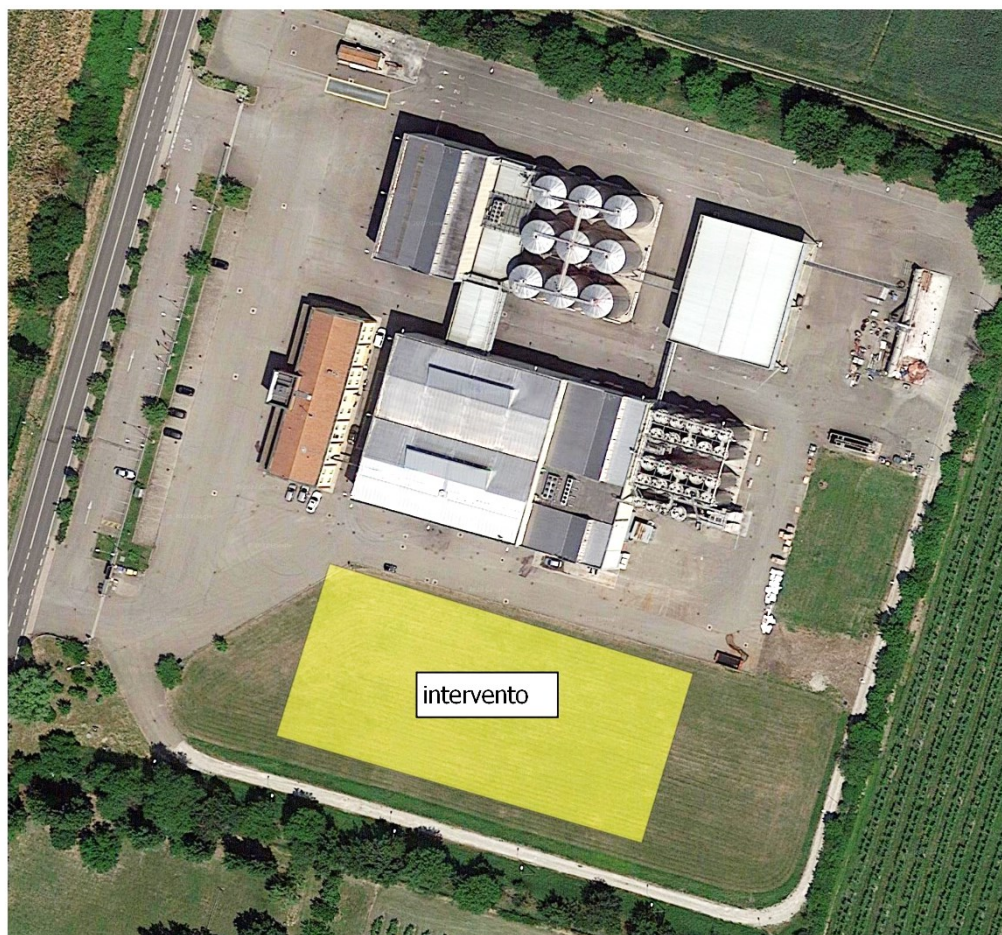


Comm.te

## CANTINA DI CARPI & SORBARA

Via Cavata



# AMPLIAMENTO QUADRO GEOLOGICO – SISMICO - GEOTECNICO

Dott.Geol. **GEMELLI FRANCO**

Via Milano 21, Sassuolo (MO)

Tel. 0536 – 870085

Email: [gemelli.franco@gmail.com](mailto:gemelli.franco@gmail.com)

# 1 SOMMARIO

---

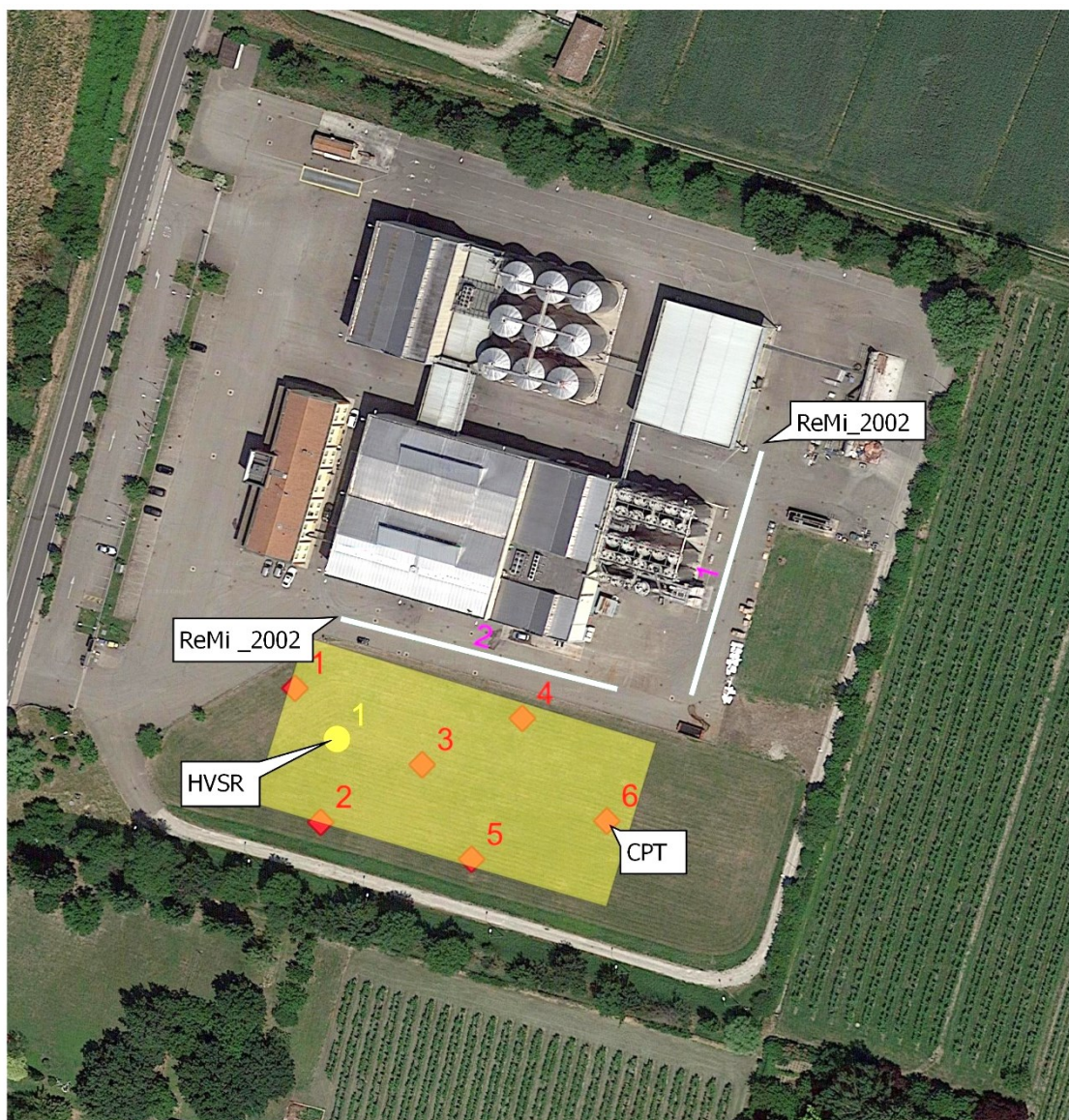
2	PREMESSA.....	3
3	CONTESTO GEOLOGICO.....	4
4	Vs30 .....	5
5	frequenza fondamentale .....	8
6	risposta sismica locale.....	12
6.1	accelerogrammi.....	13
6.2	amplificazione spettrale.....	13
6.3	spettro elastico .....	14
6.4	accelerazione al suolo .....	15
6.5	pseudo velocità relativa.....	16
6.6	intensità di housner.....	17
6.7	fattore amplificazione stratigrafico.....	17
7	prove cpt .....	18
7.1	resistenze e facies rilevate.....	18
7.2	parametri geotecnici.....	18
7.3	indice di potenziale liquefazione “IPL” , Liquefaction Severity Number “LSN” e cedimenti post-sismici.” .....	20
8	indicazioni operative.....	22
9	CONCLUSIONI.....	22
10	schede relative ai sei sondaggi.....	23

## 2 PREMESSA

La Cantina di Carpi & Sorbara, con sede in via Cavata di Carpi , Modena, identificata alle seguenti coordinate : LAT. 44.777 , LONG. 10.904, amplia le proprie strutture.

Sono state fatte n. 6 prove CPT per gli accertamenti stratigrafici e n.1 HVSr per definire la frequenza fondamentale "fo".

Per quanto riguarda la "Vs30" sono state reinterpretate, con software più recente, i dati delle due ReMi fatte dallo scrivente nel 2002 in occasione dei primi lavori per il complesso industriale.



*Figura 1- ubicazione dei sondaggi*

Sempre da un punto di vista sismico è stata valutata, come richiesto dall'Ufficio sismico di Carpi (ved. a seguire) la risposta sismica locale "RSL" con magnitudo 6.14 , effettuati gli accertamenti dei cedimenti post-sismici (*Zang-Robertson*) e determinato l'indice di potenziale liquefazione "IPL" (metodo *Idriss - Boulanger* come suggerito dalla RER). Infine, è stato introdotto il parametro LSN, (Liquefaction Severity Number) secondo *Van Ballegooy*.

## RITIENE

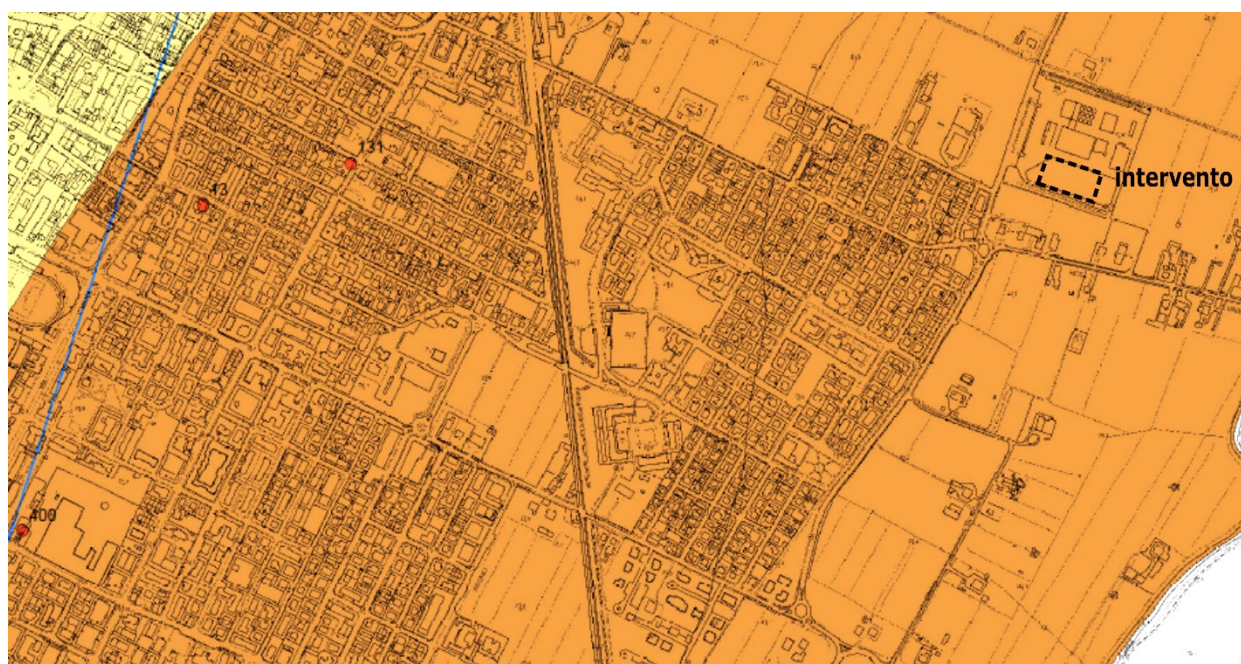
per il caso di specie, sulla base della documentazione prevenuta, di esprimersi successivamente al deposito del progetto esecutivo della tettoia e della platea di fondazione, come previsto dall'art.13 della L.R. n.19/2008 richiedendo comunque di soddisfare la seguente prescrizione:


1. alla luce della notevole variabilità dei risultati (IPL e cedimenti), l'aggiornamento della relazione geologica riservando, comunque, particolare attenzione alla rivalutazione del parametro IPL con una magnitudo pari a 6.14 (in luogo di 5, precedentemente usato) e sulla base delle metodologie di calcolo indicate nella DGR n.630/2019 ricordando che il Piano per la Ricostruzione del Comune di Carpi (Il stralcio adottato dal 12/12/2014) prevede nel caso di  $IPL > 2$  per strutture di classe d'uso II, ai sensi dell'art.90, la non ammissibilità dell'approccio semplificato previsto dal 3.2.3.2 NTC18 ma la redazione di un'analisi di risposta sismica locale (unita alla valutazione dei potenziali cedimenti)

Figura 2- specifica richiesta dell'Ufficio sismico

## 3 CONTESTO GEOLOGICO

L'area è caratterizzata da depositi alluvionali ( argille e rare sabbie) il cui spessore complessivo è dell'ordine dei 400 m. A livello di facies superficiali si hanno in prevalenza argille, limi argillosi intercalati da livelli sabbiosi (ved. anche CPT eseguite nel 2002...).



 sabbie limose, limi

 argille in prevalenza

Figura 3- litologia di superficie

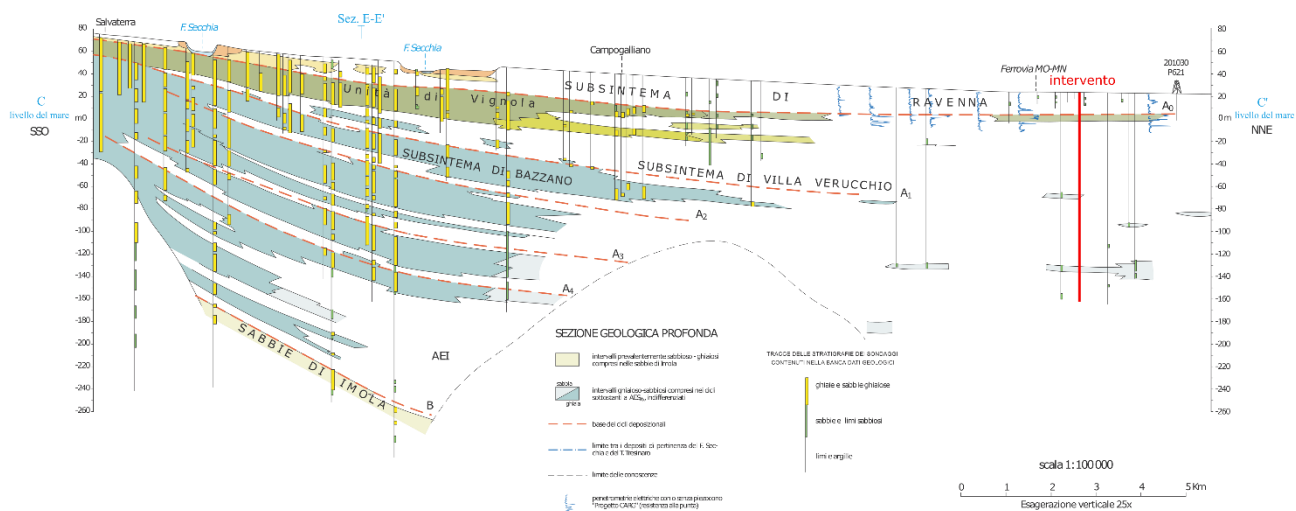


Figura 4- stratigrafia generale del sottosuolo (da RER)

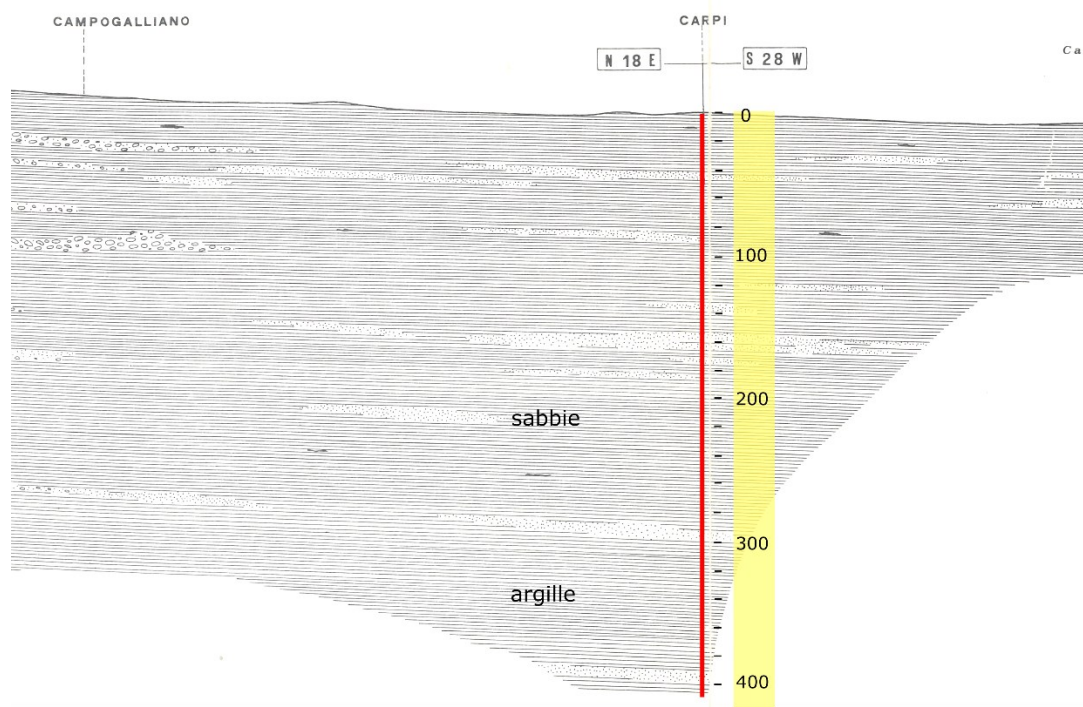


Figura 5- sezione stratigrafica profonda di dettaglio (da quaderni Ist. Ricerca sulle acque)

## 4 Vs30

Come premesso, al riguardo, si riesaminano i dati delle due ReMi fatte nel 2002.

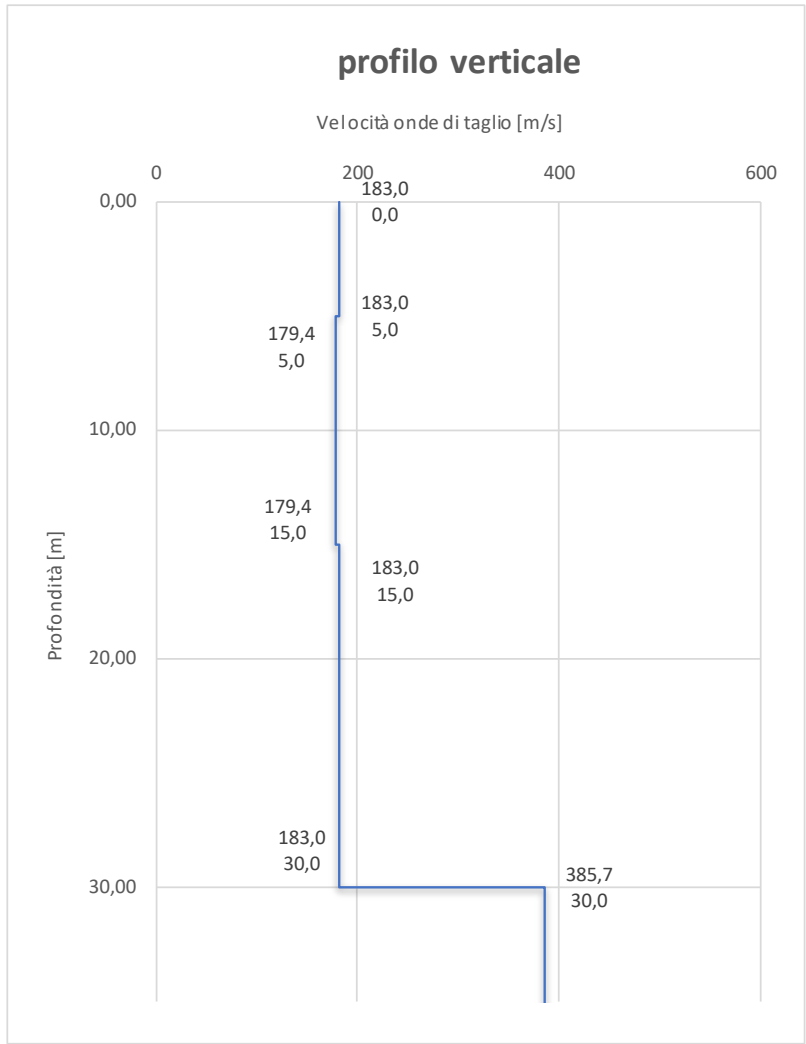
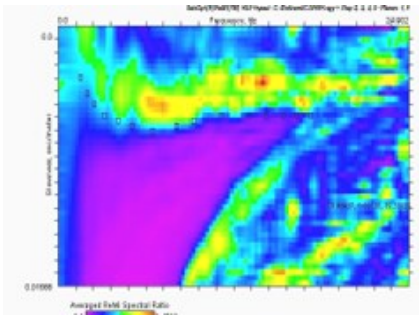
Di seguito i relativi tabulati.

Come si può osservare c'è una lieve differenza fra i due stendimenti ortogonali fra loro (187 m/s nel primo e 273 m/s nel secondo). Una media di 230 m/s conferma il sito in "C".

