

**ASSE VIARIO MARCHE – UMBRIA
E QUADRILATERO DI PENETRAZIONE INTERNA
MAXI LOTTO 2**

LAVORI DI COMPLETAMENTO DELLA DIRETTRICE PERUGIA ANCONA:
SS 318 DI "VALFABBRICA" TRATTO "PIANELLO – VALFABBRICA
SS. 76 "VAL D'ESINO": TRATTI FOSSATO VICO – CANCELLI E ALBACINA – SERRA SAN QUIRICO
"PEDEMONTANA DELLE MARCHE": TRATTO FABRIANO – MUCCIA-SFERCIA

PROGETTO DEFINITIVO

| | |
|---|--|
| CONTRAENTE GENERALE: DIRPA S.c.a.r.l. Direttrice Perugia Ancona e Pedemontana delle Marche | <i>Il responsabile del contraente generale</i> |
|---|--|

| | | |
|--|---|--|
| PROGETTAZIONE: Mandataria:  Mandanti: | <i>Associazione Temporanea di Imprese</i> |    |
|--|---|--|

| | |
|--|-------------------------------------|
| Ing. Salvatore Esposito (Responsabile del Progetto) Prof. Ing. Antonio Grimaldi (Responsabile Integrazione delle Attività Specialistiche) Dott. Geol. Fabrizio Pontoni (Geologo) Ing. Michele Curiale (Coordinatore della Sicurezza in fase di Progettazione) | <i>I responsabili del progetto:</i> |
|--|-------------------------------------|


| | | |
|---|---|-------------------------|
| VISTO: IL RESPONSABILE DEL PROCEDIMENTO Ing. Andrea Simonini | VISTO: IL RESPONSABILE DEL SERVIZIO PROGETTAZIONE | IL DIRETTORE DEI LAVORI |
|---|---|-------------------------|

| | |
|---|--|
| 2.1.2 - PEDEMONTANA DELLE MARCHE 3° stralcio funzionale: Castelraimondo nord - Castelraimondo sud 4° stralcio funzionale: Castelraimondo sud - innesto S.S.77 a Muccia OPERE D'ARTE MAGGIORI: VIADOTTI E PONTI TIPOLOGICI RELAZIONE TECNICA E DI CALCOLO SULLE FONDAZIONI | SCALA: |
| | DATA: <p align="right"><i>Maggio 2017</i></p> |

Codice Unico di Progetto (CUP) **F12C03000050021** (Delibera CIPE 13/2004)

| | | | | | | | | |
|--------------------------|-----------------------------------|--------|---------|-----|-------------|----------|-----------|------|
| <i>Codice elaborato:</i> | Opera | Tratto | Settore | CEE | WBS | Id. doc. | N. progr. | Rev. |
| | L 0 7 0 3 | 2 1 3 | E | 1 2 | V I 0 0 0 3 | R E L | 0 2 | A |
| | Nome file: 200E12VI0007REL01B.doc | | | | | | | |

| REV. | DATA | DESCRIZIONE | Redatto | | Controllato | Approvato |
|------|------------|------------------------|----------------|-------|-------------|-------------|
| A | 01-06-2017 | EMISSIONE PER CONSEGNA | Studio Sintesi | Iorio | L. Infante | S. Esposito |
| | | | | | | |
| | | | | | | |

| | | | | | | | | | |
|--|---|---------|-----|-------|---------|----------|------|-------------|--|
|  | 2.1.2 – PEDEMONTANA DELLE MARCHE | | | | | | | | |
| | RELAZIONE TECNICA E DI CALCOLO SULLE FONDAZIONI | | | | | | | | |
| Opera | Tratto | Settore | CEE | WBS | Id.doc. | N.progr. | REV. | Pag.di Pag. | |
| LO703 | 2/B | E | 12 | V0003 | REL | 02 | A | 2 di 58 | |

INDICE

| | | |
|----------|---|-----------|
| 1 | INTRODUZIONE | 4 |
| 1.1 | PREMESSA | 4 |
| 1.2 | NORMATIVA DI RIFERIMENTO | 4 |
| 1.3 | DOCUMENTI DI RIFERIMENTO | 4 |
| 1.4 | SOFTWARE DI CALCOLO | 5 |
| 1.1.1 | Validazione di programmi di calcolo | 5 |
| 2 | METODOLOGIA DI CALCOLO DELLA CAPACITA' PORTANTE PALI | 6 |
| 2.1 | METODOLOGIA DI CALCOLO CAPACITÀ PORTANTE AI CARICHI VERTICALI | 6 |
| 1.1.2 | Portata laterale | 6 |
| 1.1.3 | Portata di base | 9 |
| 1.1.4 | Determinazione della resistenza di progetto a trazione | 10 |
| 2.2 | ANALISI AGLI STATI LIMITE | 10 |
| 3 | PALI SOGGETTI A CARICHI ORIZZONTALI | 12 |
| 3.1 | METODOLOGIA DI CALCOLO DEL MOMENTO ADIMENSIONALE | 12 |
| 3.2 | MODULO DI REAZIONE ORIZZONTALE DEL TERRENO | 13 |
| 3.3 | PARAMETRO α | 14 |
| 4 | CALCOLO CAPACITA' PORTANTE PALI | 16 |
| 4.1 | VIADOTTO CASTELRAIMONDO | 16 |
| 1.1.5 | Stratigrafia e parametri geotecnici di calcolo | 16 |
| 1.1.6 | Calcolo della capacità portante | 17 |
| 4.2 | VIADOTTO VALLONE | 25 |
| 1.1.7 | Stratigrafia e parametri geotecnici di calcolo | 25 |
| 1.1.8 | Calcolo della capacità portante | 25 |
| 4.3 | VIADOTTO S. ANNA | 32 |
| 1.1.9 | Stratigrafia e parametri geotecnici di calcolo | 32 |
| 1.1.10 | Calcolo della capacità portante | 32 |
| 4.4 | VIADOTTO S. PIETRO | 37 |
| 1.1.11 | Stratigrafia e parametri geotecnici di calcolo | 37 |
| 1.1.12 | Calcolo della capacità portante | 37 |
| 4.5 | VIADOTTO POTENZA | 41 |
| 1.1.13 | Stratigrafia e parametri geotecnici di calcolo | 41 |
| 1.1.14 | Calcolo della capacità portante | 42 |

| Opera | Tratto | Settore | CEE | WBS | Id.doc. | N.progr. | REV. | Pag.di Pag. |
|-------|--------|---------|-----|-------|---------|----------|------|-------------|
| LO703 | 2B | E | 12 | V0003 | REL | 02 | A | 3 di 58 |

| | | |
|--------|--|----|
| 4.6 | VIADOTTO CESARA | 47 |
| 1.1.15 | Stratigrafia e parametri geotecnici di calcolo | 47 |
| 1.1.16 | Calcolo della capacità portante | 48 |
| 4.7 | VIADOTTO PALENTE | 52 |
| 1.1.17 | Stratigrafia e parametri geotecnici di calcolo | 52 |
| 1.1.18 | Calcolo della capacità portante | 53 |

| | | | | | | | | |
|-------|--------|---------|-----|-------|---------|----------|------|-------------|
| Opera | Tratto | Settore | CEE | WBS | Id.doc. | N.progr. | REV. | Pag.di Pag. |
| LO703 | 2B | E | 12 | V0003 | REL | 02 | A | 4 di 58 |

1 INTRODUZIONE

1.1 PREMESSA

Nella presente relazione, vengono sviluppate le considerazioni generali riguardanti il dimensionamento delle fondazioni delle opere d'arte maggiori nell'ambito del Progetto Definitivo della Pedemontana delle Marche, 3° e 4° Stralcio Funzionale.

In particolare per ciascuna opera d'arte maggiore (viadotti) verranno affrontati i seguenti aspetti:

- caratterizzazione stratigrafica e parametri geotecnici di progetto;
- definizione delle curve di capacità portante dei pali;
- caratterizzazione dei pali soggetti a carichi orizzontali.

Tutte le analisi svolte nel seguito sono eseguite in conformità alla normativa vigente.

Nella seguente tabella si riassumono le opere d'arte maggiore presenti lungo il tracciato, le cui fondazioni sono oggetto del presente documento.

Tabella 1 – Elenco opere

| Opera | Progressiva chilometrica inizio opera | Progressiva chilometrica fine opera | Lunghezza [m] | Lotto |
|-------------------------|---------------------------------------|-------------------------------------|---------------|-------|
| Viadotto Castelraimondo | 0+673.55 | 0+913.55 | 240 | 3 |
| Viadotto Vallone | 1+530.35 | 1+740.35 | 210 | 3 |
| Viadotto S. Anna | 2+156.83 | 2+256.83 | 100 | 3 |
| Viadotto S. Pietro | 2+630.97 | 2+730.97 | 100 | 3 |
| Viadotto Potenza | 3+945.00 | 4+225.00 | 280 | 3 |
| Viadotto Cesara | 9+004.76 | 9+104.76 | 100 | 4 |
| Viadotto Palente | 9+451.55 | 9+501.55 | 50 | 4 |

1.2 NORMATIVA DI RIFERIMENTO


La presente relazione è stata redatta facendo riferimento ai seguenti documenti normativi:

- [N.1]. Norme Tecniche per le Costruzioni - D.M. 14-01-08 (NTC-2008);
- [N.2]. Circolare n. 617 del 2 febbraio 2009 - Istruzioni per l'Applicazione Nuove Norme Tecniche Costruzioni di cui al Decreto Ministeriale 14 gennaio 2008.

1.3 DOCUMENTI DI RIFERIMENTO

Le informazioni di seguito elaborate sono state acquisite dall'esame della seguente documentazione:

- [DR_1]. L0703213E02GE0000REL01A: "Relazione geologica, geomorfologica e idrogeologica generale"
- [DR_2]. L0703213E02GE0000PLA01A-02A: "Carta geologica e geomorfologica"
- [DR_3]. L0703213E02GE0000RPLA04A-07A: "Planimetria ubicazione indagini"
- [DR_4]. L0703213E02GE0000REL02A: "Relazione geotecnica generale sulle opere all'aperto e gallerie artificiali (geotecnica-geomeccanica)"
- [DR_5]. L0703213E02GE0000PRF05A-08A: "Profilo geotecnico"
- [DR_6]. L0703213E02GE0000REL04A: "Relazione illustrativa sulle indagini geognostiche"

| | | | | | | | | | |
|--|---|---------|-----|-------|---------|----------|------|-------------|--|
|  | 2.1.2 – PEDEMONTANA DELLE MARCHE | | | | | | | | |
| | RELAZIONE TECNICA E DI CALCOLO SULLE FONDAZIONI | | | | | | | | |
| Opera | Tratto | Settore | CEE | WBS | Id.doc. | N.progr. | REV. | Pag.di Pag. | |
| LO703 | 2/B | E | 12 | V0003 | REL | 02 | A | 5 di 58 | |

[DR_7]. L0703213E02GE0000REL05A: "Raccolta dei certificati delle prove di laboratorio"

1.4 SOFTWARE DI CALCOLO

Le analisi La presente relazione è stata redatta utilizzando i seguenti programmi di calcolo:

[S.1]. PAL (G. Guiducci, versione 2006). Studio Sintesi, Rimini (RN), Italia.

Programma che permette di valutare la 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.


[S.2]. MR (G. Guiducci, versione 1996). Studio Sintesi, Rimini (RN), Italia.

Programma che permette di studiare problema dei pali caricati trasversalmente. Lo studio dell'interazione tra palo e terreno viene effettuato ricorrendo alla teoria di Matlock-Reese che si basa sul modello di suolo alla Winkler. Noto il valore del taglio a testa palo si può ricavare il valore del parametro α che fornisce il momento a testa palo, nella condizione di vincolo esterno di palo incastrato nel plinto di fondazione.

1.1.1 Validazione di programmi di calcolo

Per i programmi citati, 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 garantiscano 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 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.

| | | | | | | | | | |
|--|---|---------|-----|-------|---------|----------|------|-------------|--|
|  | 2.1.2 – PEDEMONTANA DELLE MARCHE | | | | | | | | |
| | RELAZIONE TECNICA E DI CALCOLO SULLE FONDAZIONI | | | | | | | | |
| Opera | Tratto | Settore | CEE | WBS | Id.doc. | N.progr. | REV. | Pag.di Pag. | |
| LO703 | 2/B | E | 12 | V0003 | REL | 02 | A | 6 di 58 | |

2 METODOLOGIA DI CALCOLO DELLA CAPACITA' PORTANTE PALI

Nel seguito si riportano le metodologie di calcolo della capacità portante per i pali trivellati di grande diametro previsti in progetto per le pile e le spalle dei viadotti.

2.1 METODOLOGIA DI CALCOLO CAPACITÀ PORTANTE AI CARICHI VERTICALI

La portata di progetto di un palo trivellato (eseguito con completa asportazione del terreno) "Q_d" può essere espressa dalla seguente relazione:

$$Q_d = Q_{II} / F_{SL} + Q_{bl} / F_{SB} - W'_p$$

dove:

Q_{II} = portata laterale limite,

Q_{bl} = portata di base limite,

W'_p = peso efficace del palo (al netto del peso del terreno asportato),

F_{SL} = fattore di sicurezza per la portata laterale (= ξ₃ · γ_s).

F_{SB} = fattore di sicurezza per la portata di base (= ξ₃ · γ_b).

1.1.2 Portata laterale

La portata laterale limite viene valutata con la seguente relazione:

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

dove:

D = diametro palo,

τ_i = tensione di adesione laterale limite nello strato i-esimo,

h_i = altezza dello strato i-esimo.

Depositi incoerenti

Per i depositi incoerenti (unità ECl_s, As e Ag), la tensione tangenziale ultima lungo il fusto del palo, in accordo ad esempio a Burland [1973], Reese & O'Neill [1988], Chen & Kulhawy [1994], O'Neill & Hassan [1994], può essere valutata con riferimento alla seguente espressione:

$$\tau_i = \beta \cdot \sigma'_v \leq \tau_{i,max}$$

dove:

σ'_v = tensione verticale efficace litostatica,

τ_{i,max} = valore massimo dell'adesione laterale limite palo-terreno (pari a 150 kPa).

β = coefficiente empirico che viene valutato pari a β = k · tan φ, essendo:

k = coefficiente di pressione laterale = 0.7 (a compressione) / 0.50 (a trazione);

φ = angolo di resistenza al taglio.

Depositi coesivi

Per i terreni coesivi alluvionali ed eluvio-colluviali (unità ECl_a, Ala e Ate), la tensione tangenziale può essere valutata con la seguente espressione:

| Opera | Tratto | Settore | CEE | WBS | Id.doc. | N.progr. | REV. | Pag.di Pag. |
|-------|--------|---------|-----|-------|---------|----------|------|-------------|
| LO703 | 2/B | E | 12 | V0003 | REL | 02 | A | 7 di 58 |

$$\tau_i = \alpha \cdot c_u \leq \tau_{i,max}$$

dove:

c_u = resistenza al taglio in condizioni non drenate

α = parametro empirico assunto come da AGI:

$$\alpha = 0.90 \quad \text{per } c_u \leq 25 \text{ kPa};$$

$$\alpha = 0.80 \quad \text{per } 25 \leq c_u \leq 50 \text{ kPa};$$

$$\alpha = 0.60 \quad \text{per } 50 \leq c_u \leq 75 \text{ kPa};$$

$$\alpha = 0.40 \quad \text{per } c_u \geq 75 \text{ kPa}.$$

$\tau_{i,max}$ = valore massimo dell'adesione laterale limite palo-terreno (pari a 100 kPa).

Per le argille limose consistenti di alterazione del substrato (unità Salt) la tensione tangenziale può essere valutata con la correlazione di Burland (1993):

$$\tau_i = \beta \cdot \sigma'_v \leq \tau_{i,max}$$

dove:

$$\beta = 0.1 + 0.4 \cdot c_u / \sigma'_v \quad (\text{con } \beta > 0.23, \text{ AGI dicembre 1984}).$$

$\tau_{i,max}$ = valore massimo dell'adesione laterale limite palo-terreno (pari a 120 kPa).

Substrato pelitico arenaceo

Per il substrato pelitico arenaceo di base (unità Pa/Ap – Formazione di Camerino, unità Sch – Formazione dello Schlier) la portata laterale viene definita in funzione della resistenza a compressione monoassiale media dell'ammasso, in accordo alla seguente relazione (Horvath, 1978; Rosenberg & Journeaux, 1976; Williams & Pells, 1981):

$$\tau_{s,lim} = \alpha \cdot \beta \cdot \sigma_c$$

essendo:

α = coefficiente empirico ricavabile da Figura 1;

β = coefficiente empirico ricavabile da Figura 2;

σ_c = resistenza a compressione semplice della roccia intatta.

Inoltre i valori del parametro J che compare in Figura 2 possono essere ricavati dalla Tabella 2.

Nel caso in esame, per le formazioni del substrato si assume $J=0.2$, da cui β pari a 0.65.

Per i depositi del substrato, alle profondità di riferimento dei sondaggi dei viadotti in esame, si è valutata una resistenza a compressione media di 1.0 MPa per unità Pa/Ap e 0.6 per unità Sch. Quindi si assume:

$$\text{unità Pa/Ap: } \tau_i = 150 \text{ kPa per } z < 15 \text{ m} \quad \tau_i = 170 \text{ kPa per } z > 15 \text{ m}$$

$$\text{unità Sch: } \tau_i = 130 \text{ kPa per } z < 15 \text{ m} \quad \tau_i = 150 \text{ kPa per } z > 15 \text{ m}$$

(dove z è la profondità da p.c.). Ad ogni modo si assumono valori inferiori dell'adesione laterale per uno spessore del substrato di almeno 3.0 m.

| | | | | | | | | |
|-------|--------|---------|-----|-------|---------|----------|------|-------------|
| Opera | Tratto | Settore | CEE | WBS | Id.doc. | N.progr. | REV. | Pag.di Pag. |
| LO703 | 2/B | E | 12 | V0003 | REL | 02 | A | 8 di 58 |

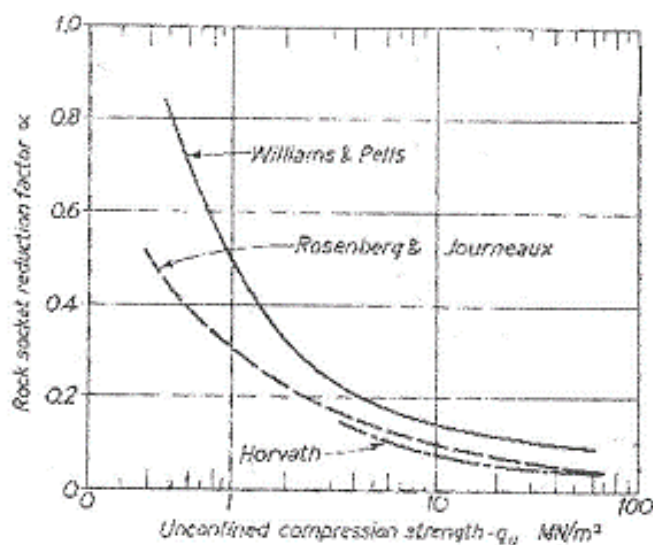


Figura 1 – Fattore di riduzione α per la valutazione della resistenza di attrito laterale limite di pali trivellati in roccia (Tomlinson, 1994)

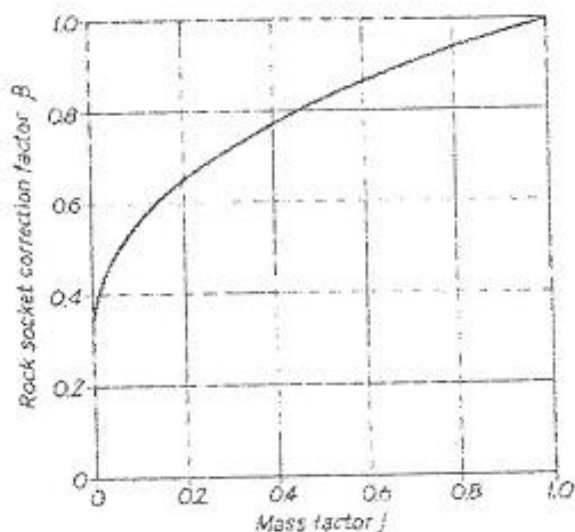


Figura 2 – Fattore di riduzione β per la valutazione della resistenza di attrito laterale limite di pali trivellati in roccia (Tomlinson 1994, Williams & Pells 1981)

Tabella 2 – Criteri per la valutazione del parametro J (Tomlinson 1994 e Hobbs 1975)

| RQD (%) | Frequenza delle discontinuità per metro | Fattore J |
|---------|---|-----------|
| 0÷25 | 15 | 0.2 |
| 25÷50 | 15÷8 | 0.2 |
| 50÷75 | 8÷5 | 0.2÷0.5 |
| 75÷90 | 5÷1 | 0.5÷0.8 |
| 90÷100 | 1 | 0.8÷1 |

| | | | | | | | | |
|-------|--------|---------|-----|-------|---------|----------|------|-------------|
| Opera | Tratto | Settore | CEE | WBS | Id.doc. | N.progr. | REV. | Pag.di Pag. |
| LO703 | 2/B | E | 12 | V0003 | REL | 02 | A | 9 di 58 |

1.1.3 Portata di base

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

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

dove:

A_p = area della base del palo,

q_{bl} = portata limite specifica di base.

Depositi incoerenti

Per i depositi incoerenti (unità Ecls, As e Ag), la pressione di base del palo associabile a cedimenti pari al 10% del diametro del palo, in accordo ad esempio a Gwizdala [1984], Reese & O'Neill [1988] e Matsui [1993], può essere valutata con riferimento alla seguente espressione:

$$\left(q_{ub}\right)_{\frac{s}{D}=0.1} = \left(N_{SPT}\right)_m \cdot \alpha_N \leq q_{ub\max} \quad \text{kPa}$$

essendo:

α_N = coefficiente empirico riportato in Tabella 3;

$q_{ub\max}$ = pressione ultima di base massima consigliabile, riportata in Tabella 3;

$(N_{SPT})_m$ = valore di N_{SPT} medio su un tratto pari a $1.5 \cdot D$ al di sopra e al di sotto della base del palo.

Tabella 3 – Valori di α_N e di $q_{ub\max}$ secondo Gwizdala [1984]

| | α_N (-) | $q_{ub\max}$ (KPa) |
|---------------|----------------|--------------------|
| GHIAIE | 150 | 7500 |
| SABBIE | 120 | 5800 |
| SABBIE LIMOSE | 85 | 4300 |

Nei depositi ghiaiosi in esame la portata di base è assunta cautelativamente pari a 4000 kPa per i depositi alluvionali ghiaiosi (unità Ag).

Depositi coesivi

La portata di base limite nei terreni coesivi (unità Ecla, Ala, Ate e Salt) viene valutata con la seguente relazione:

$$q_b = 9 \cdot c_u + \sigma_v \quad [\text{kPa}]$$

dove:

c_u = resistenza al taglio non drenata [kPa];

σ_v = tensione totale verticale.

Substrato pelitico arenaceo

Per il substrato pelitico arenaceo di base (unità Pa/Ap – Formazione di Camerino, unità Sch – Formazione dello Schlier) la portata laterale viene definita in funzione della resistenza a compressione monoassiale media dell'ammasso, in accordo alla seguente relazione (Tomlinson, 1994):

$$q_b = 2 \cdot N_{\phi} \cdot \sigma_c$$

dove:

| Opera | Tratto | Settore | CEE | WBS | Id.doc. | N.progr. | REV. | Pag.di Pag. |
|-------|--------|---------|-----|-------|---------|----------|------|-------------|
| LO703 | 2/B | E | 12 | V0003 | REL | 02 | A | 10 di 58 |

$$N_{\varphi} = [\tan(45 + \varphi/2)]^2$$

φ = angolo di resistenza al taglio del deposito

σ_c = resistenza a compressione semplice della roccia intatta.

Per i depositi del substrato, alle profondità di riferimento dei sondaggi dei viadotti in esame, si è valutata una resistenza a compressione media di 1.0 MPa per unità Pa/Ap e 0.6 per unità Sch. Quindi si assume:

unità Pa/Ap: $q_b = 4000$ kPa per $z < 15$ m $q_b = 5000$ kPa per $z > 15$ m

unità Sch: $q_b = 3000$ kPa per $z < 15$ m $q_b = 4000$ kPa per $z > 15$ m

(dove z è la profondità da p.c.). Ad ogni modo si assumono valori inferiori della portata di base per uno spessore del substrato di almeno 3.0 m.

1.1.4 Determinazione della resistenza di progetto a trazione

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

$$Q_d = Q_{II} / F_{SL} + W'_p$$

dove:

Q_{II} = portata laterale limite (da determinarsi in conformità a quanto già descritto nel paragrafo 1.1.2),

W'_p = peso efficace del palo (alleggerito se sotto falda),

F_{SL} = fattore di sicurezza per la portata laterale (= $\xi_3 \cdot \gamma_{s,t}$).

2.2 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 14/01/2008. “Norme tecniche per le costruzioni”).

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.

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 di riferimento normativo.

| | | | | | | | | |
|-------|--------|---------|-----|-------|--------|----------|------|-------------|
| Opera | Tratto | Settore | CEE | WBS | Id.doc | N.progr. | REV. | Pag.di Pag. |
| LO703 | 2/B | E | 12 | V0003 | REL | 02 | A | 11 di 58 |

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

Tabella 4 – 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.

Il valore caratteristico della resistenza $R_{c,k}$ a compressione è ottenuto applicando i fattori di correlazione ξ_3 e ξ_4 alle resistenze di calcolo $R_{c,cal}$; tali fattori sono funzione del numero di verticali d'indagine rappresentative.

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

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

Tabella 5 – Fattori di correlazione ξ per la determinazione della resistenza caratteristica in funzione del numero di verticali d'indagine

| 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 |


Nel caso in esame, per ogni opera verrà assunto un coefficiente ξ_3 in funzione delle verticali di indagine eseguite. Sono state considerate rappresentative le verticali eseguite in prossimità delle singole opere che hanno intercettato il substrato.

Nella tabella si riassumono i fattori di sicurezza assunti per ciascuna opera d'arte principale.

Tabella 6 – Fattori di sicurezza per ciascuna opera

| Opera | N. verticali indagini di riferimento | ξ_3 | $F_{SB} = \xi_3 \gamma_b$ | $F_{SL} = \xi_3 \gamma_s$ | $F_{SL,t} = \xi_3 \gamma_{st}$ |
|-------------------------|--------------------------------------|---------|---------------------------|---------------------------|--------------------------------|
| Viadotto Castelraimondo | 3 | 1.60 | 2.16 | 1.84 | 2.00 |
| Viadotto Vallone | 3 | 1.60 | 2.16 | 1.84 | 2.00 |
| Viadotto S. Anna | 1 | 1.70 | 2.30 | 1.96 | 2.13 |
| Viadotto S. Pietro | 1 | 1.70 | 2.30 | 1.96 | 2.13 |
| Viadotto Potenza | 4 | 1.55 | 2.09 | 1.78 | 1.94 |
| Viadotto Cesara | 2 | 1.65 | 2.23 | 1.90 | 2.06 |
| Viadotto Palente | 1 | 1.70 | 2.30 | 1.96 | 2.13 |

In condizioni sismiche le verifiche di capacità portante dei pali agli stati limite ultimi (SLU) vanno condotte con riferimento all'Approccio 2 (A1+M1+R3), tenendo conto dei coefficienti parziali riportati in Tabella 4 e ponendo i coefficienti parziali sulle azioni tutti pari all'unità.

| | | | | | | | | | |
|--|---|---------|-----|-------|---------|----------|------|-------------|--|
|  | 2.1.2 – PEDEMONTANA DELLE MARCHE | | | | | | | | |
| | RELAZIONE TECNICA E DI CALCOLO SULLE FONDAZIONI | | | | | | | | |
| Opera | Tratto | Settore | CEE | WBS | Id.doc. | N.progr. | REV. | Pag.di Pag. | |
| LO703 | 213 | E | 12 | V0003 | REL | 02 | A | 12 di 58 | |

3 PALI SOGGETTI A CARICHI ORIZZONTALI

3.1 METODOLOGIA DI CALCOLO DEL MOMENTO ADIMENSIONALE

La base teorica generale che permette la soluzione del problema dei pali caricati trasversalmente è la stessa delle travi inflesse soggette a carichi non uniformi che consente di scrivere la seguente equazione differenziale della linea elastica:

$$E_p J_p \frac{d^4 x}{dz^4} + P = 0$$

dove:

P è la reazione del terreno

x è lo spostamento orizzontale del palo

E_p è il modulo elastico del palo

J_p è il momento di inerzia del palo

La risoluzione dell'equazione differenziale sopra riportata richiede la scelta di una adeguata legge costitutiva del terreno ovvero di un legame funzionale del tipo $P = f(x)$. In questo caso, è stato scelto un legame costitutivo lineare del tipo:

$$P = E_s \cdot x$$

dove E_s è il modulo di reazione orizzontale del terreno definito come il rapporto fra la risultante per unità di lunghezza del palo delle pressioni radiali P sulla superficie del palo ed il corrispondente spostamento orizzontale x .

L'adozione di questo modello semplificato equivale alla schematizzazione del terreno circostante il palo con una serie di molle tra loro indipendenti: il palo (di lunghezza L_p e rigidezza $E_p J_p$) viene considerato come una trave su suolo elastico con modulo di reazione E_s variabile con la profondità, in accordo alla teoria di Matlock e Reese. Si osserva che $E_s = K_w \cdot D$, essendo K_w il modulo di sottofondo di Winkler.

La variabilità del modulo di reazione con la profondità tiene conto del tipo di terreno attraversato, di norma E_s è crescente con la profondità.

Per i terreni a prevalente comportamento incoerente si assume la seguente legge:

$$E_s = k_h \cdot z$$

dove:

k_h è il gradiente del modulo E_s

z è la profondità da piano campagna

Per i terreni a prevalente comportamento coesivo si assume:

$$E_s = K \cdot c_u$$


dove:

K è il moltiplicatore generalmente compreso fra 300 e 400

c_u è la resistenza al taglio in condizioni non drenate

Per il calcolo della rigidezza flessionale del palo si considera il momento d'inerzia della sezione non fessurata e un modulo del calcestruzzo $E_p = 25000$ MPa.

