

ANAS S.p.A.

DIREZIONE CENTRALE PROGRAMMAZIONE PROGETTAZIONE

PA 12/09

CORRIDOIO PLURIMODALE TIRRENICO - NORD EUROPA

ITINERARIO AGRIGENTO - CALTANISSETTA - A19

S.S. N° 640 "DI PORTO EMPEDOCLE"

AMMODERNAMENTO E ADEGUAMENTO ALLA CAT. B DEL D.M. 5.11.2001

Dal km 44+000 allo svincolo con l'A19

PROGETTO ESECUTIVO

Contraente Generale:



OPERE D'ARTE MAGGIORI VIADOTTI

Viadotto Favarella

Relazione di Calcolo Pile - Carreggiata DX

Codice Unico Progetto (CUP) : F91B09000070001

Codice Elaborato:

PA12_09 - E 1 4 5 V I 2 0 2 V I 0 2 C C L 0 0 5 C -

Scala:

| | | | | | | |
|--------------------------------|--------------|--|-----------------------|-------------|-----------|-------------|
| F | | | | | | |
| E | | | | | | |
| D | | | | | | |
| C | Ottobre 2011 | Rif. Istruttoria prot. CDG-0141142-P del 19/10/11 | T. FASOLO | F. NIGRELLI | M. LITI | P. PAGLINI |
| B | Luglio 2011 | Revisione a seguito di incontri con il Committente | T. FASOLO | F. NIGRELLI | M. LITI | P. PAGLINI |
| A | Aprile 2011 | EMISSIONE | T. FASOLO | F. NIGRELLI | M. LITI | P. PAGLINI |
| REV. | DATA | DESCRIZIONE | REDATTO | VERIFICATO | APPROVATO | AUTORIZZATO |
| Responsabile del procedimento: | | | Ing. MAURIZIO ARAMINI | | | |

Il Progettista:



Il Consulente Specialista:

3TI ITALIA S.p.A.
DIRETTORE TECNICO
Ing. Stefano Luca Possati
Ordine degli Ingegneri
Provincia di Roma n. 20809

Il Geologo:



Il Coordinatore per la sicurezza
in fase di progetto:



Il Direttore dei lavori:



| | |
|--|---|
| CORRIDOIO PLURIMODALE TIRRENICO-NORD EUROPA ITINERARIO AGRIGENTO -CALTANISSETTA-A19 S.S. N° 640 "DI PORTO EMPEDOCLE" AMMODERNAMENTO E ADEGUAMENTO ALLA CAT. B DEL D.M. 5.11.2001 Dal km 44+000 allo svincolo con l'A19 Progetto Esecutivo | Opera: Viadotto Favarella |
| | Relazione di Calcolo Pile |
| | Pagina 1 di 85 |
| | Nome file: V102-C-CL005-B.00_relazione_calcolo_pile_dx.doc |

INDICE

| | | |
|----------|---|-----------|
| 1 | GENERALITÀ | 3 |
| 1.1 | Introduzione | 3 |
| 1.2 | Caratteristiche geometriche del viadotto | 3 |
| 1.3 | Caratteristiche dei materiali | 6 |
| 1.3.1 | Condizioni ambientali e classi di esposizione | 6 |
| 1.3.2 | Calcestruzzo | 6 |
| 1.3.3 | Acciaio per c.a. in barre ad aderenza migliorata | 8 |
| 1.4 | Normative di riferimento | 8 |
| 2 | ANALISI GLOBALE DEL VIADOTTO | 9 |
| 2.1 | Descrizione del modello di calcolo | 9 |
| 2.1.1 | Calcolo della rigidezza effettiva delle pile | 10 |
| 2.2 | Analisi dei carichi | 10 |
| 2.2.1 | Peso Proprio (g1) | 10 |
| 2.2.2 | Permanententi portati su impalcato (g2) | 11 |
| 2.2.3 | Effetti del ritiro (e2) | 11 |
| 2.2.4 | Effetti della temperatura (e3) | 12 |
| 2.2.4.1 | Variazioni termiche uniformi ΔtN | 12 |
| 2.2.4.2 | Variazioni termiche differenziali estradosso-intradosso ΔtM | 12 |
| 2.2.4.3 | Combinazione degli effetti uniformi e lineari | 13 |
| 2.2.5 | Carichi mobili (q1) | 13 |
| 2.2.6 | Incremento dinamico dei carichi mobili (q2) | 14 |
| 2.2.7 | Azione di frenatura/accelerazione (q3) | 14 |
| 2.2.8 | Forza centrifuga (q4) | 14 |
| 2.2.9 | Azione di neve, vento (q5) | 15 |
| 2.2.10 | Azione sismica (q6) | 16 |
| 2.2.11 | Resistenza parassita dei vincoli (q7) | 19 |
| 2.3 | Riposta sismica del viadotto | 19 |
| 3 | SOLLECITAZIONI | 21 |
| 3.1 | Sollecitazioni nelle condizioni di carico elementari | 21 |
| 3.1.1 | Sollecitazioni nella sezione di base delle pile | 21 |
| 3.1.2 | Sollecitazioni nella sezione di testa del pulvino | 22 |
| 3.1.3 | Sollecitazioni nelle pile rispetto al baricentro della palificata | 24 |
| 3.2 | Combinazioni di carico | 25 |
| 3.3 | Sollecitazioni nelle combinazioni di carico | 26 |
| 3.3.1 | Sollecitazioni nella sezione di base delle pile | 26 |
| 3.3.2 | Sollecitazioni nella sezione di testa del pulvino | 31 |
| 3.3.3 | Sollecitazioni sulla palificata | 34 |
| 4 | VERIFICA DEL FUSTO DELLE PILE | 44 |
| 4.1 | S.L.U. – Resistenza: presso-flessione | 45 |
| 4.2 | S.L.U. – Resistenza: taglio | 46 |
| 4.3 | S.L.E. – Fessurazione | 47 |
| 4.4 | S.L.E. – Limitazione delle tensioni | 50 |
| 5 | VERIFICA DEL PULVINO | 51 |
| 5.1 | Verifica baggioli | 53 |
| 6 | VERIFICA DEI PALI DI FONDAZIONE | 55 |
| 6.1 | Verifiche strutturali | 55 |
| 6.1.1 | S.L.U. – Verifica di resistenza a pressoflessione | 56 |
| 6.1.2 | S.L.U. – Verifica a taglio | 57 |

| | |
|--|---|
| CORRIDOIO PLURIMODALE TIRRENICO-NORD EUROPA ITINERARIO AGRIGENTO -CALTANISSETTA-A19 S.S. N° 640 "DI PORTO EMPEDOCLE" AMMODERNAMENTO E ADEGUAMENTO ALLA CAT. B DEL D.M. 5.11.2001 Dal km 44+000 allo svincolo con l'A19 Progetto Esecutivo | Opera: Viadotto Favarella |
| | Relazione di Calcolo Pile |
| | Pagina 2 di 85 |
| | Nome file: V102-C-CL005-B.00_relazione_calcolo_pile_dx.doc |

| | | |
|----------|--|-----------|
| 6.1.3 | S.L.E. – Fessurazione..... | 57 |
| 6.1.4 | S.L.E. – Limitazione delle tensioni..... | 59 |
| 6.2 | Verifiche geotecniche dei pali | 61 |
| 6.2.1 | S.L.U. – Verifica a carico limite verticale | 61 |
| 6.2.2 | S.L.U. – Verifica a carico limite orizzontale | 64 |
| 6.2.2.1 | Criteri di calcolo del carico limite orizzontale | 64 |
| 6.2.2.2 | Criteri di verifica..... | 64 |
| 6.2.2.3 | Risultati carreggiata destra..... | 65 |
| 7 | DISPOSITIVI ANTISISMICI | 66 |
| 8 | ANALSI DEL PLINTO DI FONDAZIONE | 69 |
| 8.1 | Analisi dei carichi e combinazioni di carico..... | 70 |
| 8.2 | Sollecitazioni | 81 |
| 8.3 | Verifica della sezione del plinto..... | 84 |
| 8.3.1 | S.L.U. – Resistenza: presso-flessione..... | 84 |
| 8.3.2 | S.L.U. – Resistenza: taglio..... | 84 |
| 8.3.3 | S.L.E. – Fessurazione..... | 86 |
| 8.3.4 | S.L.E. – Limitazione delle tensioni..... | 90 |

| | |
|--|---|
| CORRIDOIO PLURIMODALE TIRRENICO-NORD EUROPA ITINERARIO AGRIGENTO -CALTANISSETTA-A19 S.S. N° 640 "DI PORTO EMPEDOCLE" AMMODERNAMENTO E ADEGUAMENTO ALLA CAT. B DEL D.M. 5.11.2001 Dal km 44+000 allo svincolo con l'A19 Progetto Esecutivo | Opera: Viadotto Favarella |
| | Relazione di Calcolo Pile |
| | Pagina 3 di 85 |
| | Nome file: V102-C-CL005-B.00_relazione_calcolo_pile_dx.doc |

1 GENERALITÀ

1.1 INTRODUZIONE

Nella presente relazione si riportano le verifiche di sicurezza delle pile della carreggiata destra del viadotto FAVARELLA, previsto nell'ambito del progetto esecutivo "CORRIDOIO PLURIMODALE TIRRENICO-NORD EUROPA - ITINERARIO AGRIGENTO - CALTANISSETTA-A19 - S.S. N° 640 "DI PORTO EMPEDOCLE" - AMMODERNAMENTO E ADEGUAMENTO ALLA CAT. B DEL D.M. 5.11.2001 - dal km 44+000 allo svincolo con l'A19".

1.2 CARATTERISTICHE GEOMETRICHE DEL VIADOTTO

Il viadotto in esame è a carreggiate separate (carreggiata dx e carreggiata sx). Esso presenta un tracciato planimetrico rettilineo. Entrambe le carreggiate sono composte da n. 4 campate: le due centrali hanno luce pari a 31.0 m, mentre le due di riva hanno luce pari a 30.0 m.

| campate carr. SX | L [m] |
|------------------|-------|
| 1 | 30.0 |
| 2 | 31.0 |
| 3 | 31.0 |
| 4 | 30.0 |

| campate carr. DX | L [m] |
|------------------|-------|
| 1 | 30.0 |
| 2 | 31.0 |
| 3 | 31.0 |
| 4 | 30.0 |

L'impalcato viene realizzato con travi a cassoncino in cemento armato precompresso a cavi pretesi, e sovrastante soletta gettata in opera. In asse ad ogni pila sono presenti traversi gettati in opera, che rendono tra loro solidali le travi, varate in semplice appoggio su dispositivi provvisori, realizzando uno schema finale di trave continua.

Oltre che dal traverso la continuità è garantita anche da un getto di calcestruzzo in opera all'interno della cavità dei cassoncini.

La sezione strutturale dell'impalcato è composta da n. 4 travi prefabbricate in c.a.p. a cassoncino, di altezza 1.80 m, disposte a interasse trasversale di 2.50 m, e da una soletta gettata in opera su predalles prefabbricate aventi la funzione di cassero a perdere. L'altezza delle predalles è di 5 cm; quella del getto in opera di 20 cm.

La larghezza complessiva dell'impalcato è pari a 12.48 m ed è composta:

- n. 2 corsie da 3.75 m ciascuna;
- n. 1 banchina in destra di larghezza 1.75 m;
- n. 1 banchina in sinistra di larghezza 1.25 m;
- n. 1 cordolo in destra di larghezza 1.23 m;
- n. 1 cordolo in sinistra di larghezza 0.75 m.

La figura seguente riporta la sezione trasversale dell'impalcato in asse alla spalla iniziale (Figura 1.1) ed in sezione corrente (Figura 1.2) per la carreggiata destra.

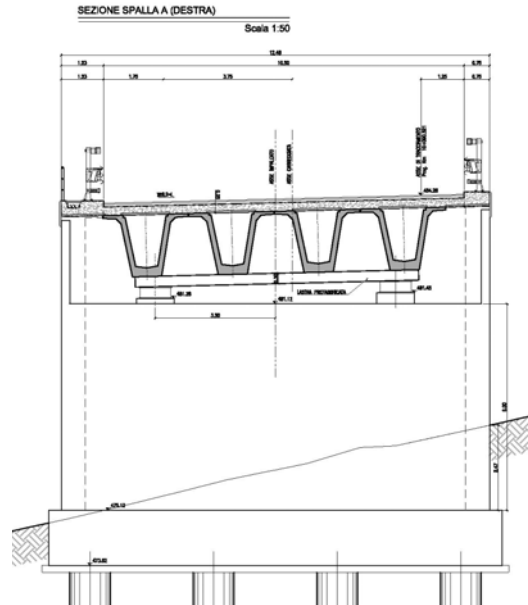


Figura 1.1 – Sezione trasversale dell'impalcato in asse alla spalla A carreggiata DX

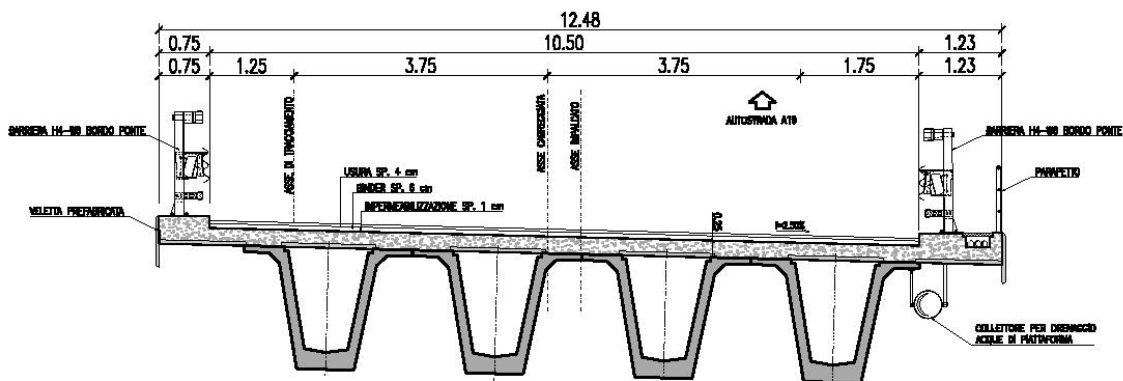


Figura 1.2 – Sezione corrente carreggiata DX

Le pile sono realizzate in c.a. Il fusto presenta sezione circolare cava, con raggio esterno pari a 1.50 m e raggio interno pari a 1.00 m. Il pulvino è di forma trapezoidale con altezza complessiva di 1.50 m e dimensioni in pianta 3.20 x 9.70 m.

| carreggiata SX | |
|----------------|-------|
| pila | H [m] |
| P01 | 6.00 |
| P02 | 7.00 |
| P03 | 4.50 |

| carreggiata DX | |
|----------------|-------|
| pila | H [m] |
| P01 | 8.50 |
| P02 | 7.00 |
| P03 | 5.00 |

Tutte le pile di entrambe le carreggiate del viadotto sono fondate su pali trivellati di grande diametro. In particolare la palificata adottata è costituita da 8 pali di diametro Ø1200 mm, posti ad interasse di 3.60 m. I pali sono collegati in testa da un plinto di fondazione di altezza 2.50 m a pianta rettangolare 7.00 x 9.10 m.

Nelle seguenti figure si illustra la geometria delle pile attraverso la pianta spiccato, un prospetto laterale ed una sezione trasversale.

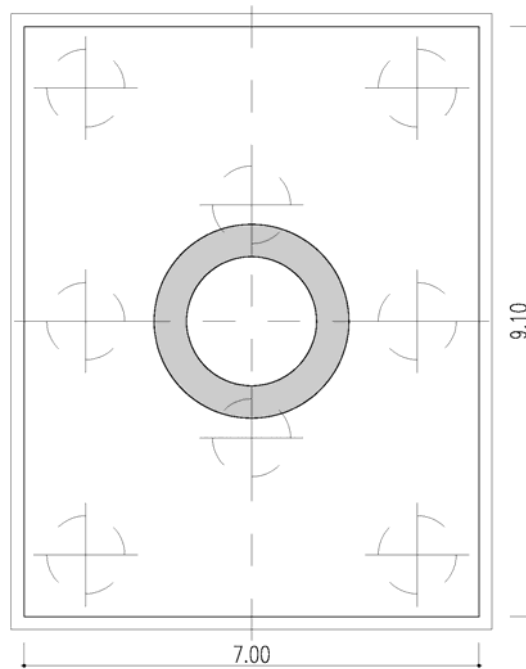


Figura 1.3 - Pianta spiccato pila.

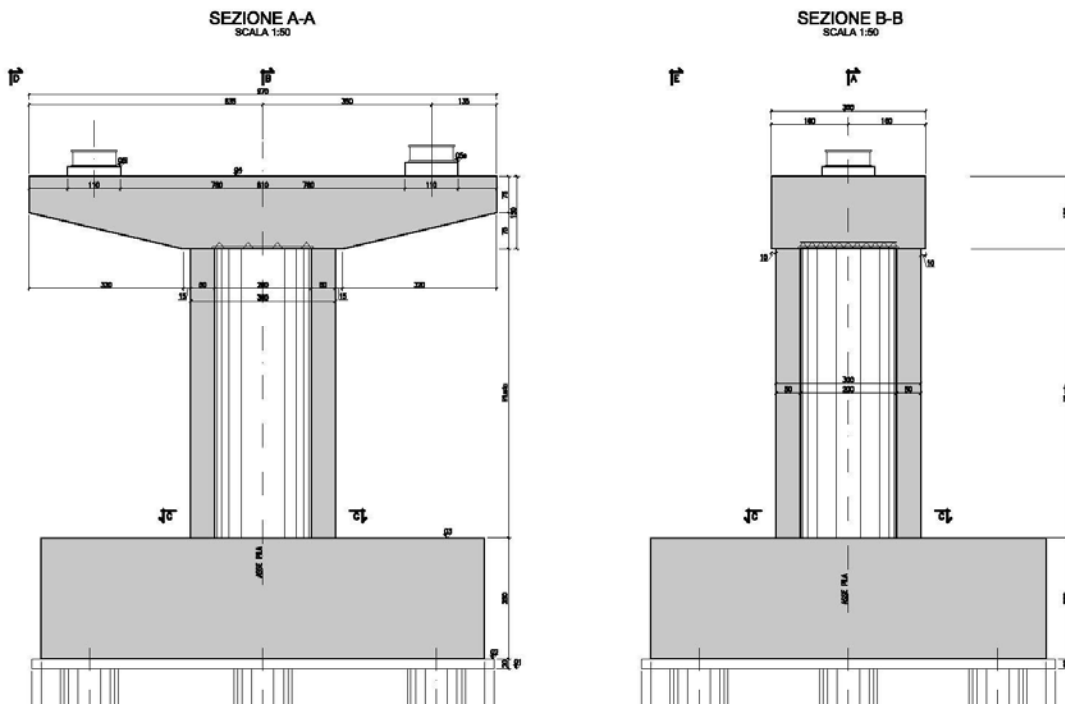


Figura 1.4 - Prospetti (frontale e laterale) della pila tipo.

L'impalcato è vincolato alle pile ed alle spalle mediante isolatori sismici ad elastomero armato; questi funzionano come appoggi elastici lineari sia in fase sismica, che per le azioni statiche agenti, compresi effetti lenti quali variazioni termiche, fluage, ritiro.

Per le caratteristiche di tali dispositivi si rimanda al paragrafo relativo alla descrizione del modello di calcolo impiegato per l'analisi statiche e sismiche delle sollecitazioni nelle sottostrutture.

| | |
|--|---|
| CORRIDOIO PLURIMODALE TIRRENICO-NORD EUROPA ITINERARIO AGRIGENTO -CALTANISSETTA-A19 S.S. N° 640 "DI PORTO EMPEDOCLE" AMMODERNAMENTO E ADEGUAMENTO ALLA CAT. B DEL D.M. 5.11.2001 Dal km 44+000 allo svincolo con l'A19 Progetto Esecutivo | Opera: Viadotto Favarella |
| | Relazione di Calcolo Pile |
| | Pagina 6 di 85 |
| | Nome file: V102-C-CL005-B.00_relazione_calcolo_pile_dx.doc |

1.3 CARATTERISTICHE DEI MATERIALI

1.3.1 Condizioni ambientali e classi di esposizione

Per l'umidità ambientale si assume $RH = 70\%$. Per quanto riguarda le classi di esposizione, si prevede l'alternarsi di cicli di gelo/disgelo, in presenza di agenti disgelanti, per cui, si applicheranno le seguenti classi di esposizione:

- pali: XA1;
- zattere pile: XA2;
- elevazione pile e pulvini: XF2;
- baggioli: XF2;
- soletta impalcato: XC4.

Le caratteristiche del calcestruzzo dovranno pertanto rispettare, oltre i requisiti di resistenza indicati ai punti seguenti, anche i criteri previsti dalla vigente normativa (EN 11104 e EN 206) per quanto riguarda l'esposizione alle classi indicate.

1.3.2 Calcestruzzo

CALCESTRUZZO PALI DI FONDAZIONE C32/40

| | | | |
|---------------|---------|-----|---|
| R_{ck} | = 40 | MPa | resistenza caratteristica cubica |
| f_{ck} | = 33.20 | MPa | resistenza caratteristica cilindrica |
| f_{ckj} | = 27.56 | MPa | resistenza caratteristica cilindrica a j giorni |
| f_{cm} | = 41.20 | MPa | resistenza cilindrica media |
| f_{ctm} | = 3.10 | MPa | resistenza media a trazione semplice |
| f_{ctk} | = 2.17 | MPa | resistenza caratteristica a trazione semplice |
| f_{cfm} | = 3.72 | MPa | resistenza media a trazione per flessione |
| E_{cm} | = 33643 | MPa | modulo elastico istantaneo |
| γ_c | = 1.50 | | coefficiente parziale di sicurezza |
| α_{cc} | = 0.85 | | coefficiente riduttivo per resistenze di lunga durata |
| f_{cd} | = 18.81 | MPa | resistenza di calcolo a compressione |
| f_{ctd} | = 1.45 | MPa | resistenza di calcolo a trazione |
| XA1 | | | classe di esposizione |
| S3-S4 | | | classe di consistenza |

CALCESTRUZZO ZATTERE PILE E SPALLE C32/40

| | | | |
|---------------|---------|-----|---|
| R_{ck} | = 40 | MPa | resistenza caratteristica cubica |
| f_{ck} | = 33.20 | MPa | resistenza caratteristica cilindrica |
| f_{ckj} | = 27.56 | MPa | resistenza caratteristica cilindrica a j giorni |
| f_{cm} | = 41.20 | MPa | resistenza cilindrica media |
| f_{ctm} | = 3.10 | MPa | resistenza media a trazione semplice |
| f_{ctk} | = 2.17 | MPa | resistenza caratteristica a trazione semplice |
| f_{cfm} | = 3.72 | MPa | resistenza media a trazione per flessione |
| E_{cm} | = 33643 | MPa | modulo elastico istantaneo |
| γ_c | = 1.50 | | coefficiente parziale di sicurezza |
| α_{cc} | = 0.85 | | coefficiente riduttivo per resistenze di lunga durata |
| f_{cd} | = 18.81 | MPa | resistenza di calcolo a compressione |
| f_{ctd} | = 1.45 | MPa | resistenza di calcolo a trazione |
| XA2 | | | classe di esposizione |
| S3-S4 | | | classe di consistenza |

ELEVAZIONE PILE E SPALLE C28/35

| | | | |
|----------|------|-----|----------------------------------|
| R_{ck} | = 30 | MPa | resistenza caratteristica cubica |
|----------|------|-----|----------------------------------|

| | |
|--|---|
| CORRIDOIO PLURIMODALE TIRRENICO-NORD EUROPA ITINERARIO AGRIGENTO -CALTANISSETTA-A19 S.S. N° 640 "DI PORTO EMPEDOCLE" AMMODERNAMENTO E ADEGUAMENTO ALLA CAT. B DEL D.M. 5.11.2001 Dal km 44+000 allo svincolo con l'A19 Progetto Esecutivo | Opera: Viadotto Favarella |
| | Relazione di Calcolo Pile |
| | Pagina 7 di 85 |
| | Nome file: V102-C-CL005-B.00_relazione_calcolo_pile_dx.doc |

| | | | | |
|---------------|---|-------|-----|---|
| f_{ck} | = | 24.90 | MPa | resistenza caratteristica cilindrica |
| f_{ckj} | = | 20.67 | MPa | resistenza caratteristica cilindrica a j giorni |
| f_{cm} | = | 32.90 | MPa | resistenza cilindrica media |
| f_{ctm} | = | 2.56 | MPa | resistenza media a trazione semplice |
| f_{ctk} | = | 1.79 | MPa | resistenza caratteristica a trazione semplice |
| f_{cfm} | = | 3.07 | MPa | resistenza media a trazione per flessione |
| E_{cm} | = | 31447 | MPa | modulo elastico istantaneo |
| γ_c | = | 1.50 | | coefficiente parziale di sicurezza |
| α_{cc} | = | 0.85 | | coefficiente riduttivo per resistenze di lunga durata |
| f_{cd} | = | 14.11 | MPa | resistenza di calcolo a compressione |
| f_{ctd} | = | 1.19 | MPa | resistenza di calcolo a trazione |
| XF2 | | | | classe di esposizione |
| S3-S4 | | | | classe di consistenza |

BAGGIOLI PILE E SPALLE C35/40

| | | | | |
|---------------|---|-------|-----|---|
| R_{ck} | = | 30 | MPa | resistenza caratteristica cubica |
| f_{ck} | = | 24.90 | MPa | resistenza caratteristica cilindrica |
| f_{ckj} | = | 20.67 | MPa | resistenza caratteristica cilindrica a j giorni |
| f_{cm} | = | 32.90 | MPa | resistenza cilindrica media |
| f_{ctm} | = | 2.56 | MPa | resistenza media a trazione semplice |
| f_{ctk} | = | 1.79 | MPa | resistenza caratteristica a trazione semplice |
| f_{cfm} | = | 3.07 | MPa | resistenza media a trazione per flessione |
| E_{cm} | = | 31447 | MPa | modulo elastico istantaneo |
| γ_c | = | 1.50 | | coefficiente parziale di sicurezza |
| α_{cc} | = | 0.85 | | coefficiente riduttivo per resistenze di lunga durata |
| f_{cd} | = | 14.11 | MPa | resistenza di calcolo a compressione |
| f_{ctd} | = | 1.19 | MPa | resistenza di calcolo a trazione |
| XF2 | | | | classe di esposizione |
| S4 | | | | classe di consistenza |

SOLETTA, TRASVERSI E PREDALLES IMPALCATO C32/40

| | | | | |
|---------------|---|-------|-----|---|
| R_{ck} | = | 40 | MPa | resistenza caratteristica cubica |
| f_{ck} | = | 33.20 | MPa | resistenza caratteristica cilindrica |
| f_{ckj} | = | 27.56 | MPa | resistenza caratteristica cilindrica a j giorni |
| f_{cm} | = | 41.20 | MPa | resistenza cilindrica media |
| f_{ctm} | = | 3.10 | MPa | resistenza media a trazione semplice |
| f_{ctk} | = | 2.17 | MPa | resistenza caratteristica a trazione semplice |
| f_{cfm} | = | 3.72 | MPa | resistenza media a trazione per flessione |
| E_{cm} | = | 33643 | MPa | modulo elastico istantaneo |
| γ_c | = | 1.50 | | coefficiente parziale di sicurezza |
| α_{cc} | = | 0.85 | | coefficiente riduttivo per resistenze di lunga durata |
| f_{cd} | = | 18.81 | MPa | resistenza di calcolo a compressione |
| f_{ctd} | = | 1.45 | MPa | resistenza di calcolo a trazione |
| XC4 | | | | classe di esposizione |
| S4 | | | | classe di consistenza |

TRAVI PREFABBRICATE IN C.A.P. C45/55

| | | | | |
|-----------|---|-------|-----|---|
| R_{ck} | = | 55 | MPa | resistenza caratteristica cubica |
| f_{ck} | = | 45.65 | MPa | resistenza caratteristica cilindrica |
| f_{ckj} | = | 37.89 | MPa | resistenza caratteristica cilindrica a j giorni |
| f_{cm} | = | 53.65 | MPa | resistenza cilindrica media |
| f_{ctm} | = | 3.92 | MPa | resistenza media a trazione semplice |

| | |
|--|---|
| CORRIDOIO PLURIMODALE TIRRENICO-NORD EUROPA ITINERARIO AGRIGENTO -CALTANISSETTA-A19 S.S. N° 640 "DI PORTO EMPEDOCLE" AMMODERNAMENTO E ADEGUAMENTO ALLA CAT. B DEL D.M. 5.11.2001 Dal km 44+000 allo svincolo con l'A19 Progetto Esecutivo | Opera: Viadotto Favarella |
| | Relazione di Calcolo Pile |
| | Pagina 8 di 85 |
| | Nome file: V102-C-CL005-B.00_relazione_calcolo_pile_dx.doc |

| | | | | |
|---------------|---|-------|-----|---|
| f_{ctk} | = | 2.75 | MPa | resistenza caratteristica a trazione semplice |
| f_{cfm} | = | 4.71 | MPa | resistenza media a trazione per flessione |
| E_{cm} | = | 36416 | MPa | modulo elastico istantaneo |
| γ_c | = | 1.50 | | coefficiente parziale di sicurezza |
| α_{cc} | = | 0.85 | | coefficiente riduttivo per resistenze di lunga durata |
| f_{cd} | = | 25.87 | MPa | resistenza di calcolo a compressione |
| f_{ctd} | = | 1.83 | MPa | resistenza di calcolo a trazione |
| XD3 | | | | classe di esposizione |
| S4 | | | | classe di consistenza |

1.3.3 Acciaio per c.a. in barre ad aderenza migliorata

Per le barre di armatura si prevede l'impiego di acciaio B450C avente le seguenti caratteristiche:

ACCIAIO PER C.A. B450C

| | | | | |
|---------------|---|-------------|-----|--|
| $f_{y,nom}$ | = | 450 | MPa | tensione nominale di snervamento |
| $f_{t,nom}$ | = | 540 | MPa | tensione nominale di rottura |
| f_{yk} | ≥ | $f_{y,nom}$ | | tensione caratteristica di snervamento |
| $f_{t,nom}$ | ≥ | $f_{t,nom}$ | | tensione caratteristica di rottura |
| $(f_t/f_y)_k$ | ≥ | 1.15 | | |
| $(f_t/f_y)_k$ | < | 1.35 | | |
| γ_s | = | 1.15 | | coefficiente di sicurezza |
| f_{yd} | = | 391.3 | MPa | tensione di snervamento di calcolo |
| σ_s | = | 360.0 | MPa | massima tensione in esercizio |

1.4 NORMATIVE DI RIFERIMENTO

Le analisi strutturali e le relative verifiche vengono eseguite secondo il metodo semi-probabilistico agli Stati Limite in accordo alle disposizioni normative previste dalla vigente normativa italiana e da quella europea (Eurocodici). In particolare, al fine di conseguire un approccio il più unitario possibile relativamente alle prescrizioni ed alle metodologie/criteri di verifica, si è fatto diretto riferimento alle varie parti degli Eurocodici, unitamente ai relativi National Application Documents, verificando puntualmente l'armonizzazione del livello di sicurezza conseguito con quello richiesto dalla vigente normativa nazionale.

In dettaglio si sono prese in esame quindi i seguenti documenti, che volta in volta verranno opportunamente richiamati:

- D.M. 14 gennaio 2008: Nuove norme tecniche per le costruzioni (indicate nel prosieguo "NTC");
- Circolare n.617 Istruzioni per l'applicazione delle "Nuove norme tecniche per le costruzioni"
- UNI EN 1990: Basi della progettazione strutturale
- UNI EN 1991-1-4: Azioni sulle strutture – Azione del vento
- UNI EN 1991-1-5: Azioni sulle strutture – Azioni termiche
- UNI EN 1991-2: Azioni sulle strutture – Carichi da traffico sui ponti
- UNI EN 1992-1-1: Progettazione delle strutture di calcestruzzo - Regole generali e regole per gli edifici
- UNI EN 1992-2: Progettazione delle strutture di calcestruzzo – Ponti di calcestruzzo
- UNI EN 1998-2: Progettazione delle strutture per la resistenza sismica – Ponti

| | |
|--|---|
| CORRIDOIO PLURIMODALE TIRRENICO-NORD EUROPA ITINERARIO AGRIGENTO -CALTANISSETTA-A19 S.S. N° 640 "DI PORTO EMPEDOCLE" AMMODERNAMENTO E ADEGUAMENTO ALLA CAT. B DEL D.M. 5.11.2001 Dal km 44+000 allo svincolo con l'A19 Progetto Esecutivo | Opera: Viadotto Favarella |
| | Relazione di Calcolo Pile |
| | Pagina 9 di 85 |
| | Nome file: V102-C-CL005-B.00_relazione_calcolo_pile_dx.doc |

2 ANALISI GLOBALE DEL VIADOTTO

2.1 DESCRIZIONE DEL MODELLO DI CALCOLO

Per la valutazione delle azioni trasmesse alle sottostrutture dall'impalcato ed, in particolare, per la valutazione della risposta sismica del viadotto, è stato messo a punto un modello numerico agli elementi finiti dell'opera che, con buona approssimazione, riproduce la distribuzione delle rigidità e delle masse della struttura reale.

Tutte le membrature costituenti l'impalcato (travi longitudinali, trasversi) sono stati simulati attraverso elementi finiti del tipo beam a sei gradi di libertà per nodo. Con lo stesso tipo di elementi sono state modellate le pile del viadotto. Queste ultime sono state vincolate al piede – in corrispondenza dell'estradosso plinto – mediante vincoli di incastro. Per riprodurre il comportamento rigido nel piano trasversale, garantito dalla presenza della soletta, sono stati introdotti dei frame di massa nulla aventi sezione di altezza pari a quella della soletta e larghezza pari all'interasse a cui sono posti. Allo scopo di simulare in maniera adeguata i cinematismi consentiti dagli apparecchi di appoggio di tipo elastomerico, tra l'impalcato e le pile sono stati introdotti degli elementi del tipo "Nlink". Nel caso specifico tali elementi sono caratterizzati da un comportamento elastico lineare:

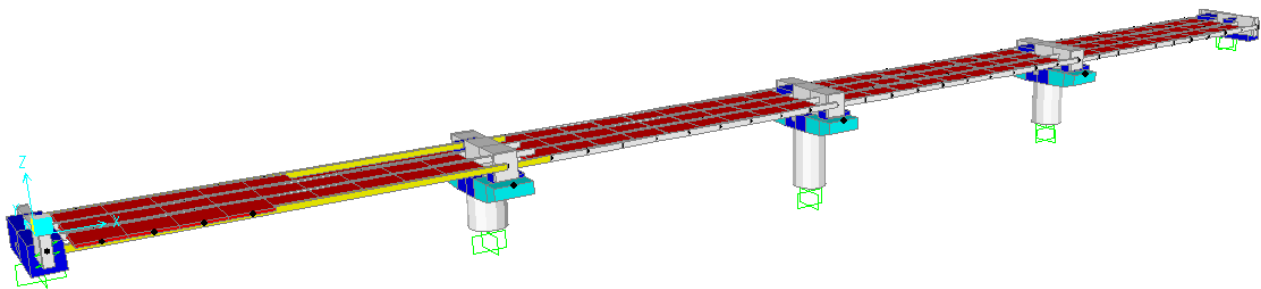
$$K_e = 3.03 \text{ kN/mm (rigidezza equivalente orizzontale);}$$

$$K_v = 2814 \text{ kN/mm (rigidezza verticale).}$$

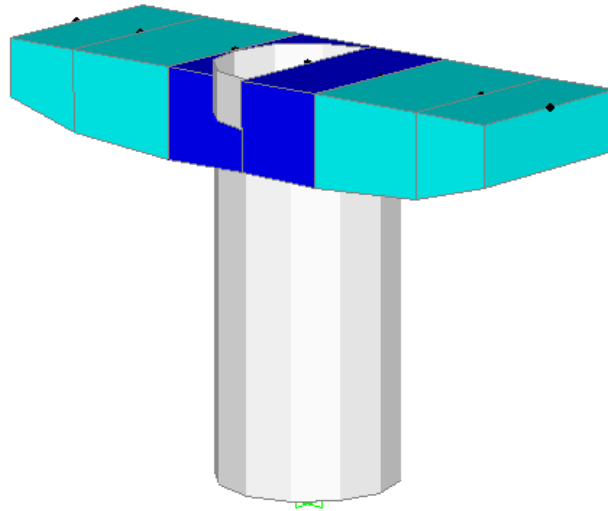
Anche sulle spalle sono previsti isolatori elastomerici aventi le medesime caratteristiche di quelli predisposti sulle pile, pertanto, trascurando la deformabilità delle spalle rispetto a quella dei dispositivi sismici, ossia ipotizzando che il moto sismico dell'impalcato risulti disaccoppiato rispetto a quello delle spalle, queste ultime sono state assimilate semplicemente a vincoli cedevoli elasticamente alla traslazione longitudinale, trasversale e verticale.

Come detto, le pile sono state schematizzate con elementi finiti del tipo beam a sei gradi di libertà per nodo. In particolare, gli elementi del fusto presentano sezione costante, sezione variabile quelli del pulvino.

I modelli numerici sono stati implementati mediante il codice di calcolo agli elementi finiti SAP2000 della *Computers and Structures, Inc.* Nelle seguenti figure sono riportate delle viste di tali modelli.



| | |
|--|---|
| CORRIDOIO PLURIMODALE TIRRENICO-NORD EUROPA ITINERARIO AGRIGENTO -CALTANISSETTA-A19 S.S. N° 640 "DI PORTO EMPEDOCLE" AMMODERNAMENTO E ADEGUAMENTO ALLA CAT. B DEL D.M. 5.11.2001 Dal km 44+000 allo svincolo con l'A19 Progetto Esecutivo | Opera: Viadotto Favarella |
| | Relazione di Calcolo Pile |
| | Pagina 10 di 85 |
| | Nome file: V102-C-CL005-B.00_relazione_calcolo_pile_dx.doc |



2.1.1 Calcolo della rigidezza effettiva delle pile

La rigidezza delle pile tiene in conto l'effettivo grado di fessurazione che queste raggiungono durante l'evento sismico. In luogo della rigidezza flessionale non-fessurata delle sezioni delle pile viene adottata una *rigidezza effettiva* valutata attraverso la seguente formula:

$$E_c \cdot J_{\text{eff}} = v \cdot M_{\text{Rd}} / \chi_y$$

dove:

- M_{Rd} = momento resistente di progetto (relativo allo sforzo normale prodotto dai soli carichi permanenti)
- χ_y = curvatura di snervamento (calcolata sui diagrammi M- χ)
- v = fattore di correzione per la parte di pila non fessurata (~1.20).

2.2 ANALISI DEI CARICHI

2.2.1 Peso Proprio (g1)

Il peso proprio delle travi (comprehensive di soletta), dei trasversi e delle pile viene fatto calcolare automaticamente dal codice di calcolo assumendo un peso specifico del calcestruzzo pari a 25 kN/m³.

A cavallo degli assi appoggio, per una lunghezza di circa 1.50 m da ciascun lato dell'asse appoggio, le travi prefabbricate sono riempite con in getto di calcestruzzo necessario alla solidarizzazione longitudinale delle travi prefabbricate e per incrementare la resistenza a taglio delle sezioni.

Il carico dovuto a tale riempimento viene schematizzato nel modello di calcolo come un carico uniformemente distribuito di intensità pari al prodotto dell'area interna di ciascun cassoncino e del peso specifico del calcestruzzo:

| | | | | |
|-----------------------|---|-------|-------------------|---------------------------------------|
| A_r | = | 1.41 | m ² | area interna della trave a cassoncino |
| γ_{cls} | = | 25 | kN/m ³ | peso specifico calcestruzzo |
| $g_{1.2}$ | = | 35.25 | kN/m | carico distribuito |

| | |
|--|---|
| CORRIDOIO PLURIMODALE TIRRENICO-NORD EUROPA ITINERARIO AGRIGENTO -CALTANISSETTA-A19 S.S. N° 640 "DI PORTO EMPEDOCLE" AMMODERNAMENTO E ADEGUAMENTO ALLA CAT. B DEL D.M. 5.11.2001 Dal km 44+000 allo svincolo con l'A19 Progetto Esecutivo | Opera: Viadotto Favarella |
| | Relazione di Calcolo Pile |
| | Pagina 11 di 85 |
| | Nome file: V102-C-CL005-B.00_relazione_calcolo_pile_dx.doc |

2.2.2 Permanenti portati su impalcato (g₂)

I sovraccarichi permanenti consistono nei seguenti contributi:

Permanenti portati (g₂)

| | carico unitario [kPa] | larghezza [m] | carico lineare [kN/m] | | |
|----------------------|-----------------------|---------------|-----------------------|------|----------------------------------|
| g _{2.1.sxD} | 2.50 | 2.99 | 7.48 | kN/m | pavimentazione lato trave sx D |
| g _{2.1.sxC} | 2.50 | 2.50 | 6.25 | kN/m | pavimentazione lato trave sx C |
| g _{2.1.dxB} | 2.50 | 2.50 | 6.25 | kN/m | pavimentazione lato trave dx B |
| g _{2.1.dxA} | 2.50 | 2.51 | 6.28 | kN/m | pavimentazione lato trave dx A |
| g _{2.3.sxD} | - | - | 1.00 | kN/m | guard-rail sx |
| g _{2.3.dxA} | - | - | 1.00 | kN/m | guard-rail dx |
| g _{2.4.dxA} | - | - | 1.50 | kN/m | barriera dx |
| g _{2.5.sxD} | - | - | 1.00 | kN/m | veletta sx |
| g _{2.5.dxA} | - | - | 1.00 | kN/m | veletta dx |
| g ₂ | | | 31.75 | kN/m | permanente portato totale |
| g _{2.sxD} | | | 9.48 | kN/m | permanente portato su trave sx D |
| g _{2.sxC} | | | 6.25 | kN/m | permanente portato su trave sx C |
| g _{2.dxB} | | | 6.25 | kN/m | permanente portato su trave dx B |
| g _{2.dxA} | | | 9.78 | kN/m | permanente portato su trave dx A |

2.2.3 Effetti del ritiro (e₂)

Assumendo in questa fase una deformazione di ritiro pari allo 0.3‰, gli effetti del ritiro vengono schematizzati mediante delle forze e delle coppie concentrate alle estremità dell'impalcato, valutate come:

Poiché la soletta viene gettata in opera su travi che hanno già sviluppato liberamente deformazioni omogenee di ritiro, si tiene conto solo dello scorrimento relativo trave soletta. Si ipotizza che tale scorrimento residuo sia pari a:

$$\varepsilon_{sh} = \varepsilon_{sh \text{ travi}}(60, \infty) - \varepsilon_{sh \text{ soletta}}(2, \infty) = 2.0e-04 \quad (\text{deformazione da ritiro residua})$$

Vengono valutati separatamente gli effetti primari del ritiro e gli effetti secondari (dovuti all'iperstaticità della struttura). Gli effetti primari vengono valutati con la formula:

$$N_{sh} = \varepsilon_{sh} \times E_c \times A_c \quad (\text{compressione sull'impalcato dovuto al ritiro});$$

$$M_{sh} = N_{sh} \times e \quad (\text{momento flettente sull'impalcato prodotto dal ritiro});$$

dove:

e = eccentricità fra il baricentro della soletta ed il baricentro della sezione composta omogeneizzata;

e = area della sezione trasversale della soletta soggetta a ritiro.

In sede di verifica tensionale, nella soletta, alle tensioni indotte da N_r ed M_r, si aggiunge lo stato di coazione locale di trazione $\sigma_{sh} = \varepsilon_{sh} \times E_c$

Gli effetti secondari (iperstatici) vengono presi in conto dalla modellazione globale effettuata attraverso l'attribuzione agli elementi finiti che schematizzano le travi dell'impalcato di deformazioni e curvature impresse.

Seguono i calcoli delle grandezze suddette.

| | |
|--|---|
| CORRIDOIO PLURIMODALE TIRRENICO-NORD EUROPA ITINERARIO AGRIGENTO -CALTANISSETTA-A19 S.S. N° 640 "DI PORTO EMPEDOCLE" AMMODERNAMENTO E ADEGUAMENTO ALLA CAT. B DEL D.M. 5.11.2001 Dal km 44+000 allo svincolo con l'A19 Progetto Esecutivo | Opera: Viadotto Favarella |
| | Relazione di Calcolo Pile |
| | Pagina 12 di 85 |
| | Nome file: V102-C-CL005-B.00_relazione_calcolo_pile_dx.doc |

| | | trave-bordo | trave-centrale | | |
|---------------------|---|-------------|----------------|----------------|--|
| ε_{sh} | = | 0.00020 | 0.00020 | | deformazione da ritiro differenziale trave-soletta |
| E^*_c | = | 11214 | 11214 | MPa | modulo elastico ridotto cls per fenomeni viscosi |
| σ_{sh} | = | 2.24 | 2.24 | MPa | trazione nel calcestruzzo |
| A_c | = | 0.94 | 0.625 | m ² | area conglomerato |
| N_{sh} | = | 2097 | 1402 | kN | trazione nella soletta |
| e | = | 0.53 | 0.64 | m | eccentricità soletta rispetto al baricentro della sezione composta |
| M_{sh} | = | 1101 | 890 | kN*m | momento flettente nella trave |
| N_{rt} | = | 2097 | 1402 | kN | compressione su ciascuna trave |
| M_{rt} | = | 1101 | 890 | kN*m | momento flettente su ciascuna trave |
| A | = | 1.700 | 1.410 | m ² | area sezione omogeneizzata |
| J_{SAP} | = | 0.872 | 0.710 | m ⁴ | momento d'inerzia sezione omogeneizzata |
| ε_{rit} | = | 3.387E-05 | 2.730E-05 | | deformazione longitudinale equivalente all'effetto secondario del ritiro |
| χ_{rit} | = | 3.467E-05 | 3.443E-05 | 1/m | curvatura equivalente all'effetto secondario del ritiro |

2.2.4 Effetti della temperatura (e3)

I criteri per la determinazione degli effetti della temperatura sono contenuti in NTC-08, cap. 3.5 (rif. Eurocodici EN 1991-1-5). Dal momento che NTC-08 non riporta prescrizioni specifiche per il calcolo degli effetti della temperatura (in particolare i gradienti termici) per i ponti si farà riferimento ai criteri contenuti negli Eurocodici.

