



COMUNE DI REGGIO NELL'EMILIA  
Area Competitività e Innovazione Sociale  
Servizio Rigenerazione e Qualità Urbana

# PROGRAMMA DI RIQUALIFICAZIONE URBANA

L.R. 03-07-98 n° 19

## COMPLESSO DEL PARCO DEL SAN LAZZARO VARIANTE 2017

### ELABORAZIONE E STESURA A CURA DEL SERVIZIO RIGENERAZIONE E QUALITA' URBANA

IL DIRIGENTE DEL SERVIZIO  
RIGENERAZIONE e  
QUALITA' URBANA  
arch. E.IORI

IL DIRETTORE DELL'AREA  
COMPETITIVITA' e  
INNOVAZIONE SOCIALE  
arch. M. MAGNANI

#### GRUPPO DI PROGETTAZIONE

dott. Marco Bertani  
arch. Elena Confortini  
m.a. Carlotta Morini  
arch. Marina Parmiggiani  
arch. Anna Scuteri  
arch. Valeria Spinato

#### AMMINISTRATIVO

Dott.ssa G. Vellani

**L'ASSESSORE**  
ALEX PRATISSOLI

**IL SINDACO**  
LUCA VECCHI

**RELAZIONE DI COMPATIBILITA' GEOLOGICA,  
IDROGEOLOGICA E SISMICA**

data  
marzo 2017

# PROGRAMMA DI RIQUALIFICAZIONE URBANA (P.R.U.) “COMPLESSO DEL SAN LAZZARO”

Q`oonqsn **di sostenibilità ambientale:**

*All. 1: Relazione di compatibilità geologica, idrogeologica e  
sismica*

---

**COMUNE DI REGGIO EMILIA**

Area Competitività e Innovazione Sociale

Servizio Rigenerazione e Qualità Urbana



**OGGETTO:**

Allegato 1 al Rapporto di sostenibilità ambientale per la Variante 2017 al Programma di Riqualificazione Urbana (P.R.U.) del complesso denominato “San Lazzaro”, Comune di Reggio Emilia. Approfondimento delle tematiche: mobilità, rumore, qualità dell’aria.

**Relazione di compatibilità geologica, idrogeologica e sismica**

**Ing. Lucio Leoni**

**Responsabile del Settore Fisico di Studio Alfa**



**I geologi:**

**Dott Stefano Castagnetti**

**Dott. Marco Baldi**



## 1. PREMESSE

Su incarico di STUDIO ALFA srl è stato predisposto lo Studio di compatibilità geologica, idrogeologica e sismica dei terreni ricompresi nel Programma di Riqualificazione Urbana "San Lazzaro" in Reggio Emilia.

Tale area si colloca alla periferia orientale del Capoluogo ed è compresa tra la via Emilia a sud (in questo tratto denominata via Giovanni Amendola) e la linea ferroviaria "Milano – Bologna" a nord (Fig. 1).



Fig. 1 – Inquadramento territoriale. La linea gialla indica approssimativamente il perimetro del PRU "San Lazzaro" (Stralcio ortofoto Bing maps).

Lo studio è stato svolto nel rispetto delle seguenti norme nazionali e regionali:

- Ordinanza P.C.M. n° 3274/2003 e ss.mm.ii "Primi elementi in materia di criteri generali per la classificazione sismica del territorio nazionale e di normative tecniche per le costruzioni in zona sismica" e ss.mm.ii;
- Delibera G.R. Emilia-Romagna n° 1677 del 24/10/2005 "Prime indicazione applicative in merito al D.M. 14 settembre 2005 recante Norme tecniche per le costruzioni";

- D.M. 14.01.2008 *"Approvazione nuove norme tecniche per le costruzioni"* e Circolare Ministero Infrastrutture 2 febbraio 2009, n° 617 – istruzioni per l'applicazione delle *"Nuove norme tecniche per le costruzioni"* di cui al D.M. 14 gennaio 2008;
- L.R. 30 ottobre 2008, n° 19 *"Norme per la riduzione del rischio sismico"* e s.m.i.;
- Deliberazione della Giunta Regionale 21 dicembre 2015, n. 2193: *"Art. 16 della L.R. n.20 del 24/3/2000. Approvazione aggiornamento dell'atto di coordinamento tecnico denominato "Indirizzi per gli studi di microzonazione sismica in Emilia-Romagna per la pianificazione territoriale e urbanistica", di cui alla deliberazione dell'Assemblea legislativa 2 maggio 2007, n. 112"*.

L'obiettivo dello studio è stato quello di caratterizzare l'area sotto il profilo geologico, litologico, geomorfologico, idrogeologico e sismico, al fine di accertare la compatibilità delle previsioni con le condizioni di pericolosità locale degli aspetti fisici del territorio.

Per la definizione delle caratteristiche del sottosuolo sono stati eseguiti rilievi di campagna, sono state eseguite indagini geofisiche e sono state utilizzate le indagini disponibili nell'area in questione e nell'immediato intorno, acquisite e fatte eseguire durante gli studi di Microzonazione Sismica del territorio comunale, commissionati dal Comune di Reggio Emilia allo scrivente professionista nel periodo compreso tra il 2008 ed il 2013.

Inoltre si è fatto riferimento ad alcune Relazioni geologiche relative al comparto firmate dal dott. geol. Riccardo Triches e prodotte rispettivamente nell'aprile 2004 (Relazione geologica idrogeologica di fattibilità), nel gennaio 2007 (Verifica di liquefacibilità), nell'agosto 2009 (Indagine geotecnica e sismica per recupero Padiglione Marchi), nel 2009 (Relazione geologica nuova sede IZLER) e nel marzo 2010 (Integrazioni come da Delib. G.P. 42/2010).

Infine è stata eseguita un'indagine geognostica in corrispondenza del Padiglione Marchi, che ha consentito di meglio precisare il modello geologico del sottosuolo, in vista di un imminente intervento di recupero e riqualificazione.

La ricerca bibliografica e le verifiche di campagna hanno consentito di realizzare i seguenti elaborati:

- Tav. 1 – Carta geologica (scala 1:10.000);
- Tav. 2 – Carta idrogeologica (scala 1:15.000);
- Tav. 3 – Planimetria delle indagini geognostiche (scala 1:5.000);
- Allegato n° 1 – Indagini geognostiche;
- Allegato n° 2 – Indagini geofisiche.

## 2. QUADRO GEOLOGICO GENERALE

### 2.1 Caratteri geologici e morfologici

La pianura emiliano-romagnola è il risultato del riempimento del Bacino perisuturale Padano, legato all'orogenesi dell'Appennino settentrionale, la cui successione di depositi pliocenico – quaternaria si è accresciuta da ovest verso est, mostrando nel complesso un carattere regressivo.

Tale successione presenta alla base sabbie e peliti torbiditiche, seguite verso l'alto da complessi sedimentari fluvio-deltizi progradanti, a loro volta ricoperti al tetto da depositi continentali.

L'areale in studio ricade nella fascia di transizione tra alta e media pianura e si inserisce in un contesto geodinamico caratterizzato da una tettonica a stile compressivo, che ha determinato un generale raccorciamento del margine appenninico e dell'edificio padano.

Più in particolare si caratterizza per la presenza di depositi alluvionali, riferibili alla deposizione operata nel tempo dai corsi d'acqua di provenienza appenninica, nello specifico il T. Crostolo, che hanno dato origine ad ampie conoidi coalescenti, con ghiaie prevalenti in corrispondenza degli apparati fluviali principali e limi prevalenti o comunque abbondanti nelle aree di interconoide.

I depositi affioranti risultano costituiti da alternanze di litofacies argillose, limose e ghiaiose a stratificazione lenticolare, la cui granulometria è in stretto rapporto con l'energia delle correnti fluviali che le hanno originate: i sedimenti grossolani sono il risultato di una deposizione avvenuta in ambiente di canale fluviale, mentre quelli fini di una sedimentazione per tracimazione avvenuta in zone distali dall'alveo attivo.

Il materiale sedimentato ha subito intensi processi di consolidazione, comunemente noti come fenomeno della subsidenza, che interessa l'intero bacino padano. Tale fenomeno è ancora più accentuato nei contesti urbani, quale è la città di Reggio Emilia, laddove si è assistito alla sovrapposizione di livelli antropici nel corso dei secoli, accompagnati da interventi di drenaggio e bonifica delle acque superficiali e, in particolare dal dopoguerra, con importanti prelievi di acque sotterranee.

Con riferimento alla nuova *"Carta Geologica della Regione Emilia-Romagna – Progetto CARG"*, elaborata secondo i concetti di stratigrafia sequenziale, i depositi alluvionali affioranti nell'areale di studio (cfr. Tav. 1) sono attribuibili al **Supersistema Emilia-Romagnolo** e possono essere così distinti:

- *Subsistema di Ravenna – Unità di Modena* (Olocene): ghiaie prevalenti e sabbie, ricoperte da una coltre limoso-argillosa. Il profilo di alterazione è di esiguo spessore;
- *Subsistema di Ravenna* (Pleistocene sup. – Olocene): ghiaie sabbiose, sabbie e limi stratificati con copertura di limi argillosi. Il profilo di alterazione varia da qualche decina di cm fino ad 1 m. Il tetto dell'unità è rappresentato dalla superficie deposizionale, per gran parte relitta, corrispondente al piano topografico, mentre il contatto di base è discordante sulle unità più antiche. Lo spessore massimo dell'unità è inferiore a 20 m.

L'area di intervento si colloca su terreni attribuiti al Subsistema di Ravenna – Unità di Modena (Tav. 1).

Sotto il profilo morfologico, l'area in studio si colloca a quote comprese tra 47 e 51 m s.l.m., risulta sub-pianeggiante e si inserisce in un contesto caratterizzato da una pendenza media di circa il 6‰ verso il quadrante nord-orientale. Le forme del territorio sono state in buona parte cancellate dalle intense trasformazioni antropiche che si sono succedute dall'epoca romana ad oggi.

L'elemento idrografico più significativo è rappresentato dal tracciato attuale del T. Rodano che scorre sul limite orientale del comparto.

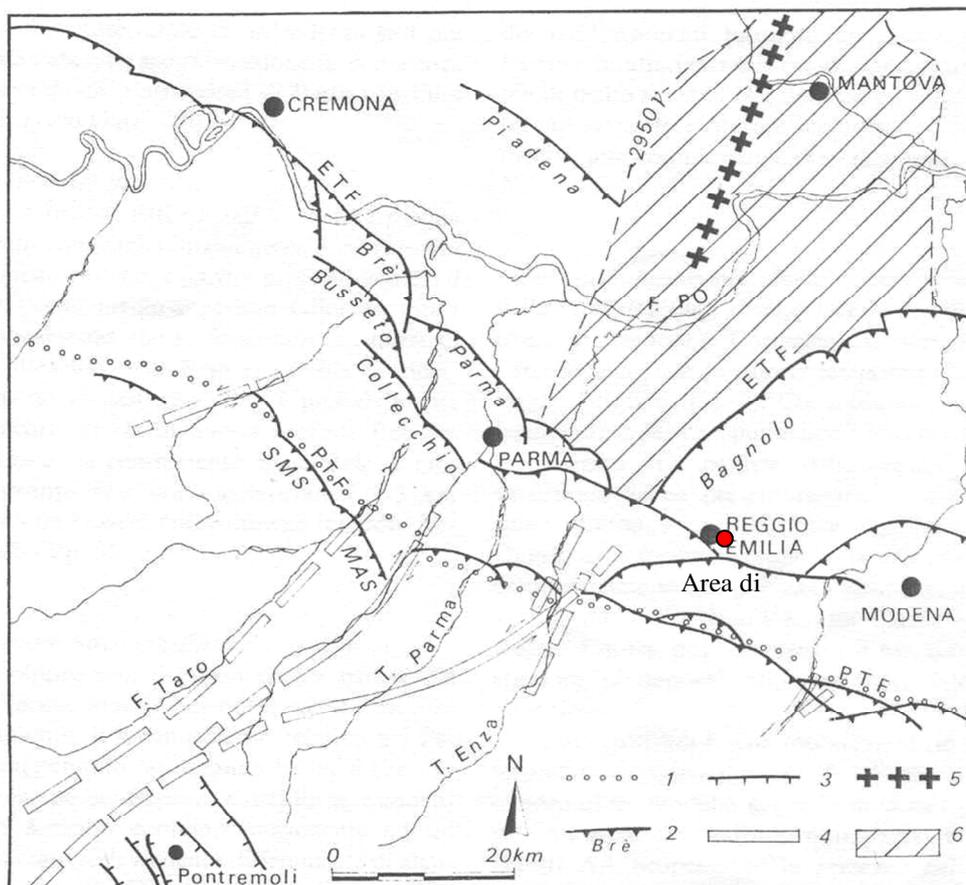
## **2.2 Caratteri strutturali e sismici**

Come detto, la fascia di territorio in esame, si inserisce in un contesto geodinamico caratterizzato da una tettonica a stile compressivo, che ha determinato un generale raccorciamento del margine appenninico e dell'edificio padano. Tale raccorciamento si è prodotto attraverso due importanti fasci paralleli di strutture di embricazione sepolte aventi direzione NW-SE e vergenza verso NE (Fig. 2), le cui superfici di distacco interessano la copertura mesozoica e terziaria (Boccaletti et al., 1985).

Il fascio più settentrionale (External Thrust Front = ETF), coincidente con l'allineamento Cremona-Parma-Reggio E., appartiene all'arco delle "Pieghe Emiliane", che dall'Appennino vogherese si estendono fino alla linea del Sillaro: esso risulta costituito da un sistema di thrust ciechi ed arcuati in pianta, interessati da discontinuità trasversali con probabile componente di movimento trascorrente. Inoltre a nord di Reggio Emilia è presente l'arco più esterno dell'ETF (pieghe Ferraresi), che si estende verso oriente e determina uno spiccato innalzamento del substrato miocenico spostandosi verso il territorio modenese.

Il fascio meridionale (Pedeappenninic Thrust Front = PTF), coincidente con il margine morfologico appenninico, si sviluppa nel sottosuolo in corrispondenza dei terrazzi pre-wurmiani.

Anche questo fronte risulta coinvolto da discontinuità trasversali (linee) coincidenti con alcuni corsi d'acqua appenninici, che delimitano settori a diverso comportamento tettonico-sedimentario.



1) Margine morfologico appenninico. 2) Strutture Agip citate nel testo. 3) Faglie normali della fossa tettonica della Lunigiana. 4) Linee trasversali di ordine maggiore. 5) Asse di alto del «basamento magnetico». 6) Massimo dell'anomalia magnetica residua (oltre 2950 γ).

Fig. 1 - Schema strutturale del margine e del fronte appenninico (M. Bernini e G. Papani).

In particolare la Linea dell'Enza, caratterizzata da un fascio di faglie e fratture comprese fra le valli del Termina e dell'Enza ed interpretata nel complesso come faglia trascorrente sinistra, ha determinato un arretramento dell'unità parmense rispetto a quella reggiana, con conseguente disallineamento del margine appenninico, ed un maggiore sollevamento del settore posto ad W di tale linea trasversale (Bernini e Papani, 1987).

Le ricerche in campo sismotettonico avviate dal Servizio Geologico, Sismico e dei Suoli della Regione Emilia-Romagna, sintetizzate nella "Carta Sismotettonica della Regione Emilia-Romagna" (2004), hanno messo in evidenza gli elementi strutturali attivi del territorio, riconosciuti sulla base di dati morfologici e geologici. In particolare nel settore di territorio reggiano in esame, risultano attivi i sovrascorrimenti dell'External Thrust Front (Fig. 3).

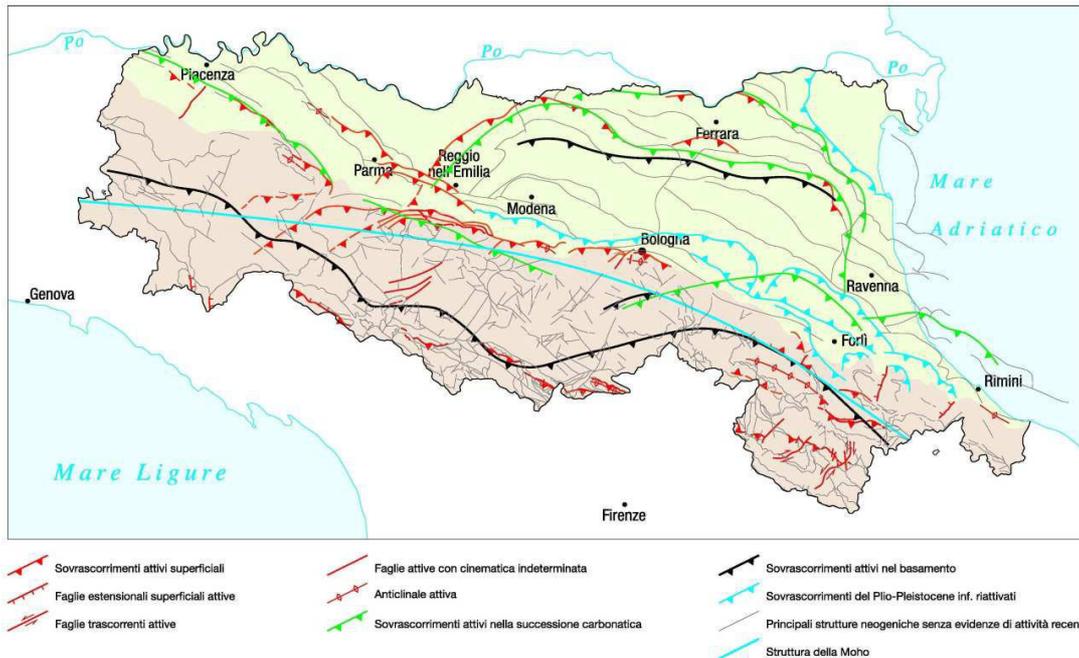


Fig. 3 – Attività neotettonica in Emilia-Romagna (da: "Note illustrative – Carta Sismotettonica della Regione Emilia-Romagna" - Servizio Geologico, Sismico e dei Suoli - Regione Emilia-Romagna - 2004)

Sotto il profilo sismico, gli studi sulla pericolosità sismica, promossi dall'Istituto Nazionale di Geofisica e Vulcanologia, hanno portato alla definizione di una nuova zonazione sismogenetica del territorio italiano, denominata ZS9, che prevede una suddivisione in 36 zone (Fig. 4), i cui limiti sono stati tracciati sulla base di informazioni tettoniche o geologico-strutturali e di differenti caratteristiche della sismicità, quali distribuzione spaziale e frequenza degli eventi, massima magnitudo rilasciata, ecc..

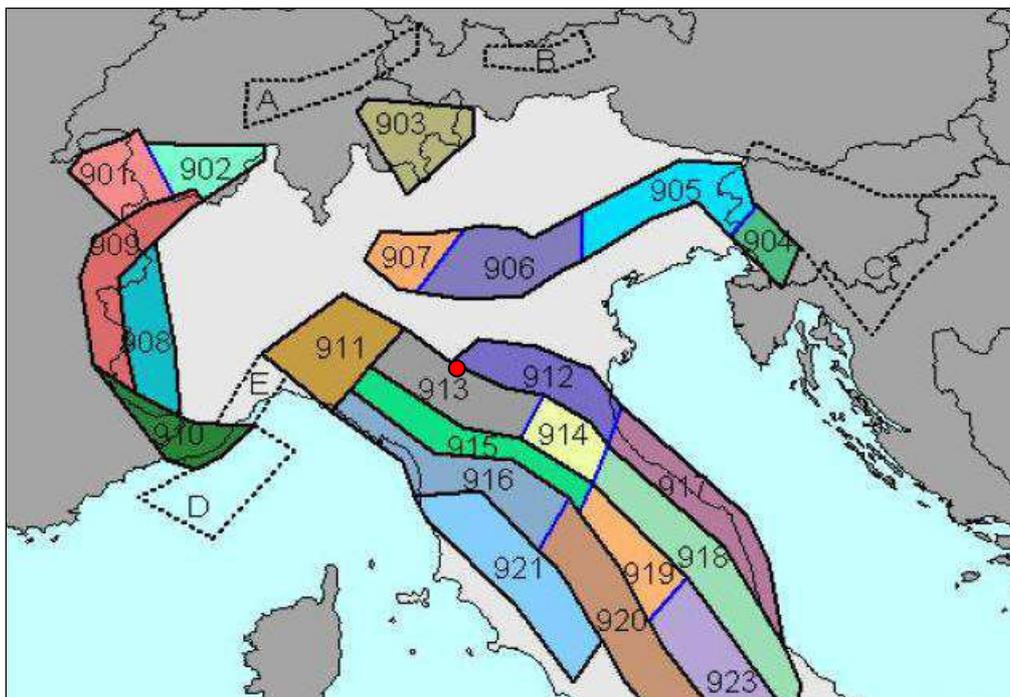


Fig. 4 – Zonazione sismogenetica ZS9 (Tratta da: "Redazione della Mappa di Pericolosità Sismica – Rapporto conclusivo – bozza aprile 2004" - INGV). Il punto rosso segna approssimativamente l'area di intervento.

In particolare il territorio di Reggio Emilia ricade a cavallo del limite che separa la zona sismogenetica "913" dalla zona "912".

La zona 913 è caratterizzata da terremoti di magnitudo medio-bassa, originati da movimenti prevalentemente compressivi NW con meccanismi trascorrenti nelle zone di svincolo, che dissecano la continuità longitudinale delle strutture sepolte attive. Il maggior numero di terremoti che si verificano in questa zona, presenta il proprio ipocentro a profondità comprese tra 12 e 20 km e i valori di magnitudo massima previsti, sulla base dei meccanismi focali, sono pari a  $M_{wmax} = 5,91$ .

Viceversa la zona sismogenetica 912 rappresenta la porzione più esterna, sepolta dai sedimenti alluvionali, della fascia in compressione dell'arco appenninico settentrionale. Il maggior numero di terremoti che si verificano in questa zona presenta il proprio ipocentro a profondità comprese tra 5 e 8 km. Sulla base dei meccanismi focali, i valori di magnitudo massima previsti sono pari a  $M_{wmax} = 6,14$ .

A seguito dell'emanazione dell'Ordinanza PCM n° 3274/2003 "*Primi elementi in materia di criteri generali per la classificazione sismica del territorio nazionale e di normative tecniche per le costruzioni in zona sismica*" e s.m.i., il Comune di Reggio Emilia è stato classificato sismico in **ZONA 3**, in quanto ricadente in aree ad elevato rischio sismico, di cui alla precedente Ordinanza DPC n° 2788/98.

Infatti sulla base della *Mappa di pericolosità sismica del territorio nazionale* elaborata dall'Istituto Nazionale di Geofisica e Vulcanologia (aprile 2004), il territorio in questione si colloca in un areale in cui si possono verificare terremoti caratterizzati da un'accelerazione massima del suolo ( $a_{max}$ ) compresa tra  $0,150 \div 0,175$ .

Tali valori sono coerenti con quanto riportato nell'Allegato A2 della DAL Regione Emilia-Romagna 112/2007 che attribuiva al Comune di Reggio Emilia un valore di accelerazione di picco al suolo  $a_g$  (con probabilità di eccedenza del 10% in 50 anni) di 0.157 g.

In Fig. 5 si riporta il risultato della consultazione tramite il sito <http://esse1-gis.mi.ingv.it> della mappa probabilistica della pericolosità sismica del territorio nazionale, espressa su una griglia regolare a passo  $0,05^\circ$  relativamente al parametro dello scuotimento rappresentato da **a(g)** (accelerazione orizzontale massima del suolo).

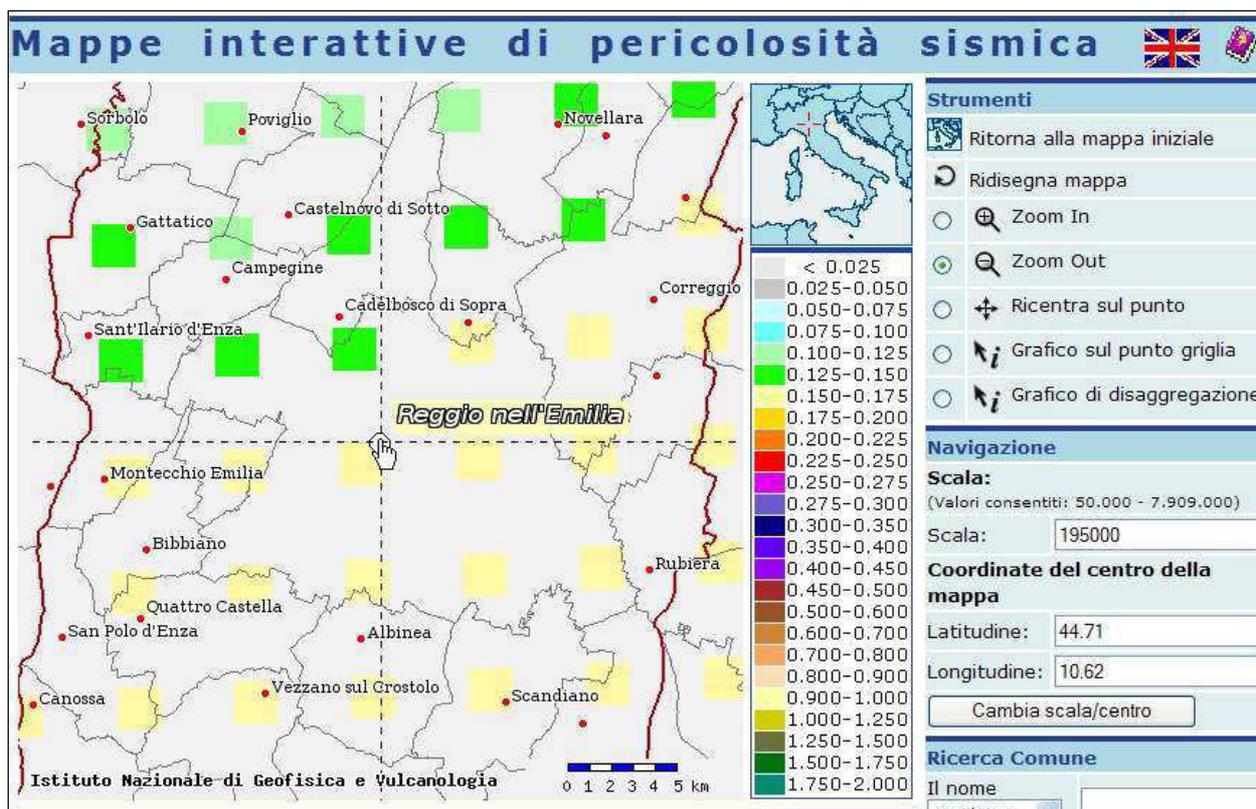


Fig. 5 – Stralcio della Mappa di pericolosità sismica del Comune di Reggio Emilia espressa in termini di  $a(g)$  per un Tempo di ritorno di 475 anni

Per una completa valutazione del terremoto di riferimento, si è provveduto ad estrarre dal Database macrosismico (DBMI15) dell'INGV, che costituisce la base del Catalogo Parametrico dei Terremoti Italiani (CPTI15), gli eventi sismici che hanno storicamente interessato il territorio di Reggio Emilia in epoca storica (Tab. 1 – Fig. 6).

Is	data	epicentro	Io	Mw
8	1547 02 10 13:20	Reggio Emilia	7	5.14 ±0.34
7	1671 06 20 10:00	Modena-Reggio Emilia	7	5.25 ±0.72
7	1831 09 11 18:15	Reggiano	7-8	5.54 ±0.32
7	1832 03 13 03:30	Reggiano	7-8	5.53 ±0.18
6-7	1988 03 15 12:03:18	Reggiano	6	4.66 ±0.12
6-7	1465 04 07 15:30	Pianura Padana	5-6	4.51 ±0.34
6-7	1608 01 06 22:20	Reggio Emilia	5-6	4.51 ±0.34
6-7	1806 02 12	NOVELLARA	7	5.19 ±0.39
6-7	1811 07 15 22:44	SASSUOLO	6-7	5.25 ±0.40
6-7	1857 02 01	PARMENSE	6-7	5.09 ±0.25
6-7	1873 05 16 19:35	REGGIANO	6-7	5.09 ±0.59
6-7	1915 10 10 23:08	REGGIO EMILIA	6	5.02 ±0.22
6-7	1971 07 15 01:33:23	Parmense	8	5.64 ±0.09
6	1501 06 05 10:00	Appennino modenese	9	5.98 ±0.32
6	1505 01 03 02:00	Bolognese	8	5.57 ±0.25
6	1591 05 24	REGGIO EMILIA	6	4.72 ±0.34
6	1810 12 25 00:45	NOVELLARA	6	5.29 ±0.22
6	1831 07 14 15:30	Reggiano	5-6	4.69 ±0.44
6	1918 05 06 08:05	Reggiano	5-6	4.52 ±0.69
6	1983 11 09 16:29:52	Parmense	6-7	5.06 ±0.09
6	1987 05 02 20:43:53	Reggiano	6	4.74 ±0.09
6	1996 10 15 09:56:02	Correggio	7	5.41 ±0.09
5-6	1547 03 24	Reggio Emilia		
5-6	1914 10 27 09:22:36	Garfagnana	7	5.76 ±0.09
5-6	1967 04 03 16:36:18	Reggiano	5-6	4.69 ±0.19
5-6	2000 06 18 07:42:08	Parmense	5-6	4.43 ±0.09

Tab. 1 – Elenco dei terremoti più forti risentiti nell'area di Reggio Emilia tra il 1000 e il 2014 (A. Rovida, M. Locati, R. Camassi, B. Lollì e P. Gasperini (a cura di), 2015. DBMI15, la versione 2015 del Database Macrosismico Italiano. Milano, Bologna, <http://emidius.mi.ingv.it/DBMI15> - parzialmente modificato)

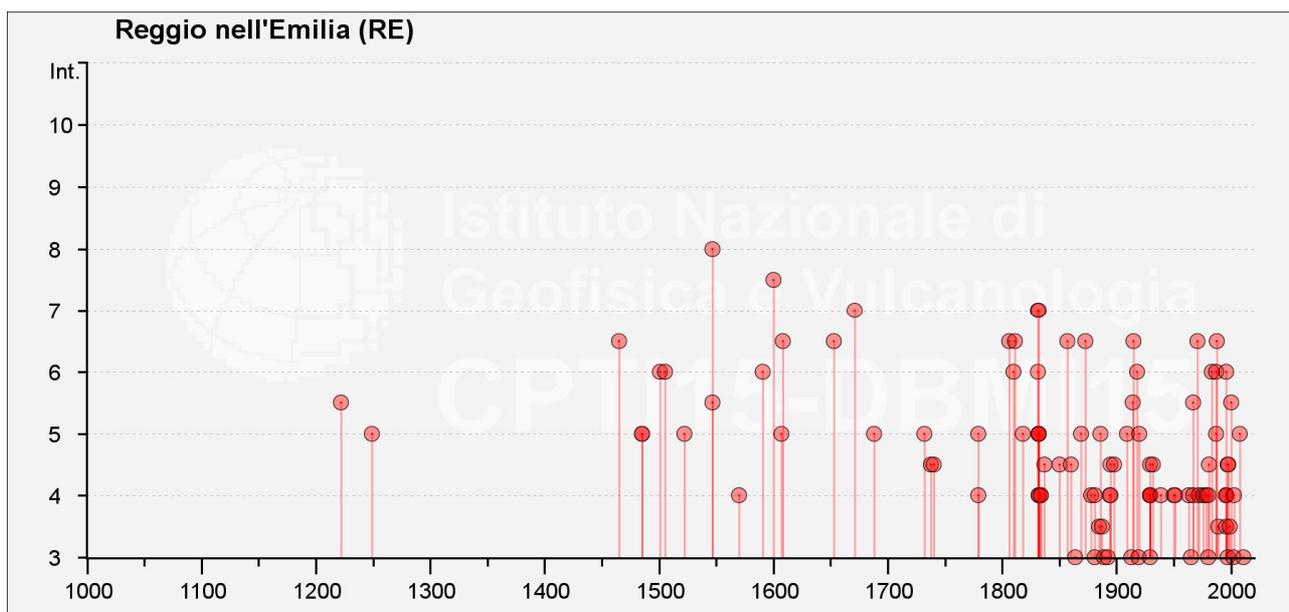


Fig. 6 - Rappresentazione grafica della storia sismica di Reggio Emilia limitatamente ai terremoti con intensità epicentrale uguale o superiore a 3 (cfr. Tab. 1). A. Rovida, M. Locati, R. Camassi, B. Lollì e P. Gasperini (a cura di), 2015. DBMI15, la versione 2015 del Database Macrosismico Italiano. Milano, Bologna, <http://emidius.mi.ingv.it/DBMI15>

### 3. MODELLO GEOLOGICO

Le caratteristiche litostratimetriche dei terreni sono state desunte dalle stratigrafie di pozzo reperite sul database geognostico della Regione Emilia-Romagna (cfr. Tav. 1) e indirettamente dalle prove penetrometriche statiche (cfr. Tav. 3), utilizzando le correlazioni proposte da Begemann tra il rapporto Rp/Rl e la litologia (cfr. All. 1).

L'assetto litostratimetrico del comparto ricompreso nel PRU San Lazzaro è caratterizzato dalla presenza nel sottosuolo di depositi granulometricamente fini, con locali intercalazioni lentiformi di depositi grossolani sabbiosi e sabbioso-limosi.

Si tratta di una successione litologica tipica della fascia esterna delle conoidi minori, dove si assiste alla rastremazione dei livelli grossolani, che vengono sostituiti da depositi più fini di piana alluvionale. Nel caso in questione la conoide è riconducibile al T. Rodano, la cui energia deposizionale era minore rispetto al vicino T. Crostolo.

Più nel dettaglio al di sotto del livello superficiale, costituito da terreno vegetale o da materiali di riporto laddove sono avvenuti interventi antropici rilevanti, sono presenti depositi fini argillosi e argilloso-limosi sino alla profondità di -15.00 m dal p.c..

Localmente le sequenze argilloso-limose sono interrotte dalla presenza di depositi sabbiosi e sabbioso-limosi ad andamento spiccatamente lenticolare. Infatti le numerose stratigrafie disponibili (19 CPT), talora molto vicine tra loro, non consentono di raccordare i depositi granulari lungo le varie verticali.

In particolare, analizzando più in dettaglio le indagini disponibili, è possibile definire l'assetto litostratimetrico di massima che caratterizza i differenti settori del comparto.

#### **Settore occidentale (rif. prove CPT5-2004, CPT9-2004, CPT1-2009, CPT2-2009, CPT1-2017)**

È caratterizzato dalla presenza di depositi tendenzialmente argillosi e argilloso limosi di consistenza media e medio-bassa con sottili intercalazioni limo-sabbiose. I valori di resistenza penetrometrica alla punta (Rp) sono generalmente compresi tra 10 e 20 kg/cm<sup>2</sup>. All'interno di questi depositi sono stati localmente intercettati livelli sabbiosi di forma lenticolare, in particolare in corrispondenza della prova CPT2-2009 tra le quote di -5.00 e -10.00 m da p.c., dove sono stati raggiunti valori di Rp superiori a 100 kg/cm<sup>2</sup>. Un ulteriore lente sabbiosa, ma di spessore modesto, è presente anche in CPT9-2004 tra le quote di -3.50 e -4.50 m da p.c..

#### **Settore centrale (rif. prove CPT3-2004, CPT4-2004, CPT5-2004, CPT6-2004)**

In questo settore è presente localmente un livello superficiale argilloso-limoso di bassa consistenza, talvolta torboso, che dal piano campagna si estende sino a profondità di circa 2÷3 m,

con valori di  $R_p \leq 10 \text{ kg/cm}^2$ . I sottostanti depositi sono costituiti da argille limose di consistenza da medio-bassa a media, con sottili alternanze limo-sabbiose. I valori di  $R_p$  oscillano generalmente tra 10 e  $20 \text{ kg/cm}^2$ , sino a raggiungere i  $30 \text{ kg/cm}^2$  in corrispondenza dei livelli a maggior contenuto limo-sabbioso.

**Settore orientale (rif. prove CPT1-2004, CPT2-2004, CPT8-2004, CPT1-2009, CPT2-2009, CPT3-2009, CPT4-2009, CPTA-2010, CPTB-2010, CPTC-2010)**

È costituito da depositi argillosi e argilloso-limosi di consistenza da medio-bassa a media, con locali intercalazioni lenticolari sabbiose e limo-sabbiose di spessore inferiore al metro.

In corrispondenza delle verticali CPT1-2004, CPT1-2009, CPTA-2010, CPTB-2010, CPTC-2010 è stata riscontrata la presenza di orizzonti argillosi a bassa consistenza, aventi spessori di 4÷5 metri e caratterizzati da valori di  $R_p$  inferiori a  $10 \text{ kg/cm}^2$ , con punte minime che raggiungono i 3÷4  $\text{kg/cm}^2$ .

Per quanto riguarda l'assetto litostratigrafico profondo si è fatto riferimento ad alcune stratigrafie di perforazioni ubicate nell'intorno dell'area in studio (cfr. Tav. 1), contenute nel Database Geognostico del Servizio Geologico, Sismico e dei Suoli della Regione Emilia-Romagna e di seguito riportate, dalle quali si evince che l'edificio sedimentario alluvionale è costituito in prevalenza da depositi fini.

**Pozzo n° 200120P662**

0.00 – 8.00	argilla gialla
8.00 – 15.00	argilla verde
15.00 – 18.00	argilla scura
18.00 – 26.00	argilla verde
26.00 – 46.00	argilla chiara
46.00 – 56.00	argilla ghiaiosa
56.00 – 60.00	argilla sabbia ghiaia con acqua
60.00 – 80.00	argilla compatta
80.00 – 105.00	argilla dura
105.00 – 110.00	ghiaia con sabbia e acqua

**Pozzo 201090P616**

0.00 – 2.80	terreno vegetale
2.80 – 6.70	argilla cenere
6.70 – 15.00	argilla gialla sabbiosa
15.00 – 18.00	argilla cenere
18.00 – 21.50	ghiaia con acqua
21.50 – 44.00	argilla cenere
44.00 – 48.50	ghiaia con acqua e sabbia
48.50 – 94.00	argilla cenere
94.00 – 97.00	ghiaietto con sabbia e acqua
97.00 – 104.50	argilla cenere compatta

**Pozzo n° 200120P696**

00.00 – 01.00	dato mancante
01.00 – 26.40	argilla scura
26.40 – 53.40	argilla rossa e chiara
53.40 – 55.50	argilla sabbiosa
55.50 – 62.40	ghiaia e acqua
62.40 – 77.00	argilla verde scura
77.00 – 78.00	argilla nera
78.00 – 85.00	argilla verdona
85.00 – 105.00	argilla sabbiosa

**Pozzo n° 200120P695**

0.00 – 1.00	terreno vegetale
1.00 – 9.00	limi argillosi giallastri
9.00 – 11.00	sabbia con acqua
11.00 – 12.00	argilla cenere

## 4. CARATTERISTICHE IDROGEOLOGICHE

Con riferimento allo studio *"Riserve Idriche Sotterranee della Regione Emilia Romagna"* (Regione Emilia Romagna e Direzione Esplorazione Italia dell'ENI-AGIP S.p.A. - a cura di G. Di Dio – 1998), l'acquifero della pianura emiliano-romagnola è stato distinto in tre Unità Idrostratigrafiche Sequenziali (UIS) di rango superiore, denominate Gruppo Acquifero A – B e C, intese come singoli corpi geologici formati da gruppi di strati geneticamente legati, ossia depositi in ambienti sedimentari contigui ed in continuità di sedimentazione (cfr. Fig. 8).

