

# AMPLIAMENTO CIMITERO URBANO "BLOCCO I" - 1° stralcio

## PROGETTO ESECUTIVO

FE 01	06/17	--		Moreschi	Gara
INDICE	DATA	MODIFICHE	DISEGN.	CONTR.	APPROV.

## RELAZIONE GEOLOGICA



**COMMITTENTE**

**Comune di FERMO**

via Mazzini, n°4 - 63900 Fermo

SCALA:

RELAZIONE:

**M**

CONSULENZA GEOLOGICA:



Moreschi Mirco  
geologo

dott. Moreschi Mirco  
via Cavour, 38 - 60033 CHIARAVALLE (AN)  
tel. 071.948958 cell. 347.3679447 e-mail: moreschimirco@iol.it

PROGETTO:

*Studio di ingegneria civile e idraulica - dott. ing. Enrico Gara*

via Barcaglione n°1 - 60015 Falconara (AN) - tel. 071 910010 +39 335 7781984 email enrigar@tin.it

Ottobre 2017



# AMMINISTRAZIONE COMUNALE FERMO

## INDAGINE GEOGNOSTICA SUI TERRENI INTERESSATI DALLA REALIZZAZIONE DEL CIMITERO COMUNALE “BLOCCO L”

### 1. PREMESSA:

Per conto dell'Amministrazione Comunale, abbiamo eseguito una indagine tecnico-geologica nell'area su cui ricadrà il progetto di realizzazione del Blocco L del Cimitero Comunale.

I dati emersi dallo studio hanno permesso di fornire un parere tecnico-geologico sull'edificabilità delle aree e dare i criteri per la scelta delle future tipologie di fondazione e per il dimensionamento delle opere di consolidazione e contenimento del versante.

Scopo dello studio sarà quello di definire, tenendo conto anche della nuova normativa sismica (D.M. 14/01/2008):

#### **IL MODELLO GEOLOGICO:**

- le condizioni geologiche del sito;
- la successione stratigrafica;

#### **IL MODELLO GEOTECNICO:**

- le proprietà meccaniche dei terreni interessati dagli interventi progettuali;
- i parametri meccanici necessari ad una esatta scelta della tipologia e al dimensionamento delle opere fondali;

#### **LA CARATTERIZZAZIONE DELL'OPERA:**

- il tipo di fondazione ottimale in base ai carichi di esercizio, e verificare che i cedimenti rientrino nei limiti di accettabilità richiesti dalla normativa.
- i criteri di sistemazione idrogeologica (regimazione delle acque superficiali).

dott. geol. Moreschi Mirco Chiaravalle 071/948958	K:\LAVORI\CIMITERO FERMO\RELAZIONE GEOLOGICA\RELAZIONE CIMITERO FERMO.doc	1
--	--	---

## **1.1 Normativa di riferimento relazione geologica-geotecnica**

### **D.M. 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. 14/01/2008.

Circolare 2 febbraio 2009.

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

Pericolosità sismica e criteri generali per la classificazione sismica del territorio nazionale. All. 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

**Ordinanze** Autorità di Bacino Nazionale, regionale o interregionale.

### **D.M. 11/03/1998**

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.

L'indagine è stata effettuata mediante l'esecuzione di n° 2 sondaggio stratigrafico a carotaggio continuo spinto fino alle quote di interesse. Si è inoltre eseguita una indagine geofisica passiva a mezzo Tromino per il calcolo della velocità equivalente delle onde di taglio Vs30 .

A fine relazione è riportata una planimetria con l'ubicazione dei sondaggi, una sezione geologica con la successione dei terreni e le colonne stratigrafiche.

## 2. METODOLOGIA:

L'indagine e' stata eseguita mediante:

- rilevamento geologico e geomorfologico dell'area;
- raccolta dati bibliografici di indagini eseguite in posto;
- esecuzione di n. 4 sondaggi stratigrafici a carotaggio continuo;
- esecuzione di una indagine sismica passiva a mezzo tromografo (Tromino) per il calcolo della velocità equivalente delle onde di taglio Vs30 ;
- correlazione dei dati stratigrafici, geotecnici, idrologici e ricostruzione della successione stratigrafica;
- esecuzione di n. 3 sezioni topografiche, ortogonale all'andamento delle curve di livello nelle aree di intervento, lungo la linea di massima pendenza del versante e n. 2 sezione trasversale ;
- elaborazione dati, stesura relazione finale.

A fine relazione è riportata una planimetria con l'ubicazione dei sondaggi, la sezione geologica con la successione dei terreni, le colonne stratigrafiche.

<b>dott. geol. Moreschi Mirco</b> Chiaravalle 071/948958	K:\LAVORI\CIMITERO FERMO\RELAZIONE GEOLOGICA\RELAZIONE CIMITERO FERMO.doc	3
---	--	---



### 3. INQUADRAMENTO GEOLOGICO - GENERALITA':

L'area del cimitero in progetto insiste in parte su un versante con pendenza verso Nord – Nord Est e pendenze di 8°-10° .

Il rilevamento geomorfologico del versante ha escluso fenomeni gravitativi profondi in atto, è presente nella zona un grosso accumulo di materiale di riporto rilevato nei sondaggi che sarà rimodellato nel progetto, al di sotto del terreno di riporto sono presenti terreni a medio-bassa consistenza di natura detritica con spessori variabili.

Nella zona è presente la Formazione Pelitica del Pliocene inferiore costituita argille limose alternate a livelli sabbiosi.

La stratigrafia locale, rilevata con i sondaggi è formata da una copertura costituita da riporto più detrito argillo-limoso con spessori variabili da 4-5 metri. Al di sotto del detrito troviamo un substrato marnoso argilloso con spessori variabili della formazione fratturata.

#### 2.1 Stratigrafia:

La ricostruzione stratigrafica è stata effettuata sulla base di due sondaggi stratigrafici fatti per questa indagine. In base ai dati rilevati, la successione dei terreni nella zona in esame, è così schematizzabile:

- A- dal p.c. a 6,90-14,30 mt.: Depositi argillo limosi con inclusi laterizi sovrastante ad argille di colore marrone chiaro di natura detritica con scadenti caratteristiche geotecniche-*(RIPORTO + DETRITO)*;
- C- da 6,90-14,30 -mt. a 12,00÷15,50 mt. argille limose con livelli maggiormente fratturati alternati a livelli con fratturazione minore, mediamente consistenti, *(FORMAZIONE ALTERATA)*.
- D- da 4,00÷5,20 mt . a fine fori Argille Marnose di colore marrone grigio marrone notevolmente consistenti *(FORMAZIONE COMPATTA)*.

All'interno del foro di sondaggio si sono riscontrate infiltrazioni, nella parte di riporto e detritica.

dott. geol. Moreschi Mirco Chiaravalle 071/948958	K:\LAVORI\CIMITERO FERMO\RELAZIONE GEOLOGICA\RELAZIONE CIMITERO FERMO.doc	4
--	--	---

#### 4. PARAMETRI MECCANICI:

Si riportano di seguito, nella tav. allegata, i parametri che caratterizzano le proprietà fisico-meccaniche dei terreni attraversati, dedotti dalle misure in sito delle resistenze meccaniche, da correlazione di tali dati con valori bibliografici.

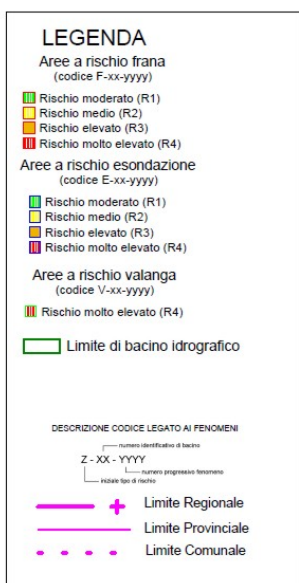
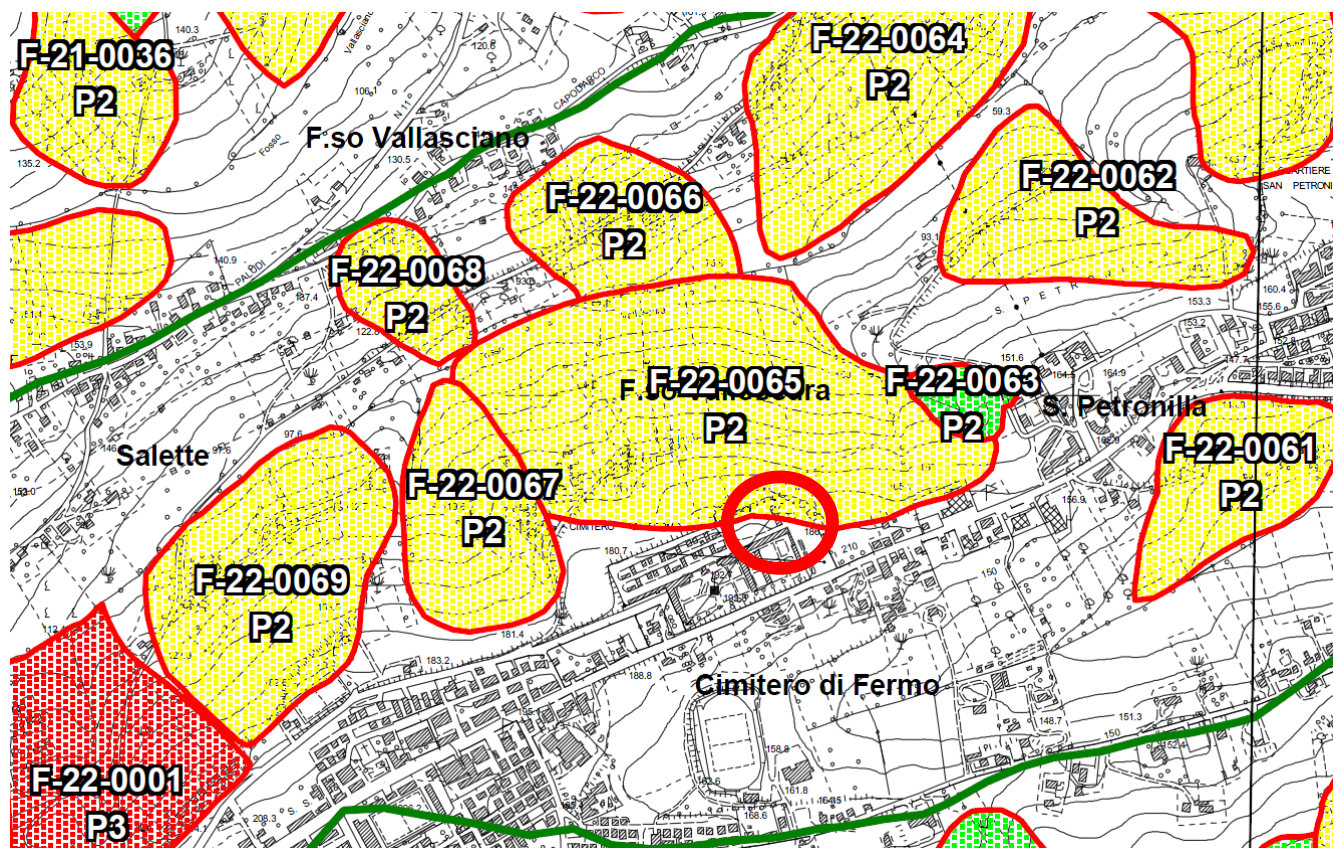
La distinzione stratigrafica è riportata nello schema precedente (paragr. 3):

LITOLOGIA	$\varphi$ (°)	$\gamma$ (gr/cm <sup>3</sup> )	C (kg/cm <sup>2</sup> )	Cu (t/m <sup>2</sup> )	E (kg/cm <sup>2</sup> )
<b>A</b> RIPORTO DETRITO	17-18°	1,9	0,05	8 - 10	15-40
<b>B</b> FORMAZIONE ALTERATA	22°	2,0	0,15	15	110-130
<b>C</b> FORMAZIONE COMPATTA	26°	2,1	0,75	34	220-270

-----  
 $\varphi$ = angolo di attrito;  $\gamma$ = peso di volume; C= coesione; Cu= coesione non drenata; E= Modulo Edometrico

## 5. RAPPORTO DELL'AREA DI LOTTIZZAZIONE CON IL PAI:

L'area di sedime dell'ampliamento interferisce con un'area PAI così come rappresentato nello stralcio allegato.



**REGIONE MARCHE**  
Autorità di Bacino Regionale

## Piano Assetto Idrogeologico (PAI)

Adottato dal Comitato Istituzionale con Delibere n.15/2001 e n.42/2003

### CARTA DEL RISCHIO IDROGEOLOGICO

## Tavola RI 60

SCALA 1:25.000



PROIEZIONE CONFORME DI GAUSS-BOAGA (SISTEMA NAZIONALE)

L'equidistanza fra le curve di livello è di m 10

Base Cartografica:  
C.T.R. regionale 1:10.000 (agg. 2000):  
- Carta dei limiti amministrativi, dei toponimi  
- Carta dei bacini idrografici

## 6. CATEGORIE DI SOTTOSUOLO E CONDIZIONI TOPOGRAFICHE:

Ai fini della definizione **dell'azione sismica** viene individuata la categoria di sottosuolo di riferimento, riferendosi alle suddivisioni tabellate nell'ambito della nuova normativa (D.M. 14/01/2008 Tab. 3.2.II e Tab 3.2.III).

### DETERMINAZIONE DELLE VS30 – PROVA SISMICA PASSIVA

La prova in oggetto è stata condotta con acquisitore dati HVSR tipo Gemini-2 marca Pasi costituito da un geofono triassiale a frequenza propria di 2 Hz e acquisitore a 24 bit reali.

Ai fini della determinazione della classe di appartenenza dei terreni in sito sono state effettuate due acquisizioni di circa 20 minuti ciascuna, ubicate nella zona di intervento (H1). Prima di iniziare la registrazione è stato opportunamente preparato il terreno mediante la rimozione di tutto quello che potrebbe interferire nel contatto strumento-terreno. Dopo aver preparato la superficie si è proceduto alla posa dello strumento sul terreno con attenzione per la messa in bolla ed il controllo delle tre componenti di registrazione (orizzontali e verticale) che debbono essere libere di registrare (tale operazione viene fatta osservando la traccia sismica per ciascuna componente nel computer collegato all'acquisitore); effettuata l'acquisizione dei dati si è proceduto al controllo in campagna delle curve e della qualità della prova.

Nel caso specifico l'ancoraggio a terra dello strumento è stato effettuato, nel caso della prova H1 e H2, mediante l'ausilio di appositi piedini ad infissione, adatti a luoghi con la presenza di superfici con terreno.

L'elaborazione della prova mediante l'ausilio di un vincolo stratigrafico esistente (sondaggi stratigrafici), ha permesso di determinare la velocità delle onde S, che consentono a loro volta di individuare la categoria di suolo in ottemperanza alle norme tecniche per le costruzioni (NTC 2008).



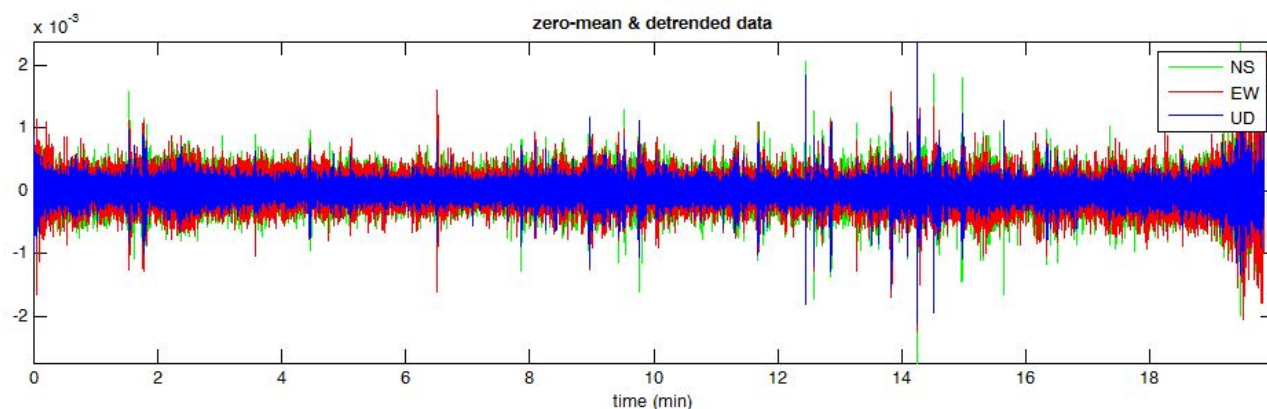
Fig. 1 – Ubicazione prove



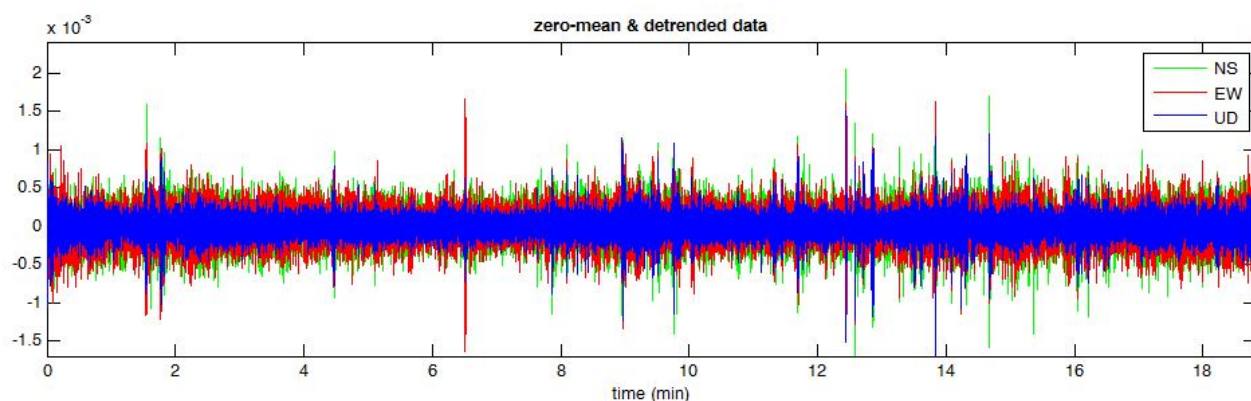
# STRUMENTO CONDIZIONI DI ANALISI PROVA SISMICA H1

Instrument:	<b>GEMINI-2</b>		
Start recording:	<b>11:40</b>	End recording:	<b>11:58</b>
Channel labels	<b>NORTH SOUTH; EAST WEST; UP DOWN</b>		
Trace length:	<b>18,7 min</b>	Analyzed	<b>95% trace (manual window selection)</b>
Sampling frequency:	<b>64 Hz</b>		
Window size:	<b>21 s</b>		
Tapering:	<b>10%</b>		

La prova così acquisita viene ripulita, lavorando nello spettro delle frequenze, al fine di eliminare tutti i disturbi registrati durante i 20 m di acquisizione (nello specifico la traccia utilizzata è circa il 95%).