2.2.4.1 Variazioni termiche uniformi Δt_N

Per l'Italia, il range di temperatura dell'aria è definito dai seguenti valori:

$$T_{min} = -15 \text{ }^\circ\text{C}$$

$$T_{max} = +45 \text{ }^\circ\text{C}$$

a cui corrispondono, per ponti di gruppo 3 (tipologia impalcato di calcestruzzo), i seguenti valori riferiti alla struttura:

$$T_{e,min} = -6 \text{ }^\circ\text{C}$$

$$T_{e,max} = +46 \text{ }^\circ\text{C}$$

Fissando T_0 a 15.0 °C, dedotto dall'Annesso nazionale dell'Eurocodice, si ottiene l'escursione termica effettiva subita dall'impalcato:

$$\Delta T_{N,comp} = -21 \text{ }^\circ\text{C}$$

$$\Delta T_{N,exp} = +31 \text{ }^\circ\text{C}$$

a cui corrisponde complessivamente un'escursione pari a:

$$\Delta T_N = 52.0 \text{ }^\circ\text{C}.$$

2.2.4.2 Variazioni termiche differenziali estradosso-intradosso Δt_M

Per ponti di gruppo 3 (concrete box girder), i valori caratteristici delle variazioni lineari di temperatura (gradiente tra intradosso ed estradosso) risultano:

$$\Delta T_{M,heat} = 10.0 \text{ }^\circ\text{C}$$

$$\Delta T_{M,cool} = -5.0 \text{ }^\circ\text{C}$$

Considerando il coefficiente riduttivo di Δt_{pos} concesso per tenere conto dello spessore del manto di asfaltatura ($k_{sur} = 1$ per $t = 100.0$ mm), si ottengono i valori di progetto:

$$k_{sur} \Delta T_{M,heat} = 10.0 \text{ }^\circ\text{C}$$

estradosso più caldo dell'intradosso

$$k_{sur} \Delta T_{M,cool} = -5.0 \text{ }^\circ\text{C}$$

estradosso più freddo dell'intradosso

| | |
|--|---|
| CORRIDOIO PLURIMODALE TIRRENICO-NORD EUROPA ITINERARIO AGRIGENTO -CALTANISSETTA-A19 S.S. N° 640 "DI PORTO EMPEDOCLE" AMMODERNAMENTO E ADEGUAMENTO ALLA CAT. B DEL D.M. 5.11.2001 Dal km 44+000 allo svincolo con l'A19 Progetto Esecutivo | Opera: Viadotto Favarella |
| | Relazione di Calcolo Pile |
| | Pagina 13 di 85 |
| | Nome file: V102-C-CL005-B.00_relazione_calcolo_pile_dx.doc |

2.2.4.3 Combinazione degli effetti uniformi e lineari

La combinazione degli effetti dovuti alla variazione termica uniforme e lineare verrà effettuata sfruttando la formula di combinazione proposta dalla normativa, che prevede due combinazioni principali in cui Δt_M e Δt_N sono amplificati mediante differenti coefficienti di combinazione:

$$C1: \Delta t_M + 0.35 \Delta t_N$$

$$C2: 0.75 \Delta t_M + \Delta t_N$$

Sulla base delle due combinazioni principali prima definite sono state applicate sull'impalcato, al fine della determinazione degli effetti più gravosi indotti dagli effetti termici le seguenti n. 8 condizioni di carico:

1. $\Delta t_M + 0.35 \Delta t_N$;
2. $\Delta t_M - 0.35 \Delta t_N$;
3. $-\Delta t_M + 0.35 \Delta t_N$;
4. $-\Delta t_M - 0.35 \Delta t_N$;
5. $0.75 \Delta t_M + \Delta t_N$;
6. $0.75 \Delta t_M - \Delta t_N$;
7. $-0.75 \Delta t_M + \Delta t_N$;
8. $-0.75 \Delta t_M - \Delta t_N$.

2.2.5 Carichi mobili (q1)

Si seguono le disposizioni contenute nel D.M. 2008, cap. 5.1.3.3.5, equivalenti a quelle contenute in EN 1991-2. Si fa riferimento a ponti di I categoria.

Nel caso in esame, la carreggiata, di larghezza utile massima pari a 11.52 m, è in grado di ospitare 3 corsie di carico di larghezza convenzionale pari a 3.0 m. La parte rimanente ("remaining area") è variabile tra un massimo di 2.52 m ed un minimo di 1.50 m.

Corsia di carico n.1 costituita da:

- Schema di carico n.1: n. 4 carichi concentrati da 150 kN cadauno disposti ad interasse 2.00 m in direzione longitudinale al viadotto e 2.00 m in direzione trasversale;
- Carico uniformemente ripartito di intensità 9.0 kPa su una larghezza di 3.00 m.

Corsia di carico n. 2 costituita da:

- Schema di carico n.1 ridotto: n. 4 carichi concentrati da 100 kN cadauno disposti ad interasse 2.00 m in direzione longitudinale al viadotto e 2.00 m in direzione trasversale;
- Carico uniformemente ripartito di intensità 2.5 kPa su una larghezza di 3.00 m.

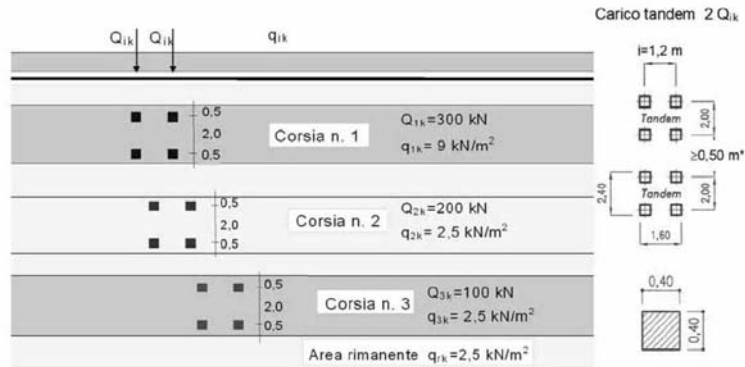
Corsia di carico n. 3 costituita da:

- Schema di carico n.1 ridotto: n. 4 carichi concentrati da 50 kN cadauno disposti ad interasse 2.00 m in direzione longitudinale al viadotto e 2.00 m in direzione trasversale;
- Carico uniformemente ripartito di intensità 2.5 kPa su una larghezza di 3.00 m.

Corsia di carico n. 4 (Remaining area RA) costituita da:

- Carico uniformemente ripartito di intensità 2.5 kPa su una larghezza residua di impalcato.

| | |
|--|---|
| CORRIDOIO PLURIMODALE TIRRENICO-NORD EUROPA ITINERARIO AGRIGENTO -CALTANISSETTA-A19 S.S. N° 640 "DI PORTO EMPEDOCLE" AMMODERNAMENTO E ADEGUAMENTO ALLA CAT. B DEL D.M. 5.11.2001 Dal km 44+000 allo svincolo con l'A19 Progetto Esecutivo | Opera: Viadotto Favarella |
| | Relazione di Calcolo Pile |
| | Pagina 14 di 85 |
| | Nome file: V102-C-CL005-B.00_relazione_calcolo_pile_dx.doc |



Le stese dei carichi mobili prima definite sono state poste sull'impalcato nelle posizioni tali da produrre le sollecitazioni e le deformazioni più gravose, sia nelle membrature dell'impalcato sia nelle sottostrutture. La ricerca delle disposizioni sia longitudinali che trasversali dei carichi mobili più gravose è stata effettuata in maniera automatica dal codice di calcolo impiegato per l'analisi dell'impalcato. Infatti, il programma di calcolo SAP2000 esegue l'analisi delle sollecitazioni dovute ai carichi mobili partendo dalle linee d'influenza di ciascuna sezione e sommando soltanto i termini che contribuiscono a massimizzare il valore assoluto della sollecitazione stessa (rispettivamente per i valori massimi ed i valori minimi).

In tale maniera si ottempera a quanto previsto dalla Normativa che prevede che i carichi mobili siano disposti lungo l'asse della corsia nel modo più sfavorevole (disposizione a scacchiera).

In aggiunta allo schema di carico 1 deve essere considerato anche lo schema di carico 5, corrispondente alla presenza di folla compatta, ridotto del 50%: esso va modellato come un carico uniformemente ripartito di 2.5 kN/m² agente sui due marciapiedi. Lo schema di carico 5 deve inoltre essere considerato al 100% come alternativa allo schema 1.

2.2.6 Incremento dinamico dei carichi mobili (q2)

I carichi mobili prima descritti includono già gli effetti di amplificazione dinamica per pavimentazione di media rugosità.

2.2.7 Azione di frenatura/accelerazione (q3)

La forza di frenamento o di accelerazione è funzione del carico verticale totale agente sulla corsia convenzionale n. 1 ed è uguale a:

$$180 \text{ kN} \leq Q_3 = 0.6 \times (2 \times Q_{1k}) + 0.1 \times q_{1k} \times w_1 \times L \leq 900 \text{ kN}$$

Nello caso specifico del viadotto in esame detta forza vale:

| | | | | |
|----------|---|------|------|---|
| w_1 | = | 3.00 | m | larghezza corsie convenzionali |
| Q_{1k} | = | 300 | kN | singolo asse Q1k |
| q_{1k} | = | 9 | kPa | carico uniformemente distribuito |
| L | = | 122 | m | lunghezza del viadotto |
| Q_3 | = | 689 | kN | forza di frenatura (accelerazione) sull'intero viadotto |
| q_{3l} | = | 1.41 | kN/m | azione di frenatura per unità di lunghezza su singola trave |

2.2.8 Forza centrifuga (q4)

Il tracciato planimetrico del viadotto è rettilineo per cui non si ha azione centrifuga.

| | |
|--|---|
| CORRIDOIO PLURIMODALE TIRRENICO-NORD EUROPA ITINERARIO AGRIGENTO -CALTANISSETTA-A19 S.S. N° 640 "DI PORTO EMPEDOCLE" AMMODERNAMENTO E ADEGUAMENTO ALLA CAT. B DEL D.M. 5.11.2001 Dal km 44+000 allo svincolo con l'A19 Progetto Esecutivo | Opera: Viadotto Favarella |
| | Relazione di Calcolo Pile |
| | Pagina 15 di 85 |
| | Nome file: V102-C-CL005-B.00_relazione_calcolo_pile_dx.doc |

2.2.9 Azione di neve, vento (q5)

Il carico neve viene trascurato in questa analisi in quanto la sua azione è significativa solamente in fase di esecuzione dell'opera; per quanto riguarda invece il vento, a partire da informazioni quali l'ubicazione geografica del sito di realizzazione dell'opera, la rugosità e la topografia del terreno, la categoria di esposizione del sito e l'altezza dal suolo, la normativa (NTC cap.3.3) permette di valutare l'azione del vento in termini di azioni statiche equivalenti (la pressione statica del vento può essere rappresentata in termini di sollecitazioni globali applicate poi alle travi come carichi distribuiti verticali ed orizzontali).

Di seguito si riporta il dettaglio del calcolo dell'azione del vento sull'impalcato e sulle pile del pviadotto.

Vento su impalcato

| | | | |
|--------------|---------|-------------------|---|
| zona | = 4 | | sicilia |
| $v_{b,0}$ | = 28 | m/s | |
| a_0 | = 500 | m | |
| k_a | = 0.02 | 1/s | |
| a_s | = 470 | m | altitudine del sito |
| v_b | = 28 | m/s | velocità di riferimento |
| ρ | = 1.25 | kg/m ³ | densità dell'aria |
| q_b | = 0.490 | kN/m ² | pressione cinetica di riferimento |
| | = D | | classe di rugosità del terreno |
| c_t | = 1 | | coefficiente di topografia |
| | = II | | categoria di esposizione del sito |
| k_r | = 0.19 | | |
| z_0 | = 0.05 | m | |
| z_{min} | = 4.00 | m | |
| z | = 15.50 | m | altezza sul suolo (massima) |
| c_e | = 2.64 | | coefficiente di esposizione |
| c_p | = 1 | | coefficiente di forma |
| c_d | = 1 | | coefficiente dinamico |
| p | = 1.29 | kN/m ² | pressione del vento |
| H_{vc} | = 3.00 | m | altezza veicolo convenzionale |
| H_{imp} | = 2.05 | m | altezza impalcato |
| H_{vento} | = 5.05 | m | altezza superficie di spinta |
| F_{vento} | = 6.53 | kN/m | azione del vento su impalcato |
| Y_G | = 1.37 | m | distanza da intradosso baricentro impalcato |
| e | = 1.16 | m | eccentricità dell'azione del vento |
| M_{vento} | = 7.54 | kNm/m | coppia torcente |
| J_y | = 31.25 | m ⁴ | momento di inerzia fittizio impalcato |
| $q_{5v,D-A}$ | = 0.90 | kN/m | azione verticale su travi di bordo |
| $q_{5v,C-B}$ | = 0.30 | kN/m | azione verticale su travi centrali |
| q_{5h} | = 1.63 | kN/m | azione orizzontale su ciascuna trave |

Vento su pile

| | | | |
|---------------|--------|------|--------------------------------------|
| B | = 3 | m | larghezza pila (diametro) |
| $q_{5,pile}$ | = 3.88 | kN/m | azione del vento trasversale su pile |
| $H_{pulgino}$ | = 1.5 | m | |
| $B_{pulgino}$ | = 3.2 | m | |
| F_{pila} | = 6.20 | kN | |

| | |
|--|---|
| CORRIDOIO PLURIMODALE TIRRENICO-NORD EUROPA ITINERARIO AGRIGENTO -CALTANISSETTA-A19 S.S. N° 640 "DI PORTO EMPEDOCLE" AMMODERNAMENTO E ADEGUAMENTO ALLA CAT. B DEL D.M. 5.11.2001 Dal km 44+000 allo svincolo con l'A19 Progetto Esecutivo | Opera: Viadotto Favarella |
| | Relazione di Calcolo Pile |
| | Pagina 16 di 85 |
| | Nome file: V102-C-CL005-B.00_relazione_calcolo_pile_dx.doc |

2.2.10 Azione sismica (q6)

La risposta sismica è stata determinata attraverso un'analisi dinamica elastico-lineare con spettro di risposta. A tal fine, sia per le due componenti orizzontali, sia per la componente verticale del sisma, si è fatto riferimento alla spettro di progetto elastico (coefficiente di struttura $q=1$) allo S.L.V. Per il dimensionamento dei dispositivi antisismici si è fatto invece riferimento allo SLC (stato limite di collasso).

Sebbene i dispositivi sismici di cui si prevede l'impiego garantiscano uno smorzamento superiore al 15%, nelle analisi eseguite, conformemente a quanto prescritto in normativa, è stato considerato uno smorzamento pari al 10 %.

Gli spettri considerati sono caratterizzati dai seguenti parametri:

| Coordinate Piane Gauss Boaga Roma 40 | | |
|--------------------------------------|--------------|--------------|
| | Spalla 1 | Spalla 2 |
| Longitudine | 2431040.7975 | 2431127.1376 |
| Latitudine | 4146207.6993 | 4146290.2387 |
| Fuso | E | E |
| Coordinate Geografiche WGS84 GD | | |
| | Spalla 1 | Spalla 2 |
| Longitudine | 13.9940614 | 13.9950275 |
| Latitudine | 37.4583615 | 37.4591137 |
| Fuso | E | E |

| | | |
|--|-----------------|-----|
| Vita nominale | Vn | 50 |
| Classe d'uso | | IV |
| Coefficiente d'uso | Cu | 2 |
| Periodo di riferimento per l'azione sismica | Vr | 100 |
| Categoria topografica | | T1 |
| Profondità piano di posa fondazione | - 3 mt dal p.c. | |

| Parametri sismici Spalla 1 | | | |
|----------------------------|-------|-------|-------|
| SLO | | | |
| TR | ag(g) | F0 | Tc* |
| 60 | 0,035 | 2,513 | 0,272 |
| SLD | | | |
| TR | ag(g) | F0 | Tc* |
| 101 | 0,042 | 2,528 | 0,315 |
| SLV | | | |
| TR | ag(g) | F0 | Tc* |
| 949 | 0.088 | 2.661 | 0.494 |
| SLC | | | |
| TR | ag(g) | F0 | Tc* |
| 1950 | 0.108 | 2.747 | 0.537 |

| Parametri sismici Spalla 2 | | | |
|----------------------------|-------|-------|-------|
| SLO | | | |
| TR | ag(g) | F0 | Tc* |
| 60 | 0.035 | 2.513 | 0.272 |

| | |
|--|---|
| CORRIDOIO PLURIMODALE TIRRENICO-NORD EUROPA ITINERARIO AGRIGENTO -CALTANISSETTA-A19 S.S. N° 640 "DI PORTO EMPEDOCLE" AMMODERNAMENTO E ADEGUAMENTO ALLA CAT. B DEL D.M. 5.11.2001 Dal km 44+000 allo svincolo con l'A19 Progetto Esecutivo | Opera: Viadotto Favarella |
| | Relazione di Calcolo Pile |
| | Pagina 17 di 85 |
| | Nome file: V102-C-CL005-B.00_relazione_calcolo_pile_dx.doc |

| SLD | | | |
|------|-------|----------------|------------------|
| TR | ag(g) | F ₀ | T _c * |
| 101 | 0.042 | 2.528 | 0.315 |
| SLV | | | |
| TR | ag(g) | F ₀ | T _c * |
| 949 | 0.088 | 2.661 | 0.493 |
| SLC | | | |
| TR | ag(g) | F ₀ | T _c * |
| 1950 | 0.108 | 2.746 | 0.53 |

INDAGINI DI RIFERIMENTO

| S17 DH (2006) | Coordinate Piane Gauss Boaga Roma 40 | | |
|---------------|--------------------------------------|--|--|
| Longitudine | 2431046.2766 | | |
| Latitudine | 4146192.6496 | | |
| Fuso | E | | |
| | Coordinate Geografiche WGS84 GD | | |
| Longitudine | 13.9941251 | | |
| Latitudine | 37.4582264 | | |
| Fuso | E | | |

| Vs30 (m/sec) | Categoria di suolo |
|--------------|--------------------|
| 312.00 | C |

| RR7 | Coordinate Piane Gauss Boaga Roma 40 | | |
|-------------|--------------------------------------|--|--|
| Longitudine | 2431189.1800 | | |
| Latitudine | 4146346.7900 | | |
| Fuso | E | | |
| | Coordinate Geografiche WGS84 GD | | |
| Longitudine | 13.9957222 | | |
| Latitudine | 37.4596388 | | |
| Fuso | E | | |

| Vs30 (m/sec) | Categoria di suolo |
|--------------|--------------------|
| 274.68 | C |

| Punti dello spettro di risposta allo SLV Orzzontale | | Verticale | |
|---|----------------------|-----------|-----------------------|
| T | S _e (T)/g | T | S _{ev} (T)/g |
| 0 | 0.128 | 0 | 0.034 |
| 0.216 | 0.341 | 0.05 | 0.09 |
| 0.648 | 0.341 | 0.15 | 0.09 |
| 0.71 | 0.311 | 0.235 | 0.057 |
| 0.771 | 0.287 | 0.32 | 0.042 |
| 0.833 | 0.265 | 0.405 | 0.033 |
| 0.894 | 0.247 | 0.49 | 0.027 |
| 0.956 | 0.231 | 0.575 | 0.023 |

| Punti dello spettro di risposta allo SLC Orzzontale | | Verticale | |
|---|----------------------|-----------|-----------------------|
| T | S _e (T)/g | T | S _{ev} (T)/g |
| 0 | 0.157 | 0 | 0.046 |
| 0.229 | 0.431 | 0.05 | 0.125 |
| 0.688 | 0.431 | 0.15 | 0.125 |
| 0.752 | 0.395 | 0.235 | 0.08 |
| 0.815 | 0.364 | 0.32 | 0.059 |
| 0.878 | 0.338 | 0.405 | 0.046 |
| 0.941 | 0.315 | 0.49 | 0.038 |
| 1.005 | 0.295 | 0.575 | 0.033 |

| | |
|--|---|
| CORRIDOIO PLURIMODALE TIRRENICO-NORD EUROPA ITINERARIO AGRIGENTO -CALTANISSETTA-A19 S.S. N° 640 "DI PORTO EMPEDOCLE" AMMODERNAMENTO E ADEGUAMENTO ALLA CAT. B DEL D.M. 5.11.2001 Dal km 44+000 allo svincolo con l'A19 Progetto Esecutivo | Opera: Viadotto Favarella |
| | Relazione di Calcolo Pile |
| | Pagina 18 di 85 |
| | Nome file: V102-C-CL005-B.00_relazione_calcolo_pile_dx.doc |

| Punti dello spettro di risposta allo SLV Orizzontale | | Verticale | |
|---|------------|-----------|---------------|
| T | $S_e(T)/g$ | T | $S_{ev}(T)/g$ |
| 1.018 | 0.217 | 0.66 | 0.02 |
| 1.079 | 0.205 | 0.745 | 0.018 |
| 1.141 | 0.194 | 0.83 | 0.016 |
| 1.202 | 0.184 | 0.915 | 0.015 |
| 1.264 | 0.175 | 1 | 0.013 |
| 1.325 | 0.167 | 1.094 | 0.011 |
| 1.387 | 0.159 | 1.188 | 0.01 |
| 1.449 | 0.153 | 1.281 | 0.008 |
| 1.51 | 0.146 | 1.375 | 0.007 |
| 1.572 | 0.141 | 1.469 | 0.006 |
| 1.633 | 0.135 | 1.563 | 0.006 |
| 1.695 | 0.13 | 1.656 | 0.005 |
| 1.757 | 0.126 | 1.75 | 0.004 |
| 1.818 | 0.122 | 1.844 | 0.004 |
| 1.88 | 0.118 | 1.938 | 0.004 |
| 1.941 | 0.114 | 2.031 | 0.003 |
| 2.039 | 0.103 | 2.125 | 0.003 |
| 2.137 | 0.094 | 2.219 | 0.003 |
| 2.235 | 0.086 | 2.313 | 0.003 |
| 2.333 | 0.079 | 2.406 | 0.002 |
| 2.431 | 0.073 | 2.5 | 0.002 |
| 2.53 | 0.067 | 2.594 | 0.002 |
| 2.628 | 0.062 | 2.688 | 0.002 |
| 2.726 | 0.058 | 2.781 | 0.002 |
| 2.824 | 0.054 | 2.875 | 0.002 |
| 2.922 | 0.05 | 2.969 | 0.002 |
| 3.02 | 0.047 | 3.063 | 0.001 |
| 3.118 | 0.044 | 3.156 | 0.001 |
| 3.216 | 0.041 | 3.25 | 0.001 |
| 3.314 | 0.039 | 3.344 | 0.001 |
| 3.412 | 0.037 | 3.438 | 0.001 |
| 3.51 | 0.035 | 3.531 | 0.001 |
| 3.608 | 0.033 | 3.625 | 0.001 |
| 3.706 | 0.031 | 3.719 | 0.001 |
| 3.804 | 0.03 | 3.813 | 0.001 |
| 3.902 | 0.028 | 3.906 | 0.001 |
| 4 | 0.027 | 4 | 0.001 |

| Punti dello spettro di risposta allo SLC Orizzontale | | Verticale | |
|---|------------|-----------|---------------|
| T | $S_e(T)/g$ | T | $S_{ev}(T)/g$ |
| 1.068 | 0.278 | 0.66 | 0.028 |
| 1.131 | 0.262 | 0.745 | 0.025 |
| 1.195 | 0.248 | 0.83 | 0.023 |
| 1.258 | 0.236 | 0.915 | 0.021 |
| 1.321 | 0.225 | 1 | 0.019 |
| 1.384 | 0.214 | 1.094 | 0.016 |
| 1.448 | 0.205 | 1.188 | 0.013 |
| 1.511 | 0.196 | 1.281 | 0.011 |
| 1.574 | 0.189 | 1.375 | 0.01 |
| 1.638 | 0.181 | 1.469 | 0.009 |
| 1.701 | 0.175 | 1.563 | 0.008 |
| 1.764 | 0.168 | 1.656 | 0.007 |
| 1.828 | 0.162 | 1.75 | 0.006 |
| 1.891 | 0.157 | 1.844 | 0.006 |
| 1.954 | 0.152 | 1.938 | 0.005 |
| 2.017 | 0.147 | 2.031 | 0.005 |
| 2.112 | 0.134 | 2.125 | 0.004 |
| 2.206 | 0.123 | 2.219 | 0.004 |
| 2.301 | 0.113 | 2.313 | 0.004 |
| 2.395 | 0.104 | 2.406 | 0.003 |
| 2.489 | 0.097 | 2.5 | 0.003 |
| 2.584 | 0.09 | 2.594 | 0.003 |
| 2.678 | 0.083 | 2.688 | 0.003 |
| 2.773 | 0.078 | 2.781 | 0.002 |
| 2.867 | 0.073 | 2.875 | 0.002 |
| 2.962 | 0.068 | 2.969 | 0.002 |
| 3.056 | 0.064 | 3.063 | 0.002 |
| 3.15 | 0.06 | 3.156 | 0.002 |
| 3.245 | 0.057 | 3.25 | 0.002 |
| 3.339 | 0.054 | 3.344 | 0.002 |
| 3.434 | 0.051 | 3.438 | 0.002 |
| 3.528 | 0.048 | 3.531 | 0.002 |
| 3.622 | 0.046 | 3.625 | 0.001 |
| 3.717 | 0.043 | 3.719 | 0.001 |
| 3.811 | 0.041 | 3.813 | 0.001 |
| 3.906 | 0.039 | 3.906 | 0.001 |
| 4 | 0.037 | 4 | 0.001 |

| | |
|--|---|
| CORRIDOIO PLURIMODALE TIRRENICO-NORD EUROPA ITINERARIO AGRIGENTO -CALTANISSETTA-A19 S.S. N° 640 "DI PORTO EMPEDOCLE" AMMODERNAMENTO E ADEGUAMENTO ALLA CAT. B DEL D.M. 5.11.2001 Dal km 44+000 allo svincolo con l'A19 Progetto Esecutivo | Opera: Viadotto Favarella |
| | Relazione di Calcolo Pile |
| | Pagina 19 di 85 |
| | Nome file: V102-C-CL005-B.00_relazione_calcolo_pile_dx.doc |

La massa delle pile è computata automaticamente dal programma di calcolo, una volta definite le caratteristiche geometriche delle sezioni e la densità del materiale (quest'ultima assunta pari a 2500 kg/m³). La massa dell'impalcato è stata attribuita alle travi ed ai trasversi come una massa per unità di lunghezza:

| | | | |
|------------|------|-----|-----------|
| trave D | 6.07 | t/m | tratto a |
| trave C | 4.36 | t/m | sezione |
| trave B | 4.36 | t/m | variabile |
| trave A | 6.33 | t/m | |
| trave D | 5.81 | t/m | tratto a |
| trave C | 4.36 | t/m | sezione |
| trave B | 4.36 | t/m | costante |
| trave A | 6.07 | t/m | |
| tvv pile | 9.40 | t/m | |
| tvv spalle | 3.13 | t/m | |

Sono stati considerati 50 modi di vibrare. Tale numero è risultato sufficiente ad eccitare in ciascuna delle tre direzioni del sisma una massa superiore allo 85% della massa totale. Le tre componenti x, y e z dell'azione sismica (rispettivamente longitudinale, trasversale e verticale) sono state combinate come di seguito:

- sisma 1) $E_x + 0.3 \times E_y + 0.3 \times E_z$;
sisma 2) $0.3 \times E_x + E_y + 0.3 \times E_z$;
sisma 3) $0.3 \times E_x + 0.3 \times E_y + E_z$;

2.2.11 Resistenza parassita dei vincoli (q7)

Associati ai carichi verticali si considerano delle azioni orizzontali che a favore di sicurezza vengono valutati pari all'1% dei carichi verticali (tali azioni non sarebbero presenti in questa opera poichè non esiste un punto fisso rispetto al quale l'impalcato tende ad incipiente movimento) tenendo conto che sono dovute alle rotazioni degli isolatori che generano tali azioni orizzontali.

2.3 RIPOSTA SISMICA DEL VIADOTTO

La risposta sismica del viadotto è stata studiata attraverso un'analisi modale. Per attivare l'85% della massa della struttura sono stati necessari 50 naturali di vibrazione. Per semplicità si riportò una tabella con le informazioni sui primi 20 modi (Tabella 2.1 – Informazioni modale. Tabella 2.1) e in si riportano le prime 4 deformate modali.

| TABLE: Modal Periods And Frequencies | | | | | | |
|--------------------------------------|----------|----------|----------|-----------|----------|------------|
| OutputCase | StepType | StepNum | Period | Frequency | CircFreq | Eigenvalue |
| Text | Text | Unitless | Sec | Cyc/sec | rad/sec | rad2/sec2 |
| modale | Mode | 1 | 1.863511 | 0.53662 | 3.3717 | 11.368 |
| modale | Mode | 2 | 1.85252 | 0.53981 | 3.3917 | 11.504 |
| modale | Mode | 3 | 1.543841 | 0.64773 | 4.0698 | 16.564 |
| modale | Mode | 4 | 0.453974 | 2.2028 | 13.84 | 191.56 |
| modale | Mode | 5 | 0.242627 | 4.1216 | 25.897 | 670.63 |
| modale | Mode | 6 | 0.214813 | 4.6552 | 29.25 | 855.53 |
| modale | Mode | 7 | 0.201652 | 4.959 | 31.159 | 970.86 |
| modale | Mode | 8 | 0.197687 | 5.0585 | 31.784 | 1010.2 |
| modale | Mode | 9 | 0.18116 | 5.52 | 34.683 | 1202.9 |
| modale | Mode | 10 | 0.172236 | 5.806 | 36.48 | 1330.8 |
| modale | Mode | 11 | 0.161361 | 6.1973 | 38.939 | 1516.2 |
| modale | Mode | 12 | 0.144254 | 6.9322 | 43.557 | 1897.2 |
| modale | Mode | 13 | 0.129099 | 7.746 | 48.669 | 2368.7 |

| TABLE: Modal Periods And Frequencies | | | | | | |
|--------------------------------------|----------|----------|----------|-----------|----------|------------|
| OutputCase | StepType | StepNum | Period | Frequency | CircFreq | Eigenvalue |
| Text | Text | Unitless | Sec | Cyc/sec | rad/sec | rad2/sec2 |
| modale | Mode | 14 | 0.124452 | 8.0352 | 50.487 | 2548.9 |
| modale | Mode | 15 | 0.121437 | 8.2347 | 51.74 | 2677 |
| modale | Mode | 16 | 0.107267 | 9.3225 | 58.575 | 3431.1 |
| modale | Mode | 17 | 0.099888 | 10.011 | 62.902 | 3956.7 |
| modale | Mode | 18 | 0.095234 | 10.5 | 65.976 | 4352.8 |
| modale | Mode | 19 | 0.087845 | 11.384 | 71.526 | 5115.9 |
| modale | Mode | 20 | 0.080889 | 12.363 | 77.677 | 6033.7 |

Tabella 2.1 – Informazioni modale.

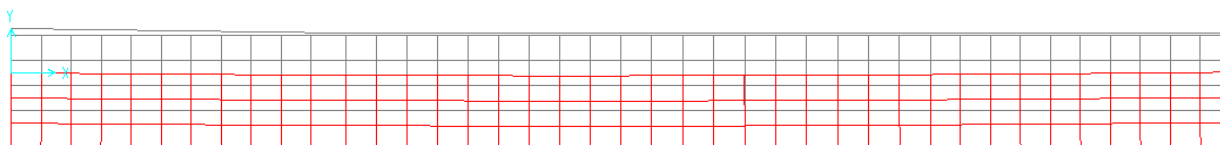


Figura 2.1: Modo 1, periodo 1.8635 sec

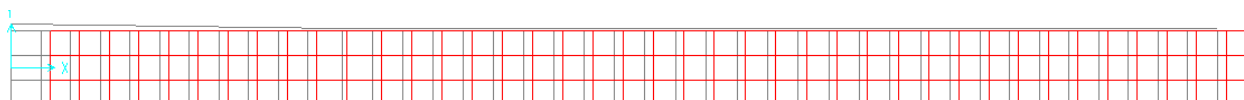


Figura 2.2: Modo 2, periodo 1.8525 sec

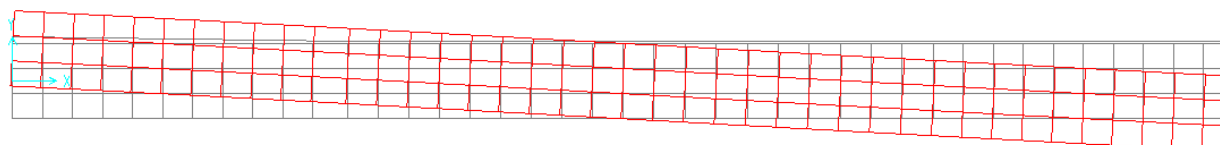


Figura 2.3: Modo 3, periodo 1.5438 sec

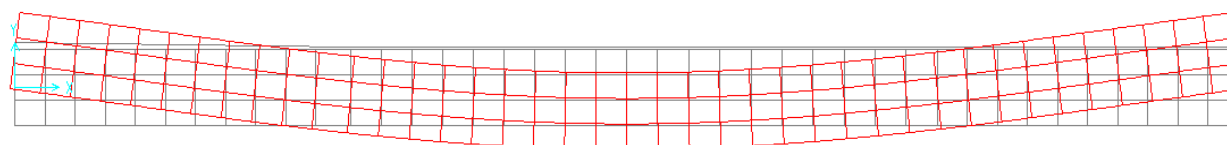


Figura 2.4: Modo 4, periodo 0.4539 sec

| | |
|--|---|
| CORRIDOIO PLURIMODALE TIRRENICO-NORD EUROPA ITINERARIO AGRIGENTO -CALTANISSETTA-A19 S.S. N° 640 "DI PORTO EMPEDOCLE" AMMODERNAMENTO E ADEGUAMENTO ALLA CAT. B DEL D.M. 5.11.2001 Dal km 44+000 allo svincolo con l'A19 Progetto Esecutivo | Opera: Viadotto Favarella |
| | Relazione di Calcolo Pile |
| | Pagina 21 di 85 |
| | Nome file: V102-C-CL005-B.00_relazione_calcolo_pile_dx.doc |

3 SOLLECITAZIONI

3.1 SOLLECITAZIONI NELLE CONDIZIONI DI CARICO ELEMENTARI

Si riportano al presente paragrafo le sollecitazioni nelle sezioni maggiormente significative delle pile. Tali sollecitazioni sono state determinate attraverso la risoluzione del modello numerico globale illustrato nel paragrafo precedente. Le azioni verticali (F_z) si assumono positive se rivolte verso il basso, mentre quelle longitudinali e trasversali (F_x ed F_y) ed i momenti trasversali e longitudinali (M_x e M_y) si assumono in valore assoluto.

Nel seguito si indica con:

| | | |
|--------------|---|--|
| g1-impalcato | = | peso proprio dell'impalcato; |
| g1-pile | = | peso proprio della pila; |
| g1-plinto | = | peso proprio del plinto di fondazione; |
| g2 | = | permanenti portati su impalcato; |
| g2-terreno | = | peso proprio del terreno di ricoprimento; |
| e2 | = | ritiro; |
| e3.3 | = | carico termico su impalcato (massima azione verticale); |
| e3.4 | = | carico termico su impalcato (massima azione trasversale); |
| q1.1 | = | carichi mobili – configurazione 1 (massima azione verticale); |
| q1.2 | = | carichi mobili – configurazione 2 (massimo momento trasversale); |
| q3 | = | frenatura; |
| q4 | = | azione centrifuga; |
| q5-impalcato | = | vento trasversale su impalcato; |
| q5-pile | = | vento trasversale su pile; |
| q6.1 | = | sisma longitudinale + 0.3 sisma trasversale + 0.3 sisma verticale; |
| q6.2 | = | 0.3 sisma longitudinale + sisma trasversale + 0.3 sisma verticale; |
| q6.3 | = | 0.3 sisma longitudinale + 0.3 sisma trasversale + sisma verticale; |
| q7 | = | resistenza parassita dei vincoli (1% dei carichi permanenti). |

3.1.1 Sollecitazioni nella sezione di base delle pile

Si riportano di seguito le sollecitazioni nella sezione di base delle pile nelle condizioni di carico elementari.

Tabella 3.1 - Pila P01 - Sollecitazioni nella sezione di base.

| | F_x | F_y | F_z | M_x | M_y | |
|--------------|-------|-------|-------|-------|-------|---|
| | [kN] | [kN] | [kN] | [kNm] | [kNm] | |
| g1-impalcato | 0 | 0 | 7217 | 188 | 0 | peso proprio impalcato |
| g1-pile | 0 | 0 | 1908 | 0 | 0 | peso proprio pile |
| g2 | 0 | 0 | 1088 | 29 | 0 | permanenti portati |
| e2 | 6 | 0 | -213 | 0 | 59 | ritiro |
| e3.3 | 38 | 0 | -301 | 0 | 404 | temperatura - massima azione verticale |
| e3.4 | 57 | 0 | 150 | 0 | 596 | temperatura - massima azione trasversale |
| q1.1 | 0 | 6 | 2922 | 2721 | 0 | carico mobile - massima azione verticale |
| q1.2 | 0 | 9 | 2206 | 4509 | 0 | carico mobile - massimo momento trasversale |
| q3 | 152 | 0 | 0 | 0 | 1598 | frenatura |
| q4 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | azione centrifuga |
| q5-impalcato | 0 | 163 | 0 | 1772 | 0 | vento su impalcato |
| q5-pile | 0 | 29 | 0 | 126 | 0 | vento su pile |
| q6.1 | 300 | 90 | -93 | 875 | 3030 | sisma (X+0.3Y+0.3Z) |
| q6.2 | 90 | 300 | -93 | 2919 | 908 | sisma (0.3X+Y+0.3Z) |
| q6.3 | 90 | 90 | -309 | 875 | 908 | sisma (0.3X+0.3Y+Z) |
| q7 | 83 | 0 | 0 | 0 | 706 | resistenze parassite appoggi |

| | |
|--|---|
| CORRIDOIO PLURIMODALE TIRRENICO-NORD EUROPA ITINERARIO AGRIGENTO -CALTANISSETTA-A19 S.S. N° 640 "DI PORTO EMPEDOCLE" AMMODERNAMENTO E ADEGUAMENTO ALLA CAT. B DEL D.M. 5.11.2001 Dal km 44+000 allo svincolo con l'A19 Progetto Esecutivo | Opera: Viadotto Favarella |
| | Relazione di Calcolo Pile |
| | Pagina 22 di 85 |
| | Nome file: V102-C-CL005-B.00_relazione_calcolo_pile_dx.doc |

Tabella 3.2 - Pila P02 – Sollecitazioni nella sezione di base.

| | Fx | Fy | Fz | Mx | My | |
|--------------|-----------|-----------|-----------|-----------|-----------|---|
| | [kN] | [kN] | [kN] | [kNm] | [kNm] | |
| g1-impalcato | 0 | 0 | 6402 | 215 | 0 | peso proprio impalcato |
| g1-pile | 0 | 0 | 1770 | 0 | 0 | peso proprio pile |
| g2 | 0 | 0 | 944 | 34 | 0 | permanenti portati |
| e2 | 0 | 0 | 94 | 0 | 0 | ritiro |
| e3.3 | 0 | 0 | -66 | 0 | 1 | temperatura - massima azione verticale |
| e3.4 | 0 | 0 | 132 | 0 | 2 | temperatura - massima azione trasversale |
| q1.1 | 0 | 5 | 2838 | 2989 | 0 | carico mobile - massima azione verticale |
| q1.2 | 0 | 8 | 2067 | 5033 | 0 | carico mobile - massimo momento trasversale |
| q3 | 153 | 0 | 0 | 0 | 1381 | frenatura |
| q4 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | azione centrifuga |
| q5-impalcato | 0 | 154 | 0 | 1573 | 0 | vento su impalcato |
| q5-pile | 0 | 24 | 0 | 92 | 0 | vento su pile |
| q6.1 | 287 | 88 | -92 | 780 | 2498 | sisma (X+0.3Y+0.3Z) |
| q6.2 | 86 | 294 | -92 | 2604 | 749 | sisma (0.3X+Y+0.3Z) |
| q6.3 | 86 | 88 | -307 | 780 | 749 | sisma (0.3X+0.3Y+Z) |
| q7 | 73 | 0 | 0 | 0 | 514 | resistenze parassite appoggi |

Tabella 3.3 - Pila P03 – Sollecitazioni nella sezione di base.

| | Fx | Fy | Fz | Mx | My | |
|--------------|-----------|-----------|-----------|-----------|-----------|---|
| | [kN] | [kN] | [kN] | [kNm] | [kNm] | |
| g1-impalcato | 0 | 0 | 7194 | 203 | 0 | peso proprio impalcato |
| g1-pile | 0 | 0 | 1565 | 0 | 0 | peso proprio pile |
| g2 | 0 | 0 | 1088 | 32 | 0 | permanenti portati |
| e2 | 6 | 0 | -213 | 0 | 40 | ritiro |
| e3.3 | 57 | 0 | -301 | 0 | 401 | temperatura - massima azione verticale |
| e3.4 | 39 | 0 | 151 | 0 | 272 | temperatura - massima azione trasversale |
| q1.1 | 0 | 3 | 2926 | 2944 | 0 | carico mobile - massima azione verticale |
| q1.2 | 0 | 4 | 2215 | 4888 | 0 | carico mobile - massimo momento trasversale |
| q3 | 155 | 0 | 0 | 0 | 1083 | frenatura |
| q4 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | azione centrifuga |
| q5-impalcato | 0 | 140 | 0 | 1147 | 0 | vento su impalcato |
| q5-pile | 0 | 18 | 0 | 50 | 0 | vento su pile |
| q6.1 | 276 | 83 | -92 | 563 | 1872 | sisma (X+0.3Y+0.3Z) |
| q6.2 | 83 | 277 | -92 | 1880 | 561 | sisma (0.3X+Y+0.3Z) |
| q6.3 | 83 | 83 | -306 | 563 | 561 | sisma (0.3X+0.3Y+Z) |
| q7 | 83 | 0 | 0 | 0 | 538 | resistenze parassite appoggi |

3.1.2 Sollecitazioni nella sezione di testa del pulvino

In questo sottoparagrafo, sempre con riferimento alle condizioni di carico elementari, si riportano le tabelle con le sollecitazioni nella sezione di testa del pulvino, valutate negli elementi Nlink.

