



PROVINCIA DI RAVENNA

SETTORE LAVORI PUBBLICI

Servizio Infrastrutture viarie e programmazione

RAZIONALIZZAZIONE E MESSA IN SICUREZZA CON ELIMINAZIONE PUNTI CRITICI LUNGO LA EX S.S. N. 302 BRISIGHELLESE - 2° Lotto CUP J74E05000010003

PROGETTO ESECUTIVO

Presidente: Sig. Michele De Pascale	Consigliere delegato Strade - Trasporti - Pianificazione Territoriale: Arch. Nicola Pasi
Dirigente responsabile del Settore: Ing. Paolo Nobile	Responsabile del Servizio: Ing. Chiara Bentini

RESPONSABILE UNICO DEL PROCEDIMENTO:	Ing. Chiara Bentini	_____
		<i>Documento firmato digitalmente</i>
PROGETTISTA ARCHITETTONICO E STRUTTURALE:	Ing. Gianfranco Marchi	_____
		<i>Firmato</i>
COORDINATORE SICUREZZA PROGETTAZIONE:	Ing. Giancarlo Guadagnini	_____
		<i>Firmato</i>

ELABORAZIONE GRAFICA DEL PROGETTO:



enser

ENSER SRL
C.F./P.IVA/Registro Imprese RA
02058800398

SEDE PRINCIPALE
Viale A. Baccarini, 29/2
48018 Faenza (RA)
Tel. (+39) 0546 663423

WEB: www.enser.it E-MAIL: ingegneria@enser.it
www.enser.fr P.E.C.: ensersrl-ra@legalmail.it

0	EMISSIONE	A. Boschi	L. Samori	G. Marchi	30/03/2020
Rev.	Descrizione	Redatto	Controllato	Approvato	Data

TITOLO ELABORATO:

INTERVENTO DI CONSOLIDAMENTO DEL MURO

Relazione geotecnica

Elaborato num:	Revisione:	Data:	Scala:	Nome file:
04a	000	30/03/2020	-	-



PROVINCIA DI RAVENNA
RAZIONALIZZAZIONE E MESSA IN SICUREZZA CON
ELIMINAZIONE PUNTI CRITICI LUNGO LA EX S.S. 302
BRISIGHELLESE (2° LOTTO)



Elaborato 4.A
INTERVENTO DI CONSOLIDAMENTO DEL MURO
Relazione geotecnica

Codice	S15070-PE-RE04a-0
--------	-------------------

Rev.	Data	Redatto	Controllato
0	28-10-2019	A.Boschi/L.Samori	G. Marchi
1			
2			

Approvato
G. Marchi



Sede Principale:
Viale A. Baccharini,
29/2
48018 FAENZA (RA)
Tel. (+39) 0546
663423
Fax (+39) 0546
663428

Sede di Bologna:
Via E. Zacconi, 16
40127 BOLOGNA
(BO)
Tel. (+39) 051 245663
Fax (+39) 0546
663428

Sede di Santarcangelo:
Via Andrea Costa, 115
47822 SANTARCANGELO
DI ROMAGNA (RN)
Tel. (+39) 0546 663423

Succursale di Parigi:
1 Rue de Stockholm
75008 – PARIS
N° SIRET 82140581800021
TVA Intr. FR75821405818



INDICE

1.	PREMESSA	2
2.	NORMATIVA DI RIFERIMENTO	3
3.	INDAGINI GEOGNOSTICHE	4
3.1.	Indagini in sito	4
3.2.	Prove di laboratorio	4
4.	CARATTERIZZAZIONE STRATIGRAFICA	5
5.	CARATTERIZZAZIONE GEOTECNICA	6
5.1.	Parametri geotecnici di progetto	6

APPENDICE A: Indagini in sito: sondaggi e prove penetrometriche

APPENDICE B: Indagini in sito: pozzetti con escavatore

APPENDICE C: Campioni prelevati dai sondaggi

1. PREMESSA

La presente relazione è relativa all'esame degli aspetti geotecnici connessi con l'intervento di consolidamento del muro a valle della ex S.S. 302 Brisighellese Ravennate in località S. Eufemia, Comune di Brisighella (RA).

Nel seguito si riporta la caratterizzazione geotecnica dei terreni basata sull'interpretazione delle indagini in sito e di laboratorio; per l'inquadramento geologico si rimanda alla relativa relazione.

Una sintesi grafica delle indagini geotecniche in termini di ubicazioni e sezioni stratigrafiche è riportata anche nell'elaborato grafico TAV. 22g.

2. **NORMATIVA DI RIFERIMENTO**

La normativa di riferimento principale per la progettazione è la seguente:

- D.M. 17.01.2018, Aggiornamento delle “Norme tecniche per le costruzioni”.

3. INDAGINI GEOGNOSTICHE

Nell'area in esame sono stati eseguiti sondaggi a carotaggio continuo dall'Impresa SOGEO di Lugo, prove penetrometriche dalla GEO-Land di Faenza e saggi con escavatore [1].