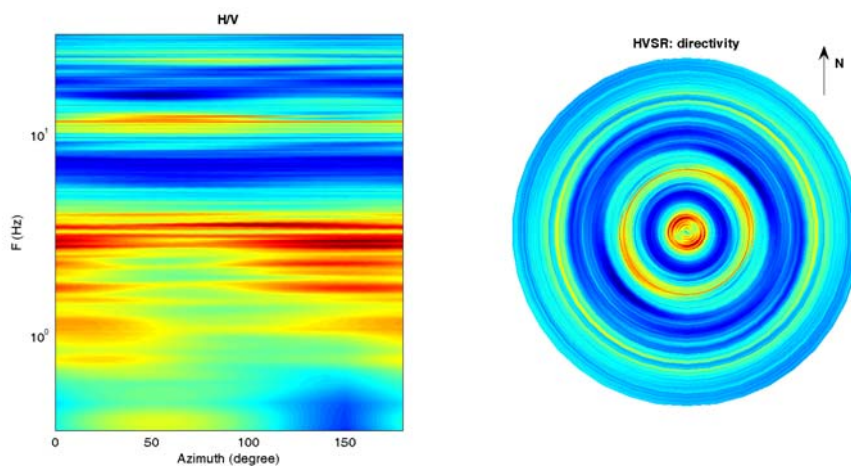


**TRACCIA ACQUISITA (20 MIN)**

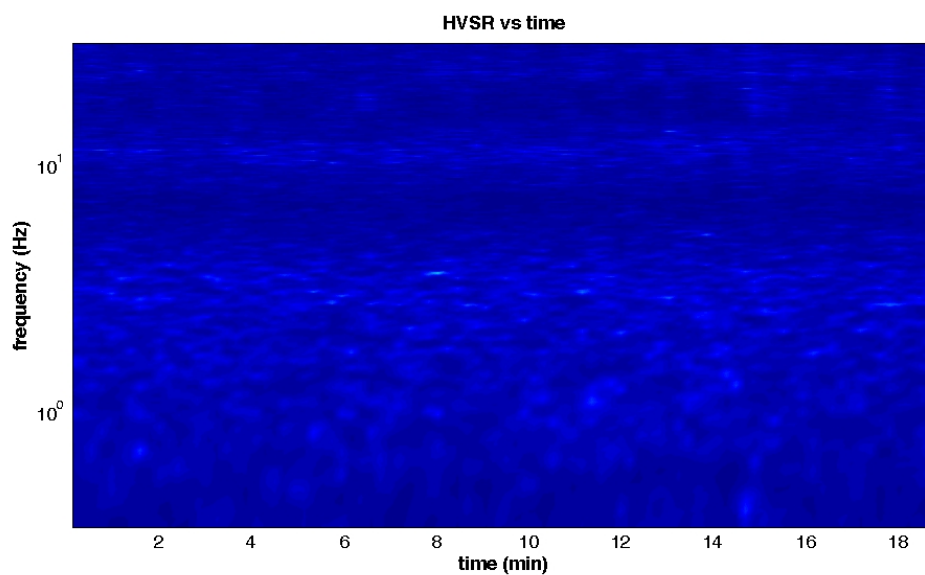


**TRACCIA DEDOTTA A SEGUITO RIMOZIONE DERIVE STRUMENTALI ED EVENTI TRANSIENTI (18.7 MIN)**

dott. geol. Moreschi Mirco Chiaravalle 071/948958	K:\LAVORI\CIMITERO FERMO\RELAZIONE GEOLOGICA\RELAZIONE CIMITERO FERMO.doc	8
--	--	---

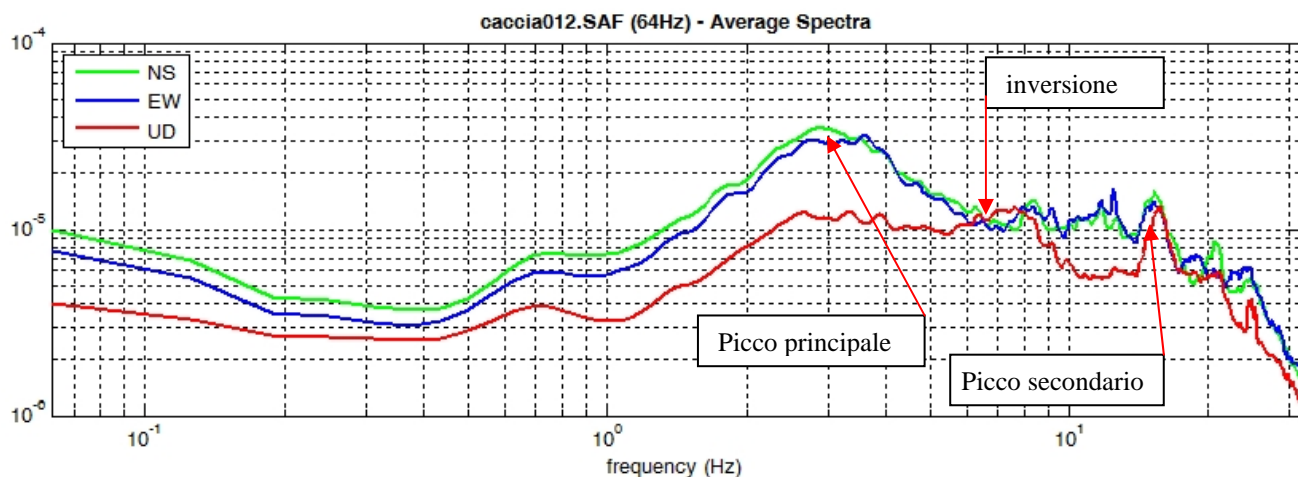


**DIRETTIVITÀ**



**PERSISTENZA**

Andamento della curva H/V (componenti orizzontali su componenti verticali) durante la registrazione.

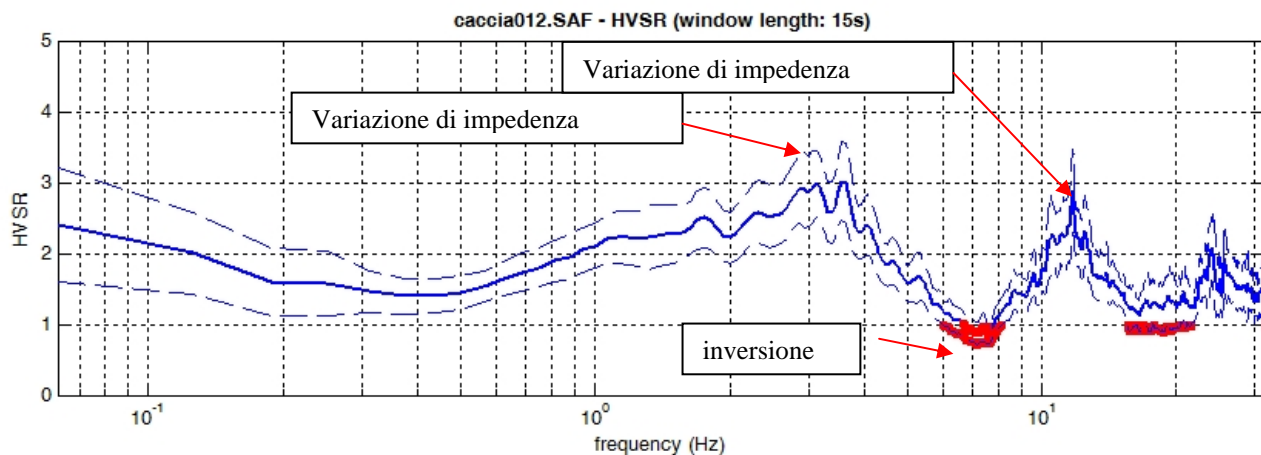


Per l'interpretazione vengono riconosciuti ed esclusi i picchi di risonanza, derivanti da artefatti generati da disturbi ambientali durante la registrazione.

Dalla prova emerge che:

- la curva ha un andamento generale con presenza di due contrasti di impedenza
- è stato, comunque, individuato un picco principale generato da un lieve contrasto di impedenza a circa 2.8 Hz
- è presente una lieve inversione di velocità delle onde S a circa 7 Hz

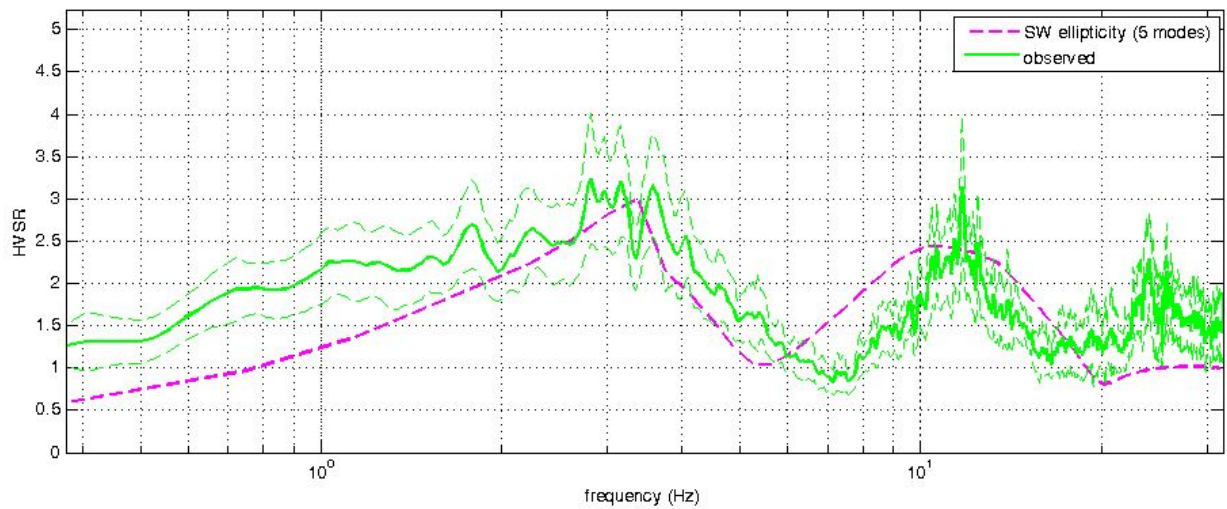
#### SINGLE COMPONENT SPECTRA



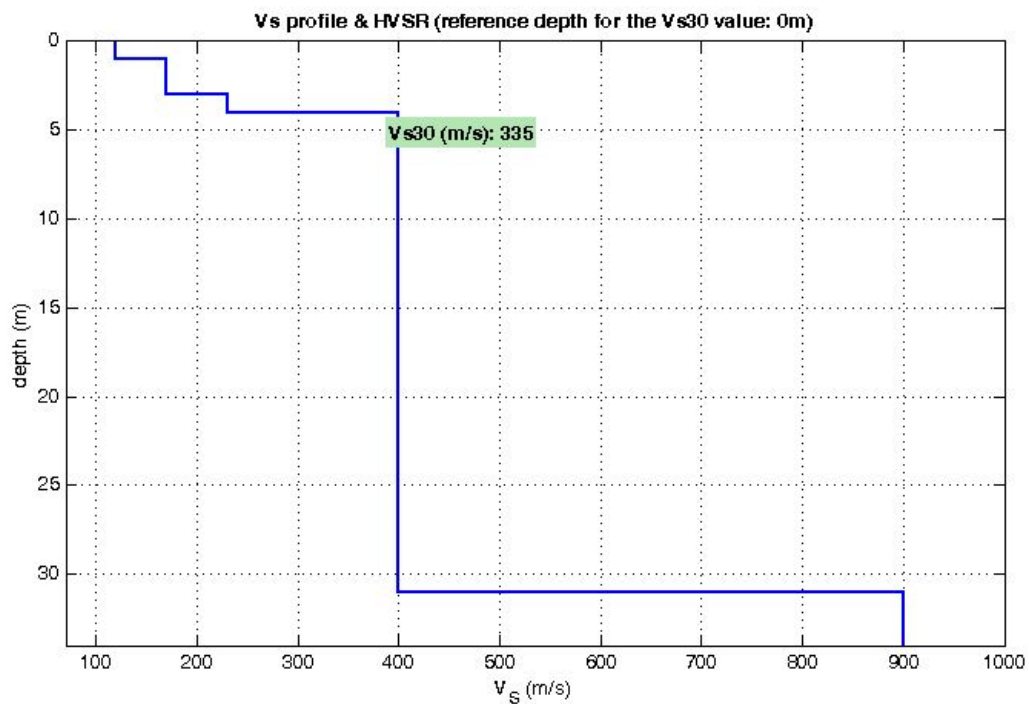
Per la stima delle  $V_{s30}$  vengono individuati sul grafico "SINGLE COMPONENT SPECTRA" (vedi sopra) i tratti in cui l'andamento delle tre componenti indicanti la velocità delle onde nel sottosuolo subiscono variazioni, sovrapposizioni o bruschi decadimenti di una delle tre componenti. Mediante il vincolo stratigrafico rappresentato da indagini effettuate in sito, si ricostruiscono le velocità delle onde S nel sottosuolo.

Nel caso specifico si è valutata la velocità delle onde S nel tratto compreso tra 0 e 30 m dal piano campagna.

EXPERIMENTAL VS. SYNTHETIC H/V  
caccia012.hv



PROFILO delle  $V_{s30}$



$$V_s (5.0 \div 35.0) = 335 \text{ m/s}$$

$V_s$ (m/s)	Poisson	thickness (m)
120	0.35	1
170	0.35	2
230	0.35	1
400	0.35	27
900	0.35	0



## Criteri SESAME

**In the following the results considering the data in the 0.5-20.0Hz frequency range**

Peak frequency (Hz): 2.8 ( $\pm 4.6$ )

Peak HVSR value: 3.2 ( $\pm 0.7$ )

==== **Criteria for a reliable H/V curve** =====

#1. [ $f_0 > 10/L_w$ ]: 2.8 > 0.4 (OK)

#2. [ $n_c > 200$ ]: 6476 > 200 (OK)

#3. [ $f_0 > 0.5\text{Hz}$ ;  $\sigma_A(f) < 2$  for  $0.5f_0 < f < 2f_0$ ] (OK)

==== **Criteria for a clear H/V peak (at least 5 should be fulfilled)** =====

#1. [exists  $f_-$  in the range [ $f_0/4, f_0$ ] |  $AH/V(f_-) < A_0/2$ ]: (NO)

#2. [exists  $f_+$  in the range [ $f_0, 4f_0$ ] |  $AH/V(f_+) < A_0/2$ ]: yes, at frequency 4.9Hz (OK)

#3. [ $A_0 > 2$ ]: 3.2 > 2 (OK)

#4. [ $f_{\text{peak}}[A_h/v(f) \pm \sigma_A(f)] = f_0 \pm 5\%$ ]: (NO)

#5. [ $\sigma_A < \epsilon(f_0)$ ]: 4.572 > 0.142 (NO)

#6. [ $\sigma_A(f_0) < \theta(f_0)$ ]: 0.766 < 1.58 (OK)

Please, be aware of possible industrial/man-induced peaks or spurious peaks due to meaningless numerical instabilities. Remember that SESAME criteria should be considered in a flexible perspective and that if you modify the processing parameters they can change.

### Risultati:

nella presente prova:

- nel quadro di una situazione generale con presenza di due contrasti di impedenza, si evidenzia un contrasto principale di impedenza di velocità delle onde S alla frequenza di circa 2,8 Hz.
- la traccia risulta concorde con situazioni di analisi simili (indagini sismiche passive effettuate su situazioni geologiche simili);
- altre variazioni poco significative si hanno all'interno dei sismostrati sopra indicati;
- la velocità rilevata delle onde S tra 0 e 30 metri dal piano campagna è di  $V_{s30} = 335 \text{ m/s}$ ;

Il terreno presente nell'area in esame, appartiene alla **Categoria "C"** : *Depositi di terreni a grana grossa mediamente addensati o terreni a grana fine mediamente consistenti, con spessori superiori a 30 m caratterizzati da graduale miglioramento delle proprietà meccaniche con la profondità e valori del  $V_{s30}$  compresi tra 180 m/s e 360 m/s (ovvero  $15 < NSPT_{30} < 50$  nei terreni a grana grossa e  $70 < cu_{30} < 250 \text{ kPa}$  nei terreni a grana fina).*

## 7. AZIONE SISMICA (D.M. 14/01/2008)

Al fine di determinare l'**azione sismica locale** si sono utilizzate le procedure di calcolo relative a:

- ✓ pericolosità sismica di base propria del sito
- ✓ risposta sismica locale

Il valore **dell'accelerazione massima** attesa su suolo rigido orizzontale  $a_g$  è stato determinato utilizzando il programma "Spettri\_NTC ver.1.0.3.xls" del Consiglio Superiore dei LL.PP.; per il sito in esame si è ottenuto un valore di  $a_g = 0,175 \text{ g}$ , con tempi di ritorno pari a  $T_R$  475 anni.



