

Comune di Rimini  
Provincia di Rimini

PROGETTO DI AMPLIAMENTO DI EDIFICIO AD USO  
COMMERCIO ALL'INGROSSO IN VIA VARISCO  
*Procedimento unico di cui all'art. 53 c. 1 lett. b) della  
L.R. 24/2017*

Committente:  
ARCA S.p.A.

Progettisti:  
STUDIO ASSOCIATO PREGER  
- Arch. Edoardo Preger  
- Arch. Marco Preger  
- Ing. Gabriele Medri  
- Arch. Christian Tramonti

Indagine geologica:  
- Geologo Dott. Aldo Antoniazzi

Elaborato. n°

**1**

oggetto:  
INDAGINE GEOLOGICA  
Relazione Geologica  
e Relazione sulla  
Modellazione Sismica

scala:

data: 02 - 2020

revisione n°

concessione/estremi autorizzativi:



studio  
associato  
preger

via dell'arrigoni n°220  
47023 Cesena (fc)  
t. 0547/318943 - f. 0547/416365  
info@studioassociatopreger.it

nota: è proibita la riproduzione totale o parziale degli elaborati progettuali senza previa esplicita autorizzazione del progettista

**Studio:**

Indagine geognostica sul terreno interessato dal progetto di ampliamento di edificio ad uso commercio all'ingrosso, via Varisco, Comune di Rimini (RN)

**Committente:**

ARCA S.p.A.  
Piazzale Caduti del Lavoro n. 244  
47522 Cesena (FC), Italia

**Realizzazione:**

Geologo Dott. Aldo Antoniazzi  
Studio di Geologia Tecnica e Ambientale  
Via Pompeo Tumedei n. 90  
47121 Forlì (FC)  
C. F.: NTN LDA68D21C573I  
P. IVA: 04418130409

**Collaboratori:**

Dott. Geol. Alberto Antoniazzi

**Consulenti:****Specialisti:**

Dott. Geol. Maurizio Moroni

**Coordinamento:**

Dott. Geol. Aldo Antoniazzi

## INDICE

<b>INDICE</b> .....	<b>2</b>
<b>ALLEGATI:</b> .....	<b>3</b>
<b>NORMATIVA DI RIFERIMENTO</b> .....	<b>4</b>
<b>1. PREMESSA</b> .....	<b>5</b>
1.1. Opere in progetto .....	5
1.2. Scopi dell'indagine.....	5
1.3. Definizione del modello geologico .....	5
<b>2. INQUADRAMENTO DEL SITO</b> .....	<b>6</b>
2.1. Ubicazione.....	6
2.2. Lineamenti morfologici .....	7
2.3. Rischio idrogeologico .....	8
<b>3. INQUADRAMENTO GEOLOGICO</b> .....	<b>11</b>
3.1. Cartografia geologica .....	11
3.2. Inquadramento geologico.....	11
3.3. Inquadramento tettonico.....	13
<b>4. SITUAZIONE GEOLITOLOGICA DEL SITO IN ESAME</b> .....	<b>15</b>
4.1. La serie dei terreni.....	15
4.2. Sezioni geologiche .....	15
<b>5. IDROGEOLOGIA</b> .....	<b>16</b>
5.1. Situazione generale.....	16
5.2. Situazione locale .....	17
5.2.1. Falda freatica.....	17
5.2.2. Falde confinate .....	17
<b>6. CARATTERISTICHE GEOMECCANICHE DEI TERRENI</b> .....	<b>18</b>
6.1. Determinazione dei parametri geotecnici .....	18
6.2. Parametri geotecnici dei terreni in esame .....	19
<b>7. SISMICITÀ</b> .....	<b>20</b>
7.1. Classificazione sismica del Comune di Rimini.....	20
7.2. Zonizzazione sismica .....	21
7.3. Terremoto di riferimento .....	21
7.4. Magnitudine di progetto.....	24
<b>8. INDAGINE GEOFISICA</b> .....	<b>25</b>
8.1. Modalità operative .....	25
8.2. Risultati ottenuti.....	27
8.3. Rilievo Re.Mi. congiunto con H.V.S.R. 1 .....	27
8.4. Rilievo H.V.S.R. 1 congiunto con Re.Mi. ....	29
<b>9. MODELLAZIONE SISMICA</b> .....	<b>32</b>
9.1. D.M. 17 gennaio 2018 .....	32
9.1.1. Categoria di sottosuolo di fondazione .....	32
9.1.2. Parametrizzazione sismica .....	32
<b>10. RISCHIO DI LIQUEFAZIONE</b> .....	<b>34</b>
<b>11. ORIENTAMENTI TECNICI</b> .....	<b>35</b>
11.1. Modello geologico ed idoneità del terreno .....	35
11.2. Portanza del terreno .....	35
11.3. Cedimenti del terreno .....	35
11.4. Coefficiente di sottofondo .....	36
11.5. Indicazioni progettuali.....	38
<b>12. CONSIDERAZIONI CONCLUSIVE</b> .....	<b>39</b>

**ALLEGATI:**

-	Carta geologica con l'ubicazione delle prove in sito (scala 1:500)
-	Sondaggio a carotaggio continuo
-	Prove penetrometriche statiche - CPT (n. 4)
-	Prove di laboratorio (taglio CD ed edometria su 3 campioni)
-	Sezioni geologiche (scala 1:250)

## **NORMATIVA DI RIFERIMENTO**

### **Decreto Ministeriale 17 gennaio 2018**

Aggiornamento delle Norme Tecniche per le Costruzioni

### **Consiglio Superiore dei Lavori Pubblici**

Istruzioni per l'applicazione dell'Aggiornamento delle Norme tecniche per le costruzioni di cui al decreto ministeriale 17 gennaio 2018. Circolare 21 gennaio 2019 n. 7

### **Decreto Ministeriale 14.01.2008**

Testo Unitario - Norme Tecniche per le Costruzioni

### **Consiglio Superiore dei Lavori Pubblici**

Istruzioni per l'applicazione delle "Norme tecniche per le costruzioni" di cui al D.M. 14 gennaio 2008. Circolare 2 febbraio 2009

### **Consiglio Superiore dei Lavori Pubblici**

Pericolosità sismica e Criteri generali per la classificazione sismica del territorio nazionale. Allegato al voto n. 36 del 27.07.2007

### **Eurocodice 8 (1998)**

#### **Indicazioni progettuali per la resistenza fisica delle strutture**

Parte 5: Fondazioni, strutture di contenimento ed aspetti geotecnici (stesura finale 2003)

### **Eurocodice 7.1 (1997)**

Progettazione geotecnica - Parte I: Regole Generali. UNI

### **Eurocodice 7.2 (2002)**

Progettazione geotecnica - Parte II: Progettazione assistita da prove di laboratorio (2002). UNI

### **Eurocodice 7.3 (2002)**

Progettazione geotecnica - Parte II: Progettazione assistita con prove in sito (2002). UNI

**Leggi Regionali** in materia di pianificazione e di Vincolo Idrogeologico

**Piano Stralcio di Bacino per l'Assetto Idrogeologico** redatto dall'Autorità Interregionale di Bacino Marecchia-Conca

**Piano Territoriale di Coordinamento Provinciale** della Provincia di Rimini

**P.R.G., P.S.C. e Regolamento Urbanistico** del Comune di Rimini

### **D.M. 11.03.1988**

Norme tecniche riguardanti le indagini sui terreni e sulle rocce, la stabilità dei pendii naturali e delle scarpate, i criteri generali e le prescrizioni per la progettazione, l'esecuzione e il collaudo delle opere di sostegno delle terre e delle opere di fondazione

**Atto di coordinamento tecnico sugli studi di microzonazione sismica per la pianificazione territoriale e urbanistica** (artt. 22 e 49, L.R. n. 24/2017), Deliberazione della Giunta Regionale n. 630 del 29 aprile 2019.

## **1. PREMESSA**

### **1.1. OPERE IN PROGETTO**

La presente indagine geologica e sismica riguarda la zona interessata dal progetto di ampliamento di edificio ad uso commercio all'ingrosso in via Varisco del Comune di Rimini (RN).

### **1.2. SCOPI DELL'INDAGINE**

La presente indagine è stata realizzata al fine di definire la situazione geologica, geomorfologica ed idrogeologica dell'area in esame, di ricostruire il modello geologico e i lineamenti geotecnici dei terreni interessati, di riconoscere la presenza di acque sotterranee, di caratterizzare la situazione sismica locale, di definire il potenziale di liquefazione del terreno, di fornire indicazioni e prescrizioni in merito all'utilizzabilità geologica dell'area.

### **1.3. DEFINIZIONE DEL MODELLO GEOLOGICO**

Il modello geologico locale è stato definito con riferimento:

- ◆ all'insieme degli elementi cartografici, stratigrafici e normativi disponibili in merito al suolo e sottosuolo considerato;
- ◆ ad un attento rilevamento di superficie;
- ◆ all'attuazione di un sondaggio a carotaggio continuo (S1);
- ◆ all'esecuzione di 4 prove penetrometriche statiche meccaniche (CPT1, CPT2, CPT3 e CPT74);
- ◆ all'installazione di 4 piezometri Norton nei fori penetrometrici;
- ◆ all'effettuazione di prove in laboratorio su tre campioni (caratteristiche fisico-meccaniche, taglio diretto, edometria);
- ◆ alla realizzazione di un'indagine geofisica per la definizione della categoria di sottosuolo di riferimento del terreno (RE.MI. e HVSR).

L'ubicazione delle prove in sito è precisata nella carta geologica in scala 1:500 allegata. In appendice alla presente relazione sono presenti i dati di base, i grafici e le interpretazioni delle prove in sito e in laboratorio.

## 2. INQUADRAMENTO DEL SITO

### 2.1. UBICAZIONE

L'area in esame, com'è evidente nell'estratto cartografico riportato nella figura 1, è situata nel Comune di Rimini e, in particolare, a monte della fascia costiera tra Bellariva e Rivazzurra e poco a nord ovest dell'Aeroporto.

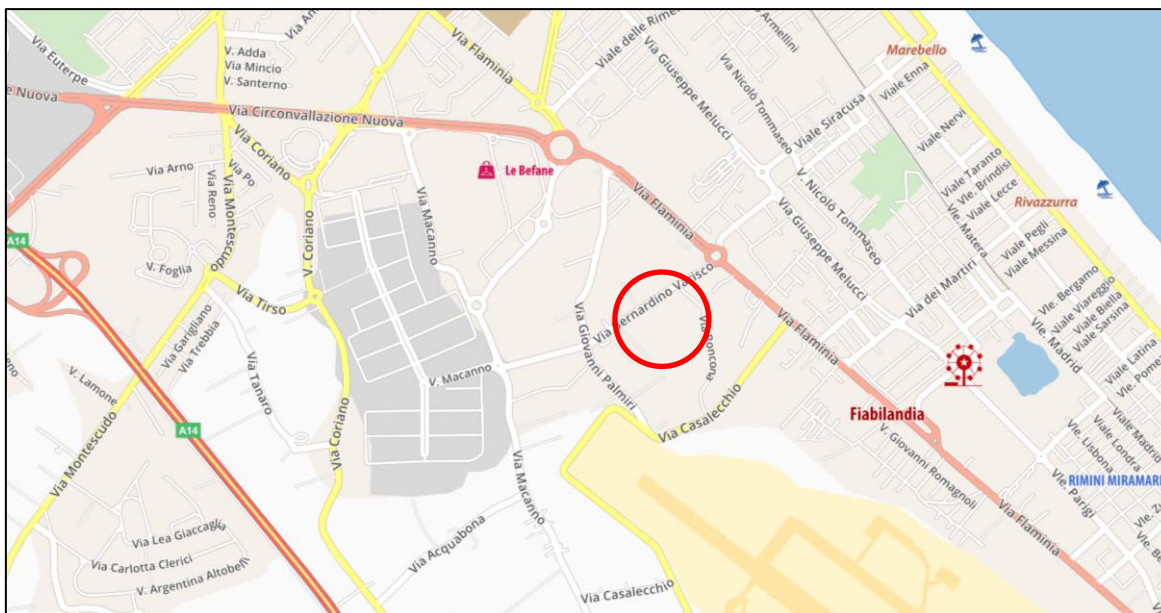


Figura 1 - Ubicazione del sito in esame (Google Maps)

L'inquadratura topografica dell'area in esame [originale su base C.T.R. in scala 1:10.000 (Sezione 256160)] è riportato nella figura 2.

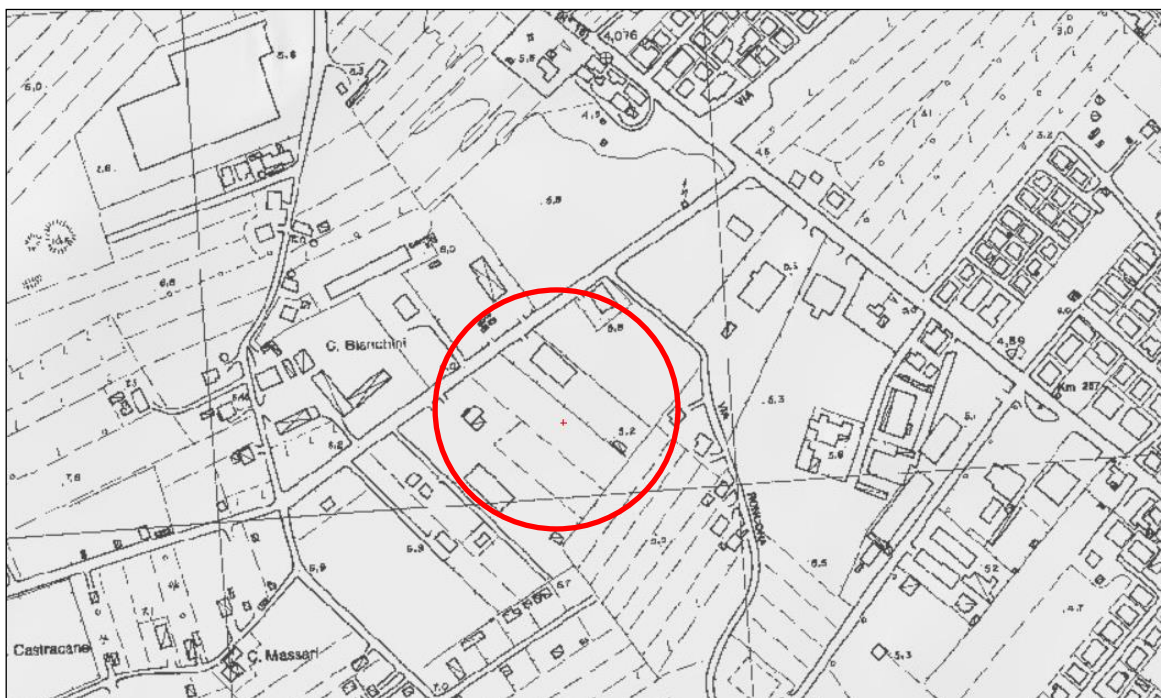


Figura 2 - Inquadratura topografica dell'area considerata

Progetto di ampliamento di edificio ad uso commercio all'ingrosso, via Varisco, Comune di Rimini  
Relazione geologica e relazione sulla modellazione sismica

L'area in oggetto concerne, in particolare, le particelle n. 253, 915 e 918 del foglio catastale n. 109 del Comune di Rimini (figura 3).



*Figura 3 - Situazione catastale dell'area considerata*

## **2.2. LINEAMENTI MORFOLOGICI**

L'area pianeggiante in esame è situata nella pianura costiera riminese a circa 1.500 metri dalla linea di costa ed alla quota di circa 5 metri sul livello marino. Un quadro dell'attuale situazione morfologico ambientale del sito considerato è fornito dall'immagine aerea riportata nella figura 4.





Figura 4 - Visione aerea dell'area in esame e della zona di pertinenza (Google Earth)

### 2.3. RISCHIO IDROGEOLOGICO

Nel Piano Stralcio di Bacino per l'Assetto Idrogeologico (P.A.I.), redatto dall'Autorità Interregionale di Bacino Marecchia-Conca (deliberazione del Comitato Istituzionale n. 2 del 30 marzo 2004), l'area in oggetto risulta priva di problematiche, com'è evidente nella figura 5 che riporta lo stralcio locale della tavola 3 (originale in scala 1:10.000) del territorio del Comune di Rimini.

Nel Piano Stralcio di Bacino per l'Assetto Idrogeologico (P.A.I.), Progetto di variante 2016, dell'Autorità Interregionale di Bacino Marecchia-Conca (deliberazione del Comitato Istituzionale n. 1 del 27 aprile 2016), la Mappa della pericolosità - Alluvioni marine, tavola 2 (originale in scala 1:10.000) del territorio del Comune di Rimini, mostra che l'area in oggetto è esente da tale pericolo. Si veda, in merito, il relativo stralcio, riportato nella figura 6.



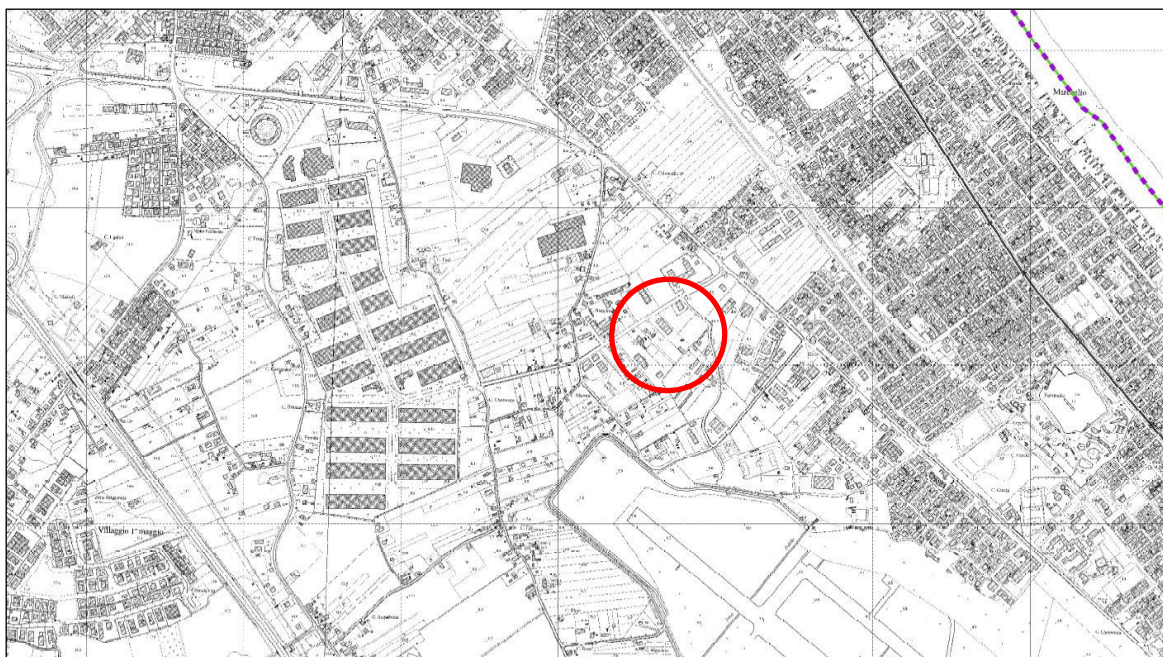


Figura 5 - Estratto della tavola 3 del P.A.I. (Territorio del Comune di Rimini)

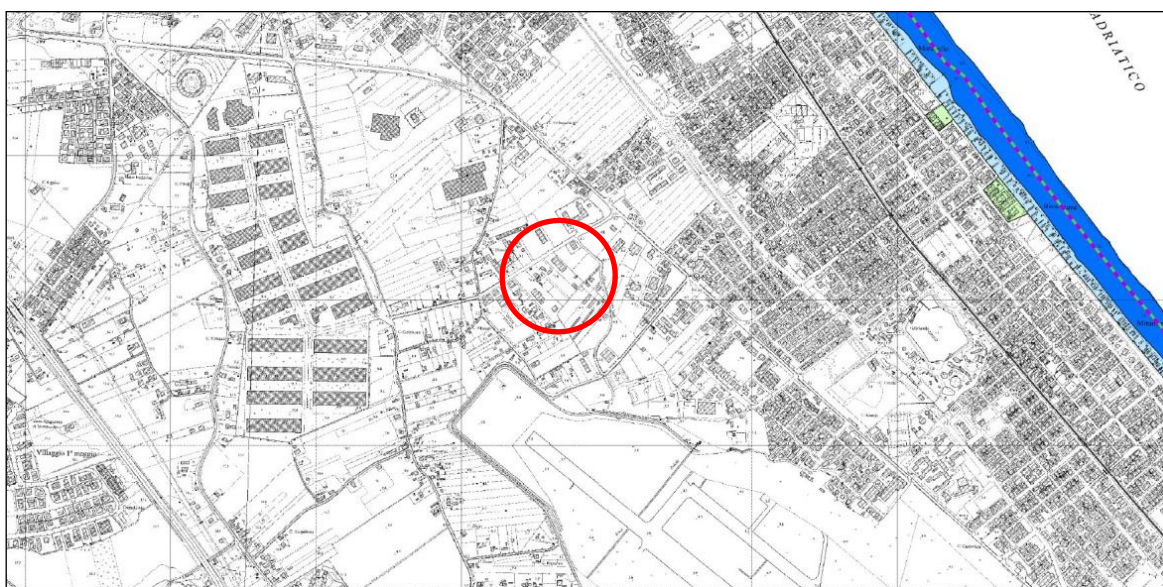


Figura 6 - Estratto della Mappa della pericolosità - Alluvioni marine, tavola 2 del progetto di variante P.A.I. 2016 (Territorio del Comune di Rimini). Il colore indica le aree alluvionabili.

Nel Piano Stralcio di Bacino per l'Assetto Idrogeologico (P.A.I.), Progetto di variante 2016, dell'Autorità Interregionale di Bacino Marecchia-Conca (deliberazione del Comitato Istituzionale n. 1 del 27 aprile 2016), la Mappa della pericolosità - Reticolo secondario di pianura, tavola 3 (originale in scala 1:10.000) del territorio del Comune di Rimini, evidenzia che la zona in esame ricade nell'area identificata con le alluvioni frequenti (azzurro scuro). Si veda, in proposito, il relativo stralcio, riportato nella figura 7.



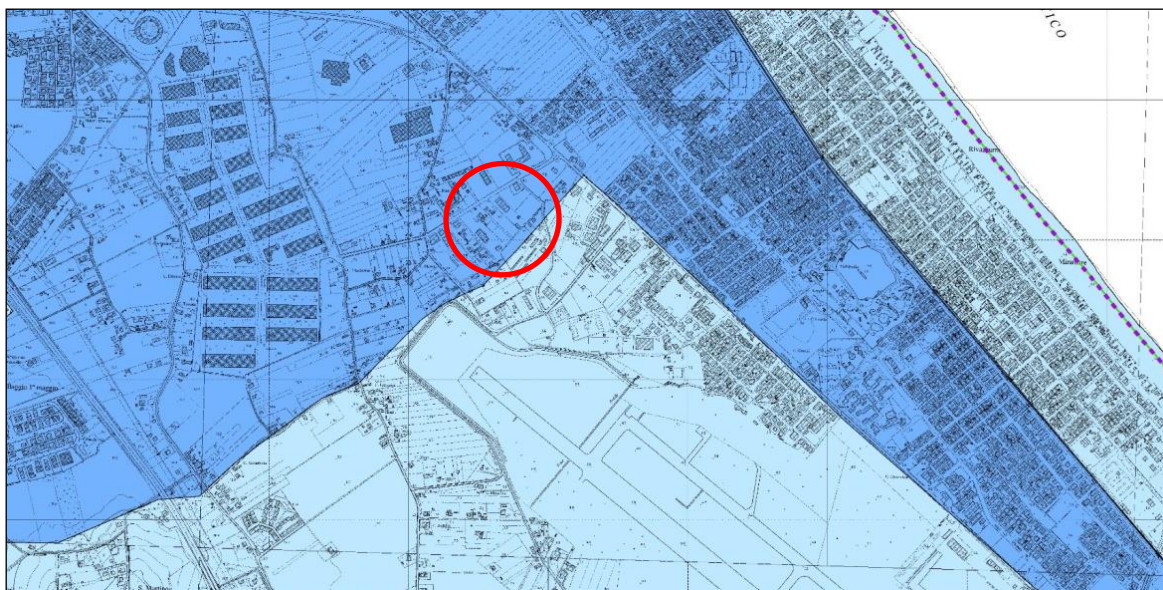


Figura 7 - Estratto della Mappa della pericolosità - Reticolo secondario di pianura, tavola 3 del progetto di variante P.A.I. 2016 (Territorio del Comune di Rimini). Il colore azzurro scuro indica le aree con alluvioni frequenti ( $T_r=10$ anni).

### 3. INQUADRAMENTO GEOLOGICO

#### 3.1. CARTOGRAFIA GEOLOGICA

Per quanto concerne la cartografia ufficiale, l'area in oggetto figura:

- nella Carta Geologica d'Italia in scala 1:50.000, foglio 256 "Rimini", pubblicata dal Servizio Geologico d'Italia (ISPRA) nel 2005;
- nella Carta geologica dell'Appennino Emiliano-Romagnolo in scala 1:10.000, Sezione 256160, toponimo Riccione Marina, pubblicata dalla Regione Emilia-Romagna nel 2011 (estratto nella figura 8).

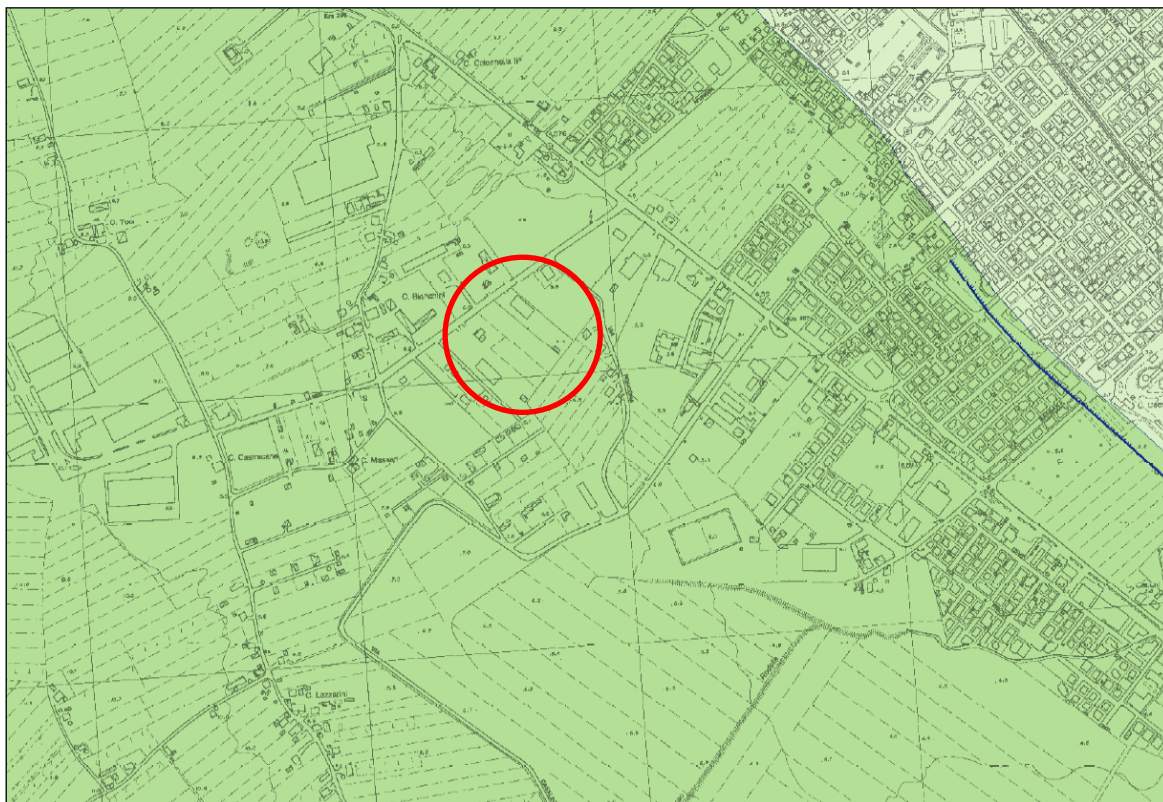


Figura 8 - Estratto della Carta geologica dell'Appennino Emiliano-Romagnolo (originale in scala 1:10.000) concernente l'area in esame e la zona di pertinenza

I particolari della situazione locale, ed il quadro d'assieme delle prove in sito eseguite, sono definiti nella Carta geologica in scala 1:500 (elaborato 2).

#### 3.2. INQUADRAMENTO GEOLOGICO

La Carta Geologica dell'Appennino Emiliano-Romagnolo in scala 1:10.000, edita a cura della Regione Emilia-Romagna, di cui è riportato l'estratto nella figura 8, mostra che l'area in esame concerne il Subsistema di Ravenna (AES8) del Pleistocene superiore - Olocene.

Questi terreni di origine alluvionale si sono depositati in una piana alluvionale ed hanno una tessitura superficiale limoso argilloso sabbiosa.

Nella figura 9 è riportato un tratto, posto poco più a valle dell'area in esame, della Sezione costiera, tratta dal foglio 256 Rimini (Geologia del sottosuolo) della

Carta Geologica d'Italia in scala 1:50.000 (allegato: Geologia del sottosuolo), che evidenzia le caratteristiche generali del sottosuolo locale.

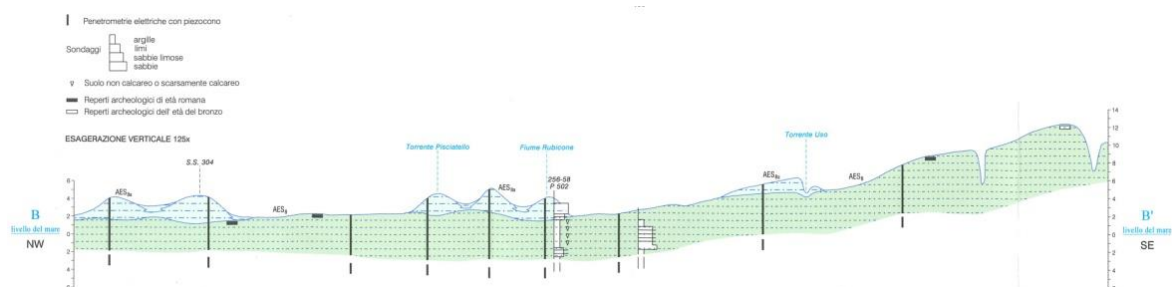


Figura 9 - Sezione geologica che evidenzia le caratteristiche del sottosuolo nella zona di pertinenza dell'area in esame



### 3.3. INQUADRAMENTO TETTONICO

Il territorio romagnolo, in cui ricade la pianura riminese, fa parte strutturalmente dell'Appennino Settentrionale<sup>1</sup> e, com'è evidente nello schema tettonico dell'Emilia-Romagna<sup>2</sup> (figura 10), è contraddistinto da ampi fronti di scorrimento, che individuano importanti accavallamenti in parte sepolti dai depositi alluvionali della pianura.

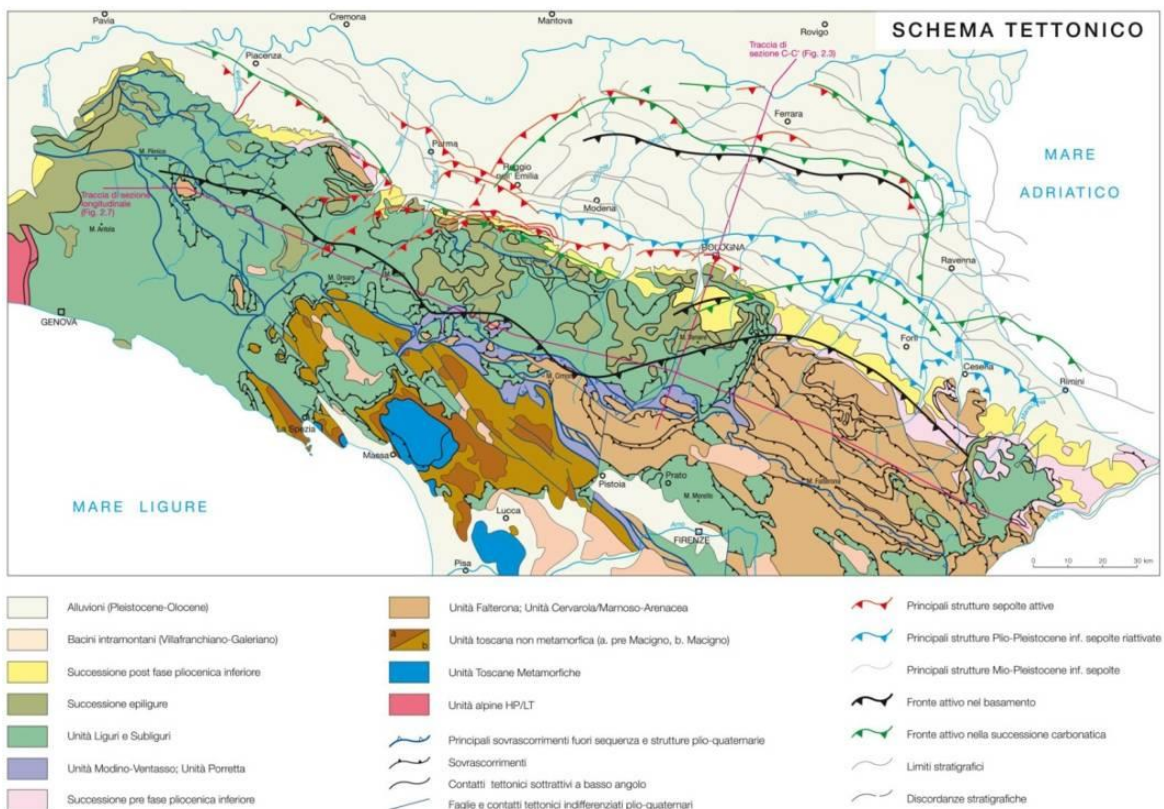


Figura 10 - Schema tettonico dell'Emilia-Romagna

I lineamenti tettonici del sottosuolo della pianura riminese sono visibili nella figura 11, tratta dal foglio 256 Rimini della Carta Geologica d'Italia in scala 1:50.000. L'area in esame è situata, in particolare, in una zona prossima ad un sovrascorrimento sepolto.

<sup>1</sup> L'Appennino settentrionale è una catena a falde derivata dal corrugamento e dalla sovrapposizione di prismi sedimentari, depositatisi nel paleo oceano ligure-piemontese e sul margine continentale della microplacca dell'Adria, durante la collisione tra la placca africana e quella europea. L'orogenesi, iniziata nell'Eocene medio e sviluppata soprattutto a partire dall'Oligocene, ha dato luogo a pieghe e a sovrascorrimenti lungo faglie inverse con spostamento generale verso nord-est.  
<sup>2</sup> Redatto dal Servizio Geologico Sismico e dei Suoli dell'Emilia-Romagna.