Ogni UIS è separata da quelle adiacenti attraverso livelli scarsamente permeabili o impermeabili arealmente continui, che ne determinano l'isolamento idraulico.

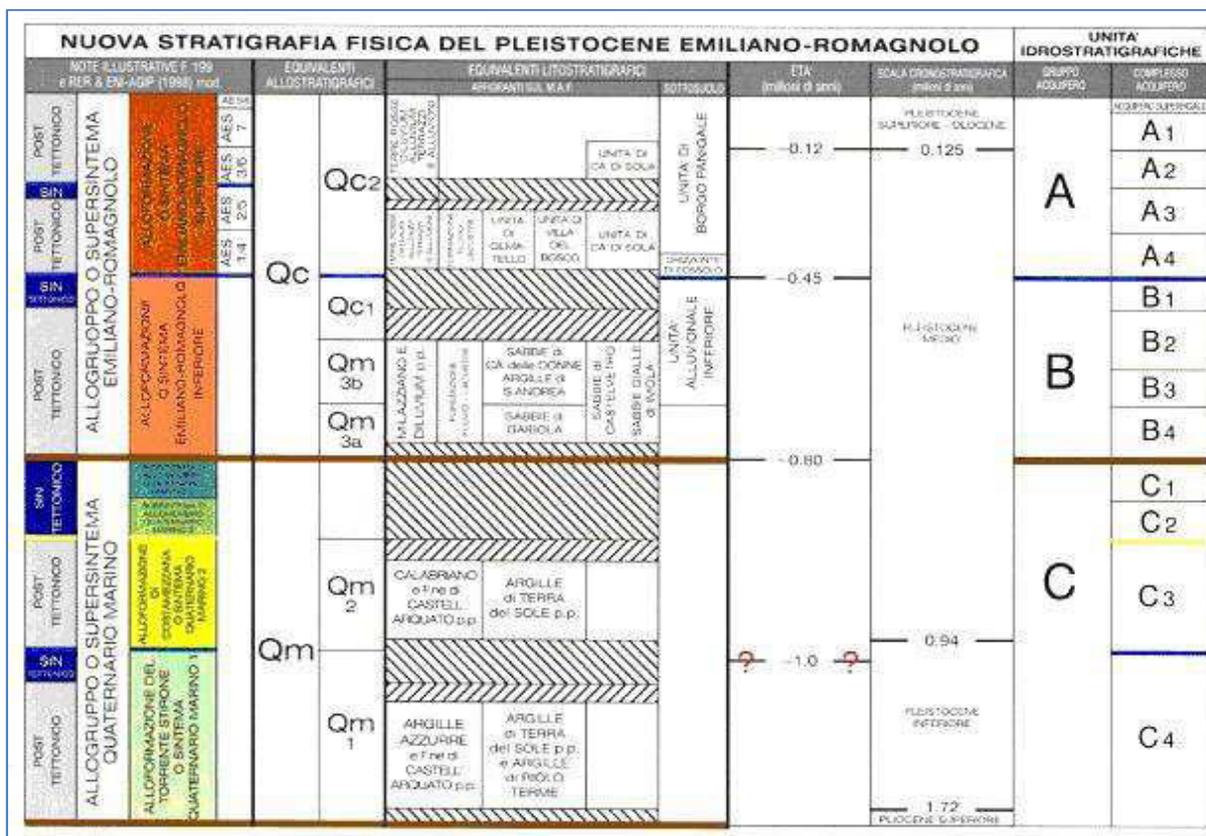


Fig. 8 - Schema geologico-stratigrafico e idrostratigrafico del Bacino Pleistocenico della Pianura Emiliano-Romagnola. (G. Di Dio, 2001)

Il sottosuolo del settore medio-alto della pianura reggiana è costituito da alternanze di orizzonti argillosi, limoso-argillosi e livelli sabbiosi e ghiaiosi fini che, in prossimità delle fasce di conoide, si incrementano percentualmente nei litotipi a granulometria maggiore.

L'edificio sedimentario alluvionale ospita un modesto sistema acquifero sotterraneo, le cui caratteristiche idrogeologiche sono in stretta relazione con le caratteristiche granulometriche dei depositi. Mentre i depositi argilloso-limosi risultano sostanzialmente impermeabili, un grado di permeabilità variabile sia sotto il profilo verticale, che laterale può essere attribuito agli orizzonti sabbioso-ghiaiosi.

Il sistema idrogeologico locale può essere schematizzato secondo due unità sovrapposte con caratteristiche differenti. La prima unità costituisce l'acquifero freatico ed è costituita da orizzonti argilloso-limosi e limosi ai quali si intercalano strati e sequenze sabbiose e sabbioso-ghiaiose. Tali livelli costituiscono acquiferi a spessore variabile, che nell'insieme generano corpi tendenzialmente continui territorialmente, inclinati in direttrice settentrionale e collegati tra loro da sequenze a grado di permeabilità variabile. In corrispondenza dei paleoalvei e dei canali i livelli permeabili sono a diretto contatto con le acque superficiali, che ne determinano la ricarica.

La seconda unità, a carattere artesiano o confinato, è costituita da corpi sabbiosi e ghiaiosi di modesto spessore e ad assetto lentiforme, intercalati a potenti sequenze argillose e argilloso-limose (Fig. 9).

L'area in studio insiste su depositi appartenenti al Gruppo Acquifero A, il cui livello basale si colloca alla profondità di circa -120 m s.l.m. (-170 m da p.c.).

Circa la falda freatica, i dati bibliografici e le misure eseguite nel corso delle varie campagne di indagine evidenziano una stabilità della falda con oscillazioni nella soggiacenza comprese tra -1.00 e -2.10 m dal piano campagna.

La direzione del flusso della falda sotterranea è orientata verso NNE (Tav. 2).

Sulla base della litologia di superficie, della profondità del tetto delle ghiaie e delle caratteristiche dell'acquifero, l'area in questione si configura a grado di vulnerabilità medio, in accordo con quanto riportato sulla "*Carta della vulnerabilità all'inquinamento dell'acquifero principale della pianura emiliana delle province di Parma, Reggio E. e Modena*" redatta dal Gruppo Nazionale per la Difesa dalle Catastrofi Idrogeologiche del CNR (1995).

In considerazione delle caratteristiche urbane dell'area in studio l'idrografia di superficie è costituita dalle reti fognaria e scolante tombinate che recapitano le acque raccolte agli impianti di depurazione e da questi alla rete scolante naturale.

L'areale ricompreso nel PRU San Lazzaro è da considerarsi in sicurezza idraulica, in quanto non è interessato da scenari di pericolosità derivanti dal reticolo principale e secondario del Piano di Gestione del Rischio di Alluvioni (Tav. 200SE – Reggio nell'Emilia Sud), mentre è interessato da scenari di pericolosità P2 – M (alluvioni poco frequenti: tempi di ritorno da 100 a 200 anni – media probabilità) per quanto riguarda il reticolo secondario di pianura.

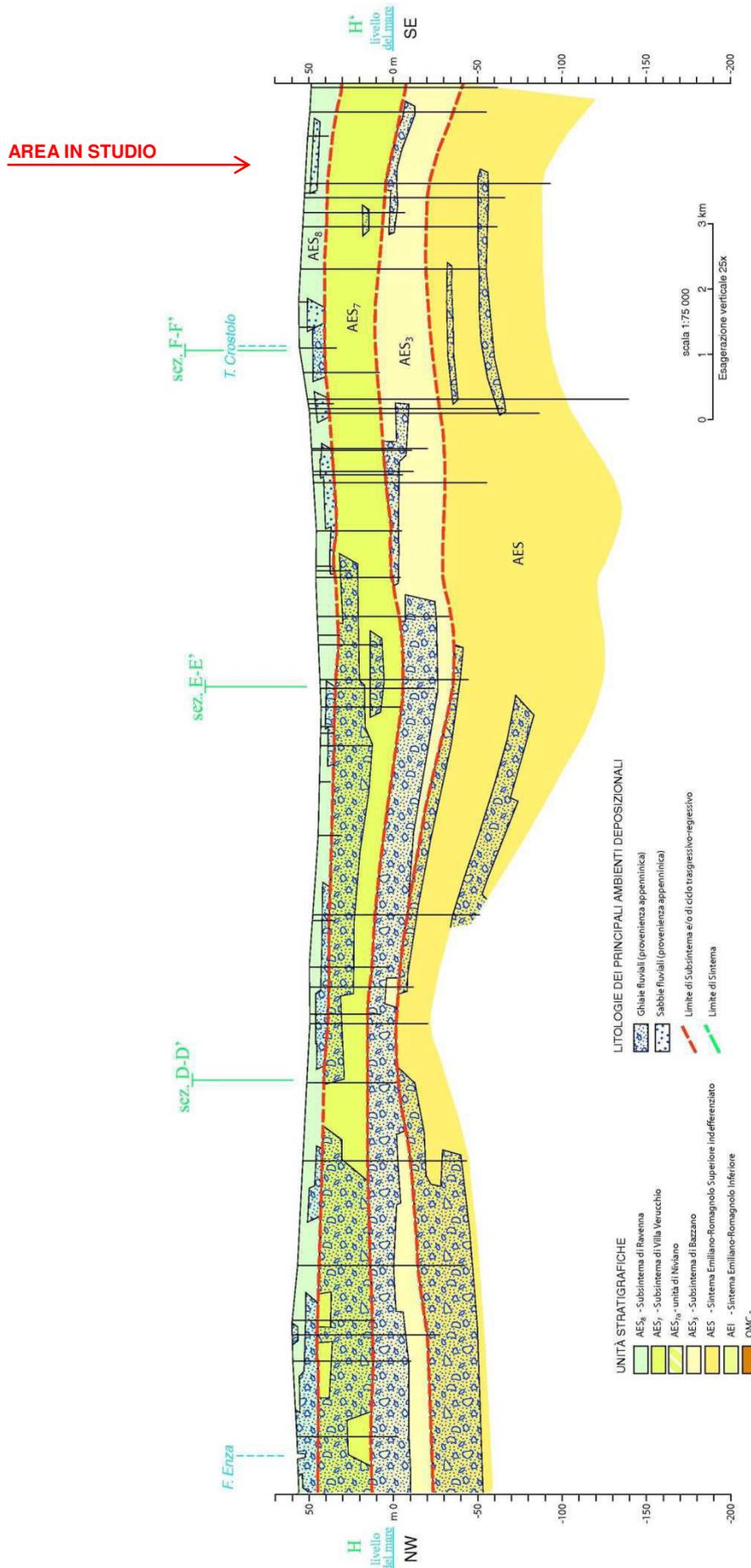


Fig. 9 – Sezione Geologica n. 37 (Fonte: "Servizio Geologico Sismico e dei Suoli della Regione Emilia-Romagna")

## 5. PERICOLOSITA' SISMICA

### 5.1 Pericolosità sismica di base

La pericolosità sismica di base costituisce l'elemento primario per la determinazione delle azioni sismiche di progetto, in base alle quali valutare la sicurezza nei confronti dei diversi stati limite, intesi come le condizioni superate le quali l'opera non soddisfa più le esigenze per la quali è stata progettata.

In conformità con quanto previsto dal D.M. 14.01.2008 "Approvazione nuove norme tecniche per le costruzioni", la pericolosità sismica è espressa attraverso forme spettrali (Fig. 11), definite su sito di riferimento rigido orizzontale in funzione dei seguenti tre parametri:

- $a_g$ : accelerazione orizzontale massima del terreno;
- $F_o$ : valore massimo del fattore di amplificazione dello spettro in accelerazione orizzontale;
- $T_c^*$ : periodo di inizio del tratto a velocità costante dello spettro in accelerazione orizzontale.

Tali parametri sono stati desunti dai valori relativi alla *pericolosità sismica su reticolo di riferimento*, riportati nelle tabelle dell'ALLEGATO B delle Norme Tecniche per le Costruzioni, per diversi periodi di ritorno ricadenti in un intervallo di riferimento compreso tra 30 e 2475 anni.

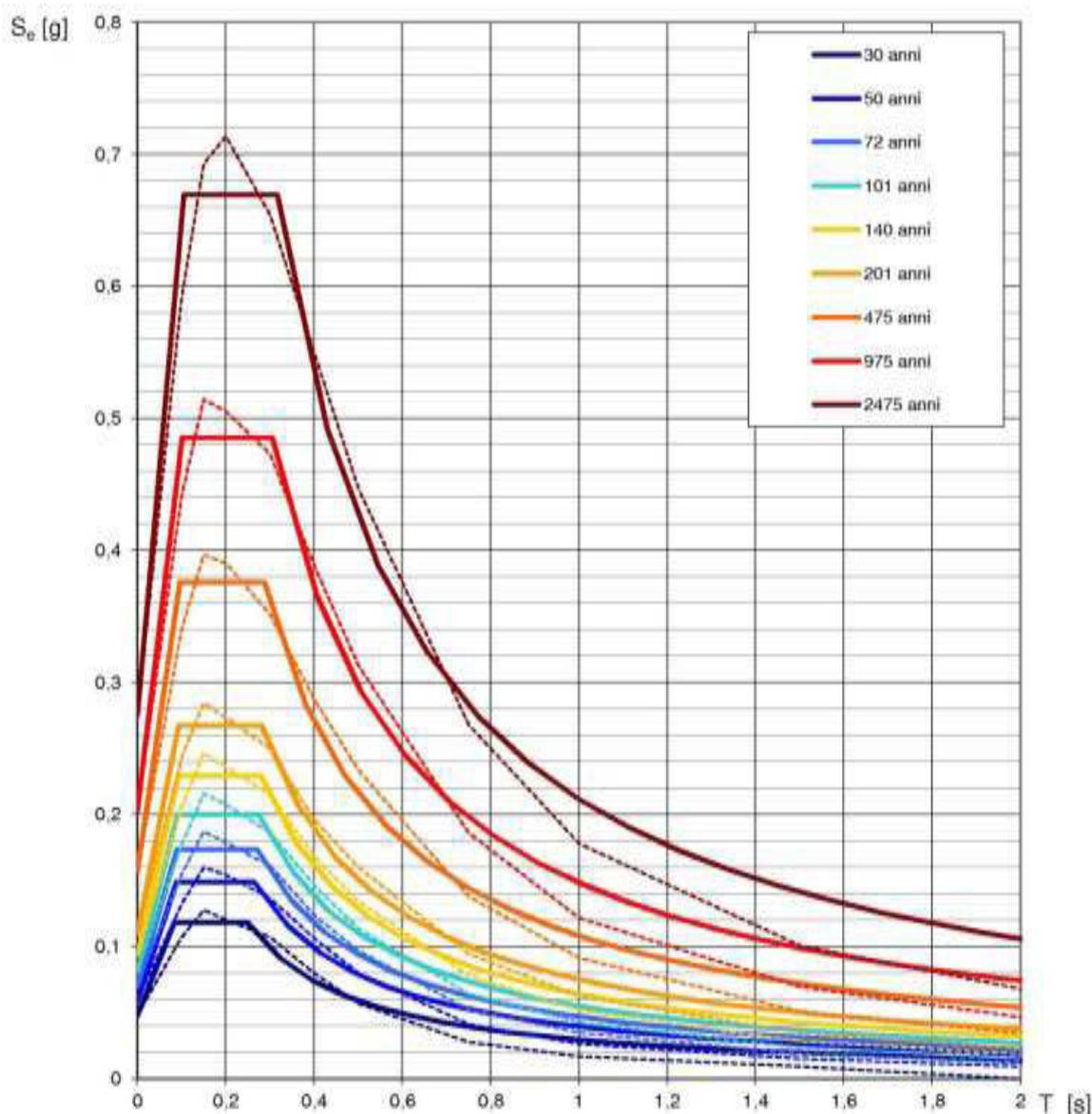
L'area oggetto di intervento è identificata dalle seguenti coordinate geografiche:

- Datum ED50:                      Longitudine = 10,66557°      Latitudine = 44,68919°
- Datum WGS84:                    Longitudine = 10,66458°      Latitudine = 44,68824°

I parametri delle forme spettrali sono riportati in Tab. 2 e sono stati ricavati attraverso il foglio elettronico "Spettri NTC ver. 1.0.3" predisposto dal Consiglio Superiore dei Lavori Pubblici.

$T_R$ [anni]	$a_g$ [g]	$F_o$ [-]	$T_c^*$ [s]
30	0,048	2,473	0,249
50	0,060	2,501	0,265
72	0,070	2,474	0,271
101	0,081	2,475	0,275
140	0,094	2,452	0,280
201	0,110	2,421	0,281
475	0,157	2,387	0,287
975	0,203	2,392	0,306
2475	0,276	2,426	0,316

**Tab. 2** – Parametri della forma spettrale del sito di intervento.  
(elaborazione effettuata mediante "Spettri NTC ver.1.0.3")



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

Fig. 11 – Spettri di risposta elastici per i periodi di tempi di ritorno  $T_r$  su sito di riferimento rigido (elaborazione effettuata con "Spettri NTC ver.1.0.3")

## 5.2 Risposta sismica locale

Il moto generato da un terremoto in un sito è tuttavia influenzato dalle particolari condizioni locali (risposta sismica locale), cioè dalle caratteristiche topografiche e stratigrafiche dei depositi di terreno e degli ammassi rocciosi e dalle proprietà fisiche e meccaniche dei materiali che li costituiscono. Alla scala della singola opera o del singolo sistema geotecnico, la risposta sismica locale consente di definire le modifiche che un segnale sismico subisce, a causa dei fattori anzidetti, rispetto a quello di un sito di riferimento rigido con superficie topografica orizzontale.

### 5.2.1 Categoria del sottosuolo di fondazione

L'influenza del profilo stratigrafico sulla risposta sismica locale viene valutata con riferimento alle 7 categorie del profilo stratigrafico del sottosuolo di fondazione, definite dal D.M. 14.01.2008 "Approvazione nuove norme tecniche per le costruzioni", in relazione alle caratteristiche geofisiche e geotecniche del sottosuolo.

In particolare i parametri da considerare (v. tab. 3) sono riferiti alla velocità delle onde di taglio mediate nei primi 30 metri al di sotto della fondazione ( $V_{S30}$ ).

La velocità equivalente delle onde di taglio  $V_{S30}$  è definita dall'espressione:

$$V_{S30} = \frac{30}{\sum_{i=1,N} \frac{h_i}{V_{S,i}}}$$

in cui:  $h_i$  = spessore in metri dell' $i$ -esimo strato compreso nei primi 30 m di profondità;

$V_{S,i}$  = velocità delle onde di taglio nell' $i$ -esimo strato;

$N$  = numero di strati compresi nei primi 30 m di profondità;

Nei casi in cui la determinazione delle  $V_{S30}$  non sia disponibile, è previsto che la classificazione possa essere effettuata in base al numero di colpi della prova SPT ( $N_{SPT}$ ), nei terreni a prevalente grana grossa, o alla coesione non drenata ( $c_u$ ), nei terreni a prevalente grana fina.

Ai fini della determinazione delle  $V_{S30}$  si è fatto riferimento ai rilievi sismici disponibili nell'area del PRU S. Lazzaro ed in particolare alle 4 prove MASW rispettivamente denominate "MW-A", "MW-B", "MW-VM" e "MW-IZLER" (Tav. 3).

Le prove hanno restituito valori di  $V_s$  compresi tra 200 e 289 m/s; i valori ottenuti, per quanto variabili a causa delle variazioni litologiche nel sottosuolo, rientrano tutti nel range 180÷360 m/s.

Pertanto sulla base dei dati disponibili è possibile attribuire il sottosuolo di fondazione dell'area di intervento alla **categoria C** (Tab. 3) di cui al DM. 14/01/2008.

categoria di sottosuolo e descrizione		V <sub>S30</sub>	N <sub>SPT</sub>	c <sub>u</sub>
<b>A</b>	Ammassi rocciosi affioranti o terreni molto rigidi caratterizzati da valori di V <sub>S30</sub> superiori a 800 m/s, eventualmente comprendenti in superficie uno strato di alterazione, con spessore massimo pari a 3 m	>800 m/s		
<b>B</b>	Rocce tenere e depositi di terreni a grana grossa molto addensate o terreni a grana fina molto consistenti con spessori superiori a 30 m, caratterizzati da un graduale miglioramento delle proprietà meccaniche con la profondità e da valori di V <sub>S30</sub> compresi tra 360 e 800 m/s (ovvero N <sub>SPT30</sub> >50 nei terreni a grana grossa e c <sub>u30</sub> >250 kPa nei terreni a grana fina)	360÷800 m/s	>50	>250 kPa
<b>C</b>	Depositi di terreni a grana grossa mediamente addensati o terreni a grana fina mediamente consistenti con spessori superiori a 30 m, caratterizzati da un graduale miglioramento delle proprietà meccaniche con la profondità e da valori di V <sub>S30</sub> compresi tra 180 e 360 m/s (ovvero 15<N <sub>SPT30</sub> <50 nei terreni a grana grossa e 70<c <sub>u30</sub> <250 kPa nei terreni a grana fina)	180÷360 m/s	15÷50	70÷250 kPa
<b>D</b>	Depositi di terreni a grana grossa scarsamente addensati o di terreni a grana fina scarsamente consistenti, caratterizzati da un graduale miglioramento delle proprietà meccaniche con la profondità e da valori di V <sub>S30</sub> inferiori a 180 m/s (ovvero N <sub>SPT30</sub> <15 nei terreni a grana grossa e c <sub>u30</sub> <70 kPa nei terreni a grana fina)	<180 m/s	<15	<70 kPa
<b>E</b>	Terreni dei sottosuoli di tipo C e D per spessore non superiore a 20 m, posti sul substrato di riferimento (con V <sub>S30</sub> >800 m/s)			
<b>S1</b>	Depositi di terreni caratterizzati da valori di V <sub>S30</sub> inferiori a 100 m/s (ovvero 10<c <sub>u30</sub> <20 kPa), che includono uno strato di almeno 8 m di terreni a grana fina di bassa consistenza, oppure che includono almeno 3 m di torba o di argille altamente organiche	<100 m/s		10÷20 kPa
<b>S2</b>	Depositi di terreni suscettibili di liquefazione, di argille sensitive, o qualsiasi altra categoria di sottosuolo non classificabile nei tipi precedenti			

Tab. 3 – Categorie del sottosuolo di fondazione - D.M. 14/01/2008 Norme tecniche delle costruzioni (Tab. 3.2.II e 3.2.III mod.)

## 5.2.2 Frequenze naturali dei terreni

Le misure effettuate con tromografo digitale (Tav. 3) hanno evidenziato la presenza di picchi di frequenza inferiori a 1 Hz (Fig. 12), caratterizzati da un rapporto H/V compreso tra 2 e 3 e riconducibili ad un primo contrasto di impedenza prossimo alla profondità di 100 m.

Qualora la frequenza di risonanza di una struttura sia confrontabile con quella naturale dei terreni di fondazione, si verifica il fenomeno della risonanza accoppiata che comporta un'amplificazione delle sollecitazioni sismiche sull'opera. Al fine di valutare tale rischio sarà, pertanto, necessario considerare se la frequenza di risonanza fondamentale del strutture in progetto corrisponde con il picco di risonanza del terreno di fondazione.

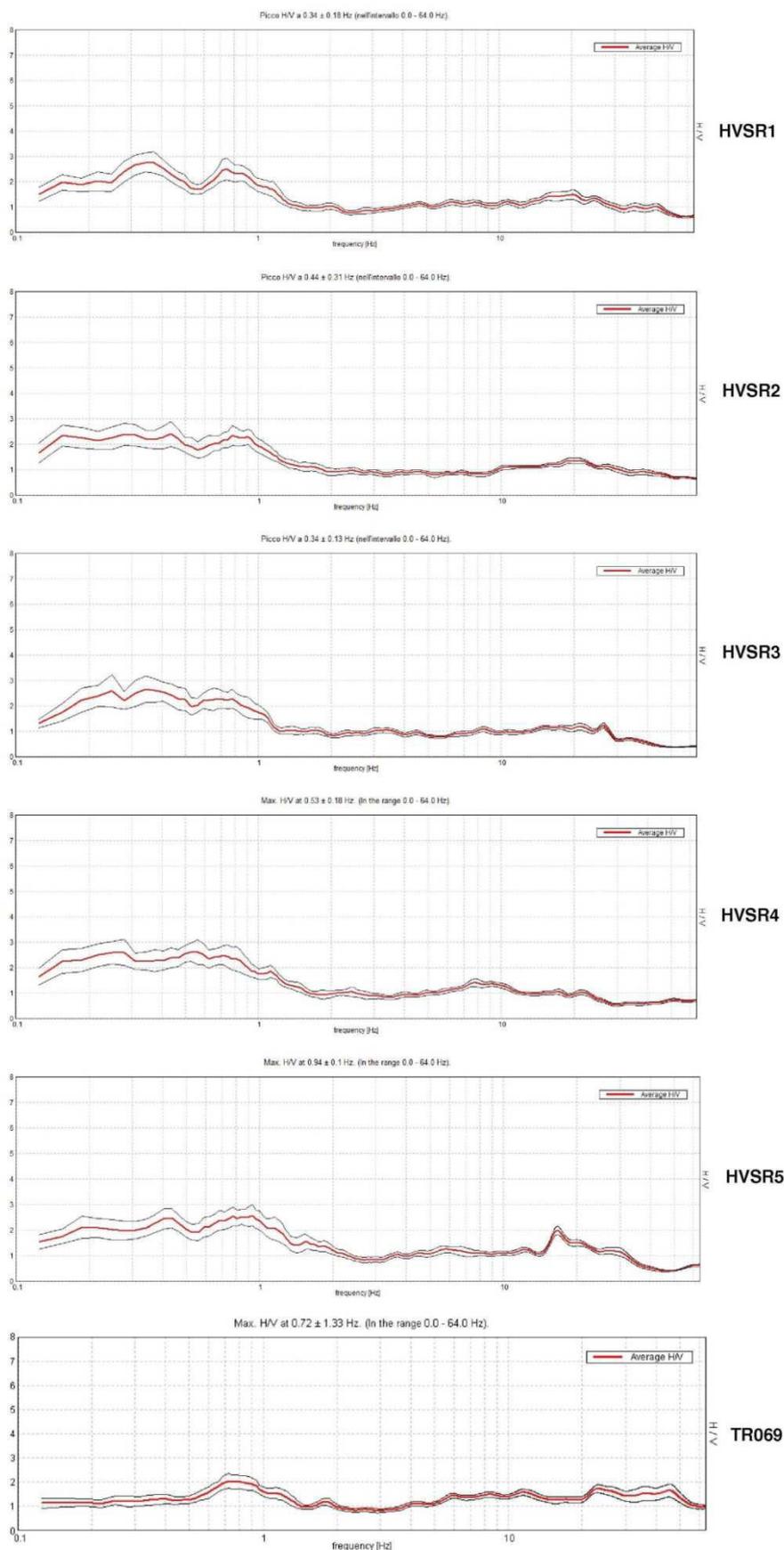


Fig. 12 – Rapporti spettrali H/V delle misure effettuate nell'area di indagine

Per una struttura con telaio in c.a., considerando che il periodo di vibrazione può essere stimato con la seguente formula (NTC2008)

$$T = 0,075 \cdot H^{3/4} \quad \text{con } H = \text{altezza della costruzione}$$

a periodi maggiori di 1s corrispondono altezze superiori a 30 metri (Fig. 13). Pertanto, indicativamente solo per strutture di elevata altezza, ossia con frequenza (F) inferiore a 1 Hz essendo  $F=1/T$ , può verificarsi il fenomeno della risonanza accoppiata.

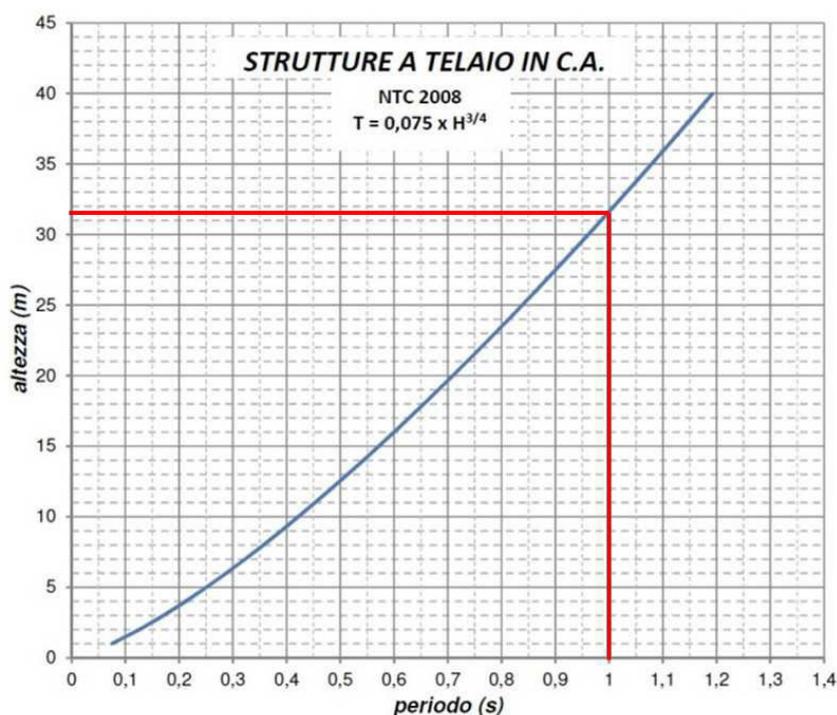


Fig. 13 – Grafico altezza/periodo di vibrazione per strutture con telaio in c.a.

### 5.2.3 Amplificazione topografica

La morfologia subpianeggiante permette di attribuire l'area di indagine alla categoria topografica T1 (Tab. 4), per la quale possono essere esclusi fenomeni di amplificazione di tipo topografico (Tab. 5).

Categoria	Caratteristiche della superficie topografica
T1	Superficie pianeggiante, pendii e rilievi isolati con inclinazione media $i \leq 15^\circ$
T2	Pendii con inclinazione media $i > 15^\circ$
T3	Rilievi con larghezza in cresta molto minore che alla base e inclinazione media $15^\circ \leq i \leq 30^\circ$
T4	Rilievi con larghezza in cresta molto minore che alla base e inclinazione media $i > 30^\circ$

Tab. 4 – Categorie topografiche (da NTC2008 tabella 3.2.IV)

Categoria topografica	Ubicazione dell'opera o dell'intervento	$S_T$
T1	-	1,0
T2	In corrispondenza della sommità del pendio	1,2
T3	In corrispondenza della cresta del rilievo	1,2
T4	In corrispondenza della cresta del rilievo	1,4

Tab. 5 – Valori massimi del coefficiente di amplificazione topografica  $S_T$  (da NTC2008 tabella 3.2. VI)

## 6. MICROZONAZIONE SISMICA

### 6.1 Analisi di secondo livello

L'area in oggetto ricade in una zona stabile suscettibile di amplificazioni locali per motivi litologici e stratigrafici.

L'amplificazione è stata quantificata in termini di rapporto di accelerazione massima orizzontale ( $PGA/PGA_0$ ) e di rapporto di Intensità spettrale o di Housner ( $SI/SI_0$ ) per prefissati intervalli di periodi ( $0.1s < T_0 < 0.5s$ ,  $0.5s < T_0 < 1.0s$  e  $0.5s < T_0 < 1.5s$ ), dove  $PGA_0$  e  $SI_0$  sono rispettivamente l'accelerazione massima orizzontale e l'Intensità di Housner al suolo di riferimento e  $PGA$  e  $SI$  sono le corrispondenti grandezze calcolate alla superficie dei siti esaminati.

Per la definizione dell'amplificazione sono state utilizzate le tabelle e le formule indicate dell'Allegato A2 degli indirizzi regionali (DGR 2193/2015).

In considerazione dell'omogeneità delle caratteristiche litologiche, geomeccaniche e di risposta sismica locale dei terreni, l'areale in questione risulta caratterizzato da un'unica microzona stabile suscettibile di amplificazioni locali per effetti litostratigrafici.

Più in particolare per l'area in oggetto è stata impiegata la tabella degli indirizzi regionali denominata "Pianura 2", definita come settore di pianura con sedimenti alluvionali prevalentemente fini, alternanze di limi, argille e sabbie, caratterizzato dalla presenza di una importante discontinuità stratigrafica responsabile di un significativo contrasto di impedenza a circa 100 m da p.c. e dal tetto del substrato rigido a circa 150 m da p.c..

Pertanto i fattori di amplificazione sismica rispetto ad un suolo di riferimento sono stati ottenuti impiegando la seguente tabella

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

Tab. 6 – Tabella "Pianura 2" da utilizzare per la stima di F.A., in termini di rapporto di accelerazione massima orizzontale (PGA/PGA<sub>0</sub>) e Intensità di Housner (SI/SI<sub>0</sub>), nel caso di profilo stratigrafico tipo PIANURA 2 (da Allegato 2 degli indirizzi regionali)

Dal momento che il territorio in studio ricade in un contesto di pianura non sono stati considerati fattori di amplificazione per motivi topografici.

Sono state considerate le velocità medie delle onde di taglio nei primi 30 m ( $V_{s30}$ ), derivanti dalle indagini MASW eseguite all'intero del PRU (Tav. 3):

- MW-A  $\rightarrow V_{s30} = 217$  m/s
- MW-B  $\rightarrow V_{s30} = 200$  m/s
- MW-VM  $\rightarrow V_{s30} = 289$  m/s
- MW-IZLER  $\rightarrow V_{s30} = 246$  m/s

Il valore di riferimento  $V_{s30}$  per l'areale in questione, determinato sulla base dei classi di velocità contenuti nelle citate tabelle dell'Allegato A2 degli indirizzi regionali, è stato assunto pari a 250 m/s.

Utilizzando la tabella "Pianura 2" dell'Allegato 2 degli indirizzi regionali, i fattori di amplificazione (F.A.) risultano i seguenti:

	<b>Fattori di Amplificazione (F.A.)</b>
<b>P.G.A.</b>	<b>1.7</b>
<b>Intensità spettrale o di Housner (0.1s &lt; T<sub>0</sub> &lt; 0.5s)</b>	<b>1.9</b>
<b>Intensità spettrale o di Housner (0.5s &lt; T<sub>0</sub> &lt; 1.0s)</b>	<b>2.7</b>
<b>Intensità spettrale o di Housner (0.5s &lt; T<sub>0</sub> &lt; 1.5s)</b>	<b>2.9</b>

Tab. 7 - Valori dei Fattori di Amplificazione sismica per l'areale del PRU "San Lazzaro"

## 6.2 Approfondimenti di terzo livello

Le stratigrafie disponibili sul comparto in questione attestano la prevalenza di depositi fini argilloso-limosi, con occasionale presenza di livelli lenticolari sabbioso-limosi.

Il Dott. Riccardo Triches ha già condotto le verifiche alla liquefazione nell'aprile 2004, nell'agosto 2009 e nel marzo 2010 ed in tutti i casi hanno dato esito negativo con valori del coefficiente di sicurezza a liquefazione > 1.3.

Per approfondimenti si rimanda alle citate relazioni.

## 7. CONCLUSIONI

Lo studio effettuato consente di trarre le seguenti conclusioni:

- a) l'area interessata dall'intervento in progetto risulta a tutti gli effetti stabile ed è caratterizzata dalla presenza nel sottosuolo di depositi alluvionali argillosi e argilloso-limosi, con locali intercalazioni lenticolari sabbiose e sabbioso-limose;
- b) l'esondabilità e l'inondabilità dell'area possono essere escluse, mentre la soggiacenza minima della falda è stimabile in circa -1.00 m dal piano campagna;
- c) gli interventi edificatori e di impermeabilizzazioni dovranno essere accompagnati da soluzioni tecniche volte a garantire il rispetto dell'invarianza idraulica;
- d) la zona sismica di riferimento è la "zona 3" e il sottosuolo di fondazione può essere attribuito alla categoria "C";
- e) sotto il profilo della microzonazione sismica l'areale può essere classificato come *zona stabile suscettibile di amplificazione per effetti litostratigrafici*, conseguente alla presenza di depositi con velocità delle onde di taglio nei primi 30 metri ( $V_{s30}$ ) mediamente pari a 250 m/s;
- f) l'assetto litostratigrafico e le verifiche condotte permettono di escludere potenziali fenomeni di liquefazione, ovvero di diminuzione della resistenza al taglio causata dall'aumento di pressione interstiziale durante il verificarsi di un evento sismico;
- g) la frequenza fondamentale di risonanza del sito presenta valori  $< 1$  Hz, con un rapporto H/V compreso tra 2 e 3.

Sulla base di quanto sopra esposto non emergono controindicazioni di natura geologica alla realizzazione della previsione urbanistica e delle opere e di conseguenza si esprime parere favorevole di compatibilità geologica, idrogeologica e sismica per l'attuazione del primo stralcio del Programma di Riqualificazione Urbana denominato "San Lazzaro".

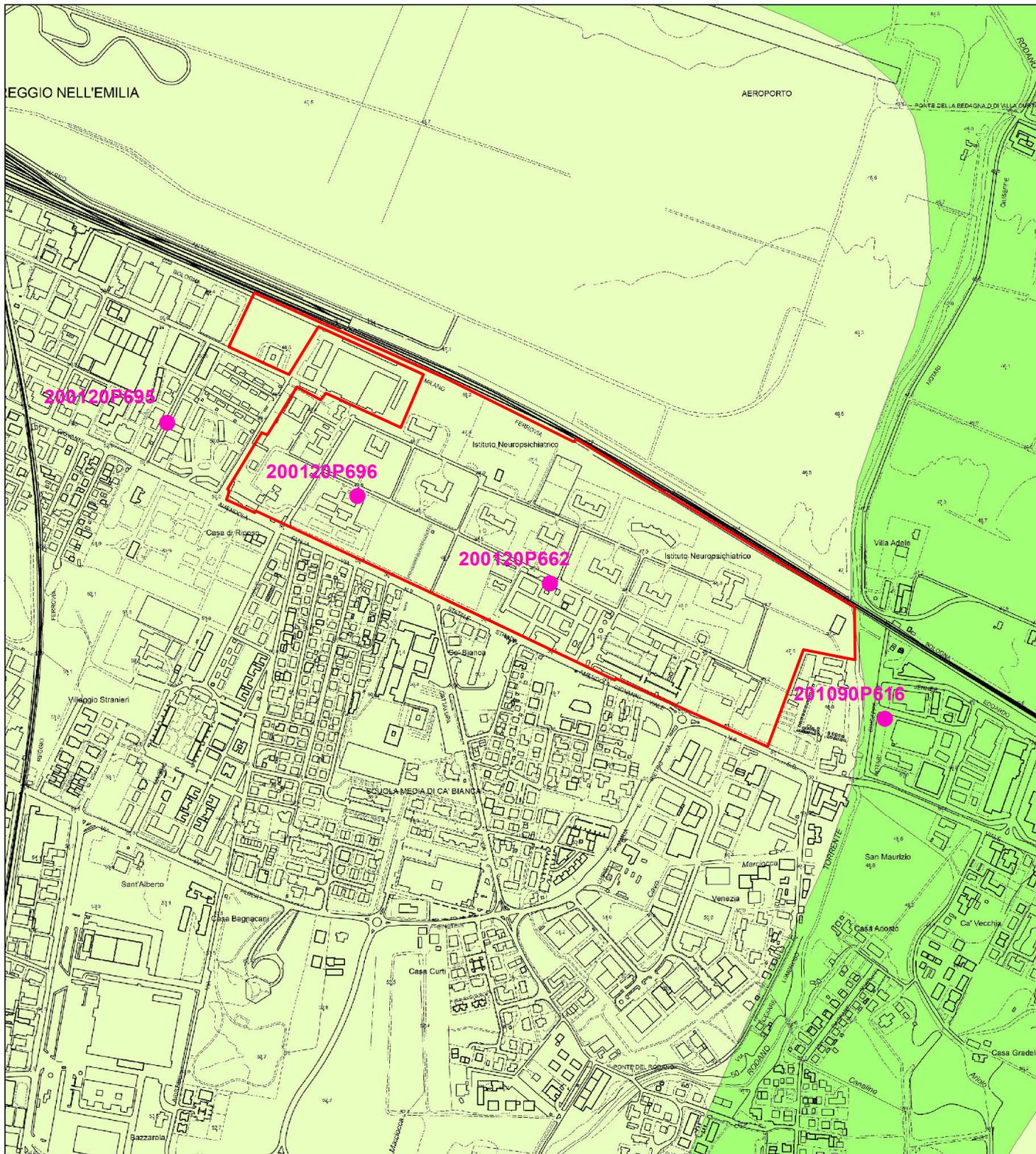
In considerazione del carattere preliminare e generale della presente relazione, si ricorda che, nel rispetto di quanto previsto dalla normativa vigente, nelle successive fasi progettuali dovranno obbligatoriamente essere effettuati specifici approfondimenti, finalizzati alla caratterizzazione geotecnica puntuale dei terreni di fondazione.

