

COMMITTENTE:



ALTA  
SORVEGLIANZA:



GENERAL CONTRACTOR:



**INFRASTRUTTURE FERROVIARIE STRATEGICHE DEFINITE DALLA LEGGE  
OBIETTIVO N. 443/01  
LINEA AV/AC TORINO – VENEZIA Tratta VERONA – PADOVA  
Lotto funzionale Verona – Bivio Vicenza  
PROGETTO ESECUTIVO  
VIADOTTI E PONTI  
VI19\_AV – Scavalco Fonte delle Monache dal km 1+315,00 al km 1+337,00  
GENERALE  
Relazione Geotecnica**

GENERAL CONTRACTOR				DIRETTORE LAVORI				SCALA	
IL PROGETTISTA INTEGRATORE		Consorzio Iricav Due		ing. Luca Zaccaria		-			
 MALAVENDA ing. Guido Fratini Data:		ing. Guido Fratini		iscritto all'ordine degli ingegneri di Ravenna n.A1206					
Data:		Data:		Data:					

COMMESSA    LOTTO    FASE    ENTE    TIPO DOC.    OPERA/DISCIPLINA    PROGR.    REV.    FOGLIO

IN17    11    E    I2    RB    VI1900    001    A    - - -    D I - - -

	VISTO CONSORZIO IRICAV DUE	
	Firma	Data
	Luca RANDOLFI	

Progettazione:

Rev.	Descrizione	Redatto	Data	Verificato	Data	Approvato	Data	IL PROGETTISTA
A	EMISSIONE	G. Furlani	Marzo 2021	V. Pastore	Marzo 2021	P. Ascari	Marzo 2021	 P. Ascari Marzo 2021

CIG: 8377957CD1    CUP: J41E9100000009    File: IN1711EI2RBV1900001A  
Cod. origine:



Progetto cofinanziato  
dalla Unione Europea

<b>GENERAL CONTRACTOR</b>  	<b>ALTA SORVEGLIANZA</b>  				
VI19 - RELAZIONE GEOTECNICA.	Progetto IN17	Lotto 11	Codifica Documento EI2 RB VI 19 0 0 001	Rev. A	Foglio 2 di 41

## INDICE

1	PREMESSA.....	3
2	DOCUMENTI E NORMATIVA DI RIFERIMENTO .....	4
2.1	Documenti di riferimento.....	4
2.2	Normativa di riferimento.....	4
2.3	Programmi di calcolo utilizzati .....	4
3	INDAGINI GEOTECNICHE ESEGUITE .....	5
3.1	Indagini geotecniche di riferimento .....	5
3.2	Lecture piezometriche .....	6
4	CARATTERIZZAZIONE GEOTECNICA .....	7
4.1	Premessa.....	7
4.2	Unità geotecniche .....	7
4.3	Stratigrafia e parametri geotecnici .....	7
4.4	Livello di falda .....	10
4.5	Categoria di sottosuolo sismica.....	10
5	CAPACITÀ PORTANTE PALO SINGOLO.....	11
5.1	Analisi agli stati limite.....	11
5.2	Capacità portante ai carichi verticali .....	14
5.2.1	Portata laterale.....	14
5.2.2	Portata di base.....	15
5.3	Risultati - Capacità portante ai carichi verticali.....	16
	APPENDICE A. ANALISI CAPACITÀ PORTANTE PALO. TABULATI DI CALCOLO PAL .....	23
a)	VI19 – Palo D=1500 mm – A1+M1+R3 compressione.....	23
b)	VI19 – Palo D=1500 mm – A1+M1+R3 trazione .....	30
	APPENDICE B. CERTIFICATO STRATIGRAFICO SONDAGGIO .....	38

GENERAL CONTRACTOR 	ALTA SORVEGLIANZA 				
VI19 - RELAZIONE GEOTECNICA.	Progetto IN17	Lotto 11	Codifica Documento EI2 RB VI 19 0 0 001	Rev. A	Foglio 3 di 41

## 1 PREMESSA

Nel presente documento si riporta la caratterizzazione geotecnica e le valutazioni di portanza dei pali di fondazione per il VI19 – Scavalco Fonte delle Monache ubicato tra le progressive chilometriche 1+315.00 e 1+337.00 della linea A.V. / A.C. Torino – Venezia, tratta Verona – Padova, lotto funzionale Verona – Bivio Vicenza.

Il documento si basa su tutti i risultati delle indagini realizzate lungo la tratta in oggetto, sia durante la fase di Progetto Definitivo (denominato PD), sia durante ulteriori fasi conoscitive, ad esempio richieste dalla Conferenza dei Servizi, sia nell'ambito della più recente campagna di indagine approntata specificatamente per la fase di Progetto Esecutivo (denominato PE).

L'analisi di dettaglio dei risultati di tutte le indagini in sito e prove di laboratorio sono riportate nella relazione geotecnica generale [DR 1.] a cui si rimanda per i dettagli.

In particolare nel presente documento verranno affrontati i seguenti argomenti:

- descrizione delle indagini eseguite nel sito;
- caratterizzazione geotecnica finalizzata all'opera: definizione della stratigrafia e dei parametri geotecnici di calcolo; definizione del livello di falda per il dimensionamento delle opere provvisorie e definitive;
- determinazione della capacità portante dei pali di fondazione.

GENERAL CONTRACTOR 		ALTA SORVEGLIANZA 			
VI19 - RELAZIONE GEOTECNICA.	Progetto IN17	Lotto 11	Codifica Documento EI2 RB VI 19 0 0 001	Rev. A	Foglio 4 di 41

## 2 DOCUMENTI E NORMATIVA DI RIFERIMENTO

### 2.1 Documenti di riferimento

[DR 1.] IN1711EI2RBGE0000001A – Relazione Geotecnica Generale (dal km 0+000 al km 10+050).

[DR 2.] IN1711EI2FZVI1900001A - Profilo Geotecnico - VI19\_Scavalco Fonte delle Monache dal Km 1+315,00 al Km 1+337,00.

### 2.2 Normativa di riferimento

[NR 1] Decreto Ministeriale del 14 gennaio 2008: “Approvazione delle Nuove Norme Tecniche per le Costruzioni”, G.U. n.29 del 04.2.2008, Supplemento Ordinario n.30.

[NR 2] Circolare 2 febbraio 2009, n. 617 - Istruzioni per l'applicazione delle “Nuove norme tecniche per le costruzioni” di cui al D.M. 14 gennaio 2008.

### 2.3 Programmi di calcolo utilizzati

Per la redazione della presente relazione sono stati utilizzati i seguenti programmi di calcolo:

- *PAL (G. Guiducci, 1999-2006). Rimini (RN), Italia.* Programma di valutazione capacità portante per pali singoli di fondazione soggetti a carichi assiali. Sono implementati diverse metodologie di calcolo di portata laterale e di base pubblicati in letteratura tecnica. L'elaborazione opera secondo somma di contributi unitari.

Per il programma citato, con riferimento al paragrafo 10.2 del D.M. 14.01.2008 e relativa Circolare esplicativa n° 617/09 C.S.LL.PP., si dichiara che:

- i risultati dei calcoli eseguiti con l'utilizzo del calcolatore sono stati verificati dal progettista;
- i risultati presentati nelle forme allegate al progetto ne garantiscono la leggibilità, la corretta interpretazione e la riproducibilità;
- l'affidabilità dei codici utilizzati è stata verificata attraverso esame preliminare, di valutazione dell'affidabilità e soprattutto dell'idoneità del programma nel caso specifico di applicazione;
- la validazione dei codici di calcolo è stata verificata sia per confronto con soluzioni semplificate con metodi tradizionali, sia dall'esame della documentazione fornita dal produttore/distributore sulle modalità e procedure seguite per la validazione generale del codice.

<b>GENERAL CONTRACTOR</b> 	<b>ALTA SORVEGLIANZA</b> 				
VI19 - RELAZIONE GEOTECNICA.	Progetto IN17	Lotto 11	Codifica Documento EI2 RB VI 19 0 0 001	Rev. A	Foglio 5 di 41

### 3 INDAGINI GEOTECNICHE ESEGUITE

Per la progettazione della tratta Verona – Padova della linea AV/AC Torino – Venezia, a partire dal 2014 sono state eseguite numerose indagini nell’ambito delle varie fasi progettuali susseguitesisi nel tempo. Le principali sono:

- Indagini geognostiche pregresse risalenti al periodo compreso tra il 1998 ed il 2002;
- campagna indagini 2014 e 2015 per PD;
- campagna indagini 2018 per CDS;
- campagna indagini 2020 per PE.

Le indagini eseguite in sito comprendono:

- sondaggi a carotaggio continuo ed a distruzione di nucleo;
- sondaggi con installazione di piezometri a cella di Casagrande e a tubo aperto;
- perforazioni per l’esecuzione di prove Cross-Hole o Down-Hole (rispettivamente CH e DH);
- prove penetrometriche dinamiche in foro (SPT);
- prove penetrometriche statiche con piezocono (CPTU);
- pozzetti esplorativi;
- prove geofisiche tipo MASW.

#### 3.1 Indagini geotecniche di riferimento

Relativamente all’opera in oggetto, le indagini disponibili ed esaminate sono riportate nella seguente tabella.

Tabella 1 - Elenco delle indagini

Progressiva (km)	Sondaggio/ Pozzetto	Campagna d’indagine (anno)	Quota di Bocca foro (m s.l.m.m.)	Lunghezza sondaggio (m)	Piezometro installato C=Casagrande TA=Tubo Aperto
1+075	SP1	2014/2015	50.8	20.00	-
1+143	BH-PE-02	2020	46.12	20.00	-
1+278	BH-PZ-PE-03	2021	44.97	50.00	TA
1+370	PT-PE-01	2021	45.28	2.5	-
1+575	SPA2	2014/2015	46.5	20.00	TA (3m → 20m)*

\*Tra parentesi il tratto finestrato

Il dettaglio delle prove in sito ed in laboratorio eseguite, sono riportate nella relazione geotecnica generale.[DR 1.] a cui si rimanda per i dettagli.

<b>GENERAL CONTRACTOR</b>  	<b>ALTA SORVEGLIANZA</b>  				
VI19 - RELAZIONE GEOTECNICA.	Progetto IN17	Lotto 11	Codifica Documento EI2 RB VI 19 0 0 001	Rev. A	Foglio 6 di 41

### 3.2 Letture piezometriche

Relativamente all'opera in oggetto, nella tabella seguente si elencano le letture piezometriche eseguite nelle strumentazioni piezometriche installate per le indagini delle diverse campagne geognostiche. In particolare nella tabella si riportano i massimi ed i minimi livelli di falda in quota assoluta (m s.l.m.) ed in quota relativa (profondità dal p.c. locale) nel periodo di monitoraggio disponibile (novembre 2014 – novembre 2020).

Tabella 2 - Sintesi dati piezometrici

Pk	Sondaggio	QUOTA boccaforo (m slm)	Quota falda Max (m slm)	Quota falda Min (m slm)	Profondità da p.c. [m] Min	Profondità da p.c. [m] Max
1+575	SPA2	46.501	45.28	43.68	1.22	2.82

Relativamente al piezometro installato nel foro BH-PZ-PE-03 non sono disponibili letture al momento della stesura del presente elaborato.

GENERAL CONTRACTOR 		ALTA SORVEGLIANZA 				
VI19 - RELAZIONE GEOTECNICA.	Progetto IN17	Lotto 11	Codifica Documento EI2 RB VI 19 0 0 001	Rev. A	Foglio 7 di 41	

## 4 CARATTERIZZAZIONE GEOTECNICA

### 4.1 Premessa

Nel presente capitolo si riporta la caratterizzazione geotecnica dei terreni, valutata sulla base dell'interpretazione di tutte le indagini geotecniche svolte in sito e delle prove di laboratorio.

Dopo aver individuato le principali unità intercettate lungo il tracciato, verranno definiti i parametri geotecnici e la stratigrafia di riferimento.

Nel profilo stratigrafico longitudinale sono riportati in forma grafica i risultati delle indagini e sono mostrate le correlazioni stratigrafiche con indicazione delle unità geotecniche intercettate; è anche indicato l'andamento del livello di falda.