SCHEMA TETTONICO

Scala 1:200.000

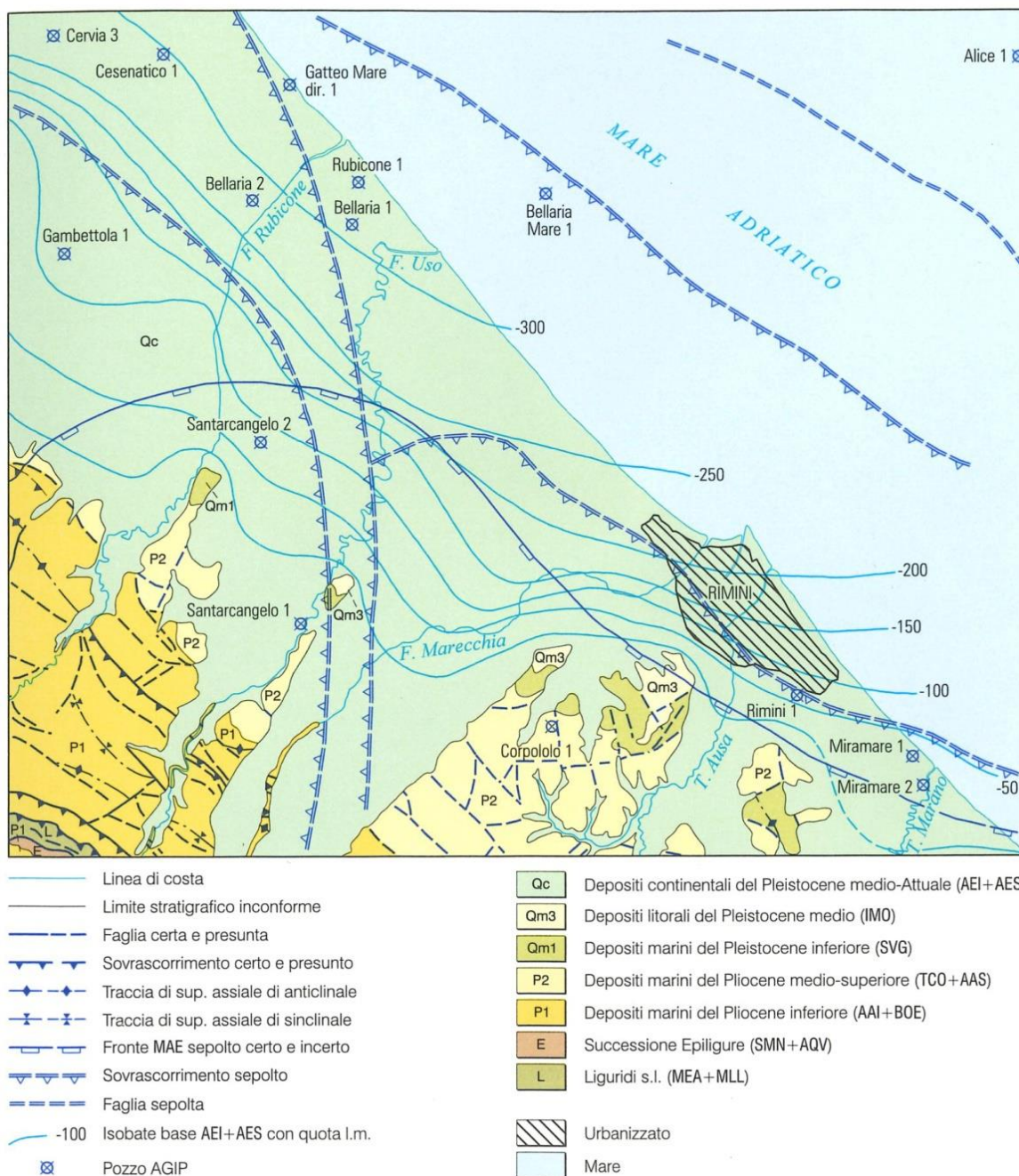


Figura 11 - Tettonica della zona di pertinenza dell'area in esame

## 4. SITUAZIONE GEOLITOLOGICA DEL SITO IN ESAME

### 4.1. LA SERIE DEI TERRENI

Le prove in sito eseguite (sondaggio e penetrometrie statiche CPT) hanno consentito di riconoscere la situazione e le caratteristiche del terreno presente nel sottosuolo dell'area in oggetto.

Il sondaggio a carotaggio continuo ha esplorato il substrato alluvionale locale fino alla profondità di 15 metri sotto il piano di campagna. Nella tabella n. 1 sono sinteticamente compendiate le conoscenze sul sottosuolo così acquisite.

TABELLA N. 1 - LINEAMENTI STRATIGRAFICI E GEOTECNICI FORNITI DAL SONDAGGIO

Profondità (m)	Descrizione sintetica del terreno	Pocket (kg/cmq)		Vane Test (kg/cmq)	
		Min	Md	Min	Md
0,0 - 0,5	Manto asfaltato e terreno di riporto con frammenti di laterizi, calcestruzzo, ghiaia e sabbia	-	-	-	-
0,5 - 6,6	Argilla limosa e/o limo argilloso (terreno consolidato per essiccamento in prossimità della superficie)	0,8	1,5	0,5	0,8
6,6 - 15,0	Limo argilloso e/o argilla limosa con qualche sottile intercalazione lentiforme di limo sabbioso	0,3	1,8	0,5	1,0

Le quattro prove penetrometriche statiche sono state spinte, con riferimento al piano di campagna, rispettivamente fino alla profondità di -21,4 (CPT1) metri, di -29,4 metri (CPT2), di -26,8 metri (CPT3) e -25,6 metri (CPT4). Per ricostruire le caratteristiche del sottosuolo attraversato, i dati così acquisiti sono stati elaborati con le metodologie di Begemann (1965 - A.G.I. 1977) e di Schmertmann (1978). Queste prove hanno evidenziato che l'insieme del deposito alluvionale in esame ha un andamento lentiforme e caratteristiche analoghe a quelle evidenziate dal sondaggio. L'insieme dei dati acquisiti, tenendo conto anche dei risultati delle prove in laboratorio, ha mostrato che, nello spessore esplorato, la successione stratigrafica in esame, presenta le caratteristiche sintetizzate nella tabella n. 2

TABELLA N. 2 - STRATIGRAFIA DEL SOTTOSUOLO DELL'AREA CONSIDERATA

Profondità (m)	Unità litostratigrafica	Descrizione sintetica del terreno
0,0 - 0,50/1,40	A	Terreno di riporto, costituito essenzialmente da frammenti di laterizi, calcestruzzo, ghiaia e sabbia
0,50/1,40 - 7,80/11,60	B	Argilla limosa e/o limo argilloso
7,80/11,60 - 29,20	C	Limo argilloso e/o argilla limosa con qualche sottile intercalazione lentiforme di limo sabbioso
	C'	Limo sabbioso e sabbia limosa lenticolare (all'interno dell'Unità C, ma solo in CPT 1 da 19,60 a 21,20 e in CPT3 da 17,40 a 21,00)

### 4.2. SEZIONI GEOLOGICHE

Le sezioni geologiche in scala 1:250 allegate, mostrano la situazione e l'andamento del deposito alluvionale presente nel sottosuolo dell'area in oggetto. La sua ricostruzione è stata eseguita utilizzando ed elaborando l'insieme dei dati resi disponibili dalle prove in sito eseguite.



## 5. IDROGEOLOGIA

### 5.1. SITUAZIONE GENERALE

Nel sottosuolo della pianura in esame sono presenti acque sotterranee di tipo non confinato (freatiche) e confinato (artesiane).

Gli studi geologici ed idrogeologici sull'acquifero della pianura regionale<sup>3</sup>, condotti dal Servizio Geologico, Sismico e dei Suoli della Regione Emilia-Romagna, ne hanno inquadrato la situazione in esso esistente come schematizzato nella figura n. 12.

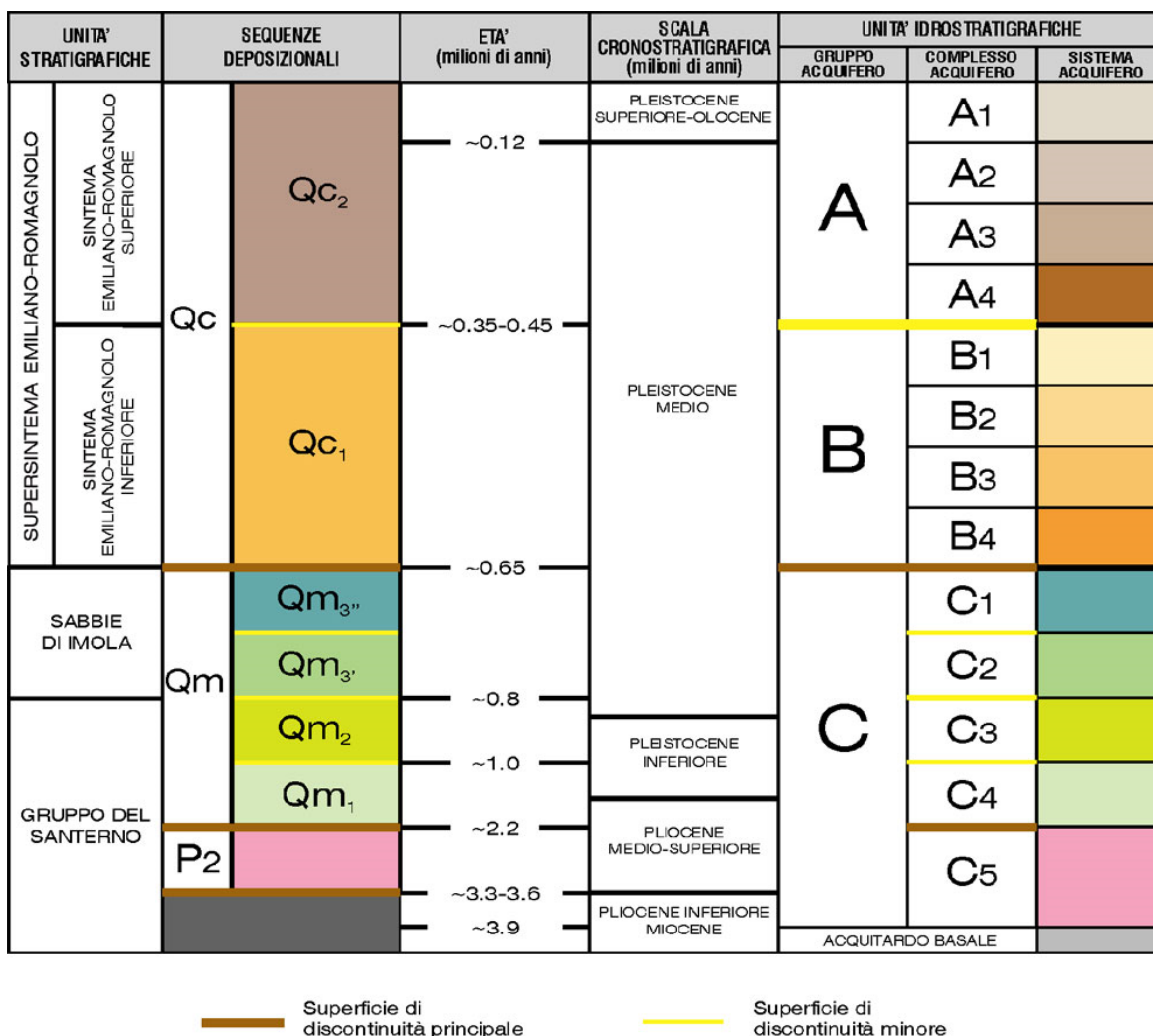


Figura 12

Dal punto di vista idrogeologico, nei depositi della pianura regionale, sono state pertanto distinte tre Unità Idrostratigrafiche fondamentali (Gruppi Acquiferi A, B e C), di cui le prime due riferite al Supersintema Emiliano-Romagnolo, costituito fondamentalmente da depositi alluvionali e in minima parte da sedimenti marini marginali. In particolare il Gruppo Acquifero A concerne il Sintema Emiliano-

<sup>3</sup> Si veda, in proposito, il volume *Riserve Idriche Sotterranee della Regione Emilia-Romagna*, pubblicato in collaborazione ad ENI-AGIP nel 1998.

Romagnolo Superiore (AES), mentre quello B riguarda invece il Sintema Emiliano-Romagnolo Inferiore (AEI). Il più antico Gruppo Acquifero C, interessa invece depositi costieri e marini marginali caratterizzati da sabbie alternate a sedimenti più fini. In prossimità dei principali sbocchi vallivi ricadono in quest'ultimo Gruppo anche le ghiaie intercalate alle sabbie dei delta conoidi dei fiumi appenninici risalenti al Pleistocene inferiore e medio.

## 5.2. SITUAZIONE LOCALE

### 5.2.1. Falda freatica

Nell'area in esame è presente una modesta falda freatica, direttamente alimentata dalle acque di precipitazione. Le profondità del livello idrico, rilevate nei piezometri tipo Norton, sono compendiate nella tabella n. 3.

TABELLA N. 3 - PROFONDITÀ DELLA FALDA RISPETTO AL PIANO DI CAMPAGNA

DATA DELLA MISURA	PROFONDITÀ IN METRI NEI PIEZOMETRI:			
	CPT1	CPT2	CPT3	CPT4
28.08.2017	-2,70	-3,20	-2,10	-2,00
11.09.2017	-2,80	-3,25	-2,15	-2,10

Alla fine del sondaggio, eseguito il 21.08.2017, il livello della falda si è stabilizzato a 2,9 metri sotto il piano di campagna.

In base ai dati piezometrici acquisiti, risulta che, nel periodo considerato, localmente la falda freatica era situata mediamente a 2,57 metri sotto il piano di campagna. Va però tenuto conto che, in seguito a periodi d'intense e prolungate precipitazioni, questa falda può avvicinarsi in modo significativo alla superficie topografica.

I sondaggi realizzati il 27 febbraio 2017 per il prelievo dei campioni da sottoporre alle analisi ambientali, spinti fino alla profondità di 1,5 metri dal piano di campagna, non hanno riscontrato la presenza di acque freatiche. Essi hanno evidenziato, però, l'esistenza di una piccola falda pensile all'interno della porosa coltre di riporto. Tale acquifero si esaurisce al contatto con il deposito alluvionale coesivo ed ha un carattere effimero legato alle precipitazioni che lo alimentano verticalmente.

### 5.2.2. Falde confinate

Nel territorio di pianura, ove è situata l'area in esame, le falde artesiane, sono confinate in profondità nel sottosuolo da una potente coltre prevalentemente argilloso limosa (acquitardo). Nel caso in esame, la prima falda confinata sotto il piano di campagna è situata ad oltre 40 metri di profondità.

## 6. CARATTERISTICHE GEOMECCANICHE DEI TERRENI

### 6.1. DETERMINAZIONE DEI PARAMETRI GEOTECNICI

Le caratteristiche geotecniche dei terreni in esame sono state definite in base:

- alle determinazioni in laboratorio effettuate su tre campioni prelevati durante l'esecuzione del sondaggio S1;
- all'elaborazione dei dati forniti dalle penetrometrie;
- ad elementi forniti dalla letteratura geotecnica sui terreni in esame.

Le determinazioni in laboratorio (proprietà indice, taglio CD ed edometria) sono state eseguite su tre campioni di terreno prelevati, durante l'esecuzione del sondaggio, rispettivamente alla profondità di 2,7-3,2 metri (campione 1), 5,0-5,5 metri (campione 2) e 8,0-8,5 metri (campione 3) rispetto al piano di campagna.

La sintesi dei risultati ottenuti dalle determinazioni in laboratorio eseguite sui tre campioni è riportata nella tabella n. 4. Per i particolari si veda la relativa documentazione raccolta in appendice alla presente relazione.

TABELLA N. 4 - RISULTATI DELLE PROVE IN LABORATORIO

Campione			Proprietà indice			Taglio CD		Edometro ( $\sigma = 1,0 \text{ kg/cm}^2$ )		
Sondaggio	Campione	Profondità	w	$\gamma$	$\gamma_d$	$\phi'$	$c'$	E	$c_v$	K
n°	n°	m	%	t/m <sup>3</sup>	t/m <sup>3</sup>	°	kg/cm <sup>2</sup>	kg/cm <sup>2</sup>	cm <sup>2</sup> /s	cm/s
1	1	2,70-3,20	24,0	2,01	1,62	21	0,20	74	1,42E-04	1,92E-09
1	2	5,00-5,50	27,1	1,95	1,53	20	0,17	46	2,34E-04	5,08E-09
1	3	8,00-8,50	25,3	1,96	1,56	25	0,10	32	4,47E-04	1,40E-08

Anche i dati forniti dalle penetrometrie sono stati utilizzati per determinare i fondamentali parametri geotecnici dei terreni in esame.

Per quanto concerne la frazione coesiva, i valori della coesione non drenata ( $c_u$ ) sono stati ricavati sia direttamente dai dati forniti dai diagrammi di prova, sia indirettamente dopo averli espressi in NSPT. Nel primo caso è stata utilizzata la formula  $c_u = R_p/N_{cp}$ , dove  $R_p$  = resistenza alla punta e  $N_{cp} = 15-25$ , impiegando il valore medio di  $N_{cp} = 20$ , confrontata, in situazioni particolari, con i risultati forniti dalla formula  $c_u = (R_p - \sigma_{v0})/N_k$ , dove  $R_p$  = resistenza alla punta,  $\sigma_{v0}$  = tensione litostatica totale verticale,  $N_k = 15 \pm 3$  oppure considerando  $N_k = 10-15$  per argille NC e  $N_k = 15-20$  per argille OC. Nel secondo caso, a titolo integrativo e di controllo, è stato fatto ricorso al metodo di Lunne ed Eide, definendo a stima l'IP medio dello strato considerato, ed a quelli proposti da Terzaghi & Peck e DM7, nonché da Sanglerat, dopo aver trasformato i dati originari in NSPT. I valori dell'attrito interno drenato ( $\phi'$ ) dei terreni coesivi considerati sono stati ottenuti utilizzando il diagramma di Searle. In merito ai terreni granulari, i valori dell'angolo di resistenza al taglio ( $\phi'$ ) sono stati stimati in modo prudenziale direttamente dalle penetrometrie disponibili (metodi di Dorgunoglu & Mitchell, di Caquot, di Koppejan, di De Beer e di Meyerhof, di Robertson e Campanella, di Searle) oppure dopo averli espressi in NSPT, tenendo conto della relazione (secondo Huizinga e Meyerhof)  $R_p = 4N$  tra la resistenza alla punta del penetrometro statico ( $R_p$ ) e la resistenza dinamica ( $N$  = numero di colpi) della prova SPT, ed utilizzando i grafici di De Mello, di Peck-Hanson & Thornburn, di Meyerof oppure le apposite tabelle di correlazione.

Dai dati penetrometrici i coefficienti di compressibilità volumetrica possono essere indicativamente ottenuti con la formula:  $m_v = 1/a R_p$  (Sanglerat, 1965), dove  $a = 1,5$  per le sabbie,  $2 < a < 5$  per le sabbie argillose e le argille compatte,  $5 < a < 10$  per le argille molli.

Il peso dell'unità di volume ( $\gamma$ ) dei sedimenti in esame è stato infine definito in base a quanto generalmente noto e disponibile nella letteratura geotecnica in merito a simili tipi litologici.

## 6.2. PARAMETRI GEOTECNICI DEI TERRENI IN ESAME

Nella tabella n. 5 sono riportati, in corrispondenza di ciascuna unità stratigrafica, i rispettivi parametri geotecnici medi del terreno, forniti dall'insieme dell'indagine effettuata (prove in sito e in laboratorio).

TABELLA N. 5 - PARAMETRI GEOTECNICI CARATTERISTICI DEL TERRENO IN ESAME

Profondità (m)	Unità litostratigrafica	$\gamma$ (t/mc)	$C_u$ (kg/cmq)	$C'$ (kg/cmq)	$\Phi'$ (°)	$m_v$ (cmq/kg)
0,0 - 0,50/1,40	A	-	-	-	-	-
0,50/1,40 - 7,80/11,60	B	1,90	0,52	0,15	22	0,020
7,80/11,60 - 29,20	C	1,95	0,75	0,2	26	0,011
	C'	2,00	-	-	28	0,007

## 7. SISMICITÀ

### 7.1. CLASSIFICAZIONE SISMICA DEL COMUNE DI RIMINI

Il territorio del Comune di Rimini è classificato sismico di seconda categoria (S=9) dal 1983, in base alla classificazione nazionale dei Comuni italiani stabilita dall'Allegato 1, punto 3 dell'Ordinanza n. 3274 del 20 marzo 2003, che ha confermato quella precedente proposta nel 1998. I Comuni sismici italiani sono pertanto distinti in 4 zone (tabella n. 6). Le prime 3 [zone con sismicità alta (S=12), media (S=9) e bassa (S=6)] erano già state definite dalla Legge 64/74. La zona 4 è invece di nuova introduzione. A ciascuna di queste zone è stato assegnato uno specifico valore dell'accelerazione di picco orizzontale del suolo ( $a_g$ ) con probabilità di superamento del 10% in 50 anni. Ad ogni area del territorio nazionale è stato assegnato un proprio livello di pericolosità sismica.

TABELLA N. 6 - ZONE SISMICHE E MASSIMI VALORI DI  $a_g$

ZONA	VALORI MASSIMI DI $a_g$
1	>0,25
<b>2</b>	<b>0,15 ÷ 0,25</b>
3	0,05 ÷ 0,15
4	<0,05

In base alla Classificazione sismica della Regione Emilia-Romagna, evidente nella figura 13, il territorio comunale di Rimini appartiene alla zona 2.

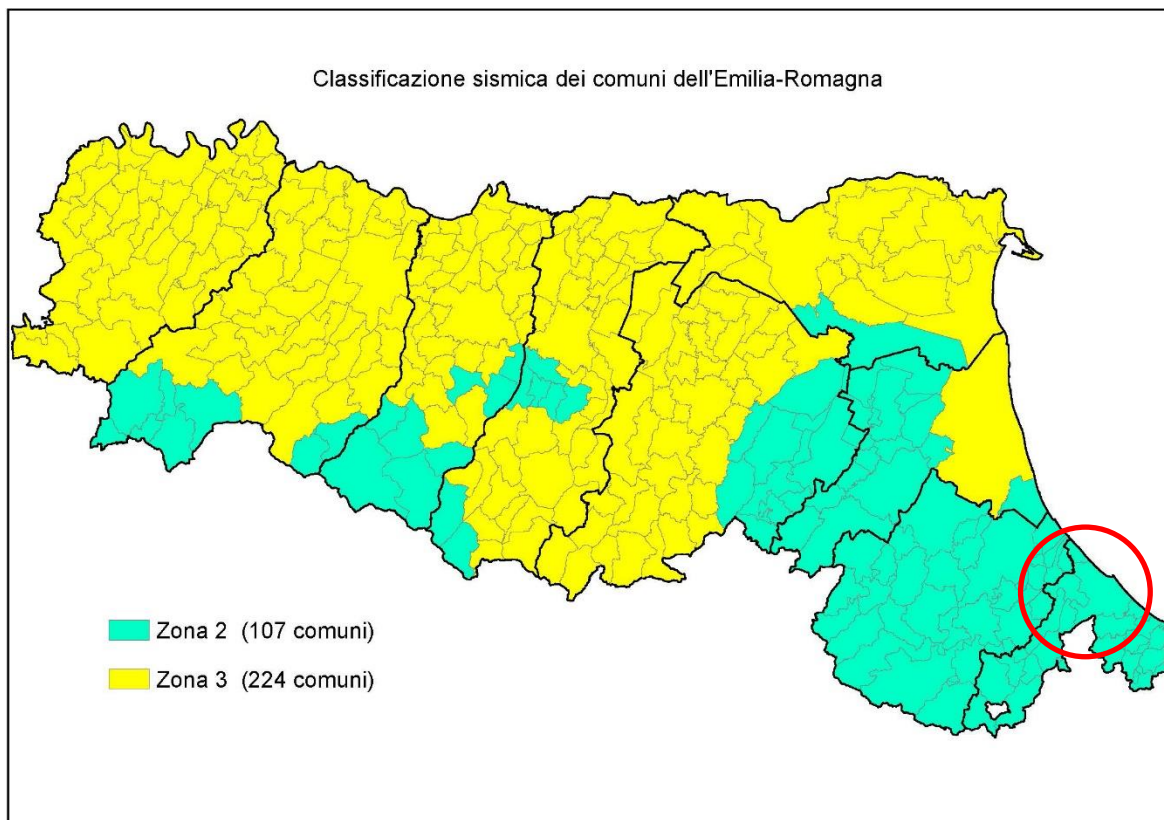


Figura n. 13 - Classificazione sismica dei Comuni della Regione Emilia-Romagna. DGR n° 1164 del 23.07.2018 "Aggiornamento della classificazione sismica di prima applicazione dei comuni dell'Emilia-Romagna"



## 7.2. ZONIZZAZIONE SISMICA

Nella mappa di pericolosità sismica del territorio nazionale, redatta a cura dell'Istituto Nazionale di Geofisica e Vulcanologia (figura 14) la pericolosità di ciascuna zona è espressa in termini di accelerazione massima al suolo con probabilità di eccedenza del 10% in 50 anni riferita a suoli rigidi contraddistinti da  $V_{s30} > 800$  m/s.



Figura 14 - Mapa di pericolosità sismica del territorio nazionale

In questa mappa il territorio in esame ricade in un'area caratterizzata da un'accelerazione sismica orizzontale massima  $a_g$  pari a 0,175-0,200 g.

## 7.3. TERREMOTO DI RIFERIMENTO

Per definire il terremoto di riferimento relativo al territorio di Rimini è stato consultato il Catalogo Parametrico dei Terremoti Italiani (edizione 2015) dell'Istituto Nazionale di Geofisica e Vulcanologia, che fornisce il quadro della sismicità storica del Comune compendiate nella tabella n. 7.

TABELLA N. 7 - STORIA SISMICA DI RIMINI

Intensità	Anno Me Gi Ho Mi Se	Area epicentrale	NMDP	Io	Mw
7-8	1308 01 25 17 15	Rimini	1	7-8	5,33
5	1468 06 06 10 30	Romagna	3	4	3,7
7	1472	Rimini	1	7	5,1
5-6	1473 02 02	Rimini	1	5-6	4,4
6	1483 08 11 19 40	Romagna	14	8	5,69
F	1511 03 26 15 30	Friuli-Slovenia	120	9	6,32
4-5	1584 09 10 20 30	Appennino forlivese	17	9	5,97
5-6	1591 07 10	Romagna	6	6-7	5,13
6	1625 12 05	Rimini	1	6	4,63
5	1661 03 22 12 50	Appennino forlivese	79	9	6,05
8	1672 04 14 15 45	Riminese	92	8	5,59
5	1688 04 11 12 20	Romagna	39	8-9	5,84
F	1695 02 25 05 30	Asolano	107	10	6,4
F	1703 01 14 18	Valnerina	197	11	6,92
5	1703 02 02 11 05	Aquilano	69	10	6,67
4-5	1741 04 24 09 20	Fabrianese	135	9	6,17
4-5	1743 02 20	Ionio settentrionale	84	9	6,68
4	1768 10 19 23	Appennino forlivese	45	9	5,99
3	1780 05 25	Romagna	5	5-6	4,4
5	1781 04 04 21 20	Faentino	96	9-10	6,12
8	1786 12 25 01	Riminese	90	8	5,66
4	1861 10 16	Romagna	10	6-7	5,13
3	1870 10 30 18 34	Forlivese	41	8	5,61
4-5	1873 03 12 20 04	Appennino marchigiano	196	8	5,85
3-4	1873 06 29 03 58	Alpago Cansiglio	197	9-10	6,29
NF	1874 10 07	Imolese	60	7	4,96
8	1875 03 17 23 51	Costa romagnola	144	8	5,74
3	1878 03 12 21 36	Bolognese	31	6	4,84
3	1881 09 28	Cesena	24	6-7	4,71
3	1904 11 17 05 02	Pistoiese	204	7	5,1
5	1909 01 13 00 45	Emilia Romagna orientale	867	6-7	5,36
NF	1909 08 25 00 22	Crete Senesi	259	7-8	5,34
4	1911 02 19 07 18 30.00	Forlivese	181	7	5,26
6	1911 03 26 13 51	Riminese	9	5	5,04
NF	1913 11 25 20 55	Appennino parmense	73	4-5	4,65
4	1914 10 27 09 22	Lucchesia	660	7	5,63
4-5	1915 01 13 06 52 43.00	Marsica	1041	11	7,08
8	1916 05 17 12 50	Riminese	132	8	5,82
6	1916 06 16 01 27	Riminese	17	6	4,82
8	1916 08 16 07 06 14.00	Riminese	257	8	5,82
2	1916 11 16 06 35	Alto Reatino	40	8	5,5
3	1917 04 26 09 35 59.00	Alta Valtiberina	134	9-10	5,99
3-4	1917 12 02 17 39	Appennino forlivese	32	6-7	5,09
5	1918 11 10 15 12 28.00	Appennino forlivese	187	9	5,96
4	1920 09 07 05 55 40.00	Garfagnana	750	10	6,53
4	1924 01 02 08 55 13.00	Senigallia	76	7-8	5,48
2	1926 01 01 18 04 03.00	Carniola interna	63	7-8	5,72
3	1928 05 30 20 01	Senigallia	17	5	5,02
3	1929 04 10 05 44	Bolognese	87	6	5,05
4-5	1930 10 30 07 13	Senigallia	268	8	5,83
4	1934 11 30 02 58 23.00	Adriatico settentrionale	51	5	5,3
4	1936 10 18 03 10	Alpago Cansiglio	269	9	6,06
3	1937 11 26 21 58 30.00	Costa pesarese	7	5	4,16
3	1943 10 03 08 28 29.00	Ascolano	170	8	5,67
3	1953 12 14 07 11 06.00	Appennino forlivese	48	5-6	4,7
2	1961 05 08 22 45 51.00	Forlivese	40	5	4,37
3	1962 01 23 17 31	Costa pesarese	49	5	4,35
NF	1962 08 30 06 27 07.00	Montefeltro	23	6-7	4,76

Progetto di ampliamento di edificio ad uso commercio all'ingrosso, via Varisco, Comune di Rimini  
Relazione geologica e relazione sulla modellazione sismica

<b>Intensità</b>	<b>Anno Me Gi Ho Mi Se</b>	<b>Area epicentrale</b>	<b>NMDP</b>	<b>Io</b>	<b>Mw</b>
4-5	1967 12 30 04 19	Emilia Romagna orientale	40	6	5,05
F	1972 11 30 11 25 27.45	Costa pesarese	30		4,52
4	1978 12 05 15 39 04.00	Romagna	34	4-5	4,61
3	1980 11 23 18 34 52.00	Irpinia-Basilicata	1394	10	6,81
2	1983 11 09 16 29 52.00	Parmense	850	6-7	5,04
3-4	1984 04 29 05 02 59.00	Umbria settentrionale	709	7	5,62
NF	1986 12 06 17 07 19.77	Ferrarese	604	6	4,43
NF	1993 11 07 23 21 11.72	Cesenate	36	4-5	3,95
3-4	1996 10 15 09 55 59.95	Pianura emiliana	135	7	5,38
4	1997 09 26 00 33 12.88	Appennino umbro-marchigiano	760	7-8	5,66
5	1997 09 26 09 40 26.60	Appennino umbro-marchigiano	869	8-9	5,97
4	1997 10 14 15 23 10.64	Valnerina	786		5,62
3-4	1998 04 05 15 52 21.01	Appennino umbro-marchigiano	395		4,78
2	1999 01 25 22 45 58.08	Appennino forlivese	97	5	4,36
2-3	2000 05 08 12 29 56.20	Faentino	126	5	4,67
2-3	2000 05 10 16 52 11.60	Faentino	151	5-6	4,82
4	2000 08 01 02 34 31.00	Montefeltro	84	5-6	4,27
2	2001 11 26 00 56 55.46	Casentino	211	5-6	4,63
5	2003 12 07 10 20 33.04	Forlivese	165	5	4,18
NF	2006 10 21 07 04 10.01	Anconetano	287	5	4,21

**DEFINIZIONI DELLE SIGLE UTILIZZATE NELLA TABELLA N. 7**

<b>Intensità</b>	Intensità macrosismica espressa in scala MCS. Alcuni effetti non sono esprimibili con la scala MCS per cui vengono utilizzati dei codici alternativi (si veda la relativa tabella)
<b>Data</b>	Data del terremoto (anno, mese, giorno, ora, minuto, secondo)
<b>Area epicentrale</b>	Area geografica in cui sono stati riscontrati gli effetti maggiori del terremoto
<b>NMDP</b>	Numero di punti, numero di osservazioni macrosismiche disponibili per il terremoto
<b>Io</b>	Intensità macrosismica epicentrale, da CPT115, espressa in scala MCS, Mercalli-Cancani-Sieberg [dettagli]
<b>Mw</b>	Magnitudo momento, da CPT115

**CODICI ALTERNATIVI MCS UTILIZZATI NELLA TABELLA N. 7**

<b>Codice</b>	<b>Descrizione</b>
<b>D</b>	danno (damage): danno di entità non precisabile (indicativamente $Int >= 6$ )
<b>F</b>	avvertito (felt): si ritiene di escludere che si siano verificati danni ( $3 <= Int <= 5$ )
<b>NC</b>	non classificato (not classified): indica una informazione non classificabile in termini di intensità ovvero con i codici utilizzati
<b>EE</b>	effetti sull'ambiente (environment effects): effetti sull'ambiente in prossimità della località cui vengono riferiti
<b>SW</b>	effetti marini anomali (sea waves): indica maremoto o comunque effetti anomali in mare, in prossimità della località cui vengono riferiti
<b>NR</b>	non segnalato (not reported): utilizzato a volte per segnalare che nelle fonti non vi è menzione di effetti per quella data località
<b>NF</b>	non avvertito (not felt): in presenza di segnalazione esplicita è equiparabile a $Int=1$
<b>RS</b>	registrazione strumentale: alcuni studi riportano questa informazione, non utilizzabile dal punto di vista macrosismico, che tuttavia si è preferito conservare



I maggiori terremoti locali sono evidenziati nella figura n. 15.

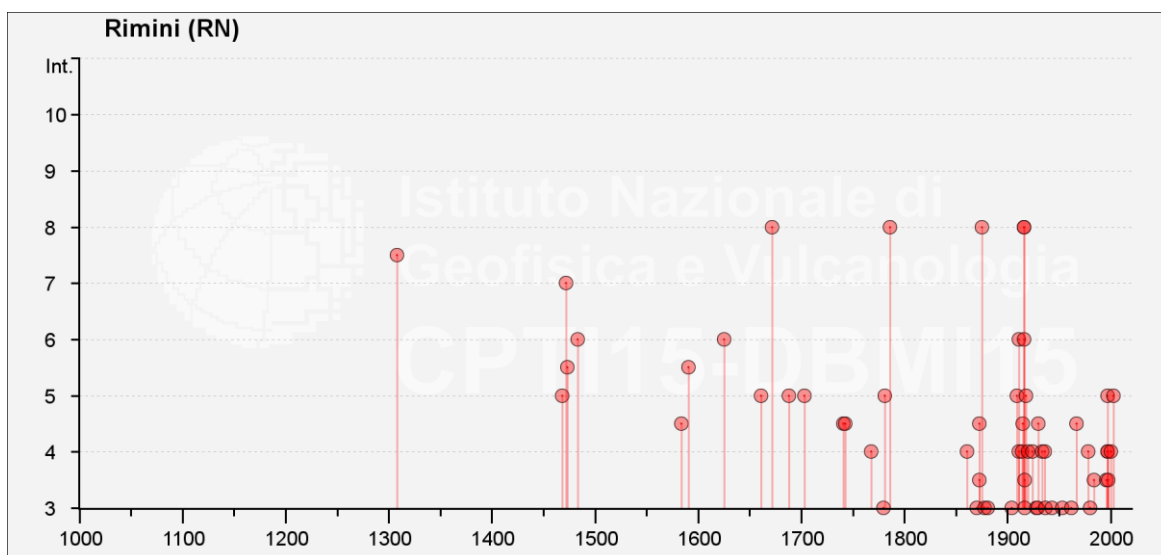


Figura n. 15 - Maggiori terremoti noti a Rimini

#### 7.4. MAGNITUDINE DI PROGETTO

Nella Zonazione sismogenetica ZS9 dell'Istituto Nazionale di Geofisica e Vulcanologia, l'area in oggetto ricade nella zona "Rimini-Ancona 917" con Mw max (magnitudo momento massima) di **6,14**.

Nel *Database of Individual Seismogenic Sources (DISS)* dell'Istituto Nazionale di Geofisica e Vulcanologia, *Version 3.2.0*, l'area in esame è situata nella zona "ITCS039: Riminese onshore" con Mw max (magnitudo momento massima) di **5,9**.

L'insieme dei dati disponibili porta pertanto a ritenere che, nel caso del territorio in esame, sia cautelativo utilizzare, nei calcoli, una magnitudo pari a **6,14** (ZS9 917).

