

## Provincia di Ravenna

### Comune di Faenza

Inquadramento geologico, geomorfologico, idrogeologico e sismico di corredo alla variante alla scheda n.182 ("Area via Don Giovanni Verità angolo via San Martino") nel PRG del Comune Faenza (RA).



---

### **Dott. Geol. Stefano Marabini**

V. S. Martino 1, 48018 Faenza (Ra)  
cell.: 348/2680965  
e-mail: [stemarabini@libero.it](mailto:stemarabini@libero.it)

### **Dott. Geol. Livia Bosoni**

V. D'Azeglio 86, 43100 Parma  
cell.: 340/3191973 – tell: 0521/208120  
fax: 0521/522013 e-mail: [liviabosoni@libero.it](mailto:liviabosoni@libero.it)  
[liviabosoni@epap.sicurezzapostale.it](mailto:liviabosoni@epap.sicurezzapostale.it)

**INQUADRAMENTO GEOLOGICO, GEOMORFOLOGICO, IDROGEOLOGICO E SISMICO DI CORREDO  
ALLA VARIANTE ALLA SCHEDA N.182 ( "AREA VIA DON GIOVANNI VERITÀ ANGOLO VIA SAN  
MARTINO") NEL PRG DEL COMUNE DI FAENZA (RA).**

**INDICE**

1. PREMESSA .....	Pag. 2
2. ASSETTO GEOLOGICO-STRATIGRAFICO.....	" 2
3. INQUADRAMENTO GEOMORFOLOGICO ED IDROGEOLOGICO .....	" 2
4. INDAGINI DI CAMPO .....	" 3
4.1. <u>Interpretazione dei CPT</u> .....	" 3
4.2. <u>Sondaggio a carotaggio continuo</u> .....	" 4
5. MODELLAZIONE GEOLOGICA .....	" 5
6. SISMICITÀ DEL COMPARTO .....	" 9
7. RISCHIO LIQUEFAZIONE .....	" 10
8. CONCLUSIONI .....	" 13

**TAVOLE**

<b>Tavola 1</b> – Inquadramento geologico geomorfologico	Scala 1:2.500
<b>Tavola 2</b> – Ubicazione delle indagini	Scala 1:5.000
<b>Tavola 3</b> – Aree a rischio idrogeologico	Scala 1:5.000

**ALLEGATI**

<b>Allegato 1</b> – Certificati ed interpretazione del sondaggio	Pag. 13
<b>Allegato 2</b> – Relazione sismica	Pag. 15
<b>Allegato 3</b> - Variante al P.R.G. n.25 "aree pubbliche" 2009	Pag. 16

INQUADRAMENTO GEOLOGICO, GEOMORFOLOGICO, IDROGEOLOGICO E SISMICO DI CORREDO ALLA VARIANTE ALLA SCHEDA N.182 ( "AREA VIA DON GIOVANNI VERITÀ ANGOLO VIA SAN MARTINO") NEL PRG DEL COMUNE DI FAENZA (RA).

## 1. PREMESSA

Su incarico della Proprietà, è stata eseguita una analisi di inquadramento geologico, geomorfologico, idrogeologico e sismico di corredo alla Variante alla scheda n.182 ( "Area Via Don Giovanni Verità angolo Via San Martino" ) del PRG del Comune di Faenza (RA), relativa a un comparto esteso circa 2,2 ha alla periferia sud del capoluogo e in cui in cui è prevista la costruzione di fabbricati a servizio dell' **Azienda Agricola Montanari** (vd. Tavola 1).

Per quanto concerne il controllo geognostico e sismico dell'area in oggetto, che è situata nella piana di fondovalle in destra del Fiume Lamone, si sono ritenuti necessari e sufficienti, tenendo conto anche della Relazione Geologica relativa alla medesima nella **Variante PRG n.25 del 2004** (vd. Allegato 4), i risultati delle seguenti nuove indagini geognostiche e geofisiche:

- n. 1 sondaggio a carotaggio continuo, perforato sino a profondità pari a -31 m (a cura di SOGEO srl di Lugo, Ra);
- n. 7 prove pentrometriche statiche (CPT), spinte a rifiuto tecnico a -4/-6m all'interno di uno strato ghiaioso (a cura del Dott. Geol. S. Tabanelli di Faenza, Ra);
- n. 1 prova geofisica MASW (eseguita a cura di uno degli scriventi nell'agosto del 2009 a distanza di poche decine di metri in via san Martino, nell'ambito dell' Indagine di microzonazione sismica per il PSC del Comune di Faenza, Ra).

## 2. INQUADRAMENTO GEOLOGICO-STRATIGRAFICO

L'abitato di Faenza, che è posto in contesto di media/alta pianura, insiste integralmente nell'ambito di subaffioramento del **Sistema Emiliano Romagnolo Superiore (Pleistocene medio - Olocene)**, unità stratigrafica della Cartografia Geologica della Regione Emilia-Romagna che è notoriamente costituita da depositi alluvionali intravallivi, terrazzati, di conoide alluvionale ghiaiosa e di interconoide, passanti lateralmente a limi più o meno sabbiosi e argillosi di piana alluvionale. Questa unità stratigrafica di ordine gerarchico superiore é quindi suddivisa in subsistemi, sulla base dell'individuazione di deboli discordanze angolari o di scarpate erosive particolarmente ampie, e, nel sottosuolo della pianura, di bruschi contatti fra depositi trasgressivi marino-marginali e palustri su depositi di conoide e di piana alluvionale.

In particolare, il primo sottosuolo della porzione di piana di fondovalle in studio si caratterizza per depositi prevalentemente grossolani (ghiaie e sabbie) di ambiente di conoide, che sono attribuibili sino a profondità di 15/20 metri al Subsistema di Ravenna (Pleistocene superiore - Olocene), il cui orizzonte superiore di deposizione in epoca storica (spesso alcuni metri e rappresentato da depositi tendenzialmente meno grossolani) è definito come Unità di Modena (Olocene).

Il limite superiore coincidente con il piano topografico è dato da un suolo calcareo di colore bruno giallastro, il cui profilo di alterazione è di esiguo spessore (< 100 cm).

A partire da profondità di 15/20 metri, e sino a profondità di almeno una trentina di metri, il sottosuolo si caratterizza ancora per depositi prevalentemente grossolani di ambiente di conoide (ghiaie e sabbie), che sono bibliograficamente attribuibili al Subsistema di Villa Verrucchio (Pleistocene superiore) ( vd. anche Indagini geologiche per il PSC del Comune di Faenza, Ra).

**INQUADRAMENTO GEOLOGICO, GEOMORFOLOGICO, IDROGEOLOGICO E SISMICO DI CORREDO ALLA VARIANTE ALLA SCHEDA N.182 ( "AREA VIA DON GIOVANNI VERITÀ ANGOLO VIA SAN MARTINO" ) NEL PRG DEL COMUNE DI FAENZA (RA).**

### **3. INQUADRAMENTO GEOMORFOLOGICO ED IDROGEOLOGICO**

La morfologia naturale dell'intero comparto d'intervento, la cui quota media di piano campagna è intorno a 32 m s.l.m. è omogeneamente pianeggiante, conformemente alla sua ubicazione in posizione centrale nella piana di fondovalle subattuale in destra del Fiume Lamone.

In particolare essa è separata dalla golena attuale del fiume, il cui alveo dista una cinquantina di metri a nord, dal rilevato stradale di Via S.Martino, il quale assume quindi la funzione di un'arginatura (vd tavola 3) .

Nel dettaglio, il microrilievo naturale relitto è coerente con la presenza di depositi alluvionali superficiali legati alla forza trattiva di correnti a bassa energia, quali depositi di argine e tracimazione. Le indagini geognostiche confermano infatti la predominanza dei terreni limosi e argillosi fino a - 3/-6 m da p.c., mentre più in profondità i depositi tendono ad assumere una granulometria più grossolana tipica dei depositi di alveo ( *facies* di meandro ).

Questo assetto morfostratigrafico presenta ovviamente importanti implicazioni per quanto concerne l'idrogeologia sotterranea.

Da un lato, considerando che il livello statico delle acque sotterranee è stato individuato a profondità media intorno a - 7,40 m rispetto al piano campagna, cioè all'interno del substrato ghiaioso e grosso modo alla quota di alveo del vicino fiume, può ragionevolmente assumersi una buona velocità di filtrazione delle acque in profondità, e che, in periodi di elevate precipitazioni meteoriche, il livello idrico possa risalire temporaneamente sino a profondità minima intorno a - 5 ÷ -4 m .

D'altra parte è anche importante considerare che la presenza subsuperficiale di orizzonti alluvionali limoso-argillosi, cioè poco permeabili, determina localmente una scarsa velocità di filtrazione verticale e orizzontale delle acque, tale da indurre locali fenomeni subsuperficiali di ristagno idrico.

### **4. INDAGINI DI CAMPO**

In quest'ambito di studio e per ottemperare alla normativa tecnica vigente, sono stati come detto eseguite, a integrazione della Relazione Geologica relativa alla medesima area nella **Variante PRG n.25 del 2004 (vd. Allegato 3), n. 1 sondaggio a carotaggio continuo** fino a - 31 m da p.c. con esecuzione di prove SPT in foro, e **n. 7 prove penetrometriche statiche (CPT)** spinte fino a rifiuto tecnico a - 4 ÷ -6 m da p.c.

Le indagini di campo, allo scopo di conseguire la maggior significatività progettuale, sono state ovviamente ubicate in corrispondenza delle zone di imposta per le strutture edilizie previste nella **Variante alla scheda n.182 ( "Area Via Don Giovanni Verità angolo Via San Martino" ) del PRG del Comune di Faenza (RA)** (vd. Tavola 2) .

#### **4.1 Interpretazione delle CPT**

L'elaborazione grafica dei dati penetrometrici di campagna è stata direttamente effettuata dal Dott. Geol. S. Tabanelli, che ha rilasciato i certificati di cui l'Allegato 1 in fondo al testo.

Per la rielaborazione dei dati è stato invece utilizzato un programma edito da GeoStru.

Il sistema restituisce in forma grafica la litologia ed i parametri geomeccanici che è possibile estrarre dalle misure, permettendo l'elaborazione automatica dei dati penetrometrici in base a correlazioni scelte dall'operatore in funzione della tipologia di terreno.

Per definire la litologia s'è fatto riferimento alla classificazione di Schmertman (1978), che ha come parametri di riferimento i suoli della Florida.

**INQUADRAMENTO GEOLOGICO, GEOMORFOLOGICO, IDROGEOLOGICO E SISMICO DI CORREDO ALLA VARIANTE ALLA SCHEDA N.182 ( "AREA VIA DON GIOVANNI VERITÀ ANGOLO VIA SAN MARTINO") NEL PRG DEL COMUNE DI FAENZA (RA).**

A questo proposito, si fa notare che per quanto concerne l'ambito regionale, le argille organiche corrispondono ad intercalazioni di sabbia ed argilla che causano una divergenza del rapporto tra le due misure del puntale.

Il peso di volume ( $\gamma$ ) per i terreni coesivi è ottenuto grazie alla correlazione di Meyerhof:

$$\gamma' = 1.6 + 0.168 \log (c_u) + 0.373$$
$$\gamma_s = \gamma' + 0.08$$

Per i parametri di resistenza al taglio il programma distingue automaticamente i materiali coesivi da quelli incoerenti.

Da qui risulta che il valore di resistenza al taglio è restituito in termini di tensioni totali per le terre a bassa permeabilità (argille e limi), mentre per quelle permeabili (sabbie e ghiaie) essa si riferisce alle condizioni efficaci.

Il calcolo riguarda l'angolo di resistenza al taglio  $\phi'$  per le terre incoerenti, per le terre coesive la coesione non drenata  $c_u$  ( $\phi=0$ ) e la storia tensionale, in termini di rapporto di sovra consolidazione OCR, laddove si dispone della stima di  $c_u$ .

Per il calcolo dell'angolo  $\phi'$  si fa riferimento alla relazione di Dourgunoglu e Mitchell (1975), l'algoritmo di riferimento è:

$$\phi' = 14.4 + 4.8 \ln(Rp) - 4.5 \ln(\sigma'_{vo})$$

dove:

$Rp$  è la resistenza di punta media dello strato

$\sigma'_{vo}$  ( $\text{kg/cm}^2$ ) è la pressione verticale efficace calcolata a metà strato.

La coesione non drenata è ricavata dalla correlazione di Begemann:

$$c_u (\text{kg/cm}^2) = (q_c - \sigma'_{vo})/14$$

Relativamente ad OCR, si ricorda che per le argille esso esprime lo scostamento tra la resistenza misurata e quella che occorrerebbe attendersi nel medesimo terreno qualora la consolidazione fosse avvenuta per effetto del solo carico litostatico.

$\text{OCR} > 1$  indica uno stato precompresso. Dall'elaborazione dei dati s'evince che nell'area dove sono state eseguite l'indagini i terreni presentano una forte sovra consolidazione.

#### **4.2 Sondaggio a carotaggio continuo**

Per l'esecuzione di queste indagini si è utilizzato una macchina modello CMV, di proprietà della Sogeo di Lugo (RA).

Le perforazioni sono state eseguite a carotaggio continuo con carotiere semplice  $\varnothing$  101 mm.

Durante la perforazione sono stati eseguiti alcune prove in foro Standard Penetration Test (SPT), le quali come noto determinano la resistenza che offre un terreno alla penetrazione dinamica di un campionatore infisso a partire dal fondo di un foro di sondaggio.

In base al valore del numero di colpi ( $N_{\text{SPT}}$ ) necessari per far avanzare il campionatore di 30 cm, è possibile risalire alla densità relativa ( $D_R$ ) del terreno attraversato.

Il primo test SPT è stato eseguito a -5 m da p.c., quota d'imposta della prima bancata ghiaiosa intercettata durante il sondaggio; per attraversare i primi 30 cm sono stati necessari 15 colpi (3 per il primo step e 12 per il secondo).

Riferendosi alle correlazioni di Terzaghi & Peck (1967) (tabella 1) si ricava che il terreno possiede una  $D_R$  pari al 35÷40% circa.

**INQUADRAMENTO GEOLOGICO, GEOMORFOLOGICO, IDROGEOLOGICO E SISMICO DI CORREDO ALLA VARIANTE ALLA SCHEDA N.182 ( "AREA VIA DON GIOVANNI VERITÀ ANGOLO VIA SAN MARTINO") NEL PRG DEL COMUNE DI FAENZA (RA).**

$N_{SPT}$	Addensamento	Densità relativa ( $D_R$ )
0 ÷ 4	Molto sciolti	0 ÷ 15%
4 ÷ 10	Sciolti	15 ÷ 35%
10 ÷ 30	Mediamente addensati	35 ÷ 65%
<b>30 ÷ 50</b>	<b>Addensati</b>	<b>65 ÷ 85%</b>
> 50	Molto addensati	85 ÷ 100%

Tabella 1- Terzaghi & Peck (1967)

Per Schmertman (1978) esiste una correlazione diretta tra  $D_R$  e l'angolo d'attrito interno efficace ( $\phi'$ ) (fig.1)

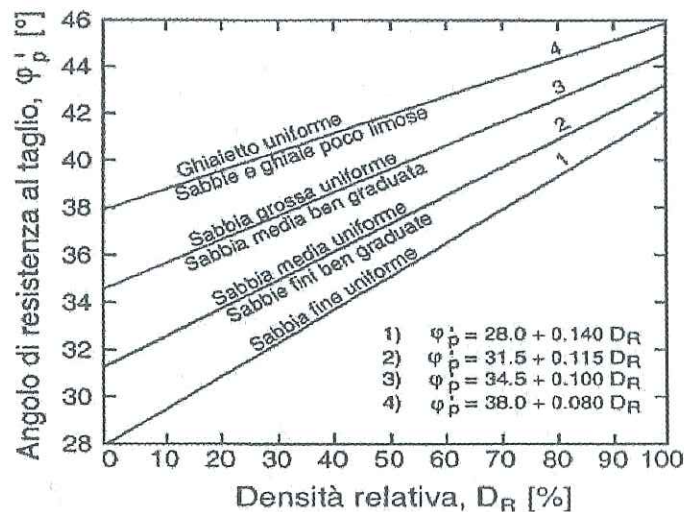


Figura 1- Relazione tra angolo di resistenza al taglio drenato ( $\phi'$ ) e la densità relativa  $D_R$  per varie granulometrie di terre granulari (Schmertman 1978b)

In base ai dati raccolti durante il sondaggio, la successione litologica può essere approssimata ad un insieme di depositi di sabbie e ghiaie poco limose con valori di  $\phi'$  pari a 36°- 40°circa. Successivamente sono stati eseguiti ulteriori due test SPT a - 11 m p.c. e a - 20 m p.c., che hanno sostanzialmente confermato una omogeneità stratigrafica della successione di terreni grossolani. Il test SPT a -11 m ha permesso di classificare la bancata ghiaiosa come una successione addensata con  $\phi'$  pari a 36°- 38°circa, mentre il test SPT a -20 m ha permesso d'individuare terreni mediamente addensati con  $\phi'$  pari a 39°circa.

## 5. MODELLIZZAZIONE GEOLOGICA

**INQUADRAMENTO GEOLOGICO, GEOMORFOLOGICO, IDROGEOLOGICO E SISMICO DI CORREDO ALLA VARIANTE ALLA SCHEDA N.182 ( "AREA VIA DON GIOVANNI VERITÀ ANGOLO VIA SAN MARTINO") NEL PRG DEL COMUNE DI FAENZA (RA).**

I risultati delle CPT consentono di determinare con buona e sufficiente approssimazione i tipi litologici attraversati sino a profondità di 3/6 m, oltre a fornire i dati meccanici interpretabili in termini di resistenza al taglio e di compressibilità.

Fatta eccezione per qualche intercalazione sabbiosa limosa, fino a -3 m circa da p.c. la stratigrafia evidenzia una successione costituita essenzialmente da limi ed argille limose da mediamente a molto compatti, con subordinate intercalazioni sabbiose limose.

A partire da quote comprese tra -3 ÷ -6 s'incontrano quindi sabbie con ciottoli e ghiaie in abbondante matrice sabbiosa, molto addensante, talora forse leggermente cementate.

Inoltre, in base alle informazioni ricavate dall'esecuzione del sondaggio, a partire da - 6 m p.c. e sino ad almeno -31 m è documentata una successione sostanzialmente omogenea di ghiaia medio - grossolana arrotondata in matrice sabbiosa di colore grigio - giallo, solamente interrotta tra - 12 ÷ 15 m p.c. da uno spessore di limi argillosi, limi sabbiosi di colore grigio con alcune striature nere e giallastri, con bioclasti e con alcune lenti sabbiose millimetriche.

Sulle ghiaie sono state eseguiti due test SPT i cui esiti hanno dato come esito:

- angolo d'attrito interno ( $\phi'$ )  $36^{\circ}$  -  $40^{\circ}$  circa;
- peso di volume ( $\gamma'$ ) =  $2,1 \text{ t/m}^3$ ;
- peso di volume saturo ( $\gamma$ ) =  $2,4 \text{ t/m}^3$

Al momento dell'esecuzione delle prove, la falda s'intestava mediamente -7,40 m dal piano campagna.

La discreta mole dei dati disponibili consente quindi di tracciare in maniera sufficientemente attendibile e mirata alla valutazione di fattibilità per fondazioni superficiali, l'assetto stratigrafico e geomeccanico, in pratica il cosiddetto modello geologico del comparto (figura 2).

Inoltre, la normativa vigente impone al professionista di fornire una stima dei parametri geomeccanici del terreno espressi in termini di valori caratteristici e di progetto.

In base ai dati ricavati dall'indagine eseguite in sito, ed utilizzando i coefficienti parziali riportati all'interno della NTC 2008, è possibile ricavare i dati esposti in figura 3:

Relativamente alle ghiaie che a partire da -6 m circa diventano la litologia prevalente, valori caratteristici calcolati sono:

- angolo d'attrito interno caratteristico ( $\phi_k$ ) =  $31^{\circ}$ ;
- angolo d'attrito interno di progetto =  $31^{\circ}$  (M1) -  $26^{\circ}$  (M2)
- peso di volume caratteristico ( $\gamma_k$ ) =  $1,8 \text{ t/m}^3$ ;
- peso di volume saturo di progetto ( $\gamma$ ) =  $1,8 \text{ t/m}^3$  (M1) -  $1,8 \text{ t/m}^3$  (M2)

INQUADRAMENTO GEOLOGICO, GEOMORFOLOGICO, IDROGEOLOGICO E SISMICO DI CORREDO ALLA VARIANTE ALLA SCHEDA N.182 ( "AREA VIA DON GIOVANNI VERITÀ ANGOLO VIA SAN MARTINO") NEL PRG DEL COMUNE DI FAENZA (RA).