### 4.2 Unità geotecniche

Per l'intero tratto, si osserva la presenza dei seguenti terreni:

- Unità (1): Riporto.
- Unità (2): Limi argillosi e limi da compatti a molto compatti, generalmente sovraconsolidati.
- Unità (3a): Sabbie limose / con limo e limi sabbiosi / con sabbia, a comportamento drenato, da sciolte a mediamente addensate.
- Unità (3b): Limi argillosi ed argille limose, da tenere a mediamente compatte, generalmente NC o debolmente OC.
- Unità (3a/b): Alternanze sia lungo la verticale che in planimetria di unità 3a e 3b.
- Unità (4): Sabbie generalmente da debolmente limose a limose, da mediamente addensate a molto addensate.
- Unità (6): Ghiaie, ghiaie con sabbie, con presenza locale di ciottoli, anche di grandi dimensioni (fino a 80-100 mm).

### 4.3 Stratigrafia e parametri geotecnici

In corrispondenza dell'opera la stratigrafia è stata desunta principalmente dal sondaggio BH-PZ-PE-03, appositamente eseguito in sede di PE, che comunque è sostanzialmente in linea con i sondaggi adiacenti, che però hanno minore lunghezza. Tutti i sondaggi di riferimento sono stati utilizzati per la caratterizzazione geotecnica delle unità interferenti con l'opera.

In particolare il sondaggio BH-PZ-PE-03 evidenzia la presenza di terreno argilloso limoso (unità 3b) per uno spessore di 3 m circa, seguito da ghiaie con sabbia (unità 6) con Nspt tra 28 e 54 colpi/30 cm fino a 10.5 m. Successivamente si riscontra un livello di limo argilloso (unità 2) fino a 14.5 m, ed a seguire sabbia (unità 4) con Nspt tra 22 e 36 fino

<b>GENERAL CONTRACTOR</b>  		<b>ALTA SORVEGLIANZA</b>  				
VI19 - RELAZIONE GEOTECNICA.	Progetto IN17	Lotto 11	Codifica Documento EI2 RB VI 19 0 0 001	Rev. A	Foglio 8 di 41	

a 28.5 m ed infine ghiaia sabbiosa (unità 6) con N<sub>spt</sub> tra 57 e 79 colpi/30 cm fino alla massima profondità investigata (50 m). Il certificato del sondaggio è riportato in Appendice B.

Nella seguente tabella si definisce la stratigrafia per l'opera desunta dal sondaggio (BH-PZ-PE-03) e quindi definita da quota +45 m s.l.m..

Tabella 3 - Stratigrafia per VI19

da [m]	a [m]	Unità geotecnica	Descrizione
0.0	3.0	3 a/b	argilla
3.0	10.5	6	ghiaia
10.5	14.5	2	argilla
14.5	28.5	4	sabbia
28.5	50.0	6	ghiaia

Nella seguente tabella sono sintetizzati i valori dei parametri geotecnici caratteristici delle unità intercettate e definiti sulla base dell'interpretazione di tutte le indagini in sito e prove di laboratorio tenendo anche in conto di quanto riportato nella relazione geotecnica generale [DR 1.].

Tabella 4 - Parametri geotecnici caratteristici per la tratta da progressiva chilometrica 0+000 a 4+942

Unità geotecnica	$\gamma$ (kN/m <sup>3</sup> )	Dr (%)	$\phi'$ (°)	c' (kPa)	V <sub>s</sub> (m/s)	G <sub>0</sub> (MPa)	E' (MPa)	c <sub>u</sub> (kPa)
3 a/b	17.5-19.5	-	25-27	0-5	100-150	-	5-14	20-100
6	19.0-20.0	35-60	39-42		250-400	120-250	-	-
4	19.0-20.0	55-80	37-41		350-450	150-250	-	-
2	19.0-20.0	-	25-27	0-5	-	-	20-40	100-200

Dove:

$\gamma$  = peso di volume naturale

Dr = densità relativa

$\phi'$  = angolo di resistenza al taglio

c' = coesione drenata

V<sub>s</sub> = velocità delle onde di taglio

G<sub>0</sub> = modulo di deformazione a taglio a piccole deformazioni

E' = modulo di deformazione elastico di Young operativo = E<sub>o</sub> / (3÷5)

c<sub>u</sub> = resistenza al taglio in condizioni non drenate



GENERAL CONTRACTOR 	ALTA SORVEGLIANZA 				
VI19 - RELAZIONE GEOTECNICA.	Progetto IN17	Lotto 11	Codifica Documento EI2 RB VI 19 0 0 001	Rev. A	Foglio 10 di 41

#### 4.4 Livello di falda

Sulla base delle informazioni piezometriche disponibili nell'area, per il dimensionamento dell'opera in oggetto si considera:

- Per le fasi provvisionali di scavo si ipotizza un livello di falda +45.3 m s.l.m..
- Per il dimensionamento dei pali di fondazione si assume livello di falda a p.c..

#### 4.5 Cateoria di sottosuolo sismica

Per l'opera si assume categoria di sottosuolo sismica tipo C.

GENERAL CONTRACTOR 	ALTA SORVEGLIANZA 				
VI19 - RELAZIONE GEOTECNICA.	Progetto IN17	Lotto 11	Codifica Documento EI2 RB VI 19 0 0 001	Rev. A	Foglio 11 di 41

## 5 CAPACITÀ PORTANTE PALO SINGOLO

### 5.1 Analisi agli stati limite

Le verifiche di capacità portante dei pali vengono svolte secondo la metodologia degli stati limite ultimi, in accordo alla normativa vigente (DM 2008). La verifica della capacità portante dei pali è soddisfatta se:

$$F_{cd} < R_{cd}$$

essendo:

$$R_{cd} = R_k / \gamma_R$$

dove:

$F_{cd}$  = carico assiale di compressione di progetto;

$R_{cd}$  = capacità portante di progetto nei confronti dei carichi assiali;

$R_k$  = valore caratteristico della capacità portante limite del palo;

$\gamma_R$  = coefficiente di sicurezza sulle resistenze

In particolare le verifiche di capacità portante dei pali agli stati limite ultimi (SLU) vengono condotte con riferimento ad almeno uno dei due approcci:

#### **Approccio 1:**

Combinazione 1: A1 + M1 + R1

Combinazione 2: A2 + M1 + R2

#### **Approccio 2:**

Combinazione 1: A1 + M1 + R3

tenendo conto dei coefficienti parziali riportati in Tab. 5.2.V (ponti ferroviari), e Tab. 6.4.II delle NTC 2008 e riportati nelle seguenti Tabella 1 e Tabella 2.

Il peso del palo, in accordo con quanto riportato al paragrafo 6.4.3 delle NTC2008, deve essere incluso tra le azioni permanenti di cui alla Tabella 1.

Nel caso in esame, la valutazione della capacità portante del palo viene eseguita con riferimento all'Approccio 2 di normativa e quindi con un'unica curva di portanza A1+M1+R3 per le combinazioni statiche e sismiche. Nel caso sismico assumendo i coefficienti delle azioni A1 unitari, come da §7.11.5.3-NTC2008.

La resistenza di progetto a compressione  $R_{c,d}$  è calcolata applicando al valore caratteristico della resistenza  $R_{c,k}$  i coefficienti parziali  $\gamma_R$  riportati in tabella seguente, relativi alla condizione di pali trivellati.

Il valore caratteristico della resistenza  $R_{c,k}$  a compressione ed a trazione  $R_{t,k}$  è ottenuto applicando i fattori di correlazione  $\xi_3$  e  $\xi_4$  alle resistenze di calcolo  $R_{cal}$ ; tali fattori sono funzione del numero di verticali d'indagine rappresentative.

<p>GENERAL CONTRACTOR</p> 	<p>ALTA SORVEGLIANZA</p> 				
<p>VI19 - RELAZIONE GEOTECNICA.</p>	<p>Progetto IN17</p>	<p>Lotto 11</p>	<p>Codifica Documento E12 RB VI 19 0 0 001</p>	<p>Rev. A</p>	<p>Foglio 12 di 41</p>

$$R_{c,k} = \min \left\{ \frac{(R_{c;cal})_{media}}{\xi_3}; \frac{(R_{c;cal})_{min}}{\xi_4} \right\}$$

$$R_{t,k} = \min \left\{ \frac{(R_{t;cal})_{media}}{\xi_3}; \frac{(R_{t;cal})_{min}}{\xi_4} \right\}$$

I valori di  $\xi_3$  e  $\xi_4$  da utilizzare nelle analisi sono funzione dal numero di sondaggi che sono stati considerati per valutare la resistenza del palo per ogni area omogenea o struttura/opera.

Secondo quanto indicato da NTC 2008 al paragrafo 7.11.5.3., per le condizioni sismiche, la portanza palo va valutata con Approccio 1 combinazione 2, ed eseguita con coefficienti unitari sulle azioni e coefficienti sulle resistenze R3. Di fatto, tale curva in pratica coincide con quella dell'Approccio 2.

Tabella 5 –Tab. 5.2.V, NTC 2008

		Coefficiente	EQU <sup>(1)</sup>	A1 STR	A2 GEO	Combinazione eccezionale	Combinazione Sismica
Carichi permanenti	favorevoli	$\gamma_{G1}$	0,90	1,00	1,00	1,00	1,00
	sfavorevoli		1,10	1,35	1,00	1,00	1,00
Carichi permanenti non strutturali <sup>(2)</sup>	favorevoli	$\gamma_{G2}$	0,00	0,00	0,00	1,00	1,00
	sfavorevoli		1,50	1,50	1,30	1,00	1,00
Ballast <sup>(3)</sup>	favorevoli	$\gamma_B$	0,90	1,00	1,00	1,00	1,00
	sfavorevoli		1,50	1,50	1,30	1,00	1,00
Carichi variabili da traffico <sup>(4)</sup>	favorevoli	$\gamma_Q$	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
	sfavorevoli		1,45	1,45	1,25	0,20 <sup>(5)</sup>	0,20 <sup>(5)</sup>
Carichi variabili	favorevoli	$\gamma_{Qi}$	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
	sfavorevoli		1,50	1,50	1,30	1,00	0,00
Precompressione	favorevole	$\gamma_P$	0,90	1,00	1,00	1,00	1,00
	sfavorevole		1,00 <sup>(6)</sup>	1,00 <sup>(7)</sup>	1,00	1,00	1,00

<b>GENERAL CONTRACTOR</b>  	<b>ALTA SORVEGLIANZA</b>  				
VI19 - RELAZIONE GEOTECNICA.	Progetto IN17	Lotto 11	Codifica Documento EI2 RB VI 19 0 0 001	Rev. A	Foglio 13 di 41

Tabella 6 –Tab. 6.4.II, NTC 2008

**Tabella 6.4.II – Coefficienti parziali  $\gamma_R$  da applicare alle resistenze caratteristiche.**

Resistenza	Simbolo	Pali infissi			Pali trivellati			Pali ad elica continua		
		(R1)	(R2)	(R3)	(R1)	(R2)	(R3)	(R1)	(R2)	(R3)
Base	$\gamma_b$	1,0	1,45	1,15	1,0	1,7	1,35	1,0	1,6	1,3
Laterale in compressione	$\gamma_s$	1,0	1,45	1,15	1,0	1,45	1,15	1,0	1,45	1,15
Totale <sup>(*)</sup>	$\gamma_t$	1,0	1,45	1,15	1,0	1,6	1,30	1,0	1,55	1,25
Laterale in trazione	$\gamma_{st}$	1,0	1,6	1,25	1,0	1,6	1,25	1,0	1,6	1,25

<sup>(\*)</sup> da applicare alle resistenze caratteristiche dedotte dai risultati di prove di carico di progetto.

Tabella 7 –Tab. 6.4.IV NTC 2008 - Fattori di correlazione  $\xi$  per la determinazione della resistenza caratteristica in funzione del numero di verticali d'indagine

Numero di verticali indagate	1	2	3	4	5	7	$\geq 10$
$\xi_s$	1,70	1,65	1,60	1,55	1,50	1,45	1,40
$\xi_t$	1,70	1,55	1,48	1,42	1,34	1,28	1,21

GENERAL CONTRACTOR 		ALTA SORVEGLIANZA 				
VI19 - RELAZIONE GEOTECNICA.	Progetto IN17	Lotto 11	Codifica Documento EI2 RB VI 19 0 0 001	Rev. A	Foglio 14 di 41	

## 5.2 Capacità portante ai carichi verticali

La portata di progetto di un palo trivellato (eseguito con completa asportazione del terreno) “Qd” è espressa dalla seguente relazione:

$$Q_d = Q_{ll} / F_{SL} + Q_{bl} / F_{SB} - W_{p-s}$$

dove:

$Q_{ll}$  = portata laterale limite,

$Q_{bl}$  = portata di base limite,

$W_{p-s}$  = peso del palo al netto del peso del terreno asportato,

$F_{SL}$  = fattore di sicurezza per la portata laterale ( $= \xi \cdot \gamma_s$ ).