## 8. INDAGINE GEOFISICA

### 8.1. MODALITÀ OPERATIVE

Nell'area in oggetto è stata eseguita, a cura del Dott. Maurizio Moroni, un'indagine geofisica per la definizione della categoria sismica del sottosuolo mediante tecniche di superficie. A tale scopo è stato effettuato uno stendimento di geofoni verticali, per compiere un'analisi di tipo Re.Mi e il rilievo di microtremori tramite metodologia H.V.S.R. L'ubicazione delle indagini è indicata nella carta geologica in scala 1:500 allegata.

L'acronimo RE.MI. significa *Refraction Microtremor* e sfrutta lo stesso stendimento della M.A.S.W. utilizzando però i microtremori ambientali come fonte di eccitazione ed una finestra temporale più lunga. Per il rilievo è stato utilizzato un sismografo marca MICROMED modello SoilSpy Rosina a 24 canali (matricola SAA---0027/4-12) collegato ad un pc *netbook*. Operativamente è stata realizzata una stesa di 8 geofoni verticali da 4,5 Hz interspaziati 3,0 m.

I dati sono acquisiti con frequenza di campionamento pari a 256 Hz per la Re.Mi tramite il *software* Rosina ed analizzati tramite Grilla.

Utilizzando la componente Z per le onde di *Rayleigh* si ottiene quindi una curva di dispersione dalla quale ricavare un profilo di Vs in condizioni di 1 D e strati pian paralleli.

La curva di dispersione è realizzata attraverso il *software* Grilla che analizza per ogni singola frequenza una velocità di prova compresa in un *range* (ad esempio 50 m/s – 350 m/s) ed ad un passo (per esempio 2 m/s) preimpostati dall'operatore.

Per la Re.Mi l'elaborazione del segnale è data da una trasformata bidimensionale *Slowness – Frequency* che analizza l'energia di propagazione del rumore in entrambe le direzioni della linea sismica rappresentando lo spettro di potenza su di un grafico  $p - f$ .

La zona colorata in rosso è quella in cui, attraverso l'operazione di *slant/stack* si giunge a trovare la Vs che meglio fitta le varie serie temporali alle finestre di frequenza.

Si può arrivare ad assimilare la zona rossa con una spezzata passante per la Re.Mi nel limite inferiore.

La retta presenta pendenze variabili ed ad ogni cambio di pendenza si rilevano Vs e profondità che andranno poi a ricostruire i sismostrati.

La retta tende all'infinito quando per tutte le velocità di prova si ha lo stesso grado di correlazione, ovvero si hanno infinite soluzioni.

La massima lunghezza d'onda indagata è data quindi dalla relazione:

$$\lambda_{\max} = V_{\max} / f_{\min}$$

con:  $\lambda_{\max}$  = massima lunghezza d'onda indagata;  $V_{\max}$  = massima velocità prima che la retta tenda all'infinito;  $f_{\min}$  = frequenza corrispondente alla  $V_{\max}$ .

La massima profondità indagata equivale a:

$$\Delta h_{\max} = \lambda_{\max} / 2,5$$

Nel caso in esame:

**$\Delta h$  max remi 1= 13,6 m**

Per il rilievo H.V.S.R. è stato adottato uno strumento marca Micromed, modello *Tromino Engy* che segue una metodologia, anche chiamata tecnica di Nakamura (1989), che è stata introdotta da Nogoshi e Igarashi (1971) sulla base degli studi di Kanai e Tanaka del 1961.

Lo strumento è dotato di tre sensori elettrodinamici (velocimetri) orientati N-S, E-W e verticalmente, e permette la registrazione nel campo di frequenze 0-200 Hz. Dopo che il segnale dei tre velocimetri è stato acquisito, per un tempo  $t$ , e digitalizzato a 24 bit, viene trasmesso ad un software dedicato, denominato *Grilla* il quale, per ciascuna delle 3 componenti del moto, esegue le seguenti operazioni:

- divisione del tracciato in finestre la cui lunghezza è immessa dall'operatore;
- depurazione del segnale dal trend di ciascuna finestra;
- "taper" con una finestra di Bartlett;
- "pad" di ciascuna finestra con degli zero;
- calcolo della trasformata di Fourier (FFT) per ciascuna finestra;
- calcolo dello spettro di ampiezza per ciascuna finestra;
- smoothing (lisciamento) dello spettro di ogni finestra secondo differenti funzioni la cui scelta viene definita dall'operatore;
- calcolo del rapporto spettrale HVSR per ogni frequenza e per ogni finestra.

Questa tecnica si basa essenzialmente sul rapporto spettrale H/V di rumore ambientale (*seismic noise*) e permette di valutare gli effetti locali di sito.

La tecnica proposta da Nakamura assume che i microtremori (il cosiddetto rumore di fondo registrabile in qualunque momento posizionando un sensore sismico sul terreno) consistano principalmente di un tipo di onde superficiali, le onde di Rayleigh, che si propagano in un singolo strato sofficie su semispazio e che la presenza di questo strato sia la causa dell'amplificazione al sito.

L'applicazione, per la determinazione della  $V_s$  richiede la conoscenza della stratigrafia del sottosuolo, in particolare della profondità del primo riflettore. Infatti, la frequenza di risonanza è legata alla  $V_s$  dalla formula:

$$f_r = V_{s1} / (4 h)$$

Per sfruttare la misura della frequenza di risonanza è necessario quindi la conoscenza della profondità del primo riflettore o la velocità del primo strato.

Questa tecnica presenta il vantaggio di poter essere adoperata pressoché ovunque, purché siano garantite l'assenza di forti vibrazioni indotte da attività umane nelle vicinanze del punto di misura.

Questa tecnologia è stata oggetto del progetto di ricerca SESAME (*Site EffectS assessment using AMbient Excitations*) ed a questo si rimanda per le linee guida della tecnica H/V *spectral ratio*. La sismica passiva a stazione singola fornisce inoltre informazioni sui terreni di indagine relativamente alle frequenze naturali e di risonanza.

Il tratto di curva del rapporto spettrale H/V compreso tra 3 hz e 45 Hz presenta valori minori dell'unità a causa della presenza di macerie in superficie che creano una inversione di velocità rilevata anche con la tecnica Re.Mi.

## 8.2. RISULTATI OTTENUTI

Sono state analizzate congiuntamente le due tecniche in *array* insieme all'H.V.S.R. per permettere di superare i 30 m di profondità di indagine e rilevare quindi il parametro Vs<sub>30</sub> e sono stato ottenuti i seguenti risultati:

$$Vs_{30} \text{ Re.Mi. + H.V.S.R. 1} = 254 \text{ m/s}$$

Nelle misure dei microtremori (H.V.S.R. 1) è stato riscontrato un picco principale compreso tra 0,4 Hz e 2,5 Hz con massimo a 0,7 Hz.

## 8.3. RILIEVO RE.MI. CONGIUNTO CON H.V.S.R. 1

Inizio registrazione: 25/08/17 19:15:07 Fine registrazione: 25/08/17 19:20:08

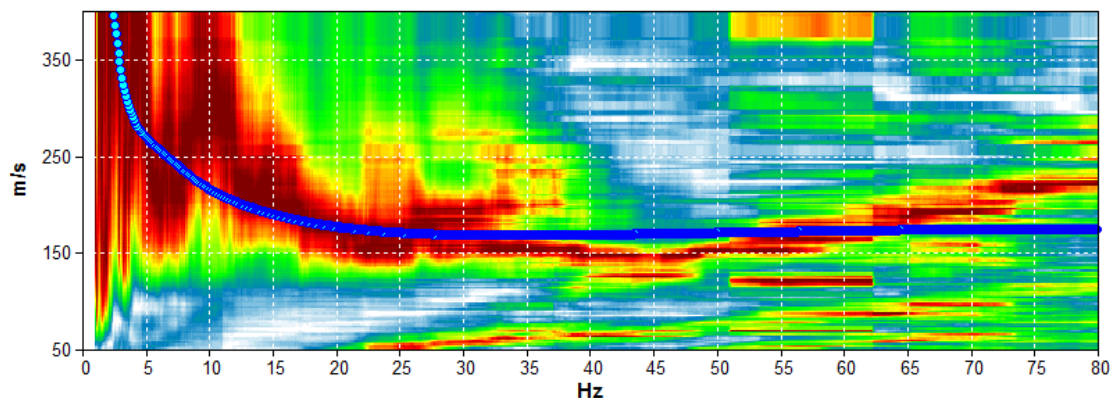
Durata registrazione: 0h05'01".

Freq. campionamento: 256 Hz

Nomi canali: TR01 +TR01 ; TR02 +TR02 ; TR03 +TR03 ; TR04 +TR04 ; TR05 +TR05 ; TR06 +TR06 ; TR07 +TR07 ; TR08 +TR08 ; TR09 +TR09 ; TR10 +TR10

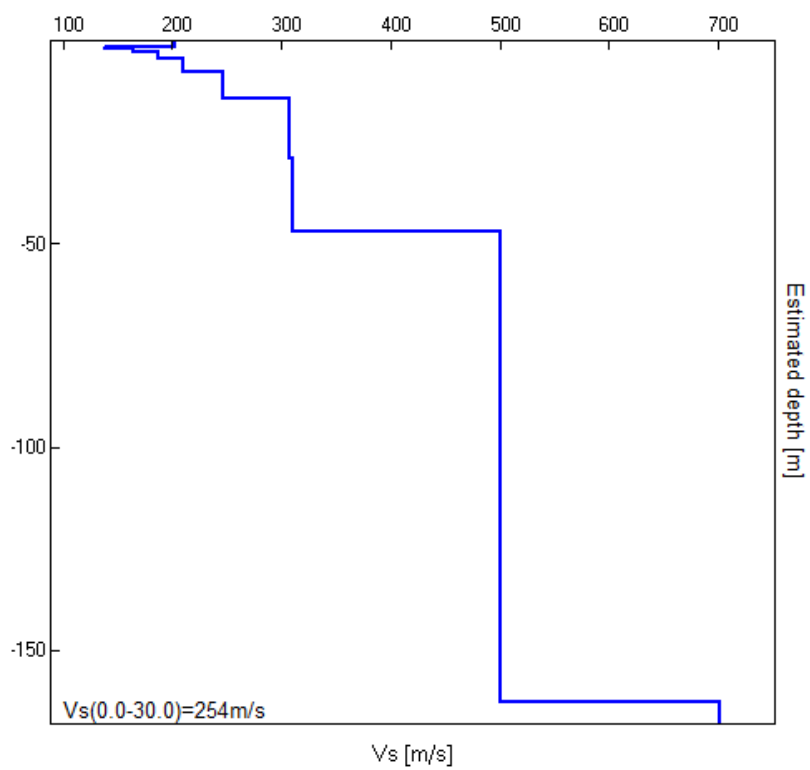
Array geometry (x): 0.0 3.0 6.0 9.0 12.0 15.0 18.0 21.0 24.0 27.0 m.

MODELLED RAYLEIGH WAVE PHASE VELOCITY DISPERSION CURVE



Depth at the bottom of the layer [m]	Thickness [m]	Vs [m/s]	Poisson ratio
1.40	1.40	203	0.42
2.00	0.60	139	0.42
2.80	0.80	164	0.42
4.20	1.40	188	0.42
7.80	3.60	210	0.42
14.20	6.40	246	0.42
29.00	14.80	307	0.42
47.00	18.00	310	0.42
163.00	116.00	501	0.42
inf.	inf.	701	0.42

$$Vs(0.0-30.0) = 254 \text{ m/s}$$



### 8.4. RILIEVO H.V.S.R. 1 CONGIUNTO CON RE.MI.

Strumento: TEP-0111/01-10

Formato dati: 16 byte

Fondo scala [mV]: n.a.

Inizio registrazione: 25/08/17 20:05:35      Fine registrazione: 25/08/17 20:25:36

Nomi canali: NORTH SOUTH; EAST WEST ; UP DOWN

Dato GPS non disponibile

Durata registrazione: 0h20'00".      Analisi effettuata sull'intera traccia.

Freq. campionamento: 128 Hz

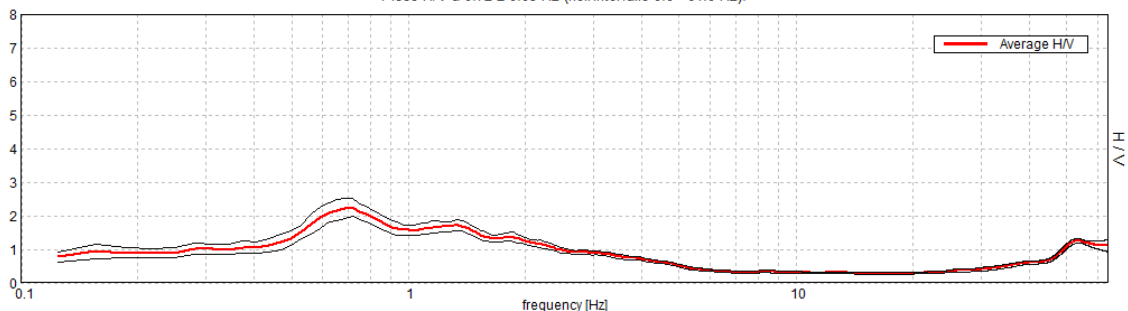
Lunghezza finestre: 20 s

Tipo di lisciamento: Triangular window

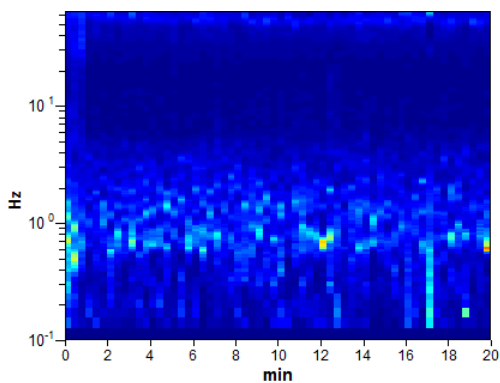
Lisciamento: 10%

#### RAPPORTO SPETTRALE ORIZZONTALE SU VERTICALE

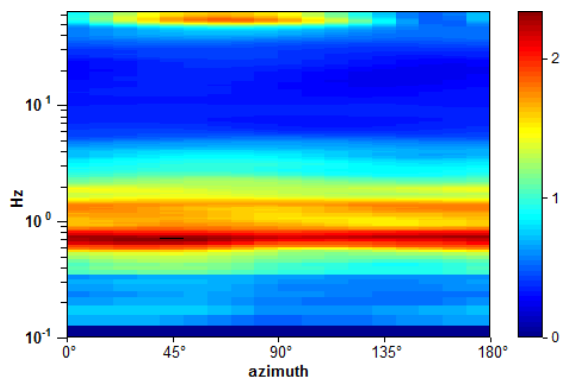
Picco H/V a  $0.72 \pm 0.05$  Hz (nell'intervallo 0.0 - 64.0 Hz).



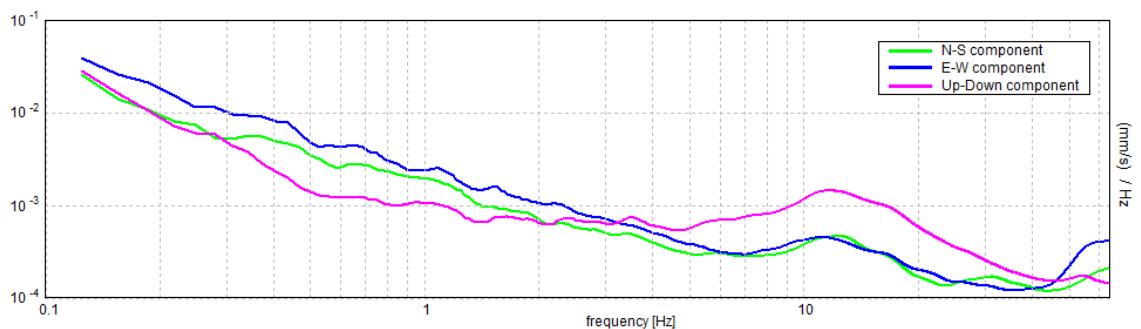
#### SERIE TEMPORALE H/V



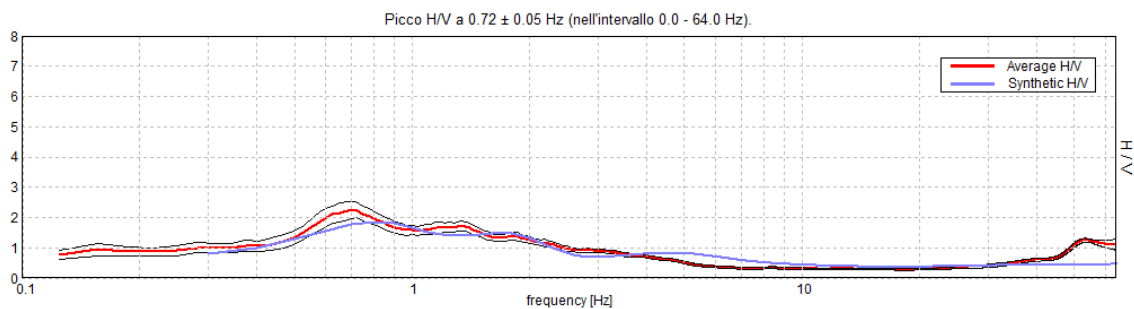
#### DIREZIONALITA' H/V



#### SPETTRI DELLE SINGOLE COMPONENTI

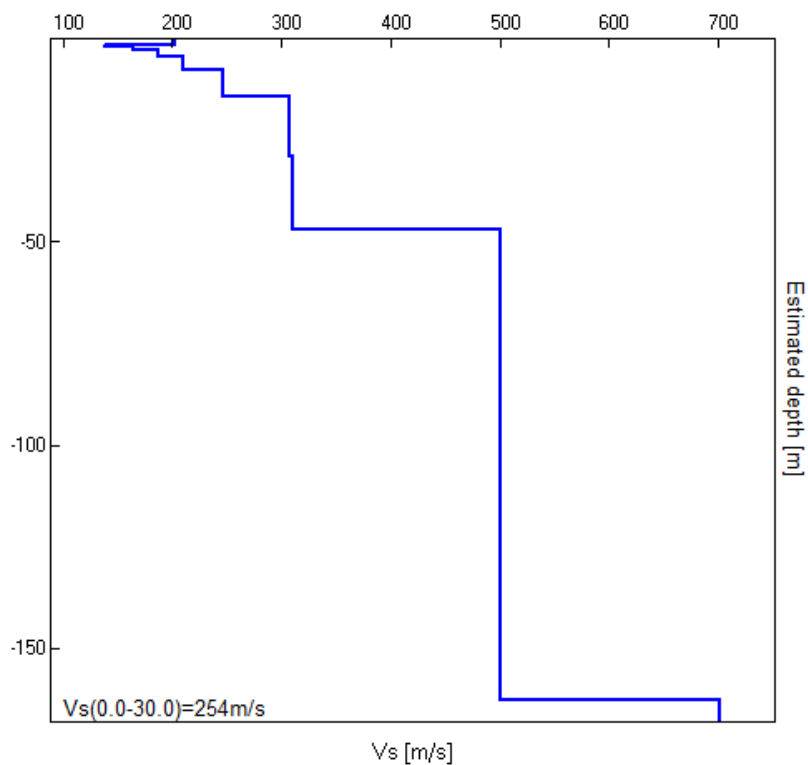


H/V SPERIMENTALE vs. H/V SINTETICO



Profondità alla base dello strato [m]	Spessore [m]	Vs [m/s]	Rapporto di Poisson
1.40	1.40	203	0.42
2.00	0.60	139	0.42
2.80	0.80	164	0.42
4.20	1.40	188	0.42
7.80	3.60	210	0.42
14.20	6.40	246	0.42
29.00	14.80	307	0.42
47.00	18.00	310	0.42
163.00	116.00	501	0.42
inf.	inf.	701	0.42

$V_s(0.0-30.0) = 254$  m/s



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

**Picco H/V a  $0.72 \pm 0.05$  Hz (nell'intervallo 0.0 - 64.0 Hz).**

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

[Tutti 3 dovrebbero risultare soddisfatti]

$f_0 > 10 / L_w$	$0.72 > 0.50$	<b>OK</b>	
$n_c(f_0) > 200$	$862.5 > 200$	<b>OK</b>	
$\sigma_A(f) < 2$ per $0.5f_0 < f < 2f_0$ se $f_0 > 0.5\text{Hz}$ $\sigma_A(f) < 3$ per $0.5f_0 < f < 2f_0$ se $f_0 < 0.5\text{Hz}$	Superato 0 volte su 36	<b>OK</b>	

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

[Almeno 5 su 6 dovrebbero essere soddisfatti]

<b>Esiste <math>f^-</math> in <math>[f_0/4, f_0]</math>   <math>A_{H/V}(f^-) &lt; A_0 / 2</math></b>	0.438 Hz	<b>OK</b>	
<b>Esiste <math>f^+</math> in <math>[f_0, 4f_0]</math>   <math>A_{H/V}(f^+) &lt; A_0 / 2</math></b>	2.25 Hz	<b>OK</b>	
<b><math>A_0 &gt; 2</math></b>	$2.25 > 2$	<b>OK</b>	
<b><math>f_{\text{picco}}[A_{H/V}(f) \pm \sigma_A(f)] = f_0 \pm 5\%</math></b>	$ 0.07011  < 0.05$		<b>NO</b>
<b><math>\sigma_f &lt; \varepsilon(f_0)</math></b>	$0.05039 < 0.10781$	<b>OK</b>	
<b><math>\sigma_A(f_0) &lt; \theta(f_0)</math></b>	$0.2624 < 2.0$	<b>OK</b>	

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

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



## 9. MODELLAZIONE SISMICA

### 9.1. D.M. 17 GENNAIO 2018

#### 9.1.1. Categoria di sottosuolo di fondazione

Lo studio geofisico realizzato ha definito un valore del parametro  $V_{s30}$ , computato a partire dal piano di misura, corrispondente al piano di campagna, dell'ordine di **254 m/s**. Pertanto si attribuisce al suolo di fondazione la categoria **C** [depositi di terreni a grana grossa mediamente addensati o terreni a grana fina mediamente consistenti con spessori superiori a 30 m, caratterizzati da un graduale miglioramento delle proprietà meccaniche con la profondità e da valori di  $V_{s30}$  compresi tra 180 m/s e 360 m/s (ovvero  $15 < NSPT_{30} < 50$  nei terreni a grana grossa e  $70 < cu_{30} < 250$  kPa nei terreni a grana fina)].

L'analisi dei microtremori ha evidenziato un picco principale compreso tra 0,4 Hz e 2,5 Hz con massimo a 0,7 Hz.

#### 9.1.2. Parametrizzazione sismica

Si fornisce di seguito la parametrizzazione, relativa al sito considerato, secondo il D.M. 17 gennaio 2018 considerando una classe d'uso dell'edificio III (affollamento significativo).

##### Sito in esame

latitudine: 44,035918  
longitudine: 12,596387  
Classe: 3  
Vita nominale: 50

##### Siti di riferimento

Sito 1	ID: 18968	Lat: 44,0314	Lon: 12,5862	Distanza: 956,472
Sito 2	ID: 18969	Lat: 44,0320	Lon: 12,6557	Distanza: 4761,239
Sito 3	ID: 18747	Lat: 44,0819	Lon: 12,6550	Distanza: 6937,158
Sito 4	ID: 18746	Lat: 44,0814	Lon: 12,5854	Distanza: 5135,884

##### Parametri sismici

Categoria sottosuolo: C  
Categoria topografica: T1  
Periodo di riferimento: 75 anni  
Coefficiente  $c_u$ : 1,5

##### Operatività (SLO):

Probabilità di superamento: 81 %  
Tr: 45 [anni]  
ag: 0,060 g  
Fo: 2,522  
Tc\*: 0,275 [s]

##### Danno (SLD):

Probabilità di superamento: 63 %  
Tr: 75 [anni]  
ag: 0,078 g  
Fo: 2,527  
Tc\*: 0,281 [s]

##### Salvaguardia della vita (SLV):

Probabilità di superamento: 10 %  
Tr: 712 [anni]  
ag: 0,212 g  
Fo: 2,507  
Tc\*: 0,303 [s]

**Prevenzione dal collasso (SLC):**

Probabilità di superamento: 5 %  
Tr: 1462 [anni]  
ag: 0,276 g  
Fo: 2,506  
Tc\*: 0,315 [s]

**Coefficienti Sismici Stabilità dei pendii**

**SLO:**

Ss: 1,500  
Cc: 1,610  
St: 1,000  
Kh: 0,018  
Kv: 0,009  
Amax: 0,888  
Beta: 0,200

**SLD:**

Ss: 1,500  
Cc: 1,600  
St: 1,000  
Kh: 0,023  
Kv: 0,012  
Amax: 1,146  
Beta: 0,200

**SLV:**

Ss: 1,380  
Cc: 1,560  
St: 1,000  
Kh: 0,082  
Kv: 0,041  
Amax: 2,872  
Beta: 0,280

**SLC:**

Ss: 1,280  
Cc: 1,540  
St: 1,000  
Kh: 0,099  
Kv: 0,049  
Amax: 3,465  
Beta: 0,280

Le coordinate espresse in questo file sono in ED50

Coordinate WGS84

latitudine: 44.034978

longitudine: 12.595431

## **10. RISCHIO DI LIQUEFAZIONE**

Le norme tecniche per le costruzioni in zone sismiche, elaborate e proposte nel dicembre 1984 dall'apposita Commissione del Gruppo Nazionale per la Difesa dai Terremoti del C.N.R., suggeriscono che «se nel sottosuolo dell'opera e nelle sue adiacenze, entro una profondità massima di 15 m circa dal piano di campagna, sono presenti strati importanti di sabbie o sabbie limose sotto falda, dovranno essere eseguite indagini specifiche con relative verifiche per valutare il pericolo di liquefazione». Questo fenomeno si verifica nei sedimenti sabbiosi saturi, che, durante o dopo una sollecitazione di tipo ciclico, subiscono una drastica riduzione della resistenza al taglio.

Nella successione stratigrafica locale non sono presenti livelli sabbiosi significativi sotto falda. Pertanto l'area considerata può essere considerata esente da pericoli di liquefazione.

## 11. ORIENTAMENTI TECNICI<sup>4</sup>

### 11.1. MODELLO GEOLOGICO ED IDONEITÀ DEL TERRENO

Gli elementi geologici, geotecnici ed idrogeologici acquisiti hanno consentito di definire le caratteristiche fondamentali (modello geologico) del terreno ove è prevista la realizzazione in progetto.

Quanto esposto porta, in particolare, a ritenere che la portanza del locale terreno di fondazione sia adeguata alle attuazioni previste.

In base alla tipologia delle fondazioni, la capacità portante del terreno può essere determinata, alla profondità e secondo le caratteristiche prescelte, con le metodologie correnti ed impiegando prudenzialmente i parametri geotecnici desumibili dall'insieme delle prove eseguite.

### 11.2. PORTANZA DEL TERRENO

A titolo di esempio, utilizzando la procedura prevista, dal D.M. 11.03.1988, la capacità portante del terreno, nel caso di fondazioni superficiali, può essere orientativamente determinata, con la formula di Brinch Hansen (1970), trascurando i fattori di inclinazione ed eccentricità del carico, di inclinazione del piano di campagna e di inclinazione della base della fondazione:

$$Q = c N_c S_c D_c + q N_q S_q D_q + 1/2 \gamma B N_\gamma S_\gamma D_\gamma$$

dove: Q = capacità portante; c = coesione del terreno al di sotto del piano di posa; q = pressione litostatica alla base della fondazione;  $\gamma$  = peso dell'unità di volume del terreno di fondazione;  $N_c$  = fattore di capacità portante relativo alla coesione;  $N_q$  = fattore di capacità portante relativo al sovraccarico;  $N_\gamma$  = fattore di capacità portante relativo al peso del terreno; B = larghezza della fondazione;  $S_c$ ,  $S_q$ ,  $S_\gamma$  = fattori di forma variabili a seconda se le fondazioni sono nastriformi, rettangolari, quadrate o circolari;  $D_c$ ,  $D_q$ ,  $D_\gamma$  = fattori di profondità della fondazione.

Nel caso di una fondazione nastriforme, con profondità del piano di posa di 2,0 metri, con falda ipotizzata a 2,0 metri di profondità dal piano di campagna, una coesione non drenata  $c_u = 0,52$  kg/cmq, una coesione efficace  $c' = 0,10$  kg/cmq, un angolo d'attrito efficace pari a  $22^\circ$  e  $\gamma = 1,90$  t/mc, con L = 10,00 m, B = 1,00 m, si ottiene:

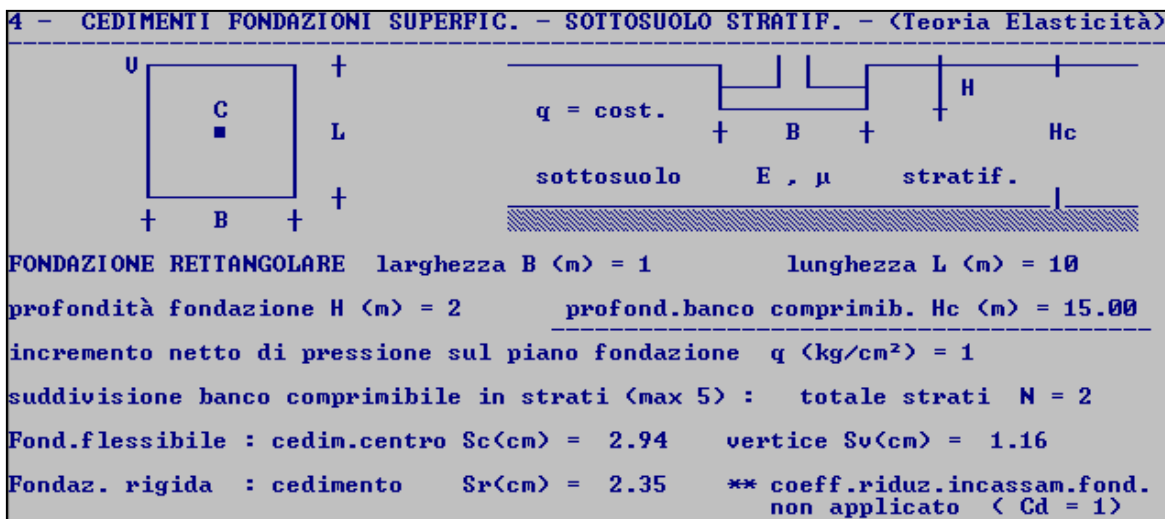
- in condizioni drenate (lungo termine), col fattore di sicurezza 3, un carico ammissibile di 1,50 kg/cmq;
- in condizioni non drenate (breve termine) col fattore di sicurezza 3, un carico ammissibile di 0,91 kg/cmq.

### 11.3. CEDIMENTI DEL TERRENO

Con riferimento alle fondazioni precedentemente ipotizzate e considerando il modello stratigrafico ottenuto dalle prove in sito, un primo orientamento in merito ai cedimenti è stato ottenuto utilizzando la teoria dell'elasticità. L'immagine che segue riporta i calcoli effettuati.

---

<sup>4</sup> I presenti orientamenti tecnici sono basati sul modello geologico locale e sulle caratteristiche generali delle opere in progetto. Essi esprimono una possibile modalità d'uso della zona, ma non intendono e non possono sostituirsi alle scelte tecniche del Progettista, fondate su una specifica conoscenza dei parametri dell'opera in progetto, dei suoi carichi e della sua compatibilità strutturale con le sollecitazioni e con le particolarità geologico - geotecniche del sito.



L'analisi è stata compiuta fino ad una profondità di 15,00 metri dal piano di campagna, suddividendo lo strato compressibile in due porzioni ed utilizzando i valori dei coefficienti di compressione volumetrica  $m_v$  indicati nella tabella n. 8, un incremento netto di pressione dal piano di fondazione di 1,0 kg/cm<sup>2</sup> e un coefficiente di Poisson  $\mu$  pari a 0,50.

TABELLA N. 8 - COEFFICIENTI DI COMPRESSIONE VOLUMETRICA  $m_v$

Profondità (m)	$m_v$ (cmq/kg)
2,00-9,70	0,020
9,70-15,00	0,011

Il cedimento massimo riscontrato al centro di una fondazione flessibile è pari a 2,94 centimetri.

Terzaghi e Peck hanno proposto di considerare come valori limite tollerabili cedimenti assoluti di 2,5 centimetri in terreni incoerenti (sabbie e ghiaie) e 4 centimetri in terreni coesivi (limi e argille). La maggiore tolleranza consentita per i materiali dotati di coesione dipende dal fatto che in questi ultimi i cedimenti sono essenzialmente dovuti alla consolidazione, quindi distribuiti su intervalli di tempo relativamente ampi, fatto che consente alla sovrastruttura di meglio adattarsi alle deformazioni del terreno.

#### 11.4. COEFFICIENTE DI SOTTOFONDO

In merito al coefficiente di reazione del sottofondo ( $K_{ps}$ ) del terreno in esame, può essere fatto riferimento allo studio teorico sperimentale di Terzaghi (1955) riferito alla piastra modello di 0,30 metri di lato.

Lo studio citato fornisce valori medi del coefficiente di reazione del sottofondo aderenti al comportamento effettivo del suolo, quindi possono essere assunti i relativi valori, riportati nella tabella n. 9.

TABELLA N. 9 - COEFFICIENTE DI SOTTOFONDO SECONDO TERZAGHI

	Kps (kg/cm <sup>2</sup> )		
	Sabbia sciolta	Sabbia media	Sabbia densa
Sabbie asciutte o umide	1.3	4.1	16
Sabbie immerse in acqua	0.8	2.5	9.6
	Resistenza alla compressione semplice in kg/cm <sup>2</sup>		
	Q <sub>u</sub> = 1-2 kg/cm <sup>2</sup>	Q <sub>u</sub> = 2-4 kg/cm <sup>2</sup>	Q <sub>u</sub> > 4 Kg/cm <sup>2</sup>
Argilla compatta	2.4	4.8	>9.6

Il conseguente modulo di reazione (K<sub>r</sub>) può essere calcolato per fondazioni continue di larghezza B (in cm) e per un terreno incoerente tramite la seguente relazione:

$$K_r = K_{ps} \left( \frac{B + 30}{2B} \right)^2 \quad \text{kg/cm}^2$$

e per un terreno coerente tramite la seguente relazione:

$$K_r = \frac{K_{psnb} \times 30}{1,5B} \quad \text{kg/cm}^2$$

Un quadro orientativo generale relativo al coefficiente di reazione del sottofondo K<sub>ps</sub> (Winkler) dei vari tipi litologici può essere anche ricavato dalla tabella n 10.