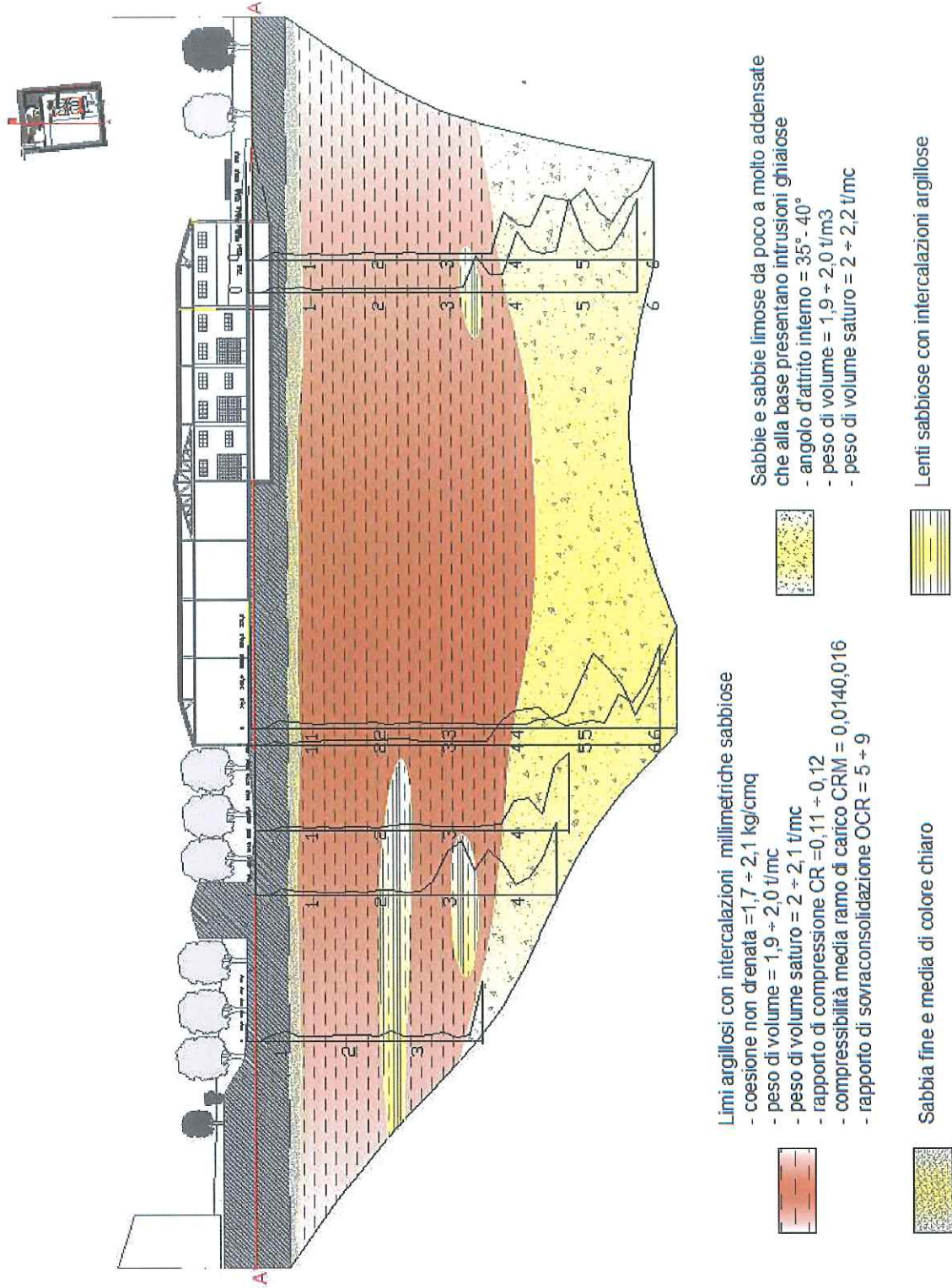


Figura 2 - modello litologico dei terreni superficiali ricavato dall'interpretazione delle CPT



**INQUADRAMENTO GEOLOGICO, GEOMORFOLOGICO, IDROGEOLOGICO E SISMICO DI CORREDO ALLA VARIANTE ALLA SCHEDA N.182 ( "AREA VIA DON GIOVANNI VERITÀ ANGOLO VIA SAN MARTINO") NEL PRG DEL COMUNE DI FAENZA (RA).**

In base all'informazioni ricavate dall'esecuzione del sondaggio, a partire da - 6 m p.c. s'incontra una successione abbastanza omogenea di ghiaia media - grossolana arrotondata in matrice sabbiosa di colore grigio - giallo, interrotta tra - 12 ÷ 15 m p.c. da uno spessore di limi argillosi, limi sabbiosi di colore grigio con alcune striature nere e giallastri, con bioclasti e con alcune lenti sabbiose millimetriche.

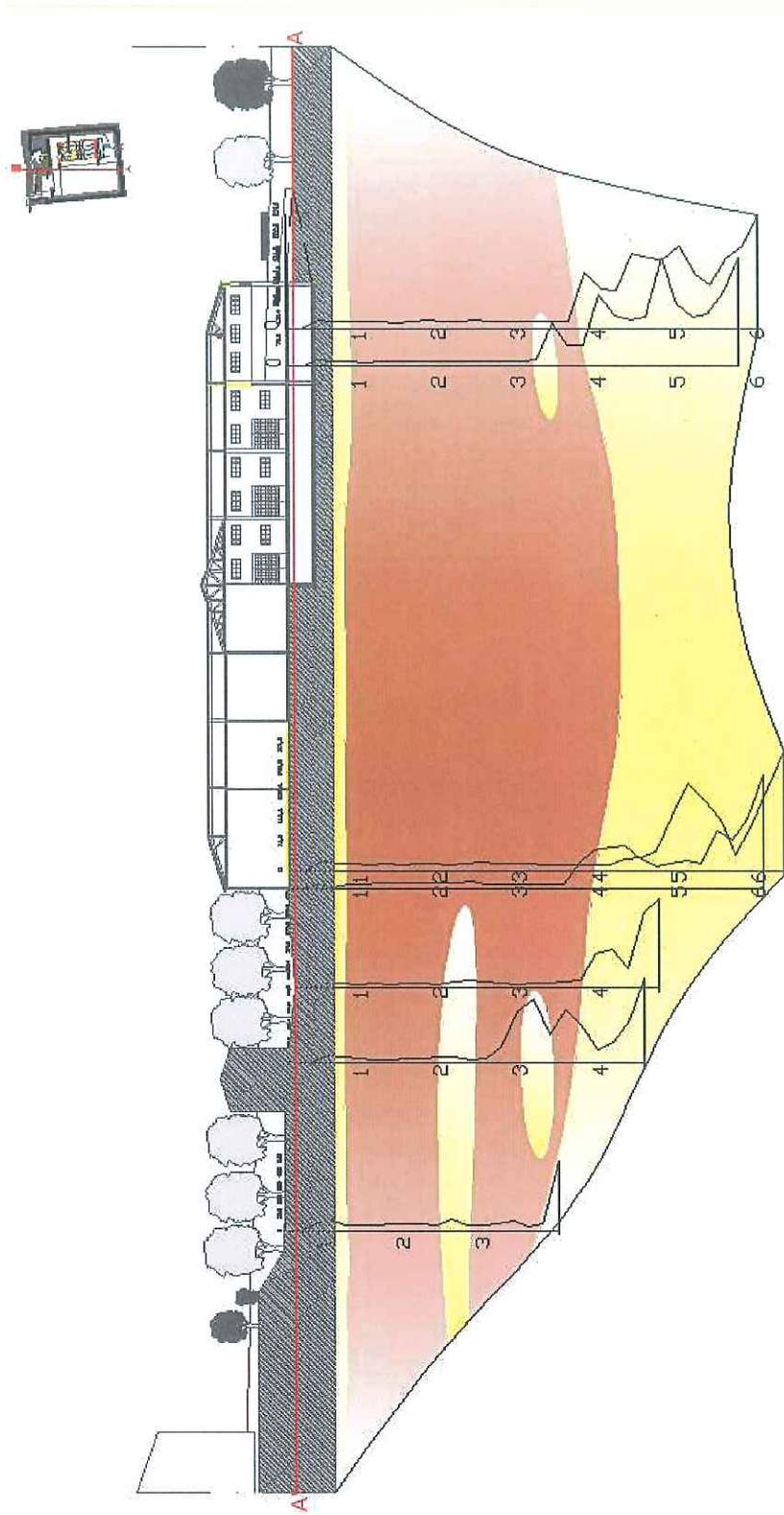
Sulle ghiaie sono state eseguiti due test SPT i cui esiti hanno dato come esito:

- angolo d'attrito interno ( $\phi'$ ) 36° ÷ 40°circa;
- peso di volume ( $\gamma$ ) = 2,1 t/m<sup>3</sup>;
- peso di volume saturo ( $\gamma$ ) = 2,4 t/m<sup>3</sup>

La normativa vigente impone al professionista di fornire una stima dei parametri geomeccanici del terreno espressi in termini di valori caratteristici e di progetto.

In base ai dati ricavati dall'indagini eseguite in sito, ed utilizzando i coefficienti parziali riportati all'interno della NTC 2008, è possibile ricavare i dati esposti in figura 3:

INQUADRAMENTO GEOLOGICO, GEOMORFOLOGICO, IDROGEOLOGICO E SISMICO DI CORREDO ALLA VARIANTE ALLA SCHEDA N.182 ( "AREA VIA DON GIOVANNI VERITÀ ANGOLO VIA SAN MARTINO") NEL PRG DEL COMUNE DI FAENZA (RA).



- Limi argillosi con intercalazioni millimetriche sabbiose**
- coesione caratteristica = 0,4 kg/cmq
  - coesione di progetto = 0,4 kg/cmq (M1) - 0,3 kg/cmq (M2)
  - peso di volume caratteristico = 1,3 t/mc
  - peso di volume di progetto = 1,3 t/mc (M1) - 1,3 t/mc (M2)

- Sabbie e sabbie limose da poco a molto addensate**
- angolo d'attrito interno caratteristico = 32,6°
  - angolo d'attrito di progetto = 32,6° (M1) - 27,1° (M2)
  - peso di volume caratteristico = 1,8 t/mc
  - peso di volume di progetto = 1,8 t/mc (M1) - 1,8 t/mc (M2)

Figura 3 - Modello geomeccanico dei terreni superficiali ricavato dall'interpretazione dei dati penetrometrici

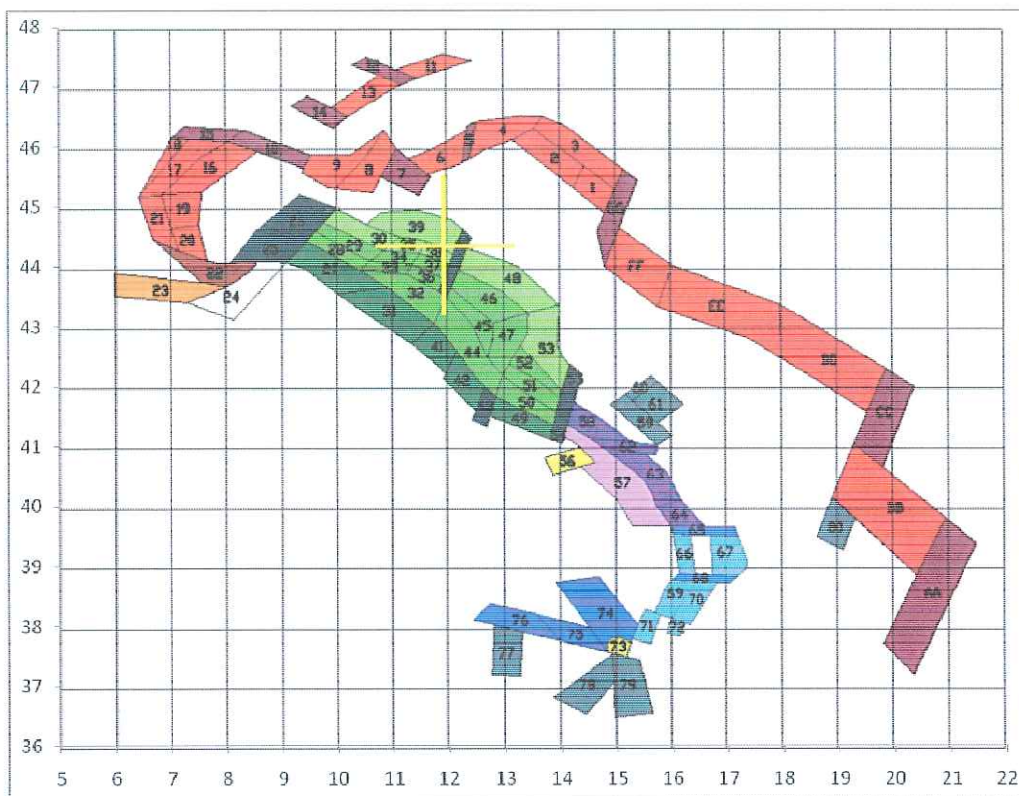
**INQUADRAMENTO GEOLOGICO, GEOMORFOLOGICO, IDROGEOLOGICO E SISMICO DI CORREDO ALLA VARIANTE ALLA SCHEDA N.182 ( "AREA VIA DON GIOVANNI VERITÀ ANGOLO VIA SAN MARTINO") NEL PRG DEL COMUNE DI FAENZA (RA).**

**6. SISMICITÀ DEL COMPARTO**

Negli "Indirizzi per gli studi di micro zonazione sismica" emanati dalla regione il valore dell'accelerazione massima orizzontale attesa per il Comune di Faenza è di 0,202 g.

In figura 1 si nota come Faenza ricada all'interno della zona sismogenetica n. 39, "fascia intermedia" caratterizzata da meccanismi di rottura misti con prevalenza di strike-slip .

L'area in questione fa parte della zona legata al margine interno della piastra padano - adriatica - ionica in subduzione sotto la catena appenninica.



**Figura 4 - Zone sismogenetiche**

Riguardo alla categoria di sottosuolo, si è provveduto a determinare la velocità di taglio media dei primi 35 m di sottosuolo utilizzando il seguente algoritmo:

$$V_{s30} = \frac{35}{\sum_{i=1}^n \frac{h_i}{V_{s(i)}}}$$

dove:

$h_i$  = spessore (in m) dell'i-esimo strato compreso nei primi 35 m;

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

$n$  = numero di strati compresi nei primi 35 m.

**INQUADRAMENTO GEOLOGICO, GEOMORFOLOGICO, IDROGEOLOGICO E SISMICO DI CORREDO ALLA VARIANTE ALLA SCHEDA N.182 ( "AREA VIA DON GIOVANNI VERITÀ ANGOLO VIA SAN MARTINO") NEL PRG DEL COMUNE DI FAENZA (RA).**

Con riferimento alla prova effettuata, si ha dunque:

$$V_{S35} = \frac{35}{\frac{h_1}{V_{S351}} + \frac{h_2}{V_{S352}} + \dots + \frac{h_n}{V_{S35n}}} = 347m/s$$

valore che colloca dunque il suolo nella categoria C.

Per la zona geografica in questione (Latitudine 44,301 Longitudine 11,895) e per un edificio di Classe d'uso II con vita nominale di 100 anni, la *Norma* prevede i seguenti parametri di calcolo:

	$T_R$	$a_g$	$F_0$	$T_c^*$
Stato Limite Operativo	60	0,0759	2,49	0,27
Stato Limite di Danno	100	0,0929	2,49	0,28
Stato Limite di Salvaguardia della Vita	949	0,1998	2,53	0,29
Stato Limite di Collasso	1949	0,2448	2,57	0,31

Nelle condizioni in cui:

- Coefficiente d'uso della costruzione ( $c_u$ ): 1,
- Vita nominale della costruzione ( $V_N$ ): 50 anni,
- Periodo di riferimento per la costruzione ( $V_R$ ): 50 anni,
- Categoria topografica: T1,
- Fattore  $q_0$ : 3,
- Fattore  $q$ : 1,5,
- Smorzamento ( $\xi$ ): 5,

L'applicazione di questi parametri in termini di spettri di risposta elastica, velocità e spostamenti orizzontali del terreno porta ai risultati sintetizzati nelle figure 5÷12.

INQUADRAMENTO GEOLOGICO, GEOMORFOLOGICO, IDROGEOLOGICO E SISMICO DI CORREDO ALLA VARIANTE ALLA SCHEDA N.182 ( "AREA VIA DON GIOVANNI VERITÀ ANGOLO VIA SAN MARTINO") NEL PRG DEL COMUNE DI FAENZA (RA).

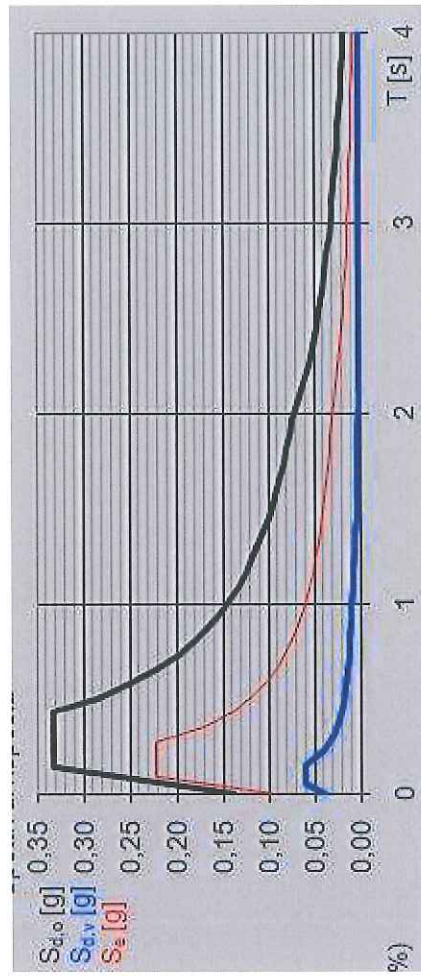


Figura 5-Spettro di Progetto Elastico: SLO

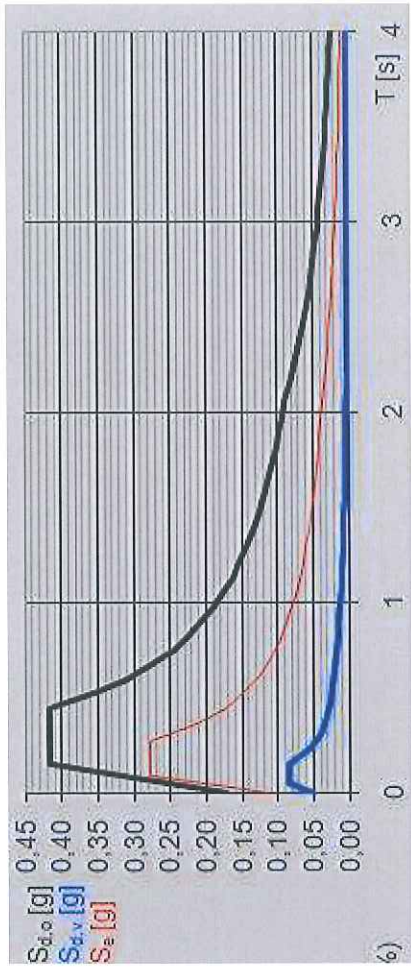


Figura 6-Spettro di Progetto Elastico: SLD

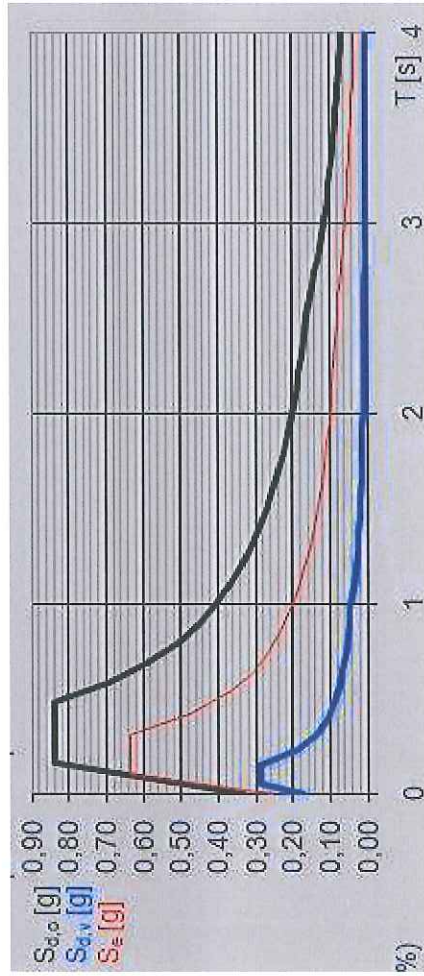


Figura 7-Spettro di Progetto Elastico: SLV

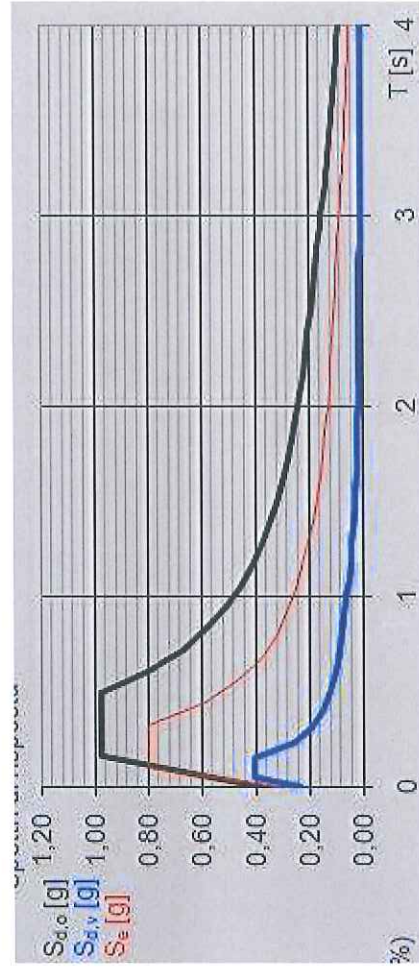


Figura 8-Spettro di Progetto Elastico: SLC

INQUADRAMENTO GEOLOGICO, GEOMORFOLOGICO, IDROGEOLOGICO E SISMICO DI CORREDO ALLA VARIANTE ALLA SCHEDA N.182 ( "AREA VIA DON GIOVANNI VERITÀ ANGOLO VIA SAN MARTINO") NEL PRG DEL COMUNE DI FAENZA (RA).