Non si rilevano salti di "Vs" nell'ambito dei primi 30 m . Solo dopo questa quota si passa dai 200 m/s ai 400 m/s.

strati	Prof.	H	Vs	tempi
1	5,00	3,50	183	0,01912
2	15,00	10,00	179	0,05575
3	30,00	15,00	183	0,08195
4				
5				
6				
7				
8				
9				
10				
11				
12				
13				
14				
15				
16				
17				
18				
19				
20				
<b>ULTIMO</b>	31,50	1,50	386	0,00389
Somma tempi				0,16071
<b>Vs30</b>			<b>187</b>	
<b>CLASSE</b>			<b>C</b>	

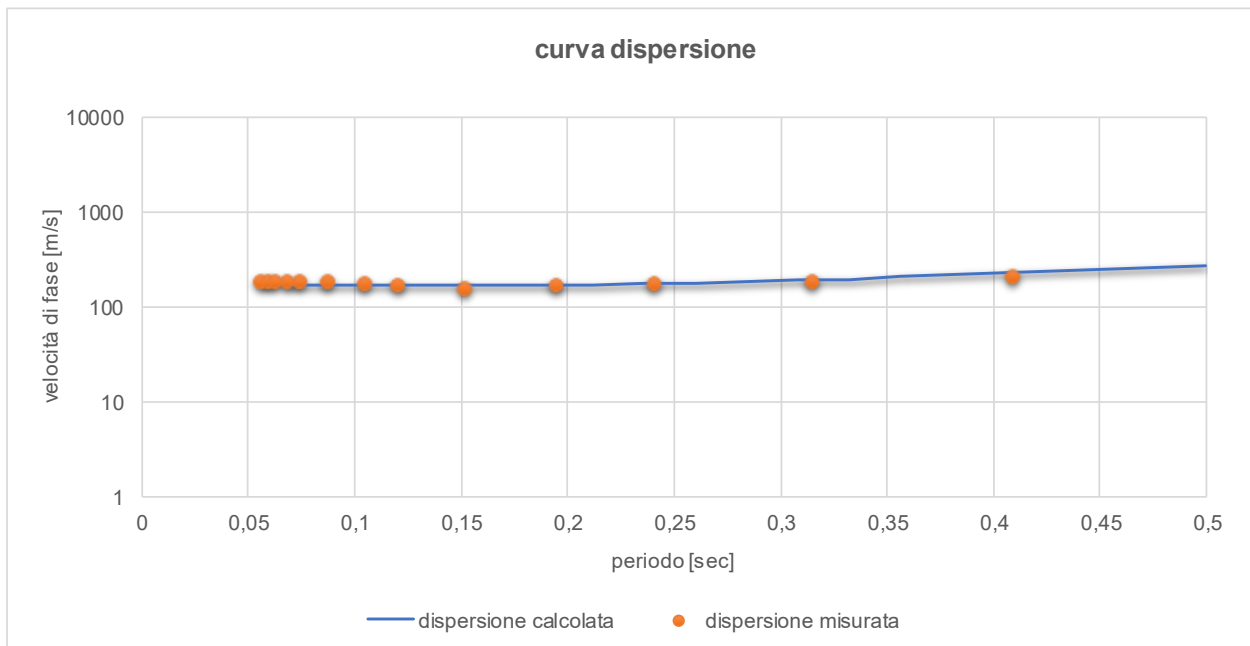
**Vs Refraction Microtremor**



località **Carpi cantina Sorbara**

Prof. Posa Fond. **1,5**

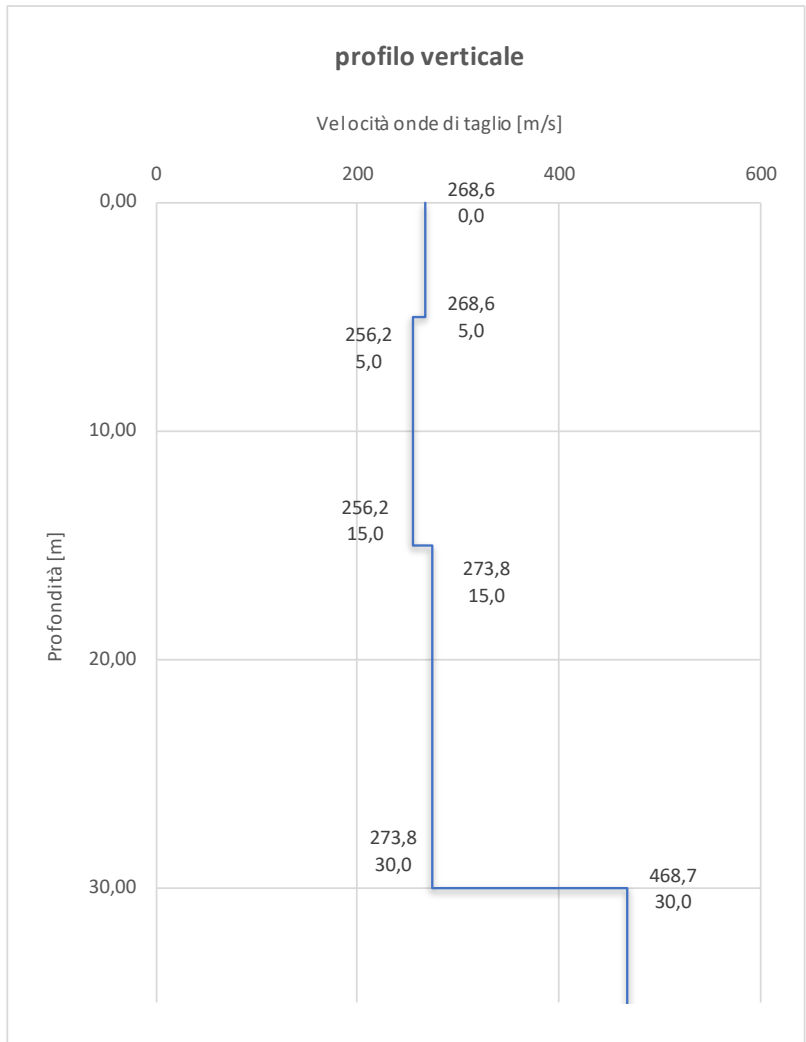
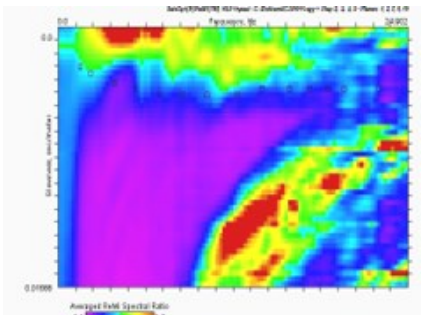
Sond. N° **due**



strati	Prof.	H	Vs	tempi
1	5,00	3,50	269	0,01303
2	15,00	10,00	256	0,03903
3	30,00	15,00	274	0,05477
4				
5				
6				
7				
8				
9				
10				
11				
12				
13				
14				
15				
16				
17				
18				
19				
20				

ULTIMO	31,50	1,50	469	0,0032
Somma tempi				0,11004
<b>Vs30</b>				<b>273</b>
<b>CLASSE</b>				<b>C</b>

### Vs Refraction Microtremor



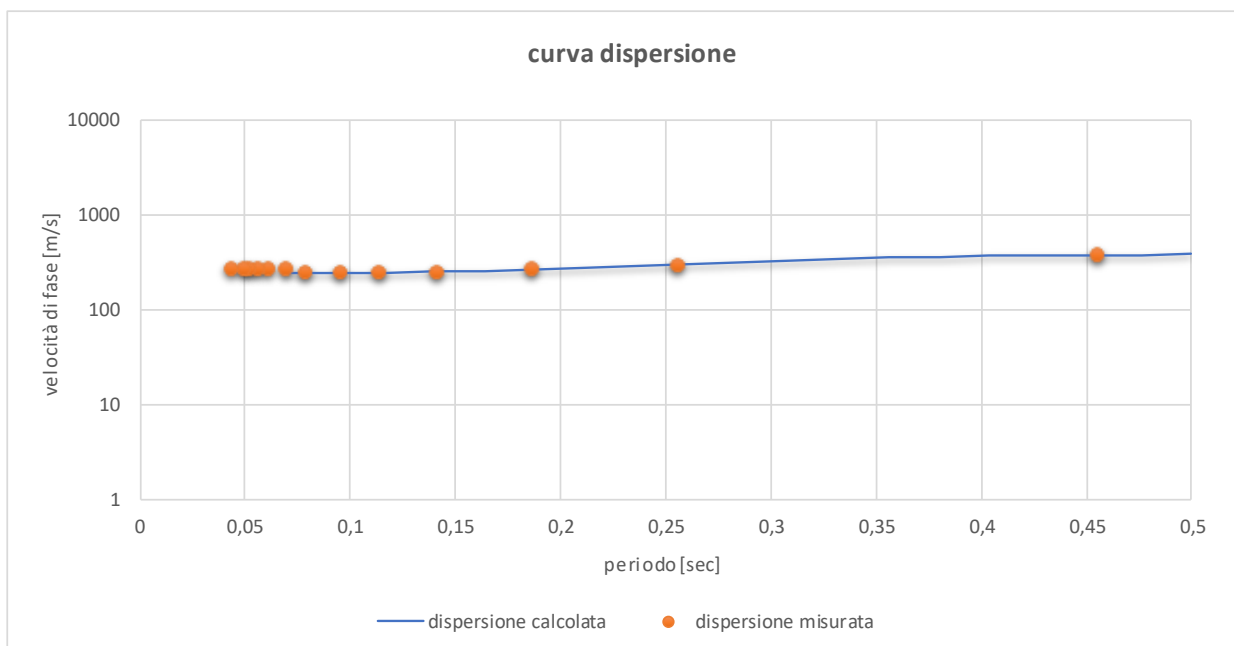
località **Carpi cantina Sorbara**

Prof. Posa Fond. **1,5**

**1,5**

Sond. N° **due**

**due**



I 230 m/s trovati sono prossimi a quelli riportati nella tavola della microzonazione sismica del Comune di cui di seguito un estratto.

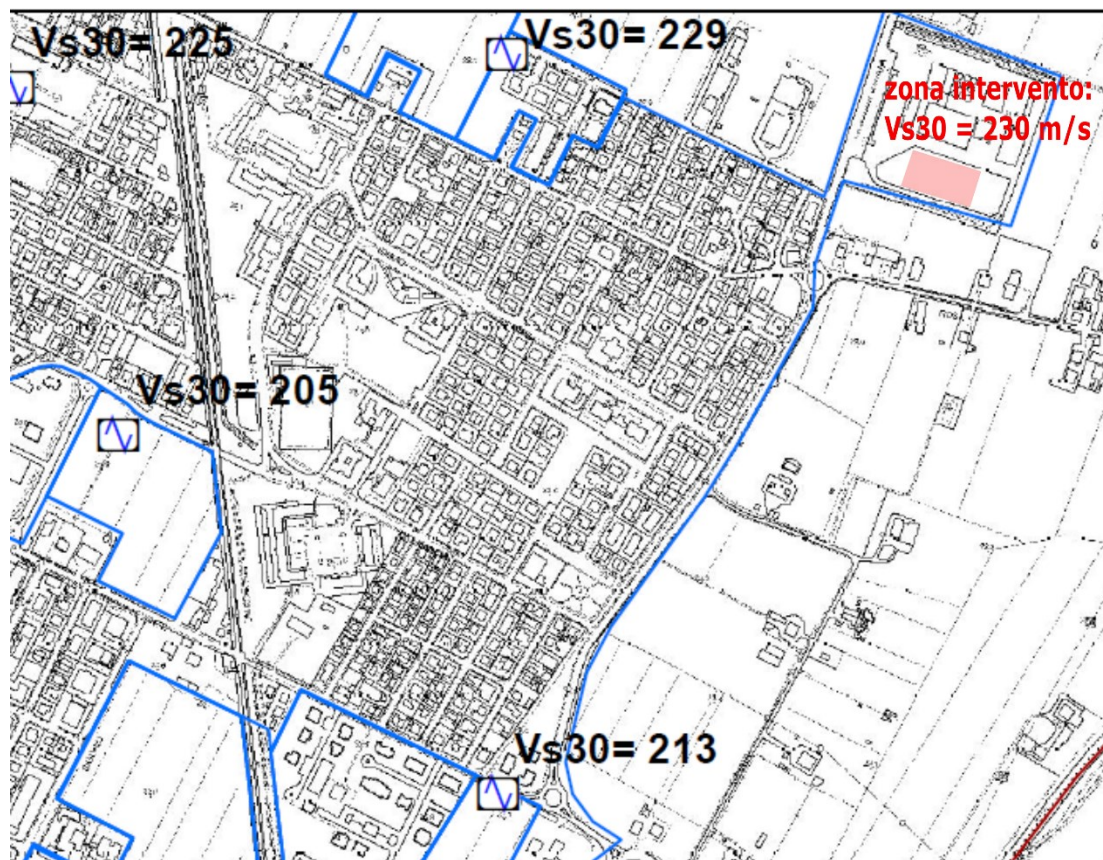


Figura 6- confronto Vs30 scrivente con quelle riportate nella microzonazione sismica

## 5 FREQUENZA FONDAMENTALE

---

il parametro “fo” della frequenza fondamentale del sito è stato definito con una prova HVSR con 40 min. di acquisizione.

La valutazione ricopre il range di frequenze d’interesse ingegneristico, ossia da 0,00 a 10 Hz.

Il software adottato per l’analisi dei dati è GEOPSY 5.0.

Di seguito:

- a) Verifica criteri SESAME per il controllo della validità della prova
- b) Scheda di sintesi
- c) Probabile profondità dello strato ad alta impedenza

Risultato: fo = 0.80 Hz.



**CRITERI SESAME [European Research project,2004]**

$f_0$	<b>0,80</b>
$A_0$	<b>3,80</b>

				criteri
<b>Criteri per una curva H/V affidabile</b>				
	<b>Valore</b>	<b>Rif</b>	<b>Esito</b>	
$f_0 > 10/L_w$	0,80	0,40	OK	
$nc(f_0) > 200$	1000,00	200,00	OK	criteri per una curva H/V affidabile devono essere tutti verificati
$\sigma_A(f) \leq 2$ per $0,5f_0 < f < 2f_0$ se $f_0 > 0,5$ oppure $\sigma_A(f) \leq 3$ per $0,5f_0 < f < 2f_0$ se $f_0 < 0,5$	superato	0,00	OK	
<b>Criteri per un picco H/V chiaro</b>				
$f(-) = f_0/4$	0,20			
$f(+) = f_0 \cdot 4$	3,20			
$A_0(f-)$	2,58			
$A_0(f+)$	0,50			
$A_0/A_{h/v}(f-) > 2$	1,47	2,00	NO	
$A_0/A_{h/v}(f+) > 2$	7,64	2,00	OK	
$A_0 > 2$	3,80	2,00	OK	criteri per un picco H/V chiaro
$f_{picco}[A_{H/V}(f) \pm \sigma_A(f)] = f_0 \pm 5\%$	0,00	0,84	OK	
	0,77	0,76	OK	
dev. standard	1,01			
range di frequenza	0,01			
$\sigma(f_0)$		0,20		
$\sigma f < s(f_0)$			NO	
$\theta(f_0)$		3,00		
$\sigma_A(f_0)$	0,24			
$\sigma_A(f_0) < \theta(f_0)$			OK	

*Figura 7- verifica validità prova*

Etichetta di canale	NS - EW - Verticale	Strumento	PASI 3DLAND
tempo di registrazione	<b>40</b> min.	Software elaborazione	Geopsy, release 3.4.2
tipo Smoothing	Konno & Ohmachi [cost. =40]	Numero finestre	63
tipo filtro	Band pass [0,1 - 40 Hz]	larghezza finestre	25
frequenza	<b>0,80</b> Hz	Ampiezza	<b>3,80</b>

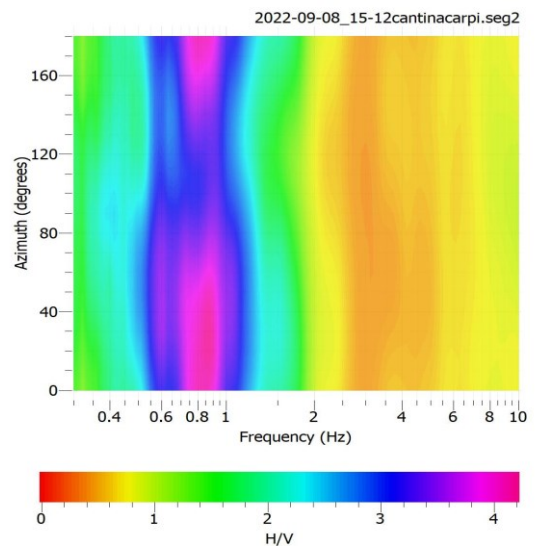
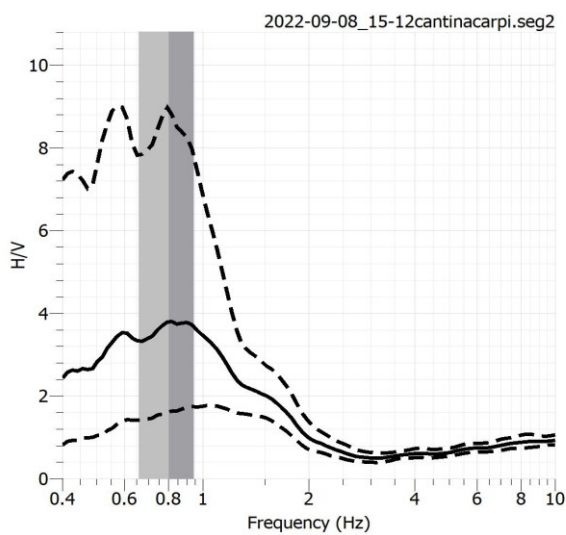


Figura 8- scheda di sintesi della prova HVSr

Anche questo valore è conforme a quelli riportati dalla microzonazione sismica del Comune di cui alla figura che segue.

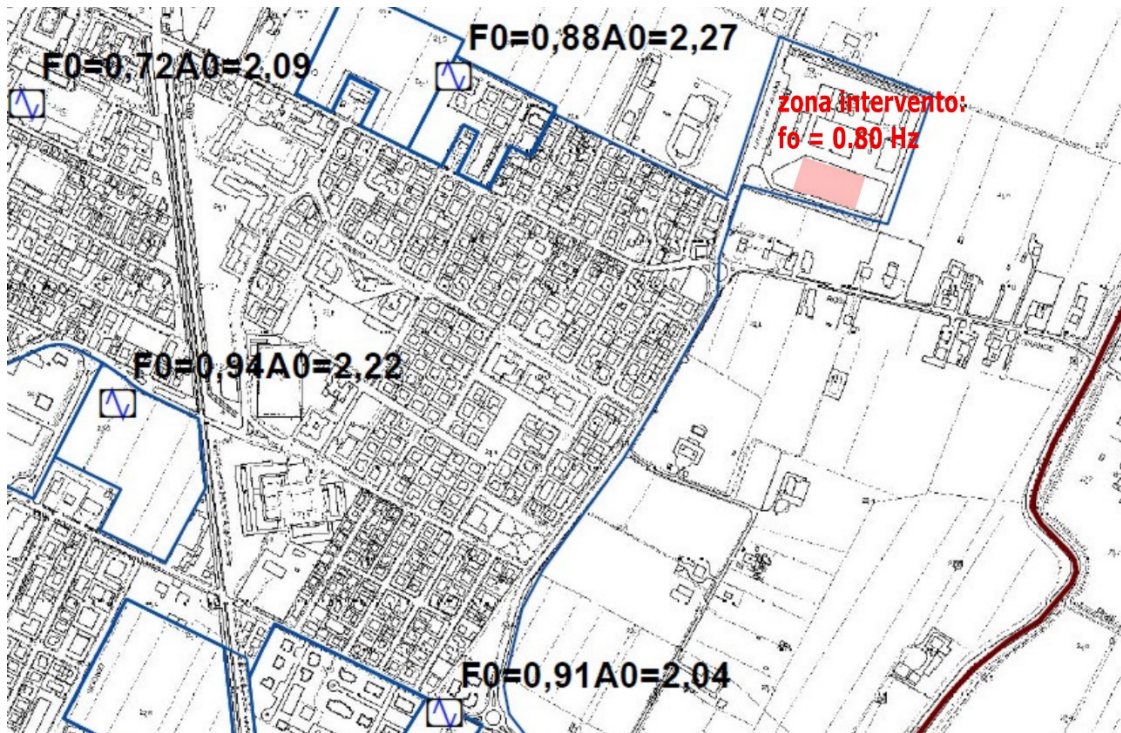


Figura 9- frequenza fondamentale. Confronto con i dati della microzonazione sismica

relazioni fra profondità e frequenza

$$h_0 = -0,3752X^2 - 188,81X + 287,08$$

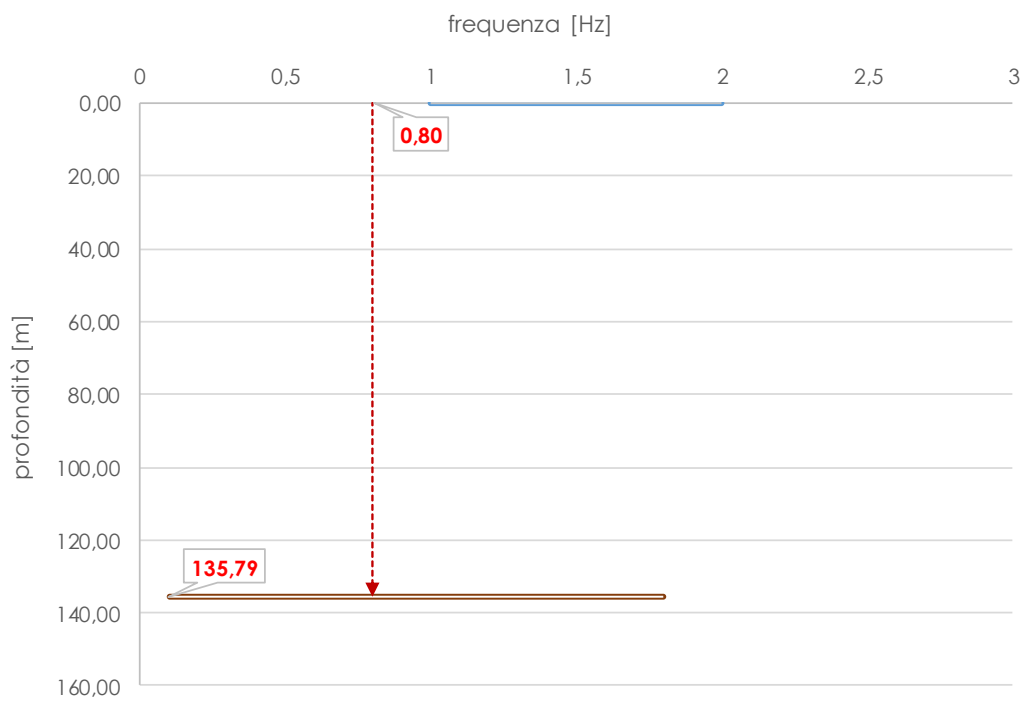


Figura 10- profondità strato ad alta impedenza

Dalle relazioni che legano la “fo” con la profondità del sub-strato ad alta impedenza, si trova che questo strato si colloca a circa 135 m dal p.c., ossia una profondità che rispecchia un po' quelle riportate dalla microzonazione sismica di cui alla FIG.11.