TABELLA N 10 - COEFFICIENTI DI REAZIONE DEL SOTTOFONDO K<sub>ps</sub> (WINKLER) RICAVATI COME SINTESI DALLA CORRENTE LETTERATURA TECNICA (MAMMINO)

Tipi di terreno	K <sub>ps</sub> (kg/cm <sup>2</sup> )
Torba leggera	0.6-1.2
Torba pesante	1.2-1.8
Terra vegetale	1.0-1.5
Depositi recenti (ovvero pozzolane recenti, discariche di materiale litoide, morene male addensate ecc.)	1.0-2.0
Sabbia fine	1.5-2.0
Sabbia (con granulometria diffusa e scarso indice dei vuoti)	2.0-4.0
Miscugli eterogenei di sabbie, fasi limose, argille rappresentate in maniera casuale ed in percentuali variabili (terre classificabili empiricamente come segue):	
terra molto umida	2.0-3.5
terra poco umida	3.0-6.0
terra secca	5.0-10.0
Argilla con sabbia	8.0-10.0
Argilla plastica, montmorillonitica, rigonfiatasi in presenza d'acqua	10.0-12.0
Sabbia (i valori più alti vanno attribuiti ad arenarie farinose facilmente sfaldabili, già avviate però a divenire arenarie aggregate a struttura litoide per prosecuzione di fenomeni chimico fisici già in atto)	8.0-15.0
Ghiaia con sabbia (granulometricamente composta in modo che non ci siano vuoti visibili ad occhio nudo)	10.0-15.0
Ghiaia con sabbia (già classificabile come conglomerato naturale scarsamente o mediamente cementato, sul tipo delle puddinghe o brecce mioceniche)	15.0-25.0
Ghiaia (ad elementi sottili, da 0,5 a 2 centimetri di diametro)	15.0-20.0
Ghiaia (a ciottoli grossi di elevate caratteristiche meccaniche, come misti di fiume ben lavati):	
per fondazioni poco ampie	20.0-25.0
per fondazioni ampie	25.0-30.0
Roccia	30.0 ed oltre
Roccia molto fratturata, epidermica rispetto alla formazione	15.0-25.0
Roccia sana, poco o nulla fratturata ed arenarie compatte	30.0-80.0
Arenarie antiche, metamorfosate, a struttura lamellare (ad esempio pietra	

Progetto di ampliamento di edificio ad uso commercio all'ingrosso, via Varisco, Comune di Rimini  
Relazione geologica e relazione sulla modellazione sismica

<i>Tipi di terreno</i>	<i>K<sub>ps</sub> (kg/cm<sup>2</sup>)</i>
lavagna)	30.0-50.0
Calcari sani non cariati (formazioni dolomitiche, calcari grigi del Lias ecc.)	30.0-50.0
Rocce vulcaniche (porfidi, basalti, graniti) non degradate né argillificate	>50.0

#### **11.5. INDICAZIONI PROGETTUALI**

L'analisi effettuata permette di affermare che le fondazioni dell'edificio da costruire è opportuno siano impostate ad almeno 2,00 metri di profondità. È essenziale, in ogni caso, che tali fondazioni poggino su un substrato litologicamente omogeneo.

Poiché l'area interessata dalla costruzione in progetto si attesta su un deposito alluvionale del Pleistocene superiore - Olocene che presenta una certa eterogeneità sia verticale sia orizzontale, si suggerisce un'attenta verifica del substrato di fondazione, posto in luce all'atto esecutivo. Ne deriva l'opportunità della presenza in cantiere del Geologo durante le principali operazioni di scavo al fine di verificare la tipologia dei terreni del piano di posa delle fondazioni identificato dal progetto e stabilire col Progettista, in caso si riscontrino localizzate anomalie, gli accorgimenti tecnici da apportare ed eventualmente il nuovo piano di posa delle fondazioni dell'edificio.

Si suggerisce, infine, di porre particolare attenzione nella progettazione alla concreta possibilità che la falda freatica possa risalire, anche se temporaneamente, fino a profondità prossime al piano di campagna attuale.

## 12. CONSIDERAZIONI CONCLUSIVE

In sintesi, la presente indagine geognostica ha fornito il seguente quadro in merito al terreno interessato dal progetto di ampliamento di edificio ad uso commercio all'ingrosso in via Varisco del Comune di Rimini (RN), che riguarda, in particolare, le particelle n. 253, 915 e 918 del foglio catastale n. 109 del Comune di Rimini.

L'area in oggetto, praticamente pianeggiante e posta a circa 5 metri sul livello marino, ricade su un deposito alluvionale ascrivito al Subsistema di Ravenna (AES8) del Pleistocene superiore - Olocene.

Nell'area in esame e nel territorio di pertinenza non si riscontrano particolari processi morfogenetici, tali da arrecare danno alle realizzazioni previste. In particolare, dato l'andamento pianeggiante della superficie, non sussistono problemi di stabilità.

Le caratteristiche del terreno in esame sono state definite mediante l'esecuzione di un sondaggio a carotaggio continuo, di 4 prove penetrometriche statiche meccaniche (CPT), di un'indagine geofisica, di prove in laboratorio su tre campioni, prelevati durante l'esecuzione del sondaggio, e con l'installazione di quattro piezometri Norton.

Il sottosuolo in oggetto è contraddistinto dalla presenza di sedimenti alluvionali, con un andamento lentiforme variabile in senso tanto orizzontale quanto verticale, costituiti prevalentemente da argille limose e limi argillosi con qualche sottile intercalazione lentiforme di limo sabbioso.

Nella tabella n. 2 della presente relazione, alla quale si rimanda per i particolari, è precisata, in base ai risultati delle prove in sito eseguite ed a quanto noto sul terreno in esame, la locale stratigrafia del sottosuolo. Le indagini effettuate hanno inoltre consentito di definire i parametri geotecnici cautelativi, compendiate nella tabella n. 5 di questo rapporto.

In base ai dati piezometrici acquisiti, risulta che, nel periodo considerato, localmente la falda freatica era situata mediamente a 2,57 metri sotto il piano di campagna. Va però tenuto conto che, in seguito a periodi d'intense e prolungate precipitazioni, questa falda può avvicinarsi in modo significativo alla superficie topografica.

Il territorio del Comune di Rimini è classificato sismico di seconda categoria (S=9). In base alla Classificazione sismica della Regione Emilia-Romagna, appartiene alla zona 2 e, nella mappa di pericolosità sismica dell'Istituto Nazionale di Geofisica e Vulcanologia, presenta valori di accelerazione sismica orizzontale massima ( $a_g$ ) pari a 0,175-0,200 g.

Lo studio geofisico realizzato ha definito un valore del parametro  $V_{s30}$ , computato a partire dal piano di misura, corrispondente al piano di campagna, dell'ordine di **254 m/s**, giudicata, nella situazione in esame, compatibile con la categoria di sottosuolo **C** delle Norme Tecniche per le Costruzioni (D.M. 17 gennaio 2018 e s.m.i.).

Nelle misure dei microtremori (metodologia H.V.S.R.) è stato riscontrato un picco principale compreso tra 0,4 Hz e 2,5 Hz con massimo a 0,7 Hz.

Le caratteristiche coesive del sottosuolo considerato escludono fenomeni di liquefazione, in caso di eventi sismici, nel terreno in esame.

Gli elementi geologici, geotecnici ed idrogeologici acquisiti hanno consentito di definire le caratteristiche fondamentali (modello geologico) del terreno interessato



dal progetto in esame. A titolo orientativo è stata anche effettuata una speditiva quantificazione della portanza locale del terreno di fondazione. È stato, inoltre, riscontrato un cedimento massimo, al centro di una fondazione flessibile, pari a 2,94 centimetri.

In base a quanto esposto, l'area in esame appare idonea dal punto di vista geologico all'attuazione del progetto di ampliamento di edificio ad uso commercio all'ingrosso in via Varisco del Comune di Rimini (RN).

Forlì, 10 febbraio 2020

**Il Geologo**

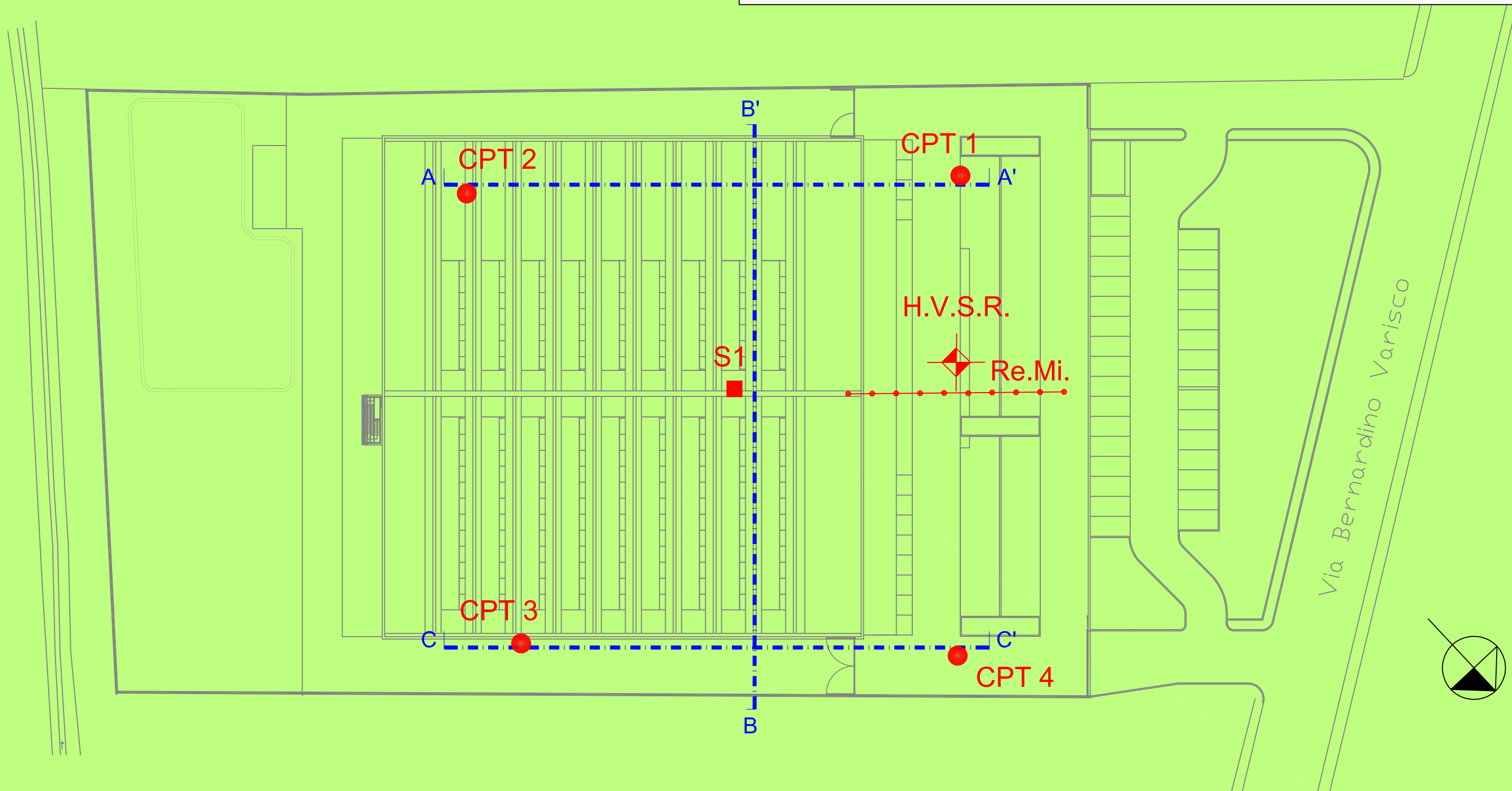
Dott. Aldo Antoniazzi

**Collaboratori e Specialisti**








Dott. Geol Alberto D. Antoniazzi

Dott. Geol. Maurizio Moroni

CARTA GEOLOGICA  
 CON L'UBICAZIONE DELLE PROVE IN SITO  
 Scala 1:500



Via Bernardino Varisco

-  Base sismica (R.E.M.I.)
-  Rilievo microtremori (H.V.S.R.)
-  Sondaggio a carotaggio continuo (S)
-  Prova penetrometrica statica (CPT) con piezometro tipo Norton
-  Traccia di sezione geologica
-  Subsistema di Ravenna (AES8)
-  Piana alluvionale Pleistocene superiore - Olocene



COMMITTENTE: Antoniazzi Studio Associato	SOND.N°: S.1	PROF.(m): 15.00
CANTIERE: Rimini - Via Varisco	QUOTA (m): p.d.c.	
PERFORATRICE: Ellettari EK200/STR	LATITUDINE (°):	
METODO PERFORAZ.: Carotaggio continuo	LONGITUDINE (°):	
RIVESTIMENTO: Ø 127 mm	ATTREZZO PERFORAZ.: Carotiere semplice Ø 101 mm	DATA INIZ-FINE: 21/08/2017-21/08/2017
PIEZOMETRO:	SCALA: 1:100	
RIF.PREV.N°: 180-17	CERTIFICATO N°: C17-066-1	RAPPORTO N°: -----
	DATA DI EMISSIONE: 24/08/2017	PAGINA N°: 1 di 1

Scala 1:100	P.P. I [daN/cm²]	Vane Test [daN/cm²]	Profondita'	Stratigrafia	Descrizione	Campioni	Campioni Rim.	S.P.T. [n. colpi] P.A.	Falda	Pz. Norton	Pz. Casagrande	Inclinometro
1	> 6		0.10		Manto asfaltato							
2	> 6		0.50		Materiale di riporto costituito da frammenti di laterizi, di piastrelle e di calcestruzzo, ghiaia, sabbia							
3	> 6		0.70		Argilla limosa di colore grigio - verdastro, con calcinelli diffusi							
3	1.2	0.60	2.70		Campione indisturbato	2.70			2.90			
4	1.2	0.60	3.20		Limo argilloso di colore grigio - giallastro, variegato, con venature brune, con veli sabbiosi. Presenza di calcinelli. Da -3.0 a -3.5 m passa ad argilla limosa	C.I.1 3.20						
4	0.8	0.50	4.00		Argilla limosa di colore grigio - nocciola, variegata, con calcinelli.							
5	1.7	1.00	5.00		Da -4.60 a -4.90 m presenza di bioclasti e di abbondanti frustoli organici	5.00						
5	1.6	0.80	5.50		Campione indisturbato	C.I.2 5.50						
6	1.3	1.00	6.60		Argilla limosa di colore nocciola, variegata, con calcinelli							
7	2.1	1.00	7.60		Limo e limo debolmente sabbioso, di colore grigio - verdastro, con calcinelli.							
7	2.0	0.70	8.00		Da -7.30 m colore grigio							
8	0.3	0.50	8.50		Limo argilloso passante ad argilla limosa, di colore grigio con venature verdastre	8.00						
8	0.5				Campione indisturbato	C.I.3 8.50						
9	2.2	1.10	11.40		Limo argilloso passante ad argilla limosa di colore grigio con venature verdastre e, da -11.00 a -11.40 m, grigio - bruno							
10	2.0	1.00										
11	2.4	1.10										
11	2.3	0.80										
12	2.3	1.00										
12	2.1	1.00										
13	2.2	1.10										
13	2.0	1.20			Limo argilloso ed argilla limosa di colore grigio, grigio - verdastro e grigio - giallastro, con calcinelli fino a -13.0 m. Presenti livelletti di limo.							
14	2.9	1.80			Da -13.80 m compaiono livelli di colore grigio scuro.							
14	1.9	1.00			Da -14.70 a -14.80 m limo sabbioso di colore grigio - marrone							
15	1.4	0.80										
15	2.9	1.40										
15	1.4	0.80	15.00									
16												
17												
18												
19												
20												

Note:  
Livello acqua rilevato a fine sondaggio.

C.I. = campioni indisturbati

Lo Sperimentatore

Il Direttore del Laboratorio





**SOGEO**  
S.R.L.  
INDAGINI GEOGNOSTICHE ED AMBIENTALI  
Via S. Poffo n. 43 - 48022 S. Poffo di Lugo (RA)  
Tel. 054522042 - Fax 054534443 - E-mail: sogeo@sogeo-srl.com

**COMMITTENTE:** Antoniazzi Studio Ass.

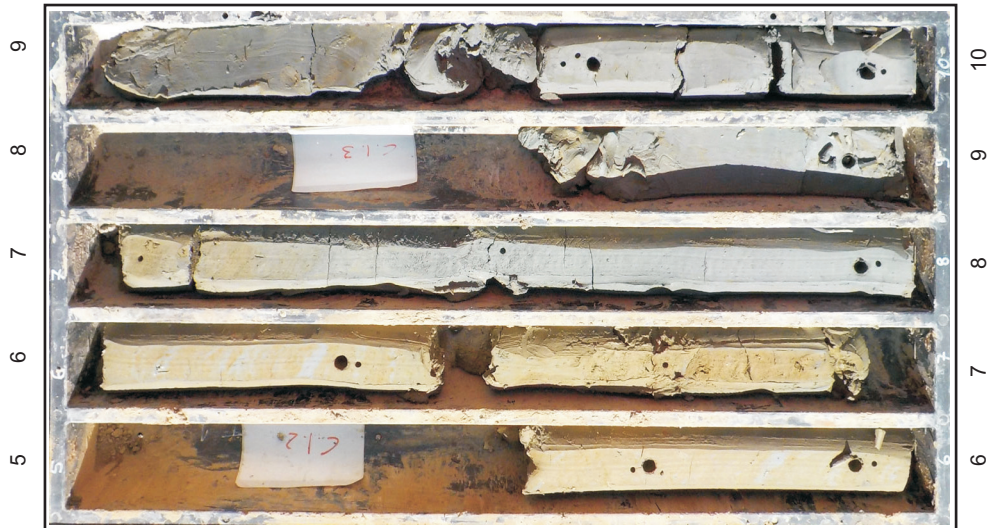
**LOCALITA':** Rimini - Via Varisco

**SONDAGGIO N:** S.1

**RIF. N° :** 180-17

**ALLEGATO A:** C17-066-1

**DATA:** 21/08/2017



Cassa 2 da -5.0 a -10.0 m



Posizionamento



Cassa 1 da 0.0 a -5.0 m



Cassa 3 da -10.0 a -15.0 m

# PROVE PENETROMETRICHE MECCANICHE / ELETTRICHE

## SCHEMA PENETROMETRO

riferimento **023-2017**Committente: **ANTONIAZZI STUDIO ASSOCIATO**  
Cantiere: **VIA VARISCO 18**  
Località: **RIMINI (Rn)**

### TG63-200S

### Pagani - Piacenza

<b>Sigla</b>	<b>TG63-200S</b>	Nominativo o sigla dello strumento
<b>Beta eff.</b>	<b>1.12</b>	Coefficiente Effettivo suggerito dal costruttore del penetrometro
<b>M(massa)</b>	<b>63 kg</b>	Massa del Maglio Battente agente sulla batteria di aste
<b>H(maglio)</b>	<b>0.75 m</b>	Altezza di caduta o corsa del maglio (toll. da 0.01m a 0.02m)
<b>L(aste)</b>	<b>1.00 m</b>	Lunghezza delle aste utilizzabili, variabile da 1.00m a 2.00m (toll. da 0.1% a 0.2%)
<b>M(aste)</b>	<b>6.00 kg</b>	Peso al metro lineare delle aste (N.B. indipendente dalla lunghezza delle aste)
<b>M(sistema)</b>		Massa del complesso asta di guida - testa di battuta
<b>A(punta)</b>	<b>20.00 cm<sup>2</sup></b>	Area della superficie laterale del cono della punta
<b>Alfa(punta)</b>	<b>90 °</b>	Angolo di apertura della punta conica variabile tra 60° e 90°
<b>Prf.(1°asta)</b>	<b>0.80 m</b>	Profondità di giunzione della prima asta infissa
<b>N</b>	<b>0.20 m</b>	Penetrazione standard, tratto di penetrazione per quale sono necessari Nx colpi
<b>Rivest.</b>	<b>Sì</b>	Previsto uso di rivestimento delle aste o uso di fanghi
<b>ø(punta)</b>		Diametro della punta conica integra, cioè non soggetta ad usura (toll. da 0.3 a 0.5mm)
<b>MaxCE%</b>		Massima compressione elastica consentita rispetto alla penetrazione
<b>L/DM</b>		Rapporto tra la lunghezza e il diametro del maglio di battuta
<b>D(tb)</b>		Diametro della testa di battuta.
<b>DEV(a)[&lt;5m]</b>		Deviazione massima delle aste dalla verticale nei primi 5.00 metri
<b>DEV(a)[&gt;5m]</b>		Deviazione massima delle aste dalla verticale oltre i 5.00 metri
<b>ECCmax(a)</b>		Massima eccentricità consentita alle aste
<b>Dest(aste)</b>		Diametro esterno delle aste (toll. max 0.2mm)
<b>Dint(aste)</b>		Diametro interno delle aste cave (toll. da 0.2mm a 0.3mm)
<b>Dmin(punta)</b>		Minimo diametro consentito per la punta conica usurata
<b>hcl(punta)</b>		Altezza del cilindro alla base del cono della punta (toll. da 1.00mm a 2.00mm)
<b>Ras(punta)</b>		Rastremazione del cono nella parte alta
<b>Hc(punta)</b>		Altezza della parte conica della punta non soggetta ad usura (toll. da 0.1mm a 0.4mm)
<b>RangeCP</b>		Massimo numero di colpi utile
<b>Spinta</b>		Spinta nominale strumento

Lo sperimentatore:

Il direttore laboratorio:

# LEGENDA VALORI DI RESISTENZA FATTORI DI CONVERSIONE

**Strumento utilizzato:**  
**TG63-200S - Pagani - Piacenza**

Caratteristiche:

- punta conica meccanica  $\varnothing$  35.7 mm, area punta  $A_p = 10 \text{ cm}^2$
- punta conica meccanica angolo di apertura:  $\alpha = 60^\circ$
- manicotto laterale di attrito tipo 'Begemann' ( $\varnothing = 35.7 \text{ mm} - h = 133 \text{ mm} - A_m = 150 \text{ cm}^2$ )
- velocità di avanzamento costante  $V = 2 \text{ cm/sec}$  ( $\pm 0,5 \text{ cm / sec}$ )
- spinta max nominale dello strumento  $S_{max}$  variabile a seconda del tipo
- costante di trasformazione  $CT = \text{SPINTA (Kg)} / \text{LETTURA DI CAMPAGNA}$   
(dato tecnico legato alle caratteristiche del penetrometro utilizzato, fornito dal costruttore)

fase 1 - resistenza alla punta:  $q_c \text{ ( kg/cm}^2 \text{ )} = ( L_1 ) \times CT / 10$

fase 2 - resistenza laterale locale:  $f_s \text{ ( kg/cm}^2 \text{ )} = [( L_2 ) - ( L_1 )] \times CT / 150$

fase 3 - resistenza totale :  $R_t \text{ ( kg/cm}^2 \text{ )} = ( L_t ) \times CT$

- Prima lettura = lettura di campagna durante l'infissione della sola punta ( fase 1 )
- Seconda lettura = lettura di campagna relativa all'infissione di punta e manicotto ( fase 2 )
- Terza lettura = lettura di campagna relativa all'infissione delle aste esterne ( fase 3 )

N.B. : la spinta  $S \text{ ( Kg )}$ , corrispondente a ciascuna fase, si ottiene moltiplicando la corrispondente lettura di campagna  $L$  per la costante di trasformazione  $CT$ .

N.B. : causa la distanza intercorrente ( 20 cm circa ) fra il centro del manicotto laterale e la punta conica del penetrometro, la resistenza laterale locale  $f_s$  viene computata 20 cm sopra la punta.

## CONVERSIONI

1 kN (kiloNewton) = 1000 N  $\approx$  100 kg = 0,1 t

1 MN (megaNewton) = 1.000 kN = 1.000.000 N  $\approx$  100 t

1 kPa (kiloPascal) = 1 kN/m<sup>2</sup> = 0,001 MN/m<sup>2</sup> = 0,001 MPa  $\approx$  0,1 t/m<sup>2</sup> = 0,01 kg/cm<sup>2</sup>

1 MPa (megaPascal) = 1 MN/m<sup>2</sup> = 1.000 kN/m<sup>2</sup> = 1000 kPa  $\approx$  100 t/m<sup>2</sup> = 10 kg/cm<sup>2</sup>

1 kg/cm<sup>2</sup> = 10 t/m<sup>2</sup>  $\approx$  100 kN/m<sup>2</sup> = 100 kPa = 0,1 MN/m<sup>2</sup> = 0,1 MPa

1 t = 1000 kg  $\approx$  10 kN

# LEGENDA VALUTAZIONI LITOLOGICHE CORRELAZIONI GENERALI

Valutazioni in base al rapporto:  $F = (q_c / f_s)$

Begemann 1965 - Raccomandazioni A.G.I. 1977

Valide in via approssimata per terreni immersi in falda :

$F = q_c / f_s$	NATURA LITOLOGICA	PROPRIETA'
$F \leq 15 \text{ kg/cm}^2$	TORBE ED ARGILLE ORGANICHE	COESIVE
$15 \text{ kg/cm}^2 < F \leq 30 \text{ kg/cm}^2$	LIMI ED ARGILLE	COESIVE
$30 \text{ kg/cm}^2 < F \leq 60 \text{ kg/cm}^2$	LIMI SABBIOSI E SABBIE LIMOSE	GRANULARI
$F > 60 \text{ kg/cm}^2$	SABBIE E SABBIE CON GHIAIA	GRANULARI

Vengono inoltre riportate le valutazioni stratigrafiche fornite da Schmertmann (1978), ricavabili in base ai valori di  $q_c$  e di  $FR = (f_s / q_c) \% :$

- AO = argilla organica e terreni misti
- Att = argilla (inorganica) molto tenera
- At = argilla (inorganica) tenera
- Am = argilla (inorganica) di media consistenza
- Ac = argilla (inorganica) consistente
- Acc = argilla (inorganica) molto consistente
- ASL = argilla sabbiosa e limosa
- SAL = sabbia e limo / sabbia e limo argilloso
- Ss = sabbia sciolta
- Sm = sabbia mediamente addensata
- Sd = sabbia densa o cementata
- SC = sabbia con molti fossili, calcareniti

Secondo Schmertmann il valore della resistenza laterale da usarsi, dovrebbe essere pari a:

- $1/3 \pm 1/2$  di quello misurato , per depositi sabbiosi
- quello misurato ( inalterato ) , per depositi coesivi.

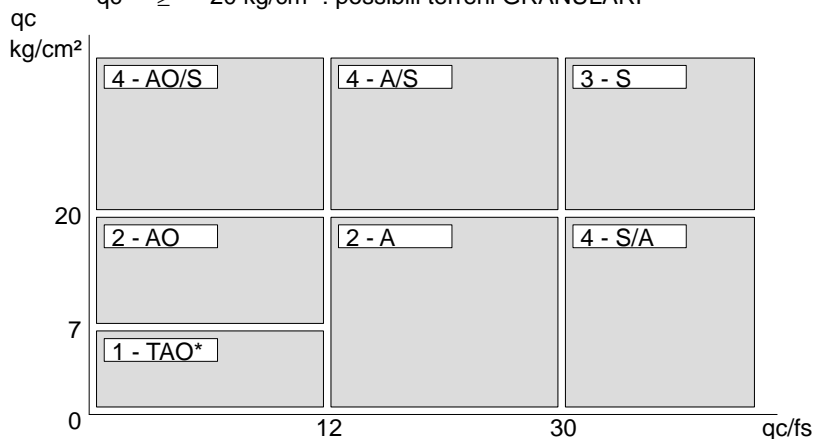


# LEGENDA PARAMETRI GEOTECNICI SPECIFICHE TECNICHE

Le scelte litologiche vengono effettuate in base al rapporto  $qc / fs$  (Begemann 1965 - A.G.I. 1977) prevedendo altresì la possibilità di casi dubbi :

$qc \leq 20 \text{ kg/cm}^2$  : possibili terreni COESIVI  
 $qc \geq 20 \text{ kg/cm}^2$  : possibili terreni GRANULARI

anche se ( $qc / fs$ ) > 30  
 anche se ( $qc / fs$ ) < 30



## NATURA LITOLOGICA

- 1 - COESIVA (TORBOSA) ALTA COMPRIM.
- 2 - COESIVA IN GENERE
- 3 - GRANULARE
- 4 - COESIVA / GRANULARE

## PARAMETRI GEOTECNICI ( validità orientativa ) - simboli - correlazioni - bibliografia

- $\gamma'$  = peso dell' unità di volume (efficace) del terreno [ correlazioni :  $\gamma'$  - qc - natura ]  
( Terzaghi & Peck 1967 - Bowles 1982 )
- $\sigma'_{vo}$  = tensione verticale geostatica (efficace) del terreno ( valutata in base ai valori di  $\gamma'$  )
- $C_u$  = coesione non drenata (terreni coesivi) [ correlazioni :  $C_u$  - qc ]
- OCR = grado di sovra consolidazione (terreni coesivi) [ correlazioni : OCR -  $C_u$  -  $\sigma'_{vo}$  ]  
( Ladd et al. 1972 / 1974 / 1977 - Lancellotta 1983 )
- $E_u$  = modulo di deformazione non drenato (terreni coesivi) [ correl. :  $E_u$  -  $C_u$  - OCR -  $I_p$   $I_p$ = ind.plast.]  
 $E_{u50}$  -  $E_{u25}$  corrispondono rispettivamente ad un grado di mobilitazione dello sforzo deviatorico pari al 50-25% (Duncan & Buchigani 1976 )
- $E'$  = modulo di deformazione drenato (terreni granulari) [ correlazioni :  $E'$  - qc ]  
 $E'_{50}$  -  $E'_{25}$  corrispondono rispettivamente ad un grado di mobilitazione dello sforzo deviatorico pari al 50-25% (coeff. di sicurezza  $F = 2 - 4$  rispettivamente )  
Schmertmann 1970 / 1978 - Jamiolkowski ed altri 1983 )
- $M_o$  = modulo di deformazione edometrico (terreni coesivi e granulari) [ correl. :  $M_o$  - qc - natura ]  
Sanglerat 1972 - Mitchell & Gardner 1975 - Ricceri et al. 1974 - Holden 1973 )
- $D_r$  = densità relativa (terreni granulari N. C. - normalmente consolidati)  
[ correlazioni :  $D_r$  -  $R_p$  -  $\sigma'_{vo}$  (Schmertmann 1976 ) ]
- $\emptyset'$  = angolo di attrito interno efficace (terreni granulari N.C. ) [ correl. :  $\emptyset'$  -  $D_r$  - qc  $\sigma'_{vo}$  ]  
 $\emptyset'_{Ca}$  - Caquot (1948)  $\emptyset'_{Ko}$  - Koppejan (1948)  
 $\emptyset'_{DB}$  - De Beer (1965)  $\emptyset'_{Sc}$  - Schmertmann (1978)  
 $\emptyset'_{DM}$  - Durgunoglu & Mitchell (1975) (sabbie N.C.)  $\emptyset'_{Me}$  - Meyerhof (1956 / 1976) (sabbie limose)
- F.L. = fattore di liquefazione (F.L.1 = Sabbie Pulite, F.L.2 = Sabbie Limose)
- $V_s$  = velocità di propagazione delle onde sismiche ( Iyisan 1996 )

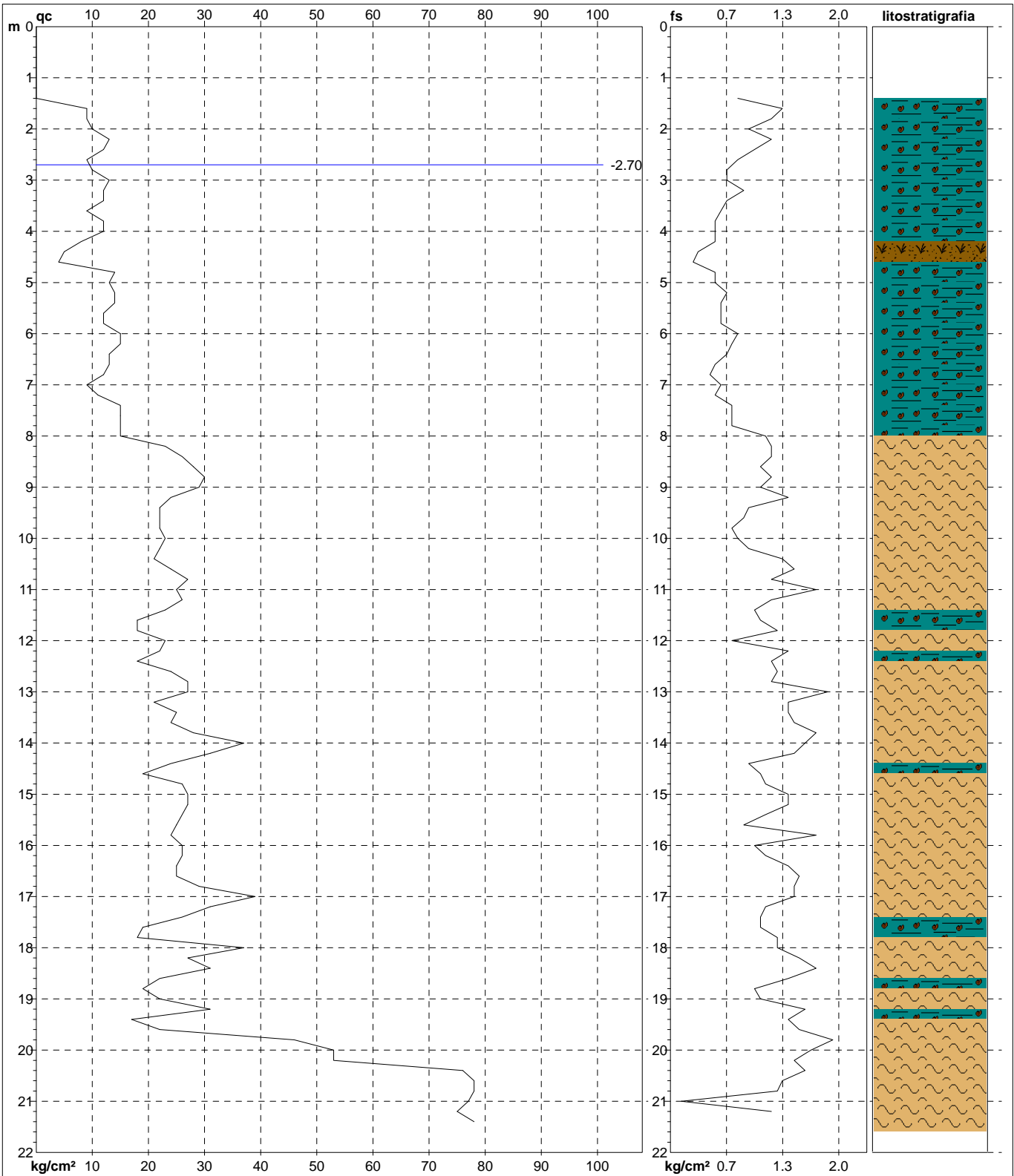


# PROVA PENETROMETRICA STATICA MECCANICA DIAGRAMMI DI RESISTENZA E LITOLOGIA

<b>CPT</b>	<b>1</b>
riferimento	<b>023-2017</b>
certificato n°	

Committente: **ANTONIAZZI STUDIO ASSOCIATO**  
 Cantiere: **VIA VARISCO 18**  
 Località: **RIMINI (Rn)**

U.M.: **kg/cm<sup>2</sup>**    Data eseg.: 28/08/2017  
 Scala: 1:110    Data certificato: 05/09/2017  
 Pagina: 1    Quota inizio: Piano Campagna  
 Elaborato:    Falda: -2.70 m da p.c.