Basilicanova, marzo 2017

I Geologi

  
dott. Stefano Castagnetti

  
dott. Marco Bardi



**TAV. 1 - CARTA GEOLOGICA (scala 1:10.000)**

**Legenda**



Sintema Emiliano-Romagnolo Sup.  
Subsintema di Ravenna  
Unità di Modena



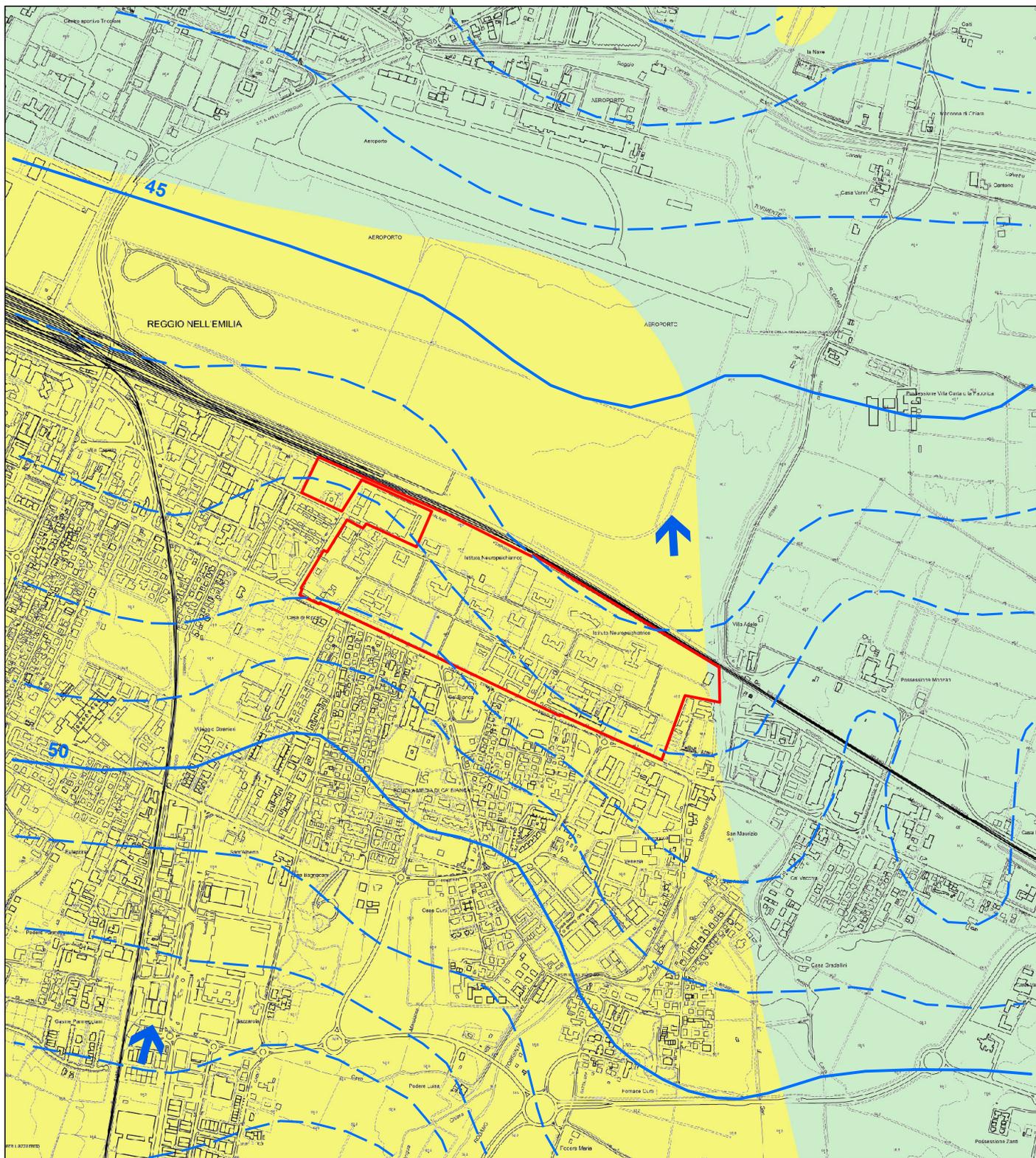
Limite PRU



Sintema Emiliano-Romagnolo Sup.  
Subsintema di Ravenna



Dato litostratimetrico di riferimento



**TAV. 2 - CARTA IDROGEOLOGICA (scala 1:15.000)**

**Legenda**

 Limite PRU

**Idrogeologia**

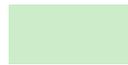
 Curva isopiezometrica riferita a l.m.

 Direzione di flusso della falda

**Vulnerabilità degli Acquiferi**

 Alta  
(terreni prevalentemente ghiaiosi)

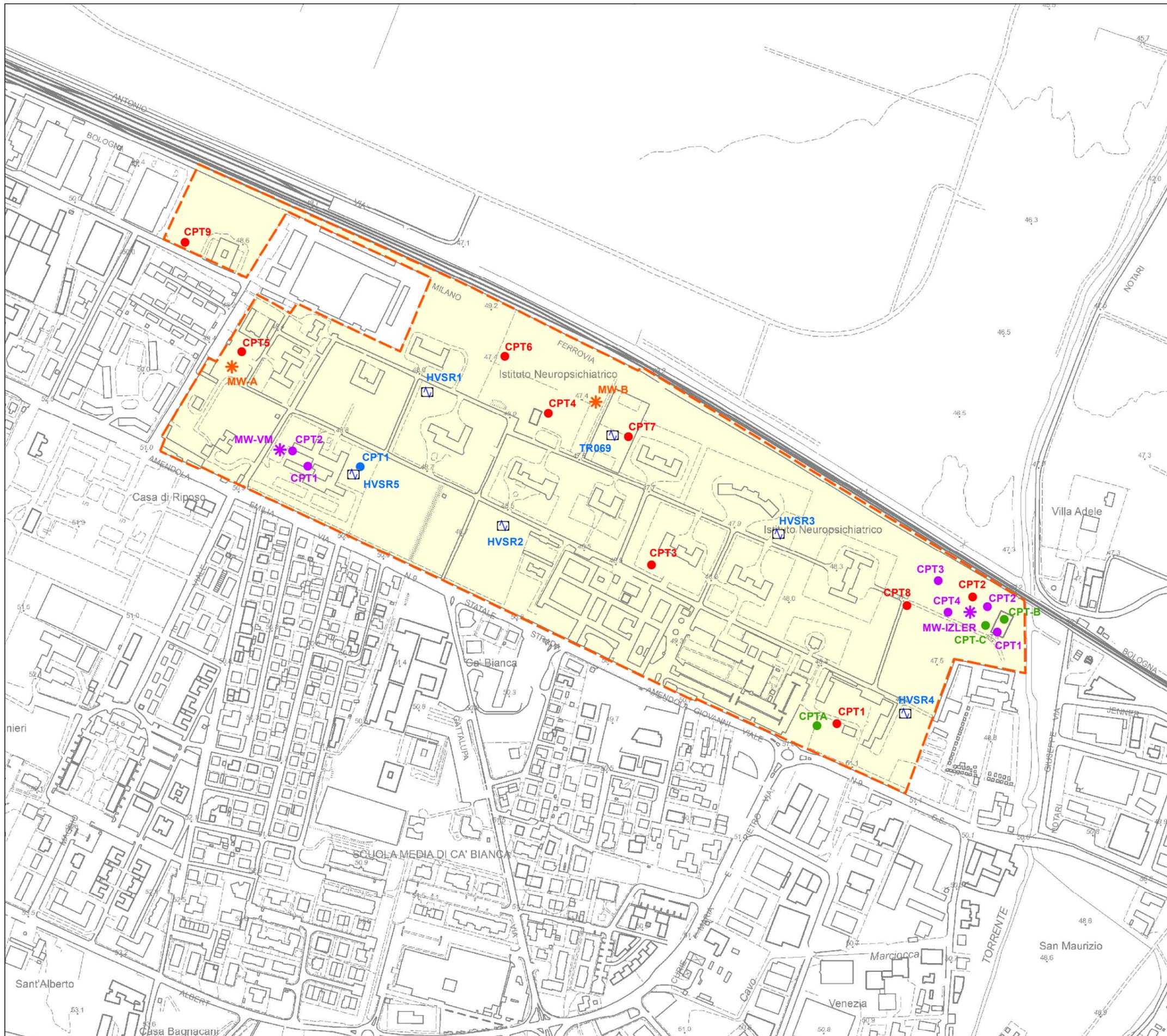
 Media  
(terreni prevalentemente sabbiosi)

 Bassa  
(terreni prevalentemente limo-argillosi)

**TAV. 3  
CARTA DELLE INDAGINI  
(scala 1:5.000)**

**Legenda**

- Prova penetrometrica statica (anno 2004)
- Prova penetrometrica statica (anno 2009)
- Prova penetrometrica statica (anno 2010)
- Prova penetrometrica statica (anno 2017)
- Indagine sismica a stazione singola
- ✱ Indagine sismica MASW (anno 2007)
- ✱ Indagine sismica MASW (anno 2009)
- Limite PRU



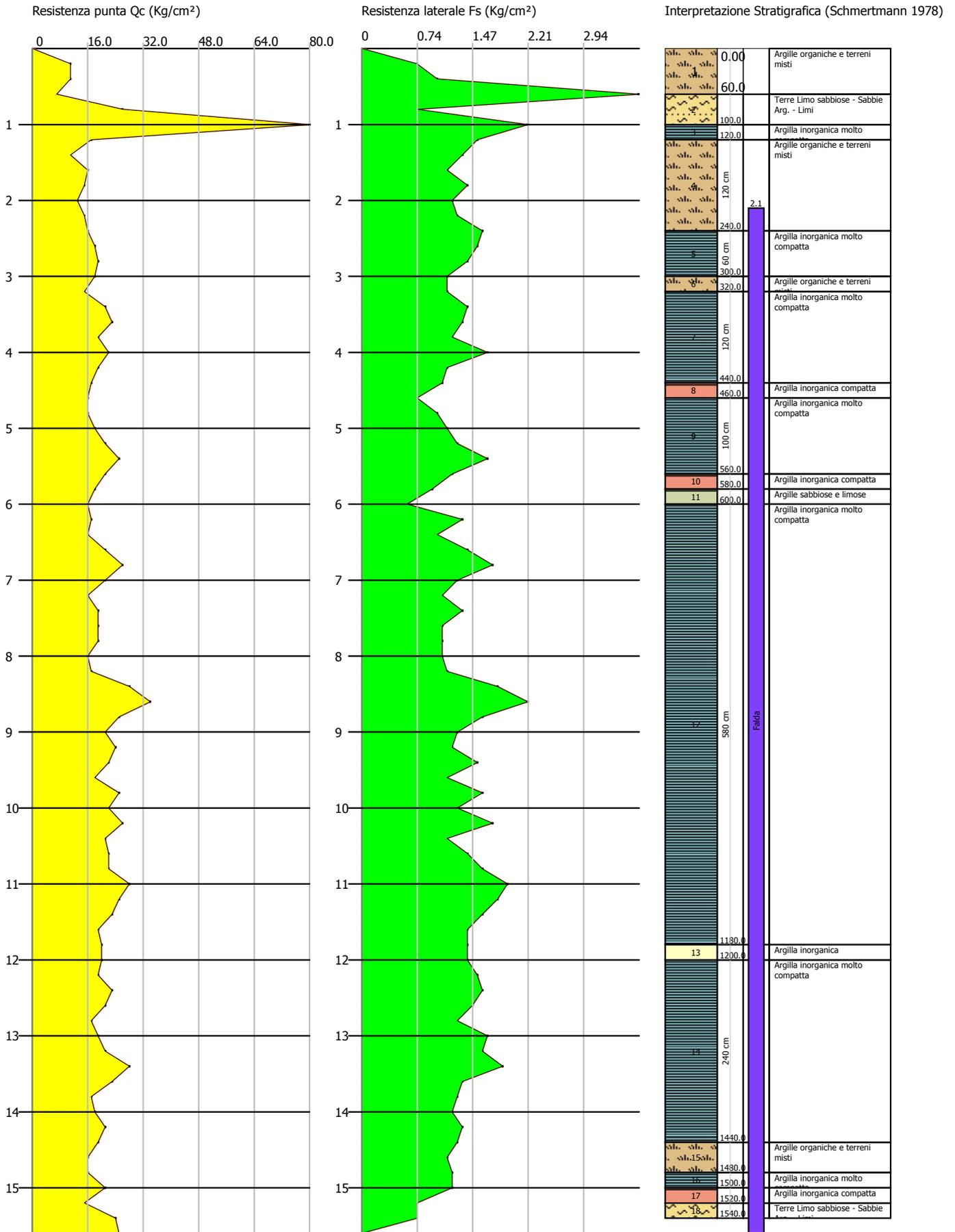
# Allegato n° 1

## Indagini geognostiche

Probe CPT - Cone Penetration Nr.1  
 Strumento utilizzato PAGANI TG 63 (200 kN)

Committente: Dott. Stefano Castagnetti  
 Cantiere: CPT  
 Località: Padiglione Marchi, Via Emilia, S.Lazzaro (RE)

Data: 09/02/2017



---

# PROVA PENETROMETRICA STATICA

Committente: Dott. Stefano Castagnetti Cantiere: Ampliamento fabbricato Località: Padiglione Marchi, Via Emilia, S.Lazzaro (RE)	
--	--

## Caratteristiche Strumentali PAGANI TG 63 (200 kN)

Rif. Norme	ASTM D3441-86
Diametro Punta conica meccanica	35.7
Angolo di apertura punta	60
Area punta	10
Superficie manicotto	150
Passo letture (cm)	20
Costante di trasformazione Ct	10

---

PROVE PENETROMETRICHE STATICHE  
(CONE PENETRATION TEST)  
CPT

**PROVE CPT : METODOLOGIA DELL' INDAGINE**

La prova penetrometrica statica CPT (di tipo meccanico) consiste essenzialmente nella misura della resistenza alla penetrazione di una punta meccanica di dimensioni e caratteristiche standardizzate, infissa nel terreno a velocità costante ( $v = 2 \text{ cm / s} \pm 0,5 \text{ cm / s}$ ).

La penetrazione viene effettuata tramite un dispositivo di spinta (martinetto idraulico), opportunamente ancorato al suolo con coppie di coclee ad infissione, che agisce su una batteria doppia di aste (aste coassiali esterne cave e interne piene), alla cui estremità è collegata la punta.

Lo sforzo necessario per l'infissione è misurato per mezzo di manometri, collegati al martinetto mediante una testa di misura idraulica.

La punta conica (del tipo telescopico) è dotata di un manicotto sovrastante, per la misura dell'attrito laterale : punta / manicotto tipo "**Begemann**".

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

- diametro Punta Conica meccanica	$\varnothing$	= 35,7 mm
- area di punta	$A_p$	= 10 cm <sup>2</sup>
- angolo di apertura del cono	$\alpha$	= 60 °
- superficie laterale del manicotto	$A_m$	= 150 cm <sup>2</sup>

Sulla batteria di aste esterne può essere installato un anello allargatore per diminuire l'attrito sulle aste, facilitandone l'infissione.

**REGISTRAZIONE DATI.**

Una cella di carico, che rileva gli sforzi di infissione, è montata all'interno di un'unità rimovibile, chiamata "selettore", che preme alternativamente sull'asta interna e su quella esterna.

Durante la fase di spinta le aste sono azionate automaticamente da un comando idraulico. L'operatore deve solamente controllare i movimenti di spinta per l'infissione delle aste.

I valori acquisiti dalla cella di carico sono visualizzati sul display di una Sistema Acquisizione Automatico (qualora presente) o sui manometri.

Per mezzo di un software (in alcuni strumenti) è possibile sia durante l'acquisizione, che in un secondo momento a prove ultimate trasferire i dati ad un PC.

Le letture di campagna (che possono essere rilevate dal sistema di acquisizione sia in Kg che in Kg/cm<sup>2</sup>) durante l'infissione sono le seguenti:

- Lettura alla punta **LP** = prima lettura di campagna durante l'infissione relativa all'infissione della sola punta
- Lettura laterale **LT** = seconda lettura di campagna relativa all'infissione della punta+manicotto

- Lettura totale **LLTT** = terza lettura di campagna relativa all'infissione delle aste esterne ( tale lettura non sempre viene rilevata in quanto non è influente metodologicamente ai fini interpretativi).

## **METODOLOGIA DI ELABORAZIONE**

I dati rilevati della prova sono quindi una coppia di valori per ogni intervallo di lettura costituiti da LP (Lettura alla punta) e LT (Lettura della punta + manicotto), le relative resistenze vengono quindi desunte per differenza, inoltre la resistenza laterale viene conteggiata 20 cm sotto (alla quota della prima lettura della punta).

Trasferiti i dati ad un PC vengono elaborati da un programma di calcolo "**STATIC PROBING**" della GeoStru

La resistenze specifiche **Qc** (Resistenza alla punta **RP**) e **Ql** Resistenza Laterale **RL** o **fs** attrito laterale specifico che considera la superficie del manicotto di frizione) vengono desunte tramite opportune costanti e sulla base dei valori specifici dell'area di base della punta e dell'area del manicotto di frizione laterale tenendo in debito conto che:

$$\begin{aligned} A_p &= \text{l'area punta (base del cono punta tipo "Begemann")} = 10 \text{ cm}^2 \\ A_m &= \text{area del manicotto di frizione} = 150 \text{ cm}^2 \\ C_t &= \text{costante di trasformazione} = 10 \end{aligned}$$

Il programma Static Probing permette inoltre l'archiviazione, la gestione e l'elaborazione delle Prove Penetrometriche Statiche.

La loro elaborazione, interpretazione e visualizzazione grafica consente di "catalogare e parametrizzare" il suolo attraversato con un'immagine in continuo, che permette anche di avere un raffronto sulle consistenze dei vari livelli attraversati e una correlazione diretta con sondaggi geognostici per la caratterizzazione stratigrafica.

La sonda penetrometrica permette inoltre di riconoscere abbastanza precisamente lo spessore delle coltri sul substrato, la quota di eventuali falde e superfici di rottura sui pendii, e la consistenza in generale del terreno. L'utilizzo dei dati dovrà comunque essere trattato con spirito critico e possibilmente, dopo esperienze geologiche acquisite in zona.

I dati di uscita principali sono RP (Resistenza alla punta) e RL (Resistenza laterale o fs, attrito laterale specifico che considera la superficie del manicotto di frizione) che il programma calcola automaticamente; inoltre viene calcolato il Rapporto RP/RL (Rapporto Begemann 1965) e il Rapporto RL/RP (Rapporto Schmertmann 1978 – FR %).

I valori sono calcolati con queste formule:

$$\mathbf{Qc (RP)} = (LP \times C_t) / 10 \text{ cm}^2. \quad \mathbf{Resistenza\ alla\ punta}$$

$$\mathbf{Ql (RL) (fs)} = [(LT - LP) \times C_t] / 150 \text{ cm}^2. \quad \mathbf{Resistenza\ laterale}$$

$$Qc (RP) = \text{Lettura alla punta } LP \times \text{Costante di Trasformazione } C_t / \text{Superficie Punta } A_p$$

$$Ql (RL) (fs) = \text{Lettura laterale } LT - \text{Lettura alla punta } LP \times \text{Costante di Trasformazione } C_t / A_m \text{ area del manicotto di frizione}$$

---

**N.B.**

-  $A_p = 10 \text{ cm}^2$  e  $A_m = 150 \text{ cm}^2$

- la resistenza laterale viene conteggiata **20 cm sotto** (alla quota della prima lettura della punta)

**VALUTAZIONI STATISTICHE**

Permette l'elaborazione statistica dei dati numerici di Static Probing, utilizzando nel calcolo dei valori rappresentativi dello strato considerato un valore inferiore o maggiore della media aritmetica dello strato (dato comunque maggiormente utilizzato); i valori possibili in immissione sono :

**Medio**

Media aritmetica dei valori della resistenza alla punta sullo strato considerato.

**Media minima**

Valore statistico inferiore alla media aritmetica dei valori della resistenza alla punta sullo strato considerato.

**Massimo**

Valore massimo dei valori del numero della resistenza alla punta sullo strato considerato.

**Minimo**

Valore minimo dei valori del numero della resistenza alla punta sullo strato considerato.

**Media (+) s**

Media (+) scarto (valore statistico) dei valori della resistenza alla punta sullo strato considerato.

**Media (-) s**

Media (-) scarto (valore statistico) dei valori della resistenza alla punta sullo strato considerato.

**CORRELAZIONI**

Scegliendo il tipo di interpretazione litologica (consigliata o meno a seconda del tipo di penetrometro utilizzato) si ha in automatico la stratigrafia con il passo dello strumento ed interpolazione automatica degli strati. Il programma esegue inoltre il grafico (per i vari autori) Profondità/Valutazioni litologiche, per visualizzare in maniera diretta l'andamento delle litologie presenti lungo la verticale indagata.

**INTERPRETAZIONI LITOLOGICHE (Autori di riferimento)**

- Searle 1979
- Douglas Olsen 1981 ( consigliato per CPTE)
- A.G.I. 1977 ( consigliato per CPT)
- Schmertmann 1978 (consigliato per CPT)
- Robertson 1983-1986 ( consigliato per CPTE)
- Begemann 1965 ( consigliato per CPT)

**Suddivisione delle metodologie di indagine con i Penetrometri statici**

CPT (Cone Penetration Test – punta Meccanica tipo Begemann)

CPTE (Cone Penetration Test Electric – punta elettrica)

CPTU (Piezocono)

Per quanto riguarda la PUNTA ELETTRICA generalmente tale strumento permette di ottenere dati in continuo con un passo molto ravvicinato (anche 2 cm.) rispetto al PUNTA MECCANICA (20 cm.).

---

Per il PIEZOCONO i dati di inserimento oltre a quelli di LP e LT sono invece la pressione neutrale misurata ed il tempo di dissipazione (tempo intercorrente misurato tra la misura della sovrappressione neutrale e la pressione neutrale o pressione della colonna d'acqua). Tale misurazione si effettua generalmente misurando la sovrappressione ottenuta in fase di spinta e la pressione neutrale (dissipazione nel tempo) misurata in fase di alleggerimento di spinta (arresto penetrazione). Il programma usato per le elaborazioni permette di immettere  $U1 - U2 - U3$  cioè la sovrappressione neutrale misurata rispettivamente con filtro poroso posizionato nel cono, attorno al cono, o attorno al manicotto a seconda del tipo di piezocono utilizzato. Tale sovrappressione (che è data dalla somma della pressione idrostatica preesistente la penetrazione e dalle pressioni dei pori prodotte dalla compressione) può essere positiva o negativa e generalmente varia da (-1 a max. + 10-20 kg/cmq) ed è prodotta dalla compressione o dilatazione del terreno a seguito della penetrazione. Per il calcolo oltre ai dati strumentali generali si deve immettere per una correzione dei valori immessi :

**Area punta del cono** (area esterna punta)

**Area interna punta del cono** (area del restringimento in prossimità del setto poroso – interna cono-manicotto). Generalmente il rapporto tra le aree varia da (0,70 – 1,00).

**Il Passo del penetrometro** (l'intervallo entro cui effettua la lettura, generalmente per penetrometri normali è 20 cm., per le punte elettriche-piezoconi può essere di 2 cm).

Il programma elabora quindi i dati di resistenza alla punta e laterale  $f_s$  con le opportune correzioni dovute alla normalizzazione (con la tensione litostatica e con la pressione dei pori). Robertson definisce infine il valore caratteristico del  $I_c$  (Indice di tipo dello strato) e Contenuto in materiale fine FC % (cioè la percentuale di contenuto argilloso < 2 micron).

## **CORRELAZIONI GEOTECNICHE**

Scegliendo il tipo di interpretazione litologica si ha in automatico la stratigrafia con il passo dello strumento ed interpolazione automatica degli strati.

Ad ogni strato mediato il programma calcola la  $Q_c$  media, la  $f_s$  media, il peso di volume naturale medio, il comportamento geotecnico (coesivo, incoerente o coesivo-incoerente), ed applica una texture.

L'utilizzo dei dati dovrà comunque essere trattato con spirito critico e possibilmente, dopo esperienze geologiche acquisite in zona.

## **TERRENI INCOERENTI**

### **Angolo di Attrito**

Angolo di Attrito (Durgunouglu-Mitchell 1973-1975) – per sabbie N.C. e S.C. non cementate

Angolo di Attrito (Meyerhof 1951) – per sabbie N.C. e S.C.

Angolo di Attrito Herminier

Angolo di Attrito (Caquot) - per sabbie N.C. e S.C. non cementate e per prof. > 2 mt. in terreni saturi o > 1 mt. non saturi

Angolo di Attrito (Koppejan) - per sabbie N.C. e S.C. non cementate e per prof. > 2 mt. in terreni saturi o > 1 mt. non saturi

Angolo di Attrito (De Beer 1965-1967) - per sabbie N.C. e S.C. non cementate e per prof. > 2 mt. in terreni saturi o > 1 mt. non saturi

Angolo di Attrito (Robertson & Campanella 1983) - per sabbie non cementate quarzose

Angolo di Attrito (Schmertmann 1977-1982) – per varie litologie (correlazione che generalmente sovrastima il valore)

### **Densità relativa (%)**

Densità Relativa (Baldi ed altri 1978-1983 - Schmertmann 1976) - per sabbie NC non cementate

---

Densità Relativa (Schmertmann)  
Densità Relativa (Harman 1976)  
Densità Relativa (Lancellotta 1983)  
Densità Relativa (Jamiolkowski 1985)  
Densità Relativa (Larsson 1995) - per sabbie omogenee non gradate

### **Modulo di Young**

Modulo di Young (Schmertmann 1970-1978)  $E_y(25) - E_y(50)$  - modulo secante riferito rispettivamente al 25 % e 50 % del valore di rottura – prima fase della curva carico/deformazione  
Modulo di Young secante drenato (Robertson & Campanella 1983)  $E_y(25) - E_y(50)$ - per sabbie NC Quarzose.  
Modulo di Young (ISOPT-1 1988)  $E_y(50)$  - per sabbie OC sovraconsolidate e SC

### **Modulo Edometrico**

Modulo Edometrico (Robertson & Campanella) da Schmertmann  
Modulo Edometrico (Lunne-Christoffersen 1983 - Robertson and Powell 1997) - valido per sabbie NC  
Modulo Edometrico (Kulhawy-Mayne 1990)  
Modulo Edometrico (Mitchell & Gardner 1975) – valido per sabbie  
Modulo Edometrico (Buisman - Sanglerat) – valido per sabbie argillose

### **Peso di Volume**

Peso di Volume (Meyerhof) -  
Peso di Volume saturo (Meyerhof) -

### **Modulo di deformazione di taglio**

Imai & Tonouchi (1982) elaborazione valida soprattutto per **sabbie** e per tensioni litostatiche comprese tra 0,5 - 4,0 kg/cmq.

### **Potenziale di Liquefazione**

Verifica alla liquefazione dei suoli incoerenti (Metodo di Robertson e Wride 1997 – C.N.R. – GNDT) – coefficiente di sicurezza relativo alle varie zone sismiche I-I-III-IV cat. – N.B. la liquefazione è assente per  $F_s \geq 1,25$ , possibile per  $F_s=1,0-1,25$  e molto probabile per  $F_s < 1$

### **Fattori di compressibilità**

Ramo di carico C ( autori vari)  
Ramo di carico medio  $C_{rm}$  (autori vari)

### **OCR - Grado di Sovraconsolidazione**

Grado di Sovraconsolidazione OCR - (metodo Stress-History)  
Grado di Sovraconsolidazione OCR (Larsson 1991 S.G.I.)  
Grado di Sovraconsolidazione OCR (Piacentini-Righi Inacos 1978)  
Grado di Sovraconsolidazione OCR - (Ladd e Foot - Ladd ed altri 1977)

### **Modulo Di Reazione $K_0$**

(Kulhawy Maine, 1990).

### **Correlazione NSPT**

Meardi – Meigh 1972  
Meyerhof

## **TERRENI COESIVI**

### **Coesione Non Drenata**

Coesione non drenata (Lunne & Eide)  
Coesione non drenata (Rolf Larsson SGI 1995) - suoli fini granulari  
Coesione non drenata (Baligh ed altri 1976-1980) in tale elaborazione occorre inserire il valore di  $N_k$  (generalmente variabile da 11 a 25)  
Coesione non drenata (Marsland 1974-Marsland e Powell 1979)  
Coesione non drenata Sunda (relazione sperimentale)  
Coesione non drenata (Lunne T.-Kleven A. 1981)  
Coesione non drenata (Kjekstad. 1978 )  
Coesione non drenata (Lunne, Robertson and Powell 1977)

Coesione non drenata (Terzaghi - valore minimo)  
Coesione non drenata (Begemann)  
Coesione non drenata (De Beer) - valida per debole coesione.

### **Indice Di Compressione C**

Indice di Compressione Vergine Cc (Schmertmann)  
Indice di Compressione Vergine Cc (Schmertmann 1978)  
Fattore di compressibilità ramo di carico C (Piacentini-Righi Inacos 1978)  
Fattore di compressibilità medio ramo di carico Crm (Piacentini-Righi Inacos 1978).

### **Modulo Edometrico-Confinato**

Mitchell - Gardnerr (1975) Mo (Eed) (Kg/cmq) per limi e argille.  
Metodo generale del modulo edometrico.  
Buisman correlazione valida per limi e argille di media plasticità – Alluvioni attuali argille plastiche – suoli organici (W 90-130)  
Buisman e Sanglerat valida per litotipi argille copatte

Valore medio degli autori su suoli coesivi

### **Modulo di deformazione non drenato**

Modulo di deformazione non drenato Eu (Cancelli ed altri 1980)  
Modulo di deformazione non drenato Eu (Ladd ed altri 1977) – (Inserire valore  $n$   $30 < n < 1500$  sulla base di esperienze acquisite e del tipo litologico)

### **Peso di Volume**

Peso di Volume terreni coesivi (t/mq) (Meyerhof)  
Peso di Volume saturo terreni coesivi (t/mq) (Meyerhof)

### **Modulo di deformazione di taglio**

Imai & Tonouchi (1982)

### **OCR**

Grado di Sovraconsolidazione OCR - (metodo Stress-History)  
Grado di Sovraconsolidazione OCR (P.W. Mayne 1991) - per argille ed argille sovraconsolidate  
Grado di Sovraconsolidazione OCR (Larsson 1991 S.G.I.)  
Grado di Sovraconsolidazione OCR (Piacentini-Righi Inacos 1978)  
Grado di Sovraconsolidazione Jamiolkowski et altri 1979 – valida per argilla di Taranto  
Grado di Sovraconsolidazione Schmertmann 1978

### **Coefficiente Di Consolidazione Verticale**

Coefficiente di Consolidazione Cv (Piacentini-Righi, 1988)

### **Permeabilità**

Coefficiente di Permeabilità K (Piacentini-Righi, 1988 )  
PROVA ... Nr.1

Committente: Dott. Stefano Castagnetti  
Strumento utilizzato: PAGANI TG 63 (200 kN)  
Prova eseguita in data: 09/02/2017  
Profondità prova: 15.60 mt  
Località: Padiglione Marchi, Via Emilia, S.Lazzaro (RE)

Profondità (m)	Lettura punta (Kg/cm <sup>2</sup> )	Lettura laterale (Kg/cm <sup>2</sup> )	qc (Kg/cm <sup>2</sup> )	fs (Kg/cm <sup>2</sup> )	qc/fs Begemann	fs/qcx100 (Schmertmann)
0.20	11.00	22.0	11.0	0.733	15.007	6.7
0.40	11.00	22.0	11.0	1.0	11.0	9.1
0.60	7.00	22.0	7.0	3.667	1.909	52.4
0.80	26.00	81.0	26.0	0.733	35.471	2.8
1.00	86.00	97.0	86.0	2.2	39.091	2.6
1.20	17.00	50.0	17.0	1.533	11.089	9.0

1.40	11.00	34.0	11.0	1.333	8.252	12.1
1.60	16.00	36.0	16.0	1.133	14.122	7.1
1.80	15.00	32.0	15.0	1.4	10.714	9.3
2.00	13.00	34.0	13.0	1.2	10.833	9.2
2.20	15.00	33.0	15.0	1.267	11.839	8.4
2.40	16.00	35.0	16.0	1.6	10.0	10.0
2.60	18.00	42.0	18.0	1.533	11.742	8.5
2.80	19.00	42.0	19.0	1.4	13.571	7.4
3.00	18.00	39.0	18.0	1.133	15.887	6.3
3.20	15.00	32.0	15.0	1.133	13.239	7.6
3.40	21.00	38.0	21.0	1.4	15.0	6.7
3.60	23.00	44.0	23.0	1.333	17.254	5.8
3.80	19.00	39.0	19.0	1.2	15.833	6.3
4.00	22.00	40.0	22.0	1.667	13.197	7.6
4.20	19.00	44.0	19.0	1.133	16.77	6.0
4.40	17.00	34.0	17.0	1.067	15.933	6.3
4.60	16.00	32.0	16.0	0.733	21.828	4.6
4.80	16.00	27.0	16.0	1.0	16.0	6.3
5.00	18.00	33.0	18.0	1.133	15.887	6.3
5.20	21.00	38.0	21.0	1.267	16.575	6.0
5.40	25.00	44.0	25.0	1.667	14.997	6.7
5.60	21.00	46.0	21.0	1.2	17.5	5.7
5.80	18.00	36.0	18.0	0.933	19.293	5.2
6.00	16.00	30.0	16.0	0.6	26.667	3.8
6.20	17.00	26.0	17.0	1.333	12.753	7.8
6.40	16.00	36.0	16.0	1.0	16.0	6.3
6.60	21.00	36.0	21.0	1.4	15.0	6.7
6.80	26.00	47.0	26.0	1.733	15.003	6.7
7.00	21.00	47.0	21.0	1.267	16.575	6.0
7.20	16.00	35.0	16.0	1.067	14.995	6.7
7.40	19.00	35.0	19.0	1.333	14.254	7.0
7.60	19.00	39.0	19.0	1.067	17.807	5.6
7.80	19.00	35.0	19.0	1.067	17.807	5.6
8.00	16.00	32.0	16.0	1.067	14.995	6.7
8.20	17.00	33.0	17.0	1.133	15.004	6.7
8.40	28.00	45.0	28.0	1.8	15.556	6.4
8.60	34.00	61.0	34.0	2.2	15.455	6.5
8.80	25.00	58.0	25.0	1.6	15.625	6.4
9.00	21.00	45.0	21.0	1.267	16.575	6.0
9.20	24.00	43.0	24.0	1.2	20.0	5.0
9.40	22.00	40.0	22.0	1.533	14.351	7.0
9.60	18.00	41.0	18.0	1.133	15.887	6.3
9.80	25.00	42.0	25.0	1.6	15.625	6.4
10.00	22.00	46.0	22.0	1.267	17.364	5.8
10.20	26.00	45.0	26.0	1.733	15.003	6.7
10.40	21.00	47.0	21.0	1.133	18.535	5.4
10.60	22.00	39.0	22.0	1.4	15.714	6.4
10.80	22.00	43.0	22.0	1.6	13.75	7.3
11.00	28.00	52.0	28.0	1.933	14.485	6.9
11.20	25.00	54.0	25.0	1.8	13.889	7.2
11.40	23.00	50.0	23.0	1.6	14.375	7.0
11.60	19.00	43.0	19.0	1.4	13.571	7.4
11.80	20.00	41.0	20.0	1.4	14.286	7.0
12.00	20.00	41.0	20.0	1.4	14.286	7.0
12.20	19.00	40.0	19.0	1.533	12.394	8.1
12.40	23.00	46.0	23.0	1.6	14.375	7.0
12.60	21.00	45.0	21.0	1.467	14.315	7.0
12.80	17.00	39.0	17.0	1.267	13.418	7.5
13.00	19.00	38.0	19.0	1.667	11.398	8.8
13.20	21.00	46.0	21.0	1.6	13.125	7.6
13.40	28.00	52.0	28.0	1.867	14.997	6.7
13.60	23.00	51.0	23.0	1.333	17.254	5.8
13.80	17.00	37.0	17.0	1.267	13.418	7.5
14.00	18.00	37.0	18.0	1.2	15.0	6.7
14.20	21.00	39.0	21.0	1.333	15.754	6.3
14.40	19.00	39.0	19.0	1.267	14.996	6.7
14.60	16.00	35.0	16.0	1.133	14.122	7.1
14.80	16.00	33.0	16.0	1.2	13.333	7.5
15.00	21.00	39.0	21.0	1.2	17.5	5.7

15.20	15.00	33.0	15.0	0.733	20.464	4.9
15.40	24.00	35.0	24.0	0.733	32.742	3.1
15.60	25.00	36.0	25.0	0.0		0.0

Prof. Strato (m)	qc Media (Kg/cm <sup>2</sup> )	fs Media (Kg/cm <sup>2</sup> )	Gamma Medio (t/m <sup>3</sup> )	Comp. Geotecnico	Descrizione
0.60	9.667	1.8	1.8	Coesivo	Argille organiche e terreni misti
1.00	56.0	1.467	2.1	Incoerente-Coesivo	Terre Limo sabbiose - Sabbie Arg. - Limi
1.20	17.0	1.533	1.9	Coesivo	Argilla inorganica molto compatta
2.40	14.333	1.322	1.9	Coesivo	Argille organiche e terreni misti
3.00	18.333	1.355	2.0	Coesivo	Argilla inorganica molto compatta
3.20	15.0	1.133	1.9	Coesivo	Argille organiche e terreni misti
4.40	20.167	1.3	2.0	Coesivo	Argilla inorganica molto compatta
4.60	16.0	0.733	1.9	Coesivo	Argilla inorganica compatta
5.60	20.2	1.253	2.0	Coesivo	Argilla inorganica molto compatta
5.80	18.0	0.933	1.9	Coesivo	Argilla inorganica compatta
6.00	16.0	0.6	1.9	Incoerente-Coesivo	Argille sabbiose e limose
11.80	21.793	1.416	2.0	Coesivo	Argilla inorganica molto compatta
12.00	20.0	1.4	2.0	Coesivo	Argilla inorganica
14.40	20.5	1.45	2.0	Coesivo	Argilla inorganica molto compatta
14.80	16.0	1.167	1.9	Coesivo	Argille organiche e terreni misti
15.00	21.0	1.2	2.0	Coesivo	Argilla inorganica molto compatta
15.20	15.0	0.733	1.9	Coesivo	Argilla inorganica compatta
15.40	24.0	0.733	2.0	Incoerente-Coesivo	Terre Limo sabbiose - Sabbie Arg. - Limi