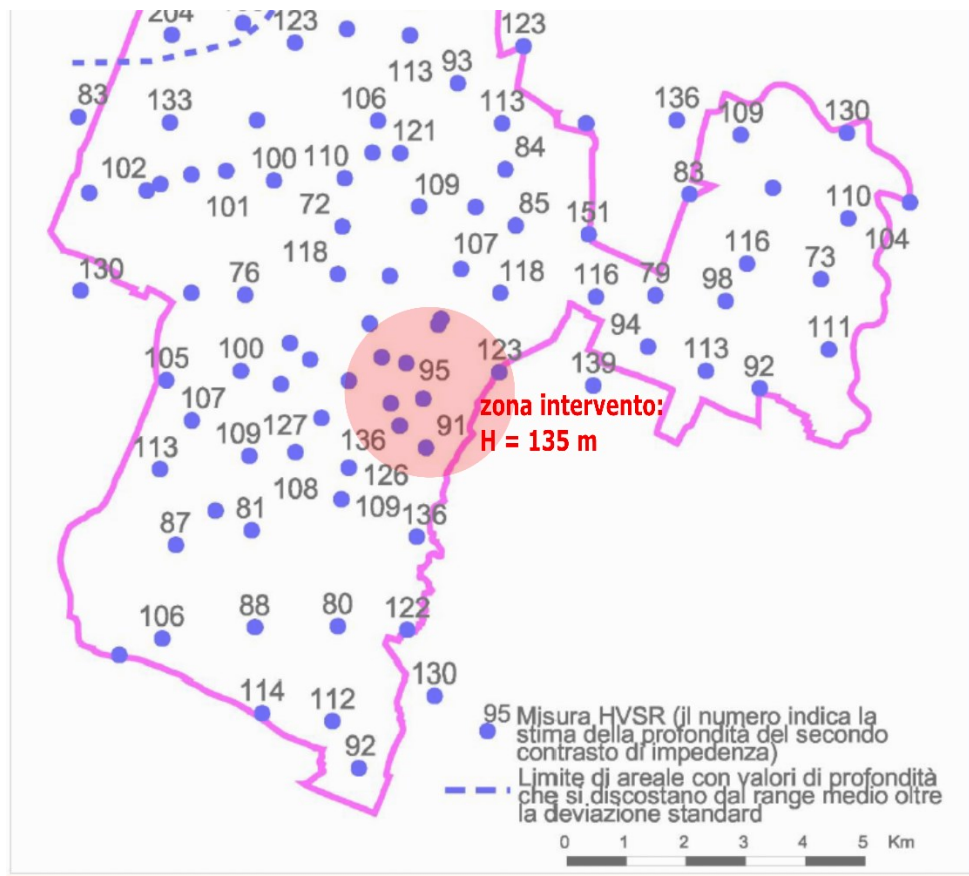


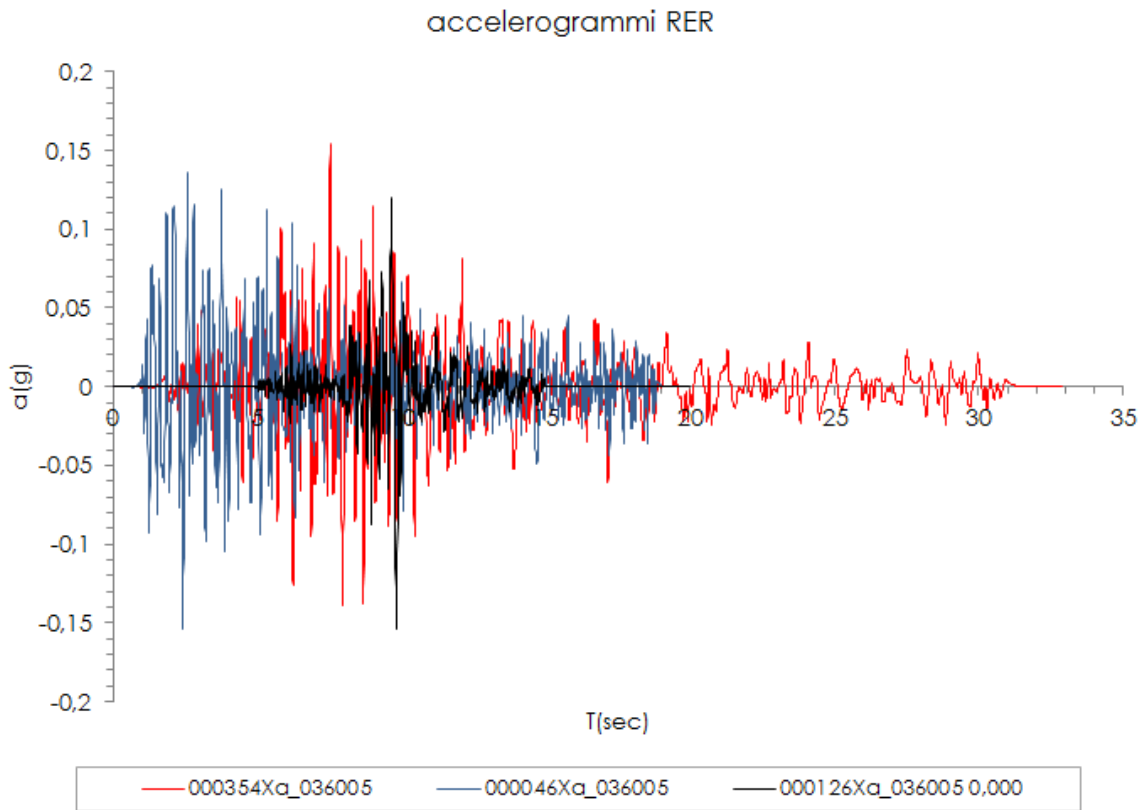
Figura 11- microzonazione sismica. Profondità strato ad alta impedenza

## 6 RISPOSTA SISMICA LOCALE

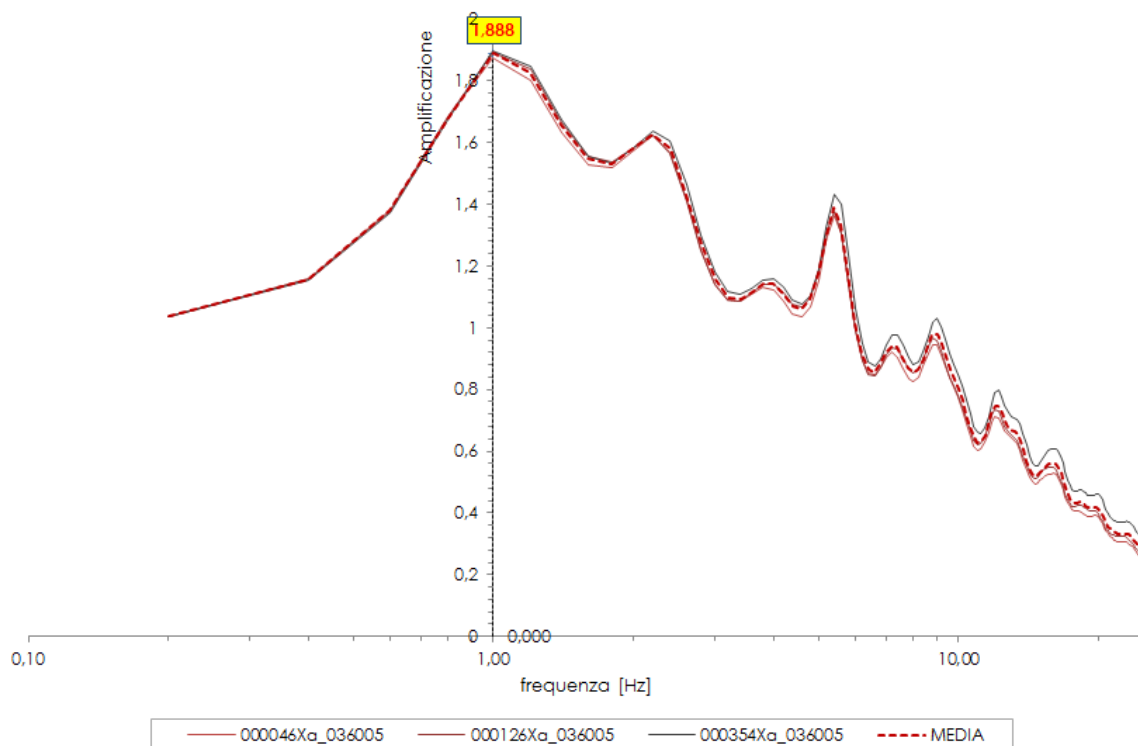
La “RSL” è stata valutata utilizzando:

- gli accelerogrammi regionali per il comune di Carpi
- le velocità “Vs” ricavate dalle ReMi e proiettate al substrato (ipotizzato sui 240 m di profondità in corrispondenza del Sub-sistema di Bazzano , la cui velocità è stata fissata in 700-800 m/s)
- una stratigrafia del sottosuolo ricavata dalla FIG.5. Considerando la rarità delle sabbie e , soprattutto i modesti spessori delle stesse, il sottosuolo è stato ritenuto solo argilloso.
- Il codice di calcolo EERA ( *Bardet et al.*)

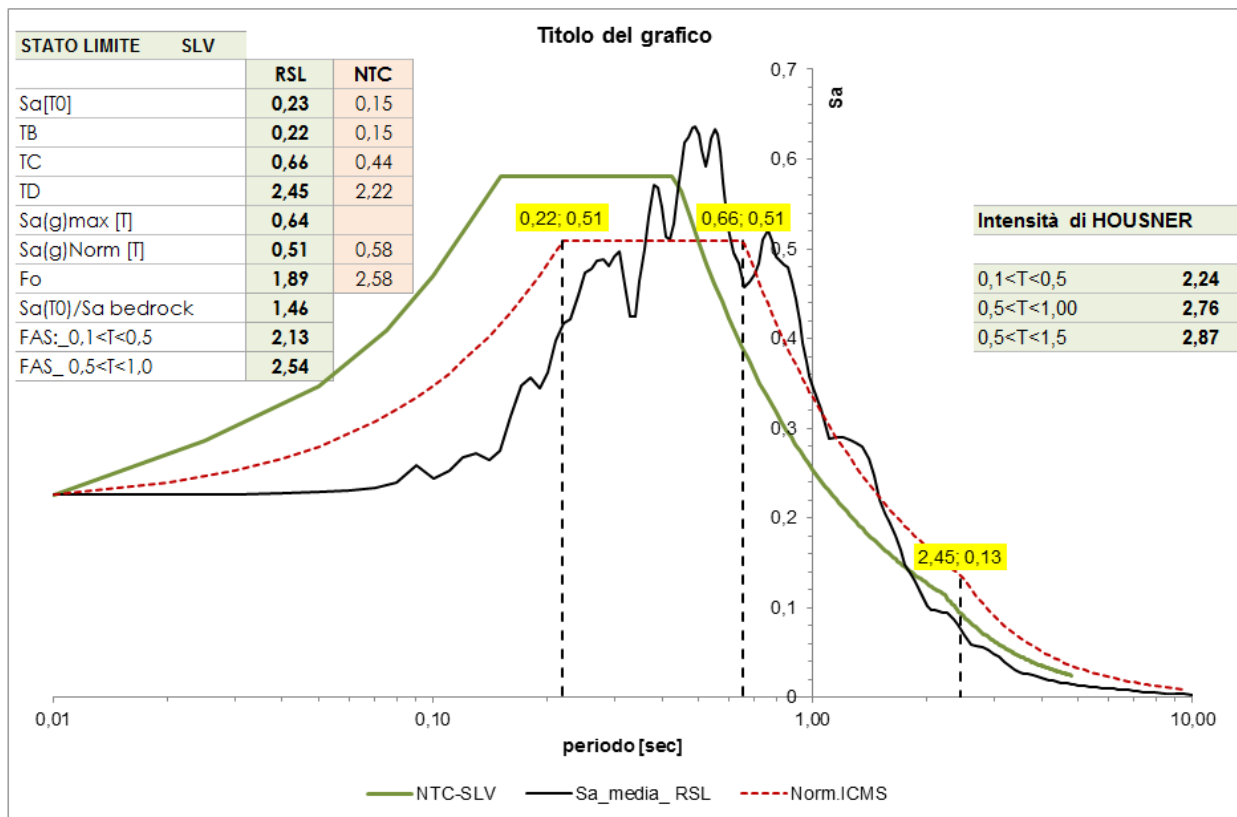
## 6.1 ACCELEROGRAMMI



## 6.2 AMPLIFICAZIONE SPETTRALE



## 6.3 SPETTRO ELASTICO



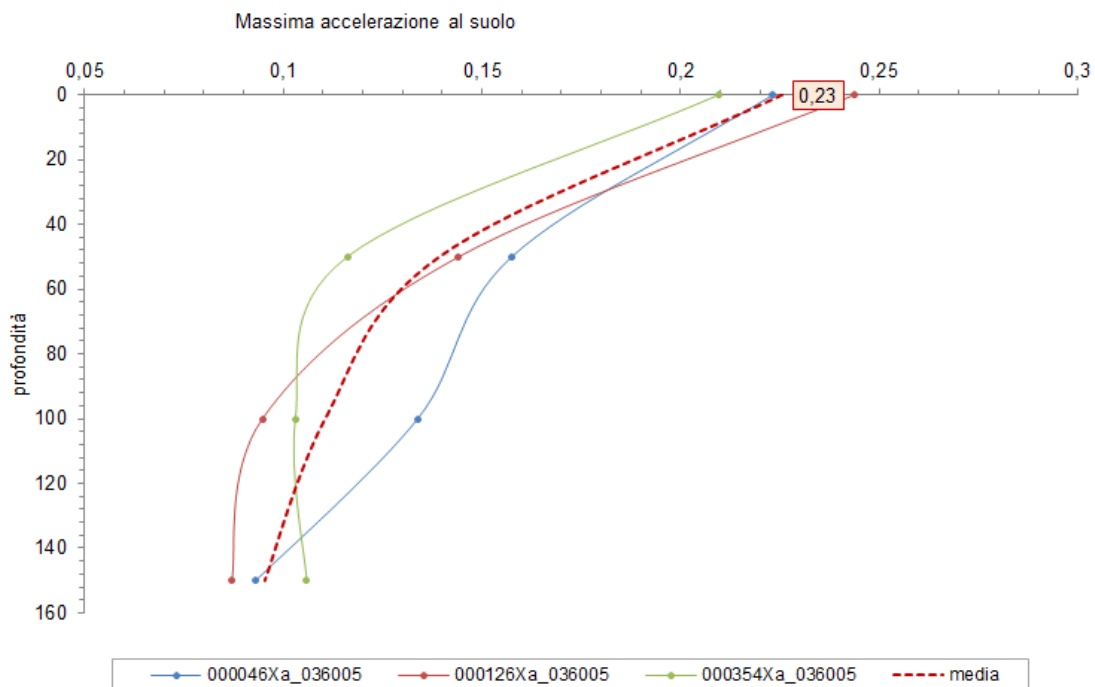
### NORMALIZZAZIONE ICMS

T	Se(g) Norm.	T	Se(g) Norm.	T	Se(g) Norm.	T	Se(g) Norm.
0,010	0,225	0,390	0,509	0,960	0,348	3,200	0,080
0,020	0,239	0,400	0,509	0,980	0,340	3,300	0,075
0,030	0,253	0,410	0,509	1,000	0,334	3,400	0,071
0,040	0,266	0,420	0,509	1,050	0,318	3,500	0,067
0,050	0,280	0,430	0,509	1,100	0,303	3,600	0,063
0,060	0,293	0,440	0,509	1,150	0,290	3,700	0,060
0,070	0,307	0,450	0,509	1,200	0,278	3,800	0,057
0,080	0,321	0,460	0,509	1,250	0,267	3,900	0,054
0,090	0,334	0,470	0,509	1,300	0,257	4,000	0,051
0,100	0,348	0,480	0,509	1,350	0,247	4,100	0,049
0,110	0,361	0,490	0,509	1,400	0,238	4,200	0,046
0,120	0,375	0,500	0,509	1,450	0,230	4,300	0,044
0,130	0,389	0,510	0,509	1,500	0,222	4,400	0,042
0,140	0,402	0,520	0,509	1,550	0,215	4,500	0,040
0,150	0,416	0,530	0,509	1,600	0,209	4,600	0,039
0,160	0,430	0,540	0,509	1,650	0,202	4,700	0,037
0,170	0,443	0,550	0,509	1,700	0,196	4,800	0,035

0,180	0,457	0,560	0,509	1,750	0,191	4,900	0,034	
0,190	0,470	0,570	0,509	1,800	0,185	5,000	0,033	
0,200	0,484	0,580	0,509	1,850	0,180	5,100	0,031	
0,210	0,498	TB	0,600	1,900	0,176	5,200	0,030	
0,220	0,509	0,620	0,509	1,950	0,171	5,400	0,028	
0,230	0,509	0,640	0,509	TC	2,000	0,167	5,600	0,026
0,240	0,509	0,660	0,506	2,050	0,163	5,800	0,024	
0,250	0,509	0,680	0,491	2,100	0,159	6,000	0,023	
0,260	0,509	0,700	0,477	2,150	0,155	6,200	0,021	
0,270	0,509	0,720	0,463	2,200	0,152	6,400	0,020	
0,280	0,509	0,740	0,451	2,250	0,148	6,600	0,019	
0,290	0,509	0,760	0,439	2,300	0,145	6,800	0,018	
0,300	0,509	0,780	0,428	2,350	0,142	7,000	0,017	
0,310	0,509	0,800	0,417	2,400	0,139	TD	7,200	0,016
0,320	0,509	0,820	0,407	2,500	0,131	7,400	0,015	
0,330	0,509	0,840	0,397	2,600	0,121	7,600	0,014	
0,340	0,509	0,860	0,388	2,700	0,112	7,800	0,013	
0,350	0,509	0,880	0,379	2,800	0,104	8,000	0,013	
0,360	0,509	0,900	0,371	2,900	0,097	8,500	0,011	
0,370	0,509	0,920	0,363	3,000	0,091	9,000	0,010	
0,380	0,509	0,940	0,355	3,100	0,085	9,500	0,009	

stato limite	SLV	Classe d'uso	II	Terreno	T1
--------------	-----	--------------	----	---------	----

## 6.4 ACCELERAZIONE AL SUOLO



La microzonazione sismica (FIG. 12) riporta un valore di “ a(g) “ variabile da 0.16 a 0.24. Quello trovato dallo scrivente ( 0.23 ) rientra nel range .

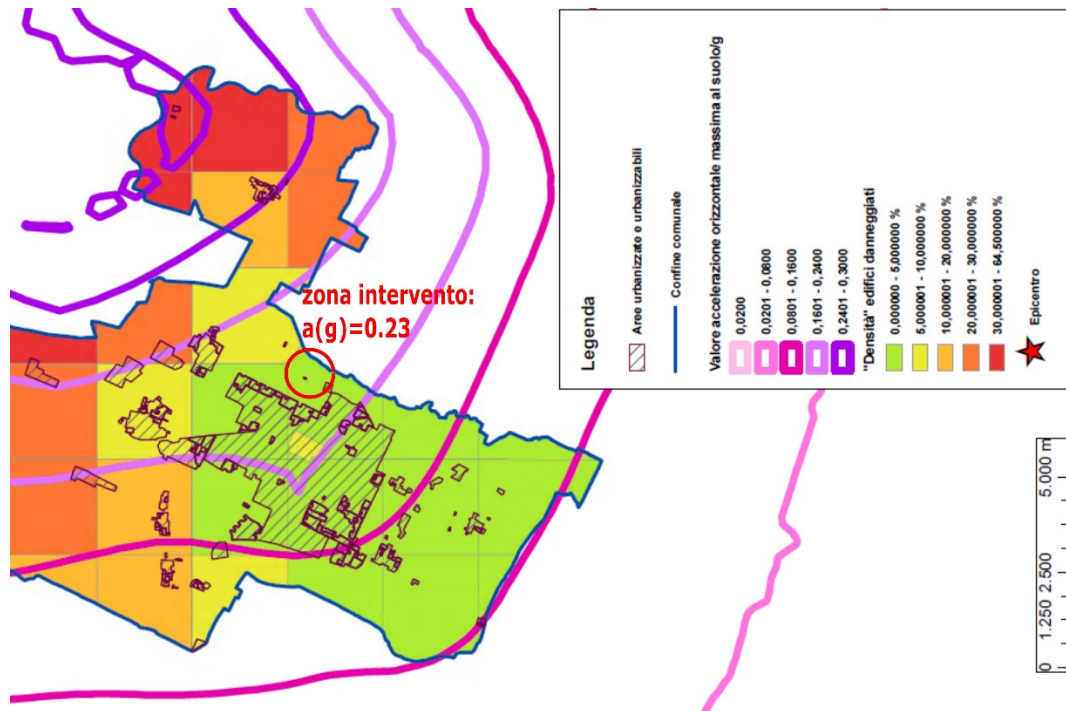
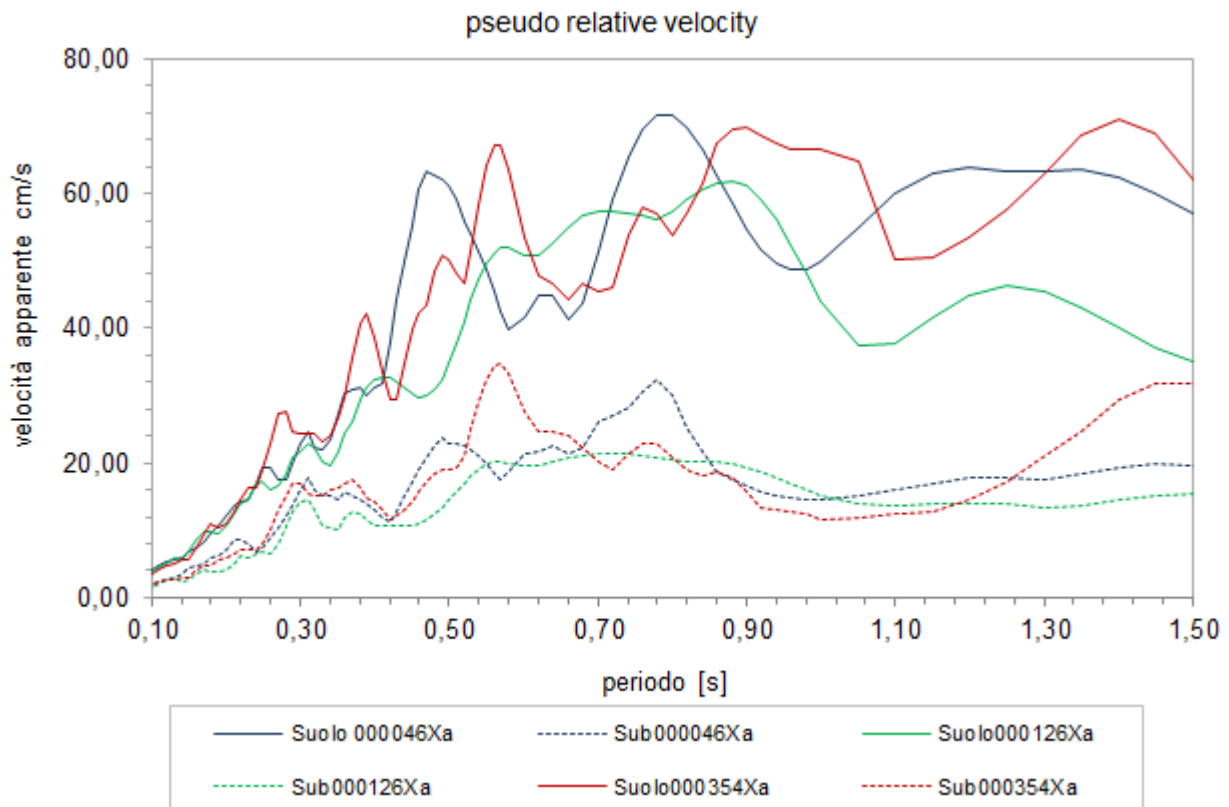