Litologia: **Begemann [qc + qc/fs] 4 Zone**  
 Penetrometro: **TG63-200S**  
 Responsabile:  
 Assistente:

Corr.astine: kg/ml  
 Cod. punta:

Preforo: -1.40 m  
**Lo sperimentatore:**  
**Il direttore laboratorio:**

# PROVA PENETROMETRICA STATICA MECCANICA

## DIAGRAMMI LITOLOGIA

**CPT**

**1**

referimento

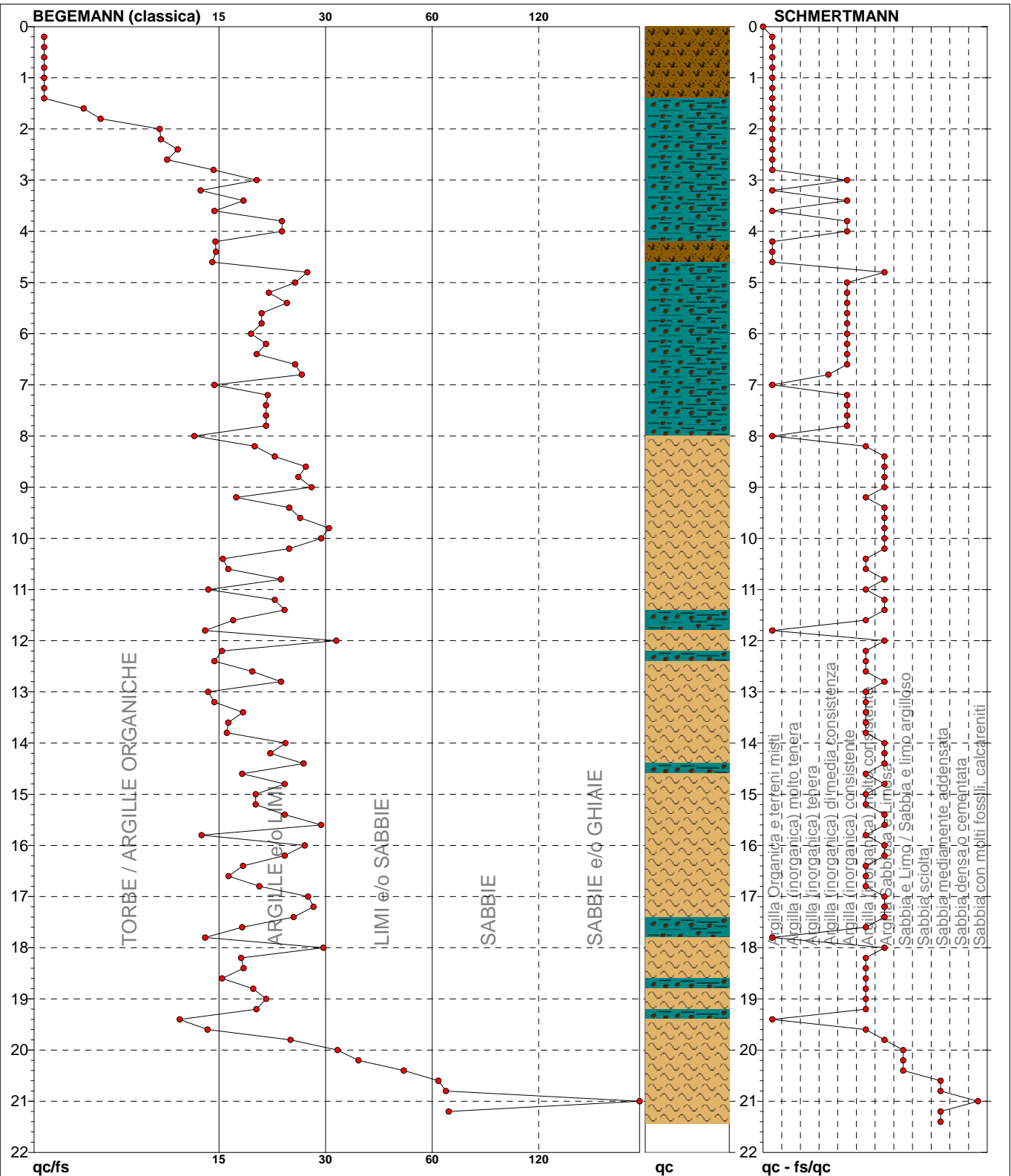
**023-2017**

certificato n°

Committente: **ANTONIAZZI STUDIO ASSOCIATO**  
 Cantiere: **VIA VARISCO 18**  
 Località: **RIMINI (Rn)**

U.M.: **kg/cm<sup>2</sup>**  
 Scala: **1:110**  
 Pagina: **1**  
 Elaborato:

Data eseg.: **28/08/2017**  
 Data certificato: **11/09/2017**  
 Falda: **-2.70 m da p.c.**



Torbe / Argille org. :	28 punti, 25.69%
Argille e/o Limi :	69 punti, 63.30%
Limi e/o Sabbie :	6 punti, 5.50%
Sabbie :	2 punti, 1.83%
Sabbie e/o Ghiaie :	1 punti, 0.92%

**Lo sperimentatore:**

**Il direttore laboratorio:**

FON091

Software by dott. Geol. Diego Merlin 0425-840820



# PROVA PENETROMETRICA STATICA MECCANICA

## PARAMETRI GEOTECNICI

**CPT**
**1**

riferimento

**023-2017**

certificato n°

 Committente: **ANTONIAZZI STUDIO ASSOCIATO**

 Cantiere: **VIA VARISCO 18**

 Località: **RIMINI (Rn)**

 U.M.: **kg/cm<sup>2</sup>**

 Data esec.: **28/08/2017**

 Pagina: **2**

 Data certificato: **05/09/2017**

Elaborato:

 Falda: **-2.70 m da p.c.**

Prof. m	qc U.M.	qc/fs	zone	$\gamma'$ t/m <sup>3</sup>	$\sigma'_{vo}$ U.M.	Vs m/s	NATURA COESIVA					NATURA GRANULARE											
							Cu U.M.	OCR %	Eu50 U.M.	Eu25 U.M.	Mo U.M.	Dr %	Sc (°)	Ca (°)	Ko (°)	DB (°)	DM (°)	Me (°)	E'50 U.M.	E'25 U.M.	Mo U.M.	FL1	FL2
<b>20.00</b>	53.00	31.74	3	0.92	2.13	247	--	--	--	--	--	32	35	26	23	21	29	31	88.3	132.5	159.0	--	--
20.20	53.00	36.05	3	0.92	2.15	247	--	--	--	--	--	32	35	26	22	21	29	31	88.3	132.5	159.0	--	--
20.40	76.00	47.50	3	0.96	2.17	283	--	--	--	--	--	44	36	27	24	23	31	33	126.7	190.0	228.0	--	--
20.60	78.00	58.65	3	0.96	2.18	286	--	--	--	--	--	44	37	28	24	23	31	33	130.0	195.0	234.0	--	--
20.80	78.00	61.42	3	0.96	2.20	286	--	--	--	--	--	44	37	27	24	23	31	33	130.0	195.0	234.0	--	--
<b>21.00</b>	77.00	592.31	3	0.96	2.22	284	--	--	--	--	--	44	36	27	24	23	31	33	128.3	192.5	231.0	--	--
21.20	75.00	62.50	3	0.96	2.24	282	--	--	--	--	--	42	36	27	24	23	31	32	125.0	187.5	225.0	--	--
21.40	78.00	--	3	0.96	2.26	286	--	--	--	--	--	44	36	27	24	23	31	33	130.0	195.0	234.0	--	--

Lo sperimentatore:

Il direttore laboratorio:

FON091





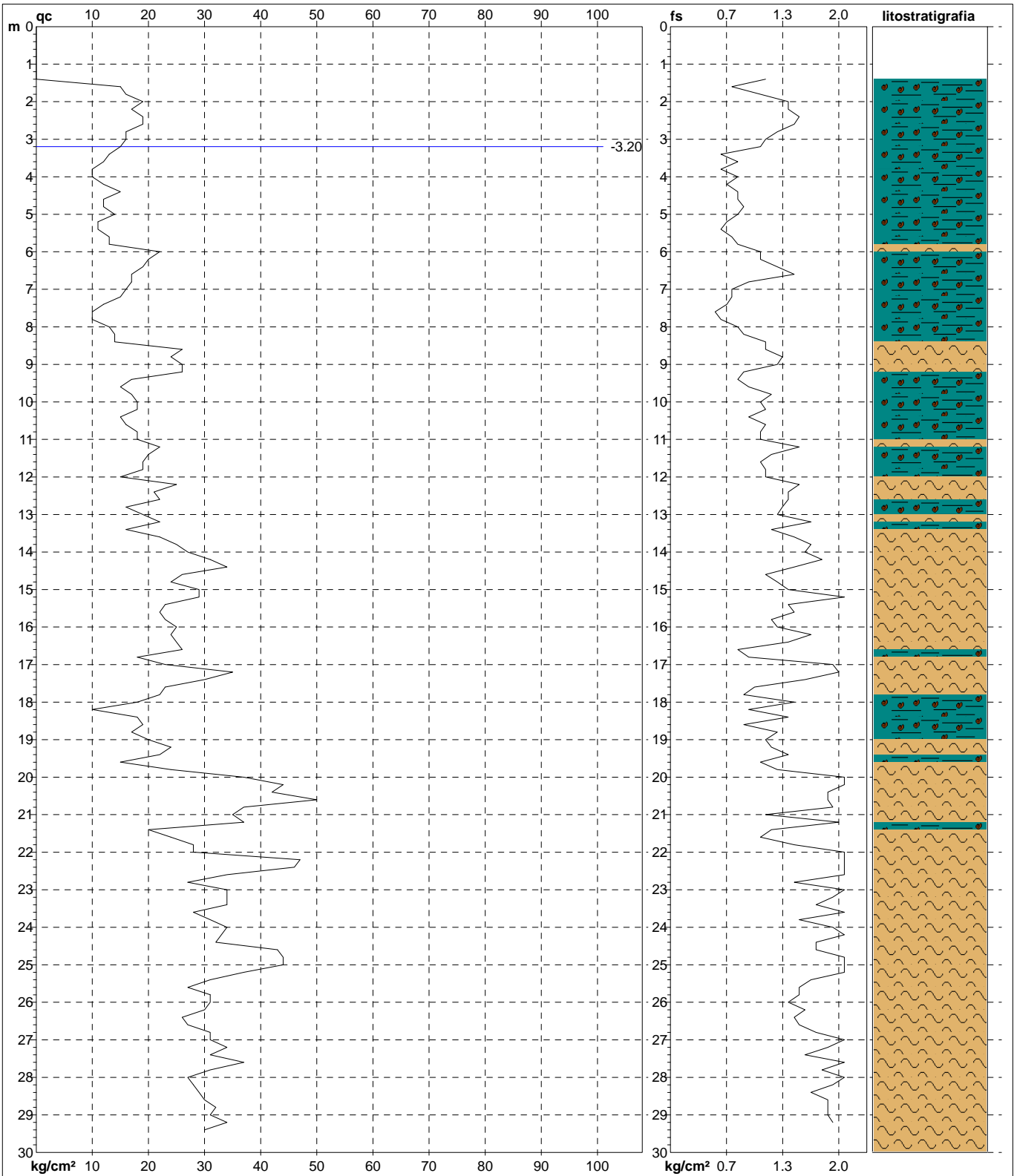
# PROVA PENETROMETRICA STATICA MECCANICA

## DIAGRAMMI DI RESISTENZA E LITOLOGIA

<b>CPT</b>	<b>2</b>
riferimento	<b>023-2017</b>
certificato n°	

Committente: **ANTONIAZZI STUDIO ASSOCIATO**  
 Cantiere: **VIA VARISCO 18**  
 Località: **RIMINI (Rn)**

U.M.: **kg/cm<sup>2</sup>**    Data eseg.: 28/08/2017  
 Scala: 1:150    Data certificato: 05/09/2017  
 Pagina: 1    Quota inizio: Piano Campagna  
 Elaborato:    Falda: -3.20 m da p.c.



Litologia: **Begemann [qc + qc/fs] 4 Zone**  
 Penetrometro: **TG63-200S**  
 Responsabile:  
 Assistente:

Corr.astine: kg/ml  
 Cod. punta:

Preforo: **-1.40 m**  
**Lo sperimentatore:**  
**Il direttore laboratorio:**

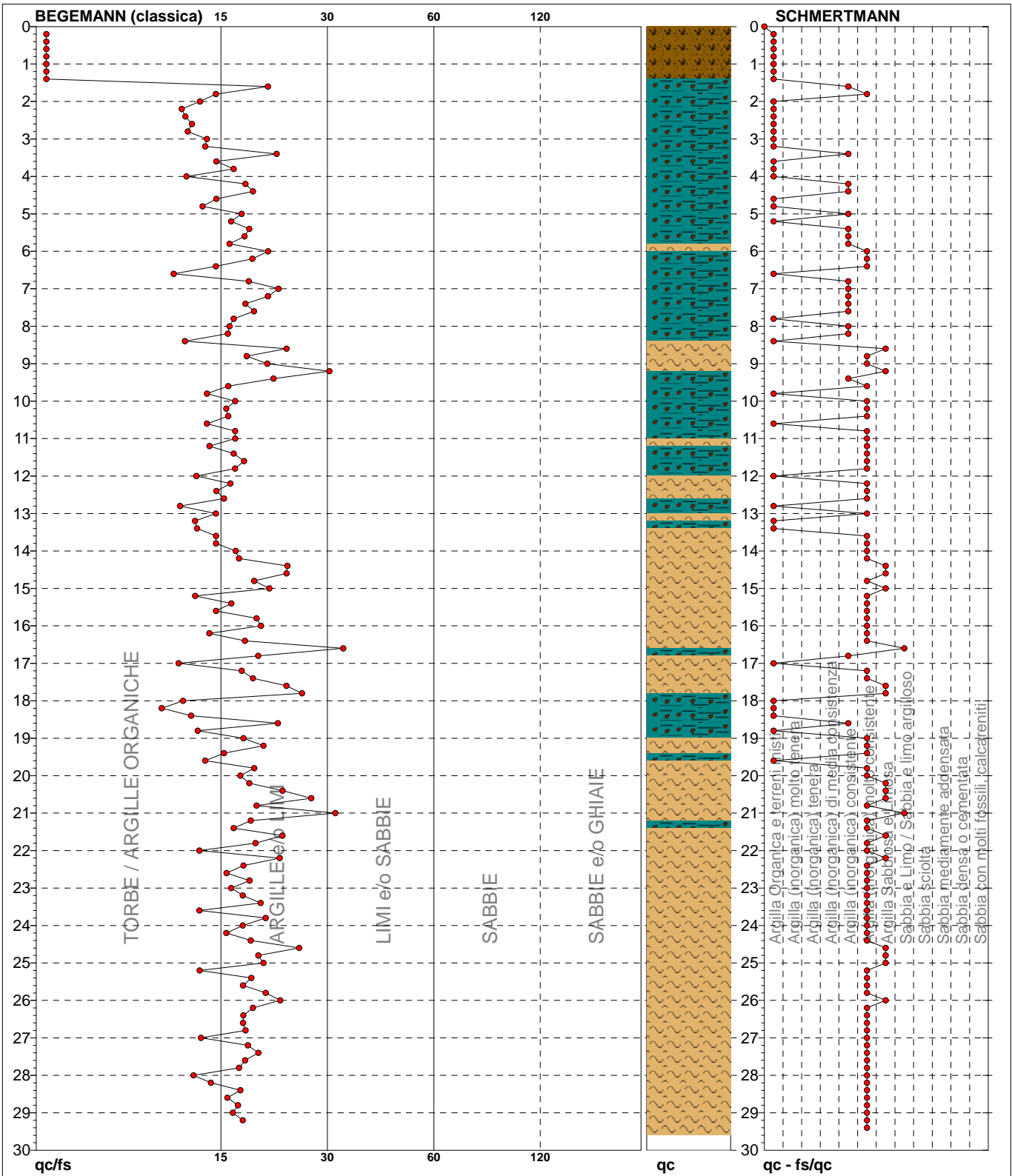
# PROVA PENETROMETRICA STATICA MECCANICA

## DIAGRAMMI LITOLOGIA

<b>CPT</b>	<b>2</b>
riferimento	<b>023-2017</b>
certificato n°	

Committente: **ANTONIAZZI STUDIO ASSOCIATO**  
 Cantiere: **VIA VARISCO 18**  
 Località: **RIMINI (Rn)**

U.M.: **kg/cm<sup>2</sup>**    Data eseg.: **28/08/2017**  
 Scala: **1:150**    Data certificato: **11/09/2017**  
 Pagina: **1**  
 Elaborato:    Falda: **-3.20 m da p.c.**



Torbe / Argille org. :    48 punti, 32.21%  
 Argille e/o Limi :    96 punti, 64.43%  
 Limi e/o Sabbie :    2 punti, 1.34%

**Lo sperimentatore:**

**Il direttore laboratorio:**







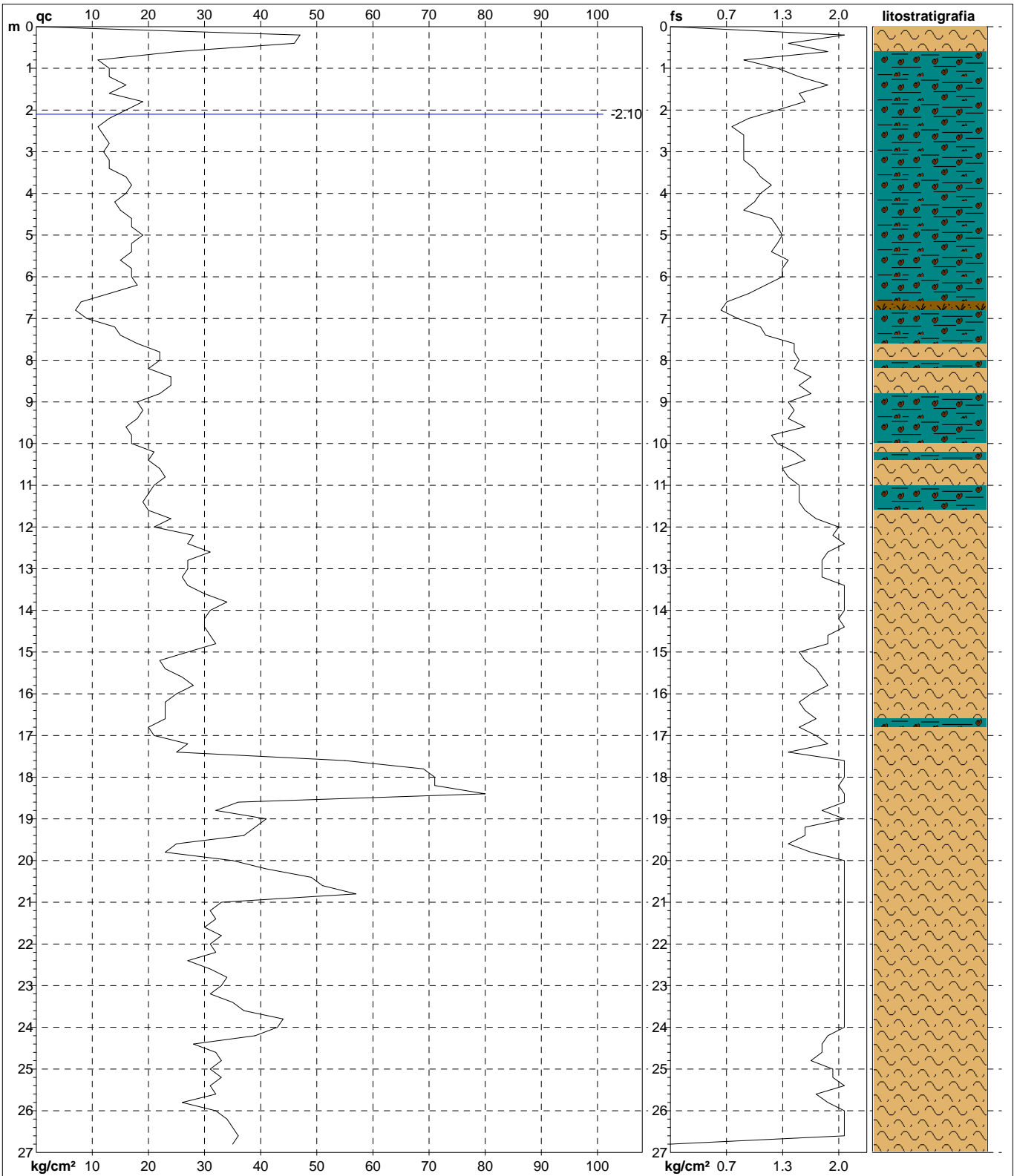


# PROVA PENETROMETRICA STATICA MECCANICA DIAGRAMMI DI RESISTENZA E LITOLOGIA

<b>CPT</b>	<b>3</b>
riferimento	<b>023-2017</b>
certificato n°	

Committente: **ANTONIAZZI STUDIO ASSOCIATO**  
 Cantiere: **VIA VARISCO 18**  
 Località: **RIMINI (Rn)**

U.M.: **kg/cm<sup>2</sup>**    Data eseg.: 28/08/2017  
 Scala: 1:135    Data certificato: 05/09/2017  
 Pagina: 1    Quota inizio: Piano Campagna  
 Elaborato:    Falda: -2.10 m da p.c.



Litologia: **Begemann [qc + qc/fs] 4 Zone**  
 Penetrometro: **TG63-200S**  
 Responsabile:  
 Assistente:

Corr.astine: kg/ml  
 Cod. punta:

Preforo: m  
**Lo sperimentatore:**  
**Il direttore laboratorio:**

# PROVA PENETROMETRICA STATICA MECCANICA

## DIAGRAMMI LITOLOGIA

**CPT**

**3**

referimento

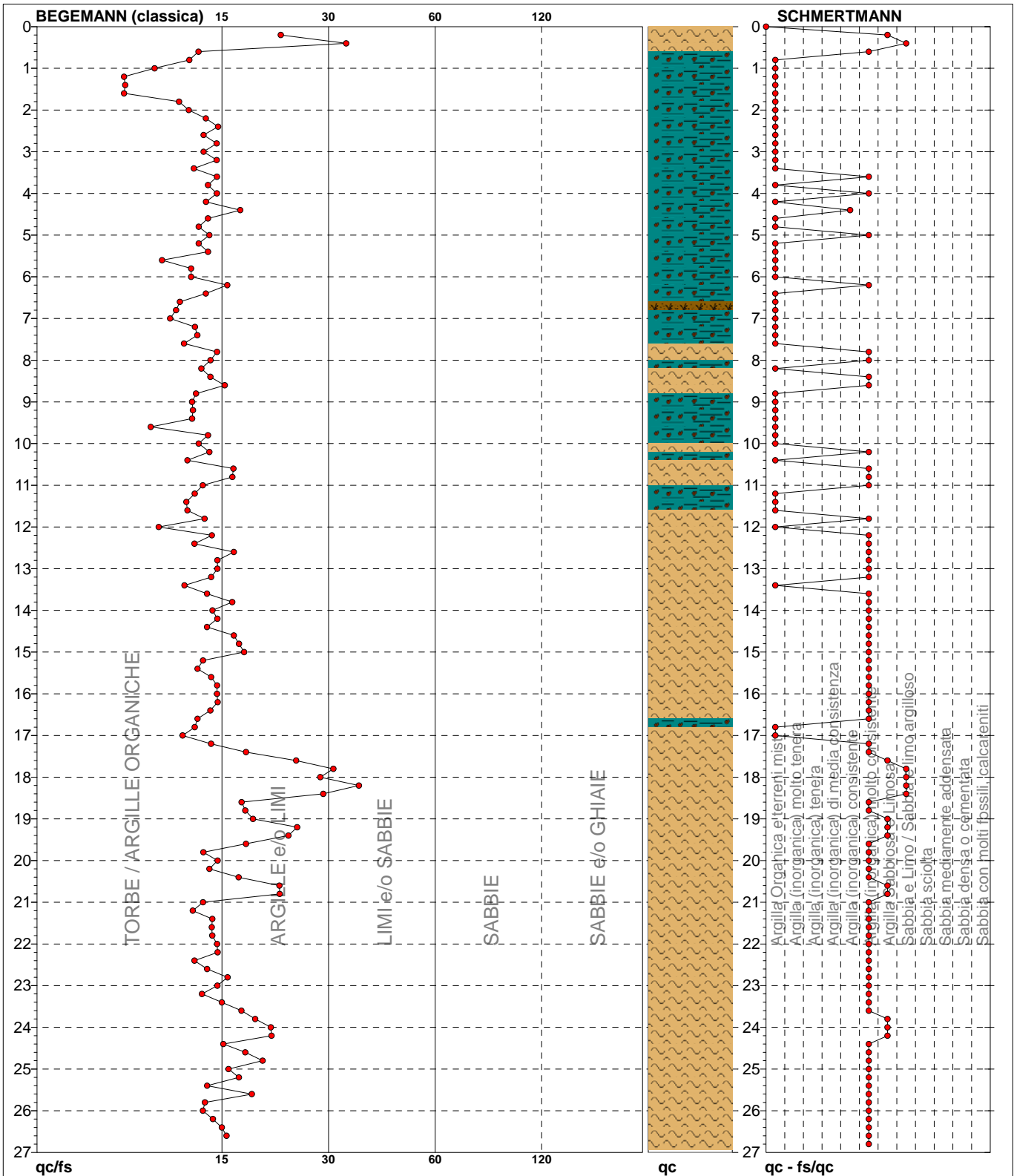
**023-2017**

certificato n°

Committente: **ANTONIAZZI STUDIO ASSOCIATO**  
 Cantiere: **VIA VARISCO 18**  
 Località: **RIMINI (Rn)**

U.M.: **kg/cm<sup>2</sup>**  
 Scala: **1:135**  
 Pagina: **1**  
 Elaborato:

Data eseg.: **28/08/2017**  
 Data certificato: **05/09/2017**  
 Falda: **-2.10 m da p.c.**



Torbe / Argille org. : 90 punti, 67.16%  
 Argille e/o Limi : 42 punti, 31.34%  
 Limi e/o Sabbie : 3 punti, 2.24%

**Lo sperimentatore:**

**Il direttore laboratorio:**

FON091

Software by dott. Geol. Diego Merlin 0425-840820



# PROVA PENETROMETRICA STATICA MECCANICA

## PARAMETRI GEOTECNICI

**CPT**
**3**

riferimento

**023-2017**

certificato n°

 Committente: **ANTONIAZZI STUDIO ASSOCIATO**

 Cantiere: **VIA VARISCO 18**

 Località: **RIMINI (Rn)**

 U.M.: **kg/cm<sup>2</sup>**

 Data eseg.: **28/08/2017**

 Pagina: **2**

 Data certificato: **05/09/2017**

Elaborato:

 Falda: **-2.10 m da p.c.**

Prof. m	qc U.M.	qc/fs	zone	$\gamma'$ t/m <sup>3</sup>	$\sigma'_{vo}$ U.M.	Vs m/s	NATURA COESIVA				NATURA GRANULARE												
							Cu U.M.	OCR %	Eu50 U.M.	Eu25 U.M.	Mo U.M.	Dr %	Sc (°)	Ca (°)	Ko (°)	DB (°)	DM (°)	Me (°)	E'50 U.M.	E'25 U.M.	Mo U.M.	FL1	FL2
20.00	35.00	15.02	4	0.98	2.09	211	1.17	3.0	573.6	860.4	105.0	18	33	24	20	19	27	29	58.3	87.5	105.0	--	--
20.20	41.00	14.29	4	1.00	2.11	224	1.37	3.6	597.0	895.5	123.0	23	34	25	21	20	28	30	68.3	102.5	123.0	--	--
20.40	49.00	17.07	4	1.01	2.13	240	1.63	4.5	595.4	893.0	147.0	29	35	25	22	21	29	31	81.7	122.5	147.0	--	--
20.60	51.00	21.89	4	1.01	2.15	243	1.70	4.7	599.5	899.2	153.0	30	35	25	22	21	29	31	85.0	127.5	153.0	--	--
20.80	57.00	21.92	4	1.01	2.18	254	1.90	5.3	594.2	891.2	171.0	34	35	26	23	21	29	31	95.0	142.5	171.0	--	--
21.00	33.00	13.75	4	0.97	2.19	207	1.10	2.6	571.8	857.8	99.0	15	33	23	20	19	26	29	55.0	82.5	99.0	--	--
21.20	31.00	12.92	4	0.97	2.21	202	1.03	2.4	552.9	829.4	93.0	12	33	23	20	18	26	29	51.7	77.5	93.0	--	--
21.40	32.00	14.55	4	0.97	2.23	204	1.07	2.5	565.8	848.8	96.0	13	33	23	20	19	26	29	53.3	80.0	96.0	--	--
21.60	30.00	14.49	4	0.96	2.25	199	1.00	2.3	544.3	816.5	90.0	11	33	23	19	18	26	29	50.0	75.0	90.0	--	--
21.80	33.00	14.54	4	0.97	2.27	207	1.10	2.5	580.4	870.6	99.0	14	33	23	20	19	26	29	55.0	82.5	99.0	--	--
22.00	31.00	14.98	4	0.97	2.29	202	1.03	2.3	559.6	839.4	93.0	12	33	23	19	18	26	29	51.7	77.5	93.0	--	--
22.20	32.00	15.02	4	0.97	2.31	204	1.07	2.4	573.1	859.6	96.0	12	33	23	19	18	26	29	53.3	80.0	96.0	--	--
22.40	27.00	13.04	4	0.95	2.33	192	0.95	2.0	528.5	792.8	81.0	6	32	22	19	18	25	28	45.0	67.5	81.0	--	--
22.60	31.00	14.09	4	0.97	2.35	202	1.03	2.2	564.1	846.1	93.0	11	33	23	19	18	26	29	51.7	77.5	93.0	--	--
22.80	34.00	15.96	4	0.98	2.37	209	1.13	2.5	600.8	901.2	102.0	14	33	23	20	19	26	29	56.7	85.0	102.0	--	--
23.00	33.00	15.00	4	0.97	2.39	207	1.10	2.4	591.4	887.1	99.0	13	33	23	19	18	26	29	55.0	82.5	99.0	--	--
23.20	31.00	13.66	4	0.97	2.41	202	1.03	2.2	568.2	852.3	93.0	10	32	22	19	18	26	29	51.7	77.5	93.0	--	--
23.40	35.00	15.42	4	0.98	2.43	211	1.17	2.5	617.3	926.0	105.0	14	33	23	20	19	26	29	58.3	87.5	105.0	--	--
23.60	37.00	17.37	4	0.99	2.45	216	1.23	2.7	639.5	959.3	111.0	16	33	23	20	19	26	30	61.7	92.5	111.0	--	--
23.80	44.00	18.88	4	1.00	2.47	230	1.47	3.3	689.5	1034.2	132.0	22	34	24	21	20	27	31	73.3	110.0	132.0	--	--
24.00	43.00	20.77	4	1.00	2.49	228	1.43	3.2	689.1	1033.7	129.0	21	34	24	21	19	27	30	71.7	107.5	129.0	--	--
24.20	39.00	20.86	4	1.00	2.51	220	1.30	2.8	665.0	997.5	117.0	17	33	23	20	19	27	30	65.0	97.5	117.0	--	--
24.40	28.00	15.56	4	0.96	2.53	194	0.97	1.9	546.3	819.5	84.0	6	32	22	18	17	25	28	46.7	70.0	84.0	--	--
24.60	32.00	17.78	4	0.97	2.55	204	1.07	2.1	590.5	885.7	96.0	10	32	22	19	18	25	29	53.3	80.0	96.0	--	--
24.80	33.00	19.76	4	0.97	2.56	207	1.10	2.2	605.0	907.5	99.0	11	33	22	19	18	26	29	55.0	82.5	99.0	--	--
25.00	31.00	16.06	4	0.97	2.58	202	1.03	2.0	578.9	868.3	93.0	9	32	22	19	18	25	29	51.7	77.5	93.0	--	--
25.20	33.00	17.10	4	0.97	2.60	207	1.10	2.1	607.6	911.4	99.0	11	33	22	19	18	25	29	55.0	82.5	99.0	--	--
25.40	31.00	14.09	4	0.97	2.62	202	1.03	2.0	580.9	871.3	93.0	8	32	22	19	18	25	29	51.7	77.5	93.0	--	--
25.60	32.00	18.50	4	0.97	2.64	204	1.07	2.0	596.2	894.3	96.0	9	32	22	19	18	25	29	53.3	80.0	96.0	--	--
25.80	26.00	13.90	4	0.95	2.66	189	0.93	1.7	534.4	801.6	78.0	2	31	21	18	17	25	28	43.3	65.0	78.0	--	--
26.00	32.00	13.73	4	0.97	2.68	204	1.07	2.0	598.2	897.4	96.0	9	32	22	19	18	25	29	53.3	80.0	96.0	--	--
26.20	34.00	14.59	4	0.98	2.70	209	1.13	2.1	627.1	940.7	102.0	11	33	22	19	18	25	29	56.7	85.0	102.0	--	--
26.40	35.00	15.42	4	0.98	2.72	211	1.17	2.2	641.7	962.5	105.0	11	33	22	19	18	26	29	58.3	87.5	105.0	--	--
26.60	36.00	15.86	4	0.99	2.74	214	1.20	2.2	655.9	983.9	108.0	12	33	23	19	18	26	30	60.0	90.0	108.0	--	--
26.80	35.00	--	3	0.89	2.76	211	--	--	--	--	--	11	33	22	19	18	25	29	58.3	87.5	105.0	--	--

Lo sperimentatore:

Il direttore laboratorio:

FON091

Software by dott. Geol. Diego Merlin 0425-840820



# PROVA PENETROMETRICA STATICA MECCANICA

## DIAGRAMMI DI RESISTENZA E LITOLOGIA

**CPT**

**4**

riferimento

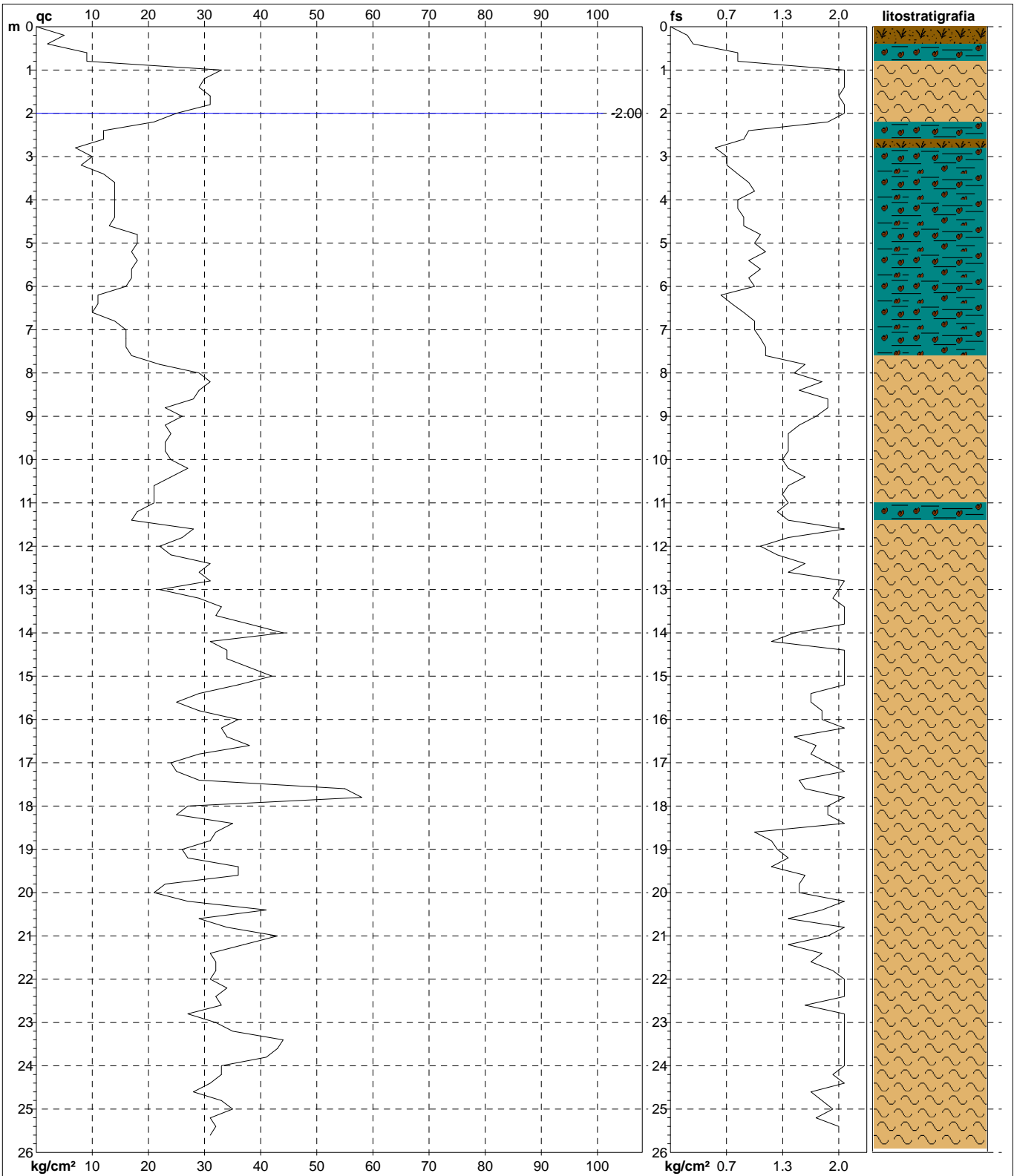
**023-2017**

certificato n°

Committente: **ANTONIAZZI STUDIO ASSOCIATO**  
 Cantiere: **VIA VARISCO 18**  
 Località: **RIMINI (Rn)**