Una volta fissate le caratteristiche geometriche e meccaniche del palo (lunghezza L_p , momento di inerzia J_p , modulo elastico E_p) e le caratteristiche meccaniche del terreno (modulo di reazione E_s) è possibile ottenere

| | | | | | | | | | |
|--|---|---------|-----|-------|---------|----------|------|-------------|--|
|  | 2.1.2 – PEDEMONTANA DELLE MARCHE | | | | | | | | |
| | RELAZIONE TECNICA E DI CALCOLO SULLE FONDAZIONI | | | | | | | | |
| Opera | Tratto | Settore | CEE | WBS | Id.doc. | N.progr. | REV. | Pag.di Pag. | |
| LO703 | 213 | E | 12 | V0003 | REL | 02 | A | 13 di 58 | |

la soluzione generale della equazione differenziale in termini di momento flettente $M(z)$. In particolare, imponendo come vincolo esterno l'assenza di rotazione della testa del palo (palo incastrato nel plinto di fondazione), noto il valore del taglio a testa palo T_0 , si può ricavare, con la seguente relazione, il valore del parametro α che fornisce il momento a testa palo M_0 :

$$M_0 = -\alpha T_0$$

e quindi

$$M(z) = M_0 \cdot M_{ad}(z)$$

dove:

T_0 è il taglio a testa palo

α rapporto momento taglio in testa palo nell'ipotesi di rotazione impedita [L];

M_{ad} momento flettente adimensionale lungo il fusto del palo.

3.2 MODULO DI REAZIONE ORIZZONTALE DEL TERRENO

Lo studio dell'interazione tra palo e terreno viene effettuato ricorrendo alla teoria di Matlock-Reese che si basa sul ben noto modello di suolo alla Winkler (molle con legame costitutivo elastico-lineare), caratterizzato dal modulo di reazione orizzontale del terreno E_s come definito da Mec Lelland e Focht (1958).

Nel caso in esame, si assume:

- un modulo di reazione orizzontale del terreno: E_{s1} variabile linearmente con la profondità per i depositi prevalentemente incoerenti ($k_h = 8000 \text{ kN/m}^3$);
- un modulo di reazione orizzontale del terreno: E_{s1} costante con la profondità, pari a 350 cu per i depositi prevalentemente coesivi;
- in corrispondenza del substrato si assume un modulo E_{s3} costante, pari a 150000 kN/m^2 per palo con $D = 1500 \text{ mm}$ e 120000 kN/m^2 per palo con $D = 1200 \text{ mm}$;


Ai fini della caratterizzazione dei pali ai carichi orizzontali, sono state individuate due stratigrafie di riferimento, una per i viadotti con pali $D = 1500 \text{ mm}$ e una con pali $D = 1200 \text{ mm}$. Nel primo caso, è stata considerata una stratigrafia media cautelativa, mentre nel secondo caso, che interessa solamente il ponte Palente, è stata considerata la stratigrafia locale. Inoltre, nelle zone in cui è stato individuato uno spessore della coltre in frana, è stato considerato modulo reazione abbattuto.

Per queste stratigrafie sono stati calcolati i valori del modulo di reazione orizzontale e quindi i relativi valori del parametro α .

Il profilo del modulo di reazione orizzontale palo-terreno, definito a partire dalla quota testa palo, è di seguito sintetizzato.

- Stratigrafia 1a (opere con pali $D = 1500 \text{ mm}$, coltre non in frana)

| Prof. m | E kN/m ² |
|------------|------------------------|
| .000 | 17500.00 |
| 13.000 | 42000.00 |
| 13.100 | 87500.00 |
| 15.000 | 87500.00 |
| 15.100 | 150000.00 |
| 40.000 | 150000.00 |

| | | | | | | | | | |
|--|---|---------|-----|-------|---------|----------|------|-------------|--|
|  | 2.1.2 – PEDEMONTANA DELLE MARCHE | | | | | | | | |
| | RELAZIONE TECNICA E DI CALCOLO SULLE FONDAZIONI | | | | | | | | |
| Opera | Tratto | Settore | CEE | WBS | Id.doc. | N.progr. | REV. | Pag.di Pag. | |
| LO703 | 2/B | E | 12 | V0003 | REL | 02 | A | 14 di 58 | |

- Stratigrafia 1b (opere con pali D = 1500 mm, coltre in frana)

| Prof. m | E kN/m ² |
|------------|------------------------|
| .000 | 10500.00 |
| 4.000 | 10500.00 |
| 13.000 | 42000.00 |
| 13.100 | 87500.00 |
| 15.000 | 87500.00 |
| 15.100 | 150000.00 |
| 40.000 | 150000.00 |

- Stratigrafia 2a (opere con pali D = 1200 mm, coltre non in frana)

| Prof. m | E kN/m ² |
|------------|------------------------|
| .000 | 16000.00 |
| 8.000 | 64000.00 |
| 8.100 | 26250.00 |
| 10.000 | 26250.00 |
| 10.100 | 70000.00 |
| 11.000 | 70000.00 |
| 11.110 | 120000.00 |
| 40.000 | 120000.00 |

- Stratigrafia 2b (opere con pali D = 1200 mm, coltre in frana)

| Prof. m | E kN/m ² |
|------------|------------------------|
| .000 | 10500.00 |
| 4.000 | 10500.00 |
| 4.100 | 26250.00 |
| 6.000 | 26250.00 |
| 6.100 | 64000.00 |
| 9.000 | 88000.00 |
| 9.100 | 70000.00 |
| 13.500 | 70000.00 |
| 13.510 | 120000.00 |
| 40.000 | 120000.00 |

3.3 PARAMETRO α

Il calcolo del parametro α , per la determinazione del momento flettente a testa palo, è stato condotto con il codice "MR" (G. Guiducci; 1996).

Nella seguente Tabella 7 è riportato, in funzione del diametro del palo e per una lunghezza del palo media indicativa di calcolo, il valore del parametro α per il calcolo del momento flettente a testa palo.

| | | | | | | | | |
|----------------|---------------|--------------|-----------|--------------|---------------|---------------|-----------|-------------------------|
| Opera LO703 | Tratto 2/B | Settore E | CEE 12 | WBS V0003 | Id.doc REL | N.prog. 02 | REV. A | Pag.di Pag. 15 di 58 |
|----------------|---------------|--------------|-----------|--------------|---------------|---------------|-----------|-------------------------|

Tabella 7 – Parametro α

| Opera | Diametro palo [mm] | Lunghezza palo [mm] | Parametro α [m] |
|-------------------------|--------------------|---------------------|--|
| Viadotto Castelraimondo | 1500 | 27.0 | 3.2 |
| Viadotto Vallone | 1500 | 27.0 | 3.2 per SP1, P1 e P2 3.8 per SP2, P3 e P4 |
| Viadotto S. Anna | 1500 | 27.0 | 3.2 per le spalle 3.8 per le pile |
| Viadotto S. Pietro | 1500 | 27.0 | 3.8 per la spalla 1 3.2 per le pile e la spalla 2 |
| Viadotto Potenza | 1500 | 27.0 | 3.2 |
| Viadotto Cesara | 1500 | 27.0 | 3.2 |
| Viadotto Palente | 1200 | 25.0 | 2.5 per la spalla 1 3.1 per la spalla 2 |

| | | | | | | | | | |
|--|---|---------|-----|-------|---------|----------|------|-------------|--|
|  | 2.1.2 – PEDEMONTANA DELLE MARCHE | | | | | | | | |
| | RELAZIONE TECNICA E DI CALCOLO SULLE FONDAZIONI | | | | | | | | |
| Opera | Tratto | Settore | CEE | WBS | Id.doc. | N.progr. | REV. | Pag.di Pag. | |
| LO703 | 213 | E | 12 | V0003 | REL | 02 | A | 16 di 58 | |

4 CALCOLO CAPACITA' PORTANTE PALI

Nel seguito si riporta il calcolo della capacità portante assiale a compressione per i pali trivellati di grande diametro previsti in progetto per le pile e le spalle dei viadotti e a trazione per i soli pali delle spalle.

Il calcolo è stato eseguito mediante l'ausilio del codice di calcolo "PAL" (G. Guiducci - 2006) ed è stato condotto seguendo l'Approccio 2 (A1+M1+R3).

Nei paragrafi seguenti si riportano, per ogni opera, i valori della portata di progetto (Q_d) del palo in funzione della lunghezza utile del palo.

Il significato dei termini riportati nelle tabelle della capacità portante è il seguente:

- L_p = Lunghezza utile del palo
- Q_{II} = Portata laterale limite
- Q_{bl} = Portata di base limite
- W_p = Peso efficace del palo
- Q_u = Portata totale limite
- Q_d = Portata di progetto = $Q_{II}/F_{S,I} + Q_{bl}/F_{S,b} - W_p$

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 Q_d del palo;
- $N_{max,SLE} < Q_{II} / 1.20$ la massima sollecitazione assiale allo SLE RARA dovrà essere inferiore alla portata laterale limite Q_{II} del palo con un fattore di sicurezza di 1.20.

La lunghezza minima del palo dovrà comunque essere almeno pari a 10 volte il diametro del palo.

Il carico di progetto sul palo dovrà essere compatibile con le caratteristiche resistenti della sezione del palo.

4.1 VIADOTTO CASTELRAIMONDO

L'opera ha una lunghezza complessiva di 240 m ed è ubicata tra le progressive chilometriche 0+673.55 e 0+913.55. L'opera è costituita da due spalle e cinque pile.

1.1.5 Stratigrafia e parametri geotecnici di calcolo

Le indagini più prossime all'opera in oggetto sono le seguenti:

- prova penetrometrica dinamica DPSH P23 di lunghezza 11.0 m, appartenente alla campagna d'indagine del 2000;
- sondaggio S30 di lunghezza 30.0 m, appartenente alla campagna del 2002;
- sondaggi X3.3 e X3.4 rispettivamente di lunghezza 26.8 m e 34.5 m, appartenente alla campagna del 2017.

I sondaggi X3.3 e X3.4 sono stati attrezzati con piezometri del tipo a tubo aperto.

Sulla base dei risultati delle indagini in sito ed in laboratorio ed in accordo a quanto mostrato nel *Profilo geotecnico* (doc. rif. [DR_5]) e nella *Relazione geotecnica generale* (doc. rif. [DR_4]) ai quali rimanda per dettagli, in corrispondenza dell'opera si individua la stratigrafia di progetto riportata nelle seguenti tabelle. Nelle suddette tabelle si indicano anche i parametri geotecnici utilizzati nel dimensionamento delle fondazioni.

| | | | | | | | | |
|-------|--------|---------|-----|-------|--------|----------|------|-------------|
| Opera | Tratto | Settore | CEE | WBS | Id.doc | N.progr. | REV. | Pag.di Pag. |
| LO703 | 2/B | E | 12 | V0003 | REL | 02 | A | 17 di 58 |

Tabella 8 – Stratigrafia 1 e parametri geotecnici di calcolo (SPALLA 1)

| Unità geotecnica | Profondità [m da p.c.] | γ [kN/m ³] | φ' [°] | cu [kPa] | τ [kPa] | qb [kPa] |
|---|------------------------|-------------------------------|----------------|----------|--|---|
| Ag – Depositi alluvionali sabbioso-ghiaiosi | 0.0÷5.5 | 19.0 | 38 | - | $\beta \cdot \sigma'_v \leq 150$ con $\beta = k \cdot \tan \phi$ | 4000 |
| Ala – Depositi alluvionali limoso-argillosi | 5.5÷6.5 | 19.0 | - | 75 | $\alpha \cdot cu \leq 100$ | $9 \cdot cu + \sigma_v$ |
| Ag – Depositi alluvionali sabbioso-ghiaiosi | 6.5÷8.0 | 19.0 | 38 | - | $\beta \cdot \sigma'_v \leq 150$ con $\beta = k \cdot \tan \phi$ | 4000 |
| Salt – Alterazione del substrato | 8.0÷12.0 | 20.0 | - | 300 | $\beta \cdot \sigma'_v \leq 120$ con $\beta = 0.1 + 0.4 \cdot cu / \sigma'_v$ | $9 \cdot cu + \sigma_v$ |
| S – Substrato pelitico arenaceo | >12.0 | 23.0 | - | - | 150 per $z \leq 15$ m 170 per $z > 15$ m | 4000 per $z \leq 15$ m 5000 per $z > 15$ m |
| Falda: 2.5 m da p.c. | | | | | | |

Tabella 9 – Stratigrafia 2 e parametri geotecnici di calcolo (PILE)

| Unità geotecnica | Profondità [m da p.c.] | γ [kN/m ³] | φ' [°] | cu [kPa] | τ [kPa] | qb [kPa] |
|---|------------------------|-------------------------------|----------------|----------|--|---|
| Ala – Depositi alluvionali limoso-argillosi | 0.0÷1.5 | 19.0 | - | 75 | $\alpha \cdot cu \leq 100$ | $9 \cdot cu + \sigma_v$ |
| As – Depositi alluvionali sabbiosi | 1.5÷3.0 | 19.0 | 34 | - | $\beta \cdot \sigma'_v \leq 150$ con $\beta = k \cdot \tan \phi$ | 1200 |
| Ag – Depositi alluvionali sabbioso-ghiaiosi | 3.0÷5.0 | 19.0 | 34 | - | $\beta \cdot \sigma'_v \leq 150$ con $\beta = k \cdot \tan \phi$ | 1700 |
| Salt – Alterazione del substrato | 5.0÷6.0 | 20.0 | - | 300 | $\beta \cdot \sigma'_v \leq 120$ con $\beta = 0.1 + 0.4 \cdot cu / \sigma'_v$ | $9 \cdot cu + \sigma_v$ |
| S – Substrato pelitico arenaceo | >6.0 | 23.0 | - | - | 150 per $z \leq 15$ m 170 per $z > 15$ m | 4000 per $z \leq 15$ m 5000 per $z > 15$ m |
| Falda: cautelativamente a p.c. | | | | | | |

Tabella 10 – Stratigrafia 3 e parametri geotecnici di calcolo (SPALLA 2)

| Unità geotecnica | Profondità [m da p.c.] | γ [kN/m ³] | φ' [°] | cu [kPa] | τ [kPa] | qb [kPa] |
|---------------------------------------|------------------------|-------------------------------|----------------|---|--|-------------------------|
| Ate – Depositi alluvionali terrazzati | 0.0÷13.0 | 19.0 | - | 100÷180 | $\alpha \cdot cu \leq 100$ | $9 \cdot cu + \sigma_v$ |
| Salt – Alterazione del substrato | 13.0÷17.5 | 20.0 | - | 200 per $z \leq 16.5$ m 400 per $z > 16.5$ m | $\beta \cdot \sigma'_v \leq 120$ con $\beta = 0.1 + 0.4 \cdot cu / \sigma'_v$ | $9 \cdot cu + \sigma_v$ |
| S – Substrato pelitico arenaceo | >17.5 | 23.0 | - | - | 170 | 5000 |
| Falda: cautelativamente a p.c. | | | | | | |

1.1.6 Calcolo della capacità portante

Il calcolo è stato condotto con riferimento a:

- pali D=1500 mm;
- testa palo a 2.5 m da p.c. per la stratigrafia 1;
- testa palo a p.c. per le stratigrafie 2 e 3;

| Opera | Tratto | Settore | CEE | WBS | Id.doc. | N.progr. | REV. | Pag.di Pag. |
|-------|--------|---------|-----|-------|---------|----------|------|-------------|
| LO703 | 2/B | E | 12 | V0003 | REL | 02 | A | 18 di 58 |

- falda cautelativamente a testa palo.

Nella seguente tabella si riportano i parametri principali per il calcolo della capacità portante.

Tabella 11 – Parametri per il calcolo della capacità portante dei pali

| Approccio | n. di verticali indagate | ξ_3 | γ_s (compr.) | γ_s (traz.) | γ_b | F_{SL} (compr.) | F_{SL} (traz.) | F_{SB} |
|--------------|--------------------------|---------|---------------------|--------------------|------------|-------------------|------------------|----------|
| 2 (A1+M1+R3) | 3 | 1.60 | 1.15 | 1.25 | 1.35 | 1.84 | 2.00 | 2.16 |

Nelle tabelle seguenti si riportano i valori della portata di progetto (Q_d) del palo in funzione della lunghezza utile del palo per le tre stratigrafie di riferimento.

Tabella 12 – VI Castelraimondo. Capacità portante palo D=1500 mm (compr). Stratigrafia 1 (SP1)

QUADRILATERO LOTTO 3-Viadotto Castelraimondo SPALLA 1

Capacità portante palo D=1500 mm-SLU A1+M1+R3

STAMPA capacità portante e relativi contributi

| Lp m | Q ₁₁ kN | Q _{b1} kN | W _p kN | Q _u kN | Q _d kN |
|---------|-----------------------|-----------------------|----------------------|----------------------|----------------------|
| .00 | 0. | 5172. | 0. | 5172. | 2394. |
| .50 | 64. | 4539. | 4. | 4599. | 2132. |
| 1.00 | 134. | 3907. | 9. | 4032. | 1873. |
| 1.50 | 210. | 3275. | 13. | 3471. | 1617. |
| 2.00 | 291. | 2642. | 18. | 2916. | 1364. |
| 2.50 | 379. | 2010. | 22. | 2366. | 1114. |
| 3.00 | 472. | 1377. | 27. | 1823. | 868. |
| 3.50 | 571. | 1394. | 31. | 1934. | 925. |
| 4.00 | 676. | 1411. | 35. | 2052. | 985. |
| 4.50 | 786. | 2040. | 40. | 2786. | 1332. |
| 5.00 | 903. | 2668. | 44. | 3527. | 1682. |
| 5.50 | 1025. | 3297. | 49. | 4273. | 2035. |
| 6.00 | 1154. | 3508. | 53. | 4609. | 2198. |
| 6.50 | 1289. | 3720. | 57. | 4951. | 2365. |
| 7.00 | 1431. | 3931. | 62. | 5300. | 2536. |
| 7.50 | 1579. | 4142. | 66. | 5655. | 2710. |
| 8.00 | 1734. | 4354. | 71. | 6017. | 2887. |
| 8.50 | 1896. | 4565. | 75. | 6385. | 3068. |
| 9.00 | 2063. | 4776. | 80. | 6760. | 3253. |
| 9.50 | 2260. | 4988. | 84. | 7163. | 3453. |
| 10.00 | 2591. | 5219. | 88. | 7722. | 3736. |
| 10.50 | 2945. | 5450. | 93. | 8302. | 4031. |
| 11.00 | 3298. | 5681. | 97. | 8882. | 4325. |
| 11.50 | 3651. | 5912. | 102. | 9462. | 4620. |
| 12.00 | 4005. | 6144. | 106. | 10043. | 4915. |
| 12.50 | 4364. | 6375. | 110. | 10629. | 5213. |
| 13.00 | 4759. | 6648. | 115. | 11292. | 5549. |
| 13.50 | 5159. | 6922. | 119. | 11962. | 5889. |
| 14.00 | 5560. | 7195. | 124. | 12631. | 6229. |
| 14.50 | 5960. | 7469. | 128. | 13301. | 6569. |
| 15.00 | 6361. | 7742. | 133. | 13971. | 6909. |
| 15.50 | 6762. | 8015. | 137. | 14640. | 7249. |
| 16.00 | 7162. | 8289. | 141. | 15310. | 7589. |
| 16.50 | 7563. | 8562. | 146. | 15979. | 7928. |
| 17.00 | 7963. | 8836. | 150. | 16649. | 8268. |
| 17.50 | 8364. | 8836. | 155. | 17045. | 8482. |
| 18.00 | 8764. | 8836. | 159. | 17441. | 8695. |
| 18.50 | 9165. | 8836. | 163. | 17837. | 8908. |
| 19.00 | 9565. | 8836. | 168. | 18233. | 9121. |
| 19.50 | 9966. | 8836. | 172. | 18629. | 9335. |
| 20.00 | 10367. | 8836. | 177. | 19026. | 9548. |
| 20.50 | 10767. | 8836. | 181. | 19422. | 9761. |
| 21.00 | 11168. | 8836. | 186. | 19818. | 9974. |
| 21.50 | 11568. | 8836. | 190. | 20214. | 10188. |
| 22.00 | 11969. | 8836. | 194. | 20610. | 10401. |
| 22.50 | 12369. | 8836. | 199. | 21006. | 10614. |

| | | | | | | | | |
|-------|--------|---------|-----|-------|--------|----------|------|-------------|
| Opera | Tratto | Settore | CEE | WBS | Id.doc | N.progr. | REV. | Pag.di Pag. |
| LO703 | 2/B | E | 12 | V0003 | REL | 02 | A | 19 di 58 |

| | | | | | |
|-------|--------|-------|------|--------|--------|
| 23.00 | 12770. | 8836. | 203. | 21402. | 10828. |
| 23.50 | 13170. | 8836. | 208. | 21799. | 11041. |
| 24.00 | 13571. | 8836. | 212. | 22195. | 11254. |
| 24.50 | 13972. | 8836. | 216. | 22591. | 11467. |
| 25.00 | 14372. | 8836. | 221. | 22987. | 11681. |
| 25.50 | 14773. | 8836. | 225. | 23383. | 11894. |
| 26.00 | 15173. | 8836. | 230. | 23779. | 12107. |
| 26.50 | 15574. | 8836. | 234. | 24175. | 12320. |
| 27.00 | 15974. | 8836. | 239. | 24571. | 12534. |
| 27.50 | 16375. | 8836. | 243. | 24968. | 12747. |
| 28.00 | 16775. | 8836. | 247. | 25364. | 12960. |
| 28.50 | 17176. | 8836. | 252. | 25760. | 13174. |
| 29.00 | 17577. | 8836. | 256. | 26156. | 13387. |
| 29.50 | 17977. | 8836. | 261. | 26552. | 13600. |
| 30.00 | 18378. | 8836. | 265. | 26948. | 13813. |
| 30.50 | 18778. | 8836. | 269. | 27344. | 14027. |
| 31.00 | 19179. | 8836. | 274. | 27741. | 14240. |
| 31.50 | 19579. | 8836. | 278. | 28137. | 14453. |
| 32.00 | 19980. | 8836. | 283. | 28533. | 14666. |
| 32.50 | 20380. | 8836. | 287. | 28929. | 14880. |
| 33.00 | 20781. | 8836. | 292. | 29325. | 15093. |
| 33.50 | 21182. | 8836. | 296. | 29721. | 15306. |
| 34.00 | 21582. | 8836. | 300. | 30117. | 15520. |
| 34.50 | 21983. | 8836. | 305. | 30514. | 15733. |
| 35.00 | 22383. | 8836. | 309. | 30910. | 15946. |
| 35.50 | 22784. | 8836. | 314. | 31306. | 16159. |
| 36.00 | 23184. | 8836. | 318. | 31702. | 16373. |
| 36.50 | 23585. | 8836. | 323. | 32098. | 16586. |
| 37.00 | 23985. | 8836. | 327. | 32494. | 16799. |
| 37.50 | 24386. | 8836. | 331. | 32890. | 17013. |

Tabella 13 – VI Castelraimondo. Capacità portante palo D=1500 mm (compr). Stratigrafia 2 (PILE)

QUADRILATERO LOTTO 3-Viadotto Castelraimondo PILE

Capacità portante palo D=1500 mm-SLU A1+M1+R3

STAMPA capacità portante e relativi contributi

| Lp m | Q _{l1} kN | Q _{b1} kN | W _p kN | Q _u kN | Q _d kN |
|---------|-----------------------|-----------------------|----------------------|----------------------|----------------------|
| .00 | 0. | 1193. | 0. | 1193. | 552. |
| .50 | 3. | 1210. | 4. | 1208. | 557. |
| 1.00 | 12. | 1226. | 9. | 1229. | 565. |
| 1.50 | 26. | 1243. | 13. | 1256. | 576. |
| 2.00 | 44. | 1341. | 18. | 1367. | 627. |
| 2.50 | 66. | 1438. | 22. | 1482. | 680. |
| 3.00 | 94. | 1536. | 27. | 1603. | 735. |
| 3.50 | 126. | 1699. | 31. | 1794. | 824. |
| 4.00 | 164. | 1862. | 35. | 1991. | 916. |
| 4.50 | 206. | 2025. | 40. | 2192. | 1010. |
| 5.00 | 255. | 2188. | 44. | 2399. | 1108. |
| 5.50 | 316. | 2512. | 49. | 2779. | 1286. |
| 6.00 | 419. | 2835. | 53. | 3201. | 1487. |
| 6.50 | 737. | 3305. | 57. | 3985. | 1873. |
| 7.00 | 1090. | 3776. | 62. | 4804. | 2279. |
| 7.50 | 1444. | 4246. | 66. | 5624. | 2684. |
| 8.00 | 1797. | 4717. | 71. | 6443. | 3090. |
| 8.50 | 2151. | 5187. | 75. | 7263. | 3495. |
| 9.00 | 2504. | 5657. | 80. | 8082. | 3901. |
| 9.50 | 2858. | 6128. | 84. | 8901. | 4306. |
| 10.00 | 3211. | 6598. | 88. | 9721. | 4711. |
| 10.50 | 3564. | 7069. | 93. | 10540. | 5117. |
| 11.00 | 3918. | 7069. | 97. | 10889. | 5305. |
| 11.50 | 4271. | 7069. | 102. | 11238. | 5492. |
| 12.00 | 4625. | 7069. | 106. | 11587. | 5680. |
| 12.50 | 4978. | 7069. | 110. | 11936. | 5868. |
| 13.00 | 5332. | 7069. | 115. | 12285. | 6055. |
| 13.50 | 5685. | 7069. | 119. | 12634. | 6243. |
| 14.00 | 6038. | 7069. | 124. | 12983. | 6431. |
| 14.50 | 6392. | 7069. | 128. | 13332. | 6618. |
| 15.00 | 6751. | 7069. | 133. | 13687. | 6809. |

| | | | | | | | | |
|-------|--------|---------|-----|-------|--------|----------|------|-------------|
| Opera | Tratto | Settore | CEE | WBS | Id.doc | N.progr. | REV. | Pag.di Pag. |
| LO703 | 2/B | E | 12 | V0003 | REL | 02 | A | 20 di 58 |

| | | | | | |
|-------|--------|-------|------|--------|--------|
| 15.50 | 7146. | 7265. | 137. | 14274. | 7110. |
| 16.00 | 7546. | 7461. | 141. | 14866. | 7414. |
| 16.50 | 7947. | 7658. | 146. | 15459. | 7718. |
| 17.00 | 8348. | 7854. | 150. | 16051. | 8023. |
| 17.50 | 8748. | 8050. | 155. | 16644. | 8327. |
| 18.00 | 9149. | 8247. | 159. | 17236. | 8631. |
| 18.50 | 9549. | 8443. | 163. | 17829. | 8935. |
| 19.00 | 9950. | 8639. | 168. | 18421. | 9239. |
| 19.50 | 10350. | 8836. | 172. | 19014. | 9543. |
| 20.00 | 10751. | 8836. | 177. | 19410. | 9757. |
| 20.50 | 11151. | 8836. | 181. | 19806. | 9970. |
| 21.00 | 11552. | 8836. | 186. | 20202. | 10183. |
| 21.50 | 11953. | 8836. | 190. | 20598. | 10397. |
| 22.00 | 12353. | 8836. | 194. | 20994. | 10610. |
| 22.50 | 12754. | 8836. | 199. | 21391. | 10823. |
| 23.00 | 13154. | 8836. | 203. | 21787. | 11036. |
| 23.50 | 13555. | 8836. | 208. | 22183. | 11250. |
| 24.00 | 13955. | 8836. | 212. | 22579. | 11463. |
| 24.50 | 14356. | 8836. | 216. | 22975. | 11676. |
| 25.00 | 14756. | 8836. | 221. | 23371. | 11890. |
| 25.50 | 15157. | 8836. | 225. | 23767. | 12103. |
| 26.00 | 15557. | 8836. | 230. | 24163. | 12316. |
| 26.50 | 15958. | 8836. | 234. | 24560. | 12529. |
| 27.00 | 16359. | 8836. | 239. | 24956. | 12743. |
| 27.50 | 16759. | 8836. | 243. | 25352. | 12956. |
| 28.00 | 17160. | 8836. | 247. | 25748. | 13169. |
| 28.50 | 17560. | 8836. | 252. | 26144. | 13382. |
| 29.00 | 17961. | 8836. | 256. | 26540. | 13596. |
| 29.50 | 18361. | 8836. | 261. | 26936. | 13809. |
| 30.00 | 18762. | 8836. | 265. | 27333. | 14022. |
| 30.50 | 19162. | 8836. | 269. | 27729. | 14236. |
| 31.00 | 19563. | 8836. | 274. | 28125. | 14449. |
| 31.50 | 19964. | 8836. | 278. | 28521. | 14662. |
| 32.00 | 20364. | 8836. | 283. | 28917. | 14875. |
| 32.50 | 20765. | 8836. | 287. | 29313. | 15089. |
| 33.00 | 21165. | 8836. | 292. | 29709. | 15302. |
| 33.50 | 21566. | 8836. | 296. | 30106. | 15515. |
| 34.00 | 21966. | 8836. | 300. | 30502. | 15728. |
| 34.50 | 22367. | 8836. | 305. | 30898. | 15942. |
| 35.00 | 22767. | 8836. | 309. | 31294. | 16155. |
| 35.50 | 23168. | 8836. | 314. | 31690. | 16368. |
| 36.00 | 23569. | 8836. | 318. | 32086. | 16582. |
| 36.50 | 23969. | 8836. | 323. | 32482. | 16795. |
| 37.00 | 24370. | 8836. | 327. | 32879. | 17008. |
| 37.50 | 24770. | 8836. | 331. | 33275. | 17221. |
| 38.00 | 25171. | 8836. | 336. | 33671. | 17435. |
| 38.50 | 25571. | 8836. | 340. | 34067. | 17648. |
| 39.00 | 25972. | 8836. | 345. | 34463. | 17861. |
| 39.50 | 26372. | 8836. | 349. | 34859. | 18074. |
| 40.00 | 26773. | 8836. | 353. | 35255. | 18288. |

Tabella 14 – VI Castelraimondo. Capacità portante palo D=1500 mm (compr). Stratigrafia 3 (SP 2)