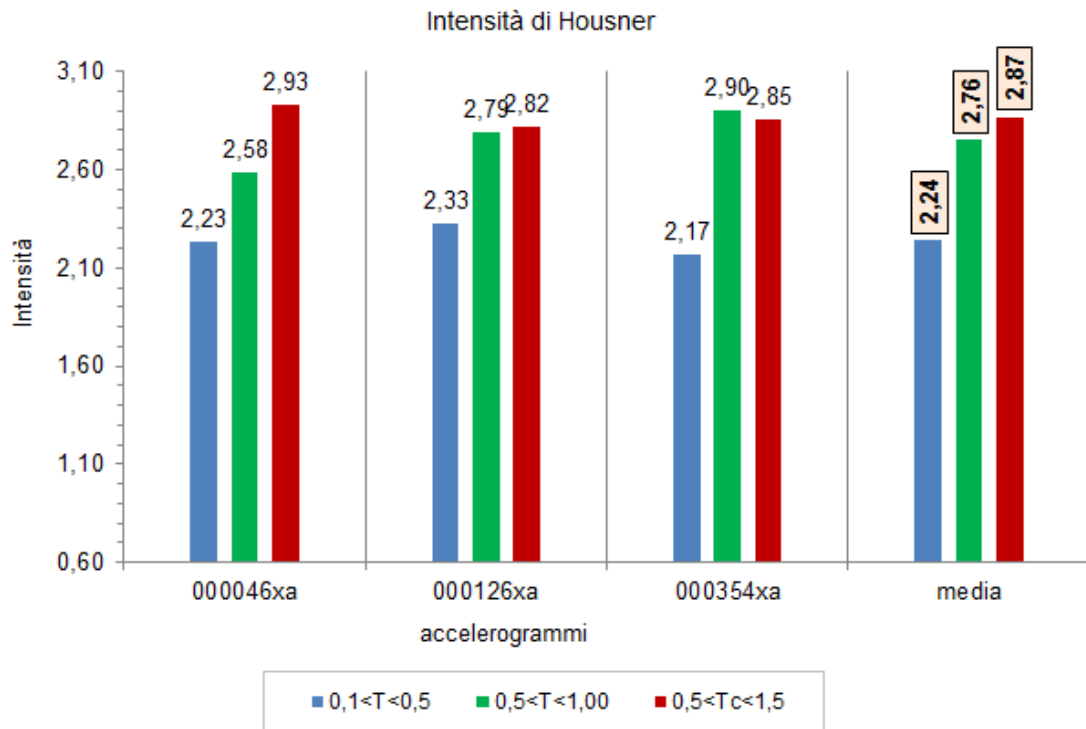
Figura 12- Microzonazione sismica : accelerazione al suolo

## 6.5 PSEUDO VELOCITÀ RELATIVA

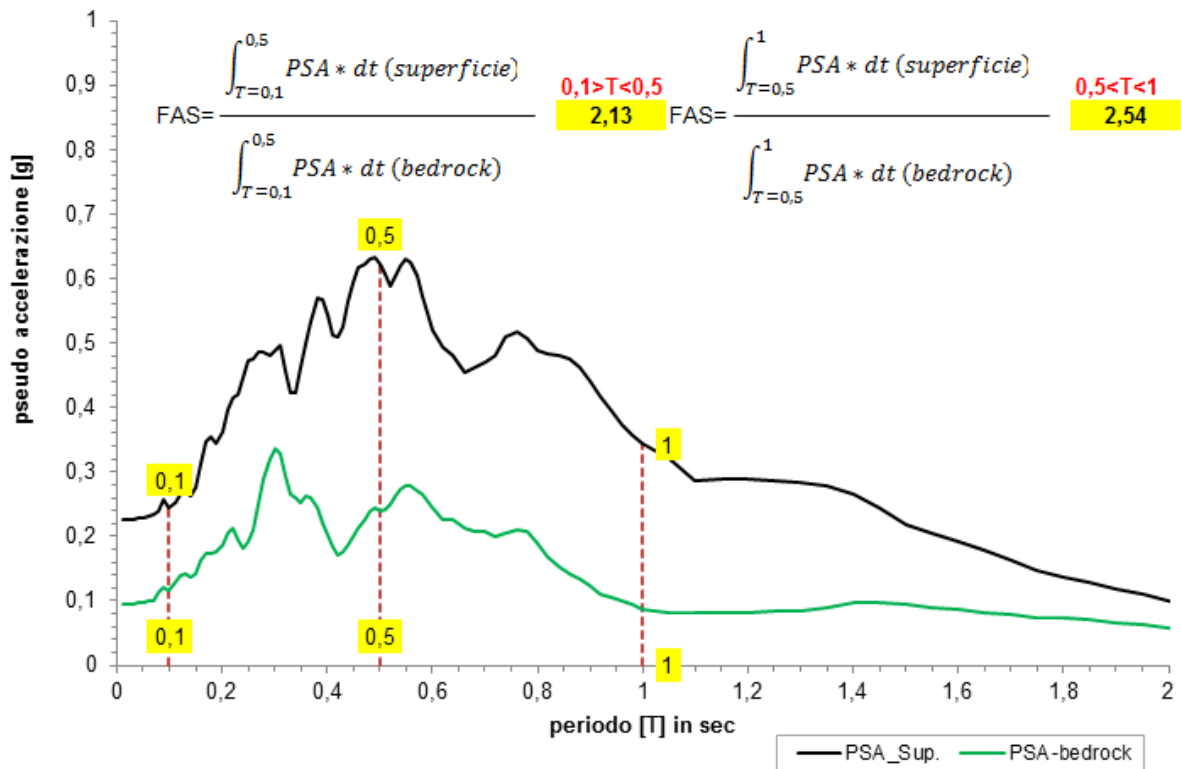




## 6.6 INTENSITÀ DI HOUSNER



## 6.7 FATTORE AMPLIFICAZIONE STRATIGRAFICO



## 7 PROVE CPT

---

Come premesso l'area intervento è stata indagata mediante n.6 prove CPT spinte ai 20 m dal p.c. Di seguito vengono riportate tre tavole grafiche per ogni sondaggio:

### 7.1 RESISTENZE E FACIES RILEVATE

Analizzando i dati , con eccezione dei primi 2.00 m a matrice sabbio-limosa marcatamente preconsolidati per essiccazione<sup>1</sup>, affiora un sottosuolo coerente ( argille) e/o semicoerente (limi) intercalati da frequenti livelli torbosi, soprattutto al di sotto dei 10 m di profondità (FIG.13).

Da segnalare sul lato Nord del lotto, in adiacenza al piazzale, la presenza di materiali grossolani di riporto per oltre 1.00 m.

Rispetto ai sondaggi fatti nel 2002, e successivi, ubicati dove ora sorge il complesso, è stato riscontrato :

- a) un macroscopico abbassamento della freatica che da 1,50 m circa si è spostata sui 4-5.00 m in generale, e , in un punto (sond.5) , a 8.00 m;
- b) una notevole riduzione della frazione sabbiosa in profondità .
- c) la comparsa di frequenti livelli torbosi
- d) un marcato aumento del grado di preconsolidazione dei primi 2.00 m

Le resistenze rilevate , esclusi i primi 2.00 m dove si raggiungono valori dell'ordine 50-80 Kg/cm<sup>2</sup>, si osservano alternanze di strati le cui "Qc" oscillano da 8/10 Kg/cm<sup>2</sup> a 20/25 Kg/cm<sup>2</sup>. In corrispondenza dei livelli torbosi il valore scende a 6/8 Kg/cm<sup>2</sup>.

### 7.2 PARAMETRI GEOTECNICI

- Peso volume [p.s. in t/m<sup>3</sup>]
- Coesione totale [CU in Kg/cm<sup>2</sup>]
- Coesione efficace [ C' in Kg/cm<sup>2</sup>]
- Angolo di attrito interno [  $\phi$  ]
- Grado di sovraconsolidazione [OCR]
- Coeff. Di sottofondo [ Ko in Kg/cm<sup>2</sup>]
- Modulo edometrico [ Edom. In Kg/cm<sup>2</sup>]
- Densità relativa [ Dr ]
- Coeff. Permeabilità [ K in cm/sec]
- Velocità onde "S" [Vs in m/s]
- Modulo elastico efficace [ E' in Kg/cm<sup>2</sup>]
- Modulo elastico totale [ EU in Kg/cm<sup>2</sup>].

Ogni sondaggio ha una tavola specifica per questi parametri. Essi si riferiscono a sub-livelli aventi le stesse facies e/o a resistenze "Qc" abbastanza similari.

---

<sup>1</sup> La matrice è sì sabbiosa ma occorre pure tener presente che quando il terreno è altamente preconsolidato, anche se di natura coerente, l'attrito laterale locale "fs" strumentale è ridotto come avviene per le sabbie. Ne consegue che in realtà, invece di sole facies sabbiose, il terreno può essere caratterizzato anche da livelli limo-argillosi.

# STRATIGRAFIA

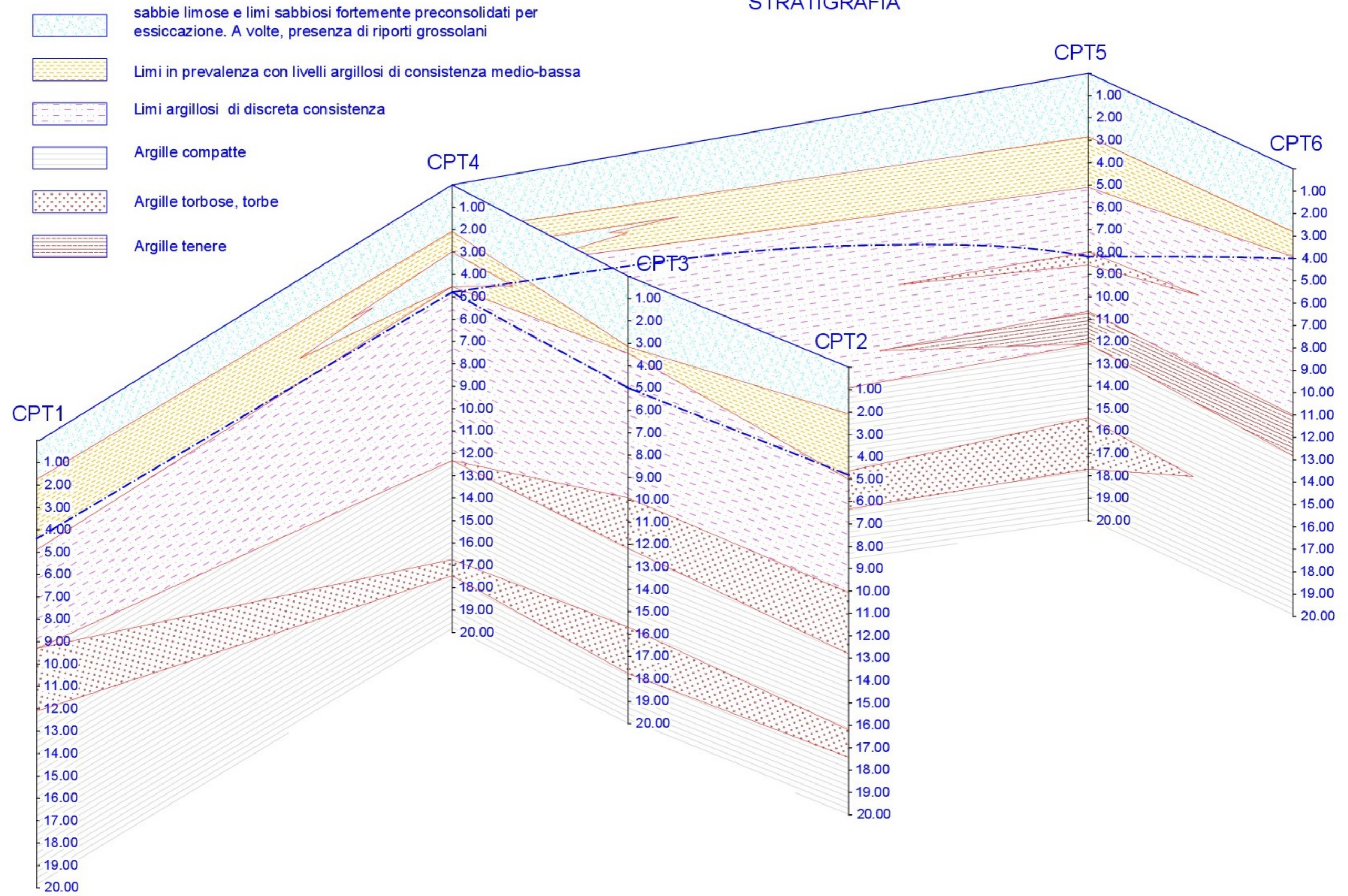


Figura 13- schema stratigrafico dedotto dalle CPT

### 7.3 INDICE DI POTENZIALE LIQUEFAZIONE “IPL” , LIQUEFACTION SEVERITY NUMBER “LSN” E CEDIMENTI POST-SISMICI.”.

Anche in questo caso, ogni sondaggio è corredato da una tavola grafica che illustra i risultati degli accertamenti.

Rispetto alle metodologie seguite nel 2002, 2013... , cambiano alcuni parametri e procedure:

- La magnitudo viene fissata in 6.14
- L’accelerazione al suolo accertata attraverso la risposta sismica locale, è:  $a(g) = 0.23$
- L’indice di potenziale liquefazione IPL viene determinato col metodo di *Idriss-Boulanger*
- Viene introdotto il parametro LSN ( Liquefaction Severity Number) di *Van Ballegooy* che esprime l’entità dei danni a livello superficiale in caso di sisma
- la verifica dei cedimenti post-sismici ha adottato il metodo *Zang-Robertson*.

La figura che segue riassume per ogni sondaggio i risultati degli accertamenti.

#### Risultati

- i valori di “IPL” variano da 0.00 a 0.52 per cui , secondo *Sonmez*, il rischio di liquefazione è nullo o modesto
- I cedimenti post-sismici sono abbastanza contenuti. Raggiungono valori massimi di 5.5/8.8 cm solo dove si riscontrano le torbe
- Il termine LSN è molto basso ( da 0 a 2.59) pertanto la categoria del sito cade in “A”, ossia un sito per il quale , in caso di sisma , le manifestazioni superficiali sono minime.

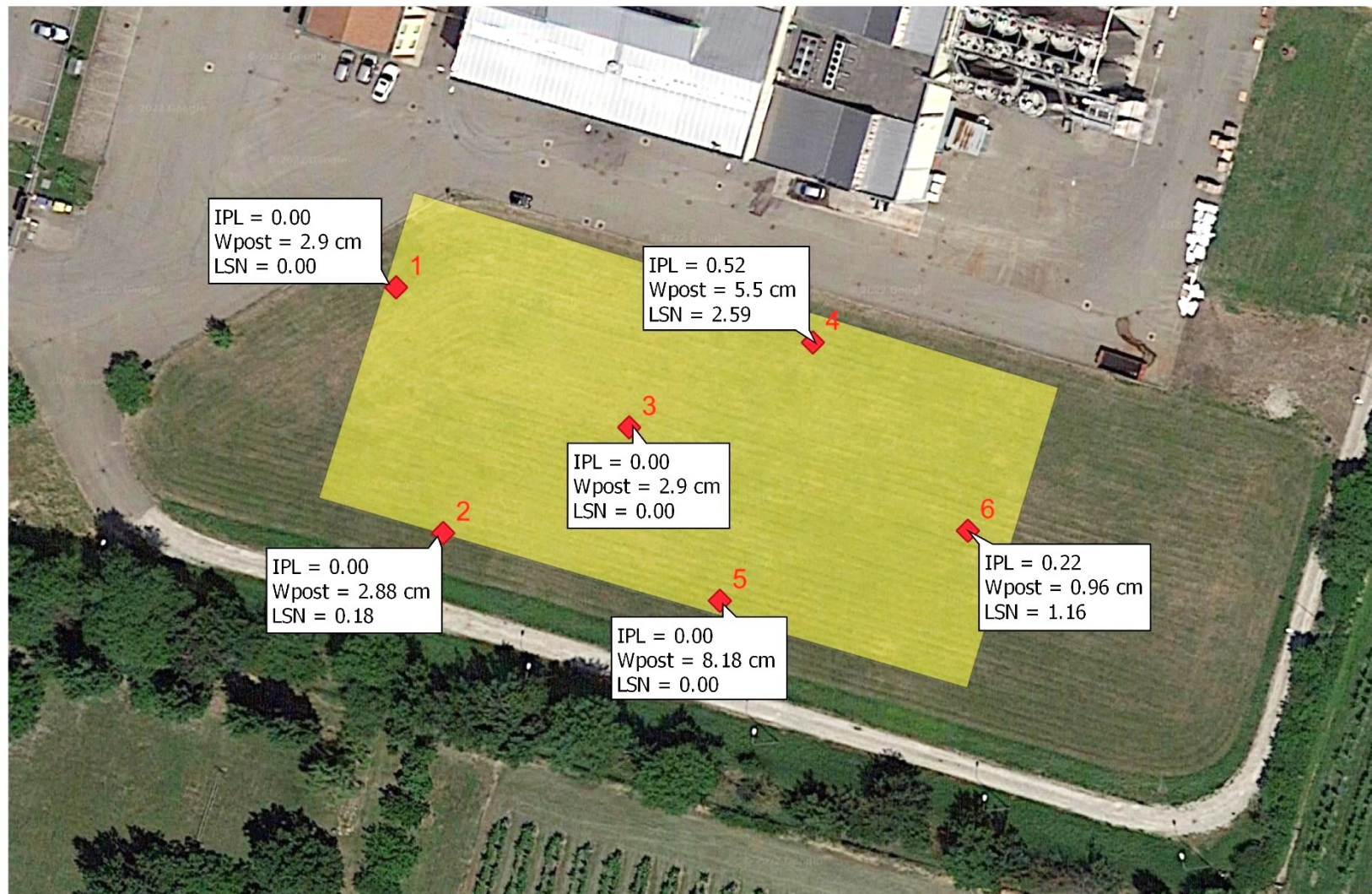


Figura 14- sintesi accertamenti effetti sismici sul terreno

## 8 INDICAZIONI OPERATIVE

---

Considerando quanto suesposto, si precisa:

1. L'effetto preconsolidazione dei primi due metri del sottosuolo va completamente trascurato. Nei periodi piovosi, infatti, questo effetto sarà destinato a scomparire. Ciò significa che a livello operativo è consigliabile porre le fondazioni ,soprattutto se a travi rovesce o plinti., al di sotto, o almeno verso la base, di questo strato, in modo da escluderle dalle variazioni igrometriche e volumetriche stagionali.
2. Da un punto di vista geotecnico, indipendentemente dal tipo di fondazione diretta, è opportuno non considerare i parametri che riguardano lo strato preconsolidato e macro fessurato in quanto suscettibili di riduzioni in condizioni climatiche diverse. Vanno pertanto adottati quelli dello strato successivo. Esaminando i risultati dei sei sondaggi, quello che presenta le resistenze più basse è il n.1, quindi, per il dimensionamento delle fondazioni, si dovranno adottare i parametri di cui alla relativa scheda.

Ossia:

- $C_U = 0.55 \text{ Kg/cm}^2$
- $C' = 0.17 \text{ Kg/cm}^2$
- $\varphi = 22^\circ$
- $P_s = 1.71 \text{ t/mc}$
- $K_o = 2.2 \text{ Kg/cm}^2$
- $E' = 34 \text{ Kg/cm}^2$
- $E_u = 469 \text{ Kg/cm}^2$

## 9 CONCLUSIONI

---

L'indagine ha messo in evidenza quanto segue:

- **Stratigrafia**  
I primi 2.00 m sono caratterizzati da limi-sabbiosi ma anche da facies semicoerenti molto preconsolidate per essiccazione, inoltre, sul lato Nord del lotto, si rileva pure uno strato di materiale grossolano riportato.  
A Seguire sino ai 20 m, alternanze fra argille e limi. Quasi assenti le sabbie ma presenze abbastanza frequenti di livelli torbosi.  
A livello di consistenza, esclusi i primi due metri dove si toccano 50/80 Kg/cm<sup>2</sup>, si ha un'alternanza di strati le cui "Qc" oscillano da 8/10 Kg/cm<sup>2</sup> a 20/25 Kg/cm<sup>2</sup>. In corrispondenza dei livelli torbosi (soprattutto al di sotto dei 10 m) il valore scende sui 6/8 Kg/cm<sup>2</sup>.
- **Falda**  
Si colloca dai 5.00 agli 8.00 m di profondità. Nel 2002, l'indagine fatta per l'attuale complesso, la rilevava da 1.00 a 1,50 m dal p.c.  
La marcata escursione della medesima va imputata a tre fattori: riduzione piogge/neve, forte impermeabilizzazione dell'area e, per quanto riguarda il presente lotto, all'assenza di sabbie in profondità.
- **Caratteristiche sismiche**
  - $V_{s30} : 230 \text{ m/s}$ . Sito posto in "C"
  - Frequenza fondamentale "fo" : 0.8 Hz
  - a(g) al suolo (dalla RSL) : 0.23

- TB : 0.22 s
  - TC : 0.66 s
  - TD : 2.45 s
  - Sa(g) Normalizzata : 0.51
  - Fo : 1.89
  - FAS 0.1<T<0.5 : 2.13
  - FAS 0.5<T<1.00 : 2.54
  - Intensità di Housner
    - 0.1<T<0.5 : 2.24
    - 0.5<T<1.00 : 2.76
    - 0.5<T<1.5 : 2.87
  - IPL : da 0.00 a 0.52 pertanto rischio di liquefazione da nullo a modesto
  - LSN : categoria "A", ossia manifestazioni minime in caso di sisma
  - W.post\_sisma : da un minimo di 0.96 cm ad un massimo di 8.18 cm.
- Geotecnica
 

Ogni sondaggio è corredato da una scheda riportante i parametri geotecnici del sottosuolo.

