.42	-	-
2.0	5.67	2.25	146	146
3.0	12.60	3.18	139	134
4.0	19.64	4.14	138	137
5.0	26.58	5.12	139	141
6.0	33.72	6.11	139	138
7.0	40.12	7.10	141	155
8.0	46.72	8.09	143	150
9.0	53.22	9.08	144	153
10.0	59.30	10.08	146	164
11.0	65.51	11.08	147	160
12.0	71.51	12.07	149	166
13.0	76.92	13.06	151	183
14.0	82.24	14.06	154	188
15.0	87.76	15.06	155	181
16.0	92.23	16.06	159	224
17.0	96.70	17.06	162	224
18.0	101.17	18.06	164	224
19.0	104.92	19.06	168	266
20.0	108.48	20.06	172	281
21.0	112.13	21.06	175	273
22.0	116.26	22.06	177	242
23.0	119.99	23.05	180	268
24.0	123.92	24.05	183	254
25.0	127.10	25.05	186	313
26.0	130.69	26.05	188	278
27.0	134.07	27.04	191	294
28.0	138.74	28.04	192	213
29.0	143.01	29.03	193	233
30.0	147.48	30.03	194	223

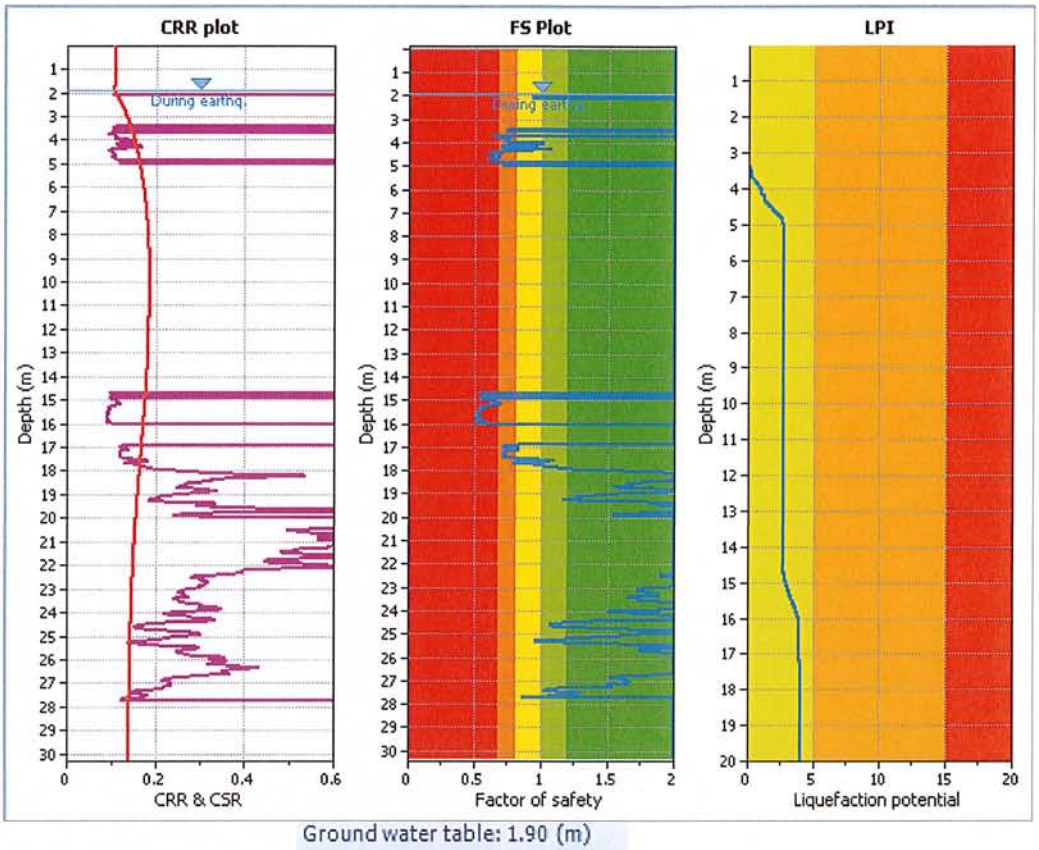
CATEGORIA SOTTOSUOLO
C
$V_{s,30}$ = 194 m/s

Intervallo di profondità considerato per il calcolo della Vs30: m 1.0 - 30.0

D = Distanza centro trave generatrice onde di taglio - verticale di prov 1.00
Profondità = Profondità punta da piano campagna
Ts = Tempo percorrenza onda di taglio
L = Lunghezza percorso onda di taglio
Vs = Velocità onde di taglio da piano campagna alla profondità indic = 30.0 m
Vis = Velocità onde di taglio nello strato di terreno compreso fra le due profondità indicate
N.B.: il calcolo del percorso delle onde di talgio viene corretto per l'inclinazione zenitale e per la deriva azimutale della punta

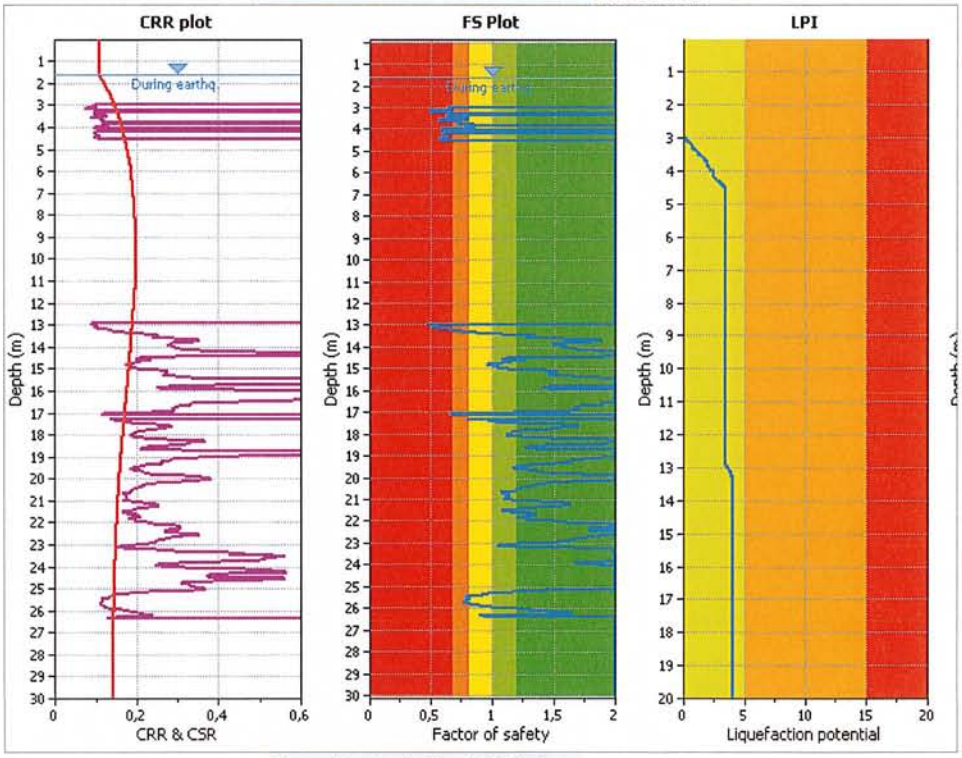
Lo Sperimantatore:
dott. geol. Massimo Romagnoli