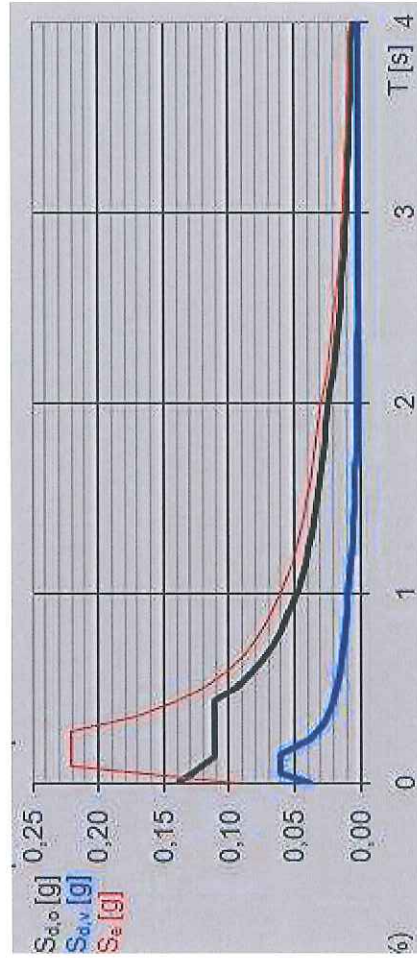


Figura 9-Spettro di Progetto inelastico: SLO

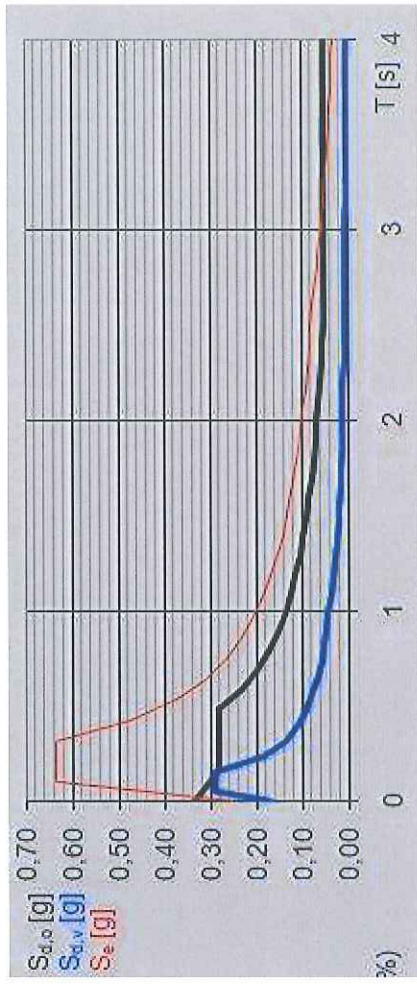


Figura10-Spettro di Progetto inelastico: SLD

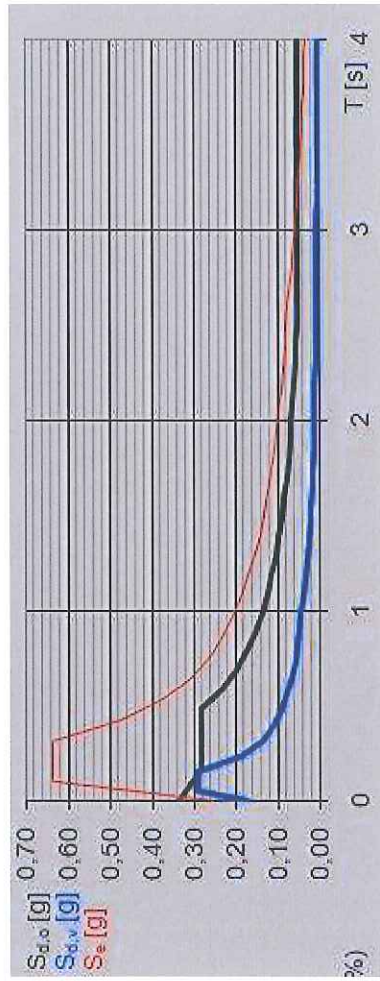


Figura 11-Spettro di Progetto inelastico: SLV

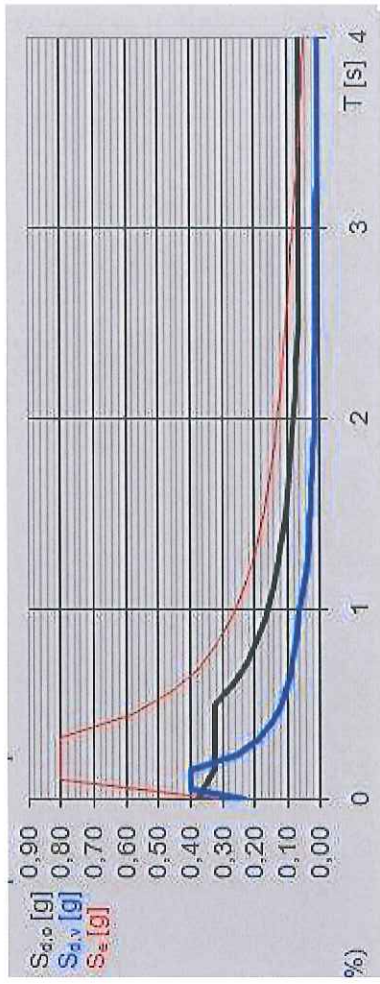


Figura 12-Spettro di Progetto inelastico: SLC

**INQUADRAMENTO GEOLOGICO, GEOMORFOLOGICO, IDROGEOLOGICO E SISMICO DI CORREDO AL PROGETTO DI TRASFORMAZIONE AREA SCHEDA 182 E REALIZZAZIONE DI CENTRO AGRICOLO AZIENDALE UBICATO IN VIA VERITÀ ANGOLO VIA SAN MARTINO NEL COMUNE DI FAENZA (RA).**

**7. RISCHIO LIQUEFAZIONE**

Di seguito si riportano i dati elaborati grazie ad un programma ad uso gratuito redatto dall'Istituto Nazionale di Sismologia e Vulcanologia.

725	Classe-Ravenna	5.57
1279	Rocca san casciano	5.55
1383	Forli'	5.37
1428	Predappio	5.58
1509	Faentino	5.17
1591	Forli'	5.24
1653	Cesena	5.03
1688	Fusignano	5.17
1725	Faentino	5.26
1778	Forli'	5.03
1780	Ravenna	5.03
1781	Romagna	5.53
1813	Romagna centrale	5.32
1844	Forli'	5.03
1854	Castel bolognese	5.17
1861	Forli'	5.13
1870	Meldola	5.59
1881	Russi	5.03
1911	Romagna meridionale	5.38
1931	Faentino	5.10
1935	Faentino	5.34
1961	Dovadola	4.56
1963	Faentino	5.32
1967	Bassa padana	5.36
1968	Russi	4.58

**Tabella 2 Stralcio Catalogo parametrico dei terremoti italiani (INGV)**

Tale fattore unitamente alla presenza di una falda superficiale, una granulometria dei terreni uniforme e bassa densità del deposito, può concorrere all'insorgere del fenomeno della liquefazione dei terreni e, in base alla normativa il sito presso il quale sarà ubicato il manufatto deve essere stabile nei confronti di tale fenomeno.

In base alla NTC 2008 la verifica alla liquefazione può essere omessa quando si manifesti almeno una delle seguenti circostanze:

1. eventi sismici con magnitudo  $M < 5$ ;
2. accelerazione massima al piano campagna in assenza di manufatti  $< 0,1 g$ ;
3. profondità media stagionale della falda superiore 15 m da p.c.;
4. depositi costituiti da sabbie pulite con resistenza penetrometrica normalizzata  $N_{1,60} > 30$  (determinato con SPT) oppure  $q_{cIN} > 180$ ;
5. distribuzioni granulometriche esterne alle zone indicate in figura 13 e 14:

**INQUADRAMENTO GEOLOGICO, GEOMORFOLOGICO, IDROGEOLOGICO E SISMICO DI CORREDO AL PROGETTO DI TRASFORMAZIONE AREA SCHEDA 182 E REALIZZAZIONE DI CENTRO AGRICOLO AZIENDALE UBICATO IN VIA VERITÀ ANGOLO VIA SAN MARTINO NEL COMUNE DI FAENZA (RA).**

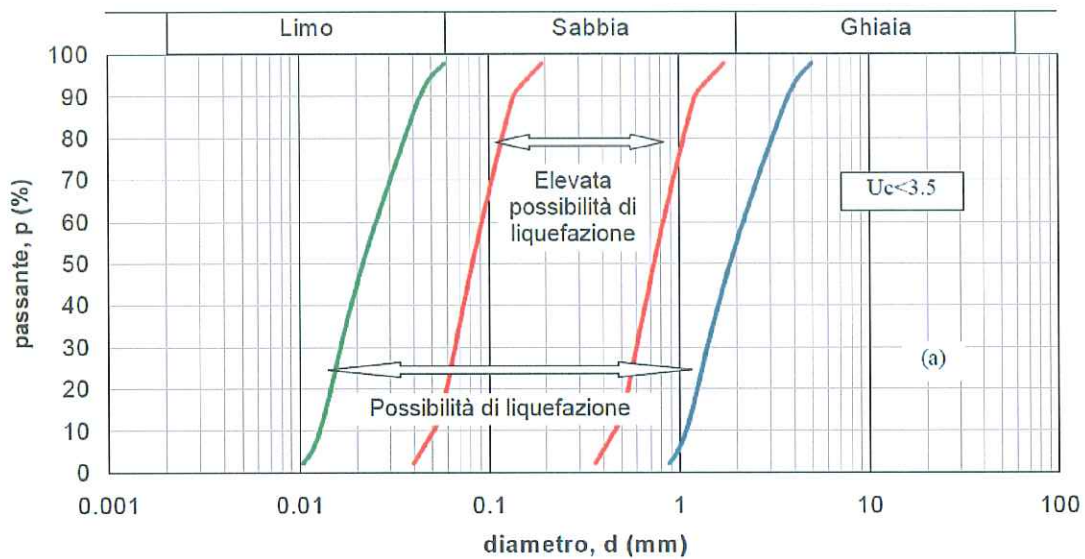


Figura 13 - Fasce granulometriche per la valutazione preliminare della suscettibilità alla liquefazione di un terreno per i terreni a granulometria uniforme (a) ed estesa (b) (da AGI, 2005)

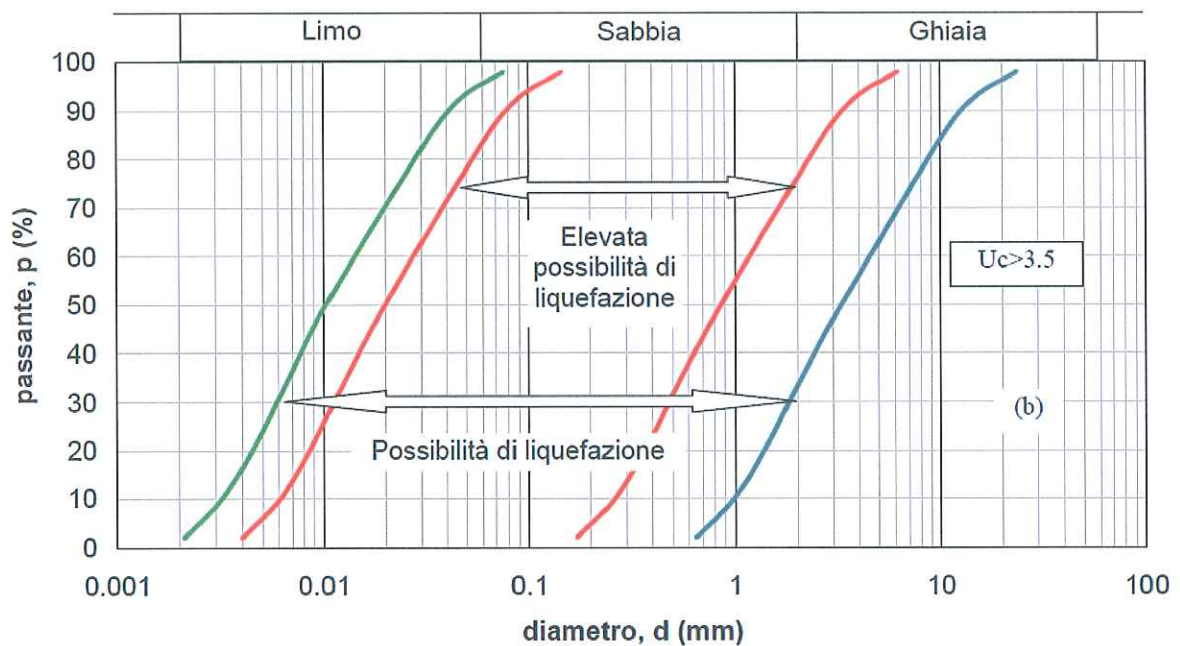


Figura 14 - Fasce granulometriche per la valutazione preliminare della suscettibilità alla liquefazione di un terreno per i terreni a granulometria uniforme (a) ed estesa (b) (da AGI, 2005)

Dal momento che le condizioni 1 e 2 non sono state soddisfatte, le indagini geognostiche sono state finalizzate alla determinazione dei parametri necessari per la verifica delle condizioni 3, 4 e 5. Nel presente documento è stata eseguita una doppia verifica per valutare il rischio liquefazione in entrambi i casi s'è fatto uso dei così detti metodi semplificati; questo genere di verifica si basa infatti sul rapporto che intercorre tra la sollecitazione di taglio che produce la liquefazione e quella indotta dal terremoto.



**INQUADRAMENTO GEOLOGICO, GEOMORFOLOGICO, IDROGEOLOGICO E SISMICO DI CORREDO AL PROGETTO DI TRASFORMAZIONE AREA SCHEDA 182 E REALIZZAZIONE DI CENTRO AGRICOLO AZIENDALE UBICATO IN VIA VERITÀ ANGOLO VIA SAN MARTINO NEL COMUNE DI FAENZA (RA).**

Questi sistemi valutano pertanto sia i parametri relativi all'evento sismico sia al deposito, questi ultimi determinati privilegiando metodi basati su correlazioni della resistenza alla liquefazione con parametri desunti da prove in situ.

La resistenza del deposito alla liquefazione viene quindi valutata in termini di fattore di resistenza alla liquefazione:

$$F_s = \frac{CRR}{CSR}$$

In cui:

**CRR** (*Cyclic Resistance Ratio*) indica la resistenza del terreno agli sforzi di taglio ciclico

**CSR** (*Cyclic Strss Ratio*) indica la sollecitazione di taglio massima indotta dal sisma

La prima verifica fu condotta in occasione dell'esecuzione della MASW (Allegato 2), in tale sede gli esiti delle verifiche indicarono per il comparto in questione un'area non soggetta a fenomeni di liquefazione.

Al momento dell'esecuzione del sondaggio la falda è stata individuata a - 7,40 m da p.c., nei prossimi mesi si prevede comunque l'esecuzione di alcune misure freatiche per poter valutare eventuali escursioni della falda.

Disponendo di prove SPT in foro la resistenza alla liquefazione è stata calcolata mediante la relazione di Blake (1997) in cui  $N_{(1,60)}$  è valutato con il metodo di Youd ed Idriss (1997)

$$(N_{1,60})_{CS} = \alpha + \beta N_{1,60}$$

In cui:

-  $N_{1,60}$  è la normalizzazione dei valori misurati dell'indice  $N_m$  (ridotti del 25% per profondità < 3 m) nella prova SPT rispetto ad una pressione efficace di conferimento di 100 kPa ed a un valore del rapporto tra l'energia d'impatto e l'energia teorica di caduta libera pari al 60%;

-  $\alpha = 0$  per  $FC \leq 5\%$ ;

-  $\beta = 1$  per  $FC \leq 5\%$

**Unità A (da 3,5 ÷ 6 m di profondità):**

- suscettibilità alla liquefazione = terreno non suscettibile a liquefazione

**Unità B (da 6 ÷ 12 m di profondità):**

-  $N_{1,60} > 30$

- Resistenza alla liquefazione (CRR) = 1,81

- Sforzo di taglio normalizzato (CSR) = 0,08

- Coefficiente di sicurezza ( $F_s$ ) = 18

- suscettibilità alla liquefazione = terreno non suscettibile a liquefazione

**Unità C (da 12 ÷ 31 m di profondità):**

-  $N_{1,60} > 30$

- Resistenza alla liquefazione (CRR) = 0,64

- Sforzo di taglio normalizzato (CSR) = 0,12

- Coefficiente di sicurezza ( $F_s$ ) = 5

- suscettibilità alla liquefazione = terreno non suscettibile a liquefazione

Anche la seconda verifica conferma le basse possibilità di fenomeni di liquefazione all'interno del comparto

INQUADRAMENTO GEOLOGICO, GEOMORFOLOGICO, IDROGEOLOGICO E SISMICO DI CORREDO AL PROGETTO DI TRASFORMAZIONE AREA SCHEDA 182 E REALIZZAZIONE DI CENTRO AGRICOLO AZIENDALE UBICATO IN VIA VERITÀ ANGOLO VIA SAN MARTINO NEL COMUNE DI FAENZA (RA).

## 8. CONCLUSIONI

Sulla base di una specifica analisi di inquadramento geologico, geomorfologico, idrogeologico e sismico, si ritiene di aver sufficientemente documentato un modello geologico di buona fattibilità per la costruzione di nuovi fabbricati a servizio dell' **Azienda Agricola Montanari** che è prevista nella **Variante alla scheda n.182 ( "Area Via Don Giovanni Verità angolo Via San Martino" ) del PRG del Comune di Faenza (RA)** (vd. Tavola 1).

