

**COMUNE DI FERRARA**

**PIANO DI RECUPERO DI  
INIZIATIVA PUBBLICA**

(L. 457/78)

**AREA EX MOF - DARSENA**

**ATI:**

 **BEHNISCH ARCHITEKTEN**

 **POLITECNICA**  
INGEGNERIA E ARCHITETTURA  
(Società mandataria)

**GRUPPO DI PROGETTO**

**DIREZIONE**

Arch. Fatima Alagna (Responsabile)  
Arch. Martin Haas  
Arch. Stefan Behnisch  
Ing. Antonio De Fazio

**COLLABORATORI**

Arch. T. Kessler  
Arch. T. Lang  
Dott. M. De Bernardi

**PRESTAZIONE SPECIALISTICA**

Dott. A. Mucchi - Geologia, geotecnica e sismica

ELABORATO

**RELAZIONE GEOLOGICO-GEOTECNICA E  
SISMICA**

OPERA	ARGOMENTO	DOC. E PROG.	FASE	REVISIONE
P1	FE	GG01	G	1

CARTELLA:	FILE NAME:	NOTE:	PROT.	SCALA:
2	P1 FE GG01_G1_4115		4115	
1	REVISIONE		Febbraio 2011	MUCCHI MUCCHI ALAGNA
0	EMISSIONE		Agosto 2010	MUCCHI MUCCHI ALAGNA
REV.	DESCRIZIONE		DATA	REDATTO VERIFICATO APPROVATO

Il presente progetto è il frutto del lavoro dei professionisti associati in Politecnica. A termine di legge tutti i diritti sono riservati.  
E' vietata la riproduzione in qualsiasi forma senza autorizzazione di POLITECNICA Soc. Coop.  
Politecnica aderisce al progetto Impatto Zero di Lifegate.

**INDICE**

Premessa.....	2
Schema geologico Regionale.....	3
Inquadramento geomorfologico dell'area .....	4
Inquadramento idrologico.....	4
Ricerca bibliografica.....	4
Sismicità .....	5
Subsidenza .....	5
Inquadramento idrogeologico.....	5
Analisi stratigrafica dei terreni indagati.....	6
Azione sismica (categoria di suolo di fondazione).....	7
Verifica dei cedimenti post sismici.....	8
Verifica alla liquefazione .....	8
Conclusioni .....	9
<b>APPENDICE: Integrazioni alla relazione geologica.....</b>	<b>10</b>
Descrizione della metodologia tomografica e scopo dell'indagine.....	10
Risultati dell'indagine tomografica eseguita .....	12
Restituzione dell'indagine tomografica eseguita.....	13
Spettri di risposta (componenti orizz e vert.) per lo stato limite SLV .....	16
Integrazione indagine con prova penetrometrica CPTU .....	29
Suscettibilità alla liquefazione degli orizzonti saturi granulari rilevati .....	29
Prova CPTU integrativa .....	34

**ALLEGATI**

**LABORATORIO GEOTECNICO Dr. ANTONIO MUCCHI**

**mucchilab@tin.it - www.mucchilab.it**

**Concessione Ministero Infrastrutture e Trasporti – Decreto n°52494 del 11/10/04 –**

**Sett. A Prove di laboratorio sui terreni – ai sensi del DPR 246/93**

**Via Alberto Ascari, 8 – 44019 Gualdo di Voghiera (FE) Tel. 0532/ 773749**



**Concessione Ministero Infrastrutture e Trasporti: Decreto n°52494 del 11/10/04  
Sett. A – Circolare 349/99/STC**

**COMMITTENTE : Studio Ingegneria e Architettura POLITECNICA**

**CANTIERE : Via Daesena – Ex M.O.F. (FE)**

**PROGETTO : Definizione modello geologico dell'area interessata dal  
Comparto "Ex M.O.F. Darsena"**

**RELAZIONE GEOLOGICA**

<b>NORMATIVE DI RIFERIMENTO</b>	<b>Dott. Geol. Antonio Mucchi (direttore del laboratorio)</b>
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, 24/01/09
	Prot. 776-C / 2009

## Premessa

E' stata eseguita in Via Darsena a Ferrara (area Ex Mof) , per conto dello Studio di Ingegneria e Architettura Politecnica Soc. Coop., una indagine geologica su un'area interessata dalla realizzazione di un Piano Particolareggiato di Iniziativa Pubblica (Riqualificazione Comparto M.O.F. Darsena).

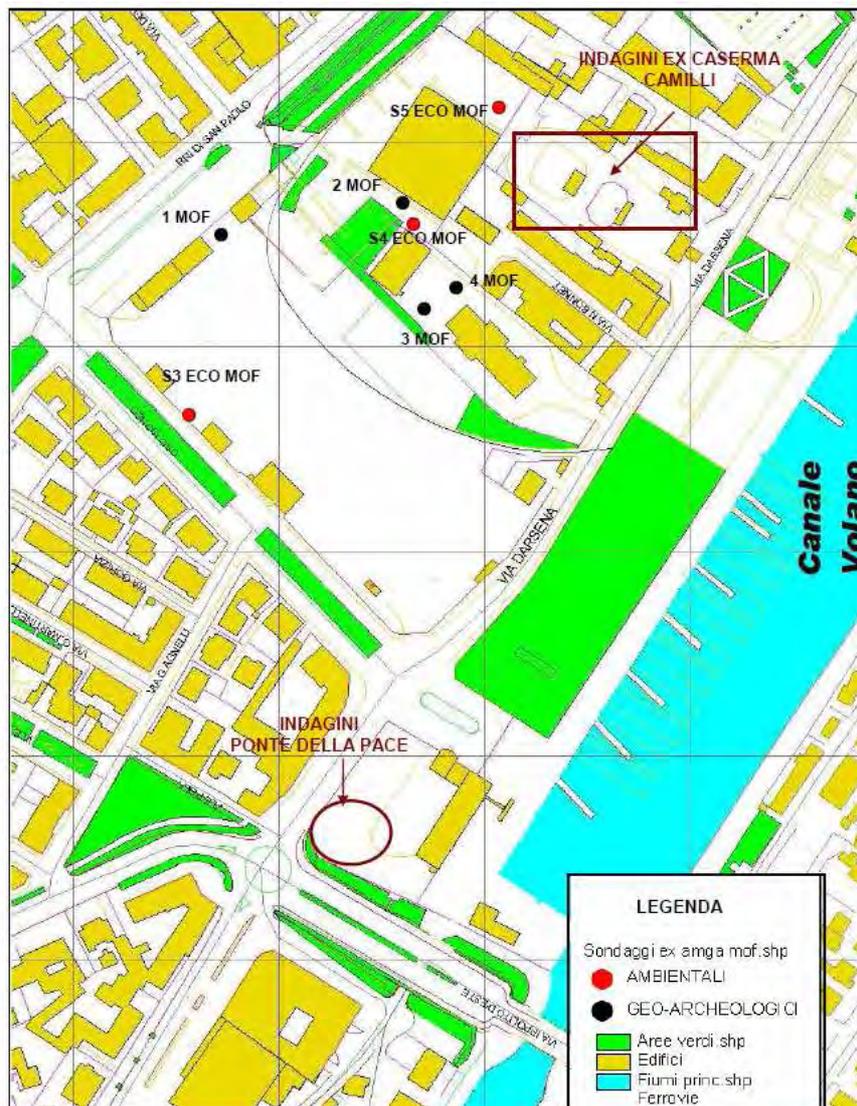
L'indagine è stata eseguita osservando il D.M. del 14/11/08 "Norme tecniche per le costruzioni".

A tal proposito lo studio è stato così articolato:

- Ricerca bibliografica
- Esecuzione di n. 4 sondaggi geognostici spinti alla profondità massima di mt. 11 dal p.c. (Al. 1)
- Prelievo di n°7 campioni da sottoporre ad analisi geotecniche di laboratorio
- Elaborazione dati e relazione geologica conclusiva. (Al. 1)

Nella planimetria di seguito riportata è indicata l'ubicazione del terreno indagato con evidenziato i punti in cui sono state eseguite le indagini geognostiche utilizzate per la caratterizzazione litostratigrafica dei terreni unitamente alle indagini geognostiche eseguite nelle aree limitrofe nel corso di studi geologici precedenti.

Successivamente è stata effettuata un'integrazione (in data 08/06/2010) alla relazione geologica del 24/01/2009. L'integrazione è riportata in Appendice.



## **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.

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

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

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

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

Con il Quaternario continentale invece, predominano le sedimentazioni sulla subsidenza, si ha un progressivo ritiro del mare dalla Pianura Padana con deposito di alluvioni sui sedimenti marini. Al margine orientale della pianura lo stabilizzarsi della linea di costa è complicato da variazioni eustatiche del livello marino in corrispondenza di glaciazioni, la più importante delle quali fu quella wurmiana, che abbassò il livello di un centinaio di metri. Poi 17.000 anni fa inizia la grande trasgressione postglaciale, quella Flandriana in cui l'ingressione marina ha probabilmente raggiunto i 40 Km per il Delta Padano e i 20 Km per il ravennate.

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

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

## **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.

L'area oggetto di studio è localizzata nell'antico corso del Po di Ferrara, caratterizzata dalla presenza di paleoalvei-ramificazione di diverso grado riconducibili all'antico tracciato e a sue divagazioni. 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 paleoalvei, 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.

## **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 microrilievo. 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 - Volano e di Primaro, il Boicelli (costeggia l'area di studio in oggetto) 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.

## **Ricerca bibliografica**

Una accurata ricerca bibliografica ha permesso la consultazione di uno "studio geologico per la pianificazione territoriale del Comune di Ferrara" di Giorgio Bartolomei ed altri relativo al 1973 che è stato successivamente ripreso per lo studio del PSC del Comune di Ferrara. Sono inoltre stati consultati lo studio geologico del Progetto Idrovia della Provincia di Ferrara e uno studio Idrogeologico eseguito nell'Area Ex Caserma Camilli di via Darsena.

Tale ricerca è emerso una serie di carte tematiche e indagini geognostiche di seguito elencate :

- Carta delle condizioni di drenaggio superficiale (PRG - PSC).Al. 4
- Carta geomorfologia (PRG-PSC) Al. 2
- Carta delle isofreatiche (PRC-PSC) Al. 3
- Carta delle penali ai fini edificatori - riferimento ai terreni superficiali (PRCPSC) - Al. 6
- Indagine idrogeologica per lo studio ambientale dell'ex Caserma Camilli in via Darsena (sondaggi – penetrometrie – rilievo freaticometrico). Al. 5
- Progetto Idrovia della provincia di Ferrara (Sondaggio e prove penetrometriche a lato del Ponte Della Pace) Al. 7
- Indagini Ambientali Soc. Eco Ter . Al 8

## **Sismicità**

Le strutture appenniniche sepolte sono ancora soggette a movimenti, che spesso si traducono in sismi capaci di superare la soglia del danno. Si ha infatti 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 Mercalli; 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).

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).

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

I fenomeni di subsidenza registrati con metodi strumentali sono però principalmente di carattere artificiale, denotano variabilità sia nello spazio che nel tempo e sono attribuibili alla sottrazione di acqua dagli acquiferi (superficiali e profondi). Sono causa di subsidenza anche forti escursioni del livello della falda freatica dovuto a variazioni climatiche (periodi siccitosi prolungati) e a sistemazioni idrauliche del territorio (il territorio ferrarese è stato in passato interessato da importati bonifiche – 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)

## **Inquadramento idrogeologico**

Lo studio dell'inquadramento idrogeologico della zona in esame evidenzia, grazie anche numerosi sondaggi e prove CPT eseguiti nelle aree adiacenti in anni passati, l'esistenza di un acquifero libero, freatico, costituito prevalentemente da terreni di media granulometria, sabbie limose e/o limi sabbiosi permeabili, interpretati come sedimenti di paleoalveo con possibili intercalazioni limose meno impermeabili. Il letto di questo acquifero è rappresentato da strati limo e limo argillosi. L'area in oggetto è ubicata sul paleoalveo del Po di Ferrara con direzione di deflusso verso sud-est. (vedi al. 2 – Carta geomorfologica). Le isofreatiche, sono disposte a formare uno spartiacque di direzione ovest-est, in corrispondenza con l'asse del paleoalveo. (al. 3 – Carta delle isofreatiche). Dalla carta del drenaggio superficiale (al.4) si escludono difficoltà di drenaggio delle acque di apporto meteorico l'area oggetto di studio è già dotata di impianto fognario)

L'area di intervento è situata ad una quota di circa 7.0-8.0 mt. s.l.m., in una zona di alto strutturale, confinante a sud-ovest con via Darsena e Po di Ferrara, a nord-est con via Rampari di San Paolo e a nord-ovest con Corso Isonzo.

La falda freatica risulta influenzata dal Po di Ferrara che esercita una funzione alimentante di ricarica delle falde circostanti come si può osservare anche da uno studio idrogeologico precedentemente eseguito nell'area ex Camilli in via Darsena. (vedi allegato 5).

La profondità della falda si rileva ad una quota compresa fra mt. 7.7 e 8.7 dal p.c. attuale con direzione di flusso SW-NE.

## Analisi stratigrafica dei terreni indagati

L'elaborazione delle indagini geognostiche (passate e presenti) eseguite nei terreni interessati dall'intervento in oggetto hanno permesso la ricostruzione di un modello litostratigrafico di massima discretamente omogeneo costituito da 3 livelli che può essere così riassunto.

- **1° livello** costituito da alternanza di limi sabbiosi e argillosi, sabbie limose e limi poco addensati fino alla profondità di circa 10 -11 metri dal p.c. attuale.

Le caratteristiche di questo primo livello è di forte disomogeneità dei terreni per la presenza di livelli lenticolari non sempre correlabili fra loro in senso orizzontale dal punto di vista litologico. Condizione questa che determina anche disomogeneità dal punto di vista geomeccanico.

- **2° livello**, da metri 10-11 fino a mt. 23-24 di profondità, costituito prevalentemente da terreni coesivi compressibili a valori di consistenza medio bassi. Si tratta nel complesso di argille e argille limose con probabili episodi di argille organiche.

- **3° livello** , dalla profondità di mt. 23-24 fino alla profondità indagata di metri 30 dal p.c. attuale, costituito da un banco sabbioso limoso poco addensato. Per una analisi di dettaglio delle singole prove si rimanda alle schede litostratigrafiche e diagrammi penetrometrici allegati.

## Azione sismica (categoria di 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 dall'O.P.C.M- n°3274.

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

Categorie di suolo di fondazione:

		S
<b>A</b>	Formazioni litoidi o suoli omogenei molto rigidi con valori $V_{s30} > 800$ m/s con strati di alterazione superficiale $h_{max} = 5$ m	1.00
<b>B</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	1.25
<b>C</b>	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 ( $15 < N_{spt} < 50 - 70 < C_u < 250$ kPa)	1.25
<b>D</b>	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 ( $N_{spt} < 15 - C_u < 70$ kPa)	1.35
<b>E</b>	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	1.25
<b>S1</b>	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 ( $10 < C_u < 20$ kPa)	Servono studi speciali
<b>S2</b>	Deposito di terreni soggetti a liquefazione, di argille sensitive, o qualsiasi altra categoria di terreno non classificabile nei tipi precedenti	

**S** = fattore che tiene conto del profilo stratigrafico del suolo di fondazione, direzione orizzontale

Prendendo come riferimento i parametri di coesione non drenata  $C_u$  e i valori  $N_{spt}$ , il sito in esame risulta rispondere alle caratteristiche di Suolo tipo C.

I risultati ottenuti dalle indagini geognostiche forniscono i seguenti valori di  $C_u$  e  $N_{spt}$

- 1° livello costituito da alternanza di limi, limi argillosi e sabbie limose ( $C_u$  media 0.3-0.4 kPa)
- 2° livello costituito da terreni argillosi ( $C_u$  media 75 kPa)
- 3° livello costituito da sabbie limose ( $N_{spt}$  20)

Rapportando i parametri geotecnica sopra descritti ai valori di  $V_{s30}$  riportati nel profilo stratigrafico di suolo di fondazione, ne deriva che il valore medio di  $V_{s30}$  viene ad essere di circa 205 m/s e quindi il sito in esame ricade nella categoria suolo di fondazione di tipo C (valori di  $V_{s30}$  compresi fra 180 e 360 m/s)

**L'accelerazione massima al suolo sarà uguale a :**

**a max=  $S \cdot a_g = 0.1875$  g**

**S** = coeff. di amplificazione (azione orizzontale) = 1.25 per suolo di fondazione categoria C

**a<sub>g</sub>** = accelerazione massima al suolo = 0.15 g (nella tabella classificazione zona sismica il territorio del Comune di Ferrara ricade in zona 3)

**RELAZIONE GEOLOGICO-GEOTECNICA E SISMICA****Classificazione zone sismiche**

zona	accelerazione orizzontale ( $a_g/g$ ) con probabilità di superamento pari al 10% in 50 anni	accelerazione orizzontale ( $a_g/g$ ) di ancoraggio dello spettro di risposta elastico (Norme tecniche)	Valori di $a_g$ , accelerazione orizzontale massima su suolo di categoria A, da adottare
1	> 0,25	0.35	0,35g
2	0,15 - 0,25	0.25	0,25g
3	0,05 - 0,15	0.15	0,15g
4	< 0,05	0.05	0,05g

**Verifica dei cedimenti post sismici**

A seguito dei risultati ottenuti dalle analisi geotecniche di laboratorio da cui emerge che i campioni prelevati risultano essere prevalentemente sabbie limose e secondariamente limi argillosi con indice plastico < di 30 (IP compreso fra 12 e 16) non si è proceduto alla verifica dei cedimenti post sismici, così come previsto dall'atto di indirizzo della Regione Emilia Romagna per gli studi di microzonazione sismica. (vedi analisi di laboratorio in allegato).

**Verifica alla liquefazione**

Per la verifica alla liquefazione si è fatto riferimento al metodo di Seed & Idriss (1982) che valuta la resistenza del deposito alla liquefazione in termini di fattore di resistenza alla liquefazione espresso dal rapporto tra la resistenza del terreno agli sforzi di taglio ciclico e la sollecitazione di taglio massima indotta dal sisma.

Le indagini geognostiche individuano nei primi 10-11 metri di profondità la presenza di livelli lenticolari sabbioso limosi a diverse profondità non correlabili fra loro in senso orizzontale. La falda freatica è stata rilevata alla profondità di oltre 6 metri dal p.c. attuale.

Nel corso degli ultimi sondaggi sono stati prelevati alcuni campioni nei terreni sabbioso limosi presenti nei primi 10 metri di profondità e sottoporre ad analisi granulometriche.

I campioni analizzati (S1C2 da mt. 8.5 a mt. 8.7 a mt. 6.0 , S2C2 da mt.6.2 a mt. 6.7 , S4C2 da mt. 5.1 a mt. 5.3 e S4C3 da mt. 8.5 a mt. 8.8) risultano essere delle sabbie fini e sabbie limose limose valori di D50 compresi fra 0.07 e 0.28 mm.

Tali dati non hanno comunque escluso di procedere alla verifica della liquefazione perché l'accelerazione massima al piano campagna non è inferiore a 0.15 g , nonostante la frazione di fine FC sia mediamente > al 20% (vedi specifiche AGI).

Si è quindi proceduto alla verifica della liquefazione utilizzando il metodo di Seed & Idriss precedentemente esposto, da cui emerge che i terreni costituiti da sabbie fini limose rilevati prevalentemente fra la prof. di metri 5 e 11 dal p.c. non sono liquefacibili . Infatti nelle verifiche eseguite in tre diversi punti e profondità con sisma di magnitudo 5/4 il fattore di resistenza alla liquefazione F è maggiore di 1.3 e quindi non liquefacibile.

Considerato che i primi 10 metri di profondità sono caratterizzati da terreni non omogenei, si rende necessario in fase di progetto esecutivo eseguire un'indagine mirata nelle aree di intervento al fine di escludere definitivamente problemi di liquefazione.

## Conclusioni

Per quanto sopra esposto l'area studiata non presenta particolari controindicazioni ai fini edificatori dal punto di vista geologico; per la futura destinazione d'uso si consiglia:

a) Una perfetta regimazione delle acque meteoriche, evitando qualsiasi area di ristagno, eseguire a regola d'arte il reticolo fognante. Per quanto riguarda 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.*

b) Le aree interessate da parcheggi e strade interne al Piano Particolareggiato, dovranno essere pavimentate. Al fine di evitare fenomeni di rigonfiamento o cedimento della pavimentazione, le fondazioni dovranno essere poste su un sottofondo costipato.

La sequenza delle operazioni per la realizzazione della pavimentazione stradale dovrà essere la seguente:

- scavo del cassonetto;
- compattazione del sottofondo (fino al raggiungimento di un modulo di deformazione di almeno 150 Kg/cm<sup>2</sup>, calcolato nell'intervallo di carico compreso fra 0.5-1.5 Kg/cm<sup>2</sup>);
- formazione di una sovrastruttura di spessore adeguato da definire con indagini geotecniche specifiche.
- Prove di carico su piastra prima della posa dello strato di collegamento e manto di usura per la determinazione del Modulo di Deformazione (Md) che dovrà essere di almeno 800 Kg/cm<sup>2</sup>.

In ogni caso il tappeto di usura dovrà essere disteso dopo la maturazione dei cedimenti differiti sia assoluti che differenziali.

Per quanto riguarda i piazzali esistenti dovrà essere verificato se compatibili con i dati di progetto. In tale fase sarà opportuno provvedere ad uno studio dell'inerte costituente la vecchia massicciata, la verifica degli spessori e del modulo di deformazione Md al fine di valutare il possibile riutilizzo.

c) Dal punto di vista geomorfologico, trattandosi di terreni già fortemente antropizzati non si notano strutture morfologiche superficiali, anche se dalla carta geomorfologica allegata e dalle indagini geognostiche emerge che l'area in esame sorge su un paleo alveo profondo del Po di Ferrara. L'area in oggetto per quanto riguarda l'altimetria ricade in una situazione in assenza di massimi e minimi altimetrici significativi, tale da impedire zone di ristagno o difficoltoso drenaggio delle acque di apporto meteorico.

d) Dal punto di vista geotecnica l'area ricade fra le meno penalizzate del Comune di Ferrara (al. 6). Considerato comunque che le indagini geognostiche hanno evidenziato presenza di terreni superficiali non omogenei mediamente compressibili, si rende quindi necessario in fase progettuale procedere ad una indagine geotecnica di dettaglio per un attento esame alla interazione terreno struttura e uno studio idrogeologico approfondito nell'ipotesi si prevedano fabbricati interrati.

e) Per quanto riguarda la Classificazione del sito dal punto di vista sismico l'indagine a rifrazione a permesso di classificare i terreni in oggetto come appartenenti alla Categoria di suolo di fondazione di tipo C.

**LABORATORIO GEOTECNICO Dr. ANTONIO MUCCHI**

**mucchilab@tin.it - www.mucchilab.it**

**Concessione Ministero Infrastrutture e Trasporti – Decreto n° 52494 del 11/10/04 –**

**Sett. A Prove di laboratorio sui terreni – ai sensi del DPR 246/93**

**Via Alberto Ascari, 8 – 44019 Gualdo di Voghiera (FE) Tel. 0532/ 815681**



Concessione Ministero Infrastrutture e Trasporti: Decreto n° 52494 del 11/10/04  
Ai sensi dell' art. 59 del D.P.R. n° 380/2001

**COMMITTENTE : Studio Ingegneria e Architettura Politecnica**

**CANTIERE : Via Darsena – Ex M.O.F. (FE)**

**PROGETTO : Definizione modello geologico dell'area interessata dal Comparto "Ex M.O.F. Darsena"**

**Integrazione alla relazione geologica del 24/01/09 (prot. 776-C / 2009)**

<b>NORMATIVE DI RIFERIMENTO</b>	<b>Dott. Geol. Antonio Mucchi</b> (direttore del laboratorio)
B.S. British Standard	<p>Ferrara, 08/06/10 Prot. 776-C Int. / 2010</p>
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	

## APPENDICE: Integrazioni alla relazione geologica

Su incarico della Soc, Coop, Politecnica , a seguito di una richiesta di integrazione del Comune di Ferrara, è stata eseguita una prova penetrometrica CPTU ed una indagine geofisica tomografica per il rilievo diretto delle onde sismiche Vs30 dei terreni di fondazione del comparto "ex AMGA" interessato da piano di riqualificazione.

Il punto di ubicazione della prova CPTU e dell'indagine TOMOGRAFICA è di seguito riportata.



L'indagine è stata realizzata utilizzando apparecchiatura tomografica TROMINO © di costruzione MICROMED (e restituzione dei dati mediante apposito software GRILLA © MICROMED).

### Descrizione della metodologia tomografica e scopo dell'indagine

La metodologia tomografica 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 microtrempi sono locali, trascurando qualsiasi contributo dovuto a sorgenti profonde;

**RELAZIONE GEOLOGICO-GEOTECNICA E SISMICA**

- 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:

$$R_v(f) = V_s(f)/V_B(f) = A_s(f)/A_B(f)$$

mentre il rapporto fra l'ampiezza dello spettro della componente orizzontale del moto in superficie ( $H_S$ ) e alla base dello strato ( $H_B$ ), 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:

$$R_h(f) = H_s(f)/H_B(f) = [A_s(f) * S_s(f)] / A_b(f)$$

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:

$$R_h(f)/R_v(f) = S_s(f) = H_s(f)/H_B(f) * V_B(f)/V_s(f)$$

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:

$$S(f) = H_s(f)/V_s(f)$$

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 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*. 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 5% 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 & infatti soggetta ad influenze

**RELAZIONE GEOLOGICO-GEOTECNICA E SISMICA**

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.

Lo scopo della misura eseguita è l'individuazione dei seguenti parametri caratteristici dell'area in esame:

- Vs30 e conseguente categoria sismica dei suoli di fondazione (secondo i contenuti del D.M. 14/01/08 - N.T.C.);
- Frequenze proprie (di vibrazione) dei suoli di fondazione;

L'indagine tromografica si è appoggiata alle conoscenze stratigrafiche locali e alle indagini precedentemente eseguite sull'area in esame a pochi metri dal punto d'esecuzione dell'indagine tromografica. 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 dell'indagine tromografica eseguita**

Sulla base delle misure eseguite sull'area in esame si possono classificare i terreni di fondazione, di **Categoria C**. Infatti la Traccia - TROMINO 01 individua valori di Vs30 pari a **299 m/s**.

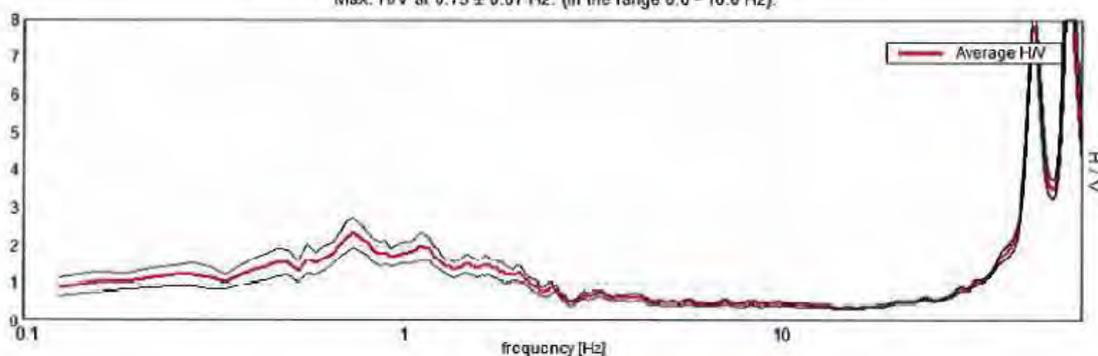
La categoria è descritta come: "Depositi di terreni a grana grossa mediamente addensati o terreni a grana fine mediamente consistenti, con spessori superiori a 30 m, caratterizzati da un graduale miglioramento delle proprietà meccaniche con la profondità e da valori di Vs30 compresi fra 180 e 360 m/s (ovvero  $15 < N_{SPT} < 50$  nei terreni a grana grossa e  $70 < Cu_{30} < 250$  KPa (0,70 - 2,50 Kg / cm<sup>2</sup> circa).

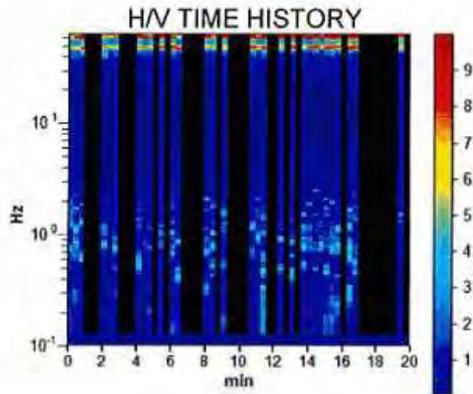
## Restituzione dell'indagine tromografica eseguita

Start recording: 18/05/10 10:30:57      End recording: 18/05/10 10:50:58  
Channel labels: NORTH SOUTH; EAST WEST ; UP DOWN  
GPS data not available  
Trace length: 0h20'00".      Analyzed 50% trace (manual window selection)  
Sampling frequency: 128 Hz  
Window size: 20 s  
Smoothing window: Triangular window  
Smoothing: 5%

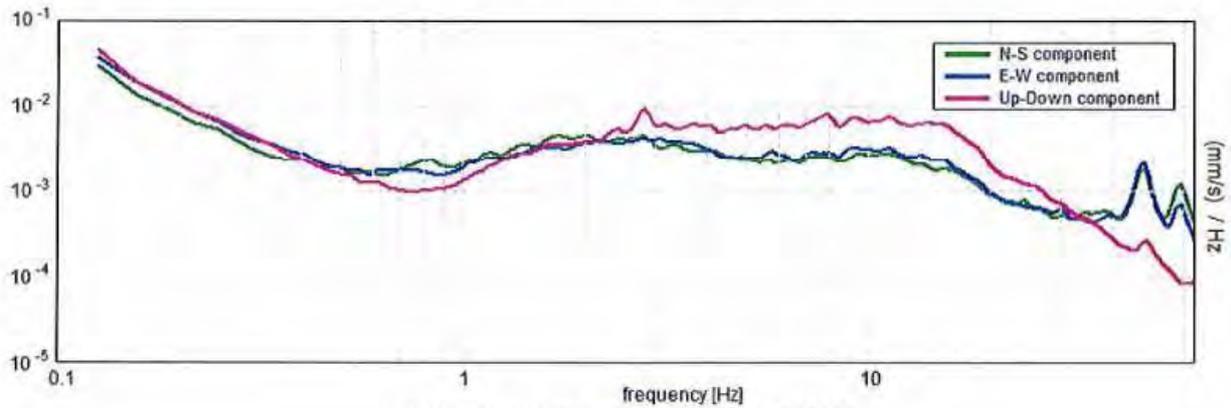
### HORIZONTAL TO VERTICAL SPECTRAL RATIO

Max. H/V at  $0.75 \pm 0.07$  Hz. (in the range 0.0 - 10.0 Hz).



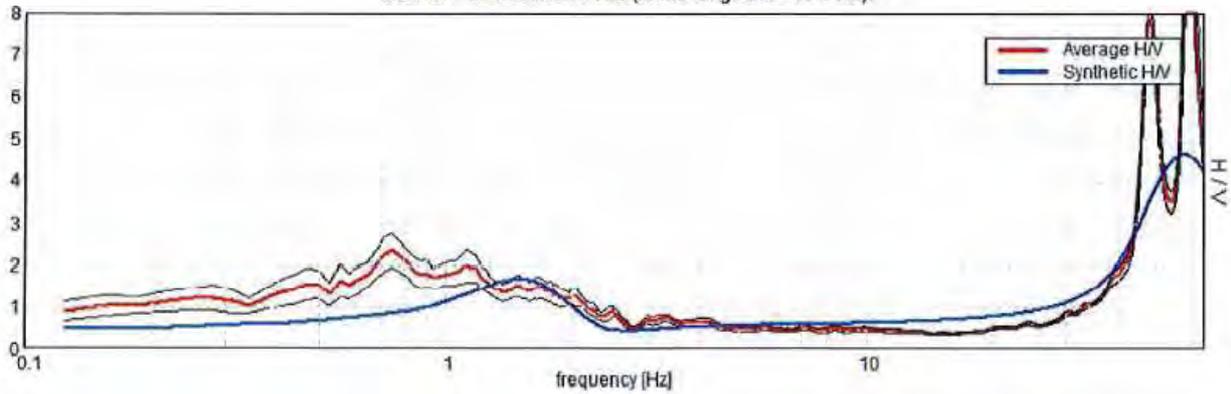


SINGLE COMPONENT SPECTRA



EXPERIMENTAL VS. SYNTHETIC H/V

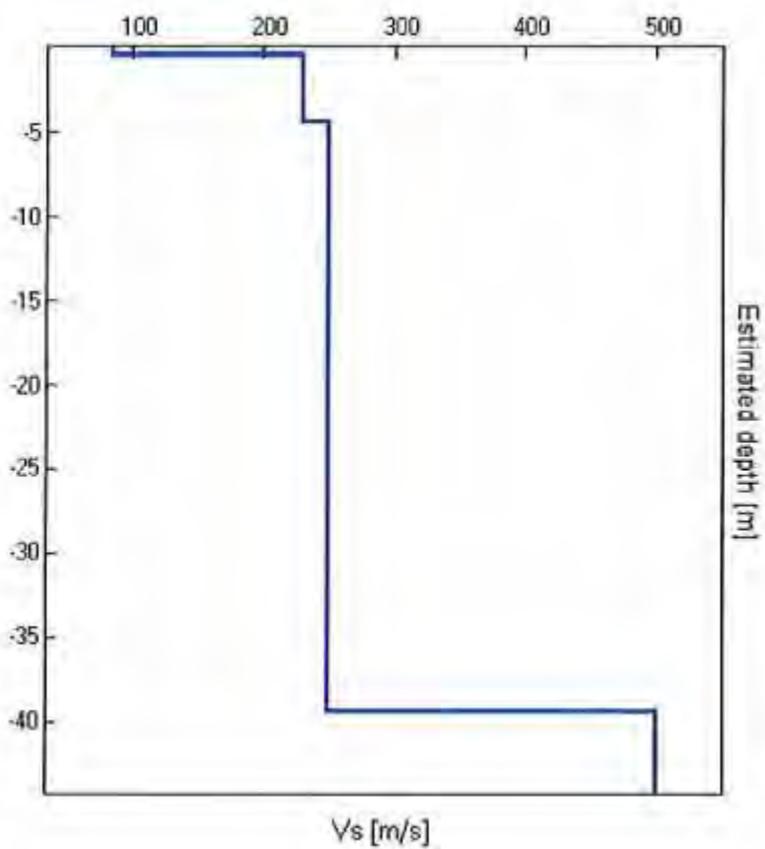
Max. H/V at 0.75 ± 0.07 Hz. (in the range 0.0 - 10.0 Hz).



Depth at the bottom of the layer [m]	Thickness [m]	Vs [m/s]
0.40	0.40	85
4.40	4.00	230
39.40	35.00	250
inf.	inf.	500

**Vs(0.0-30.0)=241m/s**

**RELAZIONE GEOLOGICO-GEOTECNICA E SISMICA**



Max. H/V at 0.75 ± 0.07 Hz. (in the range 0.0 - 10.0 Hz).					
Criteria for a reliable HVSR curve [All 3 should be fulfilled]					
$f_0 > 10 / L_w$		$0.75 > 0.50$		OK	
$n_c(f_0) > 200$		$450.0 > 200$		OK	
$\sigma_{A(f)} < 2$ for $0.5f_0 < f < 2f_0$ if $f_0 > 0.5\text{Hz}$		Exceeded 0 out of 37 times		OK	
$\sigma_{A(f)} < 3$ for $0.5f_0 < f < 2f_0$ if $f_0 < 0.5\text{Hz}$					
Criteria for a clear HVSR peak [At least 5 out of 6 should be fulfilled]					
Exists $f^-$ in $[f_0/4, f_0] \mid A_{HV}(f^-) < A_0 / 2$		0.344 Hz		OK	
Exists $f^+$ in $[f_0, 4f_0] \mid A_{HV}(f^+) < A_0 / 2$		2.125 Hz		OK	
$A_0 > 2$		$2.36 > 2$		OK	
$f_{\text{peak}} [A_{HV}(f) \pm \sigma_{A(f)}] = f_0 \pm 5\%$		$ 0.04485  < 0.05$		OK	
$\sigma_f < \sigma(f_0)$		$0.03364 < 0.1125$		OK	
$\sigma_{A(f_0)} < \sigma(f_0)$		$0.1954 < 2.0$		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				
$\sigma_f$	standard deviation of H/V peak frequency				
$\sigma(f_0)$	threshold value for the stability condition $\sigma_f < \sigma(f_0)$				
$A_0$	H/V peak amplitude at frequency $f_0$				
$A_{HV}(f)$	H/V curve amplitude at frequency $f$				
$f^-$	frequency between $f_0/4$ and $f_0$ for which $A_{HV}(f^-) < A_0/2$				
$f^+$	frequency between $f_0$ and $4f_0$ for which $A_{HV}(f^+) < A_0/2$				
$\sigma_{A(f)}$	standard deviation of $A_{HV}(f)$ . $\sigma_{A(f)}$ is the factor by which the mean $A_{HV}(f)$ curve should be multiplied or divided				
$\sigma_{\log HV}(f)$	standard deviation of $\log A_{HV}(f)$ curve				
$\sigma_{A(f_0)}$	threshold value for the stability condition $\sigma_{A(f)} < \sigma_{A(f_0)}$				
Threshold values for $\sigma_f$ and $\sigma_{A(f_0)}$					
Freq. range [Hz]	< 0.2	0.2 – 0.5	0.5 – 1.0	1.0 – 2.0	> 2.0
$\sigma(f_0)$ [Hz]	$0.25 f_0$	$0.2 f_0$	$0.15 f_0$	$0.10 f_0$	$0.05 f_0$
$\sigma(f_0)$ for $\sigma_{A(f_0)}$	3.0	2.5	2.0	1.78	1.58
Log $\sigma(f_0)$ for $\sigma_{\log HV}(f_0)$	0.48	0.40	0.30	0.25	0.20

Si sono assolte tutte le richieste del protocollo Sesame, la ricostruzione della curva sperimentale H/V su quella misurata appare corretta, si può quindi ritenere corretta la restituzione sopra riportata.

La frequenza caratteristica del suolo in esame, sopra indicata pari a 0,75 Hz circa, tale frequenza è sostanzialmente corretta, infatti riconduce a modalità vibratorie locali (a modificazioni del segnale sismico) di profondità congrua ad una interazione con le strutture da realizzarsi sull'area in esame.