QUADRILATERO LOTTO 3-Viadotto Castelraimondo SPALLA 2

Capacità portante palo D=1500 mm-SLU A1+M1+R3

STAMPA capacità portante e relativi contributi

| Lp m | Ql1 kN | Qb1 kN | Wp kN | Qu kN | Qd kN |
|---------|-----------|-----------|----------|----------|----------|
| .00 | 0. | 1590. | 0. | 1590. | 736. |
| .50 | 3. | 1656. | 4. | 1655. | 764. |
| 1.00 | 12. | 1722. | 9. | 1725. | 795. |
| 1.50 | 26. | 1788. | 13. | 1801. | 829. |
| 2.00 | 47. | 1853. | 18. | 1882. | 866. |
| 2.50 | 73. | 1919. | 22. | 1970. | 906. |
| 3.00 | 105. | 1985. | 27. | 2063. | 949. |
| 3.50 | 143. | 2051. | 31. | 2162. | 996. |
| 4.00 | 187. | 2116. | 35. | 2267. | 1046. |
| 4.50 | 236. | 2182. | 40. | 2378. | 1099. |
| 5.00 | 292. | 2248. | 44. | 2495. | 1155. |

2.1.2 – PEDEMONTANA DELLE MARCHE

RELAZIONE TECNICA E DI CALCOLO SULLE FONDAZIONI

| Opera | Tratto | Settore | CEE | WBS | Id.doc | N.progr. | REV. | Pag.di Pag. |
|-------|--------|---------|-----|-------|--------|----------|------|-------------|
| LO703 | 2/B | E | 12 | V0003 | REL | 02 | A | 21 di 58 |

| | | | | | |
|-------|--------|-------|------|--------|--------|
| 5.50 | 353. | 2313. | 49. | 2618. | 1214. |
| 6.00 | 420. | 2379. | 53. | 2746. | 1277. |
| 6.50 | 493. | 2445. | 57. | 2880. | 1342. |
| 7.00 | 571. | 2511. | 62. | 3020. | 1411. |
| 7.50 | 656. | 2576. | 66. | 3166. | 1483. |
| 8.00 | 746. | 2642. | 71. | 3318. | 1558. |
| 8.50 | 843. | 2708. | 75. | 3475. | 1636. |
| 9.00 | 945. | 2773. | 80. | 3639. | 1718. |
| 9.50 | 1053. | 2839. | 84. | 3808. | 1803. |
| 10.00 | 1166. | 2905. | 88. | 3983. | 1890. |
| 10.50 | 1286. | 2971. | 93. | 4164. | 1981. |
| 11.00 | 1411. | 3036. | 97. | 4350. | 2076. |
| 11.50 | 1542. | 3102. | 102. | 4543. | 2173. |
| 12.00 | 1679. | 3168. | 106. | 4741. | 2273. |
| 12.50 | 1822. | 3234. | 110. | 4945. | 2377. |
| 13.00 | 1971. | 3299. | 115. | 5155. | 2484. |
| 13.50 | 2126. | 3352. | 119. | 5359. | 2588. |
| 14.00 | 2287. | 3405. | 124. | 5569. | 2696. |
| 14.50 | 2455. | 3458. | 128. | 5785. | 2807. |
| 15.00 | 2629. | 3511. | 133. | 6008. | 2922. |
| 15.50 | 2810. | 3564. | 137. | 6238. | 3040. |
| 16.00 | 2997. | 3617. | 141. | 6473. | 3162. |
| 16.50 | 3191. | 3670. | 146. | 6716. | 3288. |
| 17.00 | 3391. | 4049. | 150. | 7290. | 3568. |
| 17.50 | 3622. | 4428. | 155. | 7896. | 3864. |
| 18.00 | 3999. | 4918. | 159. | 8758. | 4291. |
| 18.50 | 4399. | 5408. | 163. | 9643. | 4731. |
| 19.00 | 4800. | 5897. | 168. | 10529. | 5171. |
| 19.50 | 5200. | 6387. | 172. | 11415. | 5611. |
| 20.00 | 5601. | 6877. | 177. | 12301. | 6051. |
| 20.50 | 6001. | 7367. | 181. | 13187. | 6491. |
| 21.00 | 6402. | 7856. | 186. | 14073. | 6931. |
| 21.50 | 6803. | 8346. | 190. | 14959. | 7371. |
| 22.00 | 7203. | 8836. | 194. | 15844. | 7811. |
| 22.50 | 7604. | 8836. | 199. | 16241. | 8024. |
| 23.00 | 8004. | 8836. | 203. | 16637. | 8237. |
| 23.50 | 8405. | 8836. | 208. | 17033. | 8451. |
| 24.00 | 8805. | 8836. | 212. | 17429. | 8664. |
| 24.50 | 9206. | 8836. | 216. | 17825. | 8877. |
| 25.00 | 9606. | 8836. | 221. | 18221. | 9091. |
| 25.50 | 10007. | 8836. | 225. | 18617. | 9304. |
| 26.00 | 10407. | 8836. | 230. | 19013. | 9517. |
| 26.50 | 10808. | 8836. | 234. | 19410. | 9730. |
| 27.00 | 11209. | 8836. | 239. | 19806. | 9944. |
| 27.50 | 11609. | 8836. | 243. | 20202. | 10157. |
| 28.00 | 12010. | 8836. | 247. | 20598. | 10370. |
| 28.50 | 12410. | 8836. | 252. | 20994. | 10583. |
| 29.00 | 12811. | 8836. | 256. | 21390. | 10797. |
| 29.50 | 13211. | 8836. | 261. | 21786. | 11010. |
| 30.00 | 13612. | 8836. | 265. | 22183. | 11223. |
| 30.50 | 14012. | 8836. | 269. | 22579. | 11437. |
| 31.00 | 14413. | 8836. | 274. | 22975. | 11650. |
| 31.50 | 14814. | 8836. | 278. | 23371. | 11863. |
| 32.00 | 15214. | 8836. | 283. | 23767. | 12076. |
| 32.50 | 15615. | 8836. | 287. | 24163. | 12290. |
| 33.00 | 16015. | 8836. | 292. | 24559. | 12503. |
| 33.50 | 16416. | 8836. | 296. | 24956. | 12716. |
| 34.00 | 16816. | 8836. | 300. | 25352. | 12930. |
| 34.50 | 17217. | 8836. | 305. | 25748. | 13143. |
| 35.00 | 17617. | 8836. | 309. | 26144. | 13356. |
| 35.50 | 18018. | 8836. | 314. | 26540. | 13569. |
| 36.00 | 18419. | 8836. | 318. | 26936. | 13783. |
| 36.50 | 18819. | 8836. | 323. | 27332. | 13996. |
| 37.00 | 19220. | 8836. | 327. | 27728. | 14209. |
| 37.50 | 19620. | 8836. | 331. | 28125. | 14422. |
| 38.00 | 20021. | 8836. | 336. | 28521. | 14636. |
| 38.50 | 20421. | 8836. | 340. | 28917. | 14849. |
| 39.00 | 20822. | 8836. | 345. | 29313. | 15062. |
| 39.50 | 21222. | 8836. | 349. | 29709. | 15276. |
| 40.00 | 21623. | 8836. | 353. | 30105. | 15489. |

| Opera | Tratto | Settore | CEE | WBS | Id.doc. | N.progr. | REV. | Pag.di Pag. |
|-------|--------|---------|-----|-------|---------|----------|------|-------------|
| LO703 | 2B | E | 12 | V0003 | REL | 02 | A | 22 di 58 |

Tabella 15 – VI Castelraimondo. Capacità portante palo D=1500 mm (traz). Stratigrafia 1 (SPALLA 1)

QUADRILATERO LOTTO 3-Viadotto Castelraimondo SPALLA 1
 Capacità portante palo D=1500 mm-SLU A1+M1+R3 trazione
 STAMPA capacità portante e relativi contributi

| Lp m | Q11 kN | Qb1 kN | Wp kN | Qu kN | Qd kN |
|---------|-----------|-----------|----------|----------|----------|
| .00 | 0. | 0. | 0. | 0. | 0. |
| .50 | 46. | 0. | -13. | 59. | 36. |
| 1.00 | 96. | 0. | -27. | 122. | 74. |
| 1.50 | 150. | 0. | -40. | 190. | 115. |
| 2.00 | 208. | 0. | -53. | 261. | 157. |
| 2.50 | 270. | 0. | -66. | 337. | 201. |
| 3.00 | 340. | 0. | -80. | 420. | 250. |
| 3.50 | 436. | 12. | -93. | 542. | 323. |
| 4.00 | 537. | 0. | -106. | 643. | 375. |
| 4.50 | 620. | 0. | -119. | 739. | 429. |
| 5.00 | 703. | 0. | -133. | 836. | 484. |
| 5.50 | 795. | 0. | -146. | 941. | 543. |
| 6.00 | 919. | 48. | -159. | 1126. | 666. |
| 6.50 | 1055. | 95. | -172. | 1322. | 795. |
| 7.00 | 1197. | 143. | -186. | 1525. | 926. |
| 7.50 | 1345. | 114. | -199. | 1658. | 985. |
| 8.00 | 1500. | 86. | -212. | 1797. | 1047. |
| 8.50 | 1661. | 57. | -225. | 1943. | 1113. |
| 9.00 | 1829. | 29. | -239. | 2096. | 1182. |
| 9.50 | 2025. | 0. | -252. | 2277. | 1264. |
| 10.00 | 2357. | 0. | -265. | 2622. | 1443. |
| 10.50 | 2710. | 0. | -278. | 2988. | 1633. |
| 11.00 | 3064. | 0. | -292. | 3355. | 1823. |
| 11.50 | 3417. | 0. | -305. | 3722. | 2013. |
| 12.00 | 3770. | 0. | -318. | 4088. | 2203. |
| 12.50 | 4130. | 0. | -331. | 4461. | 2396. |
| 13.00 | 4524. | 0. | -345. | 4869. | 2607. |
| 13.50 | 4925. | 0. | -358. | 5283. | 2820. |
| 14.00 | 5325. | 0. | -371. | 5697. | 3034. |
| 14.50 | 5726. | 0. | -384. | 6110. | 3247. |
| 15.00 | 6127. | 0. | -398. | 6524. | 3461. |
| 15.50 | 6527. | 0. | -411. | 6938. | 3674. |
| 16.00 | 6928. | 0. | -424. | 7352. | 3888. |
| 16.50 | 7328. | 0. | -437. | 7766. | 4101. |
| 17.00 | 7729. | 0. | -451. | 8179. | 4315. |
| 17.50 | 8129. | 0. | -464. | 8593. | 4529. |
| 18.00 | 8530. | 0. | -477. | 9007. | 4742. |
| 18.50 | 8930. | 0. | -490. | 9421. | 4956. |
| 19.00 | 9331. | 0. | -504. | 9835. | 5169. |
| 19.50 | 9732. | 0. | -517. | 10248. | 5383. |
| 20.00 | 10132. | 0. | -530. | 10662. | 5596. |
| 20.50 | 10533. | 0. | -543. | 11076. | 5810. |
| 21.00 | 10933. | 0. | -557. | 11490. | 6023. |
| 21.50 | 11334. | 0. | -570. | 11904. | 6237. |
| 22.00 | 11734. | 0. | -583. | 12317. | 6450. |
| 22.50 | 12135. | 0. | -596. | 12731. | 6664. |
| 23.00 | 12535. | 0. | -610. | 13145. | 6877. |
| 23.50 | 12936. | 0. | -623. | 13559. | 7091. |
| 24.00 | 13337. | 0. | -636. | 13973. | 7304. |
| 24.50 | 13737. | 0. | -649. | 14387. | 7518. |
| 25.00 | 14138. | 0. | -663. | 14800. | 7732. |
| 25.50 | 14538. | 0. | -676. | 15214. | 7945. |
| 26.00 | 14939. | 0. | -689. | 15628. | 8159. |
| 26.50 | 15339. | 0. | -702. | 16042. | 8372. |
| 27.00 | 15740. | 0. | -716. | 16456. | 8586. |
| 27.50 | 16140. | 0. | -729. | 16869. | 8799. |
| 28.00 | 16541. | 0. | -742. | 17283. | 9013. |
| 28.50 | 16942. | 0. | -755. | 17697. | 9226. |
| 29.00 | 17342. | 0. | -769. | 18111. | 9440. |
| 29.50 | 17743. | 0. | -782. | 18525. | 9653. |
| 30.00 | 18143. | 0. | -795. | 18938. | 9867. |
| 30.50 | 18544. | 0. | -808. | 19352. | 10080. |
| 31.00 | 18944. | 0. | -822. | 19766. | 10294. |

| Opera | Tratto | Settore | CEE | WBS | Id.doc. | N.progr. | REV. | Pag.di Pag. |
|-------|--------|---------|-----|-------|---------|----------|------|-------------|
| LO703 | 2/B | E | 12 | V0003 | REL | 02 | A | 23 di 58 |

| | | | | | |
|-------|--------|----|-------|--------|--------|
| 31.50 | 19345. | 0. | -835. | 20180. | 10507. |
| 32.00 | 19745. | 0. | -848. | 20594. | 10721. |
| 32.50 | 20146. | 0. | -861. | 21007. | 10934. |
| 33.00 | 20547. | 0. | -875. | 21421. | 11148. |
| 33.50 | 20947. | 0. | -888. | 21835. | 11362. |
| 34.00 | 21348. | 0. | -901. | 22249. | 11575. |
| 34.50 | 21748. | 0. | -914. | 22663. | 11789. |
| 35.00 | 22149. | 0. | -928. | 23076. | 12002. |
| 35.50 | 22549. | 0. | -941. | 23490. | 12216. |
| 36.00 | 22950. | 0. | -954. | 23904. | 12429. |
| 36.50 | 23350. | 0. | -968. | 24318. | 12643. |
| 37.00 | 23751. | 0. | -981. | 24732. | 12856. |
| 37.50 | 24152. | 0. | -994. | 25146. | 13070. |

Tabella 16 – VI Castelraimondo. Capacità portante palo D=1500 mm (traz). Stratigrafia 3 (SPALLA 2)

QUADRILATERO LOTTO 3-Viadotto Castelraimondo SPALLA 2
 Capacit... 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 |
|---------|-----------|-----------|----------|----------|----------|
| .00 | 0. | 0. | 0. | 0. | 0. |
| .50 | 3. | 17. | -13. | 33. | 31. |
| 1.00 | 12. | 34. | -27. | 72. | 66. |
| 1.50 | 26. | 50. | -40. | 116. | 103. |
| 2.00 | 47. | 67. | -53. | 167. | 143. |
| 2.50 | 73. | 84. | -66. | 223. | 187. |
| 3.00 | 105. | 101. | -80. | 285. | 233. |
| 3.50 | 143. | 118. | -93. | 353. | 282. |
| 4.00 | 187. | 134. | -106. | 427. | 334. |
| 4.50 | 236. | 151. | -119. | 507. | 388. |
| 5.00 | 292. | 168. | -133. | 592. | 446. |
| 5.50 | 353. | 185. | -146. | 683. | 507. |
| 6.00 | 420. | 201. | -159. | 780. | 570. |
| 6.50 | 493. | 218. | -172. | 883. | 637. |
| 7.00 | 571. | 235. | -186. | 992. | 706. |
| 7.50 | 656. | 252. | -199. | 1107. | 779. |
| 8.00 | 746. | 269. | -212. | 1227. | 854. |
| 8.50 | 843. | 285. | -225. | 1353. | 932. |
| 9.00 | 945. | 291. | -239. | 1474. | 1002. |
| 9.50 | 1053. | 296. | -252. | 1601. | 1074. |
| 10.00 | 1166. | 301. | -265. | 1733. | 1150. |
| 10.50 | 1286. | 307. | -278. | 1871. | 1228. |
| 11.00 | 1411. | 312. | -292. | 2015. | 1309. |
| 11.50 | 1542. | 318. | -305. | 2165. | 1394. |
| 12.00 | 1679. | 323. | -318. | 2320. | 1481. |
| 12.50 | 1822. | 328. | -331. | 2482. | 1571. |
| 13.00 | 1971. | 334. | -345. | 2649. | 1664. |
| 13.50 | 2126. | 300. | -358. | 2784. | 1721. |
| 14.00 | 2287. | 266. | -371. | 2924. | 1781. |
| 14.50 | 2455. | 232. | -384. | 3072. | 1844. |
| 15.00 | 2629. | 198. | -398. | 3225. | 1911. |
| 15.50 | 2810. | 165. | -411. | 3386. | 1981. |
| 16.00 | 2997. | 131. | -424. | 3552. | 2054. |
| 16.50 | 3191. | 97. | -437. | 3726. | 2130. |
| 17.00 | 3391. | 48. | -451. | 3891. | 2195. |
| 17.50 | 3622. | 0. | -464. | 4086. | 2275. |
| 18.00 | 3999. | 0. | -477. | 4476. | 2476. |
| 18.50 | 4399. | 0. | -490. | 4890. | 2690. |
| 19.00 | 4800. | 0. | -504. | 5303. | 2904. |
| 19.50 | 5200. | 0. | -517. | 5717. | 3117. |
| 20.00 | 5601. | 0. | -530. | 6131. | 3331. |
| 20.50 | 6001. | 0. | -543. | 6545. | 3544. |
| 21.00 | 6402. | 0. | -557. | 6959. | 3758. |
| 21.50 | 6803. | 0. | -570. | 7372. | 3971. |
| 22.00 | 7203. | 0. | -583. | 7786. | 4185. |
| 22.50 | 7604. | 0. | -596. | 8200. | 4398. |
| 23.00 | 8004. | 0. | -610. | 8614. | 4612. |
| 23.50 | 8405. | 0. | -623. | 9028. | 4825. |

2.1.2 – PEDEMONTANA DELLE MARCHE

RELAZIONE TECNICA E DI CALCOLO SULLE FONDAZIONI

| Opera | Tratto | Settore | CEE | WBS | Id.doc. | N.progr. | REV. | Pag.di Pag. |
|-------|--------|---------|-----|-------|---------|----------|------|-------------|
| LO703 | 2/B | E | 12 | V0003 | REL | 02 | A | 24 di 58 |

| | | | | | |
|-------|--------|----|--------|--------|--------|
| 24.00 | 8805. | 0. | -636. | 9441. | 5039. |
| 24.50 | 9206. | 0. | -649. | 9855. | 5252. |
| 25.00 | 9606. | 0. | -663. | 10269. | 5466. |
| 25.50 | 10007. | 0. | -676. | 10683. | 5679. |
| 26.00 | 10407. | 0. | -689. | 11097. | 5893. |
| 26.50 | 10808. | 0. | -702. | 11510. | 6106. |
| 27.00 | 11209. | 0. | -716. | 11924. | 6320. |
| 27.50 | 11609. | 0. | -729. | 12338. | 6534. |
| 28.00 | 12010. | 0. | -742. | 12752. | 6747. |
| 28.50 | 12410. | 0. | -755. | 13166. | 6961. |
| 29.00 | 12811. | 0. | -769. | 13580. | 7174. |
| 29.50 | 13211. | 0. | -782. | 13993. | 7388. |
| 30.00 | 13612. | 0. | -795. | 14407. | 7601. |
| 30.50 | 14012. | 0. | -808. | 14821. | 7815. |
| 31.00 | 14413. | 0. | -822. | 15235. | 8028. |
| 31.50 | 14814. | 0. | -835. | 15649. | 8242. |
| 32.00 | 15214. | 0. | -848. | 16062. | 8455. |
| 32.50 | 15615. | 0. | -861. | 16476. | 8669. |
| 33.00 | 16015. | 0. | -875. | 16890. | 8882. |
| 33.50 | 16416. | 0. | -888. | 17304. | 9096. |
| 34.00 | 16816. | 0. | -901. | 17718. | 9309. |
| 34.50 | 17217. | 0. | -914. | 18131. | 9523. |
| 35.00 | 17617. | 0. | -928. | 18545. | 9736. |
| 35.50 | 18018. | 0. | -941. | 18959. | 9950. |
| 36.00 | 18419. | 0. | -954. | 19373. | 10164. |
| 36.50 | 18819. | 0. | -968. | 19787. | 10377. |
| 37.00 | 19220. | 0. | -981. | 20200. | 10591. |
| 37.50 | 19620. | 0. | -994. | 20614. | 10804. |
| 38.00 | 20021. | 0. | -1007. | 21028. | 11018. |
| 38.50 | 20421. | 0. | -1021. | 21442. | 11231. |
| 39.00 | 20822. | 0. | -1034. | 21856. | 11445. |
| 39.50 | 21222. | 0. | -1047. | 22269. | 11658. |
| 40.00 | 21623. | 0. | -1060. | 22683. | 11872. |

| | | | | | | | | |
|-------|--------|---------|-----|-------|---------|----------|------|-------------|
| Opera | Tratto | Settore | CEE | WBS | Id.doc. | N.progr. | REV. | Pag.di Pag. |
| LO703 | 2/B | E | 12 | V0003 | REL | 02 | A | 25 di 58 |

4.2 VIADOTTO VALLONE

L'opera ha una lunghezza complessiva di 210 m ed è ubicata tra le progressive chilometriche 1+530.35 e 1+740.35. L'opera è costituita da due spalle e quattro pile.

1.1.7 Stratigrafia e parametri geotecnici di calcolo

Le indagini più prossime all'opera in oggetto sono le seguenti:

- sondaggio S32 di lunghezza 35 m, appartenente alla campagna d'indagine del 2002;
- sondaggi X3.6, X3.7 e X3.7bis entrambi di lunghezza 20.0 m, appartenenti alla campagna del 2017.

I sondaggi X3.6 e X3.7 sono stati attrezzati con piezometri del tipo a tubo aperto mentre il sondaggio X3.7bis con inclinometro.

Sulla base dei risultati delle indagini in sito ed in laboratorio ed in accordo a quanto mostrato nel *Profilo geotecnico* (doc. rif. [DR_5]) e nella *Relazione geotecnica generale* (doc. rif. [DR_4]) ai quali rimanda per dettagli, in corrispondenza dell'opera si individua la stratigrafia di progetto riportata nelle seguenti tabelle. Nelle suddette tabelle si indicano anche i parametri geotecnici utilizzati nel dimensionamento delle fondazioni.

Tabella 17 – Stratigrafia 1 e parametri geotecnici di calcolo (SP1+P1+P2)

| Unità geotecnica | Profondità [m da p.c.] | γ [kN/m ³] | φ' [°] | cu [kPa] | τ [kPa] | qb [kPa] |
|--|------------------------|-------------------------------|----------------|----------|--|---|
| Ecla – Depositi eluvio-colluviali limoso-argillosi | 0.0÷6.0 | 19.0 | - | 200 | $\alpha \cdot cu \leq 100$ | $9 \cdot cu + \sigma_v$ |
| Salt – Alterazione del substrato | 6.0÷8.5 | 20.0 | - | 350 | $\beta \cdot \sigma'_v \leq 120$ con $\beta = 0.1 + 0.4 \cdot cu / \sigma'_v$ | $9 \cdot cu + \sigma_v$ |
| S – Substrato pelitico arenaceo | >8.5 | 23.0 | - | - | 150 per $z \leq 15$ m 170 per $z > 15$ m | 4000 per $z \leq 15$ m 5000 per $z > 15$ m |
| Falda: a p.c. (*) | | | | | | |

(*) per il dimensionamento delle fondazioni si assume cautelativamente il livello di falda prossimo al p.c.

Tabella 18 – Stratigrafia 2 e parametri geotecnici di calcolo (SP2+P3+P4)

| Unità geotecnica | Profondità [m da p.c.] | γ [kN/m ³] | φ' [°] | cu [kPa] | τ [kPa] | qb [kPa] |
|--|------------------------|-------------------------------|----------------|----------|--|---|
| Ecla – Depositi eluvio-colluviali limoso-argillosi | 0.0÷16.0 | 19.0 | - | 80 | $\alpha \cdot cu \leq 100$ | $9 \cdot cu + \sigma_v$ |
| Salt – Alterazione del substrato | 16.0÷17.0 | 20.0 | - | 350 | $\beta \cdot \sigma'_v \leq 120$ con $\beta = 0.1 + 0.4 \cdot cu / \sigma'_v$ | $9 \cdot cu + \sigma_v$ |
| S – Substrato pelitico arenaceo | >17.0 | 23.0 | - | - | 150 per $z \leq 20$ m 170 per $z > 20$ m | 4000 per $z \leq 20$ m 5000 per $z > 20$ m |
| Falda: a p.c. (*) | | | | | | |

(*) per il dimensionamento delle fondazioni si assume cautelativamente il livello di falda prossimo al p.c.

1.1.8 Calcolo della capacità portante

Il calcolo è stato condotto con riferimento a:

- pali D=1500 mm;
- testa palo a 1.5 m da p.c.;
- falda a p.c..

| | | | | | | | | |
|-------|--------|---------|-----|-------|---------|----------|------|-------------|
| Opera | Tratto | Settore | CEE | WBS | Id.doc. | N.progr. | REV. | Pag.di Pag. |
| LO703 | 2/B | E | 12 | V0003 | REL | 02 | A | 26 di 58 |

Nella seguente tabella si riportano i parametri principali per il calcolo della capacità portante.

Tabella 19 – Parametri per il calcolo della capacità portante dei pali

| Approccio | n. di verticali indagate | ξ_3 | γ_s (compr.) | γ_s (traz.) | γ_b | F_{SL} (compr.) | F_{SL} (traz.) | F_{SB} |
|--------------|--------------------------|---------|---------------------|--------------------|------------|-------------------|------------------|----------|
| 2 (A1+M1+R3) | 3 | 1.60 | 1.15 | 1.25 | 1.35 | 1.84 | 2.00 | 2.16 |

Nelle tabelle seguenti si riportano i valori della portata di progetto (Q_d) del palo in funzione della lunghezza utile del palo per le due stratigrafie di riferimento.

Tabella 20 – VI Vallone. Capacità portante palo D=1500 mm (compr). Stratigrafia 1 (SP1+P1+P2)

QUADRILATERO LOTTO 3-Viadotto Vallone SP1+P1+P2
 Capacità... portante palo D=1500 mm-SLU A1+M1+R3
 STAMPA capacità portante e relativi contributi

| Lp m | Q _{1l} kN | Q _{b1} kN | W _p kN | Q _u kN | Q _d kN |
|---------|-----------------------|-----------------------|----------------------|----------------------|----------------------|
| .00 | 0. | 3231. | 0. | 3231. | 1496. |
| .50 | 20. | 3248. | 4. | 3264. | 1510. |
| 1.00 | 47. | 3265. | 9. | 3303. | 1528. |
| 1.50 | 79. | 3282. | 13. | 3347. | 1549. |
| 2.00 | 117. | 3298. | 18. | 3397. | 1573. |
| 2.50 | 160. | 3315. | 22. | 3453. | 1600. |
| 3.00 | 210. | 3332. | 27. | 3515. | 1630. |
| 3.50 | 265. | 3349. | 31. | 3583. | 1664. |
| 4.00 | 327. | 3366. | 35. | 3657. | 1700. |
| 4.50 | 394. | 3382. | 40. | 3736. | 1740. |
| 5.00 | 467. | 3665. | 44. | 4088. | 1906. |
| 5.50 | 547. | 3948. | 49. | 4446. | 2076. |
| 6.00 | 633. | 4231. | 53. | 4810. | 2249. |
| 6.50 | 725. | 4513. | 57. | 5181. | 2426. |
| 7.00 | 856. | 4796. | 62. | 5590. | 2624. |
| 7.50 | 1178. | 5049. | 66. | 6160. | 2911. |
| 8.00 | 1531. | 5301. | 71. | 6762. | 3216. |
| 8.50 | 1885. | 5554. | 75. | 7363. | 3520. |
| 9.00 | 2238. | 5806. | 80. | 7965. | 3825. |
| 9.50 | 2592. | 6059. | 84. | 8566. | 4129. |
| 10.00 | 2945. | 6311. | 88. | 9168. | 4434. |
| 10.50 | 3299. | 6564. | 93. | 9769. | 4739. |
| 11.00 | 3652. | 6816. | 97. | 10371. | 5043. |
| 11.50 | 4005. | 7069. | 102. | 10972. | 5348. |
| 12.00 | 4359. | 7069. | 106. | 11321. | 5535. |
| 12.50 | 4712. | 7069. | 110. | 11670. | 5723. |
| 13.00 | 5066. | 7069. | 115. | 12019. | 5911. |
| 13.50 | 5425. | 7069. | 119. | 12374. | 6102. |
| 14.00 | 5820. | 7265. | 124. | 12961. | 6403. |
| 14.50 | 6220. | 7461. | 128. | 13553. | 6707. |
| 15.00 | 6621. | 7658. | 133. | 14146. | 7011. |
| 15.50 | 7021. | 7854. | 137. | 14738. | 7315. |
| 16.00 | 7422. | 8050. | 141. | 15331. | 7619. |
| 16.50 | 7822. | 8247. | 146. | 15923. | 7923. |
| 17.00 | 8223. | 8443. | 150. | 16516. | 8228. |
| 17.50 | 8624. | 8639. | 155. | 17108. | 8532. |
| 18.00 | 9024. | 8836. | 159. | 17701. | 8836. |
| 18.50 | 9425. | 8836. | 163. | 18097. | 9049. |
| 19.00 | 9825. | 8836. | 168. | 18493. | 9263. |
| 19.50 | 10226. | 8836. | 172. | 18889. | 9476. |
| 20.00 | 10626. | 8836. | 177. | 19285. | 9689. |
| 20.50 | 11027. | 8836. | 181. | 19681. | 9902. |
| 21.00 | 11427. | 8836. | 186. | 20078. | 10116. |
| 21.50 | 11828. | 8836. | 190. | 20474. | 10329. |
| 22.00 | 12228. | 8836. | 194. | 20870. | 10542. |
| 22.50 | 12629. | 8836. | 199. | 21266. | 10755. |
| 23.00 | 13030. | 8836. | 203. | 21662. | 10969. |
| 23.50 | 13430. | 8836. | 208. | 22058. | 11182. |

| | | | | | | | | |
|-------|--------|---------|-----|-------|--------|----------|------|-------------|
| Opera | Tratto | Settore | CEE | WBS | Id.doc | N.progr. | REV. | Pag.di Pag. |
| LO703 | 2/B | E | 12 | V0003 | REL | 02 | A | 27 di 58 |

| | | | | | |
|-------|--------|-------|------|--------|--------|
| 24.00 | 13831. | 8836. | 212. | 22454. | 11395. |
| 24.50 | 14231. | 8836. | 216. | 22851. | 11609. |
| 25.00 | 14632. | 8836. | 221. | 23247. | 11822. |
| 25.50 | 15032. | 8836. | 225. | 23643. | 12035. |
| 26.00 | 15433. | 8836. | 230. | 24039. | 12248. |
| 26.50 | 15833. | 8836. | 234. | 24435. | 12462. |
| 27.00 | 16234. | 8836. | 239. | 24831. | 12675. |
| 27.50 | 16635. | 8836. | 243. | 25227. | 12888. |
| 28.00 | 17035. | 8836. | 247. | 25623. | 13101. |
| 28.50 | 17436. | 8836. | 252. | 26020. | 13315. |
| 29.00 | 17836. | 8836. | 256. | 26416. | 13528. |
| 29.50 | 18237. | 8836. | 261. | 26812. | 13741. |
| 30.00 | 18637. | 8836. | 265. | 27208. | 13955. |
| 30.50 | 19038. | 8836. | 269. | 27604. | 14168. |
| 31.00 | 19438. | 8836. | 274. | 28000. | 14381. |
| 31.50 | 19839. | 8836. | 278. | 28396. | 14594. |
| 32.00 | 20240. | 8836. | 283. | 28793. | 14808. |
| 32.50 | 20640. | 8836. | 287. | 29189. | 15021. |
| 33.00 | 21041. | 8836. | 292. | 29585. | 15234. |
| 33.50 | 21441. | 8836. | 296. | 29981. | 15447. |
| 34.00 | 21842. | 8836. | 300. | 30377. | 15661. |
| 34.50 | 22242. | 8836. | 305. | 30773. | 15874. |
| 35.00 | 22643. | 8836. | 309. | 31169. | 16087. |
| 35.50 | 23043. | 8836. | 314. | 31566. | 16301. |
| 36.00 | 23444. | 8836. | 318. | 31962. | 16514. |
| 36.50 | 23845. | 8836. | 323. | 32358. | 16727. |
| 37.00 | 24245. | 8836. | 327. | 32754. | 16940. |
| 37.50 | 24646. | 8836. | 331. | 33150. | 17154. |
| 38.00 | 25046. | 8836. | 336. | 33546. | 17367. |
| 38.50 | 25447. | 8836. | 340. | 33942. | 17580. |