In via preliminare sotto l'aspetto geologico-tecnico, si ritiene senz'altro fattibile l'esecuzione di **fondazioni superficiali su plinti** per il sostegno dei **pilastr**i delle strutture edilizie in progetto, le quali potranno essere convenientemente poggiate a partire da profondità di -1,5/-2m, eventualmente con interposizione di un modesto **orizzonte di sottofondazione** (magrone, ...), entro **i terreni naturali prevalentemente limosi, asciutti e relativamente compatti, dell' Unità A, i quali costituiscono un orizzonte litostratigrafico continuo con base a profondità intorno a - 3m rispetto alla superficie di calpestio attuale.**

Nel dettaglio, per il dimensionamento dell'apparato fondale si prospetta preliminarmente di fare riferimento ai seguenti parametri geotecnici e geofisici:

**Unità A** (da 0 ÷ 3 m di profondità):

limi e argille limose con intercalazioni debolmente sabbiose :

- coesione  $c_u = 1,7 \div 2,1 \text{ kg/cm}^2$
- peso di volume  $\gamma = 1,9 \div 2,0 \text{ t/m}^3$
- peso di volume  $\gamma_s = 2 \div 2,1 \text{ t/m}^3$
- , e relativamente ai parametri di compressibilità, si stima:
- rapporto di compressione  $CR = 0,11 \div 0,12$
- compressibilità media ramo di carico  $C_{RM} = 0,014 \div 0,016$
- rapporto di sovraconsolidazione  $OCR = 5 \div 9$

- Accelerazione massima al suolo P.G.A. = 0,202 g;
- Categoria sismica del suolo = C ( $V_{s30} = 347 \text{ m/s}$ );
- Fattore di amplificazione P.G.A. in ambito di pianura caratterizzato da profilo stratigrafico costituito da alternanze di sabbie e peliti, con spessori anche decametrici, talora con intercalazioni di orizzonti di ghiaie (di spessore anche decine di metri), con substrato profondo ( $\geq 100 \text{ m}$  da p.c.) (tabella **PIANURA 2** in "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" (Allegato A1) : 1,4
- St (Fattore di amplificazione topografica) = 1 (T = 1)

**INQUADRAMENTO GEOLOGICO, GEOMORFOLOGICO, IDROGEOLOGICO E SISMICO DI CORREDO AL PROGETTO DI TRASFORMAZIONE AREA SCHEDA 182 E REALIZZAZIONE DI CENTRO AGRICOLO AZIENDALE UBICATO IN VIA VERITÀ ANGOLO VIA SAN MARTINO NEL COMUNE DI FAENZA (RA).**

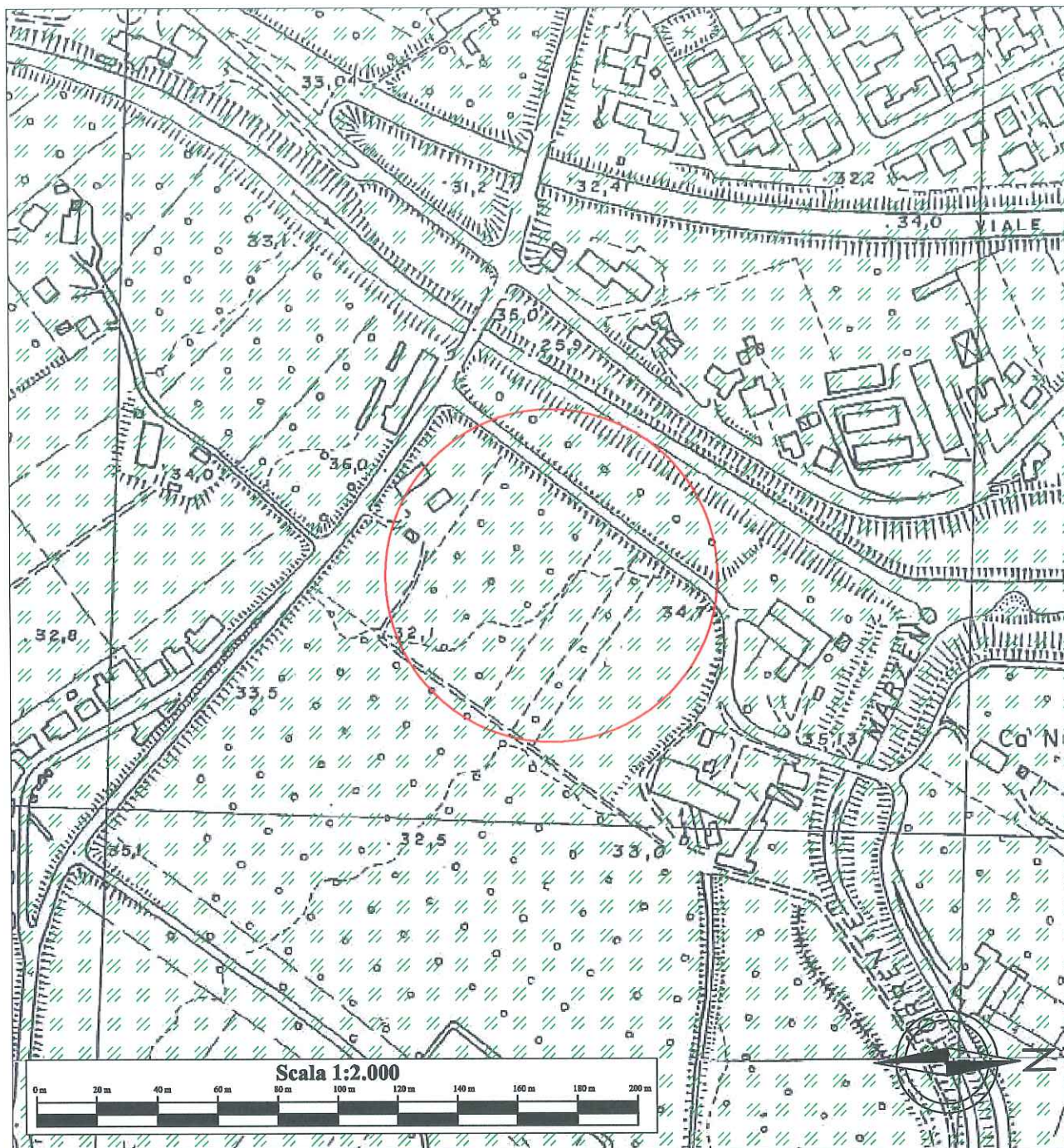
Infine si evidenzia l'importanza di realizzare un efficace sistema di drenaggio superficiale delle acque meteoriche nell'ambito dell'intero comparto di intervento, al fine di impedire filtrazioni e ristagni idrici delle acque meteoriche in prossimità dei terreni di appoggio fondale.

Dott. Geol. Stefano Marabini



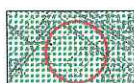
Dott. Geol. Livia Bosoni



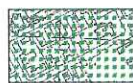


## Tavola 1

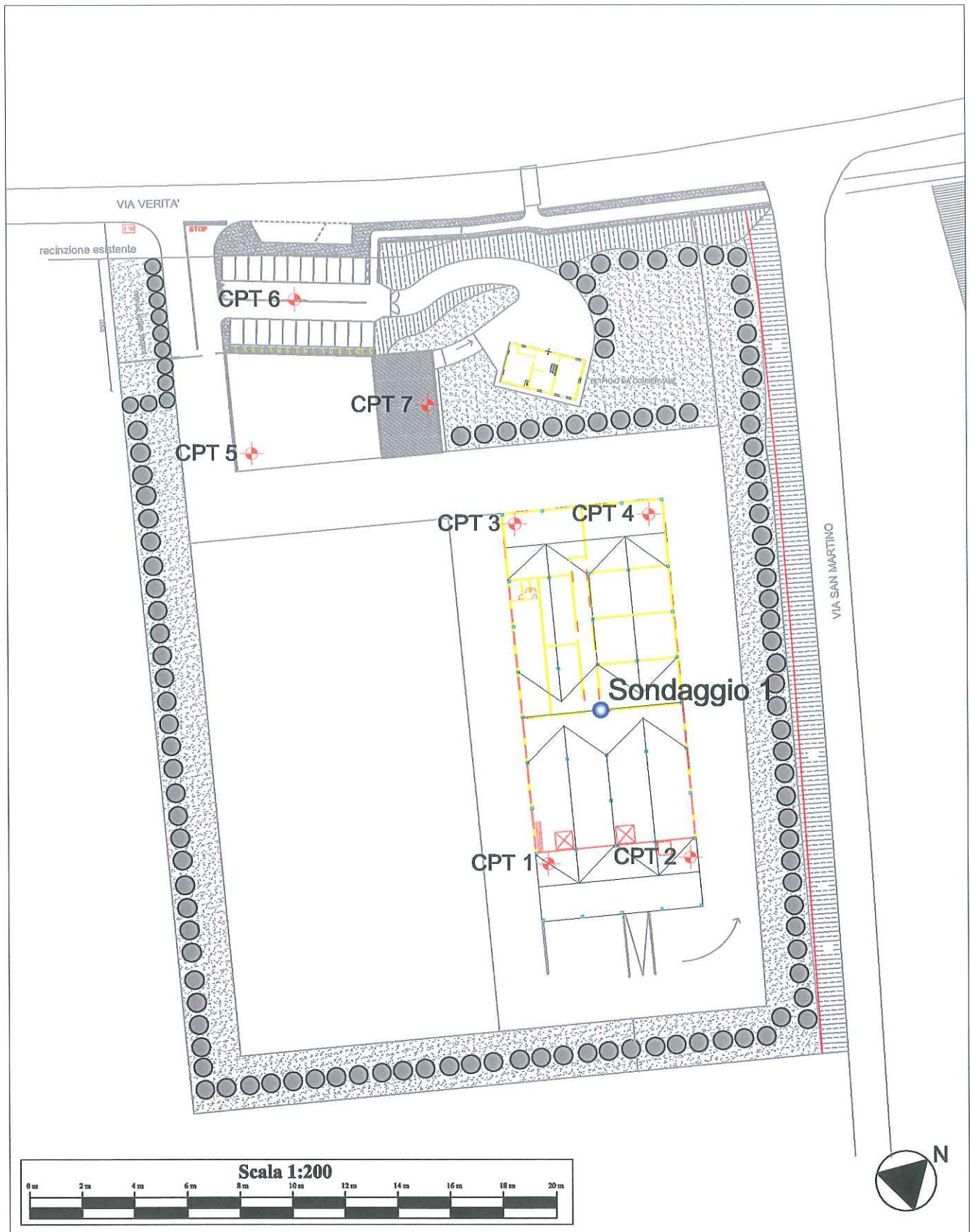
### Inquadramento geologico



Area d'indagine

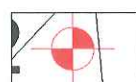


Unità di Modena  
ghiaie prevalenti e sabbie, ricoperte  
da una coltre limoso argillosa  
discontinua

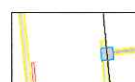


## Tavola 2

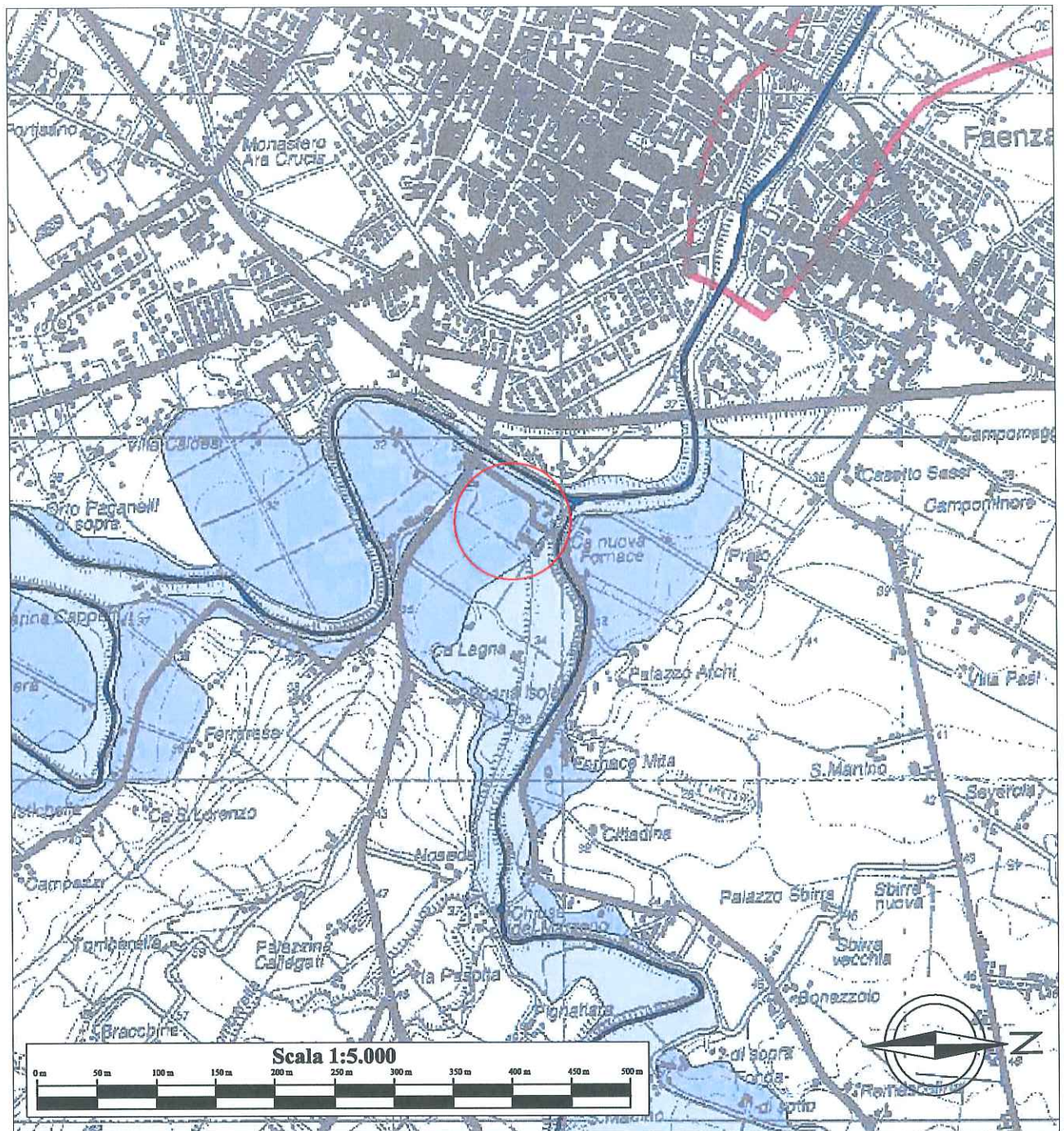
Ubicazione indagini geologico geotecniche



Ubicazione dei CPT eseguiti nell'ottobre 2006



Ubicazione del sondaggio a carotaggio continuo



### Tavola 3

Aree a rischio idrogeologico



Area d'indagine



Area a moderata  
probabilità  
d'esonazione



Area ad elevata  
probabilità  
d'esonazione



Distanza di rispetto  
da corpi arginali

**INQUADRAMENTO GEOLOGICO, GEOMORFOLOGICO, IDROGEOLOGICO E SISMICO DI CORREDO  
AL PROGETTO DI TRASFORMAZIONE AREA SCHEDA 182 E REALIZZAZIONE DI CENTRO  
AGRICOLO AZIENDALE UBICATO IN VIA VERITÀ ANGOLO VIA SAN MARTINO NEL COMUNE DI  
FAENZA (RA).**

**Allegato 1  
(certificati interpretazione dei sondaggi)**



<input checked="" type="checkbox"/>	CERTIFICATO N°:	C11-065-1	PROVA N°:	S.1
<input type="checkbox"/>	RAPPORTO N°:		UBICAZIONE PROVA: ( gradi decimali )	
	DATA DI EMISSIONE:		Latitudine: N	44,27668°
			Longitudine: E	11,87870°

Riferimento Preventivo n°:	134-11	Commessa n°:	11-074
Verbale di accettazione n°:	VA11-065	del:	30/05/2011




Richiedente:	Dott. Geol. Stefano Marabini
Committente:	Sig. Montanari Luigi
Cantiere:	Via Don G. Verità angolo Via San Martino
Località:	Faenza (RA)

Il presente certificato di prova si compone di n°  pagine, esclusa la presente, ed ha per oggetto le seguenti prove:

<input checked="" type="checkbox"/>	Scheda stratigrafica	<input type="checkbox"/>	Prova scissometrica a fondo foro
<input type="checkbox"/>	Installazione piezometro Casagrande	<input type="checkbox"/>	Prova SCPT
<input type="checkbox"/>	Installazione Piezometro Norton	<input type="checkbox"/>	Prova CPT
<input type="checkbox"/>	Installazione Inclinometro	<input type="checkbox"/>	Prova CPTE
<input type="checkbox"/>	Installazione assestimetro	<input type="checkbox"/>	Prova CPTU - Prova dissipazione
<input type="checkbox"/>	Prova di permeabilità LUGEON	<input type="checkbox"/>	Prova di carico su piastra
<input type="checkbox"/>	Prova di permeabilità LEFRANC	<input type="checkbox"/>	Prova di densità in situ

Attrezzatura utilizzata:	CMV MK900 D1	Matricola n.:	0722
--------------------------	--------------	---------------	------

Allegati: documentazione fotografica - n. 2 pagine
--

 Timbro blu sull'originale	Lo Sperimentatore: 	Il Direttore del Laboratorio:  (Dott. Federico Porcari)
---	---	--


Normativa di Riferimento: A.G.I 1977




Scala 1:100	P.P. I [daN/cm <sup>2</sup> ]	Vane Test [daN/cm <sup>2</sup> ]	Profondità [m]	Stratigrafia	Descrizione	Campioni	Campioni amb.	Falda	Pz. Norton	Inclinometro
1	3.3	1.20	1.00		Sabbia limosa di colore marrone chiaro					
2	3.0	1.00			Limo argilloso di colore marrone chiaro - grigio con striature nere e giallastre e con livelli millimetrici sabbiosi					
3	2.7	1.20	3.05		Sabbia fine - media di colore marrone chiaro					
4	2.0	1.00	3.30							
5					Ghiaia media - grossa, subarrotondata, in matrice sabbiosa di colore marrone chiaro					
6										
7			6.90		Ghiaia media, arrotondata, in matrice limosa di colore grigio					
8			7.10		Sabbia fine - media di colore grigio con frustoli vegetali					
9			7.20							
10					Ghiaia media - grossa, arrotondata, in matrice sabbiosa di colore grigio con alcune variegature gialle, giallo da -11.5 m					
11										
12	2.2	1.00	12.00		Limo con argilla di colore grigio - giallo con striature giallastre e nere e con lenti millimetriche sabbiose					
13	2.2	1.00	13.00		Limo argilloso, limo sabbioso da -13.15 a -13.20 m, di colore grigio con alcune striature nere e giallastre, con bioclasti e con alcune lenti sabbiose millimetriche					
14	1.6	0.80								
15	1.2	0.60	15.20		Sabbia limosa di colore grigio - giallastro					
16	1.5	0.70	15.50							
17					Ghiaia media - grossa, arrotondata, in matrice sabbiosa di colore giallo - marrone chiaro					
18	1.5		18.00							
19		0.70	18.40		Limo argilloso di colore grigio - giallo con striature giallastre e nere					
20										
21										
22										
23										
24					Ghiaia media - grossa, arrotondata, in matrice sabbiosa di colore giallo - marrone chiaro, grigio - giallo da -25.50 m					
25										
26										
27										
28										
29										
30										

Lo Sperimentatore

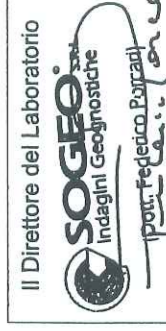



 <b>SOGEO S.p.A.</b> INDAGINI GEOGNOSTICHE ED AMBIENTALI Via Edison 1/1 - 48022 LUOGO (RA) Tel. 054522042 - Fax 054534443 - E-mail: sogeo@sogeo-rl.com concessione autorizzazione e trasporto - settore C Decr. n. 005754 del 05/07/2010	COMMITTENTE: Sig. Luigi Montanari CANTIERE: Faenza (RA) - Via Don G. Verità angolo Via San Marino PERFORATRICE: CMV MK900 D1 METODO PERFORAZ.: Carotaggio continuo ATTREZZO PERFORAZ.: Carotiere semplice Ø101 mm		SOND.N. S.1 - PROF. (m): 31,00 QUOTA (m): p.d.c. LATITUDINE (°): N 44,27668° LONGITUDINE (°): E 11,87870° DATA INIZ-FINE: 27/05/2011-27/05/2011 SCALA: 1:100 PAGINA N°: 2 di 2
	RIVESTIMENTO: Ø 127 mm PIEZOMETRO:	CERTIFICATO N°: C11-065-1 RAPPORTO N°: _____ DATA DI EMISSIONE: 30/05/2011	
	RIF.PREV.N°: 134-11		

Scala 1:100	P.P. I [daN/cm <sup>2</sup> ]	Vane Test [daN/cm <sup>2</sup> ]	Profondità [m]	Stratigrafia	Descrizione	Campioni	Campioni amb.	S.P.T. [n. colpi] P.A.	Falda	Pz. Norton	Inclinometro
31			-31.00		Ghiaia media - grossa, arrotondata, in matrice sabbiosa di colore grigio - giallo						
32											
33											
34											
35											

Note:  
 Livello acqua rilevato a -7.40 m dal p.d.c. a fine sondaggio.