### STIMA PARAMETRI GEOTECNICI

#### TERRENI COESIVI

Coesione non drenata

	Prof. Strato (m)	qc (Kg/cm <sup>2</sup> )	fs (Kg/cm <sup>2</sup> )	Tensione litostatica totale (Kg/cm <sup>2</sup> )	Tensione litostatica efficace (Kg/cm <sup>2</sup> )	Correlazione	Cu (Kg/cm <sup>2</sup> )
Strato 1	0.60	9.667	1.8	0.1	0.1	Terzaghi	0.5
Strato 2	1.00	56.0	1.467	0.2	0.2	Terzaghi	2.8
Strato 3	1.20	17.0	1.533	0.2	0.2	Terzaghi	0.9
Strato 4	2.40	14.333	1.322	0.3	0.3	Terzaghi	0.7
Strato 5	3.00	18.333	1.355	0.5	0.5	Terzaghi	0.9
Strato 6	3.20	15.0	1.133	0.6	0.5	Terzaghi	0.8
Strato 7	4.40	20.167	1.3	0.7	0.6	Terzaghi	1.0
Strato 8	4.60	16.0	0.733	0.9	0.6	Terzaghi	0.8
Strato 9	5.60	20.2	1.253	1.0	0.7	Terzaghi	1.0
Strato 10	5.80	18.0	0.933	1.1	0.8	Terzaghi	0.9
Strato 11	6.00	16.0	0.6	1.2	0.8	Terzaghi	0.8
Strato 12	11.80	21.793	1.416	1.8	1.1	Terzaghi	1.1
Strato 13	12.00	20.0	1.4	2.4	1.4	Terzaghi	1.0
Strato 14	14.40	20.5	1.45	2.6	1.5	Terzaghi	1.0
Strato 15	14.80	16.0	1.167	2.9	1.6	Terzaghi	0.8

Strato 16	15.00	21.0	1.2	2.9	1.7	Terzaghi	1.1
Strato 17	15.20	15.0	0.733	3.0	1.7	Terzaghi	0.8
Strato 18	15.40	24.0	0.733	3.0	1.7	Terzaghi	1.2

#### Modulo Edometrico

	Prof. Strato (m)	qc (Kg/cm <sup>2</sup> )	fs (Kg/cm <sup>2</sup> )	Tensione litostatica totale (Kg/cm <sup>2</sup> )	Tensione litostatica efficace (Kg/cm <sup>2</sup> )	Correlazione	Eed (Kg/cm <sup>2</sup> )
Strato 1	0.60	9.667	1.8	0.1	0.1	Metodo generale del modulo Edometrico	42.8
Strato 2	1.00	56.0	1.467	0.2	0.2	Metodo generale del modulo Edometrico	112.0
Strato 3	1.20	17.0	1.533	0.2	0.2	Metodo generale del modulo Edometrico	47.2
Strato 4	2.40	14.333	1.322	0.3	0.3	Metodo generale del modulo Edometrico	48.4
Strato 5	3.00	18.333	1.355	0.5	0.5	Metodo generale del modulo Edometrico	45.4
Strato 6	3.20	15.0	1.133	0.6	0.5	Metodo generale del modulo Edometrico	48.4
Strato 7	4.40	20.167	1.3	0.7	0.6	Metodo generale del modulo Edometrico	41.6
Strato 8	4.60	16.0	0.733	0.9	0.6	Metodo generale del modulo Edometrico	48.0
Strato 9	5.60	20.2	1.253	1.0	0.7	Metodo generale del modulo Edometrico	41.5
Strato 10	5.80	18.0	0.933	1.1	0.8	Metodo generale del modulo Edometrico	45.9
Strato 11	6.00	16.0	0.6	1.2	0.8	Metodo generale del modulo Edometrico	48.0
Strato 12	11.80	21.793	1.416	1.8	1.1	Metodo generale del modulo Edometrico	43.6
Strato 13	12.00	20.0	1.4	2.4	1.4	Metodo generale del modulo Edometrico	42.0
Strato 14	14.40	20.5	1.45	2.6	1.5	Metodo generale del	41.0

						modulo Edometrico	
Strato 15	14.80	16.0	1.167	2.9	1.6	Metodo generale del modulo Edometrico	48.0
Strato 16	15.00	21.0	1.2	2.9	1.7	Metodo generale del modulo Edometrico	42.0
Strato 17	15.20	15.0	0.733	3.0	1.7	Metodo generale del modulo Edometrico	48.4
Strato 18	15.40	24.0	0.733	3.0	1.7	Metodo generale del modulo Edometrico	48.0

#### Modulo di deformazione non drenato Eu

	Prof. Strato (m)	qc (Kg/cm <sup>2</sup> )	fs (Kg/cm <sup>2</sup> )	Tensione litostatica totale (Kg/cm <sup>2</sup> )	Tensione litostatica efficace (Kg/cm <sup>2</sup> )	Correlazione	Eu (Kg/cm <sup>2</sup> )
Strato 1	0.60	9.667	1.8	0.1	0.1	Cancelli 1980	360.5
Strato 2	1.00	56.0	1.467	0.2	0.2	Cancelli 1980	2094.4
Strato 3	1.20	17.0	1.533	0.2	0.2	Cancelli 1980	629.6
Strato 4	2.40	14.333	1.322	0.3	0.3	Cancelli 1980	524.6
Strato 5	3.00	18.333	1.355	0.5	0.5	Cancelli 1980	670.3
Strato 6	3.20	15.0	1.133	0.6	0.5	Cancelli 1980	543.9
Strato 7	4.40	20.167	1.3	0.7	0.6	Cancelli 1980	735.0
Strato 8	4.60	16.0	0.733	0.9	0.6	Cancelli 1980	576.2
Strato 9	5.60	20.2	1.253	1.0	0.7	Cancelli 1980	731.5
Strato 10	5.80	18.0	0.933	1.1	0.8	Cancelli 1980	646.8
Strato 11	6.00	16.0	0.6	1.2	0.8	Cancelli 1980	571.1
Strato 12	11.80	21.793	1.416	1.8	1.1	Cancelli 1980	777.1
Strato 13	12.00	20.0	1.4	2.4	1.4	Cancelli 1980	698.6
Strato 14	14.40	20.5	1.45	2.6	1.5	Cancelli 1980	712.5
Strato 15	14.80	16.0	1.167	2.9	1.6	Cancelli 1980	538.6
Strato 16	15.00	21.0	1.2	2.9	1.7	Cancelli 1980	725.0
Strato 17	15.20	15.0	0.733	3.0	1.7	Cancelli 1980	499.3
Strato 18	15.40	24.0	0.733	3.0	1.7	Cancelli 1980	836.1

#### Modulo di deformazione a taglio

	Prof. Strato (m)	qc (Kg/cm <sup>2</sup> )	fs (Kg/cm <sup>2</sup> )	Tensione litostatica totale (Kg/cm <sup>2</sup> )	Tensione litostatica efficace (Kg/cm <sup>2</sup> )	Correlazione	Modulo di deformazione a taglio (Kg/cm <sup>2</sup> )
Strato 1	0.60	9.667	1.8	0.1	0.1	Imai & Tomauchi	112.0
Strato 2	1.00	56.0	1.467	0.2	0.2	Imai & Tomauchi	327.6
Strato 3	1.20	17.0	1.533	0.2	0.2	Imai & Tomauchi	158.1
Strato 4	2.40	14.333	1.322	0.3	0.3	Imai & Tomauchi	142.5
Strato 5	3.00	18.333	1.355	0.5	0.5	Imai & Tomauchi	165.6
Strato 6	3.20	15.0	1.133	0.6	0.5	Imai & Tomauchi	146.5
Strato 7	4.40	20.167	1.3	0.7	0.6	Imai & Tomauchi	175.5
Strato 8	4.60	16.0	0.733	0.9	0.6	Imai & Tomauchi	152.4

Strato 9	5.60	20.2	1.253	1.0	0.7	Tomauchi Imai & Tomauchi	175.7
Strato 10	5.80	18.0	0.933	1.1	0.8	Imai & Tomauchi	163.7
Strato 11	6.00	16.0	0.6	1.2	0.8	Imai & Tomauchi	152.4
Strato 12	11.80	21.793	1.416	1.8	1.1	Imai & Tomauchi	184.0
Strato 13	12.00	20.0	1.4	2.4	1.4	Imai & Tomauchi	174.6
Strato 14	14.40	20.5	1.45	2.6	1.5	Imai & Tomauchi	177.3
Strato 15	14.80	16.0	1.167	2.9	1.6	Imai & Tomauchi	152.4
Strato 16	15.00	21.0	1.2	2.9	1.7	Imai & Tomauchi	179.9
Strato 17	15.20	15.0	0.733	3.0	1.7	Imai & Tomauchi	146.5
Strato 18	15.40	24.0	0.733	3.0	1.7	Imai & Tomauchi	195.2

#### Grado di sovraconsolidazione

	Prof. Strato (m)	qc (Kg/cm <sup>2</sup> )	fs (Kg/cm <sup>2</sup> )	Tensione litostatica totale (Kg/cm <sup>2</sup> )	Tensione litostatica efficace (Kg/cm <sup>2</sup> )	Correlazione	Ocr
Strato 1	0.60	9.667	1.8	0.1	0.1	Piacentini Righi 1978	>9
Strato 2	1.00	56.0	1.467	0.2	0.2	Piacentini Righi 1978	>9
Strato 3	1.20	17.0	1.533	0.2	0.2	Piacentini Righi 1978	>9
Strato 4	2.40	14.333	1.322	0.3	0.3	Piacentini Righi 1978	>9
Strato 5	3.00	18.333	1.355	0.5	0.5	Piacentini Righi 1978	>9
Strato 6	3.20	15.0	1.133	0.6	0.5	Piacentini Righi 1978	>9
Strato 7	4.40	20.167	1.3	0.7	0.6	Piacentini Righi 1978	>9
Strato 8	4.60	16.0	0.733	0.9	0.6	Piacentini Righi 1978	8.24
Strato 9	5.60	20.2	1.253	1.0	0.7	Piacentini Righi 1978	>9
Strato 10	5.80	18.0	0.933	1.1	0.8	Piacentini Righi 1978	8.8
Strato 11	6.00	16.0	0.6	1.2	0.8	Piacentini Righi 1978	5.54
Strato 12	11.80	21.793	1.416	1.8	1.1	Piacentini Righi 1978	>9
Strato 13	12.00	20.0	1.4	2.4	1.4	Piacentini Righi 1978	7.13
Strato 14	14.40	20.5	1.45	2.6	1.5	Piacentini Righi 1978	6.73
Strato 15	14.80	16.0	1.167	2.9	1.6	Piacentini Righi 1978	4.97
Strato 16	15.00	21.0	1.2	2.9	1.7	Piacentini Righi 1978	5.02
Strato 17	15.20	15.0	0.733	3.0	1.7	Piacentini Righi 1978	3.02
Strato 18	15.40	24.0	0.733	3.0	1.7	Piacentini Righi 1978	2.99

Peso unità di volume

	Prof. Strato (m)	qc (Kg/cm <sup>2</sup> )	fs (Kg/cm <sup>2</sup> )	Tensione litostatica totale (Kg/cm <sup>2</sup> )	Tensione litostatica efficace (Kg/cm <sup>2</sup> )	Correlazione	Peso unità di volume (t/m <sup>3</sup> )
Strato 1	0.60	9.667	1.8	0.1	0.1	Meyerhof	1.8
Strato 2	1.00	56.0	1.467	0.2	0.2	Meyerhof	2.1
Strato 3	1.20	17.0	1.533	0.2	0.2	Meyerhof	1.9
Strato 4	2.40	14.333	1.322	0.3	0.3	Meyerhof	1.9
Strato 5	3.00	18.333	1.355	0.5	0.5	Meyerhof	2.0
Strato 6	3.20	15.0	1.133	0.6	0.5	Meyerhof	1.9
Strato 7	4.40	20.167	1.3	0.7	0.6	Meyerhof	2.0
Strato 8	4.60	16.0	0.733	0.9	0.6	Meyerhof	1.9
Strato 9	5.60	20.2	1.253	1.0	0.7	Meyerhof	2.0
Strato 10	5.80	18.0	0.933	1.1	0.8	Meyerhof	1.9
Strato 11	6.00	16.0	0.6	1.2	0.8	Meyerhof	1.9
Strato 12	11.80	21.793	1.416	1.8	1.1	Meyerhof	2.0
Strato 13	12.00	20.0	1.4	2.4	1.4	Meyerhof	2.0
Strato 14	14.40	20.5	1.45	2.6	1.5	Meyerhof	2.0
Strato 15	14.80	16.0	1.167	2.9	1.6	Meyerhof	1.9
Strato 16	15.00	21.0	1.2	2.9	1.7	Meyerhof	2.0
Strato 17	15.20	15.0	0.733	3.0	1.7	Meyerhof	1.9
Strato 18	15.40	24.0	0.733	3.0	1.7	Meyerhof	2.0

Fattori di compressibilità C Crm

	Prof. Strato (m)	qc (Kg/cm <sup>2</sup> )	fs (Kg/cm <sup>2</sup> )	Tensione litostatica totale (Kg/cm <sup>2</sup> )	Tensione litostatica efficace (Kg/cm <sup>2</sup> )	C	Crm
Strato 1	0.60	9.667	1.8	0.1	0.1	0.20458	0.0266
Strato 2	1.00	56.0	1.467	0.2	0.2	0.10304	0.0134
Strato 3	1.20	17.0	1.533	0.2	0.2	0.14524	0.01888
Strato 4	2.40	14.333	1.322	0.3	0.3	0.15979	0.02077
Strato 5	3.00	18.333	1.355	0.5	0.5	0.13955	0.01814
Strato 6	3.20	15.0	1.133	0.6	0.5	0.15567	0.02024
Strato 7	4.40	20.167	1.3	0.7	0.6	0.13295	0.01728
Strato 8	4.60	16.0	0.733	0.9	0.6	0.15012	0.01952
Strato 9	5.60	20.2	1.253	1.0	0.7	0.13284	0.01727
Strato 10	5.80	18.0	0.933	1.1	0.8	0.14089	0.01832
Strato 11	6.00	16.0	0.6	1.2	0.8	0.15012	0.01952
Strato 12	11.80	21.793	1.416	1.8	1.1	0.12803	0.01664
Strato 13	12.00	20.0	1.4	2.4	1.4	0.1335	0.01735
Strato 14	14.40	20.5	1.45	2.6	1.5	0.13188	0.01714
Strato 15	14.80	16.0	1.167	2.9	1.6	0.15012	0.01952
Strato 16	15.00	21.0	1.2	2.9	1.7	0.13033	0.01694
Strato 17	15.20	15.0	0.733	3.0	1.7	0.15567	0.02024
Strato 18	15.40	24.0	0.733	3.0	1.7	0.12242	0.01591

Peso unità di volume saturo

	Prof. Strato (m)	qc (Kg/cm <sup>2</sup> )	fs (Kg/cm <sup>2</sup> )	Tensione litostatica totale (Kg/cm <sup>2</sup> )	Tensione litostatica efficace (Kg/cm <sup>2</sup> )	Correlazione	Peso unità di volume saturo (t/m <sup>3</sup> )
Strato 1	0.60	9.667	1.8	0.1	0.1	Meyerhof	1.9
Strato 2	1.00	56.0	1.467	0.2	0.2	Meyerhof	2.2
Strato 3	1.20	17.0	1.533	0.2	0.2	Meyerhof	2.0
Strato 4	2.40	14.333	1.322	0.3	0.3	Meyerhof	2.0
Strato 5	3.00	18.333	1.355	0.5	0.5	Meyerhof	2.0
Strato 6	3.20	15.0	1.133	0.6	0.5	Meyerhof	2.0
Strato 7	4.40	20.167	1.3	0.7	0.6	Meyerhof	2.0
Strato 8	4.60	16.0	0.733	0.9	0.6	Meyerhof	2.0

Strato 9	5.60	20.2	1.253	1.0	0.7	Meyerhof	2.0
Strato 10	5.80	18.0	0.933	1.1	0.8	Meyerhof	2.0
Strato 11	6.00	16.0	0.6	1.2	0.8	Meyerhof	2.0
Strato 12	11.80	21.793	1.416	1.8	1.1	Meyerhof	2.1
Strato 13	12.00	20.0	1.4	2.4	1.4	Meyerhof	2.0
Strato 14	14.40	20.5	1.45	2.6	1.5	Meyerhof	2.0
Strato 15	14.80	16.0	1.167	2.9	1.6	Meyerhof	2.0
Strato 16	15.00	21.0	1.2	2.9	1.7	Meyerhof	2.0
Strato 17	15.20	15.0	0.733	3.0	1.7	Meyerhof	2.0
Strato 18	15.40	24.0	0.733	3.0	1.7	Meyerhof	2.1

#### Velocità onde di taglio

	Prof. Strato (m)	qc (Kg/cm <sup>2</sup> )	fs (Kg/cm <sup>2</sup> )	Tensione litostatica totale (Kg/cm <sup>2</sup> )	Tensione litostatica efficace (Kg/cm <sup>2</sup> )	Correlazione	Vs (m/s)
Strato 1	0.60	9.667	1.8	0.1	0.1	Baldi et. al. 1989 Andrus et. al. 2001	135.73
Strato 2	1.00	56.0	1.467	0.2	0.2	Baldi et. al. 1989 Andrus et. al. 2001	219.55
Strato 3	1.20	17.0	1.533	0.2	0.2	Baldi et. al. 1989 Andrus et. al. 2001	186.84
Strato 4	2.40	14.333	1.322	0.3	0.3	Baldi et. al. 1989 Andrus et. al. 2001	195.84
Strato 5	3.00	18.333	1.355	0.5	0.5	Baldi et. al. 1989 Andrus et. al. 2001	214.33
Strato 6	3.20	15.0	1.133	0.6	0.5	Baldi et. al. 1989 Andrus et. al. 2001	209.40
Strato 7	4.40	20.167	1.3	0.7	0.6	Baldi et. al. 1989 Andrus et. al. 2001	225.55
Strato 8	4.60	16.0	0.733	0.9	0.6	Baldi et. al. 1989 Andrus et. al. 2001	220.30
Strato 9	5.60	20.2	1.253	1.0	0.7	Baldi et. al. 1989 Andrus et. al. 2001	233.08
Strato 10	5.80	18.0	0.933	1.1	0.8	Baldi et. al. 1989 Andrus et. al. 2001	231.25
Strato 11	6.00	16.0	0.6	1.2	0.8	Baldi et. al. 1989 Andrus et. al. 2001	227.23
Strato 12	11.80	21.793	1.416	1.8	1.1	Baldi et. al. 1989 Andrus et. al. 2001	253.20
Strato 13	12.00	20.0	1.4	2.4	1.4	Baldi et. al. 1989 Andrus et. al. 2001	259.32
Strato 14	14.40	20.5	1.45	2.6	1.5	Baldi et. al. 1989 Andrus et. al. 2001	264.27
Strato 15	14.80	16.0	1.167	2.9	1.6	Baldi et. al. 1989 Andrus et. al. 2001	256.25
Strato 16	15.00	21.0	1.2	2.9	1.7	Baldi et. al. 1989 Andrus	269.91

Strato 17	15.20	15.0	0.733	3.0	1.7	et. al. 2001 Baldi et. al. 1989 Andrus et. al. 2001	254.42
Strato 18	15.40	24.0	0.733	3.0	1.7	Baldi et. al. 1989 Andrus et. al. 2001	277.51

## TERRENI INCOERENT I

### Densità relativa

	Prof. Strato (m)	qc (Kg/cm <sup>2</sup> )	fs (Kg/cm <sup>2</sup> )	Tensione litostatica totale (Kg/cm <sup>2</sup> )	Tensione litostatica efficace (Kg/cm <sup>2</sup> )	Correlazione	Densità relativa (%)
Strato 2	1.00	56.0	1.467	0.2	0.2	Harman	97.7
Strato 11	6.00	16.0	0.6	1.2	0.8	Harman	15.3
Strato 18	15.40	24.0	0.733	3.0	1.7	Harman	10.2

### Angolo di resistenza al taglio

	Prof. Strato (m)	qc (Kg/cm <sup>2</sup> )	fs (Kg/cm <sup>2</sup> )	Tensione litostatica totale (Kg/cm <sup>2</sup> )	Tensione litostatica efficace (Kg/cm <sup>2</sup> )	Correlazione	Angolo d'attrito (°)
Strato 2	1.00	56.0	1.467	0.2	0.2	Schmertmann	42.0
Strato 11	6.00	16.0	0.6	1.2	0.8	Schmertmann	29.5
Strato 18	15.40	24.0	0.733	3.0	1.7	Schmertmann	28.7

### Modulo di Young

	Prof. Strato (m)	qc (Kg/cm <sup>2</sup> )	fs (Kg/cm <sup>2</sup> )	Tensione litostatica totale (Kg/cm <sup>2</sup> )	Tensione litostatica efficace (Kg/cm <sup>2</sup> )	Correlazione	Modulo di Young (Kg/cm <sup>2</sup> )
Strato 2	1.00	56.0	1.467	0.2	0.2	Schmertmann	140.0
Strato 11	6.00	16.0	0.6	1.2	0.8	Schmertmann	40.0
Strato 18	15.40	24.0	0.733	3.0	1.7	Schmertmann	60.0

### Modulo Edometrico

	Prof. Strato (m)	qc (Kg/cm <sup>2</sup> )	fs (Kg/cm <sup>2</sup> )	Tensione litostatica totale (Kg/cm <sup>2</sup> )	Tensione litostatica efficace (Kg/cm <sup>2</sup> )	Correlazione	Modulo Edometrico (Kg/cm <sup>2</sup> )
Strato 2	1.00	56.0	1.467	0.2	0.2	Buisman - Sanglerat	84.0
Strato 11	6.00	16.0	0.6	1.2	0.8	Buisman - Sanglerat	80.0
Strato 18	15.40	24.0	0.733	3.0	1.7	Buisman - Sanglerat	120.0

### Modulo di deformazione a taglio

	Prof. Strato (m)	qc (Kg/cm <sup>2</sup> )	fs (Kg/cm <sup>2</sup> )	Tensione litostatica totale (Kg/cm <sup>2</sup> )	Tensione litostatica efficace (Kg/cm <sup>2</sup> )	Correlazione	G (Kg/cm <sup>2</sup> )
Strato 2	1.00	56.0	1.467	0.2	0.2	Imai & Tomauchi	327.6
Strato 11	6.00	16.0	0.6	1.2	0.8	Imai & Tomauchi	152.4
Strato 18	15.40	24.0	0.733	3.0	1.7	Imai & Tomauchi	195.2

### Grado di sovraconsolidazione

	Prof. Strato (m)	qc (Kg/cm <sup>2</sup> )	fs (Kg/cm <sup>2</sup> )	Tensione litostatica	Tensione litostatica	Correlazione	Ocr
--	---------------------	-----------------------------	-----------------------------	-------------------------	-------------------------	--------------	-----

				totale (Kg/cm <sup>2</sup> )	efficace (Kg/cm <sup>2</sup> )		
Strato 2	1.00	56.0	1.467	0.2	0.2	Larsson 1991 S.G.I.	<0.5
Strato 11	6.00	16.0	0.6	1.2	0.8	Larsson 1991 S.G.I.	<0.5
Strato 18	15.40	24.0	0.733	3.0	1.7	Larsson 1991 S.G.I.	<0.5

#### Modulo di reazione Ko

	Prof. Strato (m)	qc (Kg/cm <sup>2</sup> )	fs (Kg/cm <sup>2</sup> )	Tensione litostatica totale (Kg/cm <sup>2</sup> )	Tensione litostatica efficace (Kg/cm <sup>2</sup> )	Correlazione	Ko
Strato 2	1.00	56.0	1.467	0.2	0.2	Kulhawy & Mayne (1990)	1.43
Strato 11	6.00	16.0	0.6	1.2	0.8	Kulhawy & Mayne (1990)	0.00
Strato 18	15.40	24.0	0.733	3.0	1.7	Kulhawy & Mayne (1990)	0.00

#### Fattori di compressibilità C Crm

	Prof. Strato (m)	qc (Kg/cm <sup>2</sup> )	fs (Kg/cm <sup>2</sup> )	Tensione litostatica totale (Kg/cm <sup>2</sup> )	Tensione litostatica efficace (Kg/cm <sup>2</sup> )	C	Crm
Strato 2	1.00	56.0	1.467	0.2	0.2	0.10304	0.0134
Strato 11	6.00	16.0	0.6	1.2	0.8	0.15012	0.01952
Strato 18	15.40	24.0	0.733	3.0	1.7	0.12242	0.01591

#### Peso unità di volume

	Prof. Strato (m)	qc (Kg/cm <sup>2</sup> )	fs (Kg/cm <sup>2</sup> )	Tensione litostatica totale (Kg/cm <sup>2</sup> )	Tensione litostatica efficace (Kg/cm <sup>2</sup> )	Correlazione	Peso unità di volume (t/m <sup>3</sup> )
Strato 2	1.00	56.0	1.467	0.2	0.2	Meyerhof	1.8
Strato 11	6.00	16.0	0.6	1.2	0.8	Meyerhof	1.8
Strato 18	15.40	24.0	0.733	3.0	1.7	Meyerhof	1.8

#### Peso unità di volume saturo

	Prof. Strato (m)	qc (Kg/cm <sup>2</sup> )	fs (Kg/cm <sup>2</sup> )	Tensione litostatica totale (Kg/cm <sup>2</sup> )	Tensione litostatica efficace (Kg/cm <sup>2</sup> )	Correlazione	Peso unità di volume saturo (t/m <sup>3</sup> )
Strato 2	1.00	56.0	1.467	0.2	0.2	Meyerhof	2.1
Strato 11	6.00	16.0	0.6	1.2	0.8	Meyerhof	2.1
Strato 18	15.40	24.0	0.733	3.0	1.7	Meyerhof	2.1

#### Liquefazione - Accelerazione sismica massima (g)=0.15

	Prof. Strato (m)	qc (Kg/cm <sup>2</sup> )	fs (Kg/cm <sup>2</sup> )	Tensione litostatica totale (Kg/cm <sup>2</sup> )	Tensione litostatica efficace (Kg/cm <sup>2</sup> )	Correlazione	Fattore di sicurezza a liquefazione
Strato 11	6.00	16.0	0.6	1.2	0.8	Robertson & Wride 1997	0.748
Strato 18	15.40	24.0	0.733	3.0	1.7	Robertson & Wride 1997	0.708

#### Velocità onde di taglio.

	Prof. Strato (m)	qc (Kg/cm <sup>2</sup> )	fs (Kg/cm <sup>2</sup> )	Tensione litostatica totale (Kg/cm <sup>2</sup> )	Tensione litostatica efficace (Kg/cm <sup>2</sup> )	Correlazione	Vs (m/s)
Strato 2	1.00	56.0	1.467	0.2	0.2	Baldi et. al. 1989 Andrus et. al. 2001	265.44
Strato 11	6.00	16.0	0.6	1.2	0.8	Baldi et. al. 1989 Andrus et. al. 2001	237.64
Strato 18	15.40	24.0	0.733	3.0	1.7	Baldi et. al. 1989 Andrus et. al. 2001	290.40

#### Permeabilità

	Prof. Strato (m)	qc (Kg/cm <sup>2</sup> )	fs (Kg/cm <sup>2</sup> )	Tensione litostatica totale (Kg/cm <sup>2</sup> )	Tensione litostatica efficace (Kg/cm <sup>2</sup> )	Correlazione	K (cm/s)
Strato 1	0.60	9.667	1.8	0.1	0.1	Piacentini- Righi 1988	1.00E-11
Strato 2	1.00	56.0	1.467	0.2	0.2	Piacentini- Righi 1988	2.61E-05
Strato 3	1.20	17.0	1.533	0.2	0.2	Piacentini- Righi 1988	1.00E-11
Strato 4	2.40	14.333	1.322	0.3	0.3	Piacentini- Righi 1988	1.00E-11
Strato 5	3.00	18.333	1.355	0.5	0.5	Piacentini- Righi 1988	1.00E-11
Strato 6	3.20	15.0	1.133	0.6	0.5	Piacentini- Righi 1988	1.00E-11
Strato 7	4.40	20.167	1.3	0.7	0.6	Piacentini- Righi 1988	1.00E-11
Strato 8	4.60	16.0	0.733	0.9	0.6	Piacentini- Righi 1988	8.21E-09
Strato 9	5.60	20.2	1.253	1.0	0.7	Piacentini- Righi 1988	1.00E-11
Strato 10	5.80	18.0	0.933	1.1	0.8	Piacentini- Righi 1988	3.42E-10
Strato 11	6.00	16.0	0.6	1.2	0.8	Piacentini- Righi 1988	3.56E-07
Strato 12	11.80	21.793	1.416	1.8	1.1	Piacentini- Righi 1988	1.00E-11
Strato 13	12.00	20.0	1.4	2.4	1.4	Piacentini- Righi 1988	1.00E-11
Strato 14	14.40	20.5	1.45	2.6	1.5	Piacentini- Righi 1988	1.00E-11
Strato 15	14.80	16.0	1.167	2.9	1.6	Piacentini- Righi 1988	1.00E-11
Strato 16	15.00	21.0	1.2	2.9	1.7	Piacentini- Righi 1988	1.18E-11
Strato 17	15.20	15.0	0.733	3.0	1.7	Piacentini- Righi 1988	2.08E-09
Strato 18	15.40	24.0	0.733	3.0	1.7	Piacentini- Righi 1988	5.88E-06

#### Coefficiente di consolidazione

	Prof. Strato (m)	qc (Kg/cm <sup>2</sup> )	fs (Kg/cm <sup>2</sup> )	Tensione litostatica totale (Kg/cm <sup>2</sup> )	Tensione litostatica efficace (Kg/cm <sup>2</sup> )	Correlazione	Coefficiente di consolidazione (cm <sup>2</sup> /s)
Strato 1	0.60	9.667	1.8	0.1	0.1	Piacentini-	2.9001E-07

Strato 2	1.00	56.0	1.467	0.2	0.2	Righi 1988 Piacentini- Righi 1988	4.387225
Strato 3	1.20	17.0	1.533	0.2	0.2	Piacentini- Righi 1988	5.1E-07
Strato 4	2.40	14.333	1.322	0.3	0.3	Piacentini- Righi 1988	4.2999E-07
Strato 5	3.00	18.333	1.355	0.5	0.5	Piacentini- Righi 1988	5.4999E-07
Strato 6	3.20	15.0	1.133	0.6	0.5	Piacentini- Righi 1988	4.5E-07
Strato 7	4.40	20.167	1.3	0.7	0.6	Piacentini- Righi 1988	6.0501E-07
Strato 8	4.60	16.0	0.733	0.9	0.6	Piacentini- Righi 1988	3.938516E- 04
Strato 9	5.60	20.2	1.253	1.0	0.7	Piacentini- Righi 1988	6.06E-07
Strato 10	5.80	18.0	0.933	1.1	0.8	Piacentini- Righi 1988	1.848336E- 05
Strato 11	6.00	16.0	0.6	1.2	0.8	Piacentini- Righi 1988	1.707319E- 02
Strato 12	11.80	21.793	1.416	1.8	1.1	Piacentini- Righi 1988	6.5379E-07
Strato 13	12.00	20.0	1.4	2.4	1.4	Piacentini- Righi 1988	0.0000006
Strato 14	14.40	20.5	1.45	2.6	1.5	Piacentini- Righi 1988	6.15E-07
Strato 15	14.80	16.0	1.167	2.9	1.6	Piacentini- Righi 1988	4.8E-07
Strato 16	15.00	21.0	1.2	2.9	1.7	Piacentini- Righi 1988	7.449014E- 07
Strato 17	15.20	15.0	0.733	3.0	1.7	Piacentini- Righi 1988	9.356646E- 05
Strato 18	15.40	24.0	0.733	3.0	1.7	Piacentini- Righi 1988	0.4234205

---

## Indice

1.PROVA ... Nr.1	8
1.1.Coesione non drenata	10
1.2.Modulo Edometrico	10
1.3.Modulo di deformazione non drenato Eu	11
1.4.Modulo di deformazione a taglio	12
1.5.Grado di sovraconsolidazione	12
1.6.Peso unità di volume	13
1.7.Fattori di compressibilità C Crm	13
1.8.Peso unità di volume saturo	14
1.9.Velocità onde di taglio	14
1.10.Densità relativa	15
1.11.Angolo di resistenza al taglio	15
1.12.Modulo di Young	15
1.13.Modulo Edometrico	16
1.14.Modulo di deformazione a taglio	16
1.15.Grado di sovraconsolidazione	16
1.16.Modulo di reazione Ko	16
1.17.Fattori di compressibilità C Crm	16
1.18.Peso unità di volume	16
1.19.Peso unità di volume saturo	17
1.20.Liquefazione -	17
1.21.Velocità onde di taglio.	17
1.22.Permeabilità	17
1.23.Coefficiente di consolidazione	18
Indice	20

**6,0,0** IDENTIFICAZIONE N. pratica precedente PRATICA N. 09 1352604 (compr.) n. progressivo n. pozzo

**6,3,0** Ditta perforatrice BONDARALLI 35 cod. 03A data perf. 08/6/6

Ditta E.C.A. - CASA DI RIPOSO  
 residente a REGGIO EMILIA  
 via FARINI n. 1  
 Ditta (1) cognome e nome frazione  
 comune frazione  
 residente a  
 via tel.

**6,3,1** CARATTERISTICHE DEL POZZO 200120 P662

PROFONDITA' a metri	NATURA LITOLOGICA descrizione	colore	codice	UMIDITA'		ATTRAV. FALDA ACQUIF. SI-1 NO-0	FINESTR. (1)
				asciutto 1	umido 3		
1,80	ARGILLA GIALLA		110				
1,50	ARGILLA VERDE		110				
1,80	ARGILLA SCURA		110				
2,60	ARGILLA VERDE		110				
4,60	ARGILLA CHIARA		110				
5,60	ARGILLA CHIAIOSA		140				
6,00	ARGILLA-SABBIA-CHIAIA e H <sub>2</sub> O		140			1	
8,00	ARGILLA COMPATTA		110				
10,50	ARGILLA DURA		110				
14,00	CHIAIA COSSA SABBIA e H <sub>2</sub> O		140			1	

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

**6,1,0** LOCALIZZAZIONE DEL POZZO E DATI RIASSUNTIVI  
 Comune REGGIO EMILIA 35033 frazione o località VILLA D'SPIZIO  
 Via n. podere

LOCALIZZAZIONE			Quota del piano di campagna m s.l.m.	φ mm	PROFONDITA' max m	POTENZA POMPA kW	C (1)	PORTATA l/sec.
longitudine	latitudine	ha						
265101	16	0	232	140				2

(1) Contatore SI - 1; NO - 0.

I.G.M. scala 1:25.000 tavoletta  
 C.T.R. scala 1:5.000 foglio n. elemento n.  
 Catasto scala 1:2.000 foglio n. 133 mappale n. 6477  
 Bacino

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

**6,2,0** SCHEDE E DATI DI RIFERIMENTO

Domanda di autorizzazione o rinnovo allo scarico

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

Catasto scarichi

COMPR. PRATICA N. 5

Scheda azienda agricola

COMPR. SCHEDA N.

Legge 10-6-1976 n. 319.

**6,3,2** EQUIPAGGIAM.

avampozzo SI - 1 NO - 0 1  
 equipaggiamento pompa a motore dell'impianto di sollevamento (1) 1  
 potenza kW 2,2  
 prevalenza m  
 portata l/sec. 2  
 φ tubo mandata mm  
 (1) Elettropompa sommersa - 1; non sommersa - 2; motopompa sommersa - 3; non sommersa - 4.

**6,3,3** USI E DESTINAZIONE (\*) SERVIZI igienici

USI	cod. uso	DESTINAZIONI			consumo annuo tot. m <sup>3</sup>
		codici	giorni/anno	ore/giorno	
civile (acquedotto) (1)					
agricolo-irriguo (2)					
agricolo-zootecnico					
agric.-trasf. prod. (3)					
industriale (4)					
domestico					
vari (5) (*)	4	418000			
vari (6)					

(1) Cod. acquedotto; (2) Sup. irrigata ha .....; (3) Cod. prodotto; (4) Cod. I.S.T.A.T.; (5) Antincendio 5-1; Condizionatori aria 5-2; Ricreativo 5-3; (6) Ittico 6-0; mattatoio 6-1; lavaggio auto 6-2.

# SCHEDE CATASTO POZZI

COM. 22 Comune. 222 N. progress. 055 **A**

**IDENTIFICAZIONE** N. pratica precedente      PRATICA N. 09 2512601 (compr.) n. progressivo n. pozzo  
 Ditta AUTOSERVIZI "TORELLI" c.f. 00143160356 cognome e nome

Ditta perforatrice MONTANARI 35 bod. 227 data perf. 1/2  
**CARATTERISTICHE DEL POZZO** 200/20 P695

residente a REGGIO EMILIA comune frazione  
 via PLE. DUCA d'ABRUZZI n.13 tel.       
 Ditta (1)      cognome e nome (2)       
 residente a      comune frazione  
 via      tel.     

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

**LOCALIZZAZIONE DEL POZZO E DATI RIASSUNTIVI**  
 Comune REGGIO EMILIA 35033 frazione o località VILLA OSPIZIO  
 Via EMILIA n.11 OSPIZIO n. 104 podere     

LOCALIZZAZIONE			Quota del piano di campagna m s.l.m.	φ mm	PROFONDITA' max m	POTENZA POMPA kW	C (1)	PORTATA l/sec.
longitudine	latitudine	ha						
<u>11 31 00</u>	<u>44 10 10</u>	<u>    </u>	<u>    </u>	<u>105</u>	<u>130</u>	<u>    </u>	<u>    </u>	<u>1</u>

(1) Contatore SI - 1; NO - 0.

I.G.M. scala 1:25.000 tavoletta       
 C.T.R. scala 1:5.000 foglio n.      elemento n.       
 Catasto scala 1:2.000 foglio n. 13,31 mappale n. 497,7  
 Bacino     

PROFONDITA' a metri	NATURA LITOLOGICA descrizione	colore	codice	UMIDITA'			FINESTR. (1)
				asciutto 1	umido 3	begnato 5	
<u>10</u>	<u>Terreno vegetale</u>	<u>    </u>	<u>110</u>	<u>    </u>	<u>    </u>	<u>    </u>	<u>    </u>
<u>20</u>	<u>limi argillosi giallastri</u>	<u>    </u>	<u>110</u>	<u>    </u>	<u>    </u>	<u>    </u>	<u>    </u>
<u>110</u>	<u>Sabbia con acqua (finestr.)</u>	<u>    </u>	<u>220</u>	<u>    </u>	<u>    </u>	<u>    </u>	<u>1</u>
<u>180</u>	<u>Argilla cenere</u>	<u>    </u>	<u>110</u>	<u>    </u>	<u>    </u>	<u>    </u>	<u>    </u>

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

## SCHEDE E DATI DI RIFERIMENTO

Domanda di autorizzazione o rinnovo allo scarico  
 Catasto scarichi  
 Scheda azienda agricola

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

COMPR.      PRATICA N.      5  
 COMPR.      SCHEDA N.     