Tabella 3.4: Pila P01 – Sollecitazioni nella sezione di testa pulvino.

| | P01-D | | | P01-S | | | |
|--------------|-------|------|------|-------|------|------|---|
| | Fx | Fy | Fz | Fx | Fy | Fz | |
| | [kN] | [kN] | [kN] | [kN] | [kN] | [kN] | |
| g1-impalcato | 0 | 0 | 3636 | 0 | 0 | 3581 | peso proprio impalcato |
| g2 | 0 | 0 | 540 | 0 | 0 | 548 | permanenti portati |
| e2 | 3 | 0 | -107 | 3 | 0 | -107 | ritiro |
| e3.3 | 10 | 0 | -150 | 10 | 0 | -150 | temperatura - massima azione verticale |
| e3.4 | 28 | 0 | 56 | 28 | 0 | 56 | temperatura - massima azione trasversale |
| q1.1 | 0 | 6 | 1732 | 0 | 6 | 515 | carico mobile - massima azione verticale |
| q1.2 | 0 | 4 | 1926 | 0 | 2 | 1674 | carico mobile - massimo momento trasversale |
| q3 | 76 | 0 | 0 | 76 | 0 | 0 | frenatura |
| q4 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | azione centrifuga |
| q5-impalcato | 0 | 81 | -9 | 0 | 81 | 9 | vento su impalcato |
| q6.1 | 165 | 50 | -61 | 165 | 50 | -61 | sisma (X+0.3Y+0.3Z) |
| q6.2 | 49 | 167 | -73 | 49 | 167 | -73 | sisma (0.3X+Y+0.3Z) |
| q6.3 | 49 | 50 | -201 | 49 | 50 | -201 | sisma (0.3X+0.3Y+Z) |
| q7 | 42 | 0 | 0 | 41 | 0 | 0 | resistenze parassite appoggi |

Tabella 3.5: Pila P02 – Sollecitazioni nella sezione di testa pulvino.

| | P02-D | | | P02-S | | | |
|--------------|-------|------|------|-------|------|------|---|
| | Fx | Fy | Fz | Fx | Fy | Fz | |
| | [kN] | [kN] | [kN] | [kN] | [kN] | [kN] | |
| g1-impalcato | 0 | 0 | 3232 | 0 | 0 | 3170 | peso proprio impalcato |
| g2 | 0 | 0 | 467 | 0 | 0 | 477 | permanenti portati |
| e2 | 0 | 0 | 47 | 0 | 0 | 47 | ritiro |
| e3.3 | 0 | 0 | 66 | 0 | 0 | 66 | temperatura - massima azione verticale |
| e3.4 | 0 | 0 | -25 | 0 | 0 | -25 | temperatura - massima azione trasversale |
| q1.1 | 0 | 5 | 1710 | 0 | 5 | 435 | carico mobile - massima azione verticale |
| q1.2 | 0 | 3 | 1927 | 0 | 2 | 1658 | carico mobile - massimo momento trasversale |
| q3 | 77 | 0 | 0 | 77 | 0 | 0 | frenatura |
| q4 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | azione centrifuga |
| q5-impalcato | 1 | 77 | -26 | 1 | 77 | 26 | vento su impalcato |
| q6.1 | 167 | 52 | -60 | 167 | 52 | -60 | sisma (X+0.3Y+0.3Z) |
| q6.2 | 50 | 172 | -69 | 50 | 172 | -69 | sisma (0.3X+Y+0.3Z) |
| q6.3 | 50 | 52 | -198 | 50 | 52 | -198 | sisma (0.3X+0.3Y+Z) |
| q7 | 37 | 0 | 0 | 36 | 0 | 0 | resistenze parassite appoggi |

Tabella 3.6: Pila P03 – Sollecitazioni nella sezione di testa pulvino.

| | P03-D | | | P03-S | | | |
|--------------|-------|------|------|-------|------|------|---|
| | Fx | Fy | Fz | Fx | Fy | Fz | |
| | [kN] | [kN] | [kN] | [kN] | [kN] | [kN] | |
| g1-impalcato | 0 | 0 | 3626 | 0 | 0 | 3568 | peso proprio impalcato |
| g2 | 0 | 0 | 540 | 0 | 0 | 549 | permanenti portati |
| e2 | 3 | 0 | -107 | 3 | 0 | -107 | ritiro |
| e3.3 | 10 | 0 | -151 | 10 | 0 | -151 | temperatura - massima azione verticale |
| e3.4 | 29 | 0 | 56 | 29 | 0 | 56 | temperatura - massima azione trasversale |
| q1.1 | 0 | 3 | 1611 | 0 | 3 | 395 | carico mobile - massima azione verticale |
| q1.2 | 0 | 2 | 1960 | 0 | 1 | 1693 | carico mobile - massimo momento trasversale |

| | |
|--|---|
| CORRIDOIO PLURIMODALE TIRRENICO-NORD EUROPA ITINERARIO AGRIGENTO -CALTANISSETTA-A19 S.S. N° 640 "DI PORTO EMPEDOCLE" AMMODERNAMENTO E ADEGUAMENTO ALLA CAT. B DEL D.M. 5.11.2001 Dal km 44+000 allo svincolo con l'A19 Progetto Esecutivo | Opera: Viadotto Favarella |
| | Relazione di Calcolo Pile |
| | Pagina 24 di 85 |
| | Nome file: V102-C-CL005-B.00_relazione_calcolo_pile_dx.doc |

| | | | | | | | |
|--------------|-----|-----|------|-----|-----|------|------------------------------|
| q3 | 77 | 0 | 0 | 77 | 0 | 0 | frenatura |
| q4 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | azione centrifuga |
| q5-impalcato | 1 | 70 | -24 | 1 | 70 | 24 | vento su impalcato |
| q6.1 | 168 | 51 | -61 | 168 | 51 | -61 | sisma (X+0.3Y+0.3Z) |
| q6.2 | 50 | 170 | -65 | 50 | 170 | -65 | sisma (0.3X+Y+0.3Z) |
| q6.3 | 50 | 51 | -200 | 50 | 51 | -200 | sisma (0.3X+0.3Y+Z) |
| q7 | 42 | 0 | 0 | 41 | 0 | 0 | resistenze parassite appoggi |

3.1.3 Sollecitazioni nelle pile rispetto al baricentro della palificata

| Peso Plinto (G1) E Peso Terreno Di Ricoprimento (G2) | | | | | |
|--|-----------|-------------------|---------------------------------|-----------|-----------|
| γ_{cls} | 25.00 | kN/m ³ | peso specifico cls | | |
| $\gamma_{terreno}$ | 18.00 | kN/m ³ | peso specifico terreno | | |
| Bx | 7.00 | m | dimensione plinto lungo x | | |
| By | 9.10 | m | dimensione plinto lungo y | | |
| Bz | 2.50 | m | dimensione plinto lungo z | | |
| Dz | 1.00 | m | altezza terreno di ricoprimento | | |
| | Fx | Fy | Fz | Mx | My |
| g1-plinto | 0 | 0 | 3981 | 0 | 0 |
| g2-terreno | 0 | 0 | 1147 | 0 | 0 |

Tabella 3.7 - Pila P01 – Sollecitazioni rispetto a baricentro palificata a quota intradosso plinto.

| | Fx | Fy | Fz | Mx | My | |
|-------------|-----------|-----------|-----------|-----------|-----------|------------------------------------|
| | [kN] | [kN] | [kN] | [kNm] | [kNm] | |
| g1 | 0 | 0 | 13839 | 189 | 0 | pesi propri |
| g2 | 0 | 0 | 2446 | 30 | 0 | permanente portato |
| e2 | 6 | 0 | -213 | 0 | 45 | ritiro |
| e3.3 | 38 | 0 | -301 | 0 | 308 | temperatura |
| e3.4 | 57 | 0 | 150 | 376 | 596 | temperatura |
| q1.1 | 0 | 6 | 2922 | 2737 | 0 | carico mobile |
| q1.2 | 0 | 9 | 2206 | 4532 | 0 | carico mobile |
| q3 | 152 | 0 | 0 | 0 | 1217 | franatura |
| q4 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | forza centrifuga |
| q5 | 0 | 192 | 0 | 2378 | 0 | vento |
| q6.1 | 300 | 90 | -93 | 1100 | 2280 | sisma (longitudinale predominante) |
| q6.2 | 90 | 300 | -93 | 2687 | 908 | sisma (trasversale predominante) |
| q6.3 | 90 | 90 | -309 | 1100 | 683 | sisma (verticale predominante) |
| q7 | 83 | 0 | 0 | 0 | 498 | azione parassita dei vicoli |

Tabella 3.8 - Pila P02 – Sollecitazioni rispetto a baricentro palificata a quota intradosso plinto.

| | Fx | Fy | Fz | Mx | My | |
|-------------|-----------|-----------|-----------|-----------|-----------|--------------------|
| | [kN] | [kN] | [kN] | [kNm] | [kNm] | |
| g1 | 0 | 0 | 12887 | 215 | 0 | pesi propri |
| g2 | 0 | 0 | 2302 | 34 | 0 | permanente portato |
| e2 | 0 | 0 | 94 | 0 | 0 | ritiro |
| e3.3 | 0 | 0 | -66 | 0 | 1 | temperatura |

| | |
|--|---|
| CORRIDOIO PLURIMODALE TIRRENICO-NORD EUROPA ITINERARIO AGRIGENTO -CALTANISSETTA-A19 S.S. N° 640 "DI PORTO EMPEDOCLE" AMMODERNAMENTO E ADEGUAMENTO ALLA CAT. B DEL D.M. 5.11.2001 Dal km 44+000 allo svincolo con l'A19 Progetto Esecutivo | Opera: Viadotto Favarella |
| | Relazione di Calcolo Pile |
| | Pagina 26 di 85 |
| | Nome file: V102-C-CL005-B.00_relazione_calcolo_pile_dx.doc |

| | S.L.U. | | | | | | | | | | | | | |
|------|--------|------|-------|-------|------|------|-------|-------|------|------|-------|-------|------|-------|
| | q4 | | | | | q5 | | | | | | | | |
| g1 | 1.35 | 1.35 | 1.35 | 1.35 | 1.35 | 1.35 | 1.35 | 1.35 | 1.35 | 1.35 | 1.35 | 1.35 | 1.35 | 1.35 |
| g2 | 1.35 | 1.35 | 1.35 | 1.35 | 1.35 | 1.35 | 1.35 | 1.35 | 1.35 | 1.35 | 1.35 | 1.35 | 1.35 | 1.35 |
| e2 | 1.20 | 1.20 | 1.20 | 1.20 | 1.20 | 1.20 | 1.20 | 1.20 | 1.20 | 1.20 | 1.20 | 1.20 | 1.20 | 1.20 |
| e3.3 | 0.72 | 0 | 0.72 | 0 | 0.72 | 0 | 0.72 | 0 | 0.72 | 0 | 0.72 | 0 | 0.72 | 0 |
| e3.4 | 0 | 0.72 | 0 | 0.72 | 0 | 0.72 | 0 | 0.72 | 0 | 0.72 | 0 | 0.72 | 0 | 0.72 |
| q1.1 | 1.01 | 1.01 | 1.01 | 1.01 | 0 | 0 | 0 | 0 | 1.01 | 1.01 | 1.01 | 0 | 0 | 0 |
| q1.2 | 0 | 0 | 0 | 0 | 1.01 | 1.01 | 1.01 | 1.01 | 0 | 0 | 0 | 1.01 | 1.01 | 1.01 |
| q3 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| q4 | 1.50 | 1.50 | 1.50 | 1.50 | 1.50 | 1.50 | 1.50 | 1.50 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| q5 | 0.90 | 0.90 | -0.90 | -0.90 | 0.90 | 0.90 | -0.90 | -0.90 | 1.50 | 1.50 | -1.50 | -1.50 | 1.50 | -1.50 |
| q6.1 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| q6.2 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| q6.3 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| q7 | 0.90 | 0.90 | 0.90 | 0.90 | 0.90 | 0.90 | 0.90 | 0.90 | 0.90 | 0.90 | 0.90 | 0.90 | 0.90 | 0.90 |

| | S.L.U. | | | | | q6.x | | S.L.V. | | q6.z | |
|------|--------|------|-------|-------|------|------|-------|--------|------|------|------|
| | e3 | | | | | | | q6.y | | | |
| g1 | 1.35 | 1.35 | 1.35 | 1.35 | 1.35 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 |
| g2 | 1.35 | 1.35 | 1.35 | 1.35 | 1.35 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 |
| e2 | 1.20 | 1.20 | 1.20 | 1.20 | 1.20 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 |
| e3.3 | 1.20 | 0 | 1.20 | 0 | 1.20 | 0 | 0 | 0.50 | 0 | 0.50 | 0 |
| e3.4 | 0 | 1.20 | 0 | 1.20 | 0 | 1.20 | 0 | 0.50 | 0 | 0.50 | 0 |
| q1.1 | 1.01 | 1.01 | 1.01 | 1.01 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| q1.2 | 0 | 0 | 0 | 0 | 1.01 | 1.01 | 1.01 | 1.01 | 0 | 0 | 0 |
| q3 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| q4 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| q5 | 0.90 | 0.90 | -0.90 | -0.90 | 0.90 | 0.90 | -0.90 | -0.90 | 0 | 0 | 0 |
| q6.1 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 1 | 1 | 0 |
| q6.2 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| q6.3 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 1 | 1 | 0 |
| q7 | 0.90 | 0.90 | 0.90 | 0.90 | 0.90 | 0.90 | 0.90 | 0.90 | 0.60 | 0.60 | 0.60 |

| | S.L.car | | | | | S.L.E. | | | | | S.L.freq | | | | | S.L.qp | | | |
|------|---------|------|-------|-------|-------|--------|-------|-------|------|------|----------|-------|-------|-------|-------|--------|------|------|------|
| g1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 |
| g2 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 |
| e2 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 |
| e3.3 | 0.60 | 0 | 0.60 | 0 | 0.60 | 0 | 0.60 | 0 | 0.60 | 0 | 0.60 | 0 | 0.60 | 0 | 0.60 | 0 | 0.60 | 0 | 0.50 |
| e3.4 | 0 | 0.60 | 0 | 0.60 | 0 | 0.60 | 0 | 0.60 | 0 | 0.60 | 0 | 0.60 | 0 | 0.60 | 0 | 0.60 | 0 | 0.50 | 0 |
| q1.1 | 0.75 | 0.75 | 0.75 | 0.75 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0.75 | 0.75 | 0.75 | 0.75 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| q1.2 | 0 | 0 | 0 | 0 | -0.75 | -0.75 | -0.75 | -0.75 | 0 | 0 | 0 | 0 | -0.75 | -0.75 | -0.75 | -0.75 | 0 | 0 | 0 |
| q3 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| q4 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| q5 | 0.60 | 0.60 | -0.60 | -0.60 | 0.60 | 0.60 | -0.60 | -0.60 | 0.20 | 0.20 | -0.20 | -0.20 | 0.20 | 0.20 | -0.20 | -0.20 | 0 | 0 | 0 |
| q6.1 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| q6.2 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| q6.3 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| q7 | 0.60 | 0.60 | 0.60 | 0.60 | 0.60 | 0.60 | 0.60 | 0.60 | 0.60 | 0.60 | 0.60 | 0.60 | 0.60 | 0.60 | 0.60 | 0.60 | 0.60 | 0.60 | 0.60 |

3.3 SOLLECITAZIONI NELLE COMBINAZIONI DI CARICO

3.3.1 Sollecitazioni nella sezione di base delle pile

Si riportano di seguito in forma tabellare le sollecitazioni nella sezione di base del fusto pila nelle diverse combinazioni di carico esaminate.

- SLU=combinazione allo stato limite ultime statiche
- SLV=combinazione allo stato limite ultime sismiche
- SLE-C=combinazione allo stato limite di esercizio Caratteristiche
- SLE-F=combinazione allo stato limite di esercizio Frequenti
- SLE-QP=combinazione allo stato limite di esercizio Quasi Permanenti

| PILA 01 – SOLLECITAZIONI NELLA SEZIONE BASE DELLA PILA | | | | | |
|--|---------|---------|---------|----------|----------|
| | Fx [kN] | Fy [kN] | Fz [kN] | Mx [kNm] | My [kNm] |
| SLU1 | 109 | 182 | 17258 | 5675 | 997 |
| SLU2 | 122 | 182 | 17583 | 5675 | 1136 |
| SLU3 | 109 | -164 | 17258 | 2259 | 997 |
| SLU4 | 122 | -164 | 17583 | 2259 | 1136 |
| SLU5 | 109 | 186 | 16292 | 8089 | 997 |
| SLU6 | 122 | 186 | 16616 | 8089 | 1136 |
| SLU7 | 109 | -160 | 16292 | 4672 | 997 |
| SLU8 | 122 | -160 | 16616 | 4672 | 1136 |
| SLU9 | 337 | 180 | 16272 | 4757 | 3393 |

| | |
|--|---|
| CORRIDOIO PLURIMODALE TIRRENICO-NORD EUROPA ITINERARIO AGRIGENTO -CALTANISSETTA-A19 S.S. N° 640 "DI PORTO EMPEDOCLE" AMMODERNAMENTO E ADEGUAMENTO ALLA CAT. B DEL D.M. 5.11.2001 Dal km 44+000 allo svincolo con l'A19 Progetto Esecutivo | Opera: Viadotto Favarella |
| | Relazione di Calcolo Pile |
| | Pagina 27 di 85 |
| | Nome file: V102-C-CL005-B.00_relazione_calcolo_pile_dx.doc |

| PILA 01 – SOLLECITAZIONI NELLA SEZIONE BASE DELLA PILA | | | | | |
|---|----------------|----------------|----------------|-----------------|-----------------|
| | Fx [kN] | Fy [kN] | Fz [kN] | Mx [kNm] | My [kNm] |
| SLU10 | 351 | 180 | 16597 | 4757 | 3532 |
| SLU11 | 337 | -166 | 16272 | 1340 | 3393 |
| SLU12 | 351 | -166 | 16597 | 1340 | 3532 |
| SLU13 | 337 | 183 | 15547 | 6567 | 3393 |
| SLU14 | 351 | 183 | 15872 | 6567 | 3532 |
| SLU15 | 337 | -163 | 15547 | 3150 | 3393 |
| SLU16 | 351 | -163 | 15872 | 3150 | 3532 |
| SLU17 | 109 | 180 | 16272 | 4757 | 997 |
| SLU18 | 122 | 180 | 16597 | 4757 | 1136 |
| SLU19 | 109 | -166 | 16272 | 1340 | 997 |
| SLU20 | 122 | -166 | 16597 | 1340 | 1136 |
| SLU21 | 109 | 183 | 15547 | 6567 | 997 |
| SLU22 | 122 | 183 | 15872 | 6567 | 1136 |
| SLU23 | 109 | -163 | 15547 | 3150 | 997 |
| SLU24 | 122 | -163 | 15872 | 3150 | 1136 |
| SLU25 | 109 | 295 | 16272 | 5896 | 997 |
| SLU26 | 122 | 295 | 16597 | 5896 | 1136 |
| SLU27 | 109 | -281 | 16272 | 202 | 997 |
| SLU28 | 122 | -281 | 16597 | 202 | 1136 |
| SLU29 | 109 | 298 | 15547 | 7706 | 997 |
| SLU30 | 122 | 298 | 15872 | 7706 | 1136 |
| SLU31 | 109 | -278 | 15547 | 2011 | 997 |
| SLU32 | 122 | -278 | 15872 | 2011 | 1136 |
| SLU33 | 128 | 180 | 16128 | 4757 | 1191 |
| SLU34 | 150 | 180 | 16669 | 4757 | 1422 |
| SLU35 | 128 | -166 | 16128 | 1340 | 1191 |
| SLU36 | 150 | -166 | 16669 | 1340 | 1422 |
| SLU37 | 128 | 183 | 15403 | 6567 | 1191 |
| SLU38 | 150 | 183 | 15944 | 6567 | 1422 |
| SLU39 | 128 | -163 | 15403 | 3150 | 1191 |
| SLU40 | 150 | -163 | 15944 | 3150 | 1422 |
| SLV1 | 375 | 90 | 9756 | 1092 | 3715 |
| SLV2 | 384 | 90 | 9981 | 1092 | 3811 |
| SLV3 | 165 | 301 | 9756 | 3136 | 1593 |
| SLV4 | 174 | 301 | 9981 | 3136 | 1689 |
| SLV5 | 165 | 90 | 9539 | 1092 | 1593 |
| SLV6 | 174 | 90 | 9765 | 1092 | 1689 |
| SLE_c1 | 79 | 120 | 12010 | 3397 | 725 |
| SLE_c2 | 90 | 120 | 12280 | 3397 | 840 |
| SLE_c3 | 79 | -110 | 12010 | 1119 | 725 |
| SLE_c4 | 90 | -110 | 12280 | 1119 | 840 |
| SLE_c5 | 79 | 109 | 8164 | -2025 | 725 |
| SLE_c6 | 90 | 109 | 8435 | -2025 | 840 |
| SLE_c7 | 79 | -122 | 8164 | -4303 | 725 |
| SLE_c8 | 90 | -122 | 8435 | -4303 | 840 |
| SLE_f1 | 79 | 44 | 12010 | 2638 | 725 |
| SLE_f2 | 90 | 44 | 12280 | 2638 | 840 |
| SLE_f3 | 79 | -33 | 12010 | 1879 | 725 |

| | |
|--|---|
| CORRIDOIO PLURIMODALE TIRRENICO-NORD EUROPA ITINERARIO AGRIGENTO -CALTANISSETTA-A19 S.S. N° 640 "DI PORTO EMPEDOCLE" AMMODERNAMENTO E ADEGUAMENTO ALLA CAT. B DEL D.M. 5.11.2001 Dal km 44+000 allo svincolo con l'A19 Progetto Esecutivo | Opera: Viadotto Favarella |
| | Relazione di Calcolo Pile |
| | Pagina 28 di 85 |
| | Nome file: V102-C-CL005-B.00_relazione_calcolo_pile_dx.doc |

| PILA 01 – SOLLECITAZIONI NELLA SEZIONE BASE DELLA PILA | | | | | |
|---|----------------|----------------|----------------|-----------------|-----------------|
| | Fx [kN] | Fy [kN] | Fz [kN] | Mx [kNm] | My [kNm] |
| SLE_f4 | 90 | -33 | 12280 | 1879 | 840 |
| SLE_f5 | 79 | 32 | 8164 | -2784 | 725 |
| SLE_f6 | 90 | 32 | 8435 | -2784 | 840 |
| SLE_f7 | 79 | -45 | 8164 | -3544 | 725 |
| SLE_f8 | 90 | -45 | 8435 | -3544 | 840 |
| SLE_qp1 | 75 | 0 | 9848 | 217 | 685 |
| SLE_qp2 | 84 | 0 | 10074 | 217 | 781 |

| PILA 02 – SOLLECITAZIONI NELLA SEZIONE BASE DELLA PILA | | | | | |
|---|----------------|----------------|----------------|-----------------|-----------------|
| | Fx [kN] | Fy [kN] | Fz [kN] | Mx [kNm] | My [kNm] |
| SLU1 | 66 | 168 | 16202 | 5868 | 464 |
| SLU2 | 66 | 168 | 16345 | 5868 | 464 |
| SLU3 | 66 | -153 | 16202 | 2872 | 464 |
| SLU4 | 66 | -153 | 16345 | 2872 | 464 |
| SLU5 | 66 | 171 | 15162 | 8627 | 464 |
| SLU6 | 66 | 171 | 15305 | 8627 | 464 |
| SLU7 | 66 | -150 | 15162 | 5631 | 464 |
| SLU8 | 66 | -150 | 15305 | 5631 | 464 |
| SLU9 | 296 | 166 | 15245 | 4859 | 2536 |
| SLU10 | 296 | 166 | 15388 | 4859 | 2536 |
| SLU11 | 296 | -155 | 15245 | 1863 | 2536 |
| SLU12 | 296 | -155 | 15388 | 1863 | 2536 |
| SLU13 | 296 | 169 | 14465 | 6929 | 2536 |
| SLU14 | 296 | 169 | 14607 | 6929 | 2536 |
| SLU15 | 296 | -152 | 14465 | 3933 | 2536 |
| SLU16 | 296 | -152 | 14607 | 3933 | 2536 |
| SLU17 | 66 | 166 | 15245 | 4859 | 464 |
| SLU18 | 66 | 166 | 15388 | 4859 | 464 |
| SLU19 | 66 | -155 | 15245 | 1863 | 464 |
| SLU20 | 66 | -155 | 15388 | 1863 | 464 |
| SLU21 | 66 | 169 | 14465 | 6929 | 464 |
| SLU22 | 66 | 169 | 14607 | 6929 | 464 |
| SLU23 | 66 | -152 | 14465 | 3933 | 464 |
| SLU24 | 66 | -152 | 14607 | 3933 | 464 |
| SLU25 | 66 | 274 | 15245 | 5857 | 464 |
| SLU26 | 66 | 274 | 15388 | 5857 | 464 |
| SLU27 | 66 | -262 | 15245 | 865 | 464 |
| SLU28 | 66 | -262 | 15388 | 865 | 464 |
| SLU29 | 66 | 276 | 14465 | 7927 | 464 |
| SLU30 | 66 | 276 | 14607 | 7927 | 464 |
| SLU31 | 66 | -260 | 14465 | 2934 | 464 |
| SLU32 | 66 | -260 | 14607 | 2934 | 464 |
| SLU33 | 66 | 166 | 15213 | 4859 | 464 |
| SLU34 | 66 | 166 | 15451 | 4859 | 465 |
| SLU35 | 66 | -155 | 15213 | 1863 | 464 |
| SLU36 | 66 | -155 | 15451 | 1863 | 465 |
| SLU37 | 66 | 169 | 14433 | 6929 | 464 |

| | |
|--|---|
| CORRIDOIO PLURIMODALE TIRRENICO-NORD EUROPA ITINERARIO AGRIGENTO -CALTANISSETTA-A19 S.S. N° 640 "DI PORTO EMPEDOCLE" AMMODERNAMENTO E ADEGUAMENTO ALLA CAT. B DEL D.M. 5.11.2001 Dal km 44+000 allo svincolo con l'A19 Progetto Esecutivo | Opera: Viadotto Favarella |
| | Relazione di Calcolo Pile |
| | Pagina 29 di 85 |
| | Nome file: V102-C-CL005-B.00_relazione_calcolo_pile_dx.doc |

| PILA 02 – SOLLECITAZIONI NELLA SEZIONE BASE DELLA PILA | | | | | |
|---|----------------|----------------|----------------|-----------------|-----------------|
| | Fx [kN] | Fy [kN] | Fz [kN] | Mx [kNm] | My [kNm] |
| SLU38 | 66 | 169 | 14671 | 6929 | 465 |
| SLU39 | 66 | -152 | 14433 | 3933 | 464 |
| SLU40 | 66 | -152 | 14671 | 3933 | 465 |
| SLV1 | 331 | 88 | 9085 | 1029 | 2807 |
| SLV2 | 331 | 88 | 9184 | 1029 | 2807 |
| SLV3 | 130 | 294 | 9085 | 2852 | 1058 |
| SLV4 | 130 | 294 | 9184 | 2852 | 1058 |
| SLV5 | 130 | 88 | 8870 | 1029 | 1058 |
| SLV6 | 130 | 88 | 8969 | 1029 | 1058 |
| SLE_c1 | 44 | 111 | 11298 | 3488 | 309 |
| SLE_c2 | 44 | 111 | 11417 | 3488 | 310 |
| SLE_c3 | 44 | -103 | 11298 | 1491 | 309 |
| SLE_c4 | 44 | -103 | 11417 | 1491 | 310 |
| SLE_c5 | 44 | 102 | 7620 | -2528 | 309 |
| SLE_c6 | 44 | 102 | 7739 | -2528 | 310 |
| SLE_c7 | 44 | -113 | 7620 | -4525 | 309 |
| SLE_c8 | 44 | -113 | 7739 | -4525 | 310 |
| SLE_f1 | 44 | 40 | 11298 | 2823 | 309 |
| SLE_f2 | 44 | 40 | 11417 | 2823 | 310 |
| SLE_f3 | 44 | -31 | 11298 | 2157 | 309 |
| SLE_f4 | 44 | -31 | 11417 | 2157 | 310 |
| SLE_f5 | 44 | 30 | 7620 | -3193 | 309 |
| SLE_f6 | 44 | 30 | 7739 | -3193 | 310 |
| SLE_f7 | 44 | -41 | 7620 | -3859 | 309 |
| SLE_f8 | 44 | -41 | 7739 | -3859 | 310 |
| SLE_qp1 | 44 | 0 | 9177 | 248 | 309 |
| SLE_qp2 | 44 | 0 | 9276 | 248 | 310 |

| PILA 03 – SOLLECITAZIONI NELLA SEZIONE BASE DELLA PILA | | | | | |
|---|----------------|----------------|----------------|-----------------|-----------------|
| | Fx [kN] | Fy [kN] | Fz [kN] | Mx [kNm] | My [kNm] |
| SLU1 | 123 | 146 | 16772 | 5370 | 821 |
| SLU2 | 109 | 146 | 17097 | 5370 | 728 |
| SLU3 | 123 | -138 | 16772 | 3214 | 821 |
| SLU4 | 109 | -138 | 17097 | 3214 | 728 |
| SLU5 | 123 | 147 | 15812 | 7994 | 821 |
| SLU6 | 109 | 147 | 16137 | 7994 | 728 |
| SLU7 | 123 | -137 | 15812 | 5838 | 821 |
| SLU8 | 109 | -137 | 16137 | 5838 | 728 |
| SLU9 | 355 | 145 | 15784 | 4377 | 2445 |
| SLU10 | 341 | 145 | 16109 | 4377 | 2352 |
| SLU11 | 355 | -139 | 15784 | 2220 | 2445 |
| SLU12 | 341 | -139 | 16109 | 2220 | 2352 |
| SLU13 | 355 | 146 | 15064 | 6344 | 2445 |
| SLU14 | 341 | 146 | 15389 | 6344 | 2352 |
| SLU15 | 355 | -138 | 15064 | 4188 | 2445 |
| SLU16 | 341 | -138 | 15389 | 4188 | 2352 |
| SLU17 | 123 | 145 | 15784 | 4377 | 821 |

| | |
|--|---|
| CORRIDOIO PLURIMODALE TIRRENICO-NORD EUROPA ITINERARIO AGRIGENTO -CALTANISSETTA-A19 S.S. N° 640 "DI PORTO EMPEDOCLE" AMMODERNAMENTO E ADEGUAMENTO ALLA CAT. B DEL D.M. 5.11.2001 Dal km 44+000 allo svincolo con l'A19 Progetto Esecutivo | Opera: Viadotto Favarella |
| | Relazione di Calcolo Pile |
| | Pagina 30 di 85 |
| | Nome file: V102-C-CL005-B.00_relazione_calcolo_pile_dx.doc |

| PILA 03 – SOLLECITAZIONI NELLA SEZIONE BASE DELLA PILA | | | | | |
|---|----------------|----------------|----------------|-----------------|-----------------|
| | Fx [kN] | Fy [kN] | Fz [kN] | Mx [kNm] | My [kNm] |
| SLU18 | 109 | 145 | 16109 | 4377 | 728 |
| SLU19 | 123 | -139 | 15784 | 2220 | 821 |
| SLU20 | 109 | -139 | 16109 | 2220 | 728 |
| SLU21 | 123 | 146 | 15064 | 6344 | 821 |
| SLU22 | 109 | 146 | 15389 | 6344 | 728 |
| SLU23 | 123 | -138 | 15064 | 4188 | 821 |
| SLU24 | 109 | -138 | 15389 | 4188 | 728 |
| SLU25 | 123 | 240 | 15784 | 5095 | 821 |
| SLU26 | 109 | 240 | 16109 | 5095 | 728 |
| SLU27 | 123 | -234 | 15784 | 1502 | 821 |
| SLU28 | 109 | -234 | 16109 | 1502 | 728 |
| SLU29 | 123 | 240 | 15064 | 7063 | 821 |
| SLU30 | 109 | 240 | 15389 | 7063 | 728 |
| SLU31 | 123 | -233 | 15064 | 3469 | 821 |
| SLU32 | 109 | -233 | 15389 | 3469 | 728 |
| SLU33 | 150 | 145 | 15640 | 4377 | 1014 |
| SLU34 | 128 | 145 | 16182 | 4377 | 859 |
| SLU35 | 150 | -139 | 15640 | 2220 | 1014 |
| SLU36 | 128 | -139 | 16182 | 2220 | 859 |
| SLU37 | 150 | 146 | 14920 | 6344 | 1014 |
| SLU38 | 128 | 146 | 15462 | 6344 | 859 |
| SLU39 | 150 | -138 | 14920 | 4188 | 1014 |
| SLU40 | 128 | -138 | 15462 | 4188 | 859 |
| SLV1 | 360 | 83 | 9392 | 799 | 2435 |
| SLV2 | 350 | 83 | 9618 | 799 | 2371 |
| SLV3 | 167 | 277 | 9392 | 2115 | 1125 |
| SLV4 | 157 | 277 | 9618 | 2115 | 1060 |
| SLV5 | 167 | 83 | 9178 | 799 | 1125 |
| SLV6 | 157 | 83 | 9404 | 799 | 1060 |
| SLE_c1 | 90 | 97 | 11648 | 3162 | 604 |
| SLE_c2 | 79 | 97 | 11919 | 3162 | 526 |
| SLE_c3 | 90 | -92 | 11648 | 1725 | 604 |
| SLE_c4 | 79 | -92 | 11919 | 1725 | 526 |
| SLE_c5 | 90 | 92 | 7792 | -2712 | 604 |
| SLE_c6 | 79 | 92 | 8063 | -2712 | 526 |
| SLE_c7 | 90 | -97 | 7792 | -4149 | 604 |
| SLE_c8 | 79 | -97 | 8063 | -4149 | 526 |
| SLE_f1 | 90 | 34 | 11648 | 2683 | 604 |
| SLE_f2 | 79 | 34 | 11919 | 2683 | 526 |
| SLE_f3 | 90 | -29 | 11648 | 2204 | 604 |
| SLE_f4 | 79 | -29 | 11919 | 2204 | 526 |
| SLE_f5 | 90 | 29 | 7792 | -3191 | 604 |
| SLE_f6 | 79 | 29 | 8063 | -3191 | 526 |
| SLE_f7 | 90 | -34 | 7792 | -3670 | 604 |
| SLE_f8 | 79 | -34 | 8063 | -3670 | 526 |
| SLE_qp1 | 84 | 0 | 9484 | 235 | 564 |
| SLE_qp2 | 75 | 0 | 9709 | 235 | 499 |

| | |
|--|---|
| CORRIDOIO PLURIMODALE TIRRENICO-NORD EUROPA ITINERARIO AGRIGENTO -CALTANISSETTA-A19 S.S. N° 640 "DI PORTO EMPEDOCLE" AMMODERNAMENTO E ADEGUAMENTO ALLA CAT. B DEL D.M. 5.11.2001 Dal km 44+000 allo svincolo con l'A19 Progetto Esecutivo | Opera: Viadotto Favarella |
| | Relazione di Calcolo Pile |
| | Pagina 31 di 85 |
| | Nome file: V102-C-CL005-B.00_relazione_calcolo_pile_dx.doc |

3.3.2 Sollecitazioni nella sezione di testa del pulvino

In queste tabelle si riportano le sollecitazioni relative alle diverse combinazioni di carico con riferimento alla sezione di testa del pulvino. Con V è stata indicata la composizione vettoriale tra Fx e Fy.

| | P01-D | | | | P01-S | | | |
|-------|---------|---------|---------|--------|---------|---------|---------|--------|
| | Fx [kN] | Fy [kN] | Fz [kN] | V [kN] | Fx [kN] | Fy [kN] | Fz [kN] | V [kN] |
| SLU1 | 49 | 81 | 7730 | 95 | 48 | 81 | 6041 | 94 |
| SLU2 | 62 | 81 | 7879 | 102 | 61 | 81 | 6190 | 102 |
| SLU3 | 48 | -66 | 7746 | 81 | 47 | -66 | 6025 | 81 |
| SLU4 | 61 | -66 | 7895 | 90 | 61 | -66 | 6174 | 89 |
| SLU5 | 49 | 79 | 7992 | 92 | 48 | 76 | 7606 | 90 |
| SLU6 | 62 | 79 | 8141 | 100 | 61 | 76 | 7754 | 98 |
| SLU7 | 48 | -68 | 8008 | 83 | 47 | -70 | 7590 | 85 |
| SLU8 | 61 | -68 | 8157 | 91 | 61 | -70 | 7739 | 93 |
| SLU9 | 163 | 79 | 7146 | 181 | 162 | 79 | 5867 | 181 |
| SLU10 | 176 | 79 | 7295 | 193 | 176 | 79 | 6016 | 193 |
| SLU11 | 162 | -67 | 7162 | 175 | 162 | -67 | 5851 | 175 |
| SLU12 | 175 | -67 | 7311 | 188 | 175 | -67 | 6000 | 187 |
| SLU13 | 163 | 77 | 7342 | 180 | 162 | 76 | 7041 | 179 |
| SLU14 | 176 | 77 | 7491 | 192 | 175 | 76 | 7190 | 191 |
| SLU15 | 162 | -69 | 7358 | 176 | 161 | -71 | 7025 | 176 |
| SLU16 | 175 | -69 | 7507 | 188 | 175 | -71 | 7174 | 189 |
| SLU17 | 49 | 79 | 7146 | 93 | 48 | 79 | 5867 | 93 |
| SLU18 | 62 | 79 | 7295 | 101 | 61 | 79 | 6016 | 100 |
| SLU19 | 48 | -67 | 7162 | 83 | 47 | -67 | 5851 | 82 |
| SLU20 | 61 | -67 | 7311 | 91 | 61 | -67 | 6000 | 91 |
| SLU21 | 49 | 77 | 7342 | 91 | 48 | 76 | 7041 | 90 |
| SLU22 | 62 | 77 | 7491 | 99 | 61 | 76 | 7190 | 97 |
| SLU23 | 48 | -69 | 7358 | 84 | 47 | -71 | 7025 | 85 |
| SLU24 | 61 | -69 | 7507 | 92 | 61 | -71 | 7174 | 93 |
| SLU25 | 49 | 128 | 7141 | 137 | 48 | 128 | 5872 | 137 |
| SLU26 | 62 | 128 | 7290 | 142 | 62 | 128 | 6021 | 142 |
| SLU27 | 48 | -116 | 7167 | 126 | 47 | -116 | 5846 | 125 |
| SLU28 | 61 | -116 | 7316 | 131 | 60 | -116 | 5995 | 131 |
| SLU29 | 49 | 126 | 7337 | 135 | 48 | 124 | 7046 | 133 |
| SLU30 | 62 | 126 | 7486 | 141 | 62 | 124 | 7195 | 139 |
| SLU31 | 48 | -118 | 7363 | 127 | 47 | -120 | 7020 | 129 |
| SLU32 | 61 | -118 | 7512 | 133 | 60 | -120 | 7169 | 134 |
| SLU33 | 53 | 79 | 7074 | 96 | 53 | 79 | 5795 | 95 |
| SLU34 | 75 | 79 | 7322 | 109 | 75 | 79 | 6043 | 109 |
| SLU35 | 53 | -67 | 7089 | 86 | 52 | -67 | 5779 | 85 |
| SLU36 | 75 | -67 | 7338 | 101 | 74 | -67 | 6027 | 100 |
| SLU37 | 53 | 77 | 7270 | 94 | 53 | 76 | 6968 | 92 |
| SLU38 | 75 | 77 | 7518 | 108 | 75 | 76 | 7217 | 106 |
| SLU39 | 53 | -69 | 7286 | 87 | 52 | -71 | 6953 | 88 |
| SLU40 | 75 | -69 | 7534 | 102 | 74 | -71 | 7201 | 103 |
| SLV1 | 198 | 50 | 3932 | 204 | 198 | 50 | 3886 | 204 |
| SLV2 | 207 | 50 | 4036 | 213 | 207 | 50 | 3989 | 213 |

| | |
|--|---|
| CORRIDOIO PLURIMODALE TIRRENICO-NORD EUROPA ITINERARIO AGRIGENTO -CALTANISSETTA-A19 S.S. N° 640 "DI PORTO EMPEDOCLE" AMMODERNAMENTO E ADEGUAMENTO ALLA CAT. B DEL D.M. 5.11.2001 Dal km 44+000 allo svincolo con l'A19 Progetto Esecutivo | Opera: Viadotto Favarella |
| | Relazione di Calcolo Pile |
| | Pagina 32 di 85 |
| | Nome file: V102-C-CL005-B.00_relazione_calcolo_pile_dx.doc |

| | P01-D | | | | P01-S | | | |
|------|---------|---------|---------|--------|---------|---------|---------|--------|
| | Fx [kN] | Fy [kN] | Fz [kN] | V [kN] | Fx [kN] | Fy [kN] | Fz [kN] | V [kN] |
| SLV3 | 82 | 168 | 3920 | 187 | 82 | 168 | 3874 | 187 |
| SLV4 | 92 | 168 | 4024 | 191 | 91 | 168 | 3978 | 191 |
| SLV5 | 82 | 50 | 3793 | 96 | 82 | 50 | 3747 | 96 |
| SLV6 | 92 | 50 | 3896 | 104 | 91 | 50 | 3850 | 104 |

| | P02-D | | | | P02-S | | | |
|-------|---------|---------|---------|--------|---------|---------|---------|--------|
| | Fx [kN] | Fy [kN] | Fz [kN] | V [kN] | Fx [kN] | Fy [kN] | Fz [kN] | V [kN] |
| SLU1 | 34 | 76 | 7383 | 83 | 34 | 76 | 5638 | 83 |
| SLU2 | 34 | 76 | 7317 | 83 | 34 | 76 | 5573 | 83 |
| SLU3 | 33 | -63 | 7430 | 71 | 32 | -63 | 5591 | 71 |
| SLU4 | 33 | -63 | 7365 | 71 | 32 | -63 | 5525 | 71 |
| SLU5 | 34 | 74 | 7676 | 82 | 34 | 72 | 7289 | 79 |
| SLU6 | 34 | 74 | 7610 | 82 | 34 | 72 | 7224 | 79 |
| SLU7 | 33 | -65 | 7724 | 72 | 32 | -67 | 7241 | 74 |
| SLU8 | 33 | -65 | 7658 | 72 | 32 | -67 | 7176 | 74 |
| SLU9 | 149 | 74 | 6806 | 167 | 149 | 74 | 5491 | 166 |
| SLU10 | 149 | 74 | 6740 | 167 | 149 | 74 | 5426 | 166 |
| SLU11 | 148 | -64 | 6853 | 161 | 147 | -64 | 5444 | 161 |
| SLU12 | 148 | -64 | 6788 | 161 | 147 | -64 | 5378 | 161 |
| SLU13 | 149 | 73 | 7025 | 166 | 149 | 71 | 6730 | 165 |
| SLU14 | 149 | 73 | 6960 | 166 | 149 | 71 | 6664 | 165 |
| SLU15 | 148 | -66 | 7073 | 162 | 147 | -68 | 6682 | 162 |
| SLU16 | 148 | -66 | 7008 | 162 | 147 | -68 | 6616 | 162 |
| SLU17 | 34 | 74 | 6806 | 82 | 34 | 74 | 5491 | 82 |
| SLU18 | 34 | 74 | 6740 | 82 | 34 | 74 | 5426 | 82 |
| SLU19 | 33 | -64 | 6853 | 72 | 32 | -64 | 5444 | 72 |
| SLU20 | 33 | -64 | 6788 | 72 | 32 | -64 | 5378 | 72 |
| SLU21 | 34 | 73 | 7025 | 81 | 34 | 71 | 6730 | 79 |
| SLU22 | 34 | 73 | 6960 | 81 | 34 | 71 | 6664 | 79 |
| SLU23 | 33 | -66 | 7073 | 73 | 32 | -68 | 6682 | 75 |
| SLU24 | 33 | -66 | 7008 | 73 | 32 | -68 | 6616 | 75 |
| SLU25 | 34 | 121 | 6790 | 125 | 34 | 121 | 5507 | 125 |
| SLU26 | 34 | 121 | 6724 | 125 | 34 | 121 | 5442 | 125 |
| SLU27 | 32 | -111 | 6869 | 115 | 32 | -111 | 5428 | 115 |
| SLU28 | 32 | -111 | 6804 | 115 | 32 | -111 | 5362 | 115 |
| SLU29 | 34 | 119 | 7010 | 124 | 34 | 117 | 6745 | 122 |
| SLU30 | 34 | 119 | 6944 | 124 | 34 | 117 | 6680 | 122 |
| SLU31 | 32 | -112 | 7089 | 117 | 32 | -114 | 6666 | 118 |
| SLU32 | 32 | -112 | 7024 | 117 | 32 | -114 | 6601 | 118 |
| SLU33 | 34 | 74 | 6837 | 82 | 34 | 74 | 5523 | 82 |
| SLU34 | 34 | 74 | 6728 | 82 | 34 | 74 | 5414 | 82 |
| SLU35 | 33 | -64 | 6885 | 72 | 32 | -64 | 5476 | 72 |
| SLU36 | 33 | -64 | 6776 | 72 | 32 | -64 | 5366 | 72 |
| SLU37 | 34 | 73 | 7057 | 81 | 34 | 71 | 6761 | 79 |
| SLU38 | 34 | 73 | 6948 | 81 | 34 | 71 | 6652 | 79 |
| SLU39 | 33 | -66 | 7105 | 73 | 32 | -68 | 6714 | 75 |
| SLU40 | 33 | -66 | 6996 | 73 | 32 | -68 | 6605 | 75 |

| | |
|--|---|
| CORRIDOIO PLURIMODALE TIRRENICO-NORD EUROPA ITINERARIO AGRIGENTO -CALTANISSETTA-A19 S.S. N° 640 "DI PORTO EMPEDOCLE" AMMODERNAMENTO E ADEGUAMENTO ALLA CAT. B DEL D.M. 5.11.2001 Dal km 44+000 allo svincolo con l'A19 Progetto Esecutivo | Opera: Viadotto Favarella |
| | Relazione di Calcolo Pile |
| | Pagina 33 di 85 |
| | Nome file: V102-C-CL005-B.00_relazione_calcolo_pile_dx.doc |

| | P02-D | | | | P02-S | | | |
|------|---------|---------|---------|--------|---------|---------|---------|--------|
| | Fx [kN] | Fy [kN] | Fz [kN] | V [kN] | Fx [kN] | Fy [kN] | Fz [kN] | V [kN] |
| SLV1 | 189 | 52 | 3719 | 196 | 189 | 52 | 3667 | 195 |
| SLV2 | 189 | 52 | 3674 | 196 | 189 | 52 | 3621 | 196 |
| SLV3 | 72 | 172 | 3710 | 187 | 72 | 172 | 3658 | 186 |
| SLV4 | 72 | 172 | 3665 | 187 | 72 | 172 | 3613 | 187 |
| SLV5 | 72 | 52 | 3582 | 89 | 72 | 52 | 3529 | 89 |
| SLV6 | 72 | 52 | 3536 | 89 | 72 | 52 | 3484 | 89 |

| | P03-D | | | | P03-S | | | |
|-------|---------|---------|---------|--------|---------|---------|---------|--------|
| | Fx [kN] | Fy [kN] | Fz [kN] | V [kN] | Fx [kN] | Fy [kN] | Fz [kN] | V [kN] |
| SLU1 | 49 | 68 | 7541 | 84 | 49 | 68 | 5876 | 83 |
| SLU2 | 63 | 68 | 7690 | 92 | 62 | 68 | 6025 | 92 |
| SLU3 | 47 | -58 | 7584 | 75 | 47 | -58 | 5833 | 75 |
| SLU4 | 61 | -58 | 7733 | 84 | 60 | -58 | 5982 | 84 |
| SLU5 | 49 | 65 | 8011 | 82 | 49 | 64 | 7629 | 81 |
| SLU6 | 62 | 65 | 8160 | 90 | 62 | 64 | 7778 | 89 |
| SLU7 | 47 | -61 | 8055 | 77 | 47 | -62 | 7586 | 77 |
| SLU8 | 61 | -61 | 8204 | 86 | 60 | -62 | 7735 | 86 |
| SLU9 | 165 | 66 | 6997 | 178 | 165 | 66 | 5743 | 178 |
| SLU10 | 179 | 66 | 7146 | 191 | 178 | 66 | 5892 | 190 |
| SLU11 | 163 | -60 | 7040 | 174 | 163 | -60 | 5700 | 173 |
| SLU12 | 177 | -60 | 7189 | 186 | 176 | -60 | 5849 | 186 |
| SLU13 | 165 | 65 | 7350 | 177 | 165 | 64 | 7057 | 177 |
| SLU14 | 178 | 65 | 7499 | 190 | 178 | 64 | 7206 | 189 |
| SLU15 | 163 | -61 | 7393 | 174 | 163 | -62 | 7014 | 174 |
| SLU16 | 177 | -61 | 7542 | 187 | 176 | -62 | 7163 | 187 |
| SLU17 | 49 | 66 | 6997 | 83 | 49 | 66 | 5743 | 82 |
| SLU18 | 63 | 66 | 7146 | 91 | 62 | 66 | 5892 | 91 |
| SLU19 | 47 | -60 | 7040 | 76 | 47 | -60 | 5700 | 76 |
| SLU20 | 61 | -60 | 7189 | 85 | 60 | -60 | 5849 | 85 |
| SLU21 | 49 | 65 | 7350 | 81 | 49 | 64 | 7057 | 80 |
| SLU22 | 62 | 65 | 7499 | 90 | 62 | 64 | 7206 | 89 |
| SLU23 | 47 | -61 | 7393 | 77 | 47 | -62 | 7014 | 78 |
| SLU24 | 61 | -61 | 7542 | 86 | 60 | -62 | 7163 | 86 |
| SLU25 | 50 | 108 | 6982 | 119 | 49 | 108 | 5757 | 119 |
| SLU26 | 63 | 108 | 7132 | 125 | 63 | 108 | 5906 | 125 |
| SLU27 | 47 | -101 | 7054 | 112 | 46 | -101 | 5685 | 112 |
| SLU28 | 60 | -101 | 7203 | 118 | 60 | -101 | 5834 | 118 |
| SLU29 | 50 | 107 | 7336 | 118 | 49 | 106 | 7072 | 117 |
| SLU30 | 63 | 107 | 7485 | 124 | 63 | 106 | 7221 | 123 |
| SLU31 | 47 | -103 | 7408 | 113 | 46 | -104 | 7000 | 114 |
| SLU32 | 60 | -103 | 7557 | 119 | 60 | -104 | 7149 | 120 |
| SLU33 | 54 | 66 | 6925 | 86 | 54 | 66 | 5670 | 85 |
| SLU34 | 76 | 66 | 7173 | 101 | 76 | 66 | 5919 | 101 |
| SLU35 | 52 | -60 | 6968 | 79 | 52 | -60 | 5627 | 79 |
| SLU36 | 74 | -60 | 7216 | 95 | 74 | -60 | 5876 | 95 |
| SLU37 | 54 | 65 | 7278 | 84 | 53 | 64 | 6985 | 83 |

| | |
|--|---|
| CORRIDOIO PLURIMODALE TIRRENICO-NORD EUROPA ITINERARIO AGRIGENTO -CALTANISSETTA-A19 S.S. N° 640 "DI PORTO EMPEDOCLE" AMMODERNAMENTO E ADEGUAMENTO ALLA CAT. B DEL D.M. 5.11.2001 Dal km 44+000 allo svincolo con l'A19 Progetto Esecutivo | Opera: Viadotto Favarella |
| | Relazione di Calcolo Pile |
| | Pagina 34 di 85 |
| | Nome file: VI02-C-CL005-B.00_relazione_calcolo_pile_dx.doc |

| | P03-D | | | | P03-S | | | |
|-------|---------|---------|---------|--------|---------|---------|---------|--------|
| | Fx [kN] | Fy [kN] | Fz [kN] | V [kN] | Fx [kN] | Fy [kN] | Fz [kN] | V [kN] |
| SLU38 | 76 | 65 | 7526 | 100 | 76 | 64 | 7233 | 99 |
| SLU39 | 52 | -61 | 7321 | 80 | 52 | -62 | 6942 | 81 |
| SLU40 | 74 | -61 | 7569 | 96 | 74 | -62 | 7190 | 97 |
| SLV1 | 201 | 51 | 3923 | 207 | 201 | 51 | 3874 | 207 |
| SLV2 | 210 | 51 | 4027 | 216 | 210 | 51 | 3978 | 216 |
| SLV3 | 83 | 170 | 3919 | 189 | 83 | 170 | 3869 | 189 |
| SLV4 | 93 | 170 | 4022 | 193 | 92 | 170 | 3973 | 193 |
| SLV5 | 83 | 51 | 3783 | 98 | 83 | 51 | 3734 | 97 |
| SLV6 | 93 | 51 | 3887 | 106 | 92 | 51 | 3838 | 105 |

3.3.3 Sollecitazioni sulla palificata

Nelle tabelle seguenti si riportano le sollecitazioni sulla palificata, riferite al baricentro della stessa, nelle combinazioni di carico analizzate. Le forze sono espresse in kN e i momenti in kNm.