Tabella 21 – VI Vallone. Capacità portante palo D=1500 mm (compr). Stratigrafia 2 (SP2+P3+P4)

QUADRILATERO LOTTO 3-Viadotto Vallone SP2+P3+P4

Capacit... 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. | 1323. | 0. | 1323. | 612. |
| .50 | 20. | 1339. | 4. | 1355. | 627. |
| 1.00 | 47. | 1356. | 9. | 1394. | 644. |
| 1.50 | 79. | 1373. | 13. | 1439. | 665. |
| 2.00 | 117. | 1390. | 18. | 1489. | 689. |
| 2.50 | 160. | 1407. | 22. | 1545. | 716. |
| 3.00 | 210. | 1423. | 27. | 1607. | 747. |
| 3.50 | 265. | 1440. | 31. | 1675. | 780. |
| 4.00 | 327. | 1457. | 35. | 1748. | 817. |
| 4.50 | 394. | 1474. | 40. | 1828. | 856. |
| 5.00 | 466. | 1491. | 44. | 1913. | 899. |
| 5.50 | 542. | 1507. | 49. | 2001. | 944. |
| 6.00 | 617. | 1524. | 53. | 2088. | 988. |
| 6.50 | 693. | 1541. | 57. | 2176. | 1032. |
| 7.00 | 768. | 1558. | 62. | 2264. | 1077. |
| 7.50 | 843. | 1575. | 66. | 2352. | 1121. |
| 8.00 | 919. | 1591. | 71. | 2439. | 1165. |
| 8.50 | 994. | 1608. | 75. | 2527. | 1210. |
| 9.00 | 1070. | 1625. | 80. | 2615. | 1254. |
| 9.50 | 1145. | 1642. | 84. | 2703. | 1298. |
| 10.00 | 1220. | 1658. | 88. | 2791. | 1343. |
| 10.50 | 1296. | 1675. | 93. | 2878. | 1387. |
| 11.00 | 1371. | 1692. | 97. | 2966. | 1431. |
| 11.50 | 1447. | 1709. | 102. | 3054. | 1476. |
| 12.00 | 1522. | 1726. | 106. | 3142. | 1520. |
| 12.50 | 1597. | 1742. | 110. | 3229. | 1564. |
| 13.00 | 1673. | 1759. | 115. | 3317. | 1609. |
| 13.50 | 1748. | 1776. | 119. | 3405. | 1653. |
| 14.00 | 1824. | 1793. | 124. | 3493. | 1697. |
| 14.50 | 1914. | 1810. | 128. | 3595. | 1750. |
| 15.00 | 2090. | 2304. | 133. | 4262. | 2070. |

| | | | | | | | | |
|-------|--------|---------|-----|-------|--------|----------|------|-------------|
| Opera | Tratto | Settore | CEE | WBS | Id.doc | N.progr. | REV. | Pag.di Pag. |
| LO703 | 2/B | E | 12 | V0003 | REL | 02 | A | 28 di 58 |

| | | | | | |
|-------|--------|-------|------|--------|--------|
| 15.50 | 2306. | 2799. | 137. | 4968. | 2412. |
| 16.00 | 2640. | 3274. | 141. | 5772. | 2809. |
| 16.50 | 2993. | 3748. | 146. | 6596. | 3216. |
| 17.00 | 3347. | 4222. | 150. | 7419. | 3624. |
| 17.50 | 3700. | 4697. | 155. | 8242. | 4031. |
| 18.00 | 4054. | 5171. | 159. | 9066. | 4438. |
| 18.50 | 4413. | 5645. | 163. | 9895. | 4849. |
| 19.00 | 4808. | 6000. | 168. | 10640. | 5223. |
| 19.50 | 5208. | 6354. | 172. | 11390. | 5600. |
| 20.00 | 5609. | 6709. | 177. | 12141. | 5978. |
| 20.50 | 6009. | 7063. | 181. | 12892. | 6355. |
| 21.00 | 6410. | 7418. | 186. | 13642. | 6732. |
| 21.50 | 6811. | 7772. | 190. | 14393. | 7110. |
| 22.00 | 7211. | 8127. | 194. | 15143. | 7487. |
| 22.50 | 7612. | 8481. | 199. | 15894. | 7864. |
| 23.00 | 8012. | 8836. | 203. | 16645. | 8242. |
| 23.50 | 8413. | 8836. | 208. | 17041. | 8455. |
| 24.00 | 8813. | 8836. | 212. | 17437. | 8668. |
| 24.50 | 9214. | 8836. | 216. | 17833. | 8882. |
| 25.00 | 9614. | 8836. | 221. | 18229. | 9095. |
| 25.50 | 10015. | 8836. | 225. | 18625. | 9308. |
| 26.00 | 10416. | 8836. | 230. | 19022. | 9521. |
| 26.50 | 10816. | 8836. | 234. | 19418. | 9735. |
| 27.00 | 11217. | 8836. | 239. | 19814. | 9948. |
| 27.50 | 11617. | 8836. | 243. | 20210. | 10161. |
| 28.00 | 12018. | 8836. | 247. | 20606. | 10375. |
| 28.50 | 12418. | 8836. | 252. | 21002. | 10588. |
| 29.00 | 12819. | 8836. | 256. | 21398. | 10801. |
| 29.50 | 13219. | 8836. | 261. | 21794. | 11014. |
| 30.00 | 13620. | 8836. | 265. | 22191. | 11228. |
| 30.50 | 14020. | 8836. | 269. | 22587. | 11441. |
| 31.00 | 14421. | 8836. | 274. | 22983. | 11654. |
| 31.50 | 14822. | 8836. | 278. | 23379. | 11867. |
| 32.00 | 15222. | 8836. | 283. | 23775. | 12081. |
| 32.50 | 15623. | 8836. | 287. | 24171. | 12294. |
| 33.00 | 16023. | 8836. | 292. | 24567. | 12507. |
| 33.50 | 16424. | 8836. | 296. | 24964. | 12721. |
| 34.00 | 16824. | 8836. | 300. | 25360. | 12934. |
| 34.50 | 17225. | 8836. | 305. | 25756. | 13147. |
| 35.00 | 17625. | 8836. | 309. | 26152. | 13360. |
| 35.50 | 18026. | 8836. | 314. | 26548. | 13574. |
| 36.00 | 18427. | 8836. | 318. | 26944. | 13787. |
| 36.50 | 18827. | 8836. | 323. | 27340. | 14000. |
| 37.00 | 19228. | 8836. | 327. | 27736. | 14214. |
| 37.50 | 19628. | 8836. | 331. | 28133. | 14427. |
| 38.00 | 20029. | 8836. | 336. | 28529. | 14640. |
| 38.50 | 20429. | 8836. | 340. | 28925. | 14853. |

Tabella 22 – VI Vallone. Capacità portante palo D=1500 mm (traz). Stratigrafia 1 (SPALLA 1)

QUADRILATERO LOTTO 3-Viadotto Vallone SPALLA 1

Capacit... 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. | 50. | 0. | 50. | 50. |
| .50 | 20. | 53. | -13. | 87. | 76. |
| 1.00 | 47. | 55. | -27. | 128. | 105. |
| 1.50 | 79. | 58. | -40. | 176. | 137. |
| 2.00 | 117. | 60. | -53. | 230. | 172. |
| 2.50 | 160. | 63. | -66. | 289. | 209. |
| 3.00 | 210. | 65. | -80. | 355. | 250. |
| 3.50 | 265. | 68. | -93. | 426. | 293. |
| 4.00 | 327. | 70. | -106. | 503. | 339. |
| 4.50 | 394. | 73. | -119. | 586. | 389. |
| 5.00 | 467. | 58. | -133. | 658. | 424. |
| 5.50 | 547. | 44. | -146. | 736. | 463. |
| 6.00 | 633. | 29. | -159. | 821. | 504. |
| 6.50 | 725. | 15. | -172. | 912. | 550. |

2.1.2 – PEDEMONTANA DELLE MARCHE

RELAZIONE TECNICA E DI CALCOLO SULLE FONDAZIONI

| Opera | Tratto | Settore | CEE | WBS | Id.doc | N.progr. | REV. | Pag.di Pag. |
|-------|--------|---------|-----|-------|--------|----------|------|-------------|
| LO703 | 2/B | E | 12 | V0003 | REL | 02 | A | 29 di 58 |

| | | | | | |
|-------|--------|----|--------|--------|--------|
| 7.00 | 856. | 0. | -186. | 1041. | 614. |
| 7.50 | 1178. | 0. | -199. | 1377. | 788. |
| 8.00 | 1531. | 0. | -212. | 1743. | 978. |
| 8.50 | 1885. | 0. | -225. | 2110. | 1168. |
| 9.00 | 2238. | 0. | -239. | 2477. | 1358. |
| 9.50 | 2592. | 0. | -252. | 2843. | 1548. |
| 10.00 | 2945. | 0. | -265. | 3210. | 1738. |
| 10.50 | 3299. | 0. | -278. | 3577. | 1928. |
| 11.00 | 3652. | 0. | -292. | 3944. | 2118. |
| 11.50 | 4005. | 0. | -305. | 4310. | 2308. |
| 12.00 | 4359. | 0. | -318. | 4677. | 2497. |
| 12.50 | 4712. | 0. | -331. | 5044. | 2687. |
| 13.00 | 5066. | 0. | -345. | 5410. | 2877. |
| 13.50 | 5425. | 0. | -358. | 5783. | 3070. |
| 14.00 | 5820. | 0. | -371. | 6191. | 3281. |
| 14.50 | 6220. | 0. | -384. | 6605. | 3494. |
| 15.00 | 6621. | 0. | -398. | 7018. | 3708. |
| 15.50 | 7021. | 0. | -411. | 7432. | 3922. |
| 16.00 | 7422. | 0. | -424. | 7846. | 4135. |
| 16.50 | 7822. | 0. | -437. | 8260. | 4349. |
| 17.00 | 8223. | 0. | -451. | 8674. | 4562. |
| 17.50 | 8624. | 0. | -464. | 9087. | 4776. |
| 18.00 | 9024. | 0. | -477. | 9501. | 4989. |
| 18.50 | 9425. | 0. | -490. | 9915. | 5203. |
| 19.00 | 9825. | 0. | -504. | 10329. | 5416. |
| 19.50 | 10226. | 0. | -517. | 10743. | 5630. |
| 20.00 | 10626. | 0. | -530. | 11156. | 5843. |
| 20.50 | 11027. | 0. | -543. | 11570. | 6057. |
| 21.00 | 11427. | 0. | -557. | 11984. | 6270. |
| 21.50 | 11828. | 0. | -570. | 12398. | 6484. |
| 22.00 | 12228. | 0. | -583. | 12812. | 6697. |
| 22.50 | 12629. | 0. | -596. | 13225. | 6911. |
| 23.00 | 13030. | 0. | -610. | 13639. | 7124. |
| 23.50 | 13430. | 0. | -623. | 14053. | 7338. |
| 24.00 | 13831. | 0. | -636. | 14467. | 7552. |
| 24.50 | 14231. | 0. | -649. | 14881. | 7765. |
| 25.00 | 14632. | 0. | -663. | 15294. | 7979. |
| 25.50 | 15032. | 0. | -676. | 15708. | 8192. |
| 26.00 | 15433. | 0. | -689. | 16122. | 8406. |
| 26.50 | 15833. | 0. | -702. | 16536. | 8619. |
| 27.00 | 16234. | 0. | -716. | 16950. | 8833. |
| 27.50 | 16635. | 0. | -729. | 17364. | 9046. |
| 28.00 | 17035. | 0. | -742. | 17777. | 9260. |
| 28.50 | 17436. | 0. | -755. | 18191. | 9473. |
| 29.00 | 17836. | 0. | -769. | 18605. | 9687. |
| 29.50 | 18237. | 0. | -782. | 19019. | 9900. |
| 30.00 | 18637. | 0. | -795. | 19433. | 10114. |
| 30.50 | 19038. | 0. | -808. | 19846. | 10327. |
| 31.00 | 19438. | 0. | -822. | 20260. | 10541. |
| 31.50 | 19839. | 0. | -835. | 20674. | 10754. |
| 32.00 | 20240. | 0. | -848. | 21088. | 10968. |
| 32.50 | 20640. | 0. | -861. | 21502. | 11182. |
| 33.00 | 21041. | 0. | -875. | 21915. | 11395. |
| 33.50 | 21441. | 0. | -888. | 22329. | 11609. |
| 34.00 | 21842. | 0. | -901. | 22743. | 11822. |
| 34.50 | 22242. | 0. | -914. | 23157. | 12036. |
| 35.00 | 22643. | 0. | -928. | 23571. | 12249. |
| 35.50 | 23043. | 0. | -941. | 23984. | 12463. |
| 36.00 | 23444. | 0. | -954. | 24398. | 12676. |
| 36.50 | 23845. | 0. | -968. | 24812. | 12890. |
| 37.00 | 24245. | 0. | -981. | 25226. | 13103. |
| 37.50 | 24646. | 0. | -994. | 25640. | 13317. |
| 38.00 | 25046. | 0. | -1007. | 26054. | 13530. |
| 38.50 | 25447. | 0. | -1021. | 26467. | 13744. |

Tabella 23 – VI Vallone. Capacità portante palo D=1500 mm (traz). Stratigrafia 2 (SPALLA 2)

QUADRILATERO LOTTO 3-Viadotto Vallone SPALLA 2

Capacit... portante palo D=1500 mm-SLU A1+M1+R3 trazione

STAMPA capacita' portante e relativi contributi

| Opera | Tratto | Settore | CEE | WBS | Id.doc. | N.progr. | REV. | Pag.di Pag. |
|-------|--------|---------|-----|-------|---------|----------|------|-------------|
| LO703 | 2/B | E | 12 | V0003 | REL | 02 | A | 30 di 58 |

| Lp m | Q11 kN | Qb1 kN | Wp kN | Qu kN | Qd kN |
|---------|-----------|-----------|----------|----------|----------|
| .00 | 0. | 50. | 0. | 50. | 50. |
| .50 | 20. | 67. | -13. | 101. | 91. |
| 1.00 | 47. | 84. | -27. | 157. | 134. |
| 1.50 | 79. | 101. | -40. | 219. | 180. |
| 2.00 | 117. | 118. | -53. | 287. | 229. |
| 2.50 | 160. | 134. | -66. | 361. | 281. |
| 3.00 | 210. | 151. | -80. | 441. | 336. |
| 3.50 | 265. | 168. | -93. | 526. | 393. |
| 4.00 | 327. | 185. | -106. | 617. | 454. |
| 4.50 | 394. | 201. | -119. | 714. | 518. |
| 5.00 | 466. | 218. | -133. | 817. | 584. |
| 5.50 | 542. | 235. | -146. | 923. | 652. |
| 6.00 | 617. | 252. | -159. | 1028. | 719. |
| 6.50 | 693. | 269. | -172. | 1134. | 787. |
| 7.00 | 768. | 285. | -186. | 1239. | 855. |
| 7.50 | 843. | 302. | -199. | 1344. | 923. |
| 8.00 | 919. | 319. | -212. | 1450. | 990. |
| 8.50 | 994. | 336. | -225. | 1555. | 1058. |
| 9.00 | 1070. | 353. | -239. | 1661. | 1126. |
| 9.50 | 1145. | 369. | -252. | 1766. | 1194. |
| 10.00 | 1220. | 386. | -265. | 1872. | 1261. |
| 10.50 | 1296. | 353. | -278. | 1928. | 1280. |
| 11.00 | 1371. | 321. | -292. | 1984. | 1298. |
| 11.50 | 1447. | 288. | -305. | 2039. | 1316. |
| 12.00 | 1522. | 255. | -318. | 2095. | 1334. |
| 12.50 | 1597. | 223. | -331. | 2151. | 1353. |
| 13.00 | 1673. | 190. | -345. | 2207. | 1371. |
| 13.50 | 1748. | 157. | -358. | 2263. | 1389. |
| 14.00 | 1824. | 125. | -371. | 2319. | 1408. |
| 14.50 | 1914. | 92. | -384. | 2390. | 1433. |
| 15.00 | 2090. | 46. | -398. | 2534. | 1489. |
| 15.50 | 2306. | 0. | -411. | 2717. | 1564. |
| 16.00 | 2640. | 0. | -424. | 3064. | 1744. |
| 16.50 | 2993. | 0. | -437. | 3431. | 1934. |
| 17.00 | 3347. | 0. | -451. | 3798. | 2124. |
| 17.50 | 3700. | 0. | -464. | 4164. | 2314. |
| 18.00 | 4054. | 0. | -477. | 4531. | 2504. |
| 18.50 | 4413. | 0. | -490. | 4903. | 2697. |
| 19.00 | 4808. | 0. | -504. | 5311. | 2908. |
| 19.50 | 5208. | 0. | -517. | 5725. | 3121. |
| 20.00 | 5609. | 0. | -530. | 6139. | 3335. |
| 20.50 | 6009. | 0. | -543. | 6553. | 3548. |
| 21.00 | 6410. | 0. | -557. | 6967. | 3762. |
| 21.50 | 6811. | 0. | -570. | 7380. | 3975. |
| 22.00 | 7211. | 0. | -583. | 7794. | 4189. |
| 22.50 | 7612. | 0. | -596. | 8208. | 4402. |
| 23.00 | 8012. | 0. | -610. | 8622. | 4616. |
| 23.50 | 8413. | 0. | -623. | 9036. | 4829. |
| 24.00 | 8813. | 0. | -636. | 9449. | 5043. |
| 24.50 | 9214. | 0. | -649. | 9863. | 5256. |
| 25.00 | 9614. | 0. | -663. | 10277. | 5470. |
| 25.50 | 10015. | 0. | -676. | 10691. | 5683. |
| 26.00 | 10416. | 0. | -689. | 11105. | 5897. |
| 26.50 | 10816. | 0. | -702. | 11518. | 6110. |
| 27.00 | 11217. | 0. | -716. | 11932. | 6324. |
| 27.50 | 11617. | 0. | -729. | 12346. | 6538. |
| 28.00 | 12018. | 0. | -742. | 12760. | 6751. |
| 28.50 | 12418. | 0. | -755. | 13174. | 6965. |
| 29.00 | 12819. | 0. | -769. | 13588. | 7178. |
| 29.50 | 13219. | 0. | -782. | 14001. | 7392. |
| 30.00 | 13620. | 0. | -795. | 14415. | 7605. |
| 30.50 | 14020. | 0. | -808. | 14829. | 7819. |
| 31.00 | 14421. | 0. | -822. | 15243. | 8032. |
| 31.50 | 14822. | 0. | -835. | 15657. | 8246. |
| 32.00 | 15222. | 0. | -848. | 16070. | 8459. |
| 32.50 | 15623. | 0. | -861. | 16484. | 8673. |
| 33.00 | 16023. | 0. | -875. | 16898. | 8886. |
| 33.50 | 16424. | 0. | -888. | 17312. | 9100. |
| 34.00 | 16824. | 0. | -901. | 17726. | 9313. |

2.1.2 – PEDEMONTANA DELLE MARCHE

RELAZIONE TECNICA E DI CALCOLO SULLE FONDAZIONI

| Opera | Tratto | Settore | CEE | WBS | Id.doc. | N.progr. | REV. | Pag.di Pag. |
|-------|--------|---------|-----|-------|---------|----------|------|-------------|
| LO703 | 2B | E | 12 | V0003 | REL | 02 | A | 31 di 58 |

| | | | | | |
|-------|--------|----|--------|--------|--------|
| 34.50 | 17225. | 0. | -914. | 18139. | 9527. |
| 35.00 | 17625. | 0. | -928. | 18553. | 9740. |
| 35.50 | 18026. | 0. | -941. | 18967. | 9954. |
| 36.00 | 18427. | 0. | -954. | 19381. | 10168. |
| 36.50 | 18827. | 0. | -968. | 19795. | 10381. |
| 37.00 | 19228. | 0. | -981. | 20208. | 10595. |
| 37.50 | 19628. | 0. | -994. | 20622. | 10808. |
| 38.00 | 20029. | 0. | -1007. | 21036. | 11022. |
| 38.50 | 20429. | 0. | -1021. | 21450. | 11235. |

| | | | | | | | | |
|-------|--------|---------|-----|-------|---------|----------|------|-------------|
| Opera | Tratto | Settore | CEE | WBS | Id.doc. | N.progr. | REV. | Pag.di Pag. |
| LO703 | 2/B | E | 12 | V0003 | REL | 02 | A | 32 di 58 |

4.3 VIADOTTO S. ANNA

L'opera ha una lunghezza complessiva di 100 m ed è ubicata tra le progressive chilometriche 2+156.83 e 2+256.83. L'opera è costituita da due spalle e da tre pile.

1.1.9 Stratigrafia e parametri geotecnici di calcolo

Le indagini più prossime all'opera in oggetto sono le seguenti:

- prova penetrometrica dinamica DPSH P24 di lunghezza 13.0 m, appartenente alla campagna d'indagine del 2000;
- sondaggio BH17 di lunghezza 25.0 m, appartenente alla campagna del 2004;
- sondaggio X3.9 di lunghezza 27.0 m, appartenente alla campagna del 2017.

Il sondaggio BH17 è stato attrezzato con piezometro del tipo a tubo aperto, mentre il sondaggio X3.9 con inclinometro.

Sulla base dei risultati delle indagini in sito ed in laboratorio ed in accordo a quanto mostrato nel *Profilo geotecnico* (doc. rif. [DR_5]) e nella *Relazione geotecnica generale* (doc. rif. [DR_4]) ai quali rimanda per dettagli, in corrispondenza dell'opera si individua la stratigrafia di progetto riportata nelle seguenti tabelle. Nelle suddette tabelle si indicano anche i parametri geotecnici utilizzati nel dimensionamento delle fondazioni.

Tabella 24 – Stratigrafia 1 e parametri geotecnici di calcolo (SPALLE)

| Unità geotecnica | Profondità [m da p.c.] | γ [kN/m ³] | ϕ' [°] | cu [kPa] | τ [kPa] | qb [kPa] |
|--|------------------------|-------------------------------|-------------|----------|--|---|
| Ecla – Depositi eluvio-colluviali limoso-argillosi | 0.0÷13.0 | 19.0 | - | 50÷120 | $\alpha \cdot cu \leq 100$ | $9 \cdot cu + \sigma_v$ |
| Salt – Alterazione del substrato | 13.0÷14.0 | 20.0 | - | 250 | $\beta \cdot \sigma'_v \leq 120$ con $\beta = 0.1 + 0.4 \cdot cu / \sigma'_v$ | $9 \cdot cu + \sigma_v$ |
| S – Substrato pelitico arenaceo | >14.0 | 23.0 | - | - | 150 per $z \leq 17$ m 170 per $z > 17$ m | 4000 per $z \leq 17$ m 5000 per $z > 17$ m |
| Falda: a p.c. (*) | | | | | | |

(*) per il dimensionamento delle fondazioni si assume cautelativamente il livello di falda prossimo al p.c.

Tabella 25 – Stratigrafia 2 e parametri geotecnici di calcolo (PILE)

| Unità geotecnica | Profondità [m da p.c.] | γ [kN/m ³] | ϕ' [°] | cu [kPa] | τ [kPa] | qb [kPa] |
|--|------------------------|-------------------------------|-------------|----------|--|---|
| Ecla – Depositi eluvio-colluviali limoso-argillosi | 0.0÷13.0 | 19.0 | - | 50÷80 | $\alpha \cdot cu \leq 100$ | $9 \cdot cu + \sigma_v$ |
| Salt – Alterazione del substrato | 13.0÷14.0 | 20.0 | - | 250 | $\beta \cdot \sigma'_v \leq 120$ con $\beta = 0.1 + 0.4 \cdot cu / \sigma'_v$ | $9 \cdot cu + \sigma_v$ |
| S – Substrato pelitico arenaceo | >14.0 | 23.0 | - | - | 150 per $z \leq 17$ m 170 per $z > 17$ m | 4000 per $z \leq 17$ m 5000 per $z > 17$ m |
| Falda: a p.c. (*) | | | | | | |

(*) per il dimensionamento delle fondazioni si assume cautelativamente il livello di falda prossimo al p.c.

1.1.10 Calcolo della capacità portante

Il calcolo è stato condotto con riferimento a:

- pali D=1500 mm;

| | | | | | | | | |
|-------|--------|---------|-----|-------|---------|----------|------|-------------|
| Opera | Tratto | Settore | CEE | WBS | Id.doc. | N.progr. | REV. | Pag.di Pag. |
| LO703 | 2/B | E | 12 | V0003 | REL | 02 | A | 33 di 58 |

- testa palo a 2.0 m da p.c.;
- falda a p.c..

Nella seguente tabella si riportano i parametri principali per il calcolo della capacità portante.

Tabella 26 – Parametri per il calcolo della capacità portante dei pali

| Approccio | n. di verticali indagate | ξ_3 | γ_s (compr.) | γ_s (traz.) | γ_b | F_{SL} (compr.) | F_{SL} (traz.) | F_{SB} |
|--------------|--------------------------|---------|---------------------|--------------------|------------|-------------------|------------------|----------|
| 2 (A1+M1+R3) | 1 | 1.70 | 1.15 | 1.25 | 1.35 | 1.96 | 2.13 | 2.30 |

Nelle tabelle seguenti si riportano i valori della portata di progetto (Q_d) del palo in funzione della lunghezza utile del palo per le due stratigrafie di riferimento.