## 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

## RELAZIONE GEOLOGICO-GEOTECNICA E SISMICA

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. (si rende necessario in fase progettuale procedere a tale verifica per i singoli casi con classe d'uso e vita nominale appropriate che necessariamente devono essere fornite dal progettista)**

L'accelerazione massima al suolo sarà uguale a :

$a_{max} = S \cdot a_g = 0.178 \text{ g}$

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

$a_g$  = accelerazione al suolo = 0,119 g

$F_o$  = fattore di amplificazione spettrale massima = 2.591 (Tr 475 anni)

$T_c$  = 0.280 s (Tr 475 anni)

**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- nonché 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](http://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.*

**INTRO**

**FASE 1**

**FASE 2**

**FASE 3**

## FASE 1. INDIVIDUAZIONE DELLA PERICOLOSITÀ DEL SITO

Ricerca per coordinate

LONGITUDINE

LATITUDINE

---

Ricerca per comune

REGIONE

PROVINCIA

COMUNE

---

**Elaborazioni grafiche**

Grafici spettri di risposta

Variabilità dei parametri

---

**Elaborazioni numeriche**

Tabella parametri

Reticolo di riferimento

**Nodi del reticolo intorno al sito**

**Controllo sul reticolo**

- Sito esterno al reticolo
- Interpolazione su 3 nodi
- Interpolazione corretta

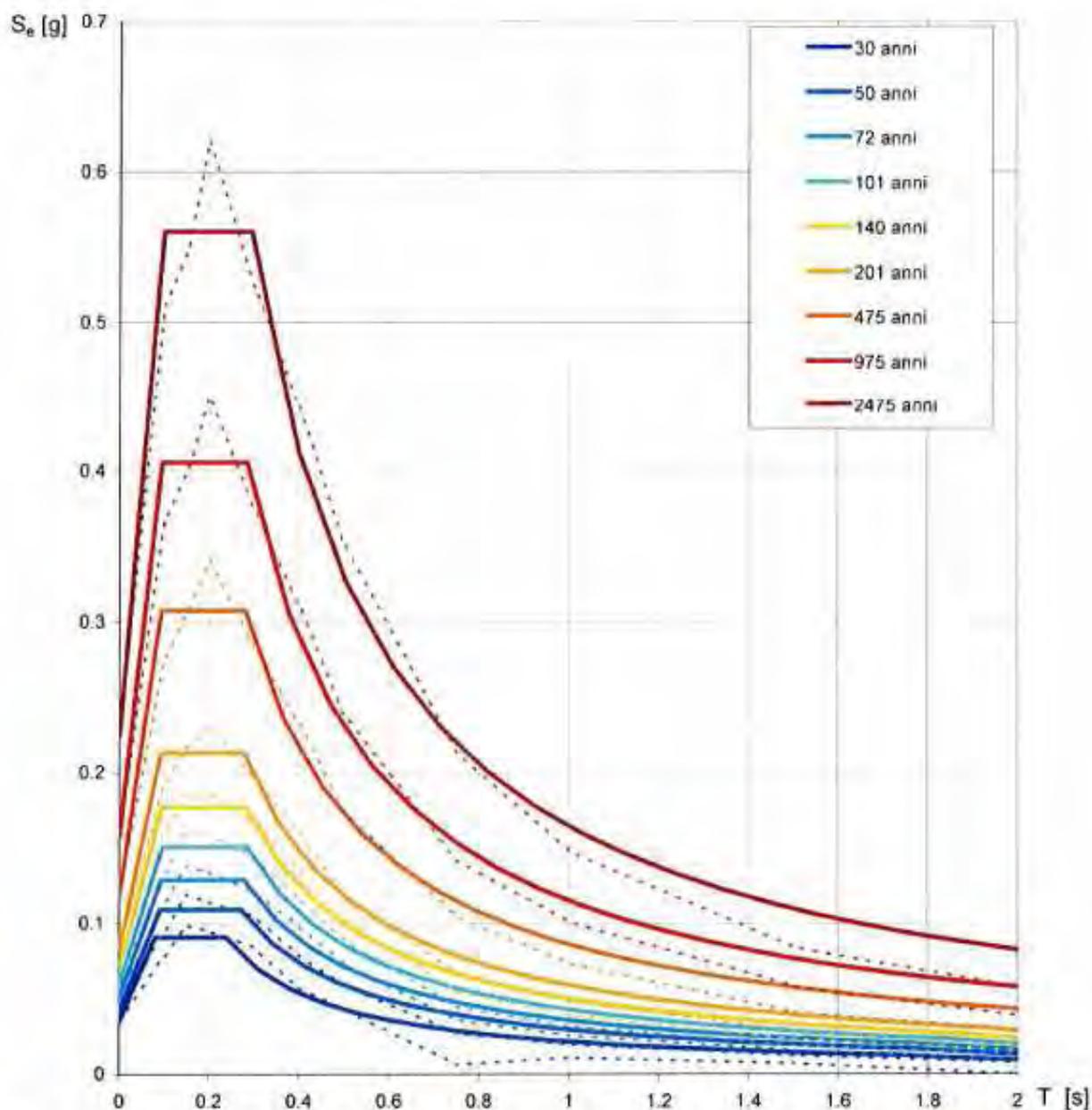
**Interpolazione**

---

INTRO
FASE 1
FASE 2
FASE 3

## RELAZIONE GEOLOGICO-GEOTECNICA E SISMICA

Elaborazioni effettuate con "Spettri NTC ver.1.0.2"

**Spettri di risposta elastici per i periodi di ritorno  $T_R$  di riferimento****NOTA:**

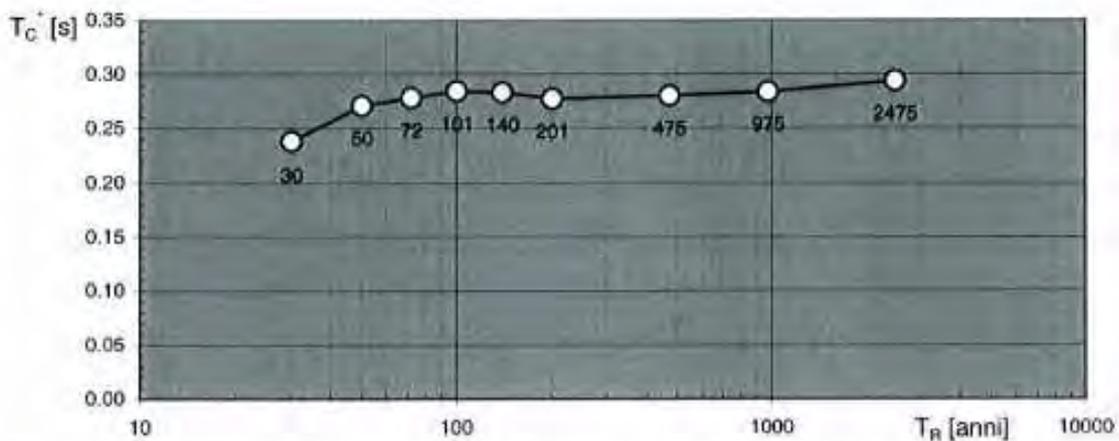
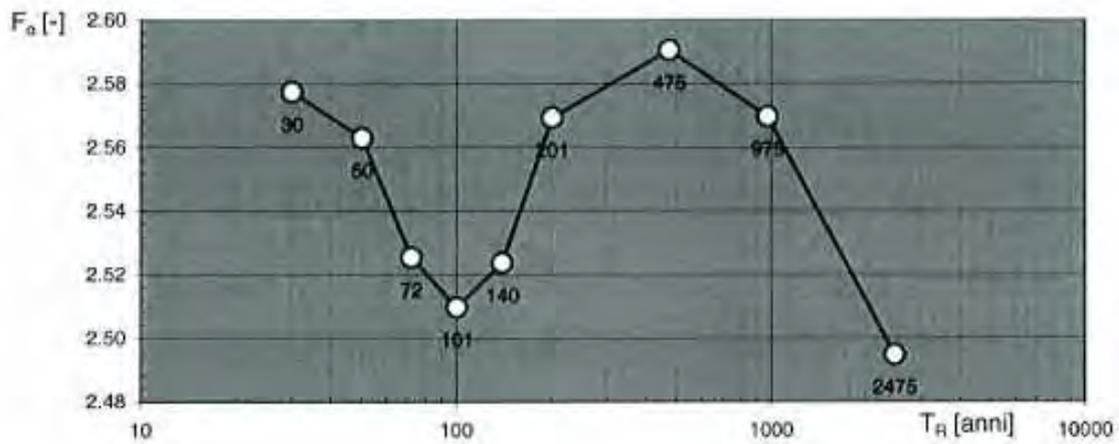
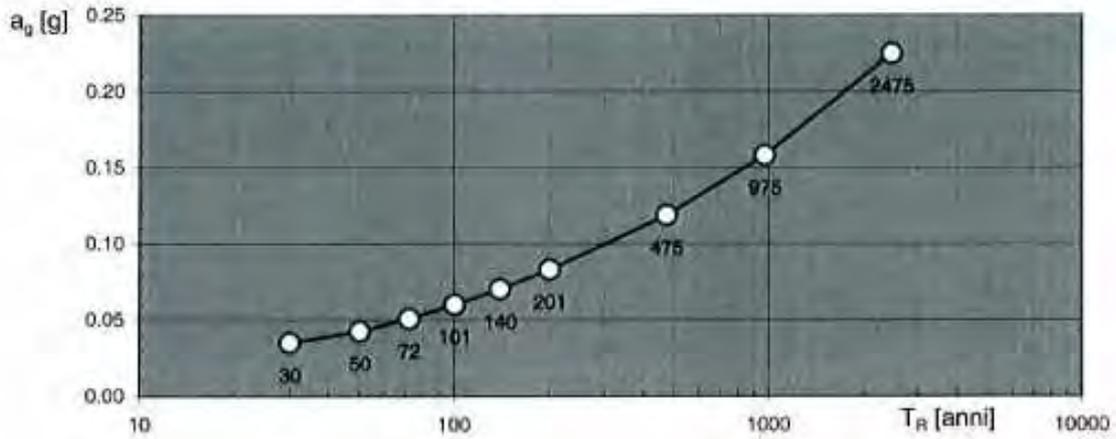
Con linea continua si rappresentano gli spettri di Normativa, con linea tratteggiata gli spettri del progetto S1-INGV da cui sono derivati.

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.

RELAZIONE GEOLOGICO-GEOTECNICA E SISMICA

Elaborazioni effettuate con "Spettri NTC ver. 1.0.2"

Valori dei parametri  $a_g$ ,  $F_a$ ,  $T_C^*$ : 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.

Elaborazioni effettuate con "Spettri NTC ver. 1.0.2"

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

$a_g$	$F_o$	$T_C$
	2.577	0.238
0.043	2.563	0.271
0.051	2.525	0.278
0.060	2.510	0.284
0.070	2.524	0.283
0.083	2.569	0.277
0.119	2.591	0.280
0.158	2.570	0.283
0.225	2.495	0.293

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) -  $V_N$   Info

Coefficiente d'uso della costruzione -  $c_u$   Info

Valori di progetto

Periodo di riferimento per la costruzione (in anni) -  $V_R$   Info

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

Stati limite di esercizio - SLE {

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

Stati limite ultimi - SLU {

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

Elaborazioni

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

LEGENDA GRAFICO

- - Strategia per costruzioni ordinarie
- - Strategia scelta

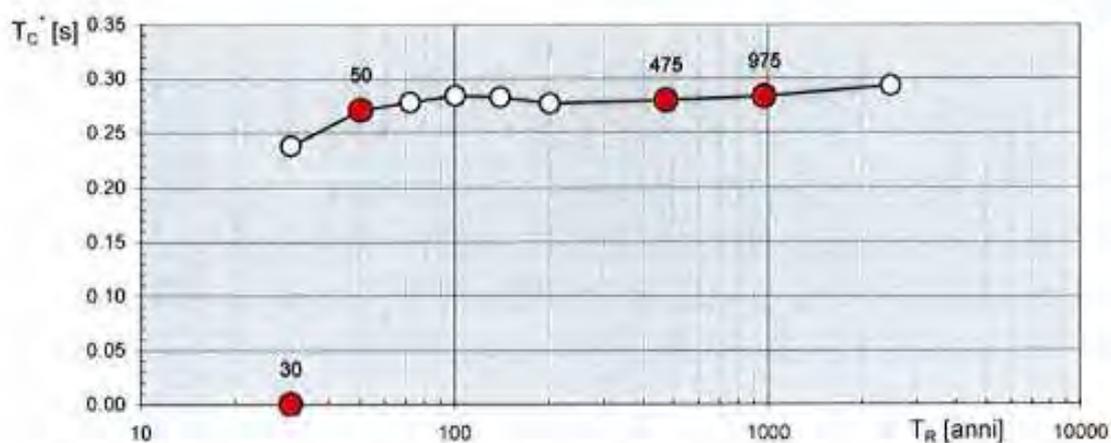
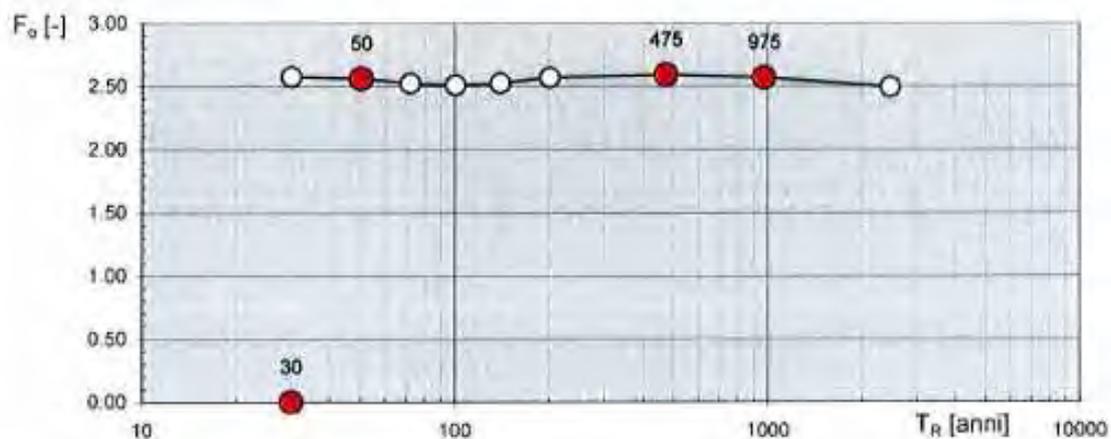
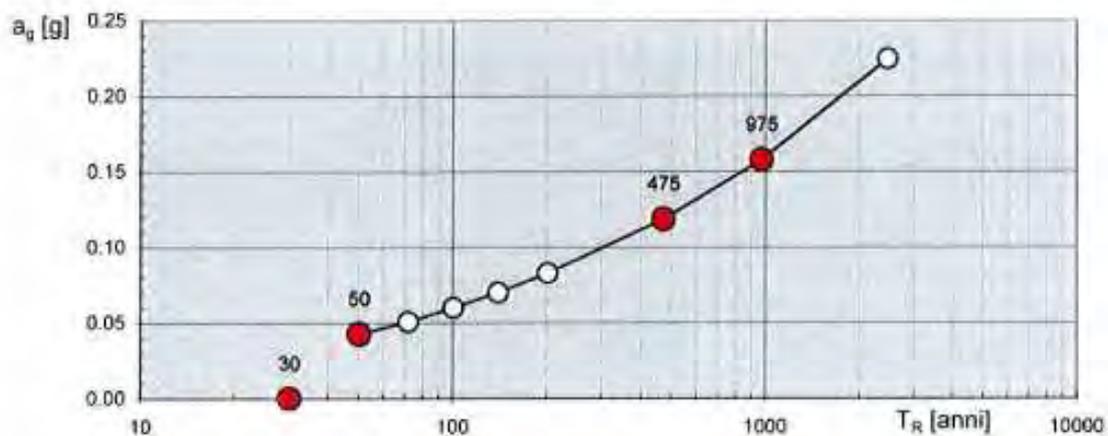
Strategia di progettazione

INTRO
FASE 1
FASE 2
FASE 3

**RELAZIONE GEOLOGICO-GEOTECNICA E SISMICA**

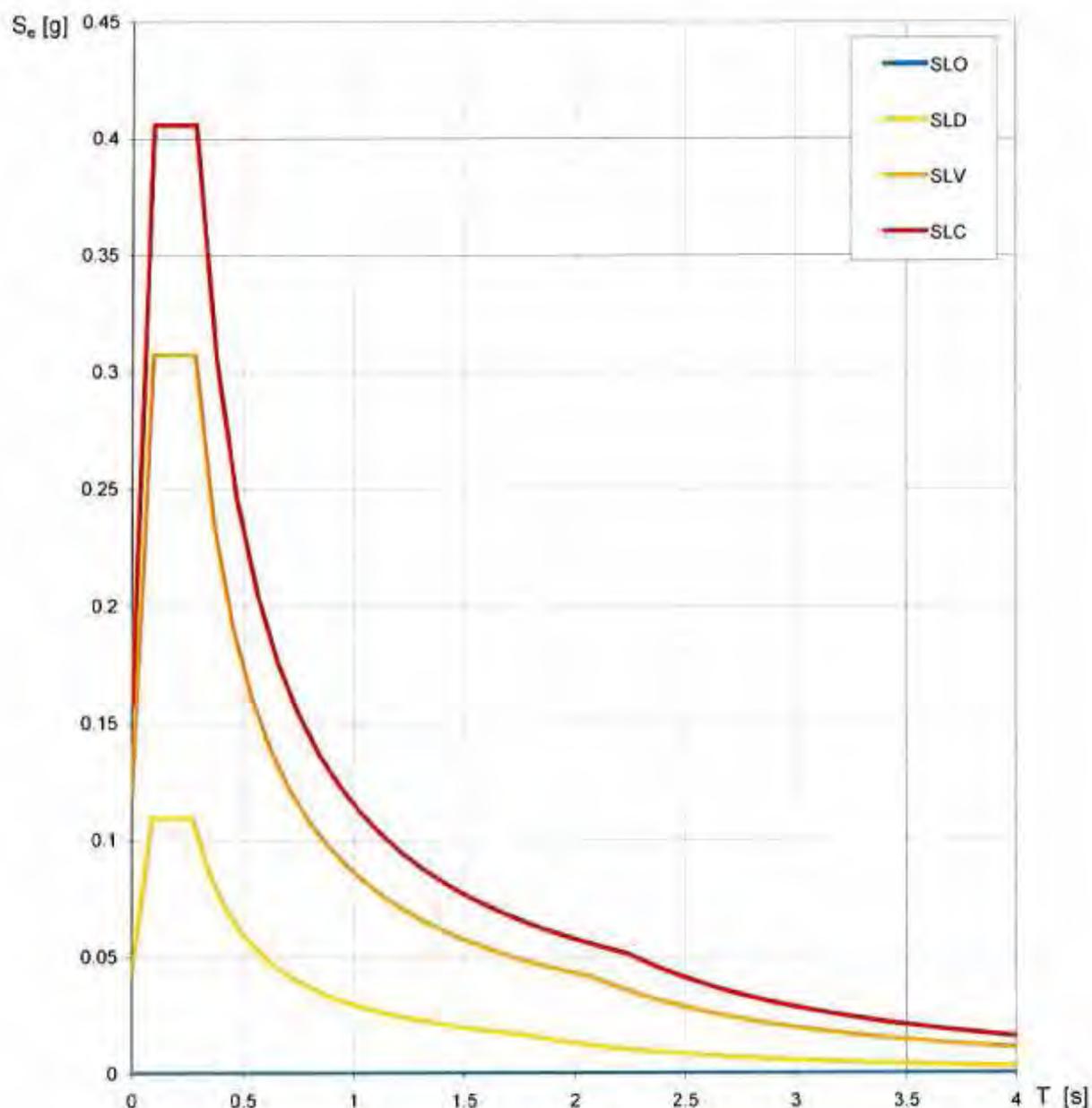
Elaborazioni effettuate con "Spettri NTC ver.1.0.2"

**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.

Elaborazioni effettuate con "Spettri NTC ver.1.0.2"

**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.

**RELAZIONE GEOLOGICO-GEOTECNICA E SISMICA**

Elaborazioni effettuate con "Spettri NTC ver. 1.0.2"

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

SLATO (%)	$T_R$ (anni)	$a_g$ (m/s <sup>2</sup> )	$F_D$ (m/s <sup>2</sup> )	$T_C$ (m)
0	30	0.000	#DIV/0!	#DIV/0!
0	50	0.043	2.562	0.271
V	475	0.119	2.591	0.280
ELC	975	0.158	2.570	0.283

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       $S_B =$  1.500       $C_C =$  1.599 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  $\xi$  (%): 5       $\eta =$  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       $\eta =$  0.667 info

**Elaborazioni**

Grafici spettri di risposta →

Parametri e punti spettri di risposta →

**Spettri di risposta**

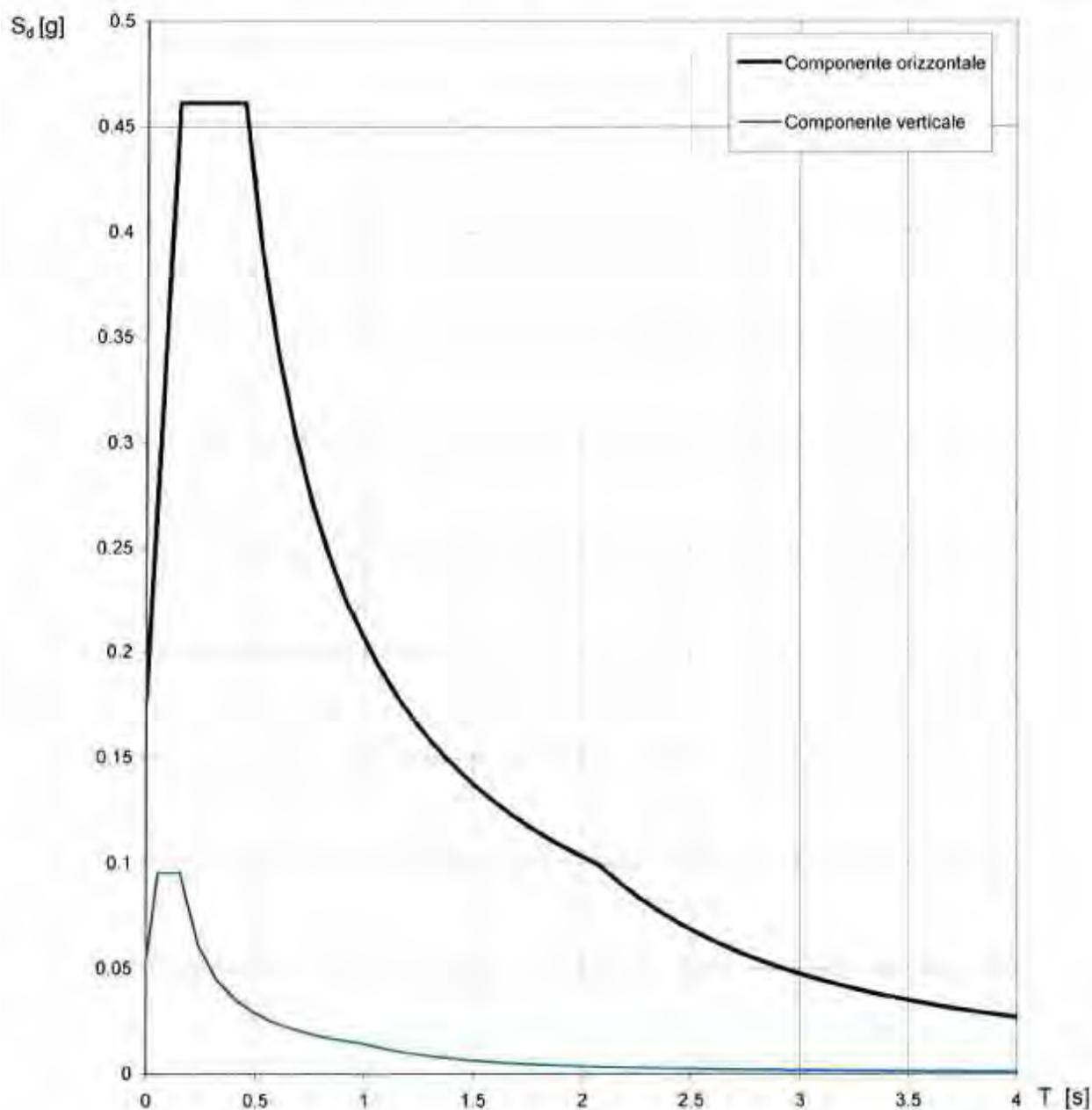
— Spettro di progetto - componente orizzontale  
— Spettro di progetto - componente verticale  
— Spettro elastico di riferimento (Cat. A-T1,  $\xi = 5\%$ )

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

INTRO
FASE 1
FASE 2
FASE 3

**RELAZIONE GEOLOGICO-GEOTECNICA E SISMICA**

Elaborazioni effettuate con "Spettri NTC ver.1.0.2"

**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.

**RELAZIONE GEOLOGICO-GEOTECNICA E SISMICA**

Elaborazioni effettuate con "Spettri NTC ver.1.0.2"

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

**Parametri indipendenti**

	SLV
	0.119 g
	2.591
	0.280 s
	1.500
	1.599
	1.000
	1.000

**Parametri dipendenti**

	1.500
	1.000
	0.149 s
	0.447 s
	2.075 s

**Espressioni dei parametri dipendenti**

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

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

$$T_D = T_c / \lambda \quad (\text{NTC-07 Eq. 3.2.8})$$

$$T_V = C_{v1} \cdot T_c' \quad (\text{NTC-07 Eq. 3.2.7})$$

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

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

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

$$T_D \leq T < T_c \quad S_e(T) = a_s \cdot S \cdot \eta \cdot E_s$$

$$T_c \leq T < T_D \quad S_e(T) = a_s \cdot S \cdot \eta \cdot E_s \cdot \left( \frac{T_c}{T} \right)$$

$$T_D \leq T \quad S_e(T) = a_s \cdot S \cdot \eta \cdot E_s \cdot \left( \frac{T_c \cdot T_D}{T^2} \right)$$

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  $\eta$  con  $1/q$ , dove  $q$  è il fattore di struttura. (NTC-08 § 3.2.3.5)

**Punti dello spettro di risposta**

	0.000	0.178
$T_D$ ←	0.149	0.461
$T_c$ ←	0.447	0.461
	0.525	0.393
	0.602	0.343
	0.680	0.303
	0.757	0.272
	0.835	0.247
	0.912	0.226
	0.990	0.208
	1.067	0.193
	1.145	0.180
	1.222	0.169
	1.300	0.159
	1.377	0.150
	1.455	0.142
	1.532	0.135
	1.610	0.128
	1.687	0.122
	1.765	0.117
	1.842	0.112
	1.920	0.107
	1.997	0.103
$T_D$ ←	2.075	0.099
	2.166	0.091
	2.258	0.084
	2.350	0.078
	2.441	0.072
	2.533	0.067
	2.625	0.062
	2.717	0.058
	2.808	0.054
	2.900	0.051
	2.992	0.048
	3.083	0.045
	3.175	0.042
	3.267	0.040
	3.358	0.038
	3.450	0.036
	3.542	0.034
	3.633	0.032
	3.725	0.031
	3.817	0.029
	3.908	0.028
	4.000	0.027

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.

**RELAZIONE GEOLOGICO-GEOTECNICA E SISMICA**

Elaborazioni effettuate con "Spettri NTC ver.1.0.2"

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

**Parametri indipendenti**

	SLV
	0.055 g
	1.000
	1.000
	1.500
	0.050 s
	0.150 s
	1.000 s

**Parametri dipendenti**

	1.205
	1.000
	0.667

**Punti dello spettro di risposta**

	0.000	0.055
T <sub>a</sub> ←	0.050	0.095
T <sub>c</sub> ←	0.150	0.095
	0.235	0.061
	0.320	0.045
	0.405	0.035
	0.490	0.029
	0.575	0.025
	0.660	0.022
	0.745	0.019
	0.830	0.017
	0.915	0.016
T <sub>g</sub> ←	1.000	0.014
	1.094	0.012
	1.188	0.010
	1.281	0.009
	1.375	0.008
	1.469	0.007
	1.563	0.006
	1.656	0.005
	1.750	0.005
	1.844	0.004
	1.938	0.004
	2.031	0.003
	2.125	0.003
	2.219	0.003
	2.313	0.003
	2.406	0.002
	2.500	0.002
	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	0.001
	3.250	0.001
	3.344	0.001
	3.438	0.001
	3.531	0.001
	3.625	0.001
	3.719	0.001
	3.813	0.001
	3.908	0.001
	4.000	0.001

**Espressioni dei parametri dipendenti**

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

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

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

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

$$0 \leq T < T_B \quad S_c(T) = a_f \cdot S \cdot \eta \cdot F_L \cdot \left[ \frac{T}{T_0} + \frac{1}{\eta \cdot F_v} \left( 1 - \frac{T}{T_B} \right) \right]$$

$$T_B \leq T < T_C \quad S_c(T) = a_f \cdot S \cdot \eta \cdot F_L$$

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

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

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.

## Integrazione indagine con prova penetrometrica CPTU

La prova penetrometrica CPTU è stata eseguita ai margini del piazzale centrale dell'area oggetto di intervento, l'unico punto dove si è reso possibile l'ancoraggio del penetrometro senza dovere fare sbancamenti della massicciata esistente con inevitabili problematiche alla funzionalità del parcheggio.

Tale penetrometria, che si è resa necessaria per intensificare la precedente indagine geognostica al fine di permettere una ricostruzione stratigrafica più dettagliata, ha sostanzialmente confermato il modello geolitologico descritto nella precedente relazione geologica .

Anche questa integrazione di indagine evidenzia, per i primi 10-11 metri di profondità, un primo livello costituito da un'alternanza di limi, limi sabbiosi e argille limose compressibili a bassi valori di capacità portante con una piccola lente sabbiosa limosa poco significativa fra mt. 3 e 4.

Questo primo livello è caratterizzato nel complesso dalla presenza di frequenti lenti sabbiose limose non sempre correlabili fra loro in senso orizzontale.

Oltre tale profondità fino alla quota di mt. 26 dal piano campagna prevale la presenza di litotipi coesivi costituiti da argille e limi argillosi compressibili a modesti valori di caratteristiche geomeccaniche.

In profondità (da mt. 26.0 ) si registra la presenza di un livello sabbioso mediamente addensate.

## Suscettibilità alla liquefazione degli orizzonti saturi granulari rilevati

Il fenomeno della liquefazione determina una diminuzione della resistenza al taglio e/o della rigidità, nei litotipi granulari, causata dall'aumento di pressione interstiziale in un terreno saturo non coesivo durante lo scuotimento sismico e tale da generare deformazioni permanenti significative o persino l'annullamento degli sforzi efficaci nel terreno. Le Norme Tecniche annesse alla vigente Normativa Sismica (l'Ordinanza 3274, 3316 e ss., già più volte citate) impongono detta verifica quando "la falda freatica si trovi in prossimità della superficie (p.c.) ed il terreno di fondazione comprenda strati estesi o lenti spesse di sabbie sciolte sotto falda, anche se contenenti una frazione fine limo-argillosa", "Nel caso di edifici con fondazioni superficiali tale verifica può essere omessa per litotipi suscettibili che si trovino a profondità maggiore di 15 m dal p.c." "Tale verifica si può altresì omettere nel caso  $S_{a_0} < 0,15 g$  e contemporaneamente il litotipo potenzialmente liquefacibile soddisfi almeno una delle seguenti condizioni:" - contenuto d'argilla > 20% con IP (Indice Plastico) >10; - contenuto di limo >35% e  $N_{spt} > 20$ ; - frazione fine trascurabile e  $N_{spt} > 25$ , (dove IP = Indice Plastico,  $N_{spt}$  = Resistenza Penetrometrica normalizzata alla prova  $N_{spt}$  in foro). La normativa impone che quando nessuna delle precedenti condizioni risulti soddisfatta si debba procedere alla verifica mediante i metodi generalmente accettati dalla Ingegneria Geotecnica.

Da quanto riscontrato dalla precedente indagine emerge nei primi 10-11 metri di profondità la presenza di lenti sabbiose limose a volte immerse in falda non sempre correlabili fra loro in senso orizzontale, condizione questa che aveva già suggerito la verifica alla liquefazione anche se si tratta di sabbie con percentuali elevate di limi argillosi.

Nella precedente verifica eseguita con il metodo di SEED & IDRISS (1982) si era esclusa la possibilità di liquefazione.

**RELAZIONE GEOLOGICO-GEOTECNICA E SISMICA**

Un'ulteriore verifica è stata fatta in questa fase a seguito della prova CPTU che registra la presenza di un livelletto sabbioso limoso (in realtà poco significativo) fra metri 3 e 4 di profondità. (vedi CPTU in Allegato)

La verifica 6 è stata eseguita utilizzando il Metodo Semplificato di Robertson & Wride (1997), specificamente elaborato per penetrometrie statiche, previa determinazione di un valore di riferimento della Magnitudo M, per il terremoto di progetto. Di tale metodo di calcolo occorre ricordare che, al contrario della maggior parte dei metodi empirici, quelli semplificati richiedono che venga definito un sisma di progetto, attraverso l'introduzione dell'accelerazione sismica orizzontale massima in superficie e della magnitudo di riferimento. Tutti i metodi semplificati permettono di esprimere la suscettibilità alla liquefazione del deposito attraverso un coefficiente di sicurezza, dato dal rapporto fra la resistenza al taglio mobilitabile nello strato (R) e lo sforzo tagliante indotto dal sisma (T).

Cioè in pratica si avrà:

$$F_s = \frac{R}{T}$$

**Un deposito dovrà essere considerato suscettibile di liquefazione, se il coefficiente di sicurezza  $F_s$  sarà minore di 1,00.**

R è funzione delle caratteristiche meccaniche dello strato, principalmente del suo stato di addensamento, e può essere ricavato direttamente attraverso correlazioni con i risultati di prove penetrometriche, statiche.

La grandezza T dipende invece dai parametri del sisma di progetto (accelerazione sismica e magnitudo di progetto) e viene ricavata attraverso la relazione:

$$T = 0.65 \frac{a_{max}}{g} \frac{\sigma_{v0}}{\sigma'_{v0}} r_d MSF$$

dove:

- $a_{max}$  = accelerazione sismica massima
- G = accelerazione di gravità = 980,7 cm/s<sup>2</sup>
- $\sigma_{v0}$  = pressione verticale totale alla profondità z dal p.c.
- $\sigma'_{v0}$  = pressione verticale efficace alla profondità z dal p.c.
- $r_d$  = coefficiente funzione della profondità dal p.c., valutabile secondo il seguente schema:  
 $r_d = 1 - 0,00765z$  per  $z \leq 9,15$  m  
 $r_d = 1,174 - 0,0267z$  per  $9,15 < z \leq 23$  m  
 $r_d = 0,774 - 0,008z$  per  $23 < z \leq 30$  m  
 $r_d = 0,5$  per  $z > 30$  m
- MSF = coefficiente correttivo funzione della magnitudo del sisma, ricavabile con la relazione  $MSF = \left(\frac{M}{7,5}\right)^{-3,3}$  se  $M \leq 7,5$

o con la formula  $MSF = \frac{10^{7,24}}{M^{3,36}}$  se  $M > 7,5$

Il Calcolo della resistenza al taglio mobilitata (R), tramite il metodo di Robertson & Wride che permette di correlare la resistenza al taglio mobilitata nel terreno con i risultati delle prove penetrometriche statiche (C.P.T.) avviene secondo le due seguenti equazioni:

## RELAZIONE GEOLOGICO-GEOTECNICA E SISMICA

$$R = 0.883 \left[ \frac{(q_{c1n})_{cs}}{1000} \right] + 0.05 \text{ per } (q_{c1n})_{cs} < 50$$

$$R = 93 \left[ \frac{(q_{c1n})_{cs}}{1000} \right]^3 + 0.08 \text{ per } 50 \leq (q_{c1n})_{cs} < 160$$

La grandezza  $(q_{c1n})_{cs}$  rappresenta la resistenza alla punta normalizzata e corretta per tenere conto della percentuale di fine presente.

Il calcolo di  $(q_{c1n})_{cs}$  avviene attraverso i seguenti passaggi:

si calcola la resistenza alla punta e l'attrito laterale specifici normalizzati con le relazioni:

$$Q = \frac{q_c - \sigma_{v0}}{\sigma_{v0}'} \text{ e } F = 100 \frac{f_s}{q_c - \sigma_{v0}}$$

dove:

$q_c$  (kg/cm<sup>2</sup>) = resistenza alla punta determinata dalla prova C.P.T.

$f_s$  (kg/cm<sup>2</sup>) = attrito laterale specifico determinato dalla prova C.P.T.

$\sigma_{v0}$  (kg/cm<sup>2</sup>) = pressione verticale totale

$\sigma_{v0}'$  (kg/cm<sup>2</sup>) = pressione verticale efficace

Si calcola l'indice di tipo dello strato sabbioso con la formula:

$$I_c = \sqrt{(\log_{10} F + 1.22)^2 + (\log_{10} Q - 3.47)^2}$$

Si applica una correzione che tenga conto dell'approfondimento della prova:

$$q_{c1n} = C_Q q_c \text{ dove } C_Q = \left( \frac{1}{\sigma_{v0}'} \right)^n$$

L'esponente n viene valutato come segue:

se  $I_c > 2.6$  allora  $n = 1$ ;

se  $I_c \leq 2.6$  si calcola un primo valore di  $q_{c1n}$ , utilizzando  $n = 0.5$ ; quindi si ricalcola  $I_c$  con la relazione:

$$I_c = \sqrt{(\log_{10} F + 1.22)^2 + (\log_{10} q_{c1n} - 3.47)^2}$$

se il nuovo valore di  $I_c$  è ancora minore di 2,6 si conferma il valore  $n = 0.5$ , altrimenti si ricalcola  $q_{c1n}$ , utilizzando  $n = 0.75$ ;

se  $q_{c1n} > 2q_c$  si pone  $q_{c1n} = 2q_c$ .

Si introduce la correzione dovuta alla presenza di fine nel livello sabbioso:

$$(q_{c1n})_{cs} = K_c q_{c1n}$$

dove  $K_c$  è uguale a 1, se  $I_c \leq 1.64$ , ed è fornito dalla relazione:

$$K_c = -0.403 I_c^4 + 5.581 I_c^3 - 21.63 I_c^2 + 33.75 I_c - 17.88, \text{ in caso contrario.}$$

A questo punto occorre riportare alcune considerazioni circa la determinazione del terremoto di progetto, a partire dal valore di M utilizzato per il calcolo in esame. Per la presente verifica si adatterà il valore di 6,14, come indicato dalla Regione Emilia-Romagna per l'area in esame. Sulla scorta del Catalogo degli eventi sismici succedutisi in Italia dal 217 a.C. al 1992 d.C. Si potrà

**RELAZIONE GEOLOGICO-GEOTECNICA E SISMICA**

invece rilevare come per il Comune di Ferrara si siano in realtà registrati (o ricostruiti) eventi sismici di Magnitudo (Richter) massima pari a 5,58 e quindi ampiamente inferiore a 6,14. Si osservi infatti che la scala di M è logaritmica, il valore di 6,14 risulta quindi essere estremamente penalizzante per l'area in esame.

La verifica B è stata condotta sui dati della C.P.T.U. introducendo semplificazioni e penalizzazioni comunque a favore di sicurezza del calcolo.

Fra tali penalizzazioni, nella verifica si sono evidenziati come granulari solo gli orizzonti rappresentati da valori di  $Q_c > 34 \text{ Kg/cm}^2$  la falda è stata posta a profondità massimamente penalizzanti (2 m dal P.c.).

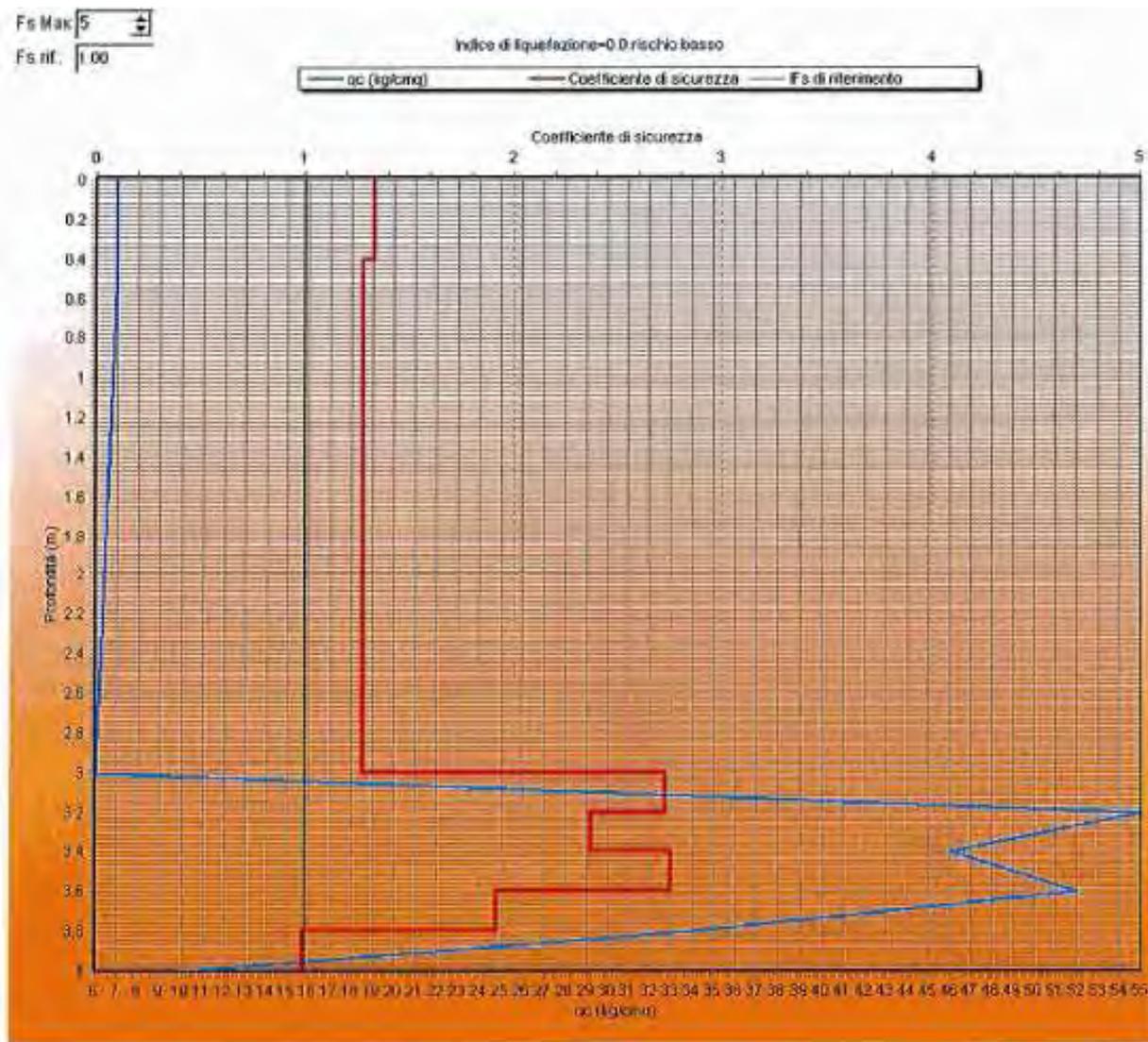
Di seguito si riportano la scheda ed il grafico di calcolo.