Il Derettore del Laboratorio:
dott. geol. PhD Gianluca Ferioli



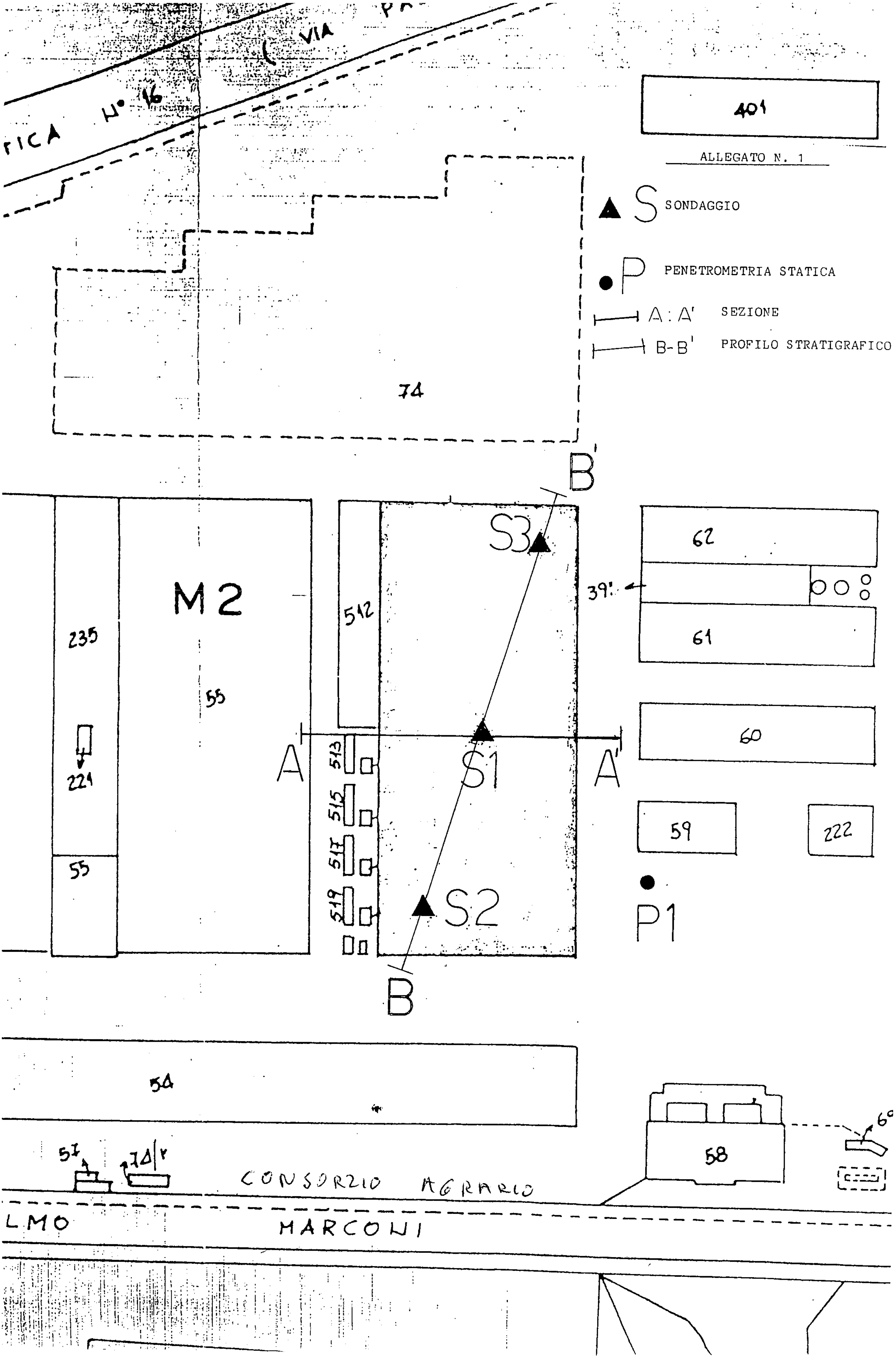
Ground water table: 1.90 (m)
Magnitude: 6.14
Acceleration: 0.28 g
Method: NCEER 1998

SCPTU 1



Ground water table: 1,60 (m)
Magnitude: 6,14
Acceleration: 0,28 g
Method: NCEER 1998

SCPTU 2



ALLEGATO N. 1
S SONDAGGIO
P PENETROMETRIA STATICA
A : A' SEZIONE
B-B' PROFILO STRATIGRAFICO
VIA
N° 16
401
74
B'
S3
S1
S2
P1
A
A'
B
M2
235
55
221
55
512
513
515
517
519
62
39'
61
60
59
222
54
58
51
74/r
CONSORZIO AGRARIO
MARCONI
LMO

Committente IMPRESA FEGGI-CODIGORO-FE
Località V. LE MARCONI - FERRARA - C.A.P.
Quota inizio foro p.c. Livello falda
Data

CONSORZIO AGRARIO

52

ALLEGATO N. 8

METRI	DESCRIZIONE STRATIGRAFICA	N. Camp.	pp kg/cm²	vane kg/cm²	SPT	NOTE
0.7	Conglomerato bituminoso riporto misto stabil. con ciottoli					
	Argilla nocciola con livelli bruni di ossidazione		1.6	0.6		
			1.4			
			1.6	0.7 0.8		
			1.4			
				0.7		
3.5	Argilla deb. limosa nocciola		0.9	0.5		
3.8	Argilla nocciola		1.0			
4.1	Limo grigio e nocciola		0.7			
4.6	Argilla limosa grigia e nocciola		0.8	0.35		
5.3			0.7			
	Argilla grigia e nocciola		1.1	0.5		
6.9			1.2			
7.2	Limo grigio		0.4	0.2		
8.0	Limo sabbioso grigio		0.5	0.25		
	Limo argilloso grigio		0.6			
8.7			0.5			
9.0	Torba nerastra		0.3	0.1		
9.4	Limo grigio		0.4	0.2		
10.0	Argilla deb. limosa grigia		0.5			
10.1	Argilla torbosa nerastra		0.5			
			1.1			
	Argilla grigia con concrezioni		1.2	0.6		
			0.6			
	e qualche livello torboso		0.3	0.15		
12.6			0.7			
	Argilla grigia compatta con concrezioni calcaree		2.2	>1		
			3.2			
			1.8	0.9		
14.7			0.9			
	Limo grigio e nocciola			0.45		
16.0			0.8			
	Argilla grigia compatta		3.0			
16.4						
	Sabbia fine grigia con livelli limosi					
16.9						
17.4	Sabbia fine grigia					
	Sabbia media grigia					
19.0						
	Sabbia fine e media grigia					
20.3						
	Sabbia media grigia con qualche livello limoso					
22.5						
	Sabbia fine grigia				30	
		●			36	
24.9					39	
	Sabbia fine e media grigia					
26.3						
	Sabbia media grigia				28	
		●			39	
29.4					40	
30.3	Sabbia fine grigia					