A livello operativo si fissa quanto segue:

- Il piano di posa delle fondazioni con tipologia superficiale, come travi rovesce e plinti, deve essere portato il più possibile verso la base dello strato superficiale preconsolidato per essiccazione, per evitare le conseguenze dovute alle variazioni volumetriche allorché si modificherà il contenuto in acqua nei periodi piovosi
- Il dimensionamento delle fondazioni dirette superficiali, indipendentemente dalla loro tipologia, va fatto con i dati geotecnici dello strato posto alla base di quello preconsolidato, e precisamente con quelli del Sond.1 in quanto risulta il peggiore (ved. indicazioni operative) .

Questa condizione va rispettata anche nel caso in cui vengano adottate fondazioni di marcata geometria, tipo piastre o platee. Queste forme, infatti, potrebbero usufruire di valori più alti per il contributo degli strati più resistenti posti in profondità, ma poi si correrebbe il rischio di applicare un carico poco compatibile con il primo strato di media /bassa consistenza posto subito sotto a quello preconsolidato.

Dott. Geol. Gemelli Franco  
Iscr. Albo Reg. Em. Rom. n° 142

## **10 SCHEDE RELATIVE AI SEI SONDAGGI.**

---

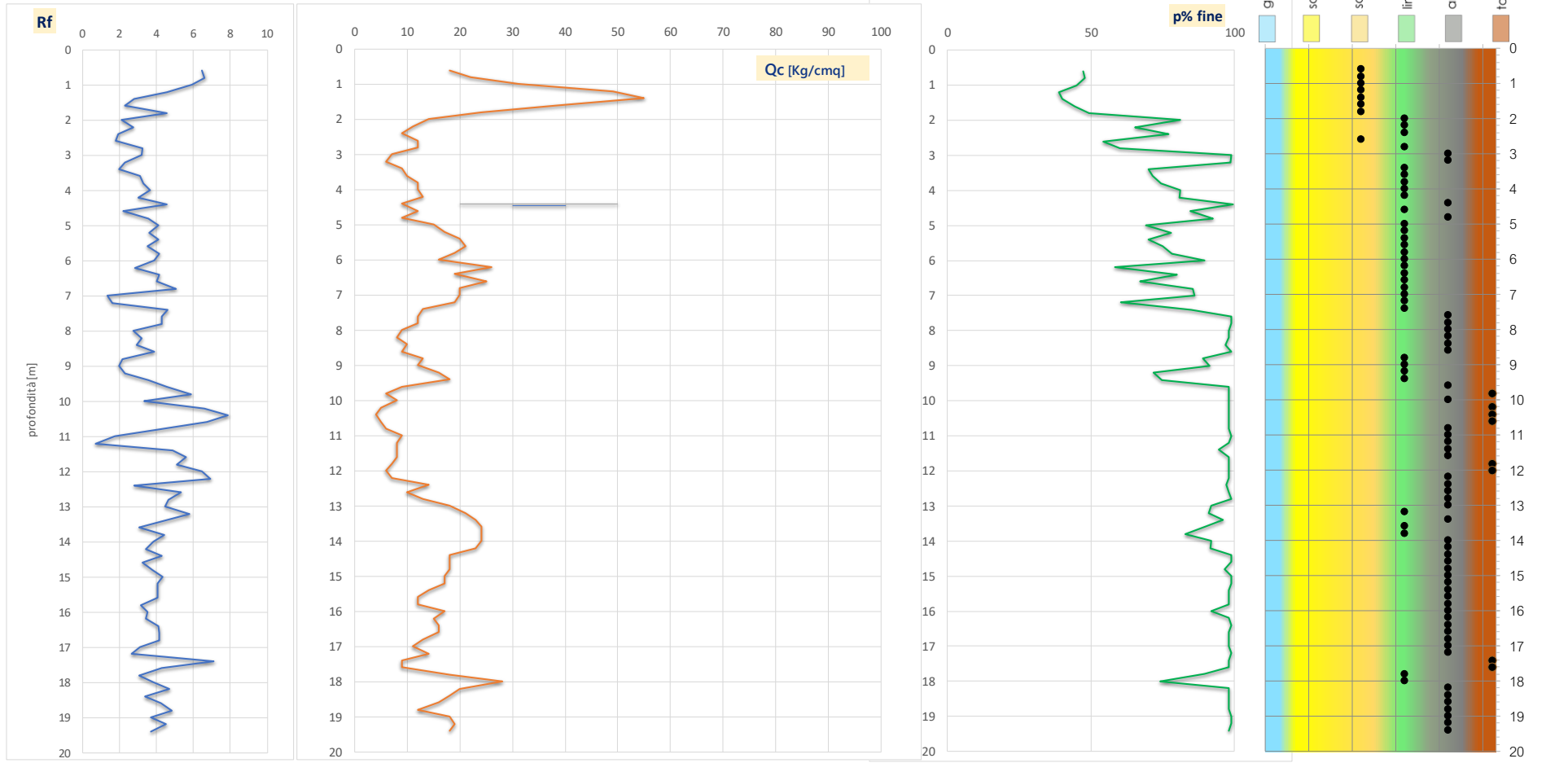
Dott.Geol. **GEMELLI FRANCO**

Via Milano 21, Sassuolo (MO)-Tel. 0536-870085 - email: gemelli.franco@gmail.com

**Resistenze e stratigrafia del sottosuolo**

**Prova penetrometrica statica CPT**

N.ro SOND.	<b>1,00</b>	Falda	<b>4,40</b>
Comm.te	<b>CANTINA CARPI-SORBARA</b>	Località	<b>carpi</b>



F.Yi - estimating soil fines contents from CPT [2014]

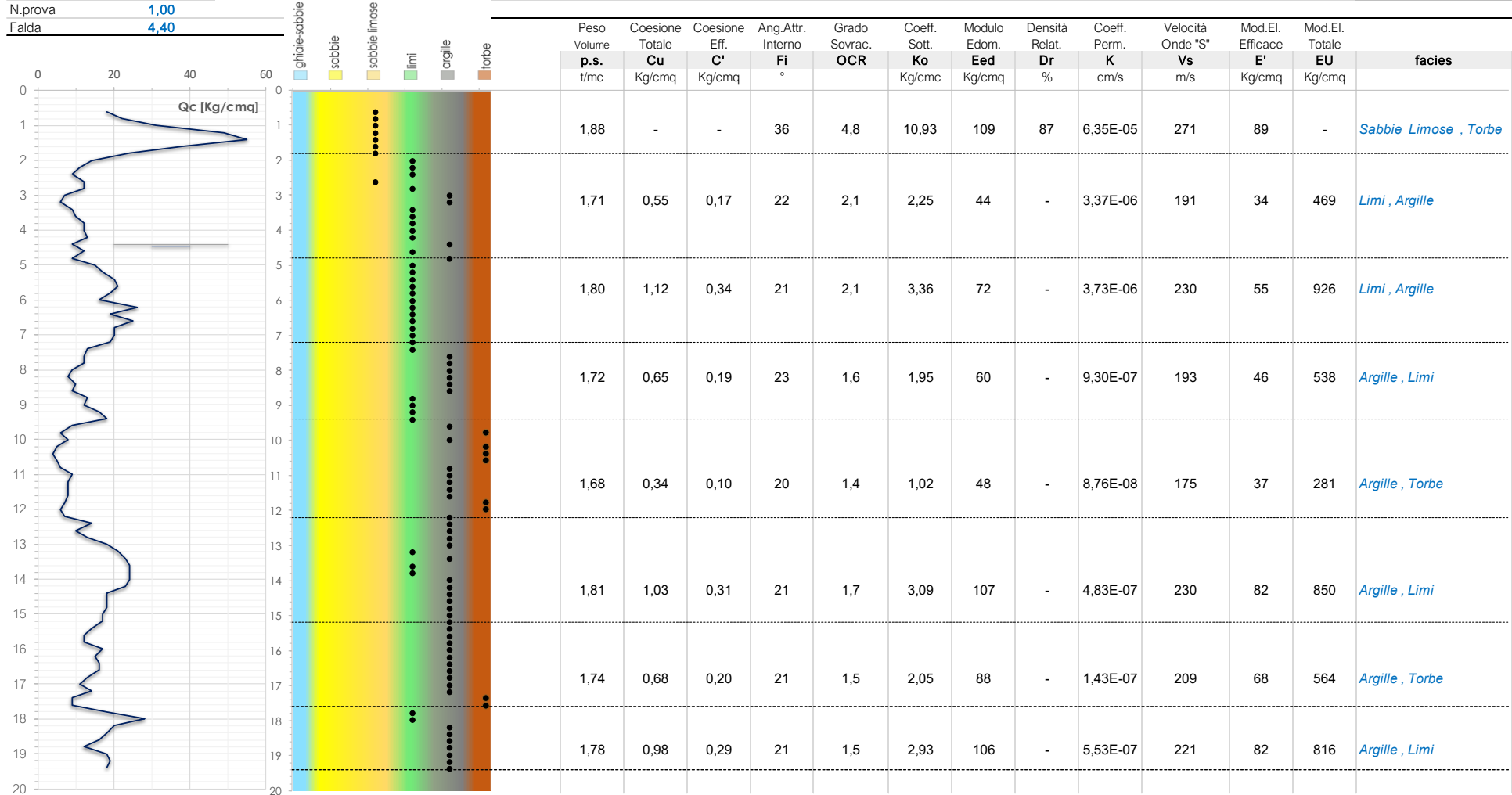
Robertson : Guide to Cone Penetration Testing for Geotechnical Engineering [2015]

C.Madai-G.Vannucchi - M.Baglione - Luca Martelli - T.Veronese : utilizzo delle prove CPT per la stima liquefazione [Riv. It. Geotecnica]



Committente **CANTINA CARPI-SORBARA**  
 Località **carpi**  
 N.prova **1,00**  
 Falda **4,40**

Modello e caratterizzazione geotecnica del sottosuolo



Dati bibliografici

Robertson [ p.s. ]; Lancellotta [DR]; Jacobsen [C]; P.V.Righi [fi]; Robertson [K]; DeBeer [CU] - Kulway (Arg) e Vidijala (Sab) [Ko]; Bowles [Eed]; Mayne [Vs-OCR]; Teoria elasticità [E'] - Duncan [EU]

**Rischio Liquefazione - cedimenti post- sismici - Liquefaction Severity Number**

**Prova penetrometrica statica CPT**

N.ro SOND. **1,00**

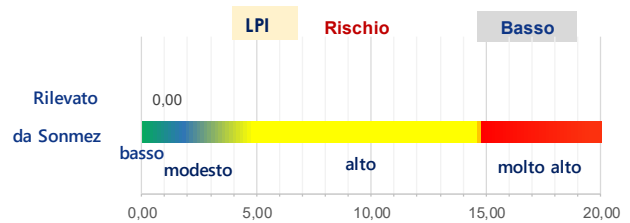
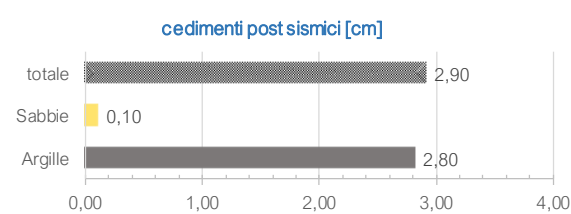
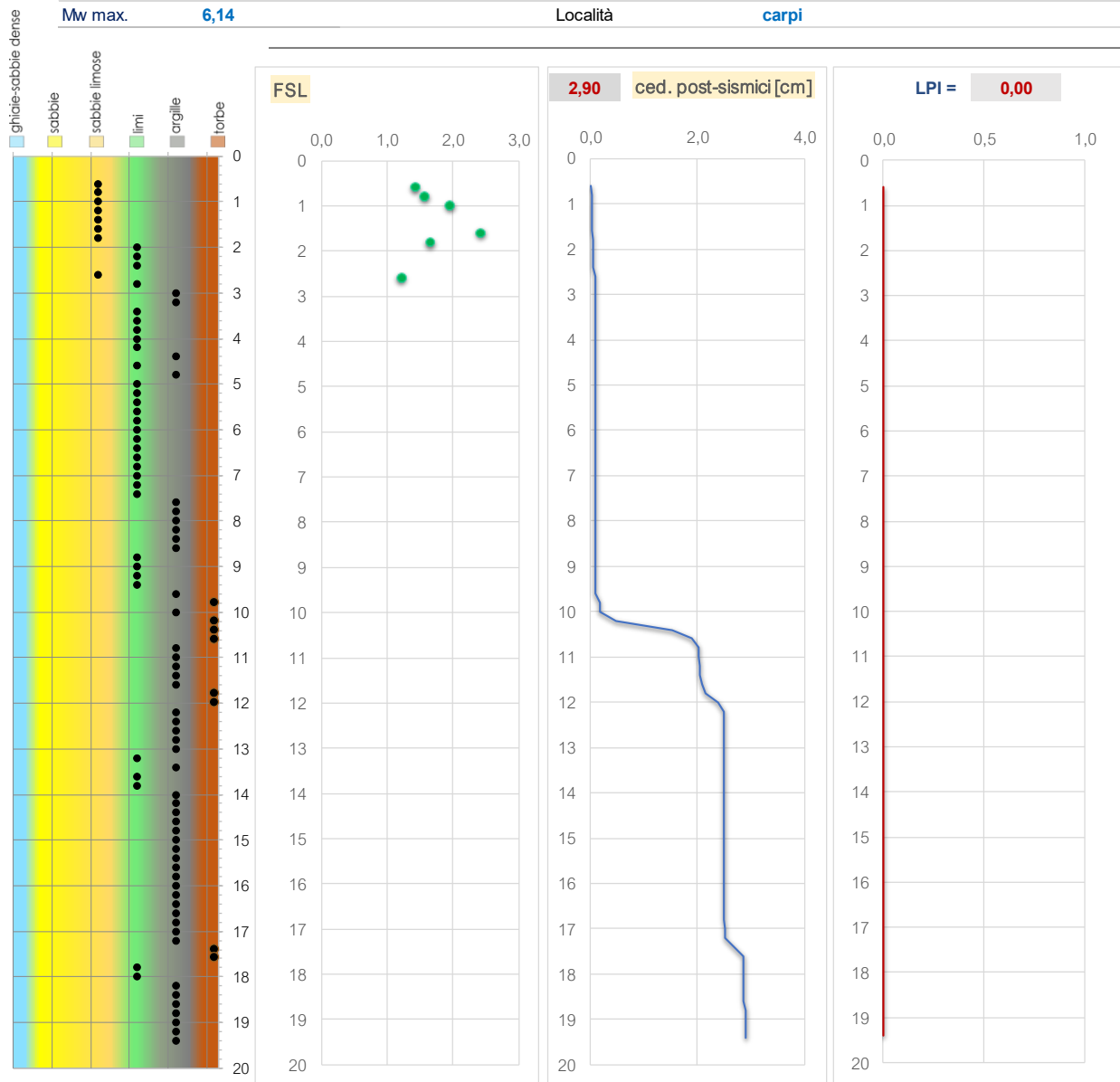
Committente **CANTINA CARPI-SORBARA**

Falda **4,40**

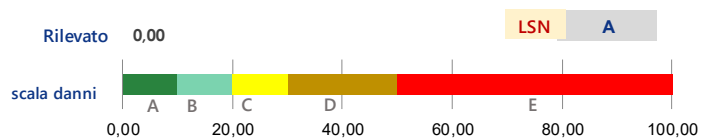
a(g) **0,23**

Mw max. **6,14**

Località **carpi**



- Legenda LSN**
- A** - Manifestazioni minime
  - B** - presenza di sand boils
  - C** - evidenti manifestazioni- cedimenti strutturali
  - D** - intense manifestazioni, danni alla superficie, evidenti cedimenti alle strutture
  - E** - liquefazione diffusa e danni gravi alle strutture



**Riferimenti bibliografici** - Idriss-Boulanger (2014): CPT and SPT based liquefaction triggering procedures - **Allegato A3 della RER**: procedure di riferimento per l'analisi di terzo livello di approfondimento - Estimating liquefaction - induced ground settlements from CPT for level ground (Zhang - Robertson) - Liquefaction Severity Number LSN ( Van Ballegooy 2014)

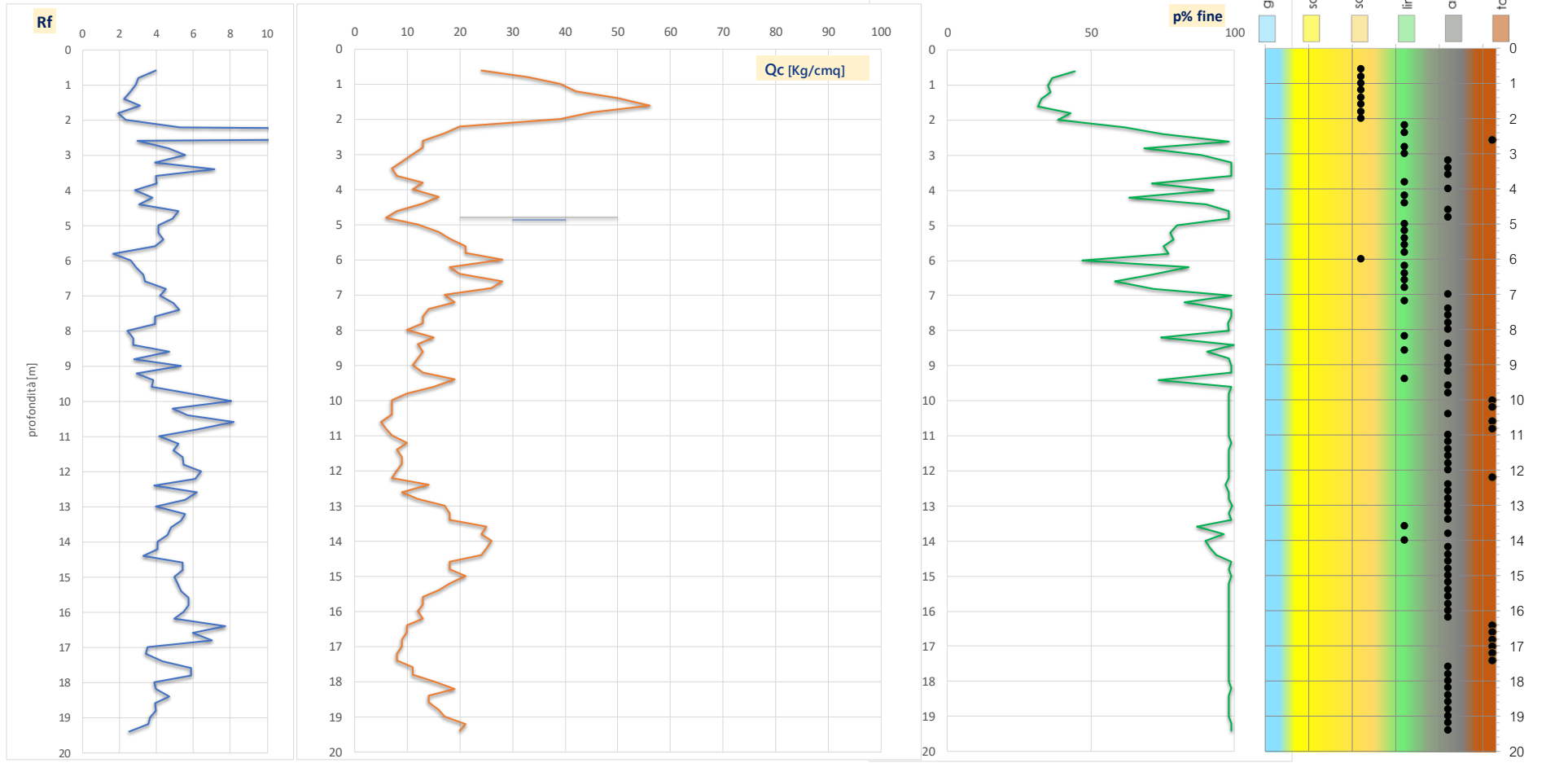
Dott.Geol. **GEMELLI FRANCO**

Via Milano 21, Sassuolo (MO)-Tel. 0536-870085 - email: gemelli.franco@gmail.com

**Resistenze e stratigrafia del sottosuolo**

**Prova penetrometrica statica CPT**

N.ro SOND.	<b>2,00</b>	Falda	<b>4,80</b>
Comm.te	<b>CANTINA CARPI-SORBARA</b>	Località	<b>carpi</b>



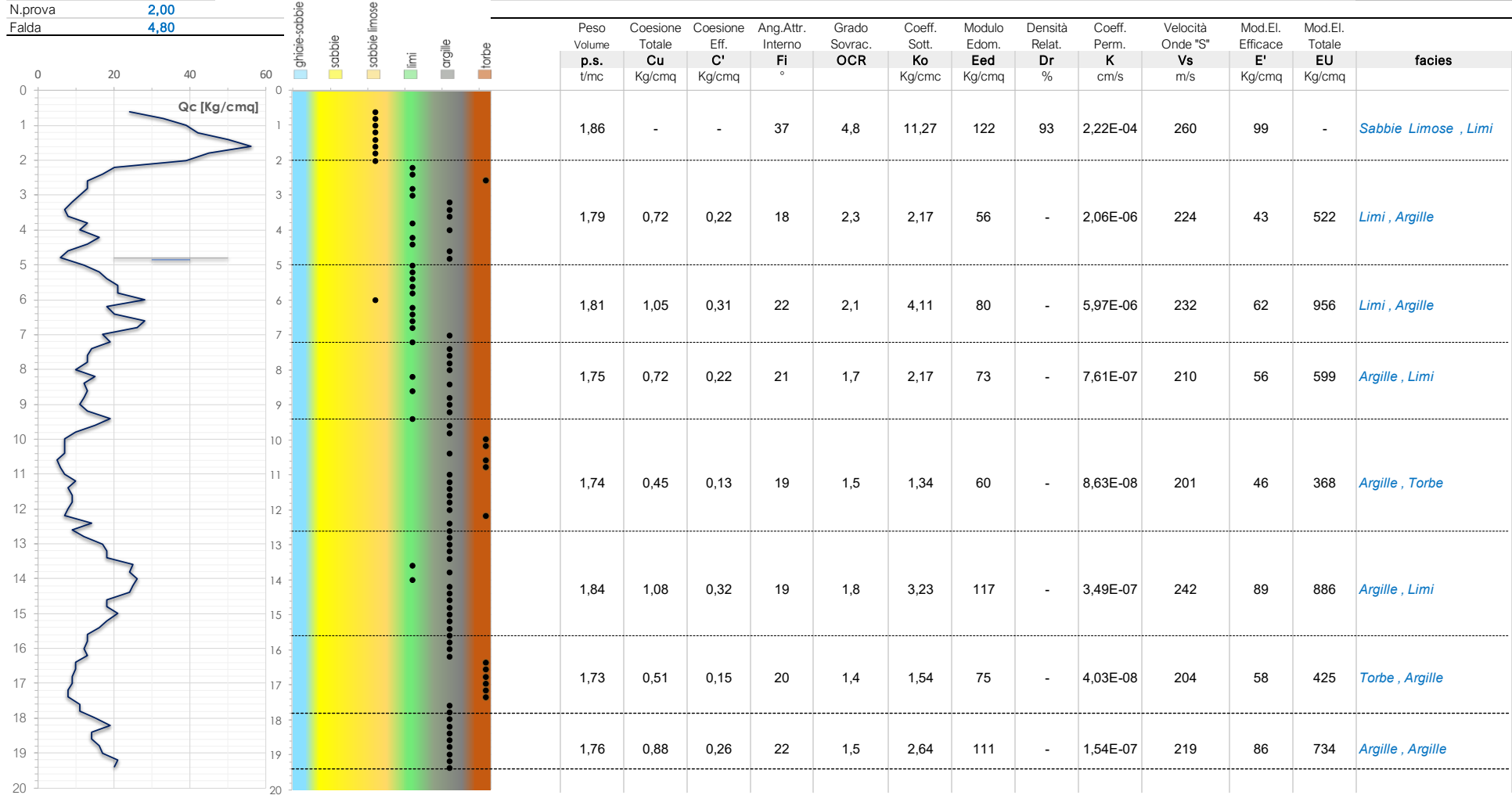
F.Yi - estimating soil fines contents from CPT [2014]