Committente:						
Località: Ferrara			Descrizione: verifica e			
Note:						Sigla:
<b>Stima del rischio di liquefazione con il metodo di Robertson e Wride (1997)</b>						
Profondità (m)	$q_s(\text{kg/cm}^2)$	$f_s(\text{kg/cm}^2)$	Gamma( $\gamma$ )	Storzo indotto dal sisma T(kg/cm)	Resistenza alla liquefazione R(kg/cm)	Coefficiente di sicurezza alla liquefazione $F_s$
0.4	7	0.6	1.9			
3	6	0.1	0.9			
3.2	55	0.15	0.9	0.118	0.166	2.73
3.4	46	0.55	0.9	0.124	0.152	2.37
3.6	52	0.75	0.9	0.13	0.185	2.75
3.8	34	0.62	0.9	0.135	0.134	1.92
4	10	0.25	0.9			

Profondità tetto falda(m): 2		Profondità base falda(m): 4	
Accelerazione sismica di progetto(g)= 0.18		Magnitudo di riferimento= 6.14	
Fattore di correzione della magnitudo MSF: 1.94		$F_s = MSF \times R / T$	

## RELAZIONE GEOLOGICO-GEOTECNICA E SISMICA



Nel grafico si evince molto bene come l'orizzonte sabbioso siano caratterizzate da valori di Fs ampiamente maggiori di 1,00.

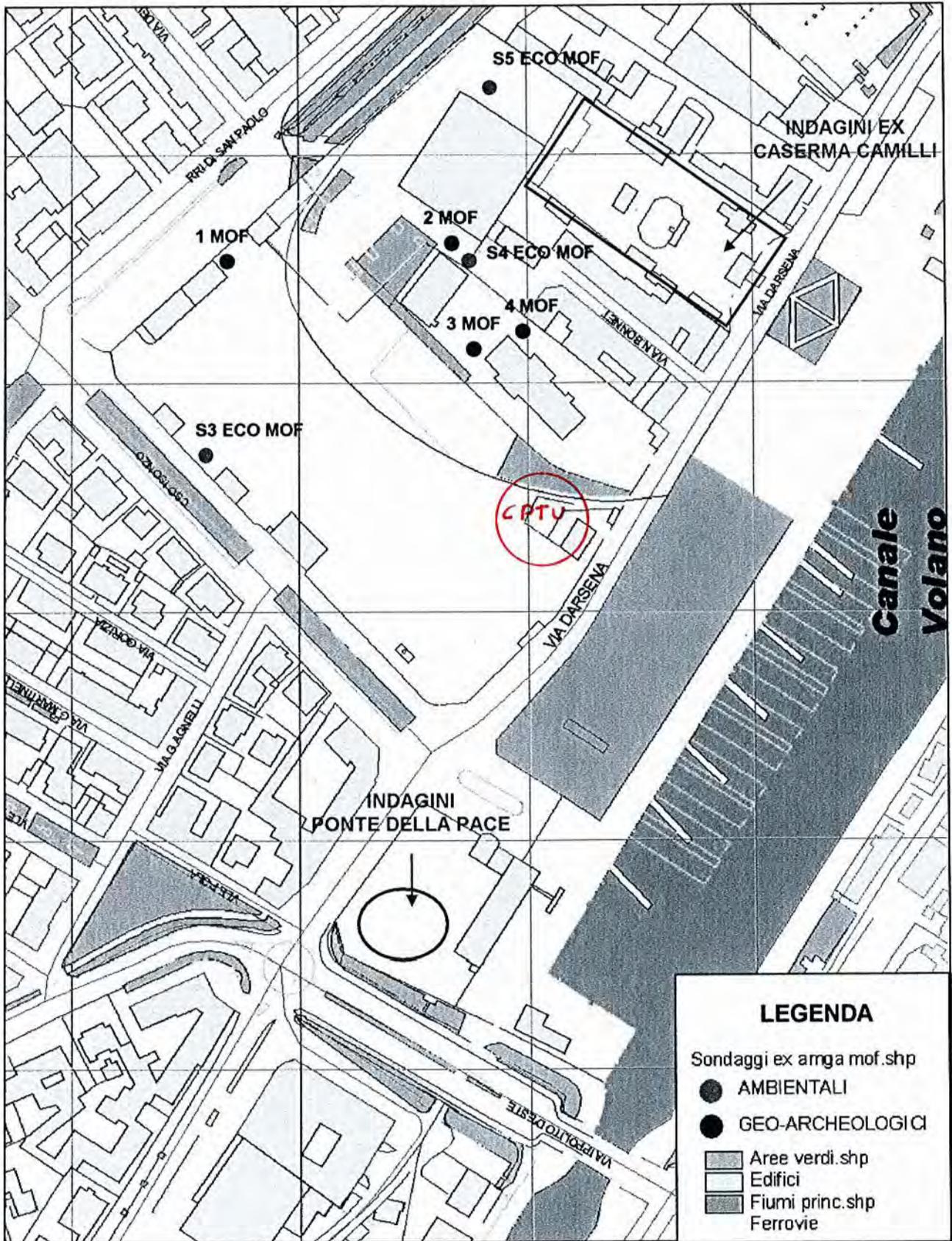
Si può quindi concludere che il fenomeno della liquefazione non interessa i terreni indagati, in ogni caso in fase progettuale a seguito di indagini mirate nel luogo esatto di costruzione (vedi prescrizioni N.T.C.) si ritiene opportuno procedere a ulteriore verifica

In conclusione con questa integrazione di indagine si conferma quanto esposto nella predente relazione geologica redatta dal sottoscritto (prot. 776-C/2009 del 27/01/09).

Dr. Geol. Antonio Mucchi



# **Prova CPTU integrativa**





**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

Laboratori 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

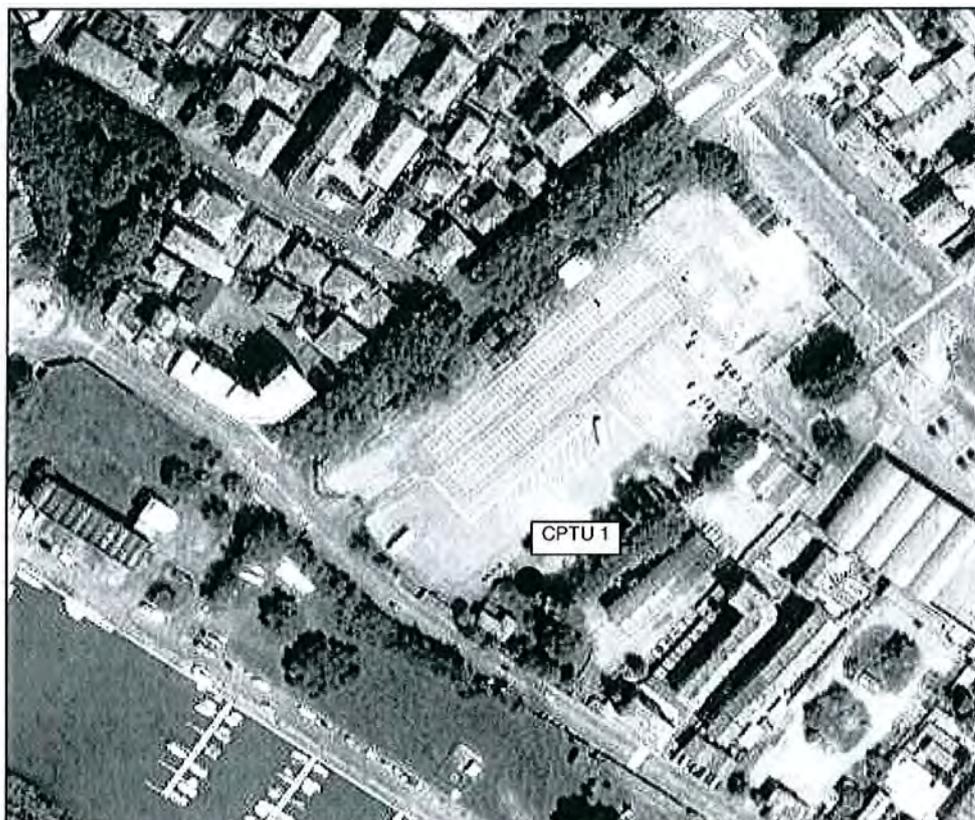
**COMMITTENTE** dott. Antonio Mucchi - Via Ascari 8 - 44019 Gualdo di Voghiera (FE)

**CANTIERE** Parcheggio ex MOF

CPT N°	CPTU 01	PROF. FALDA (m da p.c.)	1.75		
DATA	21/05/10	PREFORO (m da p.c.)		TIPO PUNTA	piezocono G1 - CPL2IN
COMMESSA	8415/10	C. SITO N°:	949/10 del 24/05/10		

## PLANIMETRIA

Località: Parcheggio ex MOF





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** dott. Antonio Mucchi - Via Ascari 8 - 44019 Gualdo di Voghiera (FE)

**CANTIERE** Parcheggio ex MOF

CPT N° CPTU 01 PROF. FALDA (m da p.c.) 1.75  
DATA 21/05/10 PREFORO (m da p.c.) 0.00 TIPO PUNTA piezocono G1 - CPL2IN  
COMMESSA 8415/10

Prof. (m) da	Prof. (m) a	Prof. media (m)	Pot. strato (m)	Litologia	q <sub>c</sub> media (kg/cm <sup>2</sup> )	γ (t/m <sup>3</sup> )	σ' <sub>vo</sub> (kg/cm <sup>2</sup> )	C <sub>u</sub> media (kg/cm <sup>2</sup> )	Φ' (1) (gradi)	Φ (2) (gradi)
0.00	0.12	0.06	0.12	sabbie	53.25907	1.3-1.8	0.02	-	>45	52
0.12	0.14	0.13	0.02	sabbie limose	36.6	1.3-1.8	0.03	-	>45	46
0.14	0.22	0.18	0.08	limi e limi sabbiosi	21.7	1.3-1.8	0.04	1.4	43	41
0.22	0.26	0.24	0.04	limi argillosi e argille limose	17.0	1.3-1.8	0.05	1.1	-	-
0.26	0.30	0.28	0.04	argille	14.0	0.7-1.3	0.05	0.9	-	-
0.30	0.48	0.39	0.18	torbe	9.9	0.7-1.3	0.08	0.7	-	-
0.48	0.60	0.54	0.12	argille	6.8	0.7-1.3	0.09	0.4	-	-
0.60	0.64	0.62	0.04	torbe	3.8	0.7-1.3	0.10	0.2	-	-
0.64	0.66	0.65	0.02	argille	3.1	0.7-1.3	0.10	0.2	-	-
0.66	0.70	0.68	0.04	torbe	2.3	0.7-1.3	0.10	0.1	-	-
0.70	0.90	0.80	0.20	argille	1.8	0.7-1.3	0.13	0.1	-	-
0.90	0.92	0.91	0.02	torbe	1.8	0.7-1.3	0.13	0.1	-	-
0.92	1.08	1.00	0.16	argille	2.6	0.7-1.3	0.15	0.2	-	-
1.08	1.24	1.16	0.16	torbe	1.9	0.7-1.3	0.17	0.1	-	-
1.24	1.34	1.29	0.10	argille	2.8	0.7-1.3	0.19	0.2	-	-
1.34	1.40	1.37	0.06	limi argillosi e argille limose	4.1	1.3-1.8	0.20	0.3	-	-
1.40	1.78	1.59	0.38	limi e limi sabbiosi	9.3	0.8-1.1	0.28	0.6	<32	27
1.78	1.80	1.79	0.02	sabbie limose	12.9	0.8-1.1	0.28	-	32	28
1.80	1.88	1.84	0.08	limi e limi sabbiosi	12.6	0.8-1.1	0.29	0.8	32	28
1.88	1.90	1.89	0.02	sabbie limose	13.2	0.8-1.1	0.29	-	32	28
1.90	2.28	2.09	0.38	limi e limi sabbiosi	9.9	0.8-1.1	0.35	0.6	<32	26
2.28	2.74	2.51	0.46	limi argillosi e argille limose	5.3	0.8-1.1	0.40	0.3	-	-
2.74	2.84	2.79	0.10	limi e limi sabbiosi	6.7	0.8-1.1	0.40	0.4	<32	22
2.84	2.90	2.87	0.06	limi argillosi e argille limose	7.3	0.8-1.1	0.40	0.4	-	-
2.90	3.02	2.96	0.12	argille	6.6	0.4-0.8	0.42	0.4	-	-
3.02	3.04	3.03	0.02	limi argillosi e argille limose	6.0	0.8-1.1	0.41	0.4	-	-
3.04	3.06	3.05	0.02	argille	5.4	0.4-0.8	0.41	0.3	-	-
3.06	3.14	3.10	0.08	limi argillosi e argille limose	5.6	0.8-1.1	0.43	0.3	-	-
3.14	3.22	3.18	0.08	limi e limi sabbiosi	12.0	0.8-1.1	0.44	0.8	<32	24
3.22	3.34	3.28	0.12	sabbie limose	26.1	0.8-1.1	0.45	-	32	29
3.34	3.42	3.38	0.08	sabbie	60.5	0.8-1.1	0.46	-	36	33
3.42	3.48	3.45	0.06	sabbie limose	50.6	0.8-1.1	0.46	-	35	32
3.48	3.52	3.50	0.04	limi e limi sabbiosi	42.2	0.8-1.1	0.47	2.8	34	31
3.52	3.56	3.54	0.04	sabbie limose	45.1	0.8-1.1	0.47	-	35	31
3.56	3.60	3.58	0.04	sabbie	64.0	0.8-1.1	0.48	-	36	33
3.60	3.64	3.62	0.04	sabbie limose	47.0	0.8-1.1	0.48	-	35	31
3.64	3.72	3.68	0.08	limi e limi sabbiosi	37.7	0.8-1.1	0.49	2.5	33	30
3.72	3.76	3.74	0.04	sabbie limose	42.7	0.8-1.1	0.49	-	34	31
3.76	3.88	3.82	0.12	limi e limi sabbiosi	22.7	0.8-1.1	0.51	1.5	<32	27
3.88	3.92	3.90	0.04	limi argillosi e argille limose	9.4	0.8-1.1	0.51	0.6	-	-
3.92	3.96	3.94	0.04	argille	6.2	0.4-0.8	0.52	0.4	-	-
3.96	4.00	3.98	0.04	limi argillosi e argille limose	6.4	0.8-1.1	0.52	0.4	-	-
4.00	4.04	4.02	0.04	sabbie	43.6	0.8-1.1	0.52	-	34	30
4.04	4.10	4.07	0.06	sabbie limose	28.1	0.8-1.1	0.53	-	<32	28
4.10	4.14	4.12	0.04	limi e limi sabbiosi	16.5	0.8-1.1	0.54	1.0	<32	25
4.14	4.18	4.16	0.04	limi argillosi e argille limose	10.5	0.8-1.1	0.54	0.6	-	-
4.18	4.24	4.21	0.06	argille	6.7	0.4-0.8	0.55	0.4	-	-
4.24	4.38	4.31	0.14	limi argillosi e argille limose	6.1	0.8-1.1	0.57	0.4	-	-
4.38	4.52	4.45	0.14	argille	4.5	0.4-0.8	0.58	0.2	-	-
4.52	4.66	4.59	0.14	limi argillosi e argille limose	4.5	0.8-1.1	0.59	0.2	-	-
4.66	4.70	4.68	0.04	argille	4.3	0.4-0.8	0.59	0.2	-	-
4.70	4.74	4.72	0.04	limi argillosi e argille limose	5.8	0.8-1.1	0.60	0.3	-	-
4.74	4.78	4.76	0.04	limi e limi sabbiosi	8.0	0.8-1.1	0.60	0.5	<32	20
4.78	4.88	4.83	0.10	limi argillosi e argille limose	5.8	0.8-1.1	0.61	0.3	-	-
4.88	4.92	4.90	0.04	limi e limi sabbiosi	6.2	0.8-1.1	0.62	0.4	<32	18



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. ILL.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** dott. Antonio Mucchi - Via Ascari 8 - 44019 Gualdo di Voghiera (FE)

**CANTIERE** Parcheggio ex MOF

CPT N° CPTU 01 PROF. Falda (m da p.c.) 1.75  
DATA 21/05/10 PREFORO (m da p.c.) 0.00 TIPO PUNTA piezocono G1 - CPL2IN  
COMMESSA 8415/10

Prof. (m) da a	Prof. media (m)	Pot. strato (m)	Litologia	q <sub>c</sub> media (kg/cm <sup>2</sup> )	γ (t/m <sup>3</sup> )	σ' <sub>vo</sub> (kg/cm <sup>2</sup> )	C <sub>u</sub> media (kg/cm <sup>2</sup> )	Φ' (1) (gradi)	Φ (2) (gradi)
4.92 - 5.00	4.96	0.08	limi argillosi e argille limose	5.0	0.8-1.1	0.63	0.3	-	-
5.00 - 5.02	5.01	0.02	argille	4.9	0.4-0.8	0.63	0.3	-	-
5.02 - 5.10	5.06	0.08	limi argillosi e argille limose	5.7	0.8-1.1	0.64	0.3	-	-
5.10 - 5.26	5.18	0.16	argille	5.1	0.4-0.8	0.65	0.3	-	-
5.26 - 5.56	5.41	0.30	limi argillosi e argille limose	5.6	0.8-1.1	0.69	0.3	-	-
5.56 - 5.60	5.58	0.04	limi e limi sabbiosi	6.5	0.8-1.1	0.69	0.4	<32	18
5.60 - 5.92	5.76	0.32	limi argillosi e argille limose	7.3	0.8-1.1	0.74	0.4	-	-
5.92 - 6.10	6.01	0.18	argille	7.7	0.4-0.8	0.74	0.4	-	-
6.10 - 6.28	6.19	0.18	limi argillosi e argille limose	6.4	0.8-1.1	0.76	0.3	-	-
6.28 - 6.36	6.32	0.08	limi e limi sabbiosi	6.4	0.8-1.1	0.77	0.3	<32	17
6.36 - 6.40	6.38	0.04	limi argillosi e argille limose	6.7	0.8-1.1	0.77	0.4	-	-
6.40 - 6.42	6.41	0.02	limi e limi sabbiosi	7.4	0.8-1.1	0.77	0.4	<32	18
6.42 - 6.70	6.56	0.28	limi argillosi e argille limose	7.4	0.8-1.1	0.82	0.4	-	-
6.70 - 6.82	6.76	0.12	argille	6.7	0.4-0.8	0.82	0.4	-	-
6.82 - 6.84	6.83	0.02	limi argillosi e argille limose	7.1	0.8-1.1	0.82	0.4	-	-
6.84 - 7.70	7.27	0.86	argille	7.3	0.4-0.8	0.93	0.4	-	-
7.70 - 7.72	7.71	0.02	limi argillosi e argille limose	8.1	0.8-1.1	0.89	0.4	-	-
7.72 - 7.90	7.81	0.18	argille	7.9	0.4-0.8	0.91	0.4	-	-
7.90 - 8.08	7.99	0.18	limi argillosi e argille limose	8.7	0.8-1.1	0.93	0.5	-	-
8.08 - 8.32	8.20	0.24	argille	8.6	0.4-0.8	0.95	0.5	-	-
8.32 - 8.58	8.45	0.26	limi argillosi e argille limose	10.6	0.8-1.1	0.98	0.6	-	-
8.58 - 8.74	8.66	0.16	argille	11.9	0.4-0.8	0.99	0.7	-	-
8.74 - 8.80	8.77	0.06	torbe	10.5	0.4-0.8	0.99	0.6	-	-
8.80 - 8.92	8.86	0.12	argille	10.3	0.4-0.8	1.00	0.6	-	-
8.92 - 9.06	8.99	0.14	torbe	6.5	0.4-0.8	1.02	0.3	-	-
9.06 - 9.20	9.13	0.14	argille	6.1	0.4-0.8	1.03	0.3	-	-
9.20 - 9.36	9.28	0.16	torbe	5.8	0.4-0.8	1.04	0.3	-	-
9.36 - 9.72	9.54	0.36	argille	5.6	0.4-0.8	1.08	0.3	-	-
9.72 - 9.92	9.82	0.20	limi argillosi e argille limose	7.2	0.8-1.1	1.10	0.4	-	-
9.92 - 10.08	10.00	0.16	limi e limi sabbiosi	15.0	0.8-1.1	1.11	0.9	<32	19
10.08 - 10.20	10.14	0.12	sabbie limose	20.0	0.8-1.1	1.12	-	<32	21
10.20 - 10.28	10.24	0.08	limi e limi sabbiosi	12.9	0.8-1.1	1.13	0.7	<32	18
10.28 - 10.34	10.31	0.06	limi argillosi e argille limose	9.3	0.8-1.1	1.14	0.5	-	-
10.34 - 10.40	10.37	0.06	argille	6.6	0.4-0.8	1.14	0.3	-	-
10.40 - 11.22	10.81	0.82	limi argillosi e argille limose	6.1	0.8-1.1	1.27	0.3	-	-
11.22 - 11.32	11.27	0.10	limi e limi sabbiosi	11.7	0.8-1.1	1.25	0.6	<32	17
11.32 - 11.36	11.34	0.04	limi argillosi e argille limose	12.5	0.8-1.1	1.25	0.7	-	-
11.36 - 11.38	11.37	0.02	argille	11.5	0.4-0.8	1.25	0.6	-	-
11.38 - 11.52	11.45	0.14	torbe	8.8	0.4-0.8	1.27	0.4	-	-
11.52 - 11.72	11.62	0.20	argille	9.5	0.4-0.8	1.29	0.5	-	-
11.72 - 11.80	11.76	0.08	torbe	8.6	0.4-0.8	1.29	0.4	-	-
11.80 - 11.84	11.82	0.04	argille	8.7	0.4-0.8	1.29	0.4	-	-
11.84 - 11.94	11.89	0.10	torbe	6.8	0.4-0.8	1.30	0.3	-	-
11.94 - 12.00	11.97	0.06	argille	5.9	0.4-0.8	1.30	0.2	-	-
12.00 - 12.12	12.06	0.12	limi argillosi e argille limose	6.2	0.8-1.1	1.32	0.3	-	-
12.12 - 12.24	12.18	0.12	limi e limi sabbiosi	7.4	0.8-1.1	1.33	0.3	<32	14
12.24 - 12.34	12.29	0.10	limi argillosi e argille limose	8.7	0.8-1.1	1.34	0.4	-	-
12.34 - 12.36	12.35	0.02	limi e limi sabbiosi	10.8	0.8-1.1	1.34	0.6	<32	16
12.36 - 13.14	12.75	0.78	limi argillosi e argille limose	9.4	0.8-1.1	1.46	0.5	-	-
13.14 - 13.22	13.18	0.08	argille	8.5	0.4-0.8	1.44	0.4	-	-
13.22 - 13.26	13.24	0.04	limi argillosi e argille limose	9.0	0.8-1.1	1.44	0.4	-	-
13.26 - 15.12	14.19	1.86	argille	9.1	0.4-0.8	1.68	0.4	-	-
15.12 - 15.32	15.22	0.20	limi argillosi e argille limose	12.6	0.8-1.1	1.62	0.6	-	-
15.32 - 15.36	15.34	0.04	argille	11.5	0.4-0.8	1.62	0.6	-	-
15.36 - 15.48	15.42	0.12	limi argillosi e argille limose	13.6	0.8-1.1	1.63	0.7	-	-



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

Labo/ai/prod/ut da Miniere/Infrastrutture e Trasporti/P.C.S./L.P.P./S.I.C./in base al D.P.R. n. 360/01 art. 59 c.c. 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** dott. Antonio Mucchi - Via Ascari 8 - 44019 Gualdo di Voghiera (FE)

**CANTIERE** Parcheggio ex MOF

CPT N° CPTU 01 PROF. FALDA (m da p.c.) 1.75  
DATA 21/05/10 PREFORO (m da p.c.) 0.00 TIPO PUNTA piezocono G1 - CPL2IN  
COMMESSA 8415/10

Prof. (m) da	Prof. (m) a	Prof. media (m)	Pot. strato (m)	Litologia	q <sub>c</sub> media (kg/cm <sup>2</sup> )	γ (t/m <sup>3</sup> )	σ' <sub>vo</sub> (kg/cm <sup>2</sup> )	C <sub>u</sub> media (kg/cm <sup>2</sup> )	Φ' (1) (gradi)	Φ (2) (gradi)
15.48	16.06	15.77	0.58	limi e limi sabbiosi	16.8	0.8-1.1	1.72	0.9	<32	17
16.06	16.20	16.13	0.14	sabbie limose	30.3	0.8-1.1	1.72	-	<32	21
16.20	16.52	16.36	0.32	limi e limi sabbiosi	22.2	0.8-1.1	1.76	1.3	<32	19
16.52	16.58	16.55	0.06	sabbie limose	29.9	0.8-1.1	1.75	-	<32	20
16.58	16.62	16.60	0.04	limi e limi sabbiosi	27.9	0.8-1.1	1.76	1.6	<32	20
16.62	16.76	16.69	0.14	sabbie limose	47.1	0.8-1.1	1.78	-	<32	23
16.76	16.86	16.81	0.10	sabbie	75.8	0.8-1.1	1.79	-	<32	25
16.86	16.90	16.88	0.04	sabbie limose	36.3	0.8-1.1	1.79	-	<32	21
16.90	17.00	16.95	0.10	sabbie	64.9	0.8-1.1	1.80	-	<32	25
17.00	17.02	17.01	0.02	sabbie limose	44.3	0.8-1.1	1.80	-	<32	22
17.02	17.06	17.04	0.04	limi e limi sabbiosi	30.8	0.8-1.1	1.81	1.8	<32	20
17.06	17.16	17.11	0.10	limi argillosi e argille limose	17.7	0.8-1.1	1.82	1.0	-	-
17.16	17.26	17.21	0.10	limi e limi sabbiosi	18.8	0.8-1.1	1.83	1.0	<32	18
17.26	17.36	17.31	0.10	limi argillosi e argille limose	18.5	0.8-1.1	1.84	1.0	-	-
17.36	17.64	17.50	0.28	argille	18.9	0.4-0.8	1.88	1.0	-	-
17.64	17.66	17.65	0.02	limi argillosi e argille limose	19.7	0.8-1.1	1.87	1.1	-	-
17.66	17.68	17.67	0.02	argille	19.5	0.4-0.8	1.87	1.1	-	-
17.68	17.80	17.74	0.12	limi argillosi e argille limose	19.1	0.8-1.1	1.89	1.0	-	-
17.80	17.82	17.81	0.02	limi e limi sabbiosi	20.9	0.8-1.1	1.88	1.2	<32	18
17.82	17.86	17.84	0.04	limi argillosi e argille limose	20.7	0.8-1.1	1.89	1.1	-	-
17.86	17.92	17.89	0.06	limi e limi sabbiosi	8.2	0.8-1.1	1.90	0.3	<32	13
17.92	17.96	17.94	0.04	limi argillosi e argille limose	20.7	0.8-1.1	1.90	1.1	-	-
17.96	18.04	18.00	0.08	limi e limi sabbiosi	30.0	0.8-1.1	1.91	1.8	<32	20
18.04	18.10	18.07	0.06	sabbie limose	47.9	0.8-1.1	1.92	-	<32	23
18.10	18.14	18.12	0.04	limi e limi sabbiosi	34.4	0.8-1.1	1.92	2.1	<32	21
18.14	18.20	18.17	0.06	limi argillosi e argille limose	22.3	0.8-1.1	1.93	1.3	-	-
18.20	18.30	18.25	0.10	limi e limi sabbiosi	32.5	0.8-1.1	1.94	1.9	<32	20
18.30	18.32	18.31	0.02	limi argillosi e argille limose	28.8	0.8-1.1	1.94	1.7	-	-
18.32	18.36	18.34	0.04	argille	24.4	0.4-0.8	1.94	1.4	-	-
18.36	18.38	18.37	0.02	limi argillosi e argille limose	26.8	0.8-1.1	1.94	1.5	-	-
18.38	18.40	18.39	0.02	limi e limi sabbiosi	37.5	0.8-1.1	1.95	2.3	<32	21
18.40	18.46	18.43	0.06	sabbie limose	63.6	0.8-1.1	1.96	-	<32	24
18.46	18.50	18.48	0.04	sabbie	72.0	0.8-1.1	1.96	-	<32	25
18.50	18.68	18.59	0.18	sabbie limose	63.0	0.8-1.1	1.99	-	<32	24
18.68	18.82	18.75	0.14	limi e limi sabbiosi	50.1	0.8-1.1	2.00	3.1	<32	23
18.82	19.08	18.95	0.26	sabbie limose	63.4	0.8-1.1	2.03	-	<32	24
19.08	19.12	19.10	0.04	limi e limi sabbiosi	44.1	0.8-1.1	2.03	2.7	<32	22
19.12	19.18	19.15	0.06	limi argillosi e argille limose	41.1	0.8-1.1	2.04	2.5	-	-
19.18	19.24	19.21	0.06	argille	30.6	0.4-0.8	2.04	1.8	-	-
19.24	19.32	19.28	0.08	limi argillosi e argille limose	25.1	0.8-1.1	2.05	1.4	-	-
19.32	19.34	19.33	0.02	limi e limi sabbiosi	34.9	0.8-1.1	2.05	2.1	<32	20
19.34	19.44	19.39	0.10	sabbie limose	50.7	0.8-1.1	2.06	-	<32	22
19.44	19.48	19.46	0.04	limi e limi sabbiosi	44.4	0.8-1.1	2.07	2.7	<32	22
19.48	19.60	19.54	0.12	limi argillosi e argille limose	27.8	0.8-1.1	2.08	1.6	-	-
19.60	19.70	19.65	0.10	torbe	14.0	0.4-0.8	2.09	0.7	-	-
19.70	19.72	19.71	0.02	argille	11.2	0.4-0.8	2.09	0.5	-	-
19.72	19.78	19.75	0.06	limi argillosi e argille limose	11.8	0.8-1.1	2.10	0.5	-	-
19.78	19.92	19.85	0.14	limi e limi sabbiosi	15.9	0.8-1.1	2.12	0.8	<32	16
19.92	19.98	19.95	0.06	limi argillosi e argille limose	15.6	0.8-1.1	2.12	0.8	-	-
19.98	20.04	20.01	0.06	limi e limi sabbiosi	13.0	0.8-1.1	2.13	0.6	<32	15
20.04	20.20	20.12	0.16	limi argillosi e argille limose	13.5	0.8-1.1	2.15	0.6	-	-
20.20	20.32	20.26	0.12	limi e limi sabbiosi	12.6	0.8-1.1	2.16	0.6	<32	14
20.32	20.34	20.33	0.02	limi argillosi e argille limose	12.5	0.8-1.1	2.16	0.6	-	-
20.34	20.38	20.36	0.04	limi e limi sabbiosi	13.0	0.8-1.1	2.16	0.6	<32	15
20.38	20.40	20.39	0.02	limi argillosi e argille limose	13.2	0.8-1.1	2.16	0.6	-	-



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. 348/99 Dec. n° 53362 del 05/05/2009

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

**COMMITTENTE** dott. Antonio Mucchi - Via Ascari 8 - 44019 Gualdo di Voghiera (FE)

**CANTIERE** Parcheggi ex MOF

CPT N° CPTU 01 PROF. FALDA (m da p.c.) 1.75  
DATA 21/05/10 PREFORO (m da p.c.) 0.00 TIPO PUNTA piezocono G1 - CPL2IN  
COMMESSA 8415/10

Prof. (m) da	Prof. (m) a	Prof. media (m)	Pot. strato (m)	Litologia	q <sub>c</sub> media (kg/cm <sup>2</sup> )	γ (t/m <sup>3</sup> )	σ <sub>vo</sub> (kg/cm <sup>2</sup> )	C <sub>u</sub> media (kg/cm <sup>2</sup> )	φ' (1) (gradi)	φ (2) (gradi)	
20.40	-	20.60	20.50	0.20	limi e limi sabbiosi	15.1	0.8-1.1	2.20	0.7	<32	15
20.60	-	20.64	20.62	0.04	limi argillosi e argille limose	15.8	0.8-1.1	2.19	0.8	-	-
20.64	-	20.70	20.67	0.06	argille	13.9	0.4-0.8	2.20	0.7	-	-
20.70	-	20.88	20.79	0.18	limi argillosi e argille limose	12.3	0.8-1.1	2.22	0.5	-	-
20.88	-	21.20	21.04	0.32	limi e limi sabbiosi	11.9	0.8-1.1	2.27	0.5	<32	14
21.20	-	21.34	21.27	0.14	limi argillosi e argille limose	10.9	0.8-1.1	2.27	0.4	-	-
21.34	-	21.60	21.47	0.26	limi e limi sabbiosi	10.9	0.8-1.1	2.31	0.4	<32	13
21.60	-	21.72	21.66	0.12	limi argillosi e argille limose	10.0	0.8-1.1	2.32	0.4	-	-
21.72	-	21.90	21.81	0.18	limi e limi sabbiosi	11.9	0.8-1.1	2.34	0.5	<32	14
21.90	-	21.94	21.92	0.04	limi argillosi e argille limose	11.8	0.8-1.1	2.34	0.5	-	-
21.94	-	21.98	21.96	0.04	argille	10.5	0.4-0.8	2.34	0.4	-	-
21.98	-	22.10	22.04	0.12	limi argillosi e argille limose	10.8	0.8-1.1	2.36	0.4	-	-
22.10	-	22.12	22.11	0.02	limi e limi sabbiosi	10.6	0.8-1.1	2.35	0.4	<32	13
22.12	-	22.16	22.14	0.04	limi argillosi e argille limose	10.4	0.8-1.1	2.36	0.4	-	-
22.16	-	23.04	22.60	0.88	limi e limi sabbiosi	12.1	0.8-1.1	2.50	0.5	<32	14
23.04	-	23.08	23.06	0.04	limi argillosi e argille limose	11.6	0.8-1.1	2.46	0.5	-	-
23.08	-	23.24	23.16	0.16	limi e limi sabbiosi	13.8	0.8-1.1	2.49	0.6	<32	14
23.24	-	23.30	23.27	0.06	limi argillosi e argille limose	13.5	0.8-1.1	2.49	0.6	-	-
23.30	-	23.38	23.34	0.08	argille	11.3	0.4-0.8	2.50	0.4	-	-
23.38	-	23.42	23.40	0.04	limi argillosi e argille limose	10.3	0.8-1.1	2.50	0.4	-	-
23.42	-	23.70	23.56	0.28	limi e limi sabbiosi	12.8	0.8-1.1	2.54	0.5	<32	14
23.70	-	24.34	24.02	0.64	limi argillosi e argille limose	14.1	0.8-1.1	2.63	0.6	-	-
24.34	-	24.62	24.48	0.28	limi e limi sabbiosi	15.7	0.8-1.1	2.64	0.7	<32	15
24.62	-	24.84	24.73	0.22	limi argillosi e argille limose	16.9	0.8-1.1	2.67	0.8	-	-
24.84	-	25.20	25.02	0.36	limi e limi sabbiosi	17.8	0.8-1.1	2.71	0.9	<32	15
25.20	-	25.32	25.26	0.12	limi argillosi e argille limose	17.2	0.8-1.1	2.72	0.8	-	-
25.32	-	25.34	25.33	0.02	argille	16.6	0.4-0.8	2.71	0.8	-	-
25.34	-	25.60	25.47	0.26	limi argillosi e argille limose	18.8	0.8-1.1	2.75	0.9	-	-
25.60	-	25.64	25.62	0.04	limi e limi sabbiosi	20.3	0.8-1.1	2.75	1.0	<32	16
25.64	-	25.86	25.75	0.22	limi argillosi e argille limose	18.0	0.8-1.1	2.78	0.9	-	-
25.86	-	26.16	26.01	0.30	limi e limi sabbiosi	16.9	0.8-1.1	2.82	0.8	<32	15
26.16	-	26.18	26.17	0.02	limi argillosi e argille limose	17.9	0.8-1.1	2.81	0.8	-	-
26.18	-	26.22	26.20	0.04	limi e limi sabbiosi	17.1	0.8-1.1	2.81	0.8	<32	15
26.22	-	26.24	26.23	0.02	limi argillosi e argille limose	16.0	0.8-1.1	2.81	0.7	-	-
26.24	-	26.40	26.32	0.16	limi e limi sabbiosi	18.0	0.8-1.1	2.84	0.8	<32	15
26.40	-	26.46	26.43	0.06	sabbie limose	27.9	0.8-1.1	2.84	-	<32	17
26.46	-	26.52	26.49	0.06	limi e limi sabbiosi	27.5	0.8-1.1	2.85	1.5	<32	17
26.52	-	26.54	26.53	0.02	limi argillosi e argille limose	19.5	0.8-1.1	2.85	0.9	-	-
26.54	-	26.60	26.57	0.06	limi e limi sabbiosi	25.6	0.8-1.1	2.86	1.4	<32	17
26.60	-	26.62	26.61	0.02	sabbie limose	34.4	0.8-1.1	2.86	-	<32	19
26.62	-	26.64	26.63	0.02	limi e limi sabbiosi	37.4	0.8-1.1	2.86	2.1	<32	19
26.64	-	26.72	26.68	0.08	sabbie limose	44.6	0.8-1.1	2.87	-	<32	20
26.72	-	26.74	26.73	0.02	limi e limi sabbiosi	46.5	0.8-1.1	2.87	2.7	<32	20
26.74	-	26.96	26.85	0.22	sabbie limose	68.7	0.8-1.1	2.90	-	<32	22
26.96	-	28.26	27.61	1.30	sabbie	100.0	0.8-1.1	3.10	-	<32	24
28.26	-	28.28	28.27	0.02	sabbie limose	42.7	0.8-1.1	3.04	-	<32	19
28.28	-	28.32	28.30	0.04	limi e limi sabbiosi	27.3	0.8-1.1	3.05	1.4	<32	17
28.32	-	28.34	28.33	0.02	limi argillosi e argille limose	21.2	0.8-1.1	3.05	1.0	-	-
28.34	-	28.42	28.38	0.08	argille	18.0	0.4-0.8	3.06	0.8	-	-
28.42	-	28.46	28.44	0.04	limi argillosi e argille limose	15.0	0.8-1.1	3.06	0.6	-	-
28.46	-	28.82	28.64	0.36	limi e limi sabbiosi	13.5	0.8-1.1	3.12	0.5	<32	13
28.82	-	28.90	28.86	0.08	sabbie limose	21.2	0.8-1.1	3.11	-	<32	15
28.90	-	28.92	28.91	0.02	limi e limi sabbiosi	24.7	0.8-1.1	3.11	1.3	<32	16
28.92	-	29.00	28.96	0.08	sabbie limose	33.4	0.8-1.1	3.12	-	<32	18
29.00	-	29.02	29.01	0.02	limi e limi sabbiosi	39.8	0.8-1.1	3.12	2.3	<32	19



