

R.3

UNIONE DELLA ROMAGNA FAENTINA
Comune di Faenza

Studio Tecnico geom.CAVINA-MONTEVECCHI

corso Matteotti 27
Faenza

arch.PAGANI

fax 0546-680247

tel.0546-28197

Piano Particolareggiato
relativo alla scheda di PRG n.167
"Area Casino - Placci" - SUB COMPARTO B

UBICAZIONE: Via Pana

COMMITTENTE

GIMO SRL in liquidazione

RELAZIONE GEOLOGICA

Fg.61 Mapp. 35-36-103-105

Con la consulenza specialistica di:

TOPOGRAFIA

-Studio Topografico Faenza

VALUTAZIONE AMBIENTALE ED ACUSTICA

-Ing. Conti Franca

GEOLOGIA

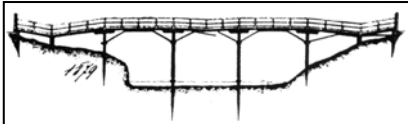
-Dott. Geol. Marabini Stefano

RETI FOGNARIE-IDRICHE

ILLUMINAZIONE PUBBLICA

-Studio Energia

PROGETTISTA



Studio Geologico
dott. Stefano Marabini
Via San Martino, 1
48018 FAENZA (RA)
tel. : 348 2680965
e-mail: stemarabini@libero.it

GIMO s.r.l.
in liquidazione

PIANO PARTICOLAREGGIATO
relativo alla
SCHEDA P.R.G. n.167
“AREA CASINO PLACCI-
SUBCOMPARTO B”
(Comune di Faenza - Ra)

RELAZIONE GEOLOGICA

(D.M. 17/01/2018, DGR 2193/2015):

- 1 - GENERALITA'.
- 2 - INQUADRAMENTO GEOLOGICO GENERALE.
- 3 - INDAGINI GEOGNOSTICHE.
- 4 - ANALISI GEOLOGICO-TECNICA.
- 5 - ANALISI DEL RISCHIO SISMICO.
- 6 - CONCLUSIONI.

Allegati:

TAV. 1 Inquadramento geologico e idrogeologico 1:10.000

TAV. 2 Carta geotecnica e idrogeologica 1:1.000

TAV. 3 Sezione geologico-tecnica 1:1.000

- n. 7 grafici e tabelle di penetrometrie statiche (CPT)
- n. 3 stratigrafie di trincee geognostiche
- Rapporto di indagine geofisica con metodo *Re. Mi.* e *MASW*,



Relazione Geologica

1 - GENERALITA'.

Su incarico della Proprietà è stata effettuata una analisi geologico-tecnica e del rischio sismico a supporto del **PIANO PARTICOLAREGGIATO relativo alla SCHEDA PRG n. 167 "AREA CASINO PLACCI - Subcomparto B" (Comune di Faenza – Ra)**, il quale prevede edificazione su una superficie massima pari a circa 1,4ha (v. **PROGETTO dello Studio CAVINA-MONTEVECCHI-PAGANI di Faenza e TAVV. 1, 2 e 3**).

In considerazione dei caratteri geologici generali noti per l'ambito di pianura in oggetto posto alcuni km a nord di Faenza, e in riferimento alle Normative Tecniche vigenti (**D.M. 17/01/2018, DGR 2193/2015**), per definire la fattibilità geologica dell'intervento urbanistico sono stati effettuati rilievi morfostratigrafici e idrogeologici e, in particolare, si sono acquisiti i risultati delle seguenti indagini geognostiche e geofisiche *in situ* (v. **allegati**) :

- **n. 7 penetrometrie statiche (CPT)** effettuate all'interno dell'area di studio nel 2008 (in occasione di un precedente Progetto Urbanistico) e nel 2019, spinte a profondità massima di -26m sino a rifiuto tecnico in corrispondenza di uno strato ghiaioso-sabbioso molto compatto.
- **n. 3 trincee geognostiche (T)** scavate sino a profondità di circa -2,3 metri, rispettivamente nel 2008 agli estremi dell'area di studio (**T1, T2**) e nel 2019 al centro della medesima (**T 3**), per un accertamento litologico e idrogeologico diretto dei terreni superficiali.
- **n.1 stendimento per misure geofisiche con metodo *Re.Mi.* e *MASW***, per la determinazione della **V_s 30** e della **Categoria sismica dei terreni** (a cura di IND.A.G.O.s.n.c. – Rovigo).

Inoltre, l'analisi del rischio sismico è stata integrata con l'acquisizione critica dei risultati dello studio di microzonazione sismica (**D.A.L. 112/2007**) recentemente commissionato dal Comune di Faenza, che sono stati aggiornati in coerenza con quanto richiesto dalla **DGR 2193/2015**.

I risultati complessivi dell'analisi geologico-tecnica e sismica sono illustrati nella presente **Relazione Geologica**, che è corredata dei seguenti elaborati cartografici e grafici:

- **TAV. 1 Inquadramento geologico e idrogeologico 1:5000**
- **TAV. 2 Carta geotecnica e idrogeologica 1:1.000**
- **TAV. 3 Sezione geologico-tecnica 1:1.000**

Relazione Geologica

2 - INQUADRAMENTO GEOLOGICO GENERALE.

2.1 Geomorfologia e litostratigrafia.

L' "AREA CASINO PLACCI", estesa nel suo complesso circa 10ha, corrisponde con una porzione topograficamente omogenea di pianura, posta a quota variabile tra 23/24m s.l.m. e interposta tra la Via Pana a nord e il tracciato del *Fosso Vecchio* a sud e a est, la quale presenta una pendenza regolare verso nord-est intorno a 0,3% (v. TAV. 1).

Dal punto di vista idrografico, si constata che il *Fosso Vecchio* (= rettifica parziale, in epoca medievale, del tracciato naturale dell'antico *Scolo Cantrigo*), scorre lungo la direzione di massima pendenza verso nord-est e costituisce un valido presidio idraulico per questa porzione di pianura.

Dal punto di vista geomorfologico, l'intera "AREA CASINO PLACCI – Subcomparto B" si colloca in corrispondenza della fascia esterna del semiconoide alluvionale formatosi in età Tardiglaciale/Olocene antico, per l'azione deposizionale combinata del F. Lamone (che scorre alcuni km a est) e del T. Senio a ovest, il quale è cartografato come *Subsistema di Ravenna – AES8* nella *Cartografia Geologica Regione Emilia-Romagna* (v. TAV. 1). Inoltre, l' "AREA CASINO PLACCI - Subcomparto B" risulta prossima alla transizione tra l'ambito di semiconoide e quello del *Paleodosso di S. Pietro in Laguna-Granarolo (Unità di Modena – AES8a)*, un sistema arginale relitto che testimonia di un tracciato storico del T.Senio (v. in TAV.1 stralcio cartografico da: *Franceschelli C.-Marabini S., Lettura di un territorio sepolto. La pianura lughese in età romana. ANTE QUEM 2007*).

Coerentemente con questo contesto geomorfologico si constata che in corrispondenza del piano modale del semiconoide è subaffiorante un paleosuolo di colore bruno, a tessitura limosa o limoso-argillosa, decarbonatato e profondo circa 1m (tipo suolo *Tegagna* nella Classificazione Regione E-R.), che testimonia della sostanziale stabilità geomorfologica plurimillenaria di questa zona, e che è anche denominato *Geosuolo Formellino* (v. *Franceschelli C.-Marabini S., Lettura di un territorio sepolto. La pianura lughese in età romana. ANTE QUEM 2007*).

Per quanto riguarda la litostratigrafia dei depositi sedimentari del primo sottosuolo, le informazioni geognostiche bibliografiche (v. **ubicazione in FIG.1 delle indagini dell'Archivio Geognostico Regionale**) e quelle di nuova acquisizione (v. **cap. 3**) consentono di delineare un quadro attendibile sino a profondità di una trentina di metri, così sintetizzabile (v. **anche Sezione geologico-tecnica di TAV. 3**):

- a) **orizzonte alluvionale superiore**, continuo e ad assetto tabulare, di spessore intorno alla ventina di metri, costituito:

Relazione Geologica

- nella parte superiore, per uno spessore di alcuni metri, da terreni prevalentemente fini limoso-sabbiosi depositatisi nelle ultime migliaia di anni, normalmente poco consolidati ed entro cui si interpongono sottili orizzonti argillosi di colore scuro (= paleosuoli sepolti) (**strato A**);
 - nella parte mediana e inferiore, a profondità compresa indicativamente tra **-5m** e **oltre -20m**, da terreni fini ma tendenzialmente più sabbiosi e più addensati (**strati B, C e D**);
- b) **orizzonte alluvionale inferiore**, a partire da profondità **di oltre -20m**, costituito in parte da terreni sabbioso-ghiaiosi o, comunque, da terreni francamente sovraconsolidati ($V_s \text{ media} > 350\text{m/sec}$) (v. allegato A).

La geometria tabulare degli strati alluvionali del primo sottosuolo dell' "AREA CASINO PLACCI - Subcomparto B", che è schematizzata nella **Sezione geologico-tecnica** di TAV. 3 sulla base dei risultati geognostici, non evidenzia in generale discontinuità tali da rappresentare criticità geologico-tecniche per la fattibilità di "normali" assetti fondali per gli edifici in progetto (quali potrebbe essere ad es. la presenza di paleoalvei colmati con "terreni molli").

2.2 Idrogeologia sotterranea.

In merito agli equilibri idrogeologici del primo sottosuolo della zona in oggetto, è innanzitutto da considerare che lo scarso gradiente topografico e la presenza di orizzonti limoso-argillosi poco permeabili poco profondi, quali il citato paleosuolo, sono fattori tali da indurre un discreto rallentamento per la filtrazione verticale delle acque meteoriche e quindi una situazione di scarsa soggiacenza delle acque freatiche.

Come conseguenza di questa situazione idrogeologica, si individua infatti su tutta l'area di studio una estesa falda idrica subsuperficiale a profondità minima variabile, in generale, **tra -1/-2m** rispetto al piano campagna naturale (v. **CARTA IDROGEOLOGICA DEL PRG '98 del Comune di Faenza**, elaborata sulla base della **CARTA ISOPIEZE 1:10.000** (a firma dr. geol. F.Foschi, dr. geol. G.Ortelli, dr. geol. O.Zani) contenuta in: **USL N.37 - FAENZA - INDAGINE IDROGEOLOGICA E IDROCHIMICA FINALIZZATA ALLA VALUTAZIONE DELLA QUALITA' DELLE ACQUE DELLA FALDA FREATICA NEI COMUNI DI FAENZA, CASTELBOLOGNESE, SOLAROLO**, novembre 1993) (v. **ubicazione pozzi USL in TAV. 1**).

In effetti, all'interno dell' "AREA CASINO PLACCI - Subcomparto B", il livello freatico fu misurato, nel marzo 2008 a **profondità intorno a -2m** rispetto al piano campagna (v. **TAV. 2**), valore nel complesso confermato anche nel 2019 (v. **CPT 7**).

Relazione Geologica

Nel complesso, si ritiene di poter quindi prospettare che, in concomitanza con eventi di forte piovosità, la profondità minima del livello piezometrico possa risalire **sino a profondità di circa -1m**, con evidenti implicazioni anche per la fattibilità e funzionalità degli assetti fondali.

3 - INDAGINI GEOGNOSTICHE.

3.1 Prove penetrometriche statiche.

Nella TAV. 2 sono indicati i siti delle **n. 7 penetrometrie statiche (CPT)** complessivamente eseguite tra il 2008 e il 2019 all'interno del lotto edificabile unico dell'"**AREA CASINO PLACCI - Subcomparto B**", la cui quota di inizio è grosso modo prossima al piano campagna originario.

Nei grafici e nelle tabelle delle penetrometrie statiche, eseguite con attrezzatura da 20t utilizzando punta meccanica (*friction jacket cone*), sono tabulati in particolare i seguenti parametri:

- **Rp (kg/cmq): Resistenza punta**
- **RI (kg/cmq): Resistenza laterale locale**
- **Rp / Rf (*rapporto di Begemann*)**
- **parametri geomeccanici:**
 - γ = peso dell'unità di volume
 - c_u = coesione non drenata
 - φ' = angolo di resistenza al taglio
 - E' = modulo di deformabilità per incremento netto di tensione

3.2 Trincee geognostiche.

Nella TAV. 2 sono anche indicati i siti delle **n. 3 trincee geognostiche (T)** scavate come detto sino a profondità di circa -2,3 metri per un accertamento litologico e idrogeologico diretto dei terreni di fondazione superficiali.

Le osservazioni di dettaglio relative alle trincee sono riassunte nelle seguenti colonne stratigrafiche:

Relazione Geologica

**TRINCEA 1
(limite orientale)
anno 2008**

	0 m
suolo limoso-argilloso grigio, calcareo	
	-0,50
limo grigio-giallastra, con sporadiche patine calcaree biancastre	
	-0,80
limo argilloso compatto, grigio	
	-0,95
limo leggermente sabbioso giallastro, con sparsi "calcinelli" calcarei (2-10mm), leggermente umido	
	-1,20
limo leggermente argilloso grigiastro, compatto, contenente sparsi resti di gasteropodi e concentrazioni di "calcinelli" calcarei (2-10mm), asciutto	
	-1,50
limo leggermente sabbioso, colorato a chiazze giallastro-grigiastro-ocracee, poco compatto, contenente resti carboniosi e abbondanti concentrazioni di "calcinelli" calcarei (2-10mm), saturo	
	-1,90
limo c.s, meno sabbioso e più compatto	
	-1,95
limo argilloso bruno-grigiastro compatto, decabornatato, contenente sparsi resti carboniosi e concentrazioni di "calcinelli", asciutto (= <i>Geosuolo Formellino</i>)	
	-2,30 fine scavo

**TRINCEA 2
(limite occidentale)
anno 2008**

	0 m
suolo argilloso-limoso grigio, calcareo	
	-0,55
argilla limosa grigio-giallastra, con sporadiche patine calcaree biancastre	
	-0,70
limo sabbioso giallastro, omogeneo, tendenzialmente sciolto	
	-0,90
limo giallastro, compatto, contenente sparsi resti di gasteropodi e "calcinelli" calcarei (2-10mm), asciutto	
	-1,40
limo c.s. ma più o meno leggermente sabbioso, meno compatto e con maggiori concentrazioni di "calcinelli" calcarei (2-10mm), umido	
	-1,60
limo argilloso, colorato a chiazze giallastro-grigiastro-ocracee, mediamente compatto, contenente resti carboniosi e abbondanti concentrazioni di "calcinelli" calcarei (2-10mm), umido	
	-1,90

Piano Particolareggiato relativo alla Scheda PRG n.167, "AREA CASINO PLACCI - Subcomparto B"
(Comune di Faenza – Ra)

Relazione Geologica

limo c.s., contenente più frustuli concentrazioni e
"calcinelli" calcarei (2-10mm), calcareo, umido

-2,30 fine scavo

**TRINCEA 3
(zona centrale)
anno 2019**



pietrame di riporto "rullato"

+0,4 m

sottofondo di "argilla trattata a calce", durissimo
(messo in opera dopo il 2008 nella porzione centro-settentrionale
del lotto per una previsione edilizia non realizzata (**v. anche TAV. 3**))

+0,30

-0,15

Relazione Geologica

limo e limo argilloso grigio-azzurro e grigio-verdastro, con resti carboniosi, compatto	-0,85
limo giallastro-verdastro, con sparsi "calcinelli" calcarei (2-10mm) alla base, coesivo e leggermente umido	-1,60
limo leggermente argilloso o sabbioso, grigio-giallastro, compatto, asciutto	-1,80
limo leggermente sabbioso, colorato a chiazze giallastro-grigiastro-ocree, poco compatto, contenente resti carboniosi, leggermente umido (=paleosuolo)	-2,10
limo leggermente argilloso o sabbioso, grigio-giallastro, compatto, con abbondanti concentrazioni di "calcinelli" calcarei (2-10mm), saturo.	-2,30 fine scavo

3.3 Sintesi dei risultati geognostici.

Sulla base dei valori penetrometrici e della taratura litologica fornita dalle **trincee geognostiche**, nei diagrammi penetrometrici sono sintetizzate le seguenti suddivisioni litostratigrafiche del primo sottosuolo, al di sotto dell'orizzonte superficiale di suolo e riporto su cui come detto è stato messo parzialmente in opera anche un sottofondo di "argilla trattata a calce" (v. anche Sezione geologico-tecnica di TAV. 3):

strato A: subsuperficiale, a profondità mediamente compresa tra **-1,2m e -4,2/-5,8m** rispetto alla superficie topografica, costituito da terreni in prevalenza limosi, parzialmente umidi e saturi, variamente addensati (**10daN/cm^q < Rp media < 20daN/cm^q**).

In corrispondenza di tutte le penetrometrie è stato individuato, grazie anche alla taratura della **T1** effettuata a quota più bassa, un "orizzonte indurito" posto a profondità di circa **-2,5m**, ragionevolmente corrispondente al *Geosuolo Formellino* (v. cap. 2).

strato B: intermedio, a profondità compresa tra **-4,2/-5,8m e -11,4/-12,8m** rispetto alla superficie topografica, costituito da terreni granulometricamente variabili da francamente sabbiosi ad argillosi, così differenziato arealmente:

- **strato B1 (porzione centrale e occidentale: CPT 1, 2, 3, 6 e 7)**, a profondità compresa tra **-4,4/-5,8m e -11,4/-12,2m**, costituito da terreni in prevalenza e alternativamente limosi e sabbiosi, mediamente compatti (**Rp media > 15-20daN/cm^q**);

Relazione Geologica

- **strati B2 e B3 (porzione orientale: CPT 4 e 5)**, a profondità mediamente compresa tra **-4,8/-5,2m e -12,4/-12,8m**, costituito da terreni in prevalenza sabbiosi, tendenzialmente ben addensati (**Rp media > 40daN/cmq**), verosimilmente corrispondenti a depositi di un antico canale fluviale (= paleoalveo).

In corrispondenza di tutta l'area si individua, al "tetto" dello **strato B**, un "orizzonte indurito" ragionevolmente corrispondente a un paleosuolo sepolto più antico *del Geosuolo Formellino (v. cap. 2)*.

strati C e D: profondi, a profondità compresa tra **-11/-12m e circa -23m (CPT4)**, costituito da alternanza di terreni prevalentemente limosi, più o meno argillosi e sabbiosi, variamente compatti (**Rp media \geq 15daN/cmq**);

strato E: basale, a partire da profondità **di circa -23m (CPT4)**, costituito da terreni sabbiosi molto addensati e verosimilmente in parte ghiaiosi (**Rp \geq 60daN/cmq**).

4 - ANALISI GEOLOGICO-TECNICA.

Allo scopo di definire la fattibilità geologico-tecnica degli interventi edificatori in progetto nell' "AREA CASINO PLACCI - Subcomparto B" è stata effettuata una specifica analisi preliminare, tenendo innanzitutto conto che l'analisi morfostratigrafica e idrogeologica non ha obiettivamente evidenziato situazioni di particolare criticità geologica per l'edificabilità della medesima, e inoltre che :

- a) è stato effettuato in passato, nella previsione di una futura urbanizzazione, un modesto rialzo topografico nella porzione centro settentrionale del sedime edificabile;
- b) è presente una falda idrica subsuperficiale scarsamente soggiacente.