Lo Sperimentatore



**SOGGEO**  
S.R.L.  
INDAGINI GEOGNOSTICHE ED AMBIENTALI  
Via Edison 1/1 - 48022 LUCCA (RA)  
Tel. 054528042 - fax 054534443 - E-mail: [soggeo@soggeo-srl.com](mailto:soggeo@soggeo-srl.com)

**COMMITTENTE:** Sig. Luigi Montanari

**RIF. N° :** 134-11

**LOCALITA':** Faenza (RA)

**ALLEGATO A:** C11-065-1

**SONDAGGIO N:** S.1

**DATA:** 27/05/2011

0 1 2 3 4



Cassa 1 da 0.0 a -5.0 m

1 2 3 4 5

10 11 12 13 14

5 6 7 8 9



Cassa 2 da -5.0 a -10.0 m

6 7 8 9 10

15 16 17 18 19

10 11 12 13 14



Cassa 3 da -10.0 a -15.0 m

11 12 13 14 15

15 16 17 18 19



Cassa 4 da -15.0 a -20.0 m

16 17 18 19 20



**SOGGEO**  
S.R.L.  
INDAGINI GEONOSTICHE ED AMBIENTALI  
Via Edison 1/1 - 48022 LUGO (RA)  
Tel. 054526042 - fax 054534413 - E-mail: [soggeo@soggeo.com](mailto:soggeo@soggeo.com)

**COMMITTENTE:** Sig. Luigi Montanari  
**RIF. N° :** 134-11

**LOCALITA':** Faenza (RA)  
**ALLEGATO A:** C11-065-1

**SONDAGGIO N:** S.1  
**DATA:** 27/05/2011

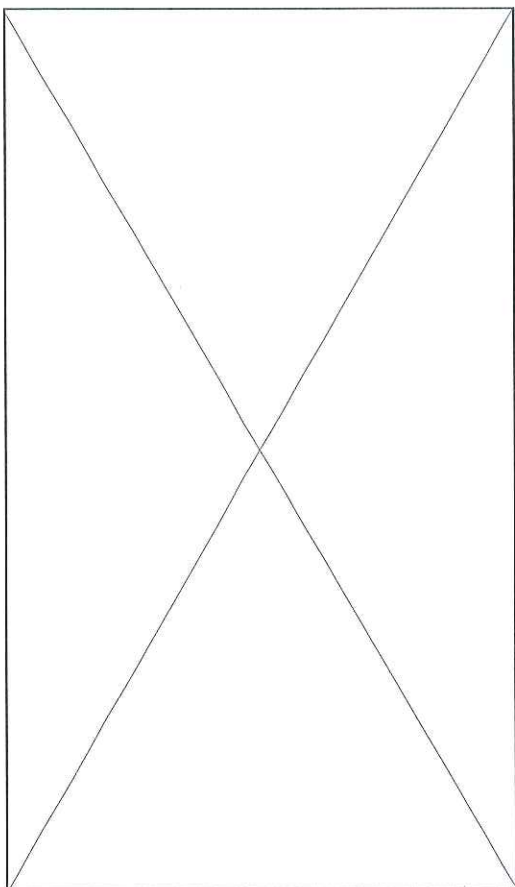
20 21 22 23 24



Cassa 5 da -20.0 a -25.0 m

21 22 23 24 25

30 31 32 33 34



Cassa 7 da -30.0 a -35.0 m

31 32 33 34 35

25 26 27 28 29



Cassa 6 da -25.0 a -30.0 m

26 27 28 29 30



Posizionamento

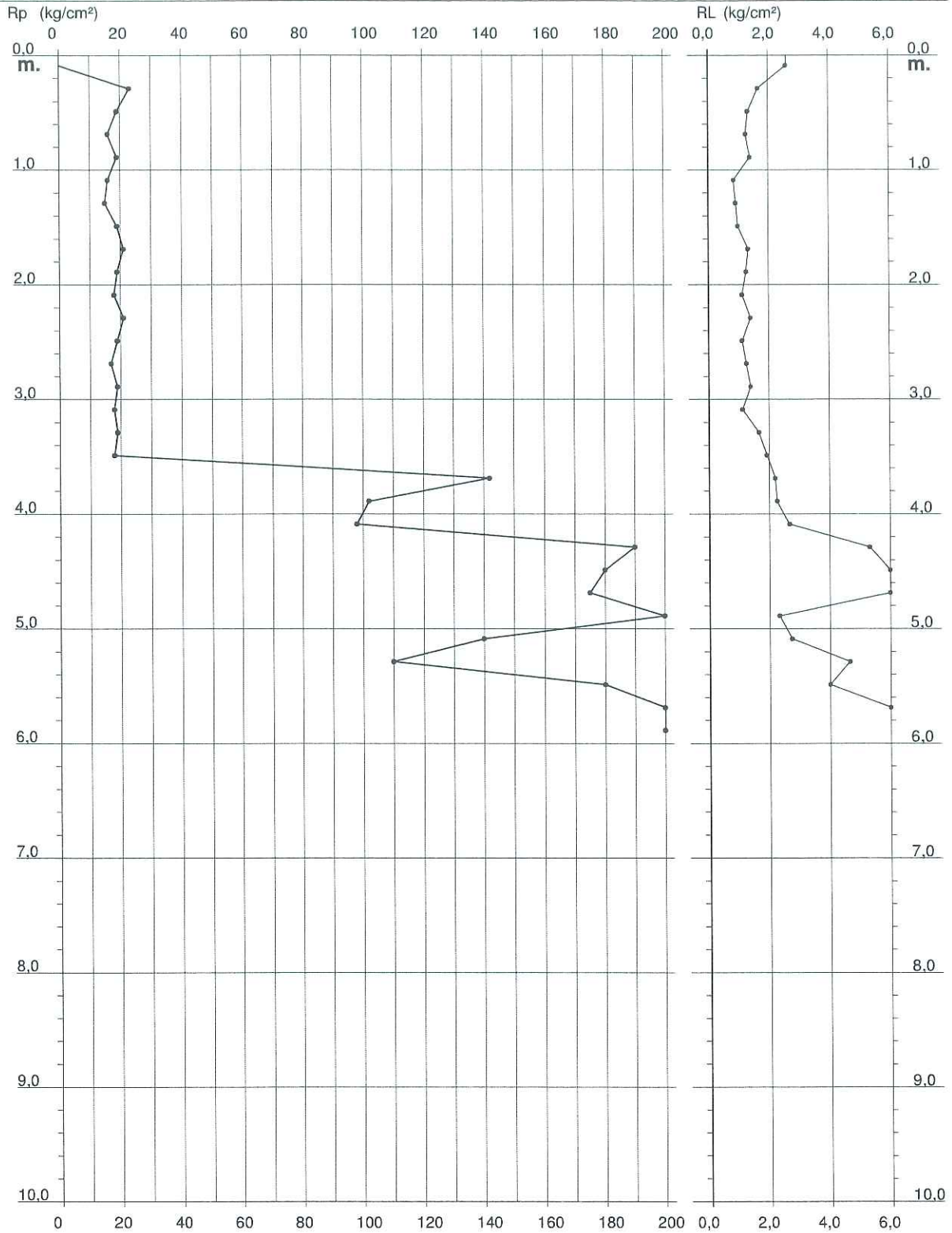
# PROVA PENETROMETRICA STATICA DIAGRAMMA DI RESISTENZA

## CPT 1

2.010496-071

- committente : Dott. Geol. Stefano Marabini  
- lavoro : Nuovo fabbricato  
- località : Via Don Giovanni Verità angolo via S. Martino - Faen  
- note : foro chiuso

- data : 04/07/2011  
- quota inizio : Piano Campagna  
- prof. falda : Falda non rilevata  
- scala vert.: 1 : 50



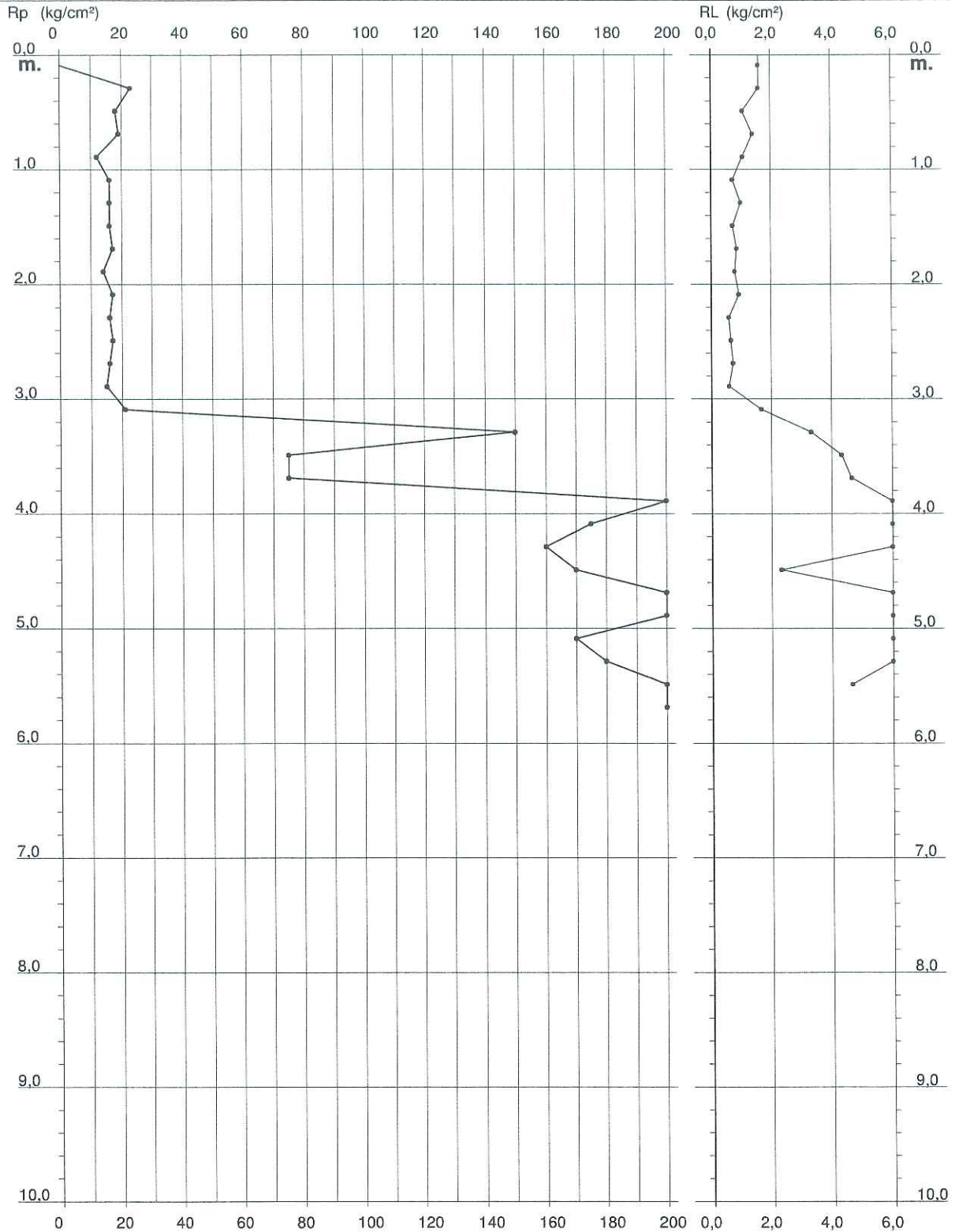
# PROVA PENETROMETRICA STATICA DIAGRAMMA DI RESISTENZA

## CPT 2

2.010496-071

- committente : Dott. Geol. Stefano Marabini  
- lavoro : Nuovo fabbricato  
- località : Via Don Giovanni Verità angolo via S. Martino - Faen  
- note : foro chiuso

- data : 04/07/2011  
- quota inizio : Piano Campagna  
- prof. falda : Falda non rilevata  
- scala vert.: 1 : 50



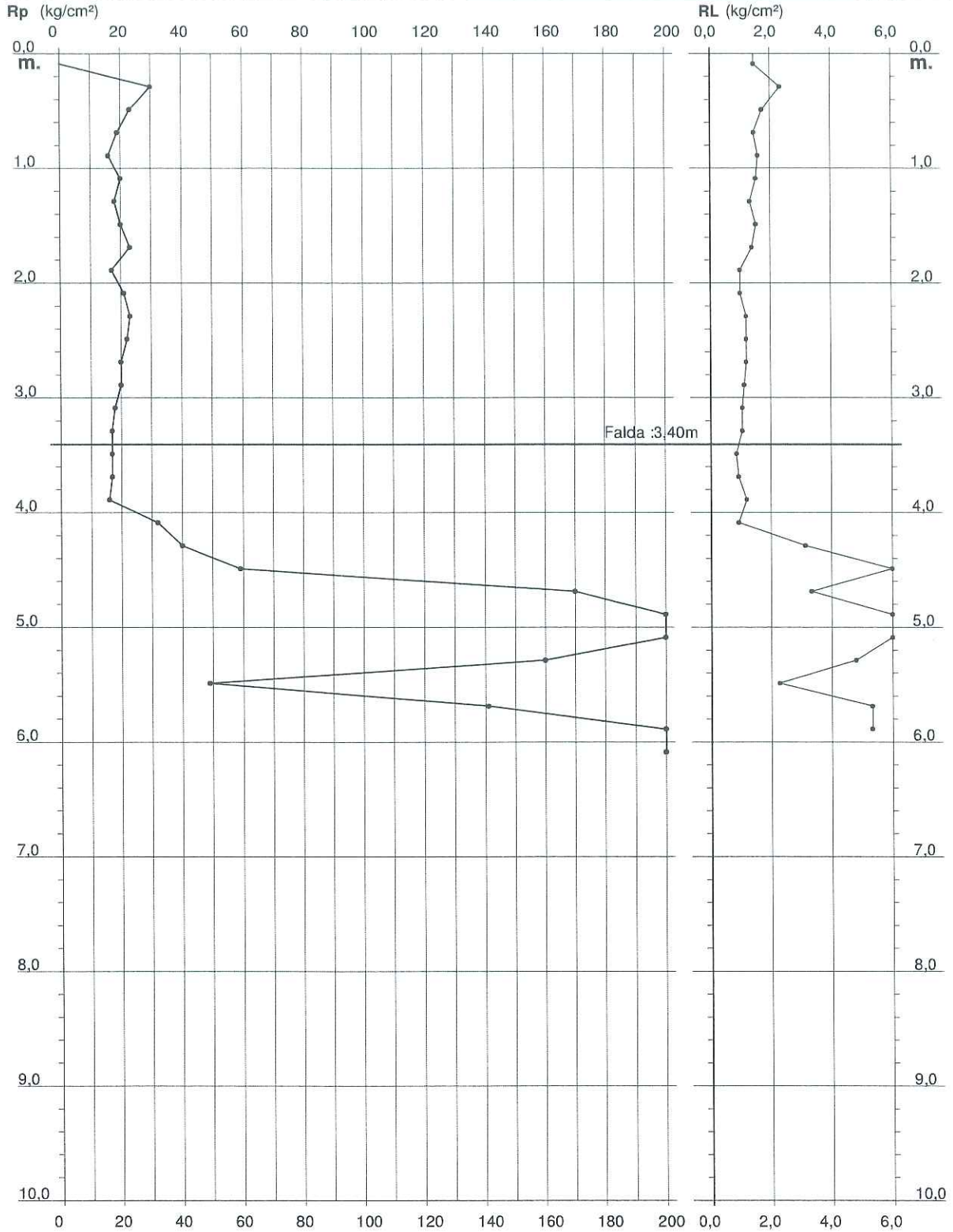
**PROVA PENETROMETRICA STATICA  
DIAGRAMMA DI RESISTENZA**

**CPT 3**

2.010496-071

- committente : Dott. Geol. Stefano Marabini  
- lavoro : Nuovo fabbricato  
- località : Via Don Giovanni Verità angolo via S. Martino - Faen

- data : 04/07/2011  
- quota inizio : Piano Campagna  
- prof. falda : 3,40 m da quota inizio  
- scala vert.: 1 : 50



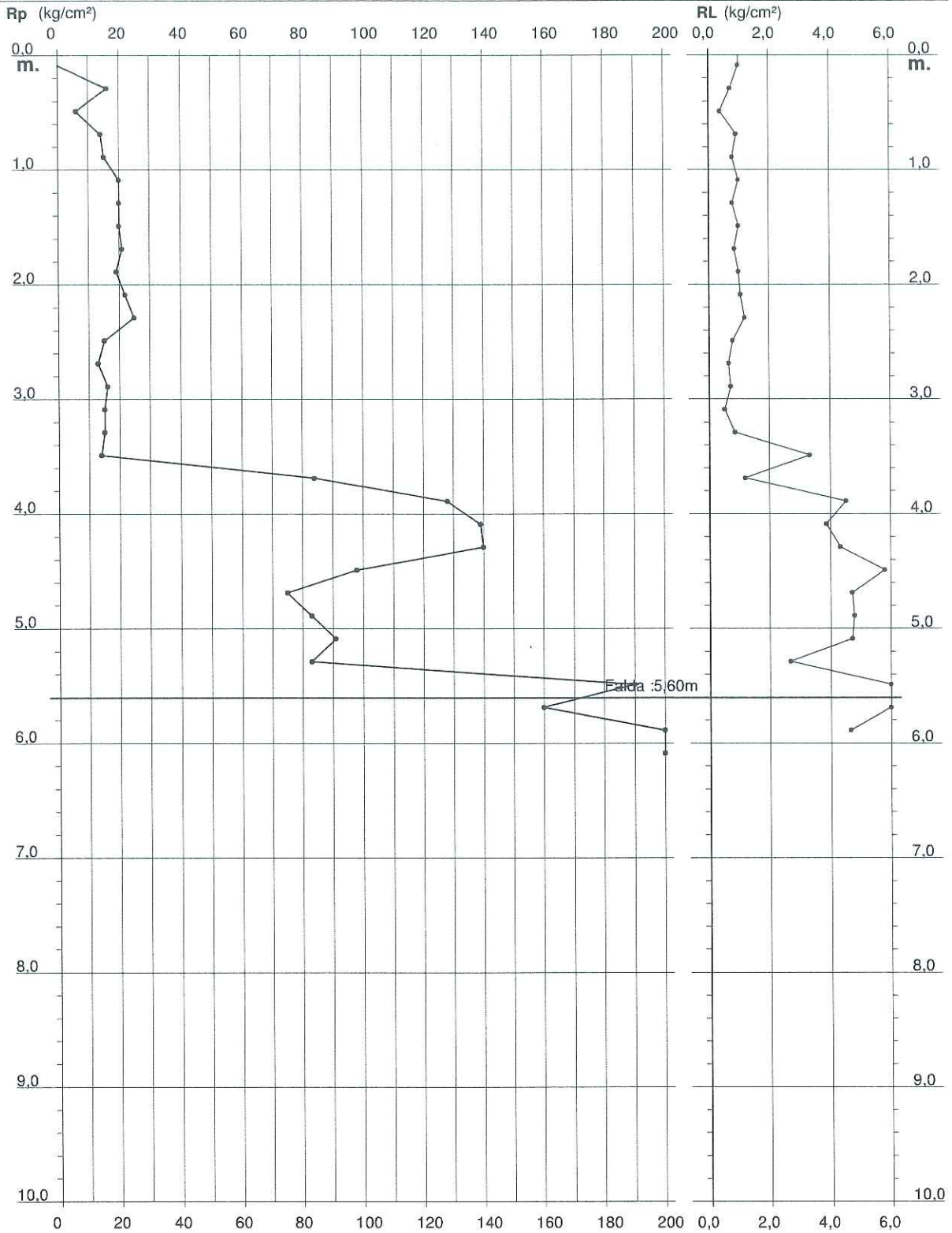
# PROVA PENETROMETRICA STATICA DIAGRAMMA DI RESISTENZA

## CPT 4

2.010496-071

- committente : Dott. Geol. Stefano Marabini  
- lavoro : Nuovo fabbricato  
- località : Via Don Giovanni Verità angolo via S. Martino - Faen

- data : 04/07/2011  
- quota inizio : Piano Campagna  
- prof. falda : 5,60 m da quota inizio  
- scala vert.: 1 : 50





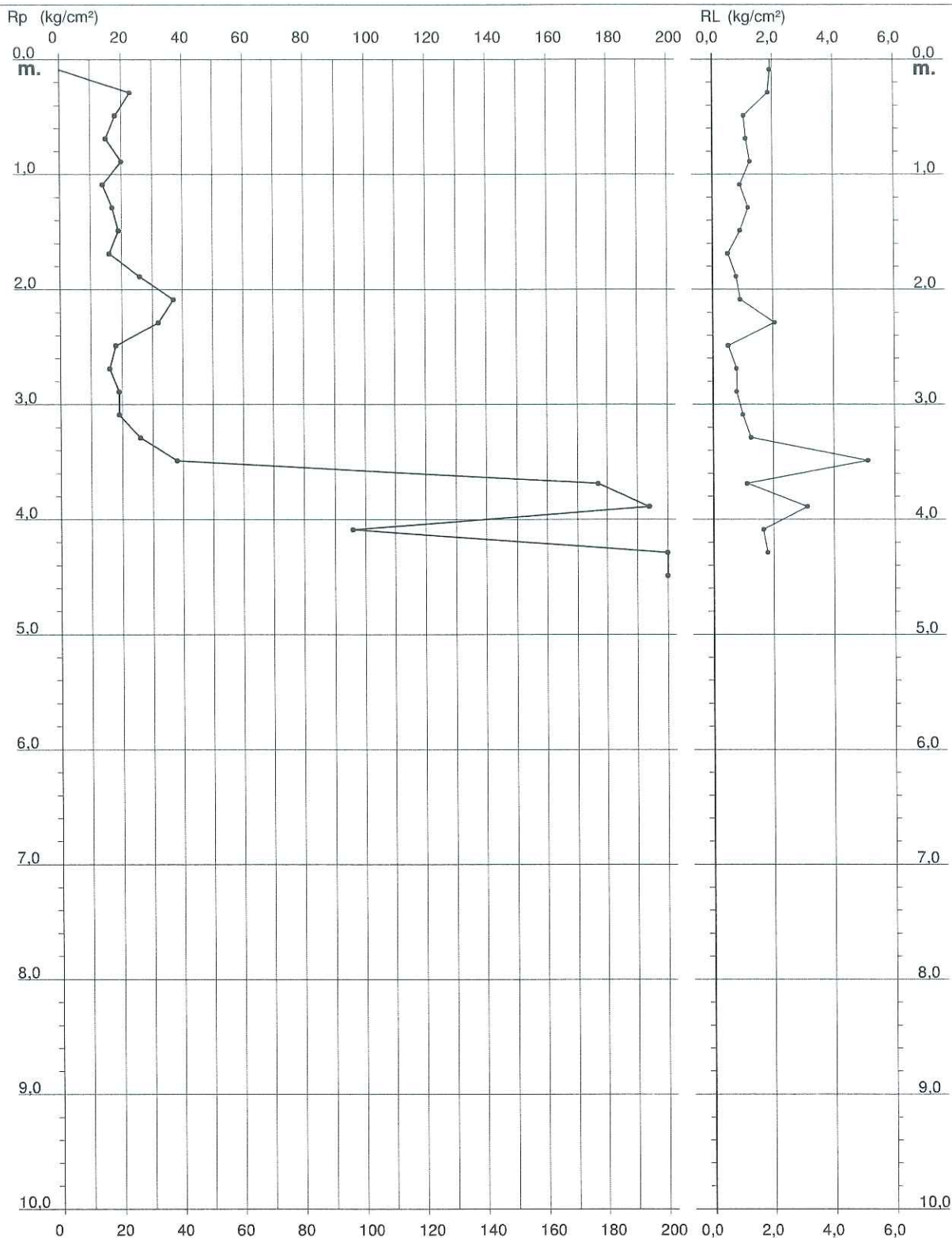
# PROVA PENETROMETRICA STATICA DIAGRAMMA DI RESISTENZA

## CPT 5

2.010496-071

- committente : Dott. Geol. Stefano Marabini  
- lavoro : Nuovo fabbricato  
- località : Via Don Giovanni Verità angolo via S. Martino - Faen

- data : 04/07/2011  
- quota inizio : Piano Campagna  
- prof. falda : Falda non rilevata  
- scala vert.: 1 : 50