$F_{SB}$  = fattore di sicurezza per la portata di base ( $= \xi \cdot \gamma_b$ ).

### Determinazione della resistenza di progetto a trazione

La portata a trazione di progetto di un palo trivellato (eseguito con completa asportazione del terreno) “Qd” è espressa dalla seguente relazione:

$$Q_d = Q_{LL} / F_{SL} + W'_P$$

dove:

$Q_{LL}$  = portata laterale limite (da determinarsi in conformità a quanto già descritto nel precedente paragrafo),

$W'_P$  = peso efficace del palo: alleggerito se sotto falda,

$F_{SL}$  = fattore di sicurezza per la portata laterale ( $= \gamma_{st} \cdot \xi$ ).

### 5.2.1 Portata laterale

La portata laterale limite viene valutata con la seguente relazione:

$$Q_{ll} = \pi \cdot D \cdot \sum_i (\tau_i \cdot h_i)$$

dove:

D = diametro palo,

$\tau_i$  = tensione di adesione laterale limite nello strato i-esimo,

$h_i$  = altezza dello strato i-esimo.

#### Depositi coesivi

Per i terreni coesivi la tensione di adesione laterale limite è valutata con la seguente espressione:

$$\tau_{lim} \text{ (kPa)} = \alpha \cdot c_u \leq \tau_{us,max}$$

Dove:

$c_u$  = resistenza al taglio non drenata.

$\alpha$  è il coefficiente empirico, determinato in accordo a quanto indicato nel manuale FHWA 2010:

$$\alpha = 0.55 \quad \text{per } (c_u/p_a) \leq 1.5;$$

$$\alpha = 0.55 - 0.1 \cdot (c_u/p_a - 1.5) \quad \text{per } 1.5 \leq (c_u/p_a) \leq 2.5$$

GENERAL CONTRACTOR 	ALTA SORVEGLIANZA 				
VI19 - RELAZIONE GEOTECNICA.	Progetto IN17	Lotto 11	Codifica Documento EI2 RB VI 19 0 0 001	Rev. A	Foglio 15 di 41

Inoltre per la resistenza laterale vengono verificate anche le seguenti condizioni:

$$\tau_{lim} \text{ (kPa)} \geq 0.23 \cdot \sigma'_{v0}$$

$$\tau_{us,max} = 100 \text{ kPa (resistenza laterale massima in terreno coesivo)}$$

dove:

$$\sigma'_{v0} \quad \text{tensione verticale efficace alla quota di riferimento.}$$

### *Depositi incoerenti*

Per i terreni incoerenti la tensione di aderenza laterale limite è valutata mediante metodo  $\beta$  con la seguente espressione (Reese & O'Neill, 1999, recepito nel manuale FHWA del 2010):

$$\tau_{lim} \text{ (kPa)} = \beta \cdot \sigma'_{v0} \leq \tau_{us,max}$$

dove:

$$\beta = 1.5 - 0.245 \cdot z^{0.50} \quad (0.25 \leq \beta \leq 1.20) \text{ per sabbie;}$$

$$\beta = 2.0 - 0.147 \cdot z^{0.75} \quad (0.25 \leq \beta \leq 1.80) \text{ per sabbie ghiaiose;}$$

$$\sigma'_{v0} \quad \text{tensione verticale efficace alla quota di riferimento.}$$

$$\tau_{us,max} = 150 \text{ kPa (resistenza laterale massima in terreno incoerente)}$$

### **5.2.2 Portata di base**

Per la valutazione della portata di base limite vengono utilizzate le seguenti relazioni:

$$Q_{bl} = A_p \cdot q_{bl}$$

dove:

$$A_p = \text{area della base del palo,}$$

$$q_{bl} = \text{portata limite specifica di base.}$$

### *Depositi coesivi*

La portata di base limite nei terreni coesivi viene valutata con la seguente relazione:

$$q_{b,ult} \text{ (kPa)} = 9 \cdot c_{uk}$$

dove:

$$c_{uk} = \text{resistenza a taglio non drenata caratteristica.}$$

### *Depositi incoerenti*

Il valore della portata di base allo stato critico ( $q_{bcr}$ ) è stato valutato, considerando un rapporto fra il cedimento della base del palo ed il diametro del palo pari al 10%.

Generalmente sono disponibili dati di prove SPT, da cui si possono utilizzare le indicazioni di Reese e O'Neill, 1988, Fioravante et al., 1995:

$$q_{bcr, 0.1} = 75 N_{SPT} < 4000 \text{ kPa}$$

<p>GENERAL CONTRACTOR</p> 	<p>ALTA SORVEGLIANZA</p> 				
<p>VI19 - RELAZIONE GEOTECNICA.</p>	<p>Progetto IN17</p>	<p>Lotto 11</p>	<p>Codifica Documento EI2 RB VI 19 0 0 001</p>	<p>Rev. A</p>	<p>Foglio 16 di 41</p>

Quando sono disponibili dati penetrometrici, si può considerare la seguente espressione (Salgado 2006, Ghionna et al., 1994):

$$q_{bcr 0.1} \cong 0.10 \div 0.16 q_c$$

dove l'estremo inferiore può essere assunto per sabbie molto addensate e l'estremo superiore per sabbie mediamente addensate.

### Terreni stratificati

Nel caso di terreni stratificati, costituiti da alternanze di strati di limi e argille e di sabbie e ghiaie, i criteri di valutazione delle portate laterali limite rimangono analoghi a quelli descritti precedentemente. In accordo a quanto discusso in Meyerhof (1976) la portata di base negli strati sabbioso-ghiaiosi andrà abbattuta rispetto a quella caratteristica dello strato supposto omogeneo, in accordo a quanto rappresentato nella figura seguente. In pratica nel caso di terreno stratificato, la mobilitazione dell'intera resistenza di base disponibile è subordinato alla condizione che il palo penetri nello strato portante per almeno 3 diametri; viceversa mano mano che la base del palo si avvicina ad uno strato inferiore di minore resistenza, la resistenza comincia a diminuire fino ad uguagliare al confine il valore che compete alla rottura dello strato più debole (vedasi Figura 2).

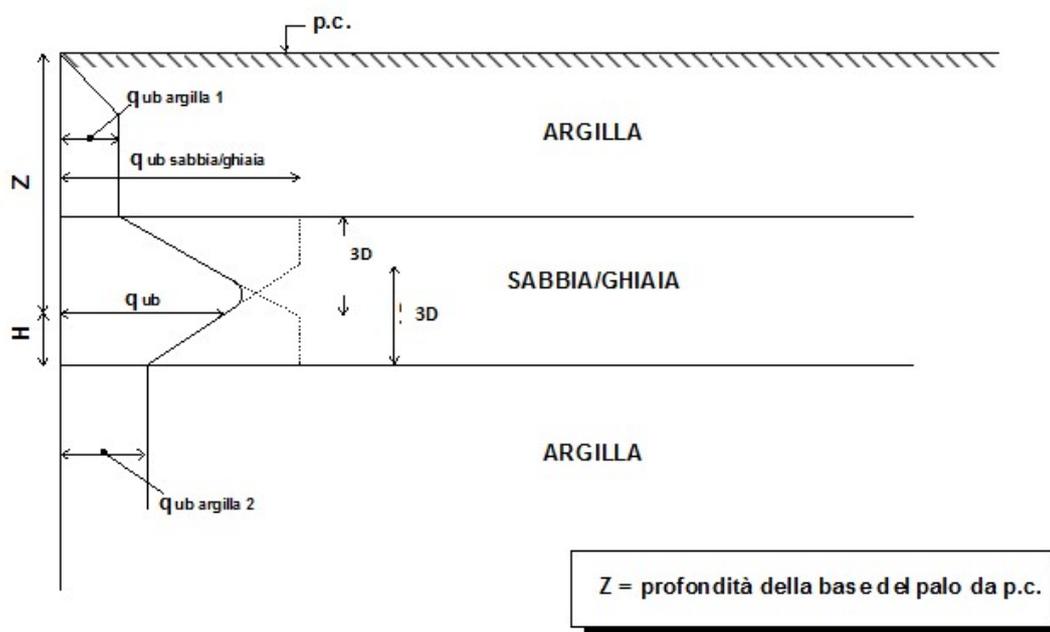


Figura 2 - Criterio di valutazione della pressione ultima di base ( $q_{ub}$ ) in terreni stratificati

### 5.3 Risultati - Capacità portante ai carichi verticali

Nella seguente tabella si riportano la stratigrafia ed i parametri geotecnici principali per il calcolo della capacità portante dei pali dell'opera in esame. Le metodologie adottate sono quelle esplicitate al precedente paragrafo.

<b>GENERAL CONTRACTOR</b> 	<b>ALTA SORVEGLIANZA</b> 				
VI19 - RELAZIONE GEOTECNICA.	Progetto IN17	Lotto 11	Codifica Documento EI2 RB VI 19 0 0 001	Rev. A	Foglio 17 di 41

La stratigrafia della seguente tabella è definita da quota testa palo (+47 m s.l.m.), quindi rispetto alla stratigrafia di Tabella 3 (desunta dal sondaggio BH-PZ-PE-03 da quota +45 m s.l.m.) è traslata di 2 m. Cautelativamente i primi due metri di terreno vengono caratterizzati con unità geotecnica 3 a/b in accordo la profilo stratigrafico.

Tabella 8 - Stratigrafia e parametri per portanza pali (da +47 m s.l.m.)

da [m]	a [m]	Unità geotecnica	$\gamma$ [kN/m <sup>3</sup> ]	cu [kPa]	$\tau_{max}$ [kPa]	qb [kPa]
0.0	5.0	3 a/b	18.5	50	100	9*cu
5.0	12.5	6	19.0	-	150	2500
12.5	16.5	2	18.5	75	100	9*cu
16.5	30.5	4	19.0	-	120	2500
30.0	40.0	6	19.0	-	150	4000

Dove:  
 $\gamma$  = peso di volume naturale  
cu = resistenza al taglio in condizioni non drenate  
 $\tau_{max}$  = tensione di adesione laterale limite massima  
qb = portata di base limite unitaria

La capacità portante per le fondazioni dell'opera è stata valutata per pali di diametro D=1500 mm considerando l'Approccio 2 (A1+M1+R3) di normativa e con i seguenti coefficienti parziali sulle resistenze di base e laterale:

- N. 2 verticali di indagine, da cui  $\xi_4 = 1.55$ . L'esecuzione di due ulteriori sondaggi nell'area (BH-PE-02 e 03), di cui uno spinto sino a 50 m di profondità, ha confermato la notevole uniformità stratigrafica dell'area già evidenziata in sede di PD, e supportata dai dati geologici. Tenendo conto di tale uniformità e numero di indagini, unitamente alla cautela adottata nella stratigrafia e nei parametri di resistenza (massimi spessori di argilla e valutazioni cautelative della portata unitaria di base), si è adottato un valore di  $\xi_4 = 1.55$ .
- $F_{SL}$  = fattore di sicurezza per la portata laterale a compressione (=  $\xi_4 \cdot \gamma_s = 1.55 \cdot 1.15 = 1.78$ ).
- $F_{SL}$  = fattore di sicurezza per la portata laterale a trazione (=  $\xi_4 \cdot \gamma_s = 1.55 \cdot 1.25 = 1.94$ ).
- $F_{SB}$  = fattore di sicurezza per la portata di base (=  $\xi_4 \cdot \gamma_b = 1.55 \cdot 1.35 = 2.09$ ).

Quindi per la verifica di capacità portante del palo si dovranno verificare le seguenti due condizioni:

- $N_{max,SLU} < Q_d$ , la massima sollecitazione assiale (sia statica, che sismica) allo SLU dovrà essere inferiore alla portata di progetto del palo (riportata nelle seguenti tabelle);
- $N_{max,SLE} < Q_{II} / 1.25$  la massima sollecitazione assiale allo SLE RARA dovrà essere inferiore alla portata laterale limite del palo ( $Q_{II}$ , riportata nelle seguenti tabelle) con un fattore di sicurezza di 1.25.