grafico: arstudio

SONDAGGIO N. 1

Committente IMPRESA FEGGI - CODIGORO - FE

Località C.A.P. - V.LE MARCONI - FE

Quota inizio foro p.c. Livello falda

Data

CONSORZIO AGRARIO

ALLEGATO 7

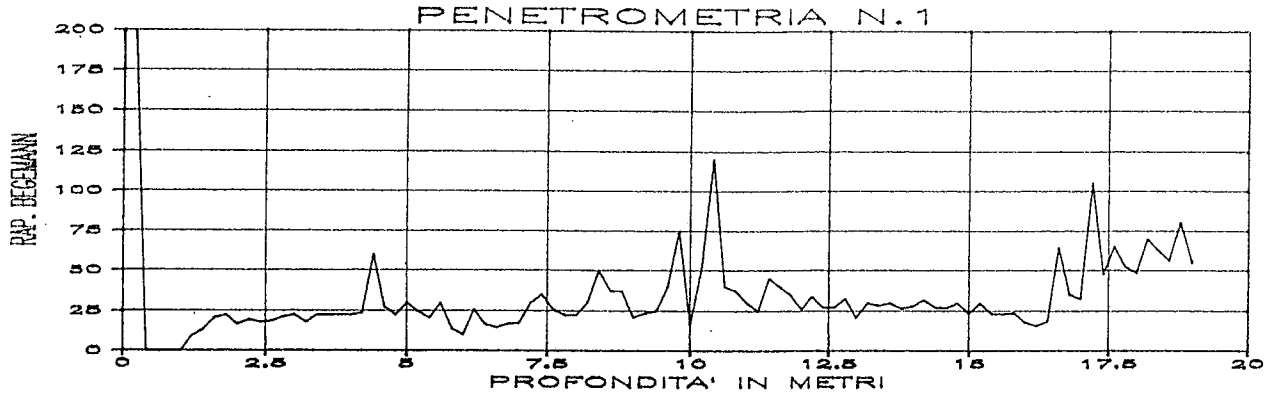
METRI	SIMBOLOGIA STRATIGRAFICA	DESCRIZIONE STRATIGRAFICA	N. Camp.	pp kg/cm²	vane kg/cm²	SPT			NOTE
0.5		Conglom. bituminoso stab. con ciottoli		3.3	>1				
1.7		Argilla grigia di riporto sovraconsolidata con frammenti di mattoni		3.5	0.8				
2.8		Argilla grigia e nocciola		1.9 1.2	0.6				
3.1		Argilla deb. limosa grigia e nocciola		1.1 1.5	0.7				
3.3		Argilla grigia e nocciola		1.0	0.3				
4.3		Argilla limosa grigia e nocciola		0.7					
5.0		Argilla organica grigia con livello torboso da 5.6 a 5.75		0.5 1.1	0.6				
6.1		Limo sabbioso grigio		1.0					
6.5		Limo deb. sabbioso grigio		0.8	0.35				
6.8		Sabbia fine limosa grigia		0.7					
9.4		Limo grigio con livelli argillosi		1.0	0.1				
10.3		Argilla grigia con laminazioni torbose e frammenti legnosi		0.2	0.4				
10.6		Torba nerastra		0.8	0.35				
10.8		Argilla grigia			0.4				
11.3		Limo grigio deb. sabbioso		1.2	0.55				
11.8		Argilla limosa grigia		1.0					
12.3		Argilla grigia con livello tor.		1.4 1.3	0.9				
12.9		Argilla torbosa grigio scuro		0.5	0.3				
14.2		Argilla grigia compatta con livelli grigio scuro		2.2 2.8 3.0					
14.9		Limo grigio e nocciola		1.0	0.5				
15.9		Argilla grigia variegata nocciola compatta		3.0 4.0					
16.1		Limo grigio		1.6					
16.6		Sabbia limosa grigia intercalata a limo				2			
18.3		Sabbia fine e media grigia	●			6 6			
18.6		Sabbia media grigia							
19.5		Sabbia fine e media grigia							
22.1		Sabbia media grigia	●			11 18 25			
23.6		Sabbia fine grigia con livelli deb. limosi							
24.9		Sabbia fine grigia con tracce di torba nocciola scuro							
28.0		Sabbia media grigia con qualche livello di sabbia grossa	●			32 42 42			
29.5		Sabbia media grigia							
30.8		Sabbia fine e media deb. limosa grigia							
32.7		Sabbia media grigia							
33.4		Sabbia grossa grigia							
35.1		Sabbia fine e media grigia							
		Sabbia fine grigia							

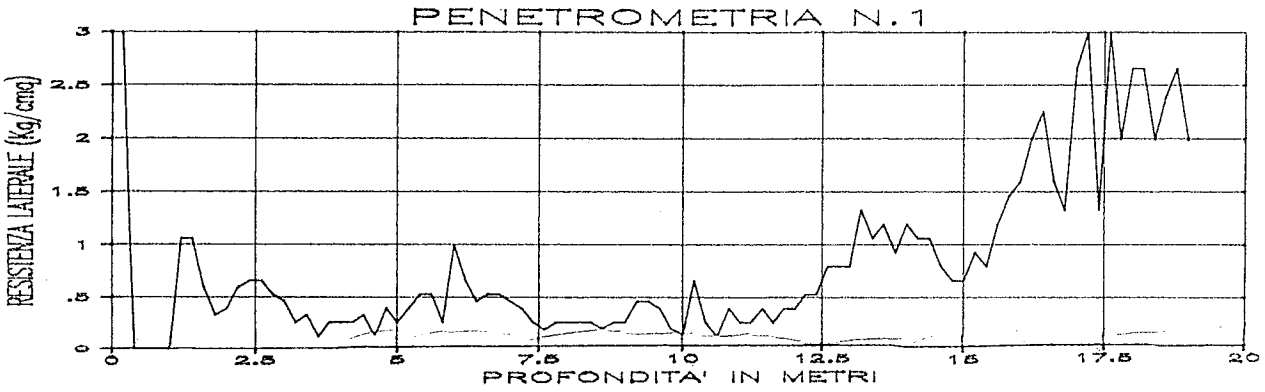
mofica: artudio e

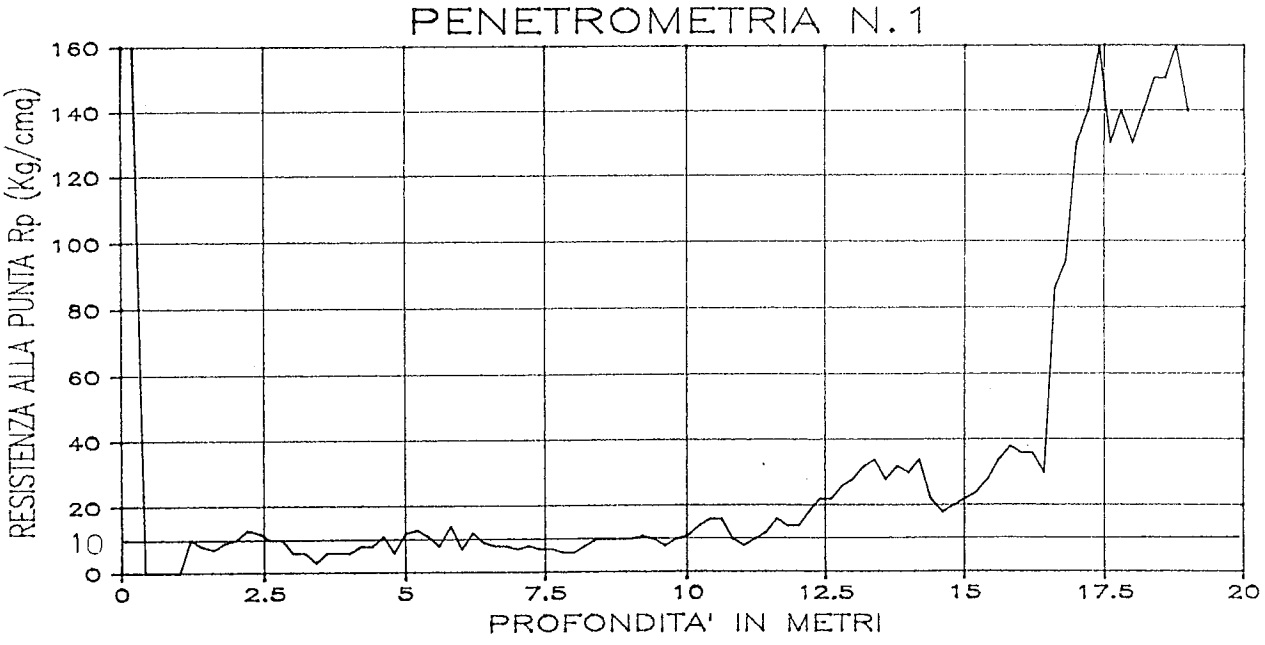
elletipi

LABORATORIO AUT. DAL MIN. LL.PP. IN BASE ALLA LEGGE 5 NOV. 1971 N. 1086

ALLEGATO N. 10







INTRO

D.M. 14 gennaio 2008 - Approvazione delle Nuove Norme Tecniche per le Costruzioni