U.M.: **kg/cm<sup>2</sup>**  
 Scala: **1:130**  
 Pagina: **1**  
 Elaborato:

Data eseg.: **28/08/2017**  
 Data certificato: **05/09/2017**  
 Quota inizio: **Piano Campagna**  
 Falda: **-2.00 m da p.c.**



Litologia: **Begemann [qc + qc/fs] 4 Zone**  
 Penetrometro: **TG63-200S**  
 Responsabile:  
 Assistente:

Corr.astine: **kg/ml**  
 Cod. punta:

Preforo: **m**  
**Lo sperimentatore:**  
**Il direttore laboratorio:**

FON091



# PROVA PENETROMETRICA STATICA MECCANICA

## DIAGRAMMI LITOLOGIA

**CPT**

**4**

riferimento

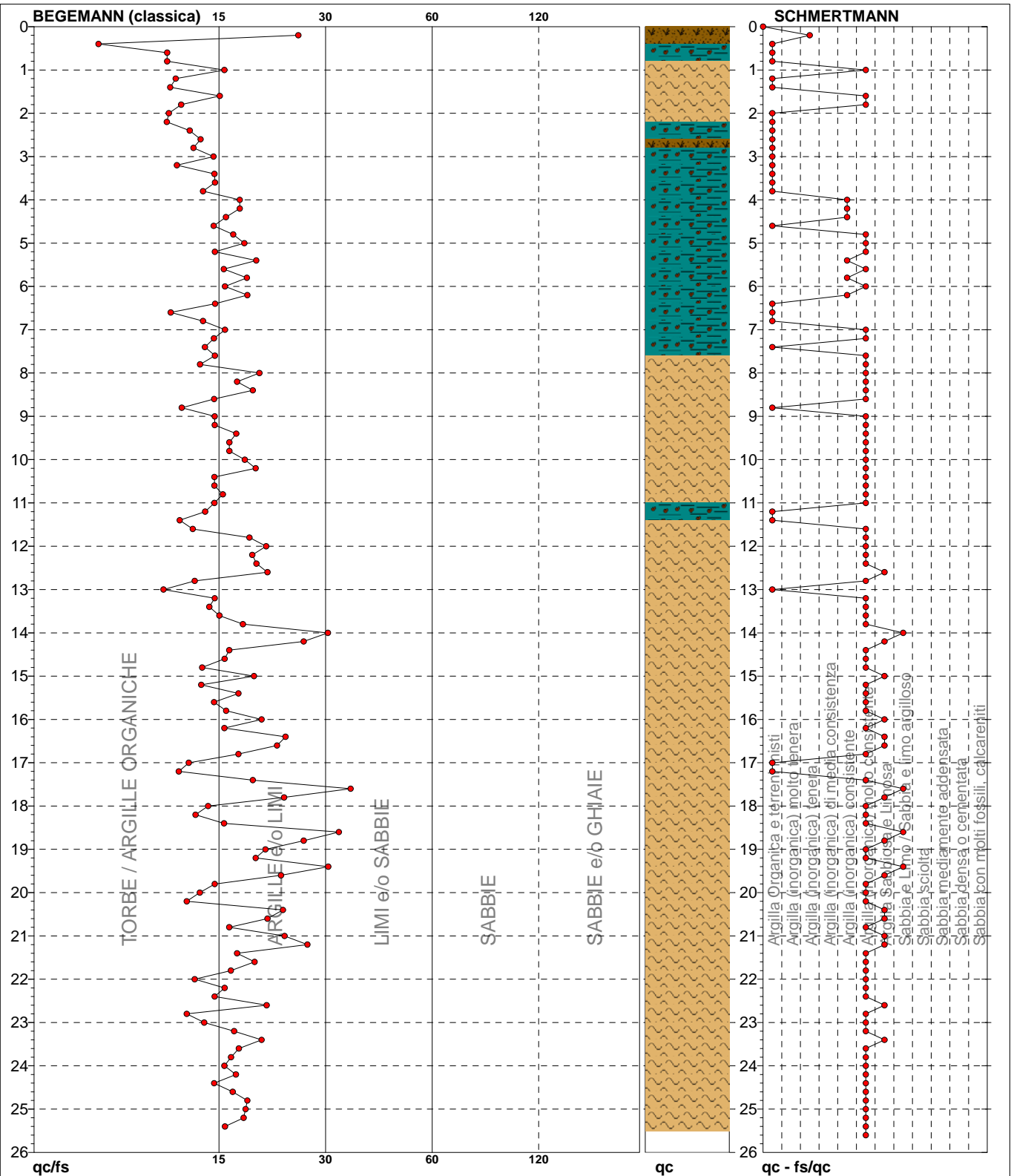
**023-2017**

certificato n°

Committente: **ANTONIAZZI STUDIO ASSOCIATO**  
 Cantiere: **VIA VARISCO 18**  
 Località: **RIMINI (Rn)**

U.M.: **kg/cm<sup>2</sup>**  
 Scala: **1:130**  
 Pagina: **1**  
 Elaborato:

Data eseg.: **28/08/2017**  
 Data certificato: **05/09/2017**  
 Falda: **-2.00 m da p.c.**



Torbe / Argille org. : 45 punti, 34.88%  
 Argille e/o Limi : 80 punti, 62.02%  
 Limi e/o Sabbie : 2 punti, 1.55%

Lo sperimentatore:

Il direttore laboratorio:

FON091

Software by dott. Geol. Diego Merlin 0425-840820



# PROVA PENETROMETRICA STATICA MECCANICA

## PARAMETRI GEOTECNICI

**CPT**
**4**

riferimento

**023-2017**

certificato n°

 Committente: **ANTONIAZZI STUDIO ASSOCIATO**

 Cantiere: **VIA VARISCO 18**

 Località: **RIMINI (Rn)**

 U.M.: **kg/cm<sup>2</sup>**

 Data esec.: **28/08/2017**

 Pagina: **2**

 Data certificato: **05/09/2017**

Elaborato:

 Falda: **-2.00 m da p.c.**

Prof. m	qc U.M.	qc/fs	zone	$\gamma'$ t/m <sup>3</sup>	$\sigma'_{vo}$ U.M.	Vs m/s	NATURA COESIVA					NATURA GRANULARE											
							Cu U.M.	OCR %	Eu50 U.M.	Eu25 U.M.	Mo U.M.	Dr %	Sc (°)	Ca (°)	Ko (°)	DB (°)	DM (°)	Me (°)	E'50 U.M.	E'25 U.M.	Mo U.M.	FL1	FL2
20.00	21.00	13.73	4	0.93	2.08	174	0.82	2.0	462.2	693.2	63.0	1	31	21	18	17	25	27	35.0	52.5	63.0	--	--
20.20	27.00	12.68	4	0.95	2.09	192	0.95	2.3	512.5	768.8	81.0	9	32	22	19	18	26	28	45.0	67.5	81.0	--	--
20.40	41.00	22.78	4	1.00	2.11	224	1.37	3.6	596.9	895.4	123.0	23	34	25	21	20	28	30	68.3	102.5	123.0	--	--
20.60	29.00	20.71	4	0.96	2.13	197	0.98	2.4	528.5	792.7	87.0	11	33	23	19	18	26	29	48.3	72.5	87.0	--	--
20.80	34.00	16.43	4	0.98	2.15	209	1.13	2.8	575.4	863.0	102.0	16	33	23	20	19	27	29	56.7	85.0	102.0	--	--
21.00	43.00	22.99	4	1.00	2.17	228	1.43	3.7	612.9	919.4	129.0	24	34	25	21	20	28	30	71.7	107.5	129.0	--	--
21.20	37.00	26.43	4	0.99	2.19	216	1.23	3.1	602.7	904.0	111.0	19	33	24	20	19	27	30	61.7	92.5	111.0	--	--
21.40	31.00	17.22	4	0.97	2.21	202	1.03	2.4	552.8	829.2	93.0	12	33	23	20	18	26	29	51.7	77.5	93.0	--	--
21.60	32.00	19.16	4	0.97	2.23	204	1.07	2.5	565.7	848.5	96.0	13	33	23	20	19	26	29	53.3	80.0	96.0	--	--
21.80	32.00	16.58	4	0.97	2.25	204	1.07	2.5	567.6	851.3	96.0	13	33	23	20	19	26	29	53.3	80.0	96.0	--	--
22.00	31.00	13.30	4	0.97	2.27	202	1.03	2.3	557.9	836.8	93.0	12	33	23	19	18	26	29	51.7	77.5	93.0	--	--
22.20	34.00	15.96	4	0.98	2.29	209	1.13	2.6	592.5	888.7	102.0	15	33	23	20	19	26	29	56.7	85.0	102.0	--	--
22.40	32.00	15.02	4	0.97	2.31	204	1.07	2.4	572.9	859.4	96.0	12	33	23	19	18	26	29	53.3	80.0	96.0	--	--
22.60	33.00	20.63	4	0.97	2.33	207	1.10	2.5	586.0	879.0	99.0	13	33	23	20	19	26	29	55.0	82.5	99.0	--	--
22.80	27.00	12.68	4	0.95	2.35	192	0.95	2.0	529.6	794.3	81.0	6	32	22	19	18	25	28	45.0	67.5	81.0	--	--
23.00	32.00	14.10	4	0.97	2.37	204	1.07	2.3	577.8	866.7	96.0	12	33	23	19	18	26	29	53.3	80.0	96.0	--	--
23.20	35.00	16.91	4	0.98	2.39	211	1.17	2.6	613.1	919.7	105.0	15	33	23	20	19	26	29	58.3	87.5	105.0	--	--
23.40	44.00	20.00	4	1.00	2.41	230	1.47	3.4	676.1	1014.2	132.0	22	34	24	21	20	27	31	73.3	110.0	132.0	--	--
23.60	43.00	17.41	4	1.00	2.43	228	1.43	3.3	677.2	1015.7	129.0	21	34	24	21	20	27	30	71.7	107.5	129.0	--	--
23.80	41.00	16.60	4	1.00	2.45	224	1.37	3.0	670.8	1006.1	123.0	20	34	24	20	19	27	30	68.3	102.5	123.0	--	--
24.00	33.00	15.94	4	0.97	2.47	207	1.10	2.3	597.9	896.8	99.0	12	33	23	19	18	26	29	55.0	82.5	99.0	--	--
24.20	33.00	17.10	4	0.97	2.49	207	1.10	2.3	599.4	899.0	99.0	12	33	23	19	18	26	29	55.0	82.5	99.0	--	--
24.40	31.00	14.98	4	0.97	2.51	202	1.03	2.1	574.4	861.6	93.0	9	32	22	19	18	25	29	51.7	77.5	93.0	--	--
24.60	28.00	16.77	4	0.96	2.52	194	0.97	1.9	546.3	819.4	84.0	6	32	22	18	17	25	28	46.7	70.0	84.0	--	--
24.80	33.00	18.33	4	0.97	2.54	207	1.10	2.2	603.6	905.4	99.0	11	33	23	19	18	26	29	55.0	82.5	99.0	--	--
25.00	35.00	18.13	4	0.98	2.56	211	1.17	2.3	629.9	944.8	105.0	13	33	23	19	18	26	29	58.3	87.5	105.0	--	--
25.20	31.00	17.92	4	0.97	2.58	202	1.03	2.0	578.8	868.2	93.0	9	32	22	19	18	25	29	51.7	77.5	93.0	--	--
25.40	32.00	16.00	4	0.97	2.60	204	1.07	2.1	593.9	890.9	96.0	9	32	22	19	18	25	29	53.3	80.0	96.0	--	--
25.60	31.00	--	3	0.88	2.62	202	--	--	--	--	--	8	32	22	19	18	25	29	51.7	77.5	93.0	--	--

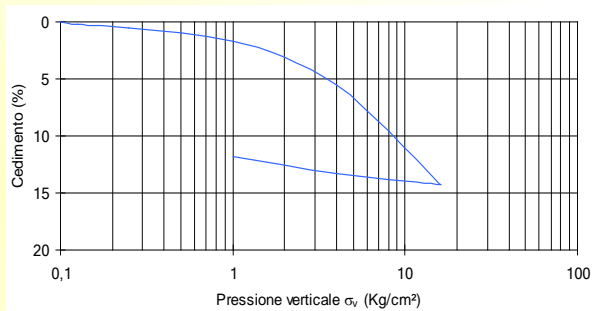
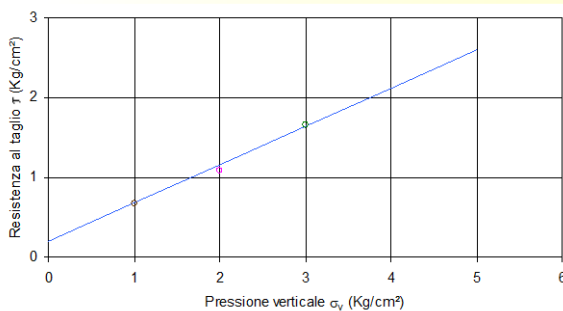
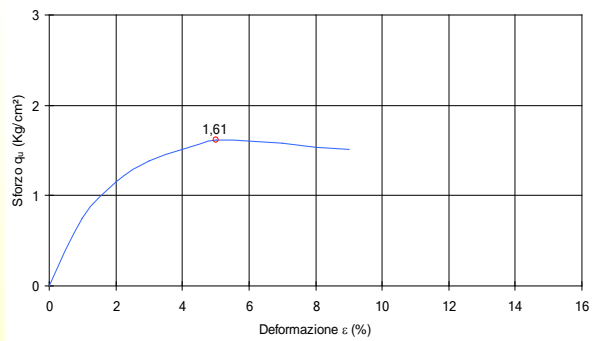
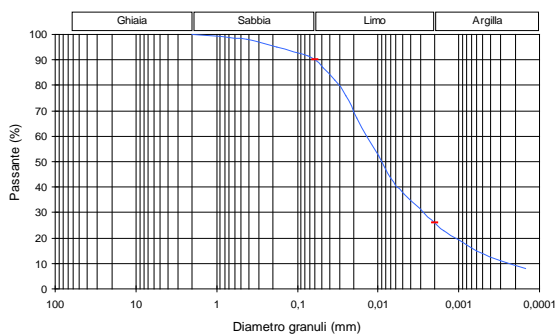
Lo sperimentatore:

Il direttore laboratorio:

FON091

COMMITTENTE : **ANTONIAZZI STUDIO ASSOCIATO**

LOCALITA' : **VIA VARISCO – RIMINI (RN)**

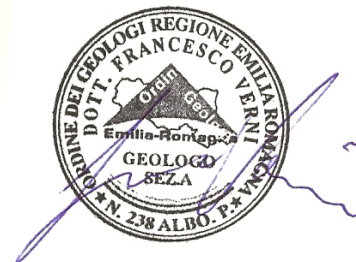


## PROVE DI LABORATORIO

DATA:  
agosto '17

RELATORI:

FILE N°:  
2017L12



geol. Francesco Verni

Riepilogo prove di laboratorio  
via Varisco - Rimini (RN)

Campione			Proprietà indice			Taglio CD		Edometro ( $\sigma = 1,0 \text{ kg/cm}^2$ )		
Sondaggio	Campione	Profondità	w	$\gamma$	$\gamma_d$	$\phi'$	$c'$	E	$c_v$	K
n°	n°	m	%	$\text{t/m}^3$	$\text{t/m}^3$	°	$\text{kg/cm}^2$	$\text{kg/cm}^2$	$\text{cm}^2/\text{s}$	$\text{cm/s}$
1	1	2,70-3,20	24,0	2,01	1,62	21	0,20	74	1,42E-04	1,92E-09
1	2	5,00-5,50	27,1	1,95	1,53	20	0,17	46	2,34E-04	5,08E-09
1	3	8,00-8,50	25,3	1,96	1,56	25	0,10	32	4,47E-04	1,40E-08

Committente : Antoniazzi Studio Associato  
 Località : via Varisco - Rimini (RN)

Sondaggio : 1  
 Campione : 1  
 Profondità : 2,70-3,20

## CARATTERISTICHE FISICO - MECCANICHE

Descrizione del campione: Argilla limosa di colore marrone con variegature grigio-verdastre.  
 Presenti calcinelli.

Classe di qualità: Q5

### PROPRIETA' INDICE

Contenuto in acqua	$w = 24,0 \%$
Peso di volume umido	$\gamma = 2,01 \text{ g/cm}^3$
Peso di volume secco	$\gamma_d = 1,62 \text{ g/cm}^3$
Peso specifico reale	$\gamma_s = 2,75 \text{ g/cm}^3$
Indice dei vuoti	$e = 0,698$
Grado di saturazione	$S = 95 \%$

### LIMITI DI ATTERBERG

Limite liquido	$W_L =$
Limite plastico	$W_P =$
Limite di ritiro	$W_S =$
Indice plastico	$i_P =$
Indice di consistenza	$i_C =$
Attività	$A =$

### GRANULOMETRIA

Ghiaia (> 2 mm)	=
Sabbia (2 - 0,06 mm)	=
Limo (0,06 - 0,002 mm)	=
Argilla (< 0,002 mm)	=

### COMPRESSIONE

Compressione semplice	$C_u =$
	$\epsilon =$
Pocket penetrometer	$q = 2,2 - 2,5 \text{ kg/cm}^2$
Vane test	$c_u = 1,15 \text{ kg/cm}^2$

### PROVA DI TAGLIO (C.D.)

Angolo di attrito	$\phi' = 21^\circ$
Coesione	$c' = 0,20 \text{ kg/cm}^2$

### PROVA DI TAGLIO (Residuo)

Angolo di attrito	$\phi_r =$
Coesione	$C_r =$

### PROVA TRIASSIALE

Angolo di attrito (U.U.)	$\phi_{uu} =$	Coesione (U.U.)	$C_{uu} =$
Angolo di attrito (C.I.U.)	$\phi_{cu} =$	Coesione (C.I.U.)	$C_{cu} =$
Angolo di attrito (C.I.D.)	$\phi_{cd} =$	Coesione (C.I.D.)	$C_{cd} =$

### PROVA EDOMETRICA

Intervallo pressione $\sigma_v$ (Kg/cm <sup>2</sup> )	Coefficiente di consolidazione $c_v$ (cm <sup>2</sup> /s)	Modulo edometrico E (kg/cm <sup>2</sup> )	Coefficiente di compressibilità $m_v$ (cm <sup>2</sup> /kg)	Coefficiente di permeabilità K (cm/s)
0,50 / 1,00	1,42E-04	74	1,35E-02	1,92E-09
1,00 / 2,00	1,39E-04	79	1,27E-02	1,76E-09
2,00 / 4,00	1,28E-04	94	1,06E-02	1,37E-09
4,00 / 8,00		123		
8,00 / 16,0		216		

Osservazioni:

Committente : Antoniazzi Studio Associato  
 Località : via Varisco - Rimini (RN)

Sondaggio : 1  
 Campione : 1  
 Profondità : 2,70-3,20

# TAGLIO DIRETTO (pagina 1 di 2)

consolidazione

Umidità iniziale	Wi =
Peso di volume	$\gamma =$
Carico verticale	$\sigma = 1,0 \text{ kg/cm}^2$
Cedimento	$\Delta h = 0,14 \text{ mm}$

provino 1

Tipo di prova
consolidata - drenata

Umidità iniziale	Wi =
Peso di volume	$\gamma =$
Carico verticale	$\sigma = 2,0 \text{ kg/cm}^2$
Cedimento	$\Delta h = 0,42 \text{ mm}$

provino 2

Velocità di prova
0,0025 mm/min

Umidità iniziale	Wi =
Peso di volume	$\gamma =$
Carico verticale	$\sigma = 3,0 \text{ kg/cm}^2$
Cedimento	$\Delta h = 0,65 \text{ mm}$

provino 3

Dimensioni provino	
Altezza	2,00 cm
Diametro	6,35 cm
Sezione	31,67 cm <sup>2</sup>

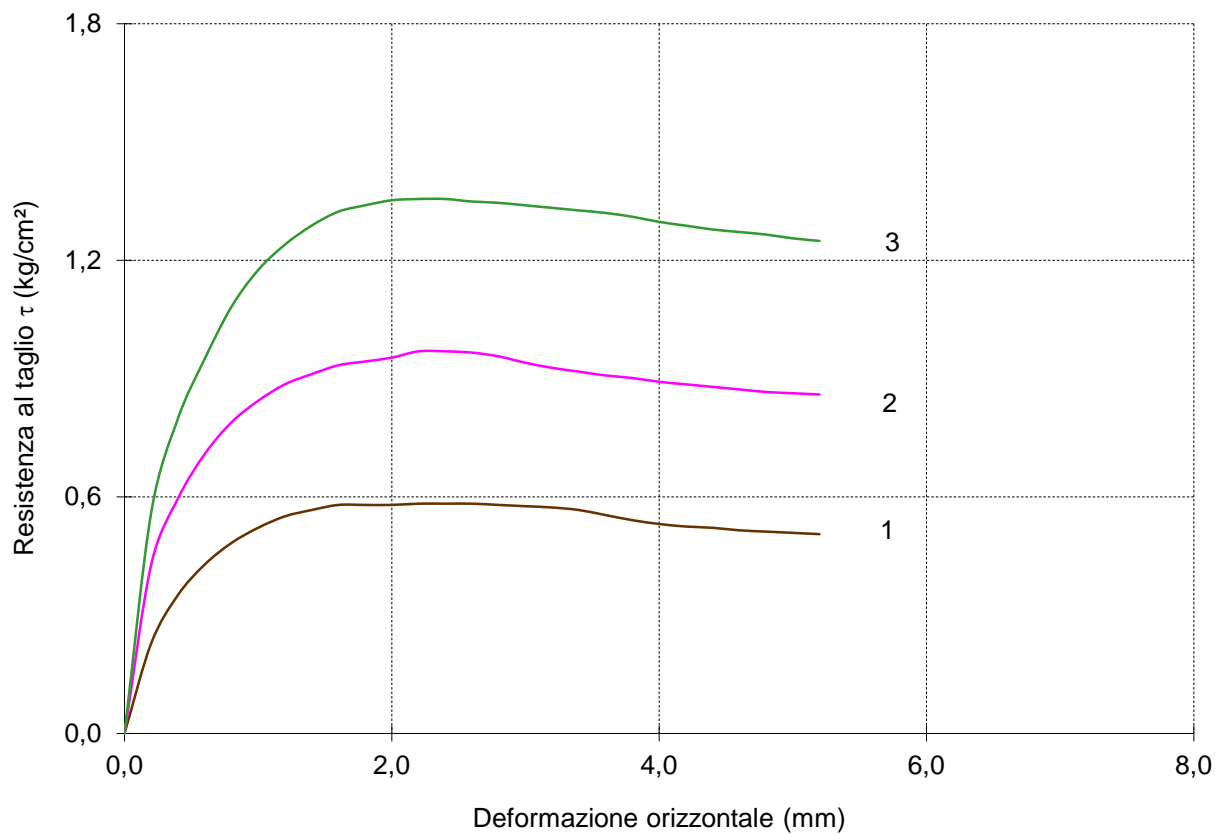
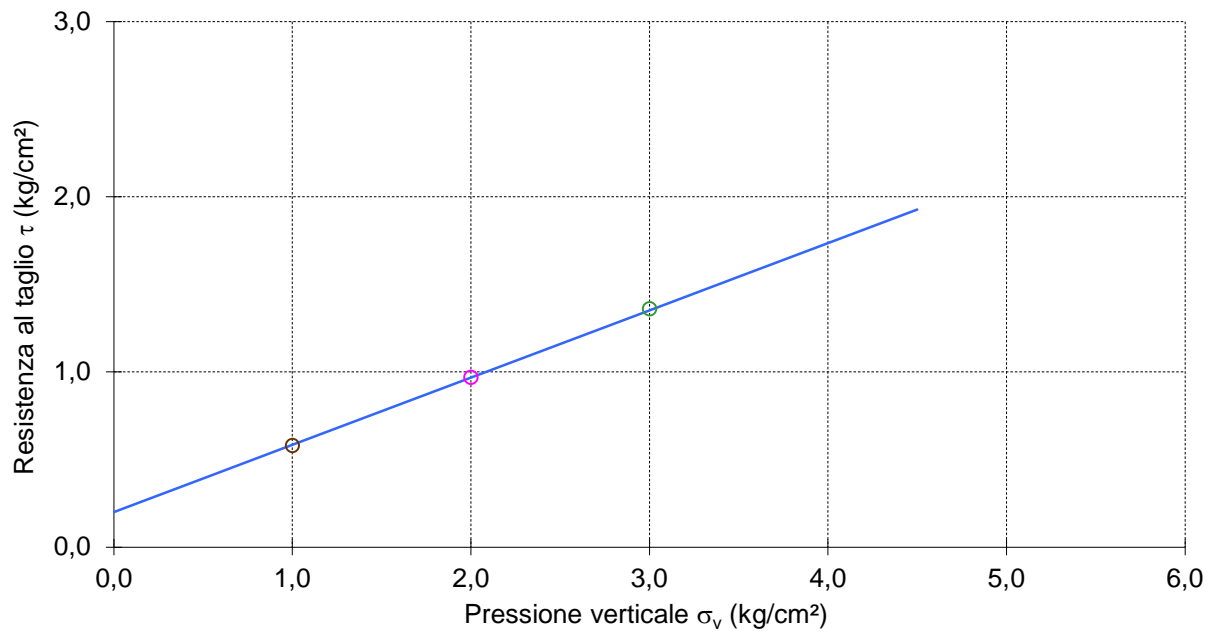
rottura

	provino 1		provino 2		provino 3	
Deform. mm	$\tau 1$ kg/cm <sup>2</sup>	$\tau 1$ kPa	$\tau 2$ kg/cm <sup>2</sup>	$\tau 2$ kPa	$\tau 3$ kg/cm <sup>2</sup>	$\tau 3$ kPa
0,0	0	0	0	0	0	0
0,2	0,23	22,4	0,43	42,0	0,56	54,9
0,4	0,35	34,4	0,60	58,4	0,80	78,3
0,6	0,43	42,0	0,71	69,5	0,95	93,1
0,8	0,48	47,4	0,79	77,4	1,08	106,1
1,0	0,52	51,2	0,84	82,7	1,18	115,3
1,2	0,55	54,0	0,89	86,8	1,24	121,6
1,4	0,57	55,6	0,91	89,4	1,29	126,3
1,6	0,58	56,8	0,93	91,6	1,32	129,8
1,8	0,58	56,8	0,94	92,5	1,34	131,4
2,0	0,58	56,8	0,95	93,5	1,35	132,6
2,2	0,58	57,2	0,97	95,0	1,36	132,9
2,4	0,58	57,2	0,97	95,0	1,36	132,9
2,6	0,58	57,2	0,97	94,7	1,35	132,3
2,8	0,58	56,8	0,96	93,8	1,35	132,0
3,0	0,58	56,5	0,94	92,2	1,34	131,4
3,2	0,57	56,2	0,93	90,9	1,33	130,7
3,4	0,57	55,6	0,92	90,0	1,33	130,1
3,6	0,55	54,3	0,91	89,0	1,32	129,5
3,8	0,54	53,0	0,90	88,4	1,31	128,5
4,0	0,53	52,1	0,89	87,5	1,30	127,2
4,2	0,52	51,5	0,89	86,8	1,29	126,3
4,4	0,52	51,2	0,88	86,2	1,28	125,4
4,6	0,52	50,5	0,87	85,6	1,27	124,7
4,8	0,51	50,2	0,87	84,9	1,27	124,1
5,0	0,51	49,9	0,86	84,6	1,26	123,1
5,2	0,51	49,6	0,86	84,3	1,25	122,5
5,4						
5,6						
5,8						
6,0						
6,2						
6,4						
6,6						
6,8						
7,0						
7,2						
7,4						
7,6						
7,8						
8,0						
8,2						
8,4						
8,6						
8,8						
9,0						
9,2						
9,4						
9,6						
9,8						
10,0						



## TAGLIO DIRETTO

(pagina 2 di 2)



Valori di picco		Valori residui	
coesione intercetta	$c' = 0,20 \text{ kg/cm}^2$	coesione intercetta	$c_r =$
angolo di attrito	$\phi' = 21^\circ$	angolo di attrito	$\phi_r =$

Committente : Antoniazzi Studio Associato  
 Località : via Varisco - Rimini (RN)

Sondaggio : 1  
 Campione : 1  
 Profondità : 2,70-3,20

## EDOMETRIA

(pagina 1 di 3)

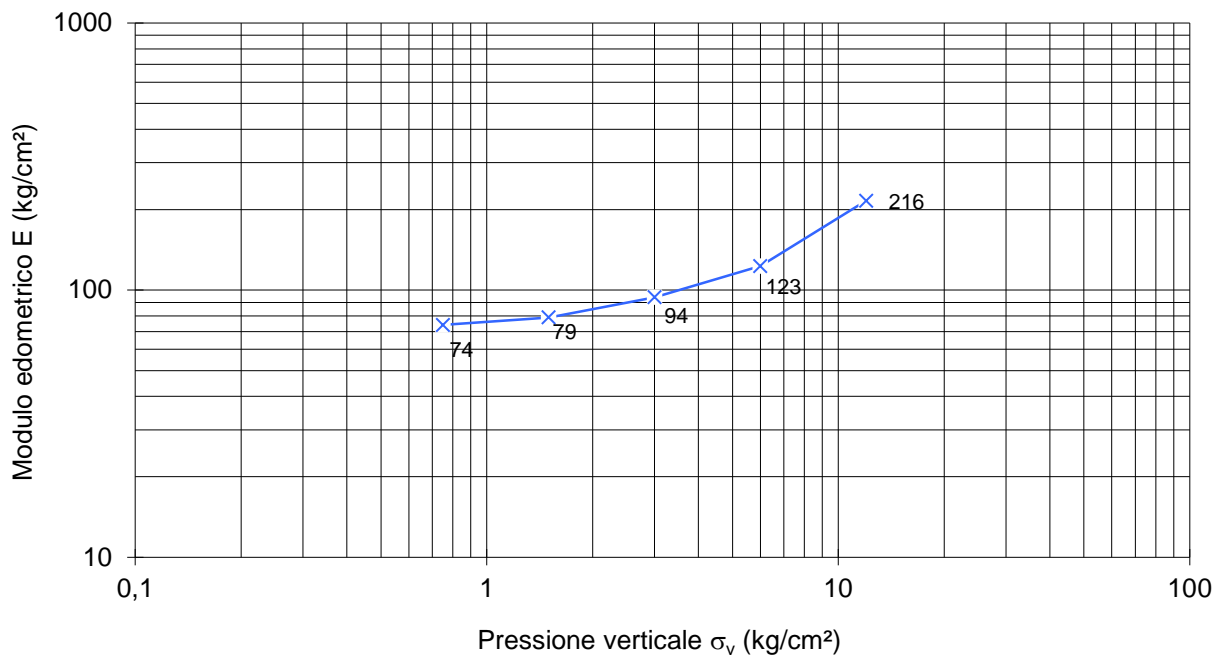
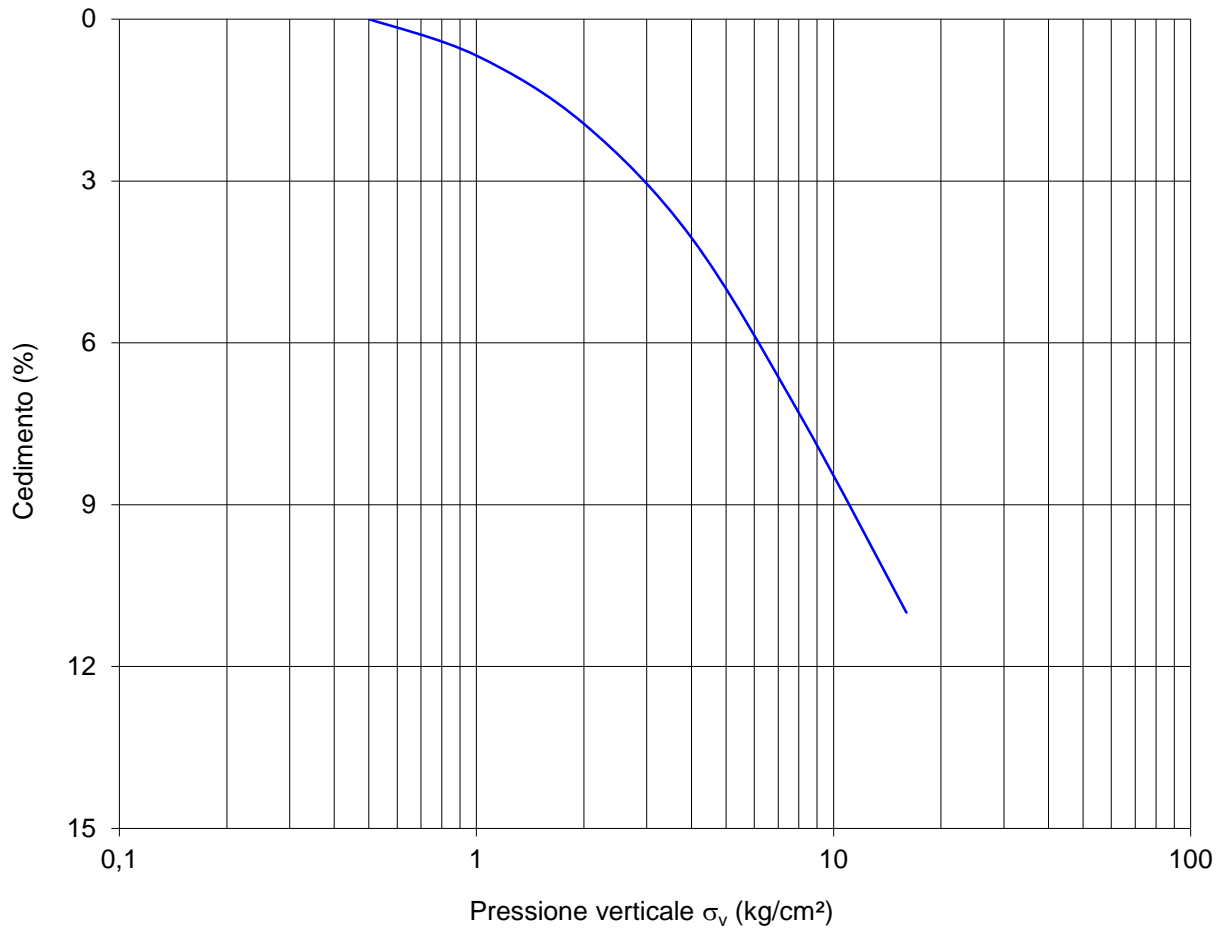
Valori iniziali		Valori finali	
Peso specifico dei grani	$\gamma_s = 2,75 \text{ g/cm}^3$	Peso specifico dei grani	$\gamma_s = 2,75 \text{ g/cm}^3$
Peso di volume	$\gamma_i = 2,01 \text{ g/cm}^3$	Peso di volume	$\gamma_f = 2,16 \text{ g/cm}^3$
Densità secca	$\gamma_{di} = 1,62 \text{ g/cm}^3$	Densità secca	$\gamma_{df} = 1,82 \text{ g/cm}^3$
Umidità	$W_i = 24,0 \%$	Umidità	$W_f = 18,5 \%$
Grado di saturazione	$S_i = 95 \%$	Grado di saturazione	$S_f = 100 \%$
Altezza provino	$H_i = 2,0 \text{ cm}$	Altezza provino	$H_f = 1,780 \text{ cm}$

Pressione		Abbassamenti		Modulo edometrico	Coeff. di compress.	Coeff. di consolidaz.	Coeff. di permeab.
$\sigma_v$ kg/cm <sup>2</sup>	$\sigma_v$ kPa	$\delta h$ cm	$\epsilon$ %	E kg/cm <sup>2</sup>	$m_v$ cm <sup>2</sup> /kg	$c_v$ cm <sup>2</sup> /s	k cm/s
0,125	12,26						
0,250	24,52						
0,500	49,03	0,0000	0,00	74	1,35E-02	1,42E-04	1,92E-09
1,000	98,07	0,0135	0,68	79	1,27E-02	1,39E-04	1,76E-09
2,000	196,13	0,0388	1,94	94	1,06E-02	1,28E-04	1,37E-09
4,000	392,27	0,0810	4,05	123			
8,000	784,53	0,1460	7,30	216			
16,000	1569,06	0,2200	11,00				
32,000	3138,13						
64,000	6276,26						
32,000	3138,13						
16,000	1569,06						
8,000	784,53						
4,000	392,27						
2,000	196,13						
1,000	98,07						
0,500	49,03						
0,250	24,52						