(Legge 10-6-1976 n. 319)

## EQUIPAGGIAM. USI E DESTINAZIONE

avampozzo SI - 1   
 NO - 0   
 equipaggiamento pompa a motore dell'impianto di sollevamento (1)   
 potenza kW 07  
 prevalenza m       
 portata l/sec.       
 φ tubo mandata mm     

USI	DESTINAZIONI			consumo annuo tot. m <sup>3</sup>
	cod. use	codici	giorni/anno ore/giorno	
civile (acquedotto) (1)	<u>    </u>	<u>    </u>	<u>    </u>	<u>    </u>
agricolo-irriguo (2)	<u>20</u>	<u>    </u>	<u>    </u>	<u>    </u>
agricolo-zootecnico	<u>    </u>	<u>    </u>	<u>    </u>	<u>    </u>
agric. -trasf. prod. (3)	<u>    </u>	<u>    </u>	<u>    </u>	<u>    </u>
industriale (4)	<u>    </u>	<u>    </u>	<u>    </u>	<u>    </u>
domestico	<u>    </u>	<u>    </u>	<u>    </u>	<u>    </u>
vari (5)	<u>    </u>	<u>    </u>	<u>    </u>	<u>    </u>
vari (6)	<u>    </u>	<u>    </u>	<u>    </u>	<u>    </u>

(1) Elettropompa sommersa - 1; non sommersa - 2; motopompa sommersa - 3; non sommersa - 4.  
 (1) Cod. acquedotto; (2) Sup. irrigata ha .....; (3) Cod. prodotto; (4) Cod. I.S.T.A.T.; (5) Antincendio 5-1; Condizionatori aria 5-2; Ricreativo 5-3; (6) Ittico 6-0; mattatoio 6-1; lavaggio auto 6-2.

**6,0,0 IDENTIFICAZIONE** N. pratica precedente [ ] PRATICA N. **09** **1,2,00** **6,0,1** **6,3,0** (compr.) n. progressivo n. pozzo

Ditta perforatrice **BARIGAZZI** 35 cod. **0,0,9** data perf. **254**

Ditta **IST. NEUROPSICHIATRICO S. LAZZARO** cognome e nome  
 residente a **REGGIO EMILIA** **Villa S. MAURIZIO** frazione  
 via **AMENDOLA** n. **2** tel. [ ] [ ] [ ] [ ]  
 Ditta (1) [ ] [ ] [ ] [ ] cognome e nome  
 residente a [ ] [ ] [ ] [ ] comune frazione  
 via [ ] [ ] [ ] [ ] tel. [ ] [ ] [ ] [ ]

(2) [ ] [ ] [ ] [ ]  
 [ ] [ ] [ ] [ ]

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

**6,1,0 LOCALIZZAZIONE DEL POZZO E DATI RIASSUNTIVI**

Comune **REGGIO EMILIA** **35033** frazione o località **Villa S. MAURIZIO**  
 Via **AMENDOLA** n. **2** podere [ ] [ ] [ ] [ ]

LOCALIZZAZIONE			Quota del piano di campagna m s.l.m.	φ mm	PROFONDITA' max m	POTENZA POMPA kW	C (1)	PORTATA l/sec.
longitudine	latitudine	ha						
<b>254101</b>	<b>13</b>	<b>3</b>	<b>3,0,0</b>	<b>1,1,8,0</b>	<b>1,5</b>			

(1) Contatore SI - 1; NO - 0.

I.G.M. scala 1:25.000 tavoletta [ ] [ ] [ ] [ ] [ ] [ ] [ ] [ ] [ ] [ ]  
 C.T.R. scala 1:5.000 foglio n. [ ] [ ] [ ] [ ] elemento n. [ ] [ ] [ ] [ ] [ ] [ ] [ ] [ ] [ ] [ ]  
 Catasto scala 1:2.000 foglio n. **1,3,3** mappale n. **5,1,6,5**  
 Bacino [ ] [ ] [ ] [ ] [ ] [ ] [ ] [ ] [ ] [ ]

**6,3,1 CARATTERISTICHE DEL POZZO** **200120 P696**

PROFONDITA' a metri	NATURA LITOLOGICA descrizione	colore	codice	UMIDITA'			ATTRAV. FALDA ACQUIF. SI-1 NO-0	FINESTR. (1)
				asciutto 1	umido 3	bagnato 5		
<b>1,1,0</b>	-							
<b>2,6,4</b>	ARGILLA SCURA		<b>1,1,0</b>					
<b>5,3,4</b>	ARGILLA ROSSA e CHIARA		<b>1,1,0</b>					
<b>5,5,5</b>	ARGILLA SABBIOSA		<b>1,1,0</b>					
<b>6,2,4</b>	GHIAIA e H <sub>2</sub> O		<b>1,1,0</b>				<b>1</b>	
<b>7,4,0</b>	ARGILLA VERDE SCURA		<b>1,1,0</b>					
<b>7,8,0</b>	ARGILLA NERA		<b>1,1,0</b>					
<b>8,5,0</b>	ARGILLA VERDONA		<b>1,1,0</b>					
<b>9,9,5</b>	ARGILLA SABBIOSA		<b>1,1,0</b>					
<b>10,5,0</b>	ARGILLA SABBIOSA		<b>1,1,0</b>					

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

**6,2,0 SCHEDE E DATI DI RIFERIMENTO**

Domanda di autorizzazione o rinnovo allo scarico  
 Catasto scarichi

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

COMP. [ ] PRATICA N. [ ] [ ] [ ] [ ] **5**

Scheda azienda agricola COMP. [ ] SCHEDA N. [ ] [ ] [ ] [ ] [ ] [ ] [ ] [ ] [ ] [ ]

**6,3,2 EQUIPAGGIAM.**

avampozzo SI - 1  NO - 0  
 equipaggiamento pompa a motore dell'impianto di sollevamento (1)   
 potenza kW [ ] [ ] [ ] [ ]  
 prevalenza m [ ] [ ] [ ] [ ]  
 portata l/sec. [ ] [ ] [ ] [ ]  
 φ tubo mandata mm [ ] [ ] [ ] [ ]

(1) Elettropompa sommersa - 1; non sommersa - 2; motopompa sommersa - 3; non sommersa - 4.

**6,3,3 USI E DESTINAZIONE**

USI	DESTINAZIONI			consumo annuo tot. m <sup>3</sup>
	cod. uso	codici	giorni/anno ore/giorno	
civile (acquedotto) (1)				
agricolo-irriguo (2)	<b>20</b>	<b>16</b>		
agricolo-zootecnico				
agric. -trasf. prod. (3)				
industriale (4)				
domestico				
vari (5)				
vari (6)				

(1) Cod. acquedotto; (2) Sup. irrigata ha .....; (3) Cod. prodotto; (4) Cod. I.S.T.A.T.; (5) Antincendio 5-1; Condizionatori aria 5-2; Ricreativo 5-3; (6) Iatico 6-0; mattatoio 6-1; lavaggio auto 6-2.

(Legge 10-5-1976 n. 319)

REGIONE EMILIA-ROMAGNA

SCHEDA CATASTO POZZI

201090 PG16  
 COM. 08 Comune 322 N. progress. 027 A

IDENTIFICAZIONE N. pratica precedente PRATICA N. 00 109260  
 (compr.) n. progressivo n. pozzo  
 Ditta INGG. DEGOLA e FERRETTI  
 cognome e nome

Ditta perforatrice MONTANARI 35 cod. 007 data perf. 12/69

residente a REGGIO EMILIA  
 comune frazione  
 via MONTEGRAPPA n. 24 tel.  
 Ditta (1) (2)  
 cognome e nome  
 residente a  
 comune frazione  
 via tel.

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

LOCALIZZAZIONE DEL POZZO E DATI RIASSUNTIVI

Comune REGGIO EMILIA 35033 frazione o località S. MAURIZIO  
 Via PASTEUR n. podere

LOCALIZZAZIONE			Quota del piano di campagna m s.l.m.	φ mm	PROFONDITA' max m	POTENZA POMPA kW	C (1)	PORTATA l/sec.
longitudine	latitudine	ha						
10 10 10	44 10 10	2	1030	250	1030			16

(1) Contatore SI - 1; NO - 0.

I.G.M. scala 1:25.000 tavoletta  
 C.T.R. scala 1:5.000 foglio n. elemento n.  
 Catasto scala 1:2.000 foglio n. mappale n. 5201  
 Bacino

CARATTERISTICHE DEL POZZO

PROFONDITA' a metri	NATURA LITOLOGICA		UMIDITA' escluso 1 umido 3 bagnato 5	ATTRAV. FALDA ACQUIF. SI-1 NO-0	FINESTR. (1)
	descrizione	colore			
28	Terreno vegetale				
67	Argilla cenere				
150	Argilla gialla sabbiosa				
150	Argilla cenere				
265	Ghiaia con acqua (finestr.)				
150	Argilla cenere				
185	Ghiaia con acqua e sabbia (fines.)				
210	Argilla cenere				
220	Ghiaietto con sabbia e acqua				
240	Argilla cenere compatta				

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

SCHEDE E DATI DI RIFERIMENTO

Domanda di autorizzazione o rinnovo allo scarico

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

Catasto scarichi

COMPR. PRATICA N. 5

Scheda azienda agricola

COMPR. SCHEDA N.

EQUIPAGGIAM.

avampozzo SI - 1 NO - 0  
 equipaggiamento pompa a motore dell'impianto di sollevamento (1)  
 potenza kW 73  
 prevalenza m  
 portata l/sec.  
 φ tubo mandata mm

(1) Elettropompa sommersa - 1; non sommersa - 2; motopompa sommersa - 3; non sommersa - 4.

USI E DESTINAZIONE

USI	DESTINAZIONI			consumo annuo tot. m <sup>3</sup>
	cod. uso	codici	giorni/anno ore/giorno	
civile (acquedotto) (1)				
agricolo-irriguo (2)				
agricolo-zootecnico				
agric.-trasf. prod. (3)				
industriale (4)	32			
domestico				
vari (5)				
vari (6)				

(1) Cod. acquedotto; (2) Sup. irrigata ha .....; (3) Cod. prodotto; (4) Cod. I.S.T.A.T.; (5) Antincendio 5-1; Condizionatori aria 5-2; Ricreativo 5-3; (6) Ittico 6-0; mattatoio 6-1; lavaggio auto 6-2.

Legge 10-5-1976 n. 319.



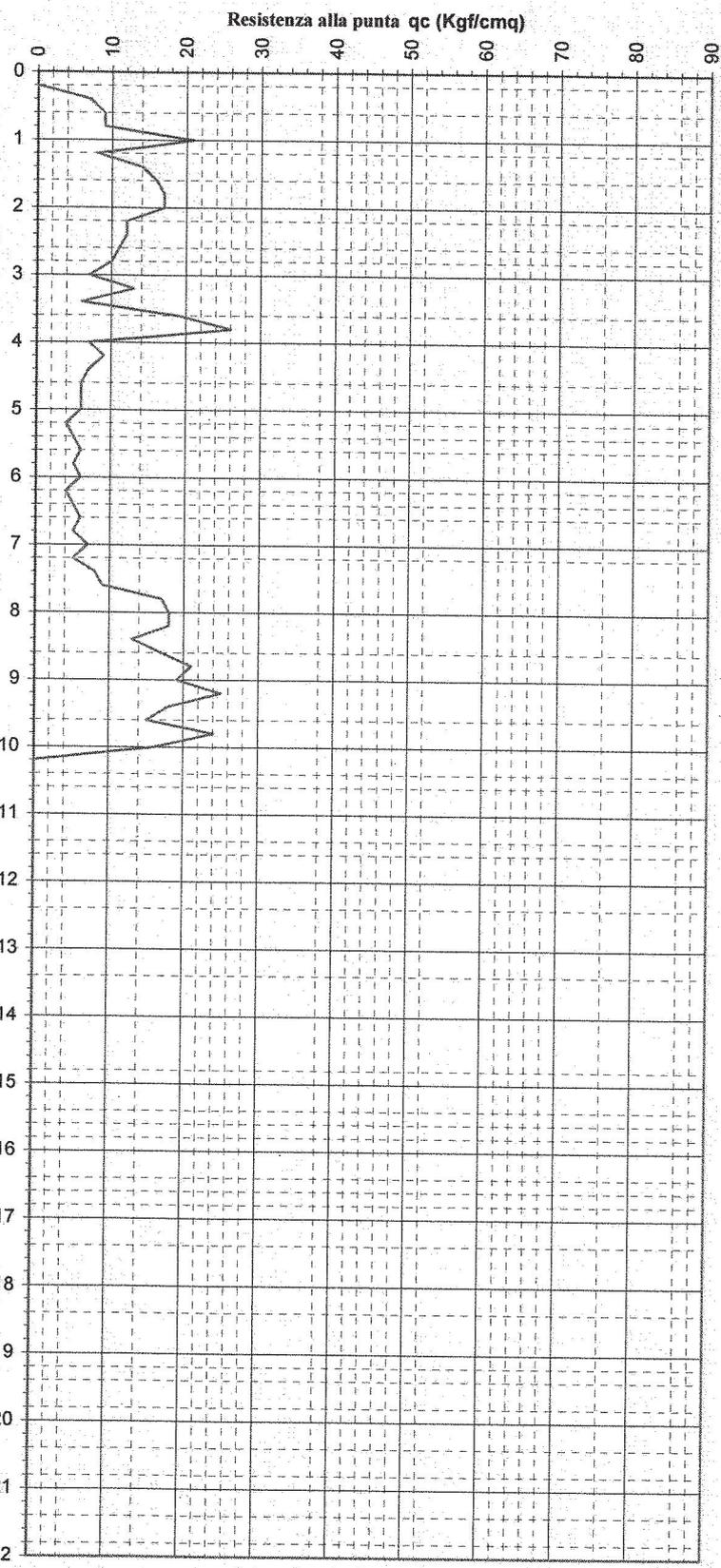
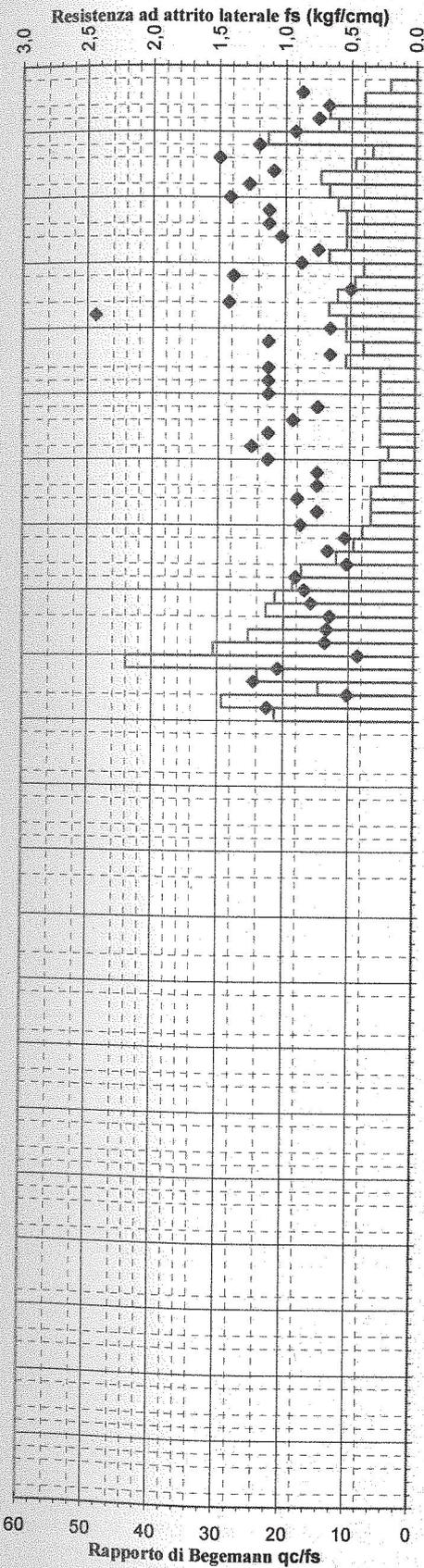
**STUDIO TECNOGEO**  
 Dr. Geol. Riccardo Triches  
 Via Malta n° 2 - 41012 Carpi (MO)  
 tel 059-642606 cel. 0348-7442774  
 e-mail: tecnogeofisica@tiscalinet.it

**Prova CPT n°**

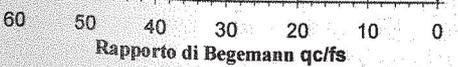
**1**

QUOTA: piano campagna  
 DATA: 22-mar-04  
 CANTIERE: Reggio E.- Comparto San Lazzaro

COMMITTENTE:  
 Amm. Comunale  
 REGGIO EMILIA



Falda





**STUDIO TECNOGEO**

Dr. Geol. Riccardo Triches  
Via Malta n° 2 - 41012 Carpi (MO)  
tel 059-642606 cel. 0348-7442774  
e-mail: tecnogeofisica@tiscalinet.it

**Prova CPT n°**

**2**

QUOTA:

piano campagna

DATA:

22-mar-04

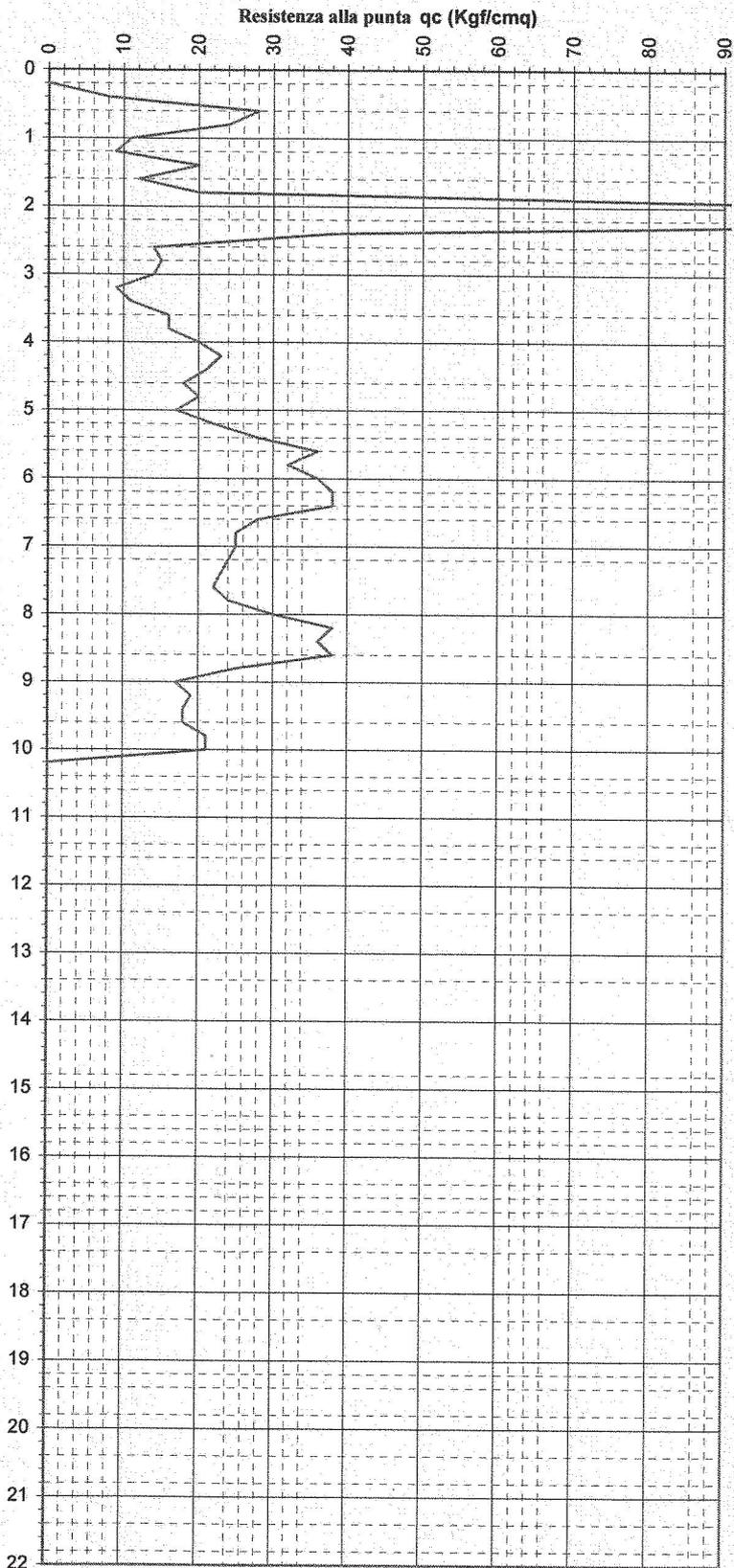
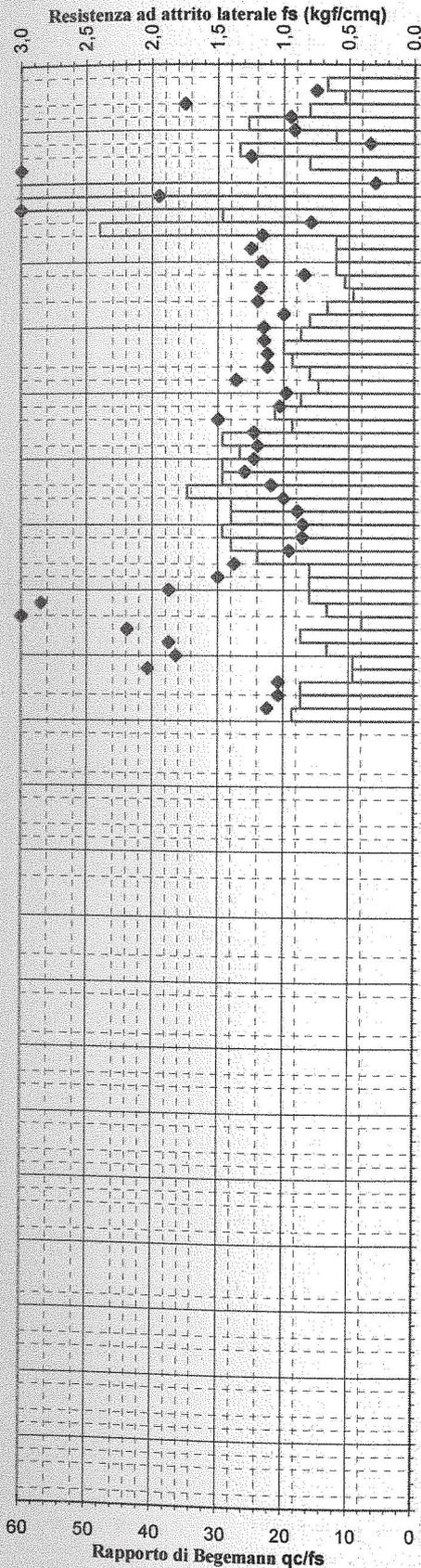
CANTIERE:

Reggio E.- Comparto San Lazzaro

COMMITTENTE:

Amm. Comunale

REGGIO EMILIA





**STUDIO TECNOGEO**

Dr. Geol. Riccardo Triches  
Via Malta n° 2 - 41012 Carpi (MO)  
tel 059-642606 cel. 0348-7442774  
e-mail: tecnogeofisica@iscalinet.it

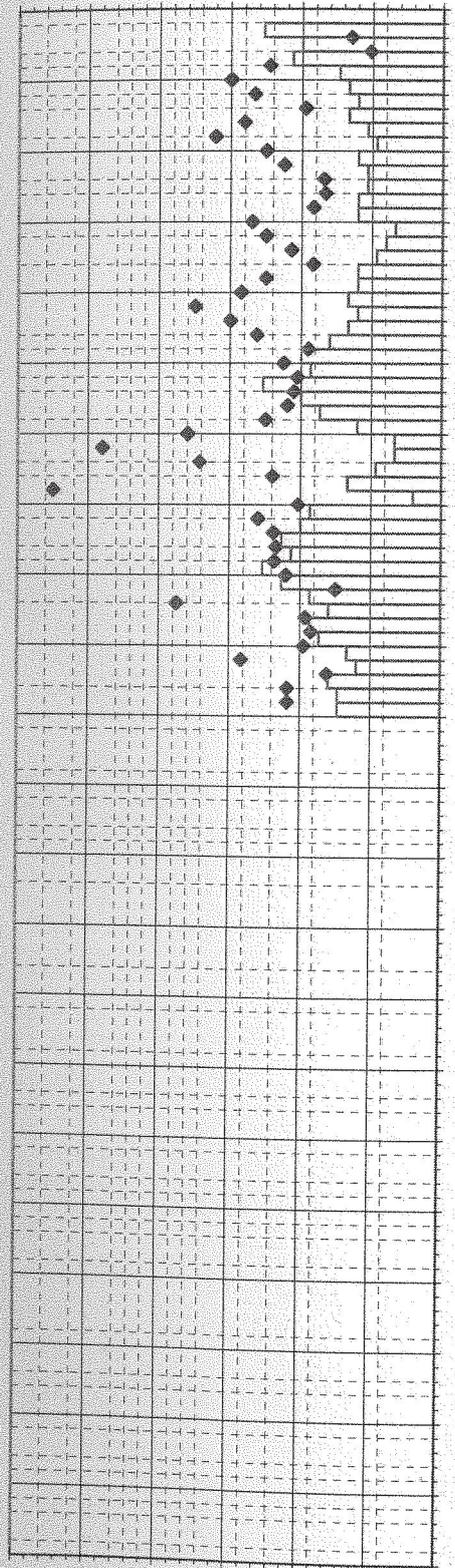
**Prova CPT n°**

**3**

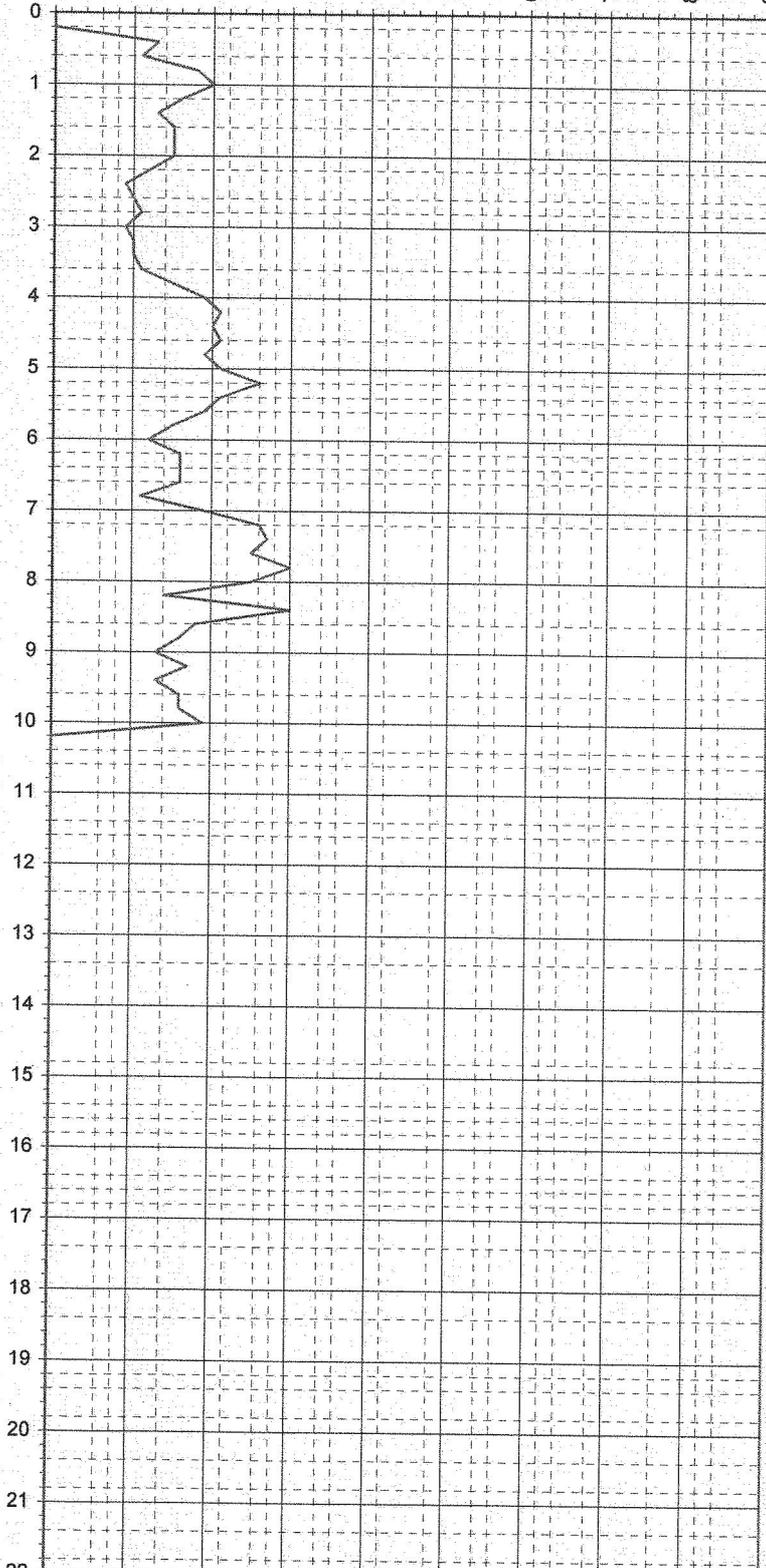
QUOTA: piano campagna  
DATA: 22-mar-04  
CANTIERE: Reggio E. - Comparto San Lazzaro

COMMITTENTE:  
Amm. Comunale  
REGGIO EMILIA

Resistenza ad attrito laterale  $f_s$  (kgf/cm<sup>2</sup>)



Resistenza alla punta  $q_c$  (Kgf/cm<sup>2</sup>)



Falda

Rapporto di Begemann  $q_c/f_s$



**STUDIO TECNOGEO**

Dr. Geol. Riccardo Triches  
Via Malta n° 2 - 41012 Carpi (MO)  
tel 059-642606 cel. 0348-7442774  
e-mail: tecnogeofisica@tiscalinet.it

**Prova CPT n°**

**4**

QUOTA:

piano campagna

DATA:

22-mar-04

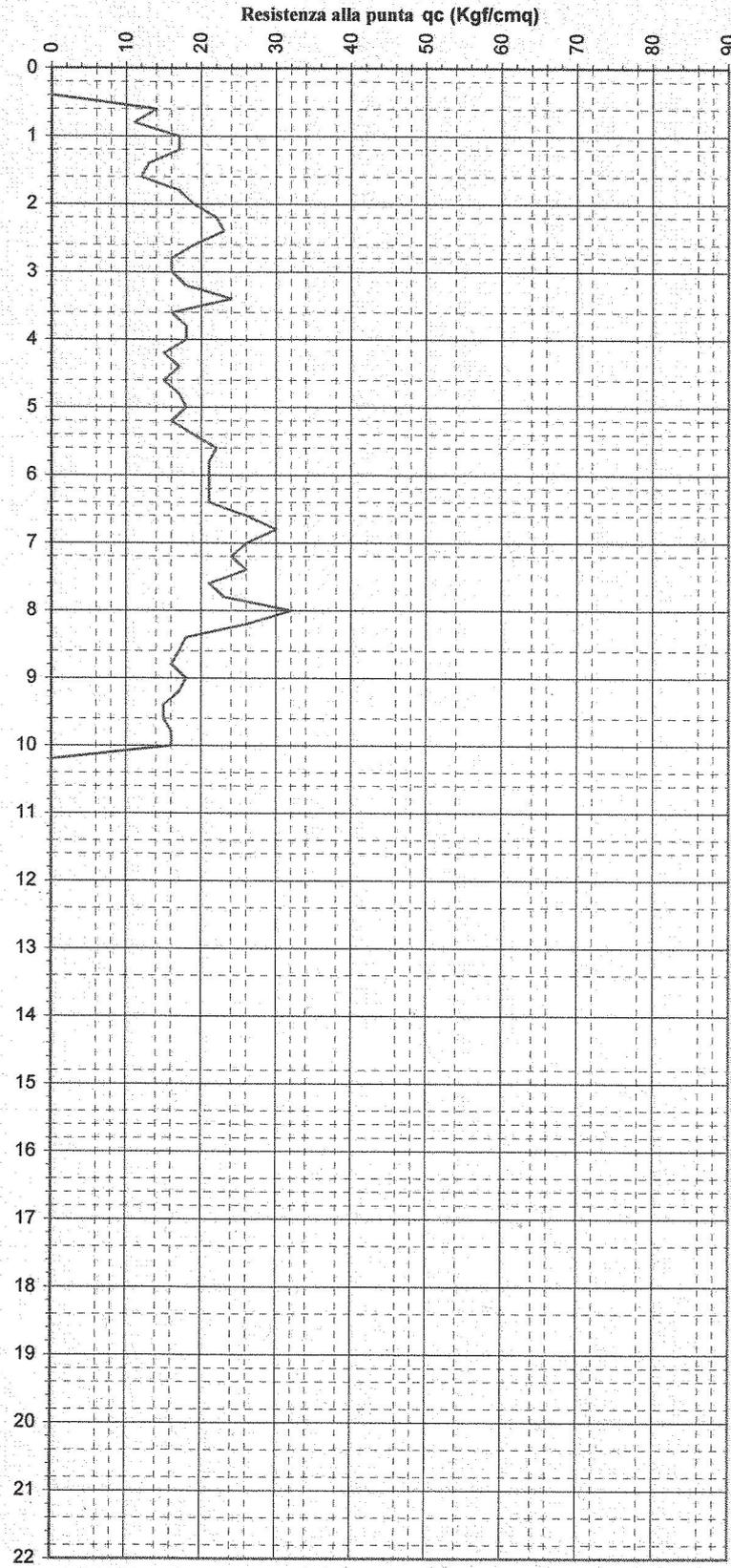
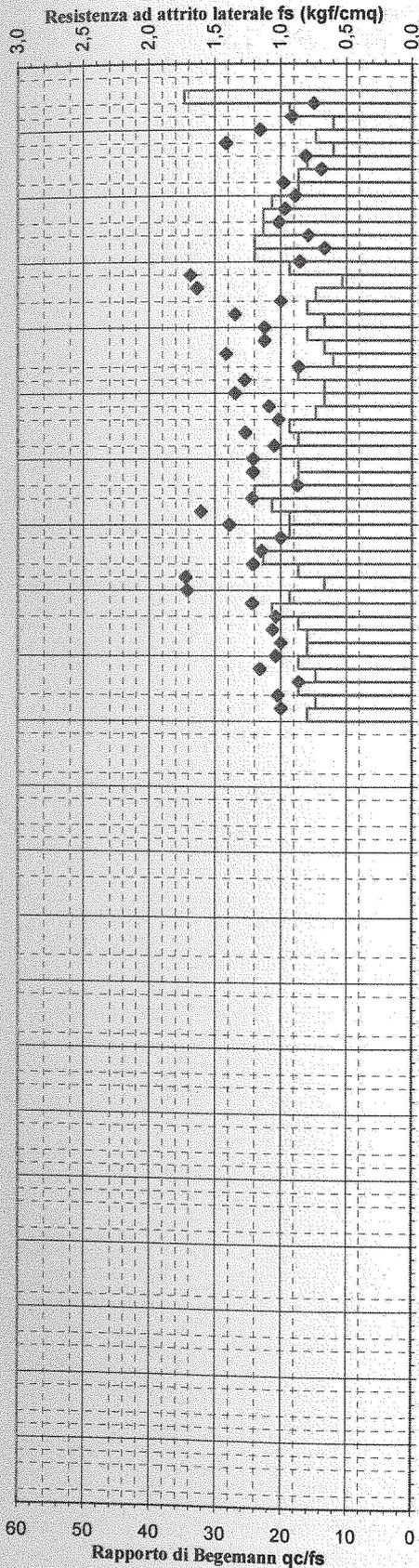
CANTIERE:

Reggio E.- Comparto San Lazzaro

COMMITTENTE:

Amm. Comunale

REGGIO EMILIA



Falda



**STUDIO TECNOGEO**

Dr. Geol. Riccardo Triches  
Via Malta n° 2 - 41012 Carpi (MO)  
tel 059-642806 cel. 0348-7442774  
e-mail: tecnogeofisica@tiscalinet.it

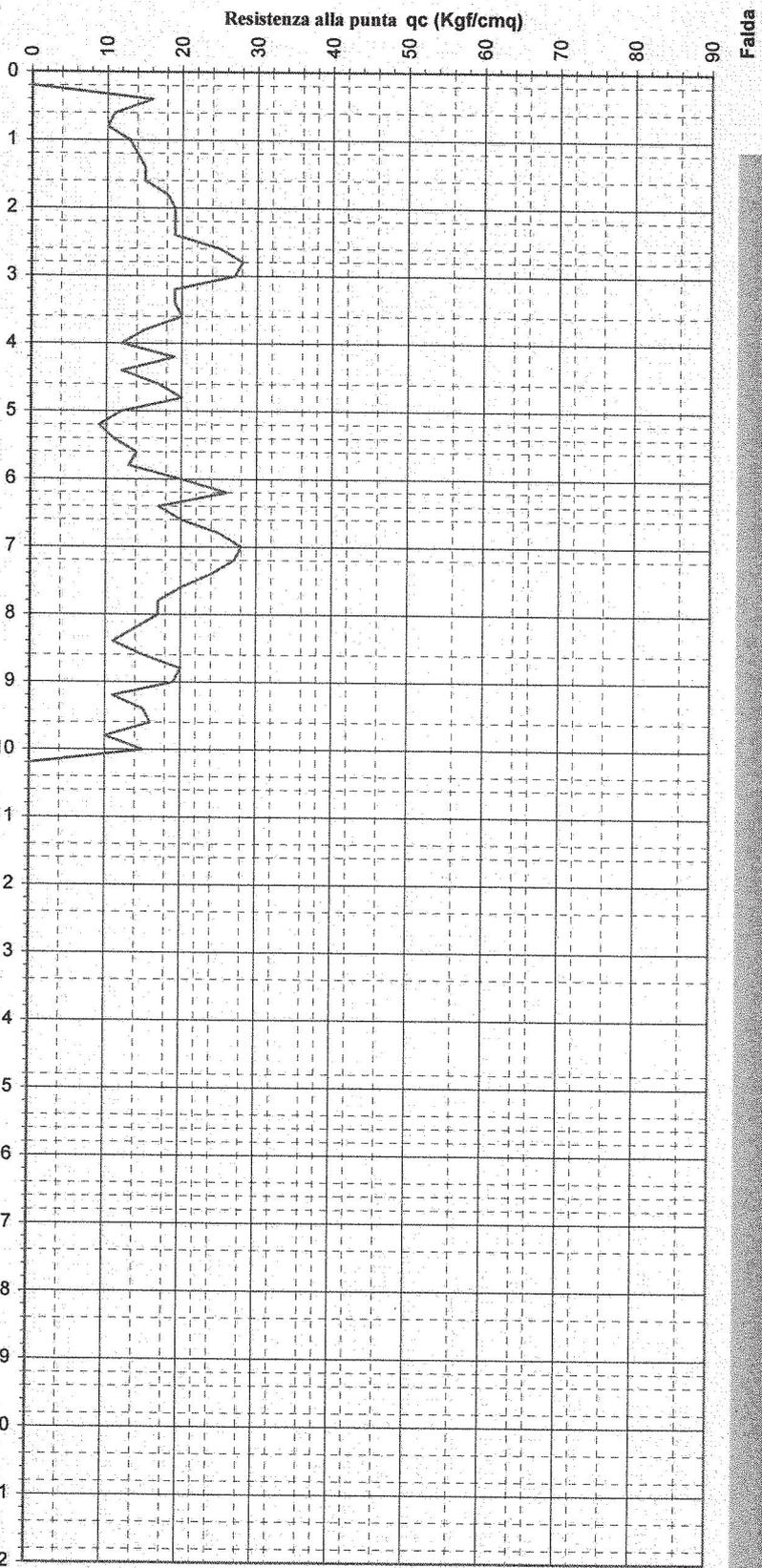
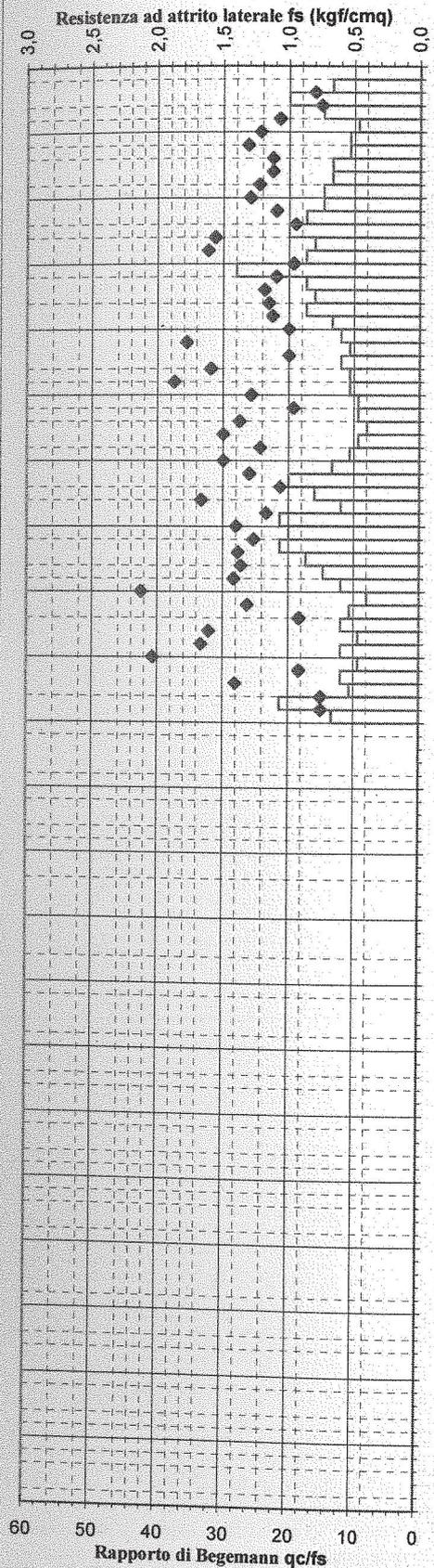
**Prova CPT n°**