Nella **Planimetria di TAV. 2** sono riportati, in corrispondenza di ciascun sito penetrometrico, i valori medi di **Rp (daN/cmq)** dei terreni posti rispettivamente a profondità compresa tra **-1,2m e -2,4/-2,6m (porzione superiore strato A)** e tra **-2,4/-2,6m e -4/-4,6m (porzione inferiore strato A)** rispetto al piano topografico originario, in sostanza negli "intervalli di profondità" su cui potranno ragionevolmente poggiate fondazioni superficiali nell'"AREA CASINO PLACCI - Subcomparto B".

In considerazione della distribuzione areale e verticale sostanzialmente uniforme dei valori di **Rp**, si ritiene opportuno proporre, all'interno dell' "AREA CASINO PLACCI - Subcomparto B", la seguente unica **classe di edificabilità** (v. TAV. 2):

Relazione Geologica

ZONA A: terreni superficiali di fondazione caratterizzati da valori costanti di R_p medio ≥ 12 daN/cm 2

Sulla base di questi presupposti si evince, in primo luogo, che i terreni relativamente compatti della **porzione mediana dello strato A**, raggiungibili su tutta l'area a **profondità media di -2,4/-2,6m**, si configurano geomeccanicamente idonei per l'appoggio di **fondazioni superficiali su plinti**.

In alternativa, si ritiene parimenti fattibili **fondazioni a platea** riferite ai terreni relativamente "induriti" per essiccamento che costituiscono **il "tetto" dello strato A**, a **profondità media intorno a -1,2m** rispetto alla quota topografica originaria.

Per quanto riguarda una stima preliminare di **Pressione Ammissibile** dei terreni superficiali di fondazione dell'"AREA CASINO PLACCI - Subcomparto B", si ritiene attendibile, in rapporto ai valori penetrometrici e alla litologia dei medesimi, di considerare un valore di **coefficiente di correzione = 12 / 14** a partire dai valori medi prudenziali di **R_p** (v. **teorie sperimentali di Sanglerat e di L'Herminier**).

Quindi, facendo un riferimento critico alla distribuzione areale dei valori medi di **R_p** (v. **TAV. 2**), si prospetta il seguente quadro preliminare di riferimento per la portanza dei terreni di fondazione superficiali:

- **fondazioni a platea riferite ai terreni a profondità di -1,2m :**

$$\begin{aligned} \text{P.Amm. (Pressione Ammissibile) massima} &= R_p / 12 \\ \text{("tetto" strato A)} &= 12 / 12 \\ &= 1 \text{ daN/cm}^2 \end{aligned}$$

- **fondazioni su plinti poggiate a profondità di circa -2,5m :**

$$\begin{aligned} \text{P.Amm. (Pressione Ammissibile) minima} &= R_p / 14 \\ \text{(porzione mediana strato A)} &= 16,5 / 14 \\ &= 1,2 \text{ daN/cm}^2 \end{aligned}$$

I suddetti valori di portanza sono compatibili anche in termini di compressibilità dei terreni, come si deduce indicativamente dalla seguente stima dei cedimenti ottenuta considerando per la diffusione dei carichi in profondità il grafico di Boussinesq-Westergaard, e in particolare: **a) sovraccarico effettivo di 0,35daN/cm 2 trasmesso da un elemento nastriforme di platea largo 2m e poggiato a profondità di -1m;** **b) sovraccarico effettivo di 0,4daN/cm 2 trasmesso da un plinto 4 x 4 m poggiato a profondità di -2,5m :**

Relazione Geologica

VALUTAZIONE DEI CEDIMENTI	
$mv = 1 / (a \cdot Rp)$	= coeff. compressibilità
in cui: a	= coeff. terreno
Rp	= Resistenza statica punta (daN/cm ²)
$\Sigma\delta h = \Sigma h \cdot mv \cdot \delta p$	= cedimento totale (cm)
in cui: δh	= cedimento parziale (cm)
h	= spessore strato singolo (cm)
δp	= incremento carico (daN/cm ²)

Platea poggiata a profondità pari a -1m:

PENETROMETRIA STATICA CPT 2			
strati	δp	mv	δh
-1/-3m	0,35	0,012	0,83
-3/5m	0,19	0,010	0,38
-5/-7m	0,11	0,009	0,18
-7/-9m	0,07	0,009	0,12
-9/-11m	0,06	0,008	0,09
-11/-13m	0,05	0,007	0,06
-13/-15m	0,04	0,004	0,03

$\Sigma\delta h = \underline{\underline{1,71 \text{ cm}}}$

PENETROMETRIA STATICA CPT 4			
strati	δp	mv	δh
-1/-3m	0,35	0,009	0,65
-3/5m	0,19	0,008	0,29
-5/-7m	0,11	0,005	0,10
-7/-9m	0,07	0,004	0,06
-9/-11m	0,06	0,003	0,04
-11/-13m	0,05	0,003	0,03
-13/-15m	0,04	0,006	0,04

$\Sigma\delta h = \underline{\underline{1,21 \text{ cm}}}$

Plinto poggiato a profondità pari a -2,5m:

PENETROMETRIA STATICA CPT 2			
strati	δp	mv	δh
-2,5/-4,5m	0,40	0,010	0,83
-4,5/-6,5m	0,28	0,009	0,49
-6,5/-8,5m	0,07	0,009	0,13
-8,5/-10,5m	0,04	0,010	0,09
-10,5/-14,5m	0,02	0,006	0,05

$\Sigma\delta h = \underline{\underline{1,59 \text{ cm}}}$

PENETROMETRIA STATICA CPT 4			
strati	δp	mv	δh
-2,5/-4,5m	0,40	0,008	0,63
-4,5/-6,5m	0,28	0,006	0,31
-6,5/-8,5m	0,07	0,004	0,06
-8,5/-10,5m	0,04	0,003	0,03
-10,5/-14,5m	0,02	0,004	0,03

$\Sigma\delta h = \underline{\underline{1,07 \text{ cm}}}$

5 - ANALISI DEL RISCHIO SISMICO.

Allo scopo di definire in termini di rischio sismico la fattibilità degli interventi edificatori in progetto nell' "AREA CASINO PLACCI - Subcomparto B", è stata sviluppata, così come richiesto dal D.M. 17/01/18, una specifica analisi indirizzata all'esame dei seguenti aspetti:

- **Elementi generali di Microzonazione sismica.**
- **Classificazione sismica del sito.**
- **Valutazione del rischio di liquefazione**

Relazione Geologica

5.1 Elementi generali di Microzonazione sismica (D.G.R. 2193/2015)

Con Deliberazione della Giunta Regionale n. 1919/2013 la Regione Emilia-Romagna ha finanziato gli studi di microzonazione sismica del territorio dell'Unione della Romagna Faentina, e in particolare nel Comune di Faenza è stato condotto uno studio di microzonazione sismica – approfondimento di livello 3 (Sangiorgi S., Righini T., Milito A., 2015), nell'ambito del quale si è proceduto ad una completa rivisitazione e implementazione dei precedenti livelli di approfondimento (PSC 2009), al fine di adeguarli agli standard di archiviazione informatica (Standard MS 3.0 - Commissione tecnica per la microzonazione sismica, 2013).

Nell'aprile 2018 tali studi hanno ottenuto la certificazione di conformità da parte della Regione Emilia-Romagna. Gli elaborati che costituiscono gli studi di microzonazione sismica certificati sono consultabili sul sito della Regione Emilia-Romagna al seguente link: <http://geo.regione.emilia-romagna.it/schede/pnsrs/>. Gli studi, basati su dati di sottosuolo pregressi e su ulteriori e specifiche indagini geognostiche e geofisiche appositamente eseguite, hanno consentito di espletare importanti approfondimenti relativamente ai seguenti effetti cosismici:

- risposta sismica locale (amplificazione) → attraverso l'elaborazione di modelli numerici monodimensionali di RSL elaborati con il noto software SHAKE 2000;
- verifiche della liquefacibilità dei sedimenti granulari e poco coesivi saturi → mediante approcci semplificati da prove penetrometriche CPTU (Idriss & Boulanger, 2008) e prove dinamiche di laboratorio (taglio semplice ciclico);

, sulla base dei quali sono stati prodotti i seguenti elaborati cartografici:

- Carta delle indagini
- Carta geologico-tecnica
- Carta delle frequenze naturali dei terreni
- Carta delle Microzone Omogenee in Prospettiva Sismica – MOPS
- Carta delle velocità delle onde di taglio Vs
- Carte della microzonazione sismica.

Di seguito si riportano gli estratti delle carte MOPS e di microzonazione sismica relativi all'”**AREA CASINO PLACCI - Subcomparto B**”:

Relazione Geologica

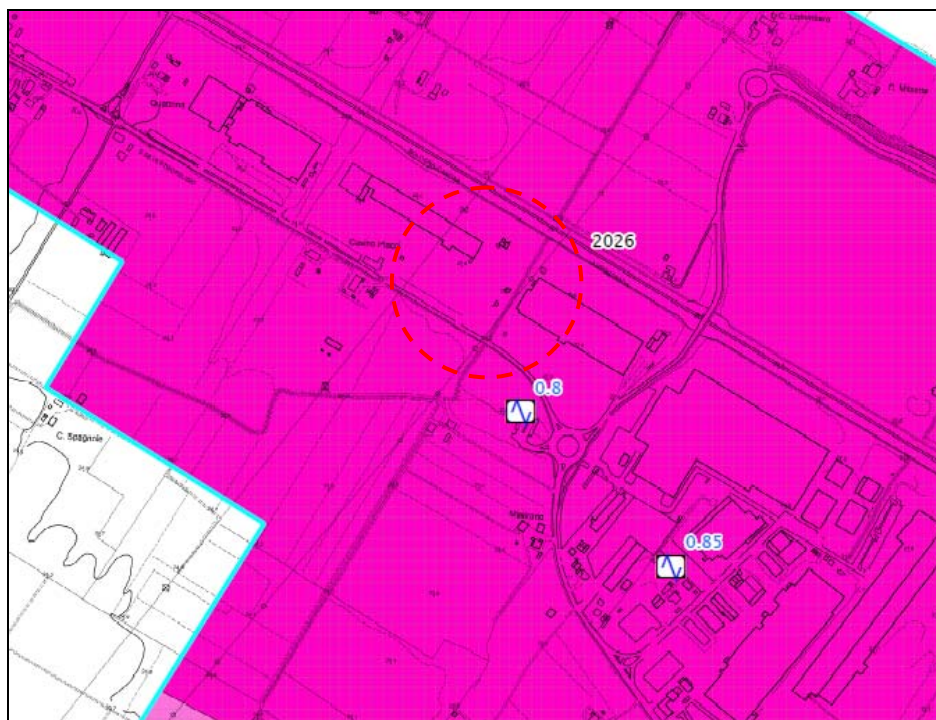


Fig. 1: Carta delle MOPS

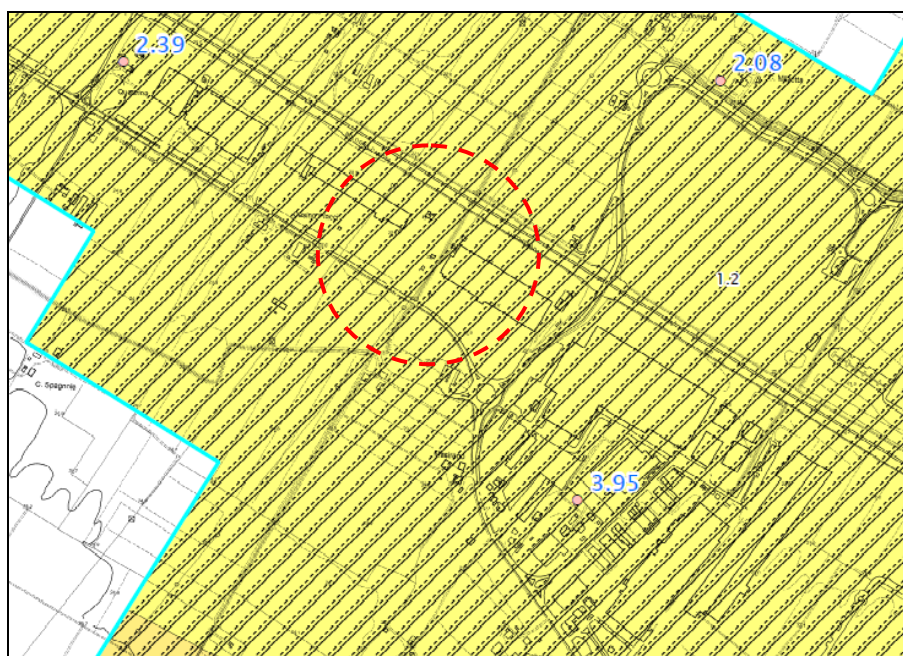


Fig. 2: Carta di microzonazione sismica di livello 3 – FHPGA.

Relazione Geologica

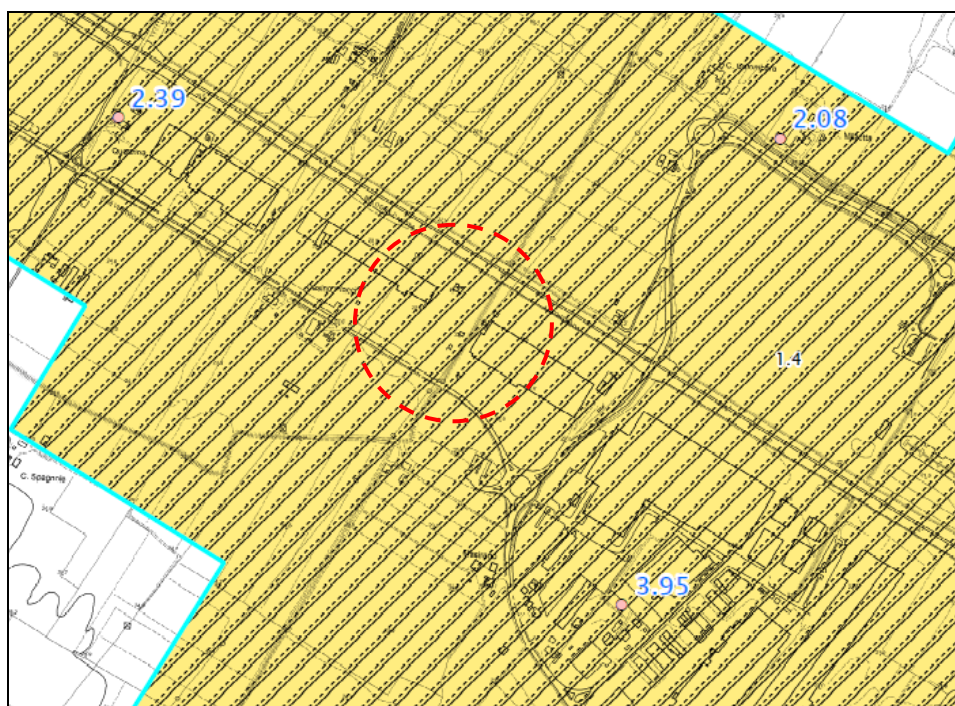


Fig. 3: Carta di microzonazione sismica di livello 3 – FH_{0,1-0,5s}

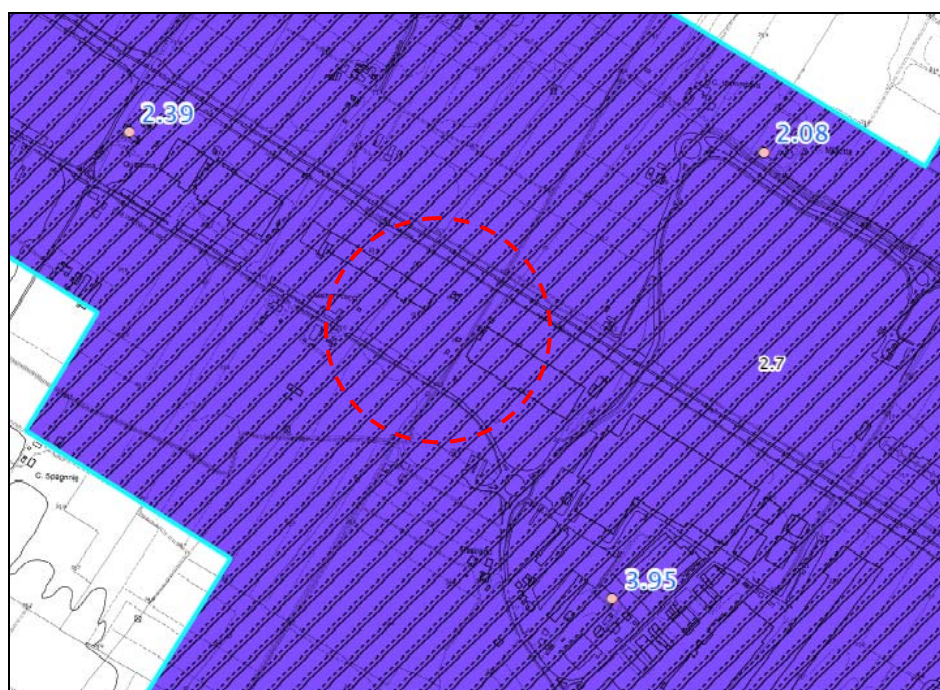


Fig. 4: Carta di microzonazione sismica di livello 3 – FH_{0,5-1s}

Con la D.G.R. 2193/2015 è stato introdotto, da parte della Regione, un sostanziale aggiornamento degli indirizzi per gli studi di microzonazione sismica

Relazione Geologica

(D.A.L. 112/2007). Tali aggiornamenti tengono conto delle Norme Tecniche per le Costruzioni (D.M. 14/1/2008), delle ulteriori esperienze derivate da oltre otto anni di applicazione della D.A.L. 112/2007 e delle specifiche esperienze seguite agli eventi sismici italiani di L'Aquila 2009 e della pianura emiliana del 2012. In sintesi, le principali novità contenute nella D.G.R. 2193/2015 consistono:

- nelle rimodulazioni degli abachi di microzonazione sismica da considerarsi per le analisi semplificate ("livello 2");
- nella definizione di un ulteriore parametro di amplificazione riferito all'intensità spettrale di Housner (per l'intervallo di periodo T compreso tra 0,5 s e 1,5 s);
- nella definizione dell'input sismico (a_g al sito di riferimento) che ora è definito in base ai valori di pericolosità sismica elaborati dall'INGV per tutto il territorio nazionale sui punti di una griglia di passo pari a $0,05^\circ$ (reticolo analogo a quello previsto per le NTC 2008);
- nella predisposizione di cartografie delle frequenze naturali (per gli studi territoriali "livello 1");
- nello stralcio degli approfondimenti di "livello 3" per la realizzazione di opere di rilevante interesse pubblico.

Per quanto riguarda gli **approfondimenti di "livello 3"** espletati per il Comune di Faenza, le analisi elaborate risultano complessivamente coerenti con i contenuti della DGR 2193/2015 in quanto:

1. le analisi di Risposta Sismica Locale numerica approfondiscono la caratterizzazione dell'amplificazione semplificata ricavabile dagli abachi aggiornati. Gli accelerogrammi utilizzati per le modellazioni numeriche di RSL sono stati scalati tenendo già conto del reticolo INGV. Tuttavia, non sono stati stimati i valori di FA SI per l'intervallo di periodo T compreso tra 0,5 s e 1,5 s;
2. le verifiche di liquefazione sono state eseguite secondo i criteri metodologici congrui con gli indirizzi regionali riportati nella DGR 2193/2015, inoltre considerando gli input di scuotimento (Pga) ricavati dalla modellazione numerica di RSL.