Intervallo pressione $\sigma_v$ (Kg/cm <sup>2</sup> )	Coefficiente di consolidazione $c_v$ (cm <sup>2</sup> /s)	Modulo edometrico E (kg/cm <sup>2</sup> )	Coefficiente di compressibilità $m_v$ (cm <sup>2</sup> /kg)	Coefficiente di permeabilità k (cm/s)
0,50 / 1,00	1,42E-04	74	1,35E-02	1,92E-09
1,00 / 2,00	1,39E-04	79	1,27E-02	1,76E-09
2,00 / 4,00	1,28E-04	94	1,06E-02	1,37E-09
4,00 / 8,00		123		
8,00 / 16,0		216		

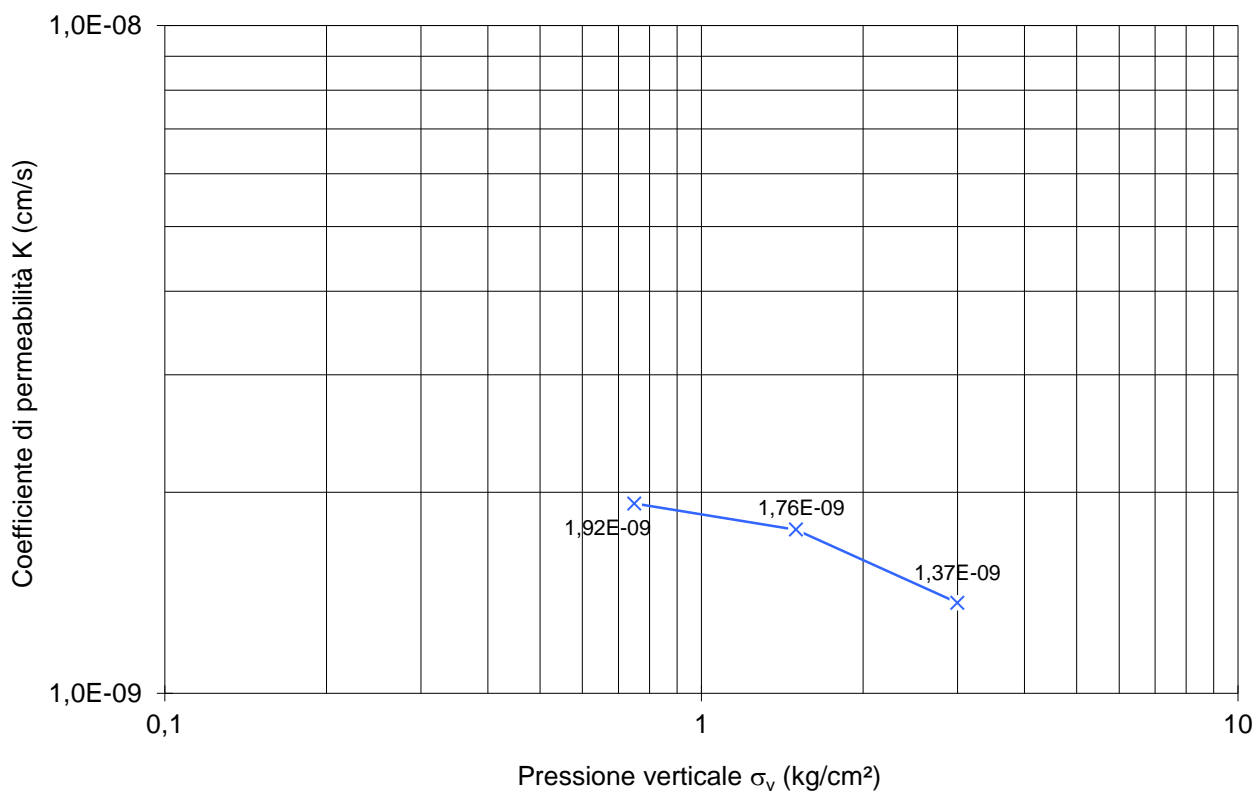
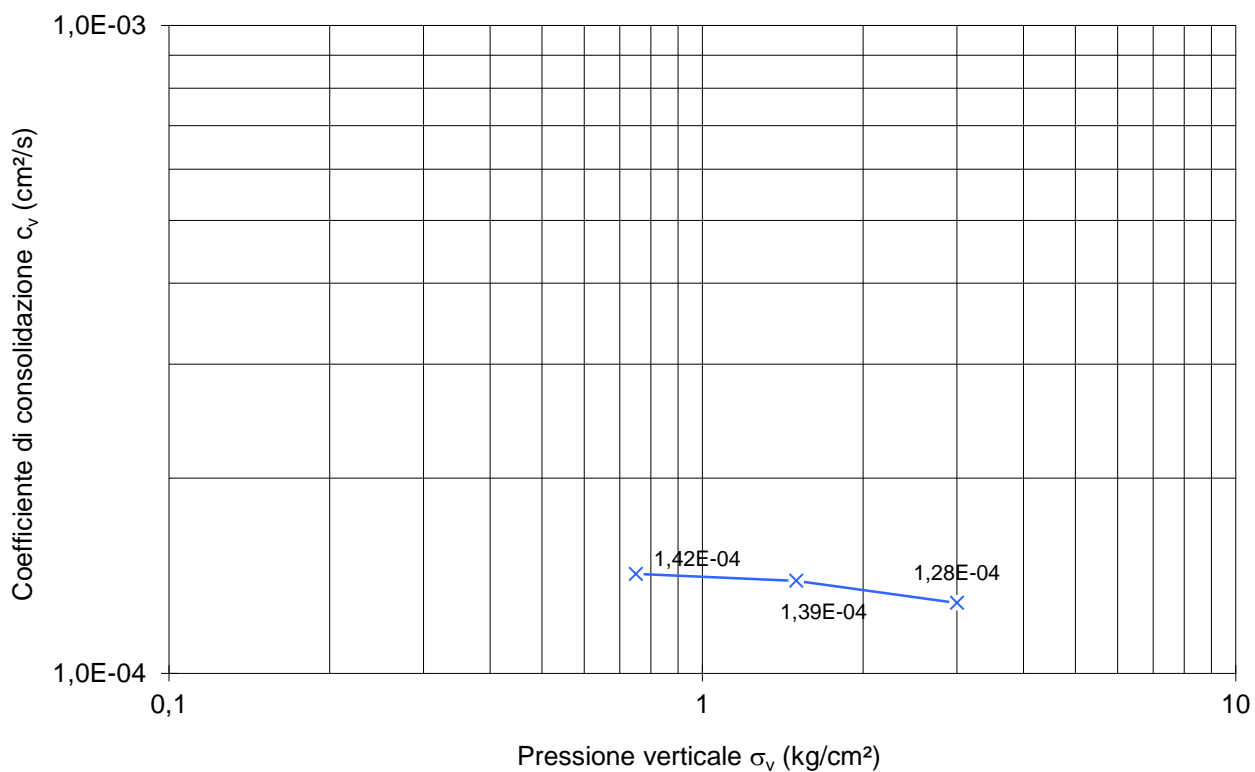
# EDOMETRIA

(pagina 2 di 3)



# EDOMETRIA

(pagina 3 di 3)



Committente : Antoniazzi Studio Associato  
 Località : via Varisco - Rimini (RN)

Sondaggio : 1  
 Campione : 2  
 Profondità : 5,00-5,50

## CARATTERISTICHE FISICO - MECCANICHE

Descrizione del campione: Argilla limosa di colore marrone con variegature grigie e tracce di sostanza organica nerastra.

Classe di qualità: Q5

### PROPRIETA' INDICE

Contenuto in acqua	$w = 27,1 \%$
Peso di volume umido	$\gamma = 1,95 \text{ g/cm}^3$
Peso di volume secco	$\gamma_d = 1,53 \text{ g/cm}^3$
Peso specifico reale	$\gamma_s = 2,74 \text{ g/cm}^3$
Indice dei vuoti	$e = 0,791$
Grado di saturazione	$S = 94 \%$

### LIMITI DI ATTERBERG

Limite liquido	$W_L =$
Limite plastico	$W_P =$
Limite di ritiro	$W_S =$
Indice plastico	$i_P =$
Indice di consistenza	$i_C =$
Attività	$A =$

### GRANULOMETRIA

Ghiaia (> 2 mm)	=
Sabbia (2 - 0,06 mm)	=
Limo (0,06 - 0,002 mm)	=
Argilla (< 0,002 mm)	=

### COMPRESSIONE

Compressione semplice	$C_u =$
	$\epsilon =$
Pocket penetrometer	$q = 1,4 - 1,6 \text{ kg/cm}^2$
Vane test	$c_u = 0,70 \text{ kg/cm}^2$

### PROVA DI TAGLIO (C.D.)

Angolo di attrito	$\phi' = 20^\circ$
Coesione	$c' = 0,17 \text{ kg/cm}^2$

### PROVA DI TAGLIO (Residuo)

Angolo di attrito	$\phi_r =$
Coesione	$C_r =$

### PROVA TRIASSIALE

Angolo di attrito (U.U.)	$\phi_{uu} =$	Coesione (U.U.)	$C_{uu} =$
Angolo di attrito (C.I.U.)	$\phi_{cu} =$	Coesione (C.I.U.)	$C_{cu} =$
Angolo di attrito (C.I.D.)	$\phi_{cd} =$	Coesione (C.I.D.)	$C_{cd} =$

### PROVA EDOMETRICA

Intervallo pressione $\sigma_v$ (Kg/cm <sup>2</sup> )	Coefficiente di consolidazione $c_v$ (cm <sup>2</sup> /s)	Modulo edometrico E (kg/cm <sup>2</sup> )	Coefficiente di compressibilità $m_v$ (cm <sup>2</sup> /kg)	Coefficiente di permeabilità K (cm/s)
0,50 / 1,00	2,34E-04	46	2,17E-02	5,08E-09
1,00 / 2,00	2,06E-04	54	1,85E-02	3,82E-09
2,00 / 4,00	1,92E-04	70	1,43E-02	2,74E-09
4,00 / 8,00		116		
8,00 / 16,0		222		

Osservazioni:

Committente : Antoniazzi Studio Associato  
 Località : via Varisco - Rimini (RN)

Sondaggio : 1  
 Campione : 2  
 Profondità : 5,00-5,50

# TAGLIO DIRETTO (pagina 1 di 2)

consolidazione

Umidità iniziale	Wi =
Peso di volume	$\gamma =$
Carico verticale	$\sigma = 1,0 \text{ kg/cm}^2$
Cedimento	$\Delta h = 0,39 \text{ mm}$

provino 1

Tipo di prova
consolidata - drenata

Umidità iniziale	Wi =
Peso di volume	$\gamma =$
Carico verticale	$\sigma = 2,0 \text{ kg/cm}^2$
Cedimento	$\Delta h = 0,77 \text{ mm}$

provino 2

Velocità di prova
0,0025 mm/min

Umidità iniziale	Wi =
Peso di volume	$\gamma =$
Carico verticale	$\sigma = 3,0 \text{ kg/cm}^2$
Cedimento	$\Delta h = 1,16 \text{ mm}$

provino 3

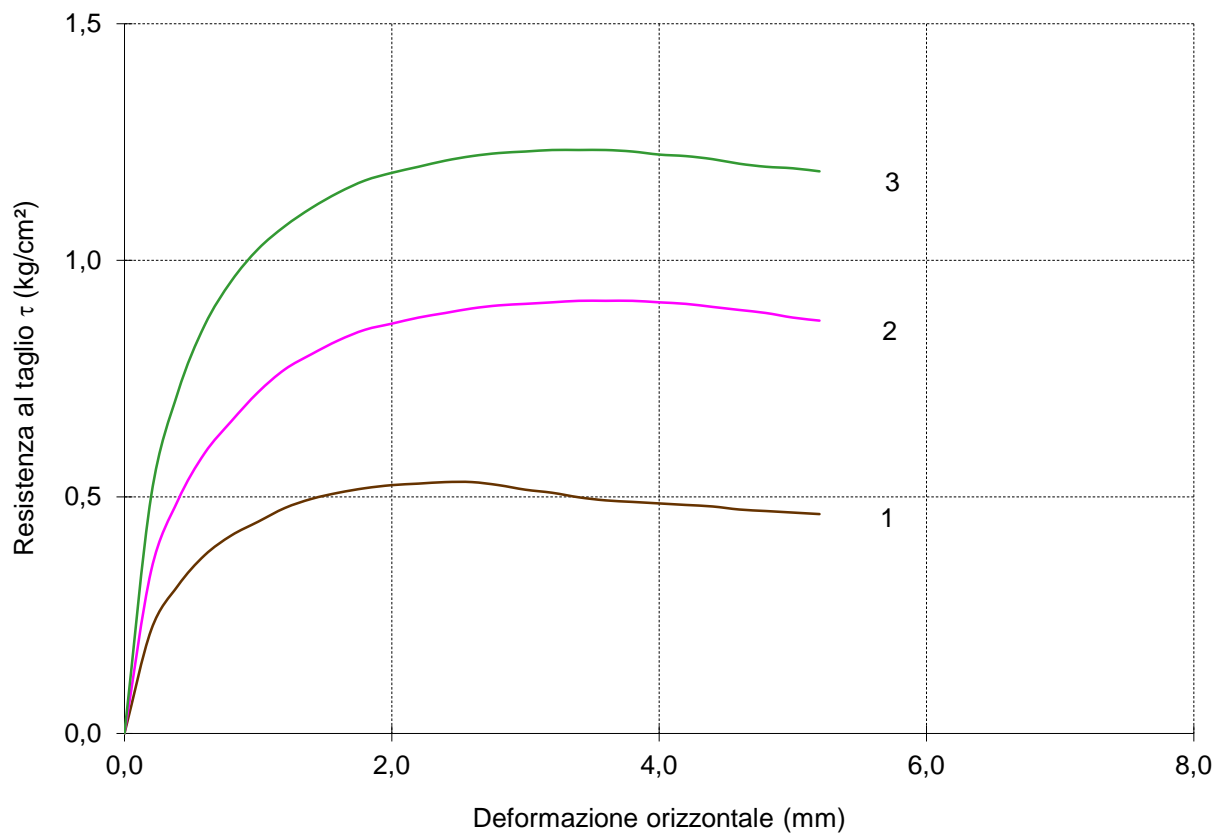
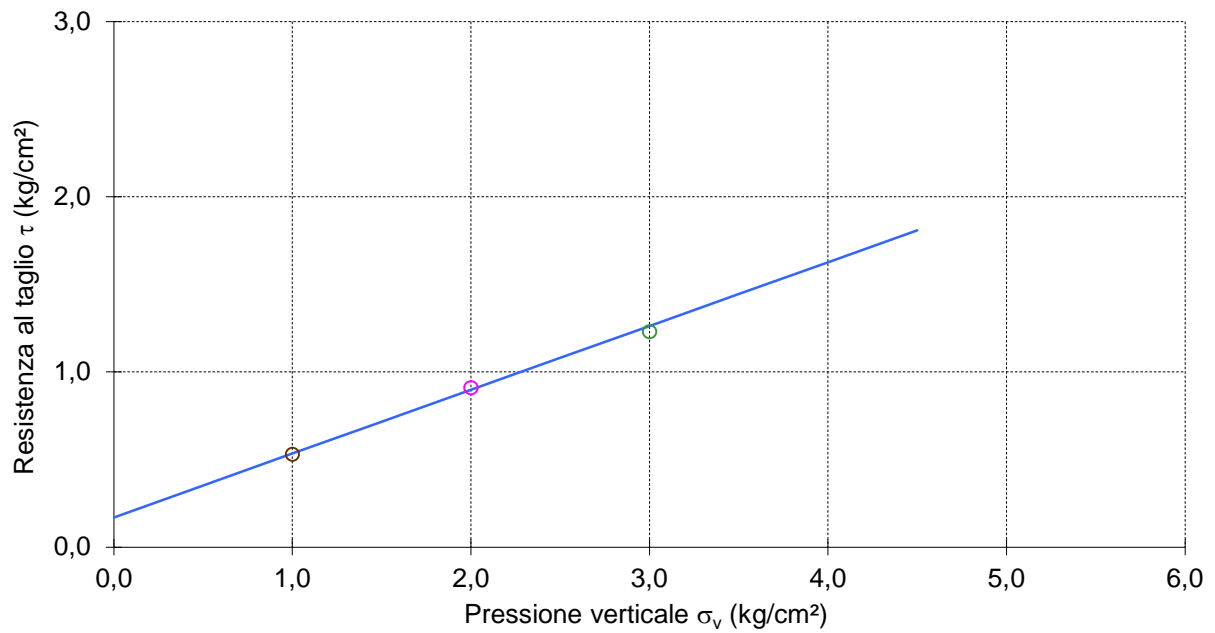
Dimensioni provino	
Altezza	2,00 cm
Diametro	6,35 cm
Sezione	31,67 cm <sup>2</sup>

rottura

	provino 1		provino 2		provino 3	
Deform. mm	$\tau 1$ kg/cm <sup>2</sup>	$\tau 1$ kPa	$\tau 2$ kg/cm <sup>2</sup>	$\tau 2$ kPa	$\tau 3$ kg/cm <sup>2</sup>	$\tau 3$ kPa
0,0	0	0	0	0	0	0
0,2	0,22	21,5	0,34	33,8	0,50	49,3
0,4	0,31	30,6	0,49	48,3	0,72	70,7
0,6	0,38	36,9	0,59	58,1	0,86	84,6
0,8	0,42	41,0	0,66	64,7	0,96	93,8
1,0	0,45	43,9	0,72	70,7	1,02	100,4
1,2	0,48	46,7	0,77	75,5	1,07	105,1
1,4	0,50	48,6	0,80	78,6	1,11	108,9
1,6	0,51	49,9	0,83	81,5	1,14	112,1
1,8	0,52	50,8	0,85	83,7	1,17	114,6
2,0	0,52	51,5	0,87	84,9	1,18	116,2
2,2	0,53	51,8	0,88	86,2	1,20	117,5
2,4	0,53	52,1	0,89	87,1	1,21	118,7
2,6	0,53	52,1	0,90	88,1	1,22	119,7
2,8	0,52	51,5	0,90	88,7	1,23	120,3
3,0	0,52	50,5	0,91	89,0	1,23	120,6
3,2	0,51	49,9	0,91	89,4	1,23	120,9
3,4	0,50	48,9	0,91	89,7	1,23	120,9
3,6	0,49	48,3	0,91	89,7	1,23	120,9
3,8	0,49	48,0	0,91	89,7	1,23	120,6
4,0	0,49	47,7	0,91	89,4	1,22	120,0
4,2	0,48	47,4	0,91	89,0	1,22	119,7
4,4	0,48	47,0	0,90	88,4	1,21	119,0
4,6	0,47	46,4	0,90	87,8	1,20	118,1
4,8	0,47	46,1	0,89	87,1	1,20	117,5
5,0	0,47	45,8	0,88	86,2	1,19	117,1
5,2	0,46	45,5	0,87	85,6	1,19	116,5
5,4						
5,6						
5,8						
6,0						
6,2						
6,4						
6,6						
6,8						
7,0						
7,2						
7,4						
7,6						
7,8						
8,0						
8,2						
8,4						
8,6						
8,8						
9,0						
9,2						
9,4						
9,6						
9,8						
10,0						

## TAGLIO DIRETTO

(pagina 2 di 2)



Valori di picco		Valori residui	
coesione intercetta	$c' = 0,17 \text{ kg/cm}^2$	coesione intercetta	$c_r =$
angolo di attrito	$\phi' = 20^\circ$	angolo di attrito	$\phi_r =$



Committente : Antoniazzi Studio Associato  
 Località : via Varisco - Rimini (RN)

Sondaggio : 1  
 Campione : 2  
 Profondità : 5,00-5,50

## EDOMETRIA

(pagina 1 di 3)

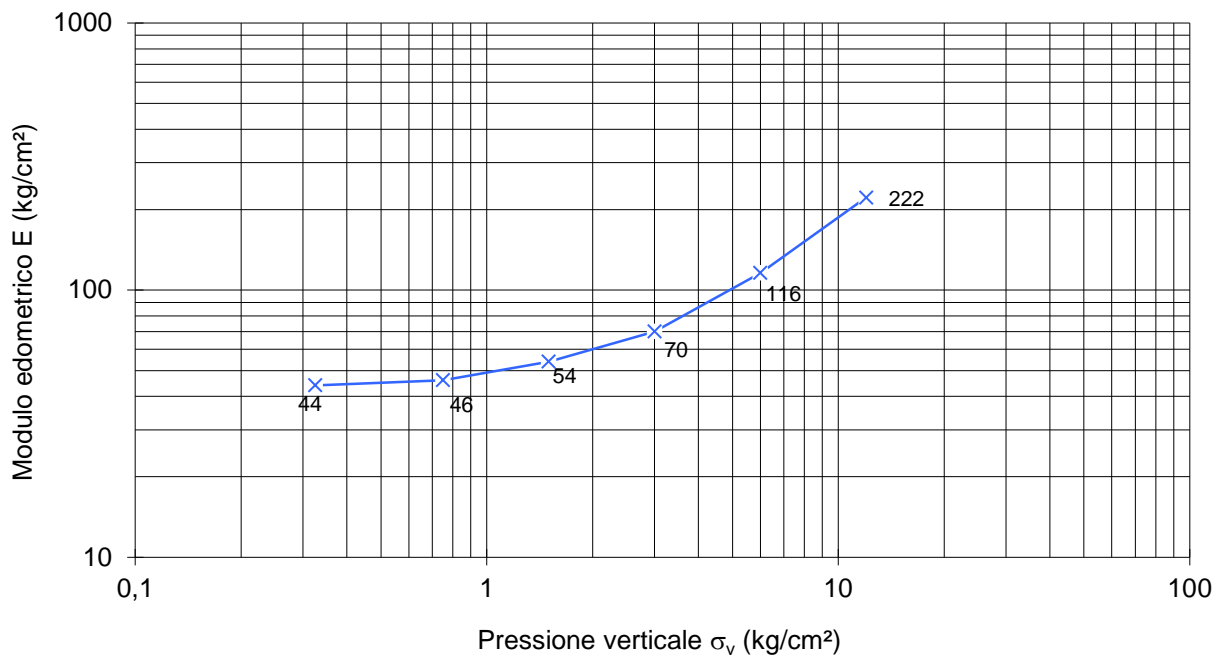
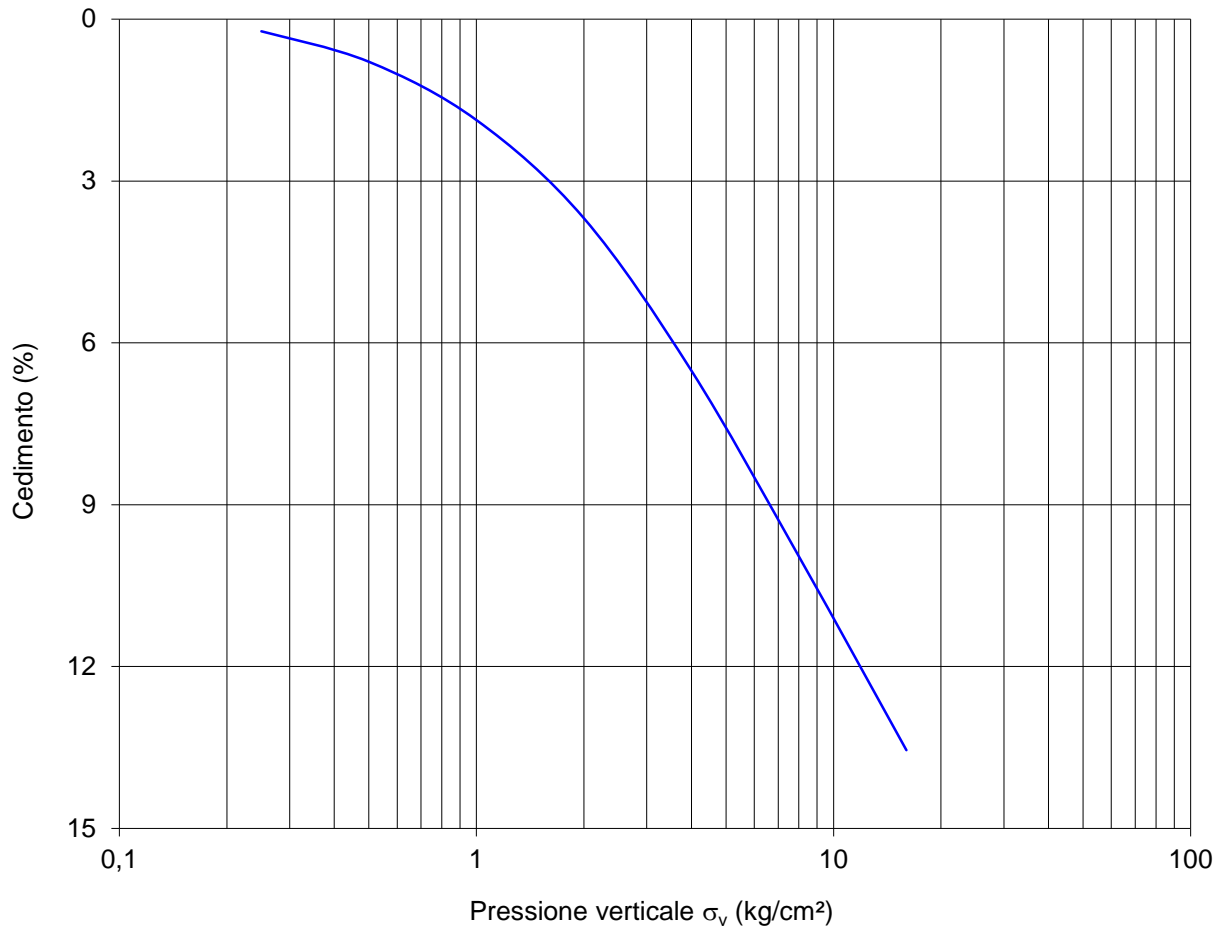
Valori iniziali		Valori finali	
Peso specifico dei grani	$\gamma_s = 2,74 \text{ g/cm}^3$	Peso specifico dei grani	$\gamma_s = 2,74 \text{ g/cm}^3$
Peso di volume	$\gamma_i = 1,95 \text{ g/cm}^3$	Peso di volume	$\gamma_f = 2,13 \text{ g/cm}^3$
Densità secca	$\gamma_{di} = 1,53 \text{ g/cm}^3$	Densità secca	$\gamma_{df} = 1,78 \text{ g/cm}^3$
Umidità	$W_i = 27,1 \%$	Umidità	$W_f = 19,8 \%$
Grado di saturazione	$S_i = 94 \%$	Grado di saturazione	$S_f = 100 \%$
Altezza provino	$H_i = 2,0 \text{ cm}$	Altezza provino	$H_f = 1,729 \text{ cm}$

Pressione		Abbassamenti		Modulo edometrico	Coeff. di compress.	Coeff. di consolidaz.	Coeff. di permeab.
$\sigma_v$ kg/cm <sup>2</sup>	$\sigma_v$ kPa	$\delta h$ cm	$\epsilon$ %	E kg/cm <sup>2</sup>	$m_v$ cm <sup>2</sup> /kg	$c_v$ cm <sup>2</sup> /s	k cm/s
0,125	12,26						
0,250	24,52	0,0045	0,23	44			
0,500	49,03	0,0158	0,79	46	2,17E-02	2,34E-04	5,08E-09
1,000	98,07	0,0374	1,87	54	1,85E-02	2,06E-04	3,82E-09
2,000	196,13	0,0738	3,69	70	1,43E-02	1,92E-04	2,74E-09
4,000	392,27	0,1303	6,52	116			
8,000	784,53	0,1992	9,96	222			
16,000	1569,06	0,2710	13,55				
32,000	3138,13						
64,000	6276,26						
32,000	3138,13						
16,000	1569,06						
8,000	784,53						
4,000	392,27						
2,000	196,13						
1,000	98,07						
0,500	49,03						
0,250	24,52						

Intervallo pressione $\sigma_v$ (Kg/cm <sup>2</sup> )	Coefficiente di consolidazione $c_v$ (cm <sup>2</sup> /s)	Modulo edometrico E (kg/cm <sup>2</sup> )	Coefficiente di compressibilità $m_v$ (cm <sup>2</sup> /kg)	Coefficiente di permeabilità k (cm/s)
0,50 / 1,00	2,34E-04	46	2,17E-02	5,08E-09
1,00 / 2,00	2,06E-04	54	1,85E-02	3,82E-09
2,00 / 4,00	1,92E-04	70	1,43E-02	2,74E-09
4,00 / 8,00		116		
8,00 / 16,0		222		

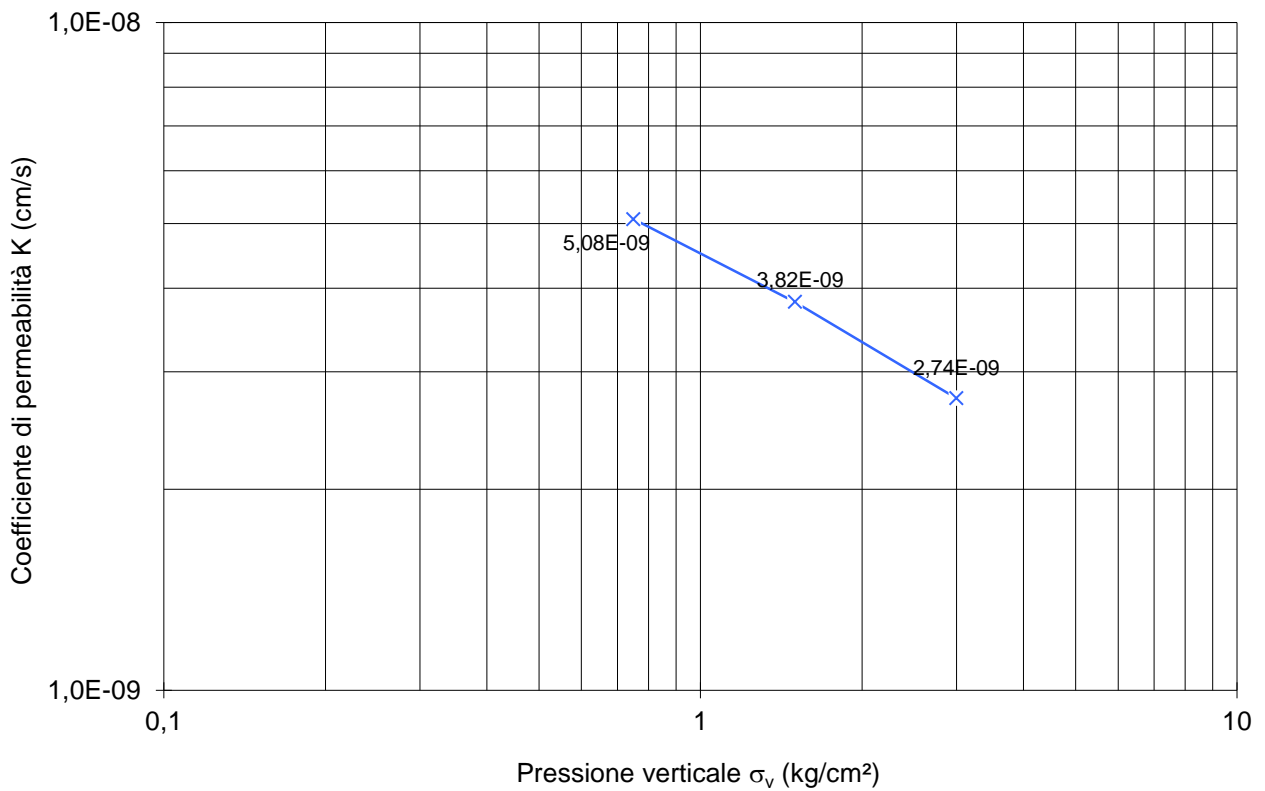
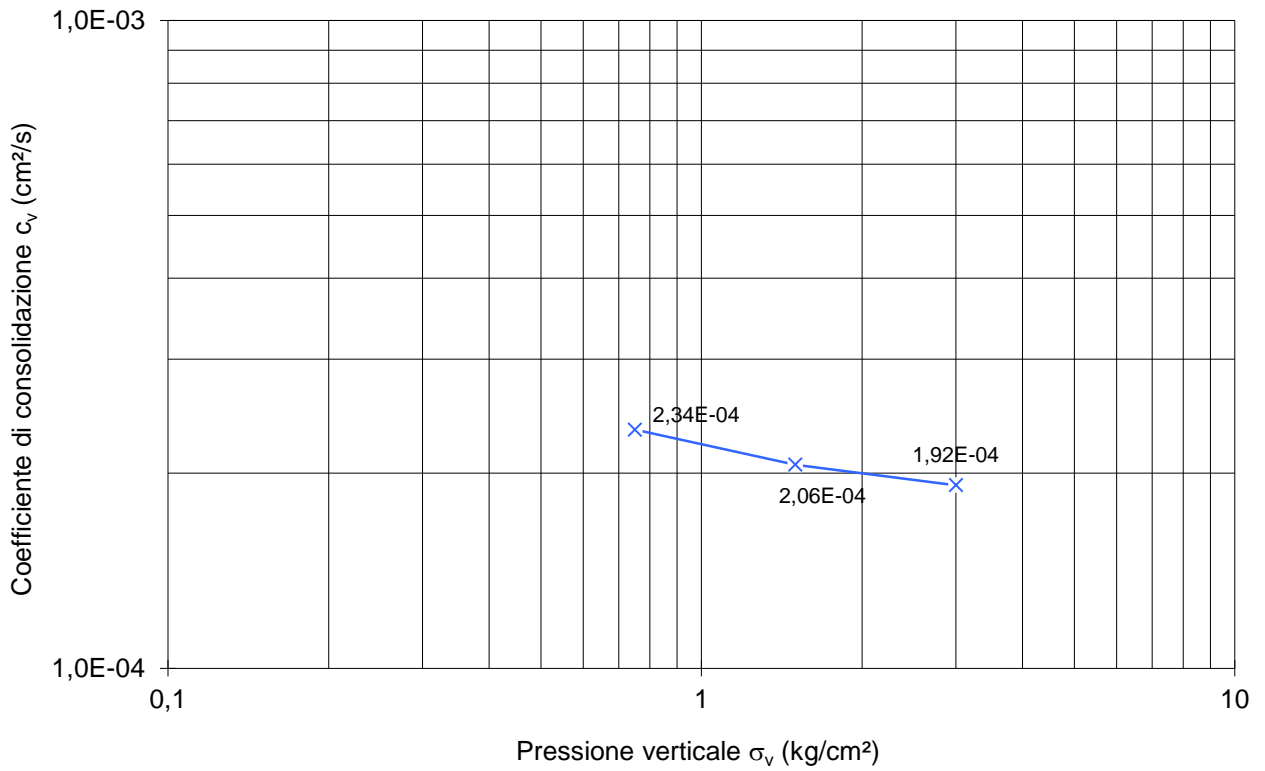
# EDOMETRIA

(pagina 2 di 3)



# EDOMETRIA

(pagina 3 di 3)



Committente : Antoniazzi Studio Associato  
 Località : via Varisco - Rimini (RN)

Sondaggio : 1  
 Campione : 3  
 Profondità : 8,00-8,50

## CARATTERISTICHE FISICO - MECCANICHE

Descrizione del campione: Limo argilloso di colore grigio

Classe di qualità: Q5

### PROPRIETA' INDICE

Contenuto in acqua	$w = 25,3 \%$
Peso di volume umido	$\gamma = 1,96 \text{ g/cm}^3$
Peso di volume secco	$\gamma_d = 1,56 \text{ g/cm}^3$
Peso specifico reale	$\gamma_s = 2,71 \text{ g/cm}^3$
Indice dei vuoti	$e = 0,737$
Grado di saturazione	$S = 93 \%$