Nel seguito sono descritte ed interpretate le indagini la cui documentazione completa anche di fotografie è riportata nelle Appendice A÷C.

3.1. Indagini in sito

Nell'area in esame sono state effettuate le seguenti indagini la cui ubicazione planimetrica è riportata in figura 1 e in TAV. 22.g:

- n. 3 sondaggio (S1÷S3) a carotaggio continuo con piezometro a tubo aperto spinto fino alla profondità massima di 22.00 m.

Durante l'esecuzione dei sondaggi sono stati effettuati:

- rilievo stratigrafico;
 - n. 1 prova SPT (Standard Penetration Test);
 - rilievo del livello di falda;
 - prelievo di campioni.
- n. 2 prove penetrometriche statiche (CPT1, CPT2) spinta fino ad una profondità massima di 3.80 m.
 - n. 5 prove penetrometriche dinamiche (D1÷D5) spinte fino ad una profondità massima di 5.00 m.
 - n. 2 pozzetti con escavatore (Poz. 1,10).

3.2. Prove di laboratorio

Sui campioni prelevati dai sondaggi sono state eseguite prove di laboratorio consistenti in:

- riconoscimento stratigrafico con scortecciatura e descrizione dei campioni;
- prove con pocket penetrometer;
- determinazioni del contenuto di umidità;
- determinazioni del peso dell'unità di volume naturale;
- determinazioni della densità secca.

In appendice C è riportata la documentazione relativi a tali prove.

¹ I saggi comprendenti pozzetti e trincee con escavatore sono stati seguiti direttamente dagli scriventi, l'escavatore è stato messo a disposizione dall'Amministrazione Provinciale.

4. CARATTERIZZAZIONE STRATIGRAFICA

Dal punto di vista geologico la litologia del substrato è definita dai depositi della successione torboidica marnoso-arenacea, mentre i depositi superficiali sono costituiti da alluvioni terrazzate e da coperture detritiche eterogenee riconducibili a depositi pedemontani.

Nel substrato si individuano diverse pieghe e faglie con zone intensamente fratturate. La giacitura è variabile da subverticale a suborizzontale in prossimità dell'alveo del Fiume Lamone.

La caratterizzazione stratigrafica definita nel seguito è stata desunta con riferimento alle indagini geotecniche eseguite; per quanto riguarda l'interpretazione in termini stratigrafici delle prove penetrometriche si è fatto riferimento alle correlazioni proposte da: Robertson e Campanella (1984, 1985), Olsen e Farr (1986), Searle (1979), Robertson e al. (1986).

Nell'area in esame si individuano le seguenti unità stratigrafiche:

UNITA' 1: **Coltre detritica e depositi alluvionali** costituiti da limo argilloso-sabbioso molto consistente con inclusi lapidei marnosi ed arenacei variamente alterati. Localmente sono presenti brandelli di terrazzo costituiti da ghiaia da fine a grossolana in matrice sabbiosa-limosa, di colore nocciola.
Gli spessori di questa unità variano da zona a zona con valori massimi di 5.0 ÷ 6.0 m.
La resistenza alla punta del penetrometro statico varia mediamente da $q_c = 1.0$ MPa a $q_c = 2.0$ MPa.

UNITA' 2: **Formazione di substrato** costituita da arenarie e marne più o meno fratturate.

Nelle figure 2÷4, sulla base delle informazioni a disposizione, si è ipotizzata una possibile stratigrafia del terreno in riferimento alla definizione di unità data in precedenza.

La falda non è stata rilevata.

5. CARATTERIZZAZIONE GEOTECNICA

I terreni in esame hanno caratteristiche di sovraconsolidazione e cementazione disomogenee e non è quindi possibile definirne univocamente le caratteristiche meccaniche mediante sole prove di laboratorio.

5.1. Parametri geotecnici di progetto

Ai fini progettuali la scelta dei parametri operativi e caratteristici da attribuire al terreno, con riferimento a quelli di resistenza al taglio, dipende anche dal problema specifico che si esamina ed andrà effettuata di volta in volta.

In particolare per le analisi di equilibrio del corpo stradale la scelta dei parametri di resistenza al taglio dovrà essere confermata anche da "back analysis".

UNITA' 1: da 0.00 m a 5.00 ÷ 6.00 m: coltre e riporto.

$$\begin{aligned}\gamma_n &= 20 \div 21 \text{ kN/m}^3 && \text{(peso di volume),} \\ c_u &= 50 \div 100 \text{ kPa} && \text{(coesione non drenata),} \\ \varphi' &= 26 \div 30^\circ && \text{(angolo di resistenza al taglio),} \\ c' &= 0 \div 30 \text{ kPa} && \text{(coesione drenata),}\end{aligned}$$

UNITA' 2: oltre 5.00 ÷ 6.00 m: substrato.

$$\begin{aligned}\gamma_n &= 21 \div 22 \text{ kN/m}^3, \\ \varphi' &= 30 \div 33^\circ, \\ c' &= 50 \div 200 \text{ kPa.}\end{aligned}$$

La falda è considerata assente in quanto la circolazione d'acqua avviene solo per percolazione all'interno degli strati maggiormente permeabili e nelle fratture.