**5**

QUOTA: piano campagna  
DATA: 22-mar-04  
CANTIERE: Reggio E.- Comparto San Lazzaro

COMMITTENTE:

Amm. Comunale  
REGGIO EMILIA



Falda



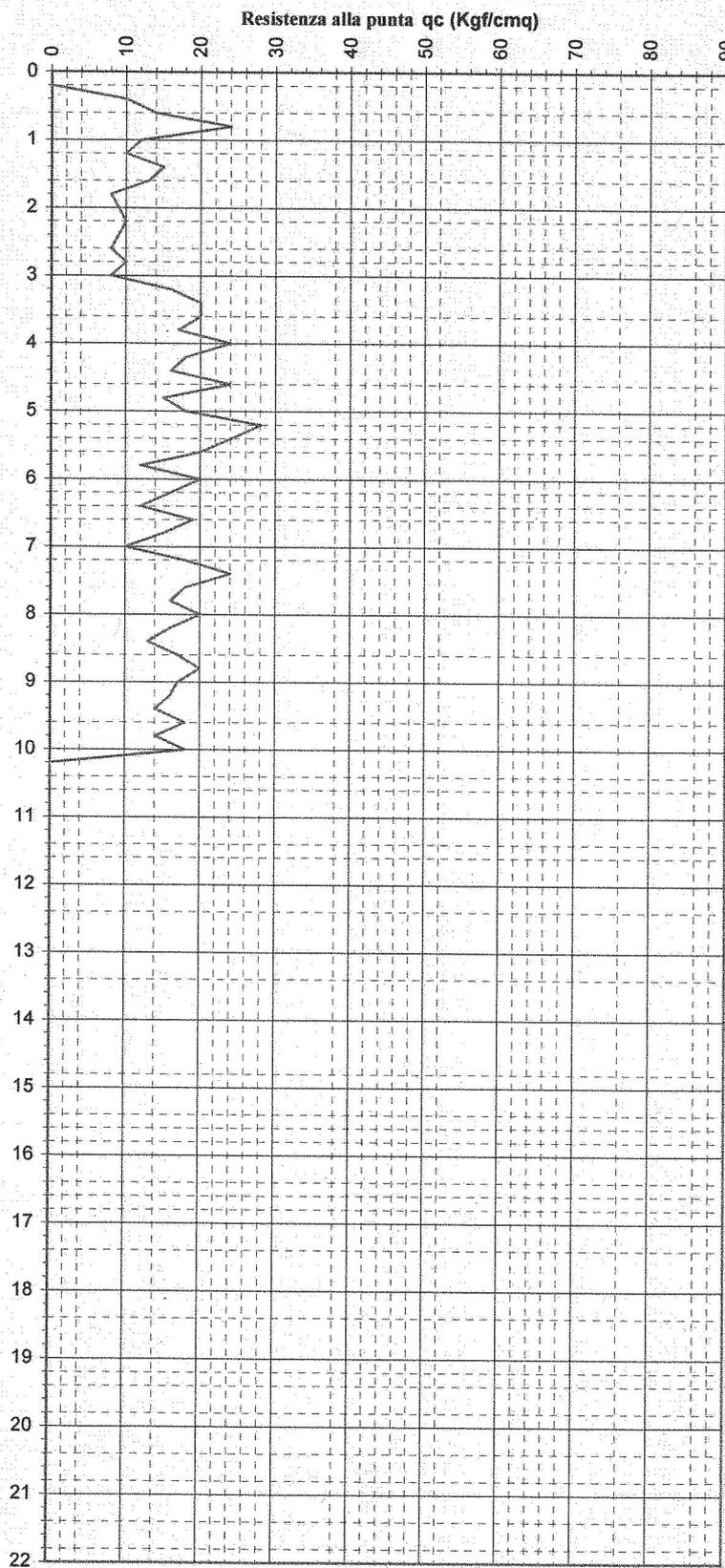
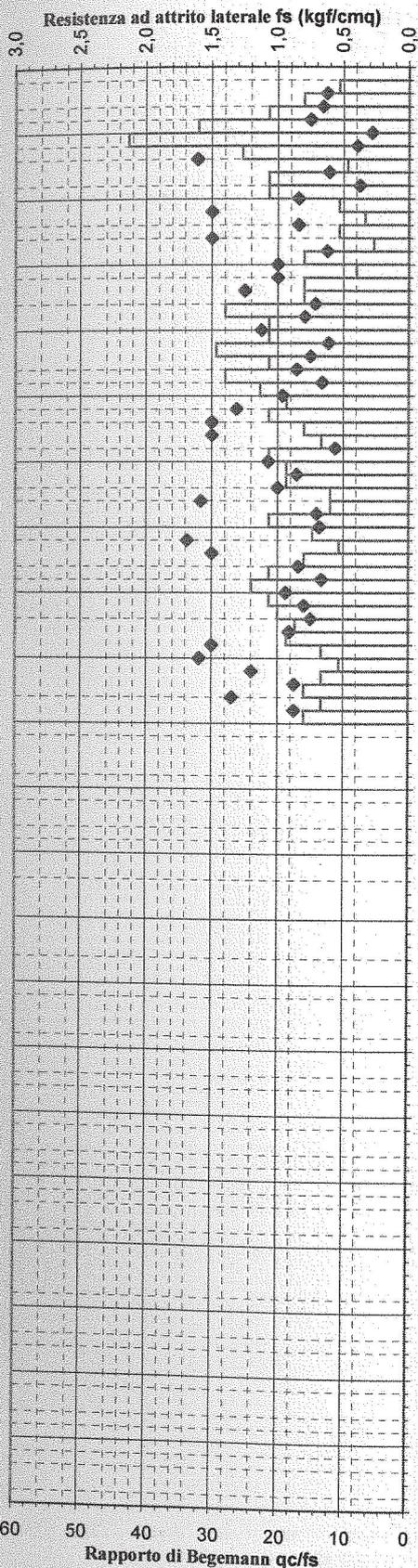
**STUDIO TECNOGEO**  
Dr. Geol. Riccardo Triches  
Via Malta n° 2 - 41012 Carpi (MO)  
tel 059-642606 cel. 0348-7442774  
e-mail: tecnogeofisica@tiscalinet.it

**Prova CPT n°**

**6**

QUOTA: piano campagna  
DATA: 22-mar-04  
CANTIERE: Reggio E. - Comparto San Lazzaro

COMMITTENTE:  
Amm. Comunale  
REGGIO EMILIA





**STUDIO TECNOGEO**

Dr. Geol. Riccardo Triches  
Via Malta n° 2 - 41012 Carpi (MO)  
tel 059-642606 cel. 0348-7442774  
e-mail: tecnogeofisica@tiscalinet.it

**Prova CPT n°**

**7**

QUOTA:

piano campagna

DATA:

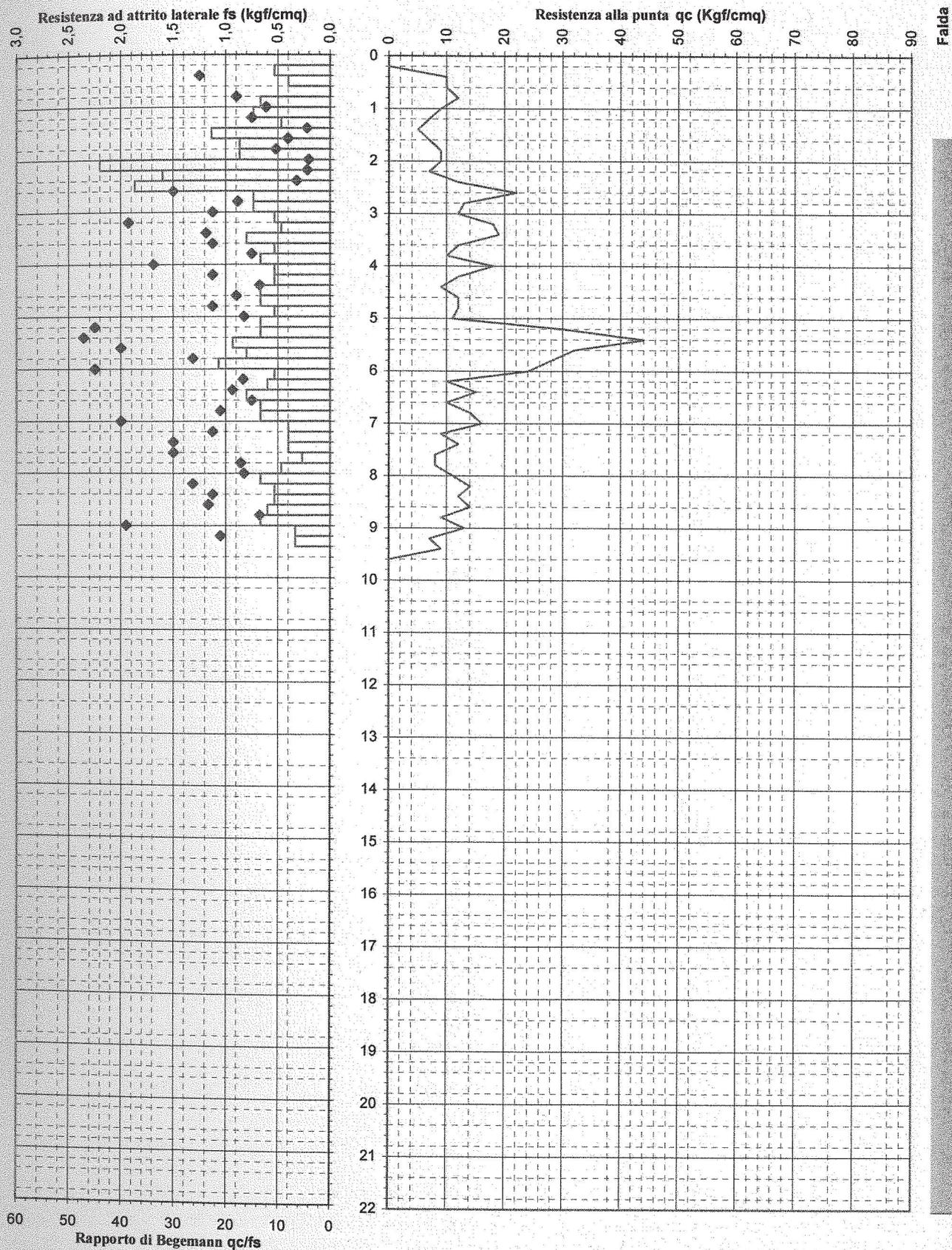
22-mar-04

CANTIERE:

Reggio E. - Comparto San Lazzaro

COMMITTENTE:

Amm. Comunale  
REGGIO EMILIA





**STUDIO TECNOGEO**

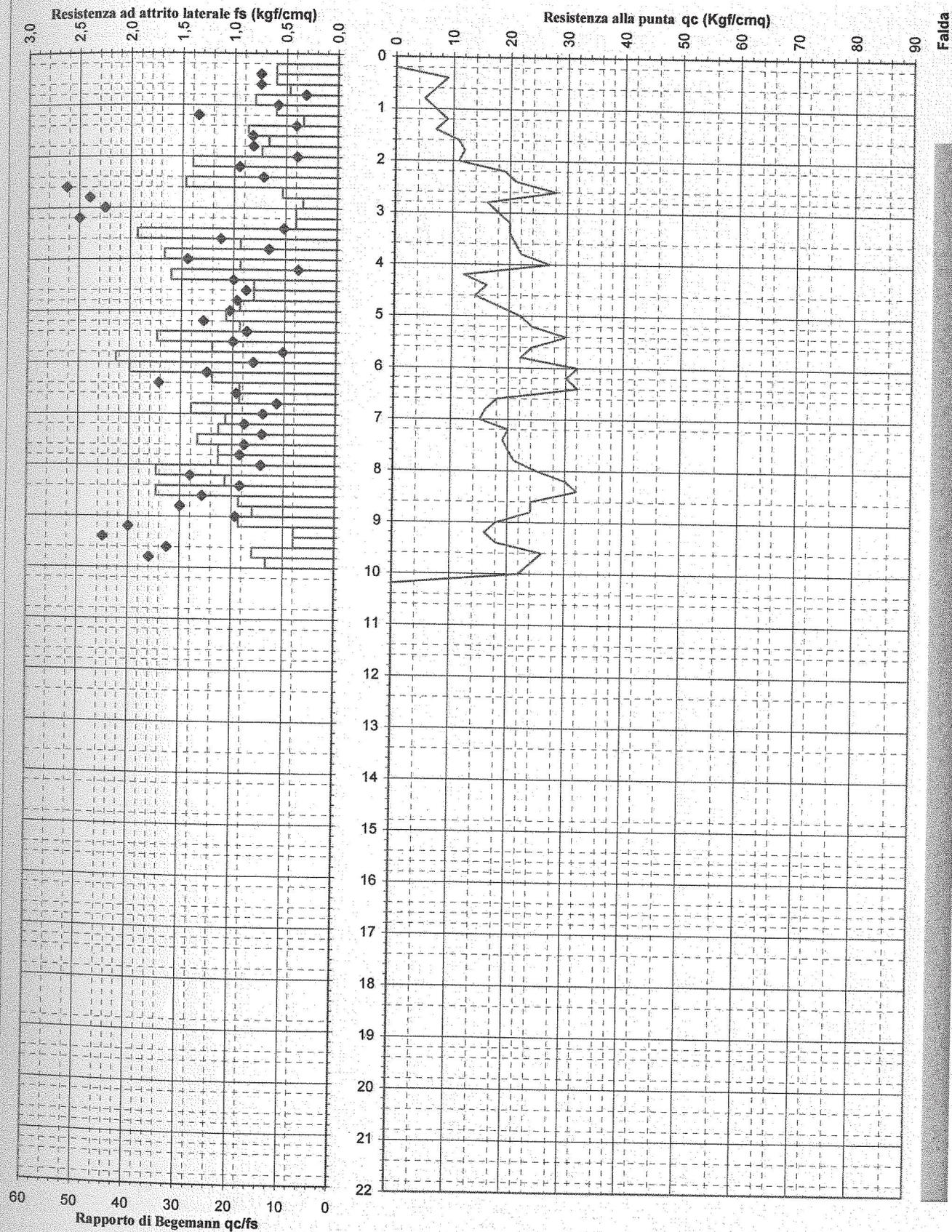
Dr. Geol. Riccardo Triches  
Via Malta n° 2 - 41012 Carpi (MO)  
tel 059-642606 cel. 0348-7442774  
e-mail: tecnogeofisica@tiscalinet.it

**Prova CPT n°**

**8**

QUOTA: piano campagna  
DATA: 22-mar-04  
CANTIERE: Reggio E. - Comparto San Lazzaro

COMMITTENTE:  
Amm. Comunale  
REGGIO EMILIA





**STUDIO TECNOGEO**

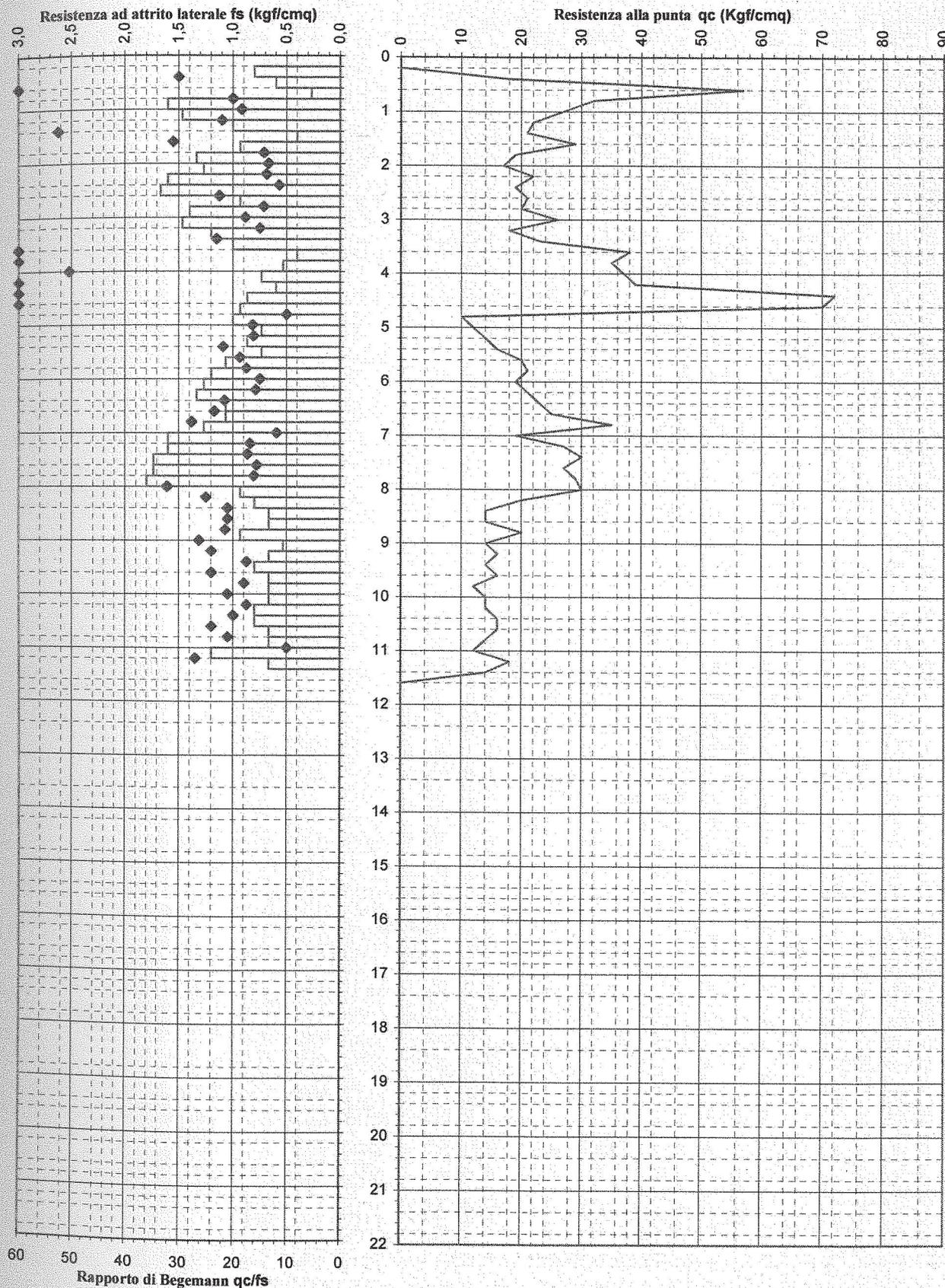
Dr. Geol. Riccardo Triches  
Via Malta n° 2 - 41012 Carpi (MO)  
tel 059-642606 cel. 0348-7442774  
e-mail: tecnogeofisica@tiscalinet.it

**Prova CPT n°**

**9**

QUOTA: piano campagna  
DATA: 22-mar-04  
CANTIERE: Reggio E. - Comparto San Lazzaro

COMMITTENTE:  
Amm. Comunale  
REGGIO EMILIA



Falda

**TECNOGEOFISICA S.N.C.**

Via Malta 2 - 41012 Carpi (MO)

info@tecnogefisica.com

www.tecnogefisica.com

**Prova CPT n°**

**A**

QUOTA:

Piano campagna

DATA:

3-mar-10

CANTIERE:

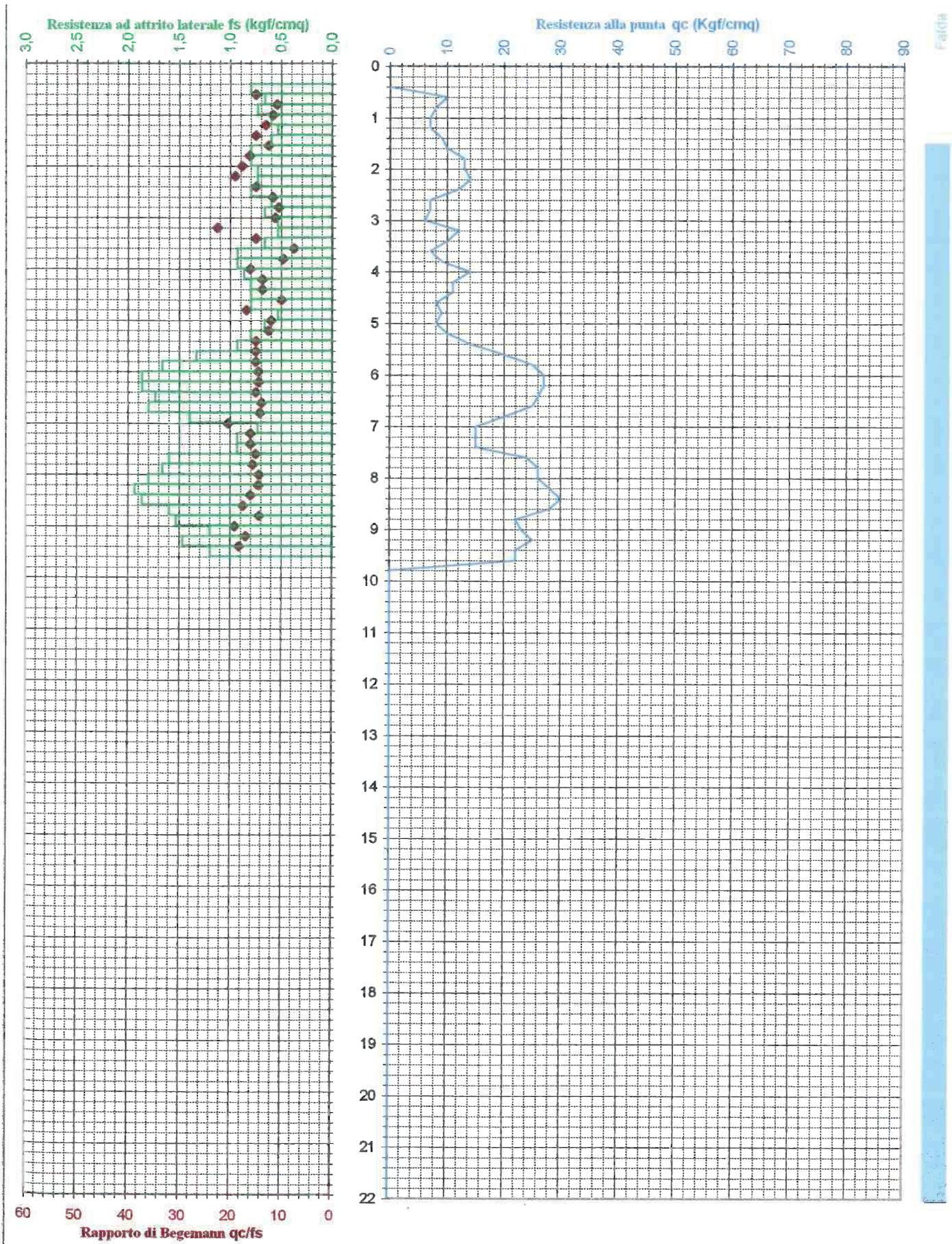
S Lazzaro - Reggio Emilia

COMMITTENTE:

Comune di Reggio Emilia

Area Ing. e gestione delle infras.

via Guidelli, 2 - Reggio Emilia



**TECNOGEOFISICA S.N.C.**

Via Malta 2 - 41012 Carpi (MO)

info@tecnogefisica.com

www.tecnogefisica.com

**Prova CPT n°**

**B**

QUOTA:

Piano campagna

DATA:

3-mar-10

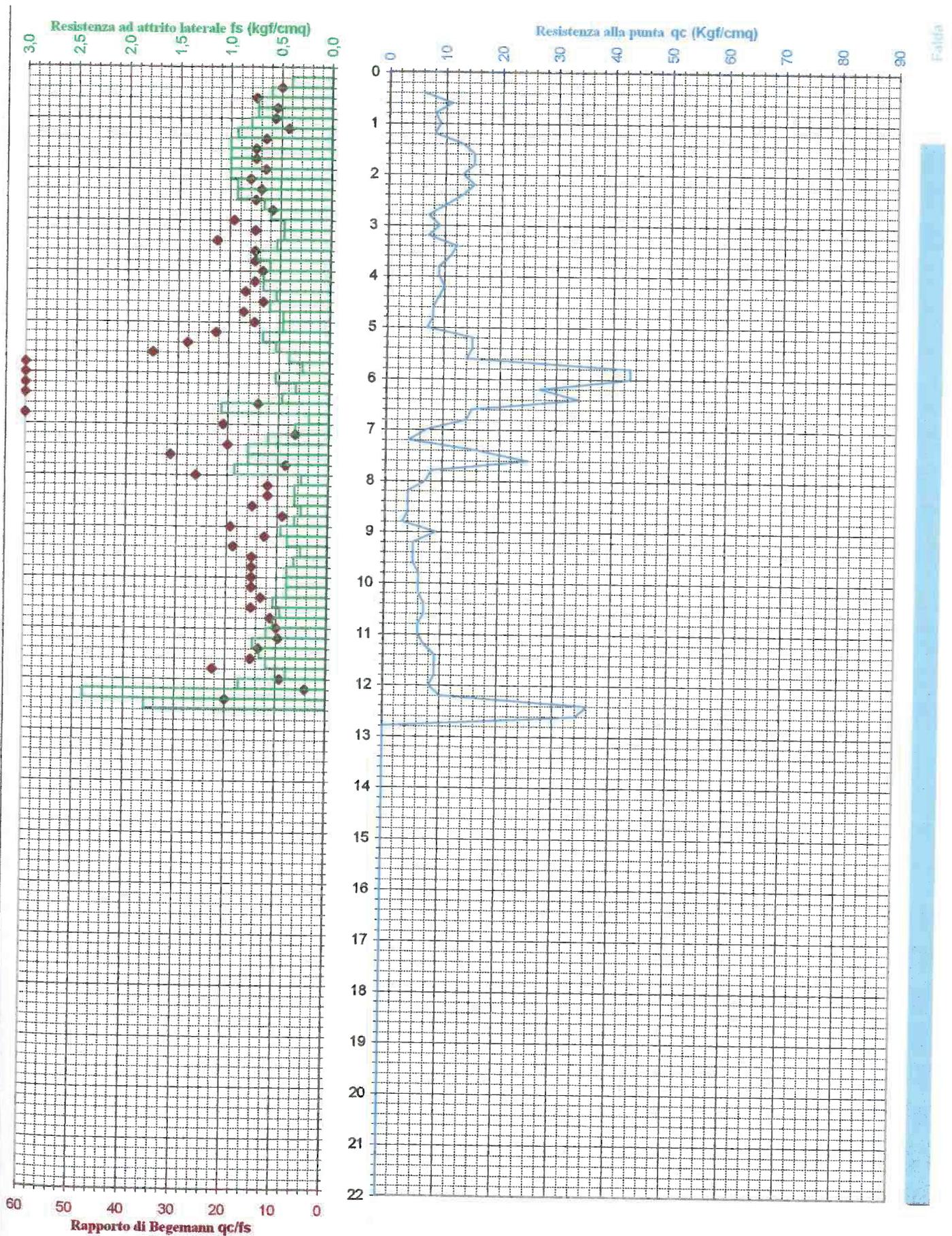
CANTIERE:

S Lazzaro - Reggio Emilia

COMMITTENTE:

Comune di Reggio Emilia

Area Ing. e gestione delle infras.  
via Guidelli, 2 - Reggio Emilia



**TECNOGEOFISICA S.N.C.**

Via Malta 2 - 41012 Carpi (MO)

info@tecnogeo fisica.com

www.tecnogeo fisica.com

**Prova CPT n°**

**C**

QUOTA:

Piano campagna

DATA:

3-mar-10

CANTIERE:

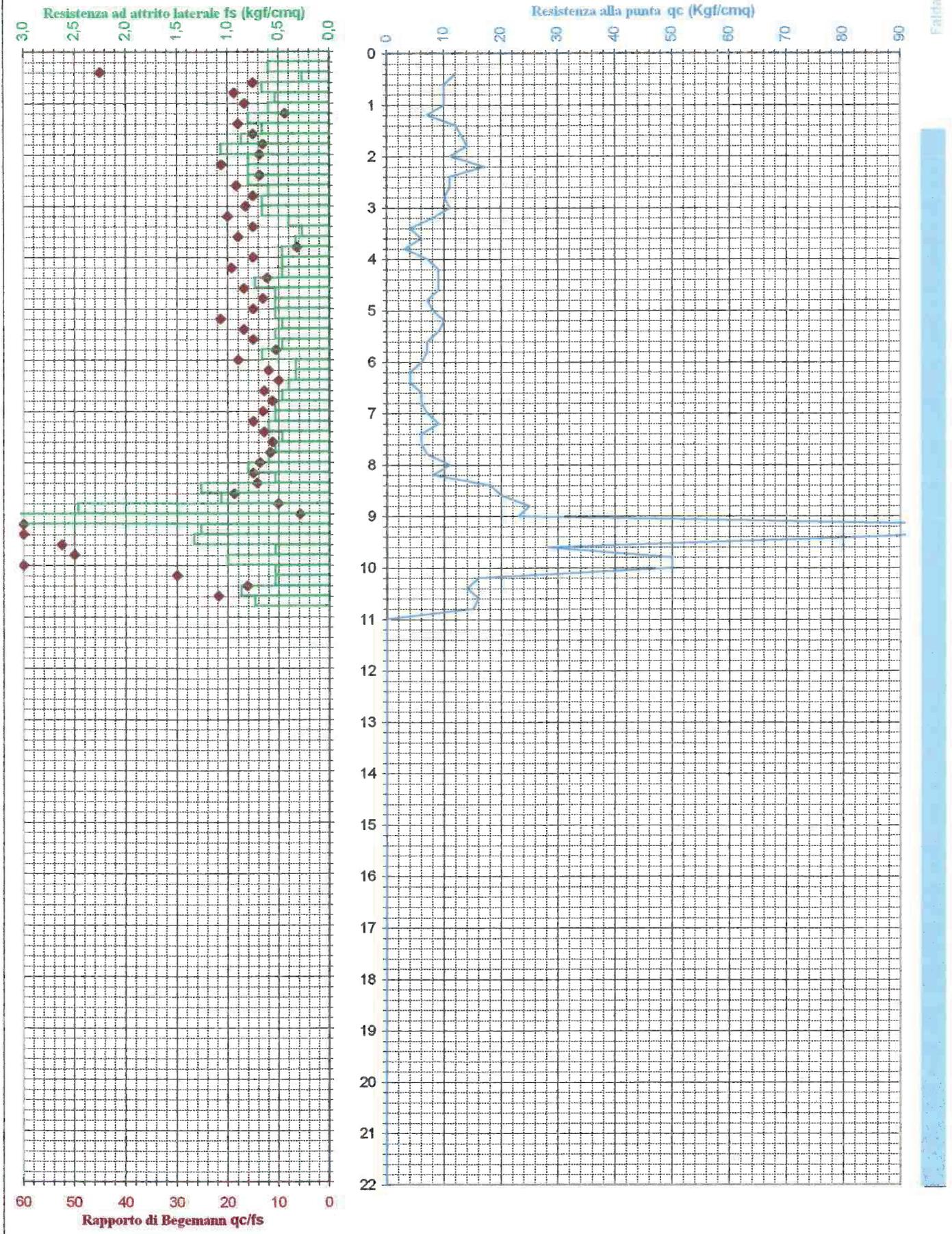
S Lazzaro - Reggio Emilia

COMMITTENTE:

Comune di Reggio Emilia

Area Ing. e gestione delle infras.

via Guidelli, 2 - Reggio Emilia



**TECNOGEOFISICA S.N.C.**

Via Malta 2 - 41012 Carpi (MO)

info@tecnogefisica.com

www.tecnogefisica.com

**Prova CPT n°**

**1**

QUOTA:

Piano campagna

DATA:

21-mag-09

CANTIERE:

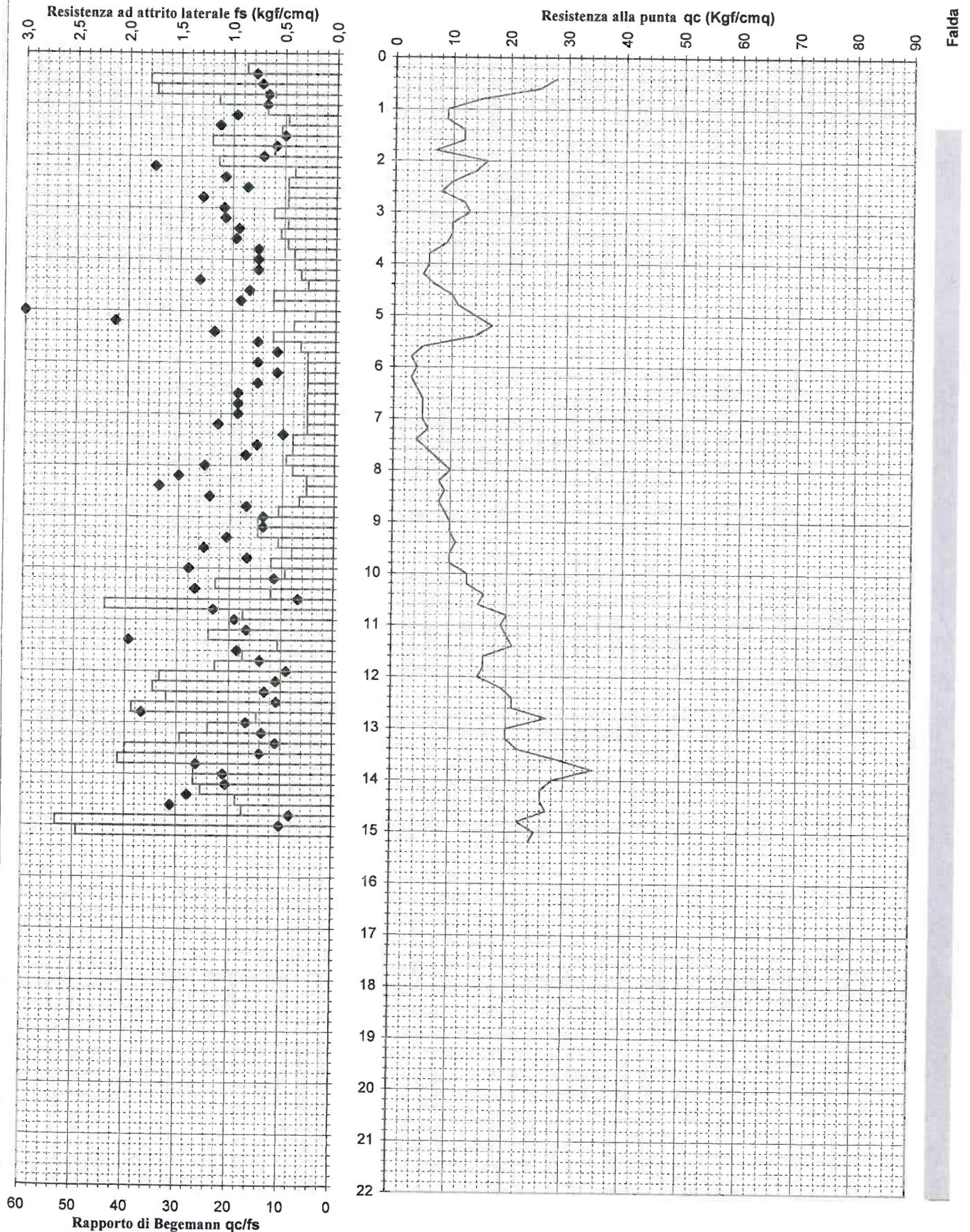
ex Porcilaia-Reggio Emilia

COMMITTENTE:

ISTITUTO ZOOPROFILATTICO

Via A. Bianchi 9

BRESCIA



**TECNOGEOFISICA S.N.C.**

Via Malta 2 - 41012 Carpi (MO)

info@tecnogefisica.com

www.tecnogefisica.com

**Prova CPT n°**

**2**

QUOTA:

piano campagna

DATA:

21-mag-09

CANTIERE:

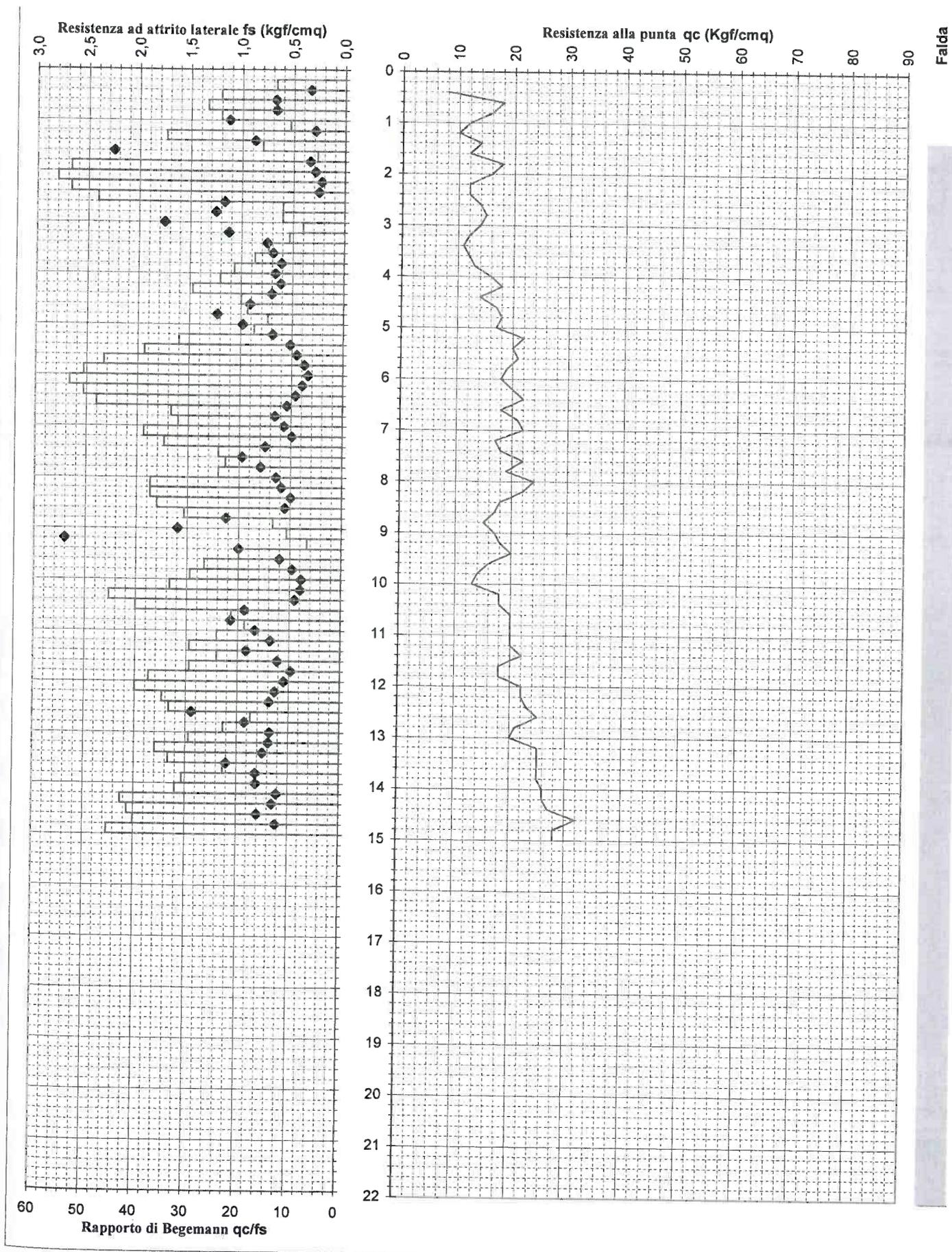
ex Porcilaia- Reggio Emilia

COMMITTENTE:

ISTITUTO ZOOPROFILATTICO

Via A. Bianchi 9

BRESCIA



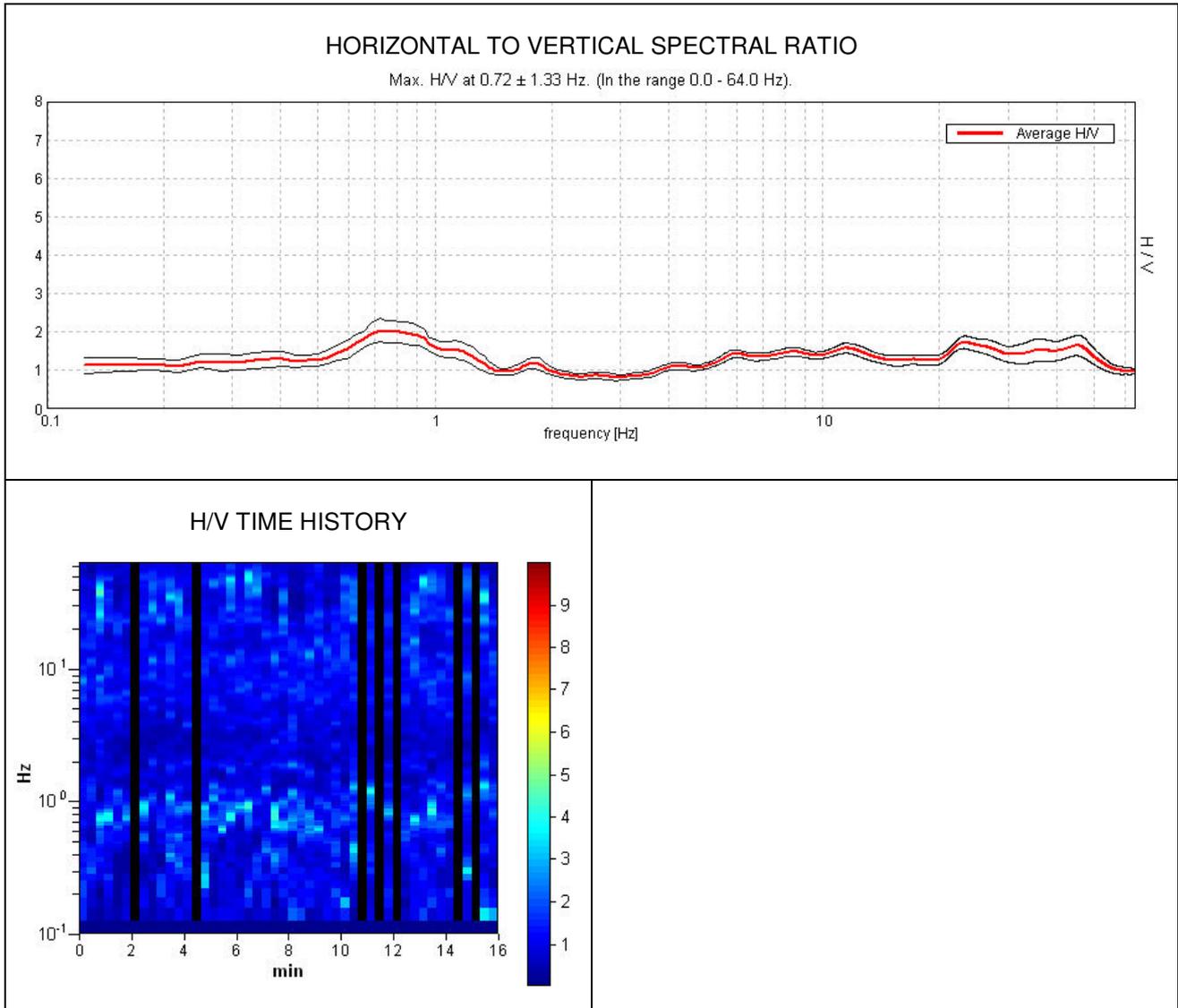
## **Allegato n° 2**

# **Indagini geofisiche**

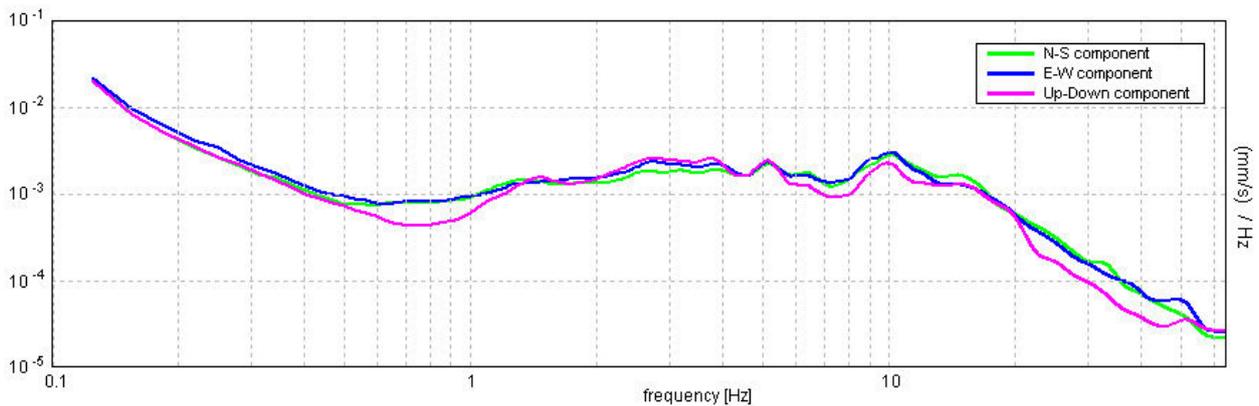
## REGGIO5, TR069

Start recording: 07/06/13 15:16:18      End recording: 07/06/13 15:32:18  
Channel labels: NORTH SOUTH; EAST WEST ; UP DOWN  
GPS data not available

Trace length: 0h16'00".      Analyzed 85% trace (manual window selection)  
Sampling frequency: 128 Hz  
Window size: 20 s  
Smoothing window: Triangular window  
Smoothing: 10%



SINGLE COMPONENT SPECTRA



**Max. H/V at 0.72 ± 1.33 Hz. (in the range 0.0 - 64.0 Hz).**

**Criteria for a reliable HVSR curve**

[All 3 should be fulfilled]

$f_0 > 10 / L_w$	0.72 > 0.50	OK	
$n_c(f_0) > 200$	589.4 > 200	OK	
$\sigma_A(f) < 2$ for $0.5f_0 < f < 2f_0$ if $f_0 > 0.5\text{Hz}$ $\sigma_A(f) < 3$ for $0.5f_0 < f < 2f_0$ if $f_0 < 0.5\text{Hz}$	Exceeded 0 out of 36 times	OK	

**Criteria for a clear HVSR peak**

[At least 5 out of 6 should be fulfilled]

<b>Exists <math>f^-</math> in <math>[f_0/4, f_0]</math>   <math>A_{H/V}(f^-) &lt; A_0 / 2</math></b>			<b>NO</b>
<b>Exists <math>f^+</math> in <math>[f_0, 4f_0]</math>   <math>A_{H/V}(f^+) &lt; A_0 / 2</math></b>	1.438 Hz	OK	
<b><math>A_0 &gt; 2</math></b>	2.05 > 2	OK	
<b><math>f_{\text{peak}}[A_{H/V}(f) \pm \sigma_A(f)] = f_0 \pm 5\%</math></b>	$ 0.90721  < 0.05$		<b>NO</b>
<b><math>\sigma_f &lt; \varepsilon(f_0)</math></b>	0.65206 < 0.10781		<b>NO</b>
<b><math>\sigma_A(f_0) &lt; \theta(f_0)</math></b>	0.148 < 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
$\varepsilon(f_0)$	threshold value for the stability condition $\sigma_f < \varepsilon(f_0)$
$A_0$	H/V peak amplitude at frequency $f_0$
$A_{H/V}(f)$	H/V curve amplitude at frequency $f$
$f^-$	frequency between $f_0/4$ and $f_0$ for which $A_{H/V}(f^-) < A_0/2$
$f^+$	frequency between $f_0$ and $4f_0$ for which $A_{H/V}(f^+) < A_0/2$
$\sigma_A(f)$	standard deviation of $A_{H/V}(f)$ , $\sigma_A(f)$ is the factor by which the mean $A_{H/V}(f)$ curve should be multiplied or divided
$\sigma_{\log H/V}(f)$	standard deviation of $\log A_{H/V}(f)$ curve
$\theta(f_0)$	threshold value for the stability condition $\sigma_A(f) < \theta(f_0)$

**Threshold values for  $\sigma_f$  and  $\sigma_A(f_0)$**

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

## SAN LAZZARO REGGIO, HVSR1

Strumento: TRZ-0189/01-12

Formato dati: 16 byte

Fondo scala [mV]: n.a.

Inizio registrazione: 09/02/17 10:49:50 Fine registrazione: 09/02/17 11:05:50

Nomi canali: NORTH SOUTH; EAST WEST ; UP DOWN

Dato GPS non disponibile

Durata registrazione: 0h16'00".

Analizzato 71% tracciato (selezione manuale)

Freq. campionamento: 128 Hz

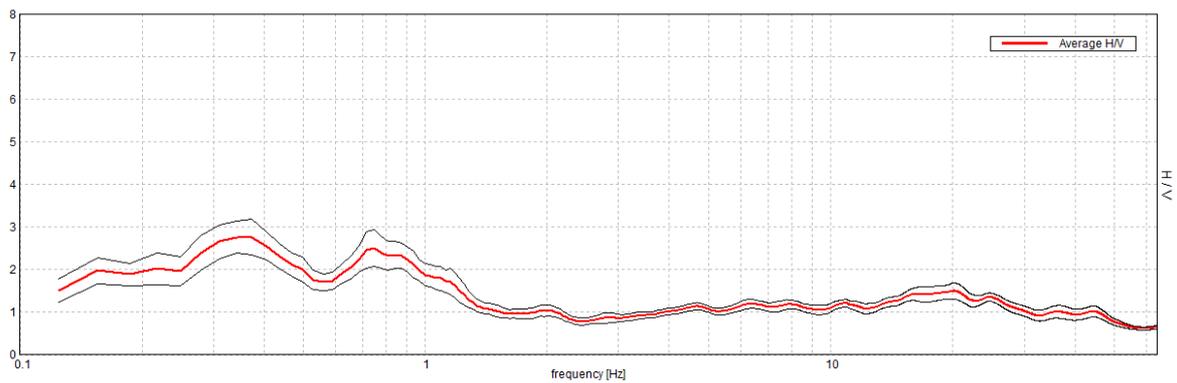
Lunghezza finestre: 20 s

Tipo di lisciamento: Triangular window

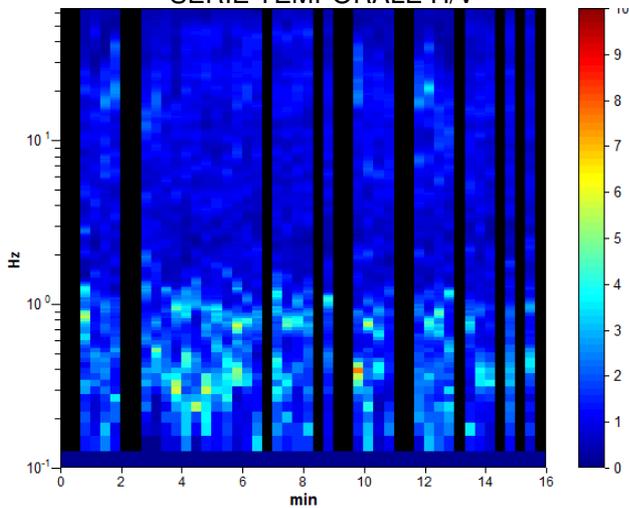
Lisciamento: 10%

### RAPPORTO SPETTRALE ORIZZONTALE SU VERTICALE

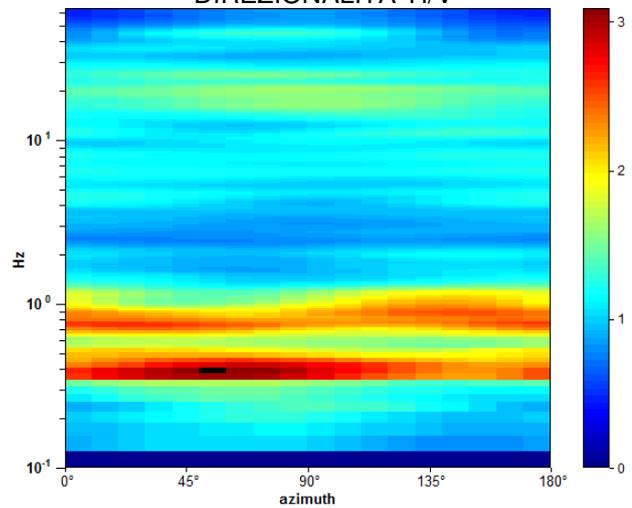
Picco H/V a  $0.34 \pm 0.18$  Hz (nell'intervallo 0.0 - 64.0 Hz).



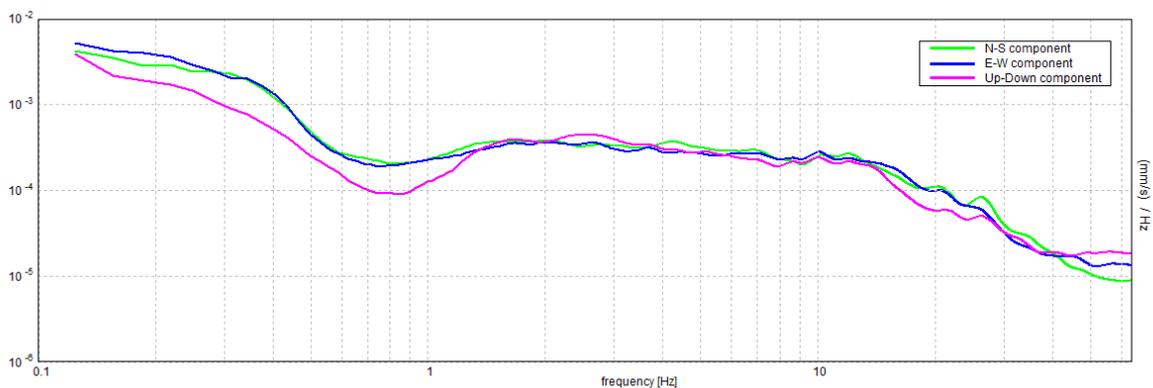
### SERIE TEMPORALE H/V



### DIREZIONALITA' H/V



### SPETTRI DELLE SINGOLE COMPONENTI



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

**Picco H/V a  $0.34 \pm 0.18$  Hz (nell'intervallo 0.0 - 64.0 Hz).**

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

[Tutti 3 dovrebbero risultare soddisfatti]

$f_0 > 10 / L_w$	$0.34 > 0.50$		<b>NO</b>
$n_c(f_0) > 200$	$233.8 > 200$	<b>OK</b>	
$\sigma_A(f) < 2$ per $0.5f_0 < f < 2f_0$ se $f_0 > 0.5\text{Hz}$ $\sigma_A(f) < 3$ per $0.5f_0 < f < 2f_0$ se $f_0 < 0.5\text{Hz}$	Superato 0 volte su 18	<b>OK</b>	

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

[Almeno 5 su 6 dovrebbero essere soddisfatti]

<b>Esiste <math>f^-</math> in <math>[f_0/4, f_0]</math>   <math>A_{H/V}(f^-) &lt; A_0 / 2</math></b>	0.094 Hz	<b>OK</b>	
<b>Esiste <math>f^+</math> in <math>[f_0, 4f_0]</math>   <math>A_{H/V}(f^+) &lt; A_0 / 2</math></b>	1.281 Hz	<b>OK</b>	
$A_0 > 2$	$2.76 > 2$	<b>OK</b>	
$f_{\text{picco}}[A_{H/V}(f) \pm \sigma_A(f)] = f_0 \pm 5\%$	$ 0.53215  < 0.05$		<b>NO</b>
$\sigma_f < \varepsilon(f_0)$	$0.18293 < 0.06875$		<b>NO</b>
$\sigma_A(f_0) < \theta(f_0)$	$0.3738 < 2.5$	<b>OK</b>	

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

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

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

## SAN LAZZARO REGGIO, HVSR2

Strumento: TRZ-0189/01-12

Formato dati: 16 byte

Fondo scala [mV]: n.a.

Inizio registrazione: 09/02/17 11:11:51 Fine registrazione: 09/02/17 11:27:51

Nomi canali: NORTH SOUTH; EAST WEST ; UP DOWN

Dato GPS non disponibile

Durata registrazione: 0h16'00".

Analizzato 65% tracciato (selezione manuale)

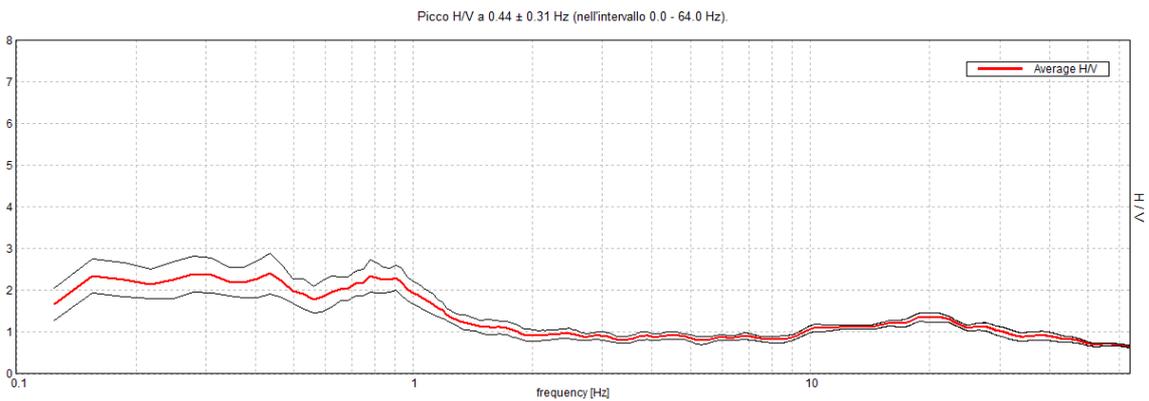
Freq. campionamento: 128 Hz

Lunghezza finestre: 20 s

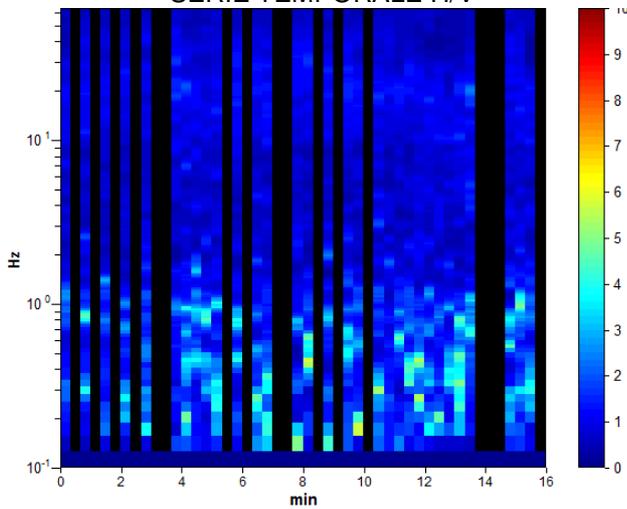
Tipo di lisciamento: Triangular window

Lisciamento: 10%

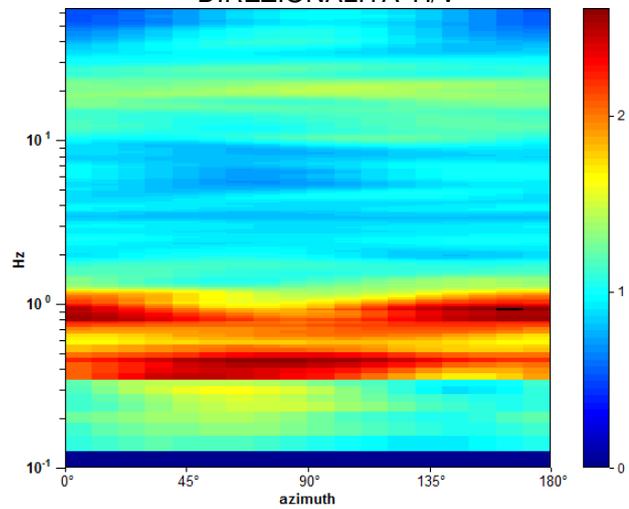
### RAPPORTO SPETTRALE ORIZZONTALE SU VERTICALE



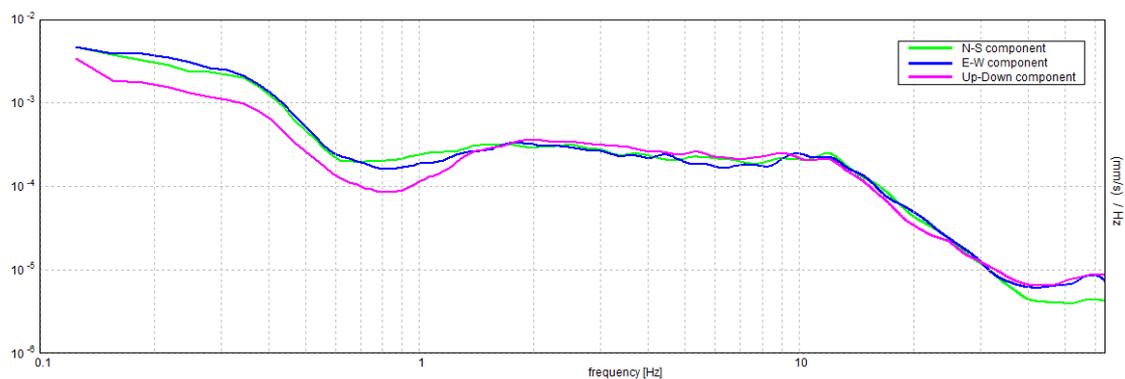
### SERIE TEMPORALE H/V



### DIREZIONALITA' H/V



### SPETTRI DELLE SINGOLE COMPONENTI



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

**Picco H/V a  $0.44 \pm 0.31$  Hz (nell'intervallo 0.0 - 64.0 Hz).**

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

[Tutti 3 dovrebbero risultare soddisfatti]

$f_0 > 10 / L_w$	$0.44 > 0.50$		<b>NO</b>
$n_c(f_0) > 200$	$271.3 > 200$	<b>OK</b>	
$\sigma_A(f) < 2$ per $0.5f_0 < f < 2f_0$ se $f_0 > 0.5\text{Hz}$ $\sigma_A(f) < 3$ per $0.5f_0 < f < 2f_0$ se $f_0 < 0.5\text{Hz}$	Superato 0 volte su 22	<b>OK</b>	

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

[Almeno 5 su 6 dovrebbero essere soddisfatti]

<b>Esiste <math>f^-</math> in <math>[f_0/4, f_0]</math>   <math>A_{H/V}(f^-) &lt; A_0 / 2</math></b>			<b>NO</b>
<b>Esiste <math>f^+</math> in <math>[f_0, 4f_0]</math>   <math>A_{H/V}(f^+) &lt; A_0 / 2</math></b>	1.406 Hz	<b>OK</b>	
$A_0 > 2$	$2.41 > 2$	<b>OK</b>	
$f_{\text{picco}}[A_{H/V}(f) \pm \sigma_A(f)] = f_0 \pm 5\%$	$ 0.70126  < 0.05$		<b>NO</b>
$\sigma_f < \varepsilon(f_0)$	$0.3068 < 0.0875$		<b>NO</b>
$\sigma_A(f_0) < \theta(f_0)$	$0.4917 < 2.5$	<b>OK</b>	

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

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

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

### SAN LAZZARO REGGIO, HVSR3

Strumento: TRZ-0189/01-12

Formato dati: 16 byte

Fondo scala [mV]: n.a.

Inizio registrazione: 09/02/17 11:37:05 Fine registrazione: 09/02/17 11:53:05

Nomi canali: NORTH SOUTH; EAST WEST ; UP DOWN

Dato GPS non disponibile

Durata registrazione: 0h16'00".

Analizzato 60% tracciato (selezione manuale)

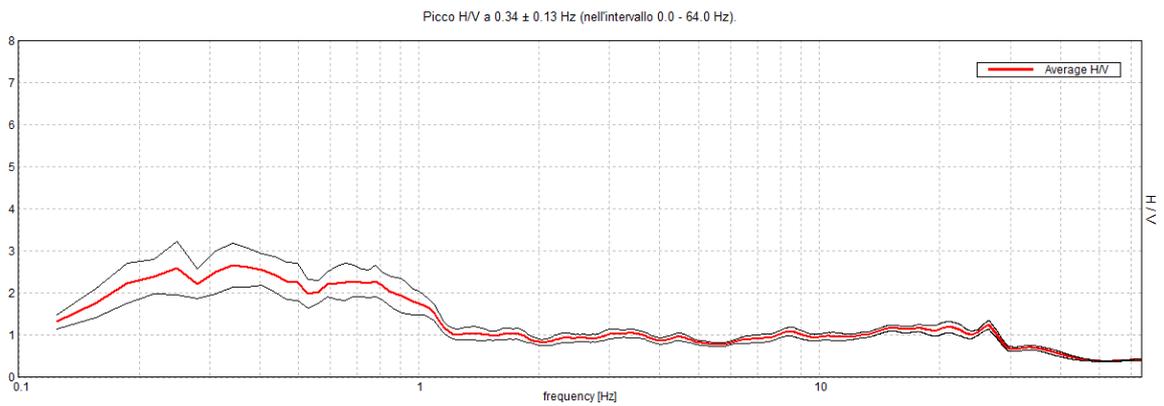
Freq. campionamento: 128 Hz

Lunghezza finestre: 20 s

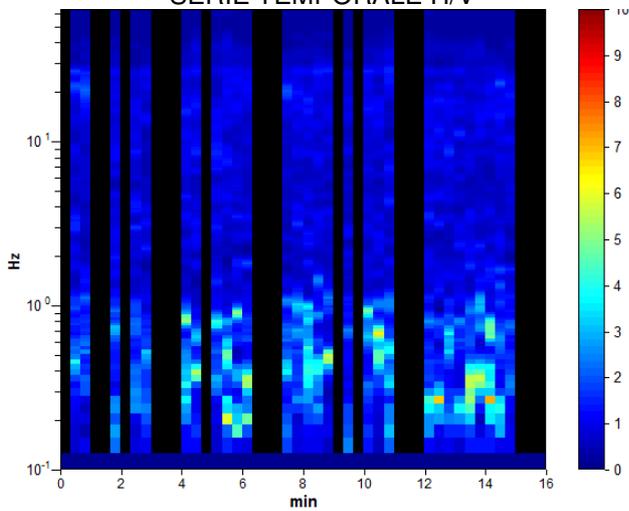
Tipo di lisciamento: Triangular window

Lisciamento: 10%

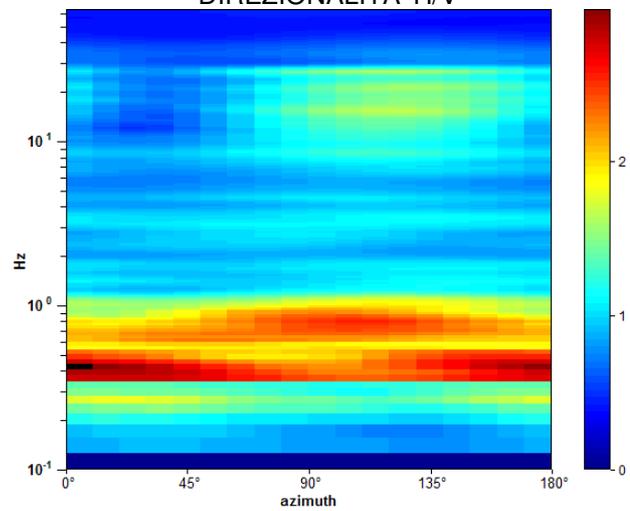
### RAPPORTO SPETTRALE ORIZZONTALE SU VERTICALE



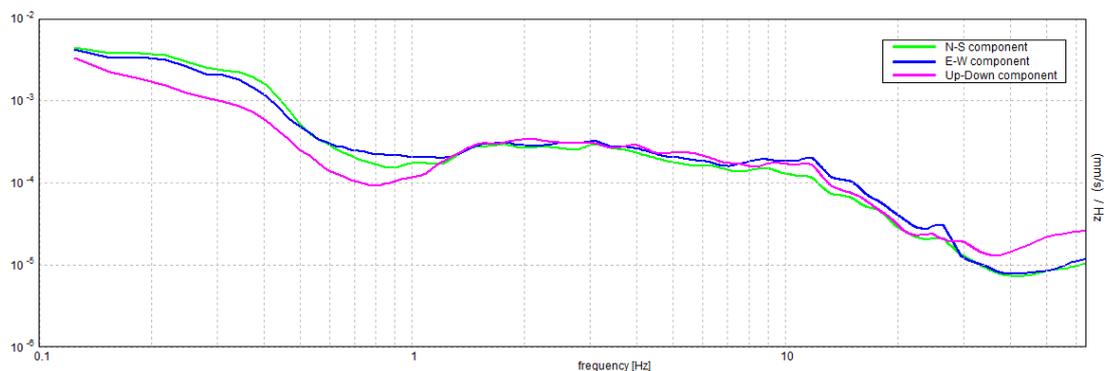
### SERIE TEMPORALE H/V



### DIREZIONALITA' H/V



### SPETTRI DELLE SINGOLE COMPONENTI



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

**Picco H/V a  $0.34 \pm 0.13$  Hz (nell'intervallo 0.0 - 64.0 Hz).**

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

[Tutti 3 dovrebbero risultare soddisfatti]

$f_0 > 10 / L_w$	$0.34 > 0.50$		<b>NO</b>
$n_c(f_0) > 200$	$199.4 > 200$		<b>NO</b>
$\sigma_A(f) < 2$ per $0.5f_0 < f < 2f_0$ se $f_0 > 0.5\text{Hz}$ $\sigma_A(f) < 3$ per $0.5f_0 < f < 2f_0$ se $f_0 < 0.5\text{Hz}$	Superato 0 volte su 18	<b>OK</b>	

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

[Almeno 5 su 6 dovrebbero essere soddisfatti]

Esiste $f^-$ in $[f_0/4, f_0]$   $A_{H/V}(f^-) < A_0 / 2$	0.125 Hz	<b>OK</b>	
Esiste $f^+$ in $[f_0, 4f_0]$   $A_{H/V}(f^+) < A_0 / 2$	1.156 Hz	<b>OK</b>	
$A_0 > 2$	$2.67 > 2$	<b>OK</b>	
$f_{\text{picco}}[A_{H/V}(f) \pm \sigma_A(f)] = f_0 \pm 5\%$	$ 0.36481  < 0.05$		<b>NO</b>
$\sigma_f < \varepsilon(f_0)$	$0.1254 < 0.06875$		<b>NO</b>
$\sigma_A(f_0) < \theta(f_0)$	$0.516 < 2.5$	<b>OK</b>	

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

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

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

### SAN LAZZARO REGGIO, HVSR4

Strumento: TRZ-0189/01-12

Formato dati: 16 byte

Fondo scala [mV]: n.a.

Inizio registrazione: 09/02/17 12:01:09 Fine registrazione: 09/02/17 12:17:09

Nomi canali: NORTH SOUTH; EAST WEST ; UP DOWN

Dato GPS non disponibile

Durata registrazione: 0h16'00". Analizzato 69% tracciato (selezione manuale)

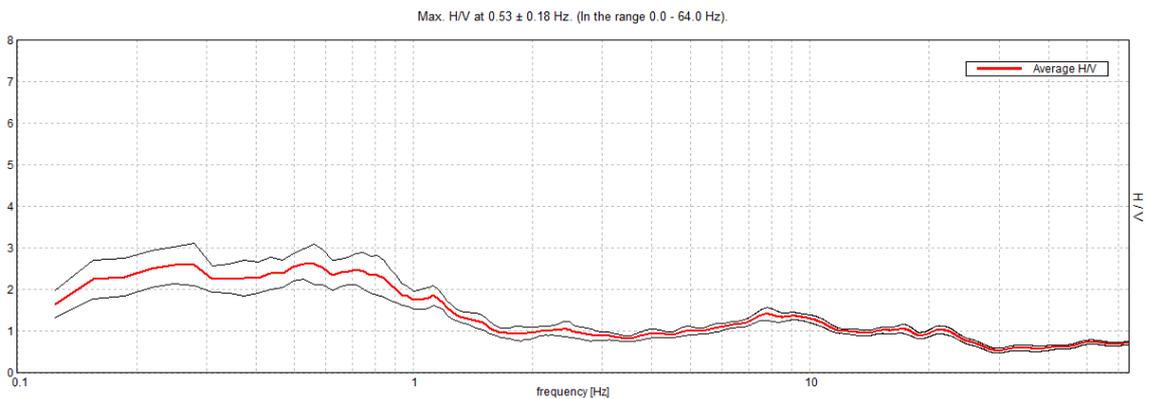
Freq. campionamento: 128 Hz

Lunghezza finestre: 20 s

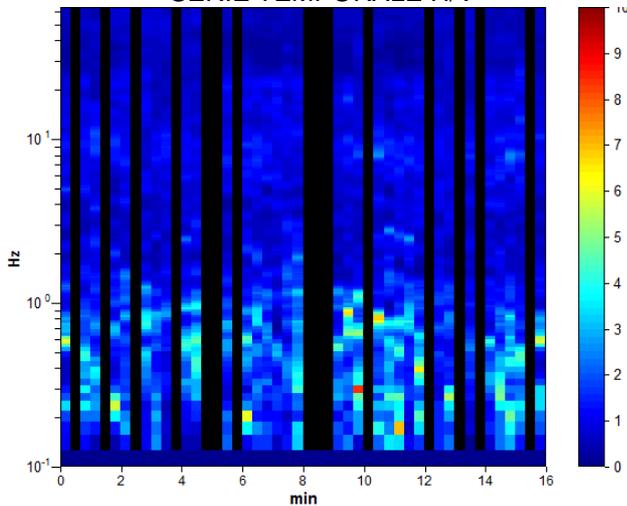
Tipo di lisciamento: Triangular window

Lisciamento: 10%

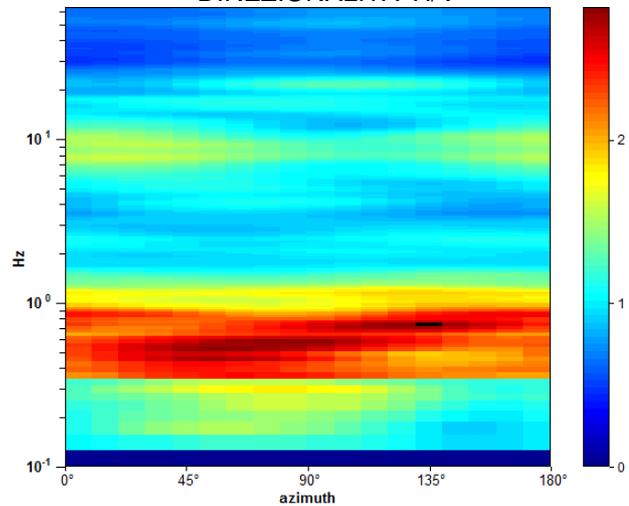
### RAPPORTO SPETTRALE ORIZZONTALE SU VERTICALE



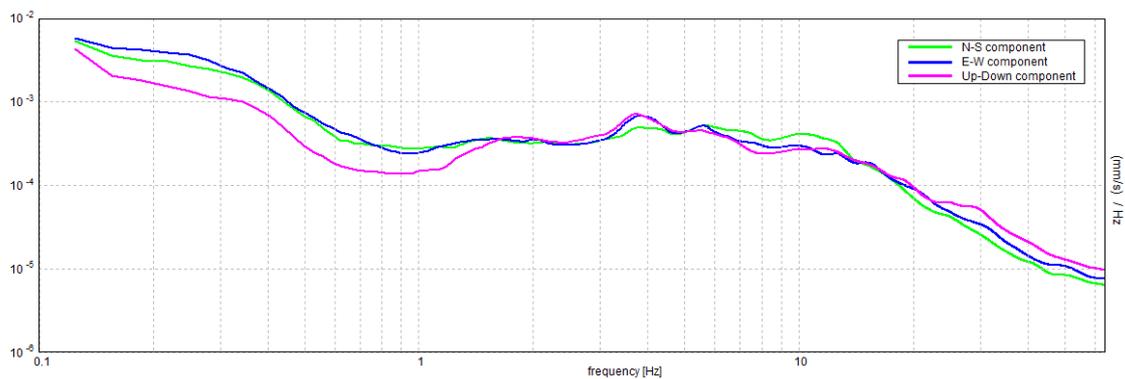
### SERIE TEMPORALE H/V



### DIREZIONALITA' H/V



### SPETTRI DELLE SINGOLE COMPONENTI



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

**Picco H/V a  $0.53 \pm 0.18$  Hz (nell'intervallo 0.0 - 64.0 Hz).**

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

[Tutti 3 dovrebbero risultare soddisfatti]

$f_0 > 10 / L_w$	$0.53 > 0.50$	OK	
$n_c(f_0) > 200$	$350.6 > 200$	OK	
$\sigma_A(f) < 2$ per $0.5f_0 < f < 2f_0$ se $f_0 > 0.5\text{Hz}$ $\sigma_A(f) < 3$ per $0.5f_0 < f < 2f_0$ se $f_0 < 0.5\text{Hz}$	Superato 0 volte su 26	OK	

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

[Almeno 5 su 6 dovrebbero essere soddisfatti]

Esiste $f^-$ in $[f_0/4, f_0]$   $A_{H/V}(f^-) < A_0 / 2$			NO
Esiste $f^+$ in $[f_0, 4f_0]$   $A_{H/V}(f^+) < A_0 / 2$	1.406 Hz	OK	
$A_0 > 2$	$2.62 > 2$	OK	
$f_{\text{picco}}[A_{H/V}(f) \pm \sigma_A(f)] = f_0 \pm 5\%$	$ 0.33118  < 0.05$		NO
$\sigma_f < \varepsilon(f_0)$	$0.17594 < 0.07969$		NO
$\sigma_A(f_0) < \theta(f_0)$	$0.3661 < 2.0$	OK	

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

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

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

### SAN LAZZARO REGGIO, HVSR5

Strumento: TRZ-0189/01-12

Formato dati: 16 byte

Fondo scala [mV]: n.a.