La **risposta sismica locale** è data dal prodotto di due coefficienti  $S_S$  e  $S_T$  (tab. 3.2.V) :

$$S = S_S \times S_T$$

dove:

$S_S$  = coefficiente di amplificazione stratigrafica

$S_T$  = coefficiente di amplificazione topografica

### Parametri sismici su sito di riferimento

Categoria sottosuolo:	C
Categoria topografica:	T1

S.L. Stato limite	TR Tempo ritorno [anni]	ag [m/s <sup>2</sup> ]	F0 [-]	TC* [sec]
S.L.O.	30,0	0,5	2,41	0,28
S.L.D.	50,0	0,64	2,49	0,28
S.L.V.	475,0	1,8	2,48	0,31
S.L.C.	975,0	2,36	2,5	0,32

#### Coefficienti sismici orizzontali e verticali

Opera:

Fondazioni

S.L. Stato limite	amax [m/s <sup>2</sup> ]	beta [-]	kh [-]	kv [sec]
S.L.O.	0,75	0,2	0,0153	0,0076
S.L.D.	0,96	0,2	0,0196	0,0098
S.L.V.	2,5683	0,24	0,0629	0,0314
S.L.C.	3,16	0,28	0,0902	0,0451

L'amplificazione stratigrafica è funzione della categoria di sottosuolo, l'amplificazione topografica è funzione della morfologia dei luoghi (la categoria di sottosuolo caratteristica dell'area in esame è la **C** [tab.3.2.II], la categoria topografica essendo l'area pianeggiante è **T1** "Superficie pianeggiante, pendii e rilievi isolati con inclinazione media  $i \leq 15^\circ$ " [tab. 3.2.VI]).

Di conseguenza i coefficienti da attribuire al terreno in esame sono:

$$S_s = 1,7 - 0,6 \times 2,427 \times \frac{0,175}{0,98} = 1,441$$

$$S_T = 1$$

$$\text{Da cui si evince che } S = 1,441 \times 1 = 1,441$$

Ne deriva che l'**accelerazione massima attesa** è:

$$a_{\max} = S \times a_g = 1,441 \times 0,175 = 0,252 \text{ g}$$



## 8. CRITERI COSTRUTTIVI:

Vista la situazione litologica rilevata in zona, e le caratteristiche di progetto che prevede che il piano di imposta del colombario sia ad un livello con notevole sbanco del riporto presente nell'area sono adottabili fondazioni profonde (pali) spinte fino alla formazione compatta, al fine di non sovraccaricare gli spessori più superficiali, che non offrirebbero sufficienti garanzie di stabilità ed un corretto comportamento all'applicazione dei carichi.

## 9 PROGETTAZIONE GEOTECNICA – D.M. 14/01/2008:

### 9.1 Vita nominale – classi d'uso – periodo di riferimento:

Il progetto è finalizzato alla costruzione un edificio di civile abitazione (tipo di costruzione 2); la vita nominale delle strutture è pari a  $V_n \geq 50$  anni; la classe d'uso in presenza di azioni sismiche è classe II con relativo coefficiente d'uso  $CU = 1,0$ . Il periodo di riferimento per l'azione sismica è  $V_r = V_n \times CU = 50$  anni.

### 9.2 Progettazione geotecnica:

Sulla base della nuova normativa (D.M. 14/01/2008) si sono definiti i criteri per le verifiche di sicurezza agli stati limite ultimi (SLU) e le analisi alle condizioni di esercizio (SLE).

Si è valutato l'effetto delle azioni (A), delle resistenze (R) e dei parametri geotecnici del terreno (M) utilizzando i coefficienti parziali definiti nella legge. La combinazione dei coefficienti parziali dà luogo a 2 approcci progettuali (*Approccio 1 e Approccio 2*). L'approccio 2 scelto in questa fase, tiene conto di un dimensionamento sia strutturale che geotecnico:

**Approccio 2:  $(A1 + M1 + R3)$**

Dove:

A1= coeff. parziali per le azioni

M1= coeff. parziali per i parametri geotecnici del terreno

R3 = coeff. parziali per le verifiche agli stati limite ultimi

dott. geol. Moreschi Mirco Chiaravalle 071/948958	K:\LAVORI\CIMITERO FERMO\RELAZIONE GEOLOGICA\RELAZIONE CIMITERO FERMO.doc	15
--	--	----

Tale scelta rappresenta un dato orientativo preliminare; sarà il progettista a confermare, in fase di calcolo esecutivo, tale scelta e definire un approccio definitivo.

### 9.3 Portata indicativa dei pali:

Si fornisce il calcolo indicativo della portanza delle fondazioni profonde, al fine di dare all'ingegnere progettista un dato orientativo di base da utilizzare poi nel dimensionamento delle opere fondali e nel calcolo geotecnico specifico di sua competenza. Si ipotizza che le fondazioni saranno realizzate su pali trivellati.

Il carico ammissibile sulle fondazioni profonde può essere definito, considerando i parametri geotecnici in termini di sforzi totali, mediante la formula riportata di seguito. In base ai contenuti del D.M. del 14/01/2008 viene calcolata la resistenza dei pali soggetti a carichi assiali scegliendo l'Approccio 2 (A1+M1+R3):

$$R_d = \left( \frac{A \cdot (9 \cdot C_u / 1 + h \cdot \gamma / 1)}{Z_{3 \div 4}} / g_b + \frac{3,14 \cdot d \cdot (L_1 \cdot a_1 \cdot C_u / 1 + \dots L_n \cdot a_n \cdot C_u / 1)}{Z_{3 \div 4}} / g_s \right) - h \cdot \gamma_c \cdot A;$$

dove:

A = area del fusto del palo;

$C_u/1$  = coesione non drenata ridotta in funzione del coeff. Parziale M1 (Tab. 6.2.II D.M. 14/01/2008);

$\gamma$  = peso di volume ridotto in funzione del coeff. Parziale M1 (Tab. 6.2.II D.M. 14/01/2008);

$\gamma_c$  = densità del c.a.;

h = altezza del palo;

d = diametro del palo;

L = lunghezza ridotta;

$a_1$ - $a_n$  = coeff. di riduzione (f)  $C_u$ . (Caquot-Kerisel);

$g_b, g_s$  = coeff. Parziali applicati al valore (Tab. 6.4.II D.M. 14/01/2008).

$z_3$  = fattori di correlazione medio applicati al valore (tab 6.4.III-6.4.IV- 6.4.V D.M. 14/01/2008)

$z_4$  = fattori di correlazione minimo applicati al valore (tab 6.4.III-6.4.IV- 6.4.V D.M. 14/01/2008)

L'attrito sul fusto del palo è stato calcolato considerando nullo l'apporto dei terreni detritici più superficiali per uno spessore di circa 5 m. (vedi sezioni allegate).

## CALCOLO PALO TIPO

Il calcolo viene effettuato su due verticali di indagine (cap. 6 NTC D.M. 14/01/2008) : verticale in coincidenza della stratigrafia S.1 e verticale in coincidenza della stratigrafia P.1:

### **Resistenza nominale**

Calcolo indicativo palo D. 500 a - 10 m. di profondità dal p.c. - stratigrafia tipo S.1

$$R_n = 0,19 \cdot (9,25/1 + 10,2,1/1) + 3,14 \cdot 0,5 (4,0,45,8/1 + 3,0,25,25/1) = 46,74 + 52,04 \text{ t/palo}$$

Calcolo indicativo palo D. 500 a - 10 m. di profondità dal p.c. - stratigrafia tipo P.1

$$R_n = 0,19 \cdot (9,25/1 + 10,2,1/1) + 3,14 \cdot 0,5 (4,3,0,45,8/1 + 2,7,0,25,25/1) = 46,74 + 50,8 \text{ t/palo}$$

### **Resistenza caratteristica**

$$R_k(\min) = \frac{R_n}{z_4} = \frac{46,74}{1,55} + \frac{50,8}{1,55} = 30,15 + 32,77 = 62,92 \text{ t/palo}$$

$$R_k(\text{med}) = \frac{R_n}{z_3} = \frac{46,74}{1,65} + \frac{51,42}{1,65} = 28,32 + 31,16 = 59,48 \text{ t/palo}$$

con  $z_4 = 1,55$  e  $z_3 = 1,65$  (fattori di correlazione Tab. 6.4.IV DM 14/1/2008)

Il valore minimo è costituito da  $R_k(\text{med}) = 59,48 \text{ t/palo}$ ; si valuta il valore della resistenza di progetto che è pari a  $R_c/\text{gr}$ :

Dove:  $\text{gr} (\text{gb} + \text{gs})$  = coeff. parziali di riduzione della resistenza

### **Resistenza di progetto**

$$R_d = \frac{R_k}{\text{gr}} - h_{\text{yc}} \cdot A; = \frac{28,32}{\text{gb}} + \frac{31,16}{\text{gs}} - 4,75 = 20,97 + 27,09 - 4,75 = 43,31 \text{ t/palo}$$

con  $\text{gb} = 1,35$  e  $\text{gs} = 1,15$  (Tab. 6.4.II DM 14/1/2008)

dott. geol. Moreschi Mirco Chiaravalle 071/948958	K:\LAVORI\CIMITERO FERMO\RELAZIONE GEOLOGICA\RELAZIONE CIMITERO FERMO.doc	17
--	--	----

#### 9.4 Coefficiente di sottofondo:

Il coefficiente di sottofondo, necessario al calcolo delle fondazioni su suolo elastico e definito come la reazione del suolo su di un'area di 1 cmq. per un abbassamento di 1 cm., si può valutare mediante la relazione proposta da Vesic (1961) che fornisce:

$$k \text{ (Kg/cmq)} = (1/B) \times E_t / (1-\mu^2);$$

dove:

$E_t$  (kg/cmq) = modulo di deformazione medio dello strato di fondazione (160 kg/cmq);

$B$  (cm) = lato corto della fondazione;

$\mu$  = rapporto di Poisson.

#### Calcolo del coefficiente di sottofondazione - K di Winkler

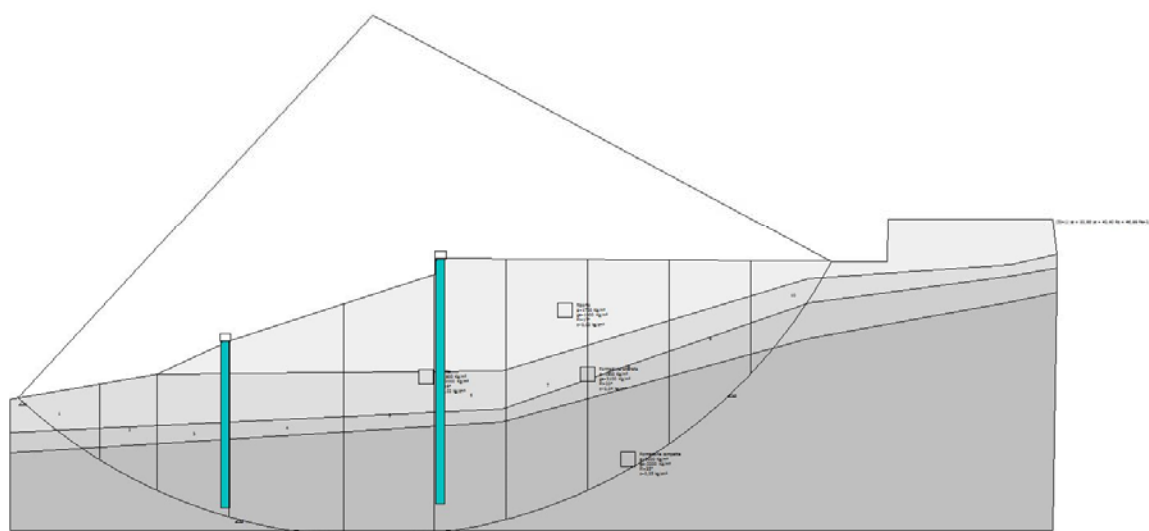
<i>Criterio di calcolo :Vesic semplificato</i>
<b>Coefficiente di sottofondazione (kg/cmq): 1,58</b>

## 10 VERIFICHE DI STABILITA':

Si sono prese come ipotesi di calcolo:

- le caratteristiche geometriche del pendio;
- la stratigrafia rilevata;
- una superficie critica (vedi sezione allegata);
- i parametri meccanici dei terreni, riportati nello schema allegato;
- assenza di falda.

Si sono ricavati valori del coefficiente di sicurezza, per le superficie teoriche (vedi tav. allegate), superiori al valore di 1,1 previsto nelle nuove norme (D.M. 14 gennaio 2008) come coefficiente minimo di resistenza per la verifica allo scorrimento, secondo la metodologia degli Stati Limiti Ultimi. La verifica della stabilità globale è stata effettuata secondo l'Approccio 1, combinazione (A2+M2+R2).





**Analisi di stabilità dei pendii con: BISHOP (1955)**

Lat./Long.	43,172771/13,738856
Normativa	NTC 2008
Numero di strati	4,0
Numero dei conci	10,0
Grado di sicurezza ritenuto accettabile	1,3
Coefficiente parziale resistenza	1,1
Analisi	Condizione drenata
Superficie di forma circolare	

**Maglia dei Centri**

Ascissa vertice sinistro inferiore xi	18,2 m
Ordinata vertice sinistro inferiore yi	42,76 m
Ascissa vertice destro superiore xs	33,41 m
Ordinata vertice destro superiore ys	50,0 m
Passo di ricerca	10,0
Numero di celle lungo x	10,0
Numero di celle lungo y	10,0

**Coefficienti sismici [N.T.C.]****Dati generali**

Tipo opera:	2 - Opere ordinarie
Classe d'uso:	Classe II
Vita nominale:	50,0 [anni]
Vita di riferimento:	50,0 [anni]

**Parametri sismici su sito di riferimento**

Categoria sottosuolo:	C
Categoria topografica:	T1

S.L. Stato limite	TR Tempo ritorno [anni]	ag [m/s <sup>2</sup> ]	F0 [-]	TC* [sec]
S.L.O.	30,0	0,48	2,42	0,28
S.L.D.	50,0	0,62	2,46	0,29
S.L.V.	475,0	1,79	2,46	0,32
S.L.C.	975,0	2,34	2,51	0,32

**Coefficienti sismici orizzontali e verticali**

Opera: Stabilità dei pendii e Fondazioni

S.L. Stato limite	amax [m/s <sup>2</sup> ]	beta [-]	kh [-]	kv [sec]
S.L.O.	0,72	0,2	0,0147	0,0073
S.L.D.	0,93	0,2	0,019	0,0095
S.L.V.	2,5607	0,24	0,0627	0,0313
S.L.C.	3,1371	0,28	0,0896	0,0448

Coefficiente azione sismica orizzontale	0,019
Coefficiente azione sismica verticale	0,009 5

dott. geol. Moreschi Mirco Chiaravalle 071/948958	K:\LAVORI\CIMITERO FERMO\RELAZIONE GEOLOGICA\RELAZIONE CIMITERO FERMO.doc	20
--	--	----

**Vertici profilo**

N	X m	y m
1	0,0	0,0
2	0,0	7,82
3	13,27	10,05
4	19,72	13,0
5	38,2	19,0
6	38,26	19,0
7	38,26	20,43
8	79,04	20,15
9	79,1	24,05
10	94,0	24,0 5

**Vertici strato .....1**

N	X (m)	y (m)
1	0,0	0,0
2	0,0	7,82
3	13,27	10,05
4	44,3	10,35
5	71,91	18,62
6	90,14	19,84
7	94,34	20,8 2

**Vertici strato .....2**

N	X (m)	y (m)
1	0,0	0,0
2	0,0	4,81
3	44,3	6,95
4	72,01	16,42
5	90,14	18,84
6	94,34	19,6 1

**Vertici strato .....3**

N	X (m)	y (m)
1	0,0	0,0
2	0,0	3,01
3	44,3	5,72
4	71,91	13,22
5	90,14	16,54
6	94,34	17,39

**Coefficienti parziali per i parametri geotecnici del terreno**

Tangente angolo di resistenza al taglio	1,25
Coesione efficace	1,25
Coesione non drenata	1,4
Riduzione parametri geotecnici terreno	No

**Stratigrafia**

c: coesione; cu: coesione non drenata; Fi: Angolo di attrito; G: Peso Specifico; Gs: Peso Specifico Saturo; K: Modulo di Winkler

Strato	c (kg/cm <sup>2</sup> )	cu (kg/cm <sup>2</sup> )	Fi (°)	G (Kg/m <sup>3</sup> )	Gs (Kg/m <sup>3</sup> )	K (Kg/cm <sup>3</sup> )	Litologia	
1	0,02		17	1700	1900	0,00	Riporto	
2	0,02		18	1800	2000	0,00	Detrito	
3	0,04		22	1900	2100	0,00	Formazion e alterata	
4	0,25		25	2000	2200	0,00	Formazion e compatta	

**Pali...**

N°	x (m)	y (m)	Diametro (m)	Lunghezza (m)	Inclinazione (°)	Interasse (m)
1	38,4	20,4	0,8	22	90	0,9
2	19	13	0,8	15	90	0,9

**Risultati analisi pendio [NTC 2008: [A2+M2+R2]]**

Fs minimo individuato	2,99
Ascissa centro superficie	32,66 m
Ordinata centro superficie	42,42 m
Raggio superficie	46,99 m

B: Larghezza del concio; Alfa: Angolo di inclinazione della base del concio; Li: Lunghezza della base del concio; Wi: Peso del concio; Ui: Forze derivanti dalle pressioni neutre; Ni: forze agenti normalmente alla direzione di scivolamento; Ti: forze agenti parallelamente alla superficie di scivolamento; Fi: Angolo di attrito; c: coesione.

