

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
IV08 - CAVALCAFERROVIA AL Km 38 + 918
0 - GENERALE
RELAZIONE GEOTECNICA**

| GENERAL CONTRACTOR | | DIRETTORE LAVORI | | SCALA - |
|---|---|---|--|------------|
| IL PROGETTISTA INTEGRATORE  ing. Giovanni MALAVENDA iscritto all'ordine degli ingegneri di Venezia n. 4289 Data: Febbraio 2021 | Consorzio Iricav Due ing. Guido Fratini Data: Febbraio 2021 | Valido per costruzione ing. Luca ZACCARIA iscritto all'ordine degli ingegneri di Ravenna n. A1206 Data: Febbraio 2021 | | |

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

I N 1 7 1 0 Y I 2 R B I V 0 8 0 0 0 0 1 A - - - Di - - -

|  | | VISTO CONSORZIO IRICAV DUE | |
|---|--|----------------------------|---------------|
| | | Firma | Data |
| | | ing. Luca RANDOLFI | Febbraio 2021 |

Progettazione:

| Rev. | Descrizione | Redatto | Data | verificato | Data | Approvato | Data | IL PROGETTISTA |
|------|--|-----------------------|------------------|-----------------------|------------------|----------------------------|------------------|---------------------|
| A | Recepimento prescrizioni Del. CIPE n. 84/2017 | ing. Luca RANDOLFI | Febbraio 2021 | ing. Luca RANDOLFI | Febbraio 2021 | ing. Giovanni MALAVENDA | Febbraio 2021 | |
| | | | | | | | | |
| | | | | | | | | Data: Febbraio 2021 |

CIG. 8377957CD1

CUP: J41E9100000009

File: IN1710YI2RBIV0800001A

Cod. origine:



Progetto cofinanziato
dalla Unione Europea

| | | | | | | |
|--|--|--|-------------|--|-----------|-------------------|
| GENERAL CONTRACTOR  | | ALTA SORVEGLIANZA  | | | | |
| IV08 - CAVALCAFERROVIA AL Km 38 + 918 0 - GENERALE RELAZIONE GEOTECNICA | | Progetto IN17 | Lotto 10 | Codifica Documento Y12 RB IV 08 0 0 001 | Rev. A | Foglio 2 di 57 |

INDICE

| | | |
|----------------|---|-----------|
| 1 | INTRODUZIONE | 3 |
| 2 | DOCUMENTI DI RIFERIMENTO | 4 |
| 2.1 | DOCUMENTI PROGETTUALI | 4 |
| 2.2 | NORMATIVA E STANDARD DI RIFERIMENTO | 5 |
| 2.3 | BIBLIOGRAFIA TECNICA | 5 |
| 3 | BREVE DESCRIZIONE DELL'OPERA | 7 |
| 4 | INDAGINI DISPONIBILI | 7 |
| 5 | CARATTERISTICHE GEOTECNICHE DELL'AREA | 10 |
| 6 | PALI | 14 |
| 6.1 | DEFINIZIONE DELLA METODOLOGIA DI DIMENSIONAMENTO DELLE FONDAZIONI PROFONDE | 14 |
| 6.2 | PROGETTAZIONE AGLI STATI LIMITE | 14 |
| 6.2.1 | VERIFICHE NEI CONFRONTI DEGLI STATI LIMITE ULTIMI (SLU) | 14 |
| 6.2.1.1 | VERIFICHE DELLE FONDAZIONI PROFONDE | 15 |
| 6.2.2 | VERIFICHE NEI CONFRONTI DEGLI STATI LIMITE DI ESERCIZIO (SLE) | 17 |
| 6.3 | TIPI DI PALO | 18 |
| 6.4 | STRATIGRAFIE DI CALCOLO E CONDIZIONI DI FALDA | 18 |
| 6.5 | CALCOLO DELLA RESISTENZA DI PROGETTO DEL PALO SINGOLO SOGGETTO A CARICHI ASSIALI | 19 |
| 6.6 | PALO SINGOLO SOGGETTO A CARICO ORIZZONTALE | 29 |
| 6.6.1 | CARICO LIMITE ULTIMO PER CARICHI ORIZZONTALI | 29 |
| 6.6.2 | INTERAZIONE PALO TERRENO | 29 |
| 6.6.3 | AZIONI SUL PALO PER LE VERIFICHE STRUTTURALI SLU | 30 |
| 6.6.4 | SPOSTAMENTI A TESTA PALO PER VERIFICHE SLE | 32 |
| 41 | | |
| | ALLEGATO A - TABULATI DI CALCOLO PALI | 42 |

| | | | | | | |
|--|--|--|-------------|--|-----------|-------------------|
| GENERAL CONTRACTOR  | | ALTA SORVEGLIANZA  | | | | |
| IV08 - CAVALCAFERROVIA AL Km 38 + 918 0 - GENERALE RELAZIONE GEOTECNICA | | Progetto IN17 | Lotto 10 | Codifica Documento Y12 RB IV 08 0 0 001 | Rev. A | Foglio 3 di 57 |

1 INTRODUZIONE

Il presente documento è stato dapprima aggiornato in esito alle istruttorie e tavoli tecnici con il Committente, quindi a seguito delle specifiche richieste di integrazioni durante la fase di istruttoria e da ultimo per il recepimento del quadro prescrittivo a seguito dell'approvazione del Progetto Definitivo da parte del Cipe con Delibera n.84 del 22.12.2017, in particolare è stata recepita la Prescrizione n.43 vedi allegato 1.

Il presente documento inoltre si riferisce all'intero 1° Lotto Funzionale Verona-Bivio Vicenza ricompreso tra le progressive pk. 0+000 e pk. 44+250.

Il suddetto Lotto Funzionale Verona-Bivio Vicenza, fino alla pk. 44+250, è costituito dall'unione dei sublotti: il primo (SL01) da Verona (pk. 0+000) a Montebello Vicentino (pk. 32+525) a Bivio Vicenza (pk. 44+250) al fine di consentire l'innesto della linea AV/AC sulla linea storica esistente.

| | | | | | | |
|--|--|--|-------------|--|-----------|-------------------|
| GENERAL CONTRACTOR  | | ALTA SORVEGLIANZA  | | | | |
| IV08 - CAVALCAFERROVIA AL Km 38 + 918 0 - GENERALE RELAZIONE GEOTECNICA | | Progetto IN17 | Lotto 10 | Codifica Documento Y12 RB IV 08 0 0 001 | Rev. A | Foglio 4 di 57 |

2 DOCUMENTI DI RIFERIMENTO

2.1 DOCUMENTI PROGETTUALI

- [1] Linea AV/AC VERONA – PADOVA – 2° Sublotto MONTEBELLO VICENTINO
- VICENZA – Relazione geologica e geomorfologica – Elaborato n°
IN1710YI2RHGE0000012
- [2] Linea AV/AC VERONA – PADOVA – 2° Sublotto MONTEBELLO VICENTINO
- VICENZA – Relazione idrogeologica – Elaborato n°
IN1710YI2RHGE0002002
- [3] Linea AV/AC VERONA – PADOVA – 2° Sublotto MONTEBELLO VICENTINO
- VICENZA – Relazione geotecnica generale & addendum – Elaborato n°
IN1710YI2RBGE0005010
- [4] Linea AV/AC VERONA – PADOVA – 2° Sublotto MONTEBELLO VICENTINO
- VICENZA – Relazione geotecnica – Rilevati e trincee con opere di sostegno
e sottovia – Elaborato n° IN1710YI2RBGE0005013
- [5] Linea AV/AC VERONA – PADOVA – 2° Sublotto MONTEBELLO VICENTINO
- VICENZA – Relazione sismica – Elaborato n° IN1710YI2RH000000002
- [6] Linea AV/AC VERONA – PADOVA – 2° Sublotto MONTEBELLO VICENTINO
- VICENZA – Profilo geotecnico in scala 1:5000/1:500 – da Tav.1/5 a Tav.5/5
– Elaborato n° da IN1710YI2F5GE0002009 a IN1710YI2F5GE0002013
- [7] Linea AV/AC VERONA – PADOVA – 2° Sublotto MONTEBELLO VICENTINO
- VICENZA – Cavalcaferrovia – Cavalcaferrovia al km 38+918. Profilo
geotecnico in scala 1:2000/1:200 – Elaborato n° IN1710YI2F6IV0800003
- [8] Linea AV/AC VERONA – PADOVA – 2° Sublotto MONTEBELLO VICENTINO
- VICENZA – Planimetria con classificazione sismica del territorio – da Tav.1/3
a Tav.3/3, – Elaborato n° da IN1710YI2P4000000005 a
IN1710YI2P4000000007
- [9] Linea AV/AC VERONA – PADOVA – 2° Sublotto MONTEBELLO VICENTINO
- VICENZA – Relazione stratigrafie dei sondaggi – Elaborato n°
IN1710YI2RHGE0000007
- [10] Linea AV/AC VERONA – PADOVA – 2° Sublotto MONTEBELLO VICENTINO
- VICENZA – Relazione prove penetrometriche statiche – Elaborato n°
IN1710YI2RHGE0000008

| | | | | | | |
|---|--|--|---------------------|--|-------------------|---------------------------|
| <p>GENERAL CONTRACTOR</p>  <p>Consorzio IricAV Due</p> | | <p>ALTA SORVEGLIANZA</p>  <p>ITALFERR GRUPPO FERROVIE DELLO STATO ITALIANE</p> | | | | |
| <p>IV08 - CAVALCAFERROVIA AL Km 38 + 918 0 - GENERALE RELAZIONE GEOTECNICA</p> | | <p>Progetto IN17</p> | <p>Lotto 10</p> | <p>Codifica Documento Y12 RB IV 08 0 0 001</p> | <p>Rev. A</p> | <p>Foglio 5 di 57</p> |

[11] Linea AV/AC VERONA – PADOVA – 2° Sublotto MONTEBELLO VICENTINO
- VICENZA – Relazione prove di laboratorio – Elaborato n°
IN1710YI2RHGE0000011

2.2 NORMATIVA E STANDARD DI RIFERIMENTO

- [12] 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.
- [13] 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.
- [14] CEN [Comité Européen de Normalisation, 2003]. Eurocode 8: Design of Structures for earthquake resistance. Document EN 1998-1, Brussels.
- [15] RFI – Manuale di progettazione – Documento n° RFI-DINIC-MA-CS-00-001-C del 20 Settembre 2004.
- [16] RFI – Specifica per la progettazione geotecnica delle opere civili ferroviarie – Documento n° RFI-DTC-INC-CS-SP-IFT-001-A del 21 Dicembre 2011
- [17] RFI. Capitolato generale tecnico di appalto delle opere civili. Parte II. Sezione 5. Opere in terra e scavi. Rev. A del 30 Giugno 2014.

2.3 BIBLIOGRAFIA TECNICA

- [18] Fleming. W.G.K., Weltman. A.J., Randolph. M.F., Elson, W.K. (1985). “Piling Engineering”. Surrey University Press, Glasgow and London, Halsted Press, a division of John Wiley & Sons, New York.
- [19] Berezantsev W.HG. (1965), “Design of Deep Foundations”, Proc. 6th ICSMFE, Montreal. Vol.II
- [20] Berezantsev W.HG. (1970), “Calculation of the Construction Basis”, Leningrad.
- [21] Fioravante, V., Ghionna, V.N., Jamiolkowski, M.B. and Pedroni, S. (1995). “Load carrying capacity of large diameter bored piles in sand and gravel”. Proc. 10th ARCSMFE, 2, 3-15.
- [22] Ghionna, V.N., Jamiolkowski. M.B., Pedroni. S. and Salgado, R. et al (1994). “Tip displacement of drilled shafts in sands”. in Vertical and Horizontal Deformations of Foundations and Embankments. Ed. A.T. Yeung and G.Y. Felio, ASCE , GSP40, New York, 2, 1039-1057.

| | | | | | | |
|---|--|--|---------------------|--|-------------------|---------------------------|
| <p>GENERAL CONTRACTOR</p>  <p>Consorzio IricAV Due</p> | | <p>ALTA SORVEGLIANZA</p>  <p>ITALFERR GRUPPO FERROVIE DELLO STATO ITALIANE</p> | | | | |
| <p>IV08 - CAVALCAFERROVIA AL Km 38 + 918 0 - GENERALE RELAZIONE GEOTECNICA</p> | | <p>Progetto IN17</p> | <p>Lotto 10</p> | <p>Codifica Documento Y12 RB IV 08 0 0 001</p> | <p>Rev. A</p> | <p>Foglio 6 di 57</p> |

- [23] Gwizdala K. (1984) "Large bored piles in non cohesive soils" Swedish Geotechnical Institute, Report n° 26+
- [24] Lancellotta R. Costanzo D. e Foti S. "Progettazione Geotecnica secondo l'Eurocodice 7 (UNI EN 1997) e le Norme Tecniche per le Costruzioni (NTC 2008)" Hoepli ed.
- [25] Reese L.C., Wright S.J. (1977) "Drilled shaft manual" U.S. Department of Transportation, Office of Research and Development, Div. HDV 2, Washington.
- [26] Reese L.C., O'Neill M.W. (1988) "Drilled shaft: construction procedures and design methods" Publication N.FHWA-HI-88-042, Federal Highway Administration, Washington, D.C..
- [27] Viggiani (1999), "Fondazioni" Hevelius Edizioni
- [28] Poulos H.G. and Davis E.H. (1980), "Pile foundation analysis and design", John Wiley and Sons, New York.

| | | | | | | |
|--|--|--|-------------|--|-----------|-------------------|
| GENERAL CONTRACTOR  | | ALTA SORVEGLIANZA  | | | | |
| IV08 - CAVALCAFERROVIA AL Km 38 + 918 0 - GENERALE RELAZIONE GEOTECNICA | | Progetto IN17 | Lotto 10 | Codifica Documento Y12 RB IV 08 0 0 001 | Rev. A | Foglio 7 di 57 |

3 BREVE DESCRIZIONE DELL'OPERA

Il cavalcaferrovia in oggetto si trova nel comune di Montecchio Maggiore. L'opera, costituita da due spalle e otto pile, si sviluppa per una lunghezza complessiva di circa 152 m e permette lo scavalco della linea ferroviaria in corrispondenza della progressiva km 38+918.

A nord della linea ferroviaria, l'opera continua con un rilevato delimitato da entrambi i lati da un muro di sostegno, con altezza fuori terra variabile tra 1.6 e 3.6 m. Il tratto terminale è costituito da un rilevato in terra con pendenza delle scarpate 2/3 (verticale/orizzontale).

Il piano campagna in corrispondenza del cavalcaferrovia in oggetto è circa alla +53.4 ÷ +53.6 m s.l.m.

4 INDAGINI DISPONIBILI

La Figura 1 e la Figura 2 riportano rispettivamente uno stralcio della planimetria ubicazione indagini eseguite nell'area del cavalcaferrovia in oggetto e la sezione geotecnica riportata nel dettaglio nel Doc.Rif.[7] (in Figura 3 la legenda).

Le indagini qui esaminate sono riportate in Tabella 1

Tabella 1: Elenco delle indagini considerate per la progettazione geotecnica.

| Progressiva (km ≈) | Sondaggio o prova CPTU (Denomin.) | Campagna d'indagine (anno) | Quota di Bocca foro (m s.l.m.m.) | Lunghezza sondaggio/CPTU (m) | Piezometro installato C=Casagrande ⁽¹⁾ TA=Tube Aperto ⁽²⁾ |
|--|-----------------------------------|----------------------------|----------------------------------|------------------------------|---|
| 38+870 | S71 | 2014/2015 | 52.28 | 40 | - |
| 39+250 | S73 | 2014/2015 | 53.10 | 20 | C (18) |
| 39+240 | CPTU94 | 2014/2015 | 52.98 | 5.65 | - |
| ⁽¹⁾ = Tra parentesi la profondità della cella Casagrande ⁽²⁾ = Tra parentesi il tratto finestrato | | | | | |

Nei Doc.Rif.[9], Doc.Rif.[10] e Doc.Rif.[11] sono riportati gli originali dei risultati delle indagini, nonché i risultati di dettaglio delle prove di laboratorio.