Per una migliore e immediata comprensione, nella sottostante tabella si riporta la sintesi dei dati di microzonazione sismica relativi all'"**AREA CASINO PLACCI - Subcomparto B**". In particolare, in coerenza con quanto richiesto dalla **DGR 2193/2015**, è stato calcolato anche il **FA SI (Intensità spettrale di Housner)** per il nuovo intervallo di **periodo $0.5 < T_0 < 1.5s$** , che risulta importante per edifici particolarmente elevati e/o caratterizzati da periodi di vibrazione più alti.

Relazione Geologica

CLASSIFICAZIONE GEOLOGICA-TECNICA:	CL pi – Tessiture prevalenti nei primi 6 metri: argille inorganiche di media-bassa plasticità, argille limose e argille sabbiose. Ambienti deposizionali di piana inondabile (pi).
FREQUENZE NATURALI DEI TERRENI:	$F_0 \approx 0.80$ hz
MICROZONA SISMICA OMOGENEA (MOPS):	ZA_LQ1 - Zona di attenzione per liquefazione. Zona 2026 – Bassa pianura con successioni di alluvioni prevalentemente fini (AES8, AES8a), con locali intervalli di sabbie sature nei primi 30m. Substrato sismico alluvionale "non rigido" a profondità ≥ 120 m (Pianura 2).
VELOCITÀ DELLE ONDE DI TAGLIO:	$V_{s30} \approx 212-219$ m/s
MICROZONAZIONE SISMICA Zone suscettibili di amplificazione locale:	Amplificazione da modelli numerici (shake 2000): FA Pga =1.2 FA SI = 1,4 (0.1s <T₀<0.5s) FA SI = 2.7 (0.5s <T₀<1.0s) FA SI = 2.6 (0.5s <T₀<1.5s)
MICROZONAZIONE SISMICA Zone di attenzione per instabilità:	ZS_LQ - Zona di suscettibilità per liquefazioni (2 < IL ≤ 5) Rischio potenziale "medio"

5.2 Classificazione sismica del sito

Per una verifica di ulteriore dettaglio per quanto concerne la valutazione di risposta sismica locale del sito di Progetto, si sono anche considerate, come detto, **misure geofisiche con metodo *Re.Mi.* e *MASW* effettuate *in loco* nel 2008 (v. allegato).**

Queste misure geofisiche, convertite in attendibili profili **Vs (velocità onde di taglio)/Profondità**, forniscono un modello sismostratigrafico per una profondità di **oltre 30m** e **spettri di risposta elastica** del sito utilizzabili a livello progettuale (v. allegato), e sono prudenzialmente sintetizzate nei seguenti parametri sismici principali comparabili con le risultanze di cui al precedente **par. 5.1**:

- $V_s 30 = 285 \pm 50$ m/s

Relazione Geologica

- **Cc (Fattore di amplificazione sismica) DGR 2193/2015 =**

V _{s30}	150	200	250	300	350	400
F.A. P.G.A	1.6	1.6	1.6	1.6	1.6	1.5
F.A SI1	1.9	1.9	1.9	1.8	1.7	1.6
F.A SI2	2.9	2.8	2.5	2.3	2.1	2.0
F.A SI3	3.3	3.1	2.7	2.4	2.2	2.0

- **St (Fattore di amplificazione topografica) = 1 (T = 1)**

Per l' "AREA CASINO PLACCI - Subcomparto B" si prospetta quindi, **con buona attendibilità**, la seguente classificazione dei terreni di fondazione ai sensi del DM 17/01/2018:

categoria C: *Depositi di sabbie e ghiaie mediamente addensate e/o di argille di media consistenza, con spessore variabile da diverse decine fino a centinaia di metri, caratterizzati da valori di V_s 30 tra 180-370m/s (15 < N_{pt} < 50)*

5.3 Valutazione del rischio di liquefazione.

In considerazione della classificazione dell'area di studio entro: "ZS_LQ - Zona di suscettibilità per liquefazioni (2 < IL ≤ 5) : Rischio potenziale "medio" (v. tabella par. 5.1), per quanto concerne un approfondimento della valutazione del rischio di liquefazione dei terreni dell' "AREA CASINO PLACCI - Subcomparto B" in caso di sisma, si ritiene opportuno, innanzitutto, considerare la seguente descrizione concettuale (Quaderni de "La Ricerca Scientifica", n.114, C.N.R. 1986):

Col termine liquefazione si intende generalmente la perdita di resistenza dei terreni saturi sotto sollecitazioni di taglio cicliche o monotoniche, in conseguenza delle quali il terreno raggiunge una condizione di fluidità pari a quella di un liquido viscoso.

Ciò avviene quando la pressione dell'acqua nei pori aumenta progressivamente fino ad eguagliare la pressione totale di confinamento e quindi allorché gli sforzi efficaci, da cui dipende la resistenza al taglio, si riducono a zero. Questo fenomeno si verifica soprattutto nelle sabbie fini e nei limi saturi di densità da media a bassa e a granulometria piuttosto uniforme. [...] I casi di liquefazione dovuti a terremoti riscontrati nella realtà riguardano soprattutto depositi fluviali e marini recenti, terreni di riporto sabbiosi, depositi deltaici, bordi di terrazzi alluvionali, e in genere sedimenti recenti di notevole spessore costituiti da materiali granulari saturi non consolidati e a granulometria uniforme.

Quindi, già solo considerando che il primo sottosuolo dell' "AREA CASINO PLACCI - Subcomparto B" è costituito essenzialmente da terreni di deposizione plurimillennaria con discreta frazione fine e discretamente coesivi (v. grafici penetrometrici), si può ragionevolmente **poco probabile il rischio di liquefazione** dei medesimi in caso di sisma (v. anche D.M. 17/01/2018, par. 7.11.3.4.2).

Relazione Geologica

A maggior approfondimento di questo aspetto progettuale è comunque di seguito fornita una **verifica analitica alla liquefazione** il cui risultato è così sintetizzabile :

- **potenziale alla liquefazione (PL) = 0**

Per la verifica si è proceduto in base al **metodo di Robertson e Wride (1997)**, che parte dai risultati delle **CPT 7**, per giungere a un fattore di sicurezza calcolato sulla stima dei seguenti parametri : **FS = (CRR / CSR) • MSF ≥ 1,25**

CRR = resistenza ciclica del terreno

CSR = rapporto tensionale ciclico

MSF = fattore di scala della magnitudo = 1,69 (5,5) – 1,48 (6,0) – 1,30 (6,5) – 1,14 (7,0) – 1,00 (7,5) - 0,88 (8,0)

$(q_{c1N})_{cs} < 50 \rightarrow CRR_{7,5} = 0.833[(q_{c1N})_{cs} / 1000] + 0.05$

$50 \leq (q_{c1N})_{cs} \leq 160 \rightarrow CRR_{7,5} = 93[(q_{c1N})_{cs} / 1000]^3 + 0.08$

$(q_{c1N})_{cs}$ resistenza penetrometrica in sabbia normalizzata alla pressione di 100 kPa

$CSR = 0.65 \cdot (a_{max} / g) \cdot \sigma_v / \sigma'_v \cdot r_d$

A_{max} = accelerazione massima al p.c.

G = accelerazione di gravità (9,8 m/s²)

σ_v σ'_v = pressioni verticali totale ed efficace

R_d = coefficiente in funzione della profondità

Inserendo quindi in apposito foglio di calcolo i seguenti parametri :

$A_{max} = 0,2063$

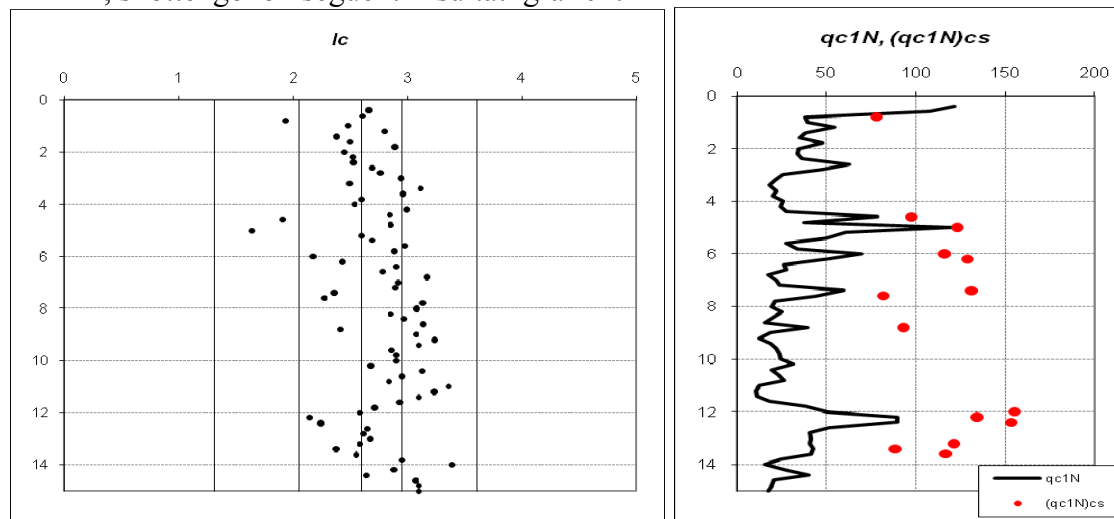
profondità falda = 1m

γ terreno = 1,85 t/mc

γ acqua = 1,0 t/mc

M (magnitudo) = 6,14

, si ottengono i seguenti risultati grafici :

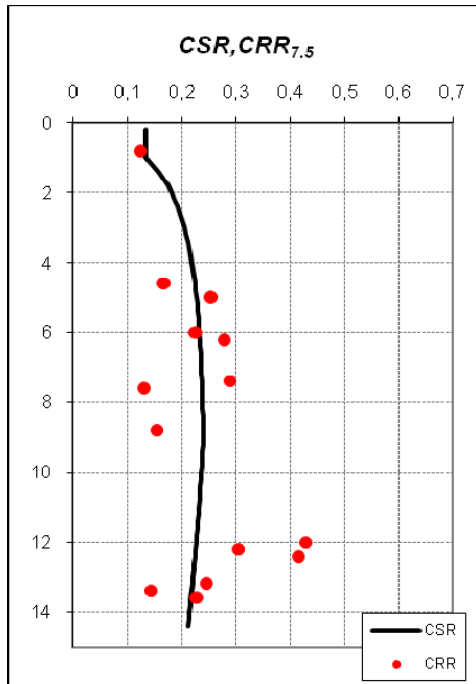


I_c = indice classificazione terreno proposto da Robertson (1990)

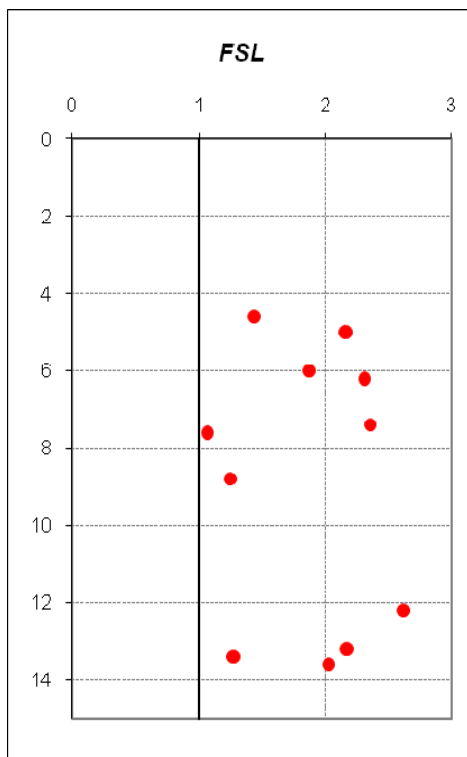
$qc1N$ = resistenza penetrometrica di punta in sabbia normalizzata alla pressione di 100 kPa

Piano Particolareggiato relativo alla Scheda PRG n.167, "AREA CASINO PLACCI - Subcomparto B"
(Comune di Faenza – Ra)

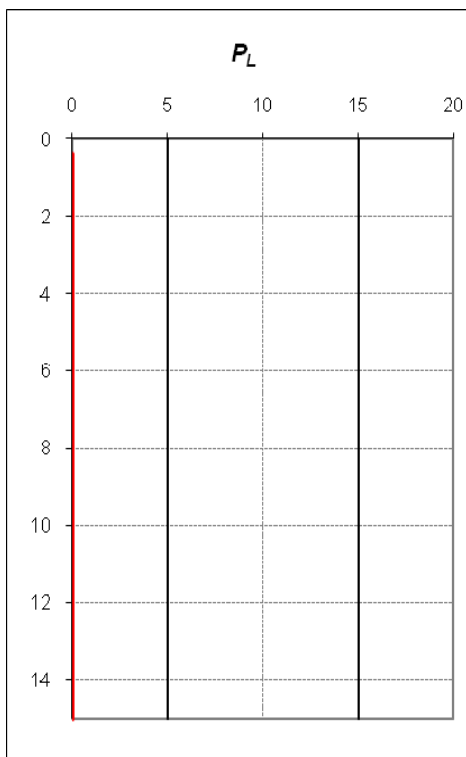
Relazione Geologica



CRR = resistenza ciclica del terreno CSR = rapporto tensionale ciclico



FSL = fattore sicurezza liquefazione



PL = potenziale liquefazione

Relazione Geologica

6 - CONCLUSIONI.

A conclusione di una analisi geologica geologico-tecnica e del rischio sismico, adeguatamente supportata da informazioni geognostiche e geofisiche, si ritiene di aver definito positivamente, e con sufficiente attendibilità, la fattibilità del **PIANO PARTICOLAREGGIATO relativo alla SCHEDA PRG n. 37 "AREA CASINO PLACCI - Subcomparto B" (Comune di Faenza – RA)**, il quale prevede edificazione su una superficie massima pari a circa 1,4ha nella pianura a nord di Faenza (v. **PROGETTO dello Studio CAVINA-MONTEVECCHI-PAGANI di Faenza e TAVV. 1, 2 e 3**).

Innanzitutto, si è riscontrato che l'intera "AREA CASINO PLACCI-Subcomparto B" corrisponde con una porzione pianeggiante e sostanzialmente omogenea della fascia esterna del semiconoide alluvionale formatosi in età Tardiglaciale/Olocene antico per l'azione deposizionale combinata di F.Lamone e T.Senio (*Subsistema di Ravenna – AES8 nella Cartografia Geologica Regione Emilia-Romagna*), nella quale non si individuano situazioni geomorfologiche, idrogeologiche e geotecniche tali da condizionare negativamente "normali" interventi urbanistico/edificatori come quelli in Progetto (v. **cap.2**).

Nel dettaglio, i risultati penetrometrici hanno documentato una buona omogeneità e discreta qualità geomeccanica complessiva dei terreni del primo sottosuolo per l'intera "AREA CASINO PLACCI - Subcomparto B", i quali sono caratterizzati da valori medi di $R_p \geq 12 \text{ daN/cm}^2$ e quindi possono considerarsi come **terreni idonei per fondazioni superficiali**.

Per quanto concerne l'idrogeologia sotterranea si stima che la profondità minima del livello delle acque sotterranee, nei periodi climatici maggiormente piovosi, abbia raggiunto **profondità di circa -1m** rispetto al piano campagna originario (che è più basso di circa 0,5m rispetto all'attuale piano calpestio artificiale realizzato di recente con parziale messa in opera di sottofondo di "argilla trattata a calce" (v. **stratigrafia T 3**).

In sintesi, si prospetta il seguente quadro di riferimento preliminare per quanto attiene agli assetti fondali prevedibili per le esigenze edificatorie di progetto:

- **fondazioni a platea riferite ai terreni a profondità di -1,2m:**
 - **P. Amm. (Pressione Ammissibile) massima = 1 daN/cm²**
(equivalente a Pressione SLU $\approx 1,5 \text{ daN/cm}^2$)
- **fondazioni su plinti poggiati a profondità di -2,4/-2,6m:**
 - **P. Amm. (Pressione Ammissibile) minima = 1,2 daN/cm²**
(equivalente a Pressione SLU $\approx 1,8 \text{ daN/cm}^2$)

Relazione Geologica

Per quanto concerne la valutazione del rischio sismico dell'area di studio, si prospettano preliminarmente i seguenti parametri :

- **Categoria sismica del suolo = C** ($V_s 30 = 285 \pm 50 \text{m/s}$)

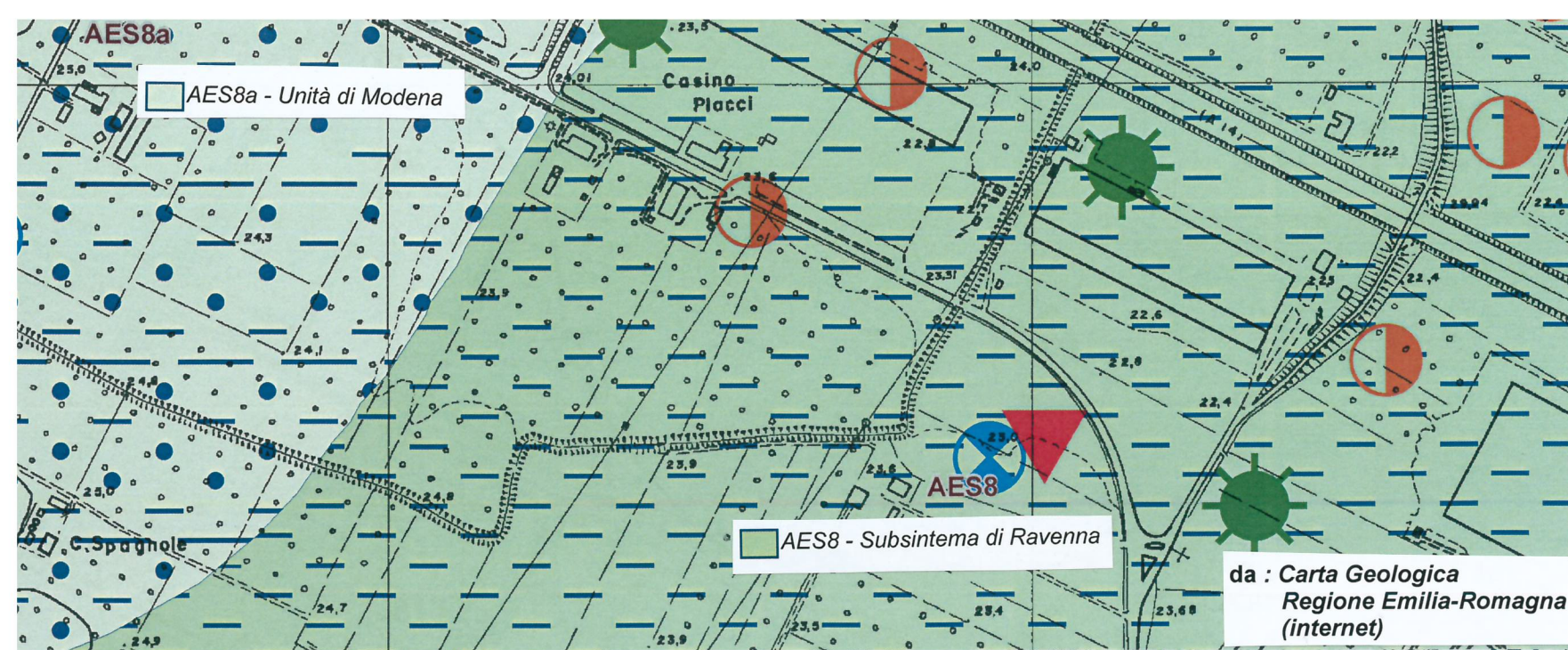
- **Cc (Fattore di amplificazione sismica) :**

Vs30	150	200	250	300	350	400
F.A. P.G.A	1.6	1.6	1.6	1.6	1.6	1.5
F.A SI1	1.9	1.9	1.9	1.8	1.7	1.6
F.A SI2	2.9	2.8	2.5	2.3	2.1	2.0
F.A SI3	3.3	3.1	2.7	2.4	2.2	2.0

- **St (Fattore di amplificazione topografica) = 1 (T = 1).**

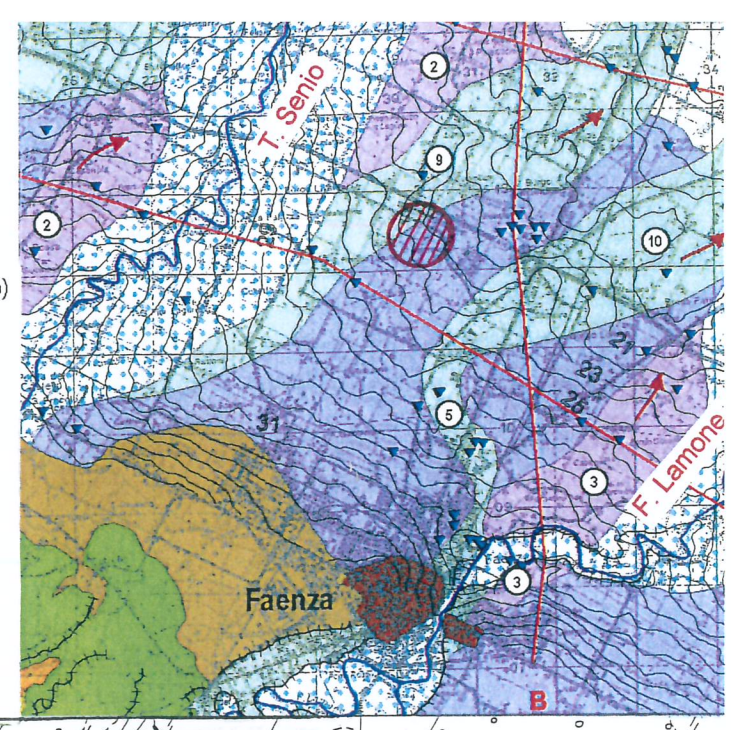
Infine, si rammenta che sono in ogni caso demandati alla fase di progettazione edificatoria esecutiva, in ottemperanza alla Normative Tecniche vigenti (**D.M. 17/01/2018, DGR 2193/2015**), gli approfondimenti geologico-tecnici per la determinazione puntuale dei parametri di fondazione.