**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 a.v. da Ministero Infrastrutture e Trasporti P.C.S. L.P.P. S.I.C. in base al D.P.R. n. 380/01 art. 59 circ. n. 349/99 Dec. n° 53362 del 06/05/2004

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

**COMMITTENTE** dott. Antonio Mucchi - Via Ascari 8 - 44019 Gualdo di Voghiera (FE)

**CANTIERE** Parcheggio ex MOF

CPT N° CPTU 01 PROF. FALDA (m da p.c.) 1.75  
DATA 21/05/10 PREFORO (m da p.c.) 0.00 TIPO PUNTA piezocono G1 - CPL2IN  
COMMESSA 8415/10

Prof. (m) da	a	Prof. media (m)	Pot. strato (m)	Litologia	q <sub>c</sub> media (kg/cm <sup>2</sup> )	γ (t/m <sup>3</sup> )	σ'vo (kg/cm <sup>2</sup> )	C <sub>u</sub> media (kg/cm <sup>2</sup> )	Φ' (1) (gradi)	Φ (2) (gradi)
29.02	- 29.16	29.09	0.14	sabbie limose	48.0	0.8-1.1	3.14	-	<32	20
29.16	- 29.48	29.32	0.32	sabbie	51.6	0.8-1.1	3.19	-	<32	20
29.48	- 29.62	29.55	0.14	sabbie limose	46.2	0.8-1.1	3.19	-	<32	20
29.62	- 29.76	29.69	0.14	sabbie	61.5	0.8-1.1	3.21	-	<32	21
29.76	- 29.82	29.79	0.06	sabbie limose	33.5	0.8-1.1	3.21	-	<32	18
29.82	- 29.86	29.84	0.04	limi e limi sabbiosi	32.8	0.8-1.1	3.22	1.8	<32	18
29.86	- 30.04	29.95	0.18	sabbie limose	43.0	0.8-1.1	3.24	-	<32	19



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 a.2. ex Ministero Infrastrutture e Trasporti P.C.S. LL.PP. S.I.C. in base a D.P.R. n. 360/01 art. 59 c.10, h. 349/99 Dec. n°53362 del 26/05/2005

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

**COMMITTENTE** dott. Antonio Mucchi - Via Ascari 8 - 44019 Gualdo di Voghiera (FE)

**CANTIERE** Parcheggio ex MOF

CPT N° CPTU 01 PROF. FALDA (m da p.c.) 1,75

DATA 21/05/10 PREFORO (m da p.c.) TIPO PUNTA piezocono G1 - CPL21N

COMMESSA 8415/10 C. SITO N°: 949/10 del 24/05/10

prof.	qc	fs	U	incl.	prof.	qc	fs	U	incl.	prof.	qc	fs	U	incl.
m	Mpa	kPa	kPa	gradi	m	Mpa	kPa	kPa	gradi	m	Mpa	kPa	kPa	gradi
0.20	4.31	25.41	27.42	1.12	15.20	1.21	53.20	450.21	5.82					
0.40	1.41	72.00	13.10	0.27	15.40	1.28	45.55	404.48	5.91					
0.60	0.75	42.14	8.06	0.25	15.60	1.50	38.61	583.08	5.96					
0.80	0.25	14.17	10.70	0.30	15.80	1.78	26.67	806.25	6.04					
1.00	0.20	9.80	13.39	0.25	16.00	1.68	25.76	656.23	6.15					
1.20	0.24	15.73	13.90	0.41	16.20	2.75	38.39	606.78	6.24					
1.40	0.30	12.16	14.32	0.45	16.40	2.35	49.25	440.34	6.29					
1.60	0.82	8.08	14.10	0.53	16.60	2.48	37.46	411.75	6.39					
1.80	1.12	9.66	9.82	0.44	16.80	5.08	62.84	154.45	6.51					
2.00	1.21	11.77	6.19	0.19	17.00	6.47	36.24	128.26	6.59					
2.20	1.01	18.36	13.85	0.12	17.20	2.36	61.47	529.14	6.79					
2.40	0.79	15.71	12.49	0.09	17.40	1.90	66.38	289.32	6.91					
2.60	0.50	10.29	8.62	0.12	17.60	1.95	101.11	520.98	7.04					
2.80	0.47	7.49	8.93	0.13	17.80	1.95	83.27	498.06	7.16					
3.00	0.72	21.09	22.75	0.18	18.00	1.86	52.82	481.18	7.27					
3.20	0.73	17.43	64.82	0.25	18.20	3.51	84.87	353.48	7.43					
3.40	3.60	27.73	41.01	0.34	18.40	3.10	110.26	327.12	7.57					
3.60	5.27	75.58	27.33	0.40	18.60	6.52	97.35	144.30	7.73					
3.80	4.04	80.59	20.65	0.50	18.80	5.78	146.51	67.10	7.88					
4.00	1.17	27.70	13.32	0.60	19.00	6.11	111.83	82.19	8.09					
4.20	2.38	26.87	28.41	0.72	19.20	5.25	140.78	46.12	8.27					
4.40	0.61	19.13	97.73	0.79	19.40	3.52	118.31	169.61	8.40					
4.60	0.46	15.71	96.46	0.89	19.60	3.65	113.48	131.48	8.53					
4.80	0.58	13.97	92.85	0.96	19.80	1.32	67.96	273.72	8.65					
5.00	0.55	12.70	86.47	1.01	20.00	1.56	41.04	396.43	8.78					
5.20	0.54	20.15	111.28	1.11	20.20	1.41	44.88	467.59	8.91					
5.40	0.54	14.67	122.88	1.22	20.40	1.30	30.50	488.51	9.02					
5.60	0.60	12.46	145.46	1.29	20.60	1.54	37.41	484.73	9.13					
5.80	0.67	17.68	165.39	1.35	20.80	1.43	57.15	340.21	9.23					
6.00	0.86	30.89	152.96	1.45	21.00	1.15	27.13	399.49	9.28					
6.20	0.72	26.80	203.57	1.53	21.20	1.25	25.52	545.45	9.34					
6.40	0.63	12.02	250.58	1.61	21.40	1.11	27.56	570.70	9.48					
6.60	0.76	18.79	272.39	1.72	21.60	1.12	23.00	600.51	9.56					
6.80	0.72	25.45	220.33	1.78	21.80	1.04	24.72	585.75	9.65					
7.00	0.73	28.59	178.76	1.87	22.00	1.23	34.57	399.04	9.75					
7.20	0.74	38.48	234.10	2.00	22.20	1.10	26.93	598.62	9.79					
7.40	0.83	40.15	192.80	2.06	22.40	1.21	20.21	671.55	9.85					
7.60	0.72	36.01	188.09	2.14	22.60	1.24	20.66	692.92	9.97					
7.80	0.73	31.32	202.35	2.23	22.80	1.28	17.08	724.77	10.07					
8.00	0.85	32.16	201.35	2.36	23.00	1.17	20.46	694.47	10.17					
8.20	0.91	35.24	231.27	2.48	23.20	1.35	27.26	520.81	10.29					
8.40	0.87	32.89	242.75	2.58	23.40	1.28	43.75	545.17	10.41					
8.60	1.16	39.38	336.49	2.69	23.60	1.17	19.38	636.81	10.55					
8.80	1.17	63.98	363.52	2.79	23.80	1.48	40.11	685.20	10.66					
9.00	0.91	58.85	283.38	2.95	24.00	1.49	51.12	683.37	10.77					
9.20	0.63	38.32	234.60	3.04	24.20	1.49	54.72	589.13	10.88					
9.40	0.59	36.57	247.53	3.14	24.40	1.29	37.46	597.18	10.98					
9.60	0.59	28.84	256.46	3.24	24.60	1.66	31.68	550.45	11.08					
9.80	0.56	20.04	259.07	3.31	24.80	1.76	68.20	470.31	11.22					
10.00	0.98	23.79	225.27	3.40	25.00	1.76	46.92	629.31	11.32					
10.20	1.96	25.67	95.40	3.52	25.20	1.83	42.70	716.84	11.41					
10.40	1.01	23.42	165.89	3.61	25.40	1.75	67.89	692.03	11.57					
10.60	0.60	17.14	272.45	3.70	25.60	1.96	63.42	678.82	11.68					
10.80	0.59	17.41	282.44	3.81	25.80	1.95	61.70	654.68	11.76					
11.00	0.61	17.10	338.83	3.88	26.00	1.56	36.89	659.89	11.89					
11.20	0.64	18.72	369.79	3.96	26.20	1.86	45.27	506.88	11.99					
11.40	1.16	35.75	316.79	4.08	26.40	1.80	38.64	613.00	12.12					
11.60	0.91	68.33	264.01	4.14	26.60	2.68	52.59	364.52	12.26					
11.80	0.94	53.96	253.36	4.23	26.80	4.61	94.35	15.78	12.41					
12.00	0.70	42.31	265.57	4.35	27.00	8.04	109.58	75.53	12.58					
12.20	0.66	13.75	325.34	4.43	27.20	9.44	56.54	38.85	12.75					
12.40	0.93	23.02	291.48	4.50	27.40	8.43	83.06	37.46	12.91					
12.60	1.02	30.04	306.58	4.59	27.60	11.19	37.41	127.81	13.15					
12.80	0.90	26.86	324.89	4.70	27.80	14.26	60.04	81.69	13.37					
13.00	0.92	26.93	329.45	4.78	28.00	9.28	28.29	173.91	13.58					
13.20	0.95	32.51	320.79	4.86	28.20	9.35	76.27	29.75	13.76					
13.40	0.87	36.45	325.23	4.97	28.40	4.18	64.09	250.30	13.92					
13.60	0.83	38.98	315.29	5.07	28.60	1.42	38.84	493.89	14.04					
13.80	0.97	45.96	299.59	5.14	28.80	1.36	19.98	434.45	14.21					
14.00	0.95	46.59	337.05	5.21	29.00	2.64	33.81	429.12	14.40					
14.20	0.87	45.35	361.30	5.29	29.20	4.85	75.44	41.67	14.48					
14.40	0.79	35.71	366.80	5.41	29.40	5.38	26.35	7.47	14.52					
14.60	0.88	41.12	386.83	5.51	29.60	4.73	40.62	78.40	14.65					
14.80	0.94	50.03	403.54	5.61	29.80	5.74	45.35	33.53	14.79					
15.00	1.04	56.96	466.14	5.72	30.00	3.90	61.27	168.75	14.92					

Lo Sperimentatore:  
dott. Massimo Romagnoli

Il Direttore Settore Prova in Sito:  
dott. geol. 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. L.L.P.P. S.T.C. in base a D.P.R. n. 380/01 art. 69 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** dott. Antonio Mucchi - Via Ascari 8 - 44019 Gualdo di Voghiera (FE)

**CANTIERE** Parcheggio ex MOF

CPT N° CPTU 01

PROF. FALDA (m da p.c.) 1.75

DATA 21/05/10

PREFORO (m da p.c.)

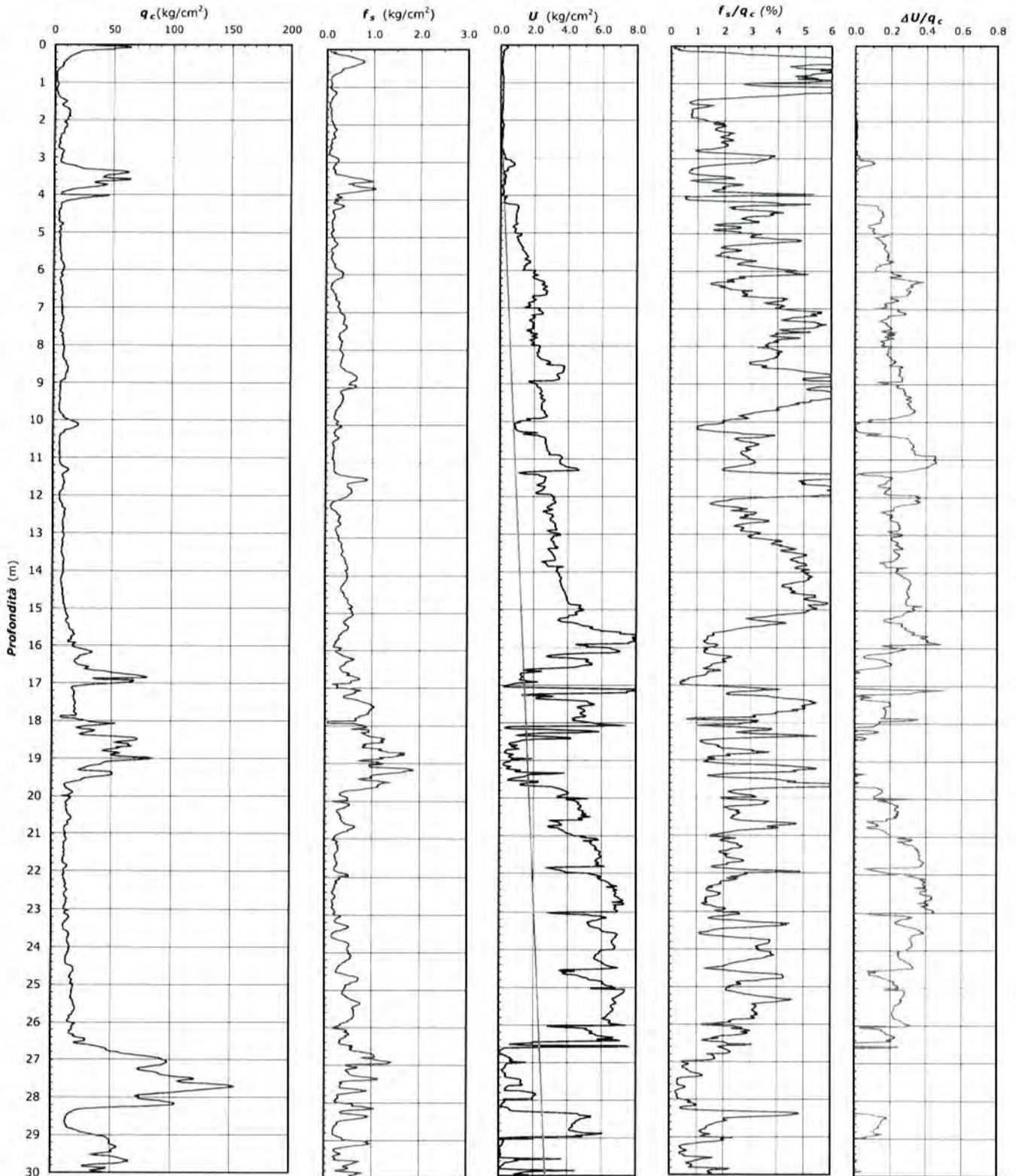
TIPO PUNTA

piezocono G1 - CPL2IN

COMMESSA 8415/10

C. SITO N°:

949/10 del 24/05/10



Lo Sperimentatore:  
dott. Massimo Romagnoli

Il Direttore Settore Prove in Sito:  
dott. geol. Gianluca Ferioli

# **A l l e g a t i**

**Indagi geognostiche – Analisi laboratorio  
Verifica alla liquefazione (Dr. A. Mucchi)  
(Al. 1)**



<b>SONGEO SRL</b> via Calvino, 30 - 44100 FERRARA tel. 0532/773138 Decreto di concessione n° 56718 del 17.09.2007, ai sensi della Circolare n° 349/STC del 16.12.1999	DATA ESECUZIONE DAL 7/1/2009 AL 7/1/2009	METODO PERFOR. CAROTAGGIO CONTINUO	<b>SONDAGGIO</b> <b>N. S1 mof</b>
	QUOTA P.C.	ATTREZZI: Carotiere semplice $\Phi$ 101 mm	SONDA IDRAULICA PUNTEL PX 800

<b>COMMITTENTE</b> Dott. Geol. A. Mucchi <b>LOCALITA'</b> Ex Mof- FERRARA	<b>PIEZOMETRO</b>
--	-------------------

<b>NOTE</b>  <b>CAMPIONI</b> ○ CAROTIERE SEMPLICE ● SPT ■ INDISTURBATI	LIVELLO ACQUA DATA MT. dal P.C.	PROF. FORO 6,00	PROF. RIVEST. 11,00	PROF. RIVEST. 1,50	ASSISTENTI Mari R.
					OPERATORI Rossi G.

mt.	QUOTA da P.C.	SIMBOLOGIA	CAMPIONI			DESCRIZIONE STRATIGRAFICA	POCKET kg/cm <sup>2</sup>	TORVANE kg/cm <sup>2</sup>	PIEZOMETRO
			TIPO	NUM.	PROF.				
1	0,20					asfalto			
	0,40					materiale di riporto			
	0,80					sabbia con ghiaia e ciottoli, presenza di frammenti di laterizio			
2						limo argilloso deb. sabbioso di color nocciola. Presenza di frammenti di laterizio	0,8	0,2	
							0,8	0,4	
3			○	C1	2,40 2,60		0,9	0,5	
							1,1	0,5	
4						sabbia fine con limo di colore grigio e frammenti di laterizio	1,3	0,5	
5	3,10								
6	5,00					limo debolmente argilloso con sabbia fine di color nocciola. Presenza di frammenti di laterizio passante a nerastro da -5,50 m.	0,6	0,4	
	5,70						0,6	0,3	
7						sabbia medio fine limosa colore grigio con frammenti di laterizio. Presenza di un livello di limo debolmente argilloso da -9,30 a -9,60 metri grigio. Presenza abbondante di frammenti di laterizio da -10,8 a fine sondaggio			
9			○	C2	8,50 8,70				
11	11,00						2,4	0,2	
12									
13									
14									
15									

<b>scheda n°</b>	02/09	<b>data</b>	15/01/09	<b>COMMESSA</b>	Indagine geognostica		
<b>Procedure di riferimento</b>	ASTM D 2488-2000; AGI 1977			<b>RIF. CONTRATTO</b>			
<b>responsabili</b>	Dott. Riccardo Mari			<b>inizio lavori</b>	7 gennaio 2009	<b>fine lavori</b>	13 gennaio 2009
<b>elaborazione</b>	Dott. Renato Sacchetti			<b>responsabile cantiera</b>	Dott. Geol. R. Sacchetti		
<b>verifica</b>	Dott. Renato Sacchetti			<b>0</b>	<b>direzione lavori</b>	Dott. Geol. A. Mucchi	
<b>SPERIMENTATORE</b>				<b>DIRETTORE</b>			

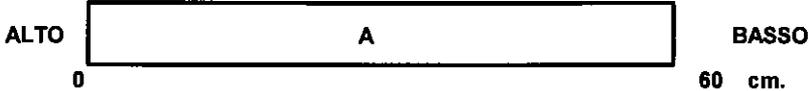
**Laboratorio Geotecnico Dr. Geol. Antonio Mucchi**  
 Via A. Ascari, 8 - 44019 Gualdo (FE) - Tel 0532/815681  
 Isc. C.C.I.A.A. di Ferrara n°170881-P.I. 00534480389  
 Concessione Ministero Infrastrutture e Trasporti - Decreto n° 52494 del 11/10/2004  
 Settore A: Prove di Laboratorio sui terreni (ai sensi dell'art.8 del D.P.R. n°246/1993)

**SCHEDA APERTURA CAMPIONE ( Norma A.S.T.M. D 2488 - AGI 1977)**

**COMMITTENTE:** Studio Politecnica (MO)  
**CANTIERE:** Ex Mof (FE)  
**DATA APERTURA :** 15/01/09

SONDAGGIO: 1    CAMPIONE: 1    PROF. 2.4-2.6 m.

**TIPO DI CONTENITORE:**  fustella     sacchetto     cassetta



(*) I simboli adottati per le prove sono descritti nella legenda a fondo pagina		Prove di laboratorio eseguite (*)									
Livello	Descrizione litologica	P.P.	V.T.	Y	W	G	LA	Ed	PT	Ptree	Trcu
A	limo argilloso nocciola con resti di laterizio	190	120		*	*	*				
B											

**QUALITA' DEL CAMPIONE :**    SCADENTE     DISCRETA     BUONA     ECCELLENTE

**LEGENDA PROVE:**

Pocket penetrometrico	P.P. (kPa)	Peso di volume	Y	Limiti di Atterberg	LA
Vane test	V.T. (kPa)	Peso specifico	G.S	Edometria	Ed
Contenuto d'acqua	W	Granulometria	G	Prova di taglio	PT
Compressione E.L.L.	C	Permeabilità	K	Triassiale	TR

Sperimentatore Dr. Malaguti D.	Il Direttore Dr. Geol. Antonio Mucchi	Rapporto di prova : Data emissione : 20/01/09
-----------------------------------	--	--

**Laboratorio Dr.Geol.Antonio Mucchi**

Via A. Ascari, 8 - 44019 Gualdo (FE) - Tel 0532/815681  
 Isc.C.C.I.A.A. di Ferrara n°170861-P.I. 00534480389  
 Concessione Ministero Infrastruttura e Trasporti - Decreto n° 82494 del 11/10/2004  
 Settore A: Prove di Laboratorio sui terreni (ai sensi dell'art.8 del D.P.R. n°246/1993)

**ANALISI GRANULOMETRICA PER SEDIMENTAZIONE**  
**norma ASTM D 422 - AGI 1994**

Committente : Studio Politecnica  
 Cantiere : Ex Mof (FE)

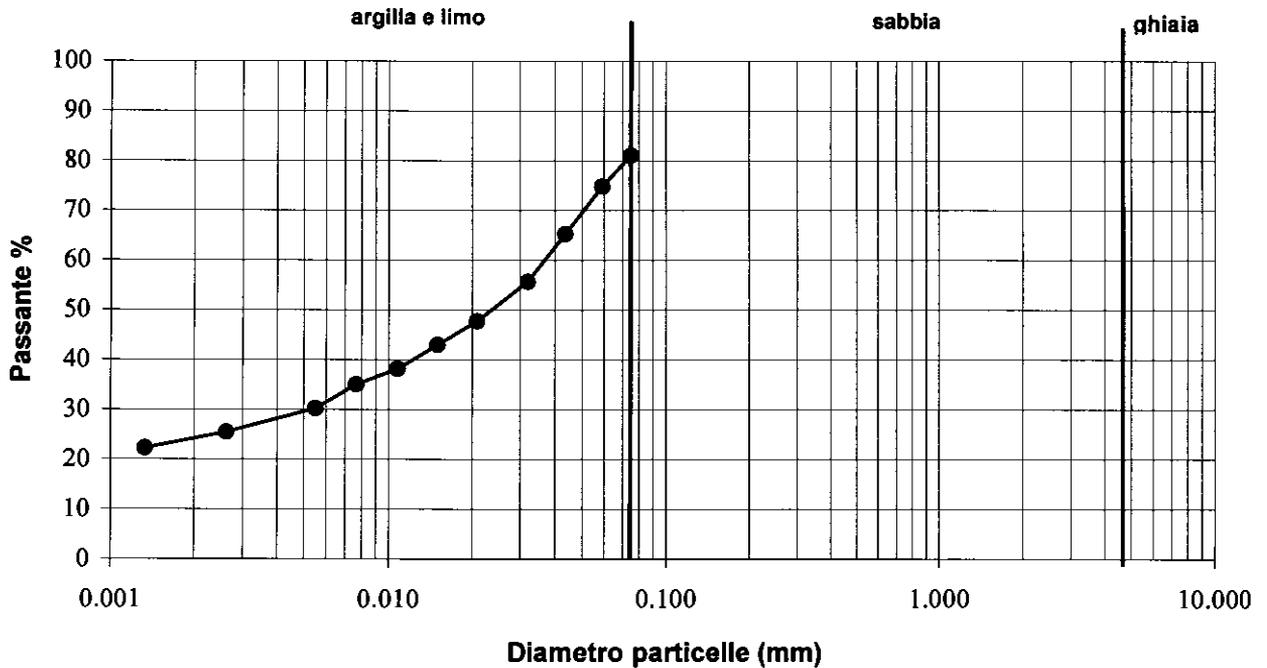
Sondaggio : 1  
 Campione : 1  
 Profondità (mt): 2.4-2.6  
 Data inizio prova : 16/01/09

Diametro (mm)	Passante (%)
0.075	81.00
0.0592	74.76
0.0436	65.21
0.0320	55.65
0.0208	47.70
0.0150	42.92
0.0107	38.14
0.0077	34.95
0.0055	30.18
0.0026	25.41
0.0013	22.23

**Classificazione secondo norma ASTM D 2488 - 84**

**Ghiaia** (>4.75mm) : 0%  
**Sabbia** (4.76-0.075mm) : 19%  
**Limo e Argilla** (< 0.075mm) : 81%

trattenuto allo 0.075 mm : 19%



Sperimentatore Dr. Malagutti D.	Direttore Dr. Geol. Antonio Mucchi	Rapporto di prova Data emissione : 20/01/09
------------------------------------	---------------------------------------	--

**Laboratorio Dr.Geol.Antonio Mucchi**

Via A. Ascari, 8 - 44019 Gualdo (FE) - Tel 0532/815681

Isc.C.C.I.A.A. di Ferrara n°170861-P.I. 00534480389

Concessione Ministero Infrastrutture e Trasporti - Decreto n° 52494 del 11/10/2004

Settore A: Prove di Laboratorio sui terreni (ai sensi dell'art.8 del D.P.R. n°246/1993)

**LIMITI DI ATTERBERG ( Norma CNR - UNI 10014 )**

**Committente :** Studio Politecnica

**Cantiere :** Ex Mof (FE)

**Sondaggio N°:**

1

**Campione:**

1

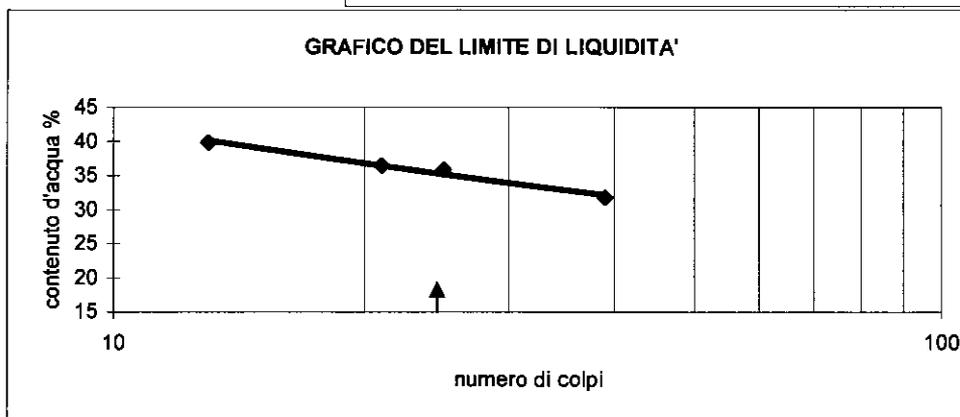
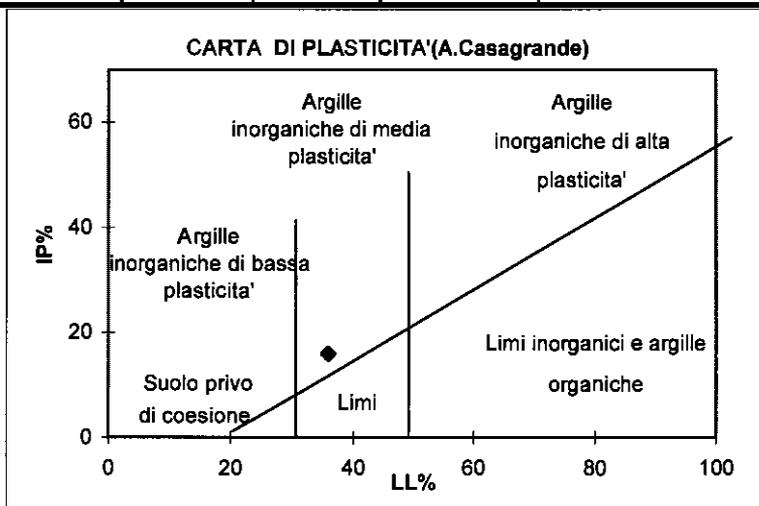
**Prof. m:**

2.4-2.6

**Data inizio prova :** 15/01/2009

N° CONTENITORE	Limite liquido			Lim.plastico media 2 det.	Umidita' Naturale
	1	2	3		4
N° COLPI	39	21	13		
Massa terreno umido + tara (g)	40.60	40.08	38.45	13.95	179.45
Massa terreno secco + tara (g)	34.04	32.89	31.21	13.27	143.27
Massa acqua contenuta (g)	6.56	7.19	7.24	0.68	36.18
Massa tara (g)	13.39	13.16	13.03	9.86	7.46
Massa terreno secco (g)	20.65	19.73	18.18	3.42	135.81
Contenuto d'acqua %	31.8	36.4	39.8	19.9	26.6

Limite liquido %	36
Limite Plastico %	20
Umidita' naturale%	26.6
Indice Plastico %	16
Indice di consistenza :	0.58



Sperimentatore Dr. Malagoli D.	Il Direttore Dr. Geol. Mucchi Antonio	Rapporto di prova Data emissione : 20/01/09
-----------------------------------	--	--

**Laboratorio Geotecnico Dr. Geol. Antonio Mucchi**  
 Via A. Ascari, 8 - 44019 Gualdo (FE) - Tel 0532/815881  
 Isc. C.C.I.A.A. di Ferrara n° 170861-P.I. 00534480389  
 Concessione Ministero Infrastrutture e Trasporti - Decreto n° 52494 del 11/10/2004  
 Settore A: Prove di Laboratorio sui terreni (ai sensi dell'art.8 del D.P.R. n°248/1993)

**SCHEDA APERTURA CAMPIONE ( Norma A.S.T.M. D 2488 - AGI 1977)**

**COMMITTENTE:** Studio Politecnica (MO)  
**CANTIERE:** Ex Mof (FE)  
**DATA APERTURA :** 15/01/09

SONDAGGIO: 1    CAMPIONE: 2    PROF. 8.5-8.7    m.

**TIPO DI CONTENITORE:**  fustella     sacchetto     cassetta

ALTO A BASSO  
 0 20 cm.

(*) I simboli adottati per le prove sono descritti nella legenda a fondo pagina		Prove di laboratorio eseguite (*)									
Livello	Descrizione litologica	P.P.	V.T.	Y	W	G	LA	Ed	PT	Ptras	Trcu
A	sabbia fine grigia					*					
B											

**QUALITA' DEL CAMPIONE :**    SCADENTE     DISCRETA     BUONA     ECCELLENTE

**LEGENDA PROVE:**

Pocket penetrometrico	P.P. (kPa)	Peso di volume	Y	Limiti di Atterberg	LA
Vane test	V.T. (kPa)	Peso specifico	G.S	Edometria	Ed
Contenuto d'acqua	W	Granulometria	G	Prova di taglio	PT
Compressione E.L.L.	C	Permeabilità	K	Triassiale	TR

Sperimentatore Dr. Malaguti D.	Il Direttore Dr. Geol. Antonio Mucchi	Rapporto di prova : Data emissione : 20/01/09
-----------------------------------	--	--

**ANALISI GRANULOMETRICA per SETACCIATURA**  
**norma ASTM D 422**

Committente : Studio Politecnica (MO)  
 Cantiere : Ex Mof (FE)

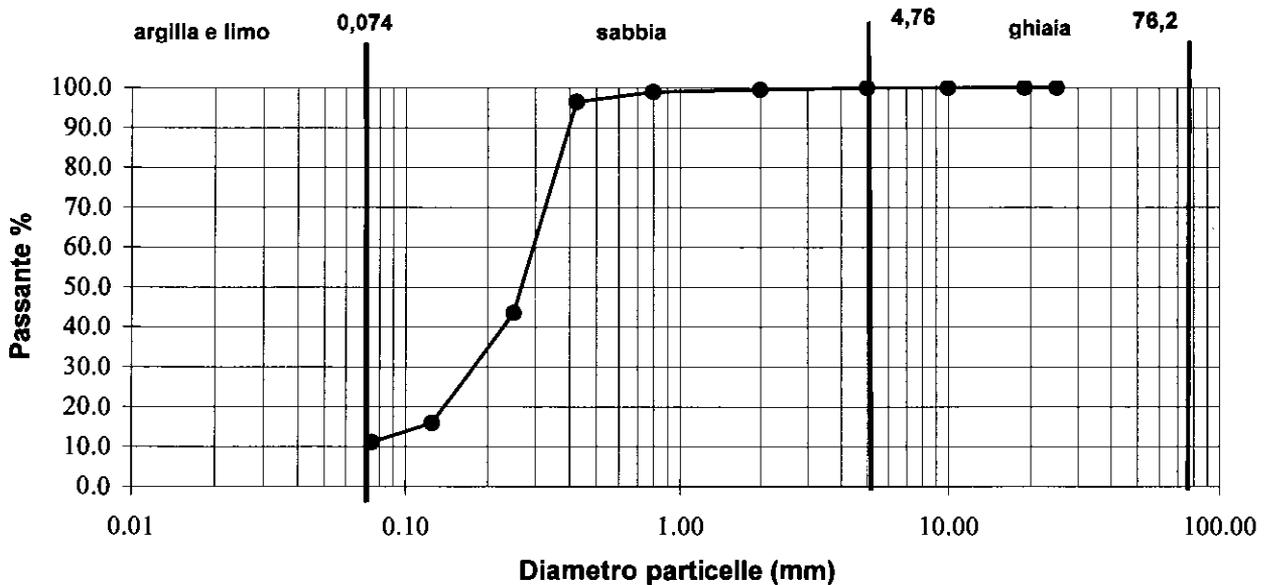
Sondaggio : 1  
 Campione n° : 2  
 Profondità (mt): 8.5-8.7

Data inizio prova: 16/01/09

Diametro (mm)	Passante (%)
25	100.0
19	100.0
10	100.0
5	100.0
2	99.5
0.8	98.99
0.425	96.50
0.250	43.45
0.125	15.89
0.075	11.10

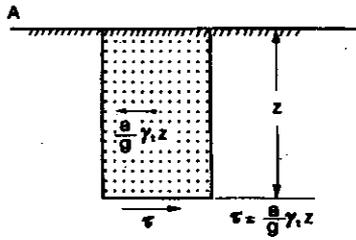
**Class. ASTM D2488-84**

Ghiaia	(>4.76 mm)	: (%)	<b>0</b>
Sabbia	(4.76-0.075mm)	: (%)	<b>89</b>
Argilla e limo	(< 0.075 mm=)	: (%)	<b>11</b>

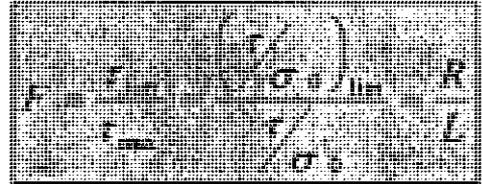


# METODO DI SEED & IDRIS (1982)

La verifica di stabilità dei depositi deve basarsi sul confronto fra gli stati tensionali indotti dalle onde sismiche nella loro propagazione e quelli che producono liquefazione o livelli di deformazione critici. Il metodo di Seed & Idriss valuta la resistenza del deposito alla liquefazione in termini di fattore di resistenza alla liquefazione, espresso dal rapporto fra la resistenza del terreno agli sforzi di taglio ciclico e la sollecitazione di taglio massima indotta dal sisma, cioè:



Profondità falda da p.c.  m da p.c.  
 Profondità metà strato  m da p.c.



Sforzi di taglio indotti dal terremoto ad una generica quota z.

## Numeratore: resistenza R alla liquefazione del deposito.

- Numero di colpi N
- densità relativa del deposito %
- 2.97 Pressione verticale effettiva (kips/sf)
- 1.45 pressione verticale effettiva (kg/cm<sup>2</sup>) a metà dello strato considerato
- 0.79 C<sub>N</sub> per Dr compresa tra 40%-60%
- 0.89 C<sub>N</sub> per Dr compresa tra 60%-80%
- 11.62 Numero di colpi corretto (N<sub>1</sub>)

Se D<sub>50</sub> < 0,25mm (limi e sabbie limose)

$N_1 = (N_1) + 7,5$

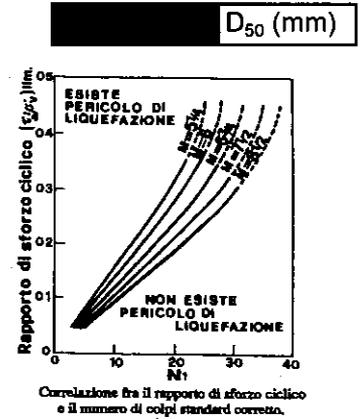
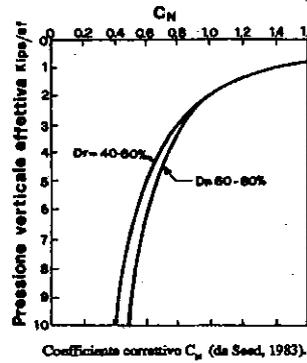
11.62 N<sub>1</sub> numero di colpi corretto



$M = 5_{1/4}$        $M = 7_{1/2}$

In funzione della magnitudo del sisma e del numero di colpi standard corretto si ricava il valore del rapporto di sforzo ciclico



## Denominatore: L sollecitazione di taglio massima indotta dal sisma.

- 1.45 pressione verticale effettiva a metà strato (kg/cm<sup>2</sup>)
- 1.7 pressione totale a metà strato (kg/cm<sup>2</sup>)
- 0.176 Valore di a<sub>v</sub>/g secondo classificazione sismica




## Calcolo del fattore di resistenza alla liquefazione F:

per Sisma di magnitudo 5<sub>1/4</sub>      F =

N.B. se F > 1,3 il deposito viene considerato non liquefacibile.

<b>SONGEO SRL</b> via Calvino, 30 - 44100 FERRARA tel. 0532/773136 Decreto di concessione n° 56718 del 17.09.2007, ai sensi della Circolare n° 349/STC del 16.12.1999	DATA ESECUZIONE DAL 7/1/2009 AL 7/1/2009	METODO PERFOR. CAROTAGGIO CONTINUO	<b>SONDAGGIO</b> N. <b>S2 mof</b>
	QUOTA P.C.	ATTREZZI: Carotiere semplice $\Phi$ 101 mm	SONDA IDRAULICA PUNTEL PX 800

COMMITTENTE Dott. Geol. A. Mucchi	PIEZOMETRO
LOCALITA' Ex Mof- FERRARA	

NOTE ○ CAROTIERE SEMPLICE ● SPT ■ INDISTURBATI	CAMPIONI	LIVELLO ACQUA DATA	PROF. FORO MT. dal P.C.	PROF. RIVEST. MT.	ASSISTENTI Mari R.
			6,00	11,00	1,50

mt.	QUOTA da P.C.	SIMBOLOGIA	CAMPIONI			DESCRIZIONE STRATIGRAFICA	POCKET kg/cm <sup>2</sup>	TORVAIE kg/cm <sup>2</sup>	PIEZOMETRO
			TIPO	NUM.	PROF.				
1	0,20					asfalto			
	0,40					materiale di riporto costituito da ghiaia e sabbia			
	0,60					argilla poco consistente nerastra			
2						limo debolmente argilloso di color nocciola. Presenza di frammenti di laterizio. Da -1,0 a -1,4 il colore si presenta brunastro con resti di laterizio	2,5	0,6	
							2,5	0,5	
3					○ C1		1,8	0,4	
							2,50	3,00	
4	3,60					livello di argilla poco consistente color nocciola con striature rossastre	0,9	0,4	
	4,10								
5						limo debolmente argilloso con sabbia fine di color nocciola. Presenza di frammenti di laterizio.	1,8	0,4	
6	5,40					livello di argilla poco consistente color nocciola	0,9	0,6	
	5,60								
7					○ C2	limo debolmente argilloso con sabbia fine di color nocciola. Presenza di frammenti di laterizio.	1,8	0,2	
							6,20	6,70	
8						sabbia fine nocciola limosa			
							8,00		
9						limo debolmente argilloso nocciola con sabbia fine	2,5	0,2	
							9,00		
10						sabbia fine nocciola limosa	2,2	0,2	
11						limo con sabbia fine debolmente argilloso color nocciola, passante a color grigio alla profondità di -10,80 m.	1,3	0,2	
							11,00		
12									
13									
14									
15									

scheda n°	03/09	data	15/01/09	COMMESSA	Indagine geognostica			
Procedure di riferimento	ASTM D 2488-2000; AGI 1977			RIF. CONTRATTO				
responsabili	Dott. Riccardo Mari			revisione	Inizio lavori	7 gennaio 2009	fine lavori	13 gennaio 2009
elaborazione	Dott. Renato Sacchetti			0	responsabile cantiere	Dott. Geol. R. Sacchetti		
verifica	Dott. Renato Sacchetti				direzione lavori	Dott. Geol. A. Mucchi		
SPERIMENTATORE				DIRETTORE				

**Laboratorio Geotecnico Dr. Geol. Antonio Mucchi**  
 Via A. Ascari, 8 - 44019 Gualdo (FE) - Tel 0532/815681  
 Isc. C.C.I.A.A. di Ferrara n° 170861-P.I. 00534480389  
 Concessione Ministero Infrastrutture e Trasporti - Decreto n° 52494 del 11/10/2004  
 Settore A: Prove di Laboratorio sui terreni (ai sensi dell'art.8 del D.P.R. n°246/1993)

**SCHEDA APERTURA CAMPIONE ( Norma A.S.T.M. D 2488 - AGI 1977)**

**COMMITTENTE:** Studio Politecnica (MO)  
**CANTIERE:** Ex Mof (FE)  
**DATA APERTURA :** 15/01/09

SONDAGGIO: 2    CAMPIONE: 1    PROF. 2.5-3.0    m.