PILA 1 - Sollecitazione sulla palificata

| comb | Fx | Fy | Fz | Mx | My |
|-------|-----|------|-------|------|------|
| | kN | kN | kN | kNm | kNm |
| SLU1 | 109 | 182 | 24181 | 6130 | 724 |
| SLU2 | 122 | 182 | 24506 | 6401 | 932 |
| SLU3 | 109 | -164 | 24181 | 1849 | 724 |
| SLU4 | 122 | -164 | 24506 | 2120 | 932 |
| SLU5 | 109 | 186 | 23214 | 8553 | 724 |
| SLU6 | 122 | 186 | 23539 | 8824 | 932 |
| SLU7 | 109 | -160 | 23214 | 4272 | 724 |
| SLU8 | 122 | -160 | 23539 | 4543 | 932 |
| SLU9 | 337 | 180 | 23195 | 5207 | 2550 |
| SLU10 | 351 | 180 | 23520 | 5477 | 2758 |
| SLU11 | 337 | -166 | 23195 | 926 | 2550 |
| SLU12 | 351 | -166 | 23520 | 1196 | 2758 |
| SLU13 | 337 | 183 | 22470 | 7024 | 2550 |
| SLU14 | 351 | 183 | 22795 | 7294 | 2758 |
| SLU15 | 337 | -163 | 22470 | 2743 | 2550 |
| SLU16 | 351 | -163 | 22795 | 3014 | 2758 |
| SLU17 | 109 | 180 | 23195 | 5207 | 724 |
| SLU18 | 122 | 180 | 23520 | 5477 | 932 |
| SLU19 | 109 | -166 | 23195 | 926 | 724 |
| SLU20 | 122 | -166 | 23520 | 1196 | 932 |
| SLU21 | 109 | 183 | 22470 | 7024 | 724 |
| SLU22 | 122 | 183 | 22795 | 7294 | 932 |
| SLU23 | 109 | -163 | 22470 | 2743 | 724 |
| SLU24 | 122 | -163 | 22795 | 3014 | 932 |
| SLU25 | 109 | 295 | 23195 | 6633 | 724 |
| SLU26 | 122 | 295 | 23520 | 6904 | 932 |
| SLU27 | 109 | -281 | 23195 | -501 | 724 |
| SLU28 | 122 | -281 | 23520 | -231 | 932 |
| SLU29 | 109 | 298 | 22470 | 8451 | 724 |
| SLU30 | 122 | 298 | 22795 | 8721 | 932 |
| SLU31 | 109 | -278 | 22470 | 1316 | 724 |

| | |
|--|---|
| CORRIDOIO PLURIMODALE TIRRENICO-NORD EUROPA ITINERARIO AGRIGENTO -CALTANISSETTA-A19 S.S. N° 640 "DI PORTO EMPEDOCLE" AMMODERNAMENTO E ADEGUAMENTO ALLA CAT. B DEL D.M. 5.11.2001 Dal km 44+000 allo svincolo con l'A19 Progetto Esecutivo | Opera: Viadotto Favarella |
| | Relazione di Calcolo Pile |
| | Pagina 35 di 85 |
| | Nome file: V102-C-CL005-B.00_relazione_calcolo_pile_dx.doc |

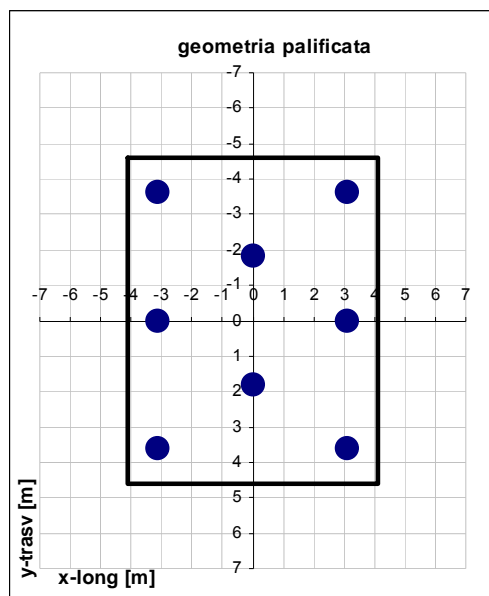
PILA 1 - Sollecitazione sulla palificata

| comb | Fx | Fy | Fz | Mx | My |
|---------|-----|------|-------|-------|------|
| | kN | kN | kN | kNm | kNm |
| SLU32 | 122 | -278 | 22795 | 1587 | 932 |
| SLU33 | 128 | 180 | 23050 | 5207 | 872 |
| SLU34 | 150 | 180 | 23592 | 5658 | 1218 |
| SLU35 | 128 | -166 | 23050 | 926 | 872 |
| SLU36 | 150 | -166 | 23592 | 1377 | 1218 |
| SLU37 | 128 | 183 | 22325 | 7024 | 872 |
| SLU38 | 150 | 183 | 22867 | 7475 | 1218 |
| SLU39 | 128 | -163 | 22325 | 2743 | 872 |
| SLU40 | 150 | -163 | 22867 | 3194 | 1218 |
| SLV1 | 375 | 90 | 14883 | 1318 | 2778 |
| SLV2 | 384 | 90 | 15109 | 1506 | 2922 |
| SLV3 | 165 | 301 | 14883 | 2905 | 1406 |
| SLV4 | 174 | 301 | 15109 | 3093 | 1550 |
| SLV5 | 165 | 90 | 14667 | 1318 | 1181 |
| SLV6 | 174 | 90 | 14893 | 1506 | 1325 |
| SLE-C1 | 79 | 120 | 17137 | 3698 | 529 |
| SLE-C2 | 90 | 120 | 17408 | 3924 | 702 |
| SLE-C3 | 79 | -110 | 17137 | 844 | 529 |
| SLE-C4 | 90 | -110 | 17408 | 1070 | 702 |
| SLE-C5 | 79 | 109 | 13292 | -1754 | 529 |
| SLE-C6 | 90 | 109 | 13562 | -1528 | 702 |
| SLE-C7 | 79 | -122 | 13292 | -4607 | 529 |
| SLE-C8 | 90 | -122 | 13562 | -4382 | 702 |
| SLE-F1 | 79 | 44 | 17137 | 2747 | 529 |
| SLE-F2 | 90 | 44 | 17408 | 2972 | 702 |
| SLE-F3 | 79 | -33 | 17137 | 1796 | 529 |
| SLE-F4 | 90 | -33 | 17408 | 2021 | 702 |
| SLE-F5 | 79 | 32 | 13292 | -2705 | 529 |
| SLE-F6 | 90 | 32 | 13562 | -2479 | 702 |
| SLE-F7 | 79 | -45 | 13292 | -3656 | 529 |
| SLE-F8 | 90 | -45 | 13562 | -3430 | 702 |
| SLE-QP1 | 75 | 0 | 14976 | 218 | 498 |
| SLE-QP2 | 84 | 0 | 15202 | 406 | 642 |

| | |
|--|---|
| CORRIDOIO PLURIMODALE TIRRENICO-NORD EUROPA ITINERARIO AGRIGENTO -CALTANISSETTA-A19 S.S. N° 640 "DI PORTO EMPEDOCLE" AMMODERNAMENTO E ADEGUAMENTO ALLA CAT. B DEL D.M. 5.11.2001 Dal km 44+000 allo svincolo con l'A19 Progetto Esecutivo | Opera: Viadotto Favarella |
| | Relazione di Calcolo Pile |
| | Pagina 36 di 85 |
| | Nome file: V102-C-CL005-B.00_relazione_calcolo_pile_dx.doc |

La geometria della palificata (uguale per tutte le pile) è riportata ai fini del calcolo delle azioni (sforzo assiale e taglio) sui singoli pali:

| Geometria della palificata | | | trasversale | longitudinale |
|----------------------------|-------|-------|-------------|---------------|
| PALO | X | Y | Jxi | Jyi |
| 1 | -2.55 | -3.60 | 12.96 | 6.50 |
| 2 | -2.55 | 0.00 | 0.00 | 6.50 |
| 3 | -2.55 | 3.60 | 12.96 | 6.50 |
| 4 | 0.00 | -1.80 | 3.24 | 0.00 |
| 5 | 0.00 | 1.80 | 3.24 | 0.00 |
| 6 | 2.55 | -3.60 | 12.96 | 6.50 |
| 7 | 2.55 | 0.00 | 0.00 | 6.50 |
| 8 | 2.55 | 3.60 | 12.96 | 6.50 |



PILA 1 - Azioni sui pali

| PALO | SFORZO NORMALE N [kN] | | | | | | | | TAGLIO [kN] | | |
|-------|-----------------------|------|------|------|------|------|------|------|-------------|-----|----|
| | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | Vx | Vy | V |
| SLU1 | 2692 | 3070 | 3448 | 2833 | 3212 | 2597 | 2975 | 3354 | 14 | 23 | 27 |
| SLU2 | 2729 | 3124 | 3519 | 2866 | 3261 | 2607 | 3002 | 3397 | 15 | 23 | 27 |
| SLU3 | 2956 | 3070 | 3184 | 2966 | 3080 | 2861 | 2975 | 3089 | 14 | -20 | 25 |
| SLU4 | 2993 | 3124 | 3255 | 2998 | 3129 | 2871 | 3002 | 3133 | 15 | -20 | 26 |
| SLU5 | 2421 | 2949 | 3477 | 2638 | 3166 | 2326 | 2854 | 3382 | 14 | 23 | 27 |
| SLU6 | 2459 | 3003 | 3548 | 2670 | 3215 | 2337 | 2881 | 3426 | 15 | 23 | 28 |
| SLU7 | 2685 | 2949 | 3213 | 2770 | 3034 | 2591 | 2854 | 3118 | 14 | -20 | 24 |
| SLU8 | 2723 | 3003 | 3284 | 2802 | 3083 | 2601 | 2881 | 3162 | 15 | -20 | 25 |
| SLU9 | 2745 | 3066 | 3387 | 2739 | 3060 | 2411 | 2733 | 3054 | 42 | 22 | 48 |
| SLU10 | 2782 | 3120 | 3458 | 2771 | 3109 | 2422 | 2760 | 3098 | 44 | 22 | 49 |
| SLU11 | 3009 | 3066 | 3123 | 2871 | 2928 | 2676 | 2733 | 2790 | 42 | -21 | 47 |
| SLU12 | 3046 | 3120 | 3194 | 2903 | 2977 | 2686 | 2760 | 2834 | 44 | -21 | 48 |
| SLU13 | 2542 | 2975 | 3409 | 2592 | 3025 | 2208 | 2642 | 3076 | 42 | 23 | 48 |
| SLU14 | 2579 | 3030 | 3480 | 2624 | 3074 | 2219 | 2669 | 3119 | 44 | 23 | 49 |
| SLU15 | 2806 | 2975 | 3145 | 2724 | 2893 | 2473 | 2642 | 2811 | 42 | -20 | 47 |
| SLU16 | 2844 | 3030 | 3216 | 2756 | 2942 | 2483 | 2669 | 2855 | 44 | -20 | 48 |
| SLU17 | 2625 | 2947 | 3268 | 2739 | 3060 | 2531 | 2852 | 3173 | 14 | 22 | 26 |
| SLU18 | 2663 | 3001 | 3339 | 2771 | 3109 | 2541 | 2879 | 3217 | 15 | 22 | 27 |
| SLU19 | 2890 | 2947 | 3004 | 2871 | 2928 | 2795 | 2852 | 2909 | 14 | -21 | 25 |
| SLU20 | 2927 | 3001 | 3075 | 2903 | 2977 | 2805 | 2879 | 2953 | 15 | -21 | 26 |
| SLU21 | 2422 | 2856 | 3290 | 2592 | 3025 | 2328 | 2761 | 3195 | 14 | 23 | 27 |
| SLU22 | 2460 | 2910 | 3360 | 2624 | 3074 | 2338 | 2788 | 3239 | 15 | 23 | 27 |
| SLU23 | 2687 | 2856 | 3025 | 2724 | 2893 | 2592 | 2761 | 2931 | 14 | -20 | 25 |
| SLU24 | 2724 | 2910 | 3096 | 2756 | 2942 | 2602 | 2788 | 2974 | 15 | -20 | 25 |
| SLU25 | 2537 | 2947 | 3356 | 2695 | 3104 | 2443 | 2852 | 3261 | 14 | 37 | 39 |

| | |
|--|---|
| CORRIDOIO PLURIMODALE TIRRENICO-NORD EUROPA ITINERARIO AGRIGENTO -CALTANISSETTA-A19 S.S. N° 640 "DI PORTO EMPEDOCLE" AMMODERNAMENTO E ADEGUAMENTO ALLA CAT. B DEL D.M. 5.11.2001 Dal km 44+000 allo svincolo con l'A19 Progetto Esecutivo | Opera: Viadotto Favarella |
| | Relazione di Calcolo Pile |
| | Pagina 37 di 85 |
| | Nome file: VI02-C-CL005-B.00_relazione_calcolo_pile_dx.doc |

PILA 1 - Azioni sui pali

| PALO | SFORZO NORMALE N [kN] | | | | | | | | TAGLIO [kN] | | |
|---------|-----------------------|------|------|------|------|------|------|------|-------------|-----|----|
| | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | Vx | Vy | V |
| SLU26 | 2575 | 3001 | 3427 | 2727 | 3153 | 2453 | 2879 | 3305 | 15 | 37 | 40 |
| SLU27 | 2978 | 2947 | 2916 | 2915 | 2884 | 2883 | 2852 | 2821 | 14 | -35 | 38 |
| SLU28 | 3015 | 3001 | 2987 | 2947 | 2933 | 2893 | 2879 | 2865 | 15 | -35 | 38 |
| SLU29 | 2334 | 2856 | 3378 | 2548 | 3070 | 2240 | 2761 | 3283 | 14 | 37 | 40 |
| SLU30 | 2372 | 2910 | 3449 | 2580 | 3119 | 2250 | 2788 | 3327 | 15 | 37 | 40 |
| SLU31 | 2775 | 2856 | 2937 | 2768 | 2849 | 2680 | 2761 | 2843 | 14 | -35 | 37 |
| SLU32 | 2812 | 2910 | 3008 | 2800 | 2898 | 2690 | 2788 | 2886 | 15 | -35 | 38 |
| SLU33 | 2617 | 2938 | 3260 | 2721 | 3042 | 2503 | 2824 | 3146 | 16 | 22 | 28 |
| SLU34 | 2679 | 3029 | 3378 | 2774 | 3124 | 2520 | 2869 | 3219 | 19 | 22 | 29 |
| SLU35 | 2881 | 2938 | 2995 | 2853 | 2910 | 2767 | 2824 | 2881 | 16 | -21 | 26 |
| SLU36 | 2944 | 3029 | 3114 | 2906 | 2991 | 2784 | 2869 | 2954 | 19 | -21 | 28 |
| SLU37 | 2414 | 2848 | 3281 | 2574 | 3007 | 2300 | 2734 | 3167 | 16 | 23 | 28 |
| SLU38 | 2477 | 2938 | 3399 | 2628 | 3089 | 2317 | 2779 | 3240 | 19 | 23 | 30 |
| SLU39 | 2678 | 2848 | 3017 | 2706 | 2875 | 2564 | 2734 | 2903 | 16 | -20 | 26 |
| SLU40 | 2741 | 2938 | 3135 | 2760 | 2957 | 2582 | 2779 | 2976 | 19 | -20 | 28 |
| SLV1 | 1961 | 2042 | 2123 | 1820 | 1901 | 1597 | 1679 | 1760 | 47 | 11 | 48 |
| SLV2 | 1987 | 2080 | 2173 | 1842 | 1935 | 1605 | 1698 | 1791 | 48 | 11 | 49 |
| SLV3 | 1773 | 1952 | 2132 | 1771 | 1950 | 1589 | 1769 | 1948 | 21 | 38 | 43 |
| SLV4 | 1799 | 1990 | 2181 | 1793 | 1984 | 1596 | 1787 | 1978 | 22 | 38 | 43 |
| SLV5 | 1829 | 1911 | 1992 | 1793 | 1874 | 1675 | 1756 | 1838 | 21 | 11 | 23 |
| SLV6 | 1855 | 1948 | 2041 | 1815 | 1908 | 1682 | 1775 | 1868 | 22 | 11 | 24 |
| SLE-C1 | 1948 | 2177 | 2405 | 2028 | 2256 | 1879 | 2108 | 2336 | 10 | 15 | 18 |
| SLE-C2 | 1980 | 2222 | 2464 | 2055 | 2297 | 1888 | 2130 | 2372 | 11 | 15 | 19 |
| SLE-C3 | 2125 | 2177 | 2229 | 2116 | 2168 | 2056 | 2108 | 2160 | 10 | -14 | 17 |
| SLE-C4 | 2156 | 2222 | 2288 | 2143 | 2209 | 2064 | 2130 | 2196 | 11 | -14 | 18 |
| SLE-C5 | 1804 | 1696 | 1588 | 1716 | 1607 | 1735 | 1627 | 1519 | 10 | 14 | 17 |
| SLE-C6 | 1835 | 1741 | 1647 | 1742 | 1648 | 1744 | 1649 | 1555 | 11 | 14 | 18 |
| SLE-C7 | 1980 | 1696 | 1412 | 1804 | 1519 | 1911 | 1627 | 1342 | 10 | -15 | 18 |
| SLE-C8 | 2012 | 1741 | 1471 | 1831 | 1560 | 1920 | 1649 | 1379 | 11 | -15 | 19 |
| SLE-F1 | 2007 | 2177 | 2346 | 2057 | 2227 | 1938 | 2108 | 2277 | 10 | 5 | 11 |
| SLE-F2 | 2038 | 2222 | 2405 | 2084 | 2268 | 1947 | 2130 | 2314 | 11 | 5 | 12 |
| SLE-F3 | 2066 | 2177 | 2288 | 2087 | 2198 | 1997 | 2108 | 2218 | 10 | -4 | 11 |
| SLE-F4 | 2097 | 2222 | 2347 | 2114 | 2238 | 2005 | 2130 | 2255 | 11 | -4 | 12 |
| SLE-F5 | 1863 | 1696 | 1529 | 1745 | 1578 | 1794 | 1627 | 1460 | 10 | 4 | 11 |
| SLE-F6 | 1894 | 1741 | 1588 | 1772 | 1619 | 1802 | 1649 | 1496 | 11 | 4 | 12 |
| SLE-F7 | 1922 | 1696 | 1470 | 1774 | 1549 | 1853 | 1627 | 1401 | 10 | -6 | 11 |
| SLE-F8 | 1953 | 1741 | 1529 | 1801 | 1589 | 1861 | 1649 | 1438 | 11 | -6 | 13 |
| SLE-QP1 | 1891 | 1905 | 1918 | 1865 | 1879 | 1826 | 1839 | 1853 | 9 | 0 | 9 |
| SLE-QP2 | 1917 | 1942 | 1967 | 1888 | 1913 | 1833 | 1858 | 1883 | 10 | 0 | 10 |

PILA 2 - Sollecitazione sulla palificata

| comb | Fx | Fy | Fz | Mx | My |
|------|----|------|-------|------|-----|
| | kN | kN | kN | kNm | kNm |
| SLU1 | 66 | 168 | 23125 | 6288 | 298 |
| SLU2 | 66 | 168 | 23268 | 6526 | 299 |
| SLU3 | 66 | -153 | 23125 | 2489 | 298 |
| SLU4 | 66 | -153 | 23268 | 2727 | 299 |

| | |
|--|---|
| CORRIDOIO PLURIMODALE TIRRENICO-NORD EUROPA ITINERARIO AGRIGENTO -CALTANISSETTA-A19 S.S. N° 640 "DI PORTO EMPEDOCLE" AMMODERNAMENTO E ADEGUAMENTO ALLA CAT. B DEL D.M. 5.11.2001 Dal km 44+000 allo svincolo con l'A19 Progetto Esecutivo | Opera: Viadotto Favarella |
| | Relazione di Calcolo Pile |
| | Pagina 38 di 85 |
| | Nome file: V102-C-CL005-B.00_relazione_calcolo_pile_dx.doc |

PILA 2 - Sollecitazione sulla palificata

| comb | Fx | Fy | Fz | Mx | My |
|--------|-----|------|-------|-------|------|
| | kN | kN | kN | kNm | kNm |
| SLU5 | 66 | 171 | 22085 | 9056 | 298 |
| SLU6 | 66 | 171 | 22228 | 9294 | 299 |
| SLU7 | 66 | -150 | 22085 | 5257 | 298 |
| SLU8 | 66 | -150 | 22228 | 5495 | 299 |
| SLU9 | 296 | 166 | 22167 | 5275 | 1795 |
| SLU10 | 296 | 166 | 22310 | 5513 | 1795 |
| SLU11 | 296 | -155 | 22167 | 1476 | 1795 |
| SLU12 | 296 | -155 | 22310 | 1714 | 1795 |
| SLU13 | 296 | 169 | 21387 | 7351 | 1795 |
| SLU14 | 296 | 169 | 21530 | 7589 | 1795 |
| SLU15 | 296 | -152 | 21387 | 3552 | 1795 |
| SLU16 | 296 | -152 | 21530 | 3790 | 1795 |
| SLU17 | 66 | 166 | 22167 | 5275 | 298 |
| SLU18 | 66 | 166 | 22310 | 5513 | 299 |
| SLU19 | 66 | -155 | 22167 | 1476 | 298 |
| SLU20 | 66 | -155 | 22310 | 1714 | 299 |
| SLU21 | 66 | 169 | 21387 | 7351 | 298 |
| SLU22 | 66 | 169 | 21530 | 7589 | 299 |
| SLU23 | 66 | -152 | 21387 | 3552 | 298 |
| SLU24 | 66 | -152 | 21530 | 3790 | 299 |
| SLU25 | 66 | 274 | 22167 | 6541 | 298 |
| SLU26 | 66 | 274 | 22310 | 6780 | 299 |
| SLU27 | 66 | -262 | 22167 | 210 | 298 |
| SLU28 | 66 | -262 | 22310 | 448 | 299 |
| SLU29 | 66 | 276 | 21387 | 8617 | 298 |
| SLU30 | 66 | 276 | 21530 | 8855 | 299 |
| SLU31 | 66 | -260 | 21387 | 2285 | 298 |
| SLU32 | 66 | -260 | 21530 | 2523 | 299 |
| SLU33 | 66 | 166 | 22135 | 5275 | 299 |
| SLU34 | 66 | 166 | 22374 | 5672 | 300 |
| SLU35 | 66 | -155 | 22135 | 1476 | 299 |
| SLU36 | 66 | -155 | 22374 | 1873 | 300 |
| SLU37 | 66 | 169 | 21355 | 7351 | 299 |
| SLU38 | 66 | 169 | 21593 | 7747 | 300 |
| SLU39 | 66 | -152 | 21355 | 3552 | 299 |
| SLU40 | 66 | -152 | 21593 | 3949 | 300 |
| SLV1 | 331 | 88 | 14213 | 1250 | 1978 |
| SLV2 | 331 | 88 | 14312 | 1415 | 1979 |
| SLV3 | 130 | 294 | 14213 | 2623 | 947 |
| SLV4 | 130 | 294 | 14312 | 2788 | 948 |
| SLV5 | 130 | 88 | 13998 | 1250 | 732 |
| SLV6 | 130 | 88 | 14097 | 1415 | 733 |
| SLE-C1 | 44 | 111 | 16426 | 3767 | 199 |
| SLE-C2 | 44 | 111 | 16545 | 3965 | 200 |
| SLE-C3 | 44 | -103 | 16426 | 1234 | 199 |
| SLE-C4 | 44 | -103 | 16545 | 1433 | 200 |
| SLE-C5 | 44 | 102 | 12748 | -2274 | 199 |
| SLE-C6 | 44 | 102 | 12867 | -2075 | 200 |
| SLE-C7 | 44 | -113 | 12748 | -4806 | 199 |

| | |
|--|---|
| CORRIDOIO PLURIMODALE TIRRENICO-NORD EUROPA ITINERARIO AGRIGENTO -CALTANISSETTA-A19 S.S. N° 640 "DI PORTO EMPEDOCLE" AMMODERNAMENTO E ADEGUAMENTO ALLA CAT. B DEL D.M. 5.11.2001 Dal km 44+000 allo svincolo con l'A19 Progetto Esecutivo | Opera: Viadotto Favarella |
| | Relazione di Calcolo Pile |
| | Pagina 39 di 85 |
| | Nome file: V102-C-CL005-B.00_relazione_calcolo_pile_dx.doc |

PILA 2 - Sollecitazione sulla palificata

| comb | Fx | Fy | Fz | Mx | My |
|---------|----|------|-------|-------|-----|
| | kN | kN | kN | kNm | kNm |
| SLE-C8 | 44 | -113 | 12867 | -4608 | 200 |
| SLE-F1 | 44 | 40 | 16426 | 2923 | 199 |
| SLE-F2 | 44 | 40 | 16545 | 3121 | 200 |
| SLE-F3 | 44 | -31 | 16426 | 2078 | 199 |
| SLE-F4 | 44 | -31 | 16545 | 2277 | 200 |
| SLE-F5 | 44 | 30 | 12748 | -3118 | 199 |
| SLE-F6 | 44 | 30 | 12867 | -2919 | 200 |
| SLE-F7 | 44 | -41 | 12748 | -3962 | 199 |
| SLE-F8 | 44 | -41 | 12867 | -3764 | 200 |
| SLE-QP1 | 44 | 0 | 14305 | 249 | 199 |
| SLE-QP2 | 44 | 0 | 14404 | 414 | 199 |

PILA 2 - Azioni sui pali

| PALO | SFORZO NORMALE N [kN] | | | | | | | | TAGLIO [kN] | | |
|-------|-----------------------|------|------|------|------|------|------|------|-------------|-----|----|
| | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | Vx | Vy | V |
| SLU1 | 2522 | 2910 | 3298 | 2697 | 3085 | 2483 | 2871 | 3259 | 8 | 21 | 23 |
| SLU2 | 2525 | 2928 | 3331 | 2707 | 3110 | 2486 | 2889 | 3292 | 8 | 21 | 23 |
| SLU3 | 2756 | 2910 | 3064 | 2814 | 2967 | 2717 | 2871 | 3025 | 8 | -19 | 21 |
| SLU4 | 2760 | 2928 | 3096 | 2824 | 2993 | 2721 | 2889 | 3057 | 8 | -19 | 21 |
| SLU5 | 2221 | 2780 | 3339 | 2481 | 3040 | 2182 | 2741 | 3300 | 8 | 21 | 23 |
| SLU6 | 2224 | 2798 | 3372 | 2492 | 3065 | 2185 | 2759 | 3333 | 8 | 21 | 23 |
| SLU7 | 2456 | 2780 | 3105 | 2598 | 2923 | 2417 | 2741 | 3066 | 8 | -19 | 20 |
| SLU8 | 2459 | 2798 | 3137 | 2609 | 2948 | 2420 | 2759 | 3098 | 8 | -19 | 20 |
| SLU9 | 2563 | 2888 | 3214 | 2608 | 2934 | 2328 | 2654 | 2979 | 37 | 21 | 42 |
| SLU10 | 2566 | 2906 | 3246 | 2619 | 2959 | 2331 | 2671 | 3012 | 37 | 21 | 43 |
| SLU11 | 2797 | 2888 | 2979 | 2725 | 2816 | 2562 | 2654 | 2745 | 37 | -19 | 42 |
| SLU12 | 2800 | 2906 | 3012 | 2736 | 2842 | 2566 | 2671 | 2777 | 37 | -19 | 42 |
| SLU13 | 2337 | 2791 | 3244 | 2447 | 2900 | 2102 | 2556 | 3010 | 37 | 21 | 43 |
| SLU14 | 2340 | 2809 | 3277 | 2457 | 2925 | 2105 | 2574 | 3042 | 37 | 21 | 43 |
| SLU15 | 2571 | 2791 | 3010 | 2564 | 2783 | 2337 | 2556 | 2775 | 37 | -19 | 42 |
| SLU16 | 2575 | 2809 | 3043 | 2574 | 2808 | 2340 | 2574 | 2808 | 37 | -19 | 42 |
| SLU17 | 2465 | 2790 | 3116 | 2608 | 2934 | 2426 | 2751 | 3077 | 8 | 21 | 22 |
| SLU18 | 2468 | 2808 | 3149 | 2619 | 2959 | 2429 | 2769 | 3110 | 8 | 21 | 22 |
| SLU19 | 2699 | 2790 | 2882 | 2725 | 2816 | 2660 | 2751 | 2843 | 8 | -19 | 21 |
| SLU20 | 2702 | 2808 | 2914 | 2736 | 2842 | 2663 | 2769 | 2875 | 8 | -19 | 21 |
| SLU21 | 2239 | 2693 | 3147 | 2447 | 2900 | 2200 | 2654 | 3108 | 8 | 21 | 23 |
| SLU22 | 2242 | 2711 | 3179 | 2457 | 2925 | 2203 | 2672 | 3140 | 8 | 21 | 23 |
| SLU23 | 2474 | 2693 | 2912 | 2564 | 2783 | 2435 | 2654 | 2873 | 8 | -19 | 21 |
| SLU24 | 2477 | 2711 | 2945 | 2574 | 2808 | 2438 | 2672 | 2906 | 8 | -19 | 21 |
| SLU25 | 2387 | 2790 | 3194 | 2569 | 2973 | 2348 | 2751 | 3155 | 8 | 34 | 35 |
| SLU26 | 2390 | 2808 | 3227 | 2580 | 2998 | 2351 | 2769 | 3188 | 8 | 34 | 35 |
| SLU27 | 2777 | 2790 | 2803 | 2764 | 2777 | 2738 | 2751 | 2764 | 8 | -33 | 34 |
| SLU28 | 2781 | 2808 | 2836 | 2775 | 2803 | 2742 | 2769 | 2797 | 8 | -33 | 34 |
| SLU29 | 2161 | 2693 | 3225 | 2407 | 2939 | 2122 | 2654 | 3186 | 8 | 34 | 35 |
| SLU30 | 2164 | 2711 | 3257 | 2418 | 2965 | 2125 | 2672 | 3218 | 8 | 34 | 35 |
| SLU31 | 2552 | 2693 | 2834 | 2603 | 2744 | 2513 | 2654 | 2795 | 8 | -32 | 33 |
| SLU32 | 2555 | 2711 | 2867 | 2613 | 2769 | 2516 | 2672 | 2827 | 8 | -32 | 33 |

| | |
|--|---|
| CORRIDOIO PLURIMODALE TIRRENICO-NORD EUROPA ITINERARIO AGRIGENTO -CALTANISSETTA-A19 S.S. N° 640 "DI PORTO EMPEDOCLE" AMMODERNAMENTO E ADEGUAMENTO ALLA CAT. B DEL D.M. 5.11.2001 Dal km 44+000 allo svincolo con l'A19 Progetto Esecutivo | Opera: Viadotto Favarella |
| | Relazione di Calcolo Pile |
| | Pagina 40 di 85 |
| | Nome file: V102-C-CL005-B.00_relazione_calcolo_pile_dx.doc |

PILA 2 - Azioni sui pali

| PALO | SFORZO NORMALE N [kN] | | | | | | | | TAGLIO [kN] | | |
|---------|-----------------------|------|------|------|------|------|------|------|-------------|-----|----|
| | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | Vx | Vy | V |
| SLU33 | 2461 | 2786 | 3112 | 2604 | 2930 | 2422 | 2747 | 3073 | 8 | 21 | 22 |
| SLU34 | 2466 | 2816 | 3166 | 2622 | 2972 | 2427 | 2777 | 3127 | 8 | 21 | 22 |
| SLU35 | 2695 | 2786 | 2878 | 2721 | 2812 | 2656 | 2747 | 2839 | 8 | -19 | 21 |
| SLU36 | 2701 | 2816 | 2932 | 2739 | 2855 | 2661 | 2777 | 2893 | 8 | -19 | 21 |
| SLU37 | 2235 | 2689 | 3143 | 2443 | 2896 | 2196 | 2650 | 3104 | 8 | 21 | 23 |
| SLU38 | 2241 | 2719 | 3197 | 2460 | 2938 | 2201 | 2680 | 3158 | 8 | 21 | 23 |
| SLU39 | 2470 | 2689 | 2908 | 2560 | 2779 | 2431 | 2650 | 2869 | 8 | -19 | 21 |
| SLU40 | 2475 | 2719 | 2963 | 2577 | 2821 | 2436 | 2680 | 2923 | 8 | -19 | 21 |
| SLV1 | 1829 | 1906 | 1983 | 1738 | 1815 | 1570 | 1647 | 1724 | 41 | 11 | 43 |
| SLV2 | 1831 | 1918 | 2006 | 1745 | 1833 | 1572 | 1660 | 1747 | 41 | 11 | 43 |
| SLV3 | 1677 | 1838 | 2000 | 1696 | 1858 | 1553 | 1715 | 1877 | 16 | 37 | 40 |
| SLV4 | 1679 | 1851 | 2023 | 1703 | 1875 | 1555 | 1727 | 1899 | 16 | 37 | 40 |
| SLV5 | 1720 | 1798 | 1875 | 1711 | 1788 | 1625 | 1702 | 1779 | 16 | 11 | 20 |
| SLV6 | 1723 | 1810 | 1897 | 1718 | 1806 | 1627 | 1714 | 1802 | 16 | 11 | 20 |
| SLE-C1 | 1834 | 2066 | 2299 | 1937 | 2170 | 1808 | 2040 | 2273 | 6 | 14 | 15 |
| SLE-C2 | 1836 | 2081 | 2326 | 1946 | 2191 | 1810 | 2055 | 2300 | 6 | 14 | 15 |
| SLE-C3 | 1990 | 2066 | 2142 | 2015 | 2091 | 1964 | 2040 | 2116 | 6 | -13 | 14 |
| SLE-C4 | 1993 | 2081 | 2170 | 2024 | 2112 | 1967 | 2055 | 2144 | 6 | -13 | 14 |
| SLE-C5 | 1747 | 1606 | 1466 | 1664 | 1523 | 1721 | 1580 | 1440 | 6 | 13 | 14 |
| SLE-C6 | 1749 | 1621 | 1493 | 1672 | 1544 | 1723 | 1595 | 1467 | 6 | 13 | 14 |
| SLE-C7 | 1903 | 1606 | 1310 | 1742 | 1445 | 1877 | 1580 | 1284 | 6 | -14 | 15 |
| SLE-C8 | 1906 | 1621 | 1337 | 1751 | 1466 | 1880 | 1595 | 1311 | 6 | -14 | 15 |
| SLE-F1 | 1886 | 2066 | 2247 | 1963 | 2143 | 1860 | 2040 | 2221 | 6 | 5 | 7 |
| SLE-F2 | 1889 | 2081 | 2274 | 1972 | 2164 | 1862 | 2055 | 2248 | 6 | 5 | 7 |
| SLE-F3 | 1938 | 2066 | 2195 | 1989 | 2117 | 1912 | 2040 | 2169 | 6 | -4 | 7 |
| SLE-F4 | 1941 | 2081 | 2222 | 1998 | 2138 | 1915 | 2055 | 2196 | 6 | -4 | 7 |
| SLE-F5 | 1799 | 1606 | 1414 | 1690 | 1497 | 1773 | 1580 | 1388 | 6 | 4 | 7 |
| SLE-F6 | 1802 | 1621 | 1441 | 1698 | 1518 | 1775 | 1595 | 1415 | 6 | 4 | 7 |
| SLE-F7 | 1851 | 1606 | 1362 | 1716 | 1471 | 1825 | 1580 | 1336 | 6 | -5 | 8 |
| SLE-F8 | 1854 | 1621 | 1389 | 1724 | 1492 | 1828 | 1595 | 1363 | 6 | -5 | 8 |
| SLE-QP1 | 1786 | 1801 | 1816 | 1780 | 1796 | 1760 | 1775 | 1790 | 6 | 0 | 6 |
| SLE-QP2 | 1788 | 1813 | 1839 | 1788 | 1813 | 1762 | 1787 | 1813 | 6 | 0 | 6 |

PILA 3 - Sollecitazione sulla palificata

| comb | Fx | Fy | Fz | Mx | My |
|-------|-----|------|-------|------|------|
| | kN | kN | kN | kNm | kNm |
| SLU1 | 123 | 146 | 23694 | 5736 | 515 |
| SLU2 | 109 | 146 | 24020 | 6007 | 525 |
| SLU3 | 123 | -138 | 23694 | 2869 | 515 |
| SLU4 | 109 | -138 | 24020 | 3140 | 525 |
| SLU5 | 123 | 147 | 22735 | 8361 | 515 |
| SLU6 | 109 | 147 | 23060 | 8632 | 525 |
| SLU7 | 123 | -137 | 22735 | 5495 | 515 |
| SLU8 | 109 | -137 | 23060 | 5766 | 525 |
| SLU9 | 355 | 145 | 22707 | 4740 | 1559 |
| SLU10 | 341 | 145 | 23032 | 5011 | 1569 |
| SLU11 | 355 | -139 | 22707 | 1873 | 1559 |
| SLU12 | 341 | -139 | 23032 | 2144 | 1569 |

| | |
|--|---|
| CORRIDOIO PLURIMODALE TIRRENICO-NORD EUROPA ITINERARIO AGRIGENTO -CALTANISSETTA-A19 S.S. N° 640 "DI PORTO EMPEDOCLE" AMMODERNAMENTO E ADEGUAMENTO ALLA CAT. B DEL D.M. 5.11.2001 Dal km 44+000 allo svincolo con l'A19 Progetto Esecutivo | Opera: Viadotto Favarella |
| | Relazione di Calcolo Pile |
| | Pagina 41 di 85 |
| | Nome file: V102-C-CL005-B.00_relazione_calcolo_pile_dx.doc |