Robertson : Guide to Cone Penetration Testing for Geotechnical Engineering [2015]

C.Madai-G.Vannucchi - M.Baglione - Luca Martelli - T.Veronese : utilizzo delle prove CPT per la stima liquefazione [Riv. It. Geotecnica]

Committente **CANTINA CARPI-SORBARA**  
 Località **carpi**  
 N.prova **2,00**  
 Falda **4,80**

Modello e caratterizzazione geotecnica del sottosuolo



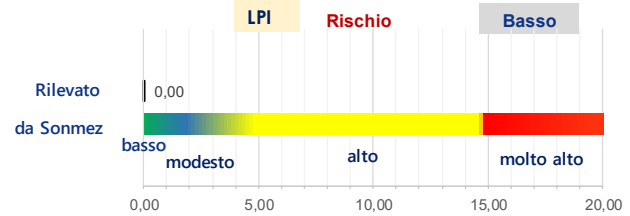
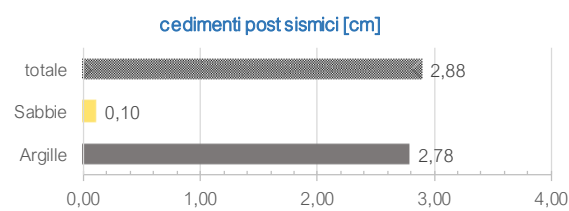
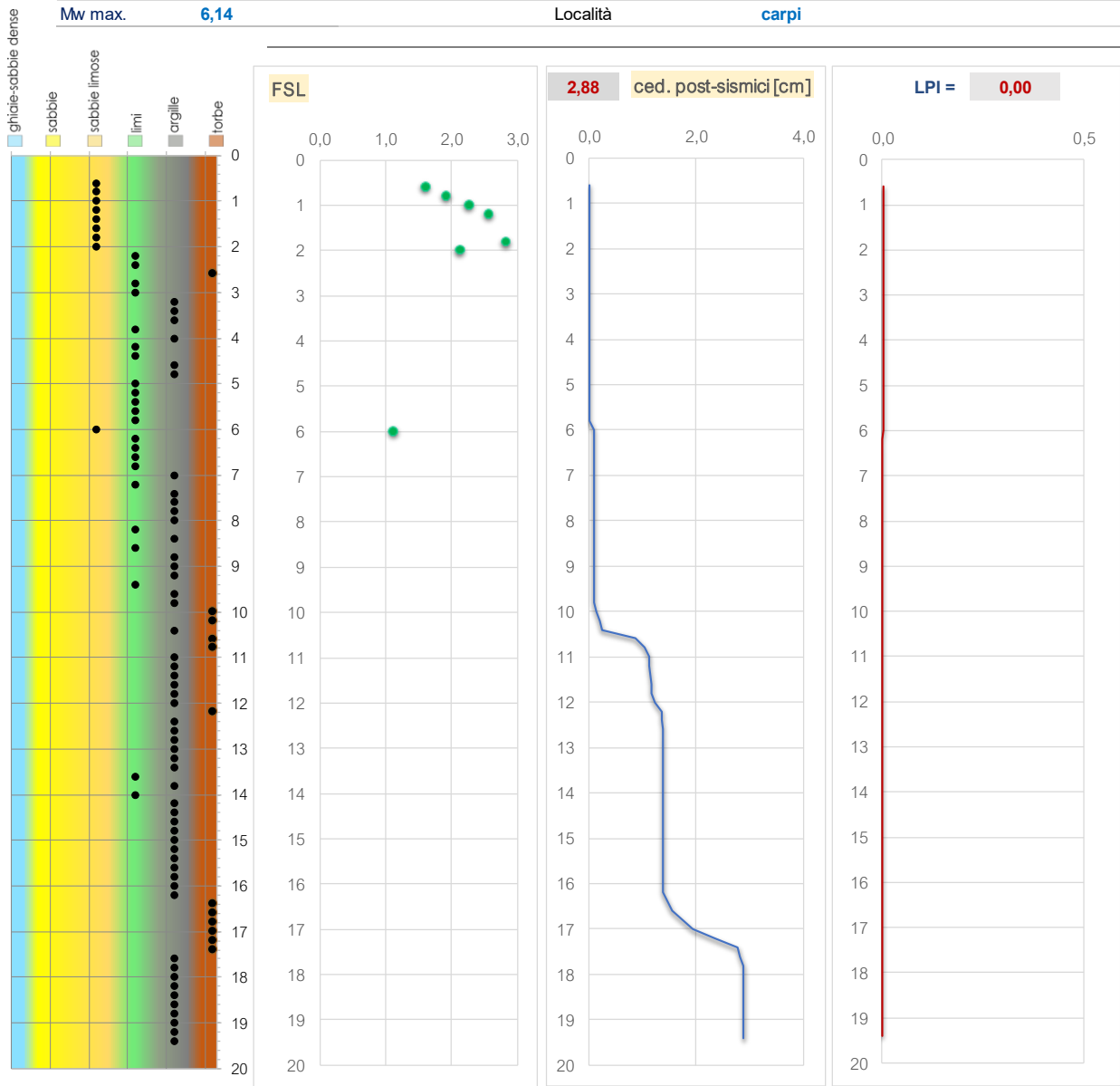
Dati bibliografici

Robertson [ p.s. ]; Lancellotta [DR] ; Jacobsen [ C ] ; P.V.Righi [ fi ] ; Robertson [ K ] ; DeBeer [CU] - Kulway (Arg) e Vidijala (Sab) [Ko] ; Bowles [Eed] ; Mayne [Vs-OCR] ; Teoria elasticità [E'] - Duncan [EU]

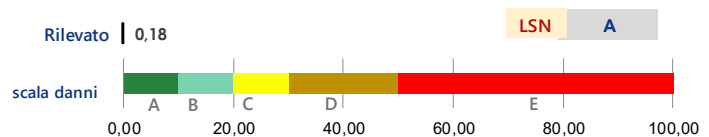
**Rischio Liquefazione - cedimenti post-sismici - Liquefatcion Severity Number**

<b>Prova penetrometrica statica CPT</b>	N.ro SOND.	<b>2,00</b>
Committente <b>CANTINA CARPI-SORBARA</b>	Falda	<b>4,80</b>
	a(g)	<b>0,23</b>

Mw max. **6,14** Località **carpi**



- Legenda LSN**
- A** - Manifestazioni minime
  - B** - presenza di sand boils
  - C** - evidenti manifestazioni- cedimenti strutturali
  - D** - intense manifestazioni, danni alla superficie , evidenti cedimenti alle strutture
  - E** - liquefazione diffusa e danni garvi alle strutture



**Riferimenti bibliografici - Idriss-Boulanger (2014): CPT and SPT based liquefaction triggering procedures - Allegato A3 della RER: procedure di riferimento per l'analisi di terzo livello di approfondimento - Estimating liquefaction - induced ground settlements from CPT for level ground (Zhang - Robertson) - Liquefaction Severity Number LSN ( Van Ballegooy 2014)**

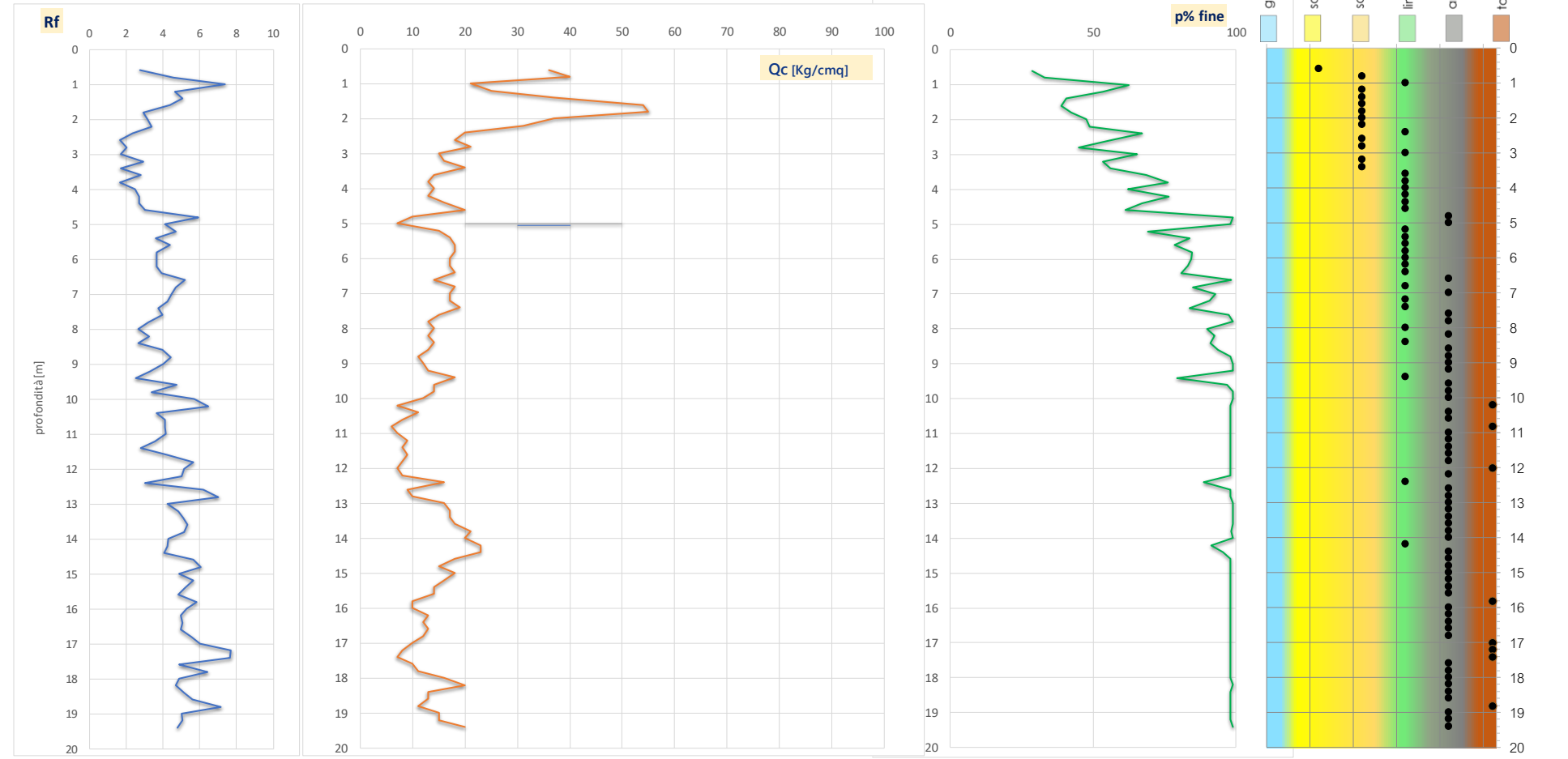
Dott.Geol. **GEMELLI FRANCO**

Via Milano 21, Sassuolo (MO)-Tel. 0536-870085 - email: gemelli.franco@gmail.com

**Resistenze e stratigrafia del sottosuolo**

**Prova penetrometrica statica CPT**

N.ro SOND.	<b>3,00</b>	Falda	<b>5,00</b>
Comm.te	<b>CANTINA CARPI-SORBARA</b>	Località	<b>carpi</b>



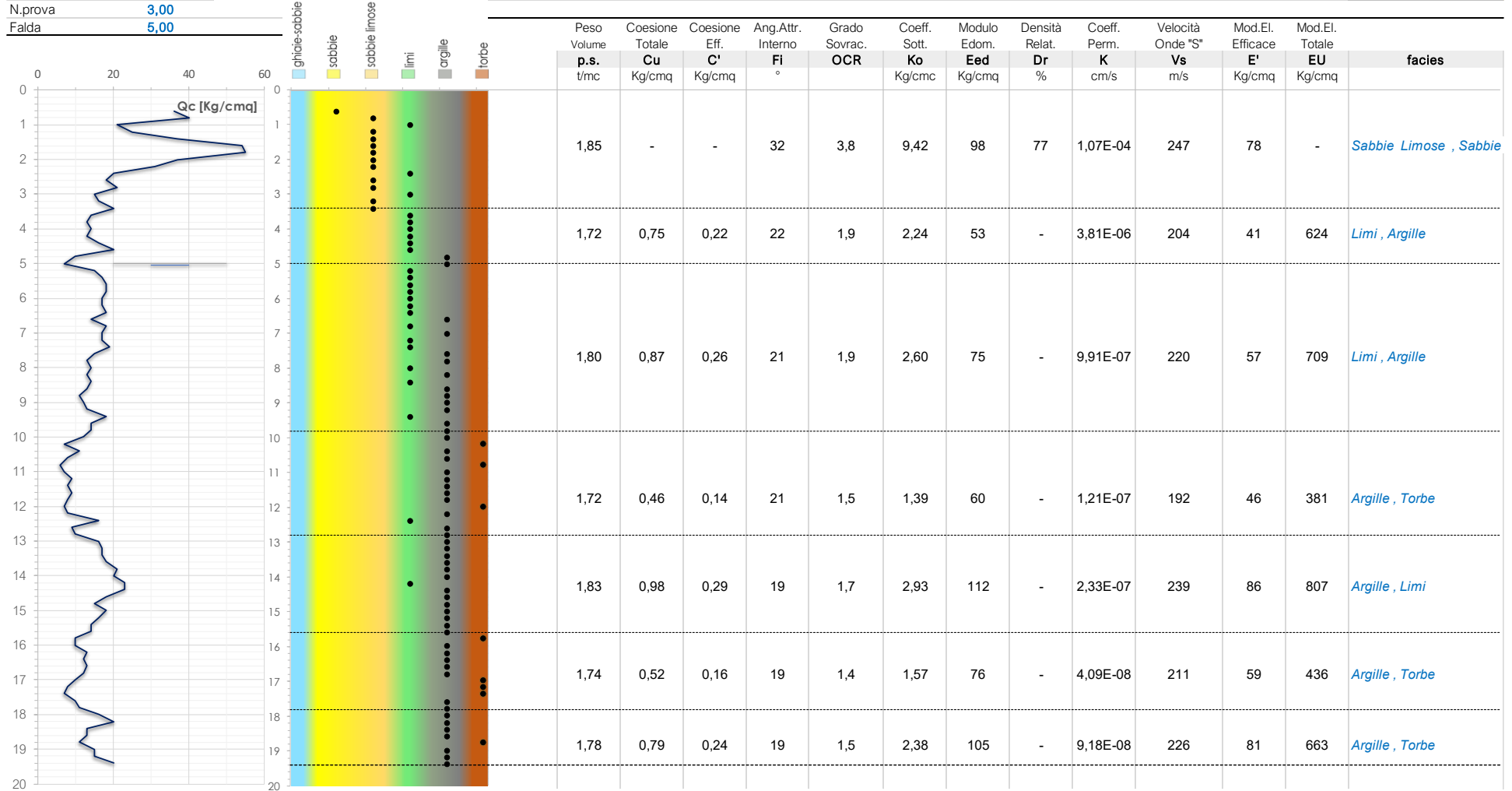
F.Yi - estimating soil fines contents from CPT [2014]

Robertson : Guide to Cone Penetration Testing for Geotechnical Engineering [2015]

C.Madai-G.Vannucchi - M.Baglione - Luca Martelli - T.Veronese : utilizzo delle prove CPT per la stima liquefazione [Riv. It. Geotecnica]

Committente **CANTINA CARPI-SORBARA**  
 Località **carpi**  
 N.prova **3,00**  
 Falda **5,00**

Modello e caratterizzazione geotecnica del sottosuolo



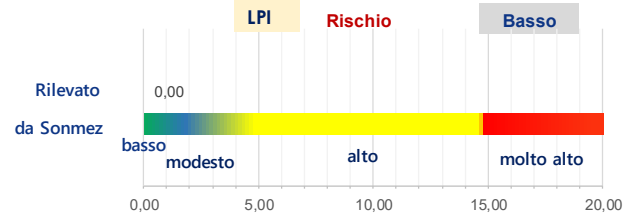
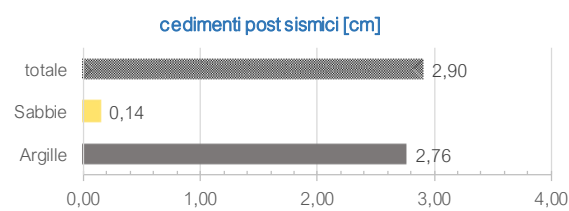
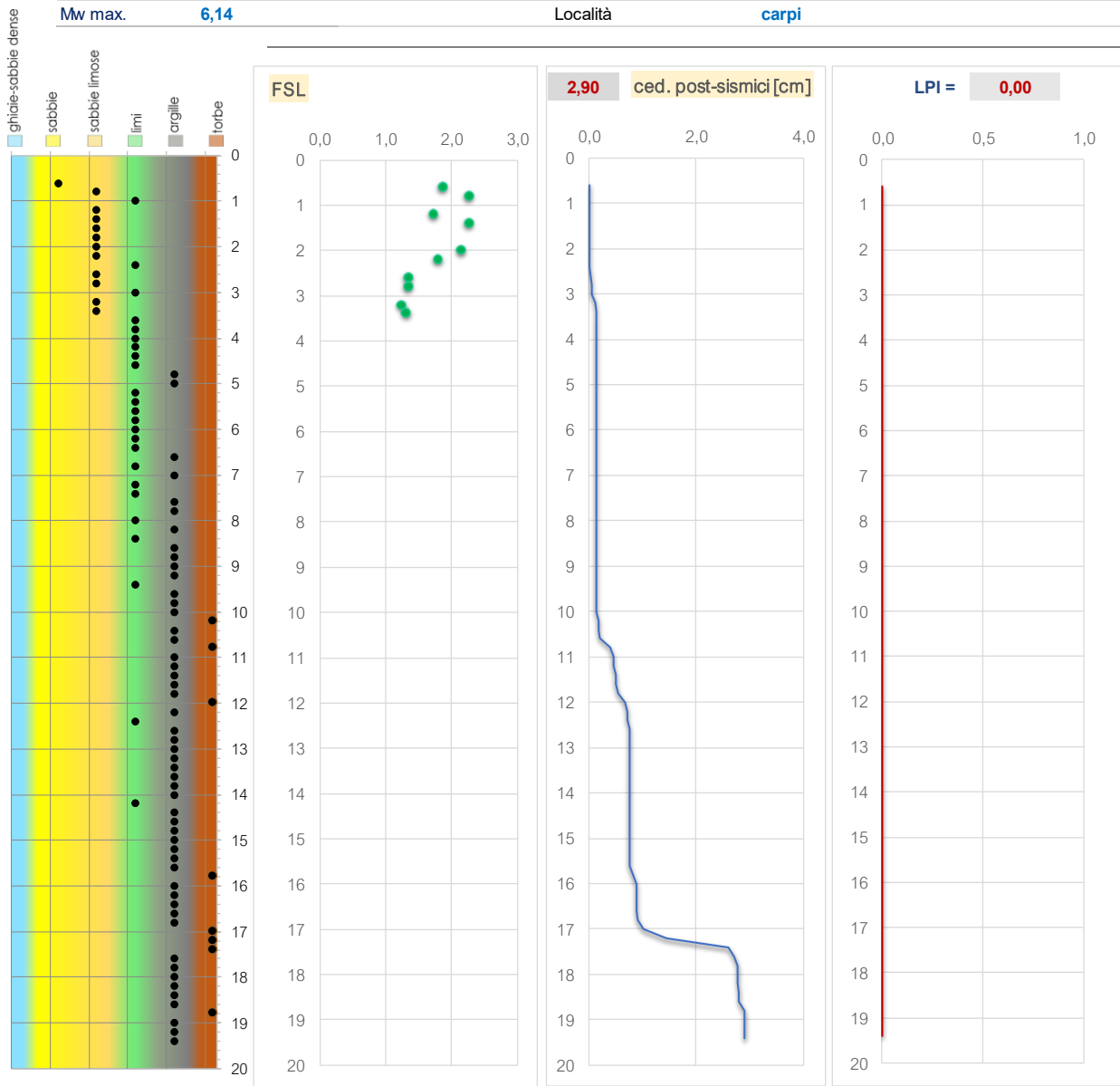
Dati bibliografici

Robertson [ p.s. ]; Lancellotta [DR] ; Jacobsen [ C ] ; P.V.Righi [ fi ] ; Robertson [ K ] ; DeBeer [CU] - Kulway (Arg) e Vidijala (Sab) [Ko] ; Bowles [Eed] ; Mayne [Vs-OCR] ; Teoria elasticità [E'] - Duncan [EU]

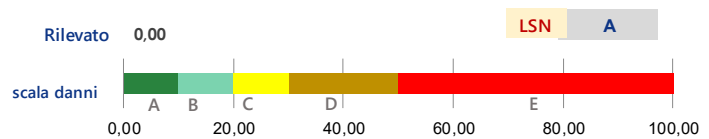
**Rischio Liquefazione - cedimenti post- sismici - Liquefatcion Severity Number**

<b>Prova penetrometrica statica CPT</b>	N.ro SOND.	<b>3,00</b>
Committente <b>CANTINA CARPI-SORBARA</b>	Falda	<b>5,00</b>
	a(g)	<b>0,23</b>