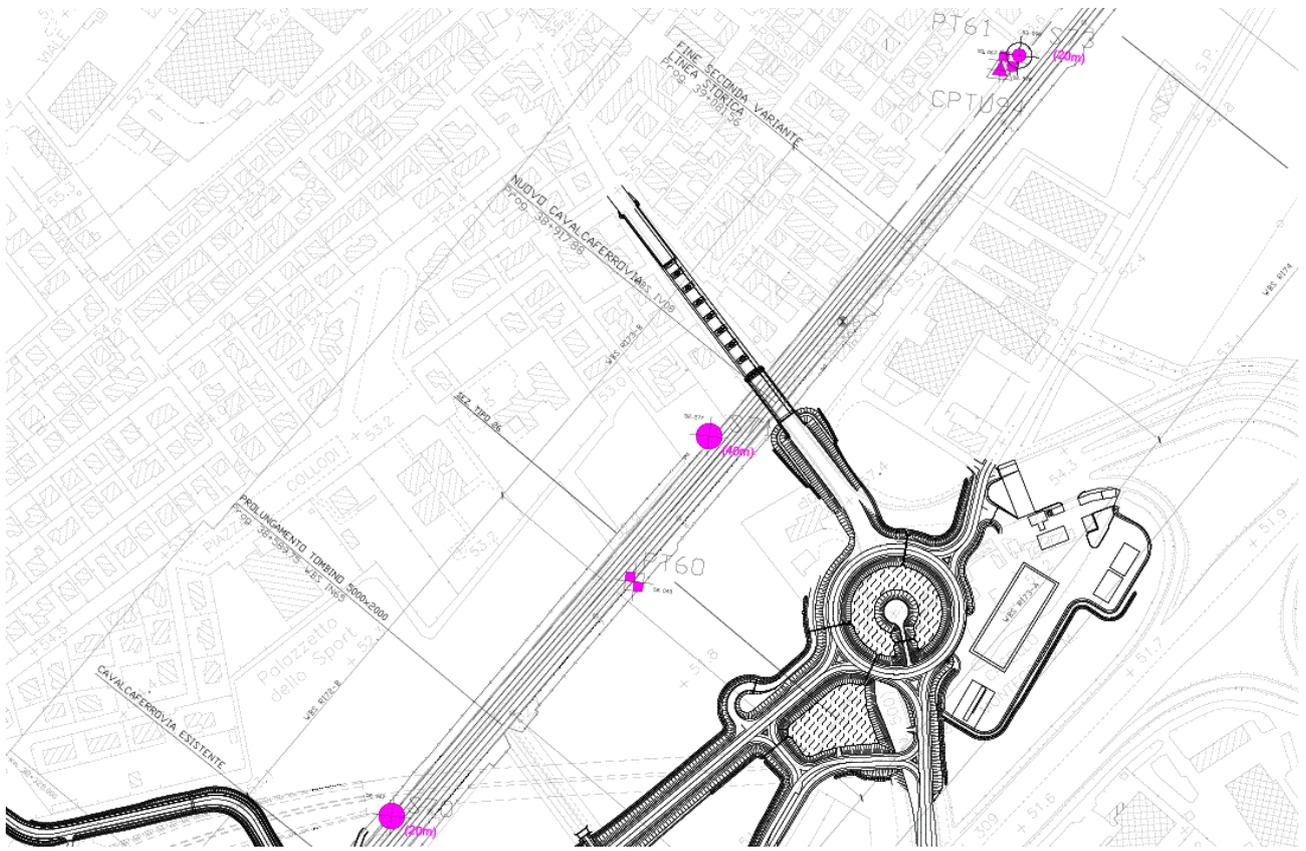


Figura 1 – Planimetria con ubicazione delle indagini

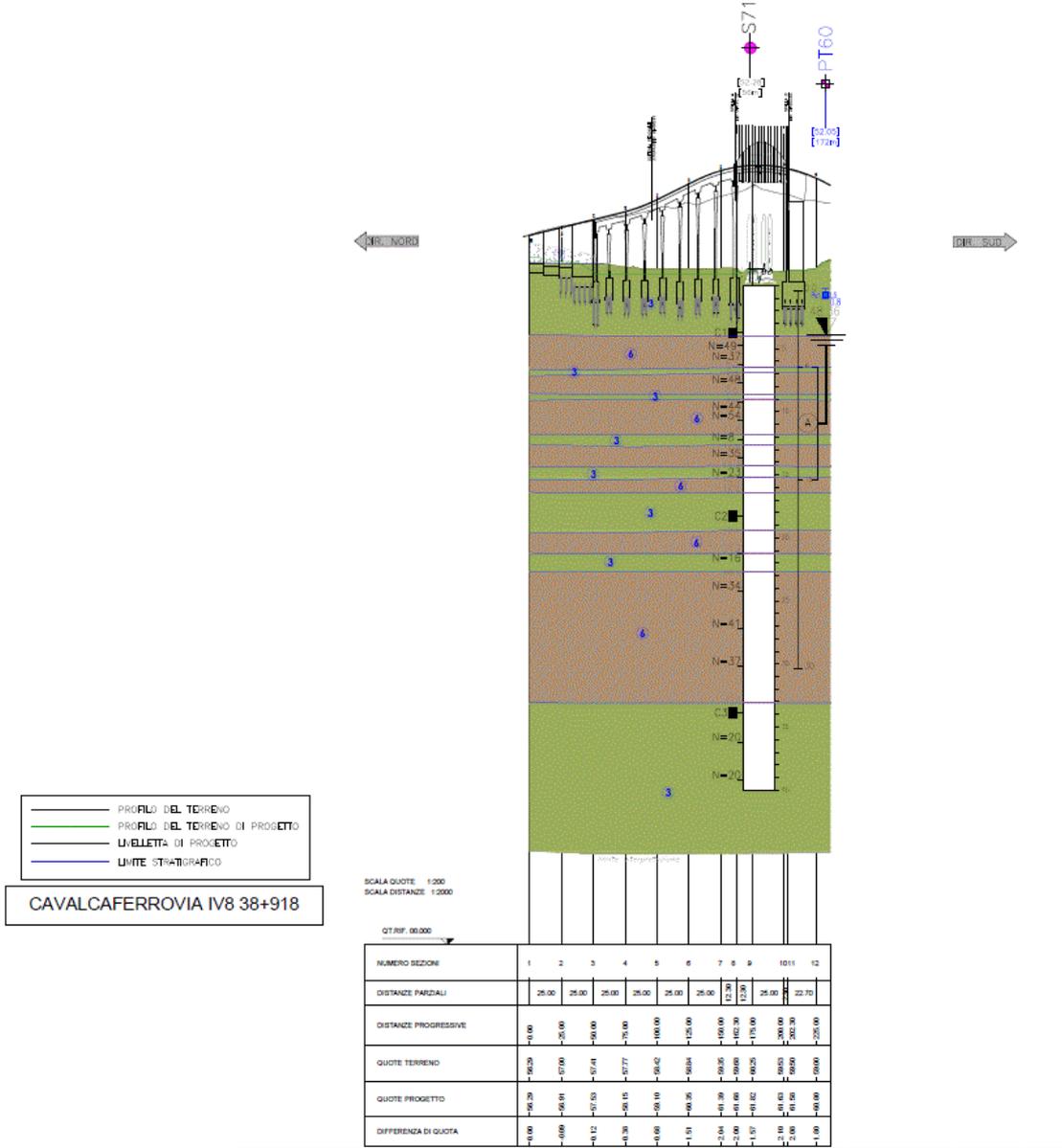


Figura 2 – Profilo geotecnico

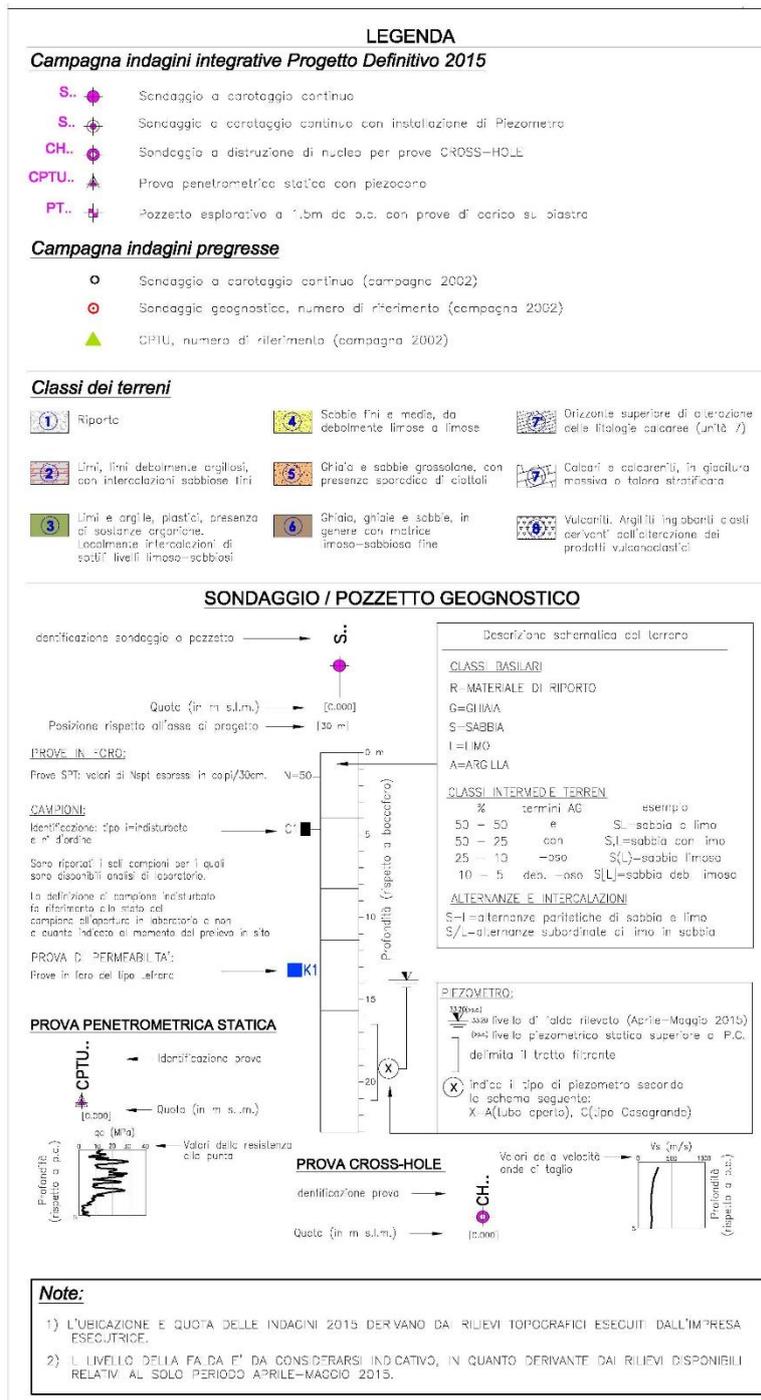


Figura 3– Legenda profilo geotecnico

5 CARATTERISTICHE GEOTECNICHE DELL'AREA

Per una definizione delle caratteristiche geotecniche del sito ed in particolare per la definizione dei valori dei parametri geotecnici utilizzati per il dimensionamento dei pali di fondazione delle opere, si rimanda alla relazione di caratterizzazione geotecnica generale di cui al Doc.Rif.[3].

| | | | | | | |
|---|------------------|--|--|-----------|--------------------|--|
| GENERAL CONTRACTOR  | | ALTA SORVEGLIANZA  | | | | |
| IV08 - CAVALCAFERROVIA AL Km 38 + 918 0 - GENERALE RELAZIONE GEOTECNICA | Progetto IN17 | Lotto 10 | Codifica Documento Y12 RB IV 08 0 0 001 | Rev. A | Foglio 11 di 57 | |

Di seguito si riporta una descrizione della situazione stratigrafica dell'area del Cavalcaferrovia in oggetto.

L'assetto stratigrafico complessivo è caratterizzato dalla presenza continua in affioramento dell'unità 3, al di sotto della quale segue un'alternanza di livelli più o meno estesi costituiti dai terreni delle unità 3 e 6.

Localmente i terreni argillosi affioranti in superficie presentano uno spessore di circa 5 m. Hanno caratteristiche meccaniche piuttosto basse, con valori di q_c dell'ordine dei 1-2 MPa. Poggiano su un orizzonte ghiaioso-sabbioso superiore, di spessore complessivo di circa 8m, al cui interno sono presenti lenti e livelli argilloso-limosi. Un orizzonte argilloso-limoso, di spessore complessivo di 7-8 m e consistenza maggiore rispetto a quello superficiale, contenente livelli ghiaioso-sabbiosi, separa l'orizzonte ghiaioso-sabbioso superiore da quello inferiore.

In entrambi gli orizzonti ghiaioso-sabbiosi i valori di N_{SPT} si attestano intorno a 30÷40 colpi/30cm.

I terreni sottostanti, indagati fino a circa 40 m dal p.c., sono relativi all'unità 3.

Per quanto concerne la falda, in Tabella 2 si riportano le letture piezometriche effettuate su tutta la tratta di linea in oggetto. Le letture piezometriche ad oggi disponibili mostrano che la superficie piezometrica si dispone in prossimità del p.c., con soggiacenze piuttosto ridotte, a profondità di 0.5-3.0 m dal p.c., su gran parte del sublotto, e di 0.5-1.5 m dal p.c. su una parte significativa dello stesso). Il piezometro S73 presenta tre letture con soggiacenza intorno a circa 8.5 m.

Per quanto concerne le quote di falda di progetto, si è fatto riferimento alla relazione idrogeologica che fissa, per il lotto in esame, le seguenti quote di breve e lungo termine:

Tratta compresa tra le progressive 32+460 e 42+000:

- falda di progetto a medio termine e lungo termine: -1.0 m da piano campagna;
- Tratta compresa tra le progressive 42+000 e 44+000: falda di progetto a medio termine e lungo termine: piano campagna;

Tratta compresa tra le progressive 44+000 e 49+150:

- falda di progetto a medio termine e lungo termine: +1.5 m dal piano di campagna;

Tratta compresa tra le progressive 49+150 e 51+250:

- falda di progetto a medio termine e lungo termine: piano campagna;

| | | | | | | |
|--|--|---|-------------|--|-----------|--------------------|
| GENERAL CONTRACTOR  | | ALTA SORVEGLIANZA  | | | | |
| IV08 - CAVALCAFERROVIA AL Km 38 + 918 0 - GENERALE RELAZIONE GEOTECNICA | | Progetto IN17 | Lotto 10 | Codifica Documento Y12 RB IV 08 0 0 001 | Rev. A | Foglio 12 di 57 |

Tabella 2: Letture piezometriche (campagna 2015)

| SUBTRATTA MONTEBELLO VICENTINO - VICENZA | | | | | | | | | |
|--|---------------------|-----------------------|------------------|---------------------|-------|---------------|-------|------------|-------|
| Campagna 2015 | | | | MISURA PIEZOMETRICA | | | | | |
| Sondaggio | Quota pc (m slm) | Quota t.t. (m slm) | Lunghezza (m) | 01/04/2015 | | 07-11/05/2015 | | 29/05/2015 | |
| | | | | m da t.t. | m slm | m da t.t. | m slm | m da t.t. | m slm |
| S048 | 57.20 | 56.98 | 30 | -13.29 | 43.69 | -13.82 | 43.16 | -14.11 | 42.87 |
| S049 | 50.82 | 50.64 | 20 | -6.82 | 43.82 | -7.36 | 43.28 | -7.68 | 42.96 |
| S051 | 47.41 | 47.41 | 30 | -3.01 | 44.40 | -3.56 | 43.85 | -3.75 | 43.66 |
| S053 | 50.84 | 50.71 | 50 | -6.22 | 44.49 | -6.71 | 44.00 | -6.86 | 43.85 |
| S054 | 50.53 | 50.37 | 30 | -5.32 | 45.05 | -5.85 | 44.52 | -6.01 | 44.36 |
| S058 | 49.65 | 49.42 | 30 | -4.16 | 45.26 | -4.68 | 44.74 | -4.79 | 44.63 |
| S060 | 49.86 | 49.64 | 40 | -3.55 | 46.09 | -4.02 | 45.62 | -4.29 | 45.35 |
| S065 | 50.65 | 50.69 | 30 | -4.30 | 46.39 | -4.77 | 45.92 | -4.91 | 45.78 |
| S066 | 50.17 | 49.98 | 30 | -3.85 | 46.13 | -4.23 | 45.75 | -4.37 | 45.61 |
| S069 | 51.86 | 51.86 | 30 | -3.50 | 48.36 | -6.28 | 45.58 | -6.42 | 45.44 |
| S073 | | 53.10 | 20 | -8.45 | 44.65 | -8.94 | 44.16 | 9.16 | 62.26 |
| S074 | 51.65 | 51.46 | 40 | -9.10 | 42.36 | -9.56 | 41.90 | -9.77 | 41.69 |
| S076 | 49.45 | 49.45 | 20 | | | | | -9.25 | 40.20 |
| S078 | 44.68 | 44.63 | 20 | -5.85 | 38.78 | -6.25 | 38.38 | -6.40 | 38.23 |
| S080 | | 41.59 | 20 | -4.10 | 37.49 | -4.38 | 37.21 | -4.43 | 37.16 |
| S082 | 35.94 | 35.83 | 20 | -0.50 | 35.33 | -1.52 | 34.31 | -1.55 | 34.28 |
| S088 | 32.62 | 32.54 | 20 | -0.98 | 31.56 | -0.83 | 31.71 | -0.82 | 31.72 |
| S089 | 32.52 | 32.48 | 30 | -1.05 | 31.43 | -1.35 | 31.13 | -1.28 | 31.20 |
| S091 | | 31.46 | 20 | > pc | > pc | 0.20 | 31.66 | > pc | |
| S095 | 33.46 | 33.27 | 40 | -0.10 | 33.17 | -0.32 | 32.95 | -0.30 | 32.97 |
| S097 | 32.42 | 32.42 | 30 | > pc | > pc | 0.20 | 32.62 | > pc | |
| S099 | 30.47 | 30.47 | 50 | > pc | > pc | 0.50 | 30.97 | > pc | |
| S103 | 32.86 | 32.82 | 40 | > pc | > pc | 0.35 | 33.17 | > pc | |
| S104 | 33.09 | 33.00 | 30 | > pc | > pc | 0.15 | 33.15 | > pc | |
| S105 | 34.55 | 34.56 | 30 | -1.10 | 33.46 | -1.42 | 33.14 | -2.41 | 32.15 |
| S106 | 33.23 | 33.23 | 30 | | | -0.77 | 32.46 | -0.66 | 32.57 |
| S107 | 33.19 | 33.10 | 30 | | | 0.10 | 33.20 | > pc | |
| S108 | 32.85 | 32.75 | 30 | | | 0.40 | 33.15 | > pc | |
| S109 | 34.35 | 34.41 | 30 | -1.20 | 33.21 | -1.55 | 32.86 | -1.51 | 32.90 |
| S111 | 34.45 | 34.38 | 40 | -0.80 | 33.58 | -1.43 | 32.95 | -1.50 | 32.88 |
| S110 | 34.55 | 34.50 | 30 | -0.20 | 34.30 | -1.92 | 32.58 | -1.78 | 32.72 |
| S112 | 33.92 | 33.78 | 30 | -1.20 | 32.58 | -1.18 | 32.60 | -1.29 | 32.49 |
| S113 | 34.33 | 34.23 | 30 | 1.25 | 35.48 | -1.61 | 32.62 | -1.82 | 32.41 |
| S115 | 34.61 | 34.61 | 30 | | | -4.49 | 30.12 | -4.50 | 30.11 |
| S114bis | 34.20 | 34.12 | 30 | | | -4.02 | 30.10 | -3.87 | 30.25 |
| S126 | 32.15 | 32.15 | 40 | | | -0.89 | 31.26 | -1.10 | 31.05 |
| S129 | 32.68 | 32.50 | 40 | -1.35 | 31.15 | -1.56 | 30.94 | -1.73 | 30.77 |
| S130 | 30.92 | 30.99 | 20 | -1.50 | 29.49 | -2.74 | 28.25 | -2.78 | 28.21 |
| S134 | 31.03 | 30.89 | 30 | | | 0.15 | 31.04 | > pc | |
| S136 | 33.82 | 33.72 | 20 | | | -3.05 | 30.67 | -3.11 | 30.61 |

Le misure con segno positivo si riferiscono a livelli di falda superiori al p.c.

La stratigrafia di calcolo considerata per il dimensionamento dei pali di fondazione è riportata al Capitolo 6, unitamente ai criteri di calcolo e alla definizione della metodologia

| | | | | | | |
|---|--------------------------|--|--|-------------------|----------------------------|--|
| <p>GENERAL CONTRACTOR</p>  | | <p>ALTA SORVEGLIANZA</p>  | | | | |
| <p>IV08 - CAVALCAFERROVIA AL Km 38 + 918 0 - GENERALE RELAZIONE GEOTECNICA</p> | <p>Progetto IN17</p> | <p>Lotto 10</p> | <p>Codifica Documento Y12 RB IV 08 0 0 001</p> | <p>Rev. A</p> | <p>Foglio 13 di 57</p> | |

di dimensionamento delle palificate stesse. Si fa presente che la stratigrafia di calcolo fa riferimento ad una successione stratigrafica ragionevolmente cautelativa.

| | | | | | | |
|---|------------------|--|--|-----------|--------------------|--|
| GENERAL CONTRACTOR  | | ALTA SORVEGLIANZA  | | | | |
| IV08 - CAVALCAFERROVIA AL Km 38 + 918 0 - GENERALE RELAZIONE GEOTECNICA | Progetto IN17 | Lotto 10 | Codifica Documento Y12 RB IV 08 0 0 001 | Rev. A | Foglio 14 di 57 | |

6 PALI

6.1 DEFINIZIONE DELLA METODOLOGIA DI DIMENSIONAMENTO DELLE FONDAZIONI PROFONDE

Per la definizione delle palificate di fondazione, in accordo con i progettisti strutturali, si è proceduto nel seguente modo:

1. definizione delle resistenze del palo singolo, in accordo alle NTC 2008 (Doc. Rif. [12]). Il dettaglio di tale calcolo si riporta al punto 6.5;
2. verifica della palificata, da parte del progettista strutturale utilizzando le combinazioni di carico di Normativa, e ricavando il carico sui pali della palificata facendo riferimento al programma PIGLET, GROUP (o simile), tenendo quindi conto dell'effetto penalizzante del gruppo di pali.
3. Definizione della lunghezza del palo facendo riferimento al palo più caricato (usualmente il palo di spigolo), e verifiche strutturali delle armature, sempre con riferimento al palo più caricato.

Considerando anche le modalità di calcolo della resistenza del palo singolo qui riportate, si ritiene che tale approccio sia, nel suo complesso, da considerarsi cautelativo. Il progetto di dettaglio delle palificate verrà redatto in sede di Progetto Esecutivo, sulla base di una più dettagliata campagna di indagine.

6.2 PROGETTAZIONE AGLI STATI LIMITE

6.2.1 VERIFICHE NEI CONFRONTI DEGLI STATI LIMITE ULTIMI (SLU)

In accordo alla normativa nazionale NTC2008 (Doc. Rif. [12]) per ogni Stato Limite Ultimo (SLU) deve essere rispettata la condizione

$$E_d \leq R_d \quad (\text{Eq. 6.2.1 del Doc. Rif. [12]})$$

dove:

E_d = valore di progetto dell'azione o dell'effetto dell'azione;

R_d = valore di progetto della resistenza.