PILA 3 - Sollecitazione sulla palificata

| comb | Fx | Fy | Fz | Mx | My |
|--------|-----|------|-------|-------|------|
| | kN | kN | kN | kNm | kNm |
| SLU13 | 355 | 146 | 21987 | 6709 | 1559 |
| SLU14 | 341 | 146 | 22312 | 6980 | 1569 |
| SLU15 | 355 | -138 | 21987 | 3842 | 1559 |
| SLU16 | 341 | -138 | 22312 | 4113 | 1569 |
| SLU17 | 123 | 145 | 22707 | 4740 | 515 |
| SLU18 | 109 | 145 | 23032 | 5011 | 525 |
| SLU19 | 123 | -139 | 22707 | 1873 | 515 |
| SLU20 | 109 | -139 | 23032 | 2144 | 525 |
| SLU21 | 123 | 146 | 21987 | 6709 | 515 |
| SLU22 | 109 | 146 | 22312 | 6980 | 525 |
| SLU23 | 123 | -138 | 21987 | 3842 | 515 |
| SLU24 | 109 | -138 | 22312 | 4113 | 525 |
| SLU25 | 123 | 240 | 22707 | 5695 | 515 |
| SLU26 | 109 | 240 | 23032 | 5966 | 525 |
| SLU27 | 123 | -234 | 22707 | 918 | 515 |
| SLU28 | 109 | -234 | 23032 | 1189 | 525 |
| SLU29 | 123 | 240 | 21987 | 7664 | 515 |
| SLU30 | 109 | 240 | 22312 | 7935 | 525 |
| SLU31 | 123 | -233 | 21987 | 2887 | 515 |
| SLU32 | 109 | -233 | 22312 | 3158 | 525 |
| SLU33 | 150 | 145 | 22562 | 4740 | 639 |
| SLU34 | 128 | 145 | 23104 | 5191 | 655 |
| SLU35 | 150 | -139 | 22562 | 1873 | 639 |
| SLU36 | 128 | -139 | 23104 | 2325 | 655 |
| SLU37 | 150 | 146 | 21842 | 6709 | 639 |
| SLU38 | 128 | 146 | 22384 | 7160 | 655 |
| SLU39 | 150 | -138 | 21842 | 3842 | 639 |
| SLU40 | 128 | -138 | 22384 | 4294 | 655 |
| SLV1 | 360 | 83 | 14520 | 1007 | 1536 |
| SLV2 | 350 | 83 | 14746 | 1195 | 1543 |
| SLV3 | 167 | 277 | 14520 | 1886 | 914 |
| SLV4 | 157 | 277 | 14746 | 2075 | 921 |
| SLV5 | 167 | 83 | 14306 | 1007 | 708 |
| SLV6 | 157 | 83 | 14531 | 1195 | 715 |
| SLE-C1 | 90 | 97 | 16776 | 3405 | 379 |
| SLE-C2 | 79 | 97 | 17047 | 3631 | 388 |
| SLE-C3 | 90 | -92 | 16776 | 1494 | 379 |
| SLE-C4 | 79 | -92 | 17047 | 1720 | 388 |
| SLE-C5 | 90 | 92 | 12920 | -2481 | 379 |
| SLE-C6 | 79 | 92 | 13191 | -2256 | 388 |
| SLE-C7 | 90 | -97 | 12920 | -4392 | 379 |
| SLE-C8 | 79 | -97 | 13191 | -4166 | 388 |
| SLE-F1 | 90 | 34 | 16776 | 2768 | 379 |
| SLE-F2 | 79 | 34 | 17047 | 2994 | 388 |
| SLE-F3 | 90 | -29 | 16776 | 2131 | 379 |
| SLE-F4 | 79 | -29 | 17047 | 2357 | 388 |
| SLE-F5 | 90 | 29 | 12920 | -3118 | 379 |
| SLE-F6 | 79 | 29 | 13191 | -2893 | 388 |
| SLE-F7 | 90 | -34 | 12920 | -3755 | 379 |

| | |
|--|---|
| CORRIDOIO PLURIMODALE TIRRENICO-NORD EUROPA ITINERARIO AGRIGENTO -CALTANISSETTA-A19 S.S. N° 640 "DI PORTO EMPEDOCLE" AMMODERNAMENTO E ADEGUAMENTO ALLA CAT. B DEL D.M. 5.11.2001 Dal km 44+000 allo svincolo con l'A19 Progetto Esecutivo | Opera: Viadotto Favarella |
| | Relazione di Calcolo Pile |
| | Pagina 42 di 85 |
| | Nome file: V102-C-CL005-B.00_relazione_calcolo_pile_dx.doc |

PILA 3 - Sollecitazione sulla palificata

| comb | Fx | Fy | Fz | Mx | My |
|---------|----|-----|-------|-------|-----|
| | kN | kN | kN | kNm | kNm |
| SLE-F8 | 79 | -34 | 13191 | -3529 | 388 |
| SLE-QP1 | 84 | 0 | 14612 | 235 | 353 |
| SLE-QP2 | 75 | 0 | 14837 | 424 | 360 |

PILA 3 - Azioni sui pali

| PALO | SFORZO NORMALE N [kN] | | | | | | | | TAGLIO [kN] | | |
|-------|-----------------------|------|------|------|------|------|------|------|-------------|-----|----|
| | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | Vx | Vy | V |
| SLU1 | 2641 | 2995 | 3350 | 2785 | 3139 | 2574 | 2928 | 3282 | 15 | 18 | 24 |
| SLU2 | 2666 | 3037 | 3408 | 2817 | 3188 | 2597 | 2968 | 3339 | 14 | 18 | 23 |
| SLU3 | 2818 | 2995 | 3173 | 2873 | 3050 | 2751 | 2928 | 3105 | 15 | -17 | 23 |
| SLU4 | 2843 | 3037 | 3231 | 2906 | 3099 | 2774 | 2968 | 3162 | 14 | -17 | 22 |
| SLU5 | 2359 | 2875 | 3392 | 2584 | 3100 | 2292 | 2808 | 3324 | 15 | 18 | 24 |
| SLU6 | 2384 | 2917 | 3450 | 2616 | 3149 | 2315 | 2848 | 3381 | 14 | 18 | 23 |
| SLU7 | 2536 | 2875 | 3215 | 2672 | 3011 | 2469 | 2808 | 3147 | 15 | -17 | 23 |
| SLU8 | 2561 | 2917 | 3273 | 2705 | 3060 | 2492 | 2848 | 3204 | 14 | -17 | 22 |
| SLU9 | 2648 | 2940 | 3233 | 2692 | 2985 | 2444 | 2736 | 3029 | 44 | 18 | 48 |
| SLU10 | 2672 | 2982 | 3291 | 2724 | 3034 | 2467 | 2776 | 3086 | 43 | 18 | 46 |
| SLU11 | 2825 | 2940 | 3056 | 2781 | 2896 | 2621 | 2736 | 2852 | 44 | -17 | 48 |
| SLU12 | 2849 | 2982 | 3114 | 2813 | 2945 | 2644 | 2776 | 2909 | 43 | -17 | 46 |
| SLU13 | 2436 | 2850 | 3264 | 2541 | 2955 | 2232 | 2646 | 3061 | 44 | 18 | 48 |
| SLU14 | 2461 | 2892 | 3322 | 2574 | 3004 | 2256 | 2686 | 3117 | 43 | 18 | 46 |
| SLU15 | 2613 | 2850 | 3087 | 2630 | 2867 | 2409 | 2646 | 2884 | 44 | -17 | 48 |
| SLU16 | 2638 | 2892 | 3145 | 2662 | 2916 | 2433 | 2686 | 2940 | 43 | -17 | 46 |
| SLU17 | 2579 | 2872 | 3165 | 2692 | 2985 | 2512 | 2805 | 3097 | 15 | 18 | 24 |
| SLU18 | 2604 | 2913 | 3223 | 2724 | 3034 | 2535 | 2845 | 3154 | 14 | 18 | 23 |
| SLU19 | 2756 | 2872 | 2988 | 2781 | 2896 | 2689 | 2805 | 2920 | 15 | -17 | 23 |
| SLU20 | 2781 | 2913 | 3046 | 2813 | 2945 | 2712 | 2845 | 2977 | 14 | -17 | 22 |
| SLU21 | 2368 | 2782 | 3196 | 2541 | 2955 | 2301 | 2715 | 3129 | 15 | 18 | 24 |
| SLU22 | 2392 | 2823 | 3254 | 2574 | 3004 | 2324 | 2755 | 3186 | 14 | 18 | 23 |
| SLU23 | 2545 | 2782 | 3019 | 2630 | 2867 | 2478 | 2715 | 2952 | 15 | -17 | 23 |
| SLU24 | 2569 | 2823 | 3077 | 2662 | 2916 | 2501 | 2755 | 3009 | 14 | -17 | 22 |
| SLU25 | 2520 | 2872 | 3224 | 2663 | 3014 | 2453 | 2805 | 3156 | 15 | 30 | 34 |
| SLU26 | 2545 | 2913 | 3282 | 2695 | 3063 | 2476 | 2845 | 3213 | 14 | 30 | 33 |
| SLU27 | 2815 | 2872 | 2929 | 2810 | 2867 | 2748 | 2805 | 2861 | 15 | -29 | 33 |
| SLU28 | 2840 | 2913 | 2987 | 2842 | 2916 | 2771 | 2845 | 2918 | 14 | -29 | 32 |
| SLU29 | 2309 | 2782 | 3255 | 2512 | 2985 | 2242 | 2715 | 3188 | 15 | 30 | 34 |
| SLU30 | 2333 | 2823 | 3313 | 2544 | 3034 | 2265 | 2755 | 3245 | 14 | 30 | 33 |
| SLU31 | 2604 | 2782 | 2960 | 2659 | 2837 | 2537 | 2715 | 2893 | 15 | -29 | 33 |
| SLU32 | 2628 | 2823 | 3018 | 2692 | 2886 | 2560 | 2755 | 2950 | 14 | -29 | 32 |
| SLU33 | 2569 | 2862 | 3155 | 2674 | 2967 | 2486 | 2779 | 3071 | 19 | 18 | 26 |
| SLU34 | 2610 | 2931 | 3251 | 2728 | 3048 | 2525 | 2845 | 3166 | 16 | 18 | 24 |
| SLU35 | 2746 | 2862 | 2978 | 2762 | 2878 | 2663 | 2779 | 2894 | 19 | -17 | 26 |
| SLU36 | 2787 | 2931 | 3074 | 2816 | 2960 | 2702 | 2845 | 2989 | 16 | -17 | 24 |
| SLU37 | 2358 | 2772 | 3186 | 2523 | 2937 | 2274 | 2689 | 3103 | 19 | 18 | 26 |
| SLU38 | 2399 | 2841 | 3283 | 2577 | 3019 | 2313 | 2755 | 3197 | 16 | 18 | 24 |
| SLU39 | 2535 | 2772 | 3009 | 2612 | 2849 | 2451 | 2689 | 2926 | 19 | -17 | 26 |
| SLU40 | 2576 | 2841 | 3106 | 2666 | 2931 | 2490 | 2755 | 3020 | 16 | -17 | 24 |
| SLV1 | 1853 | 1915 | 1978 | 1784 | 1846 | 1652 | 1715 | 1777 | 45 | 10 | 46 |

| | |
|--|---|
| CORRIDOIO PLURIMODALE TIRRENICO-NORD EUROPA ITINERARIO AGRIGENTO -CALTANISSETTA-A19 S.S. N° 640 "DI PORTO EMPEDOCLE" AMMODERNAMENTO E ADEGUAMENTO ALLA CAT. B DEL D.M. 5.11.2001 Dal km 44+000 allo svincolo con l'A19 Progetto Esecutivo | Opera: Viadotto Favarella |
| | Relazione di Calcolo Pile |
| | Pagina 43 di 85 |
| | Nome file: VI02-C-CL005-B.00_relazione_calcolo_pile_dx.doc |

PILA 3 - Azioni sui pali

| PALO | SFORZO NORMALE N [kN] | | | | | | | | TAGLIO [kN] | | |
|---------|-----------------------|------|------|------|------|------|------|------|-------------|-----|----|
| | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | Vx | Vy | V |
| SLV2 | 1870 | 1944 | 2018 | 1806 | 1880 | 1669 | 1742 | 1816 | 44 | 10 | 45 |
| SLV3 | 1758 | 1875 | 1991 | 1757 | 1873 | 1639 | 1755 | 1872 | 21 | 35 | 40 |
| SLV4 | 1775 | 1903 | 2031 | 1779 | 1907 | 1655 | 1783 | 1911 | 20 | 35 | 40 |
| SLV5 | 1772 | 1834 | 1897 | 1757 | 1819 | 1680 | 1742 | 1804 | 21 | 10 | 23 |
| SLV6 | 1789 | 1863 | 1937 | 1780 | 1853 | 1696 | 1770 | 1843 | 20 | 10 | 22 |
| SLE-C1 | 1912 | 2122 | 2332 | 1992 | 2202 | 1862 | 2072 | 2282 | 11 | 12 | 17 |
| SLE-C2 | 1932 | 2156 | 2380 | 2019 | 2243 | 1881 | 2106 | 2330 | 10 | 12 | 16 |
| SLE-C3 | 2030 | 2122 | 2214 | 2051 | 2143 | 1980 | 2072 | 2164 | 11 | -12 | 16 |
| SLE-C4 | 2050 | 2156 | 2262 | 2078 | 2184 | 1999 | 2106 | 2212 | 10 | -12 | 15 |
| SLE-C5 | 1793 | 1640 | 1487 | 1692 | 1538 | 1743 | 1590 | 1437 | 11 | 12 | 16 |
| SLE-C6 | 1813 | 1674 | 1535 | 1718 | 1579 | 1763 | 1624 | 1484 | 10 | 12 | 15 |
| SLE-C7 | 1911 | 1640 | 1369 | 1751 | 1479 | 1861 | 1590 | 1319 | 11 | -12 | 17 |
| SLE-C8 | 1931 | 1674 | 1417 | 1777 | 1520 | 1881 | 1624 | 1366 | 10 | -12 | 16 |
| SLE-F1 | 1951 | 2122 | 2293 | 2012 | 2182 | 1901 | 2072 | 2243 | 11 | 4 | 12 |
| SLE-F2 | 1971 | 2156 | 2341 | 2038 | 2223 | 1921 | 2106 | 2290 | 10 | 4 | 11 |
| SLE-F3 | 1990 | 2122 | 2253 | 2031 | 2163 | 1941 | 2072 | 2204 | 11 | -4 | 12 |
| SLE-F4 | 2011 | 2156 | 2302 | 2058 | 2204 | 1960 | 2106 | 2251 | 10 | -4 | 10 |
| SLE-F5 | 1832 | 1640 | 1447 | 1711 | 1519 | 1783 | 1590 | 1398 | 11 | 4 | 12 |
| SLE-F6 | 1853 | 1674 | 1496 | 1738 | 1560 | 1802 | 1624 | 1445 | 10 | 4 | 10 |
| SLE-F7 | 1872 | 1640 | 1408 | 1731 | 1499 | 1822 | 1590 | 1358 | 11 | -4 | 12 |
| SLE-F8 | 1892 | 1674 | 1456 | 1758 | 1540 | 1841 | 1624 | 1406 | 10 | -4 | 11 |
| SLE-QP1 | 1835 | 1850 | 1864 | 1819 | 1834 | 1789 | 1803 | 1818 | 11 | 0 | 11 |
| SLE-QP2 | 1852 | 1878 | 1904 | 1842 | 1868 | 1805 | 1831 | 1857 | 9 | 0 | 9 |

Si riporta una tabella riassuntive per le sollecitazioni sulle palificate nelle combinazioni SLU, SLV e SLE:

STATICA-SLU

| | Nmax | Nmin | Nmedio | Vmax |
|---------|-------------|-------------|-------------|-----------|
| P01 | 3548 | 2208 | 3063 | 49 |
| P02 | 3372 | 2102 | 2908 | 43 |
| P03 | 3450 | 2232 | 3002 | 48 |
| max/min | 3548 | 2232 | 3063 | 49 |

SISMICA-SLV

| | Nmax | Nmin | Nmedio | Vmax |
|---------|-------------|-------------|-------------|-----------|
| P01 | 2181 | 1589 | 1889 | 49 |
| P02 | 2023 | 1553 | 1789 | 43 |
| P03 | 2031 | 1639 | 1843 | 46 |
| max/min | 2181 | 1639 | 1889 | 49 |

SLE_Caratteristica

| | Nmax | Nmin | Vmax |
|---------|-------------|-------------|-----------|
| P01 | 2464 | 1342 | 19 |
| P02 | 2326 | 1284 | 15 |
| P03 | 2380 | 1319 | 17 |
| max/min | 2464 | 1284 | 19 |

| | |
|--|---|
| CORRIDOIO PLURIMODALE TIRRENICO-NORD EUROPA ITINERARIO AGRIGENTO -CALTANISSETTA-A19 S.S. N° 640 "DI PORTO EMPEDOCLE" AMMODERNAMENTO E ADEGUAMENTO ALLA CAT. B DEL D.M. 5.11.2001 Dal km 44+000 allo svincolo con l'A19 Progetto Esecutivo | Opera: Viadotto Favarella |
| | Relazione di Calcolo Pile |
| | Pagina 44 di 85 |
| | Nome file: V102-C-CL005-B.00_relazione_calcolo_pile_dx.doc |

SLE_Frequente

| | Nmax | Nmin | Vmax |
|----------------|-------------|-------------|-------------|
| P01 | 2405 | 1401 | 13 |
| P02 | 2274 | 1336 | 8 |
| P03 | 2341 | 1358 | 12 |
| max/min | 2405 | 1336 | 13 |

SLE_Quasi Permanente

| | Nmax | Nmin | Vmax |
|----------------|-------------|-------------|-------------|
| P01 | 1967 | 1826 | 10 |
| P02 | 1839 | 1760 | 6 |
| P03 | 1904 | 1789 | 11 |
| max/min | 1967 | 1760 | 11 |

4 VERIFICA DEL FUSTO DELLE PILE

La sezione tipo del fusto pile è rappresentata nella Figura 4.1 seguente. Attraverso diverse analisi di predimensionamento si è scelto di armare longitudinalmente il fusto delle pile con 72 $\Phi 18$, di cui 48 posti lungo il perimetro esterno (passo 19.2 cm) e 24 lungo quello interno (passo 25.3 cm).

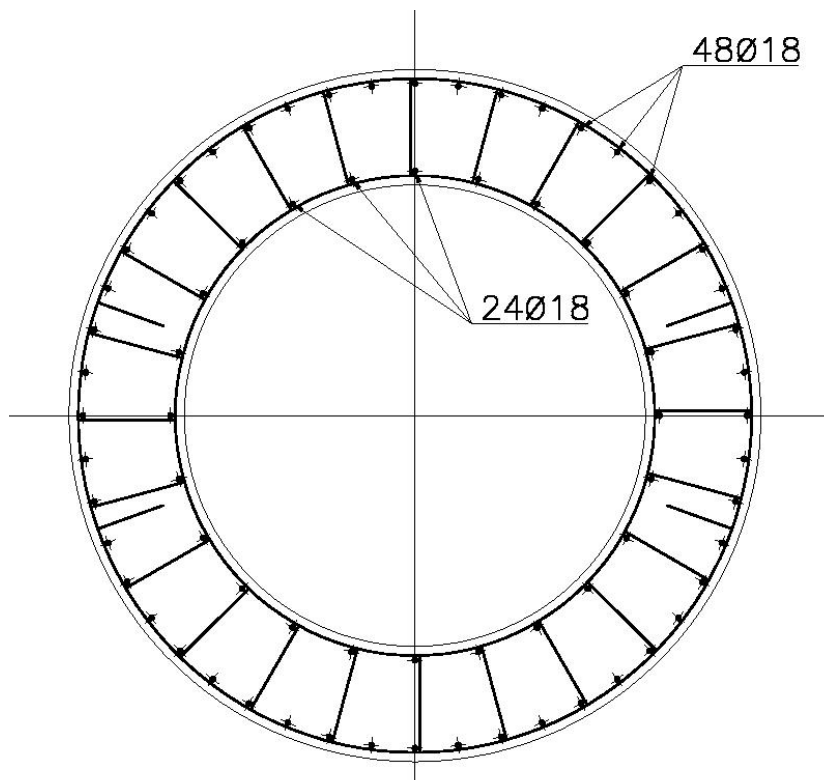


Figura 4.1: Sezione tipo fusto pila (Armatura)

| | |
|--|---|
| CORRIDOIO PLURIMODALE TIRRENICO-NORD EUROPA ITINERARIO AGRIGENTO -CALTANISSETTA-A19 S.S. N° 640 "DI PORTO EMPEDOCLE" AMMODERNAMENTO E ADEGUAMENTO ALLA CAT. B DEL D.M. 5.11.2001 Dal km 44+000 allo svincolo con l'A19 Progetto Esecutivo | Opera: Viadotto Favarella |
| | Relazione di Calcolo Pile |
| | Pagina 45 di 85 |
| | Nome file: V102-C-CL005-B.00_relazione_calcolo_pile_dx.doc |

4.1 S.L.U. – RESISTENZA: PRESSO-FLESSIONE

La sezione circolare cava, armata simmetricamente, può essere analizzata nel caso di presso flessione retta. Infatti, nel caso di doppia simmetria, le sollecitazioni M_x e M_y possono essere combinate vettorialmente

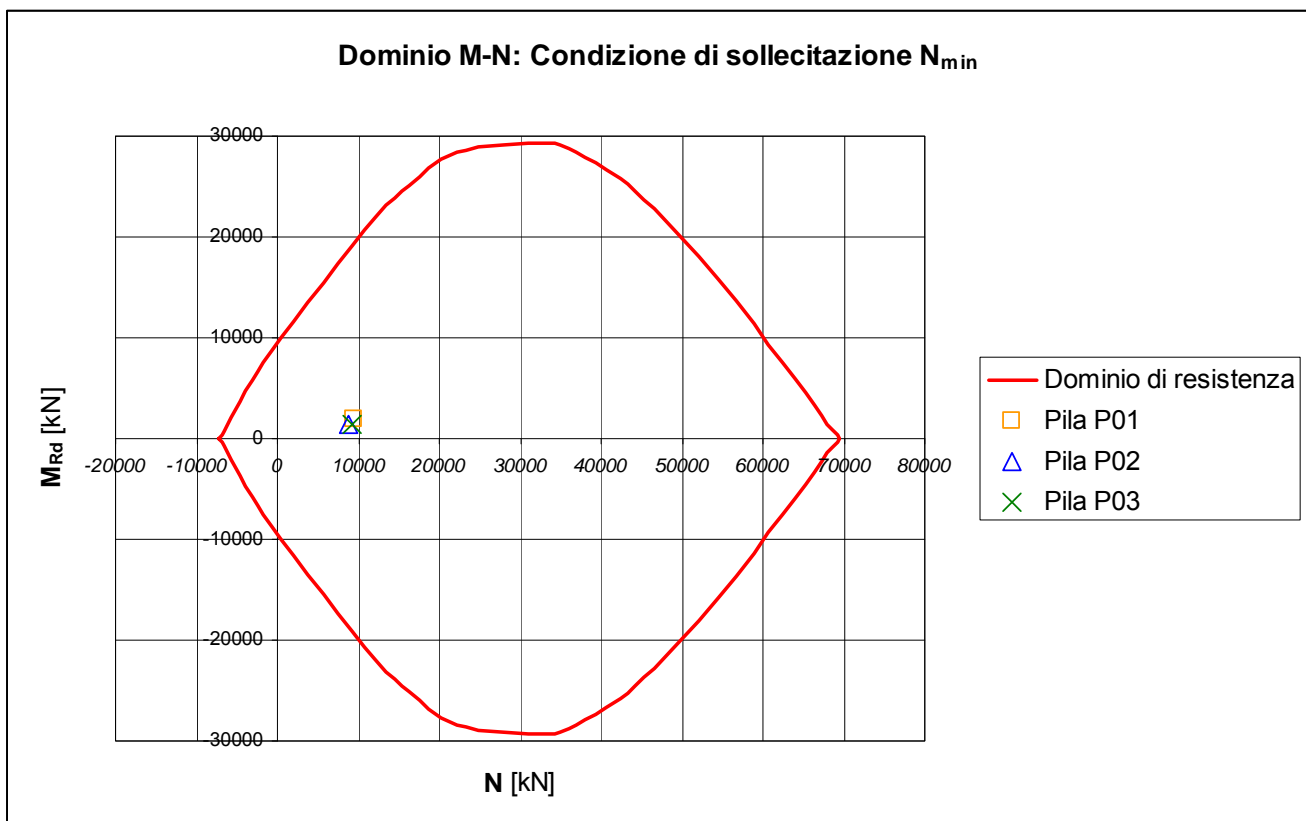
$$M_{Ed} = \sqrt{M_x^2 + M_y^2},$$

quindi bypassando la verifica a presso-flessione deviata (i due procedimenti di verifica sono equivalenti).

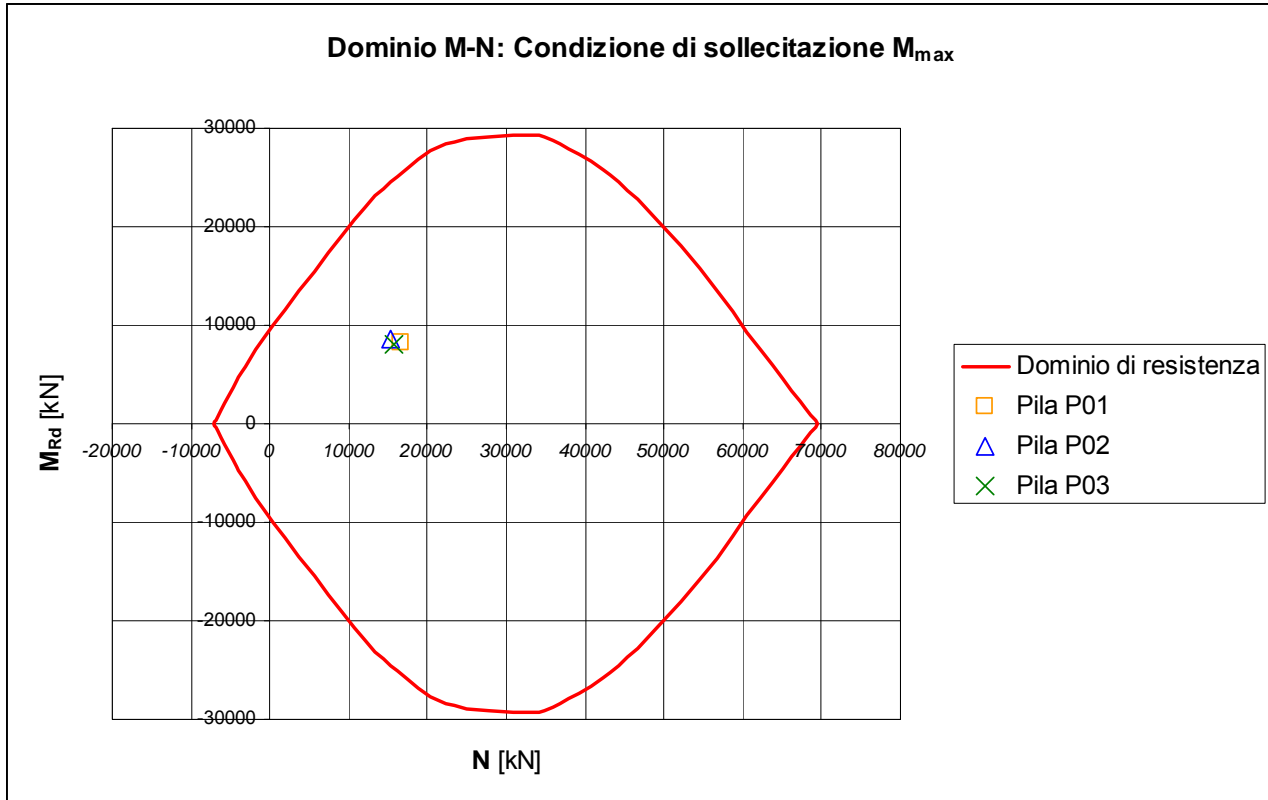
Sulla base delle sollecitazioni ottenute si sono condotte le verifiche di resistenza a presso-flessione retta nella condizione di sollecitazione per N_{min} e M_{Edmax} calcolato come prima descritto. Le verifiche sono state condotte utilizzando il programma V.C.A.S.L.U.

Di seguito si riportano le tabelle riassuntive delle sollecitazioni e i domini di resistenza.

| Condizione N_{min} | | | | |
|----------------------|--------|-------------|----------------|----|
| PILA | N [kN] | M [kNm] | M_{Rd} [kNm] | FS |
| P01 | 9539 | 1931 | 19650 | 10 |
| P02 | 8870 | 1476 | 19022 | 13 |
| P03 | 9178 | 1379 | 19312 | 14 |



| Condizione M_{max} | | | | |
|----------------------|--------------|---------|----------------|----|
| PILA | N [kN] | M [kNm] | M_{Rd} [kNm] | FS |
| P01 | 16616 | 8168 | 25412 | 3 |
| P02 | 15305 | 8640 | 24479 | 3 |
| P03 | 15812 | 8036 | 24846 | 3 |



Come si evince dai grafici e dai fattori di sicurezza le verifiche sono ampiamente soddisfatte.

4.2 S.L.U. – RESISTENZA: TAGLIO

Le verifiche alle tensioni tangenziali si effettua nelle condizioni di sollecitazione di massimo taglio in direzione x ed y e per lo sforzo normale minimo. Per le verifiche di taglio si fa riferimento a quanto prescritto nel paragrafo 4.1.2.1.3 delle norme tecniche per le costruzioni. La verifica a taglio viene eseguita nella sezione più sfavorevole per tutte le pile, che risulta essere quella all'estradosso del plinto di fondazione. La verifica condotta è riportata nel foglio di calcolo seguente, dal quale si evince che il taglio resistente del solo calcestruzzo risulta essere maggiore della sollecitazione di progetto e non risulterebbe quindi necessario disporre armatura a taglio.

| Cond. Soll. | Nmin | Vx | Vy | | |
|-----------------------|------|-------------|-------------|-------------|-------------------------------------|
| Sollecitazioni | | | | | |
| V | = | 130 | 384 | 301 | kN taglio |
| N | = | 8870 | 9981 | 9981 | kN sforzo normale (>0 compressione) |

| Geometria | | | | | |
|------------------|---|-------------|------|------|--|
| D_{est} | = | 3000 | 3000 | 3000 | mm diametro esterno sezione |
| D_{int} | = | 2000 | 2000 | 2000 | mm diametro interno sezione |
| d | = | 2950 | 2950 | 2950 | mm altezza utile |
| d_e | = | 2278 | 2278 | 2278 | mm altezza utile equivalente |
| b_{we} | = | 1000 | 1000 | 1000 | mm larghezza sezione resistente a taglio |

| | |
|--|---|
| CORRIDOIO PLURIMODALE TIRRENICO-NORD EUROPA ITINERARIO AGRIGENTO -CALTANISSETTA-A19 S.S. N° 640 "DI PORTO EMPEDOCLE" AMMODERNAMENTO E ADEGUAMENTO ALLA CAT. B DEL D.M. 5.11.2001 Dal km 44+000 allo svincolo con l'A19 Progetto Esecutivo | Opera: Viadotto Favarella |
| | Relazione di Calcolo Pile |
| | Pagina 47 di 85 |
| | Nome file: V102-C-CL005-B.00_relazione_calcolo_pile_dx.doc |

| Cond. Soll. | Nmin | Vx | Vy | |
|------------------|---------|-------|-------|---|
| Materiali | | | | |
| R_{ck} | = 35 | 35 | 35 | resistenza caratteristica cubica |
| f_{ck} | = 28 | 28 | 28 | MPa resistenza caratteristica cilindrica |
| γ_c | = 1.50 | 1.5 | 1.5 | coefficiente parziale di sicurezza |
| α_{cc} | = 0.85 | 0.85 | 0.85 | coefficiente riduttivo per resistenze di lunga durata |
| f_{cd} | = 15.87 | 15.87 | 15.87 | MPa resistenza di calcolo a compressione |
| f'_{cd} | = 7.93 | 7.93 | 7.93 | MPa resistenza ridotta |
| γ_s | = 1.15 | 1.15 | 1.15 | coefficiente di sicurezza acciaio |
| f_{yk} | = 450.0 | 450.0 | 450.0 | MPa tensione caratteristica di snervamento acciaio |
| f_{yd} | = 391.3 | 391.3 | 391.3 | MPa tensione di snervamento di calcolo dell'acciaio |

Verifica per elementi sprovvisti di armatura a taglio

| | | | | | |
|------------------|----------|--------|--------|-----------------|--|
| A_{sl} | = 18322 | 18322 | 18322 | mm ² | armatura longitudinale |
| ρ_l | = 0.005 | 0.005 | 0.005 | | rapporto geometrico di armatura longitudinale |
| k | = 1.296 | 1.296 | 1.296 | | |
| V_{min} | = 0.273 | 0.273 | 0.273 | | |
| σ_{cp} | = 2.26 | 2.54 | 2.54 | MPa | tensione media calcestruzzo |
| $\sigma_{cp,ad}$ | = 2.26 | 2.54 | 2.54 | MPa | tensione media di compressione adottata (<=0.2fcd) |
| V_{Rd} | = 1606.4 | 1703.1 | 1703.1 | kN | taglio resistente |
| FS | = 12.36 | 4.44 | 5.66 | | fattore di sicurezza |

4.3 S.L.E. – FESSURAZIONE

Si procede alla verifica dell'ampiezza di fessurazione per via indiretta, così come riportata nell'ultimo capoverso del punto 4.1.2.2.4.6 delle NTC, riferendosi ai limiti di tensione nell'acciaio d'armatura definiti nelle tabelle seguenti. La tensione σ_s è quella nell'acciaio d'armatura prossimo al lembo teso della sezione calcolata nella sezione parzializzata per la combinazione di carico pertinente.

Per quanto riguarda le condizioni ambientali e la sensibilità delle armature sono state assunte:

- condizioni ambientali aggressive;
- armature poco sensibili.

Definita la massima tensione ammissibile nelle barre di acciaio, si considerano per ogni combinazione le condizioni di sforzo normale e taglio agente e, con l'ausilio del programma di calcolo V.C.A.S.L.U., utilizzando un'analisi elastica, si determina la massima tensione di trazione nelle barre di armatura.

Le condizioni di sollecitazioni analizzate, per le pile P01, P02 e P03, sono quelle di minimo sforzo normale e massimo momento flettente (combinazione vettoriale di M_x e M_y , si veda paragrafo sulla verifica di resistenza SLU). Le condizioni sono state analizzate per la combinazione di carico frequente e quasi permanente, di seguito si riporta la tabella di riepilogo per le sollecitazioni prese in esame.

Diametri massimi delle barre per il controllo della fessurazione

| σ_s [MPa] | $w_2=0.30$ mm | | $w_1=0.20$ mm | |
|---------------------|---------------|-------------|---------------|-------------|
| | \emptyset | \emptyset | \emptyset | \emptyset |
| 160 | 32 | 32 | 25 | 25 |
| 200 | 25 | 25 | 16 | 16 |
| 240 | 16 | 16 | 12 | 12 |
| 280 | 12 | 12 | 8 | 8 |
| 320 | 10 | 10 | 6 | 6 |
| 360 | 8 | 8 | - | - |

| | |
|--|---|
| CORRIDOIO PLURIMODALE TIRRENICO-NORD EUROPA ITINERARIO AGRIGENTO -CALTANISSETTA-A19 S.S. N° 640 "DI PORTO EMPEDOCLE" AMMODERNAMENTO E ADEGUAMENTO ALLA CAT. B DEL D.M. 5.11.2001 Dal km 44+000 allo svincolo con l'A19 Progetto Esecutivo | Opera: Viadotto Favarella |
| | Relazione di Calcolo Pile |
| | Pagina 48 di 85 |
| | Nome file: V102-C-CL005-B.00_relazione_calcolo_pile_dx.doc |

Spaziatura massima delle barre per il controllo della fessurazione

| σ_s [MPa] | $w_2=0.30$ mm | | $w_1=0.20$ mm | |
|---------------------|---------------|-------------|---------------|-------------|
| | \emptyset | \emptyset | \emptyset | \emptyset |
| 160 | 300 | 300 | 200 | 200 |
| 200 | 250 | 250 | 150 | 150 |
| 240 | 200 | 200 | 100 | 100 |
| 280 | 150 | 150 | 50 | 50 |
| 320 | 100 | 100 | - | - |
| 360 | 50 | 50 | - | - |

Sollecitazioni agenti

| | Comb. | Frequente | Comb. | Q. | Perm. | Condizione di sollecitazione |
|-------------------|-----------|-----------|-----------|-----------|-------|--|
| | N_{min} | M_{max} | N_{min} | M_{max} | | |
| N | = 7620 | 7792 | 9177 | 9848 | kN | sforzo assiale |
| M | = 3872 | 3719 | 397 | 718 | kNm | momento flettente trasversale |
| $\sigma_{s,max}$ | = 200 | 200 | 160 | 160 | MPa | tensione massima nell'acciaio da normativa |
| $\sigma_{Sd,max}$ | = - | - | - | - | MPa | tensione massima di trazione nell'acciaio di calcolo |
| | OK | OK | OK | OK | | |

The screenshot shows the 'Verifica C.A. S.L.U.' software interface. Key sections include:

- Sezione circolare cava:** Raggio esterno 150 cm, Raggio interno 100 cm, N° barre uguali 48, Diametro barre 1.8 cm, Copriferro (baric.) 5 cm.
- N° barre:** 24. A table lists bar positions (N°, As [cm²], x [cm], y [cm]).
- Sollecitazioni:** S.L.U. Metodo n. Values for N, M, x, y are provided.
- Materiali:** B450C and C28/35. Properties like ϵ_{su} , f_{yd} , E_s , $\sigma_{s,adm}$ are shown.
- P.to applicazione N:** Centro selected.
- Metodo di calcolo:** S.L.U. Metodo n selected.
- Results:** $\sigma_c = -3.517$ N/mm², $\epsilon_s = -0.01314$ ‰.
- Buttons:** Verifica, N° iterazioni: 0, Precompresso.

Figura 4.2: Verifica a fessurazione per condizioni frequenti e N_{min}

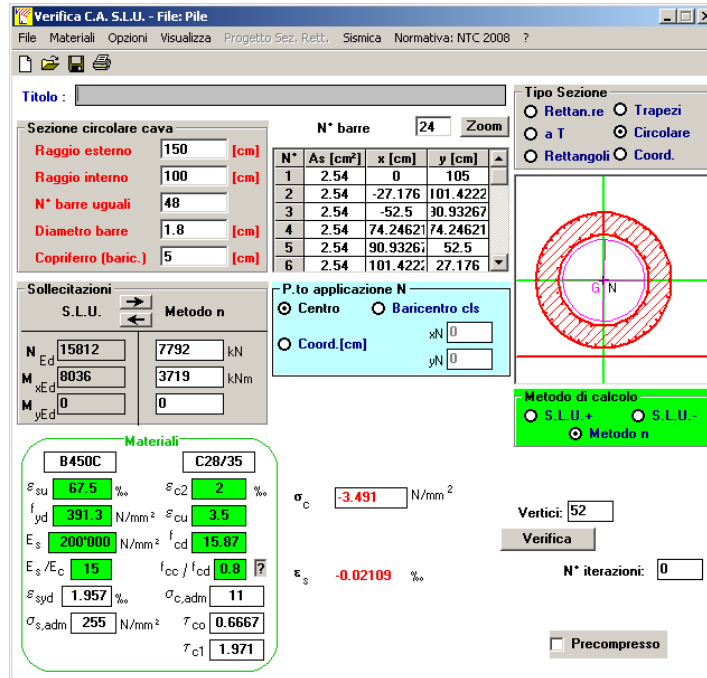


Figura 4.3: Verifica a fessurazione per condizioni frequenti e M_{max}

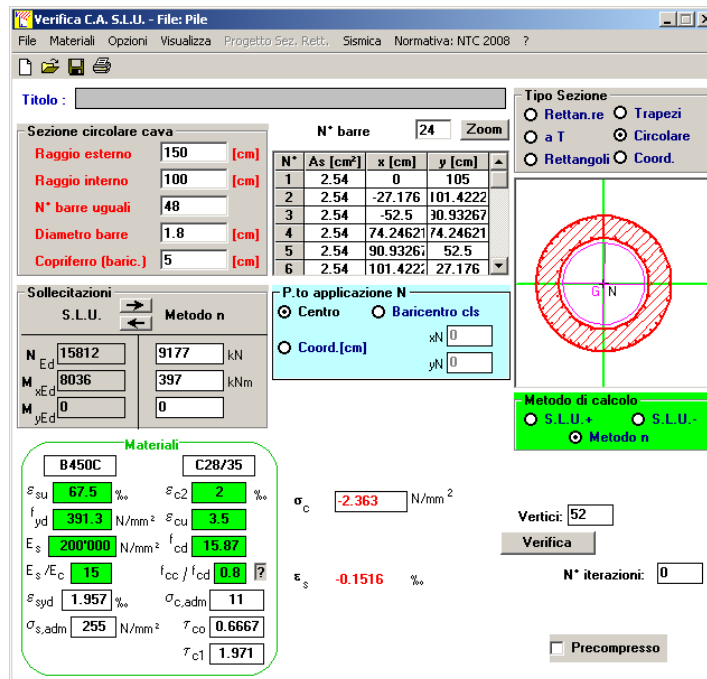


Figura 4.4: Verifica a fessurazione per condizioni quasi permanenti e N_{min}

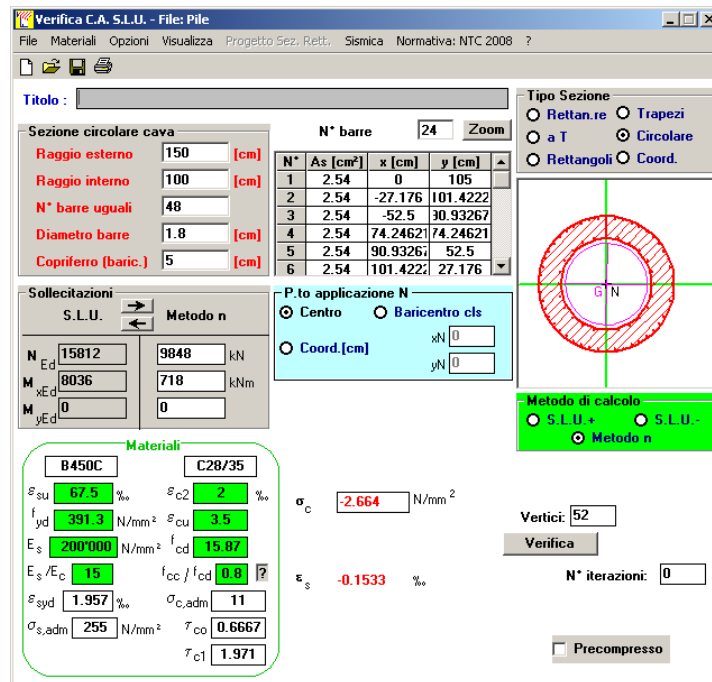


Figura 4.5: Verifica a fessurazione per condizioni quasi permanente M_{max}

Come si evince dalle precedenti figure, per le condizioni frequenti e quasi permanenti le pile risultano sempre compresse, per cui non si è proceduto alla verifica a fessurazione essendo essa implicitamente soddisfatta.

4.4 S.L.E. – LIMITAZIONE DELLE TENSIONI

In accordo con quanto previsto dalle NTC al punto 4.1.2.2.5, si verifica ora che le massime tensioni agenti nel calcestruzzo e nell'acciaio in fase di esercizio per la combinazione caratteristica e per quella quasi permanente siano inferiori ai massimi valori consentiti (per il calcestruzzo, compressione: $0,60 f_{ck}$ in combinazione caratteristica e $0,40 f_{ck}$ in combinazione quasi permanente; per l'acciaio: $0,80 f_{yk}$ in combinazione caratteristica). Le tensioni sono state ottenute con la stessa metodologia utilizzata per le verifiche di fessurazione.

Materiali

- R_{ck} = 35 MPa resistenza caratteristica cubica
- f_{ck} = 28 MPa resistenza caratteristica cilindrica
- f_{yk} = 450.0 MPa resistenza caratteristica di snervamento cilindrica

| Sollecitazioni agenti | Comb. Caratt. | | Comb. Q. Perm. | | Condizione di sollecitazione |
|-----------------------|------------------|------------------|------------------|------------------|---------------------------------|
| | N _{min} | M _{max} | N _{min} | M _{max} | |
| N | = 7620 | 7739 | 9177 | 9848 | kN sforzo assiale |
| M | = 4535 | 4535 | 397 | 718 | kNm momento flettente combinato |

Tensione massima di compressione del calcestruzzo nelle condizioni di esercizio

| | | | | | | |
|------------------|---------|-------|-------|-------|-----|--|
| $\sigma_{c,max}$ | = 16.80 | 16.80 | 12.60 | 12.60 | MPa | massima tensione del cls da normativa |
| $\sigma_{c,Sd}$ | = 3.81 | 3.83 | 2.36 | 2.66 | MPa | tensione di calcolo del cls in esercizio |
| | OK | OK | OK | OK | | |

| | |
|--|---|
| CORRIDOIO PLURIMODALE TIRRENICO-NORD EUROPA ITINERARIO AGRIGENTO -CALTANISSETTA-A19 S.S. N° 640 "DI PORTO EMPEDOCLE" AMMODERNAMENTO E ADEGUAMENTO ALLA CAT. B DEL D.M. 5.11.2001 Dal km 44+000 allo svincolo con l'A19 Progetto Esecutivo | Opera: Viadotto Favarella |
| | Relazione di Calcolo Pile |
| | Pagina 51 di 85 |
| | Nome file: V102-C-CL005-B.00_relazione_calcolo_pile_dx.doc |

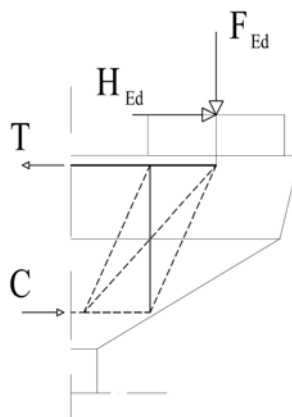
Tensione massima dell'acciaio in condizioni di esercizio

| | | | | | |
|------------------|---|------|------|-----|--|
| $\sigma_{s,max}$ | = | 360 | 360 | MPa | massima tensione dell'acciaio normativa |
| $\sigma_{s,Sd}$ | = | 1.69 | 1.22 | MPa | tensione di calcolo dell' acciaio in esercizio |
| | | OK | OK | | |

Le condizioni di sollecitazione analizzate per le pile P01, P02 e P03 sono state utilizzate per trovare le tensioni agenti mediante il programma VcaSLU. Come si evince dalla tabella precedente le verifiche alle tensioni sono soddisfatte.