Spettri di risposta ver. 1.0.3

Il documento Excel **SPETTRI-NTC** fornisce gli spettri di risposta rappresentativi delle componenti (orizzontali e verticale) delle azioni sismiche di progetto per il generico sito del territorio nazionale.
La definizione degli spettri di risposta relativi ad uno Stato Limite è articolata in 3 fasi, ciascuna delle quali prevede la scelta dei valori di alcuni parametri da parte dell'utente:
FASE 1. Individuazione della pericolosità del sito (sulla base dei risultati del progetto S1 - INGV);
FASE 2. Scelta della strategia di progettazione;
FASE 3. Determinazione dell'azione di progetto.
La schermata relativa a ciascuna fase è suddivisa in sotto-schermate: l'utente può intervenire nelle sotto-schermate con sfondo grigio scuro mentre quelle con sfondo grigio chiaro consentono un immediato controllo grafico delle scelte effettuate. In ogni singola fase l'utente può visualizzare e stampare i risultati delle elaborazioni -in forma sia grafica che numerica- nonchè i relativi riferimenti alle Nuove Norme Tecniche per le Costruzioni di cui al D.M. 14.01.2008 pubblicate nella G.U. n.29 del 04.02.2008 Suppl. Ord. n.30 e scaricabile dal sito www.cslp.it

Programma ottimizzato per una visualizzazione schermo 1024 x 768

La verifica dell'idoneità del programma, l'utilizzo dei risultati da esso ottenuti sono onere e responsabilità esclusiva dell'utente. Il Consiglio Superiore dei Lavori Pubblici non potrà essere ritenuto responsabile dei danni risultanti dall'utilizzo dello stesso.