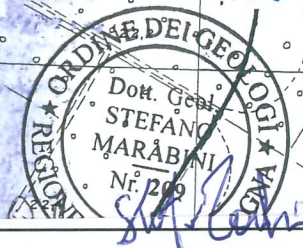
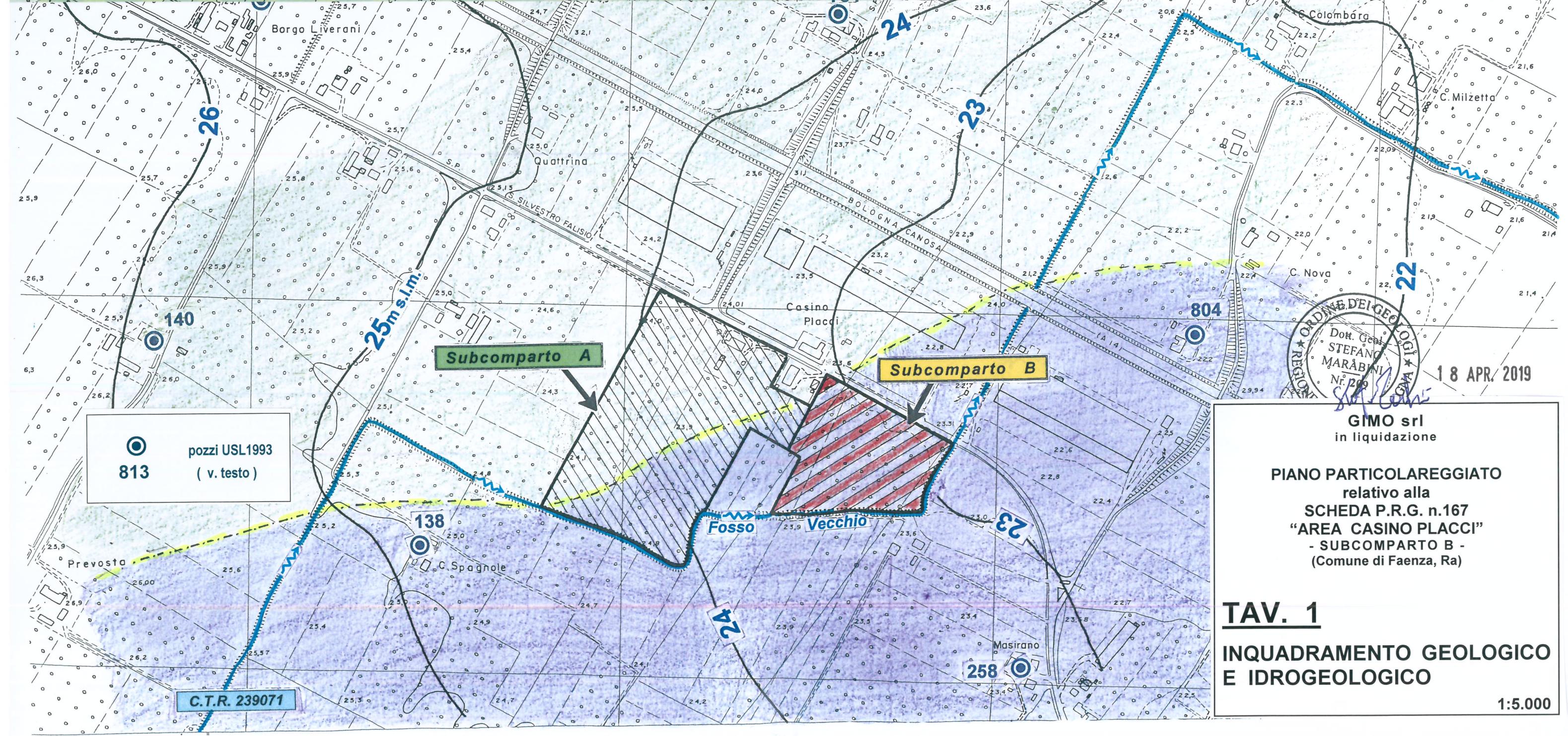


da:
 Franceschelli C. e Marabini S.,
Letture di un territorio sepolto.
La pianura lughese in età romana –
Studi e Scavi – nuova serie, 17, Bologna,
Ante Quem 2007

- ⑨ Paleodosso di S. Pietro in Laguna-Granarolo (Senio)
- Alluvioni terrazzate e dei paleodossi della media e bassa pianura con suoli calcarei o moderatamente decarbonatati (età del Ferro/alto Medioevo)
- Alluvioni terrazzate della media pianura con suoli affioranti/subaffioranti completamente decarbonatati (pre età del Bronzo)



da : Carta Geologica
 Regione Emilia-Romagna
 (internet)



18 APR. 2019

GIMO srl
 in liquidazione

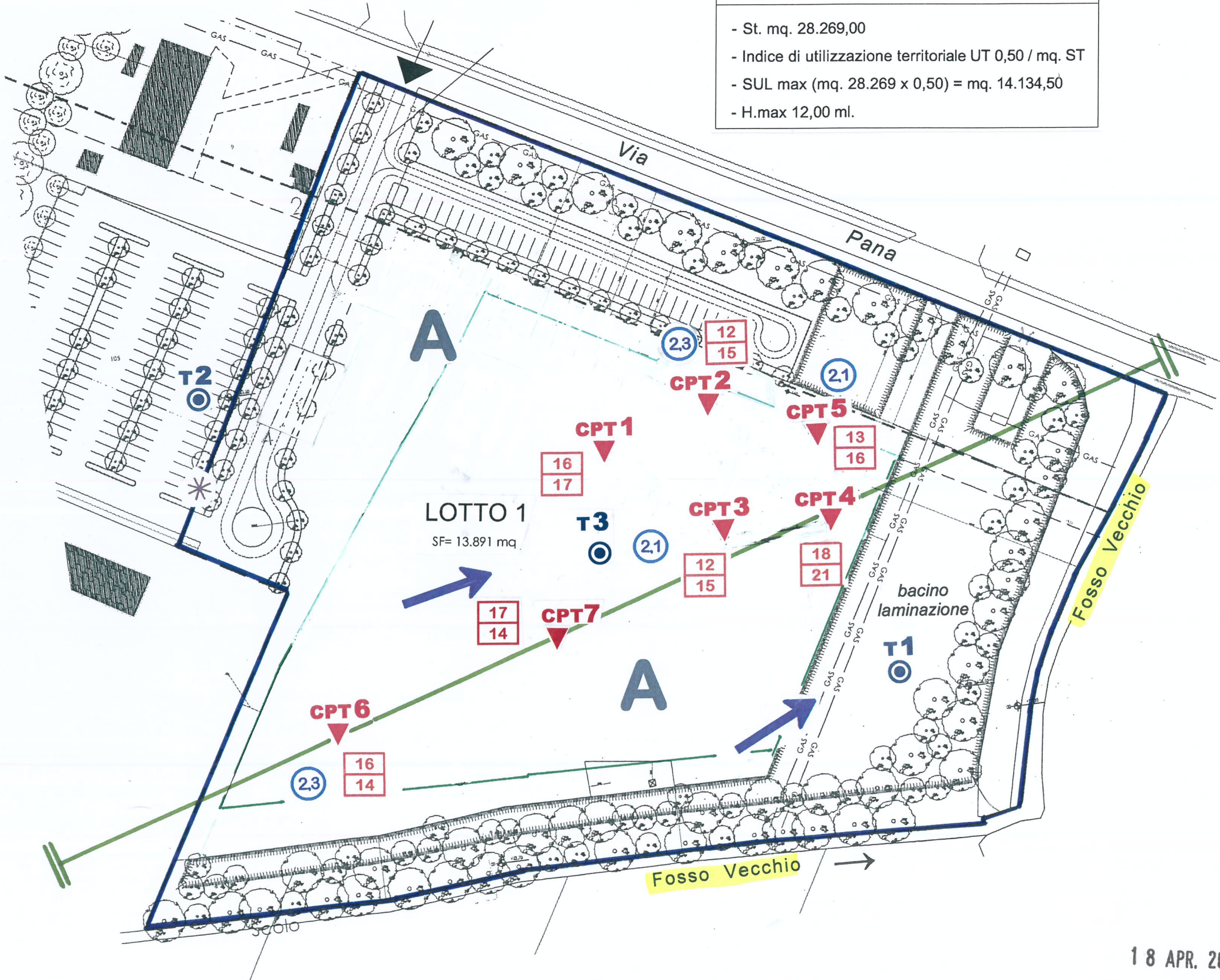
PIANO PARTICOLAREGGIATO
 relativo alla
SCHEDA P.R.G. n.167
"AREA CASINO PLACCI"
 - SUBCOMPARTO B -
 (Comune di Faenza, Ra)

TAV. 1
INQUADRAMENTO GEOLOGICO
E IDROGEOLOGICO

1:5.000

POTENZIALITA' EDIFICATORIA

- St. mq. 28.269,00
- Indice di utilizzazione territoriale UT 0,50 / mq. ST
- SUL max (mq. 28.269 x 0,50) = mq. 14.134,50
- H.max 12,00 ml.



A ambito con terreni superficiali normalmente consolidati (Rpm ≥ 12 daN/cm²)

CPT penetrometrie statiche (CPT)

T trivellate geognostiche (T)

valori medi di R_p (Resistenza punta : Kg/cm²) negli intervalli di profondità tra -1,2 e 2,4/-2,6m e tra 2,4/-2,6m e -4/-4,6m

12
15

profondità della falda idrica subsuperficiale dal piano topografico attuale (marzo 2008) - dati omogenei -

21

direzione di flusso della falda idrica subsuperficiale

GIMO srl
in liquidazione

PIANO PARTICOLAREGGIATO
relativo alla
SCHEDA P.R.G. n.167
"AREA CASINO PLACCI"
- SUBCOMPARTO B -
(Comune di Faenza, Ra)

TAV. 2
CARTA GEOTECNICA
E IDROGEOLOGICA

1:1.000

18 APR. 2019



“AREA CASINO PLACCI” – subcomparto B

SO

VIA PANA

NE

CPT6

CPT7

T3

CPT3

CPT4

T1

bacino di laminazione

strato superficiale (0,55m)
di “argilla trattata a calce”

suolo e riporto

Geosuolo Formellino

strato A
(limi prev.)

10 < Rpm < 20 Kg/cmq

H₂O

-5m

paleosuolo

strato B 1
(limi prev.)

Rpm > 15-20 Kg/cmq

-10m

strati B 2 – B 3
(sabbie prev.)

Rpm > 40 Kg/cmq

-15m

strato C
(limi prev.)

Rpm > 15 Kg/cmq

-20m

strato D
(limi prev.)

Rpm > 15 Kg/cmq

-25m

strato E
(sabbie e ghiaie)

Rpm > 60 Kg/cmq



18 APR. 2019

GIMO srl
in liquidazione

PIANO PARTICOLAREGGIATO

relativo alla

SCHEDA P.R.G. n.167

“AREA CASINO PLACCI”

- SUBCOMPARTO B -

(Comune di Faenza, Ra)

TAV. 3

SEZIONE
GEOLOGICO-TECNICA

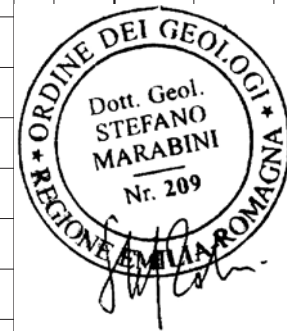
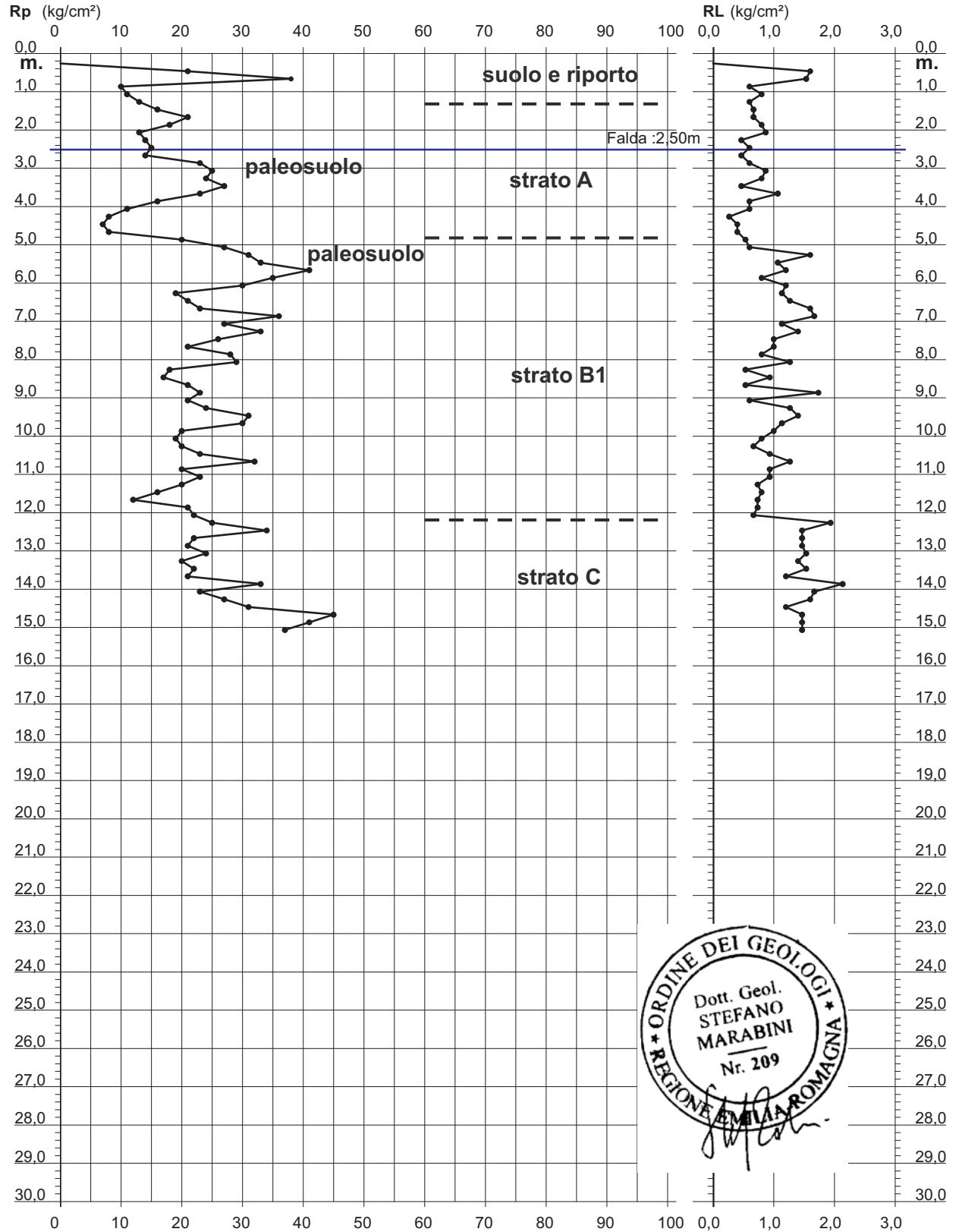
1:1.000

**PROVA PENETROMETRICA STATICA
 DIAGRAMMA DI RESISTENZA**

CPT 1

- committente : dr.geol. Marabini Stefano
 - lavoro : Area Casino Placci subc B
 - località : Via Pana - Faenza (RA)

- data : 04/03/2008
 - quota inizio : Piano Campagna
 - prof. falda : 2,50 m da quota inizio
 - scala vert.: 1 : 150



PROVA PENETROMETRICA STATICA
TABELLA PARAMETRI GEOTECNICI

CPT 1

- committente : dr.geol. Marabini Stefano
- lavoro : Area Casino Placci subc B
- località : Via Pana - Faenza (RA)
- note :

- data : 04/03/2008
- quota inizio : Piano Campagna
- prof. falda : 2,50 m da quota inizio
- pagina : 1