### LIMITI DI ATTERBERG

Limite liquido	$W_L =$
Limite plastico	$W_P =$
Limite di ritiro	$W_S =$
Indice plastico	$i_P =$
Indice di consistenza	$i_C =$
Attività	$A =$

### GRANULOMETRIA

Ghiaia (> 2 mm)	=
Sabbia (2 - 0,06 mm)	=
Limo (0,06 - 0,002 mm)	=
Argilla (< 0,002 mm)	=

### COMPRESSIONE

Compressione semplice	$C_u =$
	$\epsilon =$
Pocket penetrometer	$q = 1,0 - 1,2 \text{ kg/cm}^2$
Vane test	$c_u = 0,50 \text{ kg/cm}^2$

### PROVA DI TAGLIO (C.D.)

Angolo di attrito	$\phi' = 25^\circ$
Coesione	$c' = 0,10 \text{ kg/cm}^2$

### PROVA DI TAGLIO (Residuo)

Angolo di attrito	$\phi_r =$
Coesione	$C_r =$

### PROVA TRIASSIALE

Angolo di attrito (U.U.)	$\phi_{uu} =$	Coesione (U.U.)	$C_{uu} =$
Angolo di attrito (C.I.U.)	$\phi_{cu} =$	Coesione (C.I.U.)	$C_{cu} =$
Angolo di attrito (C.I.D.)	$\phi_{cd} =$	Coesione (C.I.D.)	$C_{cd} =$

### PROVA EDOMETRICA

Intervallo pressione $\sigma_v$ (Kg/cm <sup>2</sup> )	Coefficiente di consolidazione $c_v$ (cm <sup>2</sup> /s)	Modulo edometrico E (kg/cm <sup>2</sup> )	Coefficiente di compressibilità $m_v$ (cm <sup>2</sup> /kg)	Coefficiente di permeabilità K (cm/s)
0,50 / 1,00	4,47E-04	32	3,13E-02	1,40E-08
1,00 / 2,00	4,51E-04	43	2,33E-02	1,05E-08
2,00 / 4,00	3,70E-04	59	1,69E-02	6,26E-09
4,00 / 8,00		97		
8,00 / 16,0				

Osservazioni:

Committente : Antoniazzi Studio Associato  
 Località : via Varisco - Rimini (RN)

Sondaggio : 1  
 Campione : 3  
 Profondità : 8,00-8,50

# TAGLIO DIRETTO (pagina 1 di 2)

consolidazione

Umidità iniziale	Wi =	provino 1
Peso di volume	$\gamma =$	
Carico verticale	$\sigma = 1,0 \text{ kg/cm}^2$	
Cedimento	$\Delta h = 0,57 \text{ mm}$	

Tipo di prova
consolidata - drenata

Umidità iniziale	Wi =	provino 2
Peso di volume	$\gamma =$	
Carico verticale	$\sigma = 2,0 \text{ kg/cm}^2$	
Cedimento	$\Delta h = 1,09 \text{ mm}$	

Velocità di prova
0,0025 mm/min

Umidità iniziale	Wi =	provino 3
Peso di volume	$\gamma =$	
Carico verticale	$\sigma = 3,0 \text{ kg/cm}^2$	
Cedimento	$\Delta h = 1,44 \text{ mm}$	

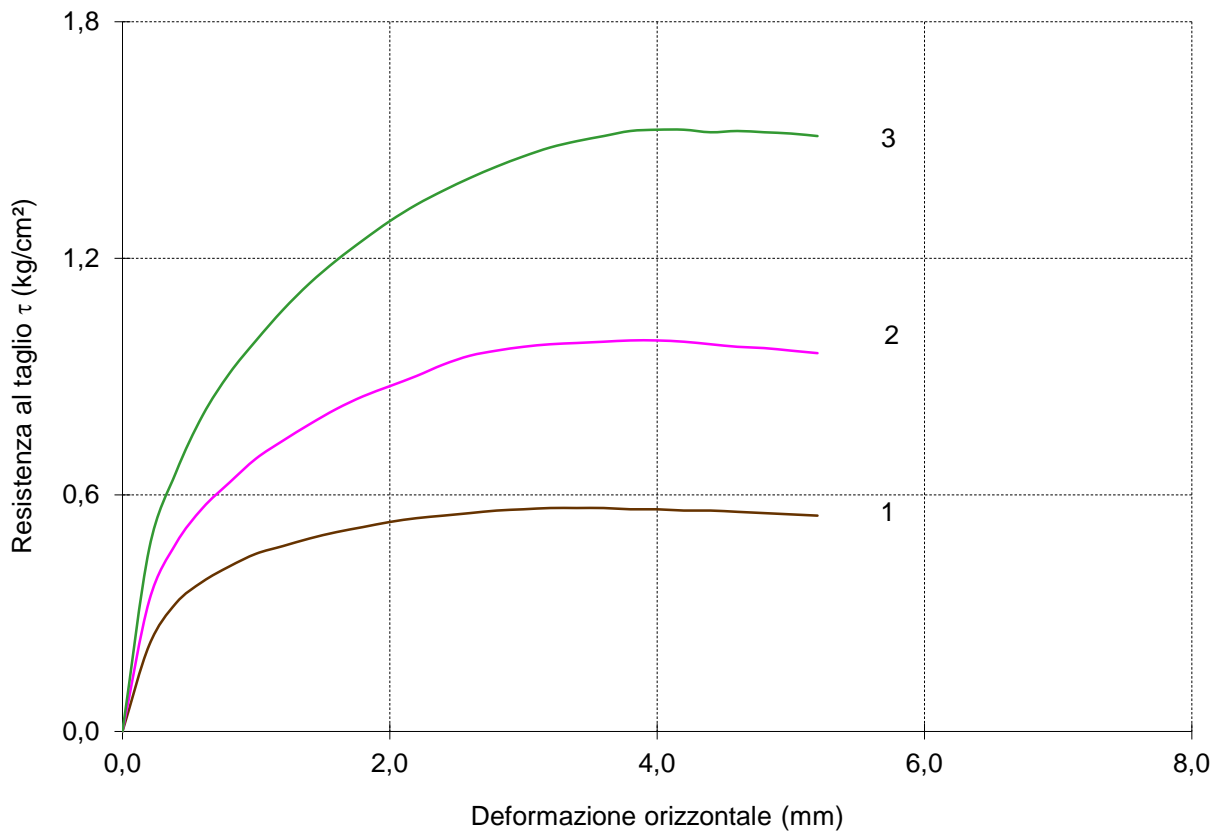
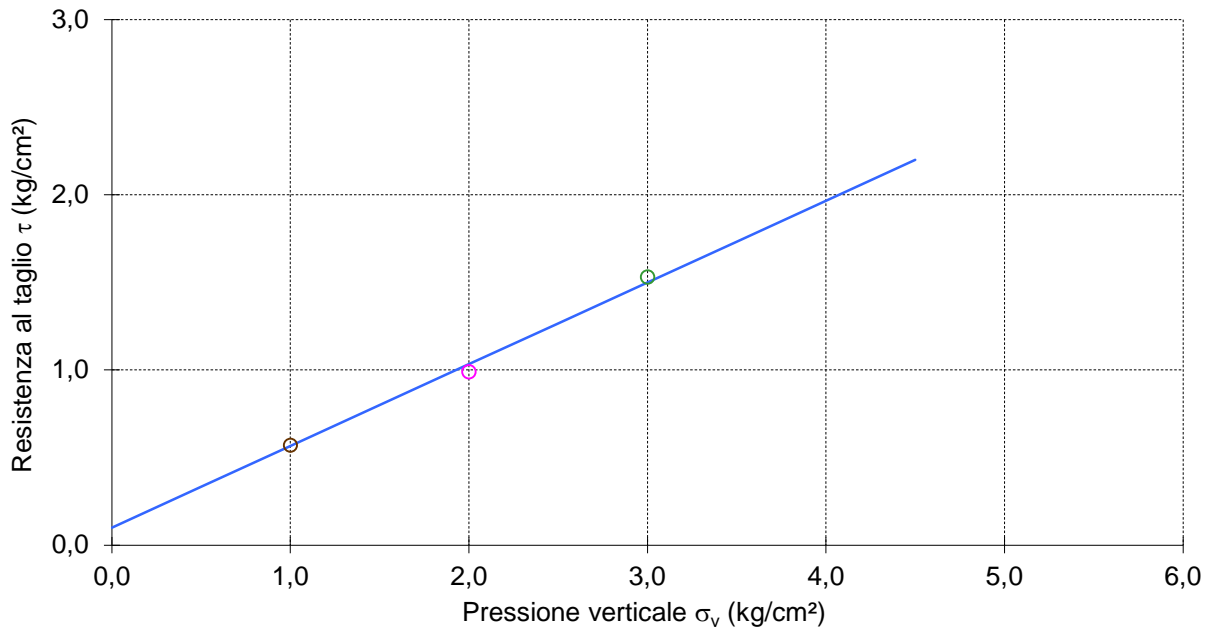
Dimensioni provino	
Altezza	2,00 cm
Diametro	6,35 cm
Sezione	31,67 cm <sup>2</sup>

rottura

	provino 1		provino 2		provino 3	
Deform. mm	$\tau 1$ kg/cm <sup>2</sup>	$\tau 1$ kPa	$\tau 2$ kg/cm <sup>2</sup>	$\tau 2$ kPa	$\tau 3$ kg/cm <sup>2</sup>	$\tau 3$ kPa
0,0	0	0	0	0	0	0
0,2	0,22	21,5	0,33	32,5	0,46	45,5
0,4	0,33	31,9	0,48	46,7	0,66	64,4
0,6	0,38	37,3	0,57	55,6	0,80	78,6
0,8	0,42	41,0	0,63	61,9	0,91	89,0
1,0	0,45	44,2	0,69	67,9	0,99	97,3
1,2	0,47	46,1	0,74	72,3	1,07	104,8
1,4	0,49	48,0	0,78	76,4	1,14	111,5
1,6	0,51	49,6	0,82	80,2	1,19	117,1
1,8	0,52	50,8	0,85	83,4	1,25	122,2
2,0	0,53	52,1	0,88	85,9	1,29	126,9
2,2	0,54	53,0	0,90	88,4	1,34	131,0
2,4	0,55	53,7	0,93	91,3	1,37	134,5
2,6	0,55	54,3	0,95	93,5	1,40	137,7
2,8	0,56	54,9	0,97	94,7	1,43	140,5
3,0	0,56	55,3	0,98	95,7	1,46	143,0
3,2	0,57	55,6	0,98	96,3	1,48	145,2
3,4	0,57	55,6	0,99	96,6	1,50	146,8
3,6	0,57	55,6	0,99	96,9	1,51	148,1
3,8	0,56	55,3	0,99	97,3	1,52	149,4
4,0	0,56	55,3	0,99	97,3	1,53	149,7
4,2	0,56	54,9	0,99	96,9	1,53	149,7
4,4	0,56	54,9	0,98	96,3	1,52	149,0
4,6	0,56	54,6	0,98	95,7	1,52	149,4
4,8	0,55	54,3	0,97	95,4	1,52	149,0
5,0	0,55	54,0	0,97	94,7	1,52	148,7
5,2	0,55	53,7	0,96	94,1	1,51	148,1
5,4						
5,6						
5,8						
6,0						
6,2						
6,4						
6,6						
6,8						
7,0						
7,2						
7,4						
7,6						
7,8						
8,0						
8,2						
8,4						
8,6						
8,8						
9,0						
9,2						
9,4						
9,6						
9,8						
10,0						

## TAGLIO DIRETTO

(pagina 2 di 2)



Valori di picco		Valori residui	
coesione intercetta	$c' = 0,10 \text{ kg/cm}^2$	coesione intercetta	$c_r =$
angolo di attrito	$\phi' = 25^\circ$	angolo di attrito	$\phi_r =$

Committente : Antoniazzi Studio Associato  
 Località : via Varisco - Rimini (RN)

Sondaggio : 1  
 Campione : 3  
 Profondità : 8,00-8,50

## EDOMETRIA

(pagina 1 di 3)

Valori iniziali		Valori finali	
Peso specifico dei grani	$\gamma_s = 2,71 \text{ g/cm}^3$	Peso specifico dei grani	$\gamma_s = 2,71 \text{ g/cm}^3$
Peso di volume	$\gamma_i = 1,96 \text{ g/cm}^3$	Peso di volume	$\gamma_f = 2,13 \text{ g/cm}^3$
Densità secca	$\gamma_{di} = 1,56 \text{ g/cm}^3$	Densità secca	$\gamma_{df} = 1,79 \text{ g/cm}^3$
Umidità	$W_i = 25,3 \%$	Umidità	$W_f = 18,9 \%$
Grado di saturazione	$S_i = 93 \%$	Grado di saturazione	$S_f = 100 \%$
Altezza provino	$H_i = 2,0 \text{ cm}$	Altezza provino	$H_f = 1,745 \text{ cm}$

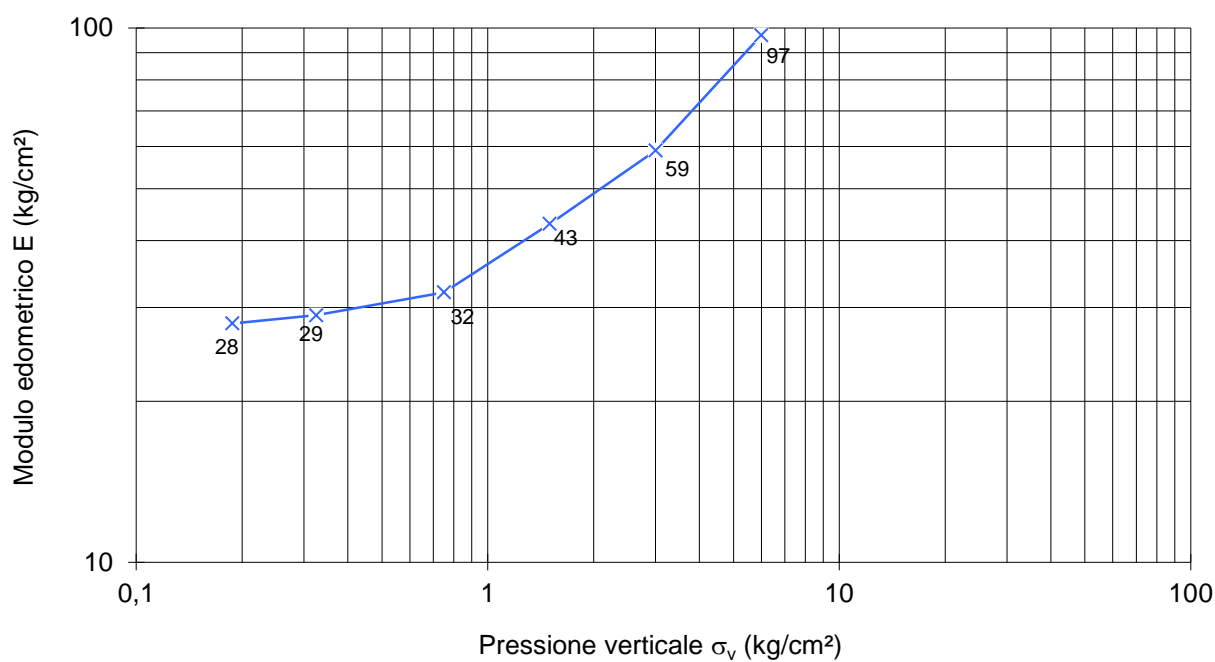
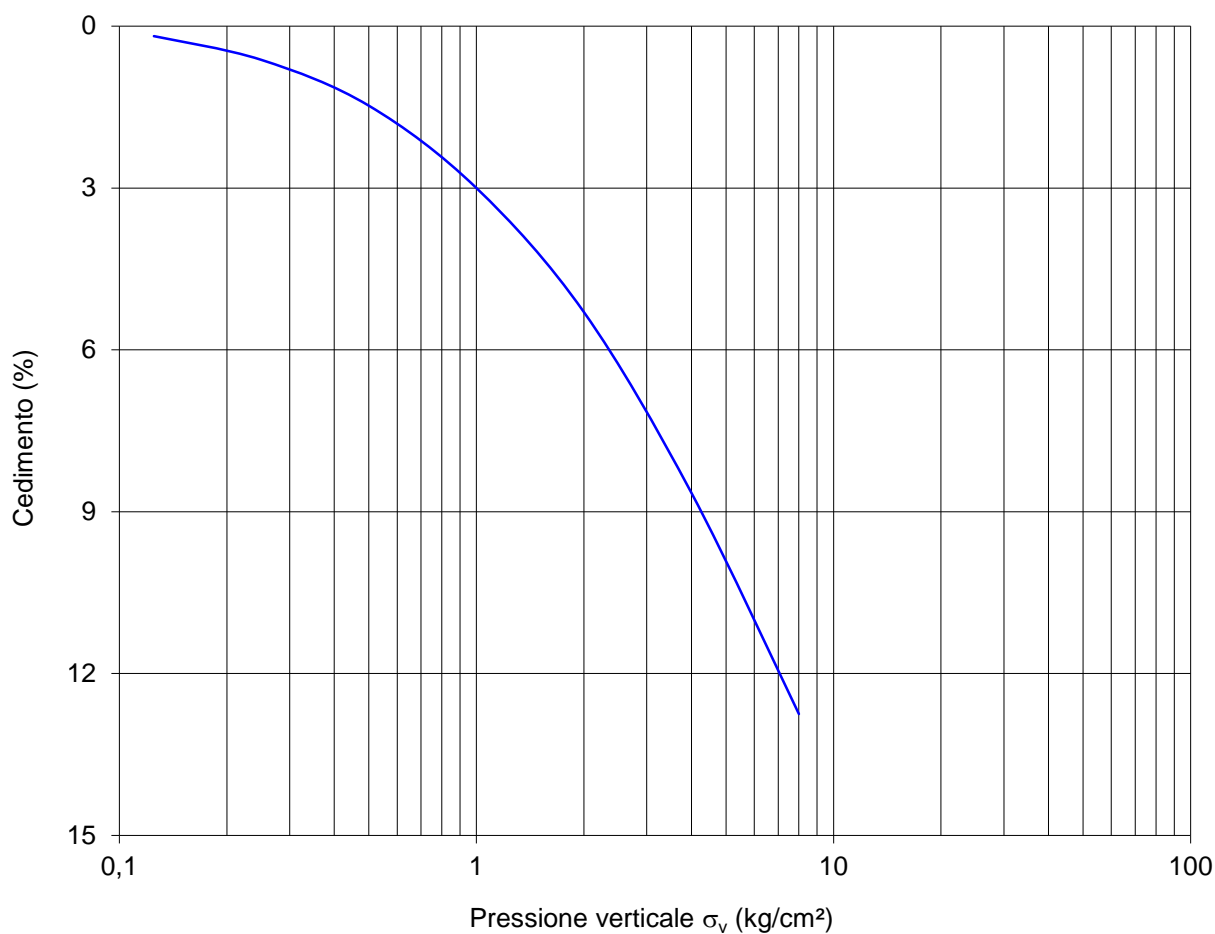
Pressione		Abbassamenti		Modulo edometrico	Coeff. di compress.	Coeff. di consolidaz.	Coeff. di permeab.
$\sigma_v$ kg/cm <sup>2</sup>	$\sigma_v$ kPa	$\delta h$ cm	$\epsilon$ %	E kg/cm <sup>2</sup>	$m_v$ cm <sup>2</sup> /kg	$c_v$ cm <sup>2</sup> /s	k cm/s
0,125	12,26	0,0037	0,19	28			
0,250	24,52	0,0125	0,63	29			
0,500	49,03	0,0295	1,48	32	3,13E-02	4,47E-04	1,40E-08
1,000	98,07	0,0600	3,00	43	2,33E-02	4,51E-04	1,05E-08
2,000	196,13	0,1060	5,30	59	1,69E-02	3,70E-04	6,26E-09
4,000	392,27	0,1730	8,65	97			
8,000	784,53	0,2550	12,75				
16,000	1569,06						
32,000	3138,13						
64,000	6276,26						
32,000	3138,13						
16,000	1569,06						
8,000	784,53						
4,000	392,27						
2,000	196,13						
1,000	98,07						
0,500	49,03						
0,250	24,52						

Intervallo pressione $\sigma_v$ (Kg/cm <sup>2</sup> )	Coefficiente di consolidazione $c_v$ (cm <sup>2</sup> /s)	Modulo edometrico E (kg/cm <sup>2</sup> )	Coefficiente di compressibilità $m_v$ (cm <sup>2</sup> /kg)	Coefficiente di permeabilità k (cm/s)
0,50 / 1,00	4,47E-04	32	3,13E-02	1,40E-08
1,00 / 2,00	4,51E-04	43	2,33E-02	1,05E-08
2,00 / 4,00	3,70E-04	59	1,69E-02	6,26E-09
4,00 / 8,00		97		
8,00 / 16,0				



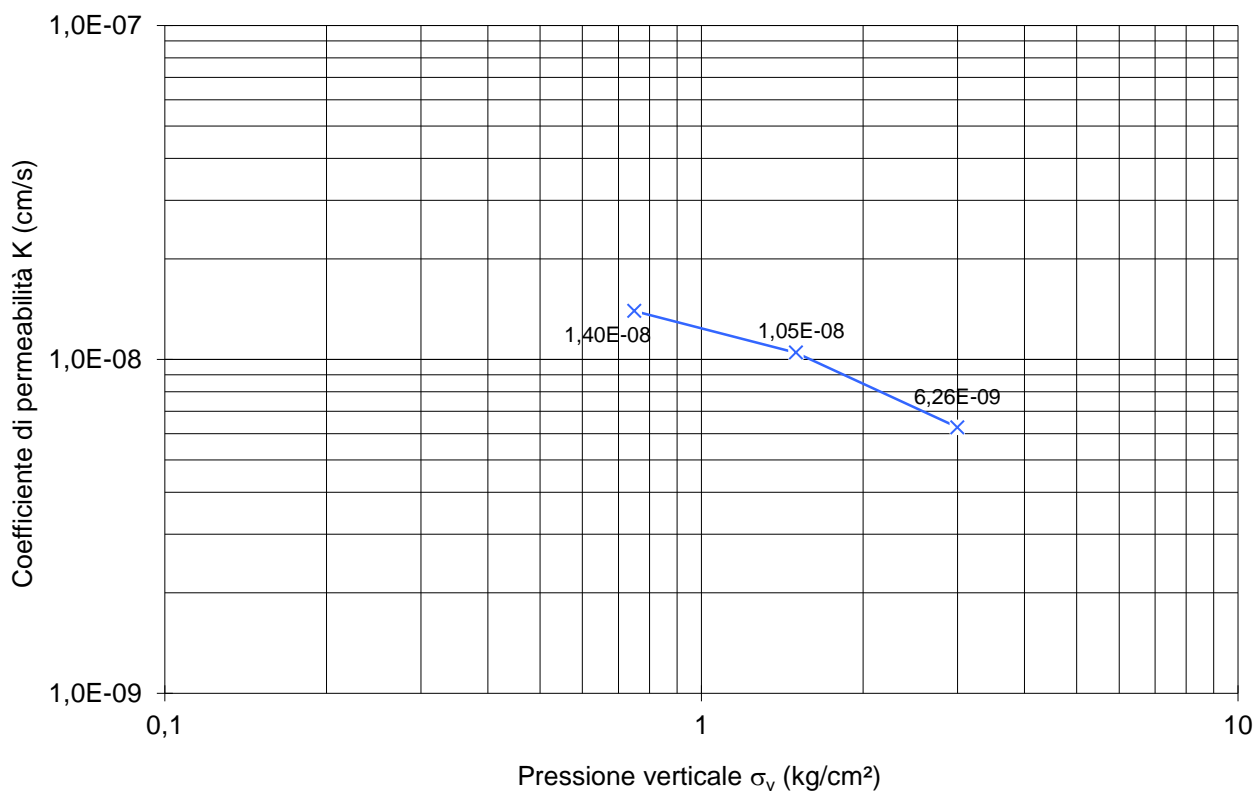
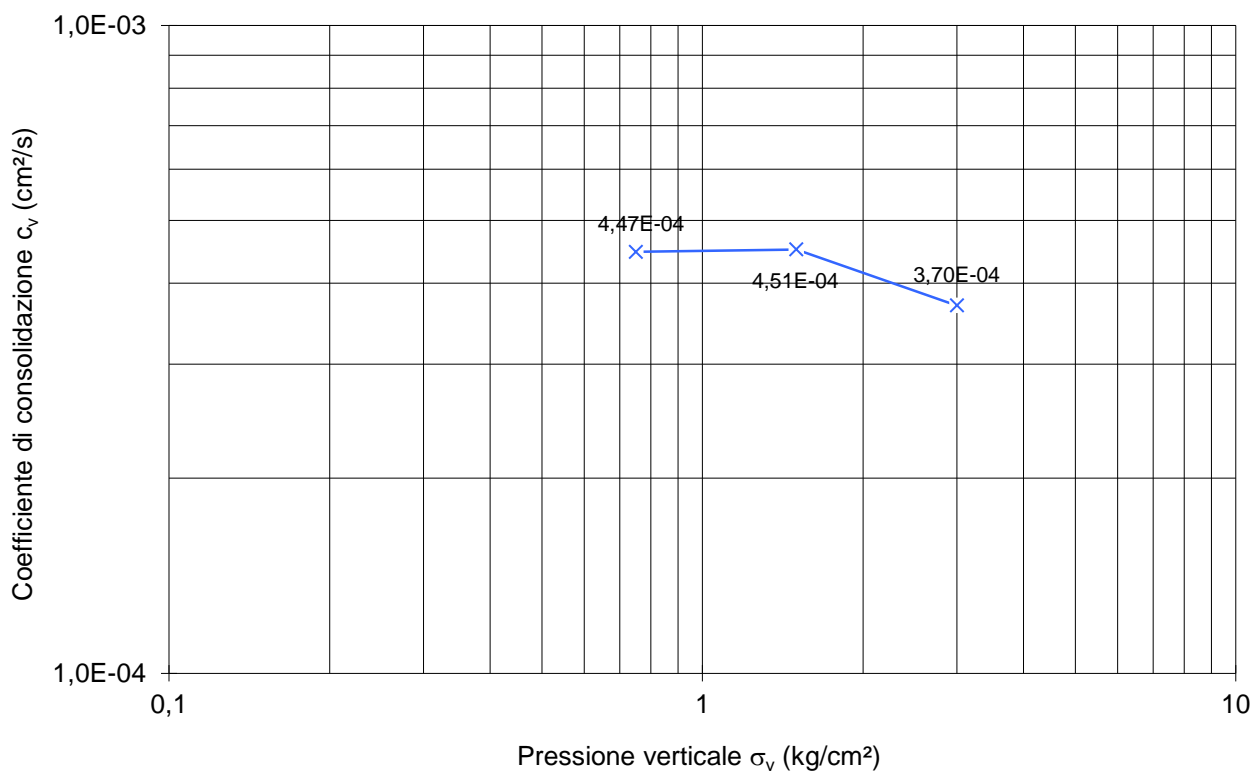
# EDOMETRIA

(pagina 2 di 3)



# EDOMETRIA

(pagina 3 di 3)



SEZIONE AA' - SCALA 1:250

LEGENDA:

**A** Terreno di riporto, costituito essenzialmente da frammenti di laterizi, calcestruzzo, ghiaia e sabbia

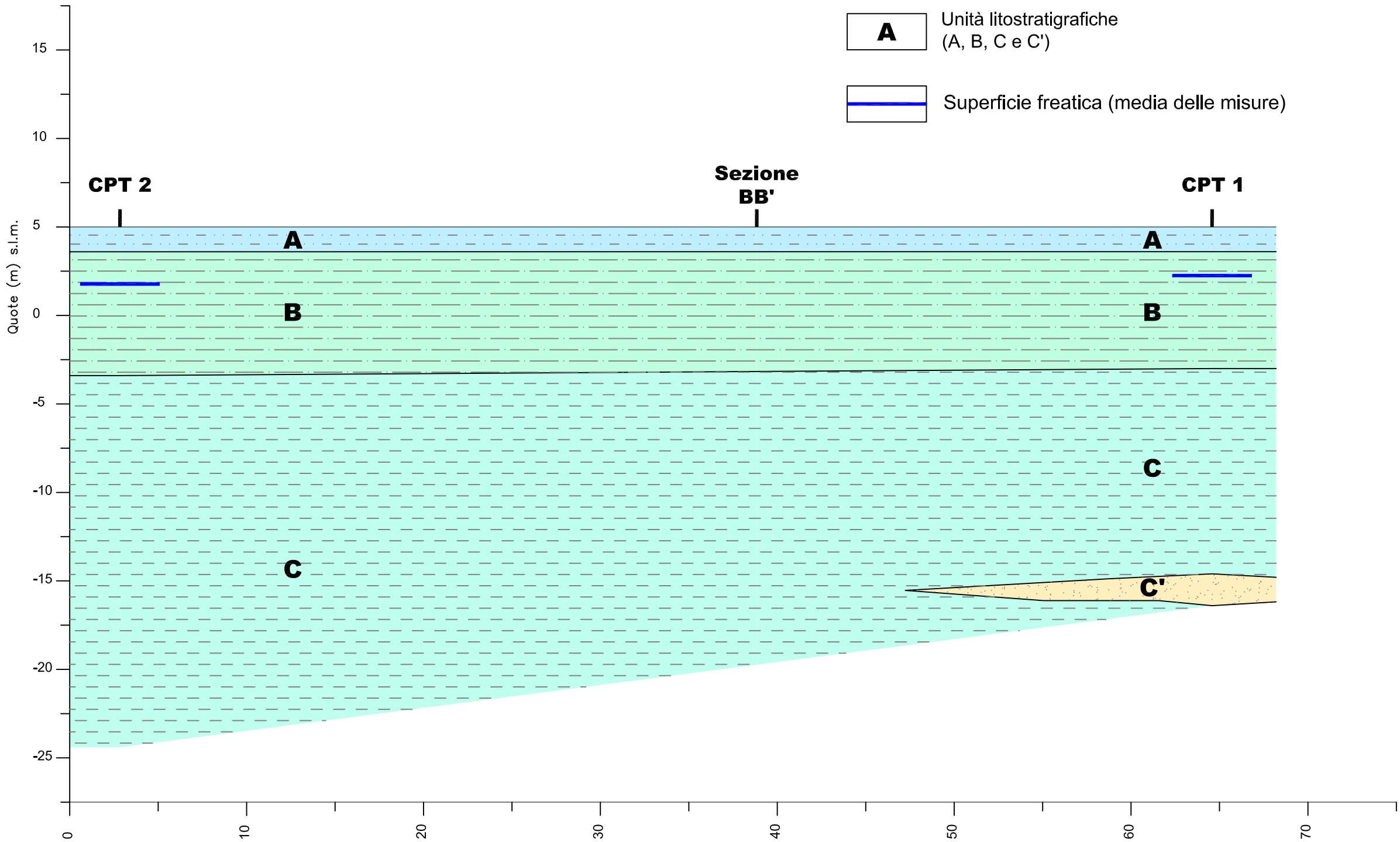
**B** Argilla limosa e/o limo argilloso

**C** Limo argilloso e/o argilla limosa con qualche sottile intercalazione lentiforme di limo sabbioso

**C'** Limo sabbioso e sabbia limosa lenticolare

**A** Unità litostratigrafiche (A, B, C e C')

Superficie freatica (media delle misure)



SEZIONE BB' - SCALA 1:250

LEGENDA:

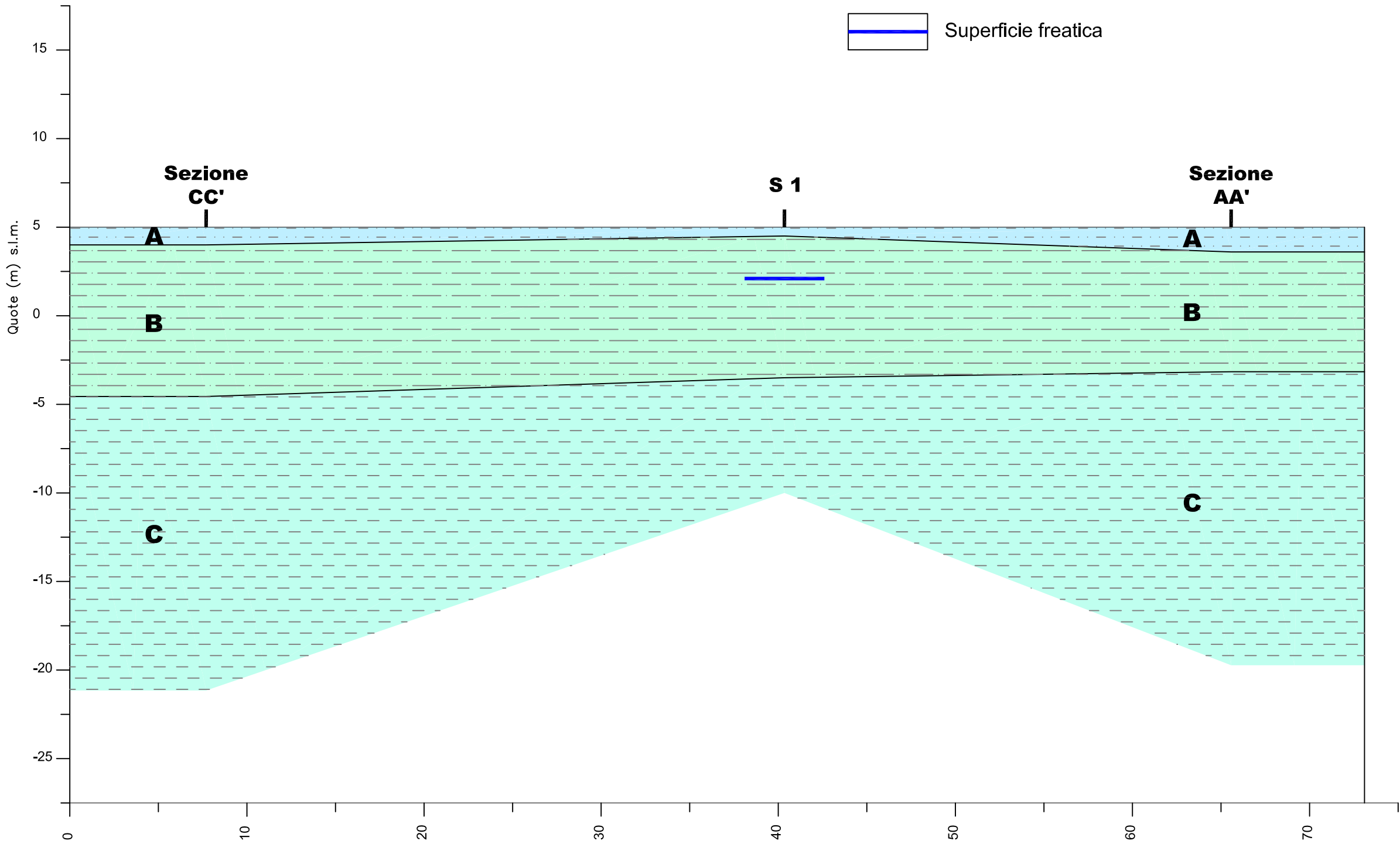
**A** Terreno di riporto, costituito essenzialmente da frammenti di laterizi, calcestruzzo, ghiaia e sabbia

**B** Argilla limosa e/o limo argilloso

**C** Limo argilloso e/o argilla limosa con qualche sottile intercalazione lentiforme di limo sabbioso

**A** Unità litostatigrafiche (A, B e C)

Superficie freatica



SEZIONE CC' - SCALA 1:250

LEGENDA:

**A** Terreno di riporto, costituito essenzialmente da frammenti di laterizi, calcestruzzo, ghiaia e sabbia

**B** Argilla limosa e/o limo argilloso

**C** Limo argilloso e/o argilla limosa con qualche sottile intercalazione lentiforme di limo sabbioso

**C'** Limo sabbioso e sabbia limosa lenticolare

**A** Unità litostratigrafiche (A, B, C e C')

Superficie freatica (media delle misure)