FIGURE da 1 a 4

LEGENDA

- ☒ POZ. Pozzetto con escavatore
- ▲ CPT Prova penetrometrica statica
- * D Prova penetrometrica dinamica
- ⊕ S Sondaggio a carotaggio continuo

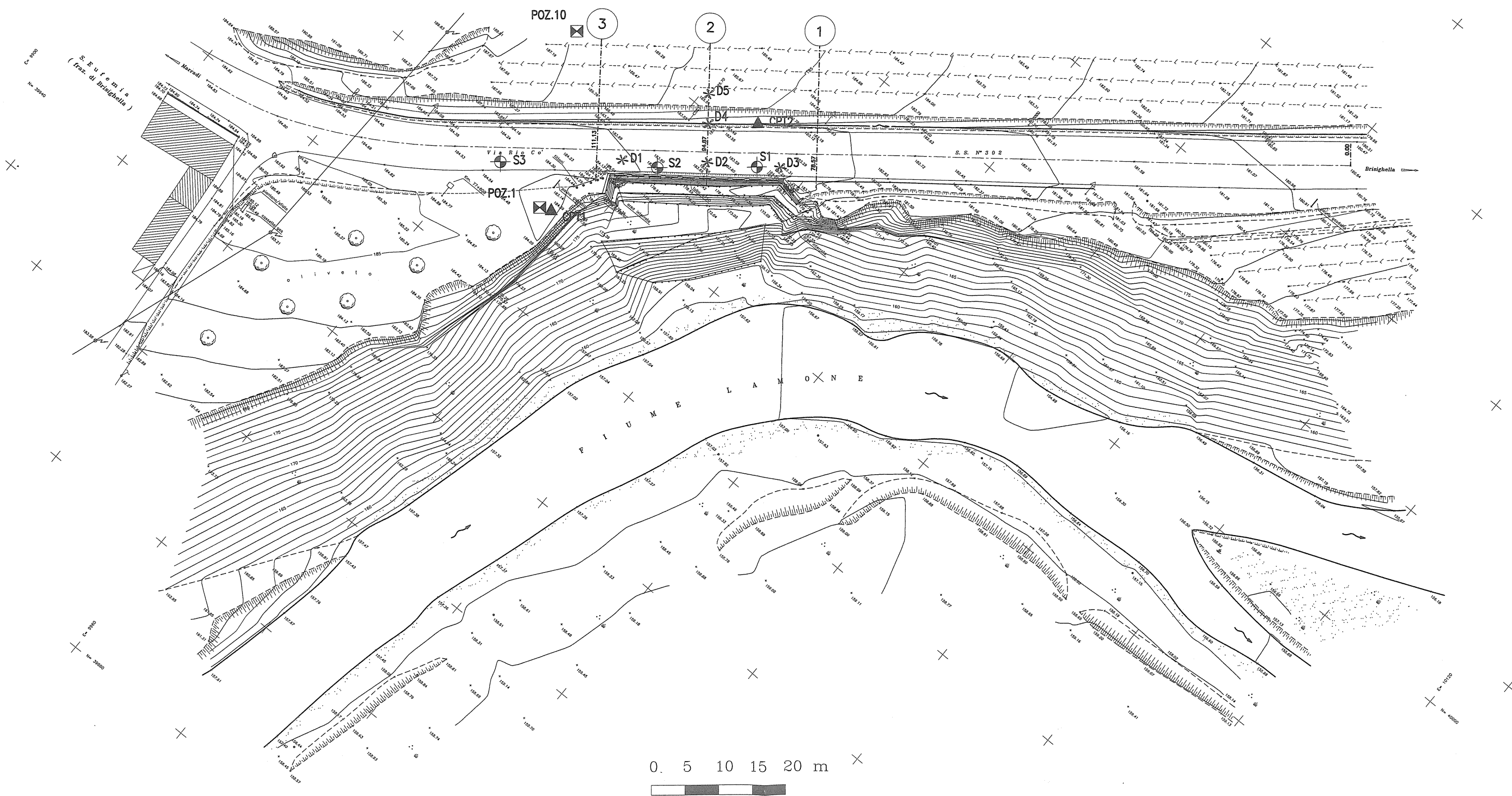


FIG. 1: Planimetria con ubicazione indagini in sito

SEZIONE STRATIGRAFICA 1

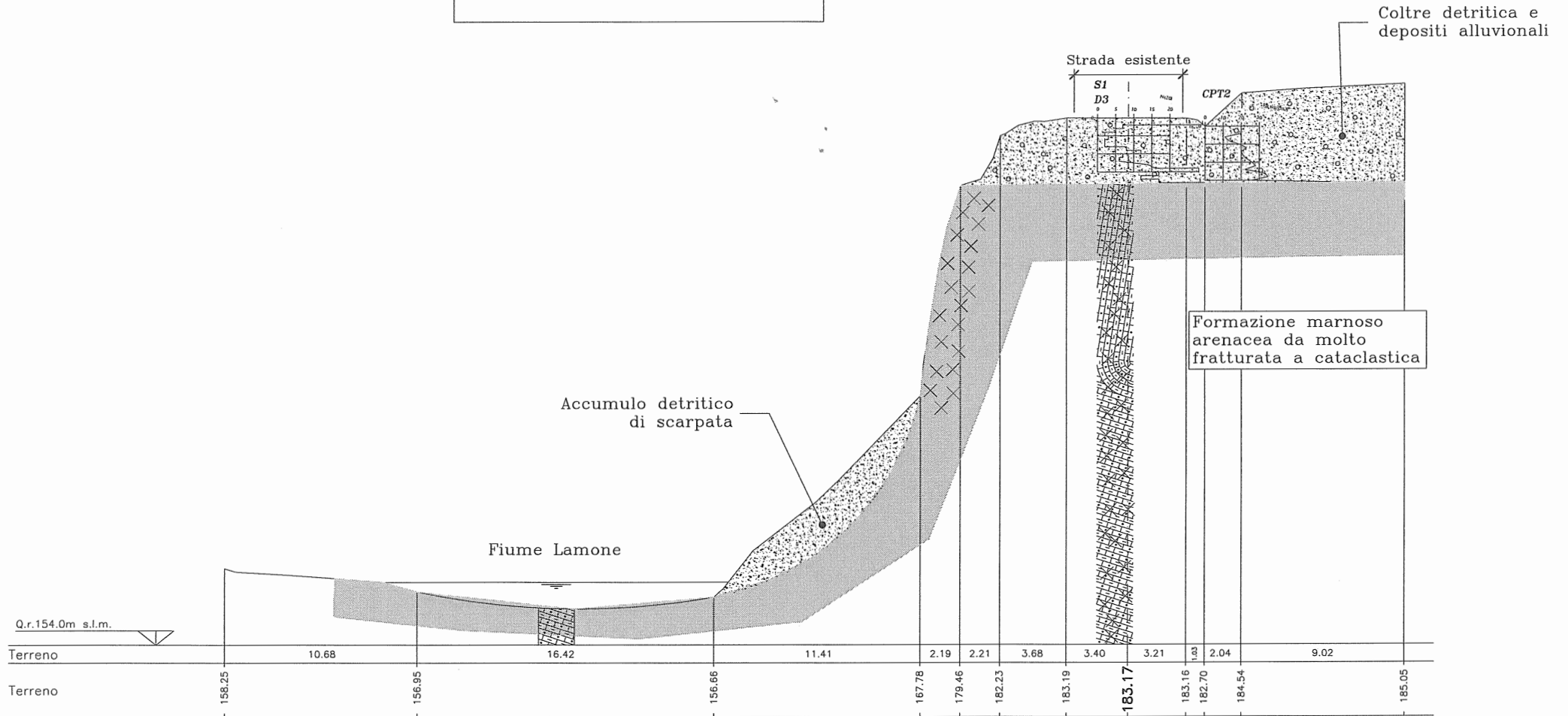


FIG. 2

SEZIONE STRATIGRAFICA 2

Coltre detritica e depositi alluvionali

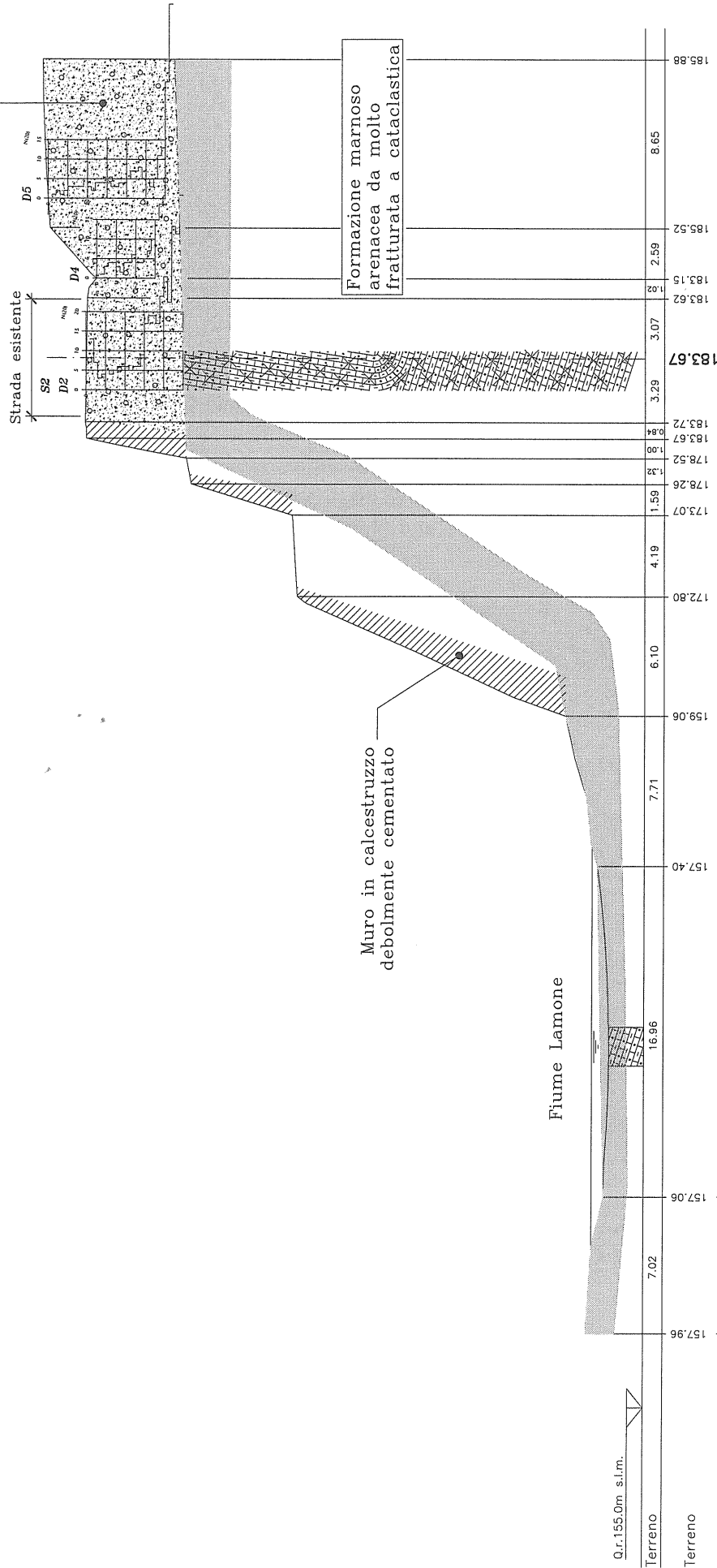


FIG. 3

SEZIONE STRATIGRAFICA 3

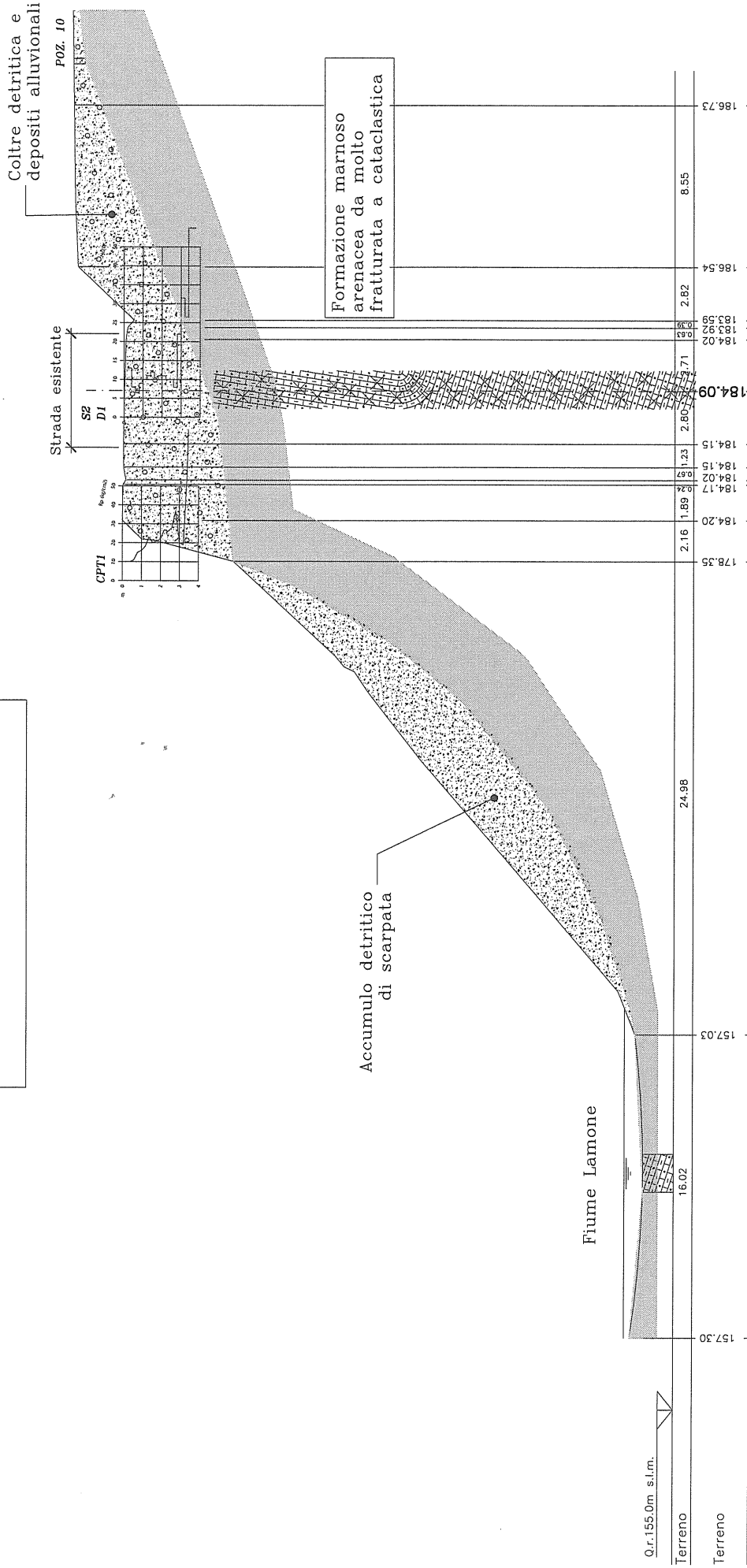


FIG. 4

Appendici

APPENDICE A: Indagini in sito: sondaggi e prove penetrometriche