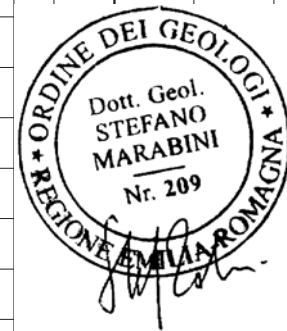
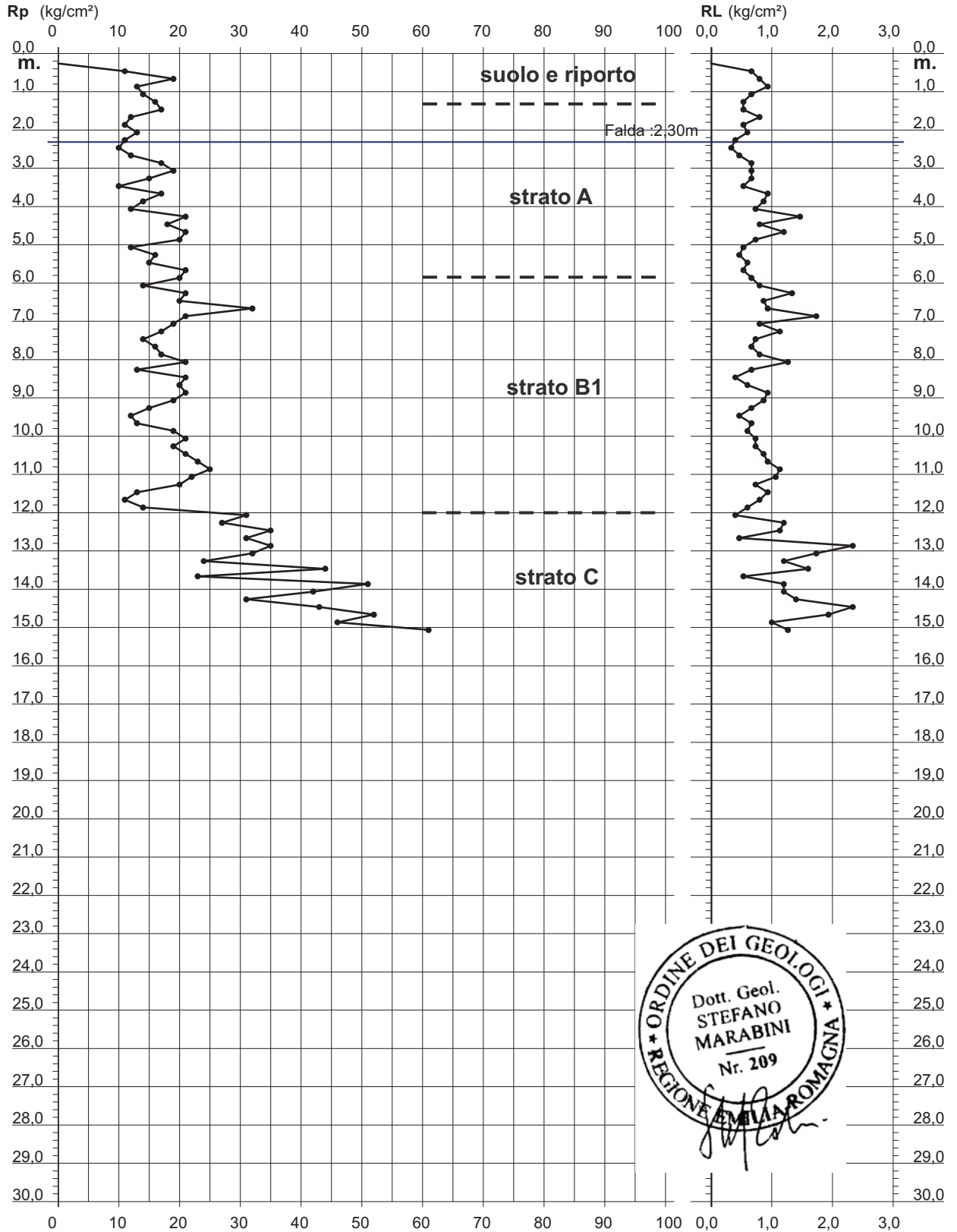
NATURA COESIVA										NATURA GRANULARE											
Prof. m	Rp kg/cm ²	Rp/RI (-)	Natura Litol.	Y' t/m ³	p'vo kg/cm ²	Cu kg/cm ²	OCR (-)	Eu50 kg/cm ²	Eu25 kg/cm ²	Mo kg/cm ²	Dr %	ø1s (°)	ø2s (°)	ø3s (°)	ø4s (°)	ødm (°)	ømy (°)	Amax/g (-)	E'50 kg/cm ²	E'25 kg/cm ²	Mo kg/cm ²
0,20	--	--	???	1,85	0,04	--	--	140	210	63	82	39	41	43	45	42	27	0,196	35	53	63
0,40	38	25	4/./	1,85	0,07	0,82	99,9	140	210	63	92	41	42	44	45	42	30	0,231	63	95	114
0,60	10	17	2/./	1,85	0,11	1,27	99,9	215	323	114	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--
0,80	11	14	2/./	1,85	0,15	1,50	28,8	85	128	40	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--
1,00	11	14	2/./	1,85	0,19	0,54	23,8	91	137	42	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--
1,20	13	22	2/./	1,85	0,22	0,60	22,0	103	154	47	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--
1,40	16	24	2/./	1,85	0,26	0,70	21,6	118	177	52	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--
1,60	21	31	3:/./	1,85	0,30	--	--	--	--	--	48	35	37	39	42	35	27	0,099	35	53	63
1,80	18	22	2/./	1,85	0,33	0,75	17,3	128	191	56	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--
2,00	13	15	2/./	1,85	0,37	0,60	11,6	103	154	47	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--
2,20	14	30	4/./	1,85	0,41	0,64	11,0	108	162	48	26	32	34	37	40	31	26	0,050	23	35	42
2,40	15	25	2/./	1,85	0,44	0,67	10,4	113	170	50	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--
2,60	14	30	4/./	0,89	0,46	0,64	9,4	110	166	48	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--
2,80	23	38	3:/./	0,86	0,48	--	--	--	--	--	23	31	34	37	40	30	26	0,044	23	35	42
3,00	25	29	4/./	0,94	0,50	0,91	13,3	155	232	75	41	34	36	39	41	33	28	0,083	42	63	75
3,20	24	30	4/./	0,94	0,52	0,89	12,4	151	227	72	39	33	36	38	41	33	28	0,078	40	60	72
3,40	27	58	3:/./	0,87	0,53	--	--	--	--	--	42	34	36	39	41	33	28	0,085	45	68	81
3,60	23	22	4/./	0,94	0,55	0,87	11,0	148	221	69	36	33	36	38	41	32	28	0,071	38	58	69
3,80	16	27	2/./	0,96	0,57	0,70	8,0	137	206	52	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--
4,00	11	18	2/./	0,91	0,59	0,54	5,6	159	239	42	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--
4,20	8	30	4/./	0,84	0,61	0,40	3,7	171	257	35	--	28	31	35	38	26	26	--	13	20	24
4,40	7	17	2/./	0,84	0,62	0,35	3,0	171	257	35	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--
4,60	8	20	2/./	0,86	0,62	0,40	3,5	181	271	35	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--
4,80	20	37	4/./	0,93	0,66	0,80	8,0	158	237	60	27	32	34	37	40	30	27	0,051	33	50	60
5,00	27	45	3:/./	0,87	0,68	--	--	--	--	--	37	33	36	38	41	32	28	0,072	45	68	81
5,20	31	19	4/./	0,97	0,70	1,03	10,3	176	264	93	41	34	36	39	41	32	29	0,081	52	78	93
5,40	33	31	3:/./	0,88	0,71	--	--	--	--	--	42	34	36	39	41	33	29	0,085	55	83	99
5,60	41	34	3:/./	0,90	0,73	--	--	--	--	--	49	35	37	39	42	34	30	0,101	68	103	123
5,80	35	44	3:/./	0,89	0,75	--	--	--	--	--	43	34	36	39	41	33	29	0,087	58	88	105
6,00	30	25	4/./	0,96	0,77	1,00	8,7	182	273	90	37	33	36	38	41	32	29	0,073	50	75	90
6,20	19	17	2/./	0,99	0,79	0,78	6,1	207	311	58	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--
6,40	23	17	4/./	0,93	0,81	0,82	6,4	209	313	63	24	31	34	37	40	29	27	0,045	35	53	63
6,60	34	14	4/./	0,94	0,83	0,87	6,7	211	316	69	26	32	34	37	40	30	28	0,050	38	58	69
6,80	36	22	4/./	0,99	0,85	1,20	9,7	205	308	108	41	34	36	39	41	32	30	0,082	60	90	108
7,00	27	24	4/./	0,95	0,86	0,95	7,0	216	325	81	31	32	35	38	40	30	28	0,059	45	68	81
7,20	33	24	4/./	0,97	0,88	1,10	8,3	211	316	99	37	33	36	38	41	31	29	0,073	55	83	99
7,40	26	26	4/./	0,95	0,90	0,93	6,5	233	349	78	28	32	35	37	40	30	28	0,054	43	65	78
7,60	21	21	4/./	0,93	0,92	0,82	5,5	250	375	63	20	31	34	37	40	29	27	0,039	35	53	63
7,80	28	35	3:/./	0,87	0,94	--	--	--	--	--	30	32	35	38	40	30	28	0,057	47	70	84
8,00	29	23	4/./	0,96	0,96	0,98	6,5	247	371	87	14	30	32	35	38	40	30	0,059	48	73	87
8,20	18	34	4/./	0,91	0,98	0,75	4,5	272	408	56	14	30	33	36	39	28	27	0,027	30	45	54
8,40	17	18	2/./	0,97	1,00	0,72	4,2	278	417	54	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--
8,60	21	38	3:/./	0,85	1,01	--	--	--	--	--	18	31	33	36	39	28	27	0,034	35	53	63
8,80	23	13	4/./	0,94	1,03	0,87	5,1	284	426	69	21	31	34	37	40	29	28	0,039	38	58	69
9,00	21	35	3:/./	0,85	1,05	--	--	--	--	--	17	30	33	36	39	28	27	0,033	35	53	63
9,20	24	19	4/./	0,94	1,07	0,89	5,0	295	442	72	21	31	34	37	40	29	28	0,041	40	60	72
9,40	31	22	4/./	0,97	1,09	1,03	5,9	289	434	93	30	32	35	38	40	30	29	0,057	52	78	93
9,60	30	26	4/./	0,96	1,11	1,00	5,5	299	449	90	28	32	35	37	40	30	29	0,054	50	75	90
9,80	20	20	4/./	0,93	1,12	0,80	4,1	314	471	60	14	30	33	36	39	27	27	0,027	33	50	60
10,00	19	24	2/./	0,99	1,14	0,78	3,9	322	488	58	13	30	33	36	39	--	--	--	--	--	--
10,20	20	30	4/./	0,93	1,16	0,80	3,9	326	482	60	17	30	33	36	39	28	28	0,033	38	58	69
10,40	23	25	4/./	0,94	1,18	0,87	4,3	330	495	69	28	32	35	37	40	30	29	0,054	53	80	96
10,60	32	25	4/./	0,97	1,20	1,07	5,4	327	490	96	12	30	33	36	39	27	27	0,024	33	50	60
10,80	20	21	4/./	0,93	1,22	0,80	3,7	344	516	60	12	30	33	36	39	27	27	0,024	33	50	60
11,00	23	25	4/./	0,94	1,24	0,87	4,0	345	518	69	16	30	33	36	39	28	28	0,031	38	58	69
11,20	20	27	4/./	0,93	1,26	0,80	3,6	355	532	60	11	30	33	36	39	27	27	0,022	33	50	60
11,40	16	20	2/./	0,96	1,28	0,70	2,9	346	520	52	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--
11,60	12	16	2/./	0,92	1,29	0,57	2,3	312	467	45	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--
11,80	21	29	4/./	0,93	1,31	0,82	3,5	370	555	63	12	30	33	36	39	27	27	0,023	35	53	63
12,00	22	33	3:/./	0,86	1,33	--	--	--	--	--	13	30	33	36	39	27	27	0,025	37	55	66
12,20	25	13	4/./	0,94	1,35	0,91	3,8	379	569	75	17	30	33	36	39	28	28	0,033	42	63	75
12,40	34	23	4/./	0,98	1,37	1,13	5,0	378	567	102	27	32	35	37	40	29	29	0,052	57	85	102
12,60	22	15	4/./	0,93	1,39	0,85	3,4	390	585	66	12	30	33	36	39	27	28	0,024	37	55	66
12,80	21	14	4/./	0,93	1,41	0,82	3,2	391	587	63	10	29	32	36	39	26	27	0,021	35	53	63
13,00	24	16	4/./	0,94	1,42	0,89	3,5	401	602	72	14	30	33	36	39	27	28	0,028	40	60	72
13,20	20	14	4/./	0,93	1,44	0,80	3,0	394	592	60	8	29	32	35	39	26	27	0,017	33	50	60
13,40	22	14	4/./	0,93	1,46	0,85	3,2	406	608	66	11	29	33	36	39	26	28	0,022	37	55	66
13,60	21	17	4/./	0,93	1,48	0,82	3,0	405	608	63	9	29	32	35	39	26	27	0,018	35	53	63
13,80	33	15	4/./	0,97	1,50	1,10	4,3	419	628	99	24	31	34	37	40	29	29	0,046	55	83	99
14,00	23	14	4/./	0,94	1,52	0,87	3,1	420	629	69	11	30	33	36	39	26	28	0,023	38	58	69
14,20	27	17	4/./	0,95																	

**PROVA PENETROMETRICA STATICA
 DIAGRAMMA DI RESISTENZA**

CPT 2

- committente : dr.geol. Marabini Stefano
 - lavoro : Area Casino Placci subc B
 - località : Via Pana - Faenza (RA)

- data : 04/03/2008
 - quota inizio : Piano Campagna
 - prof. falda : 2,30 m da quota inizio
 - scala vert.: 1 : 150



PROVA PENETROMETRICA STATICA
TABELLA PARAMETRI GEOTECNICI

CPT 2

- committente : dr.geol. Marabini Stefano
- lavoro : Area Casino Placci subc B
- localit  : Via Pana - Faenza (RA)
- note :

- data : 04/03/2008
- quota inizio : Piano Campagna
- prof. falda : 2,30 m da quota inizio
- pagina : 1