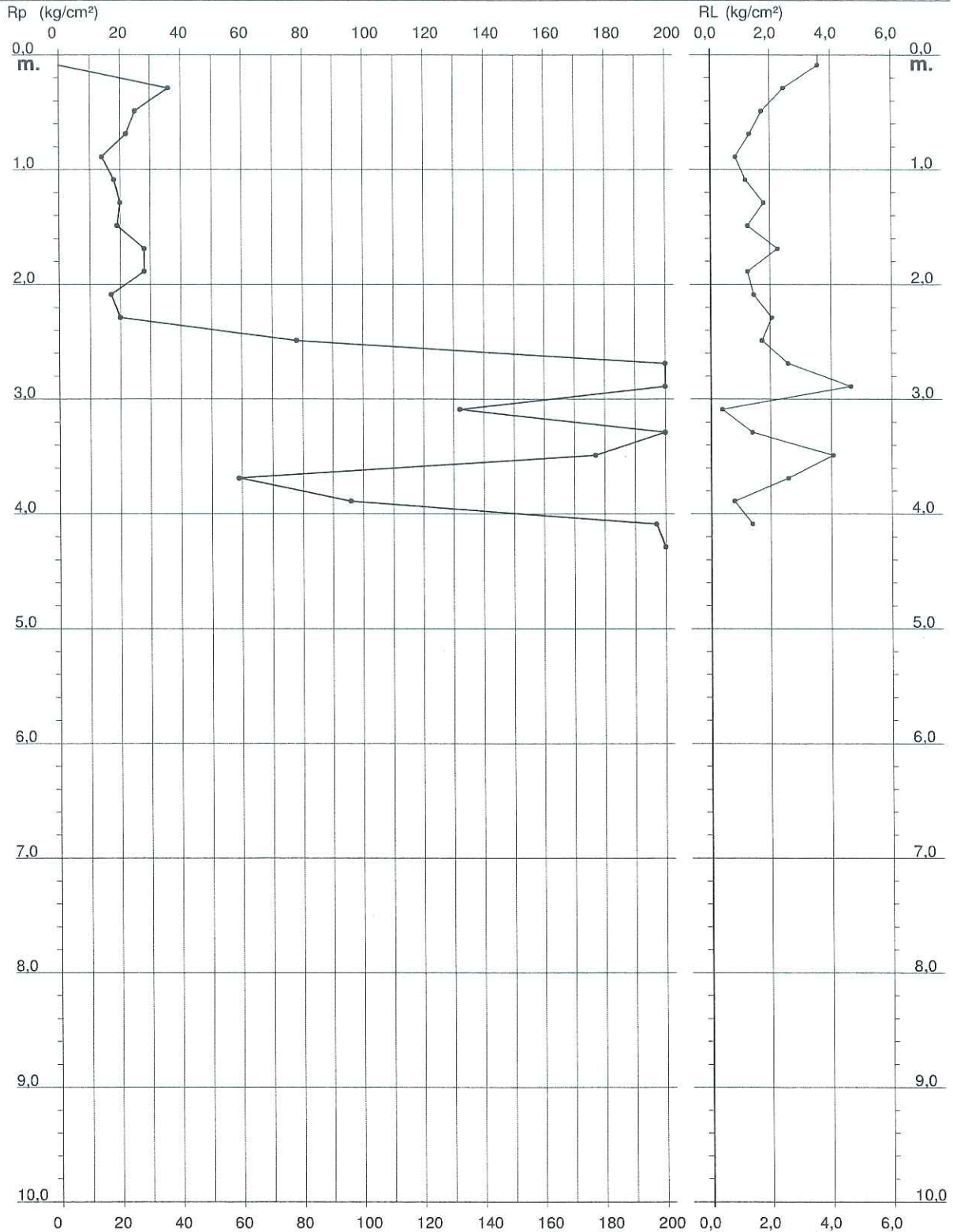
**PROVA PENETROMETRICA STATICA  
DIAGRAMMA DI RESISTENZA**

**CPT 6**

2.010496-071

- committente : Dott. Geol. Stefano Marabini  
- lavoro : Nuovo fabbricato  
- località : Via Don Giovanni Verità angolo via S. Martino - Faen

- data : 04/07/2011  
- quota inizio : Piano Campagna  
- prof. falda : Falda non rilevata  
- scala vert.: 1 : 50



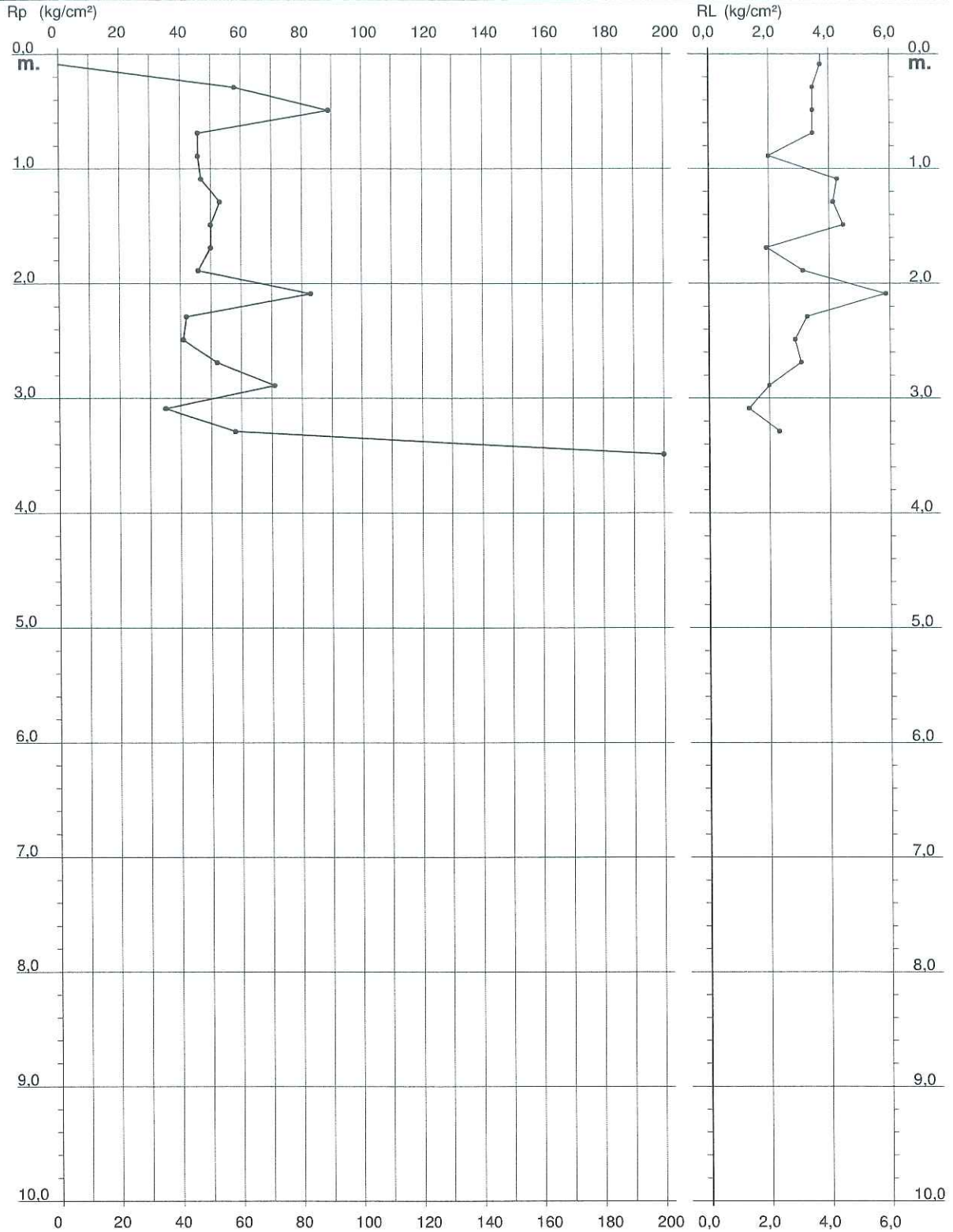
**PROVA PENETROMETRICA STATICA  
DIAGRAMMA DI RESISTENZA**

**CPT 7**

2.010496-071

- committente : Dott. Geol. Stefano Marabini  
- lavoro : Nuovo fabbricato  
- località : Via Don Giovanni Verità angolo via S. Martino - Faen

- data : 04/07/2011  
- quota inizio : Piano Campagna  
- prof. falda : Falda non rilevata  
- scala vert.: 1 : 50



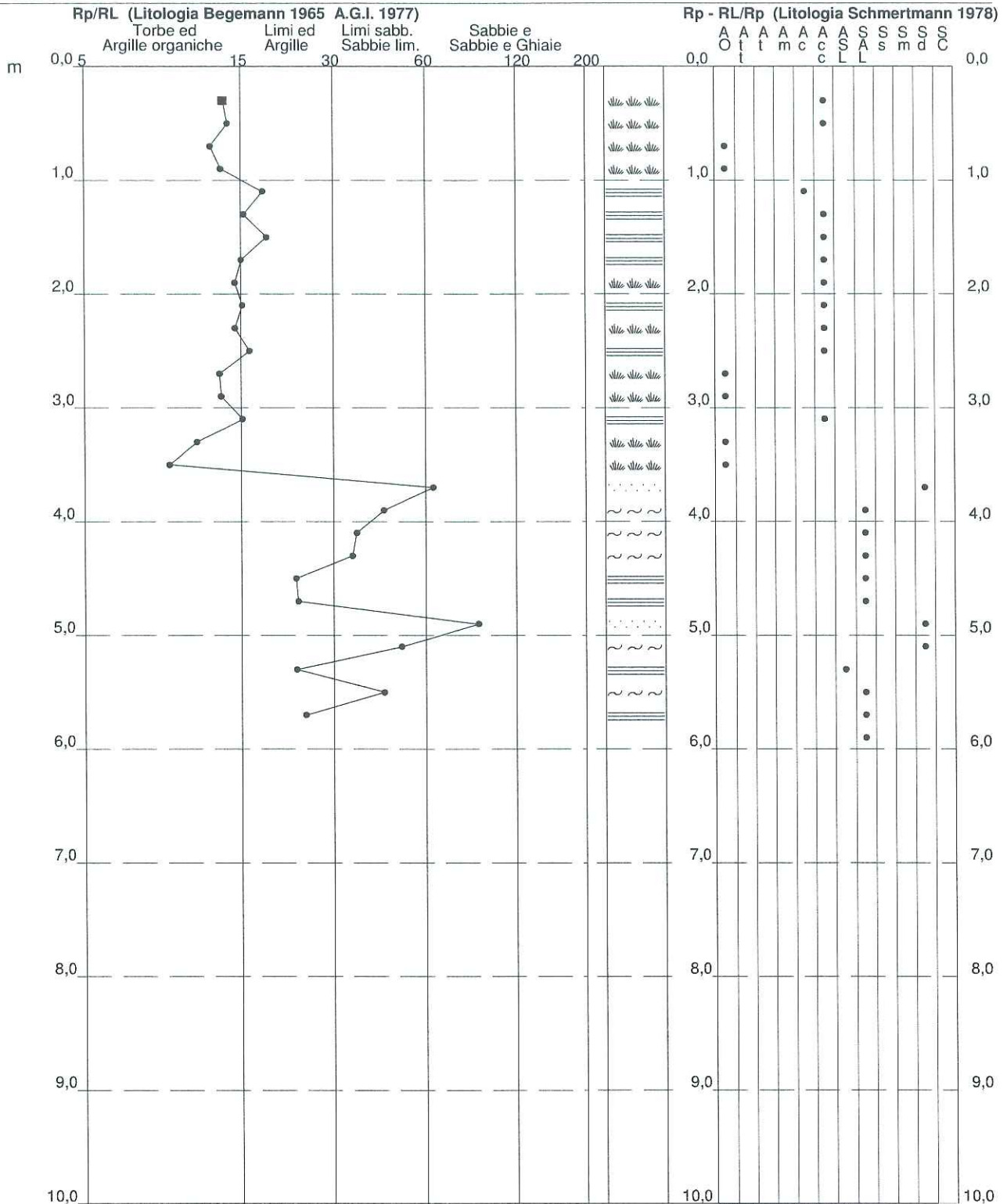
**PROVA PENETROMETRICA STATICA  
VALUTAZIONI LITOLOGICHE**

**CPT 1**

2.010496-071

- committente : Dott. Geol. Stefano Marabini  
- lavoro : Nuovo fabbricato  
- località : Via Don Giovanni Verità angolo via S. Martino - Faen  
- note : foro chiuso

- data : 04/07/2011  
- quota inizio : Piano Campagna  
- prof. falda : Falda non rilevata  
- scala vert.: 1 : 50



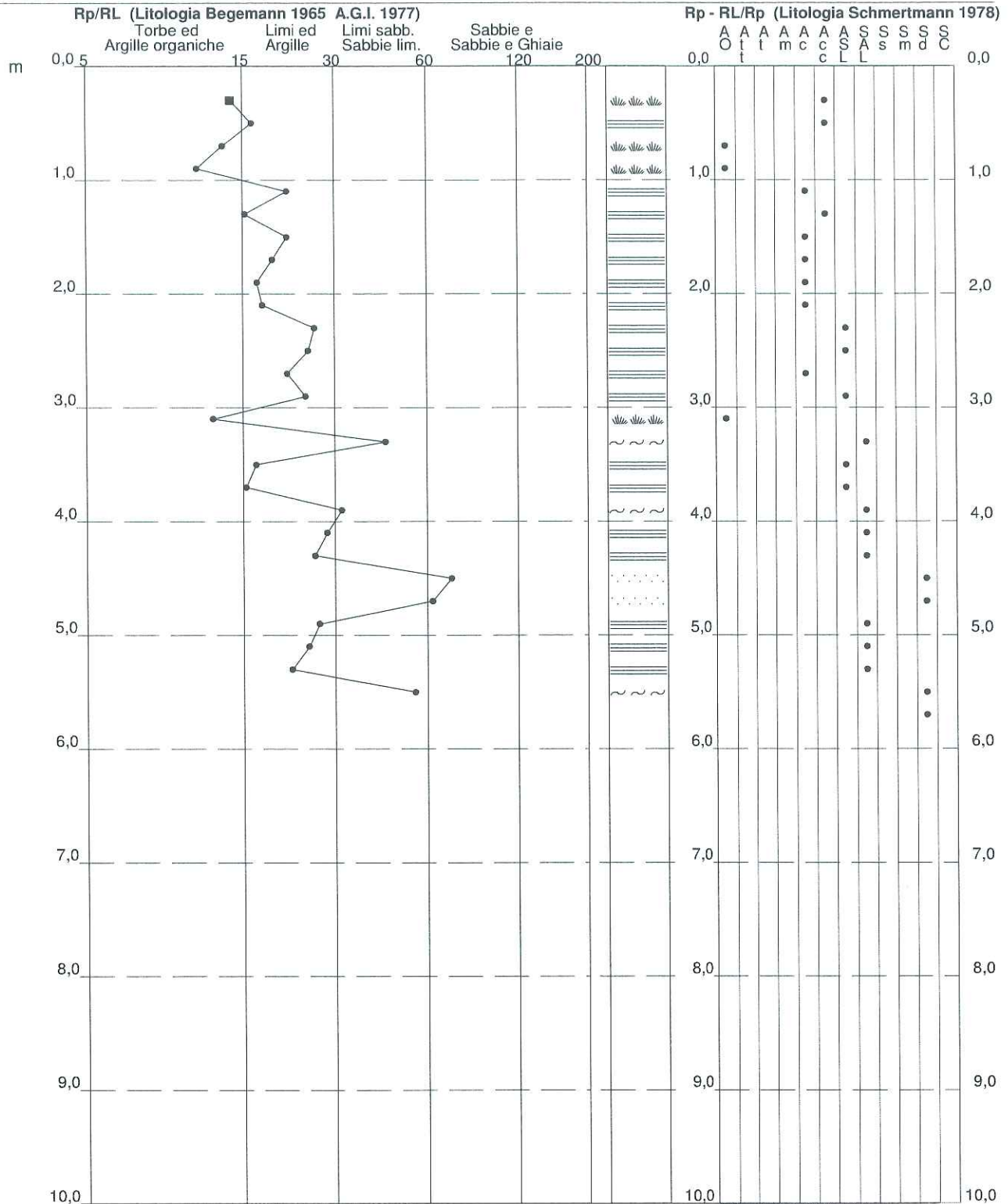
**PROVA PENETROMETRICA STATICA  
VALUTAZIONI LITOLOGICHE**

**CPT 2**

2.010496-071

- committente : Dott. Geol. Stefano Marabini  
- lavoro : Nuovo fabbricato  
- località : Via Don Giovanni Verità angolo via S. Martino - Faen  
- note : foro chiuso

- data : 04/07/2011  
- quota inizio : Piano Campagna  
- prof. falda : Falda non rilevata  
- scala vert.: 1 : 50



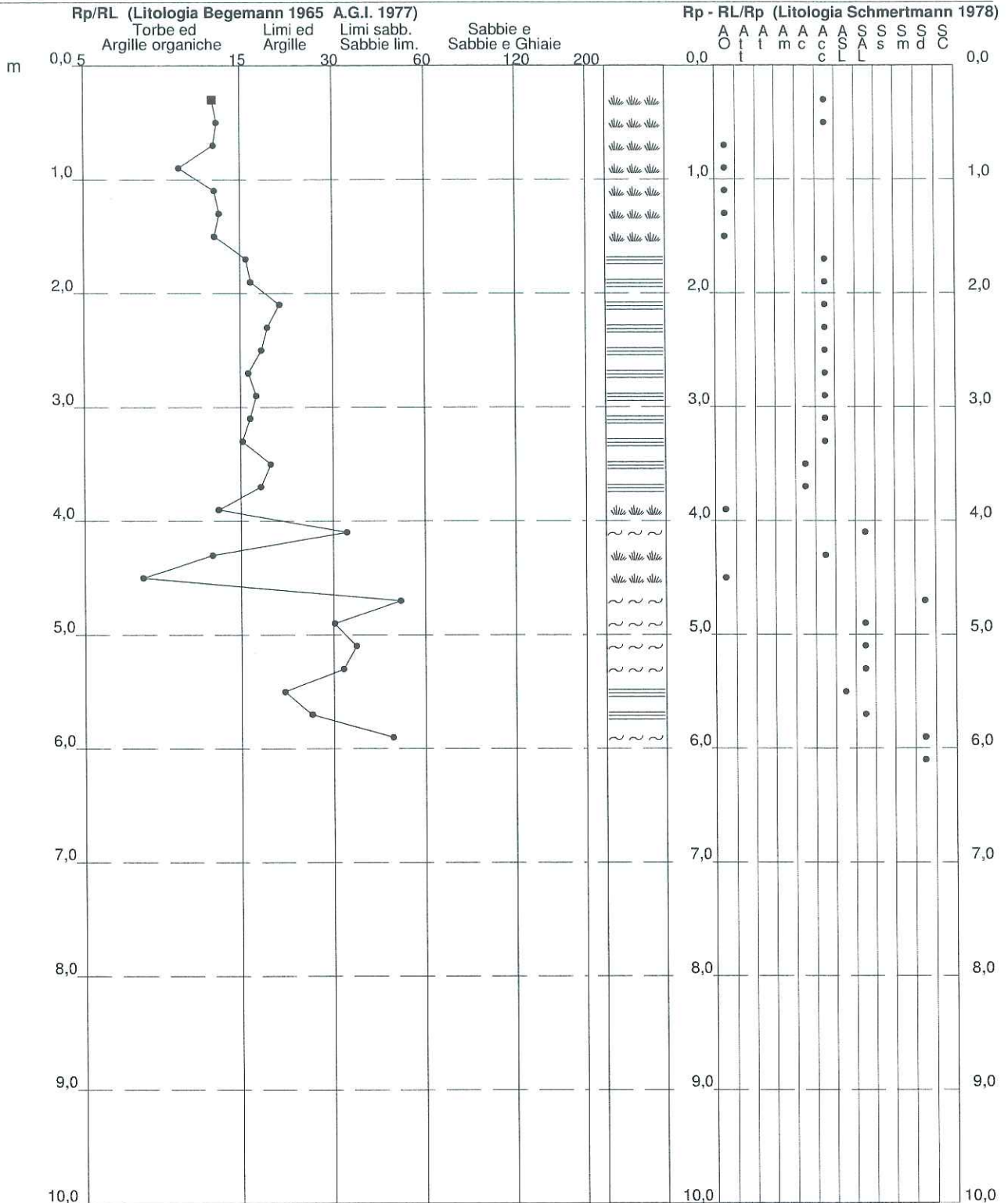
**PROVA PENETROMETRICA STATICA  
VALUTAZIONI LITOLOGICHE**

**CPT 3**

2.010496-071

- committente : Dott. Geol. Stefano Marabini  
- lavoro : Nuovo fabbricato  
- località : Via Don Giovanni Verità angolo via S. Martino - Faen  
- note :

- data : 04/07/2011  
- quota inizio : Piano Campagna  
- prof. falda : 3,40 m da quota inizio  
- scala vert.: 1 : 50