Inoltre nel calcolo della capacità portante dei pali si è considerato:

<b>GENERAL CONTRACTOR</b>  	<b>ALTA SORVEGLIANZA</b>  				
<b>VI19 - RELAZIONE GEOTECNICA.</b>	<b>Progetto</b> IN17	<b>Lotto</b> 11	<b>Codifica Documento</b> EI2 RB VI 19 0 0 001	<b>Rev.</b> A	<b>Foglio</b> 18 di 41

- testa palo a quota p.c.;
- falda a p.c..

Nella seguente tabella e figura si riportano i valori della portata di progetto a compressione ed a trazione per i pali in progetto. I tabulati di calcolo completi sono in Appendice A.

**Tabella 9 – Palo D=1500 mm - compressione**

LINEA AV/AC VERONA PADOVA VI19 FONTE DELLE MONACHE  
Capacita' portante palo D=1500 mm-SLU A1+M1+R3

STAMPA capacita' portante e relativi contributi

Lp m	Ql1 kN	Qb1 kN	Wp kN	Qu kN	Qd kN
.00	0.	795.	0.	795.	380.
.50	65.	795.	7.	853.	410.
1.00	130.	795.	14.	910.	439.
1.50	194.	795.	21.	968.	468.
2.00	259.	795.	29.	1026.	497.
2.50	324.	795.	36.	1083.	527.
3.00	389.	795.	43.	1141.	556.
3.50	454.	795.	50.	1199.	585.
4.00	518.	795.	57.	1256.	614.
4.50	583.	795.	64.	1314.	644.
5.00	659.	795.	72.	1382.	679.
5.50	805.	1198.	79.	1924.	947.
6.00	974.	1600.	86.	2488.	1227.
6.50	1153.	2003.	93.	3063.	1513.
7.00	1343.	2405.	100.	3648.	1805.
7.50	1543.	2808.	107.	4243.	2103.
8.00	1752.	3210.	115.	4847.	2406.
8.50	1969.	3344.	122.	5192.	2585.
9.00	2194.	3479.	129.	5544.	2768.
9.50	2426.	3365.	136.	5655.	2837.
10.00	2665.	3003.	143.	5524.	2791.
10.50	2909.	2641.	150.	5400.	2748.
11.00	3160.	2279.	157.	5281.	2708.
11.50	3415.	1917.	165.	5167.	2671.
12.00	3675.	1555.	172.	5058.	2636.
12.50	3917.	1193.	179.	4931.	2592.
13.00	4035.	1193.	186.	5042.	2652.
13.50	4132.	1193.	193.	5132.	2699.
14.00	4229.	1193.	200.	5222.	2746.
14.50	4327.	1193.	208.	5312.	2794.
15.00	4424.	1193.	215.	5402.	2841.
15.50	4521.	1193.	222.	5492.	2889.
16.00	4618.	1193.	229.	5582.	2936.
16.50	4725.	1193.	236.	5681.	2989.
17.00	4887.	1551.	243.	6195.	3244.
17.50	5058.	1909.	250.	6717.	3505.
18.00	5229.	2268.	258.	7239.	3765.
18.50	5400.	2626.	265.	7761.	4025.
19.00	5570.	2985.	272.	8282.	4285.
19.50	5739.	3343.	279.	8803.	4544.
20.00	5907.	3701.	286.	9322.	4803.
20.50	6073.	4060.	293.	9839.	5061.
21.00	6238.	4418.	301.	10355.	5318.
21.50	6401.	4418.	308.	10511.	5402.
22.00	6562.	4418.	315.	10665.	5485.
22.50	6721.	4418.	322.	10817.	5568.
23.00	6877.	4418.	329.	10966.	5648.
23.50	7031.	4418.	336.	11112.	5727.
24.00	7182.	4418.	344.	11256.	5805.
24.50	7330.	4418.	351.	11397.	5881.
25.00	7474.	4418.	358.	11534.	5955.
25.50	7615.	4418.	365.	11668.	6027.
26.00	7753.	4418.	372.	11798.	6097.

## GENERAL CONTRACTOR



## ALTA SORVEGLIANZA



VI19 - RELAZIONE GEOTECNICA.

Progetto	Lotto	Codifica Documento	Rev.	Foglio
IN17	11	EI2 RB VI 19 0 0 001	A	19 di 41

26.50	7889.	4418.	379.	11928.	6167.
27.00	8029.	4418.	386.	12060.	6238.
27.50	8170.	4418.	394.	12195.	6310.
28.00	8315.	4418.	401.	12332.	6384.
28.50	8462.	4418.	408.	12472.	6460.
29.00	8612.	4418.	415.	12614.	6537.
29.50	8764.	4418.	422.	12760.	6615.
30.00	8919.	4418.	429.	12908.	6695.
30.50	9077.	4418.	437.	13058.	6777.
31.00	9237.	4712.	444.	13506.	7000.
31.50	9400.	5007.	451.	13956.	7226.
32.00	9566.	5301.	458.	14409.	7453.
32.50	9734.	5596.	465.	14865.	7681.
33.00	9905.	5890.	472.	15323.	7911.
33.50	10079.	6185.	480.	15784.	8142.
34.00	10255.	6480.	487.	16248.	8375.
34.50	10434.	6774.	494.	16714.	8609.
35.00	10616.	7069.	501.	17183.	8845.
35.50	10800.	7069.	508.	17360.	8941.
36.00	10987.	7069.	515.	17540.	9039.
36.50	11176.	7069.	522.	17722.	9138.
37.00	11368.	7069.	530.	17907.	9239.
37.50	11563.	7069.	537.	18095.	9342.
38.00	11761.	7069.	544.	18285.	9445.
38.50	11961.	7069.	551.	18478.	9551.
39.00	12164.	7069.	558.	18674.	9657.
39.50	12369.	7069.	565.	18872.	9766.
40.00	12577.	7069.	573.	19073.	9875.

Lp = Lunghezza utile del palo  
 Ql1 = Portata laterale limite  
 Qb1 = Portata di base limite  
 Wp = Peso efficace del palo  
 Qu = Portata totale limite  
 Qd = Portata di progetto =  $Ql1/FS,1 + Qb1/FS,b - Wp$

<b>GENERAL CONTRACTOR</b>  		<b>ALTA SORVEGLIANZA</b>  			
<b>VI19 - RELAZIONE GEOTECNICA.</b>	<b>Progetto</b> IN17	<b>Lotto</b> 11	<b>Codifica Documento</b> E12 RB VI 19 0 0 001	<b>Rev.</b> A	<b>Foglio</b> 20 di 41

**Tabella 10 – Palo D=1500 mm - trazione**

LINEA AV/AC VERONA PADOVA VI19 FONTE DELLE MONACHE  
 Capacita' portante palo D=1500 mm-SLU A1+M1+R3 trazione

STAMPA capacita' portante e relativi contributi

Lp m	Q11 kN	Qb1 kN	Wp kN	Qu kN	Qd kN
.00	0.	0.	0.	0.	0.
.50	65.	0.	-13.	78.	47.
1.00	130.	0.	-27.	156.	93.
1.50	194.	0.	-40.	234.	140.
2.00	259.	0.	-53.	312.	187.
2.50	324.	0.	-66.	390.	233.
3.00	389.	0.	-80.	468.	280.
3.50	454.	0.	-93.	546.	327.
4.00	518.	0.	-106.	624.	373.
4.50	583.	0.	-119.	702.	420.
5.00	659.	0.	-133.	791.	472.
5.50	805.	0.	-146.	951.	561.
6.00	974.	0.	-159.	1133.	661.
6.50	1153.	0.	-172.	1326.	767.
7.00	1343.	0.	-186.	1529.	878.
7.50	1543.	0.	-199.	1742.	994.
8.00	1752.	0.	-212.	1964.	1115.
8.50	1969.	0.	-225.	2194.	1240.
9.00	2194.	0.	-239.	2432.	1369.
9.50	2426.	0.	-252.	2678.	1502.
10.00	2665.	0.	-265.	2930.	1639.
10.50	2909.	0.	-278.	3188.	1778.
11.00	3160.	0.	-292.	3451.	1920.
11.50	3415.	0.	-305.	3720.	2065.
12.00	3675.	0.	-318.	3993.	2212.
12.50	3917.	0.	-331.	4248.	2350.
13.00	4035.	0.	-345.	4380.	2425.
13.50	4132.	0.	-358.	4490.	2488.
14.00	4229.	0.	-371.	4601.	2551.
14.50	4327.	0.	-384.	4711.	2615.
15.00	4424.	0.	-398.	4821.	2678.
15.50	4521.	0.	-411.	4932.	2741.
16.00	4618.	0.	-424.	5042.	2805.
16.50	4725.	0.	-437.	5162.	2873.
17.00	4887.	0.	-451.	5337.	2970.
17.50	5058.	0.	-464.	5522.	3071.
18.00	5229.	0.	-477.	5706.	3173.
18.50	5400.	0.	-490.	5890.	3274.
19.00	5570.	0.	-504.	6073.	3375.
19.50	5739.	0.	-517.	6256.	3475.
20.00	5907.	0.	-530.	6437.	3575.
20.50	6073.	0.	-543.	6616.	3674.
21.00	6238.	0.	-557.	6795.	3772.
21.50	6401.	0.	-570.	6971.	3869.
22.00	6562.	0.	-583.	7145.	3966.
22.50	6721.	0.	-596.	7317.	4061.
23.00	6877.	0.	-610.	7487.	4155.
23.50	7031.	0.	-623.	7654.	4247.
24.00	7182.	0.	-636.	7818.	4338.
24.50	7330.	0.	-649.	7979.	4428.
25.00	7474.	0.	-663.	8137.	4515.
25.50	7615.	0.	-676.	8291.	4601.
26.00	7753.	0.	-689.	8442.	4685.
26.50	7889.	0.	-702.	8592.	4769.
27.00	8029.	0.	-716.	8744.	4854.
27.50	8170.	0.	-729.	8899.	4940.
28.00	8315.	0.	-742.	9057.	5028.
28.50	8462.	0.	-755.	9217.	5117.
29.00	8612.	0.	-769.	9380.	5208.
29.50	8764.	0.	-782.	9546.	5300.
30.00	8919.	0.	-795.	9714.	5393.
30.50	9077.	0.	-808.	9885.	5487.
31.00	9237.	0.	-822.	10059.	5583.
31.50	9400.	0.	-835.	10235.	5680.
32.00	9566.	0.	-848.	10414.	5779.
32.50	9734.	0.	-861.	10596.	5879.
33.00	9905.	0.	-875.	10780.	5981.
33.50	10079.	0.	-888.	10967.	6083.

GENERAL CONTRACTOR



ALTA SORVEGLIANZA



VI19 - RELAZIONE GEOTECNICA.

Progetto	Lotto	Codifica Documento	Rev.	Foglio
IN17	11	EI2 RB VI 19 0 0 001	A	21 di 41

34.00	10255.	0.	-901.	11156.	6187.
34.50	10434.	0.	-914.	11349.	6293.
35.00	10616.	0.	-928.	11543.	6400.
35.50	10800.	0.	-941.	11741.	6508.
36.00	10987.	0.	-954.	11941.	6618.
36.50	11176.	0.	-968.	12144.	6728.
37.00	11368.	0.	-981.	12349.	6841.
37.50	11563.	0.	-994.	12557.	6954.
38.00	11761.	0.	-1007.	12768.	7070.
38.50	11961.	0.	-1021.	12981.	7186.
39.00	12164.	0.	-1034.	13197.	7304.
39.50	12369.	0.	-1047.	13416.	7423.
40.00	12577.	0.	-1060.	13637.	7543.