**(ID=1) xc = 32,656 yc = 42,416 Rc = 46,989 Fs=2,993**

Nr.	B m	Alfa (°)	Li m	Wi (Kg)	Kh•Wi (Kg)	Kv•Wi (Kg)	c (kg/cm <sup>2</sup> )	Fi (°)	Ui (Kg)	N'i (Kg)	Ti (Kg)
1	7,33	-37,2	9,2	48681,23	924,94	462,47	0,04	22,0	0,0	68301,6	9499,8
2	5,2	-28,0	5,89	85417,38	1622,93	811,47	0,25	25,0	0,0	107138,0	19648,0
3	6,45	-20,2	6,87	161097,9	3060,86	1530,43	0,25	25,0	0,0	183072,2	31148,1
4	10,34	-9,6	10,49	360680,7	6852,93	3426,47	0,25	25,0	0,0	376101,8	61232,5
5	8,14	1,8	8,14	336404,5	6391,69	3195,84	0,0	0,0	0,0	336571,5	0,0
6	6,53	10,8	6,64	290002,4	5510,05	2755,02	0,25	25,0	0,0	286532,4	45627,7
7	7,33	19,6	7,78	300671,2	5712,75	2856,38	0,25	25,0	0,0	301870,6	48666,5
8	7,33	29,5	8,43	255991,6	4863,84	2431,92	0,25	25,0	0,0	269004,3	44499,0
9	7,33	40,6	9,65	185389,0	3522,39	1761,2	0,25	25,0	0,0	212066,3	37365,3
10	7,33	54,1	12,51	76099,14	1445,88	722,94	0,04	22,0	0,0	109201,3	14920,6

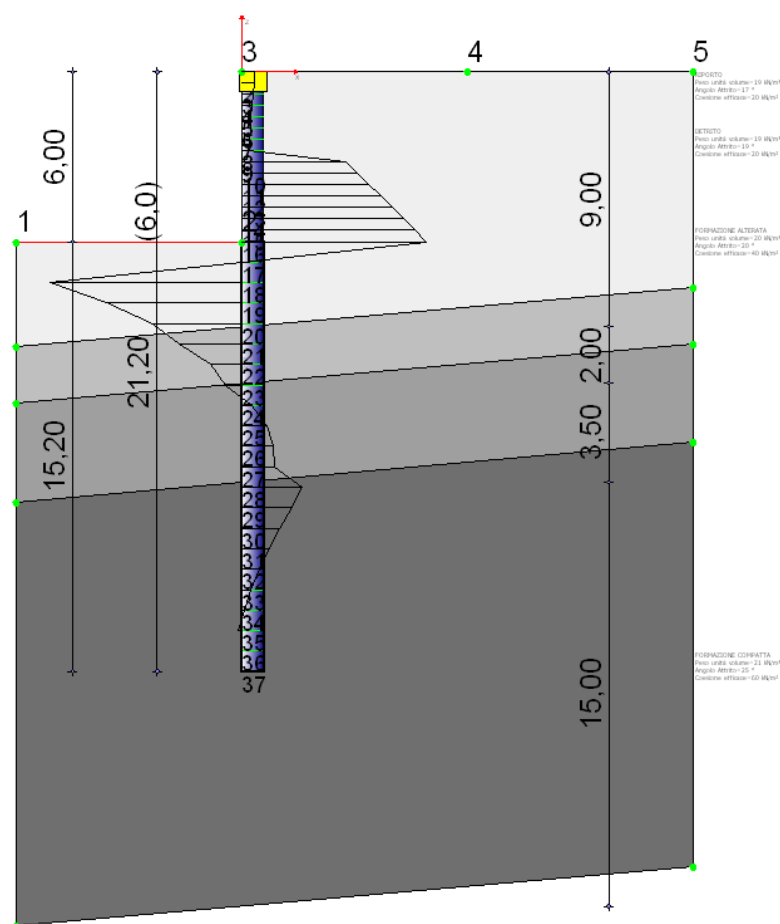
## 11. STABILITA' DEGLI SCAVI – SPINTA DELLE TERRE:

Considerando che il piano di fondazione dell'edificio prevede un grosso sbanco dei terreni di riporto, per consolidare i fronti di scavo andranno realizzate delle paratie di sostegno, verranno inoltre realizzate a valle dell'edificio delle paratie di consolidamento del riporto. Le realizzazioni dei pali a causa della coesione nulla dovrà prevedere una protezione in fase di trivellazione (camicie).

### 11.1 Spinta delle terre

Il calcolo delle spinte sull'opera di contenimento dovrà essere effettuato in funzione dei parametri meccanici attribuiti ai terreni (vedi paragr. n.3).

#### PARATIA CON SCAVO DI 6,00 metri ALTEZZA PARATIA 24,00 metri



## Archivio materiali

### CONGLOMERATI

Nr.	Classe calcestruzzo	fck,cubi [MPa]	Ec [MPa]	fck [MPa]	fcd [MPa]	fctd [MPa]	fctm [MPa]
1	C20/25	25	29380.7	19.6	11.1	1	2.2
2	C25/30	30	30861.5	24.5	13.9	1.2	2.5
3	C28/35	35	31675.5	27.5	15.6	1.3	2.7
4	C40/50	50	34539	39.2	19.4	1.5	3.1
5	C30/37	37	20000	30	17,5	1,4	2,9

### Acciai:

Nr.	Classe acciaio	Es [MPa]	fyk [MPa]	fyd [MPa]	ftk [MPa]	ftd [MPa]	ep_tk	epd_ult	β1*β2 iniz.	β1*β2 finale
1	B450C	196133	441.3	383.7	529.6	441.3	.075	.0675	1	0,5
2	FeB44k	196133	421.7	366.7	529.6	366.7	.05	.04	1	0,5
3	S500s	196133	500	434,8	550	470	.05	.04	1	0,5

### GEOMETRIA SEZIONE

Sezione	Circolare Barre
Calcestruzzo	C28/35
Acciaio	B450C
Nome	Circolare Barre 800
Diametro	0,8 m
Disposizione	Singola fila
Interasse Longitudinale	0,8 m

### Dati generali FEM

Massimo spostamento lineare terreno	2 cm
Fattore tollezanza spostamento	0,03 cm
Tipo analisi	Lineare
Massimo numero di iterazioni	10
Fattore riduzione molla fondo scavo	1
Profondità infissione iniziale	15 m
Incremento profondità infissione	0,2 m
Numero di elementi	36
Numero nodo di fondo scavo	16

## Stratigrafia

Fase: 1

Nr.	Peso specifico [kN/m³]	Peso specifico saturo [kN/m³]	Coesione [kN/m²]	Ancolo attrito [°]	O.C.R.	Modulo edometrico [kN/m²]	Attrito terra muro monte [°]	Attrito terra muro valle [°]	Spessore [m]	Inclinazione [°]	Descrizione
1	19,0	21,0	20,0	17,0	1,0	1961,0	10,0	10,0	9,0	5,0	RIPORTO
2	19,0	21,0	20,0	19,0	1,0	1961,0	10,0	10,0	2,0	5,0	DETRITO
3	20,0	22,0	40,0	20,0	1,0	3922,0	13,33	13,33	3,5	5,0	FORMAZIONE ALTERATA
4	21,0	23,0	60,0	25,0	1,0	5883,0	16,67	16,67	15,0	5,0	FORMAZIONE COMPATTA

## Calcolo coefficienti sismici

Dati generali

Descrizione zona

Latitudine

43,1728 [°]

Longitudine

13,7389 [°]

Dati opera

Tipo opera

Opere ordinarie

Classe d'uso

II

Vita nominale

50 [anni]

Vita di riferimento

50 [anni]

## Parametri sismici su un sito di riferimento

Categoria sottosuolo

C

Categoria topografica

T1

SL	Tr [Anni]	ag [m/sec²]	F0 [-]	TS* [sec]
SLO	30	0,480	2,420	0,280
SLD	50	0,620	2,460	0,290
SLV	475	1,790	2,460	0,320
SLC	975	2,340	2,510	0,320

## Coefficienti sismici orizzontale e verticale

Opera: Paratia

Altezza paratia

24,000[m]

Spostamento ammissibile

0,020[m]

SL	Amax [m/sec²]	beta [-]	kh [-]	kv [-]
SLO	0,720	0,600	0,029	0,014
SLD	0,930	0,600	0,037	0,019
SLV	2,561	0,600	0,102	0,051
SLC	3,137	0,600	0,125	0,063

## Analisi Paratia

Profondità massima di infissione

15,2 [m]

Fase: 1 Analisi geotecnica Fase: 1 - Combinazione: 1

Altezza scavo

6 [m]

dott. geol. Moreschi Mirco Chiaravalle 071/948958	K:\LAVORI\CIMITERO FERMO\RELAZIONE GEOLOGICA\RELAZIONE CIMITERO FERMO.doc	25
--	--	----

Tipo:  
Nome:  
Coefficienti sismici:

S.L.U. [STR]  
A1+M1+R1 (SLU - STR)  
Kh = 0,0287 , Kv = 0,0143

Coefficienti parziali azioni

Nr.	Azioni	Fattori combinazione
1	Peso proprio	1
2	Spinta terreno	1,3
3	Spinta falda	1,5
4	Spinta sismica x	1,5
5	Spinta sismica y	1

Coefficienti parziali terreno

Nr.	Parametro	Coefficienti parziali
1	Tangente angolo resistenza taglio	1
2	Coesione efficace	1
3	Resistenza non drenata	1
4	Peso unità volume	1
5	Angolo di attrito terra parete	1

Coefficienti resistenze capacità portante verticale

Nr.	Capacità portante	Coefficienti resistenze
1	Punta	1
2	Laterale compressione	1
3	Totale	1
4	Laterale trazione	1
5	Orizzontale	1

Profondità di infissione 15,20 [m]  
Pressione massima terreno 51,02 [kPa]  
Momento massimo 297,20 [kNm/m]  
Taglio massimo 107,23 [KN/m]

Sollecitazioni

Z [m]	Pressioni totali terreno [kPa]	Sforzo normale [kN/m]	Momento [kNm/m]	Taglio [kN/m]	Spostamento [cm]	Modulo reazione [kN/m³]
0,40	3,19	26,32	-0,22	-2,20	1,9018	--
0,80	2,97	35,49	-1,05	-3,17	1,8085	--
1,20	2,74	44,65	-2,36	-4,04	1,7152	--
1,60	2,51	53,81	-3,97	-5,22	1,6219	--
2,00	2,28	62,97	-6,04	-6,11	1,5287	--
2,40	2,05	72,13	-8,49	-6,77	1,4356	--
2,80	1,83	81,29	-11,28	-9,09	1,3427	--
3,20	27,72	90,46	-14,93	-18,80	1,2500	--
3,60	30,76	99,62	-22,44	-30,94	1,1577	--
4,00	33,80	108,78	-34,82	-44,41	1,0658	--
4,40	36,84	116,94	-52,60	-59,18	0,9746	--
4,80	39,87	126,10	-76,25	-75,09	0,8845	--
5,20	42,91	135,26	-106,28	-92,26	0,7960	--
5,60	45,95	144,43	-143,20	-107,23	0,7096	--
6,00	48,99	153,59	-186,09	-96,60	0,6261	14154,71
6,72	--	170,74	-256,01	-46,91	0,4850	14154,71
7,45	-51,02	186,89	-289,96	-10,00	0,3604	14154,71
8,17	-36,04	203,04	-297,20	16,09	0,2546	14154,71
8,90	-23,80	220,19	-285,55	33,55	0,1681	14154,71

9,62	-16,55	241,34	-261,27	45,39	0,1003	16494,74
10,34	-8,18	264,49	-228,42	51,71	0,0496	16494,74
11,07	-4,17	288,64	-190,99	54,62	0,0139	30034,18
11,79	2,80	318,79	-151,45	52,59	-0,0093	30034,18
12,51	6,76	348,93	-113,39	47,70	-0,0225	30034,18
13,24	8,47	380,08	-78,87	41,56	-0,0282	30034,18
13,96	8,61	410,23	-48,78	34,78	-0,0287	30034,18
14,69	15,92	442,38	-23,61	23,75	-0,0259	61523,96
15,41	13,19	481,53	-6,42	14,20	-0,0214	61523,96
16,13	10,15	520,68	3,86	6,85	-0,0165	61523,96
16,86	7,23	559,83	8,82	1,62	-0,0118	61523,96
17,58	4,64	598,98	9,99	-1,74	-0,0075	61523,96
18,30	2,45	638,13	8,73	-3,51	-0,0040	61523,96
19,03	0,59	677,28	6,19	-3,94	-0,0010	61523,96
19,75	-1,01	716,43	3,34	-3,21	0,0016	61523,96
20,48	-2,48	754,58	1,02	-1,41	0,0040	61523,96

### Fase: 1 - Combinazione: 2

#### Altezza scavo

Tipo:

Nome:

Coefficienti sismici:

6 [m]

S.L.U. [GEO]

A2+M2+R1(SLU - GEO)

Kh = 0,0287 , Kv = 0,0143

#### Coefficienti parziali azioni

Nr.	Azioni	Fattori combinazione
1	Peso proprio	1
2	Spinta terreno	1,3
3	Spinta falda	1,3
4	Spinta sismica x	1,3
5	Spinta sismica y	1

#### Coefficienti parziali terreno

Nr.	Parametro	Coefficienti parziali
1	Tangente angolo resistenza taglio	1,25
2	Coesione efficace	1,25
3	Resistenza non drenata	1,4
4	Peso unità volume	1
5	Angolo di attrito terra parete	1

#### Coefficienti resistenze capacità portante verticale

Nr.	Capacità portante	Coefficienti resistenze
1	Punta	1
2	Laterale compressione	1
3	Totale	1
4	Laterale trazione	1
5	Orizzontale	1

Profondità di infissione

15,20 [m]

Pressione massima terreno

70,19 [kPa]

Momento massimo

469,27 [kNm/m]

Taglio massimo

155,33 [KN/m]

#### Sollecitazioni

Z	Pressioni totali	Sforzo normale	Momento	Taglio	Spostamento	Modulo
---	------------------	----------------	---------	--------	-------------	--------

dott. geol. Moreschi Mirco Chiaravalle 071/948958	K:\LAVORI\CIMITERO FERMO\RELAZIONE GEOLOGICA\RELAZIONE CIMITERO FERMO.doc	27
--	--	----



[m]	terreno [kPa]	[kN/m]	[kNm/m]	[kN/m]	[cm]	reazione [kN/m³]
0,40	2,84	26,32	-0,28	-1,74	3,3906	--
0,80	2,63	36,49	-0,92	-2,90	3,2296	--
1,20	2,43	45,65	-2,05	-3,79	3,0686	--
1,60	2,23	54,81	-3,52	-4,58	2,9076	--
2,00	2,03	63,97	-5,33	-6,95	2,7467	--
2,40	26,98	74,13	-8,01	-16,65	2,5859	--
2,80	30,96	83,29	-14,68	-28,65	2,4253	--
3,20	34,95	92,46	-26,16	-42,31	2,2651	--
3,60	38,94	101,62	-43,13	-57,80	2,1053	--
4,00	42,93	111,78	-66,22	-74,97	1,9465	--
4,40	46,92	120,94	-96,24	-93,67	1,7890	--
4,80	50,91	130,10	-133,65	-114,11	1,6334	--
5,20	54,90	140,26	-179,25	-136,11	1,4806	--
5,60	58,89	149,43	-233,67	-155,33	1,3314	--
6,00	62,88	158,59	-295,79	-141,03	1,1869	9729,37
6,72	--	175,74	-397,86	-74,73	0,9413	9729,37
7,45	-70,19	192,89	-451,96	-23,93	0,7214	9729,37
8,17	-51,65	210,04	-469,27	13,45	0,5308	9729,37
8,90	-36,08	227,19	-459,54	39,73	0,3709	9729,37
9,62	-25,22	251,34	-430,78	57,88	0,2409	10469,44
10,34	-14,57	275,49	-388,89	69,13	0,1391	10469,44
11,07	-11,90	301,64	-338,85	77,43	0,0629	18929,43
11,79	-1,68	334,79	-282,81	78,64	0,0089	18929,43
12,51	5,02	367,93	-225,89	75,01	-0,0265	18929,43
13,24	8,91	401,08	-171,60	68,56	-0,0471	18929,43
13,96	10,65	434,23	-121,97	60,30	-0,0562	18929,43
14,69	20,12	471,38	-78,32	46,30	-0,0573	35096,22
15,41	18,65	515,53	-44,81	32,80	-0,0531	35096,22
16,13	16,11	559,68	-21,07	21,13	-0,0459	35096,22
16,86	13,05	603,83	-5,78	11,69	-0,0372	35096,22
17,58	9,84	647,98	2,68	4,57	-0,0280	35096,22
18,30	6,66	692,13	5,99	-0,25	-0,0190	35096,22
19,03	3,61	737,28	5,80	-2,86	-0,0103	35096,22
19,75	0,68	781,43	3,73	-3,36	-0,0019	35096,22
20,48	-2,16	825,58	1,30	-1,80	0,0061	35096,22

#### Fase: 1 - Combinazione: 3

Altezza scavo

Tipo:

Nome:

Coefficienti sismici:

6 [m]

S.L.E. [STR]

A1+M1+R1 (SLE - STR)

Kh = 0,0287 , Kv = 0,0143

Coefficienti parziali azioni

Nr.	Azioni	Fattori combinazione
1	Peso proprio	1
2	Spinta terreno	1,3
3	Spinta falda	1,5
4	Spinta sismica x	1,5
5	Spinta sismica y	1

Coefficienti parziali terreno

Nr.	Parametro	Coefficienti parziali
1	Tangente angolo resistenza taglio	1
2	Coesione efficace	1
3	Resistenza non drenata	1
4	Peso unità volume	1
5	Angolo di attrito terra parete	1

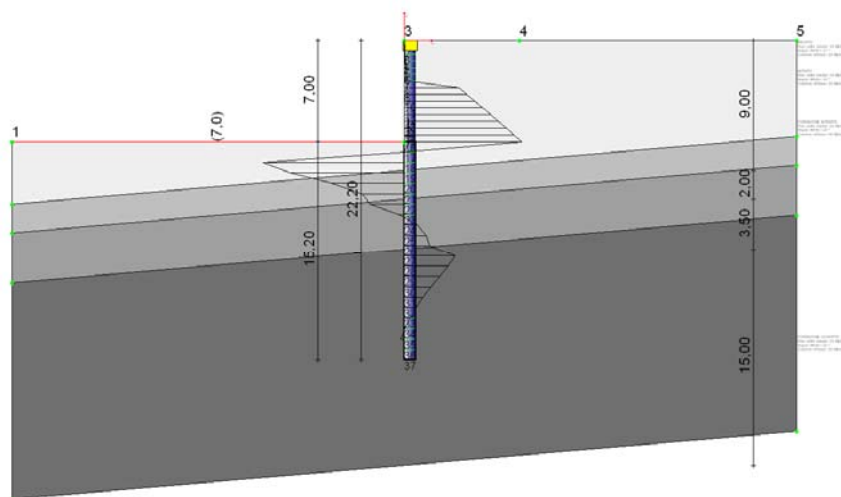
Coefficienti resistenze capacità portante verticale

Nr.	Capacità portante	Coefficienti resistenze
1	Punta	1
2	Laterale compressione	1
3	Totale	1
4	Laterale trazione	1
5	Orizzontale	1

Profondità di infissione 15,20 [m]  
 Pressione massima terreno 51,02 [kPa]  
 Momento massimo 297,20 [kNm/m]  
 Taglio massimo 107,23 [kN/m]  
 Sollecitazioni