Tabella 27 – VI S. Anna. Capacità portante palo D=1500 mm (compr). Stratigrafia 1 (SPALLE)

QUADRILATERO LOTTO 3-Viadotto S.Anna SPALLE

Capacità portante palo D=1500 mm-SLU A1+M1+R3

STAMPA capacità portante e relativi contributi

| Lp m | Q11 kN | Qb1 kN | Wp kN | Qu kN | Qd kN |
|---------|-----------|-----------|----------|----------|----------|
| .00 | 0. | 1034. | 0. | 1034. | 449. |
| .50 | 26. | 1093. | 4. | 1115. | 484. |
| 1.00 | 58. | 1153. | 9. | 1202. | 522. |
| 1.50 | 96. | 1212. | 13. | 1295. | 563. |
| 2.00 | 140. | 1272. | 18. | 1394. | 607. |
| 2.50 | 190. | 1332. | 22. | 1499. | 654. |
| 3.00 | 245. | 1391. | 27. | 1610. | 703. |
| 3.50 | 306. | 1451. | 31. | 1726. | 756. |
| 4.00 | 373. | 1511. | 35. | 1848. | 812. |
| 4.50 | 446. | 1570. | 40. | 1976. | 871. |
| 5.00 | 525. | 1630. | 44. | 2110. | 932. |
| 5.50 | 609. | 1689. | 49. | 2249. | 996. |
| 6.00 | 695. | 1749. | 53. | 2391. | 1062. |
| 6.50 | 784. | 1809. | 57. | 2535. | 1129. |
| 7.00 | 875. | 1868. | 62. | 2682. | 1197. |
| 7.50 | 970. | 1928. | 66. | 2831. | 1267. |
| 8.00 | 1066. | 1987. | 71. | 2983. | 1337. |
| 8.50 | 1165. | 2047. | 75. | 3137. | 1409. |
| 9.00 | 1267. | 2107. | 80. | 3294. | 1483. |
| 9.50 | 1371. | 2166. | 84. | 3453. | 1557. |
| 10.00 | 1478. | 2226. | 88. | 3615. | 1633. |
| 10.50 | 1587. | 2285. | 93. | 3780. | 1711. |
| 11.00 | 1704. | 2345. | 97. | 3952. | 1792. |
| 11.50 | 1854. | 2592. | 102. | 4345. | 1971. |
| 12.00 | 2039. | 2840. | 106. | 4773. | 2169. |
| 12.50 | 2369. | 3310. | 110. | 5568. | 2537. |
| 13.00 | 2722. | 3780. | 115. | 6387. | 2917. |
| 13.50 | 3076. | 4249. | 119. | 7206. | 3297. |
| 14.00 | 3429. | 4719. | 124. | 8025. | 3678. |
| 14.50 | 3782. | 5189. | 128. | 8843. | 4058. |
| 15.00 | 4142. | 5659. | 133. | 9668. | 4441. |
| 15.50 | 4536. | 6012. | 137. | 10411. | 4791. |
| 16.00 | 4937. | 6365. | 141. | 11161. | 5145. |
| 16.50 | 5337. | 6718. | 146. | 11910. | 5498. |
| 17.00 | 5738. | 7071. | 150. | 12659. | 5852. |
| 17.50 | 6139. | 7424. | 155. | 13408. | 6205. |
| 18.00 | 6539. | 7777. | 159. | 14157. | 6558. |
| 18.50 | 6940. | 8130. | 163. | 14906. | 6912. |
| 19.00 | 7340. | 8483. | 168. | 15655. | 7265. |
| 19.50 | 7741. | 8836. | 172. | 16404. | 7619. |
| 20.00 | 8141. | 8836. | 177. | 16800. | 7819. |
| 20.50 | 8542. | 8836. | 181. | 17197. | 8019. |
| 21.00 | 8942. | 8836. | 186. | 17593. | 8219. |
| 21.50 | 9343. | 8836. | 190. | 17989. | 8419. |

| Opera | Tratto | Settore | CEE | WBS | Id.doc. | N.progr. | REV. | Pag.di Pag. |
|-------|--------|---------|-----|-------|---------|----------|------|-------------|
| LO703 | 2/B | E | 12 | V0003 | REL | 02 | A | 34 di 58 |

| | | | | | |
|-------|--------|-------|------|--------|--------|
| 22.00 | 9744. | 8836. | 194. | 18385. | 8618. |
| 22.50 | 10144. | 8836. | 199. | 18781. | 8818. |
| 23.00 | 10545. | 8836. | 203. | 19177. | 9018. |
| 23.50 | 10945. | 8836. | 208. | 19573. | 9218. |
| 24.00 | 11346. | 8836. | 212. | 19969. | 9418. |
| 24.50 | 11746. | 8836. | 216. | 20366. | 9618. |
| 25.00 | 12147. | 8836. | 221. | 20762. | 9818. |
| 25.50 | 12547. | 8836. | 225. | 21158. | 10018. |
| 26.00 | 12948. | 8836. | 230. | 21554. | 10218. |
| 26.50 | 13349. | 8836. | 234. | 21950. | 10418. |
| 27.00 | 13749. | 8836. | 239. | 22346. | 10618. |
| 27.50 | 14150. | 8836. | 243. | 22742. | 10818. |
| 28.00 | 14550. | 8836. | 247. | 23139. | 11018. |
| 28.50 | 14951. | 8836. | 252. | 23535. | 11218. |
| 29.00 | 15351. | 8836. | 256. | 23931. | 11418. |
| 29.50 | 15752. | 8836. | 261. | 24327. | 11618. |
| 30.00 | 16152. | 8836. | 265. | 24723. | 11818. |
| 30.50 | 16553. | 8836. | 269. | 25119. | 12018. |
| 31.00 | 16954. | 8836. | 274. | 25515. | 12217. |
| 31.50 | 17354. | 8836. | 278. | 25911. | 12417. |
| 32.00 | 17755. | 8836. | 283. | 26308. | 12617. |
| 32.50 | 18155. | 8836. | 287. | 26704. | 12817. |
| 33.00 | 18556. | 8836. | 292. | 27100. | 13017. |
| 33.50 | 18956. | 8836. | 296. | 27496. | 13217. |
| 34.00 | 19357. | 8836. | 300. | 27892. | 13417. |
| 34.50 | 19757. | 8836. | 305. | 28288. | 13617. |
| 35.00 | 20158. | 8836. | 309. | 28684. | 13817. |
| 35.50 | 20559. | 8836. | 314. | 29081. | 14017. |
| 36.00 | 20959. | 8836. | 318. | 29477. | 14217. |
| 36.50 | 21360. | 8836. | 323. | 29873. | 14417. |
| 37.00 | 21760. | 8836. | 327. | 30269. | 14617. |
| 37.50 | 22161. | 8836. | 331. | 30665. | 14817. |
| 38.00 | 22561. | 8836. | 336. | 31061. | 15017. |

Tabella 28 – VI S. Anna. Capacità portante palo D=1500 mm (compr). Stratigrafia 2 (PILE)

QUADRILATERO LOTTO 3-Viadotto S.Anna PILE

Capacità 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. | 936. | 0. | 936. | 407. |
| .50 | 26. | 971. | 4. | 993. | 431. |
| 1.00 | 58. | 1006. | 9. | 1056. | 458. |
| 1.50 | 96. | 1041. | 13. | 1124. | 489. |
| 2.00 | 140. | 1076. | 18. | 1199. | 522. |
| 2.50 | 190. | 1111. | 22. | 1279. | 558. |
| 3.00 | 245. | 1147. | 27. | 1365. | 597. |
| 3.50 | 306. | 1182. | 31. | 1457. | 639. |
| 4.00 | 373. | 1217. | 35. | 1555. | 684. |
| 4.50 | 446. | 1252. | 40. | 1658. | 732. |
| 5.00 | 525. | 1287. | 44. | 1768. | 783. |
| 5.50 | 609. | 1322. | 49. | 1883. | 837. |
| 6.00 | 700. | 1357. | 53. | 2004. | 894. |
| 6.50 | 796. | 1393. | 57. | 2131. | 954. |
| 7.00 | 895. | 1428. | 62. | 2261. | 1016. |
| 7.50 | 996. | 1463. | 66. | 2393. | 1078. |
| 8.00 | 1098. | 1498. | 71. | 2526. | 1141. |
| 8.50 | 1203. | 1533. | 75. | 2661. | 1205. |
| 9.00 | 1299. | 1568. | 80. | 2788. | 1265. |
| 9.50 | 1371. | 1603. | 84. | 2890. | 1313. |
| 10.00 | 1444. | 1639. | 88. | 2994. | 1361. |
| 10.50 | 1517. | 1674. | 93. | 3098. | 1409. |
| 11.00 | 1602. | 1709. | 97. | 3213. | 1463. |
| 11.50 | 1747. | 2027. | 102. | 3672. | 1671. |
| 12.00 | 1932. | 2345. | 106. | 4171. | 1899. |
| 12.50 | 2262. | 2870. | 110. | 5021. | 2291. |
| 13.00 | 2615. | 3395. | 115. | 5895. | 2695. |
| 13.50 | 2969. | 3920. | 119. | 6769. | 3100. |

| | | | | | | | | |
|-------|--------|---------|-----|-------|--------|----------|------|-------------|
| Opera | Tratto | Settore | CEE | WBS | Id.doc | N.progr. | REV. | Pag.di Pag. |
| LO703 | 2/B | E | 12 | V0003 | REL | 02 | A | 35 di 58 |

| | | | | | |
|-------|--------|-------|------|--------|--------|
| 14.00 | 3322. | 4444. | 124. | 7643. | 3504. |
| 14.50 | 3676. | 4969. | 128. | 8517. | 3908. |
| 15.00 | 4035. | 5494. | 133. | 9397. | 4315. |
| 15.50 | 4430. | 5865. | 137. | 10158. | 4673. |
| 16.00 | 4830. | 6237. | 141. | 10925. | 5035. |
| 16.50 | 5231. | 6608. | 146. | 11693. | 5396. |
| 17.00 | 5631. | 6979. | 150. | 12460. | 5757. |
| 17.50 | 6032. | 7351. | 155. | 13228. | 6119. |
| 18.00 | 6432. | 7722. | 159. | 13995. | 6480. |
| 18.50 | 6833. | 8093. | 163. | 14763. | 6841. |
| 19.00 | 7234. | 8464. | 168. | 15530. | 7203. |
| 19.50 | 7634. | 8836. | 172. | 16297. | 7564. |
| 20.00 | 8035. | 8836. | 177. | 16694. | 7764. |
| 20.50 | 8435. | 8836. | 181. | 17090. | 7964. |
| 21.00 | 8836. | 8836. | 186. | 17486. | 8164. |
| 21.50 | 9236. | 8836. | 190. | 17882. | 8364. |
| 22.00 | 9637. | 8836. | 194. | 18278. | 8564. |
| 22.50 | 10037. | 8836. | 199. | 18674. | 8764. |
| 23.00 | 10438. | 8836. | 203. | 19070. | 8964. |
| 23.50 | 10838. | 8836. | 208. | 19467. | 9164. |
| 24.00 | 11239. | 8836. | 212. | 19863. | 9364. |
| 24.50 | 11640. | 8836. | 216. | 20259. | 9564. |
| 25.00 | 12040. | 8836. | 221. | 20655. | 9764. |
| 25.50 | 12441. | 8836. | 225. | 21051. | 9964. |
| 26.00 | 12841. | 8836. | 230. | 21447. | 10164. |
| 26.50 | 13242. | 8836. | 234. | 21843. | 10363. |
| 27.00 | 13642. | 8836. | 239. | 22240. | 10563. |
| 27.50 | 14043. | 8836. | 243. | 22636. | 10763. |
| 28.00 | 14443. | 8836. | 247. | 23032. | 10963. |
| 28.50 | 14844. | 8836. | 252. | 23428. | 11163. |
| 29.00 | 15245. | 8836. | 256. | 23824. | 11363. |
| 29.50 | 15645. | 8836. | 261. | 24220. | 11563. |
| 30.00 | 16046. | 8836. | 265. | 24616. | 11763. |
| 30.50 | 16446. | 8836. | 269. | 25012. | 11963. |
| 31.00 | 16847. | 8836. | 274. | 25409. | 12163. |
| 31.50 | 17247. | 8836. | 278. | 25805. | 12363. |
| 32.00 | 17648. | 8836. | 283. | 26201. | 12563. |
| 32.50 | 18048. | 8836. | 287. | 26597. | 12763. |
| 33.00 | 18449. | 8836. | 292. | 26993. | 12963. |
| 33.50 | 18850. | 8836. | 296. | 27389. | 13163. |
| 34.00 | 19250. | 8836. | 300. | 27785. | 13363. |
| 34.50 | 19651. | 8836. | 305. | 28182. | 13563. |
| 35.00 | 20051. | 8836. | 309. | 28578. | 13763. |
| 35.50 | 20452. | 8836. | 314. | 28974. | 13963. |
| 36.00 | 20852. | 8836. | 318. | 29370. | 14162. |
| 36.50 | 21253. | 8836. | 323. | 29766. | 14362. |
| 37.00 | 21653. | 8836. | 327. | 30162. | 14562. |
| 37.50 | 22054. | 8836. | 331. | 30558. | 14762. |
| 38.00 | 22455. | 8836. | 336. | 30955. | 14962. |

Tabella 29 – VI S. Anna. Capacità portante palo D=1500 mm (traz). Stratigrafia 1 (SPALLE)

QUADRILATERO LOTTO 3-Viadotto S. Anna SPALLE
 Capacità portante palo D=1500 mm-SLU A1+M1+R3 trazione
 STAMPA capacità portante e relativi contributi

| Lp m | Q11 kN | Qb1 kN | Wp kN | Qu kN | Qd kN |
|---------|-----------|-----------|----------|----------|----------|
| .00 | 0. | 67. | 0. | 67. | 67. |
| .50 | 26. | 84. | -13. | 123. | 110. |
| 1.00 | 58. | 101. | -27. | 186. | 155. |
| 1.50 | 96. | 118. | -40. | 253. | 202. |
| 2.00 | 140. | 134. | -53. | 327. | 253. |
| 2.50 | 190. | 151. | -66. | 407. | 306. |
| 3.00 | 245. | 168. | -80. | 492. | 362. |
| 3.50 | 306. | 185. | -93. | 584. | 421. |
| 4.00 | 373. | 201. | -106. | 681. | 483. |
| 4.50 | 446. | 218. | -119. | 784. | 547. |
| 5.00 | 525. | 235. | -133. | 892. | 614. |
| 5.50 | 609. | 252. | -146. | 1006. | 683. |

2.1.2 – PEDEMONTANA DELLE MARCHE

RELAZIONE TECNICA E DI CALCOLO SULLE FONDAZIONI

| Opera | Tratto | Settore | CEE | WBS | Id.doc. | N.progr. | REV. | Pag.di Pag. |
|-------|--------|---------|-----|-------|---------|----------|------|-------------|
| LO703 | 2/B | E | 12 | V0003 | REL | 02 | A | 36 di 58 |

| | | | | | |
|-------|--------|------|--------|--------|--------|
| 6.00 | 695. | 269. | -159. | 1123. | 754. |
| 6.50 | 784. | 285. | -172. | 1242. | 826. |
| 7.00 | 875. | 261. | -186. | 1322. | 858. |
| 7.50 | 970. | 237. | -199. | 1406. | 891. |
| 8.00 | 1066. | 213. | -212. | 1492. | 926. |
| 8.50 | 1165. | 189. | -225. | 1580. | 962. |
| 9.00 | 1267. | 165. | -239. | 1671. | 999. |
| 9.50 | 1371. | 141. | -252. | 1764. | 1037. |
| 10.00 | 1478. | 117. | -265. | 1860. | 1076. |
| 10.50 | 1587. | 93. | -278. | 1959. | 1117. |
| 11.00 | 1704. | 70. | -292. | 2065. | 1161. |
| 11.50 | 1854. | 35. | -305. | 2194. | 1210. |
| 12.00 | 2039. | 0. | -318. | 2357. | 1275. |
| 12.50 | 2369. | 0. | -331. | 2700. | 1443. |
| 13.00 | 2722. | 0. | -345. | 3067. | 1623. |
| 13.50 | 3076. | 0. | -358. | 3433. | 1802. |
| 14.00 | 3429. | 0. | -371. | 3800. | 1981. |
| 14.50 | 3782. | 0. | -384. | 4167. | 2160. |
| 15.00 | 4142. | 0. | -398. | 4539. | 2342. |
| 15.50 | 4536. | 0. | -411. | 4947. | 2541. |
| 16.00 | 4937. | 0. | -424. | 5361. | 2742. |
| 16.50 | 5337. | 0. | -437. | 5775. | 2943. |
| 17.00 | 5738. | 0. | -451. | 6189. | 3145. |
| 17.50 | 6139. | 0. | -464. | 6602. | 3346. |
| 18.00 | 6539. | 0. | -477. | 7016. | 3547. |
| 18.50 | 6940. | 0. | -490. | 7430. | 3748. |
| 19.00 | 7340. | 0. | -504. | 7844. | 3950. |
| 19.50 | 7741. | 0. | -517. | 8258. | 4151. |
| 20.00 | 8141. | 0. | -530. | 8672. | 4352. |
| 20.50 | 8542. | 0. | -543. | 9085. | 4554. |
| 21.00 | 8942. | 0. | -557. | 9499. | 4755. |
| 21.50 | 9343. | 0. | -570. | 9913. | 4956. |
| 22.00 | 9744. | 0. | -583. | 10327. | 5158. |
| 22.50 | 10144. | 0. | -596. | 10741. | 5359. |
| 23.00 | 10545. | 0. | -610. | 11154. | 5560. |
| 23.50 | 10945. | 0. | -623. | 11568. | 5762. |
| 24.00 | 11346. | 0. | -636. | 11982. | 5963. |
| 24.50 | 11746. | 0. | -649. | 12396. | 6164. |
| 25.00 | 12147. | 0. | -663. | 12810. | 6365. |
| 25.50 | 12547. | 0. | -676. | 13223. | 6567. |
| 26.00 | 12948. | 0. | -689. | 13637. | 6768. |
| 26.50 | 13349. | 0. | -702. | 14051. | 6969. |
| 27.00 | 13749. | 0. | -716. | 14465. | 7171. |
| 27.50 | 14150. | 0. | -729. | 14879. | 7372. |
| 28.00 | 14550. | 0. | -742. | 15292. | 7573. |
| 28.50 | 14951. | 0. | -755. | 15706. | 7775. |
| 29.00 | 15351. | 0. | -769. | 16120. | 7976. |
| 29.50 | 15752. | 0. | -782. | 16534. | 8177. |
| 30.00 | 16152. | 0. | -795. | 16948. | 8379. |
| 30.50 | 16553. | 0. | -808. | 17361. | 8580. |
| 31.00 | 16954. | 0. | -822. | 17775. | 8781. |
| 31.50 | 17354. | 0. | -835. | 18189. | 8982. |
| 32.00 | 17755. | 0. | -848. | 18603. | 9184. |
| 32.50 | 18155. | 0. | -861. | 19017. | 9385. |
| 33.00 | 18556. | 0. | -875. | 19430. | 9586. |
| 33.50 | 18956. | 0. | -888. | 19844. | 9788. |
| 34.00 | 19357. | 0. | -901. | 20258. | 9989. |
| 34.50 | 19757. | 0. | -914. | 20672. | 10190. |
| 35.00 | 20158. | 0. | -928. | 21086. | 10392. |
| 35.50 | 20559. | 0. | -941. | 21500. | 10593. |
| 36.00 | 20959. | 0. | -954. | 21913. | 10794. |
| 36.50 | 21360. | 0. | -968. | 22327. | 10996. |
| 37.00 | 21760. | 0. | -981. | 22741. | 11197. |
| 37.50 | 22161. | 0. | -994. | 23155. | 11398. |
| 38.00 | 22561. | 0. | -1007. | 23569. | 11599. |

| | | | | | | | | |
|-------|--------|---------|-----|-------|---------|----------|------|-------------|
| Opera | Tratto | Settore | CEE | WBS | Id.doc. | N.progr. | REV. | Pag.di Pag. |
| LO703 | 2/B | E | 12 | V0003 | REL | 02 | A | 37 di 58 |

4.4 VIADOTTO S. PIETRO

L'opera ha una lunghezza complessiva di 100 m ed è ubicata tra le progressive chilometriche 2+630.97 e 2+730.97. L'opera è costituita da due spalle e tre pile.

1.1.11 Stratigrafia e parametri geotecnici di calcolo

Le indagini più prossime all'opera in oggetto sono le seguenti:

- sondaggio X3.10 di lunghezza 15.0 m, appartenente alla campagna d'indagine del 2017.

Il sondaggio è stato attrezzato con piezometro del tipo a tubo aperto.

Sulla base dei risultati delle indagini in sito ed in laboratorio ed in accordo a quanto mostrato nel *Profilo geotecnico* (doc. rif. [DR_5]) e nella *Relazione geotecnica generale* (doc. rif. [DR_4]) ai quali rimanda per dettagli, in corrispondenza dell'opera si individua la stratigrafia di progetto riportata nella seguente tabella. Nella suddetta tabella si indicano anche i parametri geotecnici utilizzati nel dimensionamento delle fondazioni.

Tabella 30 – Stratigrafia e parametri geotecnici di calcolo

| Unità geotecnica | Profondità [m da p.c.] | γ [kN/m ³] | φ' [°] | c_u [kPa] | τ [kPa] | q_b [kPa] |
|--|------------------------|-------------------------------|----------------|-------------|---|---|
| Ecla – Depositi eluvio-colluviali limoso-argillosi | 0.0÷7.0 | 19.0 | - | 20÷50 | $\alpha \cdot c_u \leq 100$ | $9 \cdot c_u + \sigma_v$ |
| Ecls – Depositi eluvio-colluviali limoso-sabbiosi | 7.0÷10.5 | 19.0 | 30 | - | $\beta \cdot \sigma'_v \leq 150$ con $\beta = k \cdot \tan \phi$ | 500 |
| Salt – Alterazione del substrato | 10.5÷12.0 | 20.0 | - | 150 | $\beta \cdot \sigma'_v \leq 120$ con $\beta = 0.1 + 0.4 \cdot c_u / \sigma'_v$ | $9 \cdot c_u + \sigma_v$ |
| S – Substrato pelitico arenaceo | >12.0 | 23.0 | - | - | 150 per $z \leq 15$ m 170 per $z > 15$ m | 4000 per $z \leq 15$ m 5000 per $z > 15$ m |
| Falda: a p.c. (*) | | | | | | |

(*) per il dimensionamento delle fondazioni si assume cautelativamente il livello di falda prossimo al p.c.

1.1.12 Calcolo della capacità portante

Il calcolo è stato condotto con riferimento a:

- pali D=1500 mm;
- testa palo a 2.0 m da p.c.;
- falda a p.c..

Nella seguente tabella si riportano i parametri principali per il calcolo della capacità portante.

Tabella 31 – Parametri per il calcolo della capacità portante dei pali

| Approccio | n. di verticali indagate | ξ_3 | γ_s (compr.) | γ_s (traz.) | γ_b | F_{SL} (compr.) | F_{SL} (traz.) | F_{SB} |
|--------------|--------------------------|---------|---------------------|--------------------|------------|-------------------|------------------|----------|
| 2 (A1+M1+R3) | 1 | 1.70 | 1.15 | 1.25 | 1.35 | 1.96 | 2.13 | 2.30 |

Nelle tabelle seguenti si riportano i valori della portata di progetto (Q_d) del palo in funzione della lunghezza utile del palo per la stratigrafia di riferimento.

Tabella 32 – VI S. Pietro. Capacità portante palo D=1500 mm (compr)

| Opera | Tratto | Settore | CEE | WBS | Id.doc. | N.progr. | REV. | Pag.di Pag. |
|-------|--------|---------|-----|-------|---------|----------|------|-------------|
| LO703 | 2/B | E | 12 | V0003 | REL | 02 | A | 38 di 58 |

Capacit... 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. | 1180. | 0. | 1180. | 513. |
| .50 | 26. | 1277. | 4. | 1299. | 564. |
| 1.00 | 58. | 1233. | 9. | 1283. | 557. |
| 1.50 | 96. | 1189. | 13. | 1272. | 553. |
| 2.00 | 140. | 1146. | 18. | 1268. | 552. |
| 2.50 | 190. | 1102. | 22. | 1269. | 554. |
| 3.00 | 245. | 1058. | 27. | 1277. | 559. |
| 3.50 | 306. | 1015. | 31. | 1290. | 566. |
| 4.00 | 373. | 971. | 35. | 1309. | 577. |
| 4.50 | 446. | 927. | 40. | 1334. | 591. |
| 5.00 | 522. | 884. | 44. | 1362. | 606. |
| 5.50 | 587. | 884. | 49. | 1422. | 635. |
| 6.00 | 653. | 884. | 53. | 1484. | 665. |
| 6.50 | 724. | 884. | 57. | 1550. | 696. |
| 7.00 | 799. | 884. | 62. | 1621. | 730. |
| 7.50 | 878. | 884. | 66. | 1696. | 766. |
| 8.00 | 962. | 884. | 71. | 1775. | 804. |
| 8.50 | 1054. | 884. | 75. | 1862. | 847. |
| 9.00 | 1175. | 1284. | 80. | 2380. | 1078. |
| 9.50 | 1308. | 1684. | 84. | 2908. | 1316. |
| 10.00 | 1473. | 2085. | 88. | 3469. | 1570. |
| 10.50 | 1800. | 2639. | 93. | 4346. | 1973. |
| 11.00 | 2153. | 3192. | 97. | 5248. | 2389. |
| 11.50 | 2507. | 3746. | 102. | 6151. | 2806. |
| 12.00 | 2860. | 4300. | 106. | 7054. | 3223. |
| 12.50 | 3213. | 4854. | 110. | 7957. | 3639. |
| 13.00 | 3573. | 5407. | 115. | 8865. | 4059. |
| 13.50 | 3967. | 5788. | 119. | 9636. | 4422. |
| 14.00 | 4368. | 6169. | 124. | 10414. | 4787. |
| 14.50 | 4769. | 6550. | 128. | 11191. | 5153. |
| 15.00 | 5169. | 6931. | 133. | 11968. | 5518. |
| 15.50 | 5570. | 7312. | 137. | 12745. | 5884. |
| 16.00 | 5970. | 7693. | 141. | 13522. | 6249. |
| 16.50 | 6371. | 8074. | 146. | 14299. | 6615. |
| 17.00 | 6771. | 8455. | 150. | 15076. | 6981. |
| 17.50 | 7172. | 8836. | 155. | 15853. | 7346. |
| 18.00 | 7572. | 8836. | 159. | 16249. | 7546. |
| 18.50 | 7973. | 8836. | 163. | 16645. | 7746. |
| 19.00 | 8374. | 8836. | 168. | 17041. | 7946. |
| 19.50 | 8774. | 8836. | 172. | 17438. | 8146. |
| 20.00 | 9175. | 8836. | 177. | 17834. | 8346. |
| 20.50 | 9575. | 8836. | 181. | 18230. | 8546. |
| 21.00 | 9976. | 8836. | 186. | 18626. | 8746. |
| 21.50 | 10376. | 8836. | 190. | 19022. | 8946. |
| 22.00 | 10777. | 8836. | 194. | 19418. | 9146. |
| 22.50 | 11177. | 8836. | 199. | 19814. | 9346. |
| 23.00 | 11578. | 8836. | 203. | 20210. | 9546. |
| 23.50 | 11978. | 8836. | 208. | 20607. | 9745. |
| 24.00 | 12379. | 8836. | 212. | 21003. | 9945. |
| 24.50 | 12780. | 8836. | 216. | 21399. | 10145. |
| 25.00 | 13180. | 8836. | 221. | 21795. | 10345. |
| 25.50 | 13581. | 8836. | 225. | 22191. | 10545. |
| 26.00 | 13981. | 8836. | 230. | 22587. | 10745. |
| 26.50 | 14382. | 8836. | 234. | 22983. | 10945. |
| 27.00 | 14782. | 8836. | 239. | 23380. | 11145. |
| 27.50 | 15183. | 8836. | 243. | 23776. | 11345. |
| 28.00 | 15583. | 8836. | 247. | 24172. | 11545. |
| 28.50 | 15984. | 8836. | 252. | 24568. | 11745. |
| 29.00 | 16385. | 8836. | 256. | 24964. | 11945. |
| 29.50 | 16785. | 8836. | 261. | 25360. | 12145. |
| 30.00 | 17186. | 8836. | 265. | 25756. | 12345. |
| 30.50 | 17586. | 8836. | 269. | 26152. | 12545. |
| 31.00 | 17987. | 8836. | 274. | 26549. | 12745. |
| 31.50 | 18387. | 8836. | 278. | 26945. | 12945. |
| 32.00 | 18788. | 8836. | 283. | 27341. | 13145. |
| 32.50 | 19188. | 8836. | 287. | 27737. | 13344. |

| Opera | Tratto | Settore | CEE | WBS | Id.doc. | N.progr. | REV. | Pag.di Pag. |
|-------|--------|---------|-----|-------|---------|----------|------|-------------|
| LO703 | 2/B | E | 12 | V0003 | REL | 02 | A | 39 di 58 |

| | | | | | |
|-------|--------|-------|------|--------|--------|
| 33.00 | 19589. | 8836. | 292. | 28133. | 13544. |
| 33.50 | 19990. | 8836. | 296. | 28529. | 13744. |
| 34.00 | 20390. | 8836. | 300. | 28925. | 13944. |
| 34.50 | 20791. | 8836. | 305. | 29322. | 14144. |
| 35.00 | 21191. | 8836. | 309. | 29718. | 14344. |
| 35.50 | 21592. | 8836. | 314. | 30114. | 14544. |
| 36.00 | 21992. | 8836. | 318. | 30510. | 14744. |
| 36.50 | 22393. | 8836. | 323. | 30906. | 14944. |
| 37.00 | 22793. | 8836. | 327. | 31302. | 15144. |
| 37.50 | 23194. | 8836. | 331. | 31698. | 15344. |
| 38.00 | 23595. | 8836. | 336. | 32095. | 15544. |

Tabella 33 – VI S. Pietro. Capacità portante palo D=1500 mm (traz)

QUADRILATERO LOTTO 3-Viadotto S.Pietro SPALLE
 Capacità portante palo D=1500 mm-SLU Al+M1+R3 trazione
 STAMPA capacità portante e relativi contributi

| Lp m | Q11 kN | Qb1 kN | Wp kN | Qu kN | Qd kN |
|---------|-----------|-----------|----------|----------|----------|
| .00 | 0. | 67. | 0. | 67. | 67. |
| .50 | 26. | 84. | -13. | 123. | 110. |
| 1.00 | 58. | 75. | -27. | 159. | 128. |
| 1.50 | 96. | 65. | -40. | 201. | 150. |
| 2.00 | 140. | 56. | -53. | 249. | 175. |
| 2.50 | 190. | 47. | -66. | 302. | 202. |
| 3.00 | 245. | 37. | -80. | 362. | 232. |
| 3.50 | 306. | 28. | -93. | 427. | 264. |
| 4.00 | 373. | 19. | -106. | 498. | 300. |
| 4.50 | 446. | 9. | -119. | 575. | 338. |
| 5.00 | 520. | 0. | -133. | 653. | 377. |
| 5.50 | 569. | 0. | -146. | 715. | 413. |
| 6.00 | 617. | 0. | -159. | 776. | 449. |
| 6.50 | 667. | 0. | -172. | 839. | 486. |
| 7.00 | 721. | 0. | -186. | 906. | 524. |
| 7.50 | 777. | 0. | -199. | 976. | 564. |
| 8.00 | 837. | 0. | -212. | 1049. | 605. |
| 8.50 | 907. | 0. | -225. | 1132. | 651. |
| 9.00 | 1025. | 57. | -239. | 1321. | 777. |
| 9.50 | 1158. | 28. | -252. | 1438. | 824. |
| 10.00 | 1323. | 0. | -265. | 1588. | 886. |
| 10.50 | 1650. | 0. | -278. | 1928. | 1053. |
| 11.00 | 2003. | 0. | -292. | 2295. | 1232. |
| 11.50 | 2357. | 0. | -305. | 2661. | 1411. |
| 12.00 | 2710. | 0. | -318. | 3028. | 1590. |
| 12.50 | 3063. | 0. | -331. | 3395. | 1770. |
| 13.00 | 3423. | 0. | -345. | 3767. | 1952. |
| 13.50 | 3817. | 0. | -358. | 4175. | 2150. |
| 14.00 | 4218. | 0. | -371. | 4589. | 2351. |
| 14.50 | 4619. | 0. | -384. | 5003. | 2553. |
| 15.00 | 5019. | 0. | -398. | 5417. | 2754. |
| 15.50 | 5420. | 0. | -411. | 5831. | 2955. |
| 16.00 | 5820. | 0. | -424. | 6244. | 3157. |
| 16.50 | 6221. | 0. | -437. | 6658. | 3358. |
| 17.00 | 6621. | 0. | -451. | 7072. | 3559. |
| 17.50 | 7022. | 0. | -464. | 7486. | 3761. |
| 18.00 | 7422. | 0. | -477. | 7900. | 3962. |
| 18.50 | 7823. | 0. | -490. | 8313. | 4163. |
| 19.00 | 8224. | 0. | -504. | 8727. | 4364. |
| 19.50 | 8624. | 0. | -517. | 9141. | 4566. |
| 20.00 | 9025. | 0. | -530. | 9555. | 4767. |
| 20.50 | 9425. | 0. | -543. | 9969. | 4968. |
| 21.00 | 9826. | 0. | -557. | 10382. | 5170. |
| 21.50 | 10226. | 0. | -570. | 10796. | 5371. |
| 22.00 | 10627. | 0. | -583. | 11210. | 5572. |
| 22.50 | 11027. | 0. | -596. | 11624. | 5774. |
| 23.00 | 11428. | 0. | -610. | 12038. | 5975. |
| 23.50 | 11829. | 0. | -623. | 12451. | 6176. |
| 24.00 | 12229. | 0. | -636. | 12865. | 6378. |
| 24.50 | 12630. | 0. | -649. | 13279. | 6579. |

2.1.2 – PEDEMONTANA DELLE MARCHE

RELAZIONE TECNICA E DI CALCOLO SULLE FONDAZIONI

| Opera | Tratto | Settore | CEE | WBS | Id.doc. | N.progr. | REV. | Pag.di Pag. |
|-------|--------|---------|-----|-------|---------|----------|------|-------------|
| LO703 | 213 | E | 12 | V0003 | REL | 02 | A | 40 di 58 |

| | | | | | |
|-------|--------|----|--------|--------|--------|
| 25.00 | 13030. | 0. | -663. | 13693. | 6780. |
| 25.50 | 13431. | 0. | -676. | 14107. | 6981. |
| 26.00 | 13831. | 0. | -689. | 14520. | 7183. |
| 26.50 | 14232. | 0. | -702. | 14934. | 7384. |
| 27.00 | 14632. | 0. | -716. | 15348. | 7585. |
| 27.50 | 15033. | 0. | -729. | 15762. | 7787. |
| 28.00 | 15433. | 0. | -742. | 16176. | 7988. |
| 28.50 | 15834. | 0. | -755. | 16590. | 8189. |
| 29.00 | 16235. | 0. | -769. | 17003. | 8391. |
| 29.50 | 16635. | 0. | -782. | 17417. | 8592. |
| 30.00 | 17036. | 0. | -795. | 17831. | 8793. |
| 30.50 | 17436. | 0. | -808. | 18245. | 8995. |
| 31.00 | 17837. | 0. | -822. | 18659. | 9196. |
| 31.50 | 18237. | 0. | -835. | 19072. | 9397. |
| 32.00 | 18638. | 0. | -848. | 19486. | 9598. |
| 32.50 | 19038. | 0. | -861. | 19900. | 9800. |
| 33.00 | 19439. | 0. | -875. | 20314. | 10001. |
| 33.50 | 19840. | 0. | -888. | 20728. | 10202. |
| 34.00 | 20240. | 0. | -901. | 21141. | 10404. |
| 34.50 | 20641. | 0. | -914. | 21555. | 10605. |
| 35.00 | 21041. | 0. | -928. | 21969. | 10806. |
| 35.50 | 21442. | 0. | -941. | 22383. | 11008. |
| 36.00 | 21842. | 0. | -954. | 22797. | 11209. |
| 36.50 | 22243. | 0. | -968. | 23210. | 11410. |
| 37.00 | 22643. | 0. | -981. | 23624. | 11612. |
| 37.50 | 23044. | 0. | -994. | 24038. | 11813. |
| 38.00 | 23445. | 0. | -1007. | 24452. | 12014. |

| | | | | | | | | |
|-------|--------|---------|-----|-------|---------|----------|------|-------------|
| Opera | Tratto | Settore | CEE | WBS | Id.doc. | N.progr. | REV. | Pag.di Pag. |
| LO703 | 2/B | E | 12 | V0003 | REL | 02 | A | 41 di 58 |

4.5 VIADOTTO POTENZA

L'opera ha una lunghezza complessiva di 280 m ed è ubicata tra le progressive chilometriche 3+945.00 e 4+225.00. L'opera è costituita da due spalle e cinque pile.