Mw max. **6,14** Località **carpi**



- Legenda LSN**
- A - Manifestazioni minime
  - B - presenza di sand boils
  - C - evidenti manifestazioni- cedimenti strutturali
  - D - intense manifestazioni, danni alla superficie , evidenti cedimenti alle strutture
  - E - liquefazione diffusa e danni garvi alle strutture



**Riferimenti bibliografici - Idriss-Boulanger (2014): CPT and SPT based liquefaction triggering procedures - Allegato A3 della RER: procedure di riferimento per l'analisi di terzo livello di approfondimento - Estimating liquefaction - induced ground settlements from CPT for level ground (Zhang - Robertson) - Liquefaction Severity Number LSN ( Van Ballegooy 2014)**



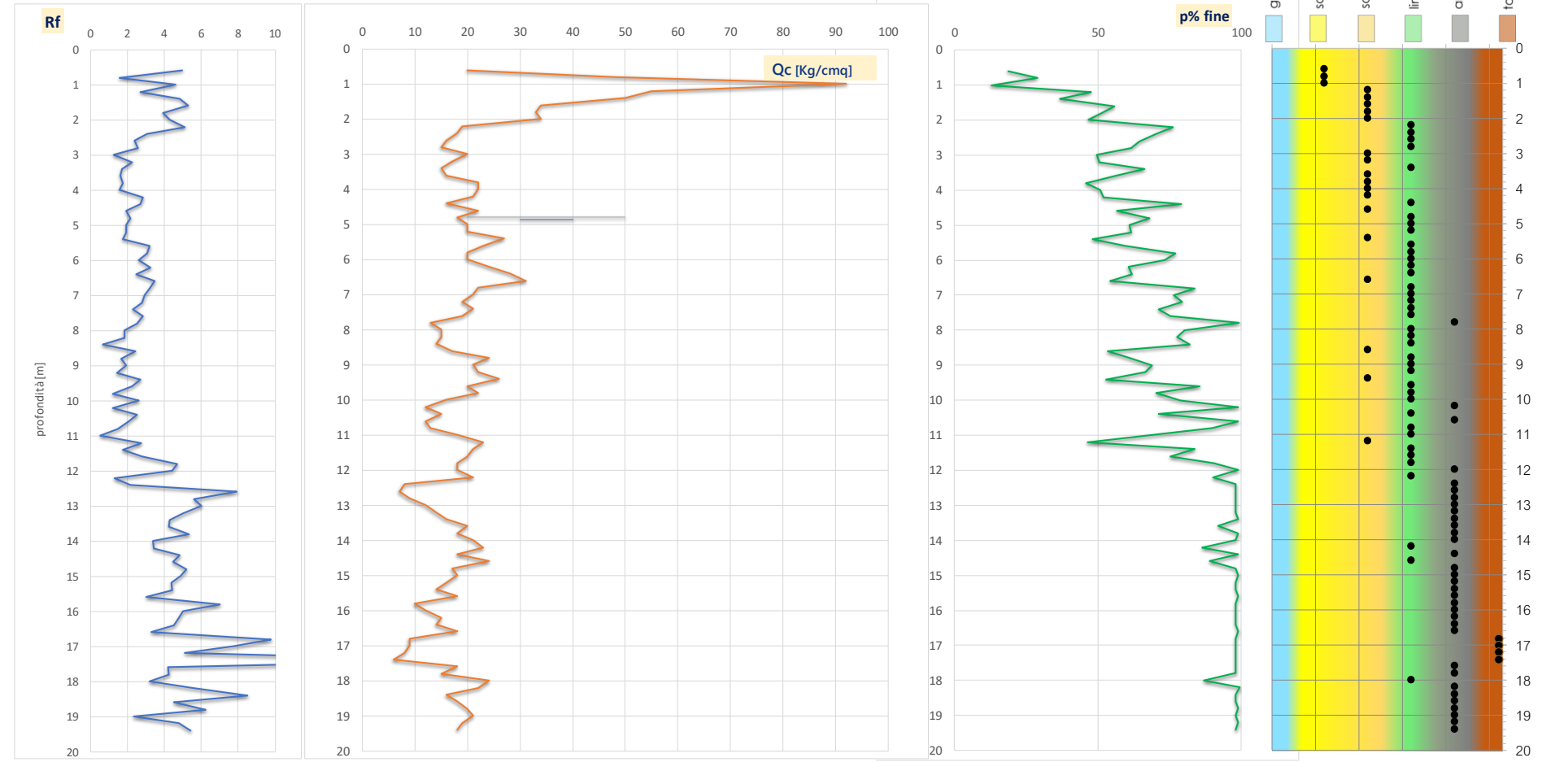
Dott. Geol. **GEMELLI FRANCO**

Via Milano 21, Sassuolo (MO)-Tel. 0536-870085 - email: gemelli.franco@gmail.com

**Resistenze e stratigrafia del sottosuolo**

**Prova penetrometrica statica CPT**

N.ro SOND.	<b>4,00</b>	Falda	<b>4,80</b>
Comm.te	<b>CANTINA CARPI-SORBARA</b>	Località	<b>carpi</b>



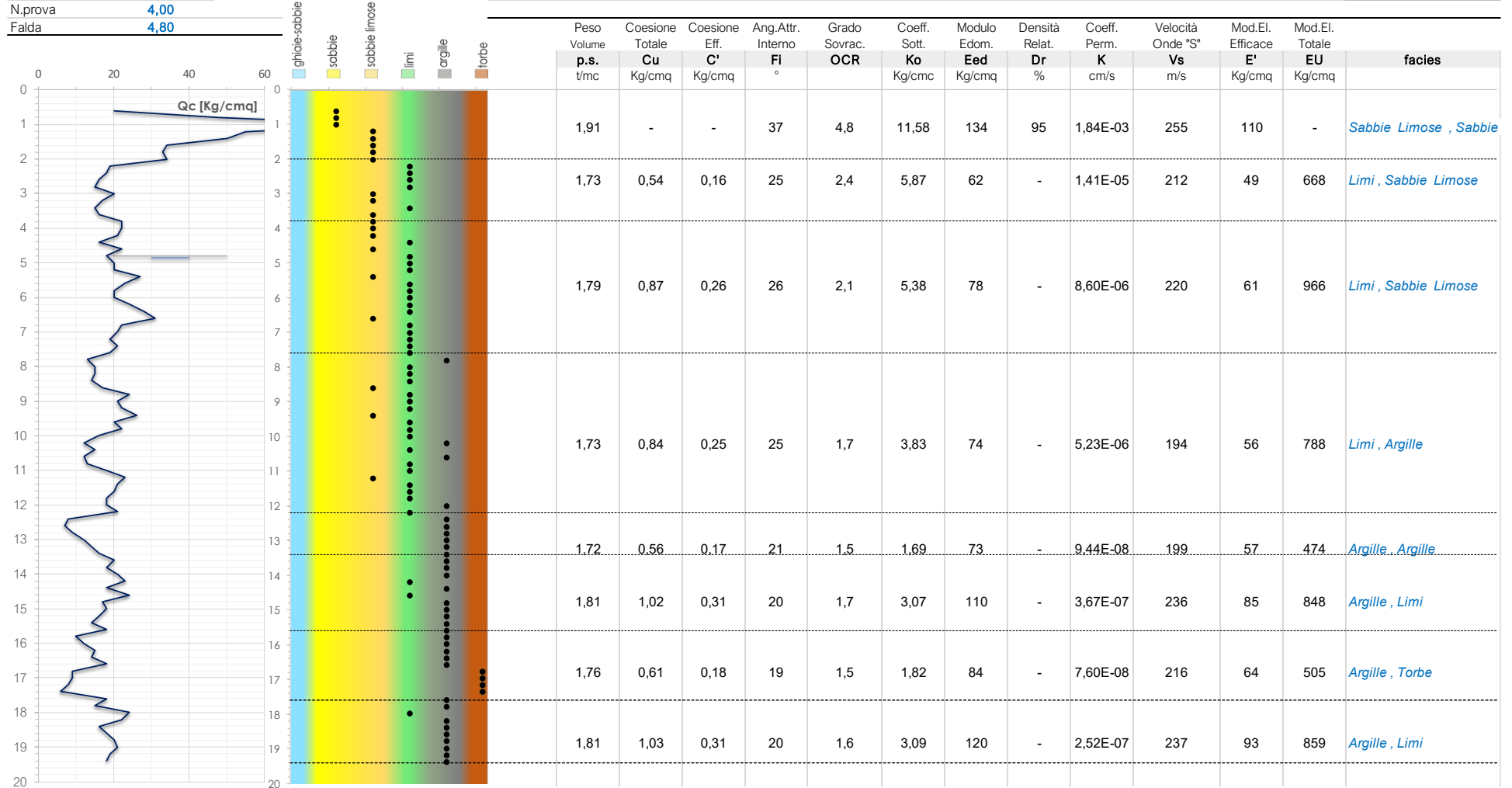
F. Yi - estimating soil fines contents from CPT [2014]

Robertson : Guide to Cone Penetration Testing for Geotechnical Engineering [2015]

C.Madai-G.Vannucchi - M.Baglione - Luca Martelli - T.Veronese : utilizzo delle prove CPT per la stima liquefazione [Riv. It. Geotecnica]

Committente **CANTINA CARPI-SORBARA**  
 Località **carpi**  
 N.prova **4,00**  
 Falda **4,80**

Modello e caratterizzazione geotecnica del sottosuolo



Dati bibliografici

Robertson [ p.s. ]; Lancellotta [DR] ; Jacobsen [C] ; P.V.Righi [fi] ; Robertson [K] ; DeBeer [CU] - Kulway (Arg) e Vidijala (Sab) [Ko] ; Bowles [Eed] ; Mayne [Vs- OCR] ; Teoria elasticità [E] - Duncan [EU]

**Rischio Liquefazione - cedimenti post- sismici - Liquefatcion Severity Number**

**Prova penetrometrica statica CPT**

N.ro SOND. **4,00**

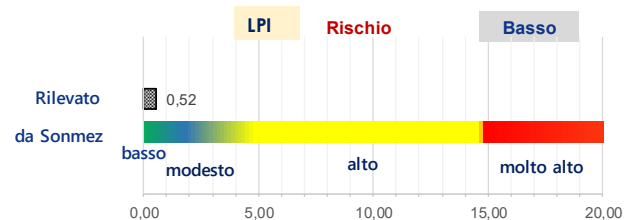
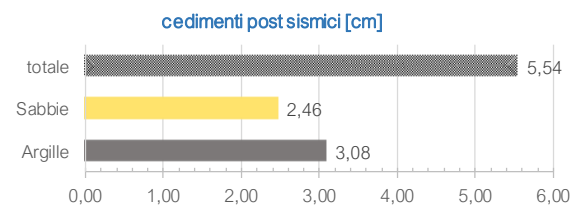
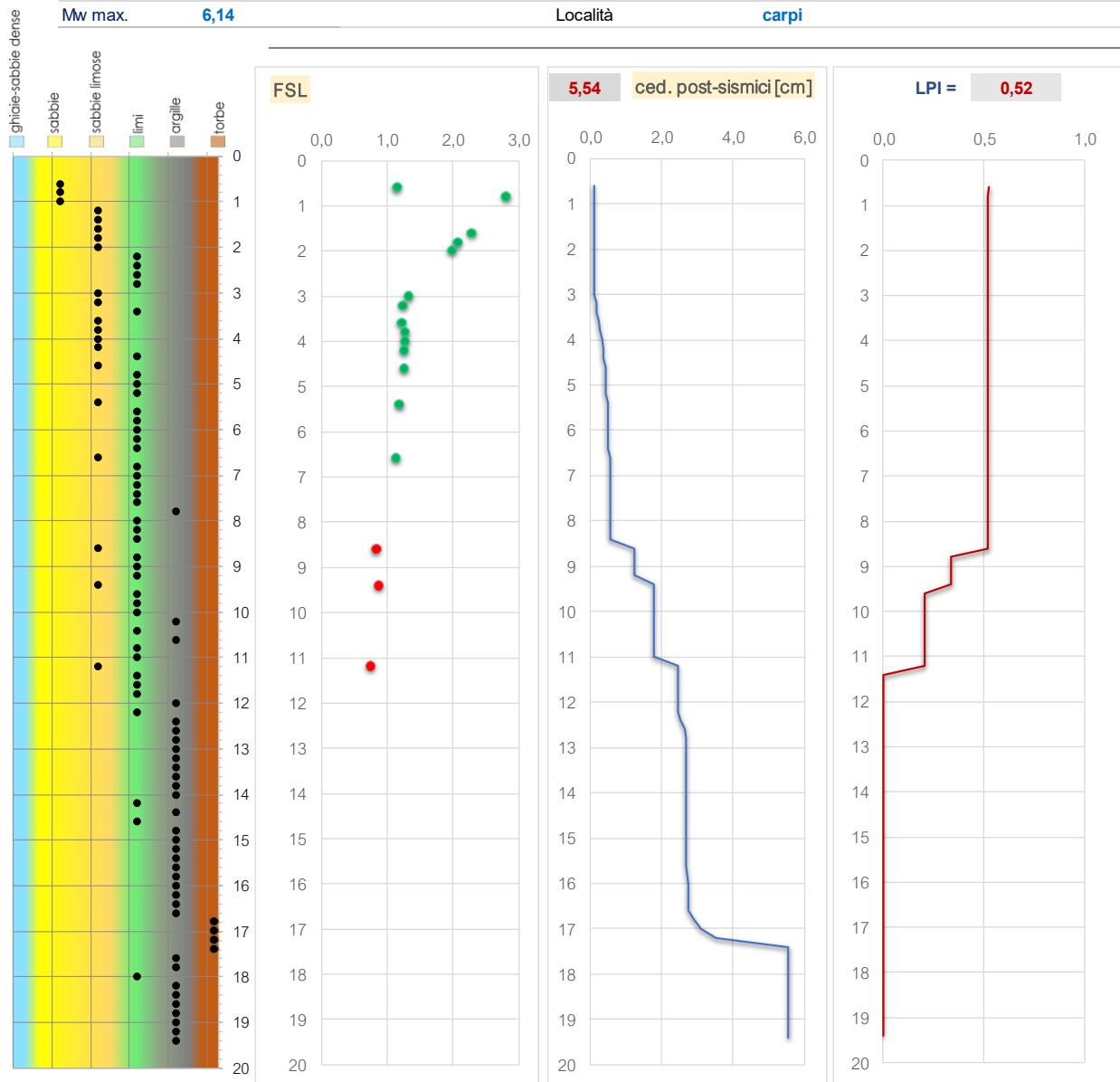
Committente **CANTINA CARPI-SORBARA**

Falda **4,80**

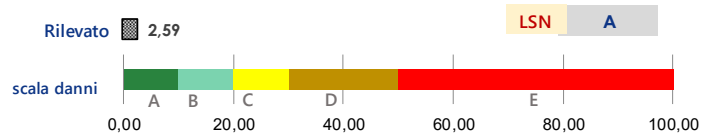
a(g) **0,23**

Mw max. **6,14**

Località **carpi**



- Legenda LSN**
- A** - Manifestazioni minime
  - B** - presenza di sand boils
  - C** - evidenti manifestazioni- cedimenti strutturali
  - D** - intense manifestazioni, danni alla superficie, evidenti cedimenti alle strutture
  - E** - liquefazione diffusa e danni gravi alle strutture



Riferimenti bibliografici - Idriss-Boulanger (2014): CPT and SPT based liquefaction triggering procedures - Allegato A3 della RER: procedure di riferimento per l'analisi di terzo livello di approfondimento - Estimating liquefaction - induced ground settlements from CPT for level ground (Zhang - Robertson) - Liquefaction Severity Number LSN ( Van Ballegooy 2014)

Dott. Geol. **GEMELLI FRANCO**

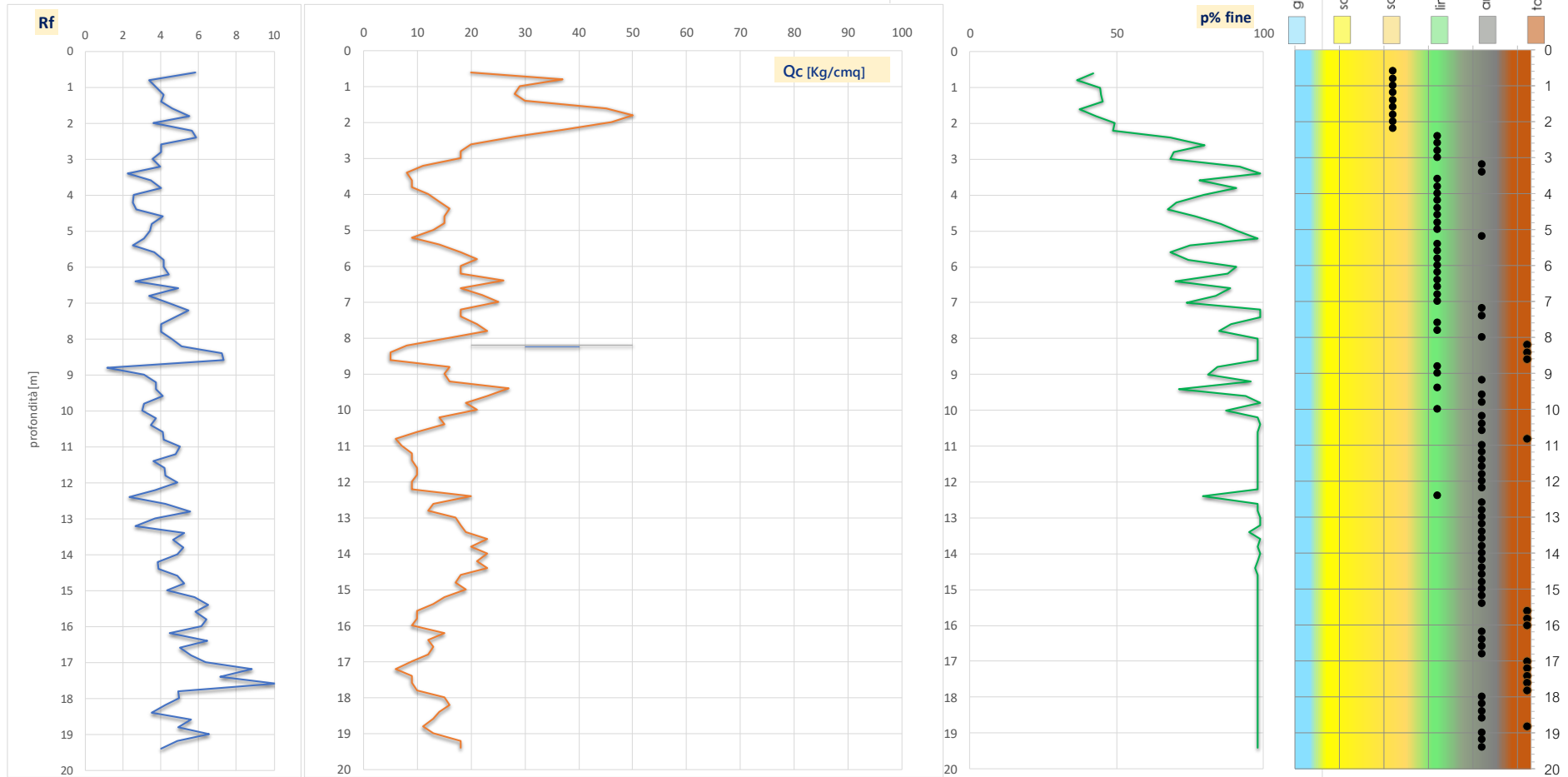
Via Milano 21, Sassuolo (MO)-Tel. 0536-870085 - email: gemelli.franco@gmail.com

**Resistenze e stratigrafia del sottosuolo**

**Prova penetrometrica statica CPT**

N.ro SOND. **5,00** Falda **8,20**

Comm.te **CANTINA CARPI-SORBARA** Località **carpi**



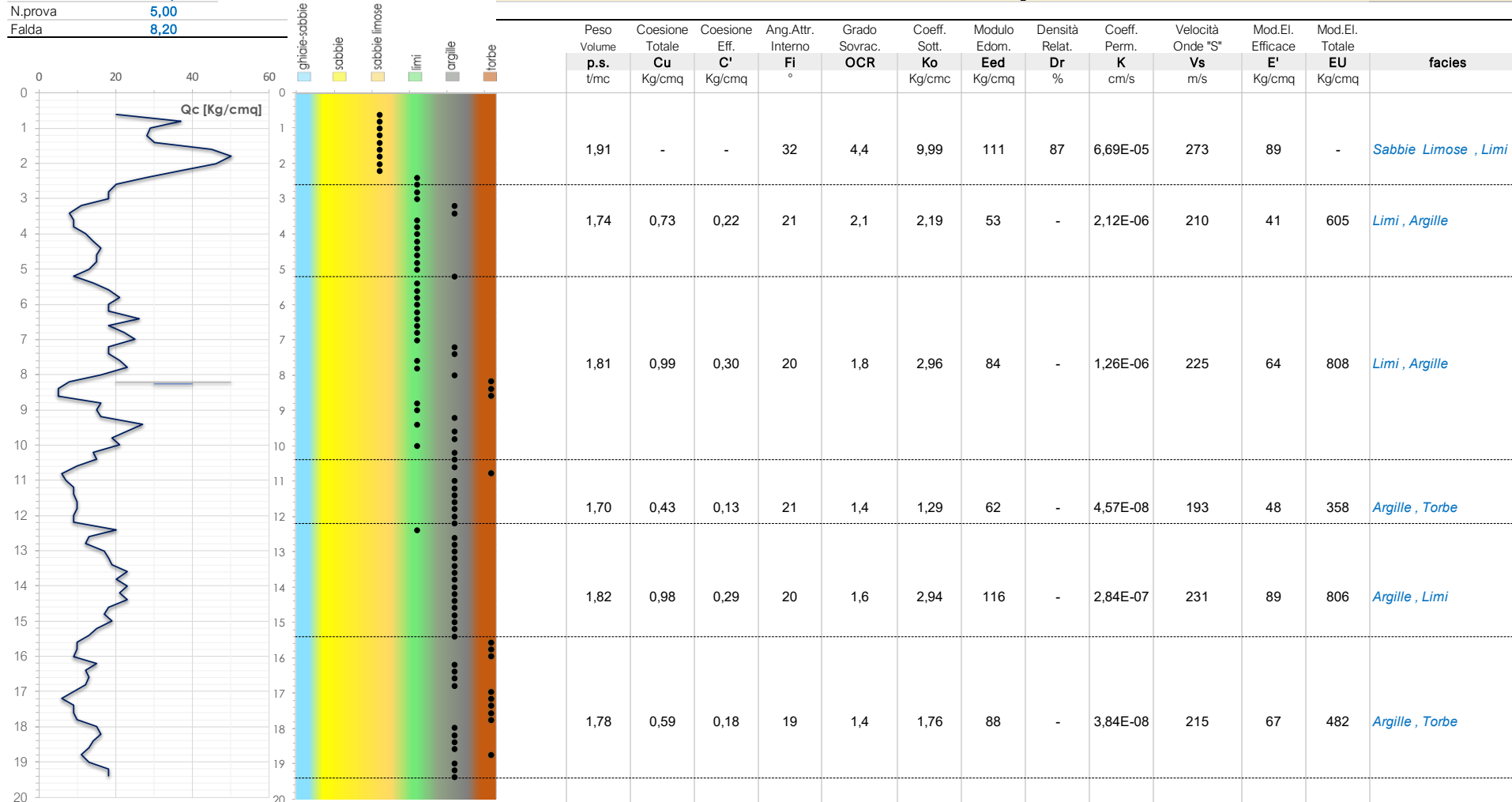
*F.Yi - estimating soil fines contents from CPT [2014]*