Z [m]	Pressioni totali terreno [kPa]	Sforzo normale [kN/m]	Momento [kNm/m]	Taglio [kN/m]	Spostamento [cm]	Modulo reazione [kN/m³]
0,40	3,19	26,32	-0,22	-2,20	1,9018	--
0,80	2,97	35,49	-1,05	-3,17	1,8085	--
1,20	2,74	44,65	-2,36	-4,04	1,7152	--
1,60	2,51	53,81	-3,97	-5,22	1,6219	--
2,00	2,28	62,97	-6,04	-6,11	1,5287	--
2,40	2,05	72,13	-8,49	-6,77	1,4356	--
2,80	1,83	81,29	-11,28	-9,09	1,3427	--
3,20	27,72	90,46	-14,93	-18,80	1,2500	--
3,60	30,76	99,62	-22,44	-30,94	1,1577	--
4,00	33,80	108,78	-34,82	-44,41	1,0658	--
4,40	36,84	116,94	-52,60	-59,18	0,9746	--
4,80	39,87	126,10	-76,25	-75,09	0,8845	--
5,20	42,91	135,26	-106,28	-92,26	0,7960	--
5,60	45,95	144,43	-143,20	-107,23	0,7096	--
6,00	48,99	153,59	-186,09	-96,60	0,6261	14154,71
6,72	--	170,74	-256,01	-46,91	0,4850	14154,71
7,45	-51,02	186,89	-289,96	-10,00	0,3604	14154,71
8,17	-36,04	203,04	-297,20	16,09	0,2546	14154,71
8,90	-23,80	220,19	-285,55	33,55	0,1681	14154,71
9,62	-16,55	241,34	-261,27	45,39	0,1003	16494,74
10,34	-8,18	264,49	-228,42	51,71	0,0496	16494,74
11,07	-4,17	288,64	-190,99	54,62	0,0139	30034,18
11,79	2,80	318,79	-151,45	52,59	-0,0093	30034,18
12,51	6,76	348,93	-113,39	47,70	-0,0225	30034,18
13,24	8,47	380,08	-78,87	41,56	-0,0282	30034,18
13,96	8,61	410,23	-48,78	34,78	-0,0287	30034,18
14,69	15,92	442,38	-23,61	23,75	-0,0259	61523,96
15,41	13,19	481,53	-6,42	14,20	-0,0214	61523,96
16,13	10,15	520,68	3,86	6,85	-0,0165	61523,96
16,86	7,23	559,83	8,82	1,62	-0,0118	61523,96
17,58	4,64	598,98	9,99	-1,74	-0,0075	61523,96
18,30	2,45	638,13	8,73	-3,51	-0,0040	61523,96
19,03	0,59	677,28	6,19	-3,94	-0,0010	61523,96
19,75	-1,01	716,43	3,34	-3,21	0,0016	61523,96
20,48	-2,48	754,58	1,02	-1,41	0,0040	61523,96

**PARATIA CON SCAVO DI 6,00 metri  
ALTEZZA PARATIA 24,00 metri**



**Archivio materiali**

**CONGLOMERATI**

Nr.	Classe calcestruzzo	fck,cubi [MPa]	Ec [MPa]	fck [MPa]	fcd [MPa]	fctd [MPa]	fctm [MPa]
1	C20/25	25	29380.7	19.6	11.1	1	2.2
2	C25/30	30	30861.5	24.5	13.9	1.2	2.5
3	C28/35	35	31675.5	27.5	15.6	1.3	2.7
4	C40/50	50	34539	39.2	19.4	1.5	3.1
5	C30/37	37	20000	30	17,5	1,4	2,9

**Acciai:**

Nr.	Classe acciaio	Es [MPa]	fyk [MPa]	fyd [MPa]	ftk [MPa]	ftd [MPa]	ep_tk	epd_ult	β1*β2 iniz.	β1*β2 finale
1	B450C	196133	441.3	383.7	529.6	441.3	.075	.0675	1	0,5
2	FeB44k	196133	421.7	366.7	529.6	366.7	.05	.04	1	0,5
3	S500s	196133	500	434,8	550	470	.05	.04	1	0,5

**GEOMETRIA SEZIONE**

Sezione	Circolare Barre
Calcestruzzo	C28/35
Acciaio	B450C
Nome	Circolare Barre 800
Diametro	0,8 m
Disposizione	Singola fila
Interasse Longitudinale	0,8 m

dott. geol. Moreschi Mirco Chiaravalle 071/948958	K:\LAVORI\CIMITERO FERMO\RELAZIONE GEOLOGICA\RELAZIONE CIMITERO FERMO.doc	30
--	--	----

### Dati generali FEM

Massimo spostamento lineare terreno	2 cm
Fattore tollezanza spostamento	0,03 cm
Tipo analisi	Lineare
Massimo numero di iterazioni	10
Fattore riduzione molla fondo scavo	1
Profondità infissione iniziale	15 m
Incremento profondità infissione	0,2 m
Numero di elementi	36
Numero nodo di fondo scavo	16

### Stratigrafia

Fase: 1

Nr.	Peso specifico [kN/m <sup>3</sup> ]	Peso specifico saturo [kN/m <sup>3</sup> ]	Coesione [kN/m <sup>2</sup> ]	Ancolo attrito [°]	O.C.R.	Modulo edometrico [kN/m <sup>2</sup> ]	Attrito terra muro monte [°]	Attrito terra muro valle [°]	Spessore [m]	Inclinazione [°]	Descrizione
1	19,0	21,0	20,0	17,0	1,0	1961,0	10,0	10,0	9,0	5,0	RIPORTO
2	19,0	21,0	20,0	19,0	1,0	1961,0	10,0	10,0	2,0	5,0	DETRITO
3	20,0	22,0	40,0	20,0	1,0	3922,0	13,33	13,33	3,5	5,0	FORMAZIONE ALTERATA
4	21,0	23,0	60,0	25,0	1,0	5883,0	16,67	16,67	15,0	5,0	FORMAZIONE COMPATTA

### Calcolo coefficienti sismici

Dati generali

Descrizione zona

Latitudine

43,1728 [°]

Longitudine

13,7389 [°]

Dati opera

Tipo opera

Opere ordinarie

Classe d'uso

II

Vita nominale

50 [anni]

Vita di riferimento

50 [anni]

### Parametri sismici su un sito di riferimento

Categoria sottosuolo

C

Categoria topografica

T1

SL	Tr [Anni]	ag [m/sec <sup>2</sup> ]	F0 [-]	TS* [sec]
SLO	30	0,480	2,420	0,280
SLD	50	0,620	2,460	0,290
SLV	475	1,790	2,460	0,320
SLC	975	2,340	2,510	0,320

### Coefficienti sismici orizzontale e verticale

Opera: Paratia

Altezza paratia

24,000[m]

Spostamento ammissibile

0,020[m]

dott. geol. Moreschi Mirco Chiaravalle 071/948958	K:\LAVORI\CIMITERO FERMO\RELAZIONE GEOLOGICA\RELAZIONE CIMITERO FERMO.doc	31
--	--	----

SL	Amax [m/sec <sup>2</sup> ]	beta [-]	kh [-]	kv [-]
SLO	0,720	0,600	0,029	0,014
SLD	0,930	0,600	0,037	0,019
SLV	2,561	0,600	0,102	0,051
SLC	3,137	0,600	0,125	0,063

### Analisi Paratia

Profondità massima di infissione

15,2 [m]

### Fase: 1 Analisi geotecnica Fase: 1 - Combinazione: 1

#### Altezza scavo

7 [m]

Tipo:

S.L.U. [STR]

Nome:

A1+M1+R1 (SLU - STR)

Coefficienti sismici:

Kh = 0,0287 , Kv = 0,0143

#### Coefficienti parziali azioni

Nr.	Azioni	Fattori combinazione
1	Peso proprio	1
2	Spinta terreno	1,3
3	Spinta falda	1,5
4	Spinta sismica x	1,5
5	Spinta sismica y	1

#### Coefficienti parziali terreno

Nr.	Parametro	Coefficienti parziali
1	Tangente angolo resistenza taglio	1
2	Coesione efficace	1
3	Resistenza non drenata	1
4	Peso unità volume	1
5	Angolo di attrito terra parete	1

#### Coefficienti resistenze capacità portante verticale

Nr.	Capacità portante	Coefficienti resistenze
1	Punta	1
2	Laterale compressione	1
3	Totale	1
4	Laterale trazione	1
5	Orizzontale	1

Profondità di infissione

15,20 [m]

Pressione massima terreno

73,60 [kPa]

Momento massimo

469,82 [kNm/m]

Taglio massimo

157,21 [kN/m]

dott. geol. Moreschi Mirco Chiaravalle 071/948958	K:\LAVORI\CIMITERO FERMO\RELAZIONE GEOLOGICA\RELAZIONE CIMITERO FERMO.doc	32
--	--	----

## Sollecitazioni

Z [m]	Pressioni totali terreno [kPa]	Sforzo normale [kN/m]	Momento [kNm/m]	Taglio [kN/m]	Spostamento [cm]	Modulo reazione [kN/m³]
0,47	0,27	27,35	-0,03	-0,01	3,2613	--
0,93	0,53	38,54	-0,11	-0,32	3,0907	--
1,40	0,80	48,73	-0,16	-0,77	2,9200	--
1,87	1,06	59,92	-0,54	-1,57	2,7494	--
2,33	1,33	70,10	-1,22	-2,43	2,5788	--
2,80	1,60	81,29	-2,38	-5,25	2,4082	--
3,27	28,53	91,48	-4,89	-16,76	2,2377	--
3,73	32,61	102,67	-12,74	-31,98	2,0674	--
4,20	36,69	112,86	-27,64	-49,10	1,8974	--
4,67	40,76	123,05	-50,52	-68,08	1,7282	--
5,13	44,84	134,24	-82,26	-89,02	1,5605	--
5,60	48,91	144,43	-123,79	-111,79	1,3950	--
6,07	52,99	155,61	-175,97	-136,56	1,2330	--
6,53	57,07	165,80	-239,71	-157,21	1,0758	--
7,00	61,14	176,99	-313,09	-138,62	0,9253	14154,71
7,72	--	193,14	-413,43	-65,96	0,7093	14154,71
8,45	-73,60	209,29	-461,18	-11,95	0,5200	14154,71
9,17	-59,47	227,44	-469,82	30,59	0,3605	16494,74
9,90	-38,21	250,59	-447,68	58,25	0,2317	16494,74
10,62	-21,78	273,74	-405,52	75,09	0,1321	16494,74
11,34	-17,72	299,89	-351,17	87,44	0,0590	30034,18
12,07	-2,69	330,04	-287,88	89,39	0,0090	30034,18
12,79	6,66	361,19	-223,18	84,57	-0,0222	30034,18
13,51	11,58	391,34	-161,97	76,19	-0,0386	30034,18
14,24	13,28	421,49	-106,82	65,73	-0,0442	30034,18
14,96	26,31	457,64	-59,24	47,50	-0,0428	61523,96
15,69	22,94	497,79	-24,86	30,90	-0,0373	61523,96
16,41	18,47	537,94	-2,50	17,53	-0,0300	61523,96
17,13	13,84	578,09	10,19	7,51	-0,0225	61523,96
17,86	9,57	617,24	15,63	0,59	-0,0156	61523,96
18,58	5,90	657,39	16,05	-3,68	-0,0096	61523,96
19,30	2,86	697,54	13,38	-5,75	-0,0046	61523,96
20,03	0,35	737,69	9,22	-6,01	-0,0006	61523,96
20,75	-1,79	776,84	4,87	-4,71	0,0029	61523,96
21,48	-3,72	816,99	1,46	-2,02	0,0060	61523,96

**Fase: 1 - Combinazione: 2****Altezza scavo**

Tipo:

Nome:

Coefficienti sismici:

**7 [m]**

S.L.U. [GEO]

A2+M2+R1(SLU - GEO)

Kh = 0,0287 , Kv = 0,0143

## Coefficienti parziali azioni

Nr.	Azioni	Fattori combinazione
1	Peso proprio	1
2	Spinta terreno	1,3
3	Spinta falda	1,3
4	Spinta sismica x	1,3
5	Spinta sismica y	1

## Coefficienti parziali terreno

Nr.	Parametro	Coefficienti parziali
1	Tangente angolo resistenza taglio	1,25
2	Coesione efficace	1,25
3	Resistenza non drenata	1,4
4	Peso unità volume	1
5	Angolo di attrito terra parete	1

## Coefficienti resistenze capacità portante verticale

Nr.	Capacità portante	Coefficienti resistenze
1	Punta	1
2	Laterale compressione	1
3	Totale	1
4	Laterale trazione	1
5	Orizzontale	1

Profondità di infissione

15,20 [m]

Pressione massima terreno

100,79 [kPa]

Momento massimo

735,40 [kNm/m]

Taglio massimo

221,86 [KN/m]

## Sollecitazioni

Z [m]	Pressioni totali terreno [kPa]	Sforzo normale [kN/m]	Momento [kNm/m]	Taglio [kN/m]	Spostamento [cm]	Modulo reazione [kN/m³]
0,47	0,24	28,35	-0,09	0,12	5,7795	--
0,93	0,47	39,54	-0,19	-0,24	5,4831	--
1,40	0,71	49,73	-0,15	-0,71	5,1867	--
1,87	0,95	60,92	-0,42	-3,44	4,8904	--
2,33	25,64	72,10	-2,01	-14,30	4,5940	--
2,80	30,76	83,29	-8,84	-28,69	4,2978	--
3,27	35,89	94,48	-22,27	-45,45	4,0018	--
3,73	41,02	105,67	-43,62	-64,59	3,7064	--
4,20	46,14	115,86	-73,71	-86,01	3,4123	--
4,67	51,27	127,05	-113,84	-110,22	3,1203	--
5,13	56,40	138,24	-165,20	-136,30	2,8314	--
5,60	61,52	149,43	-228,78	-164,94	2,5471	--
6,07	66,65	160,61	-305,79	-196,03	2,2691	--
6,53	71,78	171,80	-397,31	-221,86	1,9995	--
7,00	76,91	181,99	-500,83	-196,74	1,7409	9729,37
7,72	--	199,14	-643,22	-100,39	1,3676	9729,37
8,45	-100,79	216,29	-715,90	-26,94	1,0360	9729,37

9,17	-78,61	235,44	-735,40	29,61	0,7508	10469,44
9,90	-53,78	260,59	-713,97	68,53	0,5137	10469,44
10,62	-33,83	285,74	-664,36	94,66	0,3232	10469,44
11,34	-33,35	313,89	-595,84	117,90	0,1762	18929,43
12,07	-12,91	348,04	-510,50	127,25	0,0682	18929,43
12,79	1,18	381,19	-418,40	126,39	-0,0062	18929,43
13,51	10,06	414,34	-326,92	119,11	-0,0531	18929,43
14,24	14,85	447,49	-240,70	107,60	-0,0785	18929,43
14,96	30,84	488,64	-162,82	86,13	-0,0879	35096,22
15,69	30,31	533,79	-100,47	64,19	-0,0864	35096,22
16,41	27,41	578,94	-54,01	44,35	-0,0781	35096,22
17,13	23,20	624,09	-21,91	27,56	-0,0661	35096,22
17,86	18,44	670,24	-1,96	14,20	-0,0526	35096,22
18,58	13,60	715,39	8,32	4,36	-0,0388	35096,22
19,30	8,93	760,54	11,47	-2,10	-0,0254	35096,22
20,03	4,49	805,69	9,95	-5,36	-0,0128	35096,22
20,75	0,28	850,84	6,07	-5,56	-0,0008	35096,22
21,48	-3,79	896,99	2,04	-2,82	0,0108	35096,22

### Fase: 1 - Combinazione: 3

#### Altezza scavo

Tipo:

Nome:

Coefficienti sismici:

Coefficienti parziali azioni

7 [m]

S.L.E. [STR]

A1+M1+R1 (SLE - STR)

Kh = 0,0287 , Kv = 0,0143

Nr.	Azioni	Fattori combinazione
1	Peso proprio	1
2	Spinta terreno	1,3
3	Spinta falda	1,5
4	Spinta sismica x	1,5
5	Spinta sismica y	1

#### Coefficienti parziali terreno

Nr.	Parametro	Coefficienti parziali
1	Tangente angolo resistenza taglio	1
2	Coesione efficace	1
3	Resistenza non drenata	1
4	Peso unità volume	1
5	Angolo di attrito terra parete	1

#### Coefficienti resistenze capacità portante verticale

Nr.	Capacità portante	Coefficienti resistenze
1	Punta	1
2	Laterale compressione	1
3	Totale	1
4	Laterale trazione	1
5	Orizzontale	1

Profondità di infissione

Pressione massima terreno

Momento massimo

Taglio massimo

15,20 [m]

73,60 [kPa]

469,82 [kNm/m]

157,21 [KN/m]

dott. geol. Moreschi Mirco Chiaravalle 071/948958	K:\LAVORI\CIMITERO FERMO\RELAZIONE GEOLOGICA\RELAZIONE CIMITERO FERMO.doc	35
--	--	----



## Sollecitazioni

Z [m]	Pressioni totali terreno [kPa]	Sforzo normale [kN/m]	Momento [kNm/m]	Taglio [kN/m]	Spostamento [cm]	Modulo reazione [kN/m³]
0,47	0,27	27,35	-0,03	-0,01	3,2613	--
0,93	0,53	38,54	-0,11	-0,32	3,0907	--
1,40	0,80	48,73	-0,16	-0,77	2,9200	--
1,87	1,06	59,92	-0,54	-1,57	2,7494	--
2,33	1,33	70,10	-1,22	-2,43	2,5788	--
2,80	1,60	81,29	-2,38	-5,25	2,4082	--
3,27	28,53	91,48	-4,89	-16,76	2,2377	--
3,73	32,61	102,67	-12,74	-31,98	2,0674	--
4,20	36,69	112,86	-27,64	-49,10	1,8974	--
4,67	40,76	123,05	-50,52	-68,08	1,7282	--
5,13	44,84	134,24	-82,26	-89,02	1,5605	--
5,60	48,91	144,43	-123,79	-111,79	1,3950	--
6,07	52,99	155,61	-175,97	-136,56	1,2330	--
6,53	57,07	165,80	-239,71	-157,21	1,0758	--
7,00	61,14	176,99	-313,09	-138,62	0,9253	14154,71
7,72	--	193,14	-413,43	-65,96	0,7093	14154,71
8,45	-73,60	209,29	-461,18	-11,95	0,5200	14154,71
9,17	-59,47	227,44	-469,82	30,59	0,3605	16494,74
9,90	-38,21	250,59	-447,68	58,25	0,2317	16494,74
10,62	-21,78	273,74	-405,52	75,09	0,1321	16494,74
11,34	-17,72	299,89	-351,17	87,44	0,0590	30034,18
12,07	-2,69	330,04	-287,88	89,39	0,0090	30034,18
12,79	6,66	361,19	-223,18	84,57	-0,0222	30034,18
13,51	11,58	391,34	-161,97	76,19	-0,0386	30034,18
14,24	13,28	421,49	-106,82	65,73	-0,0442	30034,18
14,96	26,31	457,64	-59,24	47,50	-0,0428	61523,96
15,69	22,94	497,79	-24,86	30,90	-0,0373	61523,96
16,41	18,47	537,94	-2,50	17,53	-0,0300	61523,96
17,13	13,84	578,09	10,19	7,51	-0,0225	61523,96
17,86	9,57	617,24	15,63	0,59	-0,0156	61523,96
18,58	5,90	657,39	16,05	-3,68	-0,0096	61523,96
19,30	2,86	697,54	13,38	-5,75	-0,0046	61523,96
20,03	0,35	737,69	9,22	-6,01	-0,0006	61523,96
20,75	-1,79	776,84	4,87	-4,71	0,0029	61523,96
21,48	-3,72	816,99	1,46	-2,02	0,0060	61523,96