1.1.13 Stratigrafia e parametri geotecnici di calcolo

Le indagini più prossime all'opera in oggetto sono le seguenti:

- prova penetrometrica dinamica DPSH P25 di lunghezza 6.0 m, appartenente alla campagna d'indagine del 2000;
- sondaggio S36 di lunghezza 30.0 m, appartenente alla campagna del 2002;
- sondaggio BH7 di lunghezza 40.0 m, appartenente alla campagna del 2004;
- sondaggi X3.16 e X3.17 di lunghezza rispettivamente di 30.0 e 45.0 m, appartenenti alla campagna del 2017.

I sondaggi S36 e X3.17 sono stati attrezzati con piezometro del tipo a tubo aperto, il sondaggio BH7 con piezometro di Casagrande mentre il sondaggio X3.16 con inclinometro.

Sulla base dei risultati delle indagini in sito ed in laboratorio ed in accordo a quanto mostrato nel *Profilo geotecnico* (doc. rif. [DR_5]) e nella *Relazione geotecnica generale* (doc. rif. [DR_4]) ai quali rimanda per dettagli, in corrispondenza dell'opera si individua la stratigrafia di progetto riportata nelle seguenti tabelle. Nelle suddette tabelle si indicano anche i parametri geotecnici utilizzati nel dimensionamento delle fondazioni.


Tabella 34 – Stratigrafia 1 e parametri geotecnici di calcolo (SP1+P1+P2+P3)

| Unità geotecnica | Profondità [m da p.c.] | γ [kN/m ³] | ϕ' [°] | cu [kPa] | τ [kPa] | qb [kPa] |
|---|------------------------|-------------------------------|-------------|----------|--|---|
| Ag – Depositi alluvionali sabbioso-ghiaiosi | 0.0÷5.0 | 19.0 | 38 | - | $\beta \cdot \sigma'_v \leq 150$ con $\beta = k \cdot \tan \phi$ | 4000 |
| Salt – Alterazione del substrato | 5.0÷6.0 | 20.0 | - | 300 | $\beta \cdot \sigma'_v \leq 120$ con $\beta = 0.1 + 0.4 \cdot cu / \sigma'_v$ | $9 \cdot cu + \sigma_v$ |
| S – Substrato pelitico arenaceo | >6.0 | 23.0 | - | - | 150 per $z \leq 15$ m 170 per $z > 15$ m | 4000 per $z \leq 15$ m 5000 per $z > 15$ m |
| Falda: a p.c. (*) | | | | | | |

(*) per il dimensionamento delle fondazioni si assume cautelativamente il livello di falda prossimo al p.c.

Tabella 35 – Stratigrafia 2 e parametri geotecnici di calcolo (SP2+P4+P5)

| Unità geotecnica | Profondità [m da p.c.] | γ [kN/m ³] | ϕ' [°] | cu [kPa] | τ [kPa] | qb [kPa] |
|---|------------------------|-------------------------------|-------------|----------|--|---|
| Ag – Depositi alluvionali sabbioso-ghiaiosi | 0.0÷6.5 | 19.0 | 38 | - | $\beta \cdot \sigma'_v \leq 150$ con $\beta = k \cdot \tan \phi$ | 4000 |
| Ala – Depositi alluvionali limoso-argillosi | 6.5÷14.0 | 19.0 | - | 150 | $\alpha \cdot cu \leq 100$ | $9 \cdot cu + \sigma_v$ |
| Ag – Depositi alluvionali sabbioso-ghiaiosi | 14.0÷18.5 | 19.0 | 38 | - | $\beta \cdot \sigma'_v \leq 150$ con $\beta = k \cdot \tan \phi$ | 4000 |
| Salt – Alterazione del substrato | 18.5÷19.5 | 20.0 | - | 300 | $\beta \cdot \sigma'_v \leq 120$ con $\beta = 0.1 + 0.4 \cdot cu / \sigma'_v$ | $9 \cdot cu + \sigma_v$ |
| S – substrato pelitico arenaceo | >19.5 | 23.0 | - | - | 150 per $z \leq 22.5$ m 170 per $z > 22.5$ m | 4000 per $z \leq 22.5$ m 5000 per $z > 22.5$ m |
| Falda: a p.c. (*) | | | | | | |

| | | | | | | | | | |
|--|---|---------|-----|-------|---------|----------|------|-------------|--|
|  | 2.1.2 – PEDEMONTANA DELLE MARCHE | | | | | | | | |
| | RELAZIONE TECNICA E DI CALCOLO SULLE FONDAZIONI | | | | | | | | |
| Opera | Tratto | Settore | CEE | WBS | Id.doc. | N.progr. | REV. | Pag.di Pag. | |
| LO703 | 2/B | E | 12 | V0003 | REL | 02 | A | 42 di 58 | |

(*) per il dimensionamento delle fondazioni si assume cautelativamente il livello di falda prossimo al p.c.

1.1.14 Calcolo della capacità portante

Il calcolo è stato condotto con riferimento a:

- pali D=1500 mm;
- testa palo a 2.5 m da p.c.;
- falda a p.c..

Nella seguente tabella si riportano i parametri principali per il calcolo della capacità portante.

Tabella 36 – Parametri per il calcolo della capacità portante dei pali

| Approccio | n. di verticali indagate | ξ_3 | γ_s (compr.) | γ_s (traz.) | γ_b | F_{SL} (compr.) | F_{SL} (traz.) | F_{SB} |
|--------------|--------------------------|---------|---------------------|--------------------|------------|-------------------|------------------|----------|
| 2 (A1+M1+R3) | 4 | 1.55 | 1.15 | 1.25 | 1.35 | 1.78 | 1.94 | 2.09 |

Nelle tabelle seguenti si riportano i valori della portata di progetto (Q_d) del palo in funzione della lunghezza utile del palo per le due stratigrafie di riferimento.

Tabella 37 – VI Potenza. Capacità portante palo D=1500 mm (compr). Stratigrafia 1 (SP1+P1+P2+P3)

QUADRILATERO LOTTO 3-Viadotto Potenza SP1+P1+P2+P3
 Capacit... 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. | 6122. | 0. | 6122. | 2929. |
| .50 | 0. | 5886. | 4. | 5882. | 2812. |
| 1.00 | 1. | 5649. | 9. | 5641. | 2694. |
| 1.50 | 1. | 5412. | 13. | 5400. | 2577. |
| 2.00 | 1. | 5176. | 18. | 5160. | 2460. |
| 2.50 | 9. | 4939. | 22. | 4926. | 2346. |
| 3.00 | 63. | 4957. | 27. | 4994. | 2381. |
| 3.50 | 167. | 4975. | 31. | 5110. | 2443. |
| 4.00 | 485. | 5207. | 35. | 5657. | 2728. |
| 4.50 | 838. | 5440. | 40. | 6238. | 3034. |
| 5.00 | 1192. | 5673. | 44. | 6820. | 3339. |
| 5.50 | 1545. | 5905. | 49. | 7402. | 3645. |
| 6.00 | 1899. | 6138. | 53. | 7983. | 3950. |
| 6.50 | 2252. | 6371. | 57. | 8565. | 4256. |
| 7.00 | 2605. | 6603. | 62. | 9147. | 4561. |
| 7.50 | 2959. | 6836. | 66. | 9728. | 4867. |
| 8.00 | 3312. | 7069. | 71. | 10310. | 5172. |
| 8.50 | 3666. | 7069. | 75. | 10659. | 5366. |
| 9.00 | 4019. | 7069. | 80. | 11008. | 5560. |
| 9.50 | 4373. | 7069. | 84. | 11357. | 5755. |
| 10.00 | 4726. | 7069. | 88. | 11706. | 5949. |
| 10.50 | 5079. | 7069. | 93. | 12055. | 6143. |
| 11.00 | 5433. | 7069. | 97. | 12404. | 6337. |
| 11.50 | 5786. | 7069. | 102. | 12753. | 6531. |
| 12.00 | 6140. | 7069. | 106. | 13102. | 6725. |
| 12.50 | 6499. | 7069. | 110. | 13457. | 6923. |
| 13.00 | 6894. | 7265. | 115. | 14044. | 7234. |
| 13.50 | 7294. | 7461. | 119. | 14636. | 7549. |
| 14.00 | 7695. | 7658. | 124. | 15229. | 7863. |
| 14.50 | 8095. | 7854. | 128. | 15821. | 8178. |
| 15.00 | 8496. | 8050. | 133. | 16414. | 8492. |
| 15.50 | 8896. | 8247. | 137. | 17006. | 8807. |
| 16.00 | 9297. | 8443. | 141. | 17599. | 9121. |
| 16.50 | 9698. | 8639. | 146. | 18191. | 9436. |

| | | | | | | | | |
|-------|--------|---------|-----|-------|--------|----------|------|-------------|
| Opera | Tratto | Settore | CEE | WBS | Id.doc | N.progr. | REV. | Pag.di Pag. |
| LO703 | 2/B | E | 12 | V0003 | REL | 02 | A | 43 di 58 |

| | | | | | |
|-------|--------|-------|------|--------|--------|
| 17.00 | 10098. | 8836. | 150. | 18784. | 9750. |
| 17.50 | 10499. | 8836. | 155. | 19180. | 9971. |
| 18.00 | 10899. | 8836. | 159. | 19576. | 10192. |
| 18.50 | 11300. | 8836. | 163. | 19972. | 10412. |
| 19.00 | 11700. | 8836. | 168. | 20368. | 10633. |
| 19.50 | 12101. | 8836. | 172. | 20764. | 10854. |
| 20.00 | 12501. | 8836. | 177. | 21160. | 11074. |
| 20.50 | 12902. | 8836. | 181. | 21557. | 11295. |
| 21.00 | 13302. | 8836. | 186. | 21953. | 11515. |
| 21.50 | 13703. | 8836. | 190. | 22349. | 11736. |
| 22.00 | 14104. | 8836. | 194. | 22745. | 11957. |
| 22.50 | 14504. | 8836. | 199. | 23141. | 12177. |
| 23.00 | 14905. | 8836. | 203. | 23537. | 12398. |
| 23.50 | 15305. | 8836. | 208. | 23933. | 12618. |
| 24.00 | 15706. | 8836. | 212. | 24329. | 12839. |
| 24.50 | 16106. | 8836. | 216. | 24726. | 13060. |
| 25.00 | 16507. | 8836. | 221. | 25122. | 13280. |
| 25.50 | 16907. | 8836. | 225. | 25518. | 13501. |
| 26.00 | 17308. | 8836. | 230. | 25914. | 13721. |
| 26.50 | 17709. | 8836. | 234. | 26310. | 13942. |
| 27.00 | 18109. | 8836. | 239. | 26706. | 14163. |
| 27.50 | 18510. | 8836. | 243. | 27102. | 14383. |
| 28.00 | 18910. | 8836. | 247. | 27499. | 14604. |
| 28.50 | 19311. | 8836. | 252. | 27895. | 14825. |
| 29.00 | 19711. | 8836. | 256. | 28291. | 15045. |
| 29.50 | 20112. | 8836. | 261. | 28687. | 15266. |
| 30.00 | 20512. | 8836. | 265. | 29083. | 15486. |
| 30.50 | 20913. | 8836. | 269. | 29479. | 15707. |
| 31.00 | 21314. | 8836. | 274. | 29875. | 15928. |
| 31.50 | 21714. | 8836. | 278. | 30272. | 16148. |
| 32.00 | 22115. | 8836. | 283. | 30668. | 16369. |
| 32.50 | 22515. | 8836. | 287. | 31064. | 16589. |
| 33.00 | 22916. | 8836. | 292. | 31460. | 16810. |
| 33.50 | 23316. | 8836. | 296. | 31856. | 17031. |
| 34.00 | 23717. | 8836. | 300. | 32252. | 17251. |
| 34.50 | 24117. | 8836. | 305. | 32648. | 17472. |
| 35.00 | 24518. | 8836. | 309. | 33044. | 17693. |
| 35.50 | 24919. | 8836. | 314. | 33441. | 17913. |
| 36.00 | 25319. | 8836. | 318. | 33837. | 18134. |
| 36.50 | 25720. | 8836. | 323. | 34233. | 18354. |
| 37.00 | 26120. | 8836. | 327. | 34629. | 18575. |
| 37.50 | 26521. | 8836. | 331. | 35025. | 18796. |

Tabella 38 – VI Potenza. Capacità portante palo D=1500 mm (compr). Stratigrafia 2 (SP2+P4+P5)

QUADRILATERO LOTTO 3-Viadotto Potenza SP2+P4+P5

Capacità portante palo D=1500 mm-SLU A1+M1+R3

STAMPA capacità portante e relativi contributi

| Lp m | Ql1 kN | Qb1 kN | Wp kN | Qu kN | Qd kN |
|---------|-----------|-----------|----------|----------|----------|
| 15.00 | 3033. | 5797. | 133. | 8698. | 4345. |
| 15.50 | 3239. | 5595. | 137. | 8697. | 4360. |
| 16.00 | 3451. | 5392. | 141. | 8702. | 4377. |
| 16.50 | 3670. | 5410. | 146. | 8934. | 4504. |
| 17.00 | 3911. | 5428. | 150. | 9188. | 4644. |
| 17.50 | 4249. | 5610. | 155. | 9704. | 4917. |
| 18.00 | 4602. | 5792. | 159. | 10236. | 5198. |
| 18.50 | 4956. | 5975. | 163. | 10767. | 5479. |
| 19.00 | 5309. | 6157. | 168. | 11298. | 5761. |
| 19.50 | 5662. | 6339. | 172. | 11829. | 6042. |
| 20.00 | 6022. | 6522. | 177. | 12367. | 6327. |
| 20.50 | 6416. | 6779. | 181. | 13014. | 6667. |
| 21.00 | 6817. | 7036. | 186. | 13667. | 7011. |
| 21.50 | 7218. | 7293. | 190. | 14321. | 7354. |
| 22.00 | 7618. | 7550. | 194. | 14974. | 7698. |
| 22.50 | 8019. | 7807. | 199. | 15627. | 8042. |
| 23.00 | 8419. | 8064. | 203. | 16280. | 8385. |
| 23.50 | 8820. | 8321. | 208. | 16934. | 8729. |
| 24.00 | 9220. | 8579. | 212. | 17587. | 9072. |

| | | | | | | | | |
|-------|--------|---------|-----|-------|--------|---------|------|-------------|
| Opera | Tratto | Settore | CEE | WBS | Id.doc | N.prog. | REV. | Pag.di Pag. |
| LO703 | 2/B | E | 12 | V0003 | REL | 02 | A | 44 di 58 |

| | | | | | |
|-------|--------|-------|------|--------|--------|
| 24.50 | 9621. | 8836. | 216. | 18240. | 9416. |
| 25.00 | 10021. | 8836. | 221. | 18636. | 9637. |
| 25.50 | 10422. | 8836. | 225. | 19032. | 9857. |
| 26.00 | 10823. | 8836. | 230. | 19429. | 10078. |
| 26.50 | 11223. | 8836. | 234. | 19825. | 10299. |
| 27.00 | 11624. | 8836. | 239. | 20221. | 10519. |
| 27.50 | 12024. | 8836. | 243. | 20617. | 10740. |
| 28.00 | 12425. | 8836. | 247. | 21013. | 10960. |
| 28.50 | 12825. | 8836. | 252. | 21409. | 11181. |
| 29.00 | 13226. | 8836. | 256. | 21805. | 11402. |
| 29.50 | 13626. | 8836. | 261. | 22201. | 11622. |
| 30.00 | 14027. | 8836. | 265. | 22598. | 11843. |
| 30.50 | 14427. | 8836. | 269. | 22994. | 12063. |
| 31.00 | 14828. | 8836. | 274. | 23390. | 12284. |
| 31.50 | 15229. | 8836. | 278. | 23786. | 12505. |
| 32.00 | 15629. | 8836. | 283. | 24182. | 12725. |
| 32.50 | 16030. | 8836. | 287. | 24578. | 12946. |
| 33.00 | 16430. | 8836. | 292. | 24974. | 13167. |
| 33.50 | 16831. | 8836. | 296. | 25371. | 13387. |
| 34.00 | 17231. | 8836. | 300. | 25767. | 13608. |
| 34.50 | 17632. | 8836. | 305. | 26163. | 13828. |
| 35.00 | 18032. | 8836. | 309. | 26559. | 14049. |
| 35.50 | 18433. | 8836. | 314. | 26955. | 14270. |
| 36.00 | 18834. | 8836. | 318. | 27351. | 14490. |
| 36.50 | 19234. | 8836. | 323. | 27747. | 14711. |
| 37.00 | 19635. | 8836. | 327. | 28143. | 14931. |
| 37.50 | 20035. | 8836. | 331. | 28540. | 15152. |

Tabella 39 – VI Potenza. Capacità portante palo D=1500 mm (traz). Stratigrafia 1 (SPALLA 1)

QUADRILATERO LOTTO 3-Viadotto Potenza SPALLA 1
 Capacità portante palo D=1500 mm-SLU Al+M1+R3 trazione
 STAMPA capacità portante e relativi contributi

| Lp m | Ql1 kN | Qb1 kN | Wp kN | Qu kN | Qd kN |
|---------|-----------|-----------|----------|----------|----------|
| .00 | 0. | 0. | 0. | 0. | 0. |
| .50 | 0. | 0. | -13. | 14. | 13. |
| 1.00 | 1. | 0. | -27. | 27. | 27. |
| 1.50 | 1. | 0. | -40. | 41. | 40. |
| 2.00 | 1. | 0. | -53. | 54. | 54. |
| 2.50 | 9. | 0. | -66. | 75. | 71. |
| 3.00 | 63. | 0. | -80. | 143. | 112. |
| 3.50 | 167. | 0. | -93. | 259. | 179. |
| 4.00 | 485. | 0. | -106. | 591. | 356. |
| 4.50 | 838. | 0. | -119. | 957. | 551. |
| 5.00 | 1192. | 0. | -133. | 1324. | 747. |
| 5.50 | 1545. | 0. | -146. | 1691. | 942. |
| 6.00 | 1899. | 0. | -159. | 2058. | 1138. |
| 6.50 | 2252. | 0. | -172. | 2424. | 1333. |
| 7.00 | 2605. | 0. | -186. | 2791. | 1529. |
| 7.50 | 2959. | 0. | -199. | 3158. | 1724. |
| 8.00 | 3312. | 0. | -212. | 3524. | 1919. |
| 8.50 | 3666. | 0. | -225. | 3891. | 2115. |
| 9.00 | 4019. | 0. | -239. | 4258. | 2310. |
| 9.50 | 4373. | 0. | -252. | 4624. | 2506. |
| 10.00 | 4726. | 0. | -265. | 4991. | 2701. |
| 10.50 | 5079. | 0. | -278. | 5358. | 2897. |
| 11.00 | 5433. | 0. | -292. | 5724. | 3092. |
| 11.50 | 5786. | 0. | -305. | 6091. | 3287. |
| 12.00 | 6140. | 0. | -318. | 6458. | 3483. |
| 12.50 | 6499. | 0. | -331. | 6830. | 3681. |
| 13.00 | 6894. | 0. | -345. | 7238. | 3898. |
| 13.50 | 7294. | 0. | -358. | 7652. | 4118. |
| 14.00 | 7695. | 0. | -371. | 8066. | 4337. |
| 14.50 | 8095. | 0. | -384. | 8480. | 4557. |
| 15.00 | 8496. | 0. | -398. | 8893. | 4777. |
| 15.50 | 8896. | 0. | -411. | 9307. | 4997. |
| 16.00 | 9297. | 0. | -424. | 9721. | 5216. |
| 16.50 | 9698. | 0. | -437. | 10135. | 5436. |

| | | | | | | | | |
|-------|--------|---------|-----|-------|--------|----------|------|-------------|
| Opera | Tratto | Settore | CEE | WBS | Id.doc | N.progr. | REV. | Pag.di Pag. |
| LO703 | 2B | E | 12 | V0003 | REL | 02 | A | 45 di 58 |

| | | | | | |
|-------|--------|----|-------|--------|--------|
| 17.00 | 10098. | 0. | -451. | 10549. | 5656. |
| 17.50 | 10499. | 0. | -464. | 10962. | 5876. |
| 18.00 | 10899. | 0. | -477. | 11376. | 6095. |
| 18.50 | 11300. | 0. | -490. | 11790. | 6315. |
| 19.00 | 11700. | 0. | -504. | 12204. | 6535. |
| 19.50 | 12101. | 0. | -517. | 12618. | 6754. |
| 20.00 | 12501. | 0. | -530. | 13032. | 6974. |
| 20.50 | 12902. | 0. | -543. | 13445. | 7194. |
| 21.00 | 13302. | 0. | -557. | 13859. | 7414. |
| 21.50 | 13703. | 0. | -570. | 14273. | 7633. |
| 22.00 | 14104. | 0. | -583. | 14687. | 7853. |
| 22.50 | 14504. | 0. | -596. | 15101. | 8073. |
| 23.00 | 14905. | 0. | -610. | 15514. | 8292. |
| 23.50 | 15305. | 0. | -623. | 15928. | 8512. |
| 24.00 | 15706. | 0. | -636. | 16342. | 8732. |
| 24.50 | 16106. | 0. | -649. | 16756. | 8952. |
| 25.00 | 16507. | 0. | -663. | 17170. | 9171. |
| 25.50 | 16907. | 0. | -676. | 17583. | 9391. |
| 26.00 | 17308. | 0. | -689. | 17997. | 9611. |
| 26.50 | 17709. | 0. | -702. | 18411. | 9831. |
| 27.00 | 18109. | 0. | -716. | 18825. | 10050. |
| 27.50 | 18510. | 0. | -729. | 19239. | 10270. |
| 28.00 | 18910. | 0. | -742. | 19652. | 10490. |
| 28.50 | 19311. | 0. | -755. | 20066. | 10709. |
| 29.00 | 19711. | 0. | -769. | 20480. | 10929. |
| 29.50 | 20112. | 0. | -782. | 20894. | 11149. |
| 30.00 | 20512. | 0. | -795. | 21308. | 11369. |
| 30.50 | 20913. | 0. | -808. | 21721. | 11588. |
| 31.00 | 21314. | 0. | -822. | 22135. | 11808. |
| 31.50 | 21714. | 0. | -835. | 22549. | 12028. |
| 32.00 | 22115. | 0. | -848. | 22963. | 12248. |
| 32.50 | 22515. | 0. | -861. | 23377. | 12467. |
| 33.00 | 22916. | 0. | -875. | 23791. | 12687. |
| 33.50 | 23316. | 0. | -888. | 24204. | 12907. |
| 34.00 | 23717. | 0. | -901. | 24618. | 13126. |
| 34.50 | 24117. | 0. | -914. | 25032. | 13346. |
| 35.00 | 24518. | 0. | -928. | 25446. | 13566. |
| 35.50 | 24919. | 0. | -941. | 25860. | 13786. |
| 36.00 | 25319. | 0. | -954. | 26273. | 14005. |
| 36.50 | 25720. | 0. | -968. | 26687. | 14225. |
| 37.00 | 26120. | 0. | -981. | 27101. | 14445. |
| 37.50 | 26521. | 0. | -994. | 27515. | 14665. |

Tabella 40 – VI Potenza. Capacità portante palo D=1500 mm (traz). Stratigrafia 2 (SPALLA 2)

QUADRILATERO LOTTO 3-Viadotto Potenza SPALLA 2

Capacità portante palo D=1500 mm-SLU A1+M1+R3 trazione

STAMPA capacità portante e relativi contributi

| Lp m | Q _{l1} kN | Q _{b1} kN | W _p kN | Q _u kN | Q _d kN |
|---------|-----------------------|-----------------------|----------------------|----------------------|----------------------|
| .00 | 0. | 0. | 0. | 0. | 0. |
| .50 | 0. | 0. | -13. | 14. | 13. |
| 1.00 | 1. | 0. | -27. | 27. | 27. |
| 1.50 | 1. | 0. | -40. | 41. | 40. |
| 2.00 | 1. | 0. | -53. | 54. | 54. |
| 2.50 | 2. | 0. | -66. | 68. | 67. |
| 3.00 | 2. | 0. | -80. | 82. | 81. |
| 3.50 | 2. | 0. | -93. | 95. | 94. |
| 4.00 | 12. | 0. | -106. | 118. | 112. |
| 4.50 | 82. | 41. | -119. | 242. | 202. |
| 5.00 | 166. | 82. | -133. | 381. | 300. |
| 5.50 | 257. | 123. | -146. | 525. | 401. |
| 6.00 | 353. | 164. | -159. | 676. | 505. |
| 6.50 | 455. | 205. | -172. | 832. | 612. |
| 7.00 | 563. | 246. | -186. | 994. | 722. |
| 7.50 | 676. | 271. | -199. | 1146. | 819. |
| 8.00 | 796. | 237. | -212. | 1245. | 860. |
| 8.50 | 921. | 203. | -225. | 1350. | 904. |
| 9.00 | 1053. | 169. | -239. | 1461. | 951. |

2.1.2 – PEDEMONTANA DELLE MARCHE

RELAZIONE TECNICA E DI CALCOLO SULLE FONDAZIONI

| Opera | Tratto | Settore | CEE | WBS | Id.doc. | N.progr. | REV. | Pag.di Pag. |
|-------|--------|---------|-----|-------|---------|----------|------|-------------|
| LO703 | 2/B | E | 12 | V0003 | REL | 02 | A | 46 di 58 |

| | | | | | |
|-------|--------|------|-------|--------|--------|
| 9.50 | 1190. | 136. | -252. | 1577. | 1001. |
| 10.00 | 1331. | 102. | -265. | 1697. | 1053. |
| 10.50 | 1472. | 68. | -278. | 1818. | 1105. |
| 11.00 | 1613. | 34. | -292. | 1939. | 1157. |
| 11.50 | 1752. | 0. | -305. | 2056. | 1208. |
| 12.00 | 1873. | 0. | -318. | 2191. | 1283. |
| 12.50 | 1995. | 0. | -331. | 2326. | 1360. |
| 13.00 | 2121. | 0. | -345. | 2466. | 1438. |
| 13.50 | 2252. | 0. | -358. | 2610. | 1519. |
| 14.00 | 2386. | 0. | -371. | 2757. | 1601. |
| 14.50 | 2525. | 0. | -384. | 2909. | 1686. |
| 15.00 | 2668. | 0. | -398. | 3066. | 1773. |
| 15.50 | 2815. | 0. | -411. | 3226. | 1862. |
| 16.00 | 2974. | 0. | -424. | 3398. | 1957. |
| 16.50 | 3185. | 87. | -437. | 3709. | 2166. |
| 17.00 | 3426. | 0. | -451. | 3877. | 2217. |
| 17.50 | 3764. | 0. | -464. | 4228. | 2404. |
| 18.00 | 4118. | 0. | -477. | 4595. | 2600. |
| 18.50 | 4471. | 0. | -490. | 4961. | 2795. |
| 19.00 | 4824. | 0. | -504. | 5328. | 2990. |
| 19.50 | 5178. | 0. | -517. | 5695. | 3186. |
| 20.00 | 5537. | 0. | -530. | 6067. | 3384. |
| 20.50 | 5932. | 0. | -543. | 6475. | 3601. |
| 21.00 | 6332. | 0. | -557. | 6889. | 3821. |
| 21.50 | 6733. | 0. | -570. | 7303. | 4040. |
| 22.00 | 7133. | 0. | -583. | 7717. | 4260. |
| 22.50 | 7534. | 0. | -596. | 8130. | 4480. |
| 23.00 | 7935. | 0. | -610. | 8544. | 4700. |
| 23.50 | 8335. | 0. | -623. | 8958. | 4919. |
| 24.00 | 8736. | 0. | -636. | 9372. | 5139. |
| 24.50 | 9136. | 0. | -649. | 9786. | 5359. |
| 25.00 | 9537. | 0. | -663. | 10199. | 5579. |
| 25.50 | 9937. | 0. | -676. | 10613. | 5798. |
| 26.00 | 10338. | 0. | -689. | 11027. | 6018. |
| 26.50 | 10738. | 0. | -702. | 11441. | 6238. |
| 27.00 | 11139. | 0. | -716. | 11855. | 6457. |
| 27.50 | 11540. | 0. | -729. | 12269. | 6677. |
| 28.00 | 11940. | 0. | -742. | 12682. | 6897. |
| 28.50 | 12341. | 0. | -755. | 13096. | 7117. |
| 29.00 | 12741. | 0. | -769. | 13510. | 7336. |
| 29.50 | 13142. | 0. | -782. | 13924. | 7556. |
| 30.00 | 13542. | 0. | -795. | 14338. | 7776. |
| 30.50 | 13943. | 0. | -808. | 14751. | 7996. |
| 31.00 | 14343. | 0. | -822. | 15165. | 8215. |
| 31.50 | 14744. | 0. | -835. | 15579. | 8435. |
| 32.00 | 15145. | 0. | -848. | 15993. | 8655. |
| 32.50 | 15545. | 0. | -861. | 16407. | 8874. |
| 33.00 | 15946. | 0. | -875. | 16820. | 9094. |
| 33.50 | 16346. | 0. | -888. | 17234. | 9314. |
| 34.00 | 16747. | 0. | -901. | 17648. | 9534. |
| 34.50 | 17147. | 0. | -914. | 18062. | 9753. |
| 35.00 | 17548. | 0. | -928. | 18476. | 9973. |
| 35.50 | 17948. | 0. | -941. | 18889. | 10193. |
| 36.00 | 18349. | 0. | -954. | 19303. | 10412. |
| 36.50 | 18750. | 0. | -968. | 19717. | 10632. |
| 37.00 | 19150. | 0. | -981. | 20131. | 10852. |
| 37.50 | 19551. | 0. | -994. | 20545. | 11072. |

| | | | | | | | | |
|-------|--------|---------|-----|-------|---------|----------|------|-------------|
| Opera | Tratto | Settore | CEE | WBS | Id.doc. | N.progr. | REV. | Pag.di Pag. |
| LO703 | 2/B | E | 12 | V0003 | REL | 02 | A | 47 di 58 |

4.6 VIADOTTO CESARA

L'opera ha una lunghezza complessiva di 100 m ed è ubicata tra le progressive chilometriche 9+004.76 e 9+104.76. L'opera è costituita da due spalle e tre pile.