*Robertson : Guide to Cone Penetration Testing for Geotechnical Engineering [2015]*

*C.Madai-G.Vannucchi - M.Baiglione - Luca Martelli - T.Veronese : utilizzo delle prove CPT per la stima liquefazione [Riv. It. Geotecnica]*

Committente **CANTINA CARPI-SORBARA**  
 Località **carpi**  
 N.prova **5,00**  
 Falda **8,20**

Modello e caratterizzazione geotecnica del sottosuolo



Dati bibliografici

Robertson [ p.s. ]; Lancellotta [DR] ; Jacobsen [C] ; P.V.Righi [fi] ; Robertson [K] ; DeBeer [CU] - Kulway (Arg) e Vidijala (Sab) [Ko] ; Bowles [Eed] ; Mayne [Vs- OCR] ; Teoria elasticità [E] - Duncan [EU]

**Rischio Liquefazione - cedimenti post- sismici - Liquefatcion Severity Number**

**Prova penetrometrica statica CPT**

N.ro SONDA: **5,00**

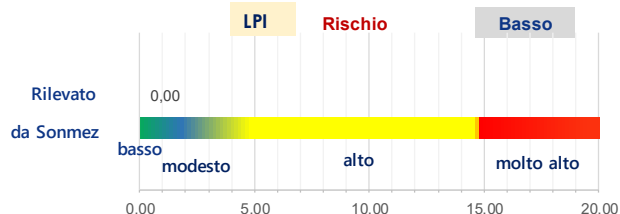
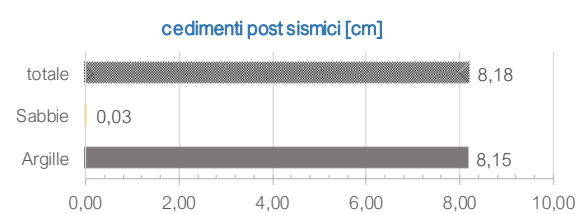
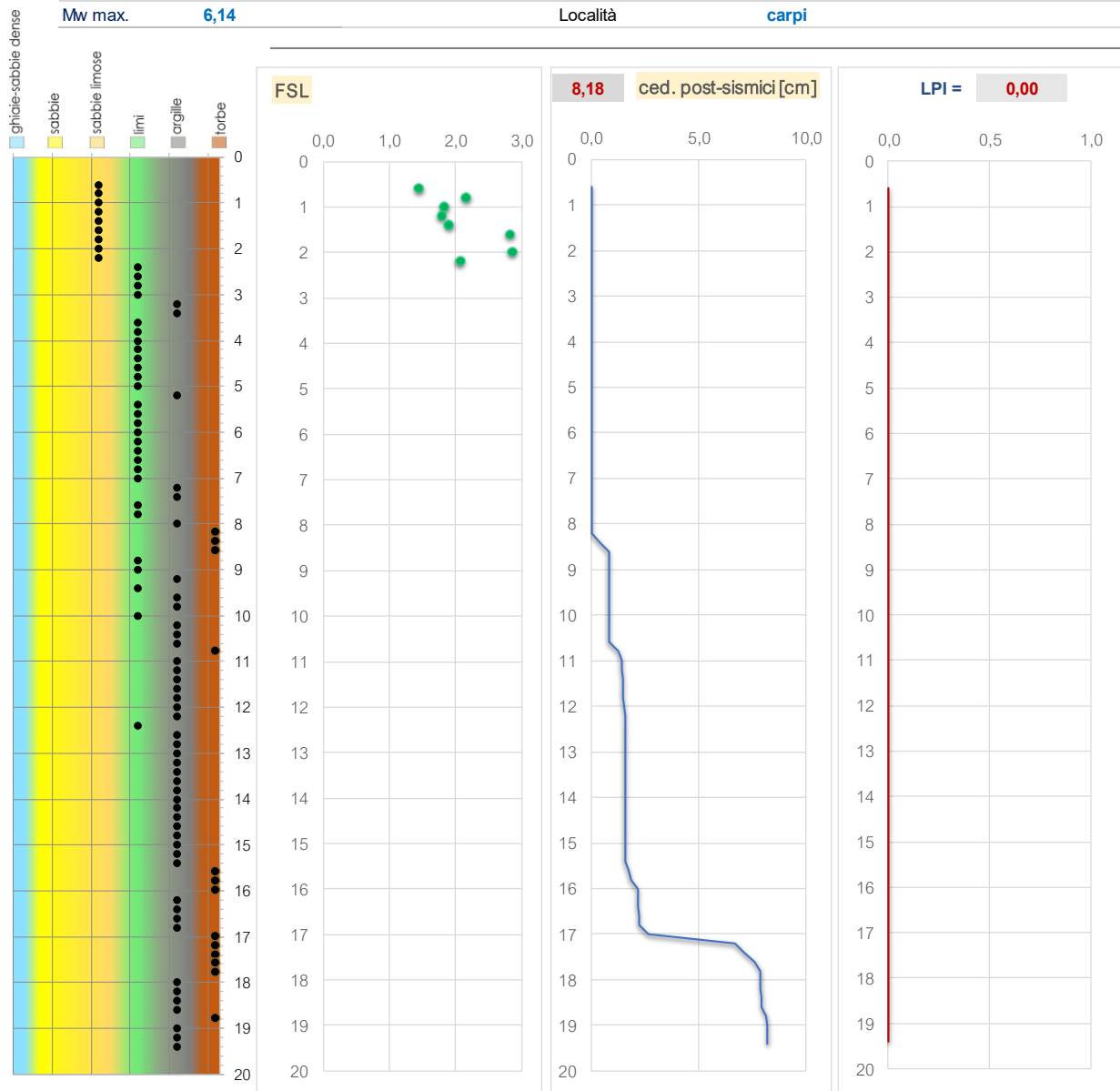
Committente: **CANTINA CARPI-SORBARA**

Falda: **8,20**

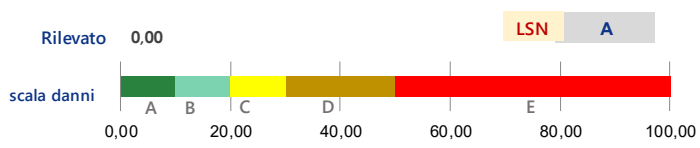
a(g): **0,23**

Mw max. **6,14**

Località: **carpi**



- Legenda LSN**
- A** - Manifestazioni minime
  - B** - presenza di sand boils
  - C** - evidenti manifestazioni- cedimenti strutturali
  - D** - intense manifestazioni, danni alla superficie, evidenti cedimenti alle strutture
  - E** - liquefazione diffusa e danni gravi alle strutture



**Riferimenti bibliografici** - Idriss-Boulanger (2014): CPT and SPT based liquefaction triggering procedures - Allegato A3 della RER: procedure di riferimento per l'analisi di terzo livello di approfondimento - Estimating liquefaction - induced ground settlements from CPT for level ground (Zhang - Robertson) - Liquefaction Severity Number LSN ( Van Ballegooy 2014)

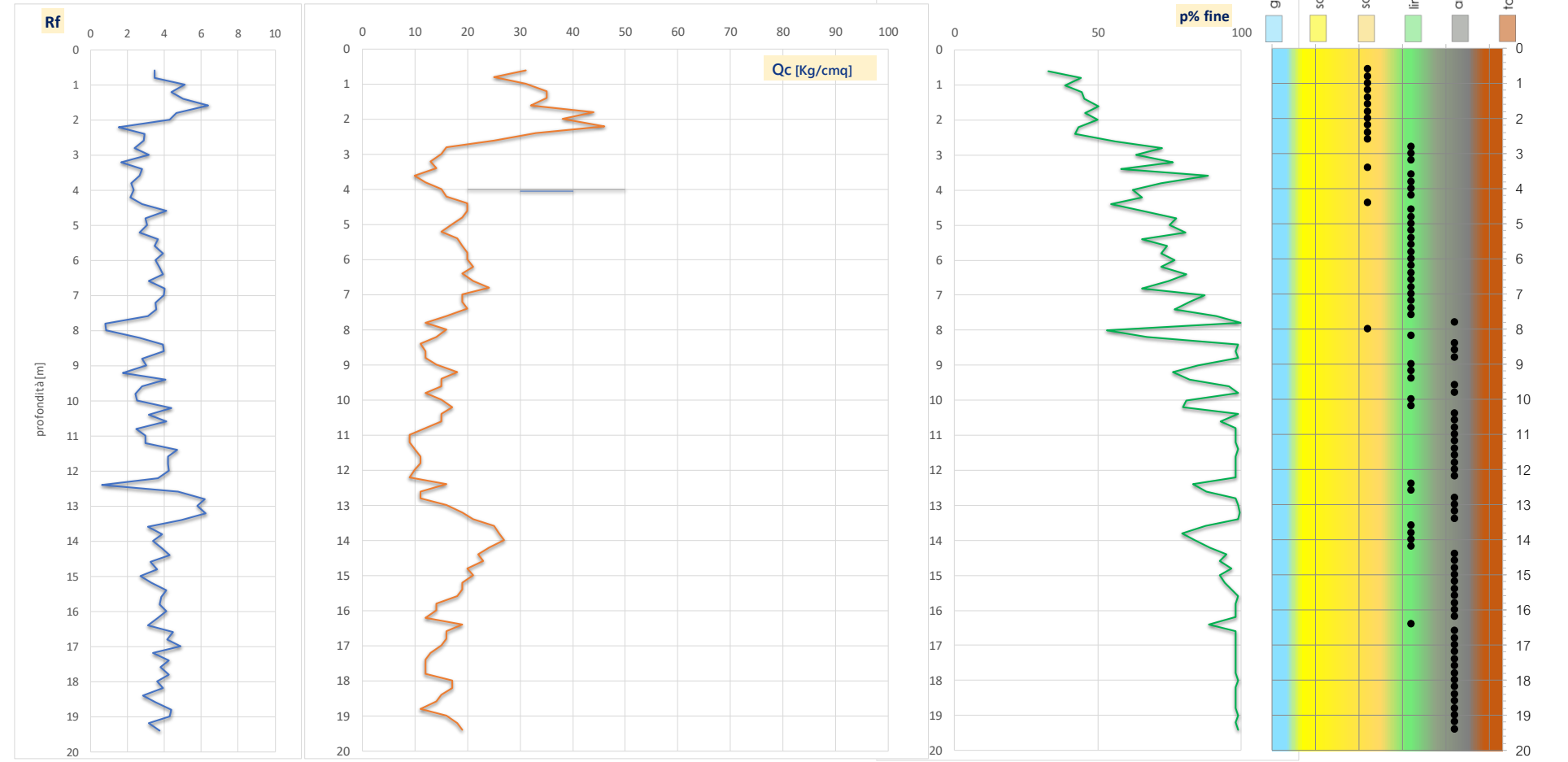
Dott. Geol. **GEMELLI FRANCO**

Via Milano 21, Sassuolo (MO)-Tel. 0536-870085 - email: gemelli.franco@gmail.com

**Resistenze e stratigrafia del sottosuolo**

**Prova penetrometrica statica CPT**

N.ro SOND.	<b>6,00</b>	Falda	<b>4,00</b>
Comm.te	<b>CANTINA CARPI-SORBARA</b>	Località	<b>carpi</b>



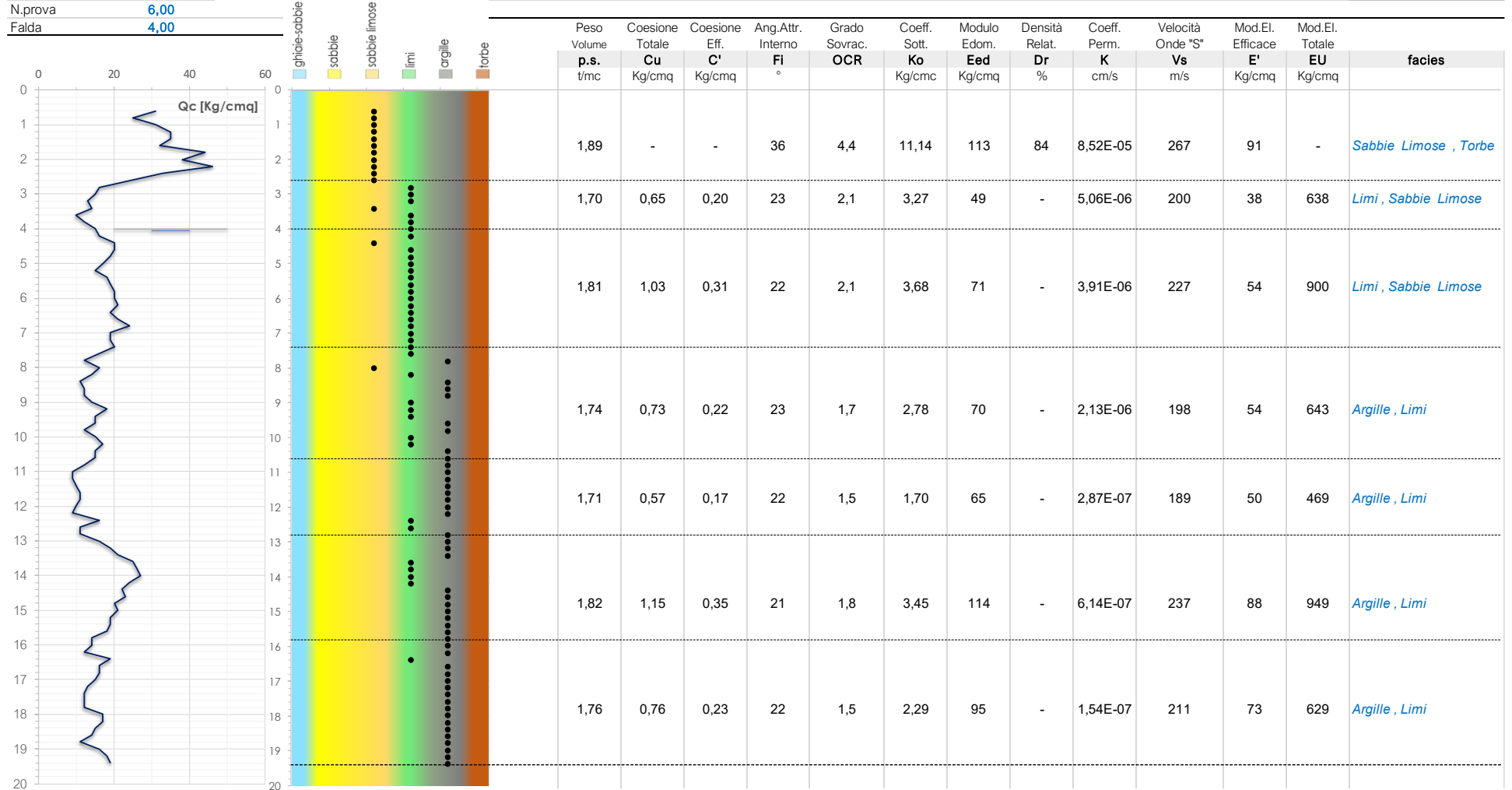
*F.Yi - estimating soil fines contents from CPT [2014]*

*Robertson : Guide to Cone Penetration Testing for Geotechnical Engineering [2015]*

*C.Madai-G.Vannucchi - M.Baglione - Luca Martelli - T.Veronese : utilizzo delle prove CPT per la stima liquefazione [Riv. It. Geotecnica]*

Committente **CANTINA CARPI-SORBARA**  
 Località **carpi**  
 N.prova **6,00**  
 Falda **4,00**

Modello e caratterizzazione geotecnica del sottosuolo



Dati bibliografici

Robertson [ p.s. ]; Lancellotta [DR] ; Jacobsen [C] ; P.V.Righi [fi] ; Robertson [K] ; DeBeer [CU] - Kulway (Arg) e Vidijala (Sab) [Ko] ; Bowles [Eed] ; Mayne [Vs- OCR] ; Teoria elasticità [E] - Duncan [EU]



**Rischio Liquefazione - cedimenti post-sismici - Liquefaction Severity Number**

**Prova penetrometrica statica CPT**

N.ro SOND. **6,00**

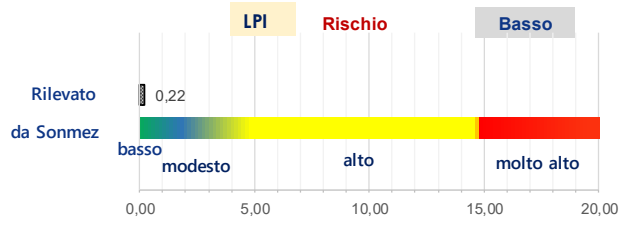
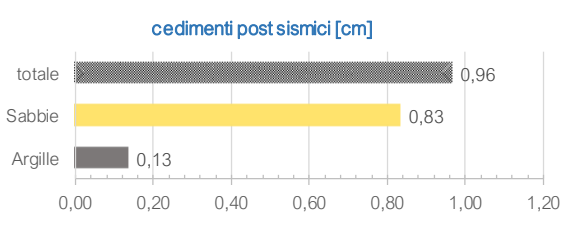
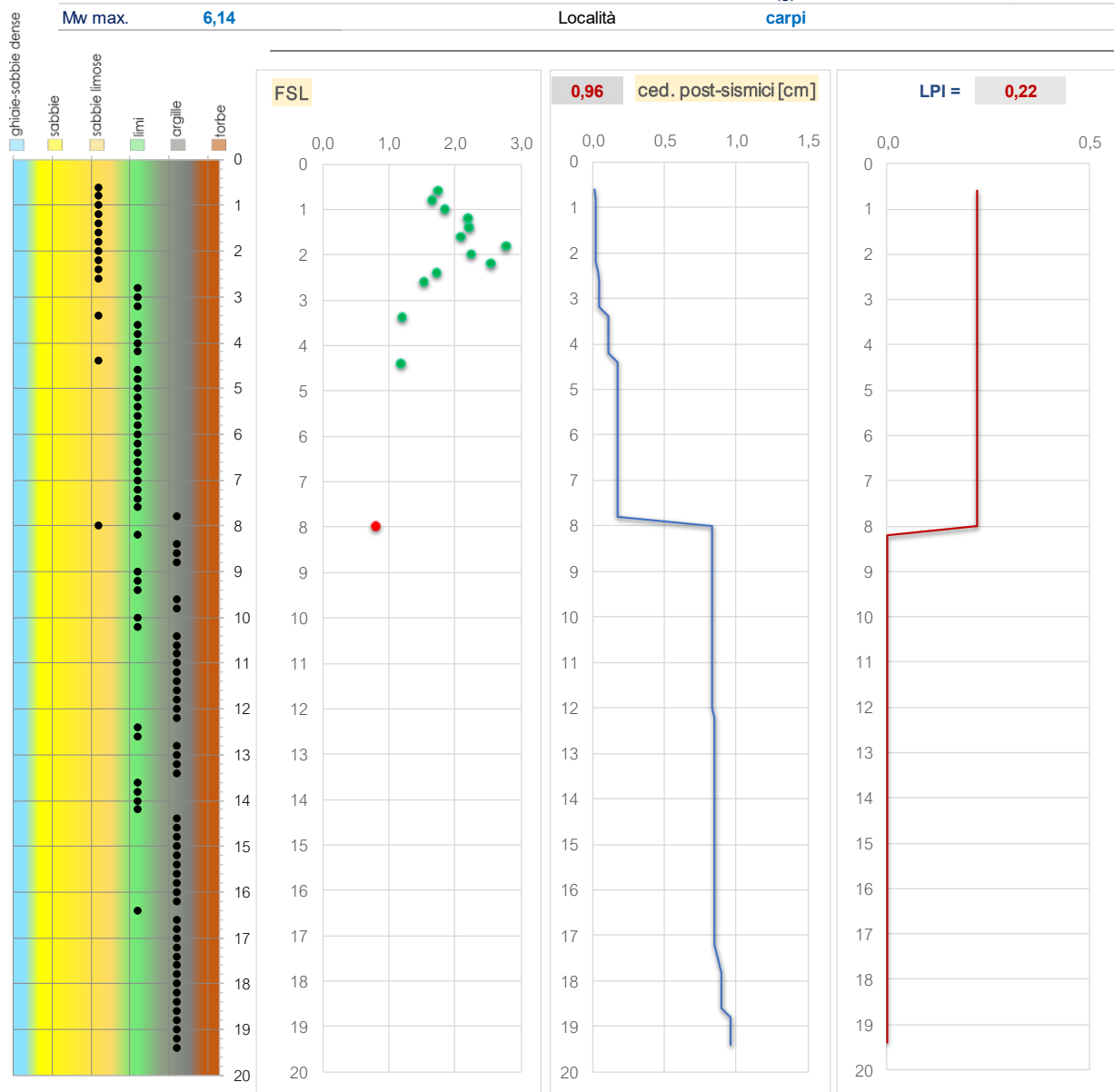
Committente **CANTINA CARPI-SORBARA**

Falda **4,00**

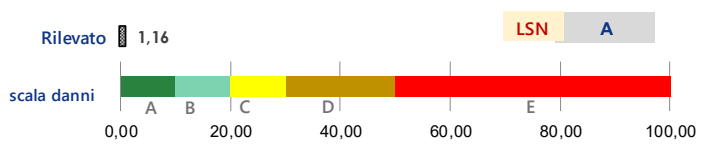
a(g) **0,23**

Mw max. **6,14**

Località **carpi**



- Legenda LSN**
- A - Manifestazioni minime
  - B - presenza di sand boils
  - C - evidenti manifestazioni- cedimenti strutturali
  - D - intense manifestazioni, danni alla superficie, evidenti cedimenti alle strutture
  - E - liquefazione diffusa e danni gravi alle strutture



Riferimenti bibliografici - Idriss-Boulanger (2014): CPT and SPT based liquefaction triggering procedures - Allegato A3 della RER: procedure di riferimento per l'analisi di terzo livello di approfondimento - Estimating liquefaction - induced ground settlements from CPT for level ground (Zhang - Robertson) - Liquefaction Severity Number LSN ( Van Ballegooy 2014)