La verifica della condizione $E_d \leq R_d$ deve essere effettuata impiegando diverse combinazioni di gruppi di coefficienti parziali, rispettivamente definiti per le azioni (A1 e A2), per i parametri geotecnici (M1 e M2) e per le resistenze (R1, R2 e R3). I coefficienti

| | | | | | | |
|---|------------------|--|--|-----------|--------------------|--|
| GENERAL CONTRACTOR  | | ALTA SORVEGLIANZA  | | | | |
| IV08 - CAVALCAFERROVIA AL Km 38 + 918 0 - GENERALE RELAZIONE GEOTECNICA | Progetto IN17 | Lotto 10 | Codifica Documento Y12 RB IV 08 0 0 001 | Rev. A | Foglio 15 di 57 | |

da adottarsi nelle diverse combinazioni sono definiti in funzione del tipo di verifica da effettuare. Si sottolinea che per quanto concerne le azioni di progetto E_d tali forze possono essere determinate applicando i coefficienti parziali di cui sopra alle azioni caratteristiche, oppure, a posteriori, sulle sollecitazioni prodotte dalle azioni caratteristiche (Par. 6.2.3.1 del Doc. Rif. [12]).

6.2.1.1 VERIFICHE DELLE FONDAZIONI PROFONDE

In accordo a quanto definito nel Par. 6.4.3.1 delle NTC2008 (Doc. Rif. [12]), per fondazioni su pali, devono essere prese in considerazione le seguenti verifiche agli stati limite ultimi:

SLU di tipo Geotecnico (GEO), relative a condizioni di:

- stabilità globale;
- collasso per carico limite della palificata nei riguardi dei carichi assiali;
- collasso per carico limite della palificata nei riguardi dei carichi trasversali.

SLU di tipo strutturale (STRU), relative a condizioni di:

- raggiungimento della resistenza dei pali;
- raggiungimento della resistenza della struttura di collegamento dei pali.

Tutte le verifiche (GEO/STRU) di cui sopra, devono essere svolte considerando almeno uno dei seguenti approcci (Par. 6.4.3.1 delle NTC 2008):

Approccio 1 (DA1):

Combinazione 1 (C1): $A1 + M1 + R1$

Combinazione 2 (C2) : $A2 + M1 + R2$

Approccio 2 (DA2):

Combinazione 1: $A1 + M1 + R3$

tenendo conto dei coefficienti parziali riportati in Tab. 6.2.I, e Tab. 6.4.II delle NTC 2008 (Doc. Rif. [12]) e per comodità riportati rispettivamente nella Tabella 3 e Tabella 4 del presente documento.

Il peso del palo, in accordo con quanto riportato al paragrafo 6.4.3 delle NTC2008, Doc.Rif.[12], deve essere incluso tra le azioni permanenti di cui alla Tabella 3.

In condizioni sismiche, in accordo a quanto riportato al paragrafo 7.11. delle NTC2008, Doc.Rif.[12], tutti i coefficienti sulle azioni $A1$ e $A2$ sono posti pari a 1 (par.7.11.1).

| | | | | | | |
|---|------------------|--|--|-----------|--------------------|--|
| GENERAL CONTRACTOR  | | ALTA SORVEGLIANZA  | | | | |
| IV08 - CAVALCAFERROVIA AL Km 38 + 918 0 - GENERALE RELAZIONE GEOTECNICA | Progetto IN17 | Lotto 10 | Codifica Documento Y12 RB IV 08 0 0 001 | Rev. A | Foglio 16 di 57 | |

Le raccomandazioni per la progettazione delle fondazioni profonde riportate nel presente documento sono basate sull'Approccio 1 (DA1) delle NTC 2008 (Doc. Rif. [12], vedi anche Doc. Rif.[13]).

Tabella 3: Tab. 6.2.I, NTC 2008 (Doc.Rif.[12])

Tabella 6.2.I – Coefficienti parziali per le azioni o per l'effetto delle azioni.

| CARICHI | EFFETTO | Coefficiente Parziale γ_E (o γ_E) | EQU | (A1) STR | (A2) GEO |
|---|-------------|---|-----|-------------|-------------|
| Permanenti | Favorevole | γ_{G1} | 0,9 | 1,0 | 1,0 |
| | Sfavorevole | | 1,1 | 1,3 | 1,0 |
| Permanenti non strutturali ⁽¹⁾ | Favorevole | γ_{G2} | 0,0 | 0,0 | 0,0 |
| | Sfavorevole | | 1,5 | 1,5 | 1,3 |
| Variabili | Favorevole | γ_{Qi} | 0,0 | 0,0 | 0,0 |
| | Sfavorevole | | 1,5 | 1,5 | 1,3 |

(1) Nel caso in cui i carichi permanenti non strutturali (ad es. i carichi permanenti portati) siano compiutamente definiti, si potranno adottare gli stessi coefficienti validi per le azioni permanenti.

| | | | | | | |
|--|---|--|-------------|--|-----------|--------------------|
| GENERAL CONTRACTOR  | ALTA SORVEGLIANZA  | | | | | |
| IV08 - CAVALCAFERROVIA AL Km 38 + 918 0 - GENERALE RELAZIONE GEOTECNICA | <table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <tr> <td style="width: 15%;">Progetto IN17</td> <td style="width: 15%;">Lotto 10</td> <td style="width: 30%;">Codifica Documento Y12 RB IV 08 0 0 001</td> <td style="width: 10%;">Rev. A</td> <td style="width: 25%;">Foglio 17 di 57</td> </tr> </table> | Progetto IN17 | Lotto 10 | Codifica Documento Y12 RB IV 08 0 0 001 | Rev. A | Foglio 17 di 57 |
| Progetto IN17 | Lotto 10 | Codifica Documento Y12 RB IV 08 0 0 001 | Rev. A | Foglio 17 di 57 | | |

Tabella 4: Tab. 6.4.II, NTC 2008 (Doc.Rif.[12])

Tabella 6.4.II – Coefficienti parziali γ_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 | γ_b | 1,0 | 1,45 | 1,15 | 1,0 | 1,7 | 1,35 | 1,0 | 1,6 | 1,3 |
| Laterale in compressione | γ_s | 1,0 | 1,45 | 1,15 | 1,0 | 1,45 | 1,15 | 1,0 | 1,45 | 1,15 |
| Totale (*) | γ_t | 1,0 | 1,45 | 1,15 | 1,0 | 1,6 | 1,30 | 1,0 | 1,55 | 1,25 |
| Laterale in trazione | γ_{st} | 1,0 | 1,6 | 1,25 | 1,0 | 1,6 | 1,25 | 1,0 | 1,6 | 1,25 |

(*) da applicare alle resistenze caratteristiche dedotte dai risultati di prove di carico di progetto.

6.2.2 VERIFICHE NEI CONFRONTI DEGLI STATI LIMITE DI ESERCIZIO (SLE)

Per quanto riguarda lo stato limite di servizio (SLE), deve essere verificato che gli effetti attesi delle azioni caratteristiche (cedimenti, rotazioni, vibrazioni) sulle strutture proposte (o quelli indotti, se il caso, sulle strutture adiacenti) siano inferiori al massimo di quelli consentiti. Le analisi dovranno essere effettuate considerando i valori caratteristici dei parametri geotecnici dei materiali, con riferimento sia alla resistenza che alla deformabilità.

| | | | | | | |
|--|------------------|---|--|-----------|--------------------|--|
| GENERAL CONTRACTOR  | | ALTA SORVEGLIANZA  | | | | |
| IV08 - CAVALCAFERROVIA AL Km 38 + 918 0 - GENERALE RELAZIONE GEOTECNICA | Progetto IN17 | Lotto 10 | Codifica Documento Y12 RB IV 08 0 0 001 | Rev. A | Foglio 18 di 57 | |

6.3 TIPI DI PALO

Considerando i costi e la facilità di costruzione, le condizioni geologiche e idrogeologiche del sito, è stato considerato l'impiego di pali trivellati in calcestruzzo armato, gettati in opera.

In questa relazione, è stata determinata la capacità portante del singolo palo per tre differenti diametri $D = 1000$ mm, $D = 1200$ mm, $D = 1500$ mm.

Nello schema di calcolo la testa palo è posta a 3.0 m dal piano campagna.

6.4 STRATIGRAFIE DI CALCOLO E CONDIZIONI DI FALDA

Sulla base dei dati di indagine disponibili lungo lo sviluppo dell'opera e sulla base di quanto detto al Capitolo 5, di seguito si riportano la stratigrafia di calcolo ed i valori caratteristici dei parametri geotecnici dei terreni considerati. Si ribadisce che tali valori fanno riferimento ai valori minimi dei parametri geotecnici caratteristici ricavati dai risultati delle indagini disponibili.

| | | | | | |
|--|---|-------------|--|-----------|--------------------|
| GENERAL CONTRACTOR  | ALTA SORVEGLIANZA  | | | | |
| IV08 - CAVALCAFERROVIA AL Km 38 + 918 0 - GENERALE RELAZIONE GEOTECNICA | Progetto IN17 | Lotto 10 | Codifica Documento Y12 RB IV 08 0 0 001 | Rev. A | Foglio 19 di 57 |

Tabella 5: Stratigrafia e valori caratteristici dei parametri geotecnici di calcolo.

| | Da | a | γ | ϕ'_k | c'_k | C_{Uk} | δ | $q_{b,ult}$ | k_H |
|----------------|----------------|----------|----------------------|-----------|--------|-------------|----------|------------------|-------------------|
| | (m p.c.) | (m p.c.) | (kN/m ³) | (°) | (kPa) | (kPa) | (°) | (kPa) | kN/m ³ |
| Argilla limosa | 0.0 | 5.0 | 18 | - | - | 40 | - | $9 \cdot C_{Uk}$ | - |
| Ghiaia | 5.0 | 15.0 | 19 | 37 | 0 | - | 37 | 2500 | 15000 |
| Argilla limosa | 15.0 | 23.0 | 18 | - | - | 70 | - | $9 \cdot C_{Uk}$ | - |
| Ghiaia | 23.0 | 34.0 | 19 | 37 | 0 | - | 37 | 3000 | 15000 |
| Argilla limosa | da 34.0 in poi | | 18 | - | 0 | 120- 200 | - | $9 \cdot C_{Uk}$ | - |

con:

γ = peso di volume naturale;

ϕ'_k = valore caratteristico dell'angolo di attrito;

c'_k = valore caratteristico della resistenza al taglio in condizioni drenate;

C_{Uk} = valore caratteristico della coesione non drenata;

δ = valore caratteristico dell'angolo d'attrito tra palo e terreno;

$q_{b,ult}$ = valore assunto per la resistenza ultima di base in accordo a quanto indicato al paragrafo 6.5;

k_H = valore assunto per l'incremento del modulo di reazione orizzontale con la profondità per i materiali sabbioso-ghiaiosi.

Nelle analisi la falda è stata assunta ad 1 m da p.c., come da indicazioni fornite dalla Relazione Idrogeologica.

6.5 CALCOLO DELLA RESISTENZA DI PROGETTO DEL PALO SINGOLO SOGGETTO A CARICHI ASSIALI

In conformità con la normativa NTC2008 (Doc. Rif.[12]), la resistenza geotecnica di progetto del palo soggetto a carichi di compressione $R_{c,d}$ e di trazione $R_{t,d}$ è stata ottenuta partendo dal valore di resistenza caratteristico a compressione $R_{c,k}$ e a trazione $R_{t,k}$, applicando i coefficienti parziali indicati nella Tab. 6.4.II del Doc. Rif.[12] (Tabella 4 del presente documento).

$$R_{c,d} = \frac{R_{c,k}}{\gamma_{R2}}$$

| | | | | | |
|--|---|-------------|--|-----------|--------------------|
| GENERAL CONTRACTOR  | ALTA SORVEGLIANZA  | | | | |
| IV08 - CAVALCAFERROVIA AL Km 38 + 918 0 - GENERALE RELAZIONE GEOTECNICA | Progetto IN17 | Lotto 10 | Codifica Documento Y12 RB IV 08 0 0 001 | Rev. A | Foglio 20 di 57 |

$$R_{t,d} = \frac{R_{t,k}}{\gamma_{R2}}$$

In particolare, per i pali trivellati in calcestruzzo gettati opera:

$\gamma_{R2} = 1.45$ per la resistenza laterale in compressione;

$\gamma_{R2} = 1.6$ per la resistenza laterale in trazione;

$\gamma_{R2} = 1.7$ per la resistenza di base.

I valori caratteristici a compressione del palo $R_{c,k}$ e a trazione $R_{t,k}$, sono ottenuti applicando i fattori di correlazioni ξ_3 e ξ_4 (si veda Tab. 6.4.IV del Doc. Rif.[12], Tabella 6 nel presente documento) alla resistenza a compressione $R_{c,cal}$ e a trazione $R_{t,cal}$ calcolati partendo dai risultati delle indagini geotecniche. In particolare:

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

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

I valori di ξ_3 e ξ_4 da utilizzare nelle analisi sono funzione dal numero di sondaggi indipendenti che sono stati considerati per valutare la resistenza del palo per ogni area omogenea o struttura.

Per l'opera in questione si è scelto di considerare, come riportato al Capitolo 5, una stratigrafia di calcolo che fa riferimento ai valori minimi dei parametri geotecnici caratteristici, considerando inoltre una successione stratigrafica ragionevolmente cautelativa. Si è quindi ritenuto che il valore di resistenza di calcolo così ottenuto rappresenti un minimo fra quelli possibili. Si è ritenuto di poter utilizzare un coefficiente $\xi_4=1.55$.

Tabella 6: Tab. 6.4.IV, NTC 2008 (Doc.Rif.[12])

Tabella 6.4.IV – Fattori di correlazione ξ per la determinazione della resistenza caratteristica in funzione del numero di verticali indagate.

| Numero di verticali indagate | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 7 | ≥ 10 |
|------------------------------|------|------|------|------|------|------|-----------|
| ξ_3 | 1,70 | 1,65 | 1,60 | 1,55 | 1,50 | 1,45 | 1,40 |
| ξ_4 | 1,70 | 1,55 | 1,48 | 1,42 | 1,34 | 1,28 | 1,21 |

Le resistenze di calcolo $R_{c,cal}$ e $R_{t,cal}$ sono state determinate sulla base delle seguenti relazioni:

| | | | | | |
|--|---|-------------|--|-----------|--------------------|
| GENERAL CONTRACTOR  | ALTA SORVEGLIANZA  | | | | |
| IV08 - CAVALCAFERROVIA AL Km 38 + 918 0 - GENERALE RELAZIONE GEOTECNICA | Progetto IN17 | Lotto 10 | Codifica Documento Y12 RB IV 08 0 0 001 | Rev. A | Foglio 21 di 57 |

$$R_{c,cal} = Q_{c,ult} = Q_{ult,lat} + Q_{ult,base}$$

$$R_{t,cal} = Q_{t,ult} = Q_{ult,lat}$$

con:

$Q_{c,ult}$ = resistenza alla base ultima del singolo palo in compressione;

$Q_{t,ult}$ = resistenza alla base ultima del singolo palo in trazione;

$Q_{ult,shaft}$ = resistenza laterale ultima;

$Q_{ult,base}$ = resistenza alla base ultima.

La resistenza laterale ultima τ_{lim} è stata valutata come segue:

Terreni coesivi

$$\tau_{lim} \text{ (kPa)} = \alpha \cdot C_{uk} \leq 100 \text{ kPa}$$

dove:

α = coefficiente ricavato sulla base di quanto riportato in Figura 4;

C_{uk} = resistenza a taglio non drenata come riportato in Tabella 5.

Terreni sabbiosi

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

dove:

k = coefficiente di spinta laterale, considerato pari a 0.7 per i pali trivellati;

δ = angolo d'attrito tra palo e terreno come riportato in Tabella 5;

σ'_{v0} = tensione verticale alla quota di riferimento.

I valori massimi di $\tau_{us,max}$ sono stabiliti in accordo alle indicazioni di Reese & Wright [1977] (vedi anche Gwizdala [1984]) nel caso di pali trivellati a fango, sulla base delle seguenti espressioni:

$$\tau_{us,max} = 3 \cdot N_{SPT} \text{ kPa} \quad \text{per } N_{SPT} \leq 53 \text{ colpi/30 cm}$$

$$\tau_{us,max} = 142 + 0.32 \cdot N_{SPT} \text{ kPa} \quad \text{per } N_{SPT} > 53 \text{ colpi/30 cm}$$

Per comodità di calcolo, e laddove $N_{SPT} \geq 50$ per il tratto di interesse, si porrà:

$$\tau_{us,max} = 150 \text{ kPa}$$

La resistenza ultima di base $q_{b,ult}$ è stata determinata come segue:

Terreni coesivi

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

Terreni sabbiosi

| | | | | | | |
|---|------------------|--|--|-----------|--------------------|--|
| GENERAL CONTRACTOR  | | ALTA SORVEGLIANZA  | | | | |
| IV08 - CAVALCAFERROVIA AL Km 38 + 918 0 - GENERALE RELAZIONE GEOTECNICA | Progetto IN17 | Lotto 10 | Codifica Documento Y12 RB IV 08 0 0 001 | Rev. A | Foglio 22 di 57 | |

Il valore di $q_{b,ult}$ è stato stabilito considerando un rapporto fra il cedimento della base del palo ed il diametro del palo pari al 10%.

Quando disponibili dati penetrometrici, si è considerato (Fioravante et al. (1995) e Ghionna et al. (1994) Lancellotta et al. (2011))

$$q_{bcr, 0.1} \cong 0.15 \div 0.18 q_c$$

Quando disponibili dati SPT, si sono utilizzate le indicazioni di Reese e O'Neill, 1988, Fioravante et al., 1995:

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

Tali dati sono in ottimo accordo con le indicazioni di Berezantzev (1965), riportate da AGI (1984).

I valori assunti nel calcolo per i diversi strati sono riportati nella Tabella 5.

Nei terreni stratificati, come quelli dell'area in oggetto, costituiti da alternanze di strati coesivi e di sabbie o ghiaie, la portata di base negli strati sabbioso-ghiaiosi è stata abbattuta rispetto a quella caratteristica dello strato supposto omogeneo in accordo allo schema riportato in Figura 5.

Le stime delle resistenze geotecniche di progetto dei pali soggetti a carichi verticali a compressione $R_{c,d}$ e trazione $R_{t,d}$ sono riportate in Figura 6 e Figura 7.

In Tabella 7, Tabella 8 e Tabella 9, per entrambe le combinazioni, sono riportati i valori numerici delle resistenze di progetto $R_{c,d}$ e $R_{t,d}$ relative ai pali $D=1000$, 1200 e 1500mm . Nell' ALLEGATO A sono forniti i tabulati di calcolo che riportano i valori della portata laterale ultima e della portata di base, ricavati in accordo ai criteri esplicitati nei paragrafi precedenti, utilizzati per la determinazione delle resistenze di calcolo $R_{c,cal}$ e $R_{t,cal}$.

Si ricorda che, in accordo a quanto riportato al paragrafo 6.2.1.1, i valori rappresentati considerano anche il peso del palo. Nella condizione di resistenza a compressione è stato assunto come carico permanente sfavorevole, mentre nella condizione di calcolo di resistenza a trazione è stato assunto come azione permanente favorevole.

Si ricorda che le resistenze di progetto consigliate dovranno essere confrontate con i carichi di progetto a testa palo (considerando i coefficienti parziali γ_A sulle azioni caratteristiche).