FASE 1. INDIVIDUAZIONE DELLA PERICOLOSITÁ DEL SITO

Ricerca per coordinate

LONGITUDINE 11.60812

LATITUDINE 44.85588

Ricerca per comune

REGIONE Emilia-Romagna

PROVINCIA Ferrara

COMUNE Ferrara

Elaborazioni grafiche

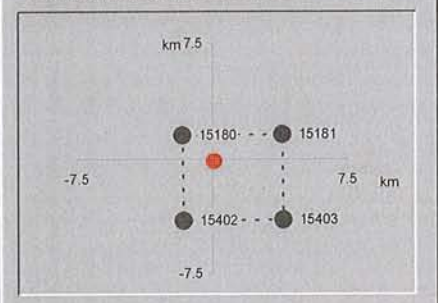
Grafici spettri di risposta

Variabilità dei parametri

Elaborazioni numeriche

Tabella parametri

Nodi del reticolo intorno al sito



Reticolo di riferimento

Controllo sul reticolo

Sito esterno al reticolo

Interpolazione su 3 nodi

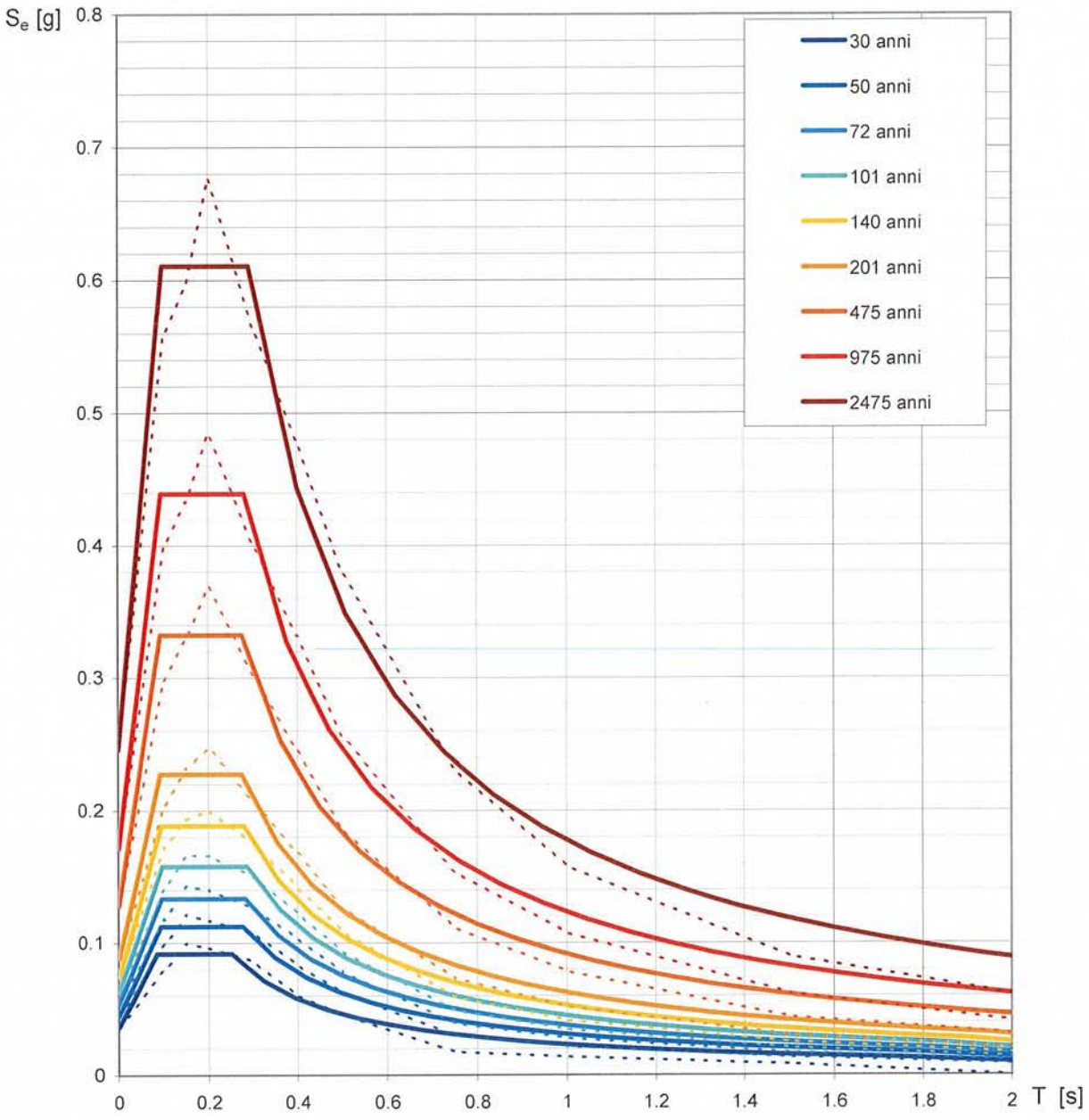
Interpolazione corretta

Interpolazione

superficie rigata

INTRO | FASE 1 | FASE 2 | FASE 3

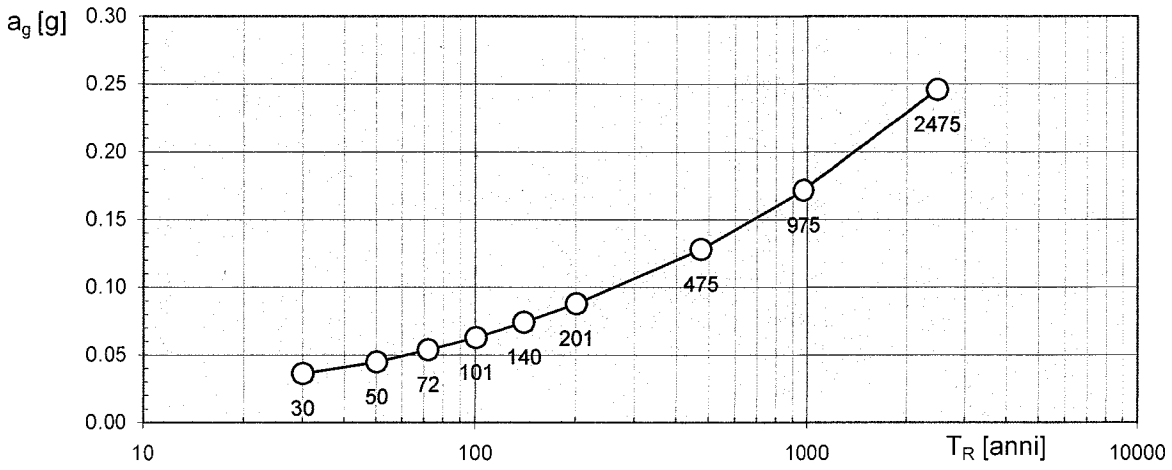
Spettri di risposta elastici per i periodi di ritorno T_R di riferimento

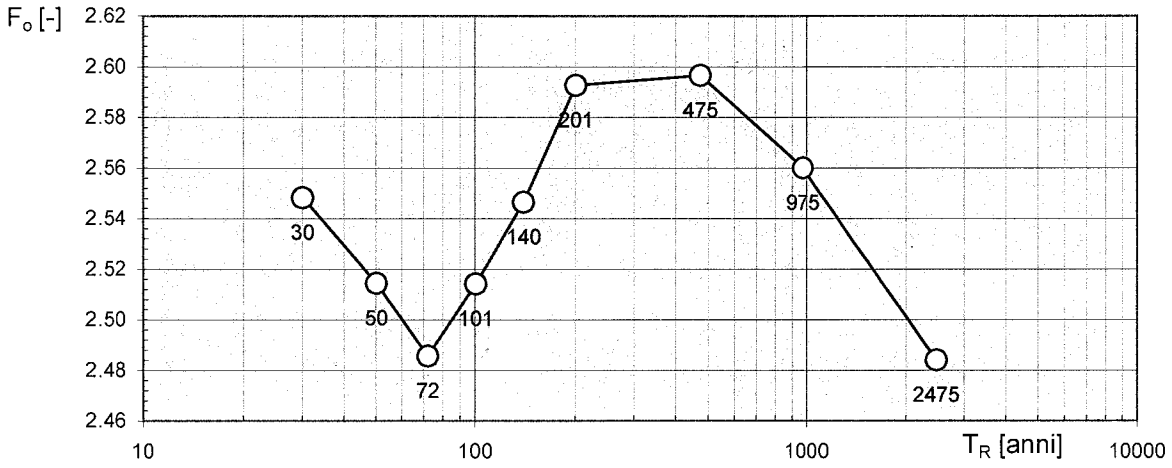


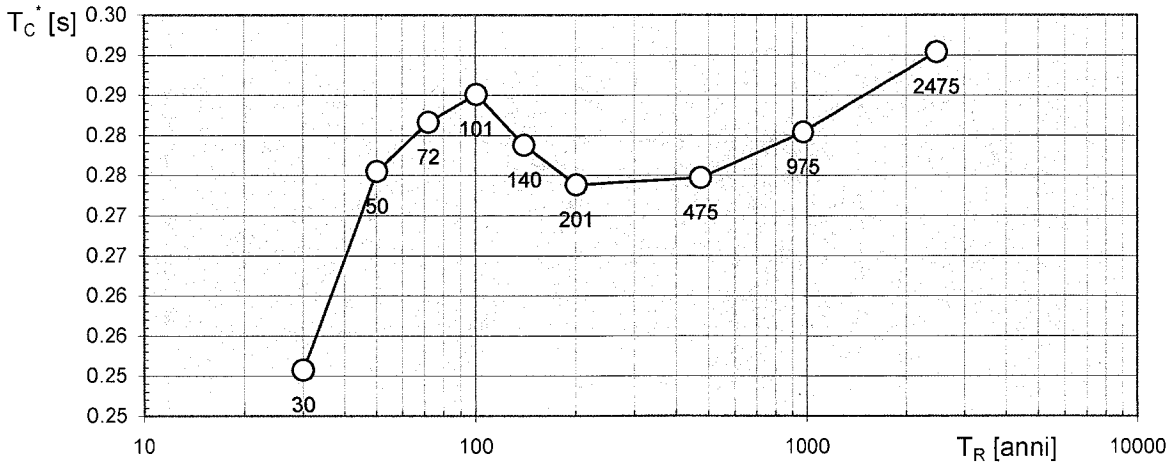
NOTA:
Con linea continua si rappresentano gli spettri di Normativa, con linea tratteggiata gli spettri del progetto S1-INGV da cui sono derivati.

La verifica dell'idoneità del programma, l'utilizzo dei risultati da esso ottenuti sono onere e responsabilità esclusiva dell'utente. Il Consiglio Superiore dei Lavori Pubblici non potrà essere ritenuto responsabile dei danni risultanti dall'utilizzo dello stesso.

Valori dei parametri a_g, F_o, T_C^*: variabilità col periodo di ritorno T_R







La verifica dell'idoneità del programma, l'utilizzo dei risultati da esso ottenuti sono onere e responsabilità esclusiva dell'utente. Il Consiglio Superiore dei Lavori Pubblici non potrà essere ritenuto responsabile dei danni risultanti dall'utilizzo dello stesso.

Valori dei parametri a_g, F_o, T_C^* per i periodi di ritorno T_R di riferimento

T_R [anni]	a_g [g]	F_o [-]	T_C^* [s]
30	0.036	2.548	0.251
50	0.045	2.514	0.276
72	0.054	2.486	0.282
101	0.063	2.514	0.285
140	0.074	2.546	0.279
201	0.088	2.593	0.274
475	0.128	2.597	0.275
975	0.171	2.560	0.280
2475	0.246	2.484	0.290

La verifica dell'idoneità del programma, l'utilizzo dei risultati da esso ottenuti sono onere e responsabilità esclusiva dell'utente. Il Consiglio Superiore dei Lavori Pubblici non potrà essere ritenuto responsabile dei danni risultanti dall'utilizzo dello stesso.