Inizio registrazione: 09/02/17 12:29:33 Fine registrazione: 09/02/17 12:45:34

Nomi canali: NORTH SOUTH; EAST WEST ; UP DOWN

Dato GPS non disponibile

Durata registrazione: 0h16'00".

Analizzato 60% tracciato (selezione manuale)

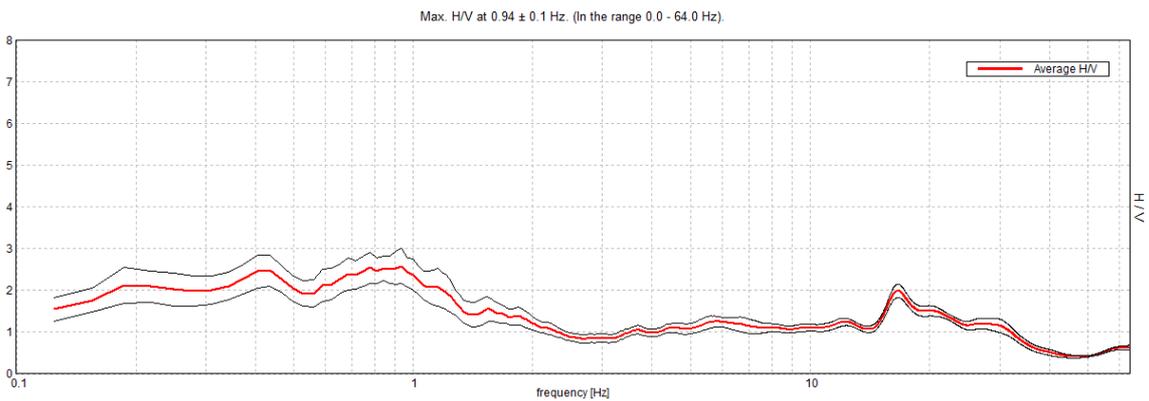
Freq. campionamento: 128 Hz

Lunghezza finestre: 20 s

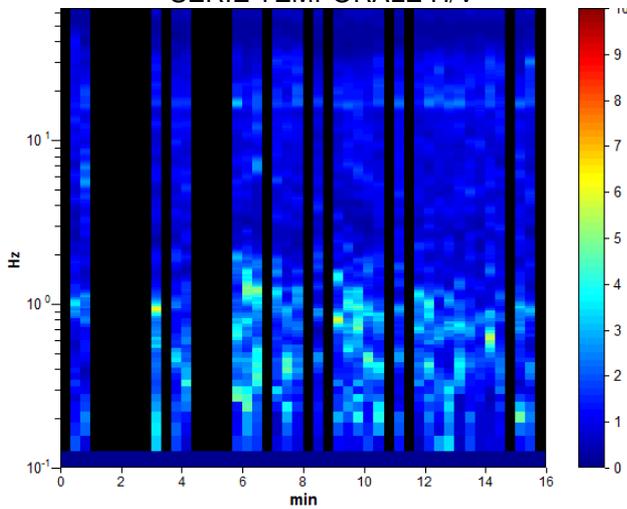
Tipo di lisciamento: Triangular window

Lisciamento: 10%

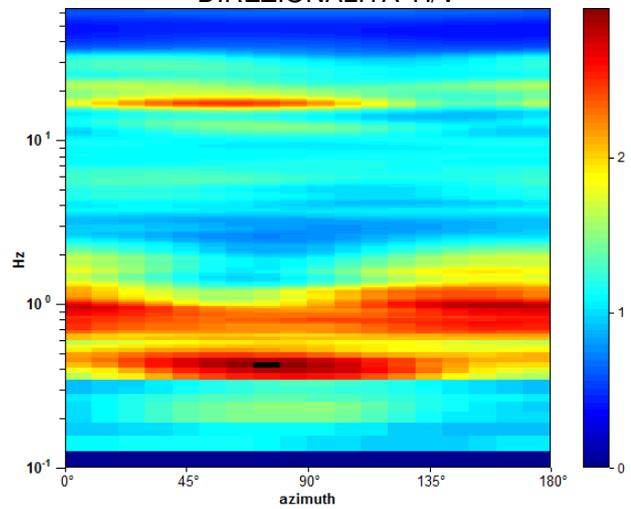
### RAPPORTO SPETTRALE ORIZZONTALE SU VERTICALE



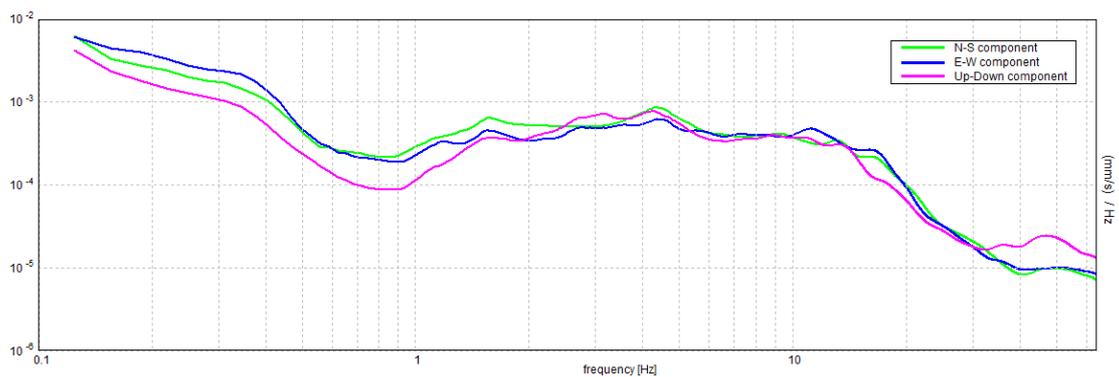
### SERIE TEMPORALE H/V



### DIREZIONALITA' H/V



### SPETTRI DELLE SINGOLE COMPONENTI



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

**Picco H/V a  $0.94 \pm 0.1$  Hz (nell'intervallo 0.0 - 64.0 Hz).**

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

[Tutti 3 dovrebbero risultare soddisfatti]

$f_0 > 10 / L_w$	$0.94 > 0.50$	OK	
$n_c(f_0) > 200$	$543.8 > 200$	OK	
$\sigma_A(f) < 2$ per $0.5f_0 < f < 2f_0$ se $f_0 > 0.5\text{Hz}$ $\sigma_A(f) < 3$ per $0.5f_0 < f < 2f_0$ se $f_0 < 0.5\text{Hz}$	Superato 0 volte su 46	OK	

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

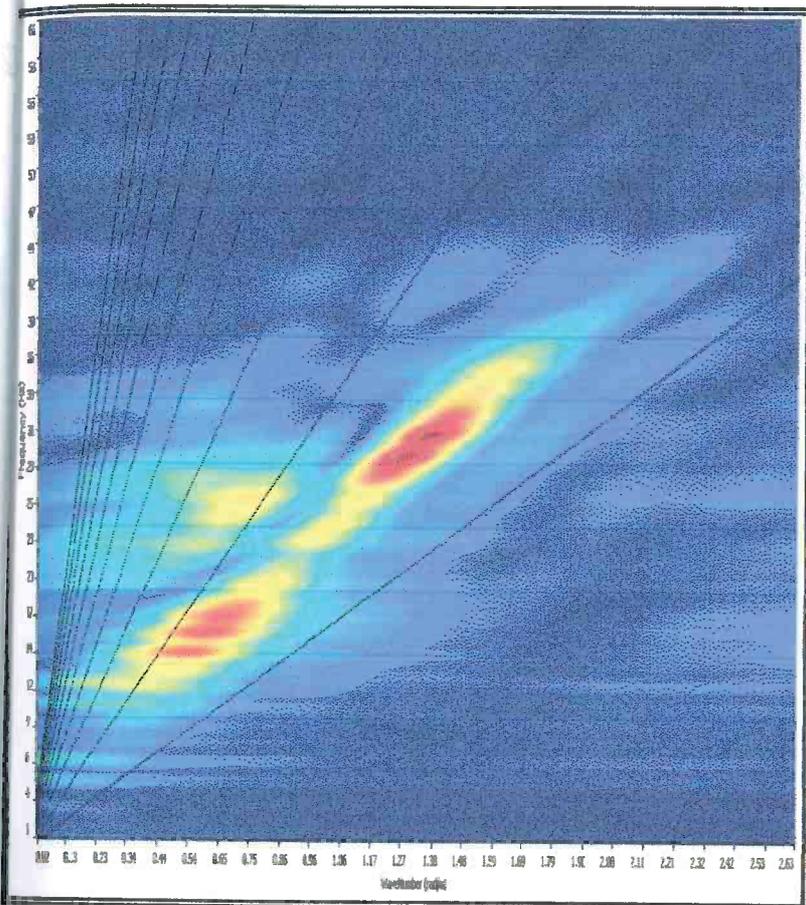
[Almeno 5 su 6 dovrebbero essere soddisfatti]

Esiste $f^-$ in $[f_0/4, f_0]$   $A_{H/V}(f^-) < A_0 / 2$			NO
Esiste $f^+$ in $[f_0, 4f_0]$   $A_{H/V}(f^+) < A_0 / 2$	1.969 Hz	OK	
$A_0 > 2$	$2.58 > 2$	OK	
$f_{\text{picco}}[A_{H/V}(f) \pm \sigma_A(f)] = f_0 \pm 5\%$	$ 0.10968  < 0.05$		NO
$\sigma_f < \varepsilon(f_0)$	$0.10283 < 0.14063$	OK	
$\sigma_A(f_0) < \theta(f_0)$	$0.4258 < 2.0$	OK	

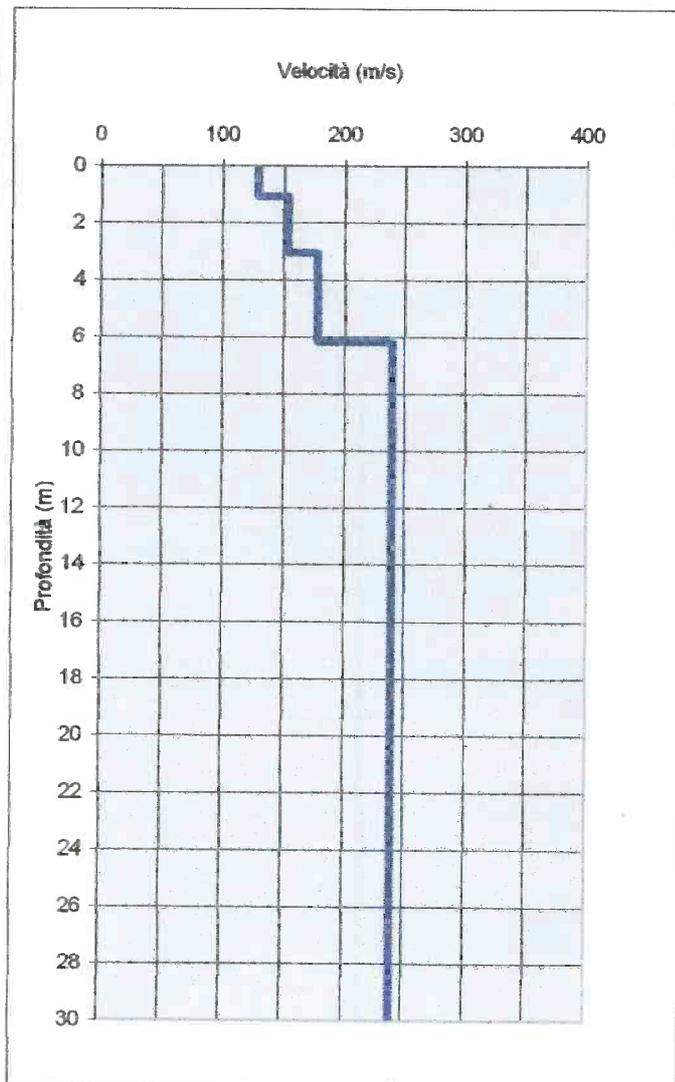
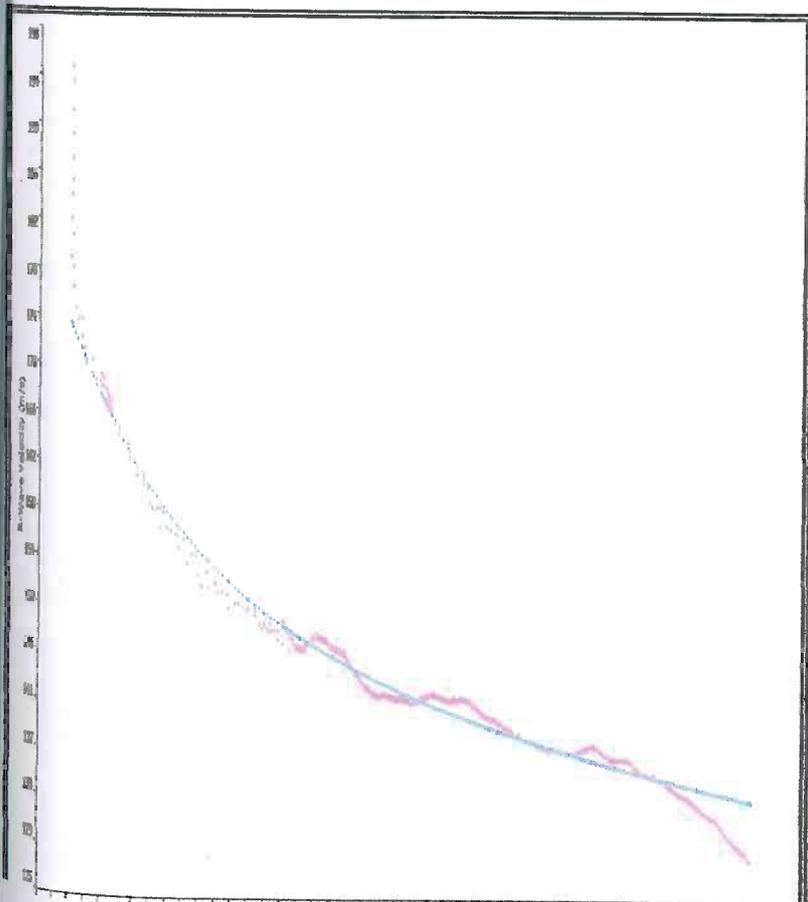
$L_w$	lunghezza della finestra
$n_w$	numero di finestre usate nell'analisi
$n_c = L_w n_w f_0$	numero di cicli significativi
$f$	frequenza attuale
$f_0$	frequenza del picco H/V
$\sigma_f$	deviazione standard della frequenza del picco H/V
$\varepsilon(f_0)$	valore di soglia per la condizione di stabilità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

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

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



**Spettro Ampiezza/Frequenza**



**Profilo velocità/profondità**

	Profondità		Spessore m	Vel. Media m/sec
	da	a		
Strato1	0	1,07	1,07	129
Strato2	1,07	3,06	1,99	154
Strato3	3,06	6,16	3,10	178
Strato4	6,16	30,00	23,84	240

**$V_{s30} = 217$  m/sec**

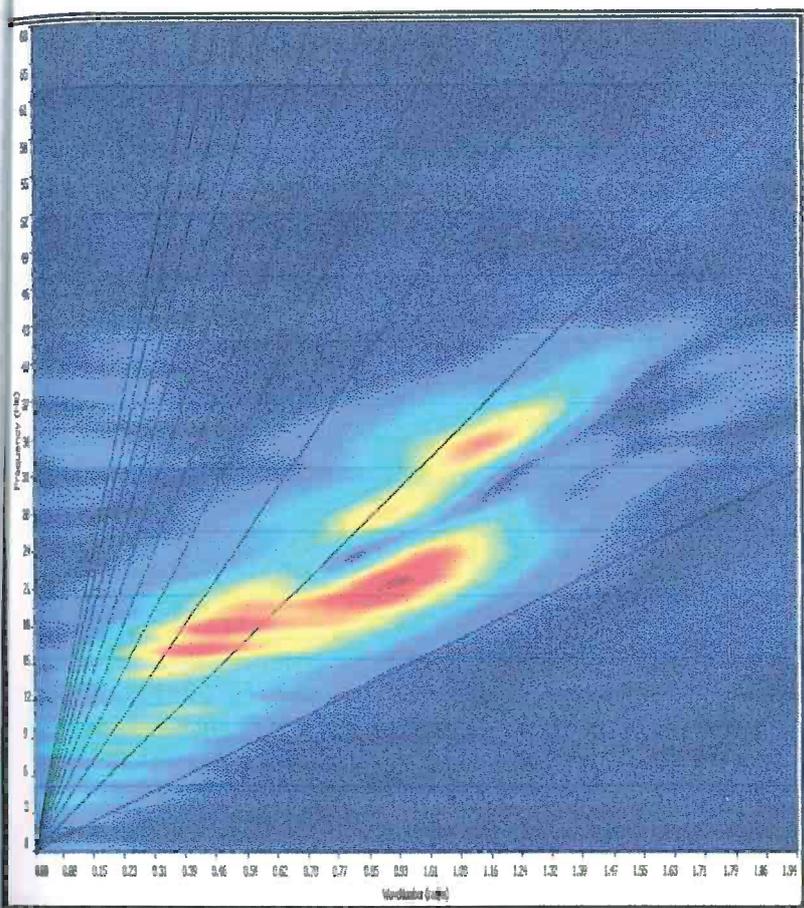
**Caratteristiche**

- N° geofoni a 4,5Hz 24
- Spaziatura geofoni 1,5 m
- Lunghezza base 34,5 m
- sparo 8 m
- in base al rapporto Ampiezza / frequenza

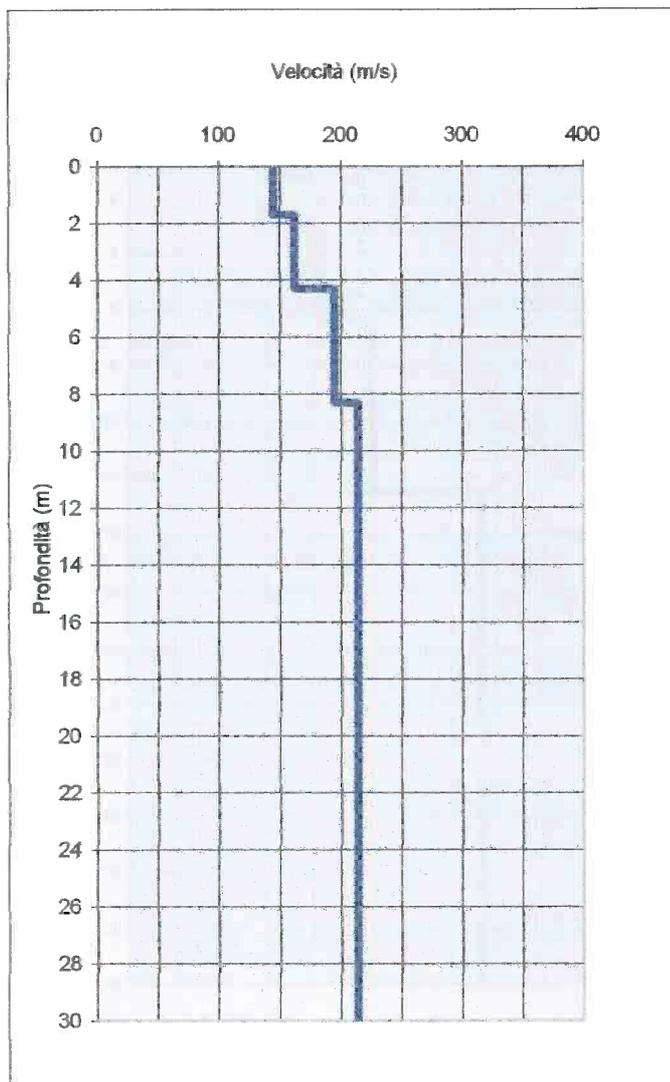
Dir. Lavori: Dr. Triches Riccardo  
Data: Dicembre 2006

Nome File: MW\_S\_Lazzaro\_B  
Strumentazione: PASI SG 24

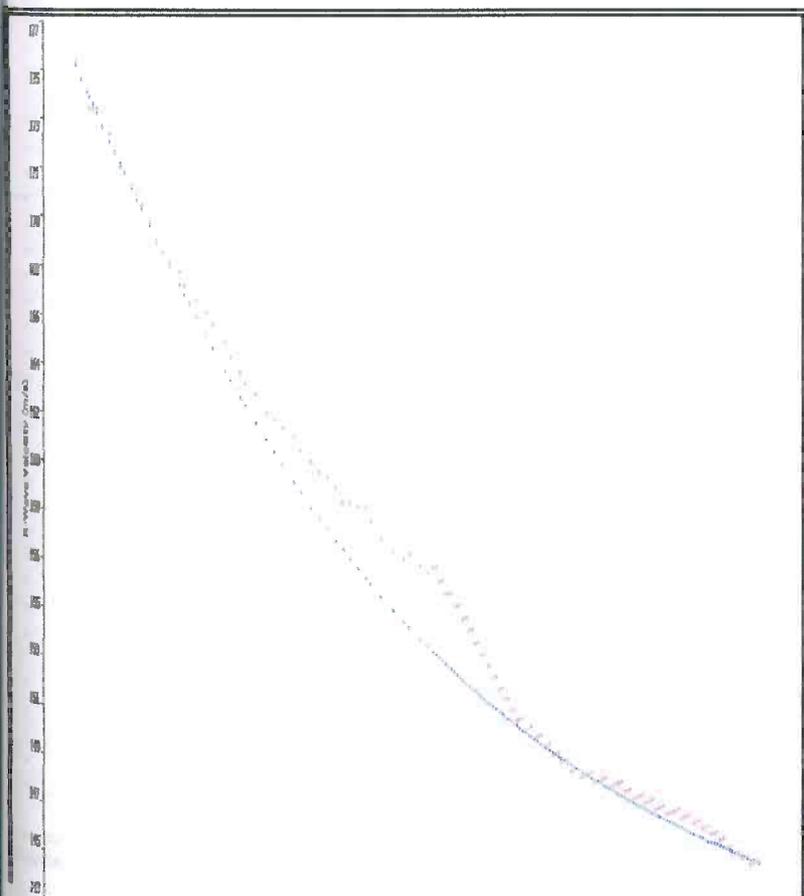
Località: Reggio Emilia  
Cantiere: Area del PRU San Lazzaro



**Spettro Ampiezza/Frequenza**



**Profilo velocità/profondità**



	Profondità		Spessore m	Vel. Media m/sec
	da	a		
Strato1	0	1,70	1,70	145
Strato2	1,70	4,30	2,60	162
Strato3	4,30	8,30	4,00	195
Strato4	8,30	30,00	21,70	214

**$V_{s30} = 200$  m/sec**

**Caratteristiche**

- N° geofoni a 4,5Hz 24
- Spaziatura geofoni 2 m
- Lunghezza base 46 m
- sparo 8 m
- in base al rapporto Ampiezza / frequenza

Mr. **Lavori:** Dr. Geol. Riccardo Triches

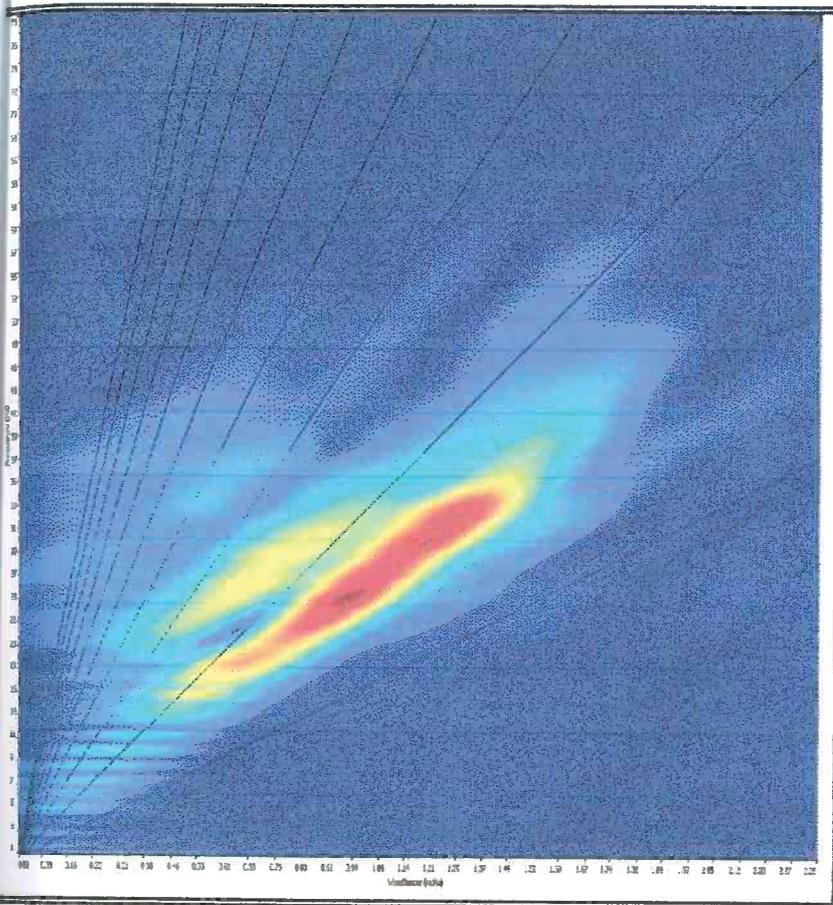
**Nome File:** mw\_Pad Marchi

**Località:** S. Lazzaro - Reggio Emilia

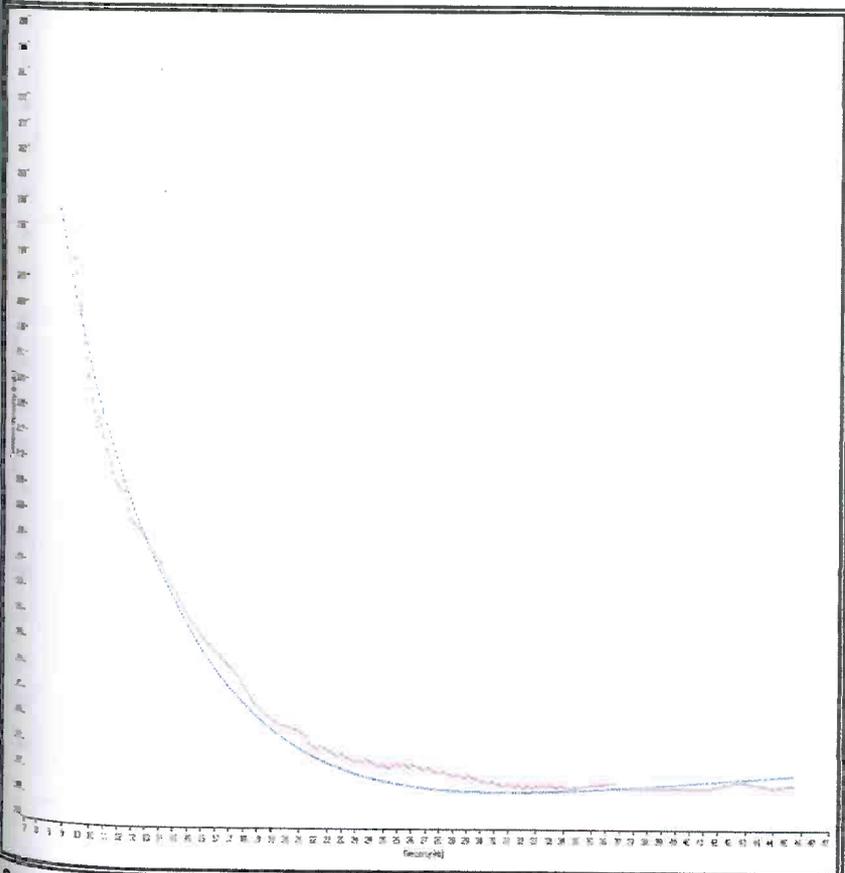
**Data:** Luglio 2009

**Strumentazione:** PASI SG 24

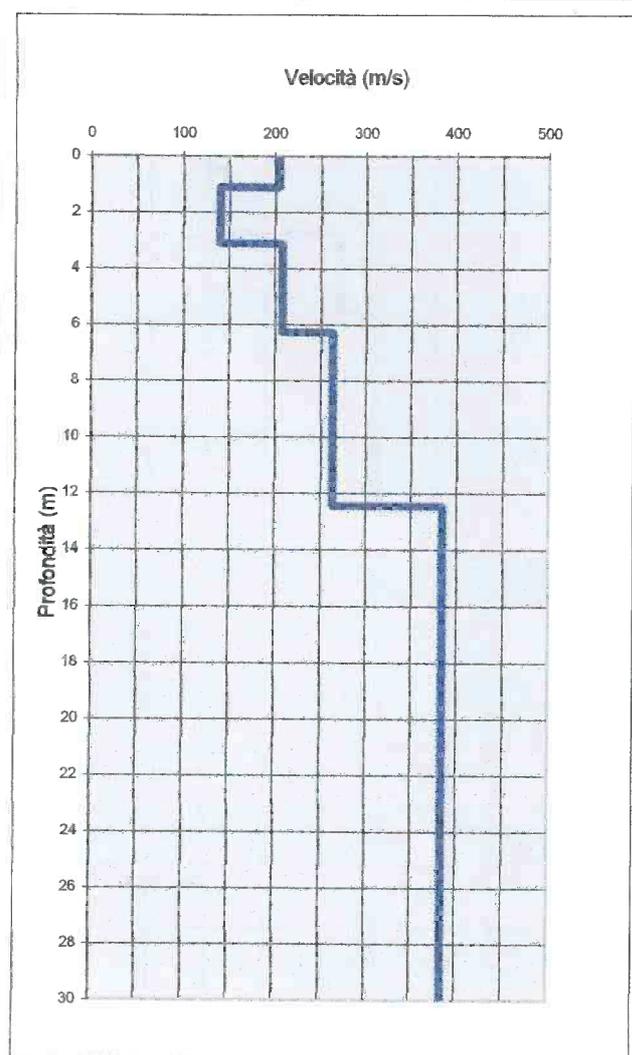
**Lavoro:** Padiglione Marchi



**Spettro Ampiezza/Frequenza**



**Sovrapposizione Curva teorica /Curva di calcolo**



**Profilo velocità/profondità**

	Profondità		Spessore	Vel. Media
	da	a	m	m/sec
Strato1	0,00	1,10	1,10	205
Strato2	1,10	3,10	2,00	140
Strato3	3,10	6,26	3,16	208
Strato4	6,26	12,44	6,18	264
Strato5	12,44	30,00	17,56	384

**$V_{s30} = 289$  m/sec**

**Caratteristiche indagine**

N° geofoni a 4,5 Hz	24
Spaziatura geofoni	1,5 m
Lunghezza stendimento	34,5 m
Energizzazione	10 m

Dir. Lavori: Dr. Geol. Riccardo Triches

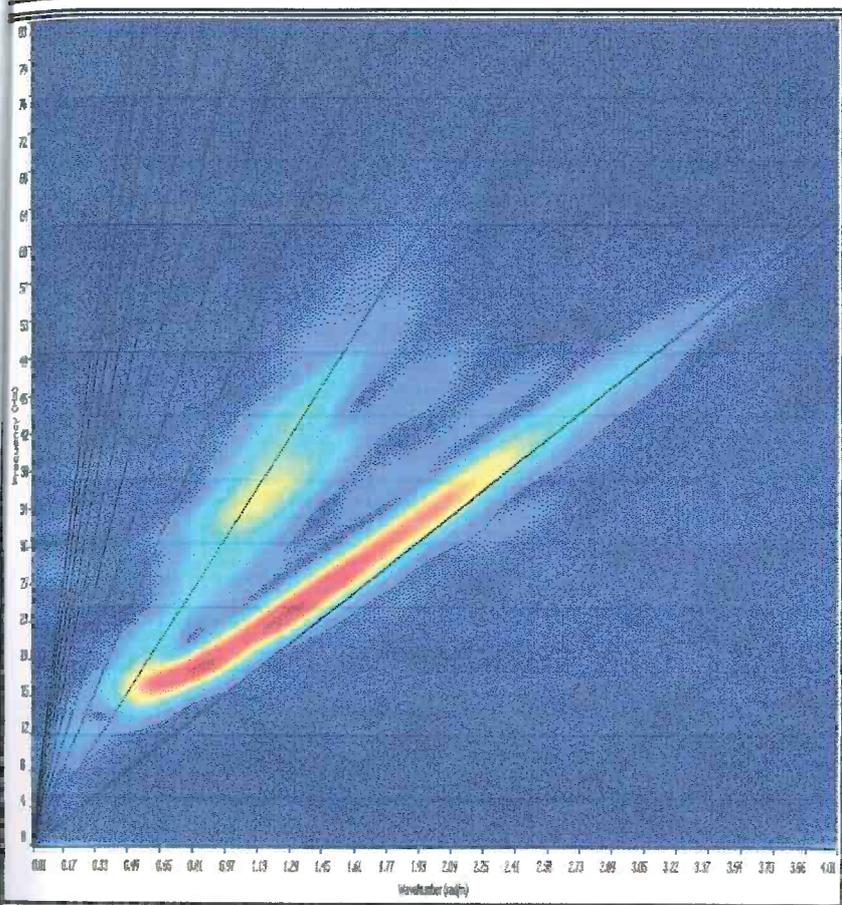
Nome File: mw\_ex porcilaia

Località: Reggio Emilia

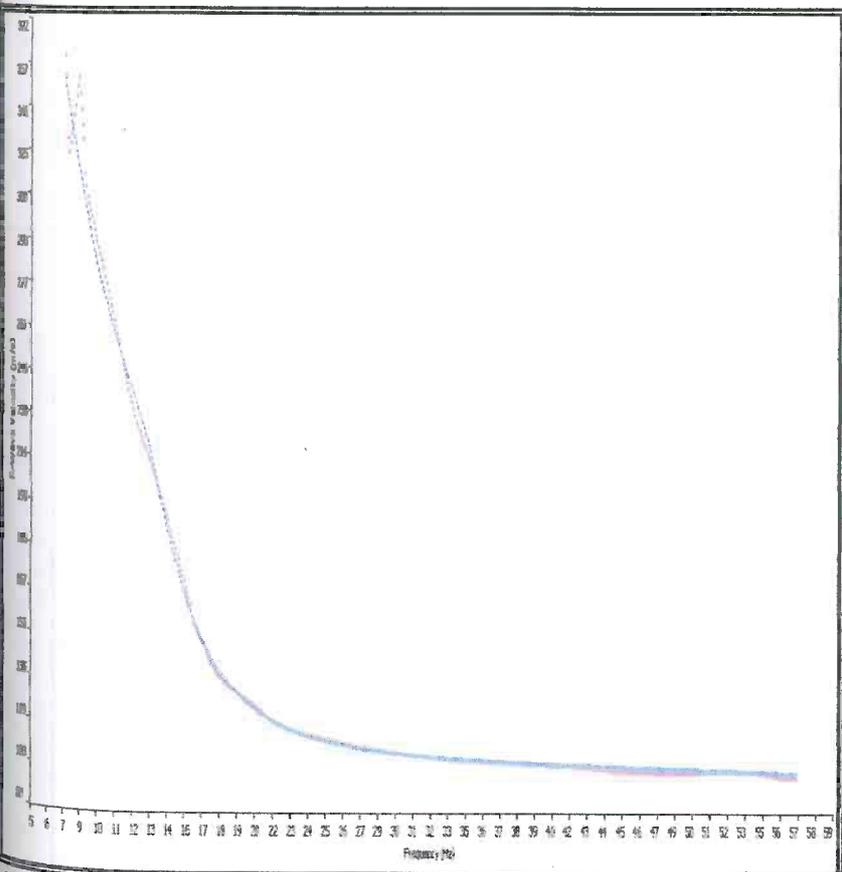
Data: Maggio 2009

Strumentazione: PASI SG 24

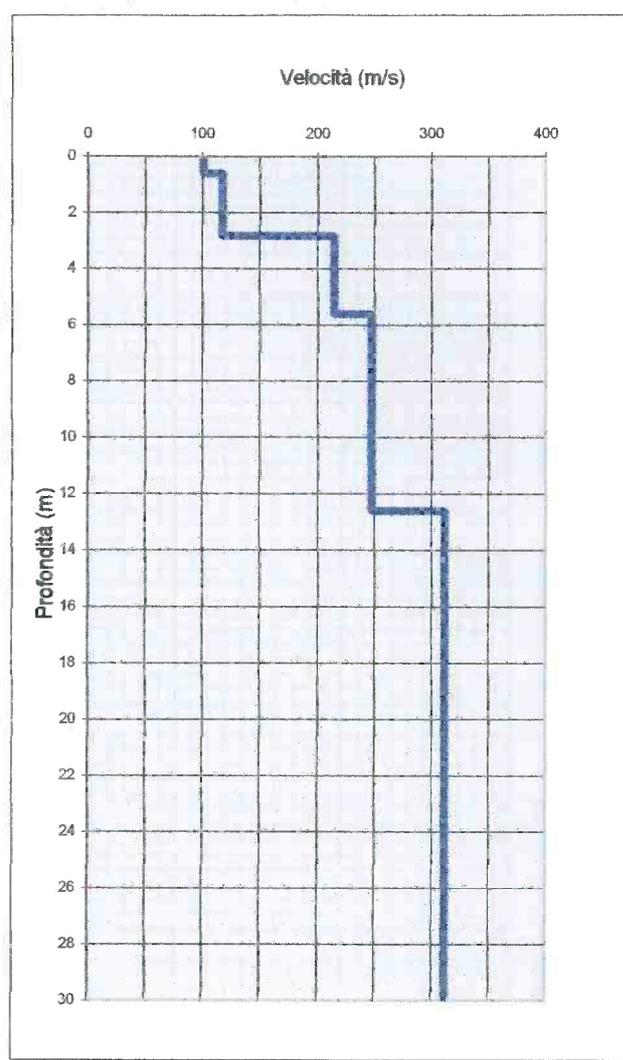
Lavoro: Area ex Porcilaia



**Spettro Ampiezza/Frequenza**



**Sovrapposizione Curva teorica /Curva di calcolo**



**Profilo velocità/profondità**

	Profondità		Spessore m	Vel. Media m/sec
	da	a		
Strato1	0,00	0,60	0,60	101
Strato2	0,60	2,82	2,22	117
Strato3	2,82	5,59	2,77	215
Strato4	5,59	12,59	7,00	248
Strato5	12,59	30,00	17,41	312

**$V_{s30} = 246$  m/sec**

**Caratteristiche indagine**

N° geofoni a 4,5 Hz	24
Spaziatura geofoni	1,5 m
Lunghezza stendimento	34,5 m
Energizzazione	10 m