**TIPO DI CONTENITORE:** fustella    sacchetto    cassetta

ALTO A BASSO  
 0 50 cm.

(*) I simboli adottati per le prove sono descritti nella legenda a fondo pagina		Prove di laboratorio eseguite (*)									
Livello	Descrizione litologica	P.P.	V.T.	Y	W	G	LA	Ed	PT	Ptes	Treu
A	limo deb. Argilloso nocciola non plastico	135	75			*					
B											

**QUALITA' DEL CAMPIONE :**    SCADENTE     DISCRETA     BUONA     ECCELLENTE

**LEGENDA PROVE:**

Pocket penetrometrico	P.P. (kPa)	Peso di volume	Y	Limiti di Atterberg	LA
Vane test	V.T. (kPa)	Peso specifico	G.S	Edometria	Ed
Contenuto d'acqua	W	Granulometria	G	Prova di taglio	PT
Compressione E.L.L.	C	Permeabilità	K	Triassiale	TR

Sperimentatore Dr. Malaguti	Il Direttore Dr. Geol. Antonio Mucchi	Rapporto di prova : Data emissione : 20/01/09
--------------------------------	--	--



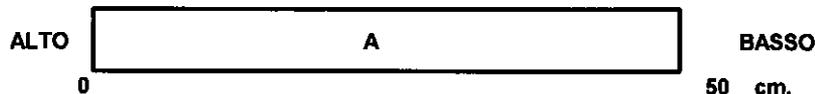
**Laboratorio Geotecnico Dr. Geol. Antonio Mucchi**  
 Via A. Ascari, 8 - 44019 Gualdo (FE) - Tel 0532/815881  
 Isc. C.C.I.A.A. di Ferrara n° 170861-P.I. 00534480389  
 Concessione Ministero Infrastrutture e Trasporti - Decreto n° 52494 del 11/10/2004  
 Settore A: Prove di Laboratorio sui terreni (ai sensi dell'art. 8 del D.P.R. n° 248/1983)

**SCHEDA APERTURA CAMPIONE ( Norma A.S.T.M. D 2488 - AGI 1977)**

**COMMITTENTE:** Studio Politecnica (MO)  
**CANTIERE:** Ex Mof (FE)  
**DATA APERTURA :** 15/01/09

**SONDAGGIO: 2    CAMPIONE: 2    PROF. 6.2-6.7    m.**

**TIPO DI CONTENITORE:** fustella    sacchetto    cassetta



(*) I simboli adottati per le prove sono descritti nella legenda a fondo pagina		Prove di laboratorio eseguite (**)									
Livello	Descrizione litologica	P.P.	V.T.	Y	W	G	LA	Ed	PT	Ptras	Trcu
A	limo deb. Argilloso sabbioso nocciola non plastico	120	70			*					
B											

**QUALITA' DEL CAMPIONE :**    SCADENTE     DISCRETA     BUONA     ECCELLENTE

**LEGENDA PROVE:**

Pocket penetrometrico	P.P. (kPa)	Peso di volume	Y	Limiti di Atterberg	LA
Vane test	V.T. (kPa)	Peso specifico	G.S	Edometria	Ed
Contenuto d'acqua	W	Granulometria	G	Prova di taglio	PT
Compressione E.L.L.	C	Permeabilità	K	Triassiale	TR

Sperimentatore Dr. Malaguti	Il Direttore Dr. Geol. Antonio Mucchi	Rapporto di prova : Data emissione : 20/01/09
--------------------------------	--	--

**Laboratorio Dr.Geol.Antonio Mucchi**

Via A. Ascari, 8 - 44019 Gualdo (FE) - Tel 0532/815681

Isc.C.C.I.A.A. di Ferrara n°170861-P.I. 00534480389

Concessione Ministero Infrastrutture e Trasporti - Decreto n° 62484 del 11/10/2004

Settore A: Prove di Laboratorio sui terreni (ai sensi dell'art.8 del D.P.R. n°246/1993)

**ANALISI GRANULOMETRICA PER SEDIMENTAZIONE  
norma ASTM D 422 - AGI 1994**

Committente : Studio Politecnica

Cantiere : Ex Mof (FE)

Sondaggio : 2

Campione : 2

Profondità (mt): 6.2-6.7

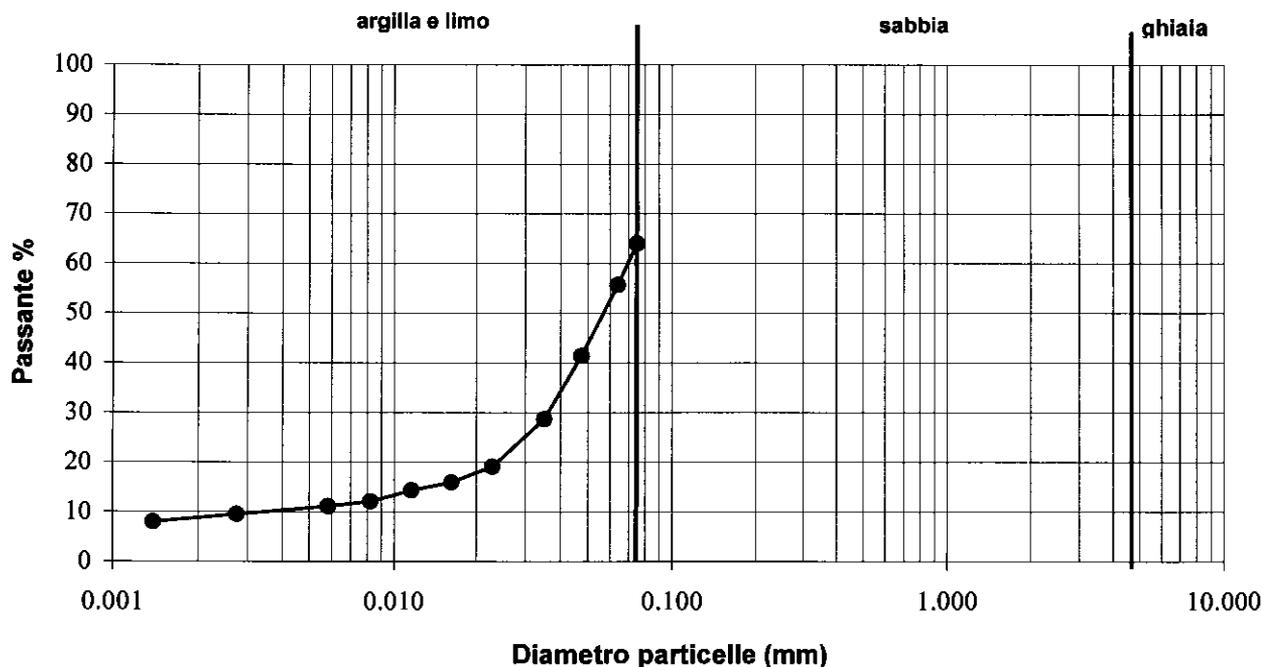
Data inizio prova : 16/01/09

Diametro (mm)	Passante (%)
0.075	64.00
0.0639	55.67
0.0475	41.35
0.0350	28.62
0.0228	19.08
0.0163	15.90
0.0116	14.30
0.0082	12.07
0.0058	11.12
0.0027	9.53
0.0014	7.94

**Classificazione secondo norma ASTM D 2488 - 84**

<b>Ghiaia</b>	( >4.75mm )	: 0%
<b>Sabbia</b>	( 4.76-0.075mm )	: 36%
<b>Limo e Argilla</b>	( < 0.075mm )	: 64%

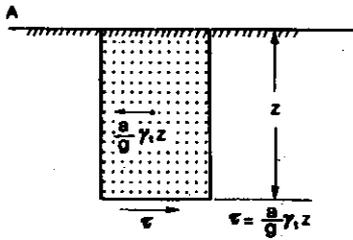
trattenuto allo 0.075 mm : 36%



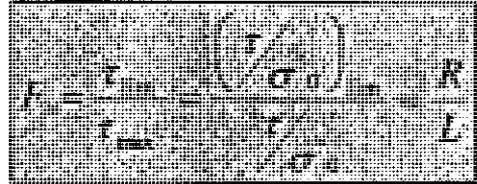
Sperimentatore Dr. Malagutti D.	Direttore Dr. Geol. Antonio Mucchi	Rapporto di prova Data emissione : 20/01/09
------------------------------------	---------------------------------------	--

# METODO DI SEED & IDRIS (1982)

La verifica di stabilità dei depositi deve basarsi sul confronto fra gli stati tensionali indotti dalle onde sismiche nella loro propagazione e quelli che producono liquefazione o livelli di deformazione critici. Il metodo di Seed & Idriss valuta la resistenza del deposito alla liquefazione in termini di fattore di resistenza alla liquefazione, espresso dal rapporto fra la resistenza del terreno agli sforzi di taglio ciclico e la sollecitazione di taglio massima indotta dal sisma, cioè:



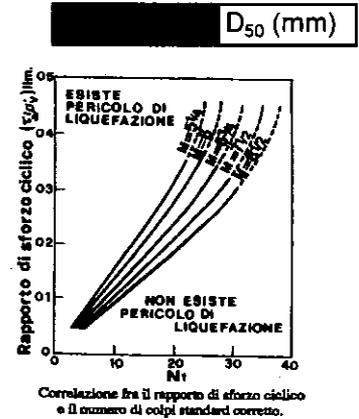
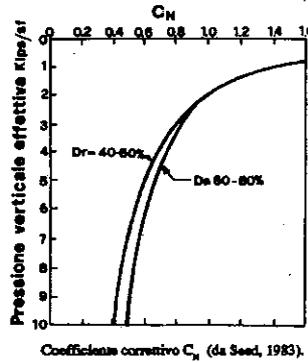
Profondità falda da p.c.  m da p.c.  
 Profondità metà strato  m da p.c.



Sforzi di taglio indotti dal terremoto ad una generica quota z.

## Numeratore: resistenza R alla liquefazione del deposito.

<input type="text"/>	Numero di colpi N	<input type="text"/>	densità relativa del deposito %
2.56	Pressione verticale effettiva (kips/sf)	<input type="text"/>	
2.25	pressione verticale effettiva (kg/cm <sup>2</sup> )	<input type="text"/>	
	a metà dello strato considerato		
0.85	C <sub>N</sub> per Dr compresa tra 40%-60%		
0.95	C <sub>N</sub> per Dr compresa tra 60%-80%		
3.41	Numero di colpi corretto (N <sub>1</sub> )		



Se D<sub>50</sub> < 0,25mm (limi e sabbie limose)

N<sub>1</sub> = (N<sub>1</sub>) + 7,5

10.91 N<sub>1</sub> numero di colpi corretto

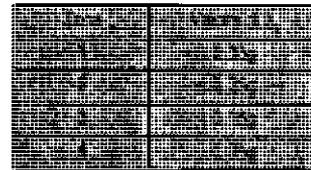


M=5<sup>1/4</sup> M=7<sup>1/2</sup>

In funzione della magnitudo del sisma e del numero di colpi standard corretto si ricava il valore del rapporto di sforzo ciclico

## Denominatore: L sollecitazione di taglio massima indotta dal sisma.

1.25	pressione verticale effettiva a metà strato (kg/cm <sup>2</sup> )
1.3	pressione totale a metà strato (kg/cm <sup>2</sup> )
<input type="text"/>	Valore di a <sub>g</sub> /g secondo classificazione sismica



## Calcolo del fattore di resistenza alla liquefazione F:

per Sisma di magnitudo 5<sub>1/4</sub> F=

N.B. se F > 1,3 il deposito viene considerato non liquefacibile.

 via Calvino, 30 - 44100 FERRARA tel. 0532/773136 Decreto di concessione n° 56718 del 17.09.2007, ai sensi della Circolare n° 349/STC del 18.12.1999	DATA ESECUZIONE DAL 8/1/2009 AL 8/1/2009	METODO PERFOR. CAROTAGGIO CONTINUO	<b>SONDAGGIO</b> <b>N. S3 mof</b>
	QUOTA P.C.	ATTREZZI: Carotiere semplice $\Phi$ 101 mm	SONDA IDRAULICA PUNTEL PX 800
COMMITTENTE <b>Dot. Geol. A. Mucchi</b> LOCALITA' <b>Ex Mof- FERRARA</b>	PIEZOMETRO		
NOTE	CAMPIONI <input type="radio"/> CAROTIERE SEMPLICE <input checked="" type="radio"/> SPT <input type="checkbox"/> INDISTURBATI	LIVELLO ACQUA DATA	PROF. FORO 6,00
		PROF. RIVEST. 11,00	PROF. RIVEST. 1,50
			ASSISTENTI <b>Mari R.</b> OPERATORI <b>Rossi G.</b>

mt.	QUOTA da P.C.	SIMBOLOGIA	CAMPIONI			DESCRIZIONE STRATIGRAFICA	POCKET kg/cm <sup>2</sup>	TORVANE kg/cm <sup>2</sup>	PIEZOMETRO
			TIPO	NUM.	PROF.				
1	0,30					materiale di riporto costituito da ghiaia e sabbia			
	0,70					frammenti di laterizio assieme a calcestruzzo			
2						limo debolmente argilloso con sabbia fine di color nocciola. Presenza di frammenti di laterizio.	1,5	0,6	
3							1,4	0,5	
4	4,00						2,0	0,5	
5						limo argilloso con sabbia fine grigio. Presenza di frammenti di conchiglie.	1,3	0,5	
6	6,00						1,1	0,4	
7						limo argilloso con sabbia fine grigio. Presenza di frammenti di conchiglie.	0,4	0,2	
8							0,7	0,2	
9						argilla limosa di colore grigio poco consistente con resti vegetali. Presenza da -10,40 a -10,60 e da -10,90 a fine sondaggio di torba in matrice limosa argillosa	0,7	0,2	
10							0,8	0,4	
11	11,00						1,0	0,6	
12							1,1	0,6	
13							0,7	0,8	
14									
15									

<b>scheda n°</b>	<b>04/09</b>	<b>data</b>	<b>15/01/09</b>	<b>COMMESSA</b>	Indagine geognostica		
Procedure di riferimento		ASTM D 2488-2000; AGI 1977		RIF. CONTRATTO			
responsabili		revisione		inizio lavori	7 gennaio 2009	fine lavori	13 gennaio 2009
elaborazione	Dott. Riccardo Mari		0	responsabile cantiere	Dott. Geol. R. Sacchetti		
verifica	Dott. Renato Sacchetti			direzione lavori	Dott. Geol. A. Mucchi		
SPERIMENTATORE			DIRETTORE				

<b>SONEFO SRL</b> via Calvino, 30 - 44100 FERRARA tel. 0532/773136 Decreto di concessione n° 56718 del 17.09.2007, al sensi della Circolare n° 349/STC del 16.12.1999	<b>DATA ESECUZIONE</b> DAL 8/1/2009 AL 8/1/2009	<b>METODO PERFOR.</b> CAROTTAGGIO CONTINUO	<b>SONDAGGIO</b> N. <b>S4 mof</b>
	<b>QUOTA</b> P.C.	<b>ATTREZZI:</b> Carotiere semplice $\Phi$ 101 mm	<b>SONDA IDRAULICA</b> PUNTEL PX 800

<b>COMMITTENTE</b> Dott. Geol. A. Mucchi <b>LOCALITA'</b> Ex Mof- FERRARA	<b>PIEZOMETRO</b>
--	-------------------

<b>NOTE</b>	<b>CAMPIONI</b> ○ CAROTIERE SEMPLICE ● SPT ■ INDISTURBATI	<b>LIVELLO ACQUA</b> DATA MT. dal P.C.	<b>PROF. FORO</b>	<b>PROF. RIVEST.</b>	<b>ASSISTENTI</b> Mari R.
			11,00	1,50	<b>OPERATORI</b> Rossi G.

mt.	QUOTA da P.C.	SIMBOLOGIA	CAMPIONI			DESCRIZIONE STRATIGRAFICA	POCKET kg/cm <sup>2</sup>	TORVANE kg/cm <sup>2</sup>	PIEZOMETRO
			TIPO	NUM.	PROF.				
1	0,20					asfalto			
	0,40					materiale di riporto costituito da ghiaia e sabbia			
	0,90					sabbia con ghiaia medio fine.			
2						argilla limosa color nocciola con rari e minuti frammenti di laterizio.	2,2	0,6	
							2,2	0,6	
	2,40						2,3	0,6	
3						sabbia limosa con frequenti frammenti di laterizio			
	3,10								
4			○ C1	3,50		limo argilloso color nocciola con rari e minuti frammenti di laterizio.	1,5	0,60	
	4,00			3,80			1,7	5	
5						limo con sabbia fine color nocciola			
	4,80								
6			○ C2	5,10		limo sabbioso grigio			
				5,30					
9			○ C3	8,50					
				8,60					
11	11,00								
12									
13									
14									
15									

<b>scheda n°</b>	05/09	<b>data</b>	15/01/09	<b>COMMESSA</b>	Indagine geognostica		
<b>Procedure di riferimento</b>	ASTM D 2488-2000; AGI 1977			<b>RIF. CONTRATTO</b>			
	<b>responsabili</b>	<b>revisione</b>		<b>inizio lavori</b>	7 gennaio 2009	<b>fine lavori</b>	13 gennaio 2009
<b>elaborazione</b>	Dott. Riccardo Mari			<b>responsabile cantiere</b>	Dott. Geol. R. Sacchetti		
<b>verifica</b>	Dott. Renato Sacchetti		0	<b>direzione lavori</b>	Dott. Geol. A. Mucchi		
<b>SPERIMENTATORE</b>				<b>DIRETTORE</b>			

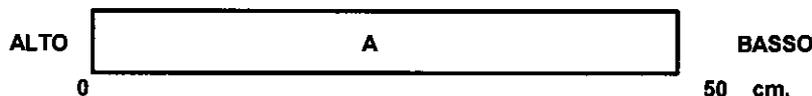
**Laboratorio Geotecnico Dr. Geol. Antonio Mucchi**  
 Via A. Ascari, 8 - 44019 Gualdo (FE) - Tel 0532/815681  
 Isc. C.C.I.A.A. di Ferrara n° 170861-P.I. 00534480389  
 Concessione Ministero Infrastrutture e Trasporti - Decreto n° 52494 del 11/10/2004  
 Settore A: Prove di Laboratorio sui terreni (ai sensi dell'art. 8 del D.P.R. n° 246/1993)

**SCHEDA APERTURA CAMPIONE ( Norma A.S.T.M. D 2488 - AGI 1977)**

**COMMITTENTE:** Studio Politecnica (MO)  
**CANTIERE:** Ex Mof (FE)  
**DATA APERTURA :** 15/01/09

**SONDAGGIO: 4    CAMPIONE: 1    PROF. 3.5-3.8    m.**

**TIPO DI CONTENITORE:**  fustella     sacchetto     cassetta



(*) I simboli adottati per le prove sono descritti nella legenda a fondo pagina		Prove di laboratorio eseguite (*)									
Livello	Descrizione litologica	P.P.	V.T.	Y	W	G	LA	Ed	PT	Ptras	Trcu
A	limo argilloso nocciola	130	75			*	*				
B											

**QUALITA' DEL CAMPIONE :**    SCADENTE     DISCRETA     BUONA     ECCELLENTE

**LEGENDA PROVE:**

Pocket penetrometrico	P.P. (kPa)	Peso di volume	Y	Limiti di Atterberg	L A
Vane test	V.T. (kPa)	Peso specifico	G.S	Edometria	Ed
Contenuto d'acqua	W	Granulometria	G	Prova di taglio	P T
Compressione E.L.L.	C	Permeabilità	K	Triassiale	T R

Sperimentatore Dr. Malagutti D.	Il Direttore Dr. Geol. Antonio Mucchi	Rapporto di prova : Data emissione : 20/01/09
------------------------------------	--	--



**Laboratorio Dr.Geol.Antonio Mucchi**

Via A. Ascari, 8 - 44019 Gualdo (FE) - Tel 0532/815681

Isc.C.C.I.A.A. di Ferrara n°170861-P.I. 00534480389

Concessione Ministero Infrastrutture e Trasporti - Decreto n° 52494 del 11/10/2004

Settore A: Prove di Laboratorio sui terreni (ai sensi dell'art.8 del D.P.R. n°246/1993)

**LIMITI DI ATTERBERG ( Norma CNR - UNI 10014 )**

**Committente :** Studio Politecnica

**Cantiere :** Ex Mof (FE)

**Sondaggio N°:**

4

**Campione:**

1

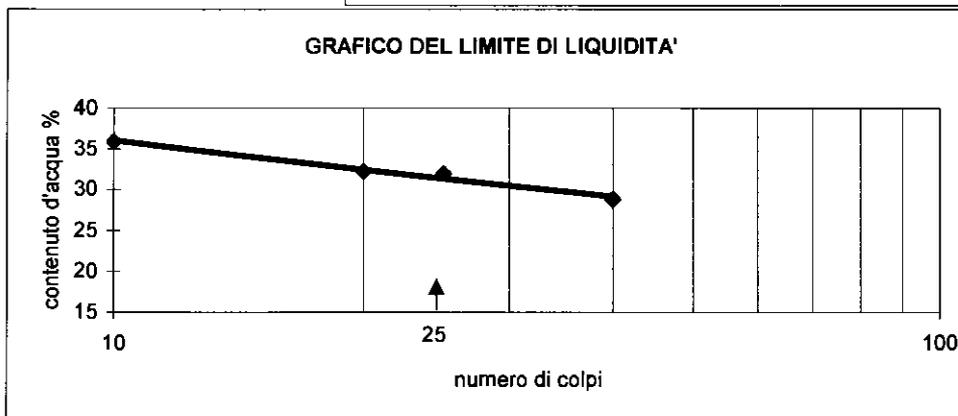
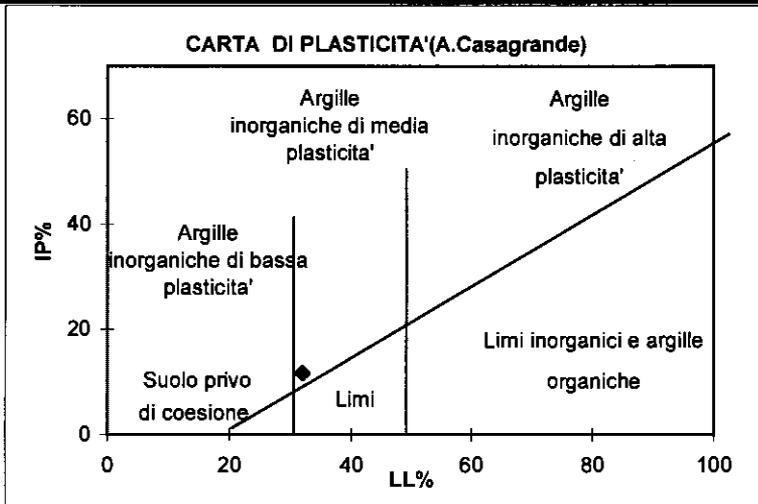
**Prof. m:**

3.5-3.8

**Data inizio prova :** 15/01/2009

N° CONTENITORE	Limite liquido			Lim.plastico media 2 det.	Umidita' Naturale 4
	1	2	3		
N° COLPI	40	20	10		
Massa terreno umido + tara (g)	42.29	37.03	41.39	14.40	174.78
Massa terreno secco + tara (g)	35.77	31.22	33.67	13.61	142.19
Massa acqua contenuta (g)	6.52	5.81	7.72	0.79	32.59
Massa tara (g)	13.17	13.21	12.15	9.74	7.72
Massa terreno secco (g)	22.60	18.01	21.52	3.87	134.47
Contenuto d'acqua %	28.8	32.3	35.9	20.3	24.2

Limite liquido %	32
Limite Plastico %	20
Umidita' naturale%	24.2
Indice Plastico %	12
Indice di consistenza :	0.66



Sperimentatore Dr. Malagutti D.	Il Direttore Dr. Geol. Mucchi Antonio	Rapporto di prova Data emissione : 20/01/09
------------------------------------	--	--

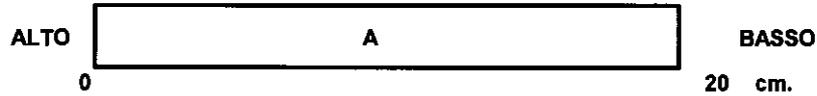
**Laboratorio Geotecnico Dr. Geol. Antonio Mucchi**  
 Via A. Ascari, 8 - 44019 Gualdo (FE) - Tel 0532/815681  
 Isc. C.C.I.A.A. di Ferrara n°170861-P.I. 00534480389  
 Concessione Ministero Infrastrutture e Trasporti - Decreto n° 52494 del 11/10/2004  
 Settore A: Prove di Laboratorio sui terreni (ai sensi dell'art. 8 del D.P.R. n°248/1993)

**SCHEDA APERTURA CAMPIONE ( Norma A.S.T.M. D 2488 - AGI 1977)**

**COMMITTENTE:** Studio Politecnica (MO)  
**CANTIERE:** Ex Mof (FE)  
**DATA APERTURA :** 15/01/09

**SONDAGGIO: 4    CAMPIONE: 2    PROF. 5.1-5.3    m.**

**TIPO DI CONTENITORE:** fustella    sacchetto    cassetta



(*) I simboli adottati per le prove sono descritti nella legenda a fondo pagina		Prove di laboratorio eseguite (*)									
Livello	Descrizione litologica	P.P.	V.T.	Y	W	G	LA	Ed	PT	Ptras	Trcu
<b>A</b>	limo grigio sabbioso non plastico	<b>130</b>	<b>65</b>			*					
<b>B</b>											

**QUALITA' DEL CAMPIONE :**    SCADENTE     DISCRETA     BUONA     ECCELLENTE

**LEGENDA PROVE:**

Pocket penetrometrico	P.P. (kPa)	Peso di volume	Y	Limiti di Atterberg	LA
Vane test	V.T. (kPa)	Peso specifico	G.S	Edometria	Ed
Contenuto d'acqua	W	Granulometria	G	Prova di taglio	PT
Compressione E.L.L.	C	Permeabilità	K	Triassiale	TR

Sperimentatore Dr. Malaguti D.	Il Direttore Dr. Geol. Antonio Mucchi	Rapporto di prova : Data emissione : 20/01/09
-----------------------------------	--	--

**Laboratorio Dr.Geol.Antonio Mucchi**

Via A. Ascari, 8 - 44019 Gualdo (FE) - Tel 0532/815681

Isc. C.C.I.A.A. di Ferrara n°170861 - P.I. 00534480389

Concessione Ministero Infrastrutture e Trasporti - Decreto n° 52484 del 11/10/2004

Settore A: Prove di Laboratorio sui terreni (ai sensi dell'art.8 del D.P.R. n°246/1993)

**ANALISI GRANULOMETRICA PER SEDIMENTAZIONE****norma ASTM D 422 - AGI 1994**

Committente : Studio Politecnica

Cantiere : Ex Mof (FE)

Sondaggio : 4

Campione : 2

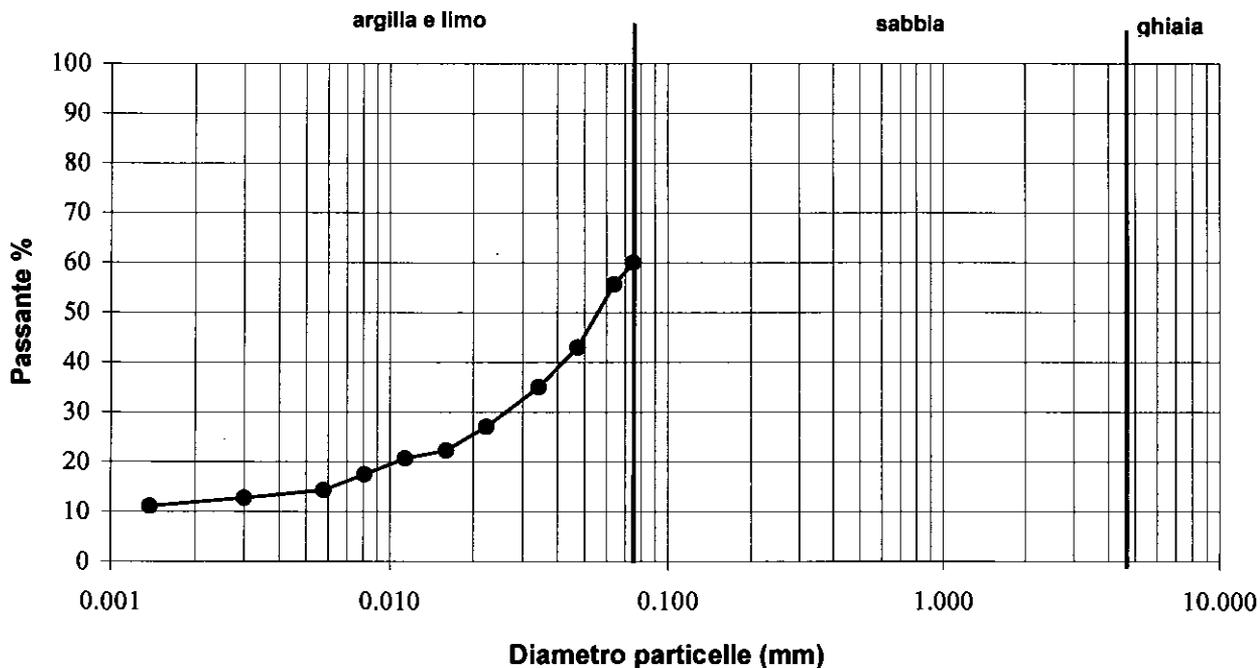
Profondità (mt): 5.1-5.3

Data inizio prova : 16/01/09

Diametro (mm)	Passante (%)
0.075	60.00
0.0639	55.67
0.0473	42.94
0.0343	34.98
0.0223	27.03
0.0160	22.25
0.0113	20.66
0.0081	17.48
0.0058	14.30
0.0030	12.70
0.0014	11.11

**Classificazione secondo norma ASTM D 2488 - 84**

<b>Ghiaia</b>	( >4.75mm )	: 0%
<b>Sabbia</b>	( 4.76-0.075mm )	: 40%
<b>Limo e Argilla</b>	( < 0.075mm )	: 60%

**trattenuto allo 0.075 mm : 40%**

Sperimentatore Dr. Malaguti D.	Il Direttore Dr. Geol. Antonio Mucchi	Rapporto di prova
		Data emissione : 20/01/09

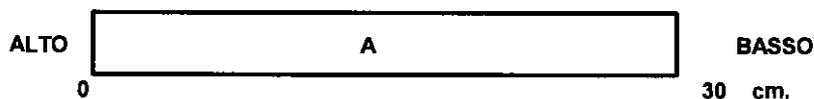
**Laboratorio Geotecnico Dr. Geol. Antonio Mucchi**  
 Via A. Ascari, 8 - 44019 Gualdo (FE) - Tel 0532/815661  
 Isc. C.C.I.A.A. di Ferrara n°170861-P.I. 00534480389  
 Concessione Ministero Infrastrutture e Trasporti - Decreto n° 62494 del 11/10/2004  
 Settore A: Prove di Laboratorio sui terreni (ai sensi dell'art.8 del D.P.R. n°248/1993)

**SCHEDA APERTURA CAMPIONE ( Norma A.S.T.M. D 2488 - AGI 1977)**

**COMMITTENTE:** Studio Politecnica (MO)  
**CANTIERE:** Ex Mof (FE)  
**DATA APERTURA :** 15/01/09

**SONDAGGIO: 4    CAMPIONE: 3    PROF. 8.5-8.8    m.**

**TIPO DI CONTENITORE:** fustella    sacchetto    cassetta



(*) I simboli adottati per le prove sono descritti nella legenda a fondo pagina		Prove di laboratorio eseguite (*)									
Livello	Descrizione litologica	P.P.	V.T.	Y	W	G	LA	Ed	PT	P <sub>res</sub>	Trcu
A	limo grigio sabbioso non plastico	120	65			*					
B											

**QUALITA' DEL CAMPIONE :**    SCADENTE     DISCRETA     BUONA     ECCELLENTE

**LEGENDA PROVE:**

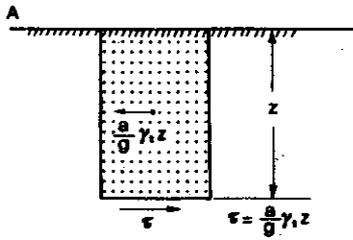
Pocket penetrometrico	P.P. (kPa)	Peso di volume	Y	Limits di Atterberg	LA
Vane test	V.T. (kPa)	Peso specifico	G.S	Edometria	Ed
Contenuto d'acqua	W	Granulometria	G	Prova di taglio	PT
Compressione E.L.L.	C	Permeabilità	K	Triassiale	TR

Sperimentatore Dr. Malaguti D.	Il Direttore Dr. Geol. Antonio Mucchi	Rapporto di prova : Data emissione : 20/01/09
-----------------------------------	--	--



# METODO DI SEED & IDRIS (1982)

La verifica di stabilità dei depositi deve basarsi sul confronto fra gli stati tensionali indotti dalle onde sismiche nella loro propagazione e quelli che producono liquefazione o livelli di deformazione critici. Il metodo di Seed & Idriss valuta la resistenza del deposito alla liquefazione in termini di fattore di resistenza alla liquefazione, espresso dal rapporto fra la resistenza del terreno agli sforzi di taglio ciclico e la sollecitazione di taglio massima indotta dal sisma, cioè:



Profondità falda da p.c. **6** m da p.c.  
 Profondità metà strato **12** m da p.c.

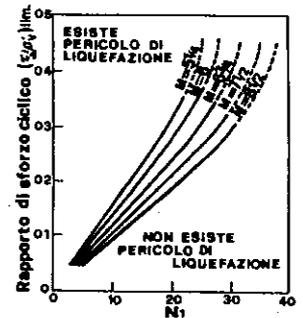
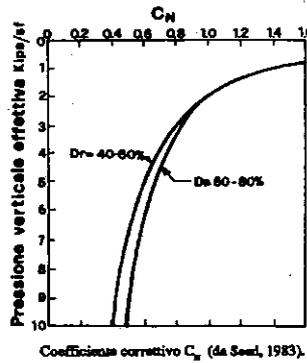
$$F = \frac{\tau_{lim}}{\tau_{max}} = \frac{\left(\frac{\tau}{\sigma_0}\right)_{lim}}{\tau / \sigma_0} = \frac{R}{L}$$

Sforzi di taglio indotti dal terremoto ad una generica quota z.

## Numeratore: resistenza R alla liquefazione del deposito.

<b>5</b>	Numero di colpi N	<b>0.75</b>	densità relativa del deposito %
<b>2.87</b>	Pressione verticale effettiva (kips/sf)		
<b>1.4</b>	pressione verticale effettiva (kg/cm <sup>2</sup> )		
	a metà dello strato considerato		
<b>0.80</b>	C <sub>N</sub> per D <sub>r</sub> compresa tra 40%-60%		
<b>0.91</b>	C <sub>N</sub> per D <sub>r</sub> compresa tra 60%-80%		
<b>4.00</b>	Numero di colpi corretto (N <sub>1</sub> )		

**D<sub>50</sub> (mm)**



Se D<sub>50</sub> < 0,25mm (limi e sabbie limose)

$$N_1 = (N_1) + 7,5$$

**11.50** N<sub>1</sub> numero di colpi corretto

$$M = 5_{1/4} \quad M = 7_{1/2}$$

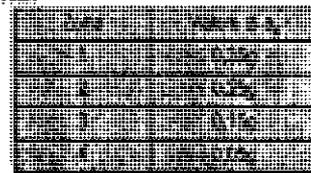
In funzione della magnitudo del sisma e del numero di colpi standard corretto si ricava il valore del rapporto di sforzo ciclico

$$\left(\frac{\tau}{\sigma_v}\right)_{lim} =$$

**0.180**    **0.118**

## Denominatore: L sollecitazione di taglio massima indotta dal sisma.

<b>1.4</b>	pressione verticale effettiva a metà strato (kg/cm <sup>2</sup> )
<b>1.6</b>	pressione totale a metà strato (kg/cm <sup>2</sup> )
<b>0.1876</b>	Valore di a <sub>v</sub> /g secondo classificazione sismica



$$\left(\frac{\tau}{\sigma_0}\right) =$$

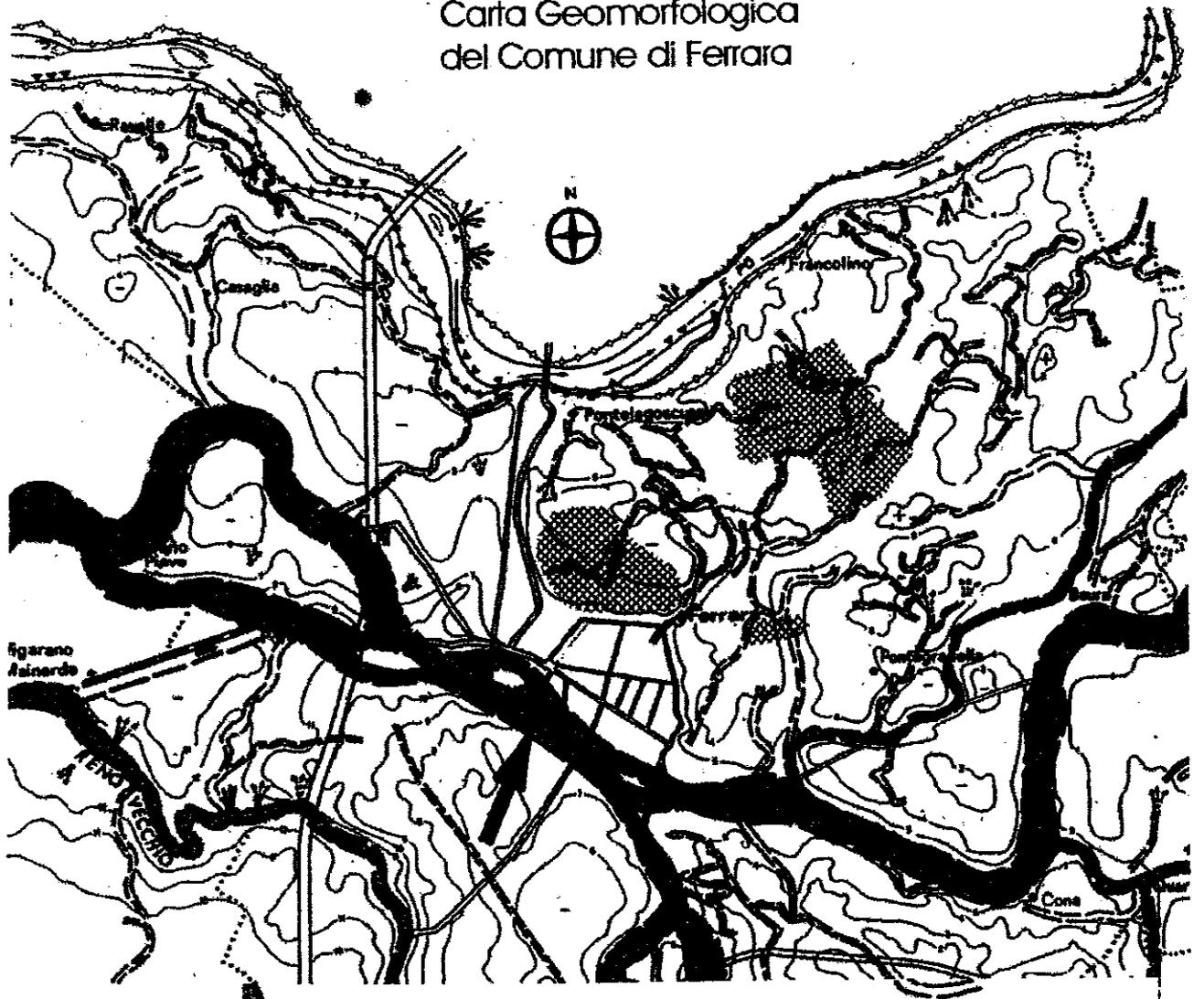
**0.123**

## Calcolo del fattore di resistenza alla liquefazione F:

per Sisma di magnitudo 5<sub>1/4</sub>    F = **1.18**

N.B. se F > 1,3 il deposito viene considerato non liquefacibile.