## Archivio materiali

### CONGLOMERATI

Nr.	Classe calcestruzzo	fck,cubi [MPa]	Ec [MPa]	fck [MPa]	fcd [MPa]	fctd [MPa]	fctm [MPa]
1	C20/25	25	29380.7	19.6	11.1	1	2.2
2	C25/30	30	30861.5	24.5	13.9	1.2	2.5
3	C28/35	35	31675.5	27.5	15.6	1.3	2.7
4	C40/50	50	34539	39.2	19.4	1.5	3.1
5	C30/37	37	20000	30	17,5	1,4	2,9

### Acciai:

Nr.	Classe acciaio	Es [MPa]	fyk [MPa]	fyd [MPa]	ftk [MPa]	ftd [MPa]	ep_tk	epd_ult	B1*B2 iniz.	B1*B2 finale
1	B450C	196133	441.3	383.7	529.6	441.3	.075	.0675	1	0,5
2	FeB44k	196133	421.7	366.7	529.6	366.7	.05	.04	1	0,5
3	S500s	196133	500	434,8	550	470	.05	.04	1	0,5

### GEOMETRIA SEZIONE

Sezione		Circolare Barre
Calcestruzzo	C28/35	
Acciaio	B450C	
Nome	Circolare Barre 800	
Diametro	0,8 m	
Disposizione	Singola fila	
Interasse Longitudinale	0,8 m	

### Dati generali FEM

Massimo spostamento lineare terreno	2 cm
Fattore tollezanza spostamento	0,03 cm
Tipo analisi	Lineare
Massimo numero di iterazioni	10
Fattore riduzione molla fondo scavo	1
Profondità infissione iniziale	15 m
Incremento profondità infissione	0,2 m
Numero di elementi	36
Numero nodo di fondo scavo	16

### Stratigrafia

Fase: 1

Nr.	Peso specifico [kN/m³]	Peso specifico saturo [kN/m³]	Coesione [kN/m²]	Ancolo attrito [°]	O.C.R.	Modulo edometrico [kN/m²]	Attrito terra muro monte [°]	Attrito terra muro valle [°]	Spessore [m]	Inclinazione [°]	Descrizione
1	19,0	21,0	20,0	17,0	1,0	1961,0	10,0	10,0	9,0	5,0	RIPORTO
2	19,0	21,0	20,0	19,0	1,0	1961,0	10,0	10,0	2,0	5,0	DETRITO
3	20,0	22,0	40,0	20,0	1,0	3922,0	13,33	13,33	3,5	5,0	FORMAZIONE ALTERATA
4	21,0	23,0	60,0	25,0	1,0	5883,0	16,67	16,67	15,0	5,0	FORMAZIONE COMPATTA

### Calcolo coefficienti sismici

#### Dati generali

Descrizione zona	
Latitudine	43,1728 [°]
Longitudine	13,7389 [°]

dott. geol. Moreschi Mirco Chiaravalle 071/948958	K:\LAVORI\CIMITERO FERMO\RELAZIONE GEOLOGICA\RELAZIONE CIMITERO FERMO.doc	37
--	---	----

**Dati opera**

Tipo opera  
Classe d'uso  
Vita nominale  
Vita di riferimento

**Opere ordinarie**

II  
50 [anni]  
50 [anni]

**Parametri sismici su un sito di riferimento**

Categoria sottosuolo  
Categoria topografica

C  
T1

SL	Tr [Anni]	ag [m/sec <sup>2</sup> ]	F0 [-]	TS* [sec]
SLO	30	0,480	2,420	0,280
SLD	50	0,620	2,460	0,290
SLV	475	1,790	2,460	0,320
SLC	975	2,340	2,510	0,320

**Coefficienti sismici orizzontale e verticale**

Opera: Paratia

Altezza paratia  
Spostamento ammissibile

24,000[m]  
0,020[m]

SL	Amax [m/sec <sup>2</sup> ]	beta [-]	kh [-]	kv [-]
SLO	0,720	0,600	0,029	0,014
SLD	0,930	0,600	0,037	0,019
SLV	2,561	0,600	0,102	0,051
SLC	3,137	0,600	0,125	0,063

**Analisi Paratia**

Profondità massima di infissione

15,2 [m]

**Fase: 1 Analisi geotecnica****Altezza scavo**

Tipo:  
Nome:  
Coefficienti sismici:

**8 [m]**

S.L.U. [STR]  
A1+M1+R1 (SLU - STR)  
Kh = 0,0287 , Kv = 0,0143

**Coefficienti parziali azioni**

Nr.	Azioni	Fattori combinazione
1	Peso proprio	1
2	Spinta terreno	1,3
3	Spinta falda	1,5
4	Spinta sismica x	1,5
5	Spinta sismica y	1

**Coefficienti parziali terreno**

Nr.	Parametro	Coefficienti parziali
1	Tangente angolo resistenza taglio	1
2	Coesione efficace	1
3	Resistenza non drenata	1
4	Peso unità volume	1
5	Angolo di attrito terra parete	1

dott. geol. Moreschi Mirco Chiaravalle 071/948958	K:\LAVORI\CIMITERO FERMO\RELAZIONE GEOLOGICA\RELAZIONE CIMITERO FERMO.doc	38
--	--	----

**Coefficienti resistenze capacità portante verticale**

Nr.	Capacità portante	Coefficienti resistenze
1	Punta	1
2	Laterale compressione	1
3	Totale	1
4	Laterale trazione	1
5	Orizzontale	1

Profondità di infissione	15,20 [m]
Pressione massima terreno	120,04 [kPa]
Momento massimo	765,19 [kNm/m]
Taglio massimo	217,45 [KN/m]

**Sollecitazioni**

Z [m]	Pressioni totali terreno [kPa]	Sforzo normale [kN/m]	Momento [kNm/m]	Taglio [kN/m]	Spostamento [cm]	Modulo reazione [kN/m³]
0,53	4,26	29,38	-0,60	-3,60	5,7844	--
1,07	3,95	41,59	-2,50	-5,62	5,4539	--
1,60	3,65	53,81	-5,43	-7,53	5,1234	--
2,13	3,35	66,02	-9,41	-9,48	4,7931	--
2,67	3,04	78,24	-14,41	-13,24	4,4632	--
3,20	28,86	90,46	-21,47	-26,72	4,1338	--
3,73	32,91	102,67	-35,67	-44,47	3,8052	--
4,27	36,96	113,89	-59,27	-64,13	3,4779	--
4,80	41,01	126,10	-93,49	-85,76	3,1528	--
5,33	45,06	138,32	-139,26	-109,81	2,8312	--
5,87	49,11	150,53	-197,89	-135,95	2,5145	--
6,40	53,16	162,75	-270,41	-164,45	2,2051	--
6,93	57,21	174,96	-358,13	-194,90	1,9054	--
7,47	61,26	187,18	-462,06	-217,45	1,6185	--
8,00	65,31	199,40	-578,03	-181,99	1,3483	14154,71
8,72	--	215,55	-709,78	-76,55	1,0151	14154,71
9,45	-120,04	235,70	-765,19	9,30	0,7278	16494,74
10,17	-80,84	258,84	-758,46	67,83	0,4901	16494,74
10,90	-49,79	281,99	-709,37	106,33	0,3019	16494,74
11,62	-48,07	312,14	-632,41	139,81	0,1600	30034,18
12,34	-17,89	342,29	-531,21	152,76	0,0596	30034,18
13,07	1,83	372,44	-420,64	151,44	-0,0061	30034,18
13,79	13,22	402,59	-311,03	141,03	-0,0440	30034,18
14,51	37,78	433,74	-208,95	114,86	-0,0614	61523,96
15,24	39,89	473,89	-125,81	85,99	-0,0648	61523,96
15,96	36,76	515,04	-63,57	59,38	-0,0598	61523,96
16,69	30,93	555,19	-20,60	36,99	-0,0503	61523,96
17,41	24,16	596,34	6,18	19,50	-0,0393	61523,96
18,13	17,56	637,49	20,29	6,79	-0,0285	61523,96
18,86	11,71	677,64	25,21	-1,68	-0,0190	61523,96
19,58	6,84	718,79	23,99	-6,63	-0,0111	61523,96
20,30	2,92	758,94	19,19	-8,74	-0,0047	61523,96
21,03	-0,24	800,09	12,86	-8,57	0,0004	61523,96
21,75	-2,87	841,24	6,66	-6,49	0,0047	61523,96
22,48	-5,23	881,39	1,96	-2,71	0,0085	61523,96

**Fase: 1 - Combinazione: 2****Altezza scavo**

Tipo:

Nome:

Coefficienti sismici:

**8 [m]**

S.L.U. [GEO]

A2+M2+R1(SLU - GEO)

Kh = 0,0287 , Kv = 0,0143

Coefficienti parziali azioni

Nr.	Azioni	Fattori combinazione
1	Peso proprio	1
2	Spinta terreno	1,3
3	Spinta falda	1,3
4	Spinta sismica x	1,3
5	Spinta sismica y	1

Coefficienti parziali terreno

Nr.	Parametro	Coefficienti parziali
1	Tangente angolo resistenza taglio	1,25
2	Coesione efficace	1,25
3	Resistenza non drenata	1,4
4	Peso unità volume	1
5	Angolo di attrito terra parete	1

Coefficienti resistenze capacità portante verticale

Nr.	Capacità portante	Coefficienti resistenze
1	Punta	1
2	Laterale compressione	1
3	Totale	1
4	Laterale trazione	1
5	Orizzontale	1

Profondità di infissione

15,20 [m]

Pressione massima terreno

141,82 [kPa]

Momento massimo

1063,20 [kNm/m]

Taglio massimo

288,05 [KN/m]

Sollecitazioni

Z [m]	Pressioni totali terreno [kPa]	Sforzo normale [kN/m]	Momento [kNm/m]	Taglio [kN/m]	Spostamento [cm]	Modulo reazione [kN/m³]
0,53	3,78	29,38	-0,62	-2,82	9,0770	--
1,07	3,51	42,59	-2,32	-4,91	8,5765	--
1,60	3,24	54,81	-4,91	-6,43	8,0762	--
2,13	2,97	67,02	-8,43	-10,59	7,5760	--
2,67	30,65	80,24	-14,15	-24,98	7,0761	--
3,20	35,97	92,46	-27,54	-44,15	6,5767	--
3,73	41,29	105,67	-51,09	-66,46	6,0784	--
4,27	46,61	117,89	-86,50	-91,16	5,5820	--
4,80	51,92	130,10	-135,17	-118,65	5,0888	--
5,33	57,24	143,32	-198,51	-149,27	4,6005	--
5,87	62,56	155,53	-278,20	-182,66	4,1193	--
6,40	67,88	167,75	-375,59	-219,04	3,6483	--
6,93	73,20	180,96	-492,45	-257,94	3,1907	--
7,47	78,52	193,18	-630,00	-288,05	2,7509	--
8,00	83,84	206,40	-783,60	-248,44	2,3337	9729,37
8,72	--	222,55	-963,44	-119,93	1,8130	9729,37

9,45	-141,82	244,70	-1050,25	-17,91	1,3546	10469,44
10,17	-100,99	269,84	-1063,20	55,18	0,9646	10469,44
10,90	-67,42	294,99	-1023,27	107,26	0,6440	10469,44
11,62	-73,87	327,14	-945,63	158,75	0,3903	18929,43
12,34	-37,55	360,29	-830,73	185,92	0,1984	18929,43
13,07	-11,53	393,44	-696,16	194,27	0,0609	18929,43
13,79	5,82	426,59	-555,54	189,76	-0,0308	18929,43
14,51	30,13	460,74	-418,19	168,78	-0,0859	35096,22
15,24	39,75	506,89	-296,03	140,01	-0,1133	35096,22
15,96	42,45	553,04	-194,69	109,28	-0,1210	35096,22
16,69	40,57	599,19	-115,59	79,91	-0,1156	35096,22
17,41	35,94	645,34	-57,74	53,90	-0,1024	35096,22
18,13	29,90	692,49	-18,73	32,26	-0,0852	35096,22
18,86	23,37	738,64	4,62	15,35	-0,0666	35096,22
19,58	16,90	784,79	15,73	3,12	-0,0481	35096,22
20,30	10,75	830,94	17,98	-4,67	-0,0306	35096,22
21,03	5,00	877,09	14,61	-8,29	-0,0143	35096,22
21,75	-0,42	924,24	8,61	-7,99	0,0012	35096,22
22,48	-5,64	970,39	2,83	-3,90	0,0161	35096,22

### Fase: 1 - Combinazione: 3

Altezza scavo

Tipo:

Nome:

Coefficienti sismici:

8 [m]

S.L.E. [STR]

A1+M1+R1 (SLE - STR)

Kh = 0,0287 , Kv = 0,0143

Coefficienti parziali azioni

Nr.	Azioni	Fattori combinazione
1	Peso proprio	1
2	Spinta terreno	1,3
3	Spinta falda	1,5
4	Spinta sismica x	1,5
5	Spinta sismica y	1

Coefficienti parziali terreno

Nr.	Parametro	Coefficienti parziali
1	Tangente angolo resistenza taglio	1
2	Coesione efficace	1
3	Resistenza non drenata	1
4	Peso unità volume	1
5	Angolo di attrito terra parete	1

Coefficienti resistenze capacità portante verticale

Nr.	Capacità portante	Coefficienti resistenze
1	Punta	1
2	Laterale compressione	1
3	Totale	1
4	Laterale trazione	1
5	Orizzontale	1

Profondità di infissione

Pressione massima terreno

15,20 [m]

120,04 [kPa]

dott. geol. Moreschi Mirco Chiaravalle 071/948958	K:\LAVORI\CIMITERO FERMO\RELAZIONE GEOLOGICA\RELAZIONE CIMITERO FERMO.doc	41
--	--	----

Momento massimo  
Taglio massimo

765,19 [kNm/m]  
217,45 [KN/m]

Sollecitazioni

Z [m]	Pressioni totali terreno [kPa]	Sforzo normale [kN/m]	Momento [kNm/m]	Taglio [kN/m]	Spostamento [cm]	Modulo reazione [kN/m³]
0,53	4,26	29,38	-0,60	-3,60	5,7844	--
1,07	3,95	41,59	-2,50	-5,62	5,4539	--
1,60	3,65	53,81	-5,43	-7,53	5,1234	--
2,13	3,35	66,02	-9,41	-9,48	4,7931	--
2,67	3,04	78,24	-14,41	-13,24	4,4632	--
3,20	28,86	90,46	-21,47	-26,72	4,1338	--
3,73	32,91	102,67	-35,67	-44,47	3,8052	--
4,27	36,96	113,89	-59,27	-64,13	3,4779	--
4,80	41,01	126,10	-93,49	-85,76	3,1528	--
5,33	45,06	138,32	-139,26	-109,81	2,8312	--
5,87	49,11	150,53	-197,89	-135,95	2,5145	--
6,40	53,16	162,75	-270,41	-164,45	2,2051	--
6,93	57,21	174,96	-358,13	-194,90	1,9054	--
7,47	61,26	187,18	-462,06	-217,45	1,6185	--
8,00	65,31	199,40	-578,03	-181,99	1,3483	14154,71
8,72	--	215,55	-709,78	-76,55	1,0151	14154,71
9,45	-120,04	235,70	-765,19	9,30	0,7278	16494,74
10,17	-80,84	258,84	-758,46	67,83	0,4901	16494,74
10,90	-49,79	281,99	-709,37	106,33	0,3019	16494,74
11,62	-48,07	312,14	-632,41	139,81	0,1600	30034,18
12,34	-17,89	342,29	-531,21	152,76	0,0596	30034,18
13,07	1,83	372,44	-420,64	151,44	-0,0061	30034,18
13,79	13,22	402,59	-311,03	141,03	-0,0440	30034,18
14,51	37,78	433,74	-208,95	114,86	-0,0614	61523,96
15,24	39,89	473,89	-125,81	85,99	-0,0648	61523,96
15,96	36,76	515,04	-63,57	59,38	-0,0598	61523,96
16,69	30,93	555,19	-20,60	36,99	-0,0503	61523,96
17,41	24,16	596,34	6,18	19,50	-0,0393	61523,96
18,13	17,56	637,49	20,29	6,79	-0,0285	61523,96
18,86	11,71	677,64	25,21	-1,68	-0,0190	61523,96
19,58	6,84	718,79	23,99	-6,63	-0,0111	61523,96
20,30	2,92	758,94	19,19	-8,74	-0,0047	61523,96
21,03	-0,24	800,09	12,86	-8,57	0,0004	61523,96
21,75	-2,87	841,24	6,66	-6,49	0,0047	61523,96
22,48	-5,23	881,39	1,96	-2,71	0,0085	61523,96

## 9. CONCLUSIONI:

Esaminata la successione stratigrafica locale, le caratteristiche costruttive dell'edificio da realizzare, l'area è edificabile mediante *fondazioni profonde* in modo da insistere con i carichi sulla formazione compatta che si ritrova ad una profondità di circa 7-8 metri, per evitare fenomeni legati a cedimenti dovuto al ritiro della formazione argillosa fratturata che si ritrova superficialmente.