5 VERIFICA DEL PULVINO

Il dimensionamento dell'armatura del pulvino è stato eseguito ipotizzando un meccanismo resistente tirante-puntone, seguendo le indicazioni dell' EC2.



Tale dimensionamento viene eseguito prendendo a riferimento due distinte condizioni di carico: la prima relativa alla massima azione verticale trasmessa dall'impalcato assieme alla corrispondente azione trasversale; la seconda relativa alla massima azione trasversale ed alla corrispondente azione verticale.

RIEPILOGO Pulvini più sollecitati

| | Fz | V | |
|---------------|-----------|----------|--------------|
| Fz,max | 8203.6 | 192.0 | P03-D |
| V,max | 8203.6 | 192.0 | P03-D |

Si riporta di seguito il dettaglio dei calcoli di verifica.

Bridge Cap - Strut & Tie Model

Materiali

| | | | | | |
|--------------------|---|-------|-------|-----|--|
| R_{ck} | = | 35 | 35 | MPa | resistenza caratteristica cilindrica |
| f_{ck} | = | 29.05 | 29.05 | MPa | resistenza caratteristica cubica |
| f_{cd} | = | 16.5 | 16.5 | MPa | resistenza di calcolo a compressione |
| f_{yd} | = | 391.3 | 391.3 | MPa | tensione di snervamento di calcolo |
| β_1 | = | 1.18 | 1.18 | | coefficiente per la resistenza del nodo compresso |
| β_2 | = | 1.00 | 1.00 | | coefficiente per la resistenza del nodo teso-compresso |
| β_3 | = | 0.88 | 0.88 | | coefficiente per la resistenza del nodo teso-compresso |
| $\sigma_{1Rd,max}$ | = | 20.20 | 20.20 | MPa | resistenza a compressione per nodi compressi |

| | | |
|--|---|--|
| CORRIDOIO PLURIMODALE TIRRENICO-NORD EUROPA ITINERARIO AGRIGENTO -CALTANISSETTA-A19 S.S. N° 640 "DI PORTO EMPEDOCLE" AMMODERNAMENTO E ADEGUAMENTO ALLA CAT. B DEL D.M. 5.11.2001 Dal km 44+000 allo svincolo con l'A19 Progetto Esecutivo | Opera: Viadotto Favarella | |
| | Relazione di Calcolo Pile | |
| | Pagina 52 di 85 | |
| | Nome file: V102-C-CL005-B.00_relazione_calcolo_pile_dx.doc | |

| | | | | | |
|--------------------|---|-------|-------|-----|---|
| $\sigma_{2Rd,max}$ | = | 17.12 | 17.12 | MPa | resistenza a compressione per nodi compressi-tesi con tiranti ancorati disposti in una direzione |
| $\sigma_{3Rd,max}$ | = | 15.06 | 15.06 | MPa | resistenza a compressione per nodi compressi-tesi con tiranti ancorati disposti in più di una direzione |

Mensola

| | | | | | |
|----------|---|-------------|---------------|----|--|
| | | Fz,max | V,max | | |
| | | P03-D | P03-D | | |
| F_{Ed} | = | 8204 | 8203.6 | kN | azione verticale di calcolo appoggio 1 |
| H_{Ed} | = | 192 | 192.0 | kN | azione orizzontale di calcolo appoggio 1 |

Geometria

| | | | | | |
|-------|---|-------------|-------------|----|--|
| a_c | = | 2000 | 2000 | mm | distanza asse appoggio 1 estradosso pila |
| B | = | 3200 | 3200 | mm | larghezza pulvino |
| h_c | = | 1500 | 1500 | mm | altezza pulvino |
| c | = | 50 | 50 | mm | copriferro |
| s | = | 0 | 0 | mm | altezza dente estradosso pulvino |
| b_1 | = | 1100 | 1100 | mm | larghezza baggio 1 |
| b_2 | = | 1100 | 1100 | mm | lunghezza baggio 1 |
| b_3 | = | 150 | 150 | mm | altezza baggio 1 |
| | | Hbe | Hbe | | id baggioli |
| d | = | 1450 | 1450 | mm | altezza utile |
| z | = | 1160 | 1160 | mm | braccio della coppia interna |
| x_1 | = | 126.9 | 126.9 | mm | larghezza collaborante pila |
| y_1 | = | 232.0 | 232.0 | mm | altezza biella compressa |
| a | = | 2063.5 | 2063.5 | mm | distanza tra F_{Ed} e asse 1 larghezza pila collaborante |
| a_H | = | 200 | 200 | mm | distanza tra H_{Ed} e armatura |
| C | = | 14626 | 14626 | kN | risultante di compressione |
| T | = | 14818 | 14818 | kN | risultante di trazione |

Verifiche Puntone-Tirante

| | | | | | |
|-------------|---|-------------|-------------|-----------------|--------------------------------------|
| σ_c | = | 9.85 | 9.85 | MPa | tensione di compressione nel puntone |
| FS | = | 2.05 | 2.05 | | check (if >1 verified) |
| n | = | 90 | 90 | | numero ferri superiore |
| \emptyset | = | 26 | 26 | mm | diametro armatura superiore |
| A_s | = | 47783.6 | 47783.6 | mm ² | area armatura superiore |
| σ_s | = | 310 | 310 | MPa | tensione di trazione nel tirante |
| FS | = | 1.26 | 1.26 | | check (if >1 verified) |

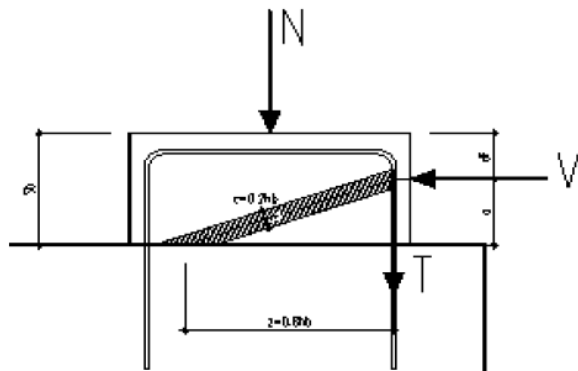
Armatura a Taglio

| | | | | | |
|---------------|---|-------------|-------------|-----------------|---|
| | | verticali | verticali | | disposizione staffe |
| F_{wd} | = | 6994 | 6994 | kN | risultante forza di taglio |
| n_w | = | 8 | 8 | | numero staffe |
| s_w | = | 100 | 100 | mm | passo staffe |
| \emptyset_w | = | 14 | 14 | mm | diametro staffe |
| k_2 | = | 0.50 | 0.50 | | coefficiente per l'armatura a taglio minima (0.25 se orizzontale 0.5 se verticale) |
| $A_{s,ink}$ | = | 10482.5 | 10482.5 | mm ² | armatura minima a taglio |
| A_{sw} | = | 25411.7 | 25411.7 | mm ² | armatura di progetto |
| σ_s | = | 275 | 275 | MPa | tensione di trazione staffe |
| FS | = | 1.42 | 1.42 | | check (se >1 verificato) |

| | |
|--|---|
| CORRIDOIO PLURIMODALE TIRRENICO-NORD EUROPA ITINERARIO AGRIGENTO -CALTANISSETTA-A19 S.S. N° 640 "DI PORTO EMPEDOCLE" AMMODERNAMENTO E ADEGUAMENTO ALLA CAT. B DEL D.M. 5.11.2001 Dal km 44+000 allo svincolo con l'A19 Progetto Esecutivo | Opera: Viadotto Favarella |
| | Relazione di Calcolo Pile |
| | Pagina 53 di 85 |
| | Nome file: V102-C-CL005-B.00_relazione_calcolo_pile_dx.doc |

5.1 VERIFICA BAGGIOLI

La verifica è condotta considerando un meccanismo resistente tirante-puntone, seguendo le indicazioni dell'EC2, secondo quanto già fatto per il pulvino.



Inoltre, viene effettuata la verifica dell'armatura orizzontale considerando le forze di fenditura secondo quanto indicato nelle raccomandazioni FIP-CEB.

Nella verifica della pressione di contatto si può osservare che le pressioni possono raggiungere valori molto elevati, prossimi a quelli della resistenza del calcestruzzo, a patto però che l'area caricata sia opportunamente distanziata dal bordo del calcestruzzo. In tal caso la diffusione del carico all'interno dell'elemento in calcestruzzo genera tensioni di trazione perpendicolari alla direzione del carico e bisogna predisporre un'opportuna armatura. L'armatura può essere calcolata mediante la seguente formulazione (FIP-CEB):

$$T = \frac{N}{3.3} \cdot \left(\frac{b - b_0}{b} \right)$$

in cui:

N = carico concentrato all'appoggio

b = larghezza del baggiolo

b₀ = larghezza dell'appoggio

Bridge Cap - Strut & Tie Model

Materiali

| | | | | | |
|----------------------|---|--------|-------|-----|---|
| R _{ck} | = | 45 | 45 | MPa | resistenza caratteristica cilindrica |
| f _{ck} | = | 37.35 | 37.35 | MPa | resistenza caratteristica cubica |
| f _{cd} | = | 21.2 | 21.2 | MPa | resistenza di calcolo a compressione |
| f _{yd} | = | 391.3 | 391.3 | MPa | tensione di snervamento di calcolo |
| β ₁ | = | 1.18 | 1.18 | | coefficiente per la resistenza del nodo compresso |
| β ₂ | = | 1.00 | 1.00 | | coefficiente per la resistenza del nodo teso-compresso |
| β ₃ | = | 0.88 | 0.88 | | coefficiente per la resistenza del nodo teso-compresso |
| σ _{1Rd,max} | = | 24.99 | 24.99 | MPa | resistenza a compressione per nodi compressi |
| σ _{2Rd,max} | = | 21.18 | 21.18 | MPa | resistenza a compressione per nodi compressi-tesi con tiranti ancorati disposti in una direzione |
| σ _{3Rd,max} | = | 18.64 | 18.64 | MPa | resistenza a compressione per nodi compressi-tesi con tiranti ancorati disposti in più di una direzione |
| Mensola | | Fz,max | V,max | | |
| | | P03-D | P03-D | | |
| F _{Ed} | = | 8204 | 8204 | kN | azione verticale di calcolo appoggio 1 |

| | |
|--|---|
| CORRIDOIO PLURIMODALE TIRRENICO-NORD EUROPA ITINERARIO AGRIGENTO -CALTANISSETTA-A19 S.S. N° 640 "DI PORTO EMPEDOCLE" AMMODERNAMENTO E ADEGUAMENTO ALLA CAT. B DEL D.M. 5.11.2001 Dal km 44+000 allo svincolo con l'A19 Progetto Esecutivo | Opera: Viadotto Favarella |
| | Relazione di Calcolo Pile |
| | Pagina 54 di 85 |
| | Nome file: V102-C-CL005-B.00_relazione_calcolo_pile_dx.doc |

H_{Ed} = 192 192 kN azione orizzontale di calcolo appoggio 1

Verifica baggiolo

b_1 = 1100 1100 mm larghezza baggiolo
 b_2 = 1100 1100 mm lunghezza baggiolo
 b_3 = 150 150 mm altezza baggiolo
 c = 30 30 mm copriferro
 d = 1070 1070 mm altezza utile
 z = 856 856 mm braccio della coppia interna
 x_1 = 7.0 7.0 mm larghezza collaborante
 y_1 = 171.2 171.2 mm altezza biella compressa
 a = 153.5 153.5
 α = 0.18 0.18 rad
 C = 195.11 195.11 kN risultante di compressione
 T = 34.44 34.44 kN risultante di trazione

Verifiche Puntone-Tirante

σ_c = 0.52 0.52 MPa risultante di compressione
 FS = 48.25 48.25 risultante di trazione

n = 6 6 numero ferri superiore
 \varnothing = 14 14 mm diametro armatura superiore
 A_s = 923.6 923.6 mm² area armatura superiore
 σ_s = 37 37 MPa tensione di trazione nel tirante
 FS = 10.50 10.50 check (if >1 verified)

Verifiche armatura a fenditura

b_1 = 1100 1100 mm larghezza baggiolo
 b_3 = 150 150 mm altezza baggiolo
 b_0 = 950 950 mm larghezza appoggio
 T = 339 339 kN
 A_s = 866 866 mmq armatura necessaria
 p = 100 100 mm passo
 n_{str} = 2 2 numero strati
 n_{br} = 8 8 numero bracci x strato
 \varnothing_w = 14 14 mm diametro staffe
 A_{sw} = 1847.3 1847.3 mm² armatura di progetto
2.13 2.13 check (se >1 verificato)
ok ok

| | |
|--|---|
| CORRIDOIO PLURIMODALE TIRRENICO-NORD EUROPA ITINERARIO AGRIGENTO -CALTANISSETTA-A19 S.S. N° 640 "DI PORTO EMPEDOCLE" AMMODERNAMENTO E ADEGUAMENTO ALLA CAT. B DEL D.M. 5.11.2001 Dal km 44+000 allo svincolo con l'A19 Progetto Esecutivo | Opera: Viadotto Favarella |
| | Relazione di Calcolo Pile |
| | Pagina 55 di 85 |
| | Nome file: V102-C-CL005-B.00_relazione_calcolo_pile_dx.doc |

6 VERIFICA DEI PALI DI FONDAZIONE

6.1 VERIFICHE STRUTTURALI

Per il calcolo delle sollecitazioni flettenti e taglianti agenti lungo il fusto del palo si adotta lo schema di palo immerso in un terreno schematizzato alla Winkler, con la testa impedita di ruotare, ma libera di traslare per effetto dell'azione orizzontale ivi applicata. Per la determinazione della lunghezza elastica del palo, λ , si adotta l'espressione di Zimmerman.

Di seguito si riporta il dettaglio dei calcoli di dimensionamento e verifica dei pali. Il dimensionamento viene eseguito facendo riferimento al palo soggetto al taglio massimo.

Determinazione momento flettente massimo (palo vincolato in testa con bipendolo)

| | | | |
|------------------|---|-------------------------|----------------------------------|
| E | = | 33643 MPa | modulo elastico calcestruzzo |
| D | = | 1200 mm | diametro palo |
| J | = | 0.1018 m ⁴ | momento d'inerzia del palo |
| K | = | 13000 kN/m ³ | costante di reazione del terreno |
| B | = | 1.80 m | larghezza efficace del palo |
| E _s | = | 23400 kN/m ² | modulo di elasticità del terreno |
| L ₀ | = | 4.92 m | lunghezza elastica del palo |
| h | = | 0.00 m | altezza tratto libero |
| V | = | 49.0 kN | taglio alla testa del palo |
| M _{max} | = | 120.5 kNm | massimo momento flettente |
| d _{max} | = | 0.43 mm | spostamento massimo in testa |

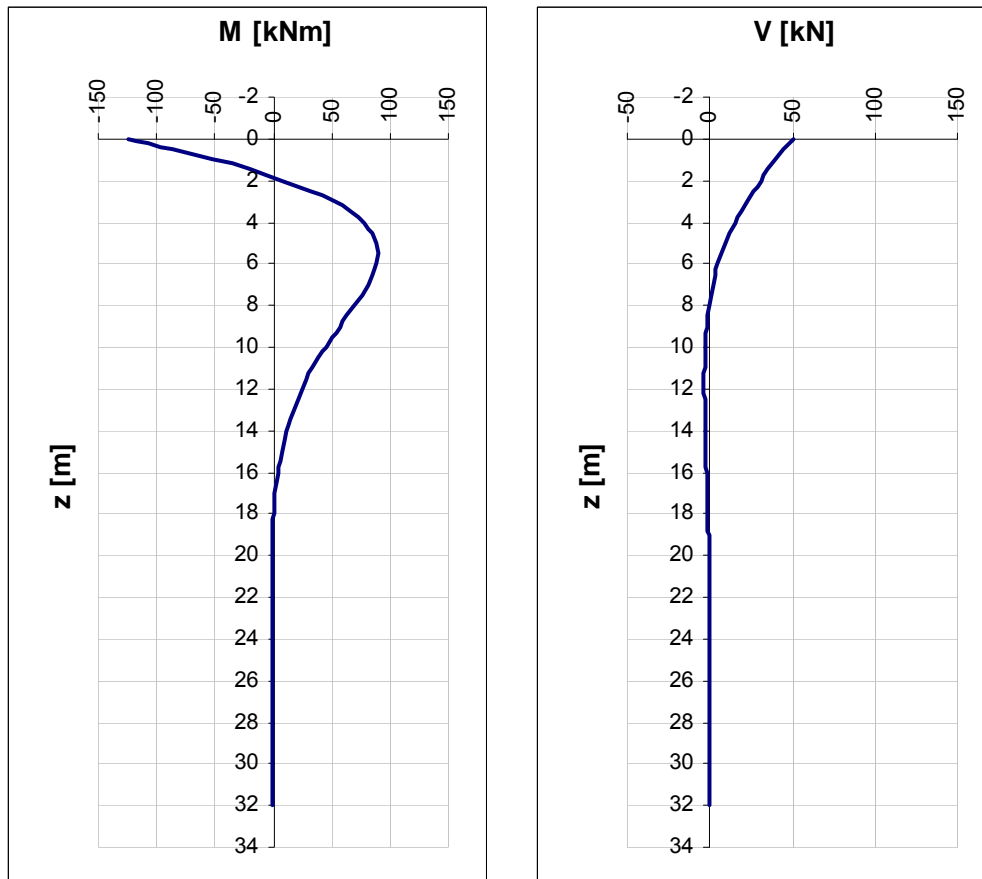


Figura 6.1 – Diagramma del momento flettente e del taglio lungo il fusto del palo.

6.1.1 S.L.U. – Verifica di resistenza a pressoflessione

I pali sono armati con n. 14Ø18 longitudinali disposti con copriferro 5 cm. Per la verifica dell'armatura prima definita si fa riferimento al palo soggetto al massimo momento flettente ed al minimo sforzo assiale associato. Tali sollecitazioni risultano essere pari a:

M = 120.50 kNm (massimo momento flettente);
 N = 1589 kN (minimo sforzo normale di compressione associato al massimo momento flettente).

| Z _{in} | Z _{fin} | C' | Φ | n | s | M _{Ed} | N _{Ed} | M _{res} | |
|-----------------|------------------|------|------|----|------|-----------------|-----------------|------------------|----|
| [m] | [m] | [cm] | [mm] | | [cm] | [kN*m] | [kN] | [kN*m] | |
| -0.9 | 11.1 | 5 | 18 | 14 | 24.7 | 120.5 | 1589.0 | 1424.0 | OK |

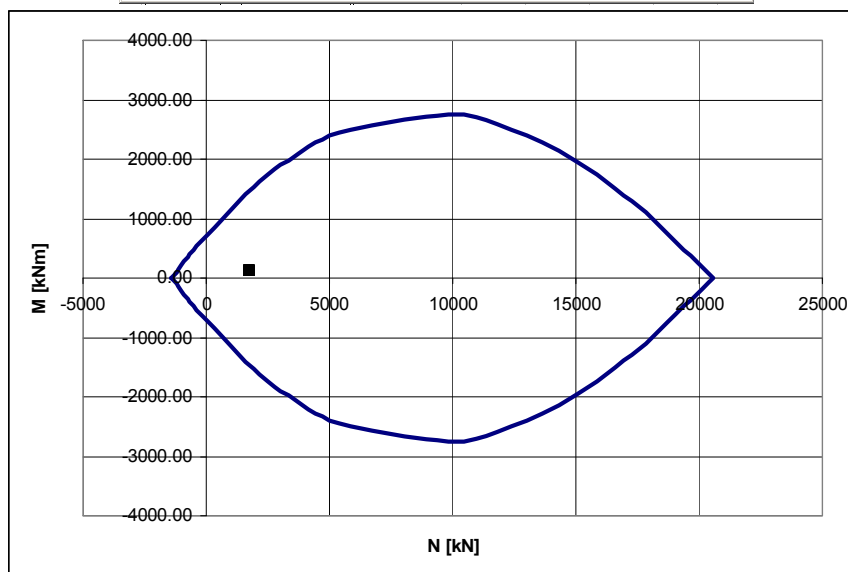
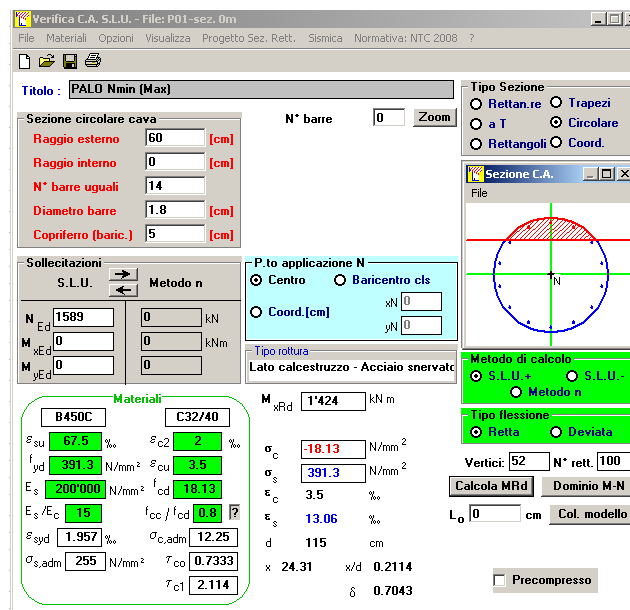


Figura 6.2 - Dominio di rottura della sezione.

| | |
|--|---|
| CORRIDOIO PLURIMODALE TIRRENICO-NORD EUROPA ITINERARIO AGRIGENTO -CALTANISSETTA-A19 S.S. N° 640 "DI PORTO EMPEDOCLE" AMMODERNAMENTO E ADEGUAMENTO ALLA CAT. B DEL D.M. 5.11.2001 Dal km 44+000 allo svincolo con l'A19 Progetto Esecutivo | Opera: Viadotto Favarella |
| | Relazione di Calcolo Pile |
| | Pagina 57 di 85 |
| | Nome file: V102-C-CL005-B.00_relazione_calcolo_pile_dx.doc |

6.1.2 S.L.U. – Verifica a taglio

Si riporta di seguito la verifica a taglio del palo soggetto al taglio massimo.

Sollecitazioni

| | | | |
|---|---|---------|---------------------------|
| V | = | 49 kN | taglio di calcolo |
| N | = | 1589 kN | sforzo assiale di calcolo |

Geometria

| | | | |
|-----------------|---|---------|---------------------------|
| D | = | 1200 mm | diametro sezione |
| d | = | 1150 mm | altezza utile |
| d _e | = | 892 mm | altezza utile equivalente |
| b _{we} | = | 1080 mm | base equivalente |

Materiali

| | | | |
|------------------|---|------------|---|
| R _{ck} | = | 40 | resistenza caratteristica cubica |
| f _{ck} | = | 33.2 MPa | resistenza caratteristica cilindrica |
| γ _c | = | 1.50 | coefficiente parziale di sicurezza |
| α _{cc} | = | 0.85 | coefficiente riduttivo per resistenze di lunga durata |
| f _{cd} | = | 18.81 MPa | resistenza di calcolo a compressione |
| f' _{cd} | = | 9.41 | resistenza ridotta |
| γ _s | = | 1.15 | coefficiente di sicurezza acciaio |
| f _{yk} | = | 450 MPa | tensione caratteristica di snervamento acciaio |
| f _{yd} | = | 391.30 MPa | tensione di snervamento di calcolo dell'acciaio |

Verifica per elementi sprovvisti di armatura a taglio

| | | | |
|--------------------|---|-----------------------|--|
| n | = | 14 | numero ferri longitudinali |
| Ø | = | 18 | diametro ferri longitudinali |
| A _{sl} | = | 3563 mm | armatura longitudinale |
| ρ _l | = | 0.004 mm ² | rapporto geometrico di armatura longitudinale |
| k | = | 1.474 | |
| V _{min} | = | 0.261 | |
| σ _{cp} | = | 1.405 MPa | tensione media calcestruzzo |
| σ _{cp,ad} | = | 1.405 MPa | tensione media di compressione adottata (<=0.2fcd) |
| V _{Rd} | = | 596.0 kN | taglio resistente |

Come si evince dai risultati ottenuti, il taglio portato dal solo calcestruzzo risulta maggiore del taglio di calcolo agente, pertanto non si prevede la disposizione di specifica armatura a taglio.

6.1.3 S.L.E. – Fessurazione

Si procede alla verifica dell'ampiezza di fessurazione per via indiretta, così come riportata nell'ultimo capoverso del punto 4.1.2.2.4.6 delle NTC, riferendosi ai limiti di tensione nell'acciaio d'armatura definiti nelle tabelle seguenti. La tensione σ_s è quella nell'acciaio d'armatura prossimo al lembo teso della sezione calcolata nella sezione parzializzata per la combinazione di carico pertinente.

Per quanto riguarda le condizioni ambientali e la sensibilità delle armature sono state assunte:

- **condizioni aggressive;**
- **armature poco sensibili.**

Definita la massima tensione ammissibile nelle barre di acciaio, si considerano per ogni combinazione le condizioni di sforzo normale e taglio agente e, con l'ausilio del programma di calcolo V.C.A.S.L.U., utilizzando un'analisi elastica, si determina la massima tensione nelle barre nella combinazione più gravosa

| | |
|--|---|
| CORRIDOIO PLURIMODALE TIRRENICO-NORD EUROPA ITINERARIO AGRIGENTO -CALTANISSETTA-A19 S.S. N° 640 "DI PORTO EMPEDOCLE" AMMODERNAMENTO E ADEGUAMENTO ALLA CAT. B DEL D.M. 5.11.2001 Dal km 44+000 allo svincolo con l'A19 Progetto Esecutivo | Opera: Viadotto Favarella |
| | Relazione di Calcolo Pile |
| | Pagina 58 di 85 |
| | Nome file: V102-C-CL005-B.00_relazione_calcolo_pile_dx.doc |

| SLE_Frequente | | | | SLE_Quasi Permanente | | | |
|---------------|------|----|-----|----------------------|------|----|-----|
| | N | V | M | | N | V | M |
| Comb | kN | kN | kNm | Comb | kN | kN | kNm |
| Nmax | 2405 | 13 | 32 | Nmax | 1967 | 10 | 25 |
| Nmin | 1336 | 8 | 20 | Nmin | 1760 | 6 | 15 |
| Vmax | 1401 | 13 | 32 | Vmax | 1789 | 11 | 27 |

Tabella 6.1:Tensioni di riferimento.

| | comb. FREQUENTE | comb. QUASI PERM. |
|---|--------------------|----------------------|
| Diametri massimi delle barre per il controllo della fessurazione | | |
| σ_s | w2=0.30 mm | w1=0.20 mm |
| [MPa] | \emptyset | \emptyset |
| 160 | 32 | 25 |
| 200 | 25 | 16 |
| 240 | 16 | 12 |
| 280 | 12 | 8 |
| 320 | 10 | 6 |
| 360 | 8 | - |
| Spaziatura massima delle barre per il controllo della fessurazione | | |
| σ_s | w2=0.30 mm | w1=0.20 mm |
| [MPa] | \emptyset | \emptyset |
| 160 | 300 | 200 |
| 200 | 250 | 150 |
| 240 | 200 | 100 |
| 280 | 150 | 50 |
| 320 | 100 | - |
| 360 | 50 | - |

| | | | | |
|-------------------|-------------------|-----------------|-------|---------------------------------------|
| Frequente | comb_Nmin | comb_Mmax | | |
| $\sigma_{s,max}$ | = 200 | 200 | [MPa] | tensione massima acciaio da normativa |
| $\sigma_{Sd,max}$ | = - | - | [MPa] | tensione massima acciaio di calcolo |
| FS | = tutta compressa | tutta compressa | | se >1 verifica soddisfatta |
| | verifica_ok | verifica_ok | | |

| | | | | |
|-------------------------|-------------------|-----------------|-------|---------------------------------------|
| Quasi Permanente | comb_Nmin | comb_Mmax | | |
| $\sigma_{s,max}$ | = 160 | 160 | [MPa] | tensione massima acciaio da normativa |
| $\sigma_{Sd,max}$ | = - | - | [MPa] | tensione massima acciaio di calcolo |
| FS | = tutta compressa | tutta compressa | | se >1 verifica soddisfatta |
| | verifica_ok | verifica_ok | | |

Nel seguito si riporta l'output del programma per la combinazione Frequente comb N_{min}.
Come si evince la sezione del palo non presenta sollecitazioni di trazione.

| | |
|--|---|
| CORRIDOIO PLURIMODALE TIRRENICO-NORD EUROPA ITINERARIO AGRIGENTO -CALTANISSETTA-A19 S.S. N° 640 "DI PORTO EMPEDOCLE" AMMODERNAMENTO E ADEGUAMENTO ALLA CAT. B DEL D.M. 5.11.2001 Dal km 44+000 allo svincolo con l'A19 Progetto Esecutivo | Opera: Viadotto Favarella |
| | Relazione di Calcolo Pile |
| | Pagina 59 di 85 |
| | Nome file: V102-C-CL005-B.00_relazione_calcolo_pile_dx.doc |

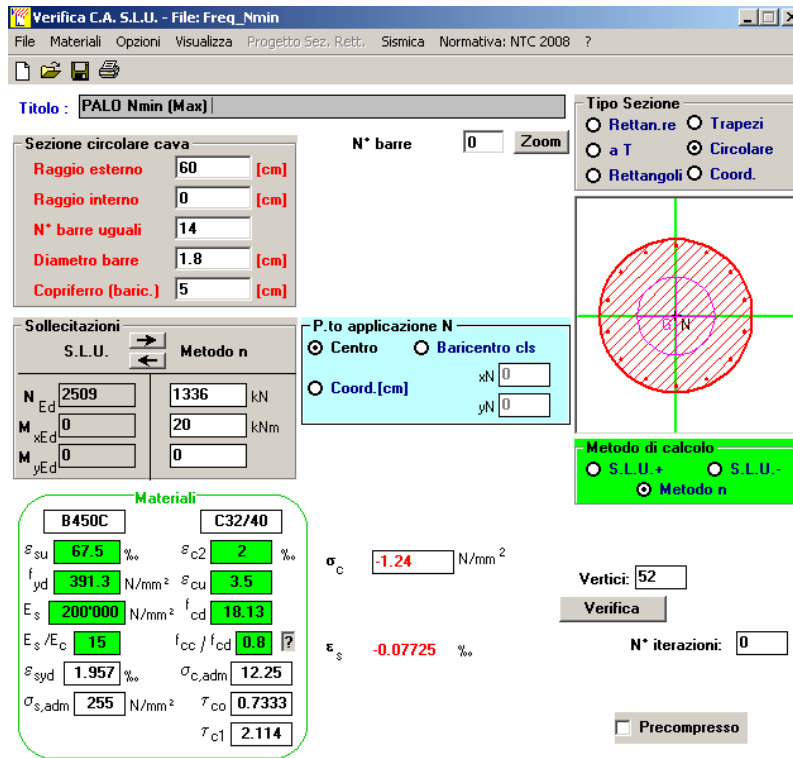


Figura 6.3: Stato tensionale per la comb. Frequente N_{min}

6.1.4 S.L.E. – Limitazione delle tensioni

In accordo con quanto previsto dalle NTC al punto 4.1.2.2.5, si verifica ora che le massime tensioni agenti nel calcestruzzo e nell'acciaio in fase di esercizio per la combinazione caratteristica e per quella quasi permanente siano inferiori ai massimi valori consentiti (per il calcestruzzo, compressione: $0.60 f_{ck}$ in combinazione caratteristica e $0.40 f_{ck}$ in combinazione quasi permanente; per l'acciaio: $0,8 f_{yk}$ in combinazione caratteristica). Le tensioni sono state ottenute con l'utilizzo del programma di calcolo VcaSLU. Le sollecitazioni analizzate sono quelle massime per ogni combinazione di carico.

Materiali

| | | | |
|----------|---|-------|--|
| Rck | = | 40 | Resistenza caratteristica cubica cls |
| f_{ck} | = | 32 | Resistenza caratteristica cilindrica cls |
| f_{yk} | = | 450.0 | Resistenza caratteristica allo snervamento B450C |

In accordo con quanto previsto dalle NTC al punto 4.1.2.2.5, si verifica ora che le massime tensioni agenti nel calcestruzzo e nell'acciaio in fase di esercizio per la combinazione caratteristica e per quella quasi permanente siano inferiori ai massimi valori consentiti (per il calcestruzzo, compressione: $0,60 f_{ck}$ in combinazione caratteristica e $0,40 f_{ck}$ in combinazione quasi permanente; per l'acciaio: $0,8 f_{yk}$ in combinazione caratteristica). Le tensioni sono state ottenute con la stessa metodologia utilizzata per le verifiche di fessurazione.

| | SLE_Caratteristica | | | SLE_Quasi Permanente | | |
|-------------|--------------------|----|-----|----------------------|------|-----|
| | N | V | M | N | V | M |
| Comb | kN | kN | kNm | Comb | kN | kNm |
| Nmax | 2464 | 19 | 47 | Nmax | 1967 | 25 |
| Nmin | 1284 | 15 | 37 | Nmin | 1760 | 15 |
| Vmax | 1342 | 19 | 47 | Vmax | 1789 | 27 |

| | |
|--|---|
| CORRIDOIO PLURIMODALE TIRRENICO-NORD EUROPA ITINERARIO AGRIGENTO -CALTANISSETTA-A19 S.S. N° 640 "DI PORTO EMPEDOCLE" AMMODERNAMENTO E ADEGUAMENTO ALLA CAT. B DEL D.M. 5.11.2001 Dal km 44+000 allo svincolo con l'A19 Progetto Esecutivo | Opera: Viadotto Favarella |
| | Relazione di Calcolo Pile |
| | Pagina 60 di 85 |
| | Nome file: V102-C-CL005-B.00_relazione_calcolo_pile_dx.doc |

Materiali

| | | | | |
|-----------------|---|-----------|-----|---|
| Rck | = | 40 | MPa | resistenza caratteristica cubica |
| f _{ck} | = | 33.20 | MPa | resistenza caratteristica cilindrica |
| f _{yk} | = | 450.00 | MPa | resistenza caratteristica di snervamento cilindrica |

Comb_Nmax Comb_Mmax

Rara Rara

Tensione massima di compressione del calcestruzzo nelle condizioni di esercizio

| | | | | | |
|-----------------|---|-------------|-------------|-------|--|
| σ_c | = | 19.9 | 19.9 | [MPa] | massima tensione del cls da normativa |
| $\sigma_{c,Sd}$ | = | 2.3 | 1.4 | [MPa] | tensione di calcolo del cls in esercizio |
| | | 8.50 | 14.29 | | se >1 verifica soddisfatta |
| | | verifica_ok | verifica_ok | | |

Comb_Nmax Comb_Mmax

Quasi perm. Quasi perm.

Tensione massima di compressione del calcestruzzo nelle condizioni di esercizio

| | | | | | |
|-----------------|---|-------------|-------------|-------|--|
| σ_c | = | 14.9 | 14.9 | [MPa] | massima tensione del cls da normativa |
| $\sigma_{c,Sd}$ | = | 1.8 | 1.7 | [MPa] | tensione di calcolo del cls in esercizio |
| | | 8.29 | 8.99 | | se >1 verifica soddisfatta |
| | | verifica_ok | verifica_ok | | |

Comb_Nmin Comb_Mmax

Rara Rara

Tensione massima dell'acciaio in condizioni di esercizio

| | | | | | |
|-----------------|---|-----------------|-----------------|-------|--|
| σ_s | = | 360.0 | 360.0 | [MPa] | massima tensione dell'acciaio normativa |
| $\sigma_{s,Sd}$ | = | - | - | [MPa] | tensione di calcolo dell' acciaio in esercizio |
| | | tutta compressa | tutta compressa | | se >1 verifica soddisfatta |
| | | verifica_ok | verifica_ok | | |

| | |
|--|---|
| CORRIDOIO PLURIMODALE TIRRENICO-NORD EUROPA ITINERARIO AGRIGENTO -CALTANISSETTA-A19 S.S. N° 640 "DI PORTO EMPEDOCLE" AMMODERNAMENTO E ADEGUAMENTO ALLA CAT. B DEL D.M. 5.11.2001 Dal km 44+000 allo svincolo con l'A19 Progetto Esecutivo | Opera: Viadotto Favarella |
| | Relazione di Calcolo Pile |
| | Pagina 61 di 85 |
| | Nome file: V102-C-CL005-B.00_relazione_calcolo_pile_dx.doc |

6.2 VERIFICHE GEOTECNICHE DEI PALI

Nella seguente tabella si riportano i parametri fisico-meccanici dei terreni interessati dai pali di fondazione e adottati nel seguito per le verifiche geotecniche. Tali parametri derivano dal lavoro di caratterizzazione riportato nella relazione geotecnica a corredo del presente progetto esecutivo.

| | profondità da p.c. | | potenza | peso unità di volume | angolo di attrito | coesione drenata | coesione non drenata |
|---------|-----------------------|------|---------|-------------------------|----------------------|---------------------|----------------------------|
| | da | a | h | γ | ϕ' | c' | c_u |
| | [m] | [m] | [m] | [kN/m ³] | [°] | [kPa] | [kPa] |
| unità 1 | 0.0 | 2.0 | 2 | 18 | 16.0 | 0 | 75 |
| unità 2 | 2.0 | 7.0 | 5 | 18.6 | 13.4 | 0 | 84 |
| unità 3 | 7.0 | 50.0 | 43 | 19.8 | 24.0 | 0 | 200 |

6.2.1 S.L.U. – Verifica a carico limite verticale

Il carico limite verticale Q_{lim} dei singoli pali (trivellati) è stato calcolato sia in condizioni drenate, sia in condizioni non drenate. La formula utilizzata è:

$$Q_{lim} = p_{lim} \frac{\pi D^2}{4} + \pi d \int_0^L s_{lim}$$

dove le resistenze unitarie alla punta e laterale sono rispettivamente calcolate come:

$$p_{lim,u} = \sigma_{vL} + N_c c_u$$

$$s_{lim,u} = \alpha c_u$$

in condizioni non drenate, e come:

$$p_{lim,d} = N_c c' + N_q \sigma_{vL}'$$

$$s_{lim,d} = k \mu \sigma_{vz}'$$

in condizioni drenate. In queste equazioni, si sono indicate rispettivamente con σ_{vL} e con σ_{vL}' la tensione totale ed efficace agenti in sito alla quota della punta del palo. I valori assunti per il coefficiente di adesione α sono stati ricavati in funzione della coesione non drenata secondo i valori riportati di seguito:

| c_u | α |
|---------|----------|
| (kPa) | (-) |
| <25 | 0.9 |
| 25 ÷ 50 | 0.8 |
| 50 ÷ 75 | 0.6 |
| ≥ 75 | 0.4 |

Il coefficiente di tensione orizzontale k è stato determinato con la formula di Jacky:

$$k = 1 - \sin \phi'$$

mentre il coefficiente di attrito vale:

$$\mu = \tan \phi'$$

In condizioni drenate il fattore di capacità portante N_q è stato determinato attraverso la seguente formula:

$$N_q = 10^{(0.075 \phi' - 0.95)}$$

| | |
|--|---|
| CORRIDOIO PLURIMODALE TIRRENICO-NORD EUROPA ITINERARIO AGRIGENTO -CALTANISSETTA-A19 S.S. N° 640 "DI PORTO EMPEDOCLE" AMMODERNAMENTO E ADEGUAMENTO ALLA CAT. B DEL D.M. 5.11.2001 Dal km 44+000 allo svincolo con l'A19 Progetto Esecutivo | Opera: Viadotto Favarella |
| | Relazione di Calcolo Pile |
| | Pagina 62 di 85 |
| | Nome file: V102-C-CL005-B.00_relazione_calcolo_pile_dx.doc |

La verifica della sicurezza nei riguardi degli stati limite ultimi di resistenza è stata effettuata con il "metodo dei coefficienti parziali" di sicurezza espresso dalla equazione formale:

$$R_d \geq E_d$$

dove:

R_d è la resistenza di progetto, valutata in base ai valori di progetto della resistenza dei materiali e ai valori nominali delle grandezze geometriche interessate:

$$R_d = \frac{1}{\gamma_R} R \left[\gamma_F F_k; \frac{X_k}{\gamma_M}; a_d \right]$$

il coefficiente γ_R opera direttamente sulla resistenza del sistema. I coefficienti parziali di sicurezza, γ_{Mi} e γ_{Fj} , associati rispettivamente al materiale i-esimo e all'azione j-esima, tengono in conto la variabilità delle rispettive grandezze e le incertezze relative alle tolleranze geometriche e all'affidabilità del modello di calcolo;

E_d è il valore di progetto dell'effetto delle azioni, valutato direttamente come $E_d = E_k \gamma_E$ con $\gamma_E = \gamma_F$:

$$E_d = \gamma_E E \left[F_k; \frac{X_k}{\gamma_M}; a_d \right]$$

La verifica della relazione $R_d \geq E_d$ è stata effettuata impiegando diverse combinazioni di gruppi di coefficienti parziali (cfr tabelle sotto), rispettivamente definiti per le azioni (A1 e A2), per i parametri geotecnici (M1 e M2) e per le resistenze (R1, R2 e R3).

Tabella 6.2 - Coefficienti parziali azioni.

| CARICHI | EFFETTO | COEFFICIENTE PARZIALE | EQU | (A1) STR | (A2) GEO |
|---|-------------|-----------------------|-----|----------|----------|
| Permanenti | Favorevole | γ_{G1} | 0.9 | 1.0 | 1.0 |
| | Sfavorevole | | 1.1 | 1.3 | 1.0 |
| Permanenti non strutturali ⁽¹⁾ | Favorevole | γ_{G2} | 0.0 | 0.0 | 0.0 |
| | Sfavorevole | | 1.5 | 1.5 | 1.3 |
| Variabili | Favorevole | γ_{Qii} | 0.0 | 0.0 | 0.0 |
| | Sfavorevole | | 1.5 | 1.5 | |

⁽¹⁾ Qualora i carichi permanenti non strutturali siano pienamente definiti si potranno adottare gli stessi coefficienti validi per le azioni permanenti

Tabella 6.3 - Coefficienti parziali parametri del terreno.

| PARAMETRO | GRANDEZZA ALLA QUALE APPLICARE IL COEFFICIENTE PARZIALE | (M1) | (M2) |
|---|---|------|------|
| Tangente dell'angolo di resistenza a taglio | $tg \phi_k$ | 1.0 | 1.25 |
| Coesione efficace | c'_k | 1.0 | 1.25 |
| Resistenza non drenata | c_{uk} | 1.0 | 1.40 |
| Peso dell'unità di volume | γ | 1.0 | 1.0 |

| | |
|--|---|
| CORRIDOIO PLURIMODALE TIRRENICO-NORD EUROPA ITINERARIO AGRIGENTO -CALTANISSETTA-A19 S.S. N° 640 "DI PORTO EMPEDOCLE" AMMODERNAMENTO E ADEGUAMENTO ALLA CAT. B DEL D.M. 5.11.2001 Dal km 44+000 allo svincolo con l'A19 Progetto Esecutivo | Opera: Viadotto Favarella |
| | Relazione di Calcolo Pile |
| | Pagina 63 di 85 |
| | Nome file: V102-C-CL005-B.00_relazione_calcolo_pile_dx.doc |

Tabella 6.4 - Coefficienti parziali da applicare alle resistenze.

| RESISTENZA | SIMBOLO | Pali infissi | | | Pali trivellati | | | Pali ad elica continua | | |
|--------------------------|---------------|--------------|------|------|-----------------|------|------|------------------------|------|------|
| | | (R1) | (R2) | (R3) | (R1) | (R2) | (R3) | (R1) | (R2) | (R3) |
| Base | γ_R | 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 | 1.60 | 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

I diversi gruppi di coefficienti di sicurezza parziali sono stati scelti nell'ambito dei due approcci progettuali distinti e alternativi consentiti dal DM 14/01/08 per la progettazione geotecnica.

Nel caso specifico, le verifiche geotecniche (GEO) in termini di capacità portante dei pali sono state condotte sulla base dell'approccio 2, con i coefficienti parziali espressi in forma simbolica da:

A1+M1+R3.

La capacità portante dei pali, determinata mediante procedura analitica basata sui parametri geotecnici dei terreni interessati, è stata ridotta del fattore di correlazione ξ per la determinazione della resistenza caratteristica in funzione del numero di verticali indagate. Considerando l'adozione di una sola relazione analitica per la valutazione del carico limite si è assunto il fattore ξ_3 . Per i terreni interessati dall'opera in esame, il numero di verticali di indagine è pari a 1.