# Carta Geomorfologica del Comune di Ferrara



## LEGENDA

RENO

### ALVEO ATTUALE DEL PO

▽▽▽▽ TRATTI DI SFONDA IN EROSIONE

→ FILONI DI CORRENTE FLUVIALE

▲▲▲▲ AREE DI DEPOSITO

○ BARRE FLUVIALI

○-○-○- ARGINI

○-○-○- TRATTI D'ARGINE A QUOTA INFERIORE AL LIVELLO DI MASSIMA PIENA TEORICA

### TERRITORIO

— ISOPSE DEL PIANO CAMPAGNA

■ PALEOALVEI PRINCIPALI

≡≡≡ PALEOALVEI E ANTICHI DRENAGGI SECONDARI

≡≡≡ PALEOALVEI DI UBICAZIONE INCERTA

▲▲▲▲ CONI DI ESONDAZIONE ANTICHI E RECENTI

▨ AREE DI ANTICA BONIFICA

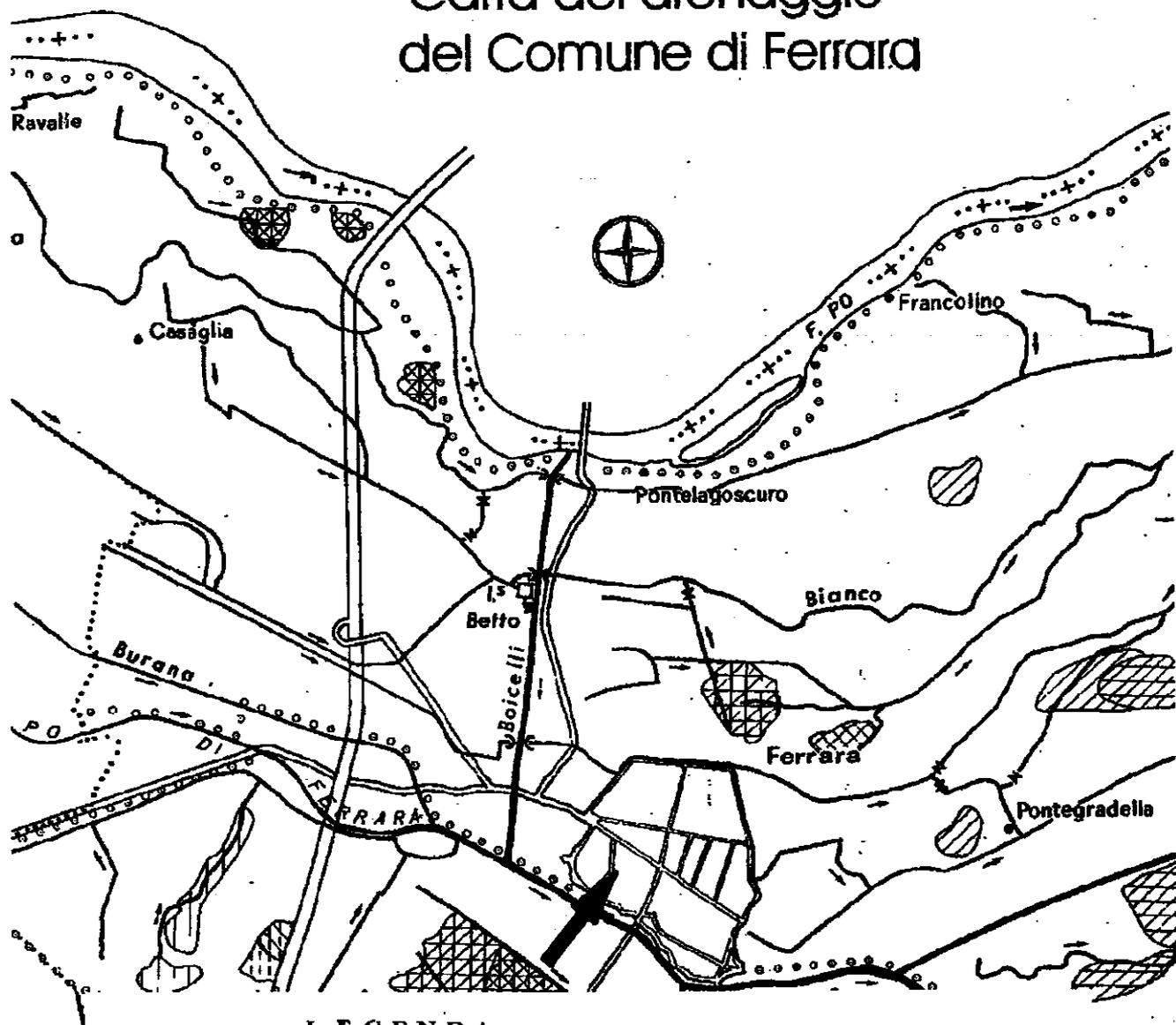
# Carta delle isofreatiche Del Comune di Ferrara



## Legenda

-  Isofreatica e quota relativa in m.
-  Direzioni di flusso
-  Direzioni di drenaggio
-  Spartiacque sotterranei
-  Paleovalvei Principali

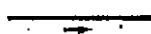
# Carta del drenaggio del Comune di Ferrara



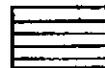
## LEGENDA

## Allegato n°

### SISTEMA DI DRENAGGIO

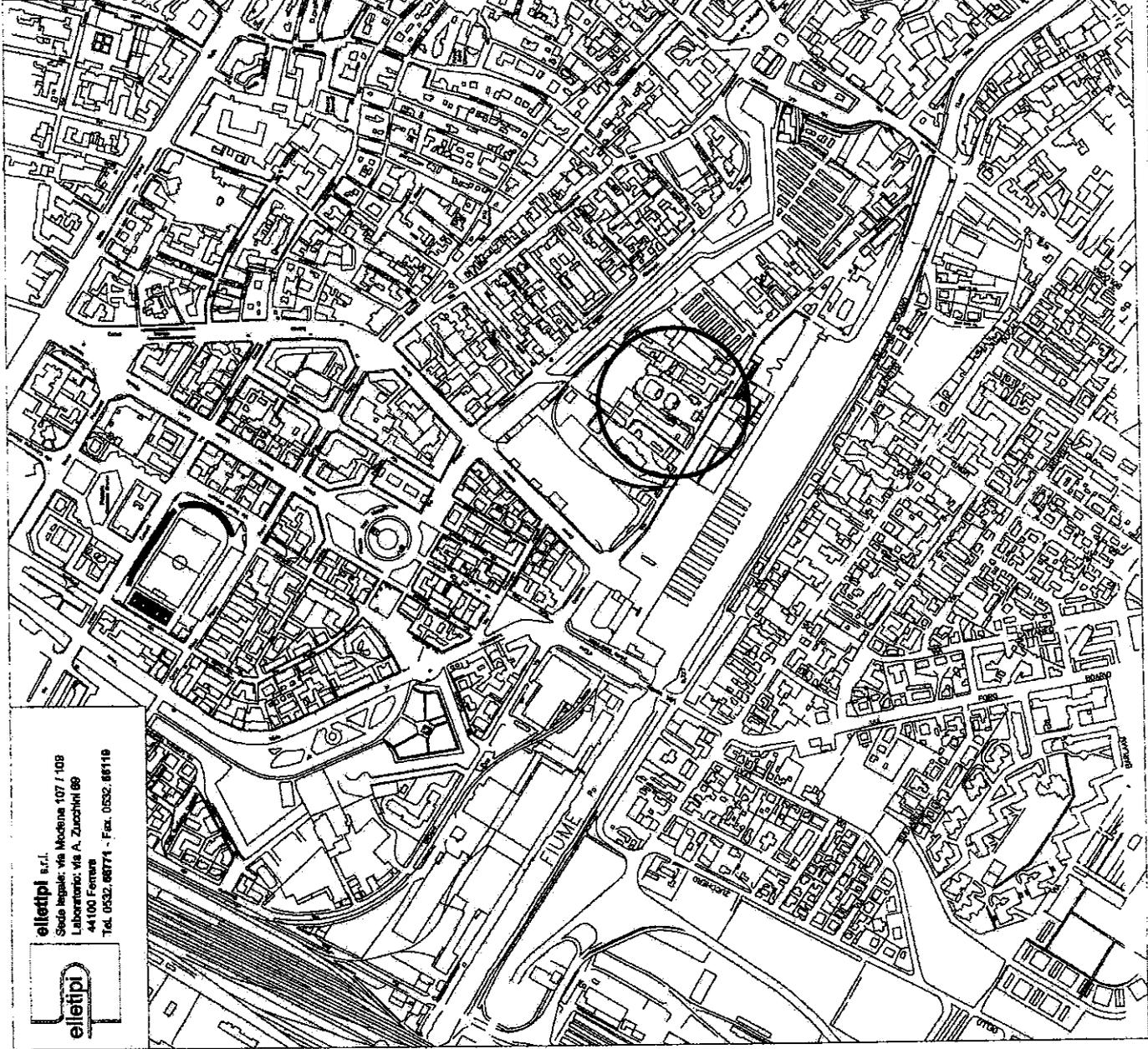
-  CANALI DELLA RETE SCOLANTE
-  SPARTIACQUE SUPERFICIALI PRINCIPALI
-  CHIUSE O PARATOIE PRINCIPALI
-  BOTTE A SFONDE
-  IMPIANTO DI SOLLEVAMENTO

### AREE A DIFFICILTOSO DRENAGGIO

-  PER CONDIZIONI ALTIMETRICHE
-  PER SCARSA PERMEABILITA' DEL TERRENO
-  PER ALTEZZA PARTICOLARE DELLA FALDA FREATICA
-  PER SCARSA EFFICIENZA DELLA RETE DI DRENAGGIO CONSORZIALE
-  PER SCARSA EFFICIENZA DELLA RETE DI DRENAGGIO AZIENDALE

## **Indagini ex Caserma Camilli (Al. 5)**

Committente **geom. GIOVANNI SARDO** n° Comm. **1102/03**  
 Carniere **Area ex - Camilli, via Dorneno 102 - 104, Ferrara**  
 Tavola n° **1** Oggetto dell'elaborato **FERRARA: COLLOCAZIONE URBANA DELL'AREA ex - CAMILLI**  
 SCALA **1:8000** elaborazione **dott. Massimo Romagnoli** approvazione **dott. Gianluca Fattoli**  
 (ver. 01 del 25/03/04) [www.romagnoli.it](http://www.romagnoli.it)

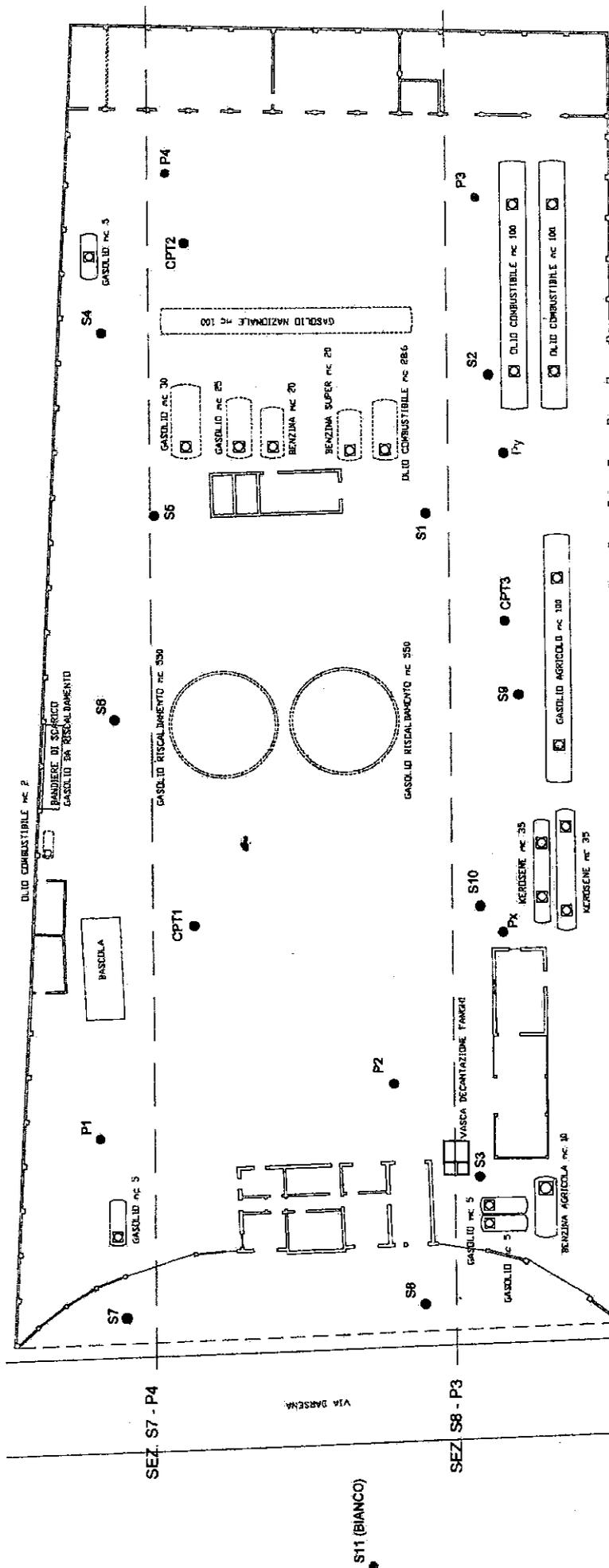


**elletipi** s.r.l.  
 Sede legale: via Modena 107/108  
 Laboratorio: via A. Zucchi 96  
 44100 Ferrara  
 Tel. 0532.88171 - Fax. 0532.88119



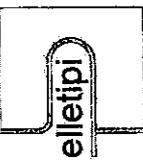


**elletipi s.r.l.**  
 Sede legale: via Modena 107 / 109  
 Laboratorio: via A. Zucchini 89  
 44100 Ferrara  
 Tel. 0532.68774 - Fax. 0532.46119



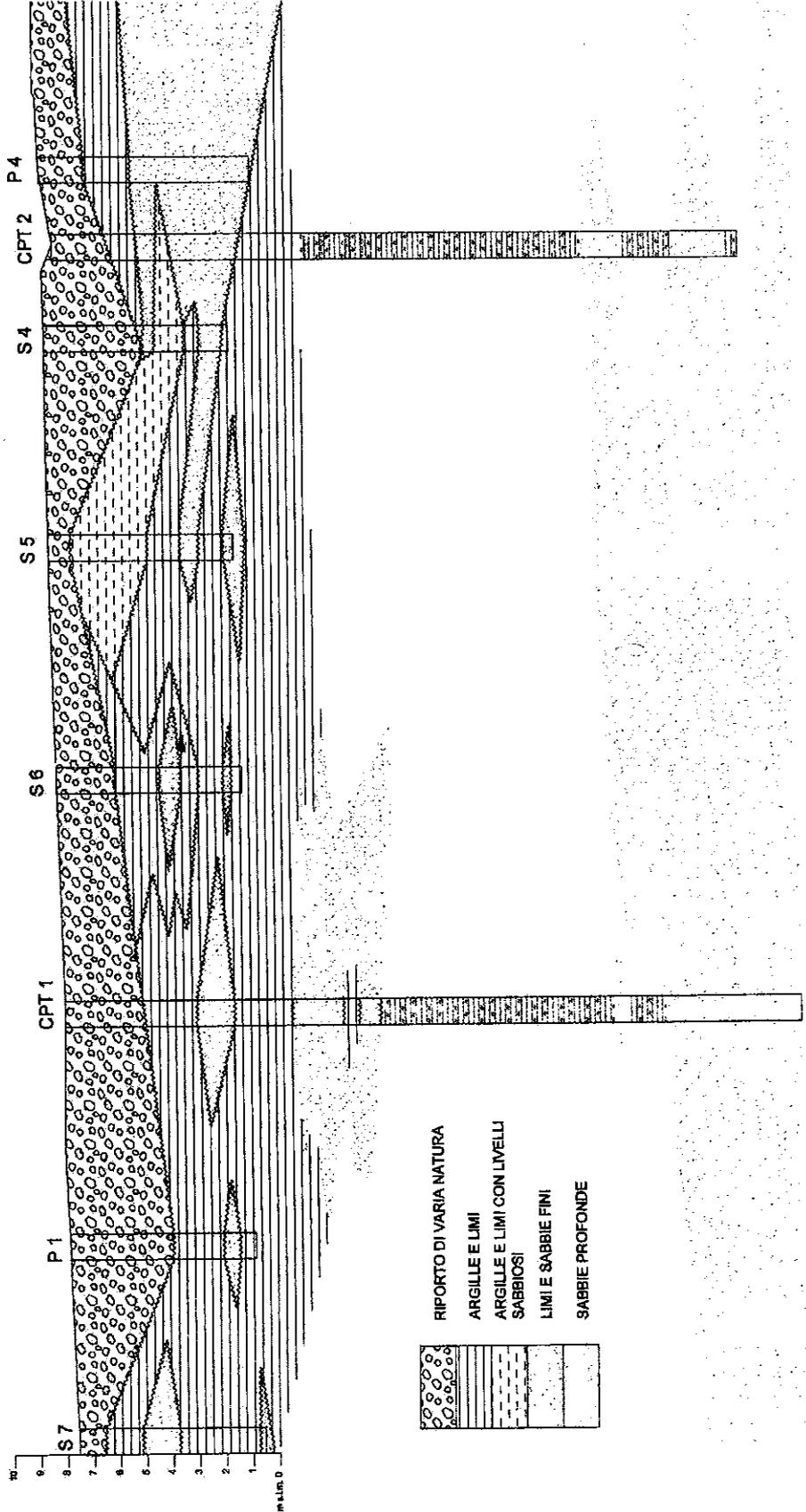
Committente	geom. GIOVANNI SARDO	n° Comm.	1102/03
Cantiere	Area ex - Cantili, via Darsena 102 - 104, Ferrara		
Tavola n°	4	Oggetto dell'elaborato	UBICAZIONI PUNTI DI INDAGINE
SCALA	1:350	elaborazione	approvazione
REV: 01	del: 24/03/04	dot. Massimo Ramagnoli	dot. Gianluca Feroli
		file: ubicozini	

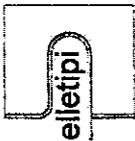
- SEZ. S8 - P3
- S10 TRACCIA SEZIONI E PROFILI
  - S2 SONDAGGIO
  - PX PIEZOMETRO
  - CPT3 PROVA PENETROMETRICA



**elletipi** s.r.l.  
Sede legale: via Modena 107 / 108  
Laboratorio: via A. Zucchini 69  
44100 Ferrara  
Tel. 0532.66771 - Fax. 0532.66119

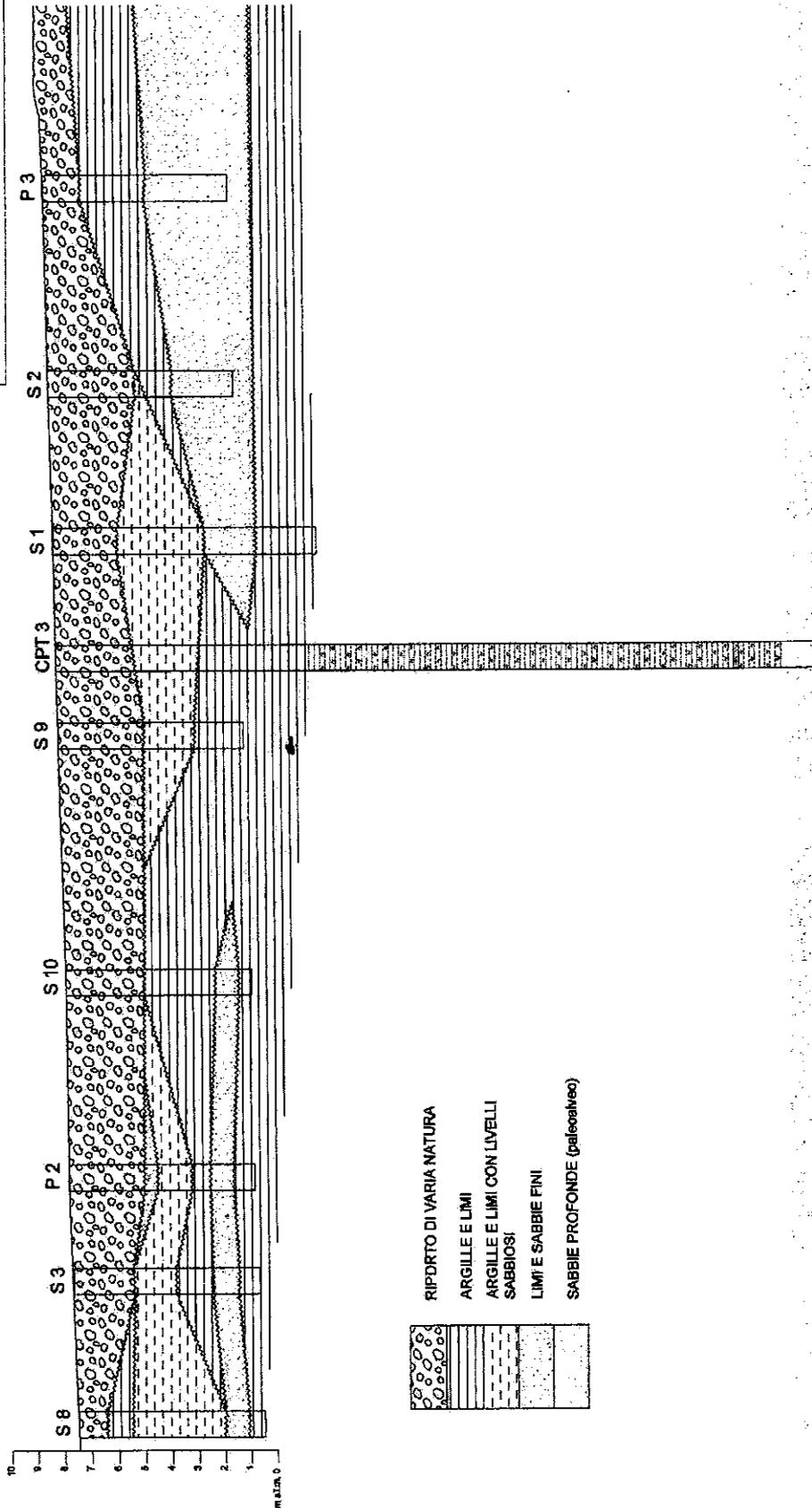
Committente <b>geom. GIOVANNI SARDO</b>		n° Comm. <b>1102/03</b>	
Cantiere <b>Area ex - Camilità, via Darsena 102 - 104, Ferrara</b>			
Oggetto dell'elaborato			
Tavolo n° <b>7</b>		<b>SCHEMA RAPPORTI STRATIGRAFICI S7 - P4</b>	
SCALA		elaborazione	
or. 1:350	vert. 1:175	dott. Massimo Romagnoli	
rev. 00		dat. 22/12/03	
file: rapporti/P4			



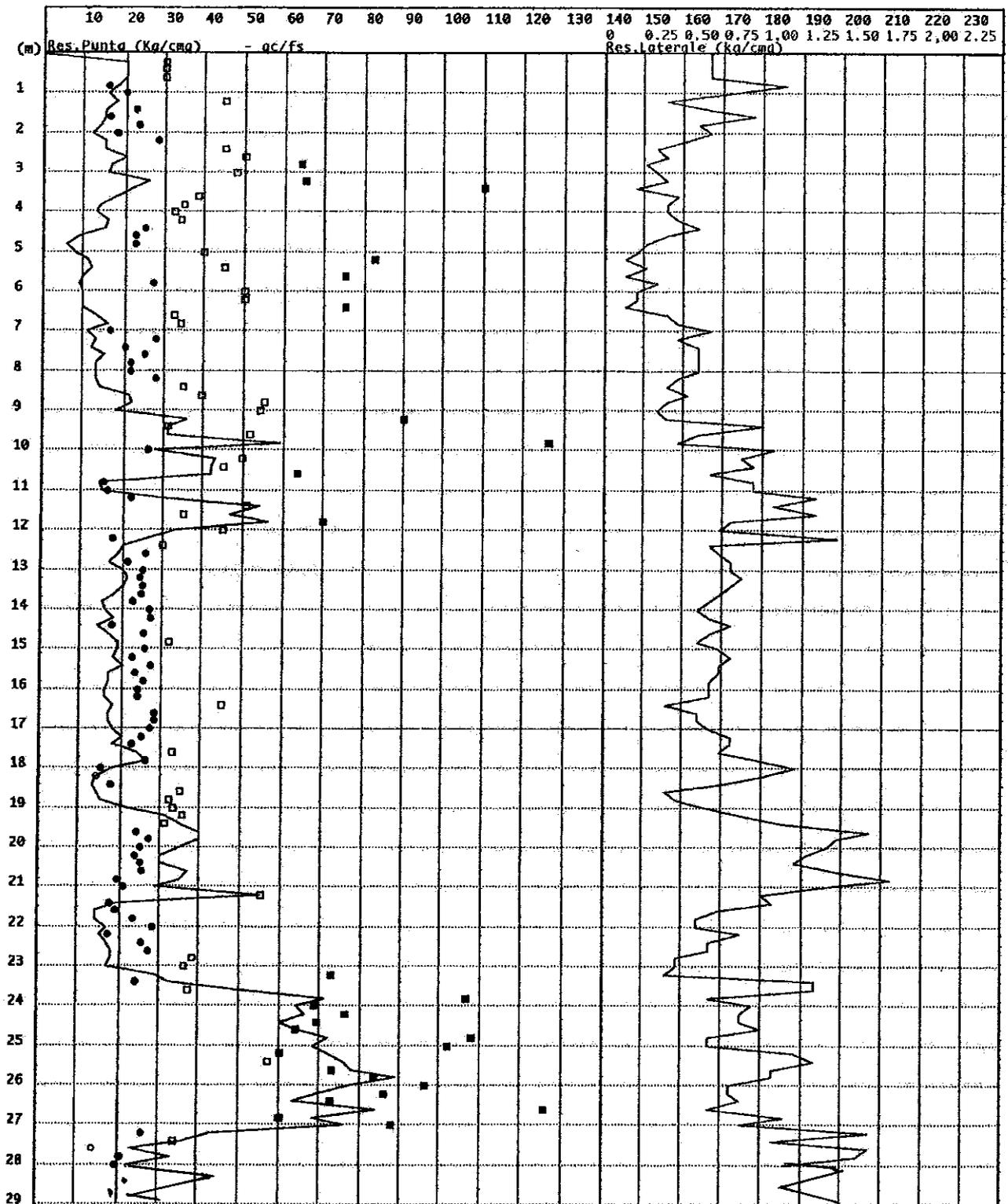


**elletipi s.r.l.**  
 Sede legale: via Modena 107/109  
 Laboratorio: via A. Zucchini 69  
 44100 Ferrara  
 Tel. 0532.56771 - Fax. 0532.56119

Committente **geom. GIOVANNI SARDO** n° Comm. **1102/03**  
 Cantiere **Area ex - Camiliti, via Darsena 102 - 104, Ferrara**  
 Tavolo n° **8** Oggetto dell'elaborato **SCHEMA RAPPORTI STRATIGRAFICI S8 - P3**  
 SCALA elaborazione dott. Massimo Romagnoli approvazione dott. Giulio Ferrari  
 nr. 1:360 vert. 1:175  
 rev. 00 del: 22/12/03 Rifer. rapporti: P3



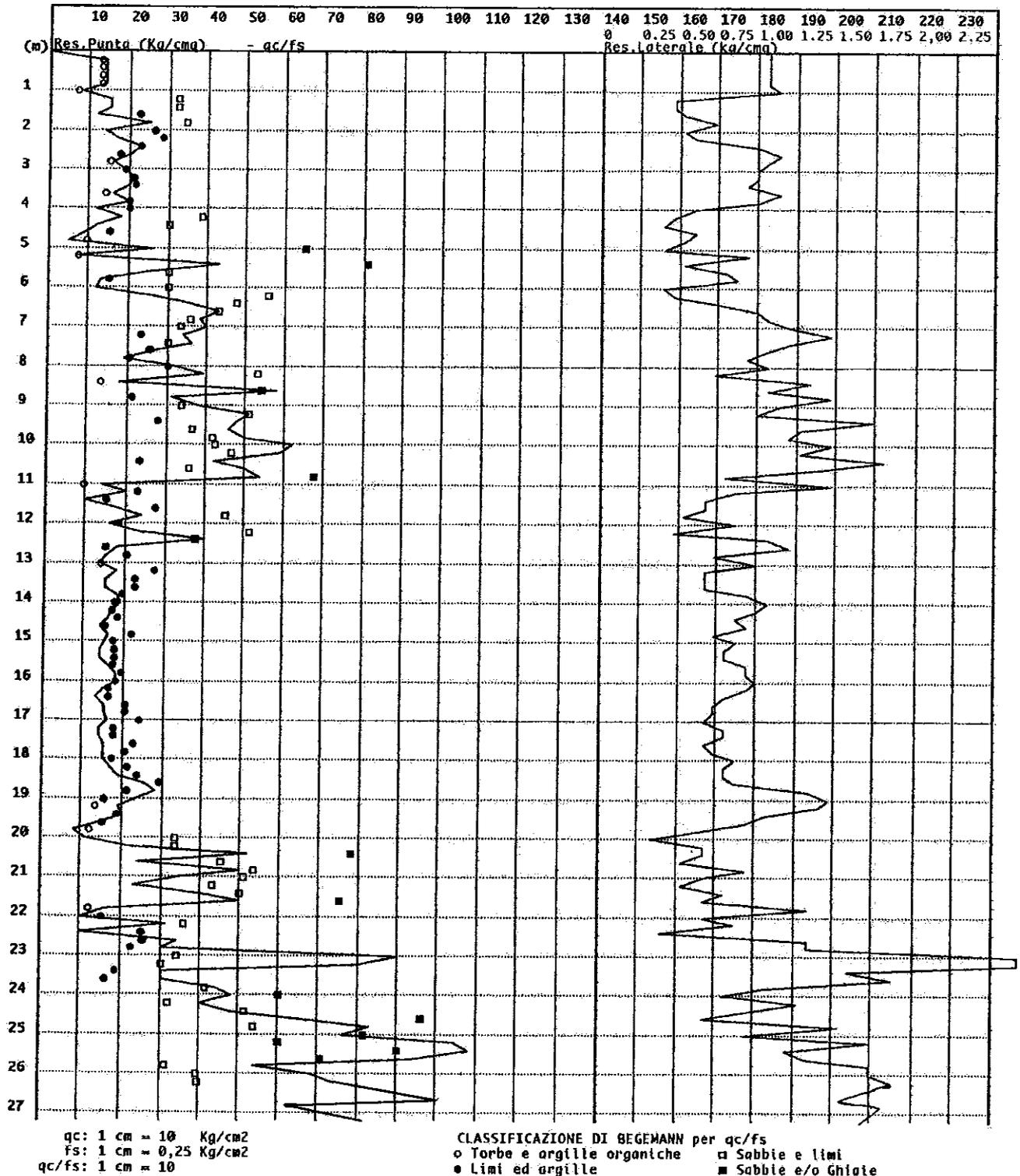
COMMITTENTE: geometra GIOVANNI SARDO  
 CANTIERE: area ex - Camilli CPT n° 1 N°COMMESSA: 1492/03  
 DATA ESECUZIONE: 19/11/2003



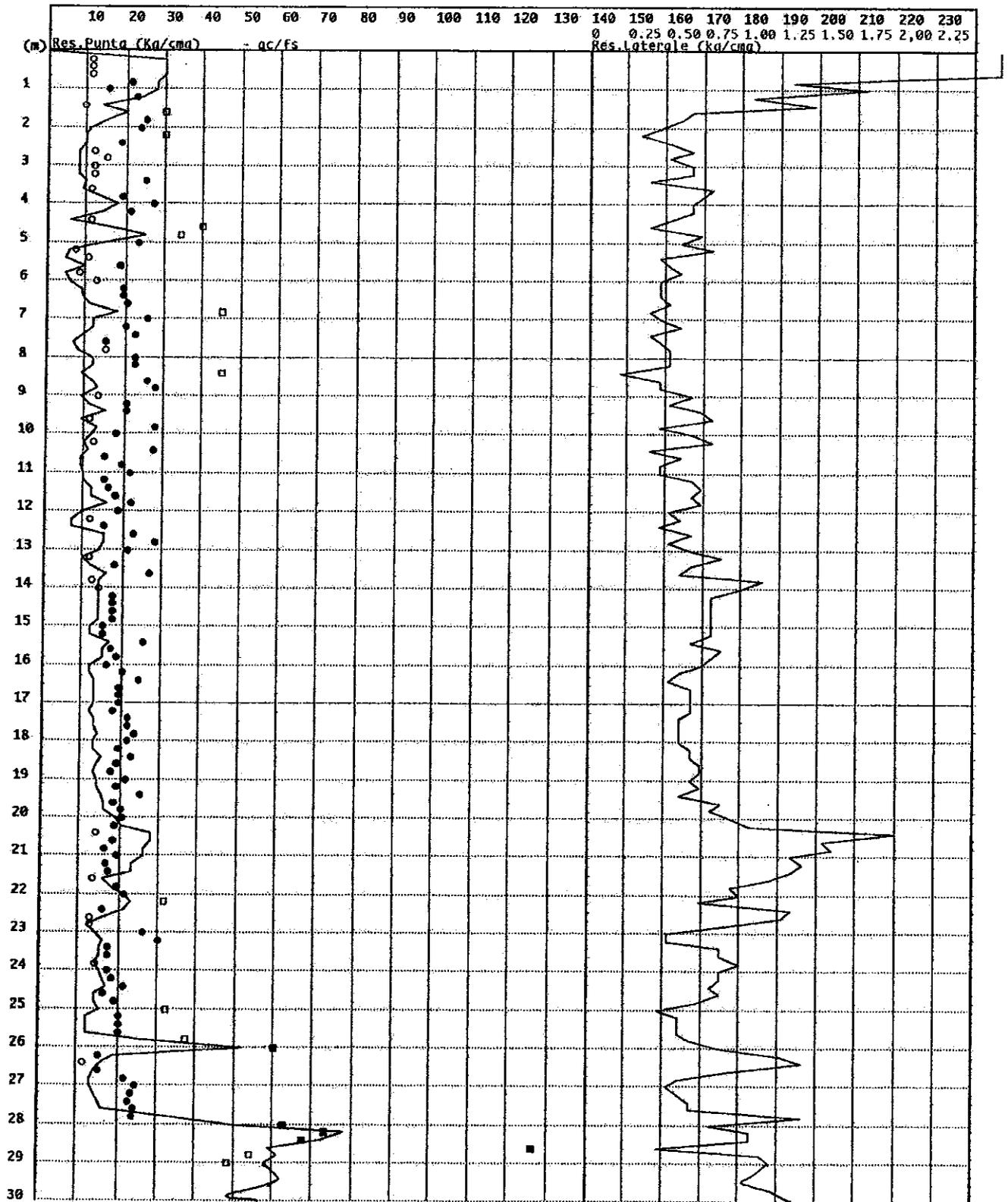
qc: 1 cm = 10 Kg/cm<sup>2</sup>  
 fs: 1 cm = 0,25 Kg/cm<sup>2</sup>  
 qc/fs: 1 cm = 10

CLASSIFICAZIONE DI BEGEMANN per qc/fs  
 ○ Torbe e argille organiche      □ Sabbie e limi  
 ● Limi ed argille                      ■ Sabbie e/o Ghiaie

COMMITTENTE: geometra GIOVANNI SARDO  
 CANTIERE: area ex - Camilli CPT n° 2 N°COMMESSA: 1492/03  
 DATA ESECUZIONE: 19/11/2003



COMMITTENTE: geometra GIOVANNI SARDO  
 CANTIERE: area ex - Camilli CPT n° 3 N°COMMESSA: 1492/03  
 DATA ESECUZIONE: 19/11/2003



qc: 1 cm = 10 Kg/cm<sup>2</sup>  
 fs: 1 cm = 0,25 Kg/cm<sup>2</sup>  
 qc/fs: 1 cm = 10

CLASSIFICAZIONE DI BEGEMANN per qc/fs  
 ○ Torbe e argille organiche      □ Sabbie e limi  
 ● Limi ed argille                      ■ Sabbie e/o Ghiaie

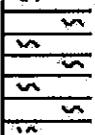
 <b>elletipi s.r.l.</b> Via Modena, 107/109 44100 FERRARA Tel. (0532) 58.771 Telefax (0532) 58.119	Inizio Esecuzione 04/11/2003	Fine Esecuzione 04/11/2003	Metodo Perfor. carotaggio continuo	Sondaggio S 1
	Quota m 8.30 s.l.m.		Attrezzo Elletteri EK 200	

Committente geometra Giovanni Sardo	Località Area ex - Camilli - Ferrara
--	---

Campioni Carotatore Semplice [T1] Carotatore Doppio [T2] Rimaneggiati [RI] Denison [D] Osterberg [OS] Shelby [SH] Indisturbati [NI]	Foto	Livello Acqua	Prof. Foro	Prof. Riv.	Assistente Romagnoli
		Data 04/11/03	Mt. p.c. 3.90	9.00	8.00

MT.	QUOTA DA P.C.	SIMBO LOGIA	CAMPIONI			DESCRIZIONE STRATIGRAFICA	%	P.P. kg/cm2	T.V. kg/cm2	S.P.T.			Liv. acqua	Piezometro
			tipo	num	PROF					N1	N2	N3		
1	.20		RI	1	0,0-1,00	Ghiaia sabbiosa giallo marrone chiaro.								
			RI	2	1-2,00	Limo argilloso grigio, con tenti sabbiose. Presenza di laterizi sparsi.								
2	2,40		RI	3	2-3,00									
			RI	4	3-4,00		Limo con argilla a tratti sabbioso grigio.							
3	4,90		RI	5	4-5,00									
			RI	6	5-6,00	Sabbia fine limosa grigio scuro.								
4	4,95		RI	7	6-7,00	Limo da argilloso a debolmente sabbioso grigio scuro con lamine sabbiose sparse.								
			RI	8	7-8,00	Limo con sabbia fine grigio scuro.								
5	5,70		RI	9	8-9,00	Sabbia fine limosa grigio scuro.								
			RI	9	8-9,00	Argilla con limo grigio scuro. Rari resti vegetali sparsi.								
6	6,40		RI	9	8-9,00									
			RI	9	8-9,00									
7	7,70		RI	9	8-9,00									
			RI	9	8-9,00									
8	8,40		RI	9	8-9,00									
			RI	9	8-9,00									
9	9,00		RI	9	8-9,00									
			RI	9	8-9,00									

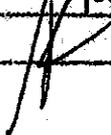
elletipi s.r.l.	
CERTIFICATO DI PROVA IN SITO	
Prof. N° 34/103	Pag. 1 di 1
Data 24/11/03	
Il Direttore:	

 <b>elletipi s.r.l.</b> Via Modena, 107/109 44100 FERRARA Tel. (0532) 58.771 Telefax (0532) 58.119		Inizio Esecuzione 11/11/2003	Fine Esecuzione 11/11/2003	Metodo Perfor. carotaggio continuo	Sondaggio S 2									
		Quota m 8.43 s.l.m.		Attrezzo Ellettari EK 200										
Committente geometra Giovanni Sardo				Località Area ex - Camilli - Ferrara										
Campioni Carotiere Semplice [T1] Carotiere Doppio [T2] Rimaneggiati [Ri] Denison [D] Osterberg [OS] Shelby [SH] Indisturbati [IN]		Foto		Livello Acqua	Prof. Foro	Prof. Riv.	Assistente Romagnoli							
				Data 11/11/03	Mt. p.c. -	7.00	6.00	Operatore Fabbri						
MT.	QUOTA DA P.C.	SIMBO LOGIA	CAMPIONI			DESCRIZIONE STRATIGRAFICA	%	P.P.	T.V.	S.P.T.			Liv. acqua	Piezometro
			tipo	num	PROF					R.Q.D.	kg/cm2	kg/cm2		
1			RI	1	0-1.00	Limo sabbioso argilloso marrone scuro con laterizi sparsi.								
			RI	2	1-2.00									
2	2,00		RI	3	2-3.00	Limo argilloso sabbioso marrone giallastro con rari laterizi, moderatamente consistente.								
			RI	4	3-4.00									
3	3,25					Limo sabbioso, grigio.								
4	3,60		RI	5	4-5.00	Argilla limosa grigia con screziature marroni.								
			RI	6	5-6.00									
5	4,85		RI	6	5-6.00	Limo da sabbioso a con sabbia, grigio.								
6			RI	7	6-7.00									
7	7,00													
8														
9														

**elletipi s.r.l.**

**CERTIFICATO DI PROVA IN SITO**

Prot. N° 342103	Pag. 1 di 1
Data 26/11/03	

Il Direttore: 

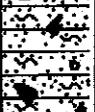
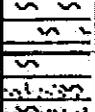
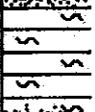
 <b>elletipi s.r.l.</b> Via Modena, 107/109 44100 FERRARA Tel. (0532) 56.771 Telefax (0532) 56.119		Inizio Esecuzione 10/11/2003		Fine Esecuzione 10/11/2003		Metodo Perfor. carotaggio continuo		Sondaggio S 3							
		Quota m 7.65 s.l.m.				Attrezzatura Ellettari EK 200									
Committente geometra Giovanni Sardo						Località Area ex - Camilli - Ferrara									
Campioni Caroliere Semplice [T1] Caroliere Doppio [T2] Rimaneggiati [RI] Denison [D] Osterberg [OB] Shelby [SH] Indisturbati [IN]						Foto		Livello Acqua		Prof. Foro	Prof. Riv.	Assistente Romagnoli			
								Data 10/11/03	ML p.c. 1.65	7.00	6.00	Operatore Fabbri			
MT.	QUOTA DA P.C.	SIMBOLOGIA	CAMPIONI			DESCRIZIONE STRATIGRAFICA	%	P.P.	T.V.	S.P.T.			Liv. acqua	Piezometro	
			tipo	num	PROF					R.Q.D.	kg/cm2	kg/cm2			N1
1  2  3  4  5  6  7	.30		RI	1	0.0-1.00	Sabbia ghiaiosa marrone.									
	.70					Limo argilloso debolmente sabbioso marrone.									
			RI	2	1-2.00	Limo sabbioso argilloso grigio scuro con rari laterizi sparsi.									
			RI	3	2-3.00										
		2.20					Limo con argilla grigio con screziature marroni e con rari favele sabbiosi sparsi. Moderatamente consistente.								
				RI	4	3-4.00									
		3.80					Argilla limosa grigio verdastro, poco consistente.								
			RI	5	4-5.00										
	5.20					Limo da argilloso a sabbioso, grigio.									
	5.80					Sabbia con limo, grigio.									
	6.20		RI	7	6-7.00										
	7.00					Argilla limosa grigio con screziature nere e rari resti vegetali sparsi.									
8															
9															

elletipi s.r.l.