-----  
Lp = Lunghezza utile del palo  
Ql1 = Portata laterale limite  
Qb1 = Portata di base limite  
Wp = Peso efficace del palo  
Qu = Portata totale limite  
Qd = Portata di progetto =  $Ql1/FS,1 + Qb1/FS,b - Wp$

VI19 - RELAZIONE GEOTECNICA.	Progetto IN17	Lotto 11	Codifica Documento EI2 RB VI 19 0 0 001	Rev. A	Foglio 22 di 41
------------------------------	------------------	-------------	--	-----------	--------------------

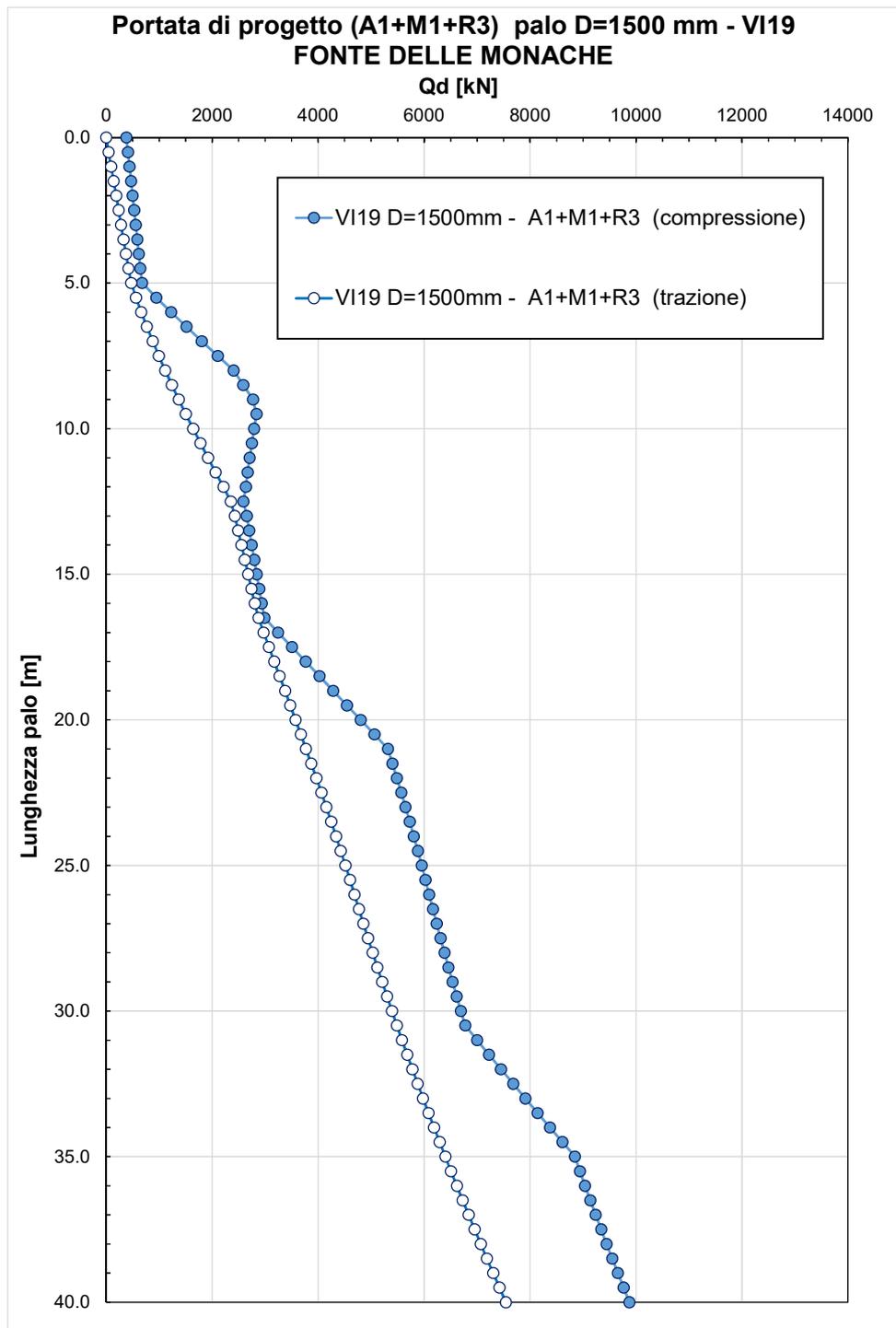


Figura 3 – Portata di progetto palo

<b>GENERAL CONTRACTOR</b>  		<b>ALTA SORVEGLIANZA</b>  			
<b>VI19 - RELAZIONE GEOTECNICA.</b>	<b>Progetto</b> IN17	<b>Lotto</b> 11	<b>Codifica Documento</b> EI2 RB VI 19 0 0 001	<b>Rev.</b> A	<b>Foglio</b> 23 di 41

## APPENDICE A. ANALISI CAPACITÀ PORTANTE PALO. TABULATI DI CALCOLO PAL

### a) VI19 – Palo D=1500 mm – A1+M1+R3 compressione

\*\*\* P A L \*\*\*  
 Programma per l'analisi della capacità portante  
 assiale di un palo di fondazione  
  
 (C) G.Guiducci - Studio SINTESI (RN - Italy)  
 ottobre 2006

pag./ 2

LINEA AV/AC VERONA PADOVA VI19 FONTE DELLE MONACHE  
 Capacità portante palo D=1500 mm-SLU A1+M1+R3

Quota testa palo da p.c. = .00 m  
 Quota falda da p.c. = .00 m  
 Peso di volume del palo = 8.10 kN/m<sup>3</sup>  
 Fattore di sicurezza portata laterale = 1.78 (FS,l)  
 Fattore di sicurezza portata di base = 2.09 (FS,b)

Elemento cilindrico, Diametro fusto = 1500. mm

Criterio per la determinazione della portata di base in uno strato "i"  
 quando la  $Q_{b,i}$  ad esso attribuibile è superiore a quella degli  
 strati adiacenti:

La base del palo deve essere situata almeno:  $3.0 * 1.500 = 4.50$  m  
 entro lo strato se quello sovrastante è più debole

La base del palo deve essere situata almeno:  $3.0 * 1.500 = 4.50$  m  
 sopra lo strato sottostante se esso è più debole

La variazione di  $Q_b$  viene assunta lineare dal passaggio di strato



<b>GENERAL CONTRACTOR</b> 	<b>ALTA SORVEGLIANZA</b> 				
<b>VI19 - RELAZIONE GEOTECNICA.</b>	<b>Progetto</b> IN17	<b>Lotto</b> 11	<b>Codifica Documento</b> EI2 RB VI 19 0 0 001	<b>Rev.</b> A	<b>Foglio</b> 25 di 41

pag./ 4

LINEA AV/AC VERONA PADOVA VI19 FONTE DELLE MONACHE  
 Capacita' portante palo D=1500 mm-SLU A1+M1+R3

DEFINIZIONE PARAMETRI E CRITERI DI CALCOLO PER GLI STRATI DI TERRENO

Strato 4 "S" (Incoerente) da 16.50 a 30.50 m

Gn = 19.0 kN/m3                      Ge = 9.0 kN/m3

Tau = beta \* S'v < 120.0 kPa  
 beta = 1.50 - .245 Z^ .50  
 Z = profondita da piano campagna  
 Tau > .25 \* S'v  
 Tau < 1.20 \* S'v

Qb variabile lin. da 2500. a 2500. kPa

Strato 5 "G" (Incoerente) da 30.50 a 40.00 m

Gn = 19.0 kN/m3                      Ge = 9.0 kN/m3

Tau = beta \* S'v < 150.0 kPa  
 beta = 2.00 - .147 Z^ .75  
 Z = profondita da piano campagna  
 Tau > .25 \* S'v  
 Tau < 1.80 \* S'v

Qb variabile lin. da 4000. a 4000. kPa

pag./ 5

LINEA AV/AC VERONA PADOVA VI19 FONTE DELLE MONACHE  
 Capacita' portante palo D=1500 mm-SLU A1+M1+R3

MOLTIPLICATORI per i parametri di calcolo

strato	Molt. Tau	Molt. Qb	Molt. Cu
1 "LA"	1.00	1.00	1.00
2 "G"	1.00	1.00	-
3 "LA"	1.00	1.00	1.00
4 "S"	1.00	1.00	-
5 "G"	1.00	1.00	-

NOTA: i moltiplicatori non influenzano le limitazioni superiori o inferiori dei parametri

Per terreni coesivi: Criterio Tau = alfa \* Cu

Cu	alfa
kPa	-
.0	.55
150.0	.55
250.0	.45
400.0	.45

<b>GENERAL CONTRACTOR</b>  	<b>ALTA SORVEGLIANZA</b>  				
<b>VI19 - RELAZIONE GEOTECNICA.</b>	<b>Progetto</b> IN17	<b>Lotto</b> 11	<b>Codifica Documento</b> EI2 RB VI 19 0 0 001	<b>Rev.</b> A	<b>Foglio</b> 26 di 41

pag./ 6

LINEA AV/AC VERONA PADOVA VI19 FONTE DELLE MONACHE  
 Capacita' portante palo D=1500 mm-SLU A1+M1+R3

STAMPA parametri per valutazione capacita' portante

zz	S'v	Sv	Cu	Tau/S'v	Tau	qb
m	kPa	kPa	kPa	-	kPa	kPa
.00	.0	.0	50.0	*****	27.5	450.
.50	4.3	9.3	50.0	6.47	27.5	450.
1.00	8.5	18.5	50.0	3.24	27.5	450.
1.50	12.8	27.8	50.0	2.16	27.5	450.
2.00	17.0	37.0	50.0	1.62	27.5	450.
2.50	21.3	46.3	50.0	1.29	27.5	450.
3.00	25.5	55.5	50.0	1.08	27.5	450.
3.50	29.8	64.8	50.0	.92	27.5	450.
4.00	34.0	74.0	50.0	.81	27.5	450.
4.50	38.3	83.3	50.0	.72	27.5	450.
5.00	42.5	92.5	50.0	1.08	45.8	450.
5.50	47.0	102.0	--	1.47	69.2	678.
6.00	51.5	111.5	--	1.44	74.0	906.
6.50	56.0	121.0	--	1.40	78.5	1133.
7.00	60.5	130.5	--	1.37	82.7	1361.
7.50	65.0	140.0	--	1.33	86.7	1589.
8.00	69.5	149.5	--	1.30	90.4	1817.
8.50	74.0	159.0	--	1.27	93.8	1893.
9.00	78.5	168.5	--	1.24	97.0	1969.
9.50	83.0	178.0	--	1.20	100.0	1904.
10.00	87.5	187.5	--	1.17	102.7	1699.
10.50	92.0	197.0	--	1.14	105.1	1494.
11.00	96.5	206.5	--	1.11	107.3	1290.
11.50	101.0	216.0	--	1.08	109.3	1085.
12.00	105.5	225.5	--	1.05	111.0	880.
12.50	110.0	235.0	--	.70	76.9	675.
13.00	114.3	244.3	75.0	.36	41.3	675.
13.50	118.5	253.5	75.0	.35	41.3	675.
14.00	122.8	262.8	75.0	.34	41.3	675.
14.50	127.0	272.0	75.0	.32	41.3	675.

<b>GENERAL CONTRACTOR</b>  	<b>ALTA SORVEGLIANZA</b>  				
<b>VI19 - RELAZIONE GEOTECNICA.</b>	<b>Progetto</b> IN17	<b>Lotto</b> 11	<b>Codifica Documento</b> EI2 RB VI 19 0 0 001	<b>Rev.</b> A	<b>Foglio</b> 27 di 41

pag. / 7

LINEA AV/AC VERONA PADOVA VI19 FONTE DELLE MONACHE  
 Capacita' portante palo D=1500 mm-SLU A1+M1+R3

STAMPA parametri per valutazione capacita' portante

zz m	S'v kPa	Sv kPa	Cu kPa	Tau/S'v -	Tau kPa	qb kPa
15.00	131.3	281.3	75.0	.31	41.3	675.
15.50	135.5	290.5	75.0	.30	41.3	675.
16.00	139.8	299.8	75.0	.30	41.3	675.
16.50	144.0	309.0	75.0	.40	57.0	675.
17.00	148.5	318.5	--	.49	72.7	878.
17.50	153.0	328.0	--	.48	72.7	1081.
18.00	157.5	337.5	--	.46	72.5	1283.
18.50	162.0	347.0	--	.45	72.3	1486.
19.00	166.5	356.5	--	.43	71.9	1689.
19.50	171.0	366.0	--	.42	71.5	1892.
20.00	175.5	375.5	--	.40	71.0	2094.
20.50	180.0	385.0	--	.39	70.3	2297.
21.00	184.5	394.5	--	.38	69.6	2500.
21.50	189.0	404.0	--	.36	68.8	2500.
22.00	193.5	413.5	--	.35	67.9	2500.
22.50	198.0	423.0	--	.34	66.9	2500.
23.00	202.5	432.5	--	.33	65.8	2500.
23.50	207.0	442.0	--	.31	64.6	2500.
24.00	211.5	451.5	--	.30	63.4	2500.
24.50	216.0	461.0	--	.29	62.1	2500.
25.00	220.5	470.5	--	.27	60.6	2500.
25.50	225.0	480.0	--	.26	59.1	2500.
26.00	229.5	489.5	--	.25	57.5	2500.
26.50	234.0	499.0	--	.25	58.5	2500.
27.00	238.5	508.5	--	.25	59.6	2500.
27.50	243.0	518.0	--	.25	60.8	2500.
28.00	247.5	527.5	--	.25	61.9	2500.
28.50	252.0	537.0	--	.25	63.0	2500.
29.00	256.5	546.5	--	.25	64.1	2500.
29.50	261.0	556.0	--	.25	65.3	2500.
30.00	265.5	565.5	--	.25	66.4	2500.
30.50	270.0	575.0	--	.25	67.5	2500.
31.00	274.5	584.5	--	.25	68.6	2667.
31.50	279.0	594.0	--	.25	69.8	2833.
32.00	283.5	603.5	--	.25	70.9	3000.
32.50	288.0	613.0	--	.25	72.0	3167.
33.00	292.5	622.5	--	.25	73.1	3333.
33.50	297.0	632.0	--	.25	74.3	3500.
34.00	301.5	641.5	--	.25	75.4	3667.
34.50	306.0	651.0	--	.25	76.5	3833.
35.00	310.5	660.5	--	.25	77.6	4000.
35.50	315.0	670.0	--	.25	78.8	4000.
36.00	319.5	679.5	--	.25	79.9	4000.
36.50	324.0	689.0	--	.25	81.0	4000.
37.00	328.5	698.5	--	.25	82.1	4000.
37.50	333.0	708.0	--	.25	83.3	4000.
38.00	337.5	717.5	--	.25	84.4	4000.
38.50	342.0	727.0	--	.25	85.5	4000.
39.00	346.5	736.5	--	.25	86.6	4000.
39.50	351.0	746.0	--	.25	87.8	4000.
40.00	355.5	755.5	--	.25	88.9	4000.