FASE 2. SCELTA DELLA STRATEGIA DI PROGETTAZIONE

Vita nominale della costruzione (in anni) - V_N	50	info
Coefficiente d'uso della costruzione - c_U	1	info

Valori di progetto

Periodo di riferimento per la costruzione (in anni) - V_R	50	info
Periodi di ritorno per la definizione dell'azione sismica (in anni) - T_R		info
Stati limite di esercizio - SLE: SLO - P_{VR} = 81%	30	
Stati limite di esercizio - SLE: SLD - P_{VR} = 63%	50	
Stati limite ultimi - SLU: SLV - P_{VR} = 10%	475	
Stati limite ultimi - SLU: SLC - P_{VR} = 5%	975	

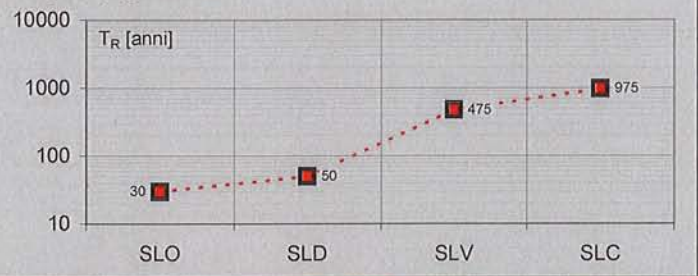
Elaborazioni

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

LEGENDA GRAFICO

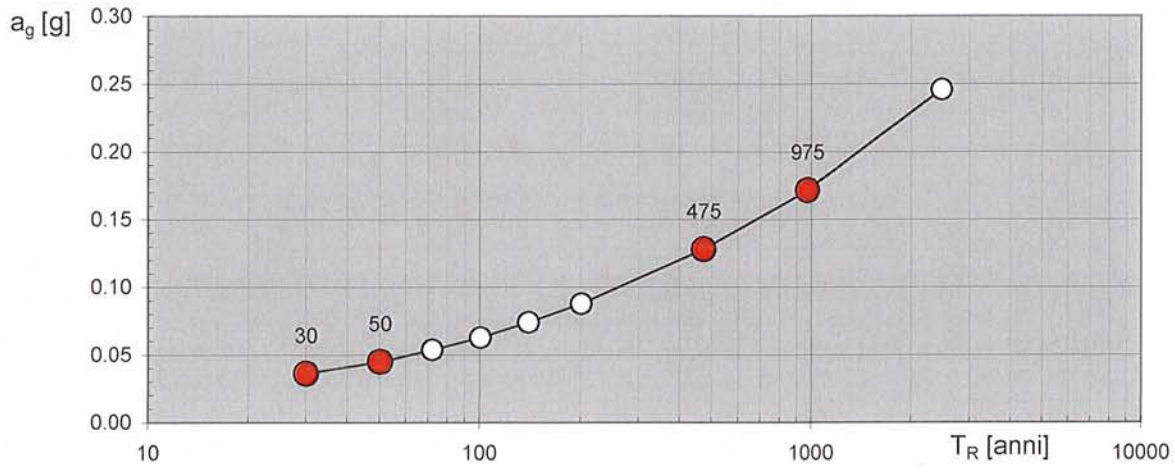
- Strategia per costruzioni ordinarie
- Strategia scelta

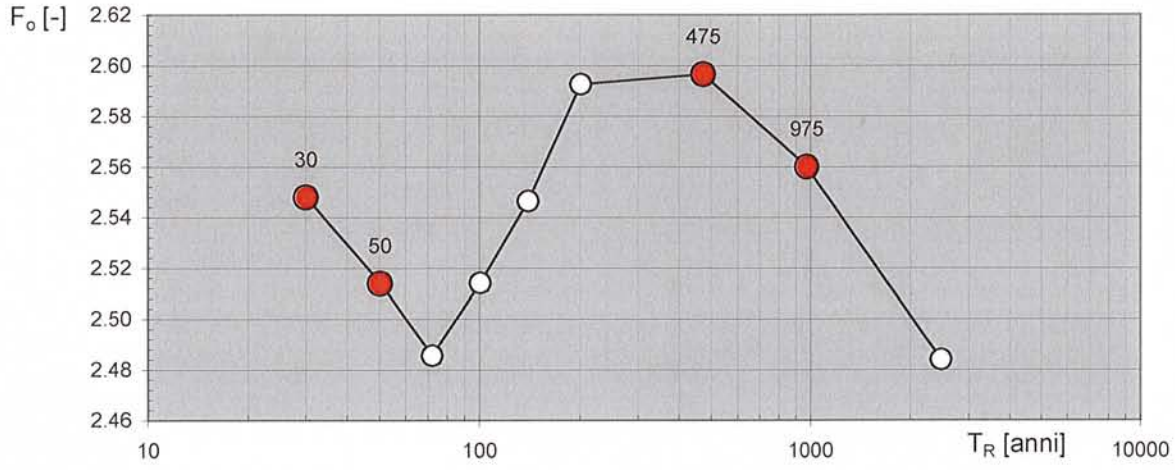
Strategia di progettazione

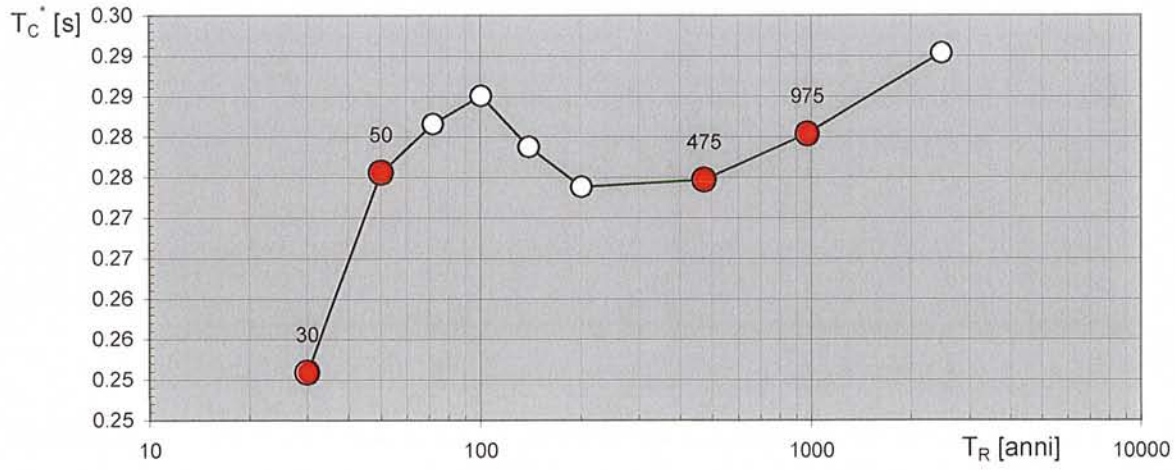


INTRO | FASE 1 | FASE 2 | FASE 3

Valori di progetto dei parametri a_g, F_o, T_C^* in funzione del periodo di ritorno T_R