APPENDICE B: Indagini in sito: pozzetti con escavatore

APPENDICE C: Campioni prelevati dai sondaggi



PROVINCIA DI RAVENNA
RAZIONALIZZAZIONE E MESSA IN SICUREZZA CON
ELIMINAZIONE PUNTI CRITICI LUNGO LA EX S.S. 302
BRISIGHELLESE (2° LOTTO)



Elaborato 4.A
INTERVENTO DI CONSOLIDAMENTO DEL MURO
APPENDICE A
Indagini in sito: sondaggi e prove penetrometriche

Codice	S15070-PE-RE04a-0
--------	-------------------

Rev.	Data	Redatto	Controllato
0	28-10-2019	G. Benedetti/L. Samori	G. Marchi
1			
2			

Approvato
G. Marchi



Sede Principale:
 Viale A. Baccharini,
 29/2
 48018 FAENZA (RA)
 Tel. (+39) 0546
 663423
 Fax (+39) 0546
 663428

Sede di Bologna:
 Via E. Zacconi, 16
 40127 BOLOGNA
 (BO)
 Tel. (+39) 051 245663
 Fax (+39) 0546
 663428

Sede di Santarcangelo:
 Via Andrea Costa, 115
 47822 SANTARCANGELO
 DI ROMAGNA (RN)
 Tel. (+39) 0546 663423

Succursale di Parigi:
 1 Rue de Stockholm
 75008 – PARIS
 N° SIRET 82140581800021
 TVA Intr. FR75821405818





**APPARECCHIATURA
UTILIZZATA PER
L'ESECUZIONE
DELLE PROVE
PENETROMETRICHE
STATICHE E
DINAMICHE.**



**APPARECCHIATURA
UTILIZZATA PER
L'ESECUZIONE DEI
SONDAGGI.**



PROVINCIA DI RAVENNA
RAZIONALIZZAZIONE E MESSA IN SICUREZZA CON
ELIMINAZIONE PUNTI CRITICI LUNGO LA EX S.S. 302