L'opera di contenimento degli scavi sarà progettata sulla base dei parametri calcolati nel paragrafo della spinta delle terre.

Dovranno essere realizzati dei drenaggi alla base del piano sbanco (piano di posa delle fondazioni dell'edificio) per evitare accumuli di acqua nei terreni detritici superficiali

I carichi superficiali da adottare sono pari a  $3,54 \text{ kg/cm}^2$  (Carico limite) e  $1,77 \text{ kg/cm}^2$  (Resistenza di progetto).

La velocità equivalente di propagazione delle onde di taglio, entro i primi trenta metri di terreno, è pari a  $V_{s30}$  **335 m/s**.

I terreni presenti nelle aree in esame, appartiene alla **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  $V_{s,30}$  compresi tra 180 m/s e 360 m/s (ovvero  $15 < NSPT_{30} < 50$  nei terreni a grana grossa e  $70 < Cu_{30} < 250 \text{ kPa}$  nei terreni a grana fina)"*

**Chiaravalle Giugno 2015**

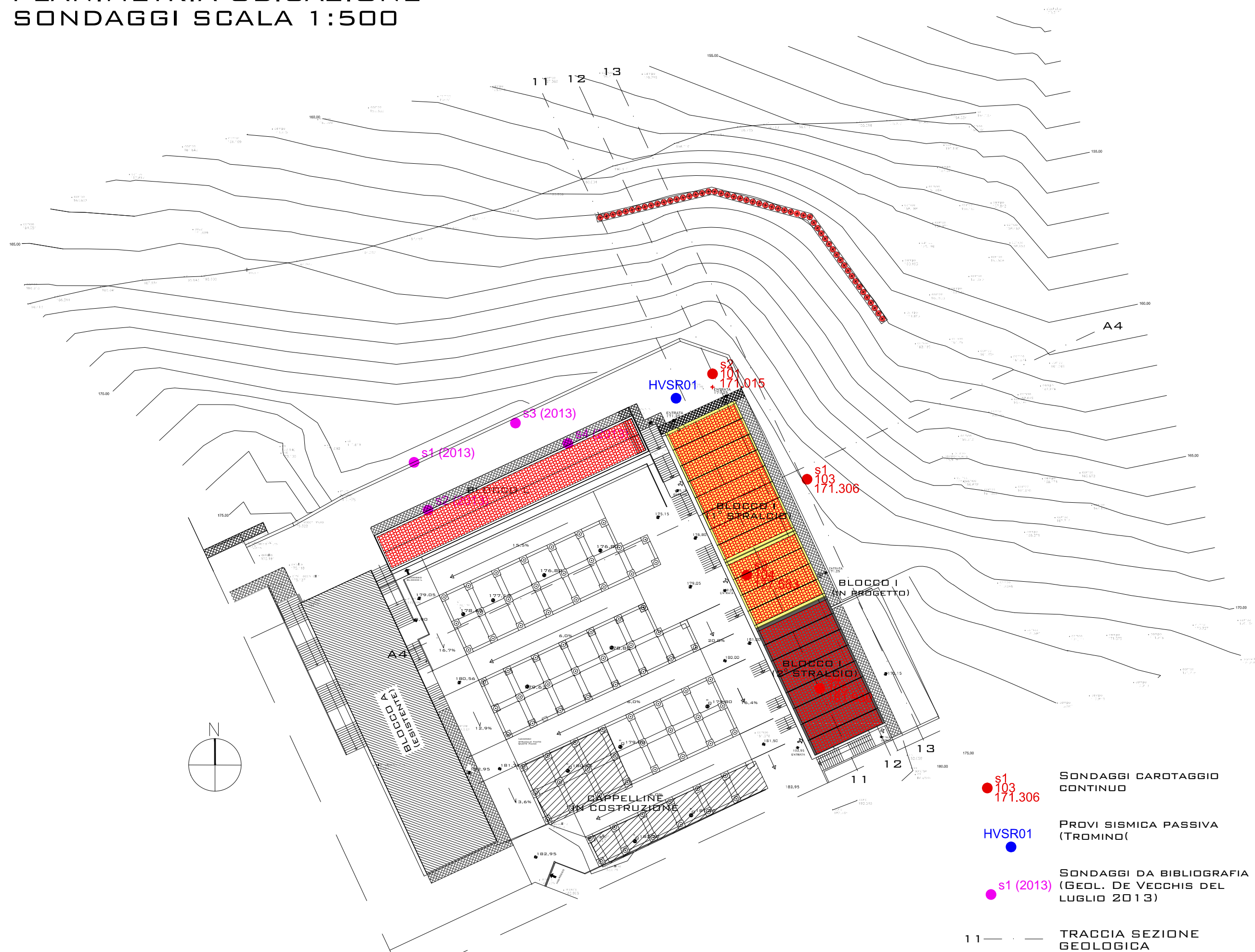
dott. geol. Moreschi Mirco Chiaravalle 071/948958	K:\LAVORI\CIMITERO FERMO\RELAZIONE GEOLOGICA\RELAZIONE CIMITERO FERMO.doc	43
--	--	----







## Sommario

1. PREMESSA:.....	1
1.1 Normativa di riferimento relazione geologica-geotecnica .....	2
2. METODOLOGIA: .....	3
3. INQUADRAMENTO GEOLOGICO - GENERALITA': .....	4
2.1 Stratigrafia: .....	4
4. PARAMETRI MECCANICI:.....	5
5. RAPPORTO DELL'AREA DI LOTTIZZAZIONE CON IL PAI: .....	6
6. CATEGORIE DI SOTTOSUOLO E CONDIZIONI TOPOGRAFICHE: .....	7
7. AZIONE SISMICA (D.M. 14/01/2008) .....	13
8. CRITERI COSTRUTTIVI:.....	15
9 PROGETTAZIONE GEOTECNICA – D.M. 14/01/2008: .....	15
9.1 Vita nominale – classi d'uso – periodo di riferimento: .....	15
9.2 Progettazione geotecnica: .....	15
9.3 Portata indicativa dei pali: .....	16
9.4 Coefficiente di sottofondo: .....	18
10 VERIFICHE DI STABILITA': .....	19
11. STABILITA' DEGLI SCAVI – SPINTA DELLE TERRE: .....	23
11.1 Spinta delle terre.....	23
9. CONCLUSIONI:.....	43

PLANIMETRIA UBICAZIONE  
SONDAGGI SCALA 1:500



-  **S1 103 171.306**  
SONDAGGI CAROTAGGIO CONTINUO
-  **HVSR01**  
PROVI SISMICA PASSIVA (TROMINO)
-  **S1 (2013)**  
SONDAGGI DA BIBLIOGRAFIA (GEOL. DE VECCHIS DEL LUGLIO 2013)
-  **11**  
TRACCIA SEZIONE GEOLOGICA



Moreschi Mirco  
geologo

SIGLA SONDAGGIO

# SONDAGGIO N°1

Committente COMUNE DI FERMO

Lavoro Cimitero Blocco I

località Cimitero Comune di Fermo

Sistema perforazione

Diametro

quota

rotazione

150mm

171.306

DATA

04/03/2015

profondità mt.	stratigrafia	campioni	prof. campioni	descrizione terreno		Cu kg/cm <sup>2</sup>	pocket penetrometer qu - kg/cm <sup>2</sup>	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
1				Argille limose di colore marrone con inclusi di laterizio e calcestruzzo. Terreni incoerenti, a bassa consistenza con livelli plasticizzati, presenza di infiltrazioni idriche	RIPORTO													
2																		
3																		
3,90																		
4				Argille limose di colore marrone chiaro con inclusi carboniosi di natura detritica poco consolidate a volte plasticizzate e presenza di infiltrazioni idriche.	DETRITO		0,8-1,1											
5							1,2-1,3											
6							2,8-3,1											
6,90							4,1-4,8											
7				Argille marnoso limose di colore marrone chiaro, molto alterate con poche evidenze di stratificazione e livelli sabbiosi millimetrici, notevolmente fratturate e livelli debolmente plasticizzati.	FORMAZIONE ALTERATA		3,8-4,1											
8							4,6-5,1											
8,40							4,6-4,8											
9				Argille marnoso limose di colore marrone chiaro, con evidenze di stratificazione e presenza di livelli sabbiosi millimetrici, e notevole diminuzione della fratturazione e mediamente consolidate.			4,2-4,6											
10																		
11																		
12				FINE SONDAGGIO														
13																		
14																		
15																		
16																		
17																		
18																		
19																		

NOTE

FALDA

INFILTRAZIONI IDRICHE



Moreschi Mirco  
geologo

SIGLA SONDAGGIO

# SONDAGGIO N°1

Committente COMUNE DI FERMO

Lavoro Cimitero Blocco I

località Cimitero Comune di Fermo

Sistema perforazione

Diametro

quota

rotazione

150mm

171.306

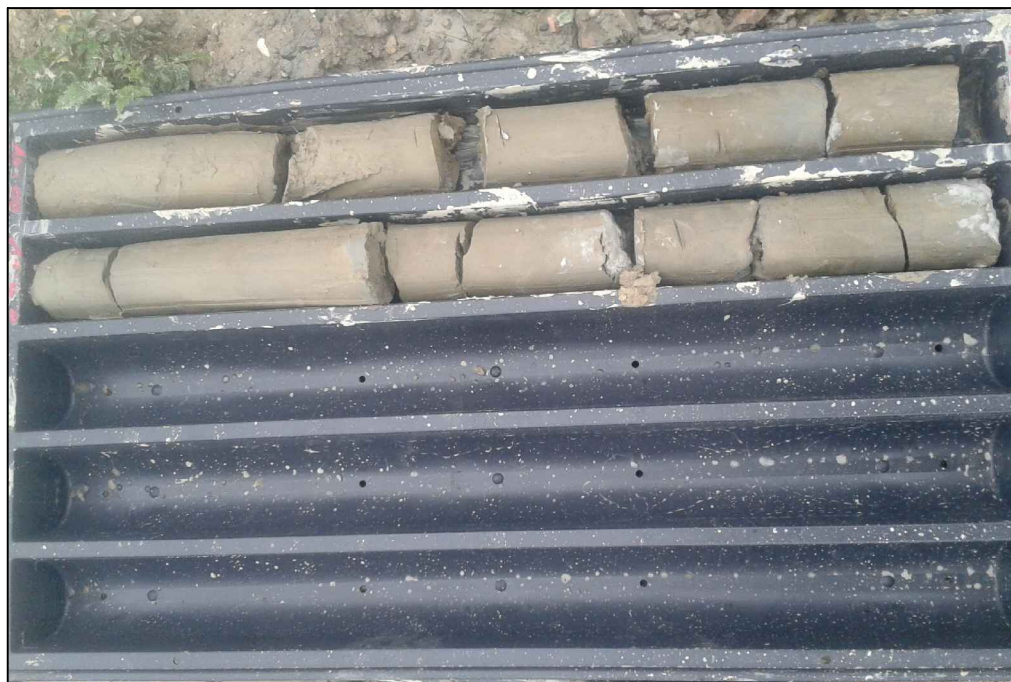
DATA

04/03/2015

profondità mt.

## DOCUMENTAZIONE FOTOGRAFICA

SONDAGGIO S1 10,00 - 12,00 metri



NOTE

FALDA

INFILTRAZIONI IDRICHE



Committente COMUNE DI FERMO  
Lavoro Cimitero Blocco I  
località Cimitero Comune di Fermo

Sistema perforazione  
Diametro 150mm  
quota 171.306

DATA  
04/03/2015

profondità mt.

## DOCUMENTAZIONE FOTOGRAFICA

SONDAGGIO S1 0,00 - 5,00 metri




SONDAGGIO S1 5,00 - 10,00 metri



NOTE

FALDA

INFILTRAZIONI IDRICHE

		<b>Moreschi Mirco</b> geologo		SIGLA SONDAGGIO  <h1 style="margin:0;">SONDAGGIO N°2</h1>			
Committente    COMUNE DI FERMO		Sistema perforazione		rotazione		DATA <h2 style="margin:0;">04/03/2015</h2>	
Lavoro            Cimitero Blocco I		Diametro		150mm			
località          Cimitero Comune di Fermo		quota		171.306			

profondità mt.	stratigrafia	campioni	prof. campioni	descrizione terreno	Cu kg/cmq	pocket penetrometer qu - kg/cmq
						0 1 2 3 4 5 6 7 8 9 10
1				Limi argilloso siltosi di colore marrone con inclusi di laterizio e calcestruzzo, sciolti con infiltrazioni idriche		
2						
3						
4						
5						
6				Argille limose di colore marrone con inclusi di laterizio e calcestruzzo. Terreni incoerenti, a bassa consistenza con livelli plasticizzati, presenza di infiltrazioni idriche		0,6-0,8
7						
8						
9						
10						
11				Argille limose di colore marrone chiaro con inclusi carboniosi di natura detritica poco consolidate a volte plasticizzate		0,5-0,6
12						
13						
14						
14,40						
15				Argille marnoso limose di colore marrone chiaro, con evidenze di stratificazione fratturate e mediamente consolidate.	DETRITO	0,4-0,5
16						
17						
18						
19						
15				Argille marnose di colore grigio, stratificazione fratturate e molto consolidate.	FORMAZIONE ALTERATA	0,8-0,9
16						
17						
18						
19						
16				Argille marnose di colore grigio, stratificazione fratturate e molto consolidate.	FORMAZIONE COMPATTA	1,1-1,3
17						
18						
19						
20						
17				FINE SONDAGGIO		0,9-1,2
18						
19						
20						
21						
18						1,2-1,3
19						
20						
21						
22						
19						1,5-1,8
20						
21						
22						
23						
20						1,5-1,8
21						
22						
23						
24						
21						1,5-1,8
22						
23						
24						
25						
22						1,5-1,8
23						
24						
25						
26						
23						1,5-1,8
24						
25						
26						
27						
24						1,5-1,8
25						
26						
27						
28						
25						1,5-1,8
26						
27						
28						
29						
26						1,5-1,8
27						
28						
29						
30						
27						1,5-1,8
28						
29						
30						
31						
28						1,5-1,8
29						
30						
31						
32						
29						1,5-1,8
30						
31						
32						
33						
30						1,5-1,8
31						
32						
33						
34						
31						1,5-1,8
32						
33						
34						
35						
32						1,5-1,8
33						
34						
35						
36						
33						1,5-1,8
34						
35						
36						
37						
34						1,5-1,8
35						
36						
37						
38						
35						1,5-1,8
36						
37						
38						
39						
36						1,5-1,8
37						
38						
39						
40						
37						1,5-1,8
38						
39						
40						
41						
38						1,5-1,8
39						
40						
41						
42						
39						1,5-1,8
40						
41						
42						
43						
40						1,5-1,8
41						
42						
43						
44						
41						1,5-1,8
42						
43						
44						
45						
42						1,5-1,8
43						
44						
45						
46						
43						1,5-1,8
44						
45						
46						
47						
44						1,5-1,8
45						
46						
47						
48						
45						1,5-1,8
46						
47						
48						
49						
46						1,5-1,8
47						
48						
49						
50						
47						1,5-1,8
48						
49						
50						
51						
48						1,5-1,8
49						
50						
51						
52						
49						1,5-1,8
50						
51						
52						
53						
50						1,5-1,8
51						
52						
53						
54						
51						1,5-1,8
52						
53						
54						
55						
52						1,5-1,8
53						
54						
55						
56						
53						1,5-1,8
54						
55						
56						
57						
54						1,5-1,8
55						
56						
57						
58						
55						1,5-1,8
56						
57						
58						
59						
56						1,5-1,8
57						
58						
59						
60						
57						1,5-1,8
58						
59						
60						
61						
58						1,5-1,8
59						
60						
61						
62						
59						1,5-1,8
60						
61						
62						
63						
60						1,5-1,8
61						
62						
63						
64						
61						1,5-1,8
62						
63						
64						
65						
62						1,5-1,8
63						
64						
65						
66						
63						1,5-1,8
64						
65						
66						
67						
64						1,5-1,8
65						
66						
67						
68						
65						1,5-1,8
66						
67						
68						
69						
66						1,5-1,8
67						
68						
69						
70						
67						1,5-1,8
68						
69						
70						
71						
68						1,5-1,8
69						
70						
71						
72						
69						1,5-1,8
70						
71						
72						
73						
70						1,5-1,8
71						
72						
73						
74						
71						1,5-1,8
72						
73						
74						
75						
72						1,5-1,8
73						
74						
75						
76						
73						1,5-1,8
74						
75						
76						
77						
74						1,5-1,8
75						
76						
77						
78						
75						1,5-1,8
76			</			



Committente COMUNE DI FERMO  
Lavoro Cimitero Blocco I  
località Cimitero Comune di Fermo

Sistema perforazione  
Diametro 150mm  
quota 171.306

DATA  
04/03/2015

profondità mt.

## DOCUMENTAZIONE FOTOGRAFICA

1

SONDAGGIO S2 10,00 - 15,00 metri

2

3

4

5

6

7

8

9

10

SONDAGGIO S2 15,00 - 18,00 metri

11

12

13

14

15

16

17

18

19

NOTE

FALDA

INFILTRAZIONI IDRICHE

Committente COMUNE DI FERMO  
Lavoro Cimitero Blocco I  
località Cimitero Comune di Fermo

Sistema perforazione  
Diametro 150mm  
quota 171.306

DATA  
04/03/2015

profondità mt.