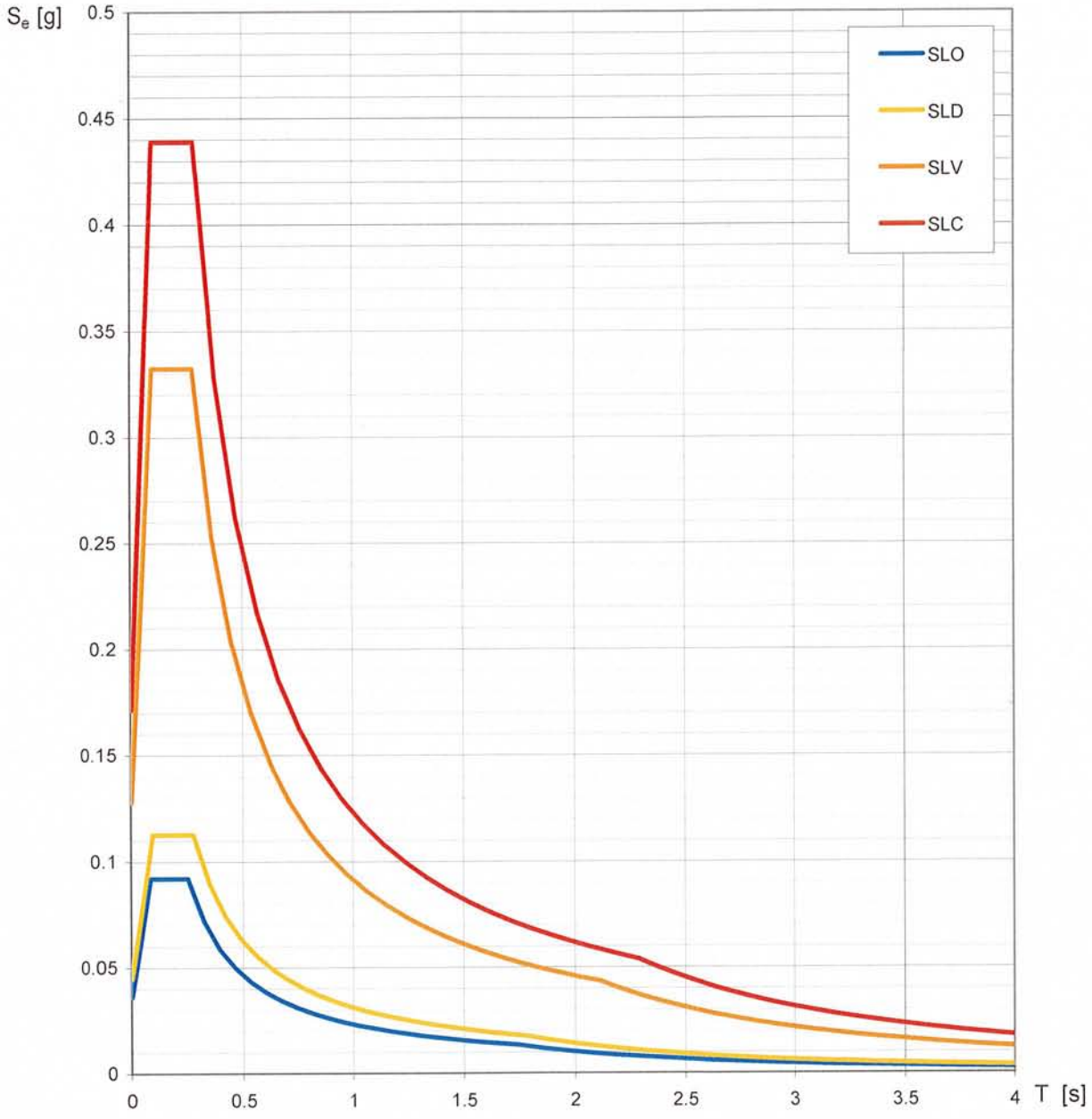






La verifica dell'idoneità del programma, l'utilizzo dei risultati da esso ottenuti sono onere e responsabilità esclusiva dell'utente. Il Consiglio Superiore dei Lavori Pubblici non potrà essere ritenuto responsabile dei danni risultanti dall'utilizzo dello stesso.

Spettri di risposta elastici per i diversi Stati Limite



La verifica dell'idoneità del programma, l'utilizzo dei risultati da esso ottenuti sono onere e responsabilità esclusiva dell'utente. Il Consiglio Superiore dei Lavori Pubblici non potrà essere ritenuto responsabile dei danni risultanti dall'utilizzo dello stesso.

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

STATO LIMITE	T_R [anni]	a_g [g]	F_o [-]	T_C^* [s]
SLO	30	0.036	2.548	0.251
SLD	50	0.045	2.514	0.276
SLV	475	0.128	2.597	0.275
SLC	975	0.171	2.560	0.280

La verifica dell'idoneità del programma, l'utilizzo dei risultati da esso ottenuti sono onere e responsabilità esclusiva dell'utente. Il Consiglio Superiore dei Lavori Pubblici non potrà essere ritenuto responsabile dei danni risultanti dall'utilizzo dello stesso.

FASE 3. DETERMINAZIONE DELL'AZIONE DI PROGETTO

Stato Limite

Stato Limite considerato: SLV — info

Risposta sismica locale

Categoria di sottosuolo: C — info — S_S = 1.500 — C_C = 1.608 — info

Categoria topografica: T1 — info — h/H= 0.000 — S_T = 1.000 — info

(h=quota sito, H=altezza rilievo topografico)

Compon. orizzontale

(•) Spettro di progetto elastico (SLE) — Smorzamento ξ (%) = 5 — η = 1.000 — info

( ) Spettro di progetto inelastico (SLU) — Fattore q_0 = 3 — Regol. in altezza: no — info