BRISIGHELLESE (2° LOTTO)



Elaborato 4.A
INTERVENTO DI CONSOLIDAMENTO DEL MURO
APPENDICE B

Codice	S15070-PE-RE04a-0
--------	-------------------

Rev.	Data	Redatto	Controllato
0	28-10-2019	G. Benedetti/L. Samori	G. Marchi
1			
2			

Approvato
G. Marchi



Sede Principale:
 Viale A. Baccharini,
 29/2
 48018 FAENZA (RA)
 Tel. (+39) 0546
 663423
 Fax (+39) 0546
 663428

Sede di Bologna:
 Via E. Zacconi, 16
 40127 BOLOGNA
 (BO)
 Tel. (+39) 051 245663
 Fax (+39) 0546
 663428

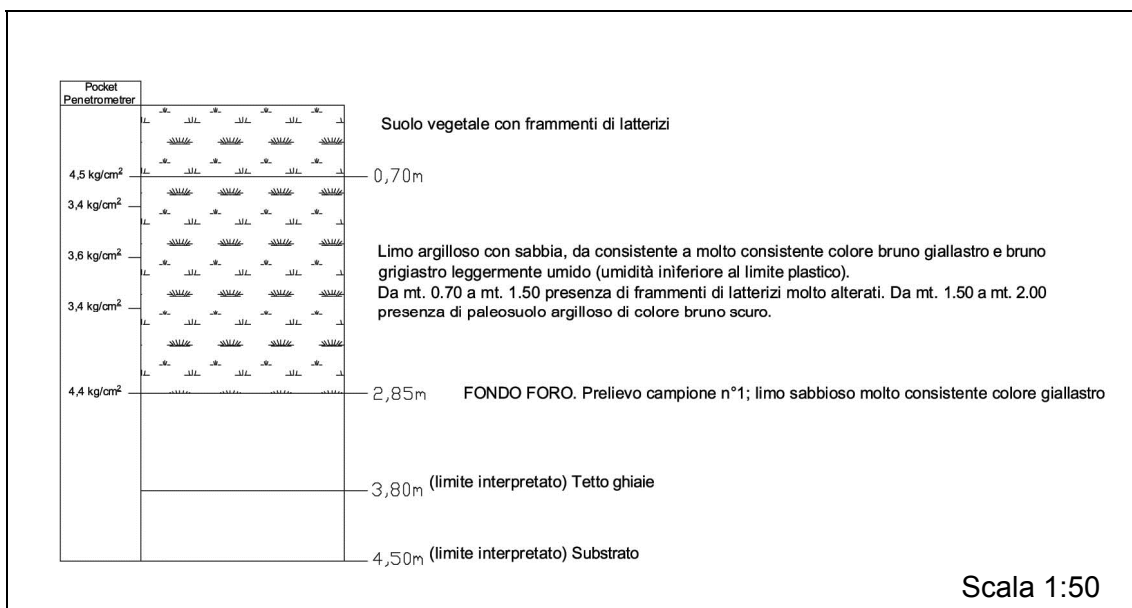
Sede di Santarcangelo:
 Via Andrea Costa, 115
 47822 SANTARCANGELO
 DI ROMAGNA (RN)
 Tel. (+39) 0546 663423