1.1.15 Stratigrafia e parametri geotecnici di calcolo

Le indagini più prossime all'opera in oggetto sono le seguenti:

- prova penetrometrica dinamica DPSH P29 di lunghezza 10.5 m, appartenente alla campagna d'indagine del 2000;
- sondaggio S40 di lunghezza 30.0 m, appartenente alla campagna del 2002;
- sondaggio X4.1 di lunghezza 16.0 m, appartenente alla campagna del 2017.

Entrambi i sondaggi sono stati attrezzati con piezometro del tipo a tubo aperto.

Sulla base dei risultati delle indagini in sito ed in laboratorio ed in accordo a quanto mostrato nel *Profilo geotecnico* (doc. rif. [DR_5]) e nella *relazione geotecnica generale* (doc. rif. [DR_4]) ai quali rimanda per dettagli, in corrispondenza dell'opera si individua la stratigrafia di progetto riportata nelle seguenti tabelle. Nelle suddette tabelle si indicano anche i parametri geotecnici utilizzati nel dimensionamento delle fondazioni.

Tabella 41 – Stratigrafia 1 e parametri geotecnici di calcolo (SPALLE)

| Unità geotecnica | Profondità [m da p.c.] | γ [kN/m ³] | φ' [°] | cu [kPa] | τ [kPa] | qb [kPa] |
|---|------------------------|-------------------------------|----------------|----------|--|---|
| Ala – Depositi alluvionali limoso-argillosi | 0.0÷2.0 | 19.0 | - | 50 | $\alpha \cdot cu \leq 100$ | $9 \cdot cu + \sigma_v$ |
| Ag – Depositi alluvionali sabbioso-ghiaiosi | 2.0÷11.5 | 19.0 | 38 | - | $\beta \cdot \sigma'_v \leq 150$ con $\beta = k \cdot \tan \phi$ | 4000 |
| Salt – Alterazione del substrato | 11.5÷13.0 | 20.0 | - | 300 | $\beta \cdot \sigma'_v \leq 120$ con $\beta = 0.1 + 0.4 \cdot cu / \sigma'_v$ | $9 \cdot cu + \sigma_v$ |
| S – Substrato formazione dello Schlier | >13.0 | 23.0 | - | - | 130 per $z \leq 16$ m 150 per $z > 16$ m | 3000 per $z \leq 16$ m 4000 per $z > 16$ m |
| Falda: a p.c. (*) | | | | | | |

(*) per il dimensionamento delle fondazioni si assume cautelativamente il livello di falda prossimo al p.c.

Tabella 42 – Stratigrafia 2 e parametri geotecnici di calcolo (PILE)

| Unità geotecnica | Profondità [m da p.c.] | γ [kN/m ³] | φ' [°] | cu [kPa] | τ [kPa] | qb [kPa] |
|---|------------------------|-------------------------------|----------------|----------|--|---|
| As – Depositi alluvionali sabbiosi | 0.0÷2.0 | 19.0 | 34 | - | $\beta \cdot \sigma'_v \leq 150$ con $\beta = k \cdot \tan \phi$ | 1200 |
| Ala – Depositi alluvionali limoso-argillosi | 2.0÷3.5 | 19.0 | - | 50 | $\alpha \cdot cu \leq 100$ | $9 \cdot cu + \sigma_v$ |
| Ag – Depositi alluvionali sabbioso-ghiaiosi | 3.5÷7.5 | 19.0 | 38 | - | $\beta \cdot \sigma'_v \leq 150$ con $\beta = k \cdot \tan \phi$ | 4000 |
| Salt – Alterazione del substrato | 7.5÷8.5 | 20.0 | - | 300 | $\beta \cdot \sigma'_v \leq 120$ con $\beta = 0.1 + 0.4 \cdot cu / \sigma'_v$ | $9 \cdot cu + \sigma_v$ |
| S – Substrato formazione dello Schlier | >8.5 | 23.0 | - | - | 130 per $z \leq 15$ m 150 per $z > 15$ m | 3000 per $z \leq 15$ m 4000 per $z > 15$ m |
| Falda: a p.c. (*) | | | | | | |

(*) per il dimensionamento delle fondazioni si assume cautelativamente il livello di falda prossimo al p.c.

| | | | | | | | | |
|-------|--------|---------|-----|-------|--------|----------|------|-------------|
| Opera | Tratto | Settore | CEE | WBS | Id.doc | N.progr. | REV. | Pag.di Pag. |
| LO703 | 2/B | E | 12 | V0003 | REL | 02 | A | 48 di 58 |

1.1.16 Calcolo della capacità portante

Il calcolo è stato condotto con riferimento a:

- pali D=1500 mm;
- testa palo a 2.5 m da p.c.;
- falda a p.c..

Nella seguente tabella si riportano i parametri principali per il calcolo della capacità portante.

Tabella 43 – Parametri per il calcolo della capacità portante dei pali

| Approccio | n. di verticali indagate | ξ_3 | γ_s (compr.) | γ_s (traz.) | γ_b | F_{SL} (compr.) | F_{SL} (traz.) | F_{SB} |
|--------------|--------------------------|---------|---------------------|--------------------|------------|-------------------|------------------|----------|
| 2 (A1+M1+R3) | 2 | 1.65 | 1.15 | 1.25 | 1.35 | 1.90 | 2.06 | 2.23 |

Nelle tabelle seguenti si riportano i valori della portata di progetto (Q_d) del palo in funzione della lunghezza utile del palo per le due stratigrafie di riferimento.

Tabella 44 – VI Cesara. Capacità portante palo D=1500 mm (compr). Stratigrafia 1 (SPALLE)

QUADRILATERO LOTTO 4-Viadotto Cesara SPALLE

Capacità portante palo D=1500 mm-SLU A1+M1+R3

STAMPA capacità portante e relativi contributi

| Lp m | Q11 kN | Qb1 kN | Wp kN | Qu kN | Qd kN |
|---------|-----------|-----------|----------|----------|----------|
| .00 | 0. | 1552. | 0. | 1552. | 696. |
| .50 | 32. | 2242. | 4. | 2269. | 1018. |
| 1.00 | 70. | 2931. | 9. | 2992. | 1342. |
| 1.50 | 113. | 3621. | 13. | 3721. | 1670. |
| 2.00 | 162. | 4310. | 18. | 4455. | 2001. |
| 2.50 | 217. | 5000. | 22. | 5195. | 2334. |
| 3.00 | 278. | 5689. | 27. | 5941. | 2671. |
| 3.50 | 345. | 6379. | 31. | 6693. | 3011. |
| 4.00 | 418. | 7069. | 35. | 7451. | 3354. |
| 4.50 | 496. | 7069. | 40. | 7525. | 3391. |
| 5.00 | 580. | 6856. | 44. | 7392. | 3336. |
| 5.50 | 670. | 6644. | 49. | 7265. | 3283. |
| 6.00 | 765. | 6432. | 53. | 7144. | 3234. |
| 6.50 | 867. | 6219. | 57. | 7029. | 3188. |
| 7.00 | 974. | 6007. | 62. | 6919. | 3145. |
| 7.50 | 1087. | 5794. | 66. | 6815. | 3104. |
| 8.00 | 1206. | 5582. | 71. | 6718. | 3067. |
| 8.50 | 1331. | 5370. | 75. | 6625. | 3033. |
| 9.00 | 1461. | 5157. | 80. | 6539. | 3002. |
| 9.50 | 1599. | 5175. | 84. | 6690. | 3078. |
| 10.00 | 1742. | 5193. | 88. | 6847. | 3157. |
| 10.50 | 1912. | 5210. | 93. | 7030. | 3250. |
| 11.00 | 2199. | 5221. | 97. | 7322. | 3401. |
| 11.50 | 2505. | 5231. | 102. | 7634. | 3563. |
| 12.00 | 2812. | 5241. | 106. | 7946. | 3724. |
| 12.50 | 3118. | 5251. | 110. | 8258. | 3885. |
| 13.00 | 3424. | 5261. | 115. | 8570. | 4047. |
| 13.50 | 3737. | 5271. | 119. | 8888. | 4211. |
| 14.00 | 4084. | 5471. | 124. | 9431. | 4479. |
| 14.50 | 4438. | 5671. | 128. | 9980. | 4750. |
| 15.00 | 4791. | 5870. | 133. | 10529. | 5021. |
| 15.50 | 5144. | 6070. | 137. | 11077. | 5293. |
| 16.00 | 5498. | 6270. | 141. | 11626. | 5564. |
| 16.50 | 5851. | 6469. | 146. | 12175. | 5835. |

| Opera | Tratto | Settore | CEE | WBS | Id.doc | N.progr. | REV. | Pag.di Pag. |
|-------|--------|---------|-----|-------|--------|----------|------|-------------|
| LO703 | 2/B | E | 12 | V0003 | REL | 02 | A | 49 di 58 |

| | | | | | |
|-------|--------|-------|------|--------|--------|
| 17.00 | 6205. | 6669. | 150. | 12724. | 6106. |
| 17.50 | 6558. | 6869. | 155. | 13272. | 6377. |
| 18.00 | 6912. | 7069. | 159. | 13821. | 6648. |
| 18.50 | 7265. | 7069. | 163. | 14170. | 6830. |
| 19.00 | 7618. | 7069. | 168. | 14519. | 7012. |
| 19.50 | 7972. | 7069. | 172. | 14868. | 7193. |
| 20.00 | 8325. | 7069. | 177. | 15217. | 7375. |
| 20.50 | 8679. | 7069. | 181. | 15566. | 7556. |
| 21.00 | 9032. | 7069. | 186. | 15915. | 7738. |
| 21.50 | 9386. | 7069. | 190. | 16264. | 7920. |
| 22.00 | 9739. | 7069. | 194. | 16613. | 8101. |
| 22.50 | 10092. | 7069. | 199. | 16962. | 8283. |
| 23.00 | 10446. | 7069. | 203. | 17311. | 8464. |
| 23.50 | 10799. | 7069. | 208. | 17660. | 8646. |
| 24.00 | 11153. | 7069. | 212. | 18009. | 8828. |
| 24.50 | 11506. | 7069. | 216. | 18358. | 9009. |
| 25.00 | 11860. | 7069. | 221. | 18707. | 9191. |
| 25.50 | 12213. | 7069. | 225. | 19056. | 9372. |
| 26.00 | 12566. | 7069. | 230. | 19405. | 9554. |
| 26.50 | 12920. | 7069. | 234. | 19754. | 9736. |
| 27.00 | 13273. | 7069. | 239. | 20103. | 9917. |
| 27.50 | 13627. | 7069. | 243. | 20452. | 10099. |
| 28.00 | 13980. | 7069. | 247. | 20801. | 10280. |
| 28.50 | 14334. | 7069. | 252. | 21150. | 10462. |
| 29.00 | 14687. | 7069. | 256. | 21499. | 10644. |
| 29.50 | 15040. | 7069. | 261. | 21848. | 10825. |
| 30.00 | 15394. | 7069. | 265. | 22197. | 11007. |
| 30.50 | 15747. | 7069. | 269. | 22546. | 11188. |
| 31.00 | 16101. | 7069. | 274. | 22895. | 11370. |
| 31.50 | 16454. | 7069. | 278. | 23244. | 11551. |
| 32.00 | 16808. | 7069. | 283. | 23593. | 11733. |
| 32.50 | 17161. | 7069. | 287. | 23942. | 11915. |
| 33.00 | 17514. | 7069. | 292. | 24291. | 12096. |
| 33.50 | 17868. | 7069. | 296. | 24640. | 12278. |
| 34.00 | 18221. | 7069. | 300. | 24989. | 12459. |
| 34.50 | 18575. | 7069. | 305. | 25338. | 12641. |
| 35.00 | 18928. | 7069. | 309. | 25687. | 12823. |
| 35.50 | 19282. | 7069. | 314. | 26036. | 13004. |
| 36.00 | 19635. | 7069. | 318. | 26385. | 13186. |
| 36.50 | 19988. | 7069. | 323. | 26734. | 13367. |
| 37.00 | 20342. | 7069. | 327. | 27083. | 13549. |
| 37.50 | 20695. | 7069. | 331. | 27433. | 13731. |

Tabella 45 – VI Cesara. Capacità portante palo D=1500 mm (compr). Stratigrafia 2 (PILE)

QUADRILATERO LOTTO 4-Viadotto Cesara PILE

Capacità portante palo D=1500 mm-SLU A1+M1+R3

STAMPA capacità portante e relativi contributi

| Lp m | Q _{l1} kN | Q _{b1} kN | W _p kN | Q _u kN | Q _d kN |
|---------|-----------------------|-----------------------|----------------------|----------------------|----------------------|
| .00 | 0. | 879. | 0. | 879. | 394. |
| .50 | 32. | 896. | 4. | 924. | 414. |
| 1.00 | 70. | 913. | 9. | 974. | 437. |
| 1.50 | 113. | 1597. | 13. | 1697. | 762. |
| 2.00 | 163. | 2281. | 18. | 2426. | 1091. |
| 2.50 | 218. | 2965. | 22. | 3160. | 1422. |
| 3.00 | 279. | 3649. | 27. | 3901. | 1756. |
| 3.50 | 345. | 4333. | 31. | 4647. | 2094. |
| 4.00 | 418. | 5017. | 35. | 5399. | 2434. |
| 4.50 | 496. | 5247. | 40. | 5703. | 2574. |
| 5.00 | 580. | 5023. | 44. | 5559. | 2514. |
| 5.50 | 671. | 5041. | 49. | 5663. | 2565. |
| 6.00 | 794. | 5058. | 53. | 5799. | 2633. |
| 6.50 | 1074. | 5085. | 57. | 6102. | 2789. |
| 7.00 | 1381. | 5112. | 62. | 6431. | 2957. |
| 7.50 | 1687. | 5139. | 66. | 6760. | 3126. |
| 8.00 | 1993. | 5166. | 71. | 7089. | 3295. |
| 8.50 | 2300. | 5193. | 75. | 7418. | 3464. |
| 9.00 | 2606. | 5220. | 80. | 7747. | 3633. |

| | | | | | | | | |
|-------|--------|---------|-----|-------|--------|----------|------|-------------|
| Opera | Tratto | Settore | CEE | WBS | Id.doc | N.progr. | REV. | Pag.di Pag. |
| LO703 | 2/B | E | 12 | V0003 | REL | 02 | A | 50 di 58 |

| | | | | | |
|-------|--------|-------|------|--------|--------|
| 9.50 | 2912. | 5247. | 84. | 8076. | 3802. |
| 10.00 | 3219. | 5274. | 88. | 8405. | 3971. |
| 10.50 | 3525. | 5301. | 93. | 8734. | 4140. |
| 11.00 | 3831. | 5301. | 97. | 9035. | 4297. |
| 11.50 | 4138. | 5301. | 102. | 9337. | 4453. |
| 12.00 | 4444. | 5301. | 106. | 9639. | 4610. |
| 12.50 | 4756. | 5301. | 110. | 9947. | 4770. |
| 13.00 | 5104. | 5498. | 115. | 10486. | 5037. |
| 13.50 | 5457. | 5694. | 119. | 11032. | 5306. |
| 14.00 | 5810. | 5890. | 124. | 11577. | 5576. |
| 14.50 | 6164. | 6087. | 128. | 12123. | 5846. |
| 15.00 | 6517. | 6283. | 133. | 12668. | 6115. |
| 15.50 | 6871. | 6480. | 137. | 13213. | 6385. |
| 16.00 | 7224. | 6676. | 141. | 13759. | 6654. |
| 16.50 | 7578. | 6872. | 146. | 14304. | 6924. |
| 17.00 | 7931. | 7069. | 150. | 14849. | 7194. |
| 17.50 | 8284. | 7069. | 155. | 15198. | 7375. |
| 18.00 | 8638. | 7069. | 159. | 15547. | 7557. |
| 18.50 | 8991. | 7069. | 163. | 15896. | 7739. |
| 19.00 | 9345. | 7069. | 168. | 16245. | 7920. |
| 19.50 | 9698. | 7069. | 172. | 16594. | 8102. |
| 20.00 | 10052. | 7069. | 177. | 16943. | 8283. |
| 20.50 | 10405. | 7069. | 181. | 17292. | 8465. |
| 21.00 | 10758. | 7069. | 186. | 17641. | 8647. |
| 21.50 | 11112. | 7069. | 190. | 17990. | 8828. |
| 22.00 | 11465. | 7069. | 194. | 18339. | 9010. |
| 22.50 | 11819. | 7069. | 199. | 18689. | 9191. |
| 23.00 | 12172. | 7069. | 203. | 19038. | 9373. |
| 23.50 | 12526. | 7069. | 208. | 19387. | 9555. |
| 24.00 | 12879. | 7069. | 212. | 19736. | 9736. |
| 24.50 | 13232. | 7069. | 216. | 20085. | 9918. |
| 25.00 | 13586. | 7069. | 221. | 20434. | 10099. |
| 25.50 | 13939. | 7069. | 225. | 20783. | 10281. |
| 26.00 | 14293. | 7069. | 230. | 21132. | 10463. |
| 26.50 | 14646. | 7069. | 234. | 21481. | 10644. |
| 27.00 | 15000. | 7069. | 239. | 21830. | 10826. |
| 27.50 | 15353. | 7069. | 243. | 22179. | 11007. |
| 28.00 | 15706. | 7069. | 247. | 22528. | 11189. |
| 28.50 | 16060. | 7069. | 252. | 22877. | 11371. |
| 29.00 | 16413. | 7069. | 256. | 23226. | 11552. |
| 29.50 | 16767. | 7069. | 261. | 23575. | 11734. |
| 30.00 | 17120. | 7069. | 265. | 23924. | 11915. |
| 30.50 | 17474. | 7069. | 269. | 24273. | 12097. |
| 31.00 | 17827. | 7069. | 274. | 24622. | 12279. |
| 31.50 | 18180. | 7069. | 278. | 24971. | 12460. |
| 32.00 | 18534. | 7069. | 283. | 25320. | 12642. |
| 32.50 | 18887. | 7069. | 287. | 25669. | 12823. |
| 33.00 | 19241. | 7069. | 292. | 26018. | 13005. |
| 33.50 | 19594. | 7069. | 296. | 26367. | 13186. |
| 34.00 | 19948. | 7069. | 300. | 26716. | 13368. |
| 34.50 | 20301. | 7069. | 305. | 27065. | 13550. |
| 35.00 | 20654. | 7069. | 309. | 27414. | 13731. |
| 35.50 | 21008. | 7069. | 314. | 27763. | 13913. |
| 36.00 | 21361. | 7069. | 318. | 28112. | 14094. |
| 36.50 | 21715. | 7069. | 323. | 28461. | 14276. |
| 37.00 | 22068. | 7069. | 327. | 28810. | 14458. |
| 37.50 | 22422. | 7069. | 331. | 29159. | 14639. |

Tabella 46 – VI Cesara. Capacità portante palo D=1500 mm (traz). Stratigrafia 1 (SPALLE)

QUADRILATERO LOTTO 4-Viadotto Cesara SPALLE

Capacità portante palo D=1500 mm-SLU A1+M1+R3 trazione

STAMPA capacità portante e relativi contributi

| Lp | Q11 | Qb1 | Wp | Qu | Qd |
|------|-----|-----|------|------|-----|
| m | kN | kN | kN | kN | kN |
| .00 | 0. | 0. | 0. | 0. | 0. |
| .50 | 23. | 0. | -13. | 36. | 24. |
| 1.00 | 50. | 0. | -27. | 76. | 51. |
| 1.50 | 81. | 0. | -40. | 121. | 79. |

2.1.2 – PEDEMONTANA DELLE MARCHE

RELAZIONE TECNICA E DI CALCOLO SULLE FONDAZIONI

| Opera | Tratto | Settore | CEE | WBS | Id.doc. | N.progr. | REV. | Pag.di Pag. |
|-------|--------|---------|-----|-------|---------|----------|------|-------------|
| LO703 | 2/B | E | 12 | V0003 | REL | 02 | A | 51 di 58 |

| | | | | | |
|-------|--------|-----|-------|--------|--------|
| 2.00 | 116. | 0. | -53. | 169. | 109. |
| 2.50 | 155. | 0. | -66. | 222. | 142. |
| 3.00 | 199. | 0. | -80. | 278. | 176. |
| 3.50 | 246. | 0. | -93. | 339. | 212. |
| 4.00 | 298. | 0. | -106. | 404. | 251. |
| 4.50 | 354. | 0. | -119. | 473. | 291. |
| 5.00 | 414. | 0. | -133. | 547. | 334. |
| 5.50 | 478. | 0. | -146. | 624. | 378. |
| 6.00 | 547. | 0. | -159. | 706. | 424. |
| 6.50 | 619. | 0. | -172. | 792. | 473. |
| 7.00 | 696. | 0. | -186. | 881. | 523. |
| 7.50 | 777. | 0. | -199. | 975. | 576. |
| 8.00 | 862. | 0. | -212. | 1074. | 630. |
| 8.50 | 951. | 0. | -225. | 1176. | 687. |
| 9.00 | 1049. | 0. | -239. | 1287. | 748. |
| 9.50 | 1181. | 61. | -252. | 1494. | 886. |
| 10.00 | 1325. | 30. | -265. | 1620. | 939. |
| 10.50 | 1494. | 0. | -278. | 1773. | 1004. |
| 11.00 | 1782. | 0. | -292. | 2073. | 1156. |
| 11.50 | 2088. | 0. | -305. | 2393. | 1318. |
| 12.00 | 2394. | 0. | -318. | 2712. | 1480. |
| 12.50 | 2701. | 0. | -331. | 3032. | 1642. |
| 13.00 | 3007. | 0. | -345. | 3351. | 1804. |
| 13.50 | 3319. | 0. | -358. | 3677. | 1969. |
| 14.00 | 3667. | 0. | -371. | 4038. | 2151. |
| 14.50 | 4020. | 0. | -384. | 4404. | 2336. |
| 15.00 | 4373. | 0. | -398. | 4771. | 2521. |
| 15.50 | 4727. | 0. | -411. | 5138. | 2705. |
| 16.00 | 5080. | 0. | -424. | 5504. | 2890. |
| 16.50 | 5434. | 0. | -437. | 5871. | 3075. |
| 17.00 | 5787. | 0. | -451. | 6238. | 3260. |
| 17.50 | 6141. | 0. | -464. | 6604. | 3445. |
| 18.00 | 6494. | 0. | -477. | 6971. | 3630. |
| 18.50 | 6847. | 0. | -490. | 7338. | 3814. |
| 19.00 | 7201. | 0. | -504. | 7704. | 3999. |
| 19.50 | 7554. | 0. | -517. | 8071. | 4184. |
| 20.00 | 7908. | 0. | -530. | 8438. | 4369. |
| 20.50 | 8261. | 0. | -543. | 8805. | 4554. |
| 21.00 | 8615. | 0. | -557. | 9171. | 4738. |
| 21.50 | 8968. | 0. | -570. | 9538. | 4923. |
| 22.00 | 9321. | 0. | -583. | 9905. | 5108. |
| 22.50 | 9675. | 0. | -596. | 10271. | 5293. |
| 23.00 | 10028. | 0. | -610. | 10638. | 5478. |
| 23.50 | 10382. | 0. | -623. | 11005. | 5663. |
| 24.00 | 10735. | 0. | -636. | 11371. | 5847. |
| 24.50 | 11089. | 0. | -649. | 11738. | 6032. |
| 25.00 | 11442. | 0. | -663. | 12105. | 6217. |
| 25.50 | 11795. | 0. | -676. | 12471. | 6402. |
| 26.00 | 12149. | 0. | -689. | 12838. | 6587. |
| 26.50 | 12502. | 0. | -702. | 13205. | 6772. |
| 27.00 | 12856. | 0. | -716. | 13571. | 6956. |
| 27.50 | 13209. | 0. | -729. | 13938. | 7141. |
| 28.00 | 13563. | 0. | -742. | 14305. | 7326. |
| 28.50 | 13916. | 0. | -755. | 14671. | 7511. |
| 29.00 | 14269. | 0. | -769. | 15038. | 7696. |
| 29.50 | 14623. | 0. | -782. | 15405. | 7880. |
| 30.00 | 14976. | 0. | -795. | 15772. | 8065. |
| 30.50 | 15330. | 0. | -808. | 16138. | 8250. |
| 31.00 | 15683. | 0. | -822. | 16505. | 8435. |
| 31.50 | 16037. | 0. | -835. | 16872. | 8620. |
| 32.00 | 16390. | 0. | -848. | 17238. | 8805. |
| 32.50 | 16743. | 0. | -861. | 17605. | 8989. |
| 33.00 | 17097. | 0. | -875. | 17972. | 9174. |
| 33.50 | 17450. | 0. | -888. | 18338. | 9359. |
| 34.00 | 17804. | 0. | -901. | 18705. | 9544. |
| 34.50 | 18157. | 0. | -914. | 19072. | 9729. |
| 35.00 | 18511. | 0. | -928. | 19438. | 9913. |
| 35.50 | 18864. | 0. | -941. | 19805. | 10098. |
| 36.00 | 19217. | 0. | -954. | 20172. | 10283. |
| 36.50 | 19571. | 0. | -968. | 20538. | 10468. |
| 37.00 | 19924. | 0. | -981. | 20905. | 10653. |
| 37.50 | 20278. | 0. | -994. | 21272. | 10838. |

| | | | | | | | | |
|-------|--------|---------|-----|-------|--------|----------|------|-------------|
| Opera | Tratto | Settore | CEE | WBS | Id.doc | N.progr. | REV. | Pag.di Pag. |
| LO703 | 2/B | E | 12 | V0003 | REL | 02 | A | 52 di 58 |

4.7 VIADOTTO PALENTE

L'opera ha una lunghezza complessiva di 50 m ed è ubicata tra le progressive chilometriche 9+451.55 e 9+501.55. L'opera è costituita da due spalle.

1.1.17 Stratigrafia e parametri geotecnici di calcolo

Le indagini più prossime all'opera in oggetto sono le seguenti:

- sondaggio SN2236 di lunghezza 25.7 m, appartenente alla campagna d'indagine del 2007;
- sondaggio X4.3 di lunghezza 1.0 m, appartenente alla campagna del 2017.

Il sondaggio SN2236 è stato attrezzato con inclinometro, mentre il sondaggio X4.3 con piezometro del tipo a tubo aperto.

Sulla base dei risultati delle indagini in sito ed in laboratorio ed in accordo a quanto mostrato nel *Profilo geotecnico* (doc. rif. [DR_5]) e nella *relazione geotecnica generale* (doc. rif. [DR_4]) ai quali rimanda per dettagli, in corrispondenza dell'opera si individua la stratigrafia di progetto riportata nelle seguenti tabelle. Nelle suddette tabelle si indicano anche i parametri geotecnici utilizzati nel dimensionamento delle fondazioni.

Tabella 47 – Stratigrafia 1 e parametri geotecnici di calcolo (SPALLA 1)

| Unità geotecnica | Profondità [m da p.c.] | γ [kN/m ³] | ϕ' [°] | cu [kPa] | τ [kPa] | qb [kPa] |
|---|------------------------|-------------------------------|-------------|----------|--|---|
| Ala – Depositi alluvionali limoso-argillosi | 0.0÷1.5 | 19.0 | - | 50 | $\alpha \cdot cu \leq 100$ | $9 \cdot cu + \sigma_v$ |
| Ag – Depositi alluvionali sabbioso-ghiaiosi | 1.5÷8.0 | 19.0 | 38 | - | $\beta \cdot \sigma'_v \leq 150$ con $\beta = k \cdot \tan \phi$ | 4000 |
| Ala – Depositi alluvionali limoso-argillosi | 8.0÷10.0 | 19.0 | - | 75 | $\alpha \cdot cu \leq 100$ | $9 \cdot cu + \sigma_v$ |
| Salt – Alterazione del substrato | 10.0÷11.0 | 20.0 | - | 200 | $\beta \cdot \sigma'_v \leq 120$ con $\beta = 0.1 + 0.4 \cdot cu / \sigma'_v$ | $9 \cdot cu + \sigma_v$ |
| S – Substrato formazione dello Schlier | >11.0 | 23.0 | - | - | 130 per $z \leq 15$ m 150 per $z > 15$ m | 3000 per $z \leq 15$ m 4000 per $z > 15$ m |
| Falda: a p.c. (*) | | | | | | |

(*) per il dimensionamento delle fondazioni si assume cautelativamente il livello di falda prossimo al p.c.