zz = Profondita' da piano campagna  
 S'v = Tensione verticale efficace  
 Sv = Tensione verticale totale  
 Cu = Coesione non drenata  
 Tau = Tensione di adesione laterale limite  
 qb = Portata di base limite unitaria

<b>GENERAL CONTRACTOR</b>  	<b>ALTA SORVEGLIANZA</b>  				
<b>VI19 - RELAZIONE GEOTECNICA.</b>	<b>Progetto</b> IN17	<b>Lotto</b> 11	<b>Codifica Documento</b> EI2 RB VI 19 0 0 001	<b>Rev.</b> A	<b>Foglio</b> 28 di 41

pag./ 9

LINEA AV/AC VERONA PADOVA VI19 FONTE DELLE MONACHE  
 Capacita' portante palo D=1500 mm-SLU A1+M1+R3

STAMPA capacita' portante e relativi contributi

Lp m	Q11 kN	Qb1 kN	Wp kN	Qu kN	Qd kN
.00	0.	795.	0.	795.	380.
.50	65.	795.	7.	853.	410.
1.00	130.	795.	14.	910.	439.
1.50	194.	795.	21.	968.	468.
2.00	259.	795.	29.	1026.	497.
2.50	324.	795.	36.	1083.	527.
3.00	389.	795.	43.	1141.	556.
3.50	454.	795.	50.	1199.	585.
4.00	518.	795.	57.	1256.	614.
4.50	583.	795.	64.	1314.	644.
5.00	659.	795.	72.	1382.	679.
5.50	805.	1198.	79.	1924.	947.
6.00	974.	1600.	86.	2488.	1227.
6.50	1153.	2003.	93.	3063.	1513.
7.00	1343.	2405.	100.	3648.	1805.
7.50	1543.	2808.	107.	4243.	2103.
8.00	1752.	3210.	115.	4847.	2406.
8.50	1969.	3344.	122.	5192.	2585.
9.00	2194.	3479.	129.	5544.	2768.
9.50	2426.	3365.	136.	5655.	2837.
10.00	2665.	3003.	143.	5524.	2791.
10.50	2909.	2641.	150.	5400.	2748.
11.00	3160.	2279.	157.	5281.	2708.
11.50	3415.	1917.	165.	5167.	2671.
12.00	3675.	1555.	172.	5058.	2636.
12.50	3917.	1193.	179.	4931.	2592.
13.00	4035.	1193.	186.	5042.	2652.
13.50	4132.	1193.	193.	5132.	2699.
14.00	4229.	1193.	200.	5222.	2746.
14.50	4327.	1193.	208.	5312.	2794.
15.00	4424.	1193.	215.	5402.	2841.
15.50	4521.	1193.	222.	5492.	2889.
16.00	4618.	1193.	229.	5582.	2936.
16.50	4725.	1193.	236.	5681.	2989.
17.00	4887.	1551.	243.	6195.	3244.
17.50	5058.	1909.	250.	6717.	3505.
18.00	5229.	2268.	258.	7239.	3765.
18.50	5400.	2626.	265.	7761.	4025.
19.00	5570.	2985.	272.	8282.	4285.
19.50	5739.	3343.	279.	8803.	4544.
20.00	5907.	3701.	286.	9322.	4803.
20.50	6073.	4060.	293.	9839.	5061.
21.00	6238.	4418.	301.	10355.	5318.
21.50	6401.	4418.	308.	10511.	5402.
22.00	6562.	4418.	315.	10665.	5485.
22.50	6721.	4418.	322.	10817.	5568.
23.00	6877.	4418.	329.	10966.	5648.
23.50	7031.	4418.	336.	11112.	5727.
24.00	7182.	4418.	344.	11256.	5805.
24.50	7330.	4418.	351.	11397.	5881.
25.00	7474.	4418.	358.	11534.	5955.
25.50	7615.	4418.	365.	11668.	6027.
26.00	7753.	4418.	372.	11798.	6097.
26.50	7889.	4418.	379.	11928.	6167.
27.00	8029.	4418.	386.	12060.	6238.
27.50	8170.	4418.	394.	12195.	6310.
28.00	8315.	4418.	401.	12332.	6384.
28.50	8462.	4418.	408.	12472.	6460.
29.00	8612.	4418.	415.	12614.	6537.
29.50	8764.	4418.	422.	12760.	6615.
30.00	8919.	4418.	429.	12908.	6695.
30.50	9077.	4418.	437.	13058.	6777.
31.00	9237.	4712.	444.	13506.	7000.
31.50	9400.	5007.	451.	13956.	7226.
32.00	9566.	5301.	458.	14409.	7453.

<b>GENERAL CONTRACTOR</b>  		<b>ALTA SORVEGLIANZA</b>  			
<b>VI19 - RELAZIONE GEOTECNICA.</b>	<b>Progetto</b> IN17	<b>Lotto</b> 11	<b>Codifica Documento</b> EI2 RB VI 19 0 0 001	<b>Rev.</b> A	<b>Foglio</b> 29 di 41

32.50	9734.	5596.	465.	14865.	7681.
33.00	9905.	5890.	472.	15323.	7911.
33.50	10079.	6185.	480.	15784.	8142.
34.00	10255.	6480.	487.	16248.	8375.
34.50	10434.	6774.	494.	16714.	8609.
35.00	10616.	7069.	501.	17183.	8845.
35.50	10800.	7069.	508.	17360.	8941.
36.00	10987.	7069.	515.	17540.	9039.
36.50	11176.	7069.	522.	17722.	9138.
37.00	11368.	7069.	530.	17907.	9239.
37.50	11563.	7069.	537.	18095.	9342.
38.00	11761.	7069.	544.	18285.	9445.
38.50	11961.	7069.	551.	18478.	9551.
39.00	12164.	7069.	558.	18674.	9657.
39.50	12369.	7069.	565.	18872.	9766.
40.00	12577.	7069.	573.	19073.	9875.

Lp = Lunghezza utile del palo  
Ql1 = Portata laterale limite  
Qb1 = Portata di base limite  
Wp = Peso efficace del palo  
Qu = Portata totale limite  
Qd = Portata di progetto =  $Ql1/FS,1 + Qb1/FS,b - Wp$

<b>GENERAL CONTRACTOR</b>  		<b>ALTA SORVEGLIANZA</b>  			
<b>VI19 - RELAZIONE GEOTECNICA.</b>	<b>Progetto</b> IN17	<b>Lotto</b> 11	<b>Codifica Documento</b> EI2 RB VI 19 0 0 001	<b>Rev.</b> A	<b>Foglio</b> 30 di 41

## b) VI19 – Palo D=1500 mm – A1+M1+R3 trazione

\*\*\* P A L \*\*\*  
Programma per l'analisi della capacita' portante  
assiale di un palo di fondazione

(C) G.Guiducci - Studio SINTESI (RN - Italy)  
ottobre 2006

pag./ 2

LINEA AV/AC VERONA PADOVA VI19 FONTE DELLE MONACHE  
Capacita' portante palo D=1500 mm-SLU A1+M1+R3 trazione

Quota testa palo da p.c. = .00 m  
Quota falda da p.c. = .00 m  
Peso di volume del palo = -15.00 kN/m3  
Fattore di sicurezza portata laterale = 1.94 (FS,l)  
Fattore di sicurezza portata di base = 1.00 (FS,b)

Elemento cilindrico, Diametro fusto = 1500. mm

Criterio per la determinazione della portata di base in uno strato "i"  
quando la  $Q_{b,i}$  ad esso attribuibile e' superiore a quella degli  
strati adiacenti:

La base del palo deve essere situata almeno:  $3.0 * 1.500 = 4.50$  m  
entro lo strato se quello sovrastante e' piu' debole

La base del palo deve essere situata almeno:  $3.0 * 1.500 = 4.50$  m  
sopra lo strato sottostante se esso e' piu' debole

La variazione di  $Q_b$  viene assunta lineare dal passaggio di strato



<b>GENERAL CONTRACTOR</b>  		<b>ALTA SORVEGLIANZA</b>  			
<b>VI19 - RELAZIONE GEOTECNICA.</b>	<b>Progetto</b> IN17	<b>Lotto</b> 11	<b>Codifica Documento</b> EI2 RB VI 19 0 0 001	<b>Rev.</b> A	<b>Foglio</b> 32 di 41

pag./ 4

LINEA AV/AC VERONA PADOVA VI19 FONTE DELLE MONACHE  
 Capacita' portante palo D=1500 mm-SLU A1+M1+R3 trazione

DEFINIZIONE PARAMETRI E CRITERI DI CALCOLO PER GLI STRATI DI TERRENO

Strato 4 "S" (Incoerente) da 16.50 a 30.50 m

Gn = 19.0 kN/m3                      Ge = 9.0 kN/m3

Tau = beta \* S'v < 120.0 kPa  
 beta = 1.50 - .245 Z^ .50  
 Z = profondita da piano campagna  
 Tau > .25 \* S'v  
 Tau < 1.20 \* S'v

Qb variabile lin. da 0. a 0. kPa

Strato 5 "G" (Incoerente) da 30.50 a 40.00 m

Gn = 19.0 kN/m3                      Ge = 9.0 kN/m3

Tau = beta \* S'v < 150.0 kPa  
 beta = 2.00 - .147 Z^ .75  
 Z = profondita da piano campagna  
 Tau > .25 \* S'v  
 Tau < 1.80 \* S'v

Qb variabile lin. da 0. a 0. kPa

pag./ 5

LINEA AV/AC VERONA PADOVA VI19 FONTE DELLE MONACHE  
 Capacita' portante palo D=1500 mm-SLU A1+M1+R3 trazione

MOLTIPLICATORI per i parametri di calcolo

strato	Molt. Tau	Molt. Qb	Molt. Cu
1 "LA"	1.00	1.00	1.00
2 "G"	1.00	1.00	-
3 "LA"	1.00	1.00	1.00
4 "S"	1.00	1.00	-
5 "G"	1.00	1.00	-

NOTA: i moltiplicatori non influenzano le limitazioni superiori o inferiori dei parametri

Per terreni coesivi: Criterio Tau = alfa \* Cu

Cu	alfa
kPa	-
.0	.55
150.0	.55
250.0	.45
400.0	.45

<b>GENERAL CONTRACTOR</b>  	<b>ALTA SORVEGLIANZA</b>  				
<b>VI19 - RELAZIONE GEOTECNICA.</b>	<b>Progetto</b> IN17	<b>Lotto</b> 11	<b>Codifica Documento</b> EI2 RB VI 19 0 0 001	<b>Rev.</b> A	<b>Foglio</b> 33 di 41

pag. / 6

LINEA AV/AC VERONA PADOVA VI19 FONTE DELLE MONACHE  
 Capacita' portante palo D=1500 mm-SLU A1+M1+R3 trazione

STAMPA parametri per valutazione capacita' portante

zz	S'v	Sv	Cu	Tau/S'v	Tau	qb
m	kPa	kPa	kPa	-	kPa	kPa
.00	.0	.0	50.0	*****	27.5	0.
.50	4.3	9.3	50.0	6.47	27.5	0.
1.00	8.5	18.5	50.0	3.24	27.5	0.
1.50	12.8	27.8	50.0	2.16	27.5	0.
2.00	17.0	37.0	50.0	1.62	27.5	0.
2.50	21.3	46.3	50.0	1.29	27.5	0.
3.00	25.5	55.5	50.0	1.08	27.5	0.
3.50	29.8	64.8	50.0	.92	27.5	0.
4.00	34.0	74.0	50.0	.81	27.5	0.
4.50	38.3	83.3	50.0	.72	27.5	0.
5.00	42.5	92.5	50.0	1.08	45.8	0.
5.50	47.0	102.0	--	1.47	69.2	0.
6.00	51.5	111.5	--	1.44	74.0	0.
6.50	56.0	121.0	--	1.40	78.5	0.
7.00	60.5	130.5	--	1.37	82.7	0.
7.50	65.0	140.0	--	1.33	86.7	0.
8.00	69.5	149.5	--	1.30	90.4	0.
8.50	74.0	159.0	--	1.27	93.8	0.
9.00	78.5	168.5	--	1.24	97.0	0.
9.50	83.0	178.0	--	1.20	100.0	0.
10.00	87.5	187.5	--	1.17	102.7	0.
10.50	92.0	197.0	--	1.14	105.1	0.
11.00	96.5	206.5	--	1.11	107.3	0.
11.50	101.0	216.0	--	1.08	109.3	0.
12.00	105.5	225.5	--	1.05	111.0	0.
12.50	110.0	235.0	--	.70	76.9	0.
13.00	114.3	244.3	75.0	.36	41.3	0.
13.50	118.5	253.5	75.0	.35	41.3	0.
14.00	122.8	262.8	75.0	.34	41.3	0.
14.50	127.0	272.0	75.0	.32	41.3	0.

<b>GENERAL CONTRACTOR</b>  	<b>ALTA SORVEGLIANZA</b>  				
<b>VI19 - RELAZIONE GEOTECNICA.</b>	<b>Progetto</b> IN17	<b>Lotto</b> 11	<b>Codifica Documento</b> EI2 RB VI 19 0 0 001	<b>Rev.</b> A	<b>Foglio</b> 34 di 41

pag. / 7

LINEA AV/AC VERONA PADOVA VI19 FONTE DELLE MONACHE  
 Capacita' portante palo D=1500 mm-SLU A1+M1+R3 trazione

STAMPA parametri per valutazione capacita' portante

zz m	S'v kPa	Sv kPa	Cu kPa	Tau/S'v -	Tau kPa	qb kPa
15.00	131.3	281.3	75.0	.31	41.3	0.
15.50	135.5	290.5	75.0	.30	41.3	0.
16.00	139.8	299.8	75.0	.30	41.3	0.
16.50	144.0	309.0	75.0	.40	57.0	0.
17.00	148.5	318.5	--	.49	72.7	0.
17.50	153.0	328.0	--	.48	72.7	0.
18.00	157.5	337.5	--	.46	72.5	0.
18.50	162.0	347.0	--	.45	72.3	0.
19.00	166.5	356.5	--	.43	71.9	0.
19.50	171.0	366.0	--	.42	71.5	0.
20.00	175.5	375.5	--	.40	71.0	0.
20.50	180.0	385.0	--	.39	70.3	0.
21.00	184.5	394.5	--	.38	69.6	0.
21.50	189.0	404.0	--	.36	68.8	0.
22.00	193.5	413.5	--	.35	67.9	0.
22.50	198.0	423.0	--	.34	66.9	0.
23.00	202.5	432.5	--	.33	65.8	0.
23.50	207.0	442.0	--	.31	64.6	0.
24.00	211.5	451.5	--	.30	63.4	0.
24.50	216.0	461.0	--	.29	62.1	0.
25.00	220.5	470.5	--	.27	60.6	0.
25.50	225.0	480.0	--	.26	59.1	0.
26.00	229.5	489.5	--	.25	57.5	0.
26.50	234.0	499.0	--	.25	58.5	0.
27.00	238.5	508.5	--	.25	59.6	0.
27.50	243.0	518.0	--	.25	60.8	0.
28.00	247.5	527.5	--	.25	61.9	0.
28.50	252.0	537.0	--	.25	63.0	0.
29.00	256.5	546.5	--	.25	64.1	0.
29.50	261.0	556.0	--	.25	65.3	0.

<b>GENERAL CONTRACTOR</b>  	<b>ALTA SORVEGLIANZA</b>  				
<b>VI19 - RELAZIONE GEOTECNICA.</b>	<b>Progetto</b> IN17	<b>Lotto</b> 11	<b>Codifica Documento</b> EI2 RB VI 19 0 0 001	<b>Rev.</b> A	<b>Foglio</b> 35 di 41

pag./ 8

LINEA AV/AC VERONA PADOVA VI19 FONTE DELLE MONACHE  
 Capacita' portante palo D=1500 mm-SLU A1+M1+R3 trazione

STAMPA parametri per valutazione capacita' portante

zz m	S'v kPa	Sv kPa	Cu kPa	Tau/S'v -	Tau kPa	qb kPa
30.00	265.5	565.5	--	.25	66.4	0.
30.50	270.0	575.0	--	.25	67.5	0.
31.00	274.5	584.5	--	.25	68.6	0.
31.50	279.0	594.0	--	.25	69.8	0.
32.00	283.5	603.5	--	.25	70.9	0.
32.50	288.0	613.0	--	.25	72.0	0.
33.00	292.5	622.5	--	.25	73.1	0.
33.50	297.0	632.0	--	.25	74.3	0.
34.00	301.5	641.5	--	.25	75.4	0.
34.50	306.0	651.0	--	.25	76.5	0.
35.00	310.5	660.5	--	.25	77.6	0.
35.50	315.0	670.0	--	.25	78.8	0.
36.00	319.5	679.5	--	.25	79.9	0.
36.50	324.0	689.0	--	.25	81.0	0.
37.00	328.5	698.5	--	.25	82.1	0.
37.50	333.0	708.0	--	.25	83.3	0.
38.00	337.5	717.5	--	.25	84.4	0.
38.50	342.0	727.0	--	.25	85.5	0.
39.00	346.5	736.5	--	.25	86.6	0.
39.50	351.0	746.0	--	.25	87.8	0.
40.00	355.5	755.5	--	.25	88.9	0.

zz = Profondita' da piano campagna  
 S'v = Tensione verticale efficace  
 Sv = Tensione verticale totale  
 Cu = Coesione non drenata  
 Tau = Tensione di adesione laterale limite  
 qb = Portata di base limite unitaria

<b>GENERAL CONTRACTOR</b>  	<b>ALTA SORVEGLIANZA</b>  				
<b>VI19 - RELAZIONE GEOTECNICA.</b>	<b>Progetto</b> IN17	<b>Lotto</b> 11	<b>Codifica Documento</b> EI2 RB VI 19 0 0 001	<b>Rev.</b> A	<b>Foglio</b> 36 di 41

pag./ 9

LINEA AV/AC VERONA PADOVA VI19 FONTE DELLE MONACHE  
 Capacita' portante palo D=1500 mm-SLU A1+M1+R3 trazione

STAMPA capacita' portante e relativi contributi

Lp m	Q11 kN	Qb1 kN	Wp kN	Qu kN	Qd kN
.00	0.	0.	0.	0.	0.
.50	65.	0.	-13.	78.	47.
1.00	130.	0.	-27.	156.	93.
1.50	194.	0.	-40.	234.	140.
2.00	259.	0.	-53.	312.	187.
2.50	324.	0.	-66.	390.	233.
3.00	389.	0.	-80.	468.	280.
3.50	454.	0.	-93.	546.	327.
4.00	518.	0.	-106.	624.	373.
4.50	583.	0.	-119.	702.	420.
5.00	659.	0.	-133.	791.	472.
5.50	805.	0.	-146.	951.	561.
6.00	974.	0.	-159.	1133.	661.
6.50	1153.	0.	-172.	1326.	767.
7.00	1343.	0.	-186.	1529.	878.
7.50	1543.	0.	-199.	1742.	994.
8.00	1752.	0.	-212.	1964.	1115.
8.50	1969.	0.	-225.	2194.	1240.
9.00	2194.	0.	-239.	2432.	1369.
9.50	2426.	0.	-252.	2678.	1502.
10.00	2665.	0.	-265.	2930.	1639.
10.50	2909.	0.	-278.	3188.	1778.
11.00	3160.	0.	-292.	3451.	1920.
11.50	3415.	0.	-305.	3720.	2065.
12.00	3675.	0.	-318.	3993.	2212.
12.50	3917.	0.	-331.	4248.	2350.
13.00	4035.	0.	-345.	4380.	2425.
13.50	4132.	0.	-358.	4490.	2488.
14.00	4229.	0.	-371.	4601.	2551.
14.50	4327.	0.	-384.	4711.	2615.
15.00	4424.	0.	-398.	4821.	2678.
15.50	4521.	0.	-411.	4932.	2741.
16.00	4618.	0.	-424.	5042.	2805.
16.50	4725.	0.	-437.	5162.	2873.
17.00	4887.	0.	-451.	5337.	2970.
17.50	5058.	0.	-464.	5522.	3071.
18.00	5229.	0.	-477.	5706.	3173.
18.50	5400.	0.	-490.	5890.	3274.
19.00	5570.	0.	-504.	6073.	3375.
19.50	5739.	0.	-517.	6256.	3475.
20.00	5907.	0.	-530.	6437.	3575.
20.50	6073.	0.	-543.	6616.	3674.
21.00	6238.	0.	-557.	6795.	3772.
21.50	6401.	0.	-570.	6971.	3869.
22.00	6562.	0.	-583.	7145.	3966.
22.50	6721.	0.	-596.	7317.	4061.
23.00	6877.	0.	-610.	7487.	4155.
23.50	7031.	0.	-623.	7654.	4247.
24.00	7182.	0.	-636.	7818.	4338.
24.50	7330.	0.	-649.	7979.	4428.
25.00	7474.	0.	-663.	8137.	4515.
25.50	7615.	0.	-676.	8291.	4601.
26.00	7753.	0.	-689.	8442.	4685.
26.50	7889.	0.	-702.	8592.	4769.
27.00	8029.	0.	-716.	8744.	4854.
27.50	8170.	0.	-729.	8899.	4940.
28.00	8315.	0.	-742.	9057.	5028.
28.50	8462.	0.	-755.	9217.	5117.
29.00	8612.	0.	-769.	9380.	5208.
29.50	8764.	0.	-782.	9546.	5300.

pag./ 11

<b>GENERAL CONTRACTOR</b>  	<b>ALTA SORVEGLIANZA</b>  				
<b>VI19 - RELAZIONE GEOTECNICA.</b>	<b>Progetto</b> IN17	<b>Lotto</b> 11	<b>Codifica Documento</b> EI2 RB VI 19 0 0 001	<b>Rev.</b> A	<b>Foglio</b> 37 di 41

LINEA AV/AC VERONA PADOVA VI19 FONTE DELLE MONACHE  
 Capacita' portante palo D=1500 mm-SLU A1+M1+R3 trazione

STAMPA capacita' portante e relativi contributi

Lp m	Ql1 kN	Qb1 kN	Wp kN	Qu kN	Qd kN
30.00	8919.	0.	-795.	9714.	5393.
30.50	9077.	0.	-808.	9885.	5487.
31.00	9237.	0.	-822.	10059.	5583.
31.50	9400.	0.	-835.	10235.	5680.
32.00	9566.	0.	-848.	10414.	5779.
32.50	9734.	0.	-861.	10596.	5879.
33.00	9905.	0.	-875.	10780.	5981.
33.50	10079.	0.	-888.	10967.	6083.
34.00	10255.	0.	-901.	11156.	6187.
34.50	10434.	0.	-914.	11349.	6293.
35.00	10616.	0.	-928.	11543.	6400.
35.50	10800.	0.	-941.	11741.	6508.
36.00	10987.	0.	-954.	11941.	6618.
36.50	11176.	0.	-968.	12144.	6728.
37.00	11368.	0.	-981.	12349.	6841.
37.50	11563.	0.	-994.	12557.	6954.
38.00	11761.	0.	-1007.	12768.	7070.
38.50	11961.	0.	-1021.	12981.	7186.
39.00	12164.	0.	-1034.	13197.	7304.
39.50	12369.	0.	-1047.	13416.	7423.
40.00	12577.	0.	-1060.	13637.	7543.

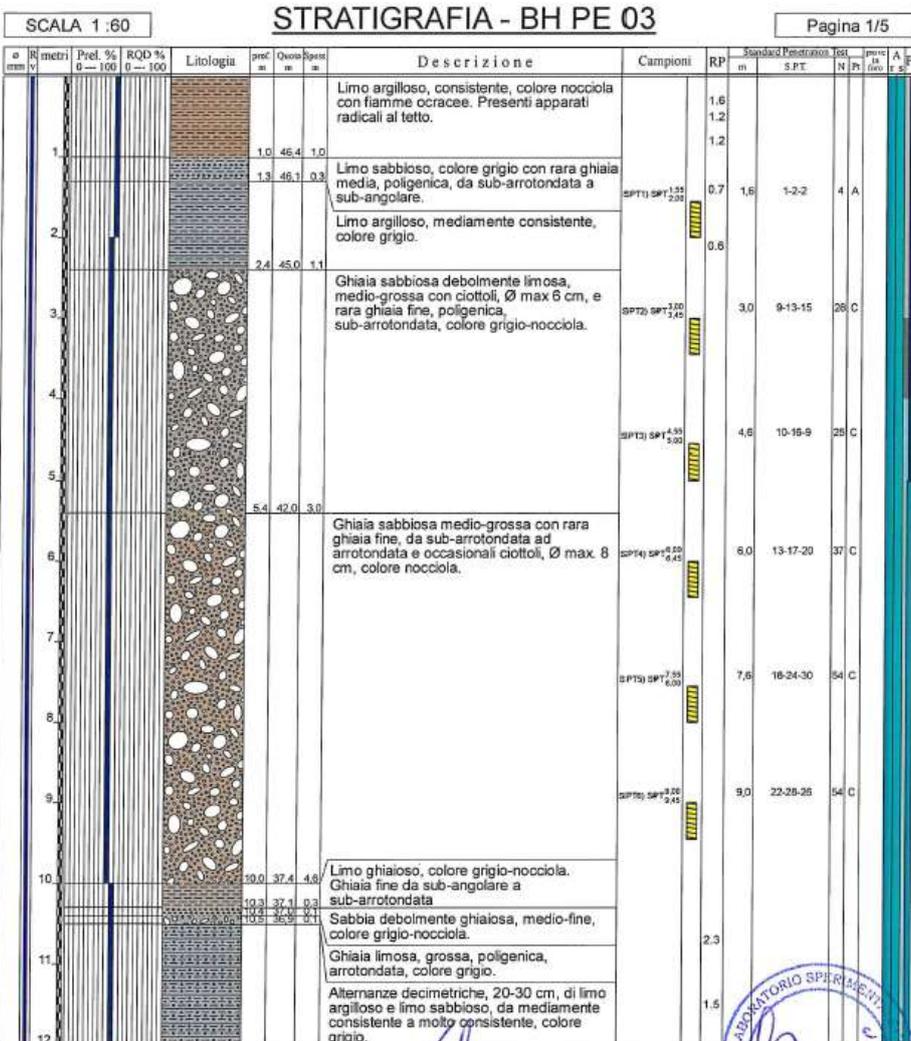
Lp = Lunghezza utile del palo  
 Ql1 = Portata laterale limite  
 Qb1 = Portata di base limite  
 Wp = Peso efficace del palo  
 Qu = Portata totale limite  
 Qd = Portata di progetto =  $Ql1/FS,1 + Qb1/FS,b - Wp$

<b>GENERAL CONTRACTOR</b> 		<b>ALTA SORVEGLIANZA</b> 				
VI19 - RELAZIONE GEOTECNICA.		Progetto IN17	Lotto 11	Codifica Documento EI2 RB VI 19 0 0 001	Rev. A	Foglio 38 di 41

## APPENDICE B. CERTIFICATO STRATIGRAFICO SONDAGGIO


 Laboratorio Sperimentale  
 per prove geotecniche terra, rocce o prove in situ  
 Via Collemorelli, 3 - San Vittore del Lazio (FR)  
 e-mail: info@geoserving.it

Certificato n° V5845/21 BH PE 03 del 04/02/2021 Acceptance note n° V5845 del 29/10/2020	
Committente: IricAV Due	Sondaggio: BH PE 03
Riferimento: Integrazione AV/AC VR-VI	Data: 15/01/2021-18/01/2021
Coordinate: 45°26' 03.11" N - 11° 02' 22.78" E	Quota: 47,410 m s.l.m.
Perforazione: Carotaggio continuo, sonda: CMV1200, prog. km 1+320	



Il Geologo di Cantiere  
 dott. geol. Alessio Saccon

Il Responsabile della Commessa  
 dott. geol. Giuseppe Racitti



GENERAL CONTRACTOR 		ALTA SORVEGLIANZA  GRUPPO FERROVIE DELLO STATO ITALIANE				
VI19 - RELAZIONE GEOTECNICA.		Progetto IN17	Lotto 11	Codifica Documento E12 RB VI 19 0 0 001	Rev. A	Foglio 39 di 41

**GEOSERVING S.r.l.**  
 Laboratorio Sperimentale  
 per prove geotecniche lame, rocce e prove in situ  
 Via Colonnari, 3 - San Vittore del Lazio (FR)  
 e-mail: info@geoserving.it

Certificato n° V5845/21 BH PE 03 del 04/02/2021		Acceptance note n° V5845 del 29/10/2020	
Committente: IricAV Due		Sondaggio: BH PE 03	
Riferimento: Integrazione AV/AC VR-VI		Data: 15/01/2021-18/01/2021	
Coordinate: 45°26' 03,11" N - 11° 02' 22,78" E		Quota: 47,410 m s.l.m.	
Perforazione: Carotaggio continuo, sonda: CMV1200, prog. km 1+320			

SCALA 1:60		STRATIGRAFIA - BH PE 03				Pagina 2/5											
Prof. (m)	Prof. (%)	RQD (%)	Litologia	Prof. (m)	Quota (m)	Sp. (m)	Descrizione	Campioni	RP	Sp. (m)	Sp. (m)	Sp. (m)	Sp. (m)	Sp. (m)	Sp. (m)	Sp. (m)	Sp. (m)
13.0							Alternanze decimetriche, 20-30 cm, di limo argilloso e limo sabbioso, da mediamente consistente a molto consistente, colore grigio.	OT1 SP12,00 OT2 SP12,30									
14.0				14,3	33,1	3,8				0,9							
15.0							Sabbia debolmente limosa, medio-fine, moderatamente addensata, colore grigio; al tetto presenti rari livelli centimetrici, 2-3 cm, di limo con sabbia, colore grigio.	SP17) SP15,00 SP18) SP15,30		15,0	8-10-12	22	A				
16.0				15,6	31,8	1,3											
17.0				16,0	31,4	0,4											
18.0							Sabbia limosa, fine, colore grigio.										
19.0							Sabbia debolmente limosa, medio-fine, da moderatamente addensata ad addensata, colore grigio con rari livelli decimetrici, 20-30 cm, di sabbia limosa, fine, colore grigio.	SP18) SP18,00 SP19) SP18,30		18,0	11-13-10	23	A				
20.0																	
21.0																	
22.0																	
23.0																	
24.0																	

Il Geologo di Cantiere  
 dott. geol. Alessio Sabben

Il Responsabile della Commessa  
 dott. geol. Giuseppe Patti



Certificato n° V5845/21 BH PE 03 del 04/02/2021 Acceptance note n° V5845 del 29/10/2020

Committente: IricAV Due

Sondaggio: BH PE 03

Riferimento: Integrazione AV/AC VR-VI

Data: 15/01/2021-18/01/2021

Coordinate: 45°26' 03.11" N - 11° 02' 22.78" E

Quota: 47,410 m s.l.m.

Perforazione: Carotaggio continuo, sonda: CMV1200, prog. km 1+320

SCALA 1:60

### STRATIGRAFIA - BH PE 03

Pagina 3/5

q	R	Prel. %	RQD %	Litologia	prof	Quota	Spes	Descrizione	Campioni	RP	Standard Penetration Test	Test	prov	A	Pz
mm	metri	0-100	0-100		re	m	sa			m	S.P.T.	N	Pr	ti	rs
25								Sabbia debolmente limosa, medio-fine, da moderatamente addensata ad addensata, colore grigio con rari livelli decimetrici, 20-30 cm, di sabbia limosa, fine, colore grigio.	SPT10) 85, 84, 84, 45						
26					26,5	20,9	10,5								
27								Argilla limosa, da consistente a molto consistente, colore grigio scuro con frequenti elementi di ghiaia medio-fine, sub-arrotondata, al tetto.	C12) Snc 27,00, 27,50	1,9					
28										2,5					
29					26,4	19,0	1,9								
					28,6	18,8	0,2								
29					29,0	18,4	0,4								
					29,6	17,8	0,6								
30								Ghiaia sabbiosa, medio-fine, poligenica, sub-arrotondata, colore grigio.							
								Ghiaia limosa, medio-fine, poligenica, da sub-angolare a sub-arrotondata, colore grigio-nocciola.							
								Ghiaia medio-fine, poligenica, arrotondata con sabbia, colore grigio.	SPT11) 80, 80, 80, 45	30,0	18-26-29	55	C		
								Ghiaia limosa, eterometrica, sub-arrotondata, colore grigio-nocciola.							
31					30,7	16,7	1,1								
					30,0	16,5	0,2								
32								Limo sabbioso e ghiaioso, colore grigio-nocciola. Ghiaia medio-fine, poligenica, sub-arrotondata.							
								Ghiaia limosa debolmente sabbiosa, eterometrica, da sub-arrotondata ad arrotondata, colore grigio-nocciola.							
33									SPT12) 80, 80, 80, 45	33,0	21-29-38	67	C		
34															
35															
36					35,4	12,0	4,5								
								Ghiaia medio-fine con rara grossa, poligenica, arrotondata, con sabbia, colore nocciola.							

Il Geologo di Cantiere  
dott.geol. Alessio Saccon

Il Responsabile della Commessa  
dott.geol. Giuseppe Raciti



Certificato n° V5845/21 BH PE 03 del 04/02/2021 Acceptance note n° V5845 del 29/10/2020

Committente: IricAV Due

Sondaggio: BH PE 03

Riferimento: Integrazione AV/AC VR-VI

Data: 15/01/2021-18/01/2021

Coordinate: 45°26' 03.11" N - 11° 02' 22.78" E

Quota: 47,410 m s.l.m.

Perforazione: Carotaggio continuo, sonda: CMV1200, prog. km 1+320

SCALA 1:60

### STRATIGRAFIA - BH PE 03

Pagina 4/5

Profondità (m)	Profondità (cm)	Prel. % (0-100)	RQD % (0-100)	Litologia	prof. (m)	Quota (m)	Spec. (m)	Descrizione	Campioni	RP	Standard Penetration Test (SPT)	Test (N)	Prova in situ (m)	A	PZ
37.0	36.8			Ghiaia medio-fine con rara grossa, poligenica, arrotondata, con sabbia, colore nocciola.	10.6	14			SPT13) 02.00-02.45						
38.0				Ghiaia limosa debolmente sabbiosa, eterometrica, sub-arrotondata, colore grigio-nocciola; presenti rari ciottoli, Ø max. 9 cm.											
39.0	40.4			Sabbia media, colore grigio-nocciola.	7.0	3.6			SPT14) 02.00-02.45		39,0	20-35-33	69	C	
41.0															
42.0	41.7			Ghiaia eterometrica, poligenica, da sub-arrotondata ad arrotondata, colore grigio-nocciola con sabbia e ciottoli.	5.7	1.3			SPT15) 02.00-02.45		42,0	33-39-40	79	C	
43.0															
44.0															
45.0	46.6			Ghiaia medio-grossa, poligenica, arrotondata con sabbia, colore nocciola.	0.8	4.9			SPT16) 02.00-02.45		45,0	22-28-39	67	C	
46.0															
47.0	47.7			Ghiaia sabbiosa eterometrica, poligenica, arrotondata, colore grigio-nocciola; presenti ciottoli, Ø max. 9 cm.	-0.3	1.1									
48.0															

Il Geologo di Cantiere  
dott. geol. Alessio Saccon

Il Responsabile della Commessa  
dott. geol. Giuseppe Pacitti