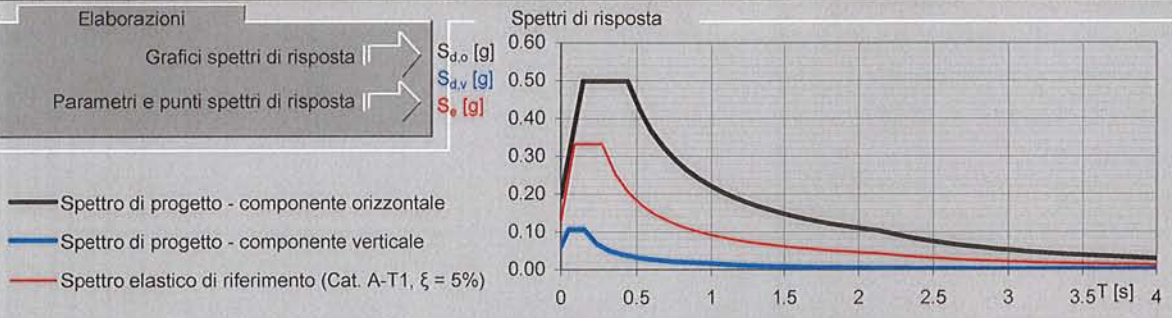
Compon. verticale

Spettro di progetto — Fattore q = 1.5 — η = 0.667 — info

Elaborazioni

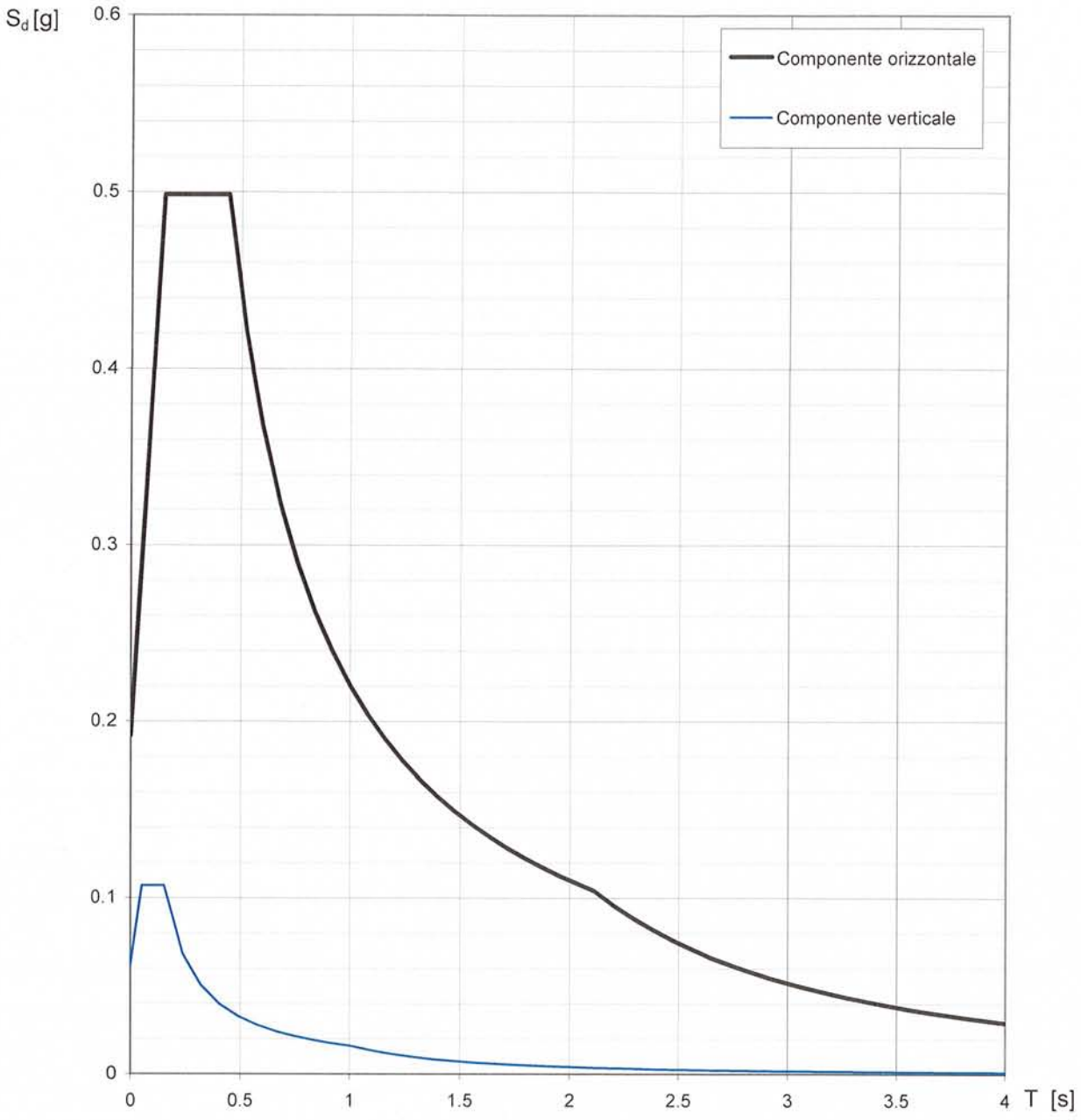
Grafici spettri di risposta → $S_{d,o}$ [g], $S_{d,v}$ [g]

Parametri e punti spettri di risposta → S_e [g]



INTRO | FASE 1 | FASE 2 | FASE 3

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



La verifica dell'idoneità del programma, l'utilizzo dei risultati da esso ottenuti sono onere e responsabilità esclusiva dell'utente. Il Consiglio Superiore dei Lavori Pubblici non potrà essere ritenuto responsabile dei danni risultanti dall'utilizzo dello stesso.

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

Parametri indipendenti

STATO LIMITE	SLV
[redacted]	0.128 g
[redacted]	2.597
[redacted]	0.275 s
[redacted]	1.500
[redacted]	1.608
[redacted]	1.000
[redacted]	1.000

Parametri dipendenti

[redacted]	1.500
[redacted]	1.000
[redacted]	0.147 s
[redacted]	0.442 s
[redacted]	2.112 s

Espressioni dei parametri dipendenti

$S = S_S \cdot S_T$ (NTC-08 Eq. 3.2.5)

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

$T_B = T_C / 3$ (NTC-07 Eq. 3.2.8)

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

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

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

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

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

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

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

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

Punti dello spettro di risposta

	T [s]	Se [g]
	0.000	0.192
T_B ←	0.147	0.498
T_C ←	0.442	0.498
	0.521	0.422
	0.601	0.367
	0.680	0.324
	0.760	0.290
	0.839	0.262
	0.919	0.240
	0.999	0.221
	1.078	0.204
	1.158	0.190
	1.237	0.178
	1.317	0.167
	1.396	0.158
	1.476	0.149
	1.555	0.142
	1.635	0.135
	1.714	0.128
	1.794	0.123
	1.873	0.118
	1.953	0.113
	2.032	0.108
T_D ←	2.112	0.104
	2.202	0.096
	2.292	0.089
	2.382	0.082
	2.472	0.076
	2.561	0.071
	2.651	0.066
	2.741	0.062
	2.831	0.058
	2.921	0.055
	3.011	0.051
	3.101	0.048
	3.191	0.046
	3.281	0.043
	3.371	0.041
	3.461	0.039
	3.550	0.037
	3.640	0.035
	3.730	0.033
	3.820	0.032
	3.910	0.030
	4.000	0.029

La verifica dell'idoneità del programma, l'utilizzo dei risultati da esso ottenuti sono onere e responsabilità esclusiva dell'utente. Il Consiglio Superiore dei Lavori Pubblici non potrà essere ritenuto responsabile dei danni risultanti dall'utilizzo dell

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

Parametri indipendenti

STATO LIMITE	SLV
a_{gv}	0.062 g
S_S	1.000
S_T	1.000
F_o	1.500
T_B	0.050 s
T_C	0.150 s
T_D	1.000 s

Parametri dipendenti

F_v	1.254
S	1.000
η	0.667

Punti dello spettro di risposta

	T [s]	Se [g]
	0.000	0.062
T_B ←	0.050	0.107
T_C ←	0.150	0.107
	0.235	0.068
	0.320	0.050
	0.405	0.040
	0.490	0.033
	0.575	0.028
	0.660	0.024
	0.745	0.022
	0.830	0.019
	0.915	0.018
T_D ←	1.000	0.016
	1.094	0.013
	1.188	0.011
	1.281	0.010
	1.375	0.008
	1.469	0.007
	1.563	0.007
	1.656	0.006
	1.750	0.005
	1.844	0.005
	1.938	0.004
	2.031	0.004
	2.125	0.004
	2.219	0.003
	2.313	0.003
	2.406	0.003
	2.500	0.003
	2.594	0.002
	2.688	0.002
	2.781	0.002
	2.875	0.002
	2.969	0.002
	3.063	0.002
	3.156	0.002
	3.250	0.002
	3.344	0.001
	3.438	0.001
	3.531	0.001
	3.625	0.001
	3.719	0.001
	3.813	0.001
	3.906	0.001
	4.000	0.001

Espressioni dei parametri dipendenti

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

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

$$F_v = 1{,}35 \cdot F_o \cdot \left(\frac{a_g}{g}\right)^{0{,}5} \qquad \text{(NTC-08 Eq. 3.2.11)}$$

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

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

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

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

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

La verifica dell'idoneità del programma, l'utilizzo dei risultati da esso ottenuti sono onere e responsabilità esclusiva dell'utente. Il Consiglio Superiore dei Lavori Pubblici non potrà essere ritenuto responsabile dei danni risultanti dall'utilizzo dello stesso.