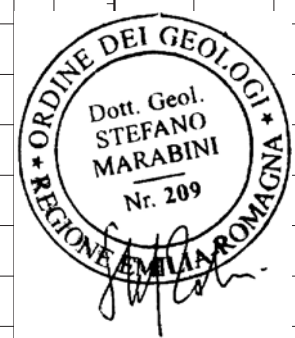
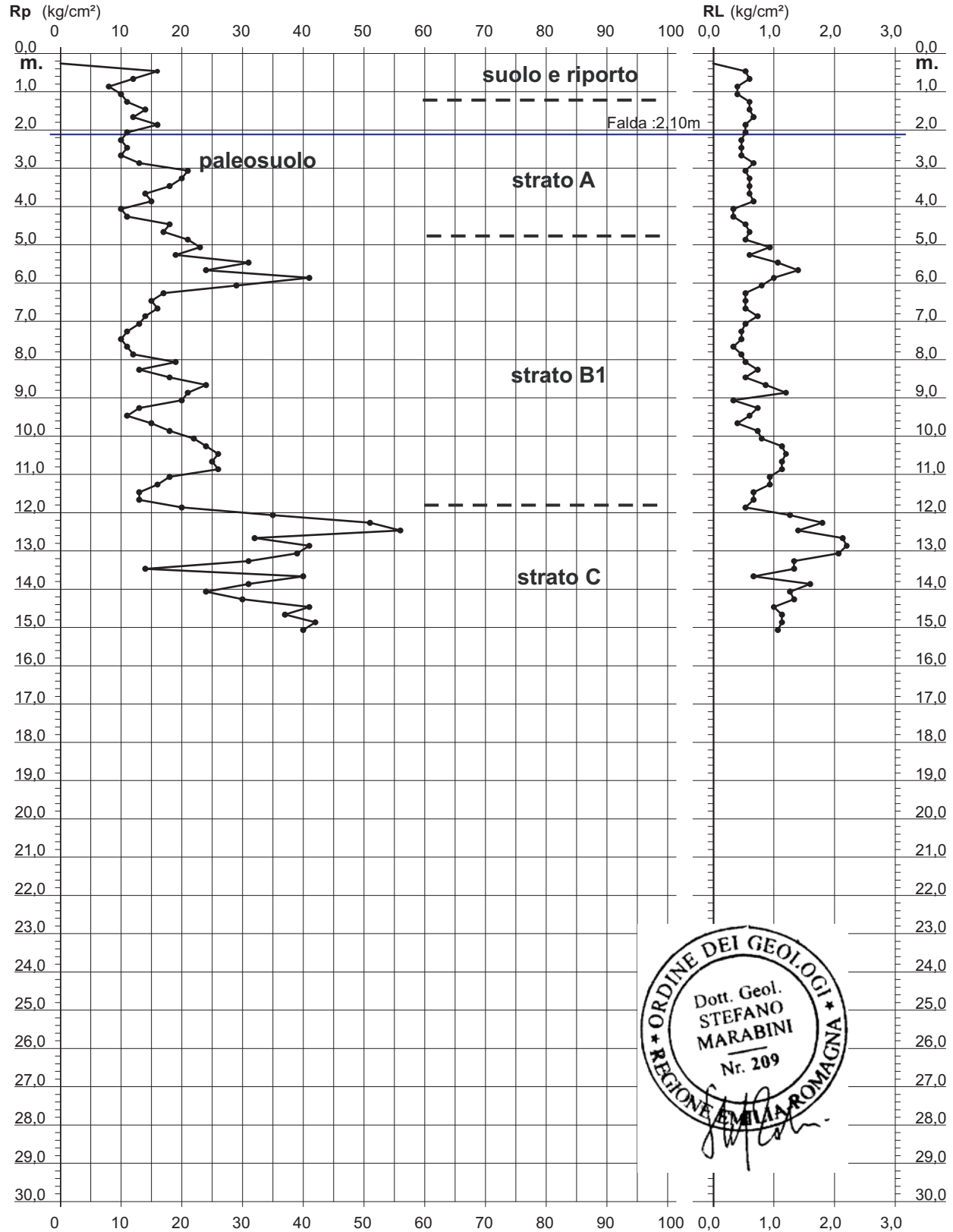
NATURA COESIVA											NATURA GRANULARE											
Prof. m	Rp kg/cm ²	Rp/Rl (-)	Natura Litol.	Y' t/m ²	p'vo kg/cm ²	Cu kg/cm ²	OCR (-)	Eu50 kg/cm ²	Eu25 kg/cm ²	Mo kg/cm ²	Dr %	σ1s (°)	σ2s (°)	σ3s (°)	σ4s (°)	σdm (°)	σmy (°)	Amax/g (-)	E'50 kg/cm ²	E'25 kg/cm ²	Mo kg/cm ²	
0,20	--	--	???	1,85	0,04	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--
0,40	11	16	2:////	1,85	0,07	0,54	74,7	97	137	42	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--
0,60	19	24	2:////	1,85	0,11	0,78	71,3	132	198	58	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--
0,80	13	14	2:////	1,85	0,15	0,60	36,5	103	154	47	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--
1,00	14	21	2:////	1,85	0,19	0,64	29,4	108	162	48	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--
1,20	16	30	4:////	1,85	0,22	0,70	26,2	118	177	52	46	34	37	39	42	35	27	0,093	27	40	48	--
1,40	17	32	4:////	1,85	0,26	0,72	22,7	123	184	54	44	34	37	39	42	35	27	0,089	28	43	51	--
1,60	12	15	2:////	1,85	0,30	0,57	14,3	97	146	45	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--
1,80	11	21	2:////	1,85	0,33	0,54	11,4	91	137	42	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--
2,00	13	22	2:////	1,85	0,37	0,60	11,6	103	154	47	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--
2,20	11	27	2:////	1,85	0,41	0,54	8,9	96	145	42	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--
2,40	10	30	4:////	0,86	0,42	0,50	7,7	103	154	40	14	30	33	36	39	29	26	0,027	17	25	30	--
2,60	12	26	2:////	0,92	0,44	0,57	8,6	105	157	45	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--
2,80	17	25	2:////	0,97	0,46	0,72	11,0	123	184	54	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--
3,00	19	28	2:////	0,99	0,48	0,78	11,4	132	198	58	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--
3,20	15	22	2:////	0,95	0,50	0,67	9,0	119	178	50	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--
3,40	10	19	2:////	0,90	0,52	0,50	6,0	137	206	40	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--
3,60	17	18	2:////	0,97	0,54	0,72	9,1	128	192	54	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--
3,80	14	16	2:////	0,94	0,56	0,64	7,4	137	205	48	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--
4,00	12	16	2:////	0,92	0,58	0,57	6,2	151	226	45	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--
4,20	21	14	4:////	0,93	0,59	0,82	9,4	142	213	63	31	32	35	38	40	31	27	0,060	35	53	63	--
4,40	18	22	2:////	0,96	0,61	0,75	8,1	147	221	56	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--
4,60	21	17	4:////	0,93	0,63	0,82	8,7	150	225	63	30	32	35	37	40	31	27	0,057	35	53	63	--
4,80	20	27	4:////	0,93	0,65	0,80	8,1	156	233	60	27	32	35	37	40	30	27	0,052	33	50	60	--
5,00	12	22	2:////	0,92	0,67	0,57	5,2	184	276	45	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--
5,20	16	34	4:////	0,90	0,69	0,70	6,4	178	267	52	18	31	33	36	39	29	27	0,035	27	40	48	--
5,40	15	25	2:////	0,95	0,71	0,67	5,8	188	283	50	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--
5,60	21	39	3:////	0,85	0,72	--	--	--	--	--	26	32	34	37	40	30	27	0,050	35	53	63	--
5,80	20	30	4:////	0,93	0,74	0,80	6,9	187	281	60	24	31	34	37	40	30	27	0,046	33	50	60	--
6,00	14	17	2:////	0,94	0,76	0,64	5,0	210	315	48	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--
6,20	21	16	4:////	0,93	0,78	0,82	6,7	198	297	63	24	31	34	37	40	30	27	0,047	35	53	63	--
6,40	20	23	4:////	0,93	0,80	0,80	6,3	208	312	60	22	31	34	37	40	29	27	0,042	33	50	60	--
6,60	32	34	3:////	0,88	0,82	--	--	--	--	--	38	33	36	38	41	32	29	0,075	53	80	96	--
6,80	21	12	4:////	0,93	0,83	0,82	6,2	219	328	63	23	31	34	37	40	29	27	0,043	35	53	63	--
7,00	19	24	2:////	0,99	0,85	0,78	5,6	231	346	58	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--
7,20	17	15	2:////	0,97	0,87	0,72	5,0	241	362	54	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--
7,40	14	19	2:////	0,94	0,89	0,64	4,1	249	373	48	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--
7,60	16	24	2:////	0,96	0,91	0,70	4,5	254	381	52	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--
7,80	17	21	2:////	0,97	0,93	0,72	4,6	259	389	54	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--
8,00	21	17	4:////	0,93	0,95	0,82	5,3	260	389	63	20	31	34	36	40	29	27	0,037	35	53	63	--
8,20	13	19	2:////	0,93	0,97	0,60	3,5	273	409	47	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--
8,40	21	52	3:////	0,85	0,98	--	--	--	--	--	19	31	33	36	39	28	27	0,036	35	53	63	--
8,60	20	33	4:////	0,93	1,00	0,80	4,7	279	418	60	17	30	33	36	39	28	27	0,032	33	50	60	--
8,80	21	22	4:////	0,93	1,02	0,82	4,8	283	425	63	18	30	33	36	39	28	27	0,034	35	53	63	--
9,00	19	22	2:////	0,99	1,04	0,78	4,3	291	436	58	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--
9,20	15	22	2:////	0,95	1,06	0,67	3,5	299	449	50	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--
9,40	12	26	2:////	0,92	1,08	0,57	2,8	289	434	45	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--
9,60	13	19	2:////	0,93	1,10	0,60	3,0	299	449	47	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--
9,80	19	32	4:////	0,92	1,12	0,78	4,0	311	467	58	12	30	33	36	39	27	27	0,024	32	48	57	--
10,00	21	29	4:////	0,93	1,13	0,82	4,2	317	475	63	15	30	33	36	39	28	27	0,029	35	53	63	--
10,20	19	26	2:////	0,99	1,15	0,78	3,8	325	487	58	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--
10,40	21	24	4:////	0,93	1,17	0,82	4,0	327	491	63	14	30	33	36	39	27	27	0,028	35	53	63	--
10,60	23	25	4:////	0,94	1,19	0,87	4,2	333	499	69	17	30	33	36	39	28	28	0,033	38	58	69	--
10,80	25	22	4:////	0,94	1,21	0,91	4,4	338	507	75	20	31	34	36	40	28	28	0,037	42	63	75	--
11,00	22	21	4:////	0,93	1,23	0,85	3,9	344	516	66	15	30	33	36	39	27	28	0,029	37	55	66	--
11,20	20	27	4:////	0,93	1,25	0,80	3,6	352	528	60	11	30	33	36	39	27	27	0,023	33	50	60	--
11,40	13	14	2:////	0,93	1,27	0,60	2,5	321	481	47	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--
11,60	11	14	2:////	0,91	1,28	0,54	2,1	297	446	42	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--
11,80	14	23	2:////	0,94	1,30	0,64	2,6	335	502	48	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--
12,00	31	77	3:////	0,88	1,32	--	--	--	--	--	25	31	34	37	40	29	29	0,048	52	78	93	--
12,20	27	22	4:////	0,95	1,34	0,95	4,1	374	561	81	20	31	34	37	40	28	28	0,038	45	68	81	--
12,40	35	31	3:////	0,89	1,36	--	--	--	--	--	28	32	35	37	40	29	29	0,055	58	88	105	--
12,60	31	66	3:////	0,88	1,37	--	--	--	--	--	24	31	34	37	40	29	29	0,046	52	78	93	--
12,80	35	15	4:////	0,98	1,39	1,17	5,0	385	577	105	28	32	35	37	40	29	29	0,053	58	88	105	--
13,00	32	18	4:////	0,97	1,41	1,07	4,4	395	592	96	24	31	34	37	40	29	29	0,046	53	80	96	--
13,20	24	20	4:////	0,94	1,43	0,89	3,5	404	605	72	14	30	33	36	39	27	28	0,027	40	60	72	--
13,40	44	27	4:////	1,00	1,45	1,47	6,4	377	566	132	35	33	35	38	41	30	31	0,068	73	110	132	--
13,60	23	43	3:////	0,86	1,47	--	--	--	--	--	12	30	33	36	39	27	28	0,024	38	58	69	--
13,80	51	42	3:////	0,92	1,49	--	--	--	--	--	39	33	36	38	41	31	31	0,078	85	128	153	--
14,00	42	35	3:////	0,90	1,51	--	--	--	--	--	32	33	35	38	41	30	30	0,062	70	105	126	--
14,20	31	22	4:////	0,97	1,53	1,03	3,9															

**PROVA PENETROMETRICA STATICA
 DIAGRAMMA DI RESISTENZA**

CPT 3

- committente : dr.geol. Marabini Stefano
 - lavoro : Area Casino Placci subc B
 - localit  : Via Pana - Faenza (RA)

- data : 04/03/2008
 - quota inizio : Piano Campagna
 - prof. falda : 2,10 m da quota inizio
 - scala vert.: 1 : 150

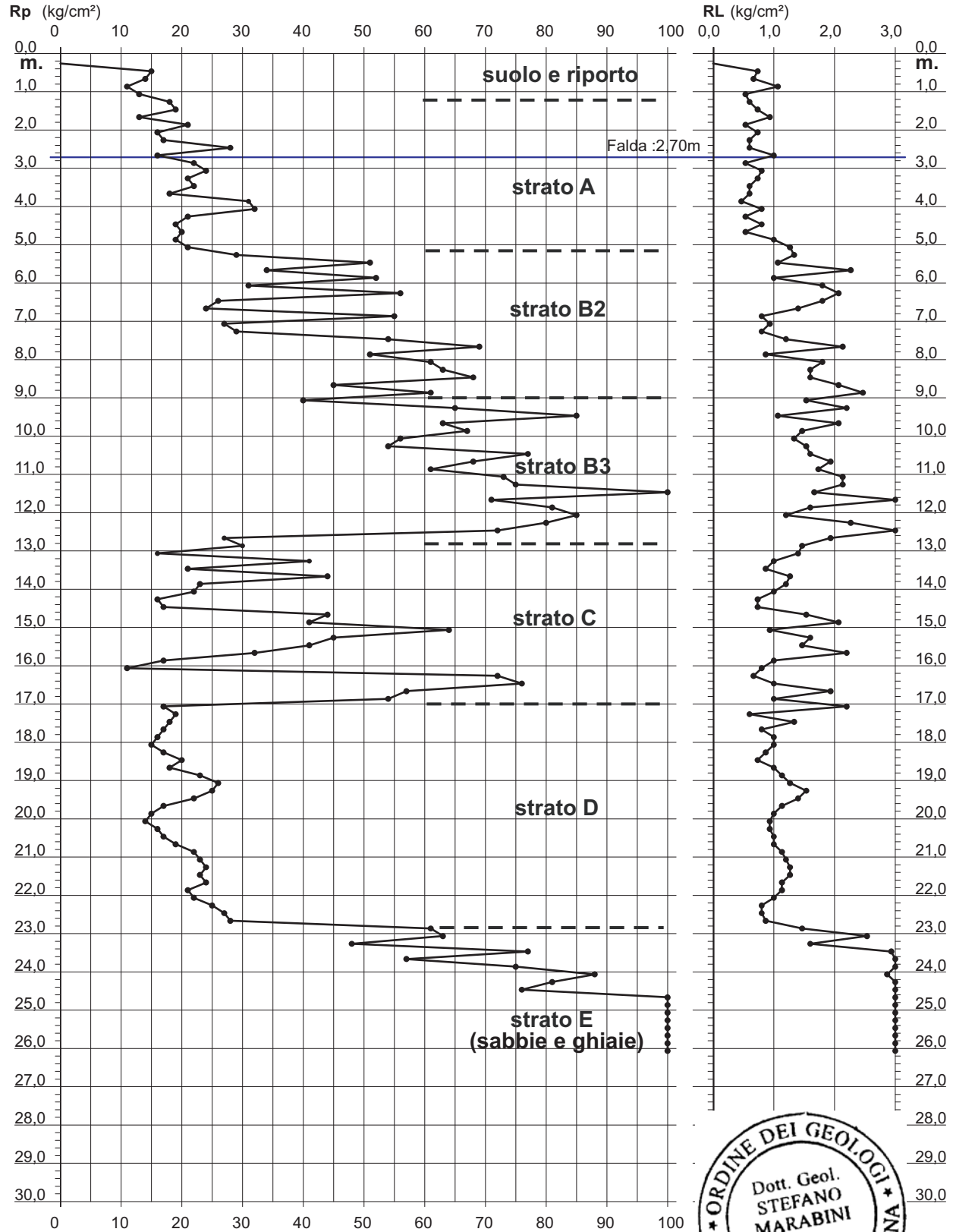


**PROVA PENETROMETRICA STATICA
 DIAGRAMMA DI RESISTENZA**

CPT 4

- committente : dr.geol. Marabini Stefano
 - lavoro : Area Casino Placci subc B
 - localit  : Via Pana - Faenza (RA)

- data : 04/03/2008
 - quota inizio : Piano Campagna
 - prof. falda : 2,70 m da quota inizio
 - scala vert.: 1 : 150



**PROVA PENETROMETRICA STATICA
TABELLA PARAMETRI GEOTECNICI**

- committente : dr.geol. Marabini Stefano	- data : 04/03/2008
- lavoro : Area Casino Placci subc B	- quota inizio : Piano Campagna
- località : Via Pana - Faenza (RA)	- prof. falda : 2,70 m da quota inizio
- note :	- pagina : 2

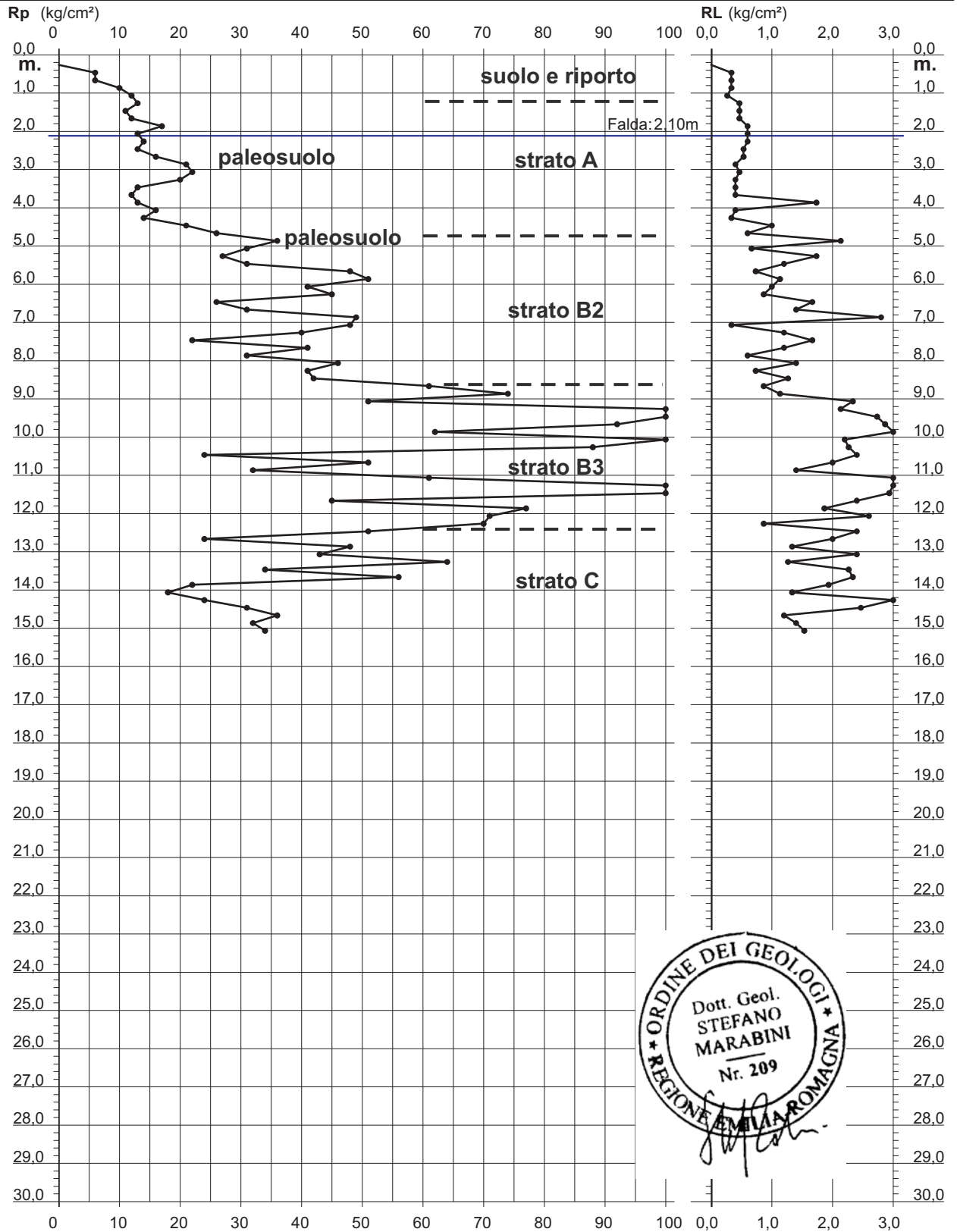
NATURA COESIVA											NATURA GRANULARE											
Prof. m	Rp kg/cm²	Rp/Rl (-)	Natura Litol.	Y' t/m³	p'vo kg/cm²	Cu kg/cm²	OCR (-)	Eu50 kg/cm²	Eu25 kg/cm²	Mo kg/cm²	Dr %	ø1s (°)	ø2s (°)	ø3s (°)	ø4s (°)	ødm (°)	ømy (°)	Amax/g (-)	E'50 kg/cm²	E'25 kg/cm²	Mo kg/cm²	
20,20	16	17	2:///	0,96	2,16	0,70	1,5	405	608	52	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--
20,40	17	17	2:///	0,97	2,18	0,72	1,6	419	629	54	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--
20,60	19	19	2:///	0,99	2,20	0,78	1,7	445	668	58	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--
20,80	22	19	4://:	0,93	2,21	0,85	1,9	479	718	66	1	28	31	35	38	25	28	0,001	37	55	66	
21,00	23	19	4://:	0,94	2,23	0,87	1,9	489	734	69	2	28	31	35	38	25	28	0,005	38	58	69	
21,20	24	19	4://:	0,94	2,25	0,89	2,0	499	749	72	3	28	32	35	38	25	28	0,008	40	60	72	
21,40	23	18	4://:	0,94	2,27	0,87	1,9	491	737	69	1	28	31	35	38	25	28	0,004	38	58	69	
21,60	24	21	4://:	0,94	2,29	0,89	1,9	501	752	72	3	28	32	35	38	25	28	0,007	40	60	72	
21,80	21	19	4://:	0,93	2,31	0,82	1,7	472	708	63	--	28	31	35	38	25	27	--	35	53	63	
22,00	22	22	4://:	0,93	2,33	0,85	1,8	483	725	66	--	28	31	35	38	25	28	--	37	55	66	
22,20	25	31	3:....	0,86	2,34	--	--	--	--	--	4	28	32	35	38	25	28	0,009	42	63	75	
22,40	27	34	3:....	0,87	2,36	--	--	--	--	--	6	29	32	35	38	25	28	0,014	45	68	81	
22,60	28	32	3:....	0,87	2,38	--	--	--	--	--	7	29	32	35	39	25	28	0,016	47	70	84	
22,80	61	42	3:....	0,94	2,40	--	--	--	--	--	34	33	35	38	41	29	32	0,066	102	153	183	
23,00	63	25	4://:	1,02	2,42	2,10	5,3	661	992	189	35	33	35	38	41	29	32	0,068	105	158	189	
23,20	48	30	4://:	1,01	2,44	1,60	3,7	688	1032	144	25	32	34	37	40	28	31	0,048	80	120	144	
23,40	77	26	4://:	1,03	2,46	2,57	6,6	629	944	231	41	34	36	39	41	30	33	0,082	128	193	231	
23,60	57	16	4://:	1,01	2,48	1,90	4,5	691	1037	171	31	32	35	38	40	29	31	0,059	95	143	171	
23,80	75	21	4://:	1,03	2,50	2,50	6,3	652	978	225	40	34	36	39	41	30	32	0,079	125	188	225	
24,00	88	31	3:....	0,98	2,52	--	--	--	--	--	45	34	37	39	42	31	33	0,092	147	220	264	
24,20	81	23	4://:	1,03	2,54	2,70	6,8	645	967	243	42	34	36	39	41	31	33	0,084	135	203	243	
24,40	76	24	4://:	1,03	2,56	2,53	6,2	671	1006	228	40	34	36	39	41	30	33	0,079	127	190	228	
24,60	106	19	4://:	1,05	2,58	3,53	9,3	616	923	318	51	35	37	40	42	32	34	0,106	177	265	318	
24,80	111	21	4://:	1,06	2,60	3,70	9,7	632	948	333	52	35	38	40	42	32	34	0,110	185	278	333	
25,00	124	24	4://:	1,07	2,62	4,13	11,1	703	1054	372	56	36	38	40	42	33	35	0,119	207	310	372	
25,20	167	54	3:....	1,10	2,65	--	--	--	--	--	66	37	39	41	43	34	37	0,147	278	418	501	
25,40	131	21	4://:	1,07	2,67	4,37	11,6	742	1114	393	57	36	38	40	43	33	35	0,123	218	328	393	
25,60	111	16	4://:	1,06	2,69	3,70	9,4	642	963	333	51	35	37	40	42	32	34	0,108	185	278	333	
25,80	102	14	4://:	1,05	2,71	3,40	8,3	645	967	306	48	35	37	39	42	32	34	0,100	170	255	306	
26,00	161	32	3:....	1,09	2,73	--	--	--	--	--	64	37	39	41	43	34	36	0,141	268	403	483	