CERTIFICATO DI PROVA IN SITO

Prot. N° 353/03	Pag. 1 di 1
Data 24/11/03	

Il Direttore: 

 <b>elletipi s.r.l.</b> Via Modena, 107/109 44100 FERRARA Tel. (0532) 56.771 Telefax (0532) 58.119		Inizio Esecuzione 05/11/2003	Fine Esecuzione 05/11/2003	Metodo Perfor. carotaggio continuo	Sondaggio S 4									
		Quota m 8.53 s.l.m.		Attrezzo Ellettari EK 200										
Committente geometra Giovanni Sardo				Località Area ex - Camilli - Ferrara										
Campioni Carotere Semplice [T1] Carotere Doppio [T2] Rimaneggiati [RI] Denison [D] Osterberg [OS] Shelby [SH] Indisturbati [IN]			Foto	Livello Acqua	Prof. Foro 7.00	Prof. Rtv. 8.00	Assistente Romagnoli							
				Data 05/11/03	ML p.c. -	Operatore Fabbri								
MT.	QUOTA DA P.C.	SIMBO LOGIA	CAMPIONI			DESCRIZIONE STRATIGRAFICA	%	P.P. kg/cm2	T.V. kg/cm2	S.P.T.			Liv. acqua	Piezometro
			tipo	num	PROF					R.Q.D.	N1	N2		
1			RI	1	0,0-1.00	Limo sabbioso argilloso con laterizi sparsi, marrone grigiastro.								
			RI	2	1-2.00									
2			RI	3	2-3.00									
3			RI	4	3-4.00									
4	3,60 4,20		RI	5	4-5.00	Limo con argilla marrone giallastro. Moderatamente consistente.								
5			RI	6	5-6.00	Limo con argilla e livelli sabbiosi sparsi. Grigio scuro con lenti nerastro.								
6	5,00		RI	7	6-7.00	Limo con sabbia a tratti argilloso. Grigio scuro.								
7	6,60 7,00					Limo con argilla, grigio scuro.								
8														
9														

elletipi s.r.l.

**CERTIFICATO DI PROVA IN SITO**

Prot. N° 354/03	Pag. 1 di 1
Data 2/11/03	

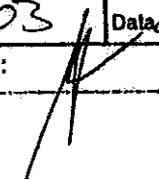
Il Direttore: 

 <b>elletipi s.r.l.</b> Via Modena, 107/109 44100 FERRARA Tel. (0532) 58.771 Telefax (0532) 58.119	Inizio Esecuzione 03/11/2003	Fine Esecuzione 03/11/2003	Metodo Perfor. carotaggio continuo	Sondaggio S 5
	Quota m 8.43 s.l.m.		Attrezzo Ellettari EK 200	

Committente geometra Giovanni Sardo	Località Area ex - Camilli - Ferrara
--	---

<b>Campioni</b> Carotiere Semplice [T1] Carotiere Doppio [T2] Rimaneggiati [RI] Denison [D] Osterberg [OS] Shelby [SH] Indisturbati [IN]	Foto	Livello Acqua		Prof. Foro	Prof. Riv.	Assistente Romagnoli
		Data 03/11/03	Mt. p.c. 3.90	7.00	6.00	Operatore Fabbri

MT.	QUOTA DA P.C.	SIMBO LOGIA	CAMPIONI			DESCRIZIONE STRATIGRAFICA	%	P.P.	T.V.	S.P.T.			Liv. acqua	Piezometro
			tipo	num	PROF					R.Q.D.	kg/cm2	kg/cm2		
1	.80		RI	1	0-1.00	Sabbia ghiaiosa marrone grigiastro.								
			RI	2	1-2.00									
2			RI	3	2-3.00	Limo da argilloso a sabbioso con livelli decimetrici sparsi di sabbia grigio scura.								
			RI	4	3-4.00									
4	3.75		RI	5	4-5.00	Limo argilloso grigio marrone con screziature marroni e nere sparse.								
5	5.00		RI	6	5-6.00	Sabbia fine con limo grigio.								
6	5.70		RI	7	6-7.00	Limo con argilla grigio.								
7	6.60					Sabbia fine con limo giallo marrone.								
7	7.00													
8														
9														

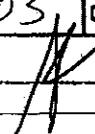
elletipi s.r.l.	
<b>CERTIFICATO DI PROVA IN SITO</b>	
Prof. N° 345/03	Pag. 1 di 1
	Data 26/11/03
Il Direttore: 	

	<b>elletipi s.r.l.</b> Via Modena, 107/109 44100 FERRARA Tel. (0532) 56.771 Telefax (0532) 56.119	Inizio Esecuzione 03/11/2003	Fine Esecuzione 04/11/2003	Metodo Perfor. carotaggio continuo	Sondaggio S 6		
	Quota m 8.18 s.l.m.		Attrezzo Ellettari EK 200				
Committente geometra Giovanni Sardo				Località Area ex - Camilli - Ferrara			
Campioni Carotere Semplice (T1) Carotere Doppio (T2) Rimaneggiati (RI) Denison (D) Osterberg (OS) Shelby (SH) Indisturbati (IN)		Foto		Livello Acqua	Prof. Foro 7.00	Prof. Rlv. 6.00	Assistente Romagnoli
				Data 04/11/03	Mt. p.c. 3.12	Operatore Fabbri	

MT.	QUOTA DA P.C.	SIMBO LOGIA	CAMPIONI			DESCRIZIONE STRATIGRAFICA	%	P.P. kg/cm2	T.V. kg/cm2	S.P.T.			Liv. acqua	Piezometro
			tipo	num.	PROF					R.Q.D.	N1	N2		
1	.40		RI	1	0,8-1,00	Ghiaia sabbioso limosa marrone.								
			RI	2	1-2,00	Limo argilloso debolmente sabbioso con laterizi sparsi, marrone grigiastro. Consistente.								
2	2,20		RI	3	2-3,00									
3			RI	4	3-4,00	Argilla con limo marrone grigiastro, con screziature marroni. Consistente.							3.12	
4	3,90		RI	5	4-5,00	Sabbia fine con limo, marrone giallastro.								
5	4,70		RI	6	5-6,00	Limo con argilla marrone giallastro. Moderatamente consistente.								
						Argilla limosa grigia, moderatamente consistente.								
6	6,10		RI	7	6-7,00	Limo con argilla, marrone giallastro. Moderatamente consistente.								
						Sabbia fine limosa, marrone giallastro.								
7	6,60					Argilla limosa grigia con screziature nerastre.								
8	7,00													
9														

<b>elletipi s.r.l.</b>	
<b>CERTIFICATO DI PROVA IN SITO</b>	
Prof. N° 346/03	Pag. 1 di 1 Data 26/11/03
Il Direttore: 	

 <b>elletipi s.r.l.</b> Via Modena, 107/109 44100 FERRARA Tel. (0532) 56.771 Telefax (0532) 56.119	Inizio Esecuzione 07/11/2003	Fine Esecuzione 07/11/2003	Metodo Perfor. carotaggio continuo	Sondaggio S 7		
	Quota m 7.55 s.l.m.		Attrezzo Ellettari EK 200			
Committente geometra Giovanni Sardo			Località Area ex - Camilli - Ferrara			
Campioni Carotiere Semplice [T1] Carotiere Doppio [T2] Rimaneggiati [RI] Darleion [D] Osterberg [OS] Shelby [SH] Indisturbati [IN]		Foto	Livello Acqua	Prof. Fora 7.00	Prof. Riv. 6.00	Assistente Romagnoli
			Data 07/11/03	Mt. p.c. 2.55	Operatore Fabbri	

MT.	QUOTA DA P.C.	SIMBO LOGIA	CAMPIONI			DESCRIZIONE STRATIGRAFICA	%	P.P. R.Q.D.	T.V. kg/cm2	S.P.T.			Liv. acqua	Piezometro
			tipo	num	PROF					N1	N2	N3		
1	0,30		RI	1	0,0-1,00	Pavimentazione stradale con stabilizzato.								
	1,00		RI	2	1-2,00	Argilla con limo grigio scuro marrone consistente con rari laterizi sparsi.								
2	1,60					Limo argilloso grigio, moderatamente consistente.								
	1,70		RI	3	2-3,00	Limo con sabbia grigio.								
	2,40					Limo con argilla grigio con screziature marroni.								
3	3,30		RI	4	3-4,00	Limo con sabbia grigio.								
	3,60					Sabbia con limo grigio scuro.								
4	4,70		RI	5	4-5,00	Limo con argilla grigio con screziature marroni.								
	5,10		RI	6	5-6,00	Argilla limosa grigia, moderatamente consistente.								
6	5,80					Limo argilloso sabbioso, grigio.								
	6,80		RI	7	6-7,00	Argilla limosa grigia con screziature nerastre. Consistente.								
7	6,80					Limo sabbioso grigio.								
	7,00													
8														
9														

elletipi s.r.l.

**CERTIFICATO DI PROVA IN SITO**

Prot. N° 347/03	Pag. 1 di 1
Data 23/11/03	

Il Direttore:

 <b>elletipi s.r.l.</b> Via Modena, 107/109 44100 FERRARA Tel. (0532) 56.771 Telefax (0532) 56.119	Inizio Esecuzione 07/11/2003	Fine Esecuzione 07/11/2003	Metodo Perfor. carotaggio continuo	Sondaggio S 8
	Quota m 7.48 s.l.m.		Attrezzo Ellettari EK 200	

Committente geometra Giovanni Sardo	Località Area ex - Camilli - Ferrara
--	---

Campioni Carotera Semplice [T1] Carotera Doppio [T2] Rimaneggiati [RI] Denison [D] Osterberg [OS] Shelby [SH] Indisturbati [IN]	Foto	Livello Acqua		Prof. Foro	Prof. Rlv.	Assistente Romagnoli
		Data 07/11/03	Mt. p.c. 2.40	7.00	6.00	Operatore Fabbri

MT.	QUOTA DA P.C.	SIMBOLOGIA	CAMPIONI			DESCRIZIONE STRATIGRAFICA	%	P.P.	T.V.	S.P.T.			Liv. acqua	Piezometro
			dpo	num	PROF					R.Q.D.	kg/cm2	kg/cm2		
1	.30		RI	1	0.0-1.00	Pavimentazione stradale con stabilizzato.								
	.60					Argilla limosa grigio scuro, consistente. Presenza di rari laterizi sparsi.								
2	1.05		RI	2	1-2.00	Frammenti di laterizio.								
	1.50					Limo argilloso grigio con screziature marroni.								
	2.00		RI	3	2-3.00	Argilla con limo grigio con screziature marroni. Consistente.								
3	3.10		RI	4	3-4.00	Limo da argilloso a con argilla, grigio. Presenza di lamine sabbiose sparse.								
4	5.50		RI	5	4-5.00	Argilla limosa grigio verdastro e marrone. Laminazioni sabbiose sparse.								
5	5.50		RI	6	5-6.00									
6	6.10		RI	7	6-7.00	Limo con sabbia fine grigio.								
	6.40					Sabbia con limo grigio scuro.								
7	7.00					Argilla limosa grigia, consistente.								
8														
9														

**elletipi s.r.l.**  
**CERTIFICATO DI PROVA IN SITO**  
 Prot. N° 348/03 Pag. 1 di 1  
 Data 26/11/03  
 Il Direttore: 

 <b>elletipi s.r.l.</b> Via Modena, 107/109 44100 FERRARA Tel. (0532) 58.771 Telefax (0532) 58.119	Inizio Esecuzione 11/11/2003	Fine Esecuzione 11/11/2003	Metodo Perfor. carotaggio continuo	Sondaggio S 9
	Quota m 8.12 s.l.m.		Attrezzo Ellettari EK 200	

Committente geometra Giovanni Sardo	Località Area ex - Camilli - Ferrara
--	---

Campioni Carotiere Semplice [T1] Carotiere Doppio [T2] Rimaneggiati [R1] Denison [D] Osterberg [OS] Shelby [SH] Indisturbati [IN]	Foto	Livello Acqua	Prof. Foro	Prof. Riv.	Assistente Romagnoli
		Data 11/11/03	ML p.c. 2.50	7.00	6.00
					Operatore Fabbri

MT.	QUOTA DA P.C.	SIMBO LOGIA	CAMPIONI			DESCRIZIONE STRATIGRAFICA	%	P.P.	T.V.	S.P.T.			Liv. acqua	Piezometro
			tipo	num	PROF					R.Q.D.	kg/cm2	kg/cm2		
1	0,30		RI	1	0-1.00	Sabbia ghiaiosa marrone grigiastro.								
	1,40		RI	2	1-2.00	Limo sabbioso debolmente argilloso, marrone. Laterizi sparsi.								
2		RI	3	2-3.00	Limo argilloso debolmente sabbioso, grigio. Laterizi sparsi.									
		3	RI	4		3-4.00								
4	5,10		RI	5	4-5.00	Argilla con limo grigio con screziature marroni e livelli sabbiosi sparsi.								
5			RI	6	5-6.00	Argilla limosa grigia con screziature nerastre, consistente.								
6	6,40		RI	7	6-7.00									
7							Limo con argille grigio.							
8														
9	7,00													

elletipi s.r.l.	
CERTIFICATO DI PROVA IN SITO	
Prot. N° 359/03	Pag. 1 di 1
	Data 24/11/03
Il Direttore: 	



 <b>elletipi s.r.l.</b> Via Modena, 107/109 44100 FERRARA Tel. (0532) 58.771 Telefax (0532) 58.119	Inizio Esecuzione 03/03/2004	Fine Esecuzione 03/03/2004	Metodo Perfor. carotaggio continuo	Sondaggio S 11
	Quota m 7.82 s.l.m.		Attrezzo Ellettari EK 200	

Committente geometra Giovanni Sardo	Località Area ex-Camilli - Ferrara
--	---------------------------------------

Campioni Carotiere Semplice [T1] Carotiere Doppio [T2] Rimaneggiati [RI] Danlaon [D] Osterberg [OS] Shelby [SH] Indurabadi [IN]	Foto	Livello Acqua	Prof. Foro	Prof. Riv.	Assistente Romagnoli
		Data 11/03/04	Mt. p.c. 1.14	7.00	6.00

MT.	QUOTA DA P.C.	SIMBOLOGIA	CAMPIONI			DESCRIZIONE STRATIGRAFICA	%	P.P.	T.V.	S.P.T.			Liv. acqua	Piezometro
			tipo	num	PROF					N1	N2	N3		
1	0,60		RI	1	0,2-1,00	Limo sabbioso argilloso con ghiaia e frammenti di laterizio, marrone.								
	1,00		RI	2	1-2,00	Sabbia media marrone giallastro.						1,14	1,00	
2	1,60					Limo con argilla grigia marrone chiaro con mattoni sparsi.								
	2,30		RI	3	2-3,00	Limo da sabbioso a con sabbia marrone chiaro.								
3	3,30					Sabbia fine limosa marrone giallastro chiaro.								
	3,60					Argilla con limo grigia.								
4	4,10		RI	5	4-5,00	Limo sabbioso marrone giallastro.								
	4,50					Argilla da limosa a con limo grigia								
5	5,60		RI	6	5-6,00	Limo argilloso sabbioso grigio.								
	6,10		RI	7	6-7,00	Argilla limosa grigia.								
6	6,70					Argilla limosa grigia.								
	7,00													
7														
8														
9														

elletipi s.r.l.

**CERTIFICATO DI PROVA IN SITO**

Prot. N° 152/04	Pag. 1 di 1
Data 23/03/04	
Il Direttore: 	

 <b>elletipi s.r.l.</b> Via Modena, 107/109 44100 FERRARA Tel. (0532) 56.771 Telefax (0532) 56.119	Inizio Esecuzione 31/10/2003	Fine Esecuzione 03/11/2003	Metodo Perfor. carotaggio continuo	Sondaggio P 1
	Quota m 7.84 s.l.m.		Attrezzo Ellettari EK 200	

Committente geometra Giovanni Sardo	Località Area ex - Camilli - Ferrara
--	---

Campioni Carotiere Semplice [T1] Carotiere Doppio [T2] Rimaneggiati [RI] Denison [D] Osterberg [OS] Shelby [SH] Indisturbati [BI]	Foto	Livello Acqua	Prof. Foro	Prof. Riv.	Assistente Romagnoli
		Data 03/11/03	Mt. p.c. 2.60	7.00	6.00
					Operatore: Fabbri

MT.	QUOTA DA P.C.	SIMBOLOGIA	CAMPIONI			DESCRIZIONE STRATIGRAFICA	%	P.P. kg/cm2	T.V. kg/cm2	S.P.T.			Liv. acqua	Piezometro
			tipo	num	PROF.					N1	N2	N3		
1	1,10		RI	1	0,1-1,00	Limo con argilla debolmente sabbioso, marrone chiaro, con laterizi sparsi. Moderatamente consistente.							1,00	
	1,40		RI	2	1-2,00									
2	2,00		RI	3	2-3,00	Argilla limosa marrone verdastro. Consistente.							2,60	
3			RI	4	3-4,00	Limo come sopra, ma con laterizi sparsi, più rari da m 3,00 a m 3,90.							2,60	
4	3,90		RI	5	4-5,00	Argilla con limo grigio scuro nerastro. Consistente. Grosso laterizio a m 4,50.							2,60	
5	4,90		RI	6	5-6,00	Limo con argilla gialla e grigia. Poco consistente.							2,60	
6	5,80		RI	7	6-7,00	Limo sabbioso grigio.							2,60	
	6,40													
7	7,00					Argilla da limosa a con limo grigia, con sostanza organica sparsa. Consistente.							2,60	
8														
9														

**elletipi s.r.l.**

**CERTIFICATO DI PROVA IN SITO**

Prot. N° 337/03      Pag. 1 di 1

Rev. 01      Data 23/03/04

Il Direttore: \_\_\_\_\_

Mod.  
22  
02  
04

 <b>elletipi s.r.l.</b> Via Modena, 107/109 44100 FERRARA Tel. (0532) 56.771 Telefax (0532) 56.119	Inizio Esecuzione 10/11/2003	Fine Esecuzione 10/11/2003	Metodo Perfor. carotaggio continuo	Sondaggio P 2
	Quota m 7.82 s.l.m.		Attrezzo Ellettari EK 200	

Committente geometra Giovanni Sardo	Località Area ex - Camilli - Ferrara
--	---

Campioni Carotera Semplice [T1] Carotera Doppio [T2] Rimaneggiati [RI] Denton [D] Osterberg [OS] Shelby [SH] Indisturbati [IN]	Foto	Livello Acqua		Prof. Foro	Prof. Rlv.	Assistente Romagnoli Operatore Fabbri
		Data 10/11/03	Ml. p.c. 2.35	7.00	6.00	

MT.	QUOTA DA P.C.	SIMBO LOGIA	CAMPIONI			DESCRIZIONE STRATIGRAFICA	%	P.P. kg/cm2	T.V. kg/cm2	S.P.T.			Liv. acqua	Piezometro	Mod. 22 02 04
			tipo	num	PROF					N1	N2	N3			
1	,30		RI	1	0,2-1.00	Sabbia ghiaiosa grigio marrone									
			RI	2	1-2.00	Limo da argilloso a sabbioso grigio, con rari laterizi sparsi.									
2			RI	3	2-3.00										
3	2,80 3,30		RI	4	3-4.00	Sabbia fine con limo grigio.									
			RI	5	4-5.00	Argilla con limo grigio con screziature marroni e rari livelli sabbiosi sparsi. Moderatamente consistente.									
5	4,60 5,30		RI	6	5-6.00	Limo argilloso grigio. Moderatamente consistente.									
			RI	7	6-7.00	Limo con sabbia, a tratti sabbia con limo, grigio.									
7	6,20 7,00					Argilla limosa grigia con screziature nere. Consistente.									

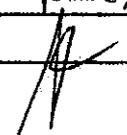
<b>elletipi s.r.l.</b>	
<b>CERTIFICATO DI PROVA IN SITO</b>	
Prot. N° 338/03	Pag. 1 di 1
rev. 01	Data 23/03/04
Il Direttore: 	

 <b>elletipi s.r.l.</b> Via Modena, 107/109 44100 FERRARA Tel. (0532) 58.771 Telefax (0532) 58.119	Inizio Esecuzione 06/11/2003	Fine Esecuzione 06/11/2003	Metodo Perfor. carotaggio continuo	Sondaggio P 3
	Quota m 8.59 s.l.m.		Attrezzatura Ellettari EK 200	

Committente geometra Giovanni Sardo	Località Area ex - Camilli - Ferrara
--	---

Campioni Carotiere Semplice [T1] Carotiere Doppio [T2] Rimaneggiati [RI] Denison [D] Osterberg [O8] Shelby [SH] Indisturbati [IN]	Foto	Livello Acqua		Prof. Foro	Prof. Riv.	Assistente Romagnoli Operatore Fabbri
		Data 06/11/03	Mt. p.c. -	7.00	7.00	

MT.	QUOTA DA P.C.	SIMBO LOGIA	CAMPIONI			DESCRIZIONE STRATIGRAFICA	%	P.P. kg/cm2	T.V. kg/cm2	S.P.T.			Liv. acqua	Piezometro
			tipo	num	PROF					N1	N2	N3		
1	0.20		RI	1	0.2-1.00	Sabbia con ghiaia e ciottoli, giallo marrone.								
	1.40		RI	2	1-2.00	Limo sabbioso argilloso marrone grigiastro, con laterizi sparsi.								
2	2.70		RI	3	2-3.00	Limo argilloso grigio, consistente.								
3	3.85		RI	4	3-4.00	Argilla con limo grigio con screziature marroni. Consistente.								
4	4.10		RI	5	4-5.00	Limo con sabbia grigio.								
5	4.50		RI	6	5-6.00	Limo da argilloso a sabbioso grigio.								
	7.00		RI	7	6-7.00	Limo con sabbia fine, grigio. Presenza di rari livelli di sabbia fine limosa sparsi.								
6														
7														
8														
9														

elletipi s.r.l.	
CERTIFICATO DI PROVA IN SITO	
Prot. N° 339/03	Pag. 1 di 1
rev. 01	Data 23/03/04
Il Direttore: 	

Mod.  
22  
02  
04

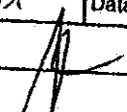


 <b>elletipi s.r.l.</b> Via Modena, 107/109 44100 FERRARA Tel. (0532) 56.771 Telefax (0532) 56.119	Inizio Esecuzione 05/11/2003	Fine Esecuzione 05/11/2003	Metodo Perfor. carotaggio continuo	Sondaggio P 4
	Quota m 8.68 s.l.m.		Attrezzo Ellettari EK 200	

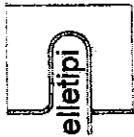
Committente geometra Giovanni Sardo	Località Area ex - Camilli - Ferrara
--	---

Campioni Carotiere Semplice [T1] Carotiere Doppio [T2] Rimaneggiati [RI] Denton [D] Osterberg [OS] Shelby [SH] Indisturbati [IN]	Foto	Livello Acqua	Prof. Foro	Prof. Riv.	Assistente Romagnoli
		Data 05/11/03	Mt. p.c. 4.95	7.00	6.00
					Operatore Fabbri

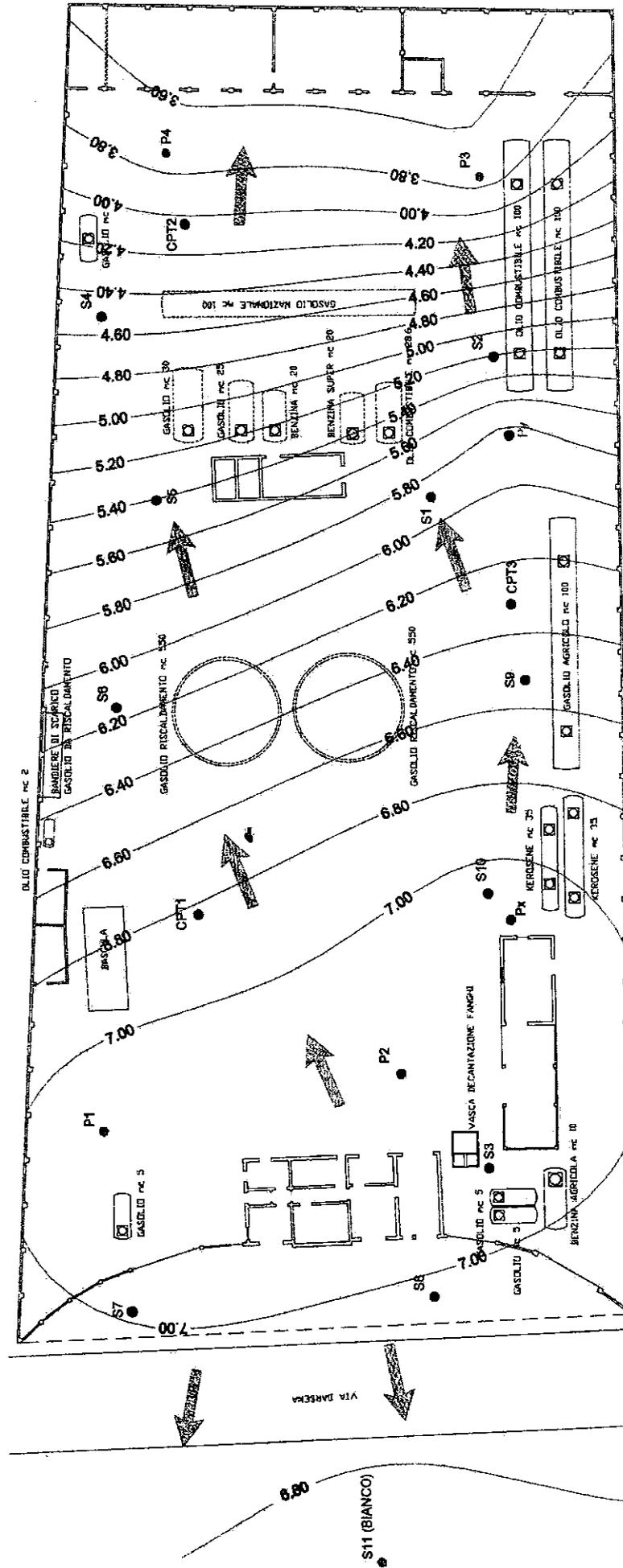
MT.	QUOTA DA P.C.	SIMBO LOGIA	CAMPIONI			DESCRIZIONE STRATIGRAFICA	%	P.P.	T.V.	S.P.T.			Liv. acqua	Piezometro
			tipo	num	PROF					R.Q.D.	kg/cm2	kg/cm2		
1			RI	1	0,2-1,00	Sabbia limosa, marrone grigiastro, con laterizi sparsi.								
			RI	2	1-2,00									
2	1,70		RI	3	2-3,00	Limo con argilla marrone grigiastro chiaro con tracce di ossidazione. Moderatamente consistente.								
3			RI	4	3-4,00									
4	3,50		RI	5	4-5,00	Limo con sabbia fine marrone giallastro.								
5	4,30 4,50		RI	6	5-6,00	Limo argilloso marrone grigiastro. Moderatamente consistente.								
6			RI	7	6-7,00	Limo sabbioso grigio scuro con livelli decimetrici sparsi di sabbia limosa.								
7	7,00													
8														
9														

**elletipi s.r.l.**  
**CERTIFICATO DI PROVA IN SITO**  
 Prot. N° 340/03      Pag. 1 di 1  
 rev. 01      Data 23/03/04  
 Il Direttore: 

Mod.  
22  
02  
04

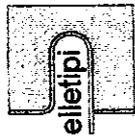


**elletipi** s.r.l.  
 Sede legale: via Modena 107 / 109  
 Laboratorio: via A. Zucchini 69  
 44100 Ferrara  
 Tel. 0532.56771 - Fax. 0532.56119

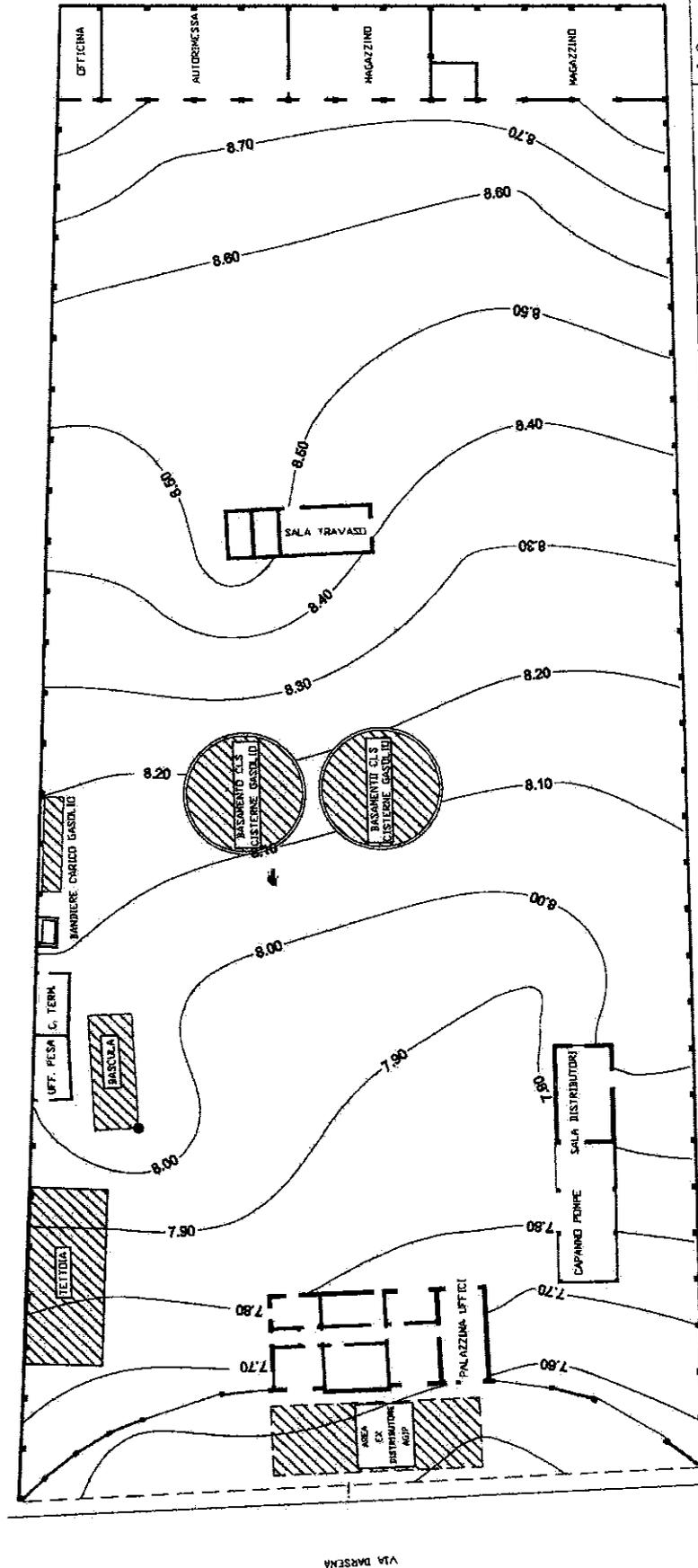


8.80  
 Direzione di deflusso della falda

Committente	geom. GIOVANNI SARDO	n° Comm.	1102/03
Cantiere	Area ex - Camilli, via Darsena 102 - 104, Ferrara		
Tavola n°	5	Oggetto dell'elaborato	FALDA 11.03.2004
SCALA	1:350	elaborazione	approvazione
		dot. Massimo Romagnoli	dot. Gianluca Feroli
ref. 01	dat. 24/01/04		file: falda11_03_04



**elletipi** s.r.l.  
 Sede legale: via Modena 107 / 109  
 Laboratorio: via A. Zucchini 69  
 44100 Ferrara  
 Tel. 0532.60771 - Fax. 0532.66119

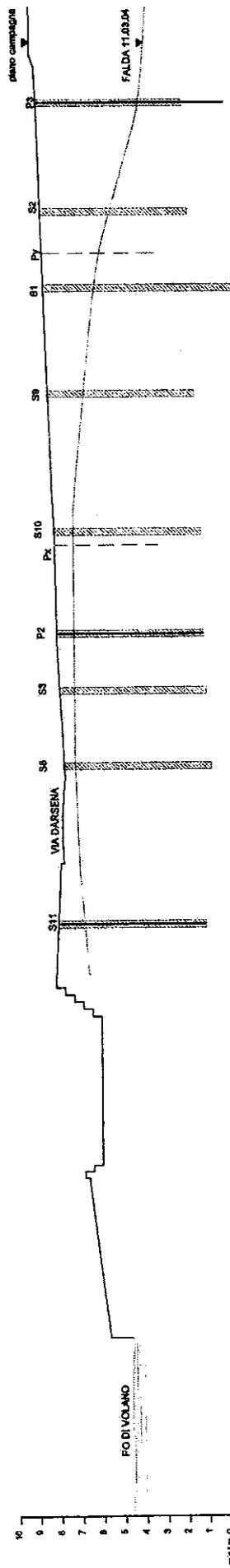
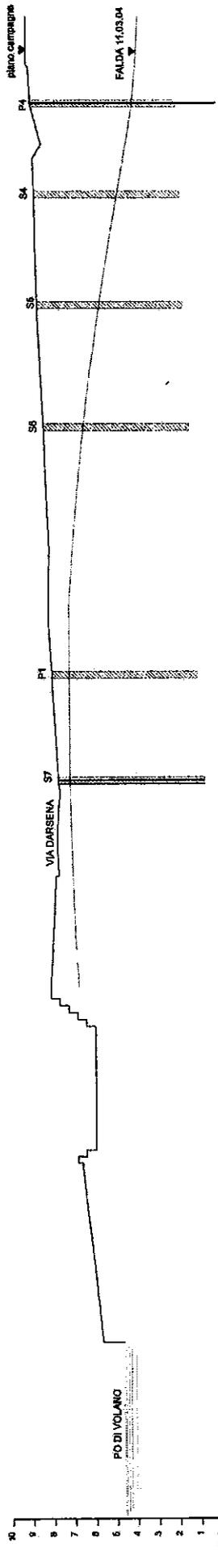


— 8.90 — ISOIPSA: metri sul livello del mare  
 del piano campagna  
 ● CAPOSALDO: 8.081 metri sul  
 livello del mare

Committente	geom. GIOVANNI SARDO	n° Comm.	1102/03
Cantiere	Area ex - Carrilli, via Darsena 102 - 104, Ferrara		
Tavola n°	2	Oggetto dell'elaborato	TOPOGRAFIA E STRUTTURE VISIBILI AREA
SCALA	1:350	elaborazione	dott. Gianluco Ferioli
rev. C1	del: 24/03/04	approvazione	dott. Massimo Romagnoli
		file:	planimetria struttura visibili