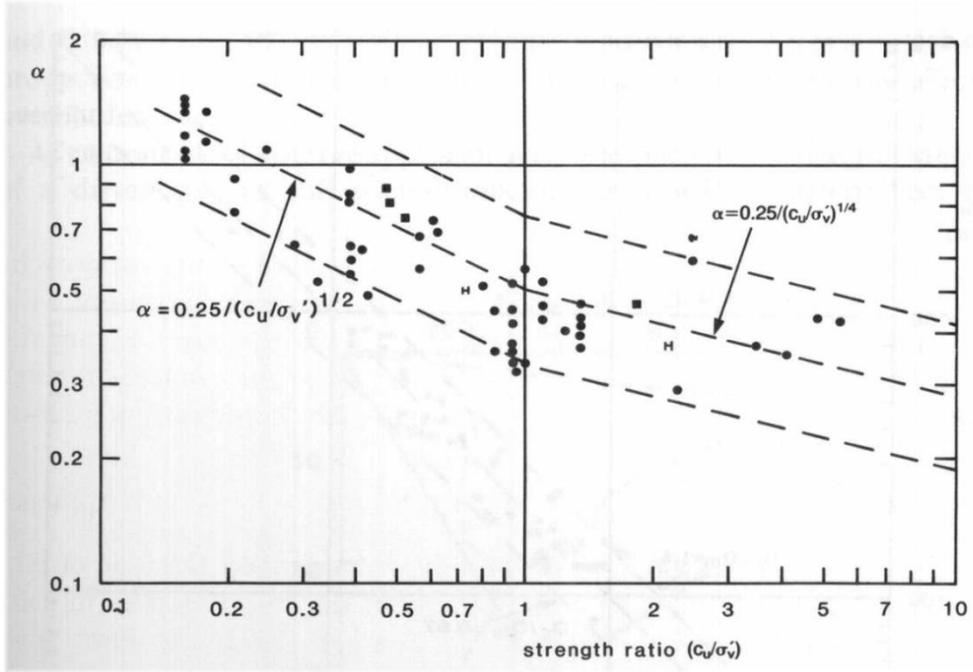


Figura 4 – Valore di α in funzione del rapporto c_u/σ'_v (da Fleming, W.G.K., Weltman, A.J., Randolph, M.F., Elson, W.K. (1985)

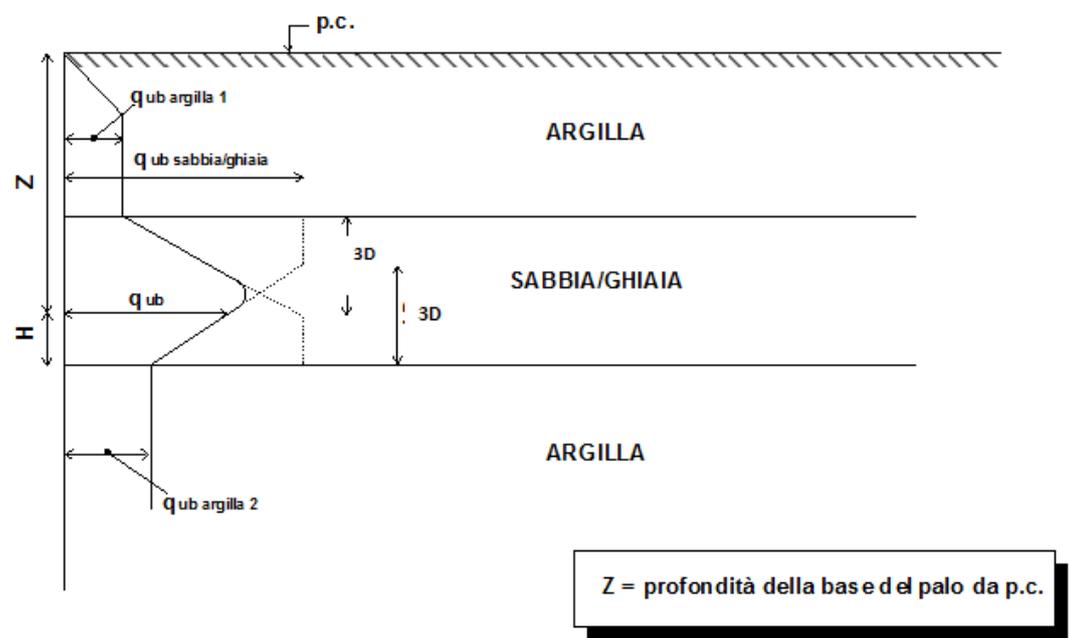


Figura 5 - Criterio di valutazione della pressione ultima di base (q_{ub}) in terreni stratificati

IV08 - CVF km 38+918
Resistenza di progetto (R_d) del palo singolo
PALO TRIVELLATO
Approccio 1 - Combinazione 1 - STRU (A1+M1+R1)

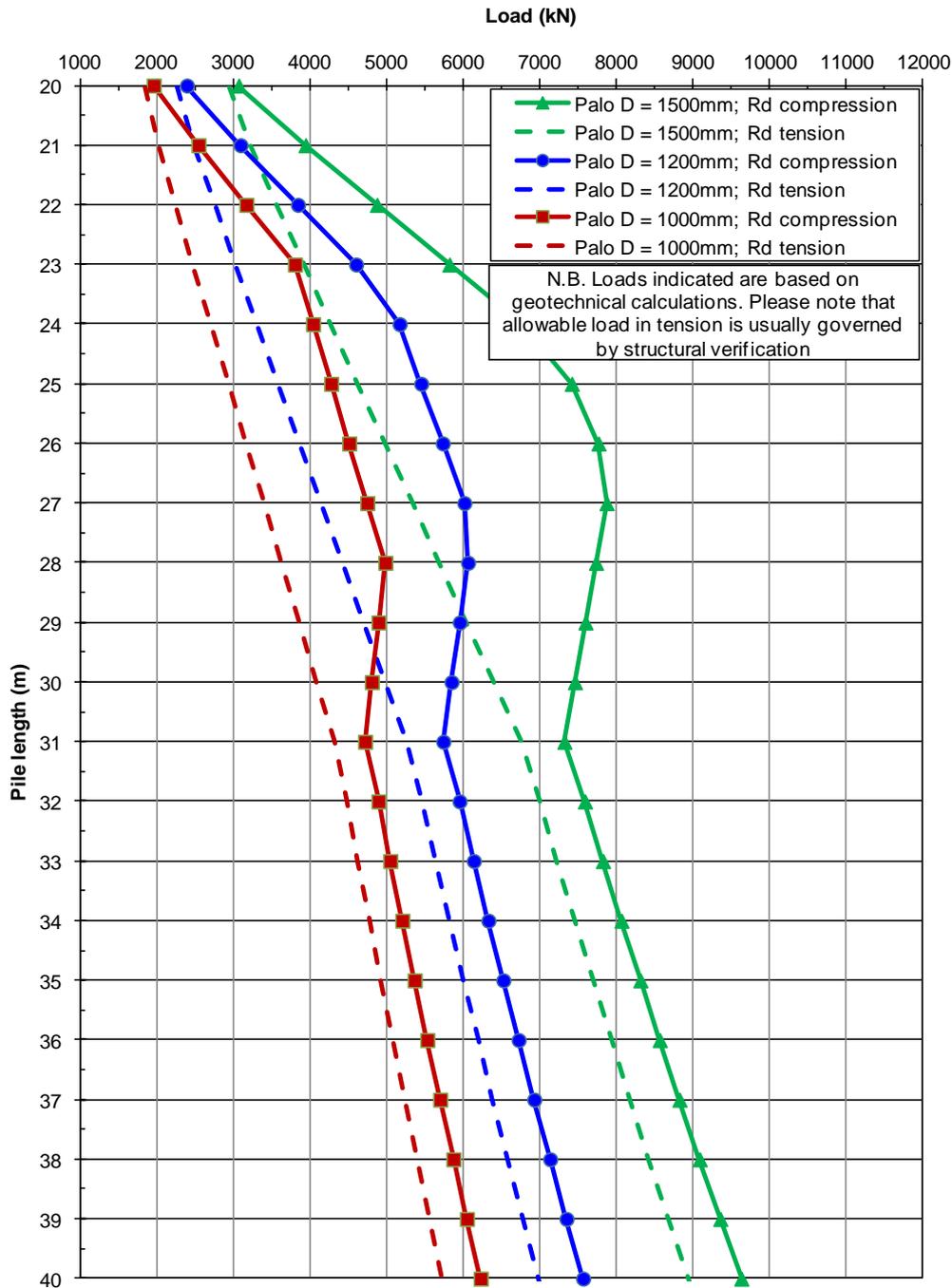


Figura 6: DA1-C1: Resistenza di progetto

IV08 CVF km 38+918
Resistenza di progetto (R_d) del palo singolo
PALO TRIVELLATO
Approccio 1 - Combinazione 2 - GEO (A2+M1+R2)

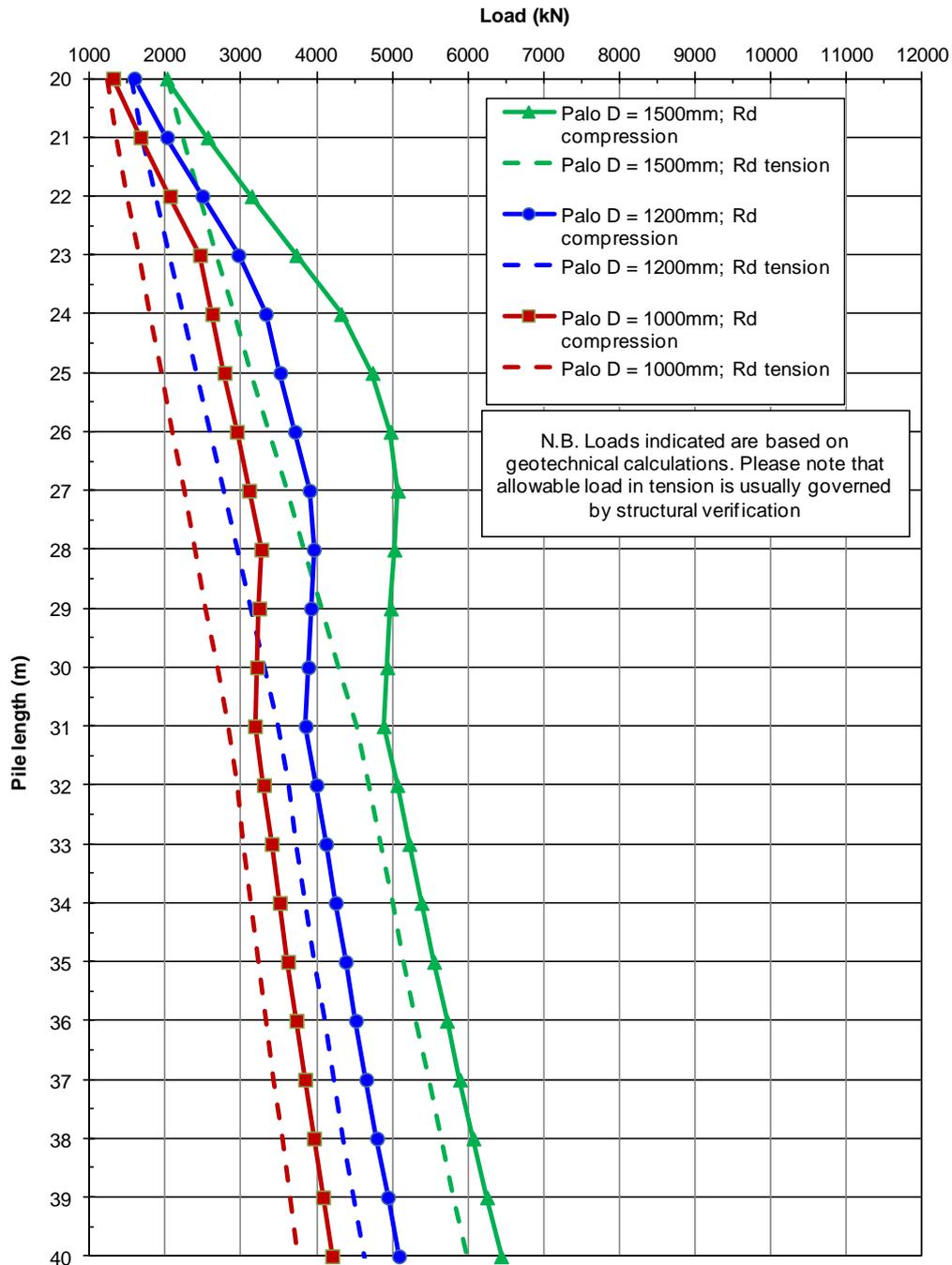


Figura 7: DA1-C2: Resistenza di progetto

| | | | | | | |
|--|------------------|---|--|-----------|--------------------|--|
| GENERAL CONTRACTOR  | | ALTA SORVEGLIANZA  | | | | |
| IV08 - CAVALCAFERROVIA AL Km 38 + 918 0 - GENERALE RELAZIONE GEOTECNICA | Progetto IN17 | Lotto 10 | Codifica Documento Y12 RB IV 08 0 0 001 | Rev. A | Foglio 26 di 57 | |

Tabella 7: Resistenza di progetto palo singolo Approccio 1 , Combinazione 1 (A1+M1+R1) e Combinazione 2 (A2+M1+R2) –Diametro palo D=1000 mm

| L palo (m) | Approccio 1 Combinazione 1 STRU (A1+M1+R1) | | Approccio 1 Combinazione 2 GEO (A2+M1+R2) | |
|---------------|--|-----------------------------------|---|-----------------------------------|
| | R _d , compressione (kN) | R _d , trazione (kN) | R _d , compressione (kN) | R _d , trazione (kN) |
| 20 | 1958 | 1839 | 1306 | 1238 |
| 21 | 2543 | 2024 | 1669 | 1358 |
| 22 | 3169 | 2245 | 2059 | 1500 |
| 23 | 3803 | 2474 | 2456 | 1648 |
| 24 | 4039 | 2704 | 2618 | 1796 |
| 25 | 4275 | 2935 | 2780 | 1945 |
| 26 | 4511 | 3166 | 2942 | 2093 |
| 27 | 4747 | 3396 | 3105 | 2242 |
| 28 | 4983 | 3627 | 3267 | 2391 |
| 29 | 4895 | 3858 | 3238 | 2539 |
| 30 | 4807 | 4088 | 3210 | 2688 |
| 31 | 4719 | 4319 | 3181 | 2836 |
| 32 | 4894 | 4482 | 3300 | 2943 |
| 33 | 5048 | 4626 | 3404 | 3037 |
| 34 | 5205 | 4774 | 3511 | 3134 |
| 35 | 5367 | 4924 | 3620 | 3232 |
| 36 | 5532 | 5078 | 3732 | 3333 |
| 37 | 5700 | 5236 | 3846 | 3436 |
| 38 | 5873 | 5396 | 3963 | 3541 |
| 39 | 6049 | 5561 | 4082 | 3648 |
| 40 | 6228 | 5728 | 4204 | 3757 |

Dove
R_d, compressione = Resistenza di progetto in compress.
R_d, trazione = Resistenza di progetto a trazione

| | | | | | |
|--|---|-------------|--|-----------|--------------------|
| GENERAL CONTRACTOR  | ALTA SORVEGLIANZA  | | | | |
| IV08 - CAVALCAFERROVIA AL Km 38 + 918 0 - GENERALE RELAZIONE GEOTECNICA | Progetto IN17 | Lotto 10 | Codifica Documento Y12 RB IV 08 0 0 001 | Rev. A | Foglio 27 di 57 |

Tabella 8: Resistenza di progetto palo singolo Approccio 1 , Combinazione 1 (A1+M1+R1) e Combinazione 2 (A2+M1+R2) –Diametro palo D=1200 mm

| L palo (m) | Approccio 1 Combinazione 1 STRU (A1+M1+R1) | | Approccio 1 Combinazione 2 GEO (A2+M1+R2) | |
|---------------|--|----------------------------------|---|----------------------------------|
| | R _{d, compressione} (kN) | R _{d, trazione} (kN) | R _{d, compressione} (kN) | R _{d, trazione} (kN) |
| 20 | 2392 | 2263 | 1586 | 1542 |
| 21 | 3092 | 2488 | 2020 | 1688 |
| 22 | 3841 | 2756 | 2487 | 1862 |
| 23 | 4601 | 3033 | 2961 | 2042 |
| 24 | 5171 | 3313 | 3324 | 2223 |
| 25 | 5452 | 3593 | 3518 | 2404 |
| 26 | 5734 | 3872 | 3711 | 2586 |
| 27 | 6015 | 4152 | 3904 | 2767 |
| 28 | 6063 | 4431 | 3960 | 2948 |
| 29 | 5956 | 4711 | 3925 | 3129 |
| 30 | 5848 | 4991 | 3889 | 3310 |
| 31 | 5741 | 5270 | 3854 | 3491 |
| 32 | 5953 | 5469 | 3997 | 3622 |
| 33 | 6139 | 5645 | 4123 | 3738 |
| 34 | 6330 | 5825 | 4251 | 3857 |
| 35 | 6525 | 6008 | 4383 | 3978 |
| 36 | 6724 | 6196 | 4518 | 4101 |
| 37 | 6928 | 6388 | 4656 | 4228 |
| 38 | 7137 | 6583 | 4797 | 4356 |
| 39 | 7350 | 6783 | 4941 | 4487 |
| 40 | 7567 | 6987 | 5088 | 4621 |

Dove
R_{d, compressione} = Resistenza di progetto in compress.
R_{d, trazione} = Resistenza di progetto a trazione

| | | | | | |
|--|---|-------------|--|-----------|--------------------|
| GENERAL CONTRACTOR  | ALTA SORVEGLIANZA  | | | | |
| IV08 - CAVALCAFERROVIA AL Km 38 + 918 0 - GENERALE RELAZIONE GEOTECNICA | Progetto IN17 | Lotto 10 | Codifica Documento Y12 RB IV 08 0 0 001 | Rev. A | Foglio 28 di 57 |

Tabella 9: Resistenza di progetto palo singolo Approccio 1 , Combinazione 1 (A1+M1+R1) e Combinazione 2 (A2+M1+R2) –Diametro palo D=1500 mm

| L palo (m) | Approccio 1 Combinazione 1 STRU (A1+M1+R1) | | Approccio 1 Combinazione 2 GEO (A2+M1+R2) | |
|---------------|--|----------------------------------|---|----------------------------------|
| | R _{d, compressione} (kN) | R _{d, trazione} (kN) | R _{d, compressione} (kN) | R _{d, trazione} (kN) |
| 20 | 3069 | 2935 | 2018 | 2033 |
| 21 | 3941 | 3221 | 2558 | 2222 |
| 22 | 4875 | 3561 | 3139 | 2445 |
| 23 | 5821 | 3914 | 3729 | 2675 |
| 24 | 6770 | 4268 | 4322 | 2906 |
| 25 | 7419 | 4623 | 4738 | 3138 |
| 26 | 7768 | 4978 | 4977 | 3370 |
| 27 | 7873 | 5333 | 5073 | 3601 |
| 28 | 7735 | 5688 | 5026 | 3833 |
| 29 | 7598 | 6043 | 4979 | 4065 |
| 30 | 7460 | 6398 | 4932 | 4297 |
| 31 | 7322 | 6752 | 4885 | 4528 |
| 32 | 7591 | 7006 | 5066 | 4697 |
| 33 | 7827 | 7231 | 5224 | 4848 |
| 34 | 8068 | 7461 | 5386 | 5001 |
| 35 | 8315 | 7696 | 5552 | 5158 |
| 36 | 8567 | 7936 | 5722 | 5318 |
| 37 | 8826 | 8181 | 5895 | 5481 |
| 38 | 9089 | 8430 | 6072 | 5647 |
| 39 | 9359 | 8685 | 6254 | 5816 |
| 40 | 9633 | 8945 | 6439 | 5989 |

Dove
R_{d, compressione} = Resistenza di progetto in compress.
R_{d, trazione} = Resistenza di progetto a trazione

| | | | | | | |
|---|------------------|--|--|-----------|--------------------|--|
| GENERAL CONTRACTOR  | | ALTA SORVEGLIANZA  | | | | |
| IV08 - CAVALCAFERROVIA AL Km 38 + 918 0 - GENERALE RELAZIONE GEOTECNICA | Progetto IN17 | Lotto 10 | Codifica Documento Y12 RB IV 08 0 0 001 | Rev. A | Foglio 29 di 57 | |

6.6 PALO SINGOLO SOGGETTO A CARICO ORIZZONTALE

6.6.1 CARICO LIMITE ULTIMO PER CARICHI ORIZZONTALI

In accordo alle indicazioni di letteratura (si veda ad esempio Viggiani (1999)) un palo si comporta come rigido quando $L/T < 2$, flessibile quando $L/T > 4$, essendo L la lunghezza del palo e T la sua lunghezza elastica, definita come:

$$T = \left(\frac{E_p J}{n_h} \right)^{0.2}$$

Essendo

E_p = modulo di Young del palo

J = momento di inerzia del palo

n_h = parametro che tiene conto della rigidità orizzontale del terreno.