Tabella 6.5 - Fattori di correlazione.

| 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 seguito si riportano i risultati delle verifiche condotte. Si evidenzia che ai carichi in testa palo si è aggiunto il contributo del peso palo compensato, cioè sottraendo al peso del palo il peso della colonna di terreno (ovvero calcolando il peso del palo con peso specifico $\gamma_p = \gamma_{c.a} - \gamma_t$).

| PALO Ø1200 – L=25.0 m | | | | |
|-----------------------|-------------------------|-----------------------------|----|---|
| | condizioni drenate (CD) | condizioni non drenate (UU) | | |
| R_s | 5927 | 6401 | kN | resistenza laterale |
| R_b | 3853 | 2585 | kN | resistenza alla base |
| R | 9780 | 8986 | kN | resistenza palo |
| $R_{s,k}$ | 3486 | 3765 | kN | resistenza laterale caratteristica |
| $R_{b,k}$ | 2266 | 1520 | kN | resistenza alla base caratteristica |
| R_k | 5753 | 5286 | kN | resistenza caratteristica palo |
| $R_{s,d}$ | 3032 | 3274 | kN | resistenza laterale di calcolo |
| $R_{b,d}$ | 1679 | 1126 | kN | resistenza alla base di calcolo |
| R_d | 4711 | 4401 | kN | resistenza di calcolo palo |
| W | 544 | 544 | kN | peso palo compensato |
| $R_{d,red}$ | 4166 | 3856 | kN | resistenza di calcolo ridotta del peso del palo |

| | |
|--|---|
| CORRIDOIO PLURIMODALE TIRRENICO-NORD EUROPA ITINERARIO AGRIGENTO -CALTANISSETTA-A19 S.S. N° 640 "DI PORTO EMPEDOCLE" AMMODERNAMENTO E ADEGUAMENTO ALLA CAT. B DEL D.M. 5.11.2001 Dal km 44+000 allo svincolo con l'A19 Progetto Esecutivo | Opera: Viadotto Favarella |
| | Relazione di Calcolo Pile |
| | Pagina 64 di 85 |
| | Nome file: V102-C-CL005-B.00_relazione_calcolo_pile_dx.doc |

| PALO Ø1200 – L=27.0 m | | | | |
|------------------------------|--------------------------------|------------------------------------|----|---|
| | condizioni drenate (CD) | condizioni non drenate (UU) | | |
| R _s | 6952 | 7004 | kN | resistenza laterale |
| R _b | 4167 | 2630 | kN | resistenza alla base |
| R | 11119 | 9634 | kN | resistenza palo |
| R _{s,k} | 4089 | 4120 | kN | resistenza laterale caratteristica |
| R _{b,k} | 2451 | 1547 | kN | resistenza alla base caratteristica |
| R _k | 6541 | 5667 | kN | resistenza caratteristica palo |
| R _{s,d} | 3556 | 3583 | kN | resistenza laterale di calcolo |
| R _{b,d} | 1816 | 1146 | kN | resistenza alla base di calcolo |
| R _d | 5372 | 4729 | kN | resistenza di calcolo palo |
| W | 585 | 585 | kN | peso palo compensato |
| R _{d,red} | 4787 | 4144 | kN | resistenza di calcolo ridotta del peso del palo |

Tabella 6.6: Riepilogo azione massime testa pali per ciascuna palificata

| Palificata | Statica | Dinamica |
|-------------------|----------------|-----------------|
| P01 | 3548 | 2181 |
| P02 | 3372 | 2023 |
| P03 | 3450 | 2031 |
| max | 3548 | 2181 |

Come si evince dalle tabelle precedenti le verifiche a carico limite verticale dei pali di fondazione risultano soddisfatte.

6.2.2 S.L.U. – Verifica a carico limite orizzontale

6.2.2.1 Criteri di calcolo del carico limite orizzontale

Il calcolo del carico limite orizzontale dei pali viene effettuato secondo il metodo proposto da Broms.

In condizione drenate si assume che la resistenza del terreno vari linearmente con la profondità z secondo la legge:

$$p = 3K_p \cdot \gamma \cdot z \cdot d$$

In condizioni non drenate si assume un diagramma semplificato con reazione nulla fino a $z=1.5d$, e a partire da tale profondità, la reazione si assume costante con la profondità e pari:

$$p = 9 \cdot c_u \cdot d$$

6.2.2.2 Criteri di verifica

I criteri di verifica sono gli stessi utilizzati per il calcolo del carico limite verticale con i coefficienti γ_T da applicare alle resistenze caratteristiche riportati in tabella:

| | |
|--|---|
| CORRIDOIO PLURIMODALE TIRRENICO-NORD EUROPA ITINERARIO AGRIGENTO -CALTANISSETTA-A19 S.S. N° 640 "DI PORTO EMPEDOCLE" AMMODERNAMENTO E ADEGUAMENTO ALLA CAT. B DEL D.M. 5.11.2001 Dal km 44+000 allo svincolo con l'A19 Progetto Esecutivo | Opera: Viadotto Favarella |
| | Relazione di Calcolo Pile |
| | Pagina 65 di 85 |
| | Nome file: V102-C-CL005-B.00_relazione_calcolo_pile_dx.doc |

Coefficienti parziali γ_T per le verifiche agli stati limite ultimi di pali soggetti a carichi trasversali.

| COEFFICIENTE PARZIALE (R1) | COEFFICIENTE PARZIALE (R2) | COEFFICIENTE PARZIALE (R3) |
|----------------------------------|----------------------------------|----------------------------------|
| $\gamma_T = 1,0$ | $\gamma_T = 1,6$ | $\gamma_T = 1,3$ |

6.2.2.3 Risultati carreggiata destra

Si riporta la verifica a carico limite orizzontale del palo analizzando i possibili meccanismi di rottura (palo corto, intermedio e lungo).

Palo più sollecitato carreggiata DX

CALCOLO DEL CARICO LIMITE ORIZZONTALE IN TERRENI COESIVI

| | | | |
|-------|---|-------------------|--------------------------------------|
| D | = | 1.20 m | diametro palo |
| L | = | 25.00 m | lunghezza palo |
| M_y | = | 1180.0 kNm | momento di plasticizzazione del palo |
| c_u | = | 169.0 kPa | coesione non drenata |

palo corto

| | | | |
|-------------|---|--------------|------------------------------|
| $Q_{lim,1}$ | = | 42344.6 kN | carico limite per palo corto |
| M_{max} | = | 567418.2 kNm | momento massimo |

palo intermedio

| | | | |
|-------------|---|-------------|-----------------------------------|
| $Q_{lim,2}$ | = | 15848.8 kN | carico limite per palo intermedio |
| f | = | 8.7 m | |
| M_{max} | = | 96157.9 kNm | momento massimo |

palo lungo

| | | | |
|-------------|---|----------------|---------------------------------------|
| $Q_{lim,3}$ | = | 1120.2 kN | carico limite per palo lungo |
| MR | | PALO LUNGO | meccanismo di rottura |
| $Q_{lim,m}$ | = | 1120.2 kN | carico limite (valore medio) |
| ξ_3 | = | 1.70 | fattore di correlazione |
| $Q_{lim,k}$ | = | 658.9 kN | carico limite (valore caratteristico) |
| γ_T | = | 1.30 | coefficiente parziale |
| $Q_{lim,d}$ | = | 506.9 kN | carico limite (valore di progetto) |
| F_h | = | 49.0 kN | azione trasversale testa palo |
| FS | | 10.34 | |

La verifica, come si evince dai calcoli riportati, risulta essere soddisfatta.

| | |
|--|---|
| CORRIDOIO PLURIMODALE TIRRENICO-NORD EUROPA ITINERARIO AGRIGENTO -CALTANISSETTA-A19 S.S. N° 640 "DI PORTO EMPEDOCLE" AMMODERNAMENTO E ADEGUAMENTO ALLA CAT. B DEL D.M. 5.11.2001 Dal km 44+000 allo svincolo con l'A19 Progetto Esecutivo | Opera: Viadotto Favarella |
| | Relazione di Calcolo Pile |
| | Pagina 66 di 85 |
| | Nome file: VI02-C-CL005-B.00_relazione_calcolo_pile_dx.doc |

7 DISPOSITIVI ANTISISMICI

Vengono disposti degli isolatori elastomerici con l'obiettivo di migliorare la risposta della struttura in caso di eventi sismici. Essi consentono sostanzialmente di aumentare il periodo proprio della struttura, di sostenere i carichi verticali senza apprezzabili cedimenti, e di contenere lo spostamento orizzontale della struttura isolata. I dispositivi previsti presentano le seguenti caratteristiche:

| | | | |
|-----------------|--------------|-------|---|
| V | 10980 | kN | massimo carico verticale agente sull'isolatore in fase di sisma |
| F _{zd} | 21220 | kN | massimo carico verticale allo S.L.U. in esercizio |
| K _e | 3.03 | kN/mm | rigidezza orizzontale equivalente |
| K _v | 2814 | kN/mm | rigidezza verticale |
| d | 0.300 | m | massimo spostamento dell'isolatore |
| D _g | 0.900 | m | diametro dell'elastomero |
| W | 1049 | kg | peso dell'isolatore |

A partire dal modello di calcolo globale sono state determinate le massime azioni verticali in fase di sisma (S.L.C.) e statica (S.L.U.) sui singoli isolatori per verificarne la loro portanza.

| Azioni trasmesse dall'impalcato | | | | | | | | pila |
|---------------------------------|------------|----|----|------|------|------|------|------|
| Joint | OutputCase | Fx | Fy | Fz | Mx | My | Mz | |
| Text | Text | KN | KN | KN | KN-m | KN-m | KN-m | |
| P1-D | G1+G2 | 0 | 0 | 4175 | 0 | 0 | 0 | P01 |
| P1-D | E2 | 3 | 0 | -107 | 0 | 0 | 0 | |
| P1-D | E3 | 10 | 0 | -150 | 0 | 0 | 0 | |
| P1-D | Q1 | 0 | 6 | 1732 | 0 | 0 | 0 | |
| P1-D | Q5 | 0 | 81 | -9 | 0 | 0 | 0 | |
| P1-D | Q7 | 42 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | |
| P1-S | G1+G2 | 0 | 0 | 4129 | 0 | 0 | 0 | |
| P1-S | E2 | 3 | 0 | -107 | 0 | 0 | 0 | |
| P1-S | E3 | 10 | 0 | -150 | 0 | 0 | 0 | |
| P1-S | Q1 | 0 | 6 | 515 | 0 | 0 | 0 | |
| P1-S | Q5 | 0 | 81 | 9 | 0 | 0 | 0 | |
| P1-S | Q7 | 41 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | |
| P2-D | G1+G2 | 0 | 0 | 3699 | 0 | 0 | 0 | P02 |
| P2-D | E2 | 0 | 0 | 47 | 0 | 0 | 0 | |
| P2-D | E3 | 0 | 0 | 66 | 0 | 0 | 0 | |
| P2-D | Q1 | 0 | 5 | 1710 | 0 | 0 | 0 | |
| P2-D | Q5 | 1 | 77 | -26 | 0 | 0 | 0 | |
| P2-D | Q7 | 37 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | |
| P2-S | G1+G2 | 0 | 0 | 3647 | 0 | 0 | 0 | |
| P2-S | E2 | 0 | 0 | 47 | 0 | 0 | 0 | |
| P2-S | E3 | 0 | 0 | 66 | 0 | 0 | 0 | |
| P2-S | Q1 | 0 | 5 | 435 | 0 | 0 | 0 | |
| P2-S | Q5 | 1 | 77 | 26 | 0 | 0 | 0 | |
| P2-S | Q7 | 36 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | |
| P3-D | G1+G2 | 0 | 0 | 4166 | 0 | 0 | 0 | P03 |
| P3-D | E2 | 3 | 0 | -107 | 0 | 0 | 0 | |
| P3-D | E3 | 10 | 0 | -151 | 0 | 0 | 0 | |
| P3-D | Q1 | 0 | 3 | 1611 | 0 | 0 | 0 | |
| P3-D | Q5 | 1 | 70 | -24 | 0 | 0 | 0 | |
| P3-D | Q7 | 42 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | |
| P3-S | G1+G2 | 0 | 0 | 4117 | 0 | 0 | 0 | |

| | |
|--|---|
| CORRIDOIO PLURIMODALE TIRRENICO-NORD EUROPA ITINERARIO AGRIGENTO -CALTANISSETTA-A19 S.S. N° 640 "DI PORTO EMPEDOCLE" AMMODERNAMENTO E ADEGUAMENTO ALLA CAT. B DEL D.M. 5.11.2001 Dal km 44+000 allo svincolo con l'A19 Progetto Esecutivo | Opera: Viadotto Favarella |
| | Relazione di Calcolo Pile |
| | Pagina 67 di 85 |
| | Nome file: V102-C-CL005-B.00_relazione_calcolo_pile_dx.doc |

| Azioni trasmesse dall'impalcato | | | | | | | | pila |
|---------------------------------|------------|----|----|------|------|------|------|------|
| Joint | OutputCase | Fx | Fy | Fz | Mx | My | Mz | |
| Text | Text | KN | KN | KN | KN-m | KN-m | KN-m | |
| P3-S | E2 | 3 | 0 | -107 | 0 | 0 | 0 | |
| P3-S | E3 | 10 | 0 | -151 | 0 | 0 | 0 | |
| P3-S | Q1 | 0 | 3 | 395 | 0 | 0 | 0 | |
| P3-S | Q5 | 1 | 70 | 24 | 0 | 0 | 0 | |
| P3-S | Q7 | 41 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | |

| Azione sismica (S.L.C. - max Fz) | | | | | | | | pila |
|----------------------------------|------------|----|----|-----|------|------|------|------|
| Joint | OutputCase | Fx | Fy | Fz | Mx | My | Mz | |
| Text | Text | KN | KN | KN | KN-m | KN-m | KN-m | |
| P1-D | Q6 | 49 | 50 | 201 | 0 | 0 | 0 | P01 |
| P1-S | Q6 | 49 | 50 | 201 | 0 | 0 | 0 | |
| P2-D | Q6 | 50 | 52 | 198 | 0 | 0 | 0 | P02 |
| P2-S | Q6 | 50 | 52 | 198 | 0 | 0 | 0 | |
| P3-D | Q6 | 50 | 51 | 200 | 0 | 0 | 0 | P03 |
| P3-S | Q6 | 50 | 51 | 200 | 0 | 0 | 0 | |

| Azioni totali sugli appoggi (Combinazione sismica - max Fz) | | | | | | | | pila |
|---|------------|----|----|------|------|------|------|------|
| Joint | OutputCase | Fx | Fy | Fz | Mx | My | Mz | |
| Text | Text | KN | KN | KN | KN-m | KN-m | KN-m | |
| P1-D | S.L.C. | 82 | 50 | 4194 | 0 | 0 | 0 | P01 |
| P1-S | S.L.C. | 82 | 50 | 4148 | 0 | 0 | 0 | |
| P2-D | S.L.C. | 72 | 52 | 3977 | 0 | 0 | 0 | P02 |
| P2-S | S.L.C. | 72 | 52 | 3924 | 0 | 0 | 0 | |
| P3-D | S.L.C. | 83 | 51 | 4184 | 0 | 0 | 0 | P03 |
| P3-S | S.L.C. | 83 | 51 | 4135 | 0 | 0 | 0 | |

| Azioni totali sugli appoggi (Combinazione fondamentale) | | | | | | | | pila |
|---|------------|----|----|------|------|------|------|------|
| Joint | OutputCase | Fx | Fy | Fz | Mx | My | Mz | |
| Text | Text | KN | KN | KN | KN-m | KN-m | KN-m | |
| P1-D | S.L.U. | 49 | 81 | 7730 | 0 | 0 | 0 | P01 |
| P1-S | S.L.U. | 48 | 81 | 6041 | 0 | 0 | 0 | |
| P2-D | S.L.U. | 34 | 76 | 7383 | 0 | 0 | 0 | P02 |
| P2-S | S.L.U. | 34 | 76 | 5638 | 0 | 0 | 0 | |
| P3-D | S.L.U. | 49 | 68 | 7541 | 0 | 0 | 0 | P01 |
| P3-S | S.L.U. | 49 | 68 | 5876 | 0 | 0 | 0 | |

Come si può vedere dalle tabelle precedenti i massimi carichi verticali agenti nelle due combinazioni risultano compatibili con il massimo carico che può sopportare il dispositivo in fase di sisma ed allo S.L.U.

Gli spostamenti orizzontali subiti dall'isolatore, dovuti a quei singoli casi di carico che determinano spostamenti sul piano X-Y, sono stati valutati come rapporto tra la reazione prodotta dal caso di carico analizzato nella direzione X o Y e la rigidezza orizzontale equivalente dell'isolatore. Gli spostamenti nelle due direzioni sono stati infine combinati vettorialmente per le due combinazioni da verificare.

| S.L.C. | | | | | | |
|-------------------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|
| | P1-D | P1-S | P2-D | P2-S | P3-D | P3-S |
| d _{Q6,x} | 0.054 | 0.054 | 0.055 | 0.055 | 0.055 | 0.055 |
| d _{Q6,y} | 0.055 | 0.055 | 0.057 | 0.057 | 0.056 | 0.056 |
| d _{E2,x} | 0.001 | 0.001 | 0.000 | 0.000 | 0.001 | 0.001 |
| d _{E3,x} | 0.009 | 0.009 | 0.000 | 0.000 | 0.009 | 0.009 |

Spost. Long. dell'impalcato dovuto al sisma longitudinale

Spost. Long. dell'impalcato dovuto al sisma trasversale

dilatazione dell'impalcato dovuto al ritiro

dilatazione dell'impalcato dovuto all'effetto termico

| | |
|--|---|
| CORRIDOIO PLURIMODALE TIRRENICO-NORD EUROPA ITINERARIO AGRIGENTO -CALTANISSETTA-A19 S.S. N° 640 "DI PORTO EMPEDOCLE" AMMODERNAMENTO E ADEGUAMENTO ALLA CAT. B DEL D.M. 5.11.2001 Dal km 44+000 allo svincolo con l'A19 Progetto Esecutivo | Opera: Viadotto Favarella |
| | Relazione di Calcolo Pile |
| | Pagina 68 di 85 |
| | Nome file: V102-C-CL005-B.00_relazione_calcolo_pile_dx.doc |

| S.L.C. | | | | | | | |
|-------------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|---|
| | P1-D | P1-S | P2-D | P2-S | P3-D | P3-S | |
| $d_{E,tot}$ | 0.082 | 0.082 | 0.079 | 0.079 | 0.083 | 0.083 | m |

spostamento longitudinale totale dell'impalcato

| S.L.U. | | | | | | | |
|-------------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|---|
| | P1-D | P1-S | P2-D | P2-S | P3-D | P3-S | |
| $d_{E2,x}$ | 0.001 | 0.001 | 0.000 | 0.000 | 0.001 | 0.001 | m |
| $d_{E3,x}$ | 0.009 | 0.009 | 0.000 | 0.000 | 0.009 | 0.009 | m |
| $d_{Q1,v}$ | 0.001 | 0.001 | 0.001 | 0.001 | 0.001 | 0.000 | m |
| $d_{Q5,v}$ | 0.027 | 0.027 | 0.025 | 0.025 | 0.023 | 0.023 | m |
| $d_{E,tot}$ | 0.027 | 0.026 | 0.024 | 0.024 | 0.024 | 0.022 | m |

dilatazione dell'impalcato dovuto al ritiro

dilatazione dell'impalcato dovuto all'effetto termico

spostamento longitudinale dell'impalcato dovuto ai carichi mobili

spostamento longitudinale dell'impalcato dovuto al vento

spostamento longitudinale totale dell'impalcato

Il massimo spostamento dell'isolatore è pari a 82 mm, inferiore quindi al massimo spostamento consentito all'isolatore (300 mm). La massima escursione del giunto di dilatazione può essere quantificata in:

$d_{giunto} = 0.166$ m massima escursione del giunto

Dunque, anche il giunto di dilatazione adottato (dilatazione massima consentita 330 mm) risulta verificato per gli spostamenti massimi.

| | |
|--|---|
| CORRIDOIO PLURIMODALE TIRRENICO-NORD EUROPA ITINERARIO AGRIGENTO -CALTANISSETTA-A19 S.S. N° 640 "DI PORTO EMPEDOCLE" AMMODERNAMENTO E ADEGUAMENTO ALLA CAT. B DEL D.M. 5.11.2001 Dal km 44+000 allo svincolo con l'A19 Progetto Esecutivo | Opera: Viadotto Favarella |
| | Relazione di Calcolo Pile |
| | Pagina 69 di 85 |
| | Nome file: V102-C-CL005-B.00_relazione_calcolo_pile_dx.doc |

8 ANALISI DEL PLINTO DI FONDAZIONE

Il plinto presenta pianta rettangolare di lati 7.00 m × 9.10 m ed altezza pari a 2.50 m. Esso è fondato su n. 8 pali Ø1200 mm posti ad interasse di 3.60 m.

Si eseguono il dimensionamento dell'armatura e le verifiche di sicurezza del plinto più caricato, ossia quello per il quale sono maggiori le azioni dei pali di fondazione. Tale plinto risulta essere quello della pila P01. I risultati ottenuti per il plinto esaminato si estendono a tutti i plinti delle pile della carreggiata destra.

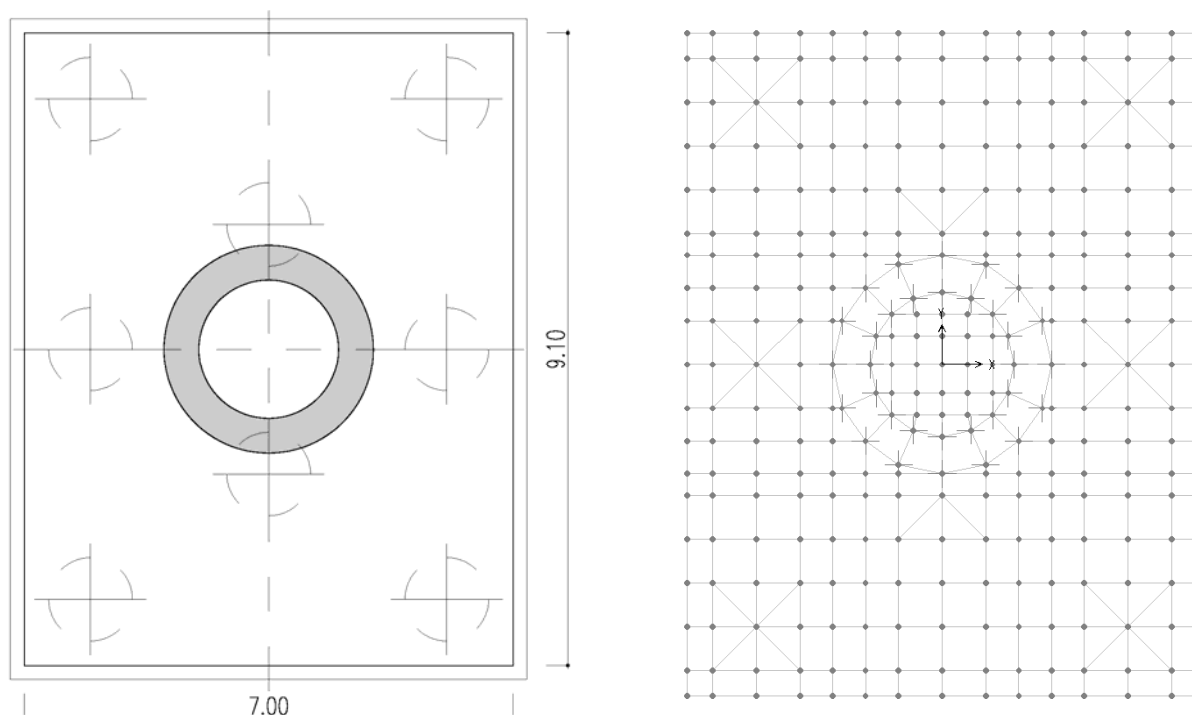


Figura 8.1 - Plinto di Fondazione P01 carreggiata DX

Il calcolo delle sollecitazioni viene effettuato schematizzando il plinto come un piastra rettangolare, vincolata mediante incastri al fusto della pila sovrastante e caricato da forze concentrate in corrispondenza degli assi dei pali, dal peso proprio e dal peso del terreno di ricoprimento del plinto stesso.

Lo schema statico appena descritto è stato risolto mettendo a punto un modello numerico agli elementi finiti che, con buona approssimazione, riproduce l'effettiva geometria e la effettiva distribuzione delle rigidezze della struttura reale. La quasi totalità degli elementi shell impiegati sono di tipo quadrangolare a quattro nodi e tutti includono gli effetti della deformabilità a taglio (formulazione alla *Mindlin-Reissner*).

| | |
|--|---|
| CORRIDOIO PLURIMODALE TIRRENICO-NORD EUROPA ITINERARIO AGRIGENTO -CALTANISSETTA-A19 S.S. N° 640 "DI PORTO EMPEDOCLE" AMMODERNAMENTO E ADEGUAMENTO ALLA CAT. B DEL D.M. 5.11.2001 Dal km 44+000 allo svincolo con l'A19 Progetto Esecutivo | Opera: Viadotto Favarella |
| | Relazione di Calcolo Pile |
| | Pagina 70 di 85 |
| | Nome file: V102-C-CL005-B.00_relazione_calcolo_pile_dx.doc |

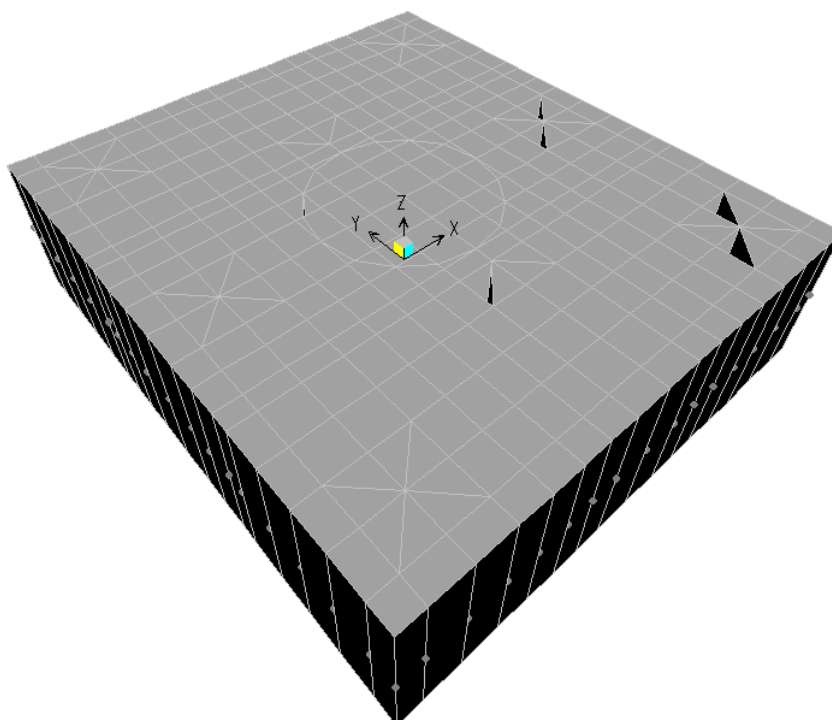


Figura 8.2 - Vista 3d del modello agli elementi finiti

8.1 ANALISI DEI CARICHI E COMBINAZIONI DI CARICO

Il plinto risulta sollecitato da forze concentrate in corrispondenza dei pali. I valori di tali azioni sono quelli determinati ai precedenti paragrafi dedicati all'analisi delle palificate. In particolare, di seguito si riportano le azioni sui pali della pila P01 della carreggiata destra, alle quali si fa riferimento per il dimensionamento di tutti i plinti di questa tipologia, in quanto sono le più gravose.

Azioni Sui Pali della Pila P01 carreggiata DX

| Joint | LoadCase | N |
|-------|--------------|------|
| Pali | Combinazioni | KN |
| P01 | SLU-1 | 2692 |
| P01 | SLU-2 | 2729 |
| P01 | SLU-3 | 2956 |
| P01 | SLU-4 | 2993 |
| P01 | SLU-5 | 2421 |
| P01 | SLU-6 | 2459 |
| P01 | SLU-7 | 2685 |
| P01 | SLU-8 | 2723 |
| P01 | SLU-9 | 2745 |
| P01 | SLU-10 | 2782 |
| P01 | SLU-11 | 3009 |
| P01 | SLU-12 | 3046 |
| P01 | SLU-13 | 2542 |
| P01 | SLU-14 | 2579 |

| | |
|--|---|
| CORRIDOIO PLURIMODALE TIRRENICO-NORD EUROPA ITINERARIO AGRIGENTO -CALTANISSETTA-A19 S.S. N° 640 "DI PORTO EMPEDOCLE" AMMODERNAMENTO E ADEGUAMENTO ALLA CAT. B DEL D.M. 5.11.2001 Dal km 44+000 allo svincolo con l'A19 Progetto Esecutivo | Opera: Viadotto Favarella |
| | Relazione di Calcolo Pile |
| | Pagina 71 di 85 |
| | Nome file: V102-C-CL005-B.00_relazione_calcolo_pile_dx.doc |

| Joint | LoadCase | N |
|-------|--------------|------|
| Pali | Combinazioni | KN |
| P01 | SLU-15 | 2806 |
| P01 | SLU-16 | 2844 |
| P01 | SLU-17 | 2625 |
| P01 | SLU-18 | 2663 |
| P01 | SLU-19 | 2890 |
| P01 | SLU-20 | 2927 |
| P01 | SLU-21 | 2422 |
| P01 | SLU-22 | 2460 |
| P01 | SLU-23 | 2687 |
| P01 | SLU-24 | 2724 |
| P01 | SLU-25 | 2537 |
| P01 | SLU-26 | 2575 |
| P01 | SLU-27 | 2978 |
| P01 | SLU-28 | 3015 |
| P01 | SLU-29 | 2334 |
| P01 | SLU-30 | 2372 |
| P01 | SLU-31 | 2775 |
| P01 | SLU-32 | 2812 |
| P01 | SLU-33 | 2617 |
| P01 | SLU-34 | 2679 |
| P01 | SLU-35 | 2881 |
| P01 | SLU-36 | 2944 |
| P01 | SLU-37 | 2414 |
| P01 | SLU-38 | 2477 |
| P01 | SLU-39 | 2678 |
| P01 | SLU-40 | 2741 |
| P01 | SLV-1 | 1961 |
| P01 | SLV-2 | 1987 |
| P01 | SLV-3 | 1773 |
| P01 | SLV-4 | 1799 |
| P01 | SLV-5 | 1829 |
| P01 | SLV-6 | 1855 |
| P01 | SLR-1 | 1948 |
| P01 | SLR-2 | 1980 |
| P01 | SLR-3 | 2125 |
| P01 | SLR-4 | 2156 |
| P01 | SLR-5 | 1804 |
| P01 | SLR-6 | 1835 |
| P01 | SLR-7 | 1980 |
| P01 | SLR-8 | 2012 |
| P01 | SLF-1 | 2007 |
| P01 | SLF-2 | 2038 |
| P01 | SLF-3 | 2066 |
| P01 | SLF-4 | 2097 |
| P01 | SLF-5 | 1863 |
| P01 | SLF-6 | 1894 |
| P01 | SLF-7 | 1922 |
| P01 | SLF-8 | 1953 |

| | |
|--|---|
| CORRIDOIO PLURIMODALE TIRRENICO-NORD EUROPA ITINERARIO AGRIGENTO -CALTANISSETTA-A19 S.S. N° 640 "DI PORTO EMPEDOCLE" AMMODERNAMENTO E ADEGUAMENTO ALLA CAT. B DEL D.M. 5.11.2001 Dal km 44+000 allo svincolo con l'A19 Progetto Esecutivo | Opera: Viadotto Favarella |
| | Relazione di Calcolo Pile |
| | Pagina 72 di 85 |
| | Nome file: V102-C-CL005-B.00_relazione_calcolo_pile_dx.doc |

| Joint | LoadCase | N |
|-------|--------------|------|
| Pali | Combinazioni | KN |
| P01 | SLQP-1 | 1891 |
| P01 | SLQP-2 | 1917 |
| P02 | SLU-1 | 3070 |
| P02 | SLU-2 | 3124 |
| P02 | SLU-3 | 3070 |
| P02 | SLU-4 | 3124 |
| P02 | SLU-5 | 2949 |
| P02 | SLU-6 | 3003 |
| P02 | SLU-7 | 2949 |
| P02 | SLU-8 | 3003 |
| P02 | SLU-9 | 3066 |
| P02 | SLU-10 | 3120 |
| P02 | SLU-11 | 3066 |
| P02 | SLU-12 | 3120 |
| P02 | SLU-13 | 2975 |
| P02 | SLU-14 | 3030 |
| P02 | SLU-15 | 2975 |
| P02 | SLU-16 | 3030 |
| P02 | SLU-17 | 2947 |
| P02 | SLU-18 | 3001 |
| P02 | SLU-19 | 2947 |
| P02 | SLU-20 | 3001 |
| P02 | SLU-21 | 2856 |
| P02 | SLU-22 | 2910 |
| P02 | SLU-23 | 2856 |
| P02 | SLU-24 | 2910 |
| P02 | SLU-25 | 2947 |
| P02 | SLU-26 | 3001 |
| P02 | SLU-27 | 2947 |
| P02 | SLU-28 | 3001 |
| P02 | SLU-29 | 2856 |
| P02 | SLU-30 | 2910 |
| P02 | SLU-31 | 2856 |
| P02 | SLU-32 | 2910 |
| P02 | SLU-33 | 2938 |
| P02 | SLU-34 | 3029 |
| P02 | SLU-35 | 2938 |
| P02 | SLU-36 | 3029 |
| P02 | SLU-37 | 2848 |
| P02 | SLU-38 | 2938 |
| P02 | SLU-39 | 2848 |
| P02 | SLU-40 | 2938 |
| P02 | SLV-1 | 2042 |
| P02 | SLV-2 | 2080 |
| P02 | SLV-3 | 1952 |
| P02 | SLV-4 | 1990 |
| P02 | SLV-5 | 1911 |
| P02 | SLV-6 | 1948 |

| | |
|--|---|
| CORRIDOIO PLURIMODALE TIRRENICO-NORD EUROPA ITINERARIO AGRIGENTO -CALTANISSETTA-A19 S.S. N° 640 "DI PORTO EMPEDOCLE" AMMODERNAMENTO E ADEGUAMENTO ALLA CAT. B DEL D.M. 5.11.2001 Dal km 44+000 allo svincolo con l'A19 Progetto Esecutivo | Opera: Viadotto Favarella |
| | Relazione di Calcolo Pile |
| | Pagina 73 di 85 |
| | Nome file: V102-C-CL005-B.00_relazione_calcolo_pile_dx.doc |

| Joint | LoadCase | N |
|-------|--------------|------|
| Pali | Combinazioni | KN |
| P02 | SLR-1 | 2177 |
| P02 | SLR-2 | 2222 |
| P02 | SLR-3 | 2177 |
| P02 | SLR-4 | 2222 |
| P02 | SLR-5 | 1696 |
| P02 | SLR-6 | 1741 |
| P02 | SLR-7 | 1696 |
| P02 | SLR-8 | 1741 |
| P02 | SLF-1 | 2177 |
| P02 | SLF-2 | 2222 |
| P02 | SLF-3 | 2177 |
| P02 | SLF-4 | 2222 |
| P02 | SLF-5 | 1696 |
| P02 | SLF-6 | 1741 |
| P02 | SLF-7 | 1696 |
| P02 | SLF-8 | 1741 |
| P02 | SLQP-1 | 1905 |
| P02 | SLQP-2 | 1942 |
| P03 | SLU-1 | 3448 |
| P03 | SLU-2 | 3519 |
| P03 | SLU-3 | 3184 |
| P03 | SLU-4 | 3255 |
| P03 | SLU-5 | 3477 |
| P03 | SLU-6 | 3548 |
| P03 | SLU-7 | 3213 |
| P03 | SLU-8 | 3284 |
| P03 | SLU-9 | 3387 |
| P03 | SLU-10 | 3458 |
| P03 | SLU-11 | 3123 |
| P03 | SLU-12 | 3194 |
| P03 | SLU-13 | 3409 |
| P03 | SLU-14 | 3480 |
| P03 | SLU-15 | 3145 |
| P03 | SLU-16 | 3216 |
| P03 | SLU-17 | 3268 |
| P03 | SLU-18 | 3339 |
| P03 | SLU-19 | 3004 |
| P03 | SLU-20 | 3075 |
| P03 | SLU-21 | 3290 |
| P03 | SLU-22 | 3360 |
| P03 | SLU-23 | 3025 |
| P03 | SLU-24 | 3096 |
| P03 | SLU-25 | 3356 |
| P03 | SLU-26 | 3427 |
| P03 | SLU-27 | 2916 |
| P03 | SLU-28 | 2987 |
| P03 | SLU-29 | 3378 |
| P03 | SLU-30 | 3449 |

| | |
|--|---|
| CORRIDOIO PLURIMODALE TIRRENICO-NORD EUROPA ITINERARIO AGRIGENTO -CALTANISSETTA-A19 S.S. N° 640 "DI PORTO EMPEDOCLE" AMMODERNAMENTO E ADEGUAMENTO ALLA CAT. B DEL D.M. 5.11.2001 Dal km 44+000 allo svincolo con l'A19 Progetto Esecutivo | Opera: Viadotto Favarella |
| | Relazione di Calcolo Pile |
| | Pagina 74 di 85 |
| | Nome file: V102-C-CL005-B.00_relazione_calcolo_pile_dx.doc |

| Joint | LoadCase | N |
|-------|--------------|------|
| Pali | Combinazioni | KN |
| P03 | SLU-31 | 2937 |
| P03 | SLU-32 | 3008 |
| P03 | SLU-33 | 3260 |
| P03 | SLU-34 | 3378 |
| P03 | SLU-35 | 2995 |
| P03 | SLU-36 | 3114 |
| P03 | SLU-37 | 3281 |
| P03 | SLU-38 | 3399 |
| P03 | SLU-39 | 3017 |
| P03 | SLU-40 | 3135 |
| P03 | SLV-1 | 2123 |
| P03 | SLV-2 | 2173 |
| P03 | SLV-3 | 2132 |
| P03 | SLV-4 | 2181 |
| P03 | SLV-5 | 1992 |
| P03 | SLV-6 | 2041 |
| P03 | SLR-1 | 2405 |
| P03 | SLR-2 | 2464 |
| P03 | SLR-3 | 2229 |
| P03 | SLR-4 | 2288 |
| P03 | SLR-5 | 1588 |
| P03 | SLR-6 | 1647 |
| P03 | SLR-7 | 1412 |
| P03 | SLR-8 | 1471 |
| P03 | SLF-1 | 2346 |
| P03 | SLF-2 | 2405 |
| P03 | SLF-3 | 2288 |
| P03 | SLF-4 | 2347 |
| P03 | SLF-5 | 1529 |
| P03 | SLF-6 | 1588 |
| P03 | SLF-7 | 1470 |
| P03 | SLF-8 | 1529 |
| P03 | SLQP-1 | 1918 |
| P03 | SLQP-2 | 1967 |
| P04 | SLU-1 | 2833 |
| P04 | SLU-2 | 2866 |
| P04 | SLU-3 | 2966 |
| P04 | SLU-4 | 2998 |
| P04 | SLU-5 | 2638 |
| P04 | SLU-6 | 2670 |
| P04 | SLU-7 | 2770 |
| P04 | SLU-8 | 2802 |
| P04 | SLU-9 | 2739 |
| P04 | SLU-10 | 2771 |
| P04 | SLU-11 | 2871 |
| P04 | SLU-12 | 2903 |
| P04 | SLU-13 | 2592 |
| P04 | SLU-14 | 2624 |

| | |
|--|---|
| CORRIDOIO PLURIMODALE TIRRENICO-NORD EUROPA ITINERARIO AGRIGENTO -CALTANISSETTA-A19 S.S. N° 640 "DI PORTO EMPEDOCLE" AMMODERNAMENTO E ADEGUAMENTO ALLA CAT. B DEL D.M. 5.11.2001 Dal km 44+000 allo svincolo con l'A19 Progetto Esecutivo | Opera: Viadotto Favarella |
| | Relazione di Calcolo Pile |
| | Pagina 75 di 85 |
| | Nome file: V102-C-CL005-B.00_relazione_calcolo_pile_dx.doc |

| Joint | LoadCase | N |
|-------|--------------|------|
| Pali | Combinazioni | KN |
| P04 | SLU-15 | 2724 |
| P04 | SLU-16 | 2756 |
| P04 | SLU-17 | 2739 |
| P04 | SLU-18 | 2771 |
| P04 | SLU-19 | 2871 |
| P04 | SLU-20 | 2903 |
| P04 | SLU-21 | 2592 |
| P04 | SLU-22 | 2624 |
| P04 | SLU-23 | 2724 |
| P04 | SLU-24 | 2756 |
| P04 | SLU-25 | 2695 |
| P04 | SLU-26 | 2727 |
| P04 | SLU-27 | 2915 |
| P04 | SLU-28 | 2947 |
| P04 | SLU-29 | 2548 |
| P04 | SLU-30 | 2580 |
| P04 | SLU-31 | 2768 |
| P04 | SLU-32 | 2800 |
| P04 | SLU-33 | 2721 |
| P04 | SLU-34 | 2774 |
| P04 | SLU-35 | 2853 |
| P04 | SLU-36 | 2906 |
| P04 | SLU-37 | 2574 |
| P04 | SLU-38 | 2628 |
| P04 | SLU-39 | 2706 |
| P04 | SLU-40 | 2760 |
| P04 | SLV-1 | 1820 |
| P04 | SLV-2 | 1842 |
| P04 | SLV-3 | 1771 |
| P04 | SLV-4 | 1793 |
| P04 | SLV-5 | 1793 |
| P04 | SLV-6 | 1815 |
| P04 | SLR-1 | 2028 |
| P04 | SLR-2 | 2055 |
| P04 | SLR-3 | 2116 |
| P04 | SLR-4 | 2143 |
| P04 | SLR-5 | 1716 |
| P04 | SLR-6 | 1742 |
| P04 | SLR-7 | 1804 |
| P04 | SLR-8 | 1831 |
| P04 | SLF-1 | 2057 |
| P04 | SLF-2 | 2084 |
| P04 | SLF-3 | 2087 |
| P04 | SLF-4 | 2114 |
| P04 | SLF-5 | 1745 |
| P04 | SLF-6 | 1772 |
| P04 | SLF-7 | 1774 |
| P04 | SLF-8 | 1801 |

| | |
|--|---|
| CORRIDOIO PLURIMODALE TIRRENICO-NORD EUROPA ITINERARIO AGRIGENTO -CALTANISSETTA-A19 S.S. N° 640 "DI PORTO EMPEDOCLE" AMMODERNAMENTO E ADEGUAMENTO ALLA CAT. B DEL D.M. 5.11.2001 Dal km 44+000 allo svincolo con l'A19 Progetto Esecutivo | Opera: Viadotto Favarella |
| | Relazione di Calcolo Pile |
| | Pagina 76 di 85 |
| | Nome file: V102-C-CL005-B.00_relazione_calcolo_pile_dx.doc |

| Joint | LoadCase | N |
|-------|--------------|------|
| Pali | Combinazioni | KN |
| P04 | SLQP-1 | 1865 |
| P04 | SLQP-2 | 1888 |
| P05 | SLU-1 | 3212 |
| P05 | SLU-2 | 3261 |
| P05 | SLU-3 | 3080 |
| P05 | SLU-4 | 3129 |
| P05 | SLU-5 | 3166 |
| P05 | SLU-6 | 3215 |
| P05 | SLU-7 | 3034 |
| P05 | SLU-8 | 3083 |
| P05 | SLU-9 | 3060 |
| P05 | SLU-10 | 3109 |
| P05 | SLU-11 | 2928 |
| P05 | SLU-12 | 2977 |
| P05 | SLU-13 | 3025 |
| P05 | SLU-14 | 3074 |
| P05 | SLU-15 | 2893 |
| P05 | SLU-16 | 2942 |
| P05 | SLU-17 | 3060 |
| P05 | SLU-18 | 3109 |
| P05 | SLU-19 | 2928 |
| P05 | SLU-20 | 2977 |
| P05 | SLU-21 | 3025 |
| P05 | SLU-22 | 3074 |
| P05 | SLU-23 | 2893 |
| P05 | SLU-24 | 2942 |
| P05 | SLU-25 | 3104 |
| P05 | SLU-26 | 3153 |
| P05 | SLU-27 | 2884 |
| P05 | SLU-28 | 2933 |
| P05 | SLU-29 | 3070 |
| P05 | SLU-30 | 3119 |
| P05 | SLU-31 | 2849 |
| P05 | SLU-32 | 2898 |
| P05 | SLU-33 | 3042 |
| P05 | SLU-34 | 3124 |
| P05 | SLU-35 | 2910 |
| P05 | SLU-36 | 2991 |
| P05 | SLU-37 | 3007 |
| P05 | SLU-38 | 3089 |
| P05 | SLU-39 | 2875 |
| P05 | SLU-40 | 2957 |
| P05 | SLV-1 | 1901 |
| P05 | SLV-2 | 1935 |
| P05 | SLV-3 | 1950 |
| P05 | SLV-4 | 1984 |
| P05 | SLV-5 | 1874 |
| P05 | SLV-6 | 1908 |