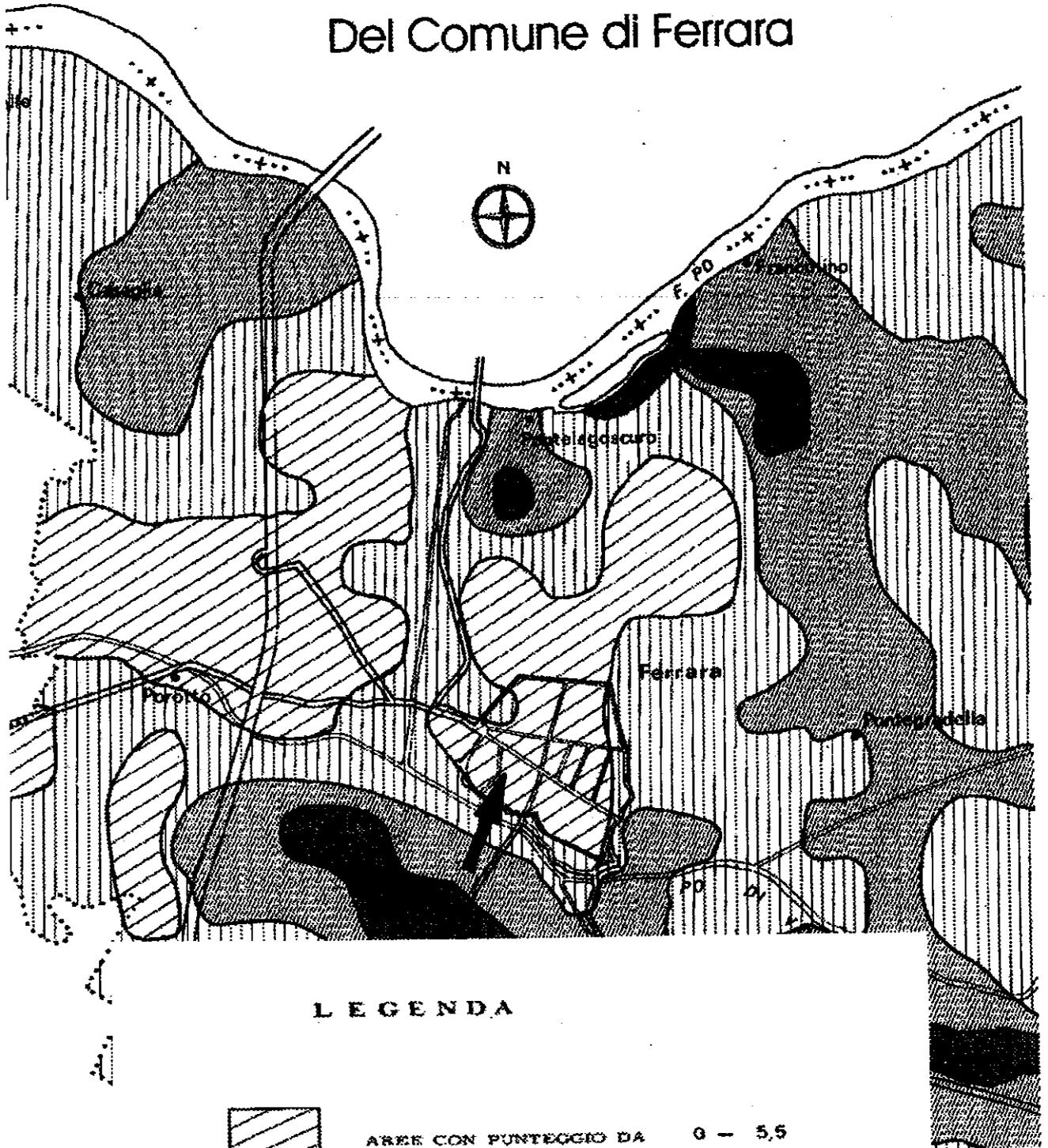
**elletipi s.r.l.**  
 Sede legale: via Modena 107 / 109  
 Laboratorio: via A. Zucchini 68  
 44100 Ferrara  
 Tel. 0532.68771 - Fax. 0532.66118



 **SONDAGGIO**  
 **PIEZOMETRO**  
 **PIEZOMETRO PREESISTENTE**  
 (utilizzato solo per il rilievo della falda)

Committente	geom. GIOVANNI SARDO	n° Comm.	1102/03
Cantiere	Area ex - Camitta, via Darsena 102 - 104, Ferrara		
Tavola n°	6	Oggetto dell'elaborato	PROFLO TOPOGRAFICO
scala	1:800	elaborazione	dot. Massimo Ramognoli
ver.	1/200	approvazione	dot. Gioliana Ferioli
rev.	00	del	31/03/04
		file:	profilo topografico

# Carta della Penalità Del Comune di Ferrara



## LEGENDA



AREE CON PUNTEGGIO DA 0 - 5,5



AREE CON PUNTEGGIO DA 5,5 - 8,5

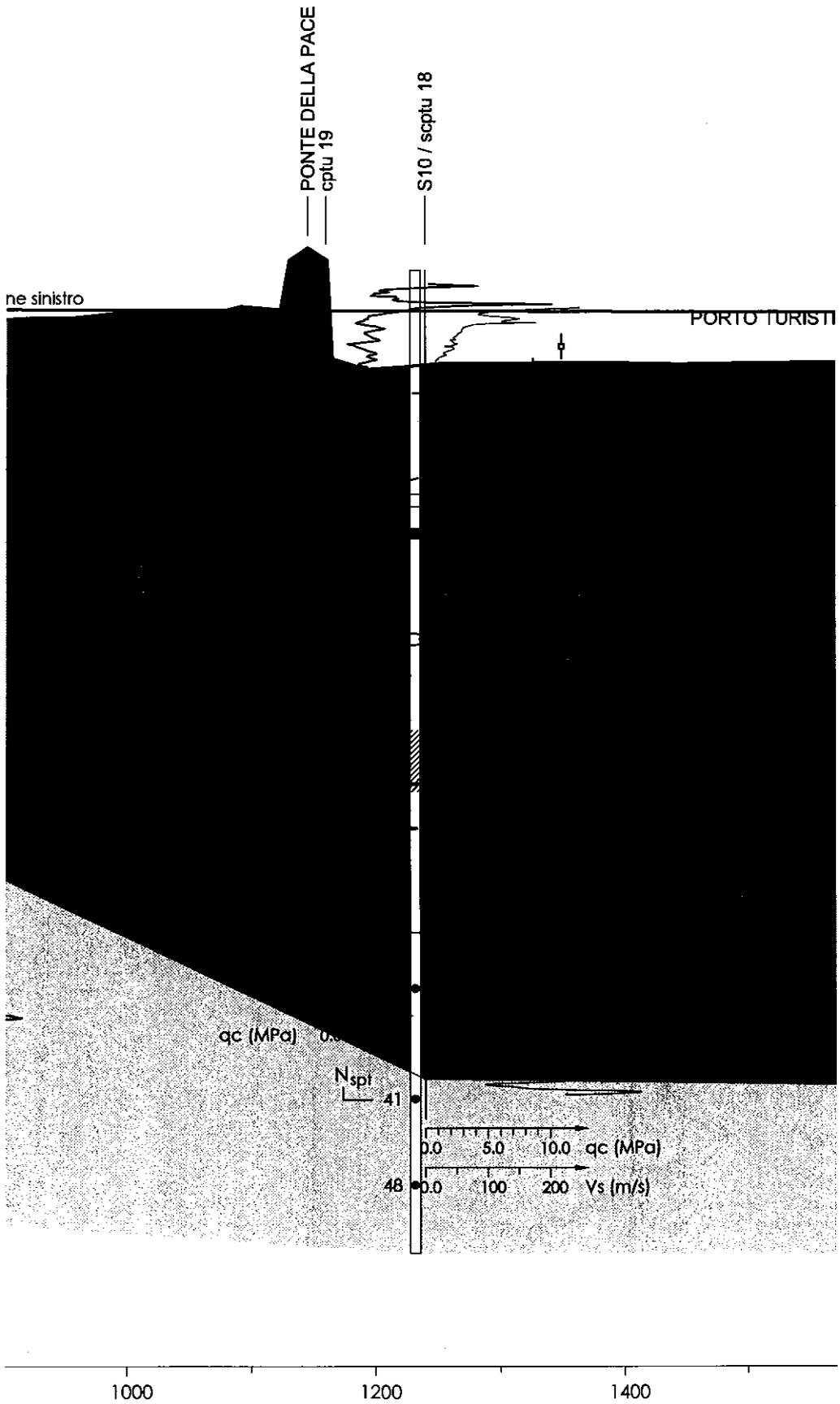


AREE CON PUNTEGGIO DA 8,5 - 11,5



AREE CON PUNTEGGIO > 11,5

# **Indagi geognostiche Progetto Idrovia (Al. 7)**





Geotecnica S.p.A.  
Via dell'Industria 24 - 40138 Bologna (BO) - Italy  
Tel. 051/2610000 - Fax 051/2610001  
E-mail: info@geotecnica.it  
www.geotecnica.it



COMMITTENTE: CESI

Data: 20.09.2005

LOCALITA': Ferrara

CAMPIONI  
Indisturbato  
a pareti sottili  
Rimaneggiato

SONDAGGIO 10

Attrezzatura : A66

Perforazione a carotaggio continuo: CAROTIERE Semplice  $\phi$  101 mm

UNO  
LIVELLO ACQUA

prof. da p.c.	STRATI GRAFIA	FOTO	campioni prof.	DESCRIZIONE LITOLOGICA DEL TERRENO	S.P.T.		STRUMENTAZIONE PORO	LIVELLO
					Prof. POCKET Kg/cmq	N <sub>SPT</sub> TORV. Kg/cmq		
1				Ripporto costituito da sabbia fine limosa nocciola con scarsa ghiaia eterogenea e ciottoli ( $\phi$ max 3 cm) con frammenti di radici e di mattoni.			FORO CEMENTATO	- 3,50 m p.c. fine sondaggio
2								
2,50				Limo con sabbia grigio scuro nocciola scuro con ripporto costituito da ciottoli ( $\phi$ max 6 cm) e scarsi frammenti di mattoni.				
3								
3,50				Limo argilloso grigio con frammenti di conchiglie e di radici con chiazze rossastre.	0,70	0,29		
3,75				Limo argilloso sabbioso nocciola con chiazze ocre.	0,45 0,50	<0,20 0,28		
4								
4,30				Argilla limosa grigio nocciola scuro.	0,45	0,43		
4,40				Alternanze di limo argilloso debolmente sabbioso e sabbia medio fie debolmente limosa, nocciola.				
5								
5,55				Argilla debolmente limosa nocciola con chiazze grigie.	1,55	0,72		
6								
6,15				Argilla debolmente limosa grigia con chiazze ocre.	0,35 1,65 0,80	0,31 0,64 0,51		
6,25				Limo sabbioso nocciola con un livello argilloso limoso nocciola di 3 cm a 6,56 e uno argilloso grigio e 4 cm a 6,51	<0,30	<0,20		
6,55				Argilla limosa grigio nocciola poco consistente	<0,20 <0,30 <0,30	<0,20 <0,20 <0,20		
7								
7,00				Argilla debolmente limosa nocciola chiara con chiazze grigie.	0,30 0,65	<0,20 0,45		
7,50					0,90	0,40		
8			7,50 A 8,00	OSTERBERG A			FORO CEMENTATO	
8,00				Argilla debolmente limosa grigia con chiazze nocciola.	0,90	0,42		
8,25				Limo sabbioso grigio.				
8,65				Sabbia fine limosa grigia.				
9								
9,12				Argilla debolmente limosa grigia.	0,65	0,39		
10					0,50 1,00 0,85 0,95	0,39 0,58 0,42 0,60		



Bioscience Performance Geotechnica s.r.l.  
 Via dell'Industria, 24 - 41012 Legnà (Mo) - Italy  
 Tel. +39 059 238238 Fax +39 059 238239  
 Email: info@bpg.it  
 MODULO GEOLOGICO  
 GEOTECNICA FORESTI



COMMITTENTE: CESI

LOCALITA': Ferrara

SONDAGGIO 10

Attrezzatura : A66

Perforazione a carotaggio continuo: CAROTIERE Semplice  $\phi$  101 mm

Data: 20.09.2005

CAMPIONI  
 Indisturbato  
 a pareti sottili  
 Rimaneggiato

LIVELLO ACQUA

prof. da p.c.	STRATI GRAFIA	FOTO	campioni prof.	DESCRIZIONE LITOLOGICA DEL TERRENO	S.P.T.		STRUMENTAZIONE FORO	LIVELLO ACQUA
					Prof. POCKET Kg/cmq	Nspr TORV. Kg/cmq		
				Argilla debolmente limosa grigia.			FORO CEMENTATO	
10,3				Argilla torbosa grigia scura.	0,85	0,52		
10,5				Torba fibrosa nerastra.	1,65	0,35		
10,9				Argilla debolmente limosa grigia.				
					0,75	0,45		
					0,90	0,62		
					0,95	0,51		
					0,85	0,58		
					0,70	0,55		
					0,75	0,40		
11,9				Limo sabbioso grigio.			FORO CEMENTATO	
12,0			12,00 B	OSTERBERG B				
12,5			12,50	Limo sabbioso grigio, passante a debolmente sabbioso, grigio.				
					0,50	0,33		
					0,80	0,36		
					0,95	0,45		
					0,95	0,64		
					0,80	0,51		
					<0,30	<0,20		
					<0,20	<0,20		
					<0,20	<0,20		
					<0,30	<0,20		
13,35				Argilla debolmente limosa grigia.			FORO CEMENTATO	
13,80				Torba fibrosa nerastra.				
14,02				Argilla torbosa con frammenti di resti vegetali grigio scura.				
14,15				Argilla debolmente limosa, grigia, poco consistente.				
					0,75	0,49		
					1,20	0,52		
					0,95	0,60		
					1,30	0,61		
					1,10	0,63		
					1,10	0,56		
					1,20	0,58		
					0,90	0,56		
					1,10	0,56		
					1,15	0,52		
					1,10	0,54		
15,15				Limo sabbioso grigio.			FORO CEMENTATO	
15,60				Argilla debolmente limosa grigia.				
15,90				Argilla debolmente limosa grigia con sottili e rari strati torbosi (>1 cm) e nuclei torbosi.				
					0,85	0,66		
					0,65	0,51		
					0,55	0,24		
					0,40	0,21		
					0,90	0,26		
					1,20	0,42		
					0,90	0,31		
					1,50	0,50		
18,00			18,00 C	OSTERBERG C				
18,50			18,50	Argilla debolmente limosa grigia chiara.				
18,70				Argilla debolmente limosa con sabbia grigia ricca di concrezioni carbonatiche e sporadici resti di frammenti di conchiglie, noduli brunastri ossidati, e scarsi frammenti di resti vegetali.				

- 3,50 m p.c. fine sondaggio



Tecnica Partecipazioni Geotecniche s.r.l.  
 Via dell'Industria 24 - 45011 Ferra (FE) - Italy  
 Tel. +39 0532 858771 - Fax +39 0532 858772  
 www.technica-geotecniche.it  
 MODULO GEOTECHNICO  
 SCHEMATIZZAZIONE SINTETICA



COMMITTENTE: CESI

Data: 20.09.2005

LOCALITA': Ferrara

CAMPIONI  
 Indisturbato  
 a pareti sottili  
 Rimaneggiato

SONDAGGIO 10

Attrezzatura : A66

Perforazione a carotaggio continuo: CAROTIERE Semplice φ 101 mm

LIVELLO ACQUA

prof. da p.c.	STRATI GRAFIA	FOTO	campioni prof.	DESCRIZIONE LITOLOGICA DEL TERRENO	S.P.T.		STRUMENTAZIONE FORO	LIVELLO ACQUA
					Prof. POCKET Kg/cmq	N <sub>SPT</sub> TORV. Kg/cmq		
20,2				Argilla limosa torbosa grigia scura.	2,15	0,58	FORO CEMENTATO	- 3,50 m p.c. fine sondaggio
				Limo argilloso grigio con concrezioni carbonatiche.	1,25	0,44		
					1,50	0,48		
					0,95	0,47		
					1,70	0,53		
21				Limo con sabbia grigio, con frammenti di conchiglie.	2,60	0,62		
21,2								
22								
22,65				Argilla debolmente limosa a tratti limosa, grigia con sporadiche chiazze ocra.	1,40	0,66		
23					1,45	0,49		
					0,65	0,60		
23,40				Argilla limosa torbosa grigia scura.	0,95	0,63		
23,75					1,10	0,50		
24				Argilla debolmente limosa grigia.	1,05	0,53		
24,00				Argilla limosa grigia.	0,50	0,36		
					0,70	0,42		
					1,00	0,47		
24,55				Argilla debolmente limosa grigia.	1,05	0,54		
25					2,40	0,85		
					1,85	0,66		
25,30				Argilla torbosa grigia scura.	1,75	0,78		
					2,20	0,78		
					2,40	>1,0		
25,60				Argilla debolmente limosa grigia scura.	2,10	0,82		
26					1,80	0,67		
26,00			26,00 D	OSTERBERG D				
26,50			26,50	Argilla debolmente limosa grigia.	0,90	0,60		
26,70				Sabbia fine limosa grigia.				
27								
28								
29				Sabbia medio grossa grigia.	S.P.T.			
29,00					29,00	N <sub>1</sub> =12		
					29,45	N <sub>2</sub> =15		
						N <sub>3</sub> =21		
29,68				Argilla debolmente limosa grigia con larghe chiazze ocra.	2,20	0,78		
30					1,90	0,75		



Società Perforazioni Geotecniche s.r.l.  
 Via dell'Argento, 24 - 45011 Scand. P.le. (Ferr.)  
 Tel. 0532/205024 - Fax 0532/205025  
 P.I. 03128110367 - In. 0251/02563  
 Web: www.spg.it - e-mail: spg@spg.it



COMMITTENTE: CESI

Data: 20.09.2005

LOCALITA': Ferrara

CAMPIONI

SONDAGGIO 10

Attrezzatura : A66

Indisturbato

a pareti sottili

Perforazione a carotaggio continuo: CAROTIERE Semplice  $\phi$  101 mm

Rimaneggiato

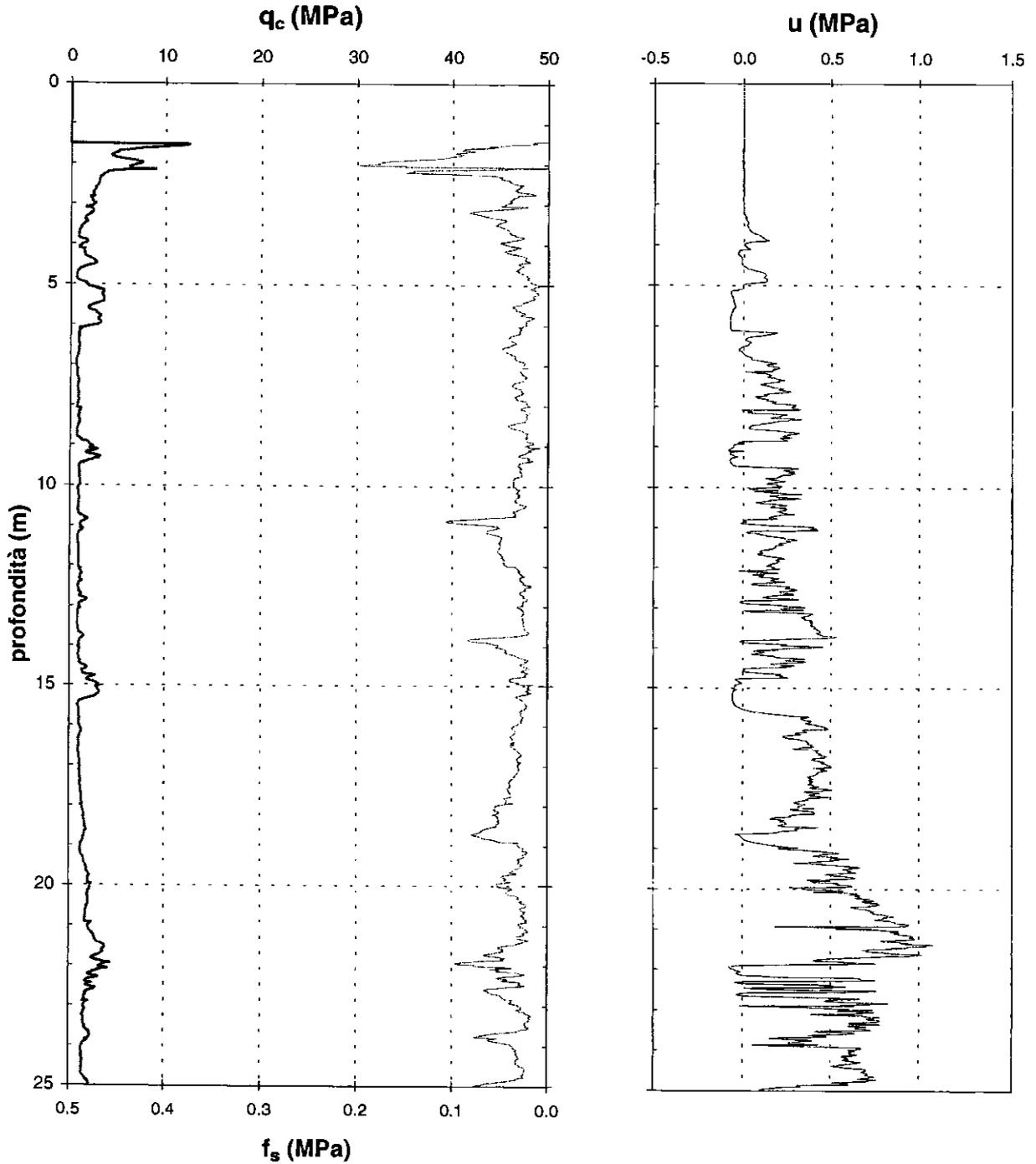
LIVELLO ACQUA

prof. da p.c.	STRATI GRAFIA	FOTO	campioni prof.	DESCRIZIONE LITOLOGICA DEL TERRENO	S.P.T.		STRUMENTAZIONE FORO	LIVELLO ACQUA
					Prof. POCKET Kg/cmq	N <sub>SPR</sub> TORV. Kg/cmq		
31				Argilla debolmente limosa grigia con larghe chiazze ocre.	2,20 1,30	0,92 0,64	FORO CEMENTATO	-3,50 m p.c. fine sondaggio
					1,55 1,55	0,72 0,50		
					1,65 1,90 1,60	0,82 0,66 0,57		
					2,20	0,76		
					1,45 1,35	0,71 0,80		
32				Sabbia fine limosa, grigia.	2,80 1,20 0,70	0,84 0,52 0,24		
				Sabbia media grigia.	S.P.T.			
					33,50	N <sub>1</sub> =14		
					33,95	N <sub>2</sub> =18 N <sub>3</sub> =23		
					S.P.T.			
33				Argilla debolmente limosa grigia.	4,55 1,00	1,20 0,64	FORO CEMENTATO	
				Sabbia media grigia.	S.P.T.			
					37,00 37,45	N <sub>1</sub> =15 N <sub>2</sub> =21 N <sub>3</sub> =27		
34				Fine sondaggio.			FORO CEMENTATO	

rev.	data emiss.	eseguito da	elaborato da
0	16/09/05	Ranzini	Ranzini

Procedura di riferimento: PT - DIG - 00070

Committente:	Provincia di Ferrara
Cantiere:	Idrovie Ferraresi - Ponte della Pace
Prova:	SCPTU 18
Data prova:	8 settembre 2005



Coordinate:	X =	Y =	Z =
Quote (m):	inizio prova = piano campagna		fine prova = 34.00 (33.55)

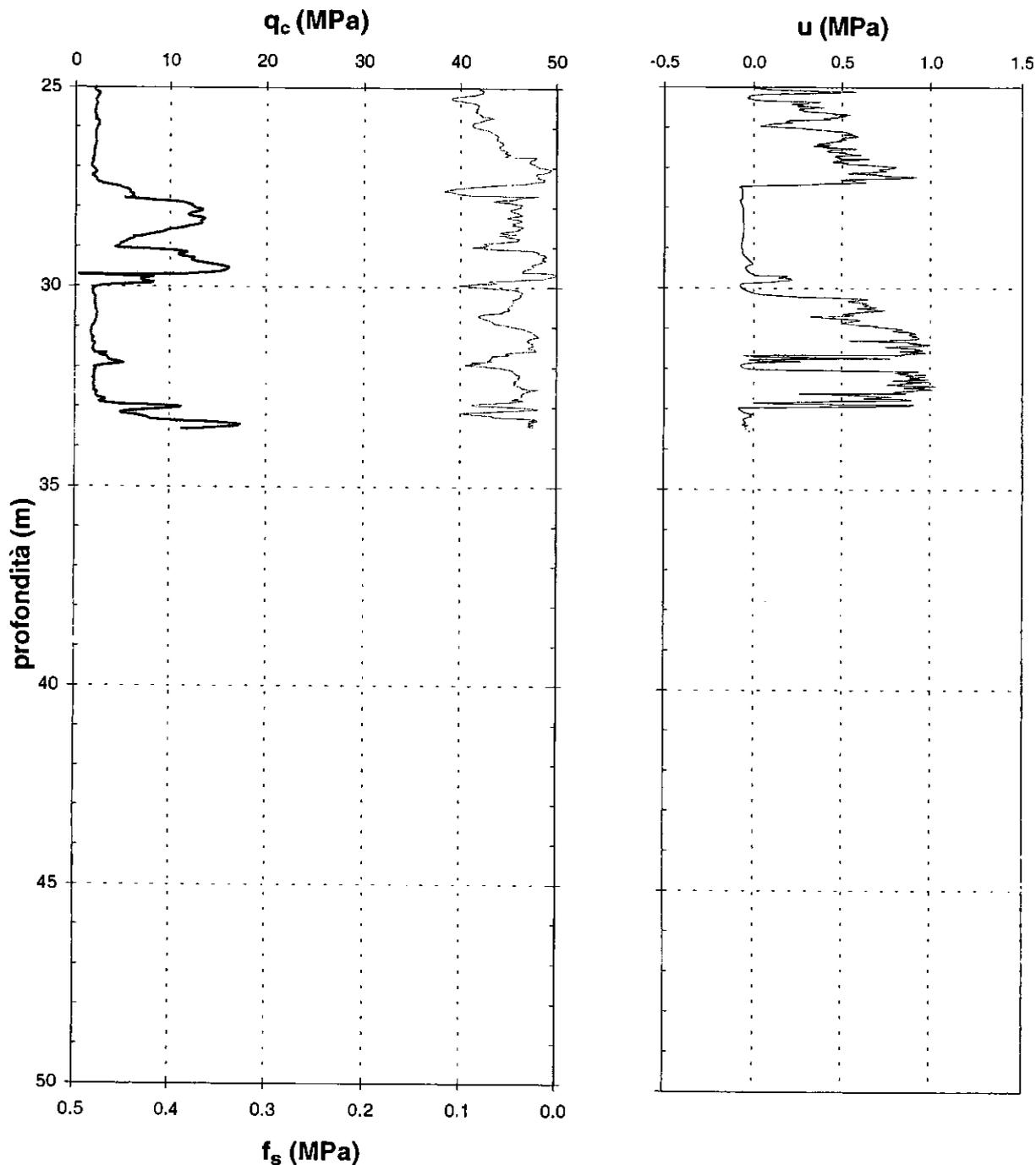
Note: Prova eseguita con piezocono n. 544  
Eseguito preforo superficiale mediante puntazza da m 0.00 a m 1.50

Tipologia CPTU DH	Titolo Provincia di Ferrara: Idrovie Ferraresi Ponte della Pace	Identificativo SCPTU_18_2005	Foglio 1	di 2
----------------------	---	---------------------------------	-------------	---------

rev.	data emiss.	eseguito da	elaborato da
0	16/09/05	Ranzini	Ranzini

Procedura di riferimento: PT - DIG - 00070

Committente:	Provincia di Ferrara
Cantiere:	Idrovie Ferraresi - Ponte della Pace
Prova:	SCPTU 18
Data prova:	8 settembre 2005



Coordinate: X = Y = Z =  
 Quote (m): inizio prova = piano campagna fine prova = 34.00 (33.55)

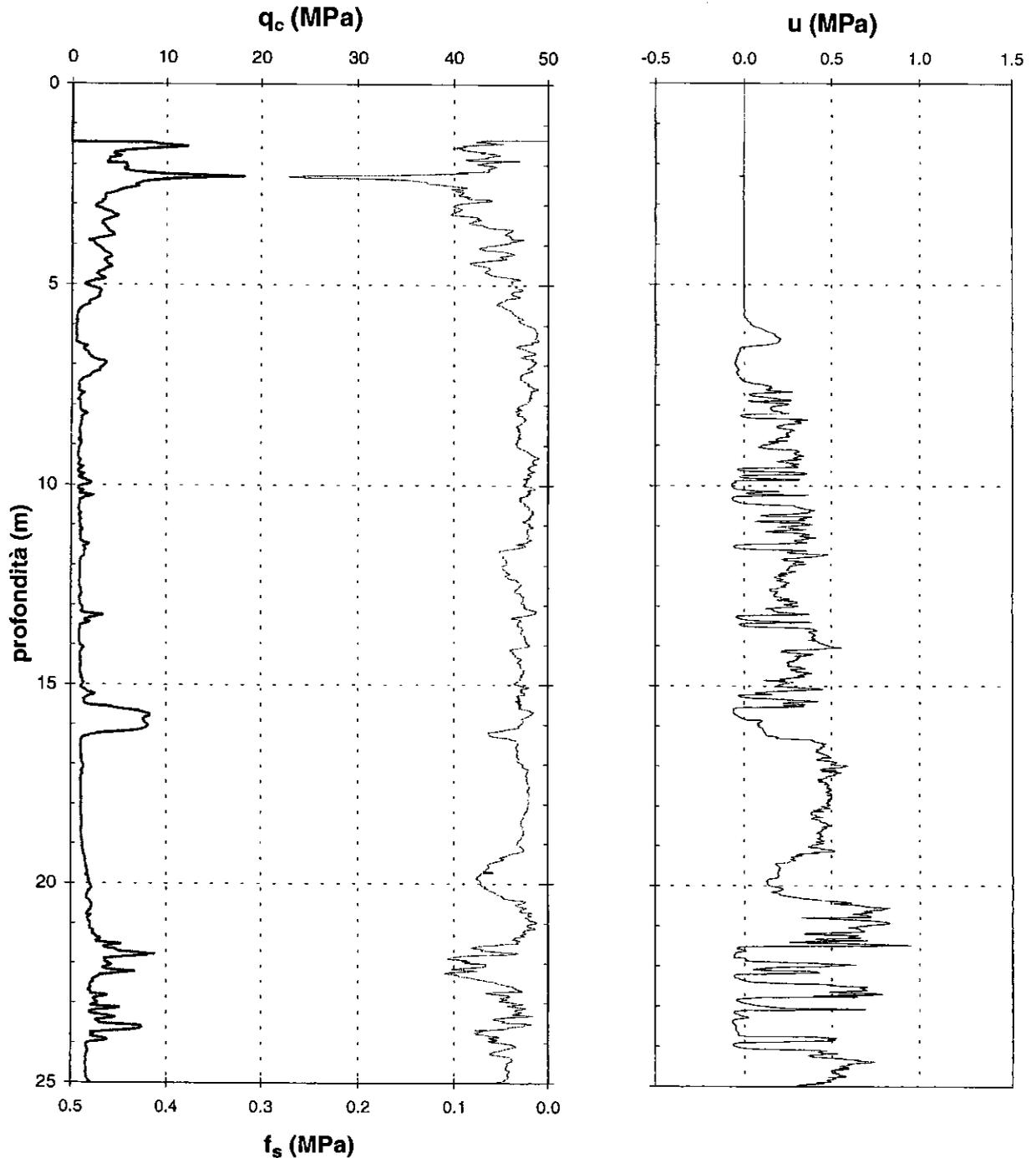
Note: Prova eseguita con piezocono n. 544  
 Eseguito preforo superficiale mediante puntazza da m 0.00 a m 1.50

Tipologia CPTU DH	Titolo Provincia di Ferrara: Idrovie Ferraresi Ponte della Pace	Identificativo SCPTU_18_2005	Foglio 2	di 2
----------------------	---	---------------------------------	-------------	---------

rev.	data emiss.	eseguito da	elaborato da
0	16/09/05	Ranzini	Ranzini

Procedura di riferimento: PT - DIG - 00070

<b>Committente:</b>	Provincia di Ferrara
<b>Cantiere:</b>	Idrovie Ferraresi - Ponte della Pace
<b>Prova:</b>	CPTU 19
<b>Data prova:</b>	7 settembre 2005



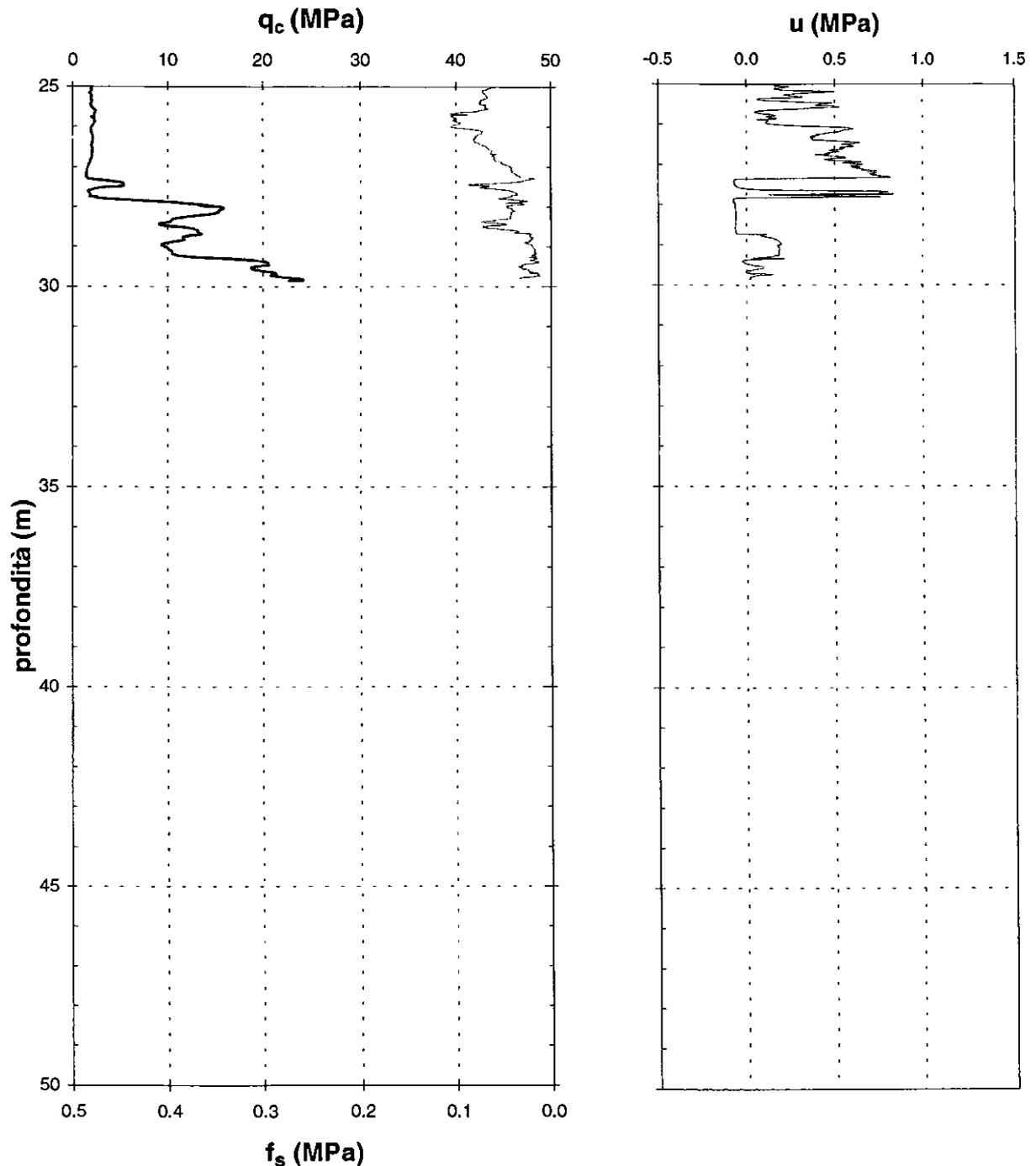
<b>Coordinate:</b>	X =	Y =	Z =
<b>Quote (m):</b>	inizio prova = piano campagna		fine prova = 29.90 (29.85)
<b>Note:</b>	Prova eseguita con piezocono n. 544 Eseguito preforo superficiale da m 0.00 a m 1.45		

Tipologia CPTU	Titolo Provincia di Ferrara: Idrovie Ferraresi Ponte della Pace	Identificativo CPTU_19_2005	Foglio 1	di 2
-------------------	---	--------------------------------	-------------	---------

rev.	data emiss.	eseguito da	elaborato da
0	16/09/05	Ranzini	Ranzini

Procedura di riferimento: PT - DIG - 00070

Committente:	Provincia di Ferrara
Cantiere:	Idrovie Ferraresi - Ponte della Pace
Prova:	CPTU 19
Data prova:	7 settembre 2005



Coordinate:	X =	Y =	Z =
Quote (m):	inizio prova = piano campagna		fine prova = 29.90 (29.85)
Note:	Prova eseguita con piezocono n. 544 Eseguito preforo superficiale da m 0.00 a m 1.45		

Tipologia CPTU	Titolo Provincia di Ferrara: Idrovie Ferraresi Ponte della Pace	Identificativo CPTU_19_2005	Foglio 2	di 2
-------------------	---	--------------------------------	-------------	---------

## **Indagini Ambientali Soc. Eco Ter (Al. 8)**



STUDIO MATTIOLI s.r.l.

via Malpertuso,1 - 40123 Bologna  
 Tel/Fax 0516449001  
 www.studiomattioli.com

Committente ECO-TER s.r.l.	Profondità raggiunta -6.25	Inizio/Fine Esecuzione 09/01/2009
Operatore SOGED s.r.l.	Indagine AMBIENTALE	Cantiera FERRARA - AREA EX MOF
Responsabile DOTT. ANTONIO PAGNE	Sondaggio S4	Tipo Carotaggio METODO GEOPROBE
		Tipo Sonda PAGANI

SCALA (m)	LITOLOGIA	DESCRIZIONE	QUOTA	%Carotaggio		CAMPIONI	V.O.C.
				0	20 40 60 80 100		
-1 -2 -3 -4 -5 -6 -7		RIPORTO. sabbia medio-fine limosa e limo sabbioso con inclusi eterometrici di varia natura					0.10 -0.50 0.10 -1.00 0.10 -1.50 0.10 -2.00 0.10 -2.50 0.10 -3.00 0.10 -3.50
		argilla limosa nocciola con livelli limo argillosi. Presenza resti vegetali	-3.90				0.10 -4.00
		sabbia medio-fine nocciola	-5.20				0.10 -4.30 -4.50 -4.70 0.10 -5.00
		sabbia medio-fine limosa nocciola	-6.10 -6.25				0.10 -5.40 -5.50 -5.80 0.10 -6.00

Campioni: S-Pareti Soelil, O-Osterberg, H-Mazler, R-Rimaneggiato, Ra-Rimaneggiato de SPT  
 Carotaggio: METODO GEOPROBE

Sonda: PAGANI

N.B. I valori V.O.C. sono stati rilevati col fotoionizzatore all'apertura dei liner

LIVELLO FALDA: n.r.

STUDIO MATTIOLI s.r.l.

via Malpertuso,1 - 40123 Bologna  
 Tel/Fax 0516449001  
 www.studiomattioli.com

Committente ECO-TER s.r.l.	Profondità raggiunta -7.50	Inicio/Fine Esecuzione 09/01/2009
Operatore SOGEO s.r.l.	Indagine AMBIENTALE	Cantiera FERRARA - AREA EX MOF
Responsabile DOTT. ANTONIO PACHE	Sondaggio S5	Tipo Carotaggio METODO GEOPROBE
		Tipo Sonda PAGANI

SCALA (m)	LITOLOGIA	DESCRIZIONE	QUOTA	%Carotaggio		CAMPIONI	V.O.C.					
				0	20 40 60 80 100							
1	[Black Box]	RIPORTO. sabbia medio-fine limosa e limo sabbioso con inclusi eterometrici di varia natura				C	0.10					
							0.50					
							0.10					
							1.00					
							0.10					
							1.50					
							0.10					
							2.00					
							0.10					
							2.50					
3	[Black Box]	sabbia medio-fine nocciola	2.50			C	0.10					
							3.00					
							0.10					
							3.50					
4	[Black Box]	sabbia limosa nocciola con clasti centimetrici inclusi	4.30			C	0.10					
							4.50					
							4.60					
5	[Black Box]	limo argilloso grigio con presenza di livello nero costituito da sost. organica	4.60			C	4.50					
							sabbia debolmente limosa nocciola e limo sabbioso	4.90			C	4.90
												5.00
												0.10
												5.50
6	[Black Box]	argilla debolmente limosa grigia	5.70			C	0.10					
							5.90					
							sabbia debolmente limosa grigia	6.20			C	6.00
												6.00
7	[Black Box]	sabbia fine nocciola				C	6.40					
	[Black Box]	limo sabbioso con argilla grigio	7.30			C						
							7.50					

Campioni: S-Pirelli Sottile, D-Osterberg, M-Mazzer, R-Rimaneggiato, R3-Rimaneggiato da SPT  
 Carotaggio: METODO GEOPROBE

Sonda: PAGANI

N.B. i valori V.O.C. sono stati rilevati col fotoionizzatore all'apertura dei liner

LIVELLO FALDA: -5.87 m da p.c.