I valori di T sono calcolati nel paragrafo seguente.

Per le strutture esaminate nel presente progetto, i valori di T sono tipicamente, per pali del 1500, dell'ordine di 3-3.5m.

Le lunghezze attese del palo sono tali quindi per cui il rapporto L/T è tipicamente dell'ordine di 10, e pertanto il palo si comporta come flessibile. Gli stessi valori sono tipici anche dei pali del 1200. Non sono quindi possibili traslazioni orizzontali rigide dell'intero corpo della palificata. Si segnala comunque che le traslazioni orizzontali calcolate della testa del palo sono dell'ordine di qualche millimetro, e quindi ben lontane (di circa tre ordini di grandezza) da quelle che mobilitano la resistenza ultima del terreno nelle condizioni in esame.

Pertanto, la rottura della palificata per carichi orizzontali può avvenire solo nel caso del raggiungimento della condizione di cerniera plastica in testa, ed è quindi limitata dalle verifiche strutturali.

Pertanto, in accordo a quanto previsto dalle NTC 2008, al punto 6.4.3.1, la verifica geotecnica non viene ritenuta pertinente al caso in questione, e quindi non è stata condotta.

6.6.2 INTERAZIONE PALO TERRENO

Lo studio dell'interazione palo-terreno sotto carichi orizzontali è stata condotta in accordo all'approccio proposto da Matlock e Reese (1960), basato sul modello di

| | | | | | | |
|---|------------------|--|--|-----------|--------------------|--|
| GENERAL CONTRACTOR  | | ALTA SORVEGLIANZA  | | | | |
| IV08 - CAVALCAFERROVIA AL Km 38 + 918 0 - GENERALE RELAZIONE GEOTECNICA | Progetto IN17 | Lotto 10 | Codifica Documento Y12 RB IV 08 0 0 001 | Rev. A | Foglio 30 di 57 | |

Winkler (elastico-lineare), caratterizzato da un modulo di reazione del terreno E_s . E_s non è un parametro del terreno e non può essere direttamente correlato con il modulo di Young, dato che è un parametro di interazione terreno-struttura.

In particolare, per le analisi sono stati adottati i seguenti parametri e la seguente relazione (Elson, 1984):

Terreni a grana fine

$$E_h = 400 \cdot c_u \quad (FL^{-2})$$

c_u = coesione non drenata,

Terreni a grana grossa (materiale di riempimento)

$$E_h = k_h \cdot z \quad (FL^{-2})$$

dove:

E_h = modulo di reazione orizzontale del terreno a specifiche profondità;

z = profondità da piano finito;

k_h = incremento del modulo di reazione orizzontale con la profondità come riportato in Tabella 5.

La rigidezza del palo è stata tenuta in conto considerando un modulo del calcestruzzo del palo pari a 25000 MPa.

Il calcolo è stato eseguito considerando una lunghezza di palo pari a 35 m. Tuttavia considerato che il comportamento del palo soggetto a carichi orizzontali dipende solamente dalle caratteristiche degli strati di terreno fino a profondità pari a 10÷12 volte il diametro del palo stesso, i risultati possono essere estesi a lunghezze di palo maggiori di quelle analizzate.

Nelle analisi la connessione della testa palo alla fondazione è stata considerata a “testa incastrata”.

6.6.3 AZIONI SUL PALO PER LE VARIFICHE STRUTTURALI SLU

Per la condizione, “testa incastrata”, sono stati calcolato lungo il fusto del palo il momento adimensionale M_{ad} ed il taglio adimensionale F_{ad} .

Le relazioni utilizzate sono le seguenti

azione di taglio:

$$F = A_v * F_{0,d} + \frac{B_v * M_{0,d}}{T}$$

| | | | | | | |
|---|------------------|--|--|-----------|--------------------|--|
| GENERAL CONTRACTOR  | | ALTA SORVEGLIANZA  | | | | |
| IV08 - CAVALCAFERROVIA AL Km 38 + 918 0 - GENERALE RELAZIONE GEOTECNICA | Progetto IN17 | Lotto 10 | Codifica Documento Y12 RB IV 08 0 0 001 | Rev. A | Foglio 31 di 57 | |

momento flettente $M = A_m * F_{0,d} * T + B_m M_{0,d}$

essendo:

$M_{0,d}$, $F_{0,d}$ = momento flettente e taglio a testa palo

α = rapporto tra momento e taglio a testa palo

T = lunghezza elastica del palo, legata alla rigidezza flessionale del palo e al modulo di reazione orizzontale del palo secondo la seguente relazione

$$T = \left(\frac{EJ}{n_h} \right)^{0.2}$$

A_y , B_y , A_s , B_s , A_v , B_v , A_m , B_m coefficienti adimensionali legati alle caratteristiche del terreno, del palo;

EJ = rigidezza flessionale del palo.

La stratigrafia di calcolo è riportata in Tabella 5.

In Figura 8 e Figura 9 si riportano gli andamenti per profondità crescenti a partire dalla testa del palo in termini di momento adimensionale $M_{ad} = M_d / M_{0,d}$ e taglio adimensionale $F_{ad} = F$ per condizioni di “testa incastrata”.

Gli stessi risultati, insieme al valore di $\alpha = M_0/F_0$ sono riportati in Tabella 10, Tabella 11 e Tabella 12. In Tabella 13, Tabella 14 e Tabella 15 si riportano i coefficienti adimensionali legati alle caratteristiche del terreno, del palo e la lunghezza elastica T.

Il momento flettente di progetto sulla sezione del palo a specifiche profondità dovrà essere valutato come segue:

$$M_d = M_{ad} \cdot M_{0,d}$$

dove:

$M_{0,d}$ = momento flettente di progetto a testa palo, opportunamente fattorizzato in accordo alla combinazione DA1-C1 per verifiche strutturali SLU.

Inoltre, per la condizione “testa incastrata”, il momento flettente a testa palo può essere calcolato come segue:

$$M_{0,d} = - \alpha \cdot F_{0,d}$$

dove:

| | | | | | | |
|---|------------------|--|--|-----------|--------------------|--|
| GENERAL CONTRACTOR  | | ALTA SORVEGLIANZA  | | | | |
| IV08 - CAVALCAFERROVIA AL Km 38 + 918 0 - GENERALE RELAZIONE GEOTECNICA | Progetto IN17 | Lotto 10 | Codifica Documento Y12 RB IV 08 0 0 001 | Rev. A | Foglio 32 di 57 | |

$F_{0,d}$ = azione di taglio di progetto, opportunamente fattorizzata in accordo alla combinazione DA1-C1 per verifiche strutturali SLU.

6.6.4 SPOSTAMENTI A TESTA PALO PER VERIFICHE SLE

Lo spostamento orizzontale a testa palo è riportato in Figura 10 e viene calcolato come segue:

$$d = A_y F_{0,k} T^3/EJ + B_y M_{0,k} T^2/EJ$$

dove:

A_y, B_y = coefficienti adimensionali di flessibilità a testa palo (vedi Tabella 13, Tabella 14 e Tabella 15);

EJ = rigidezza flessionale del palo;

T = lunghezza elastica del palo, legata alla rigidezza flessionale del palo e al modulo di reazione orizzontale del palo (vedi Tabella 13, Tabella 14 e Tabella 15);

$F_{0,k}$ = valore di progetto dell'azione di taglio a testa palo (per verifiche SLE);

$M_{0,k}$ = valore di progetto del momento flettente a testa palo (per verifiche SLE).

Per condizioni di "testa incastrata" $M_{0,k} = \alpha \cdot M_{0,k}$, con α riportati nella Tabella 10, Tabella 11 e Tabella 12.

Tabella 10: $D = 1000$ mm – Momento flettente e del taglio normalizzati – Testa palo incastrata

| Z (m) | M/M ₀ (-) | F/F ₀ (-) | $\alpha = -M_0/F_0$ (m) |
|-------|----------------------|----------------------|-------------------------|
| 0.0 | 1.000 | 1.000 | 2.062 |
| 1.3 | 0.443 | 0.843 | |
| 2.5 | -0.028 | 0.618 | |
| 3.8 | -0.259 | 0.189 | |
| 5.0 | -0.284 | -0.061 | |
| 6.3 | -0.210 | -0.151 | |
| 7.5 | -0.116 | -0.142 | |
| 8.8 | -0.043 | -0.093 | |
| 10.0 | -0.003 | -0.040 | |
| 12.0 | 0.012 | 0.000 | |
| 14.0 | 0.007 | 0.005 | |
| 16.0 | 0.003 | 0.003 | |
| 18.0 | 0.001 | 0.002 | |
| 20.0 | -0.001 | 0.001 | |
| 23.3 | -0.001 | -0.001 | |
| 26.7 | 0.000 | 0.000 | |
| 30.0 | 0.000 | 0.000 | |
| 35.0 | 0.000 | 0.000 | |
| 40.0 | 0.000 | 0.000 | |

| | | | | | |
|--|---|-------------|--|-----------|--------------------|
| GENERAL CONTRACTOR  | ALTA SORVEGLIANZA  | | | | |
| IV08 - CAVALCAFERROVIA AL Km 38 + 918 0 - GENERALE RELAZIONE GEOTECNICA | Progetto IN17 | Lotto 10 | Codifica Documento Y12 RB IV 08 0 0 001 | Rev. A | Foglio 34 di 57 |

Tabella 11: D = 1200 mm – Momento flettente e del taglio normalizzati – Testa palo incastrata

| Z (m) | M/M ₀ (-) | F/F ₀ (-) | $\alpha = -M_0/F_0$ (m) |
|-------|----------------------|----------------------|-------------------------|
| 0.0 | 1.000 | 1.000 | 2.383 |
| 1.3 | 0.507 | 0.883 | |
| 2.5 | 0.071 | 0.701 | |
| 3.8 | -0.191 | 0.319 | |
| 5.0 | -0.279 | 0.048 | |
| 6.3 | -0.258 | -0.101 | |
| 7.5 | -0.187 | -0.150 | |
| 8.8 | -0.108 | -0.137 | |
| 10.0 | -0.046 | -0.092 | |
| 12.0 | 0.002 | -0.022 | |
| 14.0 | 0.006 | -0.002 | |
| 16.0 | 0.006 | 0.001 | |
| 18.0 | 0.004 | 0.002 | |
| 20.0 | 0.002 | 0.002 | |
| 23.3 | 0.000 | 0.001 | |
| 26.7 | 0.000 | 0.000 | |
| 30.0 | 0.000 | 0.000 | |
| 35.0 | 0.000 | 0.000 | |
| 40.0 | 0.000 | 0.000 | |

| | | | | | | |
|--|------------------|---|--|-----------|--------------------|--|
| GENERAL CONTRACTOR  | | ALTA SORVEGLIANZA  | | | | |
| IV08 - CAVALCAFERROVIA AL Km 38 + 918 0 - GENERALE RELAZIONE GEOTECNICA | Progetto IN17 | Lotto 10 | Codifica Documento Y12 RB IV 08 0 0 001 | Rev. A | Foglio 35 di 57 | |

Tabella 12: D = 1500 mm – Momento flettente e del taglio normalizzati – Testa palo incastrata

| Z (m) | M/M ₀ (-) | F/F ₀ (-) | $\alpha = -M_0/F_0$ (m) |
|-------|----------------------|----------------------|-------------------------|
| 0.00 | 1.00 | 1.000 | 2.838 |
| 1.25 | 0.58 | 0.918 | |
| 2.50 | 0.19 | 0.780 | |
| 3.75 | -0.08 | 0.464 | |
| 5.00 | -0.22 | 0.201 | |
| 6.25 | -0.27 | 0.012 | |
| 7.50 | -0.24 | -0.098 | |
| 8.75 | -0.19 | -0.141 | |
| 10.00 | -0.13 | -0.133 | |
| 12.00 | -0.05 | -0.063 | |
| 14.00 | -0.02 | -0.030 | |
| 16.00 | -0.01 | -0.020 | |
| 18.00 | 0.00 | -0.012 | |
| 20.00 | 0.01 | -0.007 | |
| 23.33 | 0.01 | 0.007 | |
| 26.67 | 0.00 | 0.004 | |
| 30.00 | 0.00 | 0.000 | |
| 35.00 | 0.00 | 0.000 | |
| 40.00 | 0.00 | 0.000 | |

| | | | | | | |
|--|--|---|-------------|--|-----------|--------------------|
| GENERAL CONTRACTOR  | | ALTA SORVEGLIANZA  | | | | |
| IV08 - CAVALCAFERROVIA AL Km 38 + 918 0 - GENERALE RELAZIONE GEOTECNICA | | Progetto IN17 | Lotto 10 | Codifica Documento Y12 RB IV 08 0 0 001 | Rev. A | Foglio 36 di 57 |

Tabella 13: D = 1000 mm - Coefficienti adimensionali Av, Bv, Am, Bm, Ay, By, As, Bs e lunghezza elastica T

| Pile depth | Av | Am | Bv | Bm | Ay | As | By | Bs | T |
|------------|-------|-------|-------|-------|--------|--------|--------|--------|-------|
| m | (-) | (-) | (-) | (-) | (-) | (-) | (-) | (-) | (m) |
| 0.0 | 1.00 | 0.00 | 0.00 | 1.00 | 1.0117 | 0.8907 | 0.8907 | 1.2784 | 2.959 |
| 1.2 | 0.65 | 0.34 | -0.28 | 0.93 | | | | | |
| 2.5 | 0.30 | 0.57 | -0.46 | 0.78 | | | | | |
| 3.7 | -0.24 | 0.56 | -0.62 | 0.54 | | | | | |
| 5.0 | -0.43 | 0.40 | -0.53 | 0.29 | | | | | |
| 6.2 | -0.39 | 0.22 | -0.34 | 0.10 | | | | | |
| 7.5 | -0.25 | 0.08 | -0.15 | 0.00 | | | | | |
| 8.7 | -0.12 | 0.00 | -0.03 | -0.04 | | | | | |
| 10.0 | -0.02 | -0.02 | 0.02 | -0.04 | | | | | |
| 12.0 | 0.02 | -0.02 | 0.02 | -0.01 | | | | | |
| 14.0 | 0.01 | -0.01 | 0.01 | -0.01 | | | | | |
| 16.0 | 0.01 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | | | | | |
| 18.0 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | | | | | |
| 20.0 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | | | | | |
| 23.3 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | | | | | |
| 26.7 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | | | | | |
| 30.0 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | | | | | |
| 35.0 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | | | | | |
| 40.0 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | | | | | |

| | | | | | |
|--|---|-------------|--|-----------|--------------------|
| GENERAL CONTRACTOR  | ALTA SORVEGLIANZA  | | | | |
| IV08 - CAVALCAFERROVIA AL Km 38 + 918 0 - GENERALE RELAZIONE GEOTECNICA | Progetto IN17 | Lotto 10 | Codifica Documento Y12 RB IV 08 0 0 001 | Rev. A | Foglio 37 di 57 |

Tabella 14: D = 1200 mm - Coefficienti adimensionali Av, Bv, Am, Bm, Ay, By, As, Bs e lunghezza elastica T

| Pile depth | Av | Am | Bv | Bm | Ay | As | By | Bs | T |
|------------|-------|-------|-------|-------|--------|--------|--------|--------|-------|
| m | (-) | (-) | (-) | (-) | (-) | (-) | (-) | (-) | (m) |
| 0.0 | 1.00 | 0.00 | 0.00 | 1.00 | 0.9076 | 0.8375 | 0.8375 | 1.2484 | 3.551 |
| 1.2 | 0.73 | 0.30 | -0.23 | 0.95 | | | | | |
| 2.5 | 0.42 | 0.52 | -0.41 | 0.85 | | | | | |
| 3.7 | -0.11 | 0.57 | -0.64 | 0.66 | | | | | |
| 5.0 | -0.38 | 0.47 | -0.63 | 0.42 | | | | | |
| 6.2 | -0.43 | 0.32 | -0.49 | 0.22 | | | | | |
| 7.5 | -0.36 | 0.18 | -0.32 | 0.08 | | | | | |
| 8.7 | -0.24 | 0.07 | -0.16 | 0.00 | | | | | |
| 10.0 | -0.12 | 0.01 | -0.04 | -0.04 | | | | | |
| 12.0 | -0.01 | -0.02 | 0.02 | -0.03 | | | | | |
| 14.0 | 0.01 | -0.02 | 0.02 | -0.02 | | | | | |
| 16.0 | 0.01 | -0.01 | 0.02 | -0.01 | | | | | |
| 18.0 | 0.01 | 0.00 | 0.01 | 0.00 | | | | | |
| 20.0 | 0.01 | 0.00 | 0.01 | 0.00 | | | | | |
| 23.3 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | | | | | |
| 26.7 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | | | | | |
| 30.0 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | | | | | |
| 35.0 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | | | | | |
| 40.0 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | | | | | |

| | | | | | | |
|--|--|---|-------------|--|-----------|--------------------|
| GENERAL CONTRACTOR  | | ALTA SORVEGLIANZA  | | | | |
| IV08 - CAVALCAFERROVIA AL Km 38 + 918 0 - GENERALE RELAZIONE GEOTECNICA | | Progetto IN17 | Lotto 10 | Codifica Documento Y12 RB IV 08 0 0 001 | Rev. A | Foglio 38 di 57 |

Tabella 15: D = 1500 mm - Coefficienti adimensionali Av, Bv, Am, Bm, Ay, By, As, Bs e lunghezza elastica T

| Pile depth m | Av (-) | Am (-) | Bv (-) | Bm (-) | Ay (-) | As (-) | By (-) | Bs (-) | T (m) |
|-----------------|-----------|-----------|-----------|-----------|-----------|-----------|-----------|-----------|----------|
| 0.0 | 1.00 | 0.00 | 0.00 | 1.00 | 0.7921 | 0.7692 | 0.7692 | 1.2033 | 4.439 |
| 1.3 | 0.81 | 0.25 | -0.17 | 0.97 | | | | | |
| 2.5 | 0.56 | 0.46 | -0.34 | 0.91 | | | | | |
| 3.8 | 0.07 | 0.54 | -0.61 | 0.77 | | | | | |
| 5.0 | -0.24 | 0.51 | -0.70 | 0.58 | | | | | |
| 6.3 | -0.40 | 0.42 | -0.65 | 0.38 | | | | | |
| 7.5 | -0.43 | 0.30 | -0.52 | 0.22 | | | | | |
| 8.7 | -0.37 | 0.18 | -0.36 | 0.09 | | | | | |
| 10.0 | -0.26 | 0.09 | -0.20 | 0.01 | | | | | |
| 12.0 | -0.08 | 0.01 | -0.03 | -0.03 | | | | | |
| 14.0 | -0.02 | 0.00 | 0.02 | -0.03 | | | | | |
| 16.0 | -0.01 | -0.01 | 0.02 | -0.02 | | | | | |
| 18.0 | 0.00 | -0.01 | 0.02 | -0.01 | | | | | |
| 20.0 | 0.00 | -0.01 | 0.02 | -0.01 | | | | | |
| 23.3 | 0.01 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | | | | | |
| 26.7 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | | | | | |
| 30.0 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | | | | | |
| 35.0 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | | | | | |
| 40.0 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | | | | | |

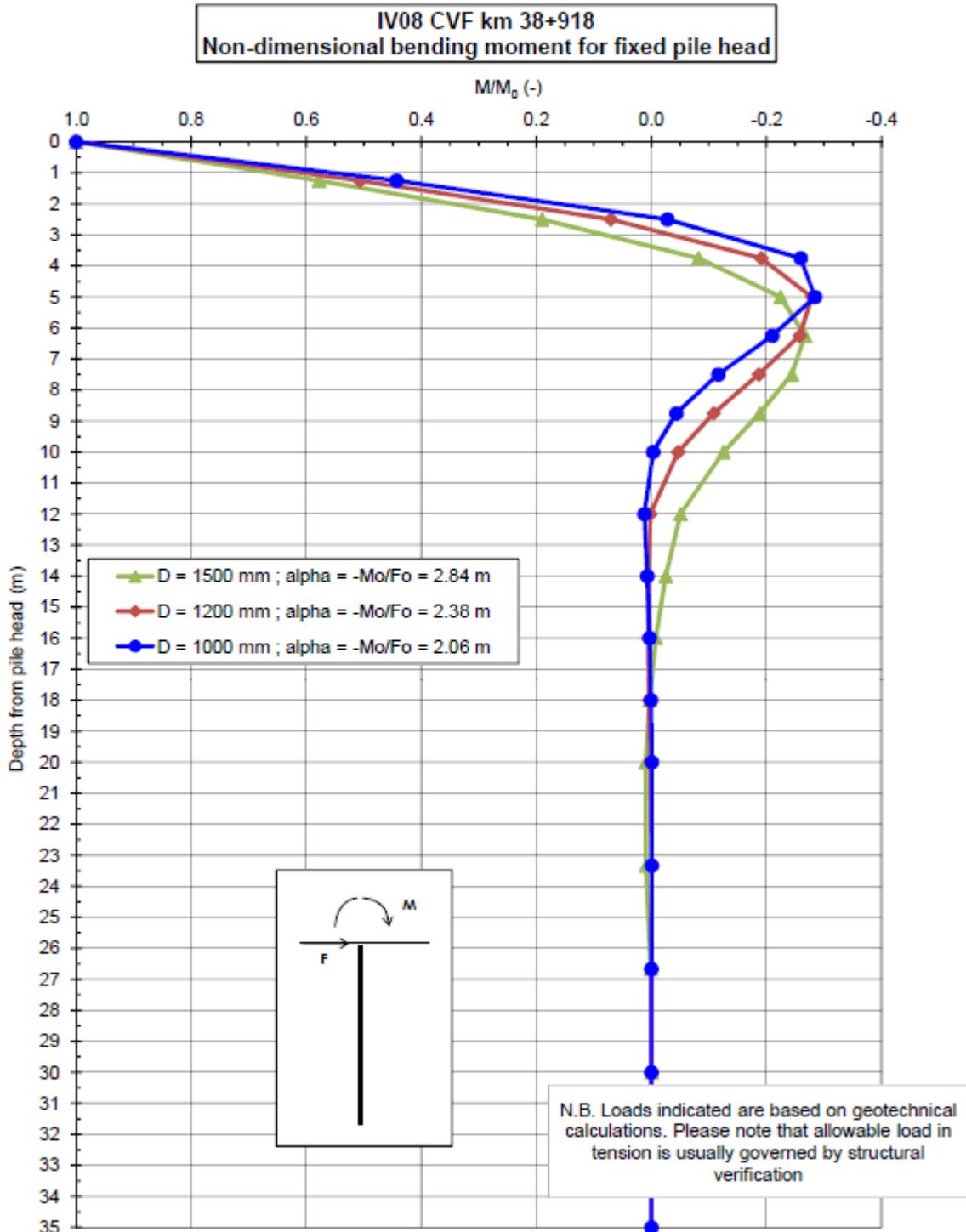


Figura 8: Andamento del momento flettente normalizzato

IV08 CVF km 38+918
Non-dimensional shear force for fixed pile head

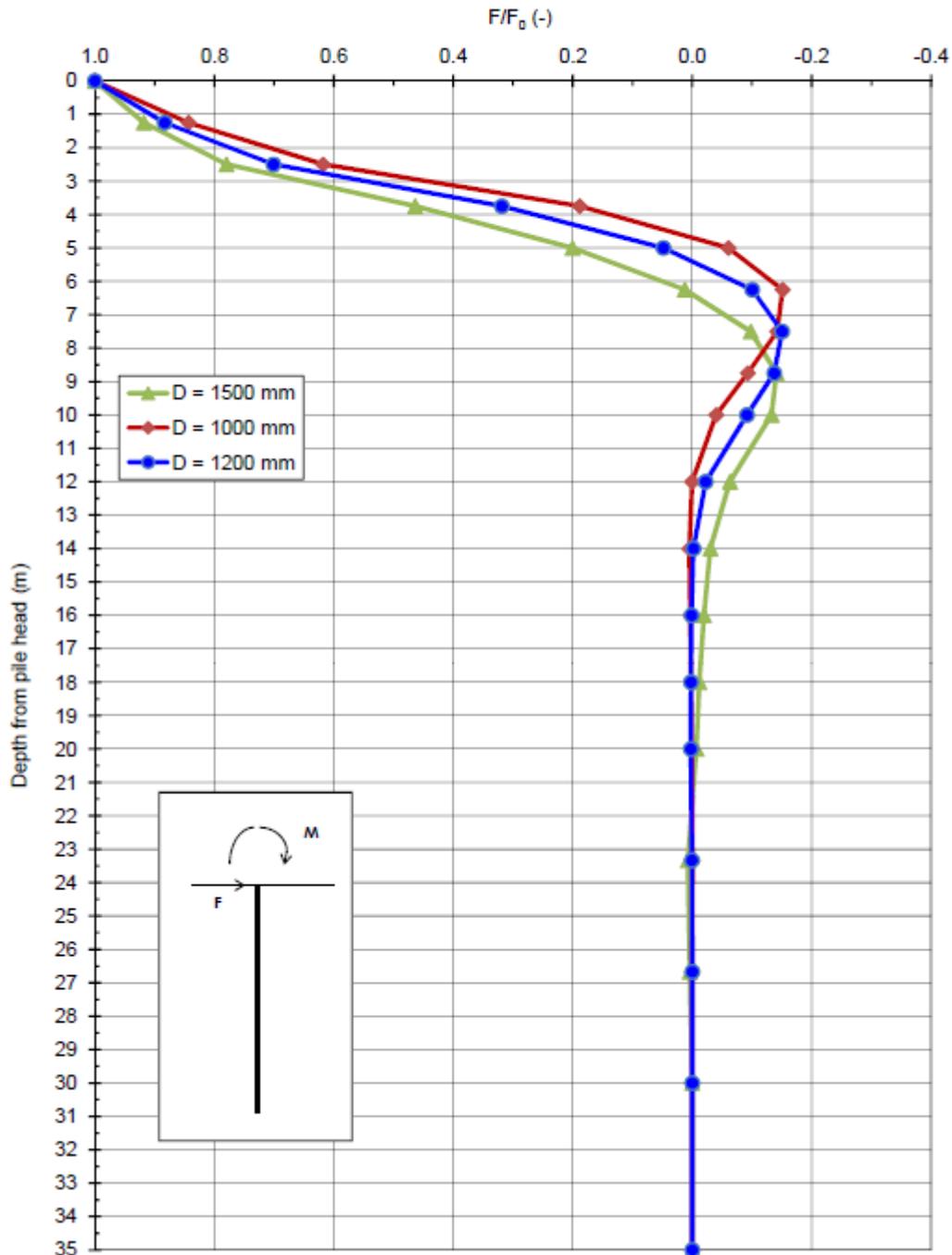


Figura 9: Andamento del taglio normalizzato

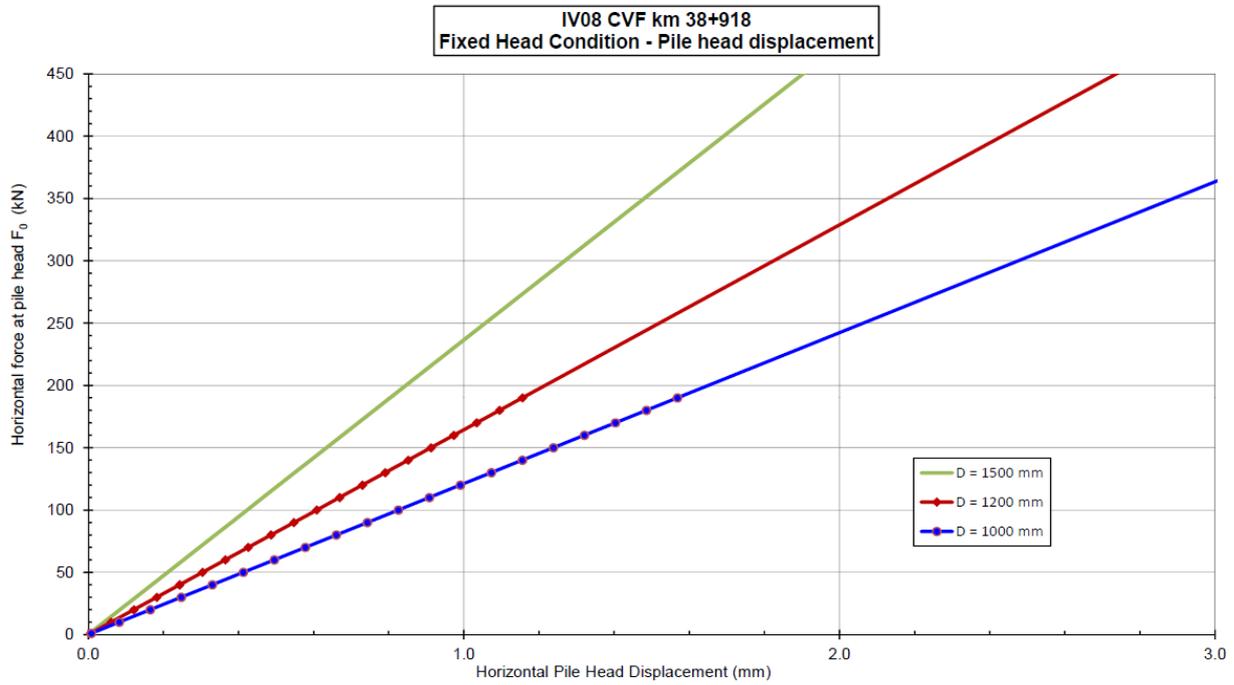


Figura 10: Curva carico – spostamento orizzontale

| | | | | | |
|---|--|---------------------|--|-------------------|----------------------------|
| <p>GENERAL CONTRACTOR</p>  | <p>ALTA SORVEGLIANZA</p>  | | | | |
| <p>IV08 - CAVALCAFERROVIA AL Km 38 + 918 0 - GENERALE RELAZIONE GEOTECNICA</p> | <p>Progetto IN17</p> | <p>Lotto 10</p> | <p>Codifica Documento Y12 RB IV 08 0 0 001</p> | <p>Rev. A</p> | <p>Foglio 42 di 57</p> |

ALLEGATO A - TABULATI DI CALCOLO PALI

| | | | | | |
|--|---|-------------|--|-----------|--------------------|
| GENERAL CONTRACTOR  | ALTA SORVEGLIANZA  | | | | |
| IV08 - CAVALCAFERROVIA AL Km 38 + 918 0 - GENERALE RELAZIONE GEOTECNICA | Progetto IN17 | Lotto 10 | Codifica Documento Y12 RB IV 08 0 0 001 | Rev. A | Foglio 43 di 57 |

iv08-10 / 1

```

*****
*
*   CALCOLO DELLA CAPACITA' PORTANTE DI UN PALO TRIVELLATO   *
*
*****

```

2ø Lotto Montebello-Vicenza
 CF IV08 - km 38+918

DATI DI INPUT
 =====

| | | |
|------------------------------------|---------|-----|
| Diametro del palo | (m) | 1.0 |
| Lunghezza minima del palo | (m) | 20 |
| Lunghezza massima del palo | (m) | 50 |
| Incremento lunghezza palo | (m) | 1 |
| Quota testa palo da piano campagna | (m) | 3 |
| FS Portata laterale | (-) | 1 |
| FS Portata di base | (-) | 1 |
| Tensione massima nel calcestruzzo | (MPa) | 15 |
| Peso specifico del palo | (kN/m3) | 7 |
| Numero degli strati di terreno | (-) | 5 |
| Numero delle falde | (-) | 1 |
| Quota 1 ^ falda da p.c. | (m) | 1 |

iv08-10 / 2

PARAMETRI GEOTECNICI DEL TERRENO

| Strato (-) | Z, str (m) | Gnat. (kN/m3) | Geff. (kN/m3) | Z, w (m) | Fi (o) | Delta (o) | Cu, i (kPa) | Cu, f (kPa) |
|---------------|---------------|------------------|------------------|-------------|-----------|--------------|----------------|----------------|
| 1 | 5.00 | 18.00 | 8.00 | 1.00 | 0.0 | -- | 40.0 | 40.0 |
| 2 | 15.00 | 19.00 | 9.00 | 1.00 | 37.0 | 37.0 | 0.0 | 0.0 |
| 3 | 23.00 | 18.00 | 8.00 | 1.00 | 0.0 | -- | 70.0 | 70.0 |
| 4 | 34.00 | 19.00 | 9.00 | 1.00 | 37.0 | 37.0 | 0.0 | 0.0 |
| 5 | 60.00 | 18.00 | 8.00 | 1.00 | 0.0 | -- | 120.0 | 200.0 |

Z, str = Quota fine strato da piano campagna
 Gnat. = Peso specifico del terreno naturale
 Geff. = Peso specifico del terreno immerso
 Z, w = Quota della falda da piano campagna
 Fi = Angolo di resistenza al taglio (per terreni incoerenti)
 Delta = Angolo d'attrito palo-terreno (per terreni incoerenti)
 Cu, i = Coesione non drenata, inizio strato (per terreni coesivi)
 Cu, f = Coesione non drenata, fine strato (per terreni coesivi)

| Strato (-) | Terreno tipo (---) | TAU, max (kPa) | Qbase, i (kPa) | Qbase, f (kPa) | Qb, l/Qb, c (-) |
|---------------|-----------------------|-------------------|-------------------|-------------------|--------------------|
| 1 | COESIVO | 100.0 | 360.0 | 360.0 | 1.00 |
| 2 | INCOERENTE | 120.0 | 2500.0 | 2500.0 | 3.00 |
| 3 | COESIVO | 100.0 | 630.0 | 630.0 | 1.00 |
| 4 | INCOERENTE | 120.0 | 3000.0 | 3000.0 | 3.00 |
| 5 | COESIVO | 100.0 | 1080.0 | 1800.0 | 1.00 |

TAU, max = Limite superiore dell'adesione laterale palo-terreno
 Qbase, i = Portata di base unitaria, inizio strato
 Qbase, f = Portata di base unitaria, fine strato
 Qb, l/Qb, c = Rapporto tra portata di base limite e critica

iv08-10 / 3

2ø Lotto Montebello-Vicenza
CF IV08 - km 38+918

| Quota da p.c. (m) | Sigma,v totale (kPa) | Sigma,v efficace (kPa) | Alfa (--) | Beta (--) | Tau,lim (kPa) | qb,cr (kPa) |
|-------------------------|----------------------------|------------------------------|--------------|--------------|------------------|----------------|
| 3.0 | 54.0 | 34.0 | 0.43 | 0.50 | 17.0 | -- |
| 4.0 | 72.0 | 42.0 | 0.53 | 0.50 | 21.0 | -- |
| 5.0 | 90.0 | 50.0 | 0.63 | 0.50 | 25.0 | -- |
| 6.0 | 109.0 | 59.0 | -- | 0.53 | 31.1 | -- |
| 7.0 | 128.0 | 68.0 | -- | 0.53 | 35.9 | -- |
| 8.0 | 147.0 | 77.0 | -- | 0.53 | 40.6 | -- |
| 9.0 | 166.0 | 86.0 | -- | 0.53 | 45.4 | -- |
| 10.0 | 185.0 | 95.0 | -- | 0.53 | 50.1 | -- |
| 11.0 | 204.0 | 104.0 | -- | 0.53 | 54.9 | -- |
| 12.0 | 223.0 | 113.0 | -- | 0.53 | 59.6 | -- |
| 13.0 | 242.0 | 122.0 | -- | 0.53 | 64.4 | -- |
| 14.0 | 261.0 | 131.0 | -- | 0.53 | 69.1 | -- |
| 15.0 | 280.0 | 140.0 | -- | 0.53 | 73.8 | -- |
| 16.0 | 298.0 | 148.0 | 0.55 | 0.26 | 38.5 | -- |
| 17.0 | 316.0 | 156.0 | 0.55 | 0.25 | 38.5 | 630.0 |
| 18.0 | 334.0 | 164.0 | 0.55 | 0.23 | 38.5 | 630.0 |
| 19.0 | 352.0 | 172.0 | 0.57 | 0.23 | 39.6 | 630.0 |
| 20.0 | 370.0 | 180.0 | 0.59 | 0.23 | 41.4 | 630.0 |
| 21.0 | 388.0 | 188.0 | 0.62 | 0.23 | 43.2 | 630.0 |
| 22.0 | 406.0 | 196.0 | 0.64 | 0.23 | 45.1 | 630.0 |
| 23.0 | 424.0 | 204.0 | 0.67 | 0.23 | 46.9 | 630.0 |
| 24.0 | 443.0 | 213.0 | -- | 0.53 | 112.4 | 1420.0 |
| 25.0 | 462.0 | 222.0 | -- | 0.53 | 117.1 | 2210.0 |
| 26.0 | 481.0 | 231.0 | -- | 0.52 | 120.0 | 3000.0 |
| 27.0 | 500.0 | 240.0 | -- | 0.50 | 120.0 | 3000.0 |
| 28.0 | 519.0 | 249.0 | -- | 0.48 | 120.0 | 3000.0 |
| 29.0 | 538.0 | 258.0 | -- | 0.47 | 120.0 | 3000.0 |
| 30.0 | 557.0 | 267.0 | -- | 0.45 | 120.0 | 3000.0 |
| 31.0 | 576.0 | 276.0 | -- | 0.43 | 120.0 | 3000.0 |
| 32.0 | 595.0 | 285.0 | -- | 0.42 | 120.0 | 2360.0 |
| 33.0 | 614.0 | 294.0 | -- | 0.41 | 120.0 | 1720.0 |
| 34.0 | 633.0 | 303.0 | -- | 0.40 | 120.0 | 1080.0 |
| 35.0 | 651.0 | 311.0 | 0.58 | 0.23 | 71.5 | 1107.7 |
| 36.0 | 669.0 | 319.0 | 0.58 | 0.23 | 73.4 | 1135.4 |
| 37.0 | 687.0 | 327.0 | 0.58 | 0.23 | 75.2 | 1163.1 |
| 38.0 | 705.0 | 335.0 | 0.58 | 0.23 | 77.1 | 1190.8 |
| 39.0 | 723.0 | 343.0 | 0.58 | 0.23 | 78.9 | 1218.5 |
| 40.0 | 741.0 | 351.0 | 0.58 | 0.23 | 80.7 | 1246.2 |
| 41.0 | 759.0 | 359.0 | 0.58 | 0.23 | 82.6 | 1273.8 |
| 42.0 | 777.0 | 367.0 | 0.58 | 0.23 | 84.4 | 1301.5 |
| 43.0 | 795.0 | 375.0 | 0.58 | 0.23 | 86.3 | 1329.2 |
| 44.0 | 813.0 | 383.0 | 0.58 | 0.23 | 88.1 | 1356.9 |
| 45.0 | 831.0 | 391.0 | 0.58 | 0.23 | 89.9 | 1384.6 |
| 46.0 | 849.0 | 399.0 | 0.58 | 0.23 | 91.8 | 1412.3 |
| 47.0 | 867.0 | 407.0 | 0.59 | 0.23 | 93.6 | 1440.0 |
| 48.0 | 885.0 | 415.0 | 0.59 | 0.23 | 95.5 | 1467.7 |

iv08-10 / 4

2ø Lotto Montebello-Vicenza
CF IV08 - km 38+918

| Quota da p.c. (m) | Sigma,v totale (kPa) | Sigma,v efficace (kPa) | Alfa (--) | Beta (--) | Tau,lim (kPa) | qb,cr (kPa) |
|-------------------------|----------------------------|------------------------------|--------------|--------------|------------------|----------------|
| 49.0 | 903.0 | 423.0 | 0.59 | 0.23 | 97.3 | 1495.4 |
| 50.0 | 921.0 | 431.0 | 0.59 | 0.23 | 99.1 | 1523.1 |
| 51.0 | 939.0 | 439.0 | 0.58 | 0.23 | 100.0 | 1550.8 |
| 52.0 | 957.0 | 447.0 | 0.57 | 0.22 | 100.0 | 1578.5 |
| 53.0 | 975.0 | 455.0 | 0.56 | 0.22 | 100.0 | 1606.2 |
| 54.0 | 993.0 | 463.0 | 0.55 | 0.22 | 100.0 | 1633.8 |
| 55.0 | 1011.0 | 471.0 | 0.54 | 0.21 | 100.0 | 1661.5 |
| 56.0 | 1029.0 | 479.0 | 0.53 | 0.21 | 100.0 | 1689.2 |
| 57.0 | 1047.0 | 487.0 | 0.52 | 0.21 | 100.0 | 1716.9 |
| 58.0 | 1065.0 | 495.0 | 0.52 | 0.20 | 100.0 | 1744.6 |
| 59.0 | 1083.0 | 503.0 | 0.51 | 0.20 | 100.0 | 1772.3 |
| 60.0 | 1101.0 | 511.0 | 0.50 | 0.20 | 100.0 | 1800.0 |