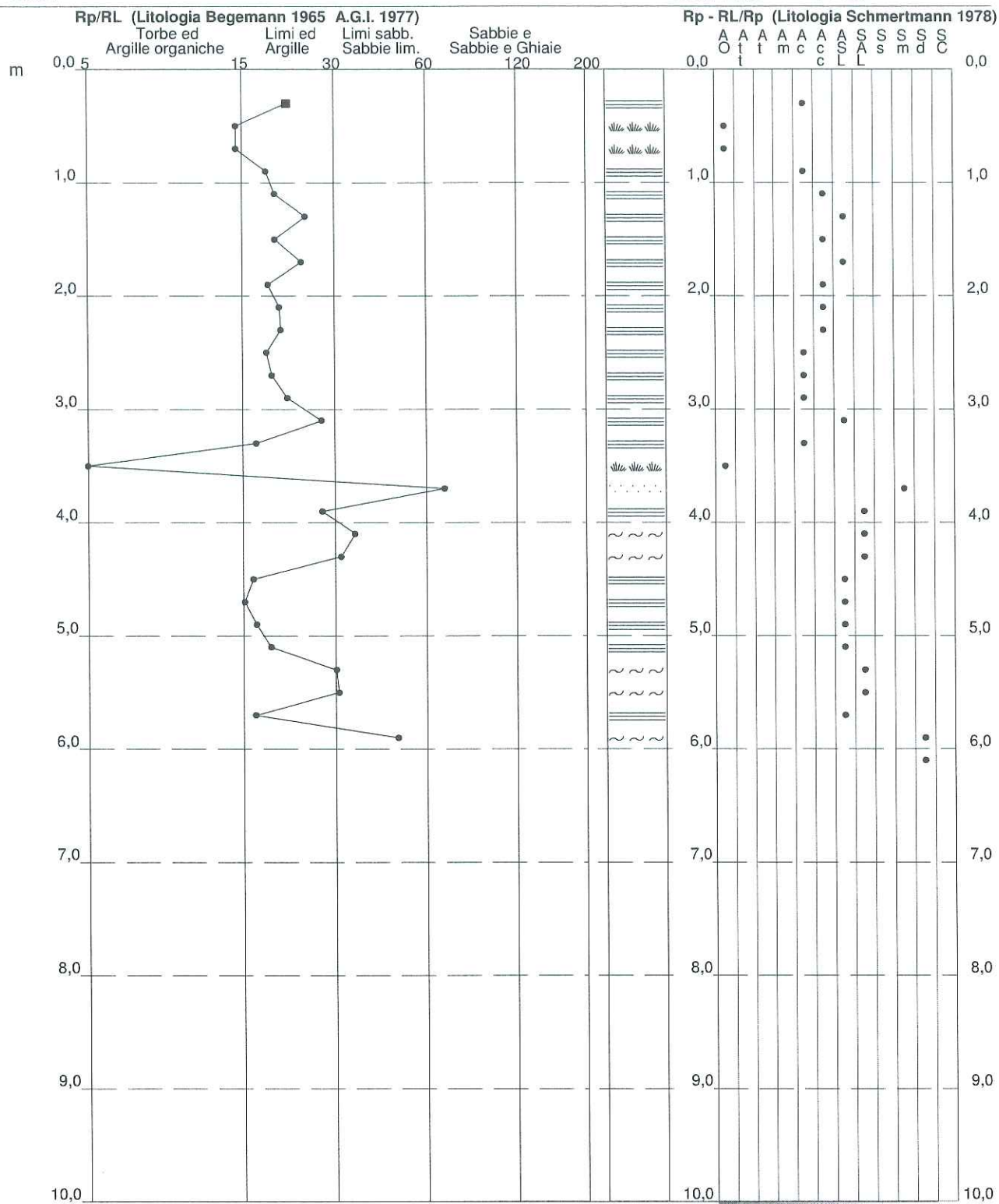
# PROVA PENETROMETRICA STATICA VALUTAZIONI LITOLOGICHE

**CPT 4**

2.010496-071

- committente : Dott. Geol. Stefano Marabini  
- lavoro : Nuovo fabbricato  
- località : Via Don Giovanni Verità angolo via S. Martino - Faen  
- note :

- data : 04/07/2011  
- quota inizio : Piano Campagna  
- prof. falda : 5,60 m da quota inizio  
- scala vert.: 1 : 50



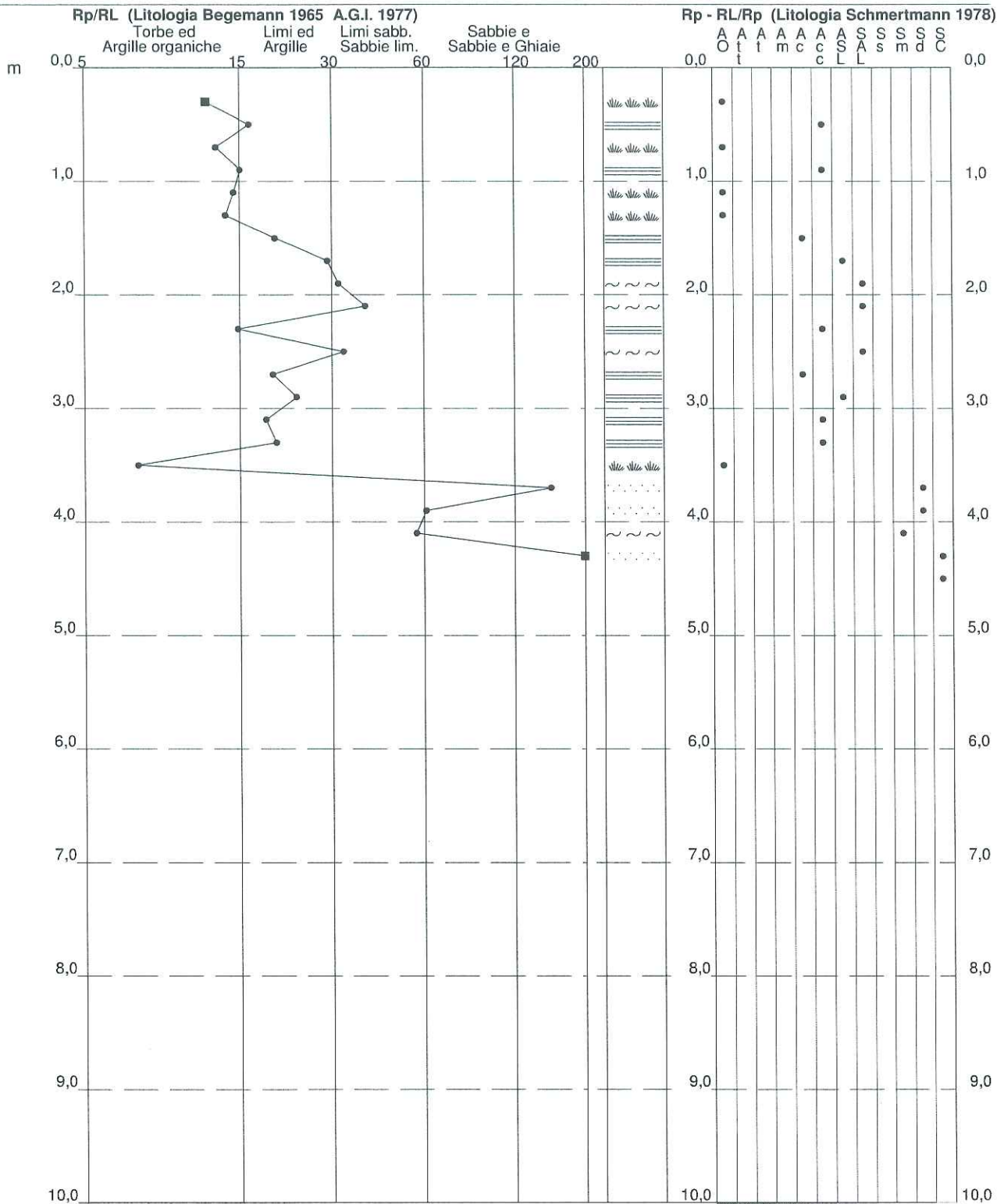
**PROVA PENETROMETRICA STATICA  
VALUTAZIONI LITOLOGICHE**

**CPT 5**

2.010496-071

- committente : Dott. Geol. Stefano Marabini  
- lavoro : Nuovo fabbricato  
- località : Via Don Giovanni Verità angolo via S. Martino - Faen  
- note :

- data : 04/07/2011  
- quota inizio : Piano Campagna  
- prof. falda : Falda non rilevata  
- scala vert.: 1 : 50





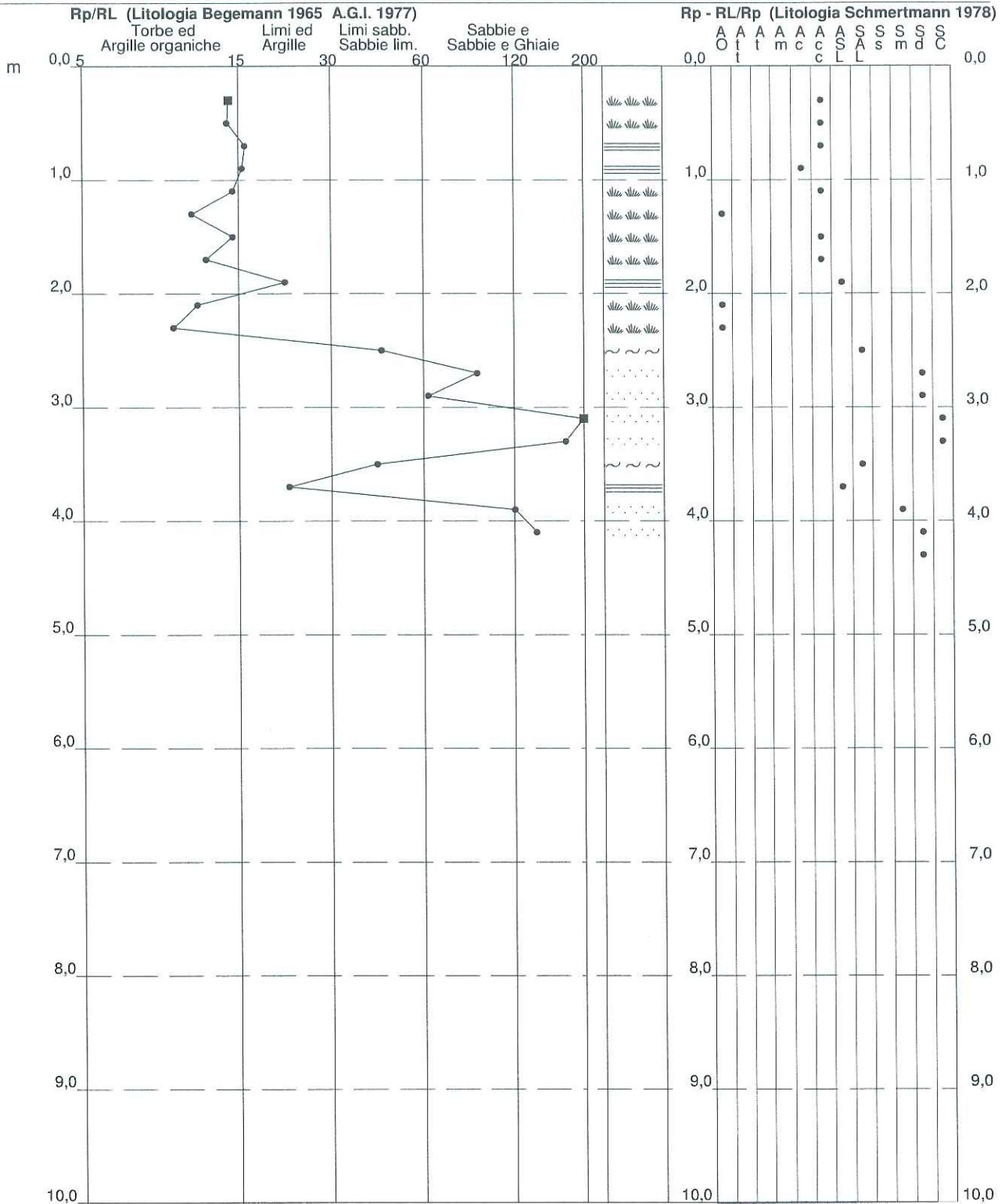
**PROVA PENETROMETRICA STATICA  
VALUTAZIONI LITOLOGICHE**

**CPT 6**

2.010496-071

- committente : Dott. Geol. Stefano Marabini  
- lavoro : Nuovo fabbricato  
- località : Via Don Giovanni Verità angolo via S. Martino - Faen  
- note :

- data : 04/07/2011  
- quota inizio : Piano Campagna  
- prof. falda : Falda non rilevata  
- scala vert.: 1 : 50



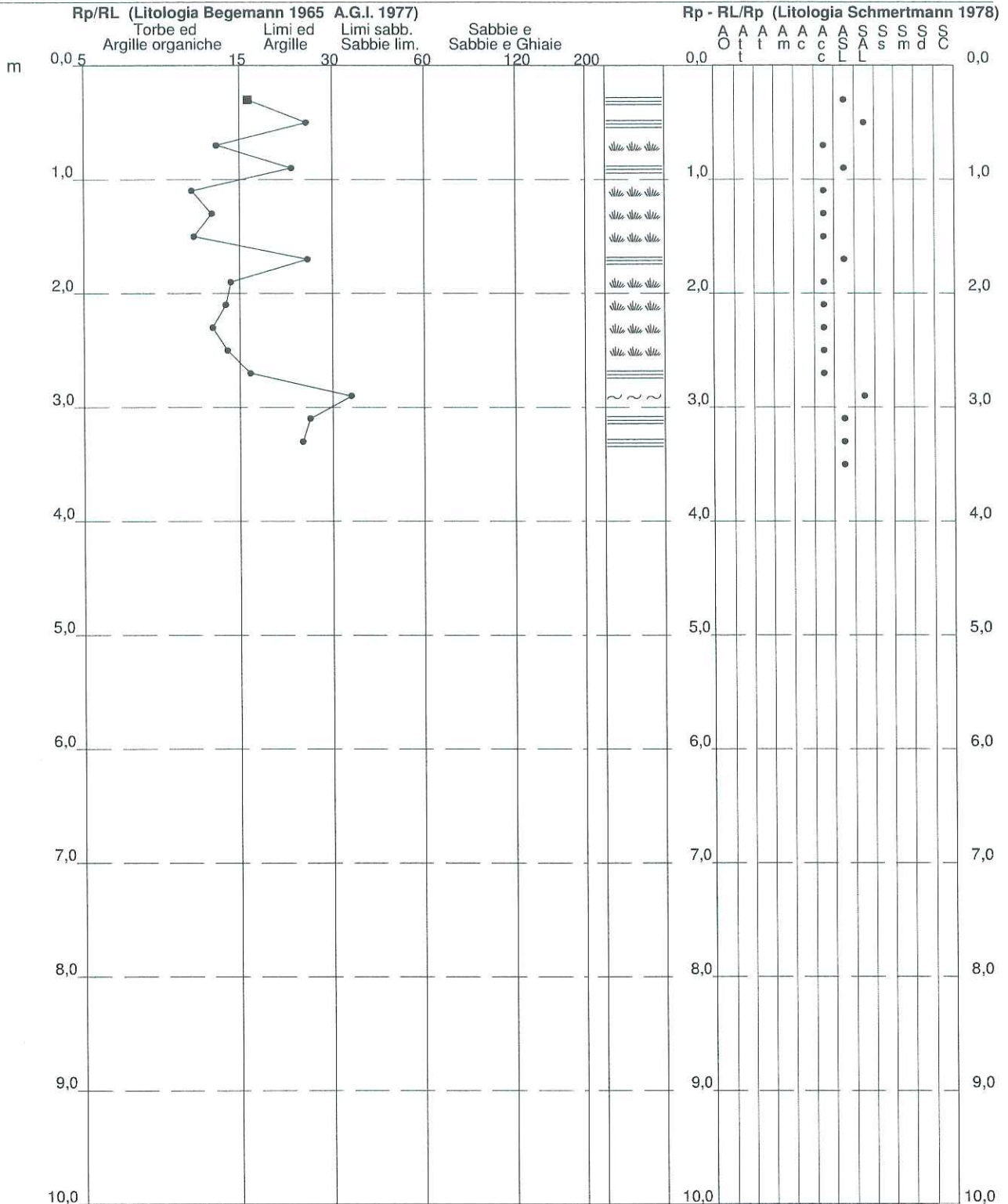
**PROVA PENETROMETRICA STATICA  
VALUTAZIONI LITOLOGICHE**

**CPT 7**

2.010496-071

- committente : Dott. Geol. Stefano Marabini  
- lavoro : Nuovo fabbricato  
- località : Via Don Giovanni Verità angolo via S. Martino - Faen  
- note :

- data : 04/07/2011  
- quota inizio : Piano Campagna  
- prof. falda : Falda non rilevata  
- scala vert.: 1 : 50



**INQUADRAMENTO GEOLOGICO, GEOMORFOLOGICO, IDROGEOLOGICO E SISMICO DI CORREDO  
AL PROGETTO DI TRASFORMAZIONE AREA SCHEDA 182 E REALIZZAZIONE DI CENTRO  
AGRICOLA AZIENDALE UBICATO IN VIA VERITÀ ANGOLO VIA SAN MARTINO NEL COMUNE DI  
FAENZA (RA).**

**Allegato 2  
(Relazione sismica)**

**CLASSIFICAZIONE DEL SITO NTC 2008**

Data 06/08/09

Località Via S. Martino - Isola, Faenza (RA)

Metodo di indagine MASW Attivo e Passivo  
(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

**RISPOSTA SISMICA LOCALE**

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

**Categorie di suolo di fondazione**

		Ss	Cc	S=S <sub>s</sub> *S <sub>T</sub>
<b>A</b>	Ammassi rocciosi affioranti o terreni molto rigidi caratterizzati da valori di Vs30 superiori a 800 m/s, eventualmente comprendenti in superficie uno strato di alterazione, con spessore massimo pari a 3 m.	1.00	1.00	1.00
<b>B</b>	Rocce tenere e depositi di terreni a grana grossa molto addensati o terreni a grana fina molto consistenti con spessori superiori a 30 m, caratterizzati da un graduale miglioramento delle proprietà meccaniche con la profondità e da valori di Vs30 compresi tra 360 m/s e 800 m/s (ovvero NSPT30 > 50 nei terreni a grana grossa e Cu30 > 250 kPa nei terreni a grana fina).	1.20	1.40	1.20
<b>C</b>	Depositi di terreni a grana grossa mediamente addensati o terreni a grana fina mediamente consistenti con spessori superiori a 30 m, caratterizzati da un graduale miglioramento delle proprietà meccaniche con la profondità e da valori di Vs30 compresi tra 180 m/s e 360 m/s (ovvero 15 < NSPT30 < 50 nei terreni a grana grossa e 70 < Cu30 < 250 kPa nei terreni a grana fina).	1.40	1.56	1.40
<b>D</b>	Depositi di terreni a grana grossa scarsamente addensati o di terreni a grana fina scarsamente consistenti, con spessori superiori a 30 m, caratterizzati da un graduale miglioramento delle proprietà meccaniche con la profondità e da valori di Vs30 inferiori a 180 m/s (ovvero NSPT30 < 15 nei terreni a grana grossa e Cu30 < 70 kPa nei terreni a grana fina).	1.65	2.27	1.65
<b>E</b>	Terreni dei sottosuoli di tipo C o D per spessore non superiore a 20 m, posti sul substrato di riferimento (con Vs30 > 800 m/s).	1.45	1.85	1.45
<b>S1</b>	Depositi di terreni caratterizzati da valori di Vs30 inferiori a 100 m/s (ovvero 10 < Cu30 < 20 kPa), che includono uno strato di almeno 8 m di terreni a grana fina di bassa consistenza, oppure che includono almeno 3 m di torba o di argille altamente organiche.	Servono studi speciali		
<b>S2</b>	Depositi di terreni suscettibili di liquefazione, di argille sensitive o qualsiasi altra categoria di sottosuolo non classificabile nei tipi precedenti.			

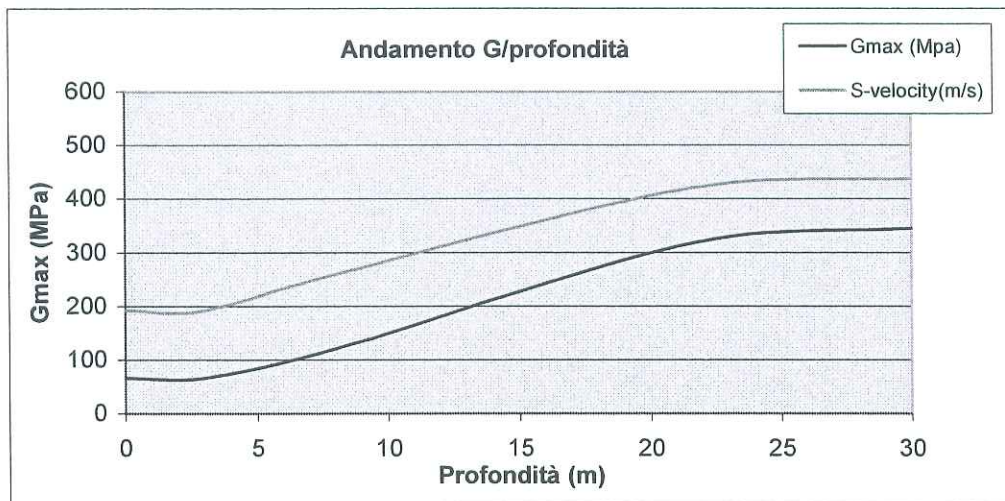
I parametri a/g, F<sub>0</sub> e T<sub>c</sub> vengono forniti dalla normativa

**Categorie Topografiche:**

		St	
<b>T1</b>	Superficie pianeggiante, pendii e rilievi isolati con inclinazione media i ≤ 15°	1	
<b>T2</b>	Pendii con inclinazione media i > 15°	1.2	valore alla sommità del pendio
<b>T3</b>	Rilievi con larghezza in cresta molto minore che alla base e inclinazione media 15° ≤ i ≤ 30°	1.2	valore della cresta del rilievo
<b>T4</b>	Rilievi con larghezza in cresta molto minore che alla base e inclinazione media i > 30°	1.4	valore della cresta del rilievo

Le sovraesposte categorie topografiche si riferiscono a configurazioni geometriche prevalentemente bidimensionali, creste o dorsali allungate, e devono essere considerate nella definizione dell'azione sismica se di altezza maggiore di 30 m.