Tabella 48 – Stratigrafia 2 e parametri geotecnici di calcolo (SPALLA 2)

| Unità geotecnica | Profondità [m da p.c.] | γ [kN/m ³] | ϕ' [°] | cu [kPa] | τ [kPa] | qb [kPa] |
|--|------------------------|-------------------------------|-------------|----------|--|---|
| Ecla – Depositi eluvio-colluviali limoso-argillosi | 0.0÷5.0 | 19.0 | - | 60 | $\alpha \cdot cu \leq 100$ | $9 \cdot cu + \sigma_v$ |
| Ala – Depositi alluvionali limoso-argillosi | 5.0÷8.0 | 19.0 | - | 75 | $\alpha \cdot cu \leq 100$ | $9 \cdot cu + \sigma_v$ |
| Ag – Depositi alluvionali sabbioso-ghiaiosi | 8.0÷11.0 | 19.0 | 38 | - | $\beta \cdot \sigma'_v \leq 150$ con $\beta = k \cdot \tan \phi$ | 4000 |
| Salt – Alterazione del substrato | 11.0÷15.5 | 20.0 | - | 200 | $\beta \cdot \sigma'_v \leq 120$ con $\beta = 0.1 + 0.4 \cdot cu / \sigma'_v$ | $9 \cdot cu + \sigma_v$ |
| S – Substrato formazione dello Schlier | >15.5 | 23.0 | - | - | 130 per $z \leq 18.5$ m 150 per $z > 18.5$ m | 3000 per $z \leq 18.5$ m 4000 per $z > 18.5$ m |
| Falda: a p.c. (*) | | | | | | |

(*) per il dimensionamento delle fondazioni si assume cautelativamente il livello di falda prossimo al p.c.

| | | | | | | | | |
|-------|--------|---------|-----|-------|---------|----------|------|-------------|
| Opera | Tratto | Settore | CEE | WBS | Id.doc. | N.progr. | REV. | Pag.di Pag. |
| LO703 | 2B | E | 12 | V0003 | REL | 02 | A | 53 di 58 |

1.1.18 Calcolo della capacità portante

Il calcolo è stato condotto con riferimento a:

- pali D=1200 mm;
- testa palo a p.c. per la stratigrafia 1;
- testa palo a 2.5 m da p.c. per la stratigrafia 2;
- falda a p.c..

Nella seguente tabella si riportano i parametri principali per il calcolo della capacità portante.

Tabella 49 – Parametri per il calcolo della capacità portante dei pali

| Approccio | n. di verticali indagate | ξ_3 | γ_s (compr.) | γ_s (traz.) | γ_b | F_{SL} (compr.) | F_{SL} (traz.) | F_{SB} |
|--------------|--------------------------|---------|---------------------|--------------------|------------|-------------------|------------------|----------|
| 2 (A1+M1+R3) | 1 | 1.70 | 1.15 | 1.25 | 1.35 | 1.96 | 2.13 | 2.3 |

Nelle tabelle seguenti si riportano i valori della portata di progetto (Q_d) del palo in funzione della lunghezza utile del palo per le due stratigrafie di riferimento.

Tabella 50 – VI Palente. Capacità portante palo D=1200 mm (compr). Stratigrafia 1 (SPALLA 1)

QUADRILATERO LOTTO 4-Viadotto Palente SPALLA 1
 Capacità... portante palo D=1200 mm-SLU A1+M1+R3
 STAMPA capacità portante e relativi contributi

| Lp m | Q _{1l} kN | Q _{b1} kN | W _p kN | Q _u kN | Q _d kN |
|---------|-----------------------|-----------------------|----------------------|----------------------|----------------------|
| .00 | 0. | 1679. | 0. | 1679. | 730. |
| .50 | 26. | 2248. | 3. | 2271. | 988. |
| 1.00 | 56. | 2817. | 6. | 2867. | 1248. |
| 1.50 | 90. | 3386. | 8. | 3468. | 1510. |
| 2.00 | 130. | 3955. | 11. | 4074. | 1774. |
| 2.50 | 174. | 4036. | 14. | 4196. | 1829. |
| 3.00 | 223. | 3519. | 17. | 3725. | 1627. |
| 3.50 | 276. | 3003. | 20. | 3259. | 1427. |
| 4.00 | 334. | 2486. | 23. | 2797. | 1229. |
| 4.50 | 397. | 1969. | 25. | 2340. | 1033. |
| 5.00 | 464. | 1452. | 28. | 1888. | 840. |
| 5.50 | 536. | 935. | 31. | 1440. | 649. |
| 6.00 | 613. | 946. | 34. | 1525. | 690. |
| 6.50 | 694. | 957. | 37. | 1614. | 734. |
| 7.00 | 779. | 968. | 40. | 1707. | 779. |
| 7.50 | 865. | 978. | 42. | 1801. | 824. |
| 8.00 | 960. | 1171. | 45. | 2086. | 954. |
| 8.50 | 1079. | 1364. | 48. | 2395. | 1095. |
| 9.00 | 1306. | 1654. | 51. | 2909. | 1335. |
| 9.50 | 1551. | 1944. | 54. | 3441. | 1583. |
| 10.00 | 1796. | 2234. | 57. | 3973. | 1831. |
| 10.50 | 2041. | 2524. | 59. | 4505. | 2079. |
| 11.00 | 2286. | 2813. | 62. | 5037. | 2327. |
| 11.50 | 2531. | 3103. | 65. | 5569. | 2576. |
| 12.00 | 2776. | 3393. | 68. | 6101. | 2824. |
| 12.50 | 3026. | 3393. | 71. | 6348. | 2948. |
| 13.00 | 3304. | 3554. | 74. | 6785. | 3158. |
| 13.50 | 3587. | 3716. | 76. | 7226. | 3369. |
| 14.00 | 3869. | 3878. | 79. | 7668. | 3581. |
| 14.50 | 4152. | 4039. | 82. | 8109. | 3793. |
| 15.00 | 4435. | 4201. | 85. | 8551. | 4004. |
| 15.50 | 4718. | 4362. | 88. | 8992. | 4216. |

| | | | | | | | | |
|-------|--------|---------|-----|-------|--------|----------|------|-------------|
| Opera | Tratto | Settore | CEE | WBS | Id.doc | N.progr. | REV. | Pag.di Pag. |
| LO703 | 2/B | E | 12 | V0003 | REL | 02 | A | 54 di 58 |

| | | | | | |
|-------|--------|-------|------|--------|--------|
| 16.00 | 5000. | 4524. | 90. | 9434. | 4428. |
| 16.50 | 5283. | 4524. | 93. | 9714. | 4569. |
| 17.00 | 5566. | 4524. | 96. | 9994. | 4711. |
| 17.50 | 5849. | 4524. | 99. | 10274. | 4852. |
| 18.00 | 6131. | 4524. | 102. | 10553. | 4993. |
| 18.50 | 6414. | 4524. | 105. | 10833. | 5135. |
| 19.00 | 6697. | 4524. | 107. | 11113. | 5276. |
| 19.50 | 6980. | 4524. | 110. | 11393. | 5418. |
| 20.00 | 7262. | 4524. | 113. | 11673. | 5559. |
| 20.50 | 7545. | 4524. | 116. | 11953. | 5701. |
| 21.00 | 7828. | 4524. | 119. | 12233. | 5842. |
| 21.50 | 8111. | 4524. | 122. | 12513. | 5983. |
| 22.00 | 8393. | 4524. | 124. | 12793. | 6125. |
| 22.50 | 8676. | 4524. | 127. | 13073. | 6266. |
| 23.00 | 8959. | 4524. | 130. | 13353. | 6408. |
| 23.50 | 9242. | 4524. | 133. | 13633. | 6549. |
| 24.00 | 9524. | 4524. | 136. | 13912. | 6691. |
| 24.50 | 9807. | 4524. | 139. | 14192. | 6832. |
| 25.00 | 10090. | 4524. | 141. | 14472. | 6973. |
| 25.50 | 10373. | 4524. | 144. | 14752. | 7115. |
| 26.00 | 10655. | 4524. | 147. | 15032. | 7256. |
| 26.50 | 10938. | 4524. | 150. | 15312. | 7398. |
| 27.00 | 11221. | 4524. | 153. | 15592. | 7539. |
| 27.50 | 11503. | 4524. | 156. | 15872. | 7681. |
| 28.00 | 11786. | 4524. | 158. | 16152. | 7822. |
| 28.50 | 12069. | 4524. | 161. | 16432. | 7963. |
| 29.00 | 12352. | 4524. | 164. | 16712. | 8105. |
| 29.50 | 12634. | 4524. | 167. | 16992. | 8246. |
| 30.00 | 12917. | 4524. | 170. | 17271. | 8388. |
| 30.50 | 13200. | 4524. | 172. | 17551. | 8529. |
| 31.00 | 13483. | 4524. | 175. | 17831. | 8671. |
| 31.50 | 13765. | 4524. | 178. | 18111. | 8812. |
| 32.00 | 14048. | 4524. | 181. | 18391. | 8953. |
| 32.50 | 14331. | 4524. | 184. | 18671. | 9095. |
| 33.00 | 14614. | 4524. | 187. | 18951. | 9236. |
| 33.50 | 14896. | 4524. | 189. | 19231. | 9378. |
| 34.00 | 15179. | 4524. | 192. | 19511. | 9519. |
| 34.50 | 15462. | 4524. | 195. | 19791. | 9661. |
| 35.00 | 15745. | 4524. | 198. | 20071. | 9802. |
| 35.50 | 16027. | 4524. | 201. | 20351. | 9943. |
| 36.00 | 16310. | 4524. | 204. | 20630. | 10085. |
| 36.50 | 16593. | 4524. | 206. | 20910. | 10226. |
| 37.00 | 16876. | 4524. | 209. | 21190. | 10368. |
| 37.50 | 17158. | 4524. | 212. | 21470. | 10509. |

Tabella 51 – VI Palente. Capacità portante palo D=1200 mm (compr). Stratigrafia 2 (SPALLA 2)

QUADRILATERO LOTTO 4-Viadotto Palente SPALLA 2

Capacità portante palo D=1200 mm-SLU A1+M1+R3

STAMPA capacità portante e relativi contributi

| Lp m | Q11 kN | Qb1 kN | Wp kN | Qu kN | Qd kN |
|---------|-----------|-----------|----------|----------|----------|
| .00 | 0. | 664. | 0. | 664. | 289. |
| .50 | 26. | 675. | 3. | 698. | 304. |
| 1.00 | 56. | 686. | 6. | 736. | 321. |
| 1.50 | 91. | 697. | 8. | 779. | 341. |
| 2.00 | 131. | 707. | 11. | 827. | 363. |
| 2.50 | 175. | 718. | 14. | 879. | 387. |
| 3.00 | 224. | 751. | 17. | 958. | 424. |
| 3.50 | 278. | 783. | 20. | 1041. | 462. |
| 4.00 | 336. | 816. | 23. | 1129. | 503. |
| 4.50 | 399. | 848. | 25. | 1222. | 547. |
| 5.00 | 467. | 881. | 28. | 1319. | 593. |
| 5.50 | 539. | 914. | 31. | 1421. | 641. |
| 6.00 | 615. | 1429. | 34. | 2011. | 901. |
| 6.50 | 697. | 1945. | 37. | 2605. | 1164. |
| 7.00 | 782. | 2461. | 40. | 3204. | 1430. |
| 7.50 | 873. | 2977. | 42. | 3807. | 1697. |
| 8.00 | 968. | 2624. | 45. | 3547. | 1590. |

| | | | | | | | | |
|-------|--------|---------|-----|-------|--------|----------|------|-------------|
| Opera | Tratto | Settore | CEE | WBS | Id.doc | N.progr. | REV. | Pag.di Pag. |
| LO703 | 2/B | E | 12 | V0003 | REL | 02 | A | 55 di 58 |

| | | | | | |
|-------|--------|-------|------|--------|-------|
| 8.50 | 1068. | 2272. | 48. | 3292. | 1485. |
| 9.00 | 1173. | 2283. | 51. | 3405. | 1540. |
| 9.50 | 1283. | 2295. | 54. | 3524. | 1599. |
| 10.00 | 1399. | 2306. | 57. | 3648. | 1660. |
| 10.50 | 1520. | 2317. | 59. | 3778. | 1724. |
| 11.00 | 1646. | 2329. | 62. | 3912. | 1790. |
| 11.50 | 1777. | 2340. | 65. | 4052. | 1859. |
| 12.00 | 1913. | 2351. | 68. | 4197. | 1931. |
| 12.50 | 2055. | 2363. | 71. | 4347. | 2005. |
| 13.00 | 2213. | 2374. | 74. | 4514. | 2088. |
| 13.50 | 2446. | 2519. | 76. | 4890. | 2267. |
| 14.00 | 2691. | 2665. | 79. | 5277. | 2453. |
| 14.50 | 2936. | 2811. | 82. | 5665. | 2638. |
| 15.00 | 3182. | 2956. | 85. | 6053. | 2824. |
| 15.50 | 3427. | 3102. | 88. | 6441. | 3009. |
| 16.00 | 3676. | 3247. | 90. | 6833. | 3197. |
| 16.50 | 3954. | 3430. | 93. | 7291. | 3415. |
| 17.00 | 4237. | 3612. | 96. | 7753. | 3636. |
| 17.50 | 4520. | 3794. | 99. | 8215. | 3857. |
| 18.00 | 4803. | 3977. | 102. | 8678. | 4078. |
| 18.50 | 5085. | 4159. | 105. | 9140. | 4298. |
| 19.00 | 5368. | 4342. | 107. | 9602. | 4519. |
| 19.50 | 5651. | 4524. | 110. | 10064. | 4740. |
| 20.00 | 5934. | 4524. | 113. | 10344. | 4881. |
| 20.50 | 6216. | 4524. | 116. | 10624. | 5023. |
| 21.00 | 6499. | 4524. | 119. | 10904. | 5164. |
| 21.50 | 6782. | 4524. | 122. | 11184. | 5305. |
| 22.00 | 7065. | 4524. | 124. | 11464. | 5447. |
| 22.50 | 7347. | 4524. | 127. | 11744. | 5588. |
| 23.00 | 7630. | 4524. | 130. | 12024. | 5730. |
| 23.50 | 7913. | 4524. | 133. | 12304. | 5871. |
| 24.00 | 8195. | 4524. | 136. | 12584. | 6013. |
| 24.50 | 8478. | 4524. | 139. | 12864. | 6154. |
| 25.00 | 8761. | 4524. | 141. | 13144. | 6295. |
| 25.50 | 9044. | 4524. | 144. | 13423. | 6437. |
| 26.00 | 9326. | 4524. | 147. | 13703. | 6578. |
| 26.50 | 9609. | 4524. | 150. | 13983. | 6720. |
| 27.00 | 9892. | 4524. | 153. | 14263. | 6861. |
| 27.50 | 10175. | 4524. | 156. | 14543. | 7003. |
| 28.00 | 10457. | 4524. | 158. | 14823. | 7144. |
| 28.50 | 10740. | 4524. | 161. | 15103. | 7285. |
| 29.00 | 11023. | 4524. | 164. | 15383. | 7427. |
| 29.50 | 11306. | 4524. | 167. | 15663. | 7568. |
| 30.00 | 11588. | 4524. | 170. | 15943. | 7710. |
| 30.50 | 11871. | 4524. | 172. | 16223. | 7851. |
| 31.00 | 12154. | 4524. | 175. | 16503. | 7993. |
| 31.50 | 12437. | 4524. | 178. | 16782. | 8134. |
| 32.00 | 12719. | 4524. | 181. | 17062. | 8275. |
| 32.50 | 13002. | 4524. | 184. | 17342. | 8417. |
| 33.00 | 13285. | 4524. | 187. | 17622. | 8558. |
| 33.50 | 13568. | 4524. | 189. | 17902. | 8700. |
| 34.00 | 13850. | 4524. | 192. | 18182. | 8841. |
| 34.50 | 14133. | 4524. | 195. | 18462. | 8983. |
| 35.00 | 14416. | 4524. | 198. | 18742. | 9124. |
| 35.50 | 14699. | 4524. | 201. | 19022. | 9265. |
| 36.00 | 14981. | 4524. | 204. | 19302. | 9407. |
| 36.50 | 15264. | 4524. | 206. | 19582. | 9548. |
| 37.00 | 15547. | 4524. | 209. | 19862. | 9690. |
| 37.50 | 15830. | 4524. | 212. | 20141. | 9831. |

Tabella 52 – VI Palente. Capacità portante palo D=1200 mm (traz). Stratigrafia 1 (SPALLA 1)

QUADRILATERO LOTTO 4-Viadotto Palente SPALLA 1
 Capacità portante palo D=1200 mm-SLU A1+M1+R3 trazione
 STAMPA capacità portante e relativi contributi

| Lp m | Q _{l1} kN | Q _{b1} kN | W _p kN | Q _u kN | Q _d kN |
|---------|-----------------------|-----------------------|----------------------|----------------------|----------------------|
| .00 | 0. | 0. | 0. | 0. | 0. |
| .50 | 18. | 0. | -8. | 27. | 17. |

2.1.2 – PEDEMONTANA DELLE MARCHE

RELAZIONE TECNICA E DI CALCOLO SULLE FONDAZIONI

| Opera | Tratto | Settore | CEE | WBS | Id.doc. | N.progr. | REV. | Pag.di Pag. |
|-------|--------|---------|-----|-------|---------|----------|------|-------------|
| LO703 | 2B | E | 12 | V0003 | REL | 02 | A | 56 di 58 |

| | | | | | |
|-------|--------|-----|-------|--------|-------|
| 1.00 | 40. | 0. | -17. | 57. | 36. |
| 1.50 | 65. | 0. | -25. | 90. | 56. |
| 2.00 | 93. | 0. | -34. | 127. | 77. |
| 2.50 | 124. | 0. | -42. | 167. | 101. |
| 3.00 | 159. | 0. | -51. | 210. | 126. |
| 3.50 | 197. | 0. | -59. | 257. | 152. |
| 4.00 | 239. | 0. | -68. | 306. | 180. |
| 4.50 | 283. | 0. | -76. | 360. | 209. |
| 5.00 | 331. | 0. | -85. | 416. | 240. |
| 5.50 | 385. | 0. | -93. | 479. | 274. |
| 6.00 | 460. | 36. | -102. | 598. | 354. |
| 6.50 | 541. | 72. | -110. | 724. | 437. |
| 7.00 | 626. | 59. | -119. | 803. | 471. |
| 7.50 | 712. | 45. | -127. | 884. | 507. |
| 8.00 | 807. | 23. | -136. | 965. | 537. |
| 8.50 | 925. | 0. | -144. | 1070. | 579. |
| 9.00 | 1153. | 0. | -153. | 1305. | 694. |
| 9.50 | 1398. | 0. | -161. | 1559. | 817. |
| 10.00 | 1643. | 0. | -170. | 1813. | 941. |
| 10.50 | 1888. | 0. | -178. | 2066. | 1064. |
| 11.00 | 2133. | 0. | -187. | 2320. | 1188. |
| 11.50 | 2378. | 0. | -195. | 2573. | 1312. |
| 12.00 | 2623. | 0. | -204. | 2827. | 1435. |
| 12.50 | 2873. | 0. | -212. | 3085. | 1561. |
| 13.00 | 3151. | 0. | -221. | 3371. | 1700. |
| 13.50 | 3434. | 0. | -229. | 3663. | 1841. |
| 14.00 | 3716. | 0. | -238. | 3954. | 1982. |
| 14.50 | 3999. | 0. | -246. | 4245. | 2123. |
| 15.00 | 4282. | 0. | -254. | 4536. | 2265. |
| 15.50 | 4565. | 0. | -263. | 4828. | 2406. |
| 16.00 | 4847. | 0. | -271. | 5119. | 2547. |
| 16.50 | 5130. | 0. | -280. | 5410. | 2688. |
| 17.00 | 5413. | 0. | -288. | 5701. | 2830. |
| 17.50 | 5696. | 0. | -297. | 5992. | 2971. |
| 18.00 | 5978. | 0. | -305. | 6284. | 3112. |
| 18.50 | 6261. | 0. | -314. | 6575. | 3253. |
| 19.00 | 6544. | 0. | -322. | 6866. | 3395. |
| 19.50 | 6827. | 0. | -331. | 7157. | 3536. |
| 20.00 | 7109. | 0. | -339. | 7449. | 3677. |
| 20.50 | 7392. | 0. | -348. | 7740. | 3818. |
| 21.00 | 7675. | 0. | -356. | 8031. | 3959. |
| 21.50 | 7957. | 0. | -365. | 8322. | 4101. |
| 22.00 | 8240. | 0. | -373. | 8613. | 4242. |
| 22.50 | 8523. | 0. | -382. | 8905. | 4383. |
| 23.00 | 8806. | 0. | -390. | 9196. | 4524. |
| 23.50 | 9088. | 0. | -399. | 9487. | 4666. |
| 24.00 | 9371. | 0. | -407. | 9778. | 4807. |
| 24.50 | 9654. | 0. | -416. | 10070. | 4948. |
| 25.00 | 9937. | 0. | -424. | 10361. | 5089. |
| 25.50 | 10219. | 0. | -433. | 10652. | 5230. |
| 26.00 | 10502. | 0. | -441. | 10943. | 5372. |
| 26.50 | 10785. | 0. | -450. | 11234. | 5513. |
| 27.00 | 11068. | 0. | -458. | 11526. | 5654. |
| 27.50 | 11350. | 0. | -467. | 11817. | 5795. |
| 28.00 | 11633. | 0. | -475. | 12108. | 5937. |
| 28.50 | 11916. | 0. | -483. | 12399. | 6078. |
| 29.00 | 12199. | 0. | -492. | 12691. | 6219. |
| 29.50 | 12481. | 0. | -500. | 12982. | 6360. |
| 30.00 | 12764. | 0. | -509. | 13273. | 6501. |
| 30.50 | 13047. | 0. | -517. | 13564. | 6643. |
| 31.00 | 13330. | 0. | -526. | 13856. | 6784. |
| 31.50 | 13612. | 0. | -534. | 14147. | 6925. |
| 32.00 | 13895. | 0. | -543. | 14438. | 7066. |
| 32.50 | 14178. | 0. | -551. | 14729. | 7208. |
| 33.00 | 14461. | 0. | -560. | 15020. | 7349. |
| 33.50 | 14743. | 0. | -568. | 15312. | 7490. |
| 34.00 | 15026. | 0. | -577. | 15603. | 7631. |
| 34.50 | 15309. | 0. | -585. | 15894. | 7773. |
| 35.00 | 15592. | 0. | -594. | 16185. | 7914. |
| 35.50 | 15874. | 0. | -602. | 16477. | 8055. |
| 36.00 | 16157. | 0. | -611. | 16768. | 8196. |
| 36.50 | 16440. | 0. | -619. | 17059. | 8337. |

| Opera | Tratto | Settore | CEE | WBS | Id.doc. | N.progr. | REV. | Pag.di Pag. |
|-------|--------|---------|-----|-------|---------|----------|------|-------------|
| LO703 | 2B | E | 12 | V0003 | REL | 02 | A | 57 di 58 |

| | | | | | |
|-------|--------|----|-------|--------|-------|
| 37.00 | 16723. | 0. | -628. | 17350. | 8479. |
| 37.50 | 17005. | 0. | -636. | 17641. | 8620. |

Tabella 53 – VI Palente. Capacità portante palo D=1200 mm (traz). Stratigrafia 2 (SPALLA 2)

QUADRILATERO LOTTO 4-Viadotto Palente SPALLA 2
 Capacità portante palo D=1200 mm-SLU A1+M1+R3 trazione
 STAMPA capacità portante e relativi contributi

| Lp m | Q11 kN | Qb1 kN | Wp kN | Qu kN | Qd kN |
|---------|-----------|-----------|----------|----------|----------|
| .00 | 0. | 47. | 0. | 47. | 47. |
| .50 | 26. | 54. | -8. | 88. | 74. |
| 1.00 | 56. | 61. | -17. | 134. | 104. |
| 1.50 | 91. | 68. | -25. | 185. | 137. |
| 2.00 | 131. | 76. | -34. | 240. | 171. |
| 2.50 | 175. | 83. | -42. | 300. | 207. |
| 3.00 | 224. | 69. | -51. | 344. | 225. |
| 3.50 | 278. | 55. | -59. | 392. | 245. |
| 4.00 | 336. | 41. | -68. | 445. | 267. |
| 4.50 | 399. | 28. | -76. | 503. | 291. |
| 5.00 | 467. | 14. | -85. | 565. | 318. |
| 5.50 | 536. | 0. | -93. | 629. | 345. |
| 6.00 | 594. | 0. | -102. | 695. | 380. |
| 6.50 | 651. | 0. | -110. | 762. | 416. |
| 7.00 | 713. | 0. | -119. | 832. | 453. |
| 7.50 | 777. | 0. | -127. | 905. | 492. |
| 8.00 | 845. | 0. | -136. | 981. | 533. |
| 8.50 | 920. | 0. | -144. | 1064. | 576. |
| 9.00 | 1022. | 45. | -153. | 1220. | 677. |
| 9.50 | 1132. | 90. | -161. | 1384. | 783. |
| 10.00 | 1248. | 126. | -170. | 1543. | 881. |
| 10.50 | 1369. | 161. | -178. | 1708. | 982. |
| 11.00 | 1495. | 159. | -187. | 1840. | 1047. |
| 11.50 | 1626. | 119. | -195. | 1940. | 1077. |
| 12.00 | 1762. | 79. | -204. | 2045. | 1110. |
| 12.50 | 1904. | 40. | -212. | 2155. | 1145. |
| 13.00 | 2062. | 0. | -221. | 2283. | 1189. |
| 13.50 | 2295. | 0. | -229. | 2524. | 1307. |
| 14.00 | 2540. | 0. | -238. | 2778. | 1430. |
| 14.50 | 2785. | 0. | -246. | 3031. | 1554. |
| 15.00 | 3030. | 0. | -254. | 3285. | 1677. |
| 15.50 | 3275. | 0. | -263. | 3538. | 1801. |
| 16.00 | 3525. | 0. | -271. | 3797. | 1926. |
| 16.50 | 3803. | 0. | -280. | 4083. | 2065. |
| 17.00 | 4086. | 0. | -288. | 4374. | 2207. |
| 17.50 | 4369. | 0. | -297. | 4666. | 2348. |
| 18.00 | 4651. | 0. | -305. | 4957. | 2489. |
| 18.50 | 4934. | 0. | -314. | 5248. | 2630. |
| 19.00 | 5217. | 0. | -322. | 5539. | 2772. |
| 19.50 | 5500. | 0. | -331. | 5831. | 2913. |
| 20.00 | 5782. | 0. | -339. | 6122. | 3054. |
| 20.50 | 6065. | 0. | -348. | 6413. | 3195. |
| 21.00 | 6348. | 0. | -356. | 6704. | 3337. |
| 21.50 | 6631. | 0. | -365. | 6995. | 3478. |
| 22.00 | 6913. | 0. | -373. | 7287. | 3619. |
| 22.50 | 7196. | 0. | -382. | 7578. | 3760. |
| 23.00 | 7479. | 0. | -390. | 7869. | 3901. |
| 23.50 | 7762. | 0. | -399. | 8160. | 4043. |
| 24.00 | 8044. | 0. | -407. | 8452. | 4184. |
| 24.50 | 8327. | 0. | -416. | 8743. | 4325. |
| 25.00 | 8610. | 0. | -424. | 9034. | 4466. |
| 25.50 | 8893. | 0. | -433. | 9325. | 4608. |
| 26.00 | 9175. | 0. | -441. | 9616. | 4749. |
| 26.50 | 9458. | 0. | -450. | 9908. | 4890. |
| 27.00 | 9741. | 0. | -458. | 10199. | 5031. |
| 27.50 | 10024. | 0. | -467. | 10490. | 5172. |
| 28.00 | 10306. | 0. | -475. | 10781. | 5314. |
| 28.50 | 10589. | 0. | -483. | 11073. | 5455. |
| 29.00 | 10872. | 0. | -492. | 11364. | 5596. |

2.1.2 – PEDEMONTANA DELLE MARCHE

RELAZIONE TECNICA E DI CALCOLO SULLE FONDAZIONI

| Opera | Tratto | Settore | CEE | WBS | Id.doc. | N.progr. | REV. | Pag.di Pag. |
|-------|--------|---------|-----|-------|---------|----------|------|-------------|
| LO703 | 2B | E | 12 | V0003 | REL | 02 | A | 58 di 58 |

| | | | | | |
|-------|--------|----|-------|--------|-------|
| 29.50 | 11155. | 0. | -500. | 11655. | 5737. |
| 30.00 | 11437. | 0. | -509. | 11946. | 5879. |
| 30.50 | 11720. | 0. | -517. | 12237. | 6020. |
| 31.00 | 12003. | 0. | -526. | 12529. | 6161. |
| 31.50 | 12286. | 0. | -534. | 12820. | 6302. |
| 32.00 | 12568. | 0. | -543. | 13111. | 6443. |
| 32.50 | 12851. | 0. | -551. | 13402. | 6585. |
| 33.00 | 13134. | 0. | -560. | 13694. | 6726. |
| 33.50 | 13417. | 0. | -568. | 13985. | 6867. |
| 34.00 | 13699. | 0. | -577. | 14276. | 7008. |
| 34.50 | 13982. | 0. | -585. | 14567. | 7150. |
| 35.00 | 14265. | 0. | -594. | 14859. | 7291. |
| 35.50 | 14548. | 0. | -602. | 15150. | 7432. |
| 36.00 | 14830. | 0. | -611. | 15441. | 7573. |
| 36.50 | 15113. | 0. | -619. | 15732. | 7715. |
| 37.00 | 15396. | 0. | -628. | 16023. | 7856. |
| 37.50 | 15678. | 0. | -636. | 16315. | 7997. |