| | |
|--|---|
| CORRIDOIO PLURIMODALE TIRRENICO-NORD EUROPA ITINERARIO AGRIGENTO -CALTANISSETTA-A19 S.S. N° 640 "DI PORTO EMPEDOCLE" AMMODERNAMENTO E ADEGUAMENTO ALLA CAT. B DEL D.M. 5.11.2001 Dal km 44+000 allo svincolo con l'A19 Progetto Esecutivo | Opera: Viadotto Favarella |
| | Relazione di Calcolo Pile |
| | Pagina 77 di 85 |
| | Nome file: V102-C-CL005-B.00_relazione_calcolo_pile_dx.doc |

| Joint | LoadCase | N |
|-------|--------------|------|
| Pali | Combinazioni | KN |
| P05 | SLR-1 | 2256 |
| P05 | SLR-2 | 2297 |
| P05 | SLR-3 | 2168 |
| P05 | SLR-4 | 2209 |
| P05 | SLR-5 | 1607 |
| P05 | SLR-6 | 1648 |
| P05 | SLR-7 | 1519 |
| P05 | SLR-8 | 1560 |
| P05 | SLF-1 | 2227 |
| P05 | SLF-2 | 2268 |
| P05 | SLF-3 | 2198 |
| P05 | SLF-4 | 2238 |
| P05 | SLF-5 | 1578 |
| P05 | SLF-6 | 1619 |
| P05 | SLF-7 | 1549 |
| P05 | SLF-8 | 1589 |
| P05 | SLQP-1 | 1879 |
| P05 | SLQP-2 | 1913 |
| P06 | SLU-1 | 2597 |
| P06 | SLU-2 | 2607 |
| P06 | SLU-3 | 2861 |
| P06 | SLU-4 | 2871 |
| P06 | SLU-5 | 2326 |
| P06 | SLU-6 | 2337 |
| P06 | SLU-7 | 2591 |
| P06 | SLU-8 | 2601 |
| P06 | SLU-9 | 2411 |
| P06 | SLU-10 | 2422 |
| P06 | SLU-11 | 2676 |
| P06 | SLU-12 | 2686 |
| P06 | SLU-13 | 2208 |
| P06 | SLU-14 | 2219 |
| P06 | SLU-15 | 2473 |
| P06 | SLU-16 | 2483 |
| P06 | SLU-17 | 2531 |
| P06 | SLU-18 | 2541 |
| P06 | SLU-19 | 2795 |
| P06 | SLU-20 | 2805 |
| P06 | SLU-21 | 2328 |
| P06 | SLU-22 | 2338 |
| P06 | SLU-23 | 2592 |
| P06 | SLU-24 | 2602 |
| P06 | SLU-25 | 2443 |
| P06 | SLU-26 | 2453 |
| P06 | SLU-27 | 2883 |
| P06 | SLU-28 | 2893 |
| P06 | SLU-29 | 2240 |
| P06 | SLU-30 | 2250 |

| | |
|--|---|
| CORRIDOIO PLURIMODALE TIRRENICO-NORD EUROPA ITINERARIO AGRIGENTO -CALTANISSETTA-A19 S.S. N° 640 "DI PORTO EMPEDOCLE" AMMODERNAMENTO E ADEGUAMENTO ALLA CAT. B DEL D.M. 5.11.2001 Dal km 44+000 allo svincolo con l'A19 Progetto Esecutivo | Opera: Viadotto Favarella |
| | Relazione di Calcolo Pile |
| | Pagina 78 di 85 |
| | Nome file: V102-C-CL005-B.00_relazione_calcolo_pile_dx.doc |

| Joint | LoadCase | N |
|-------|--------------|------|
| Pali | Combinazioni | KN |
| P06 | SLU-31 | 2680 |
| P06 | SLU-32 | 2690 |
| P06 | SLU-33 | 2503 |
| P06 | SLU-34 | 2520 |
| P06 | SLU-35 | 2767 |
| P06 | SLU-36 | 2784 |
| P06 | SLU-37 | 2300 |
| P06 | SLU-38 | 2317 |
| P06 | SLU-39 | 2564 |
| P06 | SLU-40 | 2582 |
| P06 | SLV-1 | 1597 |
| P06 | SLV-2 | 1605 |
| P06 | SLV-3 | 1589 |
| P06 | SLV-4 | 1596 |
| P06 | SLV-5 | 1675 |
| P06 | SLV-6 | 1682 |
| P06 | SLR-1 | 1879 |
| P06 | SLR-2 | 1888 |
| P06 | SLR-3 | 2056 |
| P06 | SLR-4 | 2064 |
| P06 | SLR-5 | 1735 |
| P06 | SLR-6 | 1744 |
| P06 | SLR-7 | 1911 |
| P06 | SLR-8 | 1920 |
| P06 | SLF-1 | 1938 |
| P06 | SLF-2 | 1947 |
| P06 | SLF-3 | 1997 |
| P06 | SLF-4 | 2005 |
| P06 | SLF-5 | 1794 |
| P06 | SLF-6 | 1802 |
| P06 | SLF-7 | 1853 |
| P06 | SLF-8 | 1861 |
| P06 | SLQP-1 | 1826 |
| P06 | SLQP-2 | 1833 |
| P07 | SLU-1 | 2975 |
| P07 | SLU-2 | 3002 |
| P07 | SLU-3 | 2975 |
| P07 | SLU-4 | 3002 |
| P07 | SLU-5 | 2854 |
| P07 | SLU-6 | 2881 |
| P07 | SLU-7 | 2854 |
| P07 | SLU-8 | 2881 |
| P07 | SLU-9 | 2733 |
| P07 | SLU-10 | 2760 |
| P07 | SLU-11 | 2733 |
| P07 | SLU-12 | 2760 |
| P07 | SLU-13 | 2642 |
| P07 | SLU-14 | 2669 |

| | |
|--|---|
| CORRIDOIO PLURIMODALE TIRRENICO-NORD EUROPA ITINERARIO AGRIGENTO -CALTANISSETTA-A19 S.S. N° 640 "DI PORTO EMPEDOCLE" AMMODERNAMENTO E ADEGUAMENTO ALLA CAT. B DEL D.M. 5.11.2001 Dal km 44+000 allo svincolo con l'A19 Progetto Esecutivo | Opera: Viadotto Favarella |
| | Relazione di Calcolo Pile |
| | Pagina 79 di 85 |
| | Nome file: V102-C-CL005-B.00_relazione_calcolo_pile_dx.doc |

| Joint | LoadCase | N |
|-------|--------------|------|
| Pali | Combinazioni | KN |
| P07 | SLU-15 | 2642 |
| P07 | SLU-16 | 2669 |
| P07 | SLU-17 | 2852 |
| P07 | SLU-18 | 2879 |
| P07 | SLU-19 | 2852 |
| P07 | SLU-20 | 2879 |
| P07 | SLU-21 | 2761 |
| P07 | SLU-22 | 2788 |
| P07 | SLU-23 | 2761 |
| P07 | SLU-24 | 2788 |
| P07 | SLU-25 | 2852 |
| P07 | SLU-26 | 2879 |
| P07 | SLU-27 | 2852 |
| P07 | SLU-28 | 2879 |
| P07 | SLU-29 | 2761 |
| P07 | SLU-30 | 2788 |
| P07 | SLU-31 | 2761 |
| P07 | SLU-32 | 2788 |
| P07 | SLU-33 | 2824 |
| P07 | SLU-34 | 2869 |
| P07 | SLU-35 | 2824 |
| P07 | SLU-36 | 2869 |
| P07 | SLU-37 | 2734 |
| P07 | SLU-38 | 2779 |
| P07 | SLU-39 | 2734 |
| P07 | SLU-40 | 2779 |
| P07 | SLV-1 | 1679 |
| P07 | SLV-2 | 1698 |
| P07 | SLV-3 | 1769 |
| P07 | SLV-4 | 1787 |
| P07 | SLV-5 | 1756 |
| P07 | SLV-6 | 1775 |
| P07 | SLR-1 | 2108 |
| P07 | SLR-2 | 2130 |
| P07 | SLR-3 | 2108 |
| P07 | SLR-4 | 2130 |
| P07 | SLR-5 | 1627 |
| P07 | SLR-6 | 1649 |
| P07 | SLR-7 | 1627 |
| P07 | SLR-8 | 1649 |
| P07 | SLF-1 | 2108 |
| P07 | SLF-2 | 2130 |
| P07 | SLF-3 | 2108 |
| P07 | SLF-4 | 2130 |
| P07 | SLF-5 | 1627 |
| P07 | SLF-6 | 1649 |
| P07 | SLF-7 | 1627 |
| P07 | SLF-8 | 1649 |

| | |
|--|---|
| CORRIDOIO PLURIMODALE TIRRENICO-NORD EUROPA ITINERARIO AGRIGENTO -CALTANISSETTA-A19 S.S. N° 640 "DI PORTO EMPEDOCLE" AMMODERNAMENTO E ADEGUAMENTO ALLA CAT. B DEL D.M. 5.11.2001 Dal km 44+000 allo svincolo con l'A19 Progetto Esecutivo | Opera: Viadotto Favarella |
| | Relazione di Calcolo Pile |
| | Pagina 80 di 85 |
| | Nome file: V102-C-CL005-B.00_relazione_calcolo_pile_dx.doc |

| Joint | LoadCase | N |
|-------|--------------|------|
| Pali | Combinazioni | KN |
| P07 | SLQP-1 | 1839 |
| P07 | SLQP-2 | 1858 |
| P08 | SLU-1 | 3354 |
| P08 | SLU-2 | 3397 |
| P08 | SLU-3 | 3089 |
| P08 | SLU-4 | 3133 |
| P08 | SLU-5 | 3382 |
| P08 | SLU-6 | 3426 |
| P08 | SLU-7 | 3118 |
| P08 | SLU-8 | 3162 |
| P08 | SLU-9 | 3054 |
| P08 | SLU-10 | 3098 |
| P08 | SLU-11 | 2790 |
| P08 | SLU-12 | 2834 |
| P08 | SLU-13 | 3076 |
| P08 | SLU-14 | 3119 |
| P08 | SLU-15 | 2811 |
| P08 | SLU-16 | 2855 |
| P08 | SLU-17 | 3173 |
| P08 | SLU-18 | 3217 |
| P08 | SLU-19 | 2909 |
| P08 | SLU-20 | 2953 |
| P08 | SLU-21 | 3195 |
| P08 | SLU-22 | 3239 |
| P08 | SLU-23 | 2931 |
| P08 | SLU-24 | 2974 |
| P08 | SLU-25 | 3261 |
| P08 | SLU-26 | 3305 |
| P08 | SLU-27 | 2821 |
| P08 | SLU-28 | 2865 |
| P08 | SLU-29 | 3283 |
| P08 | SLU-30 | 3327 |
| P08 | SLU-31 | 2843 |
| P08 | SLU-32 | 2886 |
| P08 | SLU-33 | 3146 |
| P08 | SLU-34 | 3219 |
| P08 | SLU-35 | 2881 |
| P08 | SLU-36 | 2954 |
| P08 | SLU-37 | 3167 |
| P08 | SLU-38 | 3240 |
| P08 | SLU-39 | 2903 |
| P08 | SLU-40 | 2976 |
| P08 | SLV-1 | 1760 |
| P08 | SLV-2 | 1791 |
| P08 | SLV-3 | 1948 |
| P08 | SLV-4 | 1978 |
| P08 | SLV-5 | 1838 |
| P08 | SLV-6 | 1868 |

| | |
|--|---|
| CORRIDOIO PLURIMODALE TIRRENICO-NORD EUROPA ITINERARIO AGRIGENTO -CALTANISSETTA-A19 S.S. N° 640 "DI PORTO EMPEDOCLE" AMMODERNAMENTO E ADEGUAMENTO ALLA CAT. B DEL D.M. 5.11.2001 Dal km 44+000 allo svincolo con l'A19 Progetto Esecutivo | Opera: Viadotto Favarella |
| | Relazione di Calcolo Pile |
| | Pagina 81 di 85 |
| | Nome file: V102-C-CL005-B.00_relazione_calcolo_pile_dx.doc |

| Joint | LoadCase | N |
|-------|--------------|------|
| Pali | Combinazioni | KN |
| P08 | SLR-1 | 2336 |
| P08 | SLR-2 | 2372 |
| P08 | SLR-3 | 2160 |
| P08 | SLR-4 | 2196 |
| P08 | SLR-5 | 1519 |
| P08 | SLR-6 | 1555 |
| P08 | SLR-7 | 1342 |
| P08 | SLR-8 | 1379 |
| P08 | SLF-1 | 2277 |
| P08 | SLF-2 | 2314 |
| P08 | SLF-3 | 2218 |
| P08 | SLF-4 | 2255 |
| P08 | SLF-5 | 1460 |
| P08 | SLF-6 | 1496 |
| P08 | SLF-7 | 1401 |
| P08 | SLF-8 | 1438 |
| P08 | SLQP-1 | 1853 |
| P08 | SLQP-2 | 1883 |

Oltre che dalle azioni trasmesse dai pali il plinto risulta sollecitato dal peso proprio e dal peso del terreno di ricoprimento.

Il peso proprio è stato valutato in maniera automatica dal codice di calcolo una volta definito lo spessore del plinto, pari a 2,50 m, ed il peso specifico del calcestruzzo, assunto pari a 25,0 kN/m³.

Il peso del terreno di ricoprimento, coerentemente con quanto riportato nell'analisi della palificata, è stato determinato assumendo uno spessore del terreno stesso di 1,0 m. Quest'ultima azione è stata implementata nel modello di calcolo come un carico di superficie uniformemente distribuito sull'estradosso del plinto, ma al di fuori della superficie di ingombro della sezione di base della pila, di valore pari a:

$$g_2 = 18.0 \times 1.0 = 18.0 \text{ kN/m}^2 \quad (\text{peso terreno}).$$

Nelle combinazioni di carico allo stato limite ultimo sia il peso proprio del plinto, sia il peso del terreno di ricoprimento, sono stati combinati con le azioni esercitate dai pali impiegando un coefficiente parziale pari a 1,35; nelle combinazioni di carico allo stato limite di salvaguardia della vita ed allo stato limite di esercizio il coefficiente parziale è stato invece assunto di valore pari a 1.

8.2 SOLLECITAZIONI

Si riportano di seguito le schermate delle sollecitazioni risultanti (M11max, M22max, V13max, V23max,) per l'inviluppo delle combinazioni relative allo stato limite ultimo ed allo stato limite di salvaguardia della vita, necessarie per il dimensionamento dell'armatura a flessione e di quella a taglio.

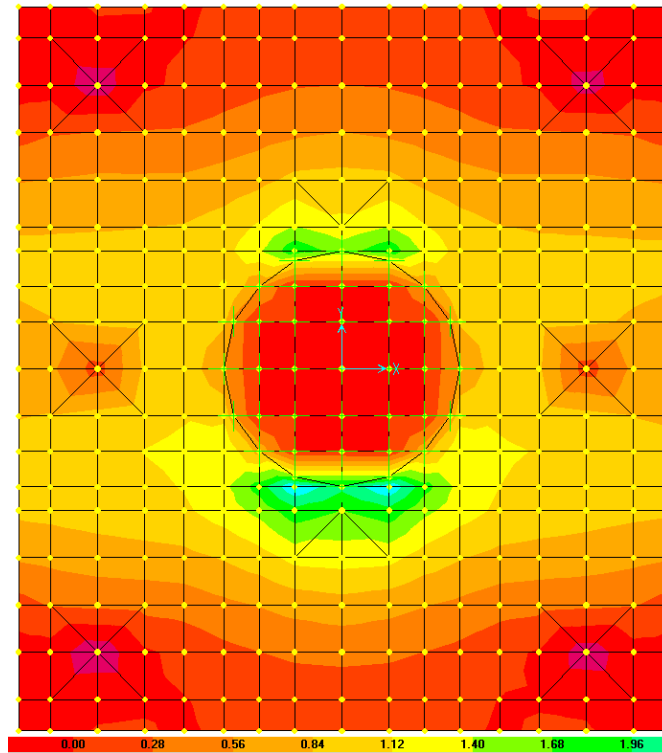


Figura 8.3: Momento longitudinale $M_{11}=M_x$

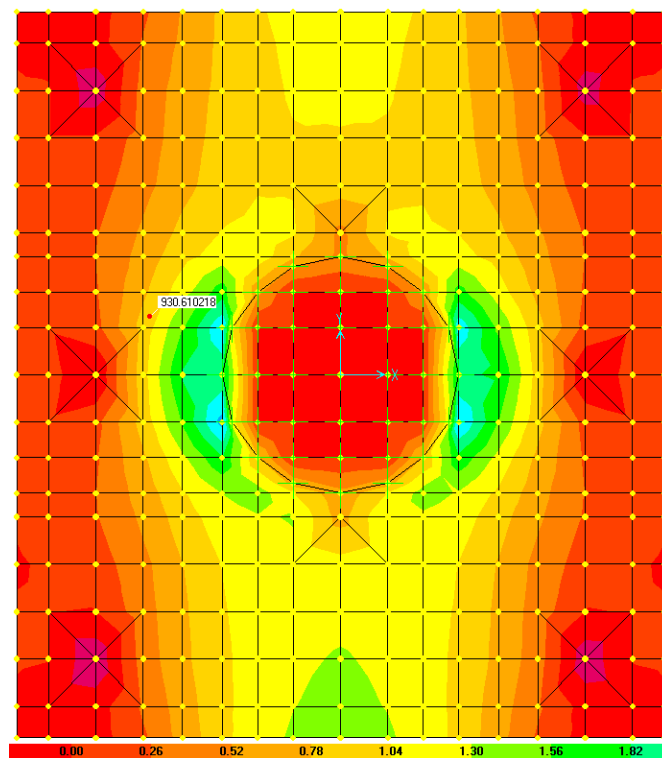


Figura 8.4: Momento trasversale $M_{22}=M_y$

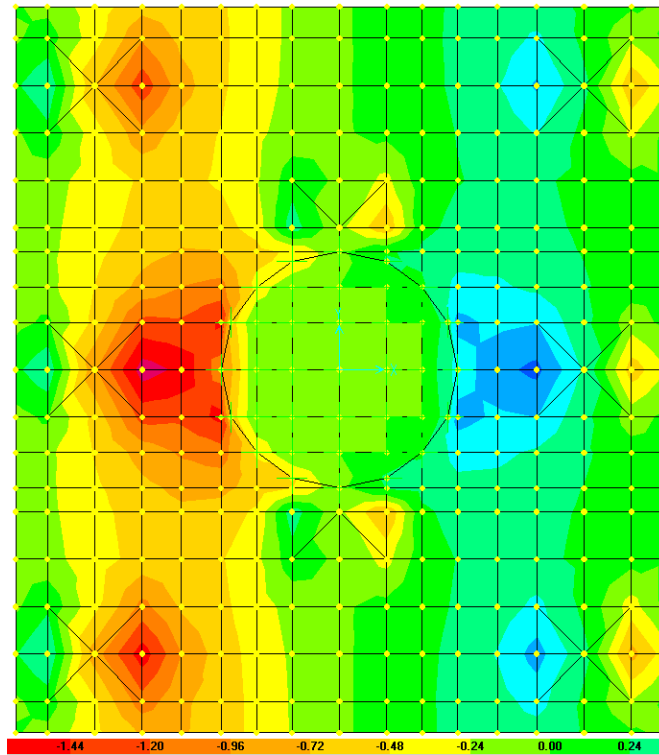


Figura 8.5: Taglio longitudinale V13=Fx

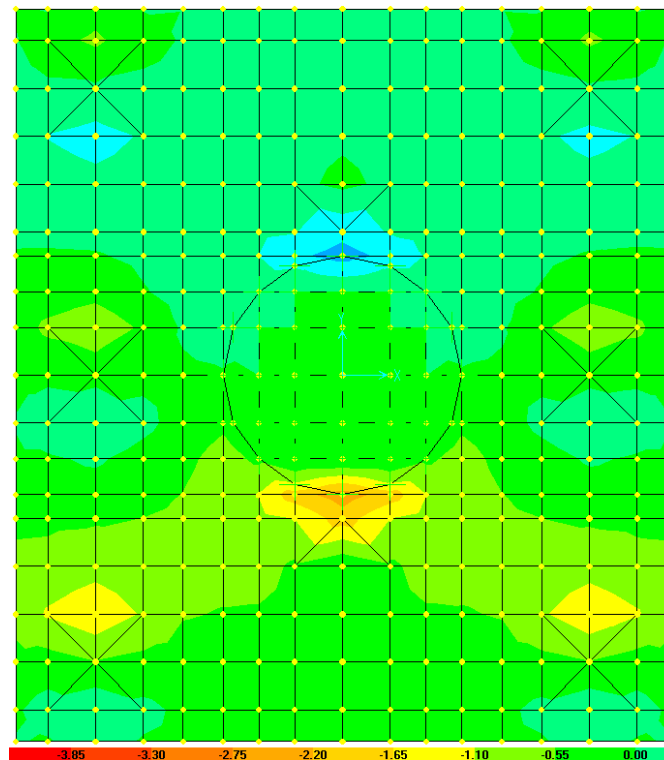


Figura 8.6: Taglio trasversale V23=Fy

| | |
|--|---|
| CORRIDOIO PLURIMODALE TIRRENICO-NORD EUROPA ITINERARIO AGRIGENTO -CALTANISSETTA-A19 S.S. N° 640 "DI PORTO EMPEDOCLE" AMMODERNAMENTO E ADEGUAMENTO ALLA CAT. B DEL D.M. 5.11.2001 Dal km 44+000 allo svincolo con l'A19 Progetto Esecutivo | Opera: Viadotto Favarella |
| | Relazione di Calcolo Pile |
| | Pagina 84 di 85 |
| | Nome file: V102-C-CL005-B.00_relazione_calcolo_pile_dx.doc |

8.3 VERIFICA DELLA SEZIONE DEL PLINTO

8.3.1 S.L.U. – Resistenza: presso-flessione

Sulla base delle sollecitazioni ottenute allo S.L.U. è stata disposta l'armatura a flessione. Il momento ultimo viene determinato con il programma V.C.A.S.L.U.. Si riporta di seguito la tabella riassuntiva dell'armatura longitudinale disposta nelle due direzioni e dei momenti resistenti associati:

| | | $A_{res,TOT}$ | M_{Sd} | M_{Rd} | FS | | |
|----------------------------------|--------|--------------------|--------------------|--------------------|------|----|--------------------------------|
| | | [cm ²] | [cm ²] | [cm ²] | | | |
| Momento trasversale M22 | | | | | | | |
| Arm-inf | 5 Φ 26 | 26.5 | 2450 | 2525 | 1.03 | OK | momento trasversale Mx+=M22 |
| Arm-sup | 5 Φ 20 | 15.7 | 150 | 1497 | 9.98 | OK | momento trasversale Mx-=M22- |
| Momento longitudinale M11 | | | | | | | |
| Arm-inf | 5 Φ 26 | 26.5 | 1660 | 2525 | 1.52 | OK | momento longitudinale My+=M11+ |
| Arm-sup | 5 Φ 20 | 15.7 | 160 | 1497 | 9.36 | OK | momento longitudinale My-=M11- |

8.3.2 S.L.U. – Resistenza: taglio

Si è ritenuto opportuno disporre due cavallotti al metro quadro come armatura resistente a taglio. Considerando una striscia di un metro, la verifica a taglio risulta soddisfatta se:

$$V_{Rd} \geq V_{Ed}$$

in cui:

V_{Ed} : taglio di calcolo

$V_{Rd} = \min(V_{Rsd}; V_{Rcd})$: taglio resistente

$$V_{Rsd} = 0.9 \cdot d \cdot \frac{A_{sw}}{s} \cdot f_{yd} \cdot (\cot \alpha + \cot \theta) \cdot \sin \alpha : \text{resistenza di calcolo a taglio trazione}$$

$$V_{Rcd} = 0.9 \cdot d \cdot b_w \cdot \alpha_c \cdot f_{cd} \cdot \frac{(\cot \alpha + \cot \theta)}{(1 + \cot^2 \theta)} : \text{resistenza di calcolo a taglio compressione}$$

dove:

d : altezza utile della sezione

b_w : base equivalente della sezione

A_{sw} : area dell'armatura trasversale

s : interasse tra due armature trasversali consecutive

α_c : coefficiente maggiorativo per lo sforzo assiale

$f_{cd}' = 0.5 \cdot f_{cd}$: resistenza a compressione ridotta del calcestruzzo d'anima

| | |
|--|---|
| CORRIDOIO PLURIMODALE TIRRENICO-NORD EUROPA ITINERARIO AGRIGENTO -CALTANISSETTA-A19 S.S. N° 640 "DI PORTO EMPEDOCLE" AMMODERNAMENTO E ADEGUAMENTO ALLA CAT. B DEL D.M. 5.11.2001 Dal km 44+000 allo svincolo con l'A19 Progetto Esecutivo | Opera: Viadotto Favarella |
| | Relazione di Calcolo Pile |
| | Pagina 85 di 85 |
| | Nome file: V102-C-CL005-B.00_relazione_calcolo_pile_dx.doc |

| | Plinto P01 | Plinto P01 | | |
|--|------------------|----------------|-----------------|---|
| Sollecitazioni | V13max | V23max | | |
| V | | 1500 | kN | taglio |
| N | = 0 | 0 | kN | sforzo normale (>0 compressione) |
| Geometria | | | | |
| B | = 1000 | 1000 | mm | larghezza sezione |
| H | = 2500 | 2500 | mm | altezza sezione |
| c | = 50 | 50 | mm | copriferro |
| d | = 2450 | 2450 | mm | altezza utile |
| Materiali | | | | |
| R _{ck} | = 40.0 | 40.0 | MPa | resistenza caratteristica cubica |
| f _{ck} | = 33.2 | 33.2 | MPa | resistenza caratteristica cilindrica |
| γ _c | = 1.5 | 1.5 | | coefficiente parziale di sicurezza |
| α _{cc} | = 0.9 | 0.9 | | coefficiente riduttivo per resistenze di lunga durata |
| f _{cd} | = 18.8 | 18.8 | MPa | resistenza di calcolo a compressione |
| γ _s | = 1.15 | 1.15 | | coefficiente di sicurezza acciaio |
| f _{yk} | = 450.0 | 450.0 | MPa | tensione caratteristica di snervamento acciaio |
| f _{yd} | = 391.3 | 391.3 | MPa | tensione di snervamento di calcolo dell'acciaio |
| Verifica per elementi sprovvisti di armatura a taglio | | | | |
| A _{sl} | = 4225.0 | 4225.0 | mm ² | armatura longitudinale |
| ρ _i | = 0.00169 | 0.00169 | | rapporto geometrico di armatura longitudinale |
| k | = 1.3 | 1.3 | | |
| v _{min} | = 0.3 | 0.3 | | |
| σ _{cp} | = 0.0 | 0.0 | MPa | tensione media calcestruzzo |
| σ _{cp,ad} | = 0.0 | 0.0 | MPa | tensione media di compressione adottata (<=0.2f _{cd}) |
| V _{Rd} | = 720.3 | 720.3 | kN | taglio resistente |
| check | = 0.4 | 0.5 | | |
| Verifica per elementi provvisti di armatura a taglio | | | | |
| Ø _w | = 24 | 24 | mm | diametro armatura resistente a taglio |
| a | = 90.0 | 90.0 | ° | inclinazione armatura |
| s | = 500 | 500 | mm | interasse armature a taglio |
| n _{br} | = 2.0 | 2.0 | | numero bracci armatura trasversale |
| A _{sw} | = 904.78 | 904.78 | mm ² | area armatura trasversale posta nell'interasse s |
| ctgθ (V) | = 26.8 | 34.5 | | |
| ctgθ | = 2.5 | 2.5 | | |
| θ | = 22 | 22 | ° | inclinazione bielle di calcestruzzo |
| V _{Rsd} | = 3903.33 | 3903.33 | kN | taglio resistente armatura |
| a _c | = 1.00 | 1.00 | | coefficiente maggiorativo |
| f _{cd} | = 9.41 | 9.41 | MPa | resistenza ridotta |
| V _{Rcd} | = 14815.5 | 14815.5 | kN | taglio resistente calcestruzzo |
| V _{Rd} | = 3903.3 | 3903.3 | kN | taglio resistente sezione |
| check | = 2.0 | 2.6 | | |

| | |
|--|---|
| CORRIDOIO PLURIMODALE TIRRENICO-NORD EUROPA ITINERARIO AGRIGENTO -CALTANISSETTA-A19 S.S. N° 640 "DI PORTO EMPEDOCLE" AMMODERNAMENTO E ADEGUAMENTO ALLA CAT. B DEL D.M. 5.11.2001 Dal km 44+000 allo svincolo con l'A19 Progetto Esecutivo | Opera: Viadotto Favarella |
| | Relazione di Calcolo Pile |
| | Pagina 86 di 85 |
| | Nome file: V102-C-CL005-B.00_relazione_calcolo_pile_dx.doc |

8.3.3 S.L.E. – Fessurazione

Le verifiche di fessurazione vengono condotte in relazione alle indicazioni riportate negli Eurocodici (in particolare si veda EN 1992-1-1 cap. 7.3) e riprese sia dalle NTC (cap. 4.1.2.2.4) che dalla Circolare n.617. È richiesto in particolare, laddove il momento agente superi quello di fessurazione, di verificare che la tensione nelle barre di armatura rientri in determinati limiti (dipendenti dal diametro e dalla spaziatura dei ferri) o in alternativa di controllare che l'ampiezza della fessura che si apre non superi un determinato valore (funzione dello stato limite, delle condizioni ambientali e del tipo di armatura).

Si riportano di seguito le tabelle per le combinazioni considerate (frequente e quasi permanente), ricordando che si opera con armature poco sensibili ed in condizioni ambientali aggressive (classe di esposizione XA2).

Condizioni ambientali: **aggressive**

Armature: **poco sensibili**

Momento trasversale M22=My

| | | |
|--------|------|-----|
| Comb | inf | sup |
| SLE-F | 1770 | 90 |
| SLE-QP | 1300 | 100 |

Momento longitudinale M11=Mx

| | | |
|--------|------|-----|
| Comb | inf | sup |
| SLE-F | 1160 | 80 |
| SLE-QP | 930 | 110 |

| MATERIALI | | comb. FREQUENTE | | comb. FREQUENTE | | | |
|------------------|---|------------------------------|--------|----------------------------|--------|-----|---|
| | | Momento longitudinale M11=Mx | | Momento trasversale M22=My | | | |
| | | inf | sup | inf | sup | | |
| Calcestruzzo | | | | | | | |
| R _{ck} | = | 40 | 40 | 40 | 40 | MPa | resistenza caratteristica cubica |
| f _{ck} | = | 33.20 | 33.20 | 33.20 | 33.20 | MPa | resistenza caratteristica cilindrica |
| f _{cm} | = | 41.20 | 41.20 | 41.20 | 41.20 | MPa | resistenza cilindrica media |
| f _{ctm} | = | 3.10 | 3.10 | 3.10 | 3.10 | MPa | resistenza media a trazione semplice |
| f _{ctk} | = | 2.17 | 2.17 | 2.17 | 2.17 | MPa | resistenza caratteristica a trazione semplice |
| f _{ctm} | = | 3.72 | 3.72 | 3.72 | 3.72 | MPa | resistenza media a trazione per flessione |
| γ _c | = | 1.50 | 1.50 | 1.50 | 1.50 | | coefficiente parziale di sicurezza |
| α _{cc} | = | 0.85 | 0.85 | 0.85 | 0.85 | | coefficiente riduttivo per resistenze di lunga durata |
| f _{cd} | = | 18.81 | 18.81 | 18.81 | 18.81 | MPa | resistenza di calcolo a compressione |
| f _{ctd} | = | 1.45 | 1.45 | 1.45 | 1.45 | MPa | resistenza di calcolo a trazione |
| E _c | = | 33643 | 33643 | 33643 | 33643 | MPa | modulo di Young |
| Acciaio | | | | | | | |
| E _s | = | 206000 | 206000 | 206000 | 206000 | MPa | modulo di Young acciaio |
| γ _s | = | 1.15 | 1.15 | 1.15 | 1.15 | | coefficiente parziale acciaio |
| f _{yk} | = | 450.0 | 450.0 | 450.0 | 450.0 | MPa | tensione caratteristica di snervamento acciaio |
| f _{yd} | = | 391.3 | 391.3 | 391.3 | 391.3 | MPa | tensione di snervamento di calcolo dell'acciaio |
| n | = | 15 | 15 | 15 | 15 | | coefficiente di omogeneizzazione |

| | | |
|--|---|--|
| CORRIDOIO PLURIMODALE TIRRENICO-NORD EUROPA ITINERARIO AGRIGENTO -CALTANISSETTA-A19 S.S. N° 640 "DI PORTO EMPEDOCLE" AMMODERNAMENTO E ADEGUAMENTO ALLA CAT. B DEL D.M. 5.11.2001 Dal km 44+000 allo svincolo con l'A19 Progetto Esecutivo | Opera: Viadotto Favarella | |
| | Relazione di Calcolo Pile | |
| | Pagina 87 di 85 | |
| | Nome file: V102-C-CL005-B.00_relazione_calcolo_pile_dx.doc | |

| | | | | | | | |
|---------------------------------|---|--------------------|--------------------|--------------------|--------------------|-----------------|--|
| B | = | 1000 | 1000 | 1000 | 1000 | mm | larghezza |
| H | = | 2500 | 2500 | 2500 | 2500 | mm | altezza |
| c' | = | 50 | 50 | 50 | 50 | mm | copriferro |
| ARMATURA | | | | | | | |
| numero barre | | | | | | | |
| n1 (superiore) | = | 5 | 10 | 5 | 10 | | numero barre strato 1 |
| n2 | = | | | | | | numero barre strato 2 |
| n3 | = | | | | | | numero barre strato 3 |
| n4 | = | | | | | | numero barre strato 4 |
| n5 | = | | | | | | numero barre strato 5 |
| n6 | = | | | | | | numero barre strato 6 |
| n7 | = | | | | | | numero barre strato 7 |
| n8 (inferiore) | = | 10 | 5 | 10 | 5 | | numero barre strato 8 |
| diametro barre | | | | | | | |
| Ø1 | = | 20 | 26 | 20 | 26 | mm | diametro barre strato 1 |
| Ø2 | = | | | | | mm | diametro barra strato 2 |
| Ø3 | = | | | | | mm | diametro barra strato 3 |
| Ø4 | = | | | | | mm | diametro barra strato 4 |
| Ø5 | = | | | | | mm | diametro barra strato 5 |
| Ø6 | = | | | | | mm | diametro barra strato 6 |
| Ø7 | = | | | | | mm | diametro barra strato 7 |
| Ø8 | = | 26 | 20 | 26 | 20 | mm | diametro barra strato 8 |
| ordinate barre | | | | | | | |
| y1 | = | 2450 | 2450 | 2450 | 2450 | mm | ordinata barre strato 1 |
| y2 | = | | | | | mm | ordinata barre strato 2 |
| y3 | = | | | | | mm | ordinata barre strato 3 |
| y4 | = | | | | | mm | ordinata barre strato 4 |
| y5 | = | | | | | mm | ordinata barre strato 5 |
| y6 | = | | | | | mm | ordinata barre strato 6 |
| y7 | = | | | | | mm | ordinata barre strato 7 |
| y8 | = | 50 | 50 | 50 | 50 | mm | ordinata barre strato 8 |
| area barre | | | | | | | |
| A _{s1} | = | 1571 | 5309 | 1571 | 5309 | mm ² | area barre strato 1 |
| A _{s2} | = | 0 | 0 | 0 | 0 | mm ² | area barre strato 2 |
| A _{s3} | = | 0 | 0 | 0 | 0 | mm ² | area barre strato 3 |
| A _{s4} | = | 0 | 0 | 0 | 0 | mm ² | area barre strato 4 |
| A _{s5} | = | 0 | 0 | 0 | 0 | mm ² | area barre strato 5 |
| A _{s6} | = | 0 | 0 | 0 | 0 | mm ² | area barre strato 6 |
| A _{s7} | = | 0 | 0 | 0 | 0 | mm ² | area barre strato 7 |
| A _{s8} | = | 5309 | 1571 | 5309 | 1571 | mm ² | area barre strato 8 |
| SOLLECITAZIONI | | M11+ | M11- | M22+ | M22- | | da sap |
| M | = | 1160 | 80 | 1770 | 90 | kNm | momento flettente (sempre >0 tende le fibre inferiori) |
| N | = | 0 | 0 | 0 | 0 | kN | sforzo normale (>0 compressione) |
| VERIFICA TENSIONI NEI MATERIALI | | | | | | | |
| cs | = | 1 | 1 | 1 | 1 | | |
| cs | = | flessione semplice | flessione semplice | flessione semplice | flessione semplice | | |
| an | = | 531.8 | 263.0 | 531.8 | 263.0 | mm | asse neutro (distanza da lembo compresso) |
| Y _n | = | 1968 | 2237 | 1968 | 2237 | mm | ordinata asse neutro |
| A | = | 635012 | 366153 | 635012 | 366153 | mm ² | area sezione reagente |

| | |
|--|---|
| CORRIDOIO PLURIMODALE TIRRENICO-NORD EUROPA ITINERARIO AGRIGENTO -CALTANISSETTA-A19 S.S. N° 640 "DI PORTO EMPEDOCLE" AMMODERNAMENTO E ADEGUAMENTO ALLA CAT. B DEL D.M. 5.11.2001 Dal km 44+000 allo svincolo con l'A19 Progetto Esecutivo | Opera: Viadotto Favarella |
| | Relazione di Calcolo Pile |
| | Pagina 88 di 85 |
| | Nome file: VI02-C-CL005-B.00_relazione_calcolo_pile_dx.doc |

| | | | | | | | |
|------------|---|--------------|--------------|--------------|--------------|-----------------|------------------------------------|
| J | = | 348634847372 | 122373025604 | 348634847372 | 122373025604 | mm ⁴ | momento d'inerzia sezione reagente |
| S | = | 0 | 0 | 0 | 0 | mm ³ | momento statico sezione reagente |
| σ_c | = | -1.77 | -0.17 | -2.70 | -0.19 | MPa | tensione calcestruzzo |
| σ_s | = | 95.73 | 21.45 | 146.08 | 24.13 | MPa | tensione massima acciaio |

VERIFICA A FESSURAZIONE

sezione tesa

| | | | | | | | |
|----------------------|---|--------|--------|--------|--------|-----|-------------------------|
| M_{fess} | = | 3056.7 | 2932.8 | 3056.7 | 2932.8 | kNm | momento di fessurazione |
| $FS=M_{fess}/M_{Sd}$ | = | 2.6 | 36.7 | 1.7 | 32.6 | | check ok se >1 |

| | | | | |
|--|-------------|-------------|-------------|-------------|
| | comb. | comb. | comb. | comb. |
| | QUASI PERM. | QUASI PERM. | QUASI PERM. | QUASI PERM. |

| | | |
|--|------------------------------|----------------------------|
| | Momento longitudinale M11=MX | Momento trasversale M22=My |
|--|------------------------------|----------------------------|

| MATERIALI | inf | sup | inf | sup | | |
|---------------|--------|--------|--------|--------|-----|---|
| Calcestruzzo | | | | | | |
| R_{ck} | 40 | 40 | 40 | 40 | MPa | resistenza caratteristica cubica |
| f_{ck} | 33.20 | 33.20 | 33.20 | 33.20 | MPa | resistenza caratteristica cilindrica |
| f_{cm} | 41.20 | 41.20 | 41.20 | 41.20 | MPa | resistenza cilindrica media |
| f_{ctm} | 3.10 | 3.10 | 3.10 | 3.10 | MPa | resistenza media a trazione semplice |
| f_{ctk} | 2.17 | 2.17 | 2.17 | 2.17 | MPa | resistenza caratteristica a trazione semplice |
| f_{ctm} | 3.72 | 3.72 | 3.72 | 3.72 | MPa | resistenza media a trazione per flessione |
| γ_c | 1.50 | 1.50 | 1.50 | 1.50 | | coefficiente parziale di sicurezza |
| α_{cc} | 0.85 | 0.85 | 0.85 | 0.85 | | coefficiente riduttivo per resistenze di lunga durata |
| f_{cd} | 18.81 | 18.81 | 18.81 | 18.81 | MPa | resistenza di calcolo a compressione |
| f_{ctd} | 1.45 | 1.45 | 1.45 | 1.45 | MPa | resistenza di calcolo a trazione |
| E_c | 33643 | 33643 | 33643 | 33643 | MPa | modulo di Young |
| Acciaio | | | | | | |
| E_s | 206000 | 206000 | 206000 | 206000 | MPa | modulo di Young acciaio |
| γ_s | 1.15 | 1.15 | 1.15 | 1.15 | | coefficiente parziale acciaio |
| f_{yk} | 450.0 | 450.0 | 450.0 | 450.0 | MPa | tensione caratteristica di snervamento acciaio |
| f_{yd} | 391.3 | 391.3 | 391.3 | 391.3 | MPa | tensione di snervamento di calcolo dell'acciaio |
| n | 15 | 15 | 15 | 15 | | coefficiente di omogeneizzazione |

GEOMETRIA SEZIONE

| | | | | | | | |
|----|---|------|------|------|------|----|------------|
| B | = | 1000 | 1000 | 1000 | 1000 | mm | larghezza |
| H | = | 2500 | 2500 | 2500 | 2500 | mm | altezza |
| c' | = | 50 | 50 | 50 | 50 | mm | copriferro |

ARMATURA

numero barre

| | | | | | | | |
|----------------|---|----|----|----|----|--|-----------------------|
| n1 (superiore) | = | 5 | 10 | 5 | 10 | | numero barre strato 1 |
| n2 | = | | | | | | numero barre strato 2 |
| n3 | = | | | | | | numero barre strato 3 |
| n4 | = | | | | | | numero barre strato 4 |
| n5 | = | | | | | | numero barre strato 5 |
| n6 | = | | | | | | numero barre strato 6 |
| n7 | = | | | | | | numero barre strato 7 |
| n8 (inferiore) | = | 10 | 5 | 10 | 5 | | numero barre strato 8 |

| | |
|--|---|
| CORRIDOIO PLURIMODALE TIRRENICO-NORD EUROPA ITINERARIO AGRIGENTO -CALTANISSETTA-A19 S.S. N° 640 "DI PORTO EMPEDOCLE" AMMODERNAMENTO E ADEGUAMENTO ALLA CAT. B DEL D.M. 5.11.2001 Dal km 44+000 allo svincolo con l'A19 Progetto Esecutivo | Opera: Viadotto Favarella |
| | Relazione di Calcolo Pile |
| | Pagina 89 di 85 |
| | Nome file: V102-C-CL005-B.00_relazione_calcolo_pile_dx.doc |

diametro barre

| | | | | | | | |
|----|---|----|----|----|----|----|-------------------------|
| Ø1 | = | 20 | 26 | 20 | 26 | mm | diametro barre strato 1 |
| Ø2 | = | | | | | mm | diametro barra strato 2 |
| Ø3 | = | | | | | mm | diametro barra strato 3 |
| Ø4 | = | | | | | mm | diametro barra strato 4 |
| Ø5 | = | | | | | mm | diametro barra strato 5 |
| Ø6 | = | | | | | mm | diametro barra strato 6 |
| Ø7 | = | | | | | mm | diametro barra strato 7 |
| Ø8 | = | 26 | 20 | 26 | 20 | mm | diametro barra strato 8 |

ordinate barre

| | | | | | | | |
|----|---|------|------|------|------|----|-------------------------|
| y1 | = | 2450 | 2450 | 2450 | 2450 | mm | ordinata barre strato 1 |
| y2 | = | | | | | mm | ordinata barre strato 2 |
| y3 | = | | | | | mm | ordinata barre strato 3 |
| y4 | = | | | | | mm | ordinata barre strato 4 |
| y5 | = | | | | | mm | ordinata barre strato 5 |
| y6 | = | | | | | mm | ordinata barre strato 6 |
| y7 | = | | | | | mm | ordinata barre strato 7 |
| y8 | = | 50 | 50 | 50 | 50 | mm | ordinata barre strato 8 |

area barre

| | | | | | | | |
|-----------------|---|------|------|------|------|-----------------|--|
| A _{s1} | = | 1571 | 5309 | 1571 | 5309 | mm ² | area barre strato 1 |
| A _{s2} | = | 0 | 0 | 0 | 0 | mm ² | area barre strato 2 |
| A _{s3} | = | 0 | 0 | 0 | 0 | mm ² | area barre strato 3 |
| A _{s4} | = | 0 | 0 | 0 | 0 | mm ² | area barre strato 4 |
| A _{s5} | = | 0 | 0 | 0 | 0 | mm ² | area barre strato 5 |
| A _{s6} | = | 0 | 0 | 0 | 0 | mm ² | area barre strato 6 |
| A _{s7} | = | 0 | 0 | 0 | 0 | mm ² | area barre strato 7 |
| A _{s8} | = | 5309 | 1571 | 5309 | 1571 | mm ² | area barre strato 8 |
| SOLLECITAZIONI | | M11+ | M11- | M22+ | M22- | | da sap |
| M | = | 930 | 110 | 1300 | 100 | kNm | momento flettente (sempre >0 tende le fibre inferiori) |
| N | = | 0 | 0 | 0 | 0 | kN | sfuerzo normale (>0 compressione) |

VERIFICA TENSIONI NEI MATERIALI