Depth(m)	S-velocity(m/s)	Gmax (Mpa)	$\rho$ (t/mc)
0.0	192	66	1.80
3.0	192	66	1.80
8.0	259	121	1.80
21.4	419	316	1.80
30.0	438	345	1.80

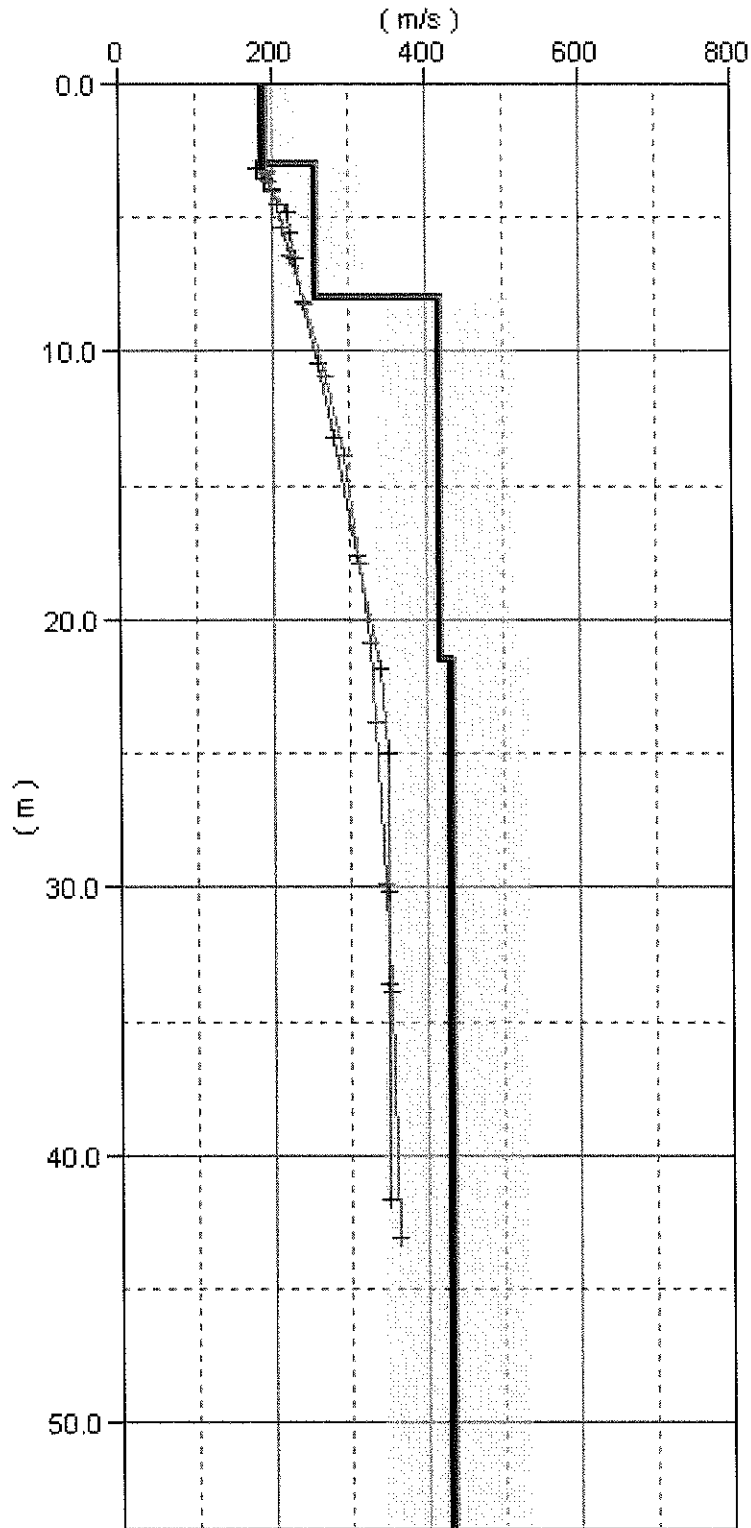


**Vs30 (m/s) = 347**

# Modello interpretativo Vs

Masw n° 16  
 $V_{s30} = 347 \text{ m/s}$

## Models



**SPETTRO DI RISPOSTA ELASTICO @ 5% SMORZAMENTO - COMP. ORIZZONTALE (NTC 2008)**  
Possibilità di superamento del 10% in 50 ann

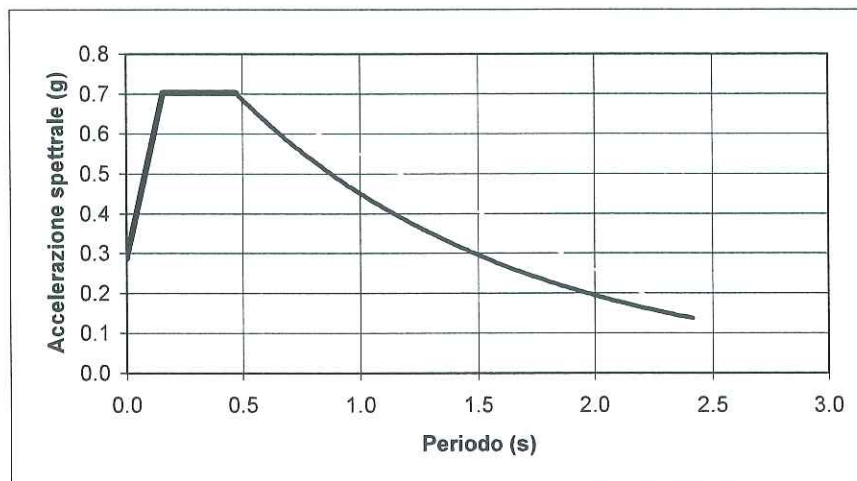
$$T_0 = a_g \times S$$

$$T_b = T_c / 3$$

$$T_c = C_c \times T_c^*$$

$$T_d = 4.0 \times a_g / g + 1.6$$

Ascisse (s)	Ordinate
0.0000	0.2870
0.1576	0.7026
0.4727	0.7026
2.4200	0.1372



**CLASSIFICAZIONE DEL SITO** 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

**Località** Via S. Martino - Isola, Faenza (RA)  
**Metodo di indagine** MASW Attivo e Passivo  
(misura  $V_r$ )  
**Strumentazione utilizzata** Sismografo ABEM RAS-24, 24 canali, 24 bits  
**Metodo di energizzazione** Rumore naturale+10 kg  
**Geometria stendimento:** 12 geofoni - interasse 5 m

**Valore di accelerazione massima orizzontale di picco al suolo  $a_{refg}$**  0.205

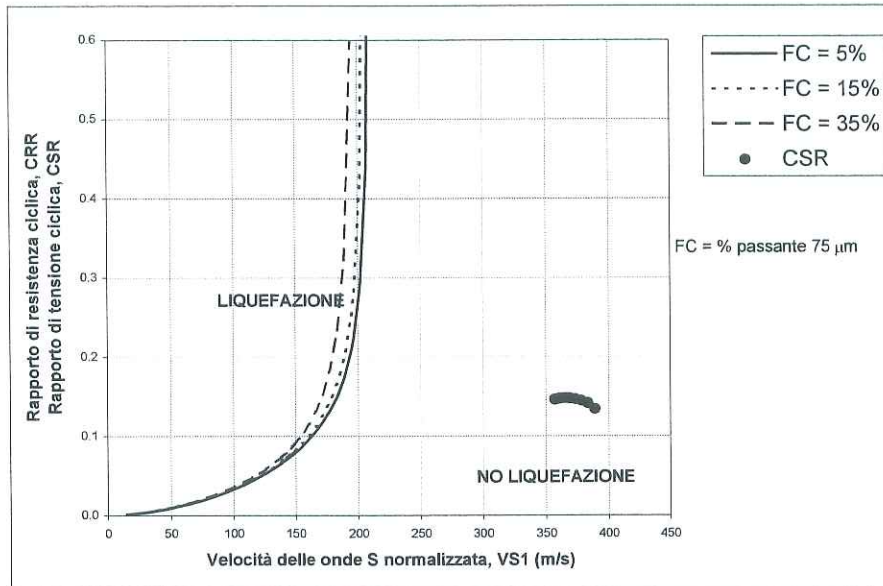
**Tabella per il calcolo dei coefficienti di amplificazione sismica (PIANURA 2)**

Vs30	F.A.
200	1.5
250	1.5
300	1.5
350	1.4
400	1.4
450	1.4
500	1.3
600	1.1
700	1.0
800	1.0



## VERIFICA ALLA LIQUEFAZIONE

profondità (m)	V <sub>s</sub>	V <sub>s1</sub>	CSR	F <sub>s</sub> = CRR <sub>7.5</sub> /CSR <sub>7.5</sub>
8.0	419	389	0.134	3.44
9.0	419	384	0.142	3.15
10.0	419	379	0.145	2.99
11.0	419	374	0.147	2.86
12.0	419	369	0.148	2.76
13.0	419	365	0.148	2.68
14.0	419	361	0.148	2.62
15.0	419	357	0.146	2.57



La velocità delle onde sismiche viene ricondotta ad un valore V<sub>s1</sub>, ovvero ad un valore normalizzato ad una tensione efficace p<sub>a</sub> = 100 kPa attraverso la:

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

RAPP. TENSIONALE CICLICO  $CSR = \tau_{media} / \sigma' = 0.65 \cdot (a_{max} / g) \cdot (\sigma_v / \sigma'_v) \cdot r_d$

a<sub>max</sub> = accelerazione di picco al piano campagna

g = accelerazione di gravità

σ<sub>v</sub>/σ'<sub>v</sub> = tensione totale ed efficace nel sottosuolo

r<sub>d</sub> = coefficiente riduttivo dell'azione sismica alla profondità d'interesse che tiene conto della deformabilità del sottosuolo

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

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

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

**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	0.287
0.040	1.389	0.399
0.070	1.759	0.505
0.100	2.283	0.655
0.150	2.637	0.757
0.200	2.707	0.777
0.300	2.466	0.708
0.400	1.840	0.528
0.500	1.445	0.415
0.750	0.955	0.274
1.000	0.645	0.185
1.500	0.355	0.102
2.000	0.231	0.066



**INQUADRAMENTO GEOLOGICO, GEOMORFOLOGICO, IDROGEOLOGICO E SISMICO DI CORREDO  
AL PROGETTO DI TRASFORMAZIONE AREA SCHEDA 182 E REALIZZAZIONE DI CENTRO  
AGRICOLA AZIENDALE UBICATO IN VIA VERITÀ ANGOLO VIA SAN MARTINO NEL COMUNE DI  
FAENZA (RA).**

**Allegato 5  
(Variante al P.R.G. n.25 “aree pubbliche” 2004)**

STUDIO GEOLOGICO  
dott. Stefano Marabini  
Via San Martino 1  
48018 FAENZA (Ravenna)  
tel. e fax: 0546/28067  
e-mail: stemarabini@libero.it

**COMUNE DI FAENZA (RA)**

**VARIANTE AL P.R.G. N.25  
"AREE PUBBLICHE"**

**RELAZIONE GEOLOGICA**

(D.M. 11.3.88, par.H;  
Circ.Reg. 11/2/1983, n. 1288)

marzo 2004

**ESTRATTO AREA  
VIA DON GIOVANNI VERITA'**

## **INDICE:**

1 - GENERALITA'.	pag. 2
2 - CARTOGRAFIA GEOLOGICA DI ANALISI (TAVV. B1a/04, B1a/04bis, B1b/04 e B1c/04).	pag. 3
2.1 INQUADRAMENTO GEOLOGICO-GEOMORFOLOGICO.	
2.1.1 ZONA COLLINARE E DI ALTA-MEDIA PIANURA.	
2.1.2 ZONA DI BASSA PIANURA.	
2.2 IDROGEOLOGIA.	
2.2.1 CARTA DELLE ISOBATE DELLA FALDA FREATICA.	
3 - ANALISI GEOTECNICA PRELIMINARE E DEL RISCHIO SISMICO.	pag. 7
3.1 CARATTERISTICHE DI PORTANZA DEI TERRENI DI FONDAZIONE SUPERFICIALI.	
3.2 STIMA GENERALE DELLA RESISTENZA ALLA LIQUEFAZIONE DEI TERRENI E VALUTAZIONE DEL COEFFICIENTE SISMICO DI FONDAZIONE ( $\epsilon$ ).	
3.2.1 RESISTENZA ALLA LIQUEFAZIONE DEI TERRENI.	
3.2.2 COEFFICIENTE SISMICO DI FONDAZIONE ( $\epsilon$ ).	
3.3 CLASSI DI EDIFICABILITA'.	
4 - CARTA GEOTECNICA DI PROGETTO.	pag. 11
4.1 SCHEDE GEOLOGICO-TECNICHE.	
4.2 SCHEDA GEOLOGICO-TECNICA 1/04 (AREA VIA PLICCA-"FONDO CHIUDAROLO").	
4.3 SCHEDA GEOLOGICO-TECNICA 2/04 (AREA VILLA AGNESINA).	
4.4 SCHEDA GEOLOGICO-TECNICA 3/04 (AREA PEEP PIEVE CESATO).	
4.5 SCHEDA GEOLOGICO-TECNICA 4/04 (AREA VIA CASE BIANCHE-FOSSOLO).	
4.6 SCHEDA GEOLOGICO-TECNICA 5/04 (AREA VIA DON GIOVANNI VERITA').	
4.7 SCHEDA GEOLOGICO-TECNICA 6/04 (ROTATORIE SU VIA GRANAROLO).	
4.8 SCHEDA GEOLOGICO-TECNICA 7/04 (AREA VIA MODIGLIANA-VIA TOMBARELLA).	

### **allegati:**

TAVV. B1a/04, B1b/04, B1b/04bis, B1c/04-CARTAGEOLITOLOGICA-GEOMORFOLOGICA	1:10.000/1:12.500
PLANIMETRIE - 1/04, 2/04, 3/04, 4/04, 5/04, 6/04, 7/04	1:5.000
n. 20 grafici penetrometrici statici (CPT)	
n. 3 grafici penetrometrici dinamici	
n. 1 stratigrafia di sondaggio meccanico	

## **1 - GENERALITA'.**

Su richiesta del **Settore Territorio del COMUNE DI FAENZA (RA)** è stata effettuata, a supporto della **VARIANTE PARZIALE al PRG n. 25** (“AREE PUBBLICHE”), l’analisi geologica di fattibilità per gli interventi urbanistici ed edilizi previsti nei seguenti siti:

- **Area VIA PLICCA-“FONDO CHIUDAROLO” (1/04)**
- **Area VILLA AGNESINA (2/04)**
- **Area PEEP PIEVE CESATO (3/04)**
- **Area VIA CASE BIANCHE-FOSSOLO (4/04)**
- **Area VIA DON GIOVANNI VERITA' (5/04)**
- **ROTATORIE SU VIA GRANAROLO (6/04).**
- **Area VIA MODIGLIANA-VIATOMBARELLA (7/04)**

Al fine di una sufficiente e omogenea conoscenza geognostica dei suddetti siti, posti in ambiti morfostratigrafici distinti della fascia pedemontana e della pianura faentina, e in considerazione comunque delle informazioni geologiche relative a precedenti analisi urbanistiche (v. in particolare: **Relazione geologica Variante Generale PRG '96, a firma del dr. geol. Stefano Marabini e Relazione geologica per la Variante PRG 2000, a firma del dr. geol. Giancarlo Andreatta**), sono stati acquisiti i risultati delle seguenti nuove indagini geognostiche eseguite allo scopo:

- **n.9 penetrometrie statiche** (CPT 1/04, 2/04, 3/04, 4/04, 5/05, 6/04, 8/04, 9/04, 10/04, 11/04 e 12/04), spinte sino a profondità minima pari a -10m, o comunque a rifiuto in corrispondenza di uno strato alluvionale ghiaioso o molto compatto;

I risultati complessivi dell’analisi geologico-urbanistica sono riassunti nella presente relazione, corredata dei seguenti stralci cartografici (**desunte con modifiche e aggiornamenti da: Relazione geologica Variante Generale PRG '96**).

- **TAVV. B1a/04, B1a/04bis, B1b/04, B1c/04:**

**CARTA GEOLITOLOGICA-GEOMORFOLOGICA a scala 1:10.000/1:12.500**

- **PLANIMETRIE (Ubicazione indagini geognostiche):**

**1/04, 2/04, 3/04, 4/04, 5/04, 6/04, 7/04** a scala 1:5.000.

#### **4.6 - SCHEDA GEOLOGICO-TECNICA 5/04.**

**COMUNE DI FAENZA (Ra)**  
**VARIANTE al PRG n.25**

#### **AREA VIA DON GIOVANNI VERITÀ** **(PLANIMETRIA 5/04)**

Si tratta di un'area, estesa circa 2,2ha, interposta tra la Via Don Giovanni Verità e la Via S.Martino, a sud del Ponte Rosso sul Fiume Lamone, alla periferia sud di Faenza (v. **TAV.B1b/04**).

In essa è individuata un comparto per la costruzione di fabbricati a servizio dell'Azienda Agricola Proprietaria.

#### **INQUADRAMENTO GEOLOGICO-GEOMORFOLOGICO.**

L'Area Via Don Giovanni Verità è situata centralmente nella piana di fondovalle in destra del Fiume Lamone. Essa è separata dalla golena attuale del fiume, il cui alveo dista una cinquantina di metri a nord, dal rilevato stradale di Via S.Martino, il quale assume quindi la funzione di un'arginatura (v. **TAV.B1b/04** desunta dalla "Carta geolitologica-geomorfologica" a scala 1:5.000 conservata presso il Settore Territorio del Comune di Faenza).

L'area è scolata attualmente da fossi agricoli in direzione del F.Lamone a est (v. "Carta idrogeologica" a scala 1:5.000 conservata presso il Settore Territorio del Comune di Faenza).

#### **INFORMAZIONI GEOTECNICHE E FREATIMETRICHE.**

All'interno dell'Area Via Don Giovanni Verità, in corrispondenza della porzione in cui è prevista edificazione, sono state appositamente eseguite le **penetrometrie statiche CPT 8/04, 9/04 e 10/04**, i cui risultati, congruenti con i dati disponibili per la zona circostante (v. **grafici penetrometrici allegati delle PD 2 e PS 53/PE desunte dalla Relazione geologica Variante Generale PRG '96**), possono così sintetizzarsi stratigraficamente dall'alto verso il basso:

- a) presenza di uno **strato superficiale**, sino a profondità di circa **-3m**, costituito da alluvioni limose e sabbiose sciolte, caratterizzate da valori medi e medio-alti di resistenza penetrometrica statica (**Rp medio  $\geq 15\text{daN/cm}^2$** );
- b) presenza di uno **strato profondo** continuo, ad assetto tabulare, da circa **-3m** sino ad almeno **-5m** di profondità, costituito da alluvioni sabbiose e ghiaie caratterizzate da valori assai elevati di resistenza penetrometrica statica (**Rp medio  $\geq 50\text{daN/cm}^2$** ).

Nei fori penetrometrici non è stata rilevata presenza di acque sotterranee sino alla profondità raggiunta, congruentemente con le informazioni freatiche al contorno.

#### **GIUDIZIO GENERALE IN MERITO ALL'EDIFICABILITA'.**

Sulla base delle informazioni geotecniche e idrogeologiche specifiche, e di quelle generali relative alla zona circostante, si ritiene che non sussistano pregiudiziali di tipo geotecnico, idrogeologico, o geologico in genere, per l'intervento edilizio previsto dalla **VARIANTE al PRG n. 25.**

In particolare tutta l'**Area Via Don Giovanni Verità** risulta ragionevolmente classificabile come "area normalmente edificabile" (v. paragrafo 3.3 della presente Relazione geologica).

Per gli aspetti prettamente geotecnici si stimano indicativamente i seguenti parametri per fondazioni poggiate su terreni alluvionali naturali e non rimaneggiati:

- **P.Amm. (portanza dei terreni per fondazioni superficiali)  $\geq 1,3\text{daN/cm}^2$**

-  **$\epsilon$  (coefficiente sismico) = 1**

Da un punto di vista idrogeologico generale, si evidenzia l'importanza di potenziare la rete di scolo superficiale, eventualmente tramite un leggero rialzo del piano calpestio, onde garantire un più rapido deflusso delle acque superficiali.