Succursale di Parigi:
 1 Rue de Stockholm
 75008 – PARIS
 N° SIRET 82140581800021
 TVA Intr. FR75821405818



Indagini in sito: pozzetti e trincee con escavatore

Pozzetto n°1



Schema stratigrafico del pozzetto n°1.

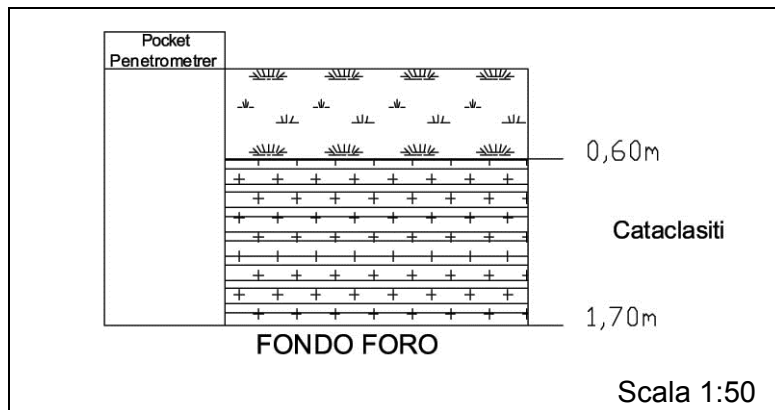


Esecuzione del pozzetto n°1, ubicato sulla sinistra (direzione Firenze) del muro da consolidare.



Campione di terreno prelevato alla profondità di 2.85 mt. dal piano campagna, sul quale sono state effettuate prove con il pochet penetrometer.

Pozzetto n°10



Schema stratigrafico del pozzetto n°10.





PROVINCIA DI RAVENNA
RAZIONALIZZAZIONE E MESSA IN SICUREZZA CON
ELIMINAZIONE PUNTI CRITICI LUNGO LA EX S.S. 302
BRISIGHELLESE (2° LOTTO)



Elaborato 4.A
INTERVENTO DI CONSOLIDAMENTO DEL MURO
APPENDICE C
Campioni prelevati dai sondaggi

Codice	S15070-PE-RE04a-0
--------	-------------------

Rev.	Data	Redatto	Controllato
0	28-10/2019	G. Benedetti/L. Samori	G. Marchi
1			
2			

Approvato
G. Marchi



Sede Principale:
Viale A. Baccharini, 29/2
48018 FAENZA (RA)
Tel. (+39) 0546 663423
Fax (+39) 0546 663428

Sede di Bologna:
Via E. Zaccagni, 16
40127 BOLOGNA (BO)
Tel. (+39) 051 245663
Fax (+39) 0546 663428

Sede di Santarcangelo:
Via Andrea Costa, 115
47822 SANTARCANGELO DI
ROMAGNA (RN)
Tel. (+39) 0546 663423

Succursale di Parigi:
1 Rue de Stockholm
75008 – PARIS
N° SIRET 82140581800021
TVA Intr. FR75821405818