**PROVA PENETROMETRICA STATICA
 DIAGRAMMA DI RESISTENZA**

CPT 5

- committente : dr.geol. Marabini Stefano
 - lavoro : Area Casino Placci subc B
 - località : Via Pana - Faenza (RA)

- data : 04/03/2008
 - quota inizio : Piano Campagna
 - prof. falda : 2,10 m da quota inizio
 - scala vert.: 1 : 150

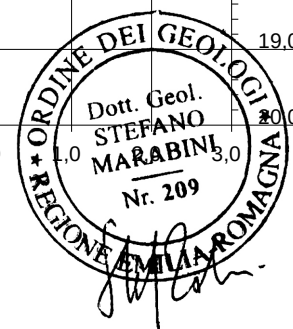
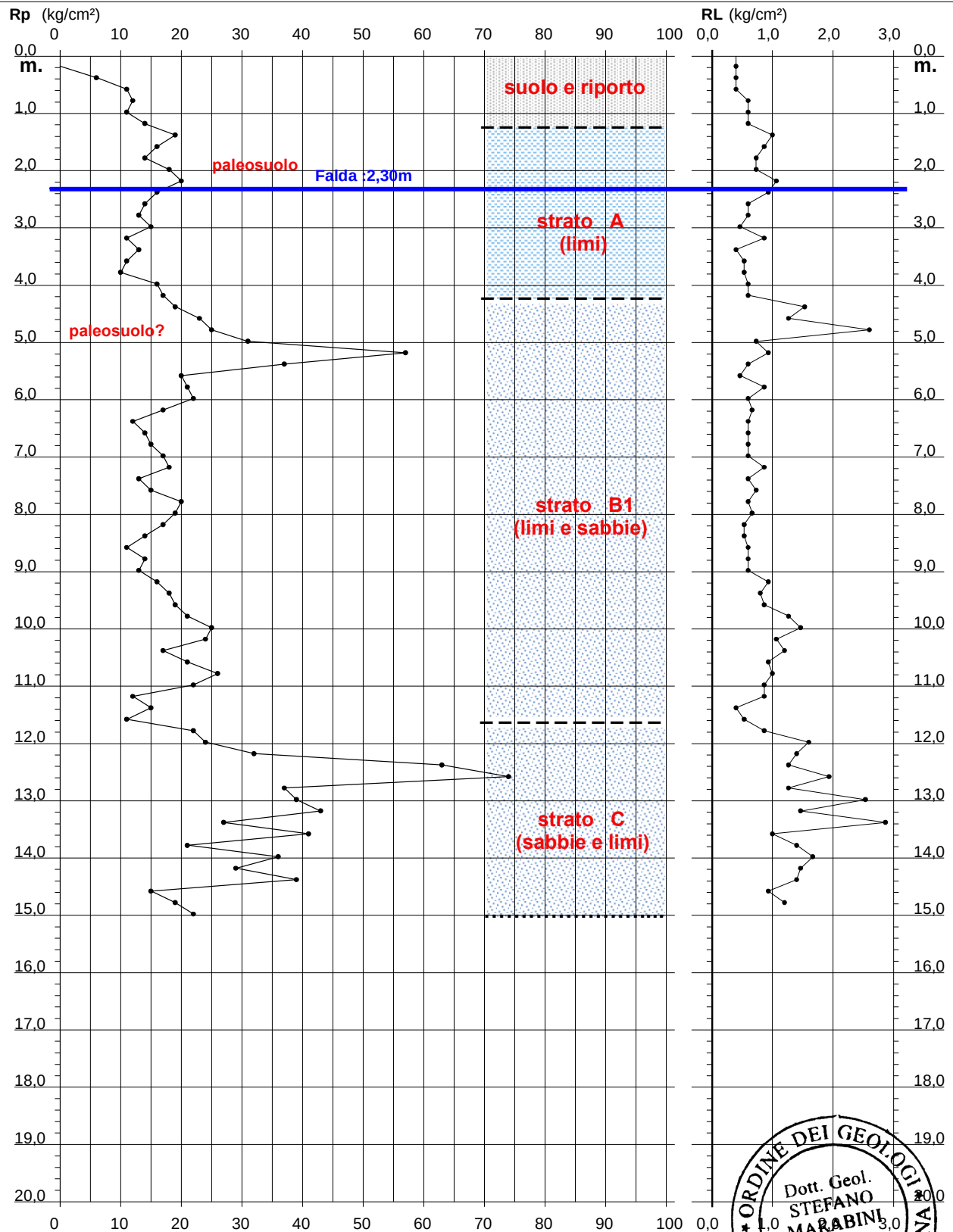


PROVA PENETROMETRICA STATICA DIAGRAMMA DI RESISTENZA

CPT 6

- committente : Dott. Geol. Stefano Marabini
- lavoro : Area casino placci sub B
- località : nuova urbanizzazione

- data : 04/03/2008
- quota inizio : Piano Campagna
- prof. falda : 2,30 m da quota inizio
- scala vert.: 1 : 100

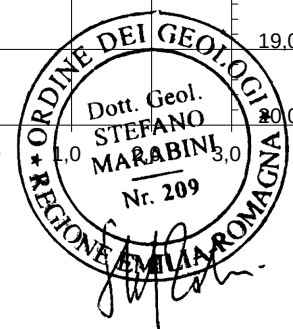
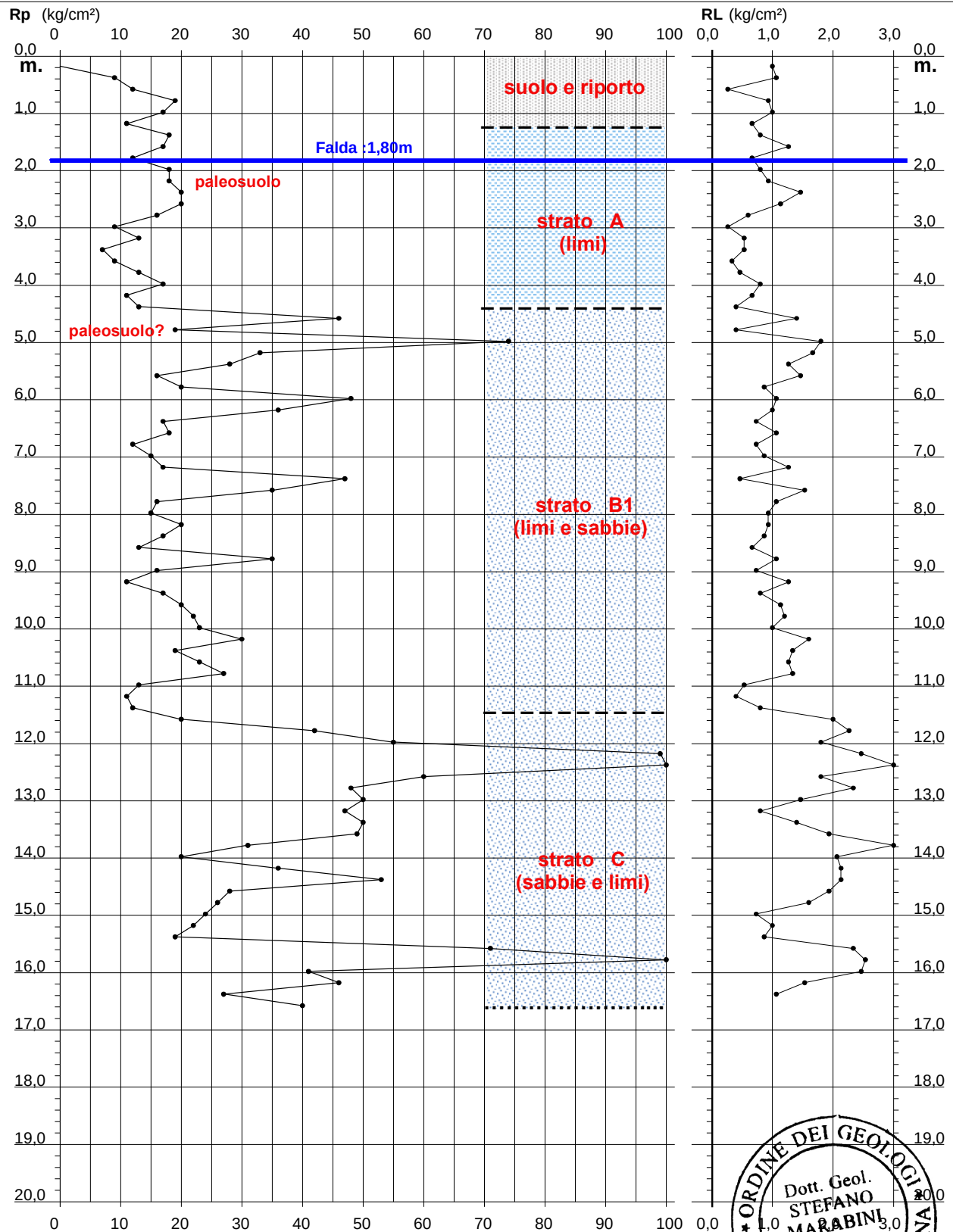


PROVA PENETROMETRICA STATICA DIAGRAMMA DI RESISTENZA

CPT 7

- committente : Dott. Geol. Stefano Marabini
- lavoro : Area casino placci sub B
- località : nuova urbanizzazione

- data : 13/03/2019
- quota inizio : Piano Campagna
- prof. falda : 1,80 m da quota inizio
- scala vert.: 1 : 100





IND.A.G.O. s.n.c.
Indagini e Opere Ambientali e Geologiche
Via Miani, 4
45100 - Rovigo

P. IVA 01174740298

Rapporto Tecnico:

Indagine sismica mediante la tecnica dei microtremori e Masw in un sito in località “Area Casino Placci” a Faenza (RA), ai sensi della OPCM 3274 e dell’Atto di indirizzo e coordinamento tecnico ai sensi dell’art. 16, c.1, della L.R. 20/2000 per “Indirizzi per gli studi di microzonazione sismica in Emilia-Romagna per la pianificazione territoriale e urbanistica”

Dott. Geol. Enrico Farinatti

Rovigo, Gennaio 2008

Committente : Dott. Geol. Stefano Marabini
Via S. Martino, 1
48018 – Faenza (RA)

Premessa

Lo scrivente, su incarico del dott. geol. S.Marabini, ha eseguito una indagine sismica mediante la tecnica dei microtremori (ReMi, Refracted Microtremors) e del metodo Masw (Multi Channel Analysis Surface Waves) combinati, atta alla classificazione di un sito a Faenza ai sensi della OPCM 3274 e successive variazioni e all'Atto di indirizzo e coordinamento tecnico ai sensi dell'art. 16, c.1, della L.R. 20/2000 per "Indirizzi per gli studi di microzonazione sismica in Emilia-Romagna per la pianificazione territoriale e urbanistica".

Il metodo utilizzato sfrutta le onde di superficie (onde di Rayleigh) e il fenomeno della dispersione delle stesse (variazione della velocità di fase con il variare della frequenza).

Il calcolo del profilo delle velocità delle onde di Rayleigh, $V(\text{fase})/\text{freq.}$, può essere convertito nel profilo $V_s/\text{profondità}$. Il metodo dei microtremori sfrutta il rumore naturale, mentre il metodo Masw sfrutta sorgenti "attive" (massa battente).

Tale metodo non è univoco e quindi il modello che ne scaturisce è un modello teorico; per questo motivo è preferibile operare in presenza di dati di taratura (come nel caso specifico) onde ricavare il modello reale.

Modalità esecutive

Si è optato per l'analisi delle onde di superficie dal momento che tale tecnica ha dimostrato ampiamente la sua affidabilità e la capacità risolutiva. Il metodo prevede l'utilizzo di strumentazione classica per sismica a rifrazione ad elevata dinamica (24 bits di conversione A/D), con geofoni a bassa frequenza (preferibilmente da 4,5 Hz).

Nella fattispecie per le misure è stato utilizzato un sismografo a 24 canali mod. RAS24 a 24 bits con scarico dei dati direttamente su p.c..

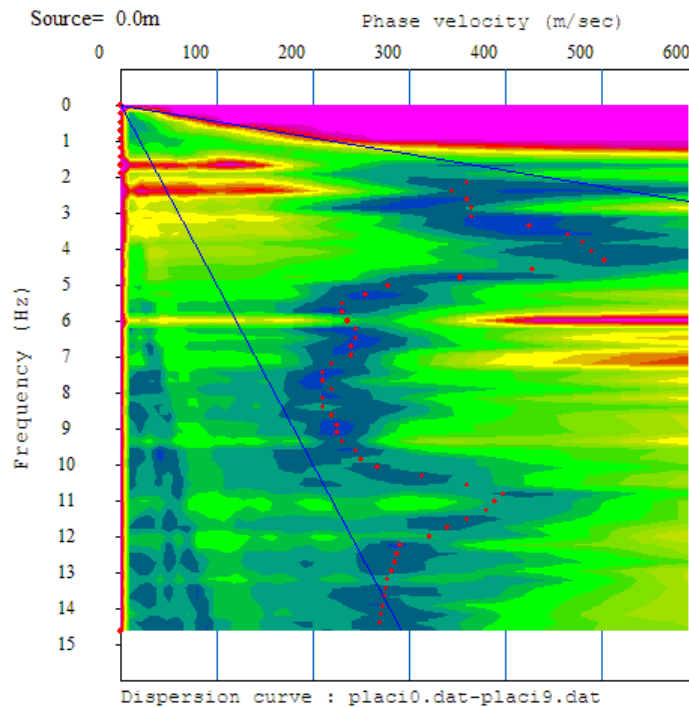
Sono state effettuate 10 registrazioni da 30 secondi ciascuna, per il metodo Re.Mi e 2 registrazioni da 2 secondi ciascuna, per il metodo MASW. I geofoni usati sono di tipo verticale da 4.5 Hz e grazie alla dinamica dello strumento (24 bits, range dinamico 117 dB), consentono la registrazione delle onde di superficie con contenuto in frequenza fino a circa 2 Hz.

I dati acquisiti in campagna sono stati quindi elaborati e, grazie ai dati di taratura forniti, è stato possibile ricostruire un modello $V_s/\text{profondità}$ attendibile.

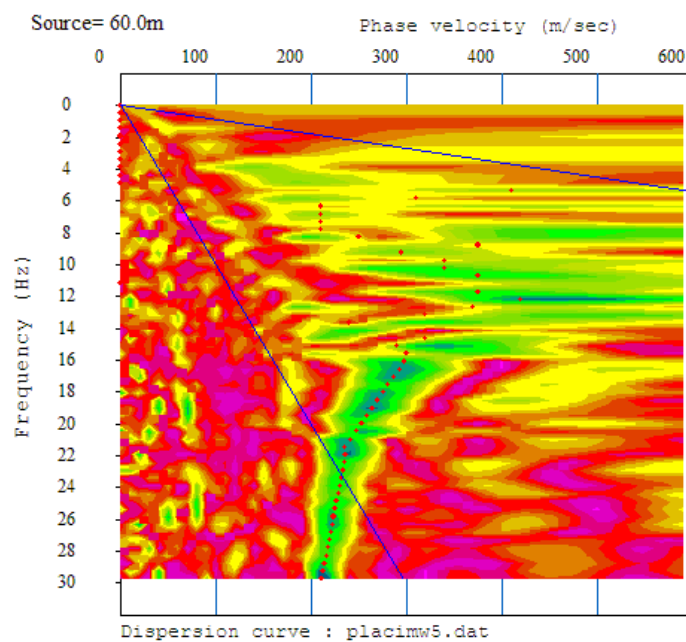
Risultati e conclusioni

L'indagine eseguita ha permesso la determinazione dell'andamento della velocità delle Vs fino a circa 32 m di profondità.

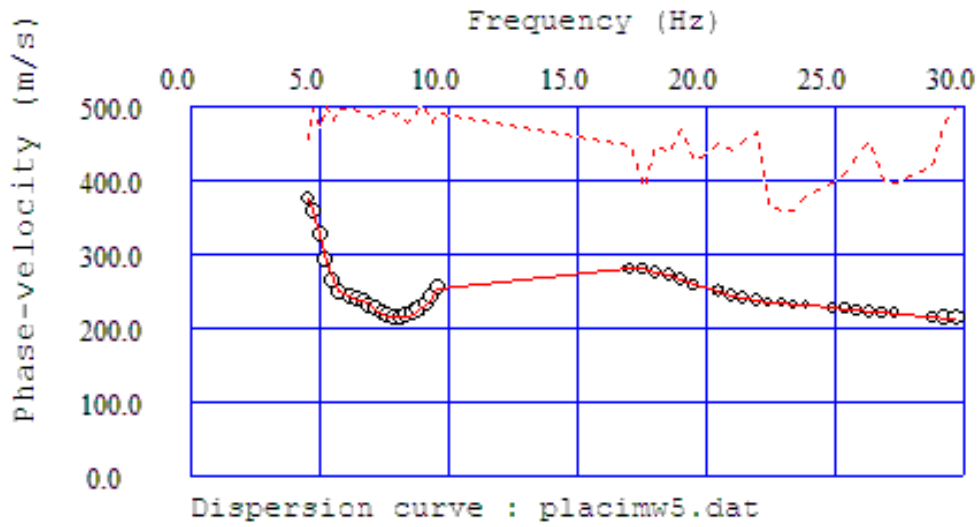
Di seguito si riportano le immagini relative alla curva di dispersione delle onde di Rayleigh sia per quanto riguarda il metodo ReMi che per il metodo MASW e del modello che ne deriva previa inversione dei dati. L'errore RMS calcolato è del 3.0%.