## DOCUMENTAZIONE FOTOGRAFICA

1

SONDAGGIO S2 0,00 - 5,00 metri



10

SONDAGGIO S2 5,00 - 10,00 metri



19

NOTE

FALDA

INFILTRAZIONI IDRICHE





Moreschi Mirco  
geologo

SIGLA SONDAGGIO

# SONDAGGIO N°3

Committente COMUNE DI FERMO  
Lavoro Cimitero Blocco I  
località Cimitero Comune di Fermo

Sistema perforazione  
Diametro 150mm  
quota 171.306

DATA  
04/03/2015

profondità mt.	stratigrafia	campioni	prof. campioni	descrizione terreno	Cu kg/cm <sup>2</sup>	pocket penetrometer qu - kg/cm <sup>2</sup>											
							0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
1				Argille limose di colore marrone con inclusi di laterizio e calcestruzzo. Terreni incoerenti, a bassa consistenza con livelli plasticizzati, presenza di infiltrazioni idriche	RIPORTO												
2																	
2,40																	
3				limi sabbioso argillosi sciolti													
4																	
4,80																	
5				Argille limose di colore marrone con notevoli inclusi di laterizio e presenza di infiltrazioni idriche													
6																	
7																	
7,40																	
8				Argille limose di colore marrone con inclusi di laterizio e calcestruzzo.		1,1-1,3											
8,80																	
9					DETRITO	1,4-1,5											
10				Argille limose di colore marrone chiaro con inclusi carboniosi di natura detritica poco consolidate a volte plasticizzate		1,4-1,5											
10,80					FORMAZIONE ALTERATA	2,8-3,1											
11																	
12				Argille marnoso limose di colore marrone chiaro, con evidenze di stratificazione fratturate e mediamente consolidate.		3,5-4,0											
13						3,2-3,8											
14					FORMAZIONE COMPATTA	4,2-4,5											
14,20																	
15				Argille marnose di colore grigio, stratificazione fratturate e molto consolidate.		5,2-6,1											
16						5,8-6,0											
17						6,0-6,2											
18						6,0-6,2											
19				FINE SONDAGGIO													

NOTE

FALDA

INFILTRAZIONI IDRICHE

Committente COMUNE DI FERMO  
Lavoro Cimitero Blocco I  
località Cimitero Comune di Fermo

Sistema perforazione  
Diametro 150mm  
quota 171.306

DATA  
04/03/2015

profondità mt.

## DOCUMENTAZIONE FOTOGRAFICA

1

SONDAGGIO S3 0,00 - 5,00 metri



2

3

4

5

6

7

8

9

10

SONDAGGIO S3 5,00 - 10,00 metri



11

12

13

14

15

16

17

18

19

NOTE

FALDA

INFILTRAZIONI IDRICHE



Committente COMUNE DI FERMO  
Lavoro Cimitero Blocco I  
località Cimitero Comune di Fermo

Sistema perforazione  
Diametro 150mm  
quota 171.306

DATA  
04/03/2015

profondità mt.

## DOCUMENTAZIONE FOTOGRAFICA

1

SONDAGGIO S3 0,00 - 5,00 metri



2

3

4

5

6

7

8

9

10

SONDAGGIO S3 5,00 - 10,00 metri



11

12

13

14

15

16

17

18

19

NOTE

FALDA

INFILTRAZIONI IDRICHE



Moreschi Mirco  
geologo

SIGLA SONDAGGIO

# SONDAGGIO N°4

Committente COMUNE DI FERMO

Lavoro Cimitero Blocco I

località Cimitero Comune di Fermo

Sistema perforazione

Diametro

quota

rotazione

150mm

171.306

DATA

04/03/2015

profondità mt.	stratigrafia	campioni	prof. campioni	descrizione terreno	Cu kg/cmq	pocket penetrometer qu - kg/cmq											
							0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
1				Argille limose di colore marrone con inclusi di laterizio e calcestruzzo. Terreni incoerenti, a bassa consistenza con livelli plasticizzati, presenza di infiltrazioni idriche	RIPORTO												
2																	
3																	
4																	
5																	
6																	
7																	
8																	
9																	
10																	
11																	
11,50				Argille limose di colore marrone chiaro con inclusi carboniosi di natura detritica poco consolidate a volte plasticizzate	DETRITO												
12																	
12,50				Argille marnose limose di colore marrone chiaro, con evidenze di stratificazione fratturate e mediamente consolidate.	FORMAZIONE ALTERATA												
13																	
14																	
14,80				Argille marnose di colore grigio, stratificazione fratturate e molto consolidate.	FORMAZIONE COMPATTA												
15																	
16																	
17																	
18				FINE SONDAGGIO													
19																	

NOTE

FALDA

INFILTRAZIONI IDRICHE





Moreschi Mirco  
geologo

SIGLA SONDAGGIO

SONDAGGIO N°4

Committente COMUNE DI FERMO  
Lavoro Cimitero Blocco I  
località Cimitero Comune di Fermo

Sistema perforazione  
Diametro 150mm  
quota 171.306

DATA  
04/03/2015

profondità mt.

DOCUMENTAZIONE FOTOGRAFICA

1 SONDAGGIO S4 10,00 - 15,00 metri



10 SONDAGGIO S4 15,00 - 20,00 metri



NOTE

FALDA

INFILTRAZIONI IDRICHE

Committente COMUNE DI FERMO  
Lavoro Cimitero Blocco I  
località Cimitero Comune di Fermo

Sistema perforazione  
Diametro 150mm  
quota 171.306

DATA  
04/03/2015

profondità mt.

## DOCUMENTAZIONE FOTOGRAFICA

1 SONDAGGIO S4 0,00 - 5,00 metri



10 SONDAGGIO S4 5,00 - 10,00 metri



NOTE

FALDA

INFILTRAZIONI IDRICHE



## STRATIGRAFIA - 1

SCALA 1 : 79

---

Pagina 1/1

Riferimento: Cimitero di Fermo	Sondaggio: 1
Località:	Quota:
Impresa esecutrice: Geosistem s.r.l. Lavori Speciali	Data: 11 luglio 2013
Coordinate:	Redattore: Dott. Massimo De Vecchis
Perforazione: a distruzione di nucleo	

[illegible]

## STRATIGRAFIA - 2

SCALA 1 : 70

---

Pagina 1/1

Riferimento: Cimitero di Fermo	Sondaggio: 2
Località:	Quota:
Impresa esecutrice: Geosistem s.r.l. Lavori Speciali	Data: 11 luglio 2013
Coordinate:	Redattore: Dott. Massimo De Vecchis
Perforazione: a distruzione di nucleo	

[illegible]



### STRATIGRAFIA - 3

SCALA 1 : 95

---

Pagina 1/1

Riferimento: Cimitero di Fermo	Sondaggio: 3
Località:	Quota:
Impresa esecutrice: Geosistem s.r.l. Lavori Speciali	Data: 11 luglio 2013
Coordinate:	Redattore: Dott. Massimo De Vecchis
Perforazione: a distruzione di nucleo	

ø mm	R v	A r s	Pz	metri batt.	LITOLOGIA	Campioni	RP	VT	Prel. % 0 --- 100	S.P.T.		RQD % 0 --- 100	prof. m	DESCRIZIONE
										S.P.T.	N			
				<div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div></div>										

# STRATIGRAFIA - 4

SCALA 1 : 87

Pagina 1/1

Riferimento: Cimitero di Fermo	Sondaggio: 4
Località:	Quota:
Impresa esecutrice: Geosistem s.r.l. Lavori Speciali	Data: 11 luglio 2013
Coordinate:	Redattore: Dott. Massimo De Vecchis
Perforazione: a distruzione di nucleo	

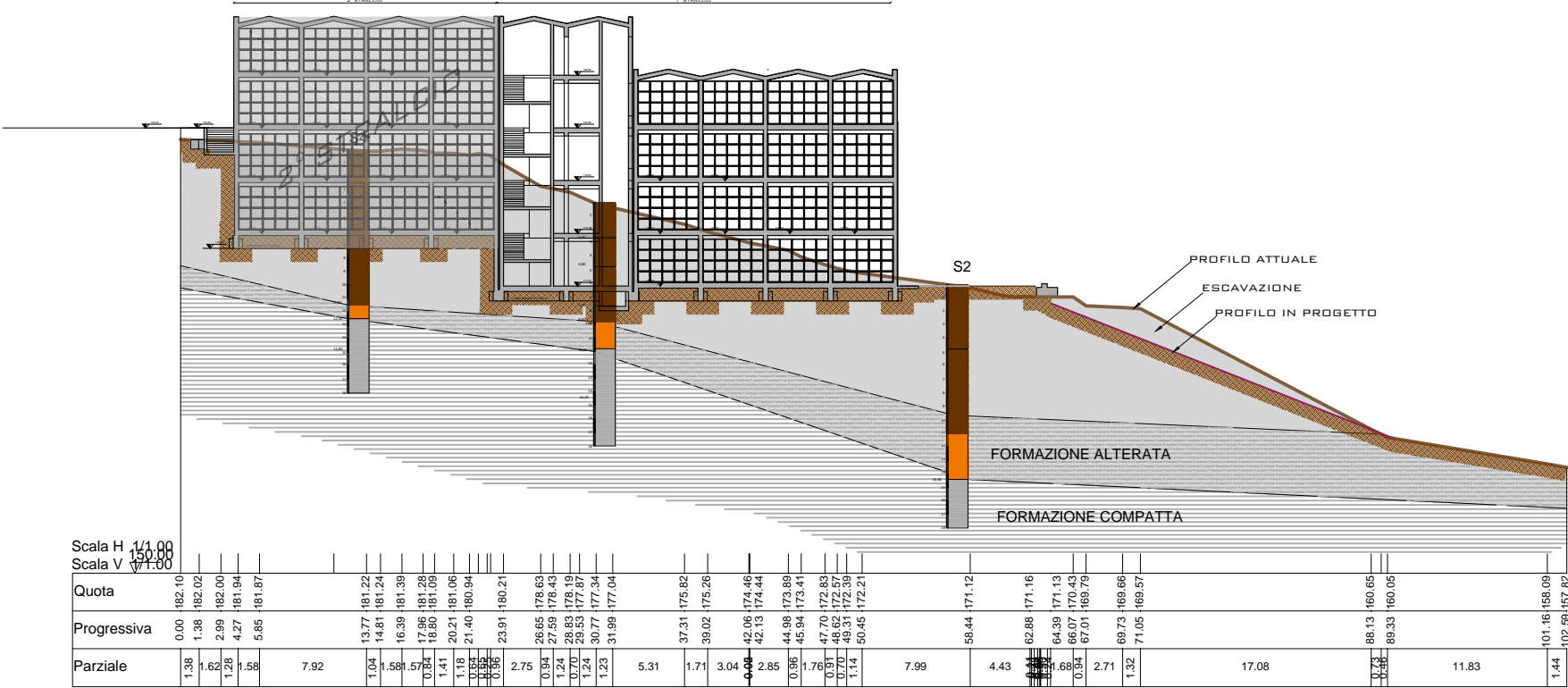
Ø mm	R v	A r	S	Pz	metri batt.	LITOLOGIA	Campioni	RP	VT	Prel. % 0 --- 100	S.P.T. S.P.T.	N	RQD % 0 --- 100	prof. m	DESCRIZIONE
															Terreno di riporto di varia natura.
					1										
					2										
					3										
					4										
					5										
					6										
					7										
					8										
					9										
					10										
					11										
					12										
					13										
					14									14,0	Argilla stratificata di colore marrone. Substrato di base alterato
					15										
					16										
					17										
					18										
					19										
					20									19,5	Argilla stratificata grigio-azzurra.
					21									21,0	

800

# SEZIONE GEOLOGICA

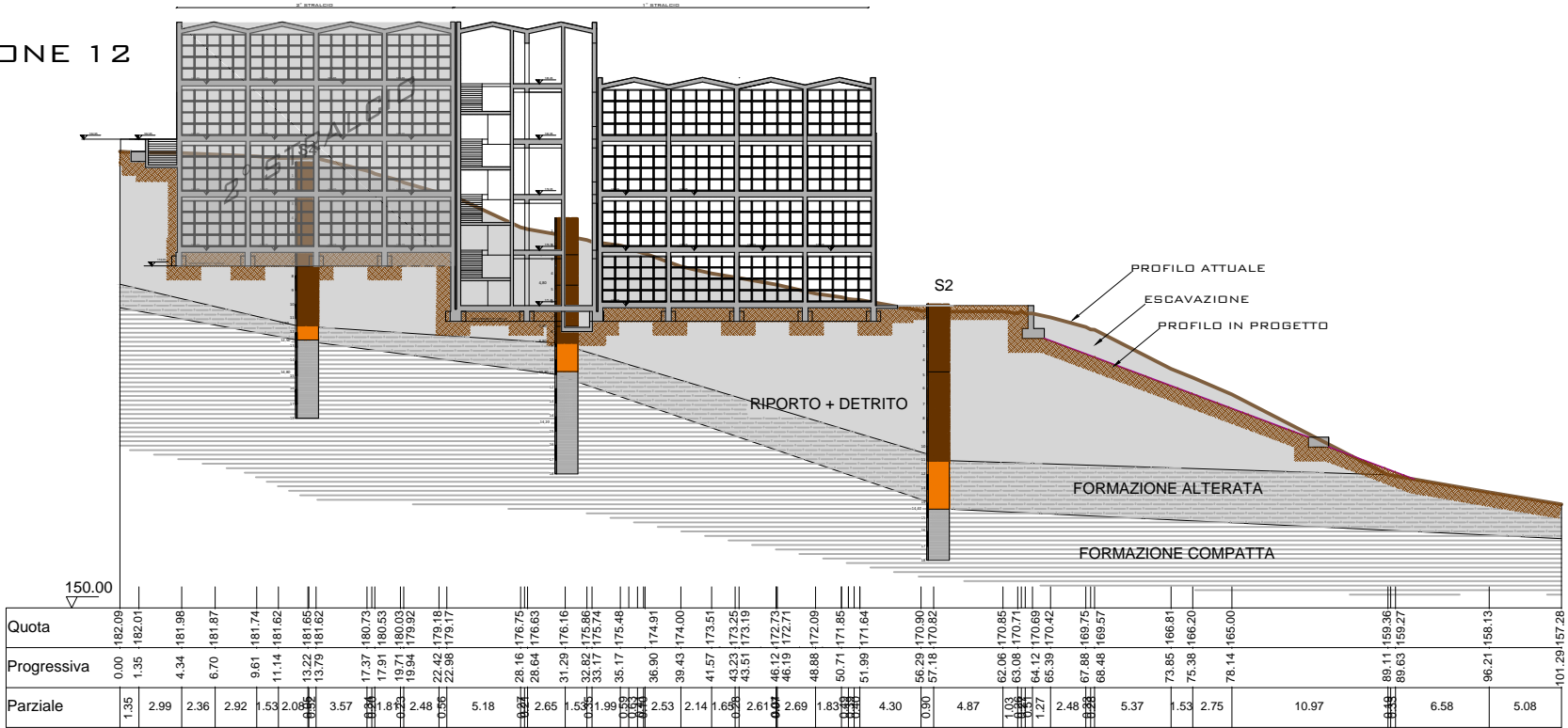
## SCALA 1:500

SEZIONE 1 1

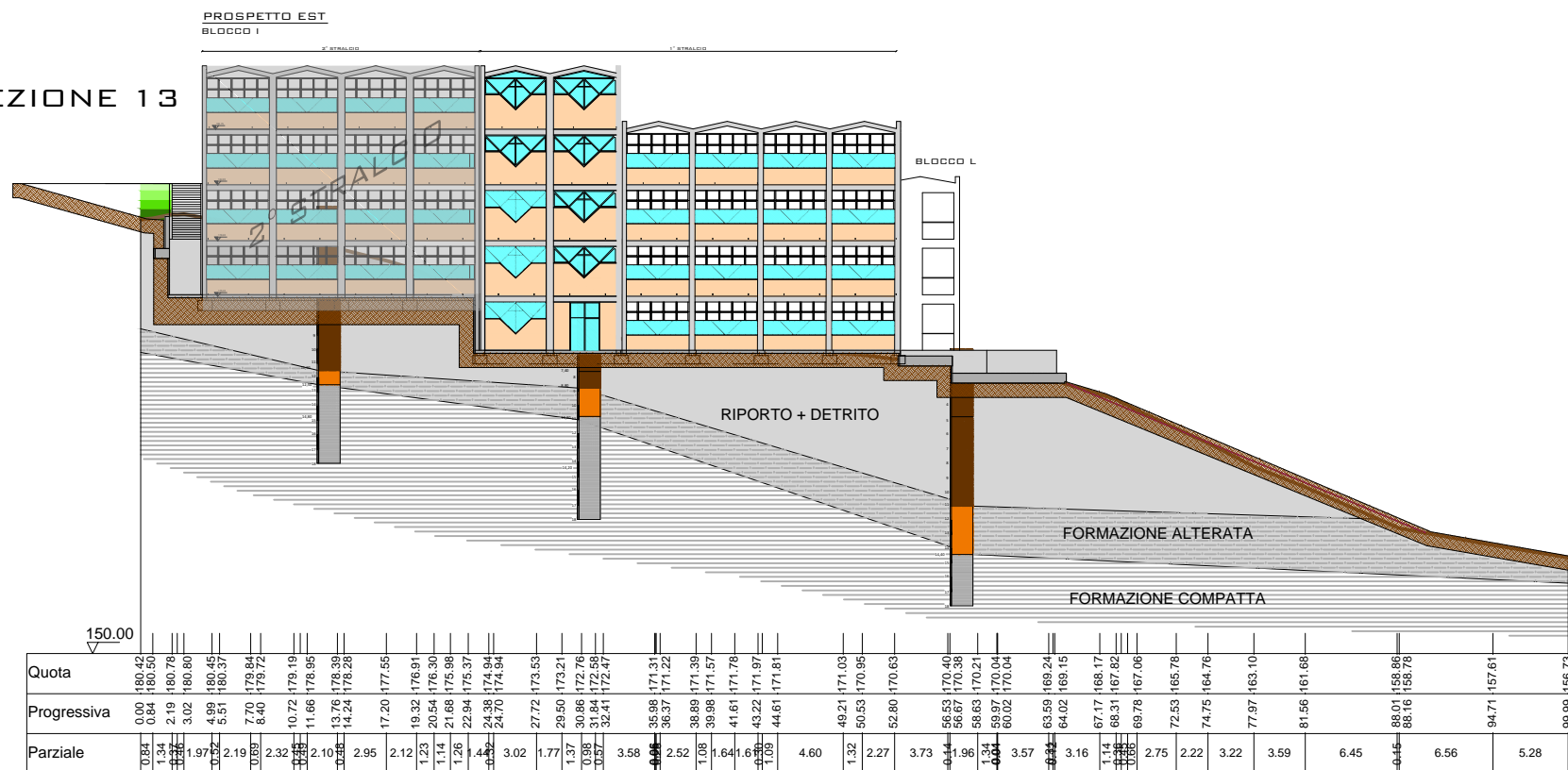


SEZIONE GEOLOGICA  
SCALA 1:500

SEZIONE 12



## SEZIONE 13



SEZIONE GEOLOGICA  
SCALA 1:500