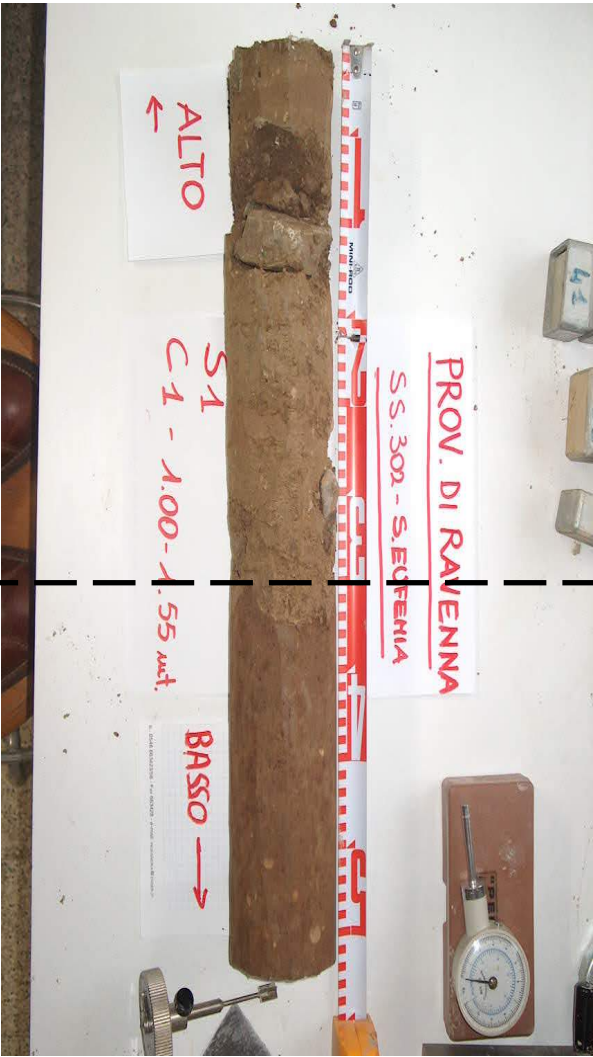


SONDAGGIO 1

Campione 1

Profondità 1.00-1.55 mt.


Lunghezza misurata 50 cm



<i>Pocket Penetrometer</i>	<i>Vane Test</i>		<i>Descrizione</i>
4.6 Kg/cm ²			Limo sabbioso debolmente argilloso con inclusi arenacei, ghiaia e rari inclusi vegetali. Colore giallo-bruno.
5.5 Kg/cm ² 5.2 Kg/cm ² Perpendicolarmente al fondo del campione 5.4 Kg/cm ²	Perpendicolarmente al fondo del campione $\geq 2 \text{ Kg/cm}^2$ 2 Kg/cm ²		Limo argilloso debolmente sabbioso color bruno-nocciola, consistente. Inclusi arenacei alterati, umidità inferiore al limite plastico.



Sondaggio	1	Campione	1	Quota (m)	-1.,00/-1,55
Tara n.	47	Tara (g)	98,60	Vol. (cm ³):	46,8152
Peso umido (g)	192,90	Peso secco (g)	178,30		
Contenuto in acqua [W %]					18,32
Densità umida Y [g/cm ³]					2,01
Densità secca Y _s [g/cm ³]					1,70


SONDAGGIO 2
Campione1
Profondità 0.90-1.45 mt.
Lunghezza misurata 55 cm

<i>Pocket Penetrometer</i>	<i>Vane Test</i>		<i>Descrizione</i>
			Limo argilloso sabbioso con latterizi decomposti e ciottoli arenacei. Abbondanti residui carboniosi.
3.8 Kg/cm ²	1.45 Kg/cm ²		
5.2 Kg/cm ²	≥2 Kg/cm ²		
	1.8 Kg/cm ²		
5 Kg/cm ²	≥2 Kg/cm ²		Limo argilloso sabbioso bruno nocciola con fustoli vegetali. Nella parte bassa del campione aumenta la componente argillosa.
6 Kg/cm ²			
4 Kg/cm ²	1.8 Kg/cm ²		
Perpendicolarmente al fondo del campione 4.9 Kg/cm ²	Perpendicolarmente al fondo del campione ≥2 Kg/cm ²		

	
<p>Inclusi arenacei e latterizi alterati inclusi nella parte alta del campione.</p>	<p>Limo argilloso sabbioso omogeneo di colore bruno nocciola.</p>

<i>Sondaggio</i>	2	<i>Campione</i>	1	<i>Quota (m)</i>	-0,90/-1,45
Tara n.	43	Tara (g)	100,000	Vol. (cm ³):	47,0448
Peso umido (g)	193,90	Peso secco (g)	179,90		
Contenuto in acqua [W %]					17,52
Densità umida Y [g/cm ³]					2,00
Densità secca Y _s [g/cm ³]					1,70

SONDAGGIO 3
Campione1
Profondità 1.20-1.75 mt.
Lunghezza misurata 55 cm

<i>Pocket Penetrometer</i>	<i>Vane Test</i>	<i>Descrizione</i>
<p>5.5 Kg/cm²</p> <p>5 Kg/cm²</p>	<p>>2 Kg/cm²</p>	 <p>Limo argilloso debolmente sabbioso color bruno-nocciola, consistente.</p>
<p>2.6 Kg/cm²</p>		<p>Limo argilloso colore giallo nocciola con abbondanti concrezioni calcaree.</p>



<i>Sondaggio</i>	3	<i>Campione</i>	1	<i>Quota (m)</i>	-1,20/-1,75
Tara n.	54	Tara (g)	99,90	Vol. (cm ³):	47,2348
Peso umido (g)	192,40		Peso secco (g)	177,30	
Contenuto in acqua [W %]					19,51
Densità umida Y [g/cm ³]					1,96
Densità secca Y _s [g/cm ³]					1,64