Alfa = $Tau,lim / Cu$
 Beta = $Tau,lim / Sigma,v \text{ efficace}$
 Tau,lim = Adesione limite palo-terreno
 qb,cr = Portata unitaria di base critica

| | | | | | | |
|--|------------------|---|--|-----------|--------------------|--|
| GENERAL CONTRACTOR  | | ALTA SORVEGLIANZA  | | | | |
| IV08 - CAVALCAFERROVIA AL Km 38 + 918 0 - GENERALE RELAZIONE GEOTECNICA | Progetto IN17 | Lotto 10 | Codifica Documento Y12 RB IV 08 0 0 001 | Rev. A | Foglio 47 di 57 | |

iv08-10 / 5

2° Lotto Montebello-Vicenza
 CF IV08 - km 38+918

CAPACITA' PORTANTE A COMPRESSIONE - PALO TRIVELLATO D = 1000 mm

| Lpalo (m) | Qamm (kN) | Ql,u (kN) | Qb,cr (kN) | Wpalo (kN) | Qt,lim (kN) | S,cls (MPa) |
|--------------|--------------|--------------|---------------|---------------|----------------|----------------|
| 20.00 | 3146.0 | 2761.2 | 494.8 | 110.0 | 3256.0 | 4.01 |
| 21.00 | 4058.8 | 3059.0 | 1115.3 | 115.5 | 4211.2 | 5.17 |
| 22.00 | 5034.2 | 3419.4 | 1735.7 | 121.0 | 5229.0 | 6.41 |
| 23.00 | 6023.1 | 3793.3 | 2356.2 | 126.4 | 6260.3 | 7.67 |
| 24.00 | 6394.6 | 4170.3 | 2356.2 | 131.9 | 7294.6 | 8.14 |
| 25.00 | 6766.1 | 4547.3 | 2356.2 | 137.4 | 8329.0 | 8.61 |
| 26.00 | 7137.6 | 4924.3 | 2356.2 | 142.9 | 8882.7 | 9.09 |
| 27.00 | 7509.0 | 5301.3 | 2356.2 | 148.4 | 8637.7 | 9.56 |
| 28.00 | 7880.5 | 5678.3 | 2356.2 | 153.9 | 8392.6 | 10.03 |
| 29.00 | 7749.4 | 6055.3 | 1853.5 | 159.4 | 8147.6 | 9.87 |
| 30.00 | 7618.2 | 6432.3 | 1350.9 | 164.9 | 7902.5 | 9.70 |
| 31.00 | 7487.1 | 6809.3 | 848.2 | 170.4 | 7657.5 | 9.53 |
| 32.00 | 7764.6 | 7070.6 | 870.0 | 175.9 | 7940.6 | 9.89 |
| 33.00 | 8008.5 | 7298.2 | 891.7 | 181.4 | 8189.9 | 10.20 |
| 34.00 | 8258.2 | 7531.6 | 913.5 | 186.9 | 8445.1 | 10.51 |
| 35.00 | 8513.6 | 7770.8 | 935.2 | 192.4 | 8706.0 | 10.84 |
| 36.00 | 8774.8 | 8015.7 | 957.0 | 197.9 | 8972.7 | 11.17 |
| 37.00 | 9041.8 | 8266.4 | 978.7 | 203.4 | 9245.2 | 11.51 |
| 38.00 | 9314.5 | 8523.0 | 1000.5 | 208.9 | 9523.4 | 11.86 |
| 39.00 | 9593.1 | 8785.2 | 1022.2 | 214.4 | 9807.5 | 12.21 |
| 40.00 | 9877.4 | 9053.3 | 1044.0 | 219.9 | 10097.3 | 12.58 |
| 41.00 | 10167.5 | 9327.2 | 1065.7 | 225.4 | 10392.9 | 12.95 |
| 42.00 | 10463.4 | 9606.8 | 1087.5 | 230.9 | 10694.3 | 13.32 |
| 43.00 | 10765.0 | 9892.2 | 1109.2 | 236.4 | 11001.4 | 13.71 |
| 44.00 | 11072.5 | 10183.4 | 1131.0 | 241.9 | 11314.4 | 14.10 |
| 45.00 | 11385.7 | 10480.4 | 1152.7 | 247.4 | 11633.1 | 14.50 |
| 46.00 | 11704.7 | 10783.1 | 1174.5 | 252.9 | 11957.6 | 14.90 |
| 47.00 | 12029.5 | 11091.7 | 1196.2 | 258.4 | 12287.9 | 15.32 |

Lpalo = Lunghezza del palo da quota sottoplinto
 Qamm = Portata ammissibile del palo
 Ql,u = Portata laterale ultima
 Qb,cr = Portata di base critica
 Wpalo = Peso proprio del palo
 Qt,lim = Carico limite ultimo totale del palo
 S,cls = Tensione media di compressione sul calcestruzzo

$$Qamm = Ql,u/FSL + Qb,cr/FSB - Wpalo$$

| | | | | | |
|--|---|-------------|--|-----------|--------------------|
| GENERAL CONTRACTOR  | ALTA SORVEGLIANZA  | | | | |
| IV08 - CAVALCAFERROVIA AL Km 38 + 918 0 - GENERALE RELAZIONE GEOTECNICA | Progetto IN17 | Lotto 10 | Codifica Documento Y12 RB IV 08 0 0 001 | Rev. A | Foglio 48 di 57 |

iv08-12 / 1

```

*****
*
*   CALCOLO DELLA CAPACITA' PORTANTE DI UN PALO TRIVELLATO   *
*
*****

```

2ø Lotto Montebello-Vicenza
 CF IV08 - km 38+918

DATI DI INPUT
 =====

| | | |
|------------------------------------|---------|-----|
| Diametro del palo | (m) | 1.2 |
| Lunghezza minima del palo | (m) | 20 |
| Lunghezza massima del palo | (m) | 50 |
| Incremento lunghezza palo | (m) | 1 |
| Quota testa palo da piano campagna | (m) | 3 |
| FS Portata laterale | (-) | 1 |
| FS Portata di base | (-) | 1 |
| Tensione massima nel calcestruzzo | (MPa) | 15 |
| Peso specifico del palo | (kN/m3) | 7 |
| Numero degli strati di terreno | (-) | 5 |
| Numero delle falde | (-) | 1 |
| Quota 1 ^ falda da p.c. | (m) | 1 |

iv08-12 / 2

PARAMETRI GEOTECNICI DEL TERRENO

| Strato (-) | Z, str (m) | Gnat. (kN/m3) | Geff. (kN/m3) | Z, w (m) | Fi (o) | Delta (o) | Cu, i (kPa) | Cu, f (kPa) |
|---------------|---------------|------------------|------------------|-------------|-----------|--------------|----------------|----------------|
| 1 | 5.00 | 18.00 | 8.00 | 1.00 | 0.0 | -- | 40.0 | 40.0 |
| 2 | 15.00 | 19.00 | 9.00 | 1.00 | 37.0 | 37.0 | 0.0 | 0.0 |
| 3 | 23.00 | 18.00 | 8.00 | 1.00 | 0.0 | -- | 70.0 | 70.0 |
| 4 | 34.00 | 19.00 | 9.00 | 1.00 | 37.0 | 37.0 | 0.0 | 0.0 |
| 5 | 60.00 | 18.00 | 8.00 | 1.00 | 0.0 | -- | 120.0 | 200.0 |

Z, str = Quota fine strato da piano campagna
 Gnat. = Peso specifico del terreno naturale
 Geff. = Peso specifico del terreno immerso
 Z, w = Quota della falda da piano campagna
 Fi = Angolo di resistenza al taglio (per terreni incoerenti)
 Delta = Angolo d'attrito palo-terreno (per terreni incoerenti)
 Cu, i = Coesione non drenata, inizio strato (per terreni coesivi)
 Cu, f = Coesione non drenata, fine strato (per terreni coesivi)

| Strato (-) | Terreno tipo (---) | TAU, max (kPa) | Qbase, i (kPa) | Qbase, f (kPa) | Qb, l/Qb, c (-) |
|---------------|-----------------------|-------------------|-------------------|-------------------|--------------------|
| 1 | COESIVO | 100.0 | 360.0 | 360.0 | 1.00 |
| 2 | INCOERENTE | 120.0 | 2500.0 | 2500.0 | 3.00 |
| 3 | COESIVO | 100.0 | 630.0 | 630.0 | 1.00 |
| 4 | INCOERENTE | 120.0 | 3000.0 | 3000.0 | 3.00 |
| 5 | COESIVO | 100.0 | 1080.0 | 1800.0 | 1.00 |

TAU, max = Limite superiore dell'adesione laterale palo-terreno
 Qbase, i = Portata di base unitaria, inizio strato
 Qbase, f = Portata di base unitaria, fine strato
 Qb, l/Qb, c = Rapporto tra portata di base limite e critica



IV08 - CAVALCAFERROVIA AL Km 38 + 918
0 - GENERALE
RELAZIONE GEOTECNICA

| | | | | |
|------------------|-------------|--|-----------|--------------------|
| Progetto IN17 | Lotto 10 | Codifica Documento Y12 RB IV 08 0 0 001 | Rev. A | Foglio 50 di 57 |
|------------------|-------------|--|-----------|--------------------|

iv08-12 / 3

2ø Lotto Montebello-Vicenza
CF IV08 - km 38+918

| Quota da p.c. (m) | Sigma,v totale (kPa) | Sigma,v efficace (kPa) | Alfa (--) | Beta (--) | Tau,lim (kPa) | qb,cr (kPa) |
|-------------------------|----------------------------|------------------------------|--------------|--------------|------------------|----------------|
| 3.0 | 54.0 | 34.0 | 0.43 | 0.50 | 17.0 | -- |
| 4.0 | 72.0 | 42.0 | 0.53 | 0.50 | 21.0 | -- |
| 5.0 | 90.0 | 50.0 | 0.63 | 0.50 | 25.0 | -- |
| 6.0 | 109.0 | 59.0 | -- | 0.53 | 31.1 | -- |
| 7.0 | 128.0 | 68.0 | -- | 0.53 | 35.9 | -- |
| 8.0 | 147.0 | 77.0 | -- | 0.53 | 40.6 | -- |
| 9.0 | 166.0 | 86.0 | -- | 0.53 | 45.4 | -- |
| 10.0 | 185.0 | 95.0 | -- | 0.53 | 50.1 | -- |
| 11.0 | 204.0 | 104.0 | -- | 0.53 | 54.9 | -- |
| 12.0 | 223.0 | 113.0 | -- | 0.53 | 59.6 | -- |
| 13.0 | 242.0 | 122.0 | -- | 0.53 | 64.4 | -- |
| 14.0 | 261.0 | 131.0 | -- | 0.53 | 69.1 | -- |
| 15.0 | 280.0 | 140.0 | -- | 0.53 | 73.8 | -- |
| 16.0 | 298.0 | 148.0 | 0.55 | 0.26 | 38.5 | 630.0 |
| 17.0 | 316.0 | 156.0 | 0.55 | 0.25 | 38.5 | 630.0 |
| 18.0 | 334.0 | 164.0 | 0.55 | 0.23 | 38.5 | 630.0 |
| 19.0 | 352.0 | 172.0 | 0.57 | 0.23 | 39.6 | 630.0 |
| 20.0 | 370.0 | 180.0 | 0.59 | 0.23 | 41.4 | 630.0 |
| 21.0 | 388.0 | 188.0 | 0.62 | 0.23 | 43.2 | 630.0 |
| 22.0 | 406.0 | 196.0 | 0.64 | 0.23 | 45.1 | 630.0 |
| 23.0 | 424.0 | 204.0 | 0.67 | 0.23 | 46.9 | 630.0 |
| 24.0 | 443.0 | 213.0 | -- | 0.53 | 112.4 | 1288.3 |
| 25.0 | 462.0 | 222.0 | -- | 0.53 | 117.1 | 1946.7 |
| 26.0 | 481.0 | 231.0 | -- | 0.52 | 120.0 | 2605.0 |
| 27.0 | 500.0 | 240.0 | -- | 0.50 | 120.0 | 3000.0 |
| 28.0 | 519.0 | 249.0 | -- | 0.48 | 120.0 | 3000.0 |
| 29.0 | 538.0 | 258.0 | -- | 0.47 | 120.0 | 3000.0 |
| 30.0 | 557.0 | 267.0 | -- | 0.45 | 120.0 | 3000.0 |
| 31.0 | 576.0 | 276.0 | -- | 0.43 | 120.0 | 2680.0 |
| 32.0 | 595.0 | 285.0 | -- | 0.42 | 120.0 | 2146.7 |
| 33.0 | 614.0 | 294.0 | -- | 0.41 | 120.0 | 1613.3 |
| 34.0 | 633.0 | 303.0 | -- | 0.40 | 120.0 | 1080.0 |
| 35.0 | 651.0 | 311.0 | 0.58 | 0.23 | 71.5 | 1107.7 |
| 36.0 | 669.0 | 319.0 | 0.58 | 0.23 | 73.4 | 1135.4 |
| 37.0 | 687.0 | 327.0 | 0.58 | 0.23 | 75.2 | 1163.1 |
| 38.0 | 705.0 | 335.0 | 0.58 | 0.23 | 77.1 | 1190.8 |
| 39.0 | 723.0 | 343.0 | 0.58 | 0.23 | 78.9 | 1218.5 |
| 40.0 | 741.0 | 351.0 | 0.58 | 0.23 | 80.7 | 1246.2 |
| 41.0 | 759.0 | 359.0 | 0.58 | 0.23 | 82.6 | 1273.8 |
| 42.0 | 777.0 | 367.0 | 0.58 | 0.23 | 84.4 | 1301.5 |
| 43.0 | 795.0 | 375.0 | 0.58 | 0.23 | 86.3 | 1329.2 |
| 44.0 | 813.0 | 383.0 | 0.58 | 0.23 | 88.1 | 1356.9 |
| 45.0 | 831.0 | 391.0 | 0.58 | 0.23 | 89.9 | 1384.6 |
| 46.0 | 849.0 | 399.0 | 0.58 | 0.23 | 91.8 | 1412.3 |
| 47.0 | 867.0 | 407.0 | 0.59 | 0.23 | 93.6 | 1440.0 |
| 48.0 | 885.0 | 415.0 | 0.59 | 0.23 | 95.5 | 1467.7 |

iv08-12 / 4

2ø Lotto Montebello-Vicenza
CF IV08 - km 38+918

| Quota da p.c. (m) | Sigma,v totale (kPa) | Sigma,v efficace (kPa) | Alfa (--) | Beta (--) | Tau,lim (kPa) | qb,cr (kPa) |
|-------------------------|----------------------------|------------------------------|--------------|--------------|------------------|----------------|
| 49.0 | 903.0 | 423.0 | 0.59 | 0.23 | 97.3 | 1495.4 |
| 50.0 | 921.0 | 431.0 | 0.59 | 0.23 | 99.1 | 1523.1 |
| 51.0 | 939.0 | 439.0 | 0.58 | 0.23 | 100.0 | 1550.8 |
| 52.0 | 957.0 | 447.0 | 0.57 | 0.22 | 100.0 | 1578.5 |
| 53.0 | 975.0 | 455.0 | 0.56 | 0.22 | 100.0 | 1606.2 |
| 54.0 | 993.0 | 463.0 | 0.55 | 0.22 | 100.0 | 1633.8 |
| 55.0 | 1011.0 | 471.0 | 0.54 | 0.21 | 100.0 | 1661.5 |
| 56.0 | 1029.0 | 479.0 | 0.53 | 0.21 | 100.0 | 1689.2 |
| 57.0 | 1047.0 | 487.0 | 0.52 | 0.21 | 100.0 | 1716.9 |
| 58.0 | 1065.0 | 495.0 | 0.52 | 0.20 | 100.0 | 1744.6 |
| 59.0 | 1083.0 | 503.0 | 0.51 | 0.20 | 100.0 | 1772.3 |
| 60.0 | 1101.0 | 511.0 | 0.50 | 0.20 | 100.0 | 1800.0 |