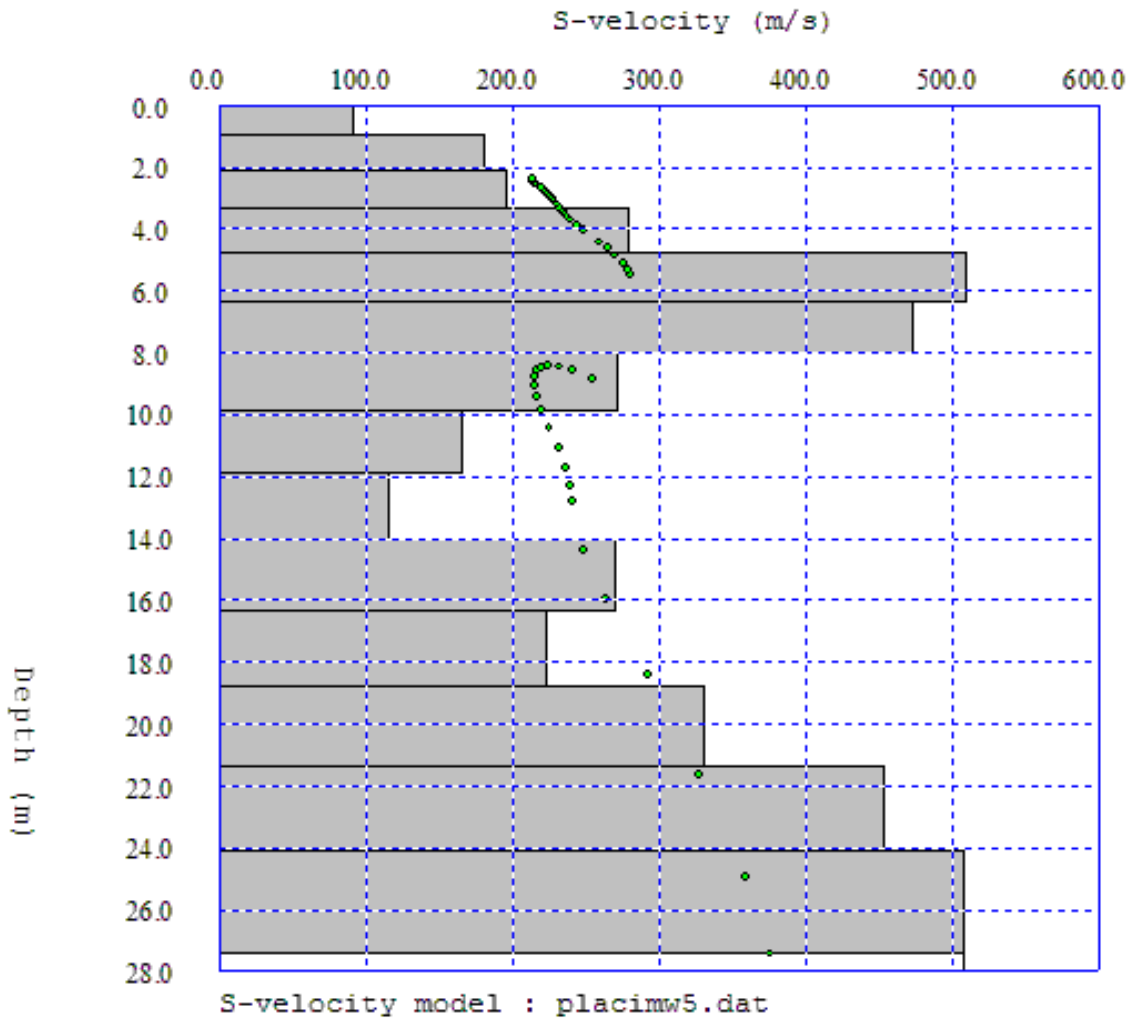
CURVA DI DISPERSIONE: METODO REMI



CURVA DI DISPERSIONE: METODO MASW



CURVA DI DISPERSIONE COMPLESSIVA (METODI REMI + MASW)



MODELLO RISULTANTE DALL'INVERSIONE DEI DATI

Per quanto concerne i dettagli relativi alle caratteristiche geometriche dello stendimento, sono stati utilizzati 12 geofoni in linea con interdistanza di 5 m.

La V_{s30} è stata ricavata dalla formula:

$$V_{s30} = \frac{30}{\sum \frac{h_i}{v_i}}$$

Nel caso specifico è risultato:

$$V_{s30} = 285 \text{ m/s}$$

Si tratta quindi di un suolo tipo C ($S = 1.25$).

Vengono inoltre fornite tabelle recanti la classificazione del sito e lo spettro di risposta elastico relativo ricavato sia secondo le prescrizioni della OPCM 3274, sia secondo l'Atto di indirizzo e coordinamento tecnico ai sensi dell'art. 16, c.1, della L.R. 20/2000 per "Indirizzi per gli studi di microzonazione sismica in Emilia-Romagna per la pianificazione territoriale e urbanistica".

Data la natura granulare di parte del terreno, così come risulta dalle prove geognostiche effettuate, si è reso necessario operare anche una verifica alla liquefazione, in particolare riguardante i livelli superficiali, compresi tra 4 e 6 m da p.c. ed i livelli compresi tra 13 e 14 m da p.c. in cui sono presenti lenti di sabbia. Utilizzando quindi le velocità V_s misurate e supponendo la presenza di una percentuale di limo e/o argilla compresa tra il 5% e il 35%, nonché una magnitudo di riferimento $M = 6.14$, è stato calcolato il coefficiente di sicurezza (previa una "normalizzazione" dei dati ottenuti per riportarli alla magnitudo di riferimento):

$$F_s = \text{CRR}_{7.5} / \text{CSR}_{7.5} \quad \text{dove:}$$

$\text{CRR}_{7.5}$ = rapporto di resistenza ciclica (per $M=7.5$)

$\text{CSR}_{7.5}$ = rapporto di tensione ciclica (per $M=7.5$)

I risultati ottenuti (vedere grafico e tabella allegati) indicano che per i livelli metrici considerati sono da escludere, con buona approssimazione, rischi di liquefazione.

Rovigo, Gennaio 2008

Dott. Geol. Enrico Farinatti

CLASSIFICAZIONE DEL SITO Ordinanza 3274 del 20/3/03

Località	"Area Casino Placci" - Faenza (RA)
Metodo di indagine	RE.MI.+MASW (misura Vr)
Strumentazione utilizzata	Sismografo ABEM RAS-24, 24 canali, 24 bits
Metodo di energizzazione	Rumore naturale+10 kg
Geometria stendimento:	12 geofoni - interasse 5 m

Dati i risultati, il sito in esame risulta rispondere alle caratteristiche di Suolo tipo C

(si vedano le tabelle sottostanti per ricavare i valori di a_g e del coeff. S)

Per la classificazione delle zone di sismicità:

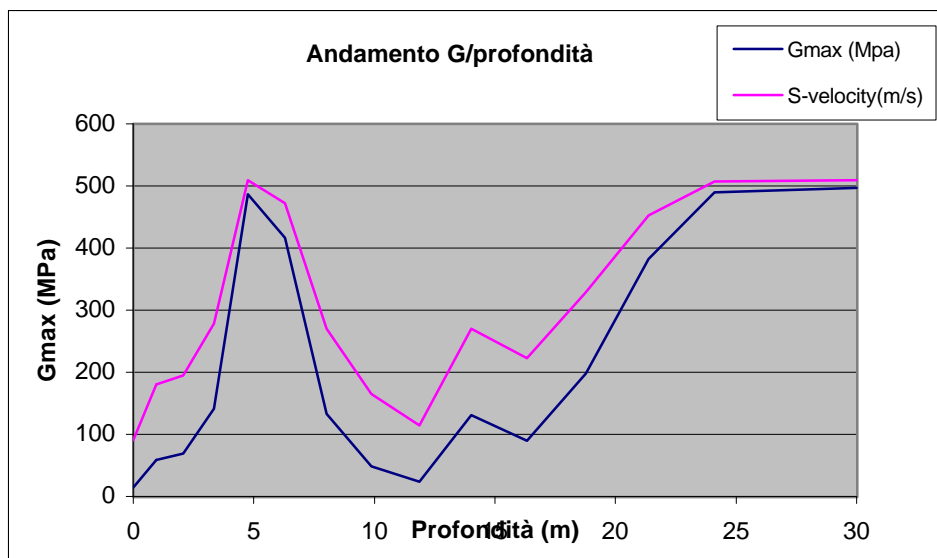
zona	accelerazione orizzontale (a_g/g) con probabilità di superamento pari al 10% in 50 anni	accelerazione orizzontale (a_g/g) di ancoraggio dello spettro di risposta elastico (Norme tecniche)	Valori di a_g , accelerazione orizzontale massima su suolo di categoria A, da adottare
1	> 0.25	0.35	0.35g
2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

Categorie di suolo di fondazione:

		S
A	Formazioni litoidi o suoli omogenei molto rigidi con valori Vs30 > 800 m/s con strati di alterazione superficiale h max = 5m	1.00
B	Depositi di sabbie o ghiaie molto addensate o argille molto consistenti, con spessori di diverse decine di metri, caratterizzati da un graduale miglioramento delle proprietà meccaniche con la profondità e da valori di Vs30 compresi tra 360 m/s e 800 m/s	1.25
C	Depositi di sabbie o ghiaie mediamente addensate o argille di media consistenza, con spessori variabili da diverse decine fino a centinaia di metri, caratterizzati da valori di Vs30 compresi tra 180 m/s e 360 m/s	1.25
D	Depositi di terreni granulari da sciolti a poco addensati oppure coesivi da poco a mediamente consistenti, caratterizzati da valori di Vs30 < 180 m/s	1.35
E	Profili di terreno costituiti da strati superficiali alluvionali, con valori di Vs30 simili a quelli dei tipi C o D e spessore compreso tra 5 e 20 m, giacenti su di un substrato di materiale più rigido con Vs30 > 800 m/s	1.25
S1	Depositi costituiti da, o che includono, uno strato spesso almeno 10m di argille/limi di bassa consistenza, con elevato indice di plasticità (PI>40) e contenuto di acqua, caratterizzati da valori di Vs30 < 100 m/s	Servono studi speciali
S2	Deposito di terreni soggetti a liquefazione, di argille sensitive, o qualsiasi altra categoria di terreno non classificabile nei tipi precedenti	

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

Depth(m)	S-velocity(m/s)	Gmax (Mpa)	ρ (t/mc)
0.00	90.63	15	1.77
0.96	180.73	59	1.80
2.08	195.14	69	1.82
3.34	277.88	141	1.82
4.75	508.94	487	1.88
6.30	472.68	417	1.86
8.01	270.24	133	1.82
9.87	164.92	49	1.80
11.87	114.81	24	1.79
14.02	269.72	131	1.80
16.32	223.06	90	1.81
18.77	329.17	198	1.82
21.36	452.55	383	1.87
24.11	507.26	490	1.90
30.00	508.94	497	1.92

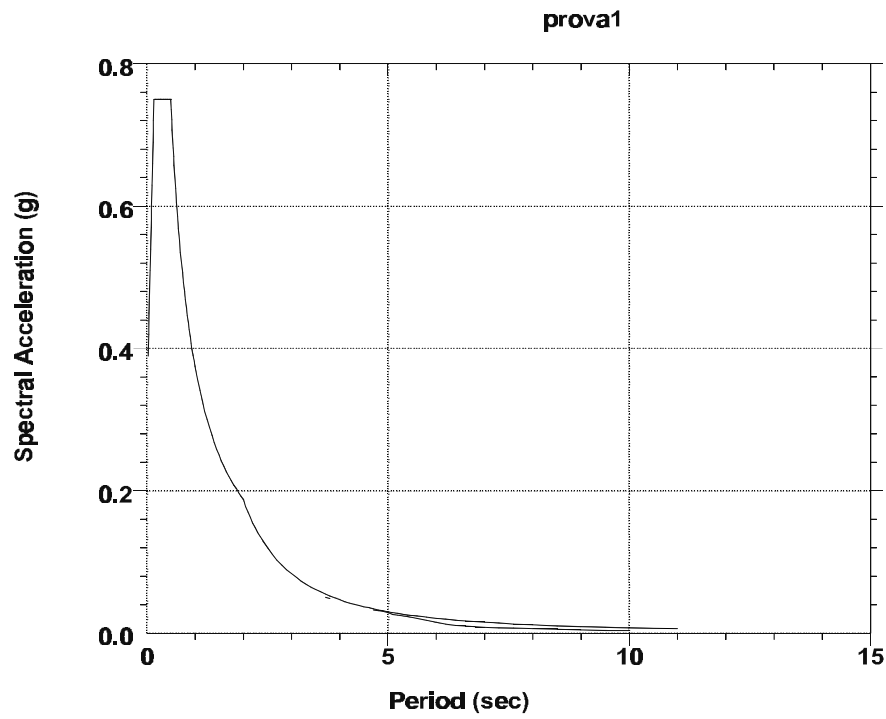


Vs30 (m/s) = 285

SPETTRO DI RISPOSTA ELASTICO @ 5% SMORZAMENTO - COMP. ORIZZONTALE
Possibilità di superamento del 10% in 50 anni
OPCM 3274

$T_0 = agxS$
 T_b
 T_c
 T_d

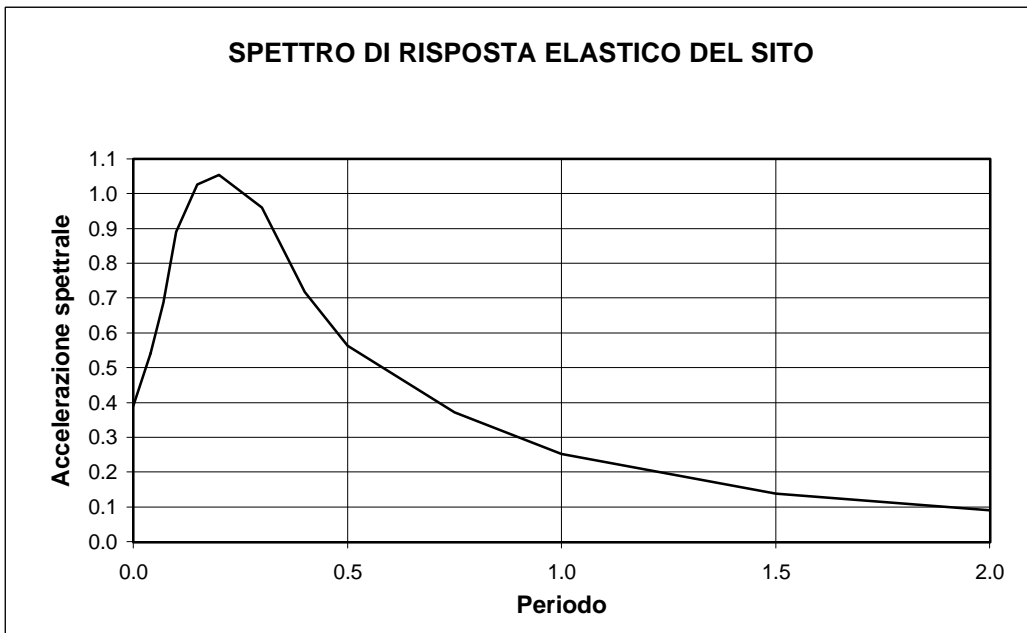
Ascisse (s)	Ordinate
0	0.3125
0.15	0.7813
0.5	0.7813
2	0.1953



✓ EuroCode - Type 1 -
 Soil C - a: .25g -
 Damping: 5% - S: 1.2

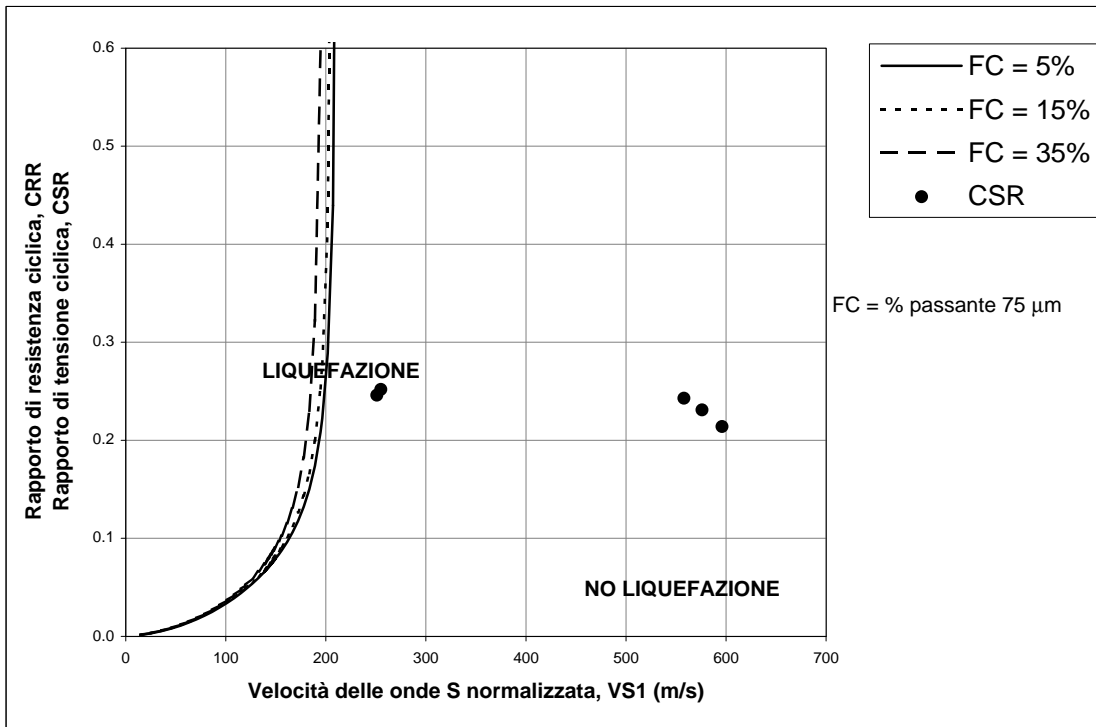
SPETTRO DI RISPOSTA ELASTICO @ 5% SMORZAMENTO - COMP. ORIZZONTALE
Possibilità di superamento del 10% in 50 anni
Atto di indirizzo e coordinamento tecnico ai sensi dell'art. 16, c. 1, della L.R. 20/2000
per "Indirizzi per gli studi di microzonazione sismica in Emilia-Romagna per la
classificazione territoriale e urbanistica

T (s)	Sa/a _{ref}	Sa/a _g
0.000	1.000	0.390
0.040	1.389	0.541
0.070	1.759	0.685
0.100	2.283	0.889
0.150	2.637	1.027
0.200	2.707	1.055
0.300	2.466	0.961
0.400	1.840	0.717
0.500	1.445	0.563
0.750	0.955	0.372
1.000	0.645	0.251
1.500	0.355	0.138
2.000	0.231	0.090



VERIFICA ALLA LIQUEFAZIONE

profondità (m)	Vs	Vs1	CSR	F _s = CRR _{7.5} /CSR _{7.5}
4.0	508.94	596	0.214	5.09
5.0	508.94	576	0.231	4.39
6.0	508.94	558	0.243	3.91
13.0	269.72	255	0.252	0.40
14.0	269.72	251	0.246	0.35



La velocità delle onde sismiche viene ricondotta ad un valore Vs1, ovvero ad un valore normalizzato ad una tensione efficace p_a = 100 kPa attraverso la:

$$V_{S1} = C_V \cdot V_S = V_S \cdot (p_a / s'_{v0})^{0.25}$$

$$\text{RAPP. TENSIONALE CICLICO } CSR = t_{media} / s' = 0.65 \cdot (a_{max} / g) \cdot (s_v / s'_v) \cdot r_d$$

a_{max} = accelerazione di picco al piano campagna

g = accelerazione di gravità

σ_v/σ'_v = tensione totale ed efficace nel sottosuolo

r_d = coefficiente riduttivo dell'azione sismica alla profondità d'interesse che tiene conto della deformabilità del sottosuolo

$$\text{COEFFICIENTE DI SICUREZZA ALLA LIQUEFAZIONE } F_s = CRR_{7.5} / CSR_{7.5}$$

$$\text{CSR riferito ad terremoto di magnitudo 7.5 } (CSR)_{M=7.5} = (CSR)_M / MSF$$

fattore di scala per la magnitudo MSF = 6.9 * EXP(-M/4) - 0.058

$$\text{RAPP. DI RESISTENZA CICLICA (riferito a M = 7.5) } CRR_{7.5} = 0.022x(V_{S1}/100)^2 + 2.8x(1/(V_{S1}^* - V_{S1}) - 1/V_{S1}^*)$$