Alfa = $\text{Tau,lim} / \text{Cu}$
 Beta = $\text{Tau,lim} / \text{Sigma,v efficace}$
 Tau,lim = Adesione limite palo-terreno
 qb,cr = Portata unitaria di base critica

| | | | | | | |
|--|--|---|-------------|--|-----------|--------------------|
| GENERAL CONTRACTOR  | | ALTA SORVEGLIANZA  | | | | |
| IV08 - CAVALCAFERROVIA AL Km 38 + 918 0 - GENERALE RELAZIONE GEOTECNICA | | Progetto IN17 | Lotto 10 | Codifica Documento YI2 RB IV 08 0 0 001 | Rev. A | Foglio 52 di 57 |

iv08-12 / 5

2ø Lotto Montebello-Vicenza
CF IV08 - km 38+918

CAPACITA' PORTANTE A COMPRESSIONE - PALO TRIVELLATO D = 1200 mm

| Lpalo (m) | Qamm (kN) | Ql,u (kN) | Qb,cr (kN) | Wpalo (kN) | Qt,lim (kN) | S,cls (MPa) |
|--------------|--------------|--------------|---------------|---------------|----------------|----------------|
| 20.00 | 3867.6 | 3313.4 | 712.5 | 158.3 | 4025.9 | 3.42 |
| 21.00 | 4961.6 | 3670.8 | 1457.1 | 166.3 | 5172.2 | 4.39 |
| 22.00 | 6130.8 | 4103.3 | 2201.6 | 174.2 | 6393.5 | 5.42 |
| 23.00 | 7316.1 | 4552.0 | 2946.2 | 182.1 | 7631.1 | 6.47 |
| 24.00 | 8207.3 | 5004.4 | 3392.9 | 190.0 | 8872.3 | 7.26 |
| 25.00 | 8651.8 | 5456.8 | 3392.9 | 197.9 | 10113.6 | 7.65 |
| 26.00 | 9096.2 | 5909.2 | 3392.9 | 205.8 | 10862.8 | 8.04 |
| 27.00 | 9540.7 | 6361.6 | 3392.9 | 213.8 | 10568.8 | 8.44 |
| 28.00 | 9623.3 | 6813.9 | 3031.0 | 221.7 | 10274.7 | 8.51 |
| 29.00 | 9464.6 | 7266.3 | 2427.8 | 229.6 | 9980.7 | 8.37 |
| 30.00 | 9305.9 | 7718.7 | 1824.6 | 237.5 | 9686.6 | 8.23 |
| 31.00 | 9147.1 | 8171.1 | 1221.5 | 245.4 | 9392.6 | 8.09 |
| 32.00 | 9484.2 | 8484.7 | 1252.8 | 253.3 | 9737.5 | 8.39 |
| 33.00 | 9780.7 | 8757.8 | 1284.1 | 261.3 | 10041.9 | 8.65 |
| 34.00 | 10084.2 | 9037.9 | 1315.4 | 269.2 | 10353.3 | 8.92 |
| 35.00 | 10394.6 | 9324.9 | 1346.7 | 277.1 | 10671.6 | 9.19 |
| 36.00 | 10711.9 | 9618.9 | 1378.0 | 285.0 | 10996.9 | 9.47 |
| 37.00 | 11036.2 | 9919.7 | 1409.4 | 292.9 | 11329.1 | 9.76 |
| 38.00 | 11367.4 | 10227.5 | 1440.7 | 300.8 | 11668.2 | 10.05 |
| 39.00 | 11705.5 | 10542.3 | 1472.0 | 308.8 | 12014.3 | 10.35 |
| 40.00 | 12050.6 | 10864.0 | 1503.3 | 316.7 | 12367.3 | 10.66 |
| 41.00 | 12402.7 | 11192.6 | 1534.6 | 324.6 | 12727.3 | 10.97 |
| 42.00 | 12761.6 | 11528.2 | 1566.0 | 332.5 | 13094.1 | 11.28 |
| 43.00 | 13127.5 | 11870.7 | 1597.3 | 340.4 | 13467.9 | 11.61 |
| 44.00 | 13500.4 | 12220.1 | 1628.6 | 348.3 | 13848.7 | 11.94 |
| 45.00 | 13880.1 | 12576.5 | 1659.9 | 356.3 | 14236.4 | 12.27 |
| 46.00 | 14266.8 | 12939.8 | 1691.2 | 364.2 | 14631.0 | 12.61 |
| 47.00 | 14660.5 | 13310.0 | 1722.6 | 372.1 | 15032.6 | 12.96 |
| 48.00 | 15060.1 | 13686.2 | 1753.9 | 380.0 | 15440.1 | 13.32 |
| 49.00 | 15460.5 | 14063.2 | 1785.2 | 387.9 | 15848.4 | 13.67 |
| 50.00 | 15860.8 | 14440.2 | 1816.5 | 395.8 | 16256.7 | 14.02 |

Lpalo = Lunghezza del palo da quota sottoplinto
Qamm = Portata ammissibile del palo
Ql,u = Portata laterale ultima
Qb,cr = Portata di base critica
Wpalo = Peso proprio del palo
Qt,lim = Carico limite ultimo totale del palo
S,cls = Tensione media di compressione sul calcestruzzo

$$Qamm = Q_{l,u}/FSL + Q_{b,cr}/FSB - Wpalo$$

| | | | | | |
|--|---|-------------|--|-----------|--------------------|
| GENERAL CONTRACTOR  | ALTA SORVEGLIANZA  | | | | |
| IV08 - CAVALCAFERROVIA AL Km 38 + 918 0 - GENERALE RELAZIONE GEOTECNICA | Progetto IN17 | Lotto 10 | Codifica Documento Y12 RB IV 08 0 0 001 | Rev. A | Foglio 53 di 57 |

iv08-15 / 1

```

*****
*
*   CALCOLO DELLA CAPACITA' PORTANTE DI UN PALO TRIVELLATO   *
*
*****

```

2ø Lotto Montebello-Vicenza
 CF IV08 - km 38+918

DATI DI INPUT
 =====

| | | |
|------------------------------------|---------|-----|
| Diametro del palo | (m) | 1.5 |
| Lunghezza minima del palo | (m) | 20 |
| Lunghezza massima del palo | (m) | 50 |
| Incremento lunghezza palo | (m) | 1 |
| Quota testa palo da piano campagna | (m) | 3 |
| FS Portata laterale | (-) | 1 |
| FS Portata di base | (-) | 1 |
| Tensione massima nel calcestruzzo | (MPa) | 15 |
| Peso specifico del palo | (kN/m3) | 7 |
| Numero degli strati di terreno | (-) | 5 |
| Numero delle falde | (-) | 1 |
| Quota 1 ^ falda da p.c. | (m) | 1 |

iv08-15 / 2

PARAMETRI GEOTECNICI DEL TERRENO

| Strato (-) | Z, str (m) | Gnat. (kN/m3) | Geff. (kN/m3) | Z, w (m) | Fi (o) | Delta (o) | Cu, i (kPa) | Cu, f (kPa) |
|---------------|---------------|------------------|------------------|-------------|-----------|--------------|----------------|----------------|
| 1 | 5.00 | 18.00 | 8.00 | 1.00 | 0.0 | -- | 40.0 | 40.0 |
| 2 | 15.00 | 19.00 | 9.00 | 1.00 | 37.0 | 37.0 | 0.0 | 0.0 |
| 3 | 23.00 | 18.00 | 8.00 | 1.00 | 0.0 | -- | 70.0 | 70.0 |
| 4 | 34.00 | 19.00 | 9.00 | 1.00 | 37.0 | 37.0 | 0.0 | 0.0 |
| 5 | 60.00 | 18.00 | 8.00 | 1.00 | 0.0 | -- | 120.0 | 200.0 |

Z, str = Quota fine strato da piano campagna
 Gnat. = Peso specifico del terreno naturale
 Geff. = Peso specifico del terreno immerso
 Z, w = Quota della falda da piano campagna
 Fi = Angolo di resistenza al taglio (per terreni incoerenti)
 Delta = Angolo d'attrito palo-terreno (per terreni incoerenti)
 Cu, i = Coesione non drenata, inizio strato (per terreni coesivi)
 Cu, f = Coesione non drenata, fine strato (per terreni coesivi)

| Strato (-) | Terreno tipo (---) | TAU, max (kPa) | Qbase, i (kPa) | Qbase, f (kPa) | Qb, l/Qb, c (-) |
|---------------|-----------------------|-------------------|-------------------|-------------------|--------------------|
| 1 | COESIVO | 100.0 | 360.0 | 360.0 | 1.00 |
| 2 | INCOERENTE | 120.0 | 2500.0 | 2500.0 | 3.00 |
| 3 | COESIVO | 100.0 | 630.0 | 630.0 | 1.00 |
| 4 | INCOERENTE | 120.0 | 3000.0 | 3000.0 | 3.00 |
| 5 | COESIVO | 100.0 | 1080.0 | 1800.0 | 1.00 |

TAU, max = Limite superiore dell'adesione laterale palo-terreno
 Qbase, i = Portata di base unitaria, inizio strato
 Qbase, f = Portata di base unitaria, fine strato
 Qb, l/Qb, c = Rapporto tra portata di base limite e critica

iv08-15 / 3

2ø Lotto Montebello-Vicenza
CF IV08 - km 38+918

| Quota da p.c. (m) | Sigma,v totale (kPa) | Sigma,v efficace (kPa) | Alfa (--) | Beta (--) | Tau,lim (kPa) | qb,cr (kPa) |
|-------------------------|----------------------------|------------------------------|--------------|--------------|------------------|----------------|
| 3.0 | 54.0 | 34.0 | 0.43 | 0.50 | 17.0 | -- |
| 4.0 | 72.0 | 42.0 | 0.53 | 0.50 | 21.0 | -- |
| 5.0 | 90.0 | 50.0 | 0.63 | 0.50 | 25.0 | -- |
| 6.0 | 109.0 | 59.0 | -- | 0.53 | 31.1 | -- |
| 7.0 | 128.0 | 68.0 | -- | 0.53 | 35.9 | -- |
| 8.0 | 147.0 | 77.0 | -- | 0.53 | 40.6 | -- |
| 9.0 | 166.0 | 86.0 | -- | 0.53 | 45.4 | -- |
| 10.0 | 185.0 | 95.0 | -- | 0.53 | 50.1 | -- |
| 11.0 | 204.0 | 104.0 | -- | 0.53 | 54.9 | -- |
| 12.0 | 223.0 | 113.0 | -- | 0.53 | 59.6 | -- |
| 13.0 | 242.0 | 122.0 | -- | 0.53 | 64.4 | -- |
| 14.0 | 261.0 | 131.0 | -- | 0.53 | 69.1 | 1045.6 |
| 15.0 | 280.0 | 140.0 | -- | 0.53 | 73.8 | 630.0 |
| 16.0 | 298.0 | 148.0 | 0.55 | 0.26 | 38.5 | 630.0 |
| 17.0 | 316.0 | 156.0 | 0.55 | 0.25 | 38.5 | 630.0 |
| 18.0 | 334.0 | 164.0 | 0.55 | 0.23 | 38.5 | 630.0 |
| 19.0 | 352.0 | 172.0 | 0.57 | 0.23 | 39.6 | 630.0 |
| 20.0 | 370.0 | 180.0 | 0.59 | 0.23 | 41.4 | 630.0 |
| 21.0 | 388.0 | 188.0 | 0.62 | 0.23 | 43.2 | 630.0 |
| 22.0 | 406.0 | 196.0 | 0.64 | 0.23 | 45.1 | 630.0 |
| 23.0 | 424.0 | 204.0 | 0.67 | 0.23 | 46.9 | 630.0 |
| 24.0 | 443.0 | 213.0 | -- | 0.53 | 112.4 | 1156.7 |
| 25.0 | 462.0 | 222.0 | -- | 0.53 | 117.1 | 1683.3 |
| 26.0 | 481.0 | 231.0 | -- | 0.52 | 120.0 | 2210.0 |
| 27.0 | 500.0 | 240.0 | -- | 0.50 | 120.0 | 2736.7 |
| 28.0 | 519.0 | 249.0 | -- | 0.48 | 120.0 | 3000.0 |
| 29.0 | 538.0 | 258.0 | -- | 0.47 | 120.0 | 3000.0 |
| 30.0 | 557.0 | 267.0 | -- | 0.45 | 120.0 | 2786.7 |
| 31.0 | 576.0 | 276.0 | -- | 0.43 | 120.0 | 2360.0 |
| 32.0 | 595.0 | 285.0 | -- | 0.42 | 120.0 | 1933.3 |
| 33.0 | 614.0 | 294.0 | -- | 0.41 | 120.0 | 1506.7 |
| 34.0 | 633.0 | 303.0 | -- | 0.40 | 120.0 | 1080.0 |
| 35.0 | 651.0 | 311.0 | 0.58 | 0.23 | 71.5 | 1107.7 |
| 36.0 | 669.0 | 319.0 | 0.58 | 0.23 | 73.4 | 1135.4 |
| 37.0 | 687.0 | 327.0 | 0.58 | 0.23 | 75.2 | 1163.1 |
| 38.0 | 705.0 | 335.0 | 0.58 | 0.23 | 77.1 | 1190.8 |
| 39.0 | 723.0 | 343.0 | 0.58 | 0.23 | 78.9 | 1218.5 |
| 40.0 | 741.0 | 351.0 | 0.58 | 0.23 | 80.7 | 1246.2 |
| 41.0 | 759.0 | 359.0 | 0.58 | 0.23 | 82.6 | 1273.8 |
| 42.0 | 777.0 | 367.0 | 0.58 | 0.23 | 84.4 | 1301.5 |
| 43.0 | 795.0 | 375.0 | 0.58 | 0.23 | 86.3 | 1329.2 |
| 44.0 | 813.0 | 383.0 | 0.58 | 0.23 | 88.1 | 1356.9 |
| 45.0 | 831.0 | 391.0 | 0.58 | 0.23 | 89.9 | 1384.6 |
| 46.0 | 849.0 | 399.0 | 0.58 | 0.23 | 91.8 | 1412.3 |
| 47.0 | 867.0 | 407.0 | 0.59 | 0.23 | 93.6 | 1440.0 |
| 48.0 | 885.0 | 415.0 | 0.59 | 0.23 | 95.5 | 1467.7 |

iv08-15 / 4

2ø Lotto Montebello-Vicenza
CF IV08 - km 38+918

| Quota da p.c. (m) | Sigma,v totale (kPa) | Sigma,v efficace (kPa) | Alfa (--) | Beta (--) | Tau,lim (kPa) | qb,cr (kPa) |
|-------------------------|----------------------------|------------------------------|--------------|--------------|------------------|----------------|
| 49.0 | 903.0 | 423.0 | 0.59 | 0.23 | 97.3 | 1495.4 |
| 50.0 | 921.0 | 431.0 | 0.59 | 0.23 | 99.1 | 1523.1 |
| 51.0 | 939.0 | 439.0 | 0.58 | 0.23 | 100.0 | 1550.8 |
| 52.0 | 957.0 | 447.0 | 0.57 | 0.22 | 100.0 | 1578.5 |
| 53.0 | 975.0 | 455.0 | 0.56 | 0.22 | 100.0 | 1606.2 |
| 54.0 | 993.0 | 463.0 | 0.55 | 0.22 | 100.0 | 1633.8 |
| 55.0 | 1011.0 | 471.0 | 0.54 | 0.21 | 100.0 | 1661.5 |
| 56.0 | 1029.0 | 479.0 | 0.53 | 0.21 | 100.0 | 1689.2 |
| 57.0 | 1047.0 | 487.0 | 0.52 | 0.21 | 100.0 | 1716.9 |
| 58.0 | 1065.0 | 495.0 | 0.52 | 0.20 | 100.0 | 1744.6 |
| 59.0 | 1083.0 | 503.0 | 0.51 | 0.20 | 100.0 | 1772.3 |
| 60.0 | 1101.0 | 511.0 | 0.50 | 0.20 | 100.0 | 1800.0 |

Alfa = $Tau,lim / Cu$
 Beta = $Tau,lim / Sigma,v \text{ efficace}$
 Tau,lim = Adesione limite palo-terreno
 qb,cr = Portata unitaria di base critica

| | | | | | | |
|--|---|--|-------------|--|-----------|--------------------|
| GENERAL CONTRACTOR  | ALTA SORVEGLIANZA  | | | | | |
| IV08 - CAVALCAFERROVIA AL Km 38 + 918 0 - GENERALE RELAZIONE GEOTECNICA | <table border="1"> <tr> <td>Progetto IN17</td> <td>Lotto 10</td> <td>Codifica Documento YI2 RB IV 08 0 0 001</td> <td>Rev. A</td> <td>Foglio 57 di 57</td> </tr> </table> | Progetto IN17 | Lotto 10 | Codifica Documento YI2 RB IV 08 0 0 001 | Rev. A | Foglio 57 di 57 |
| Progetto IN17 | Lotto 10 | Codifica Documento YI2 RB IV 08 0 0 001 | Rev. A | Foglio 57 di 57 | | |

iv08-15 / 5

2ø Lotto Montebello-Vicenza
 CF IV08 - km 38+918

CAPACITA' PORTANTE A COMPRESSIONE - PALO TRIVELLATO D = 1500 mm

| Lpalo (m) | Qamm (kN) | Ql,u (kN) | Qb,cr (kN) | Wpalo (kN) | Qt,lim (kN) | S,cls (MPa) |
|--------------|--------------|--------------|---------------|---------------|----------------|----------------|
| 20.00 | 5007.6 | 4141.7 | 1113.3 | 247.4 | 5255.0 | 2.83 |
| 21.00 | 6372.7 | 4588.5 | 2044.0 | 259.8 | 6687.9 | 3.61 |
| 22.00 | 7831.7 | 5129.2 | 2974.7 | 272.1 | 8214.6 | 4.43 |
| 23.00 | 9310.9 | 5690.0 | 3905.4 | 284.5 | 9761.5 | 5.27 |
| 24.00 | 10794.7 | 6255.5 | 4836.1 | 296.9 | 11313.1 | 6.11 |
| 25.00 | 11813.2 | 6821.0 | 5301.4 | 309.3 | 12864.6 | 6.68 |
| 26.00 | 12366.3 | 7386.5 | 5301.4 | 321.6 | 13960.2 | 7.00 |
| 27.00 | 12542.4 | 7951.9 | 4924.4 | 334.0 | 13592.7 | 7.10 |
| 28.00 | 12341.5 | 8517.4 | 4170.5 | 346.4 | 13225.1 | 6.98 |
| 29.00 | 12140.7 | 9082.9 | 3416.5 | 358.7 | 12857.5 | 6.87 |
| 30.00 | 11939.8 | 9648.4 | 2662.5 | 371.1 | 12490.0 | 6.76 |
| 31.00 | 11738.9 | 10213.9 | 1908.5 | 383.5 | 12122.4 | 6.64 |
| 32.00 | 12167.5 | 10605.9 | 1957.5 | 395.8 | 12563.4 | 6.89 |
| 33.00 | 12545.5 | 10947.3 | 2006.4 | 408.2 | 12953.7 | 7.10 |
| 34.00 | 12932.1 | 11297.4 | 2055.3 | 420.6 | 13352.7 | 7.32 |
| 35.00 | 13327.5 | 11656.1 | 2104.3 | 433.0 | 13760.4 | 7.54 |
| 36.00 | 13731.5 | 12023.6 | 2153.2 | 445.3 | 14176.8 | 7.77 |
| 37.00 | 14144.1 | 12399.7 | 2202.1 | 457.7 | 14601.8 | 8.00 |
| 38.00 | 14565.4 | 12784.4 | 2251.1 | 470.1 | 15035.5 | 8.24 |
| 39.00 | 14995.5 | 13177.9 | 2300.0 | 482.4 | 15477.9 | 8.49 |
| 40.00 | 15434.1 | 13580.0 | 2348.9 | 494.8 | 15928.9 | 8.73 |
| 41.00 | 15881.5 | 13990.8 | 2397.9 | 507.2 | 16388.6 | 8.99 |
| 42.00 | 16337.5 | 14410.2 | 2446.8 | 519.5 | 16857.0 | 9.25 |
| 43.00 | 16802.2 | 14838.3 | 2495.8 | 531.9 | 17334.1 | 9.51 |
| 44.00 | 17275.5 | 15275.1 | 2544.7 | 544.3 | 17819.8 | 9.78 |
| 45.00 | 17757.6 | 15720.6 | 2593.6 | 556.7 | 18314.2 | 10.05 |
| 46.00 | 18248.3 | 16174.7 | 2642.6 | 569.0 | 18817.3 | 10.33 |
| 47.00 | 18747.6 | 16637.5 | 2691.5 | 581.4 | 19329.0 | 10.61 |
| 48.00 | 19254.4 | 17107.7 | 2740.4 | 593.8 | 19848.2 | 10.90 |
| 49.00 | 19762.2 | 17579.0 | 2789.4 | 606.1 | 20368.3 | 11.18 |
| 50.00 | 20270.0 | 18050.2 | 2838.3 | 618.5 | 20888.5 | 11.47 |

Lpalo = Lunghezza del palo da quota sottoplinto
 Qamm = Portata ammissibile del palo
 Ql,u = Portata laterale ultima
 Qb,cr = Portata di base critica
 Wpalo = Peso proprio del palo
 Qt,lim = Carico limite ultimo totale del palo
 S,cls = Tensione media di compressione sul calcestruzzo

$$Qamm = Ql,u/FSL + Qb,cr/FSB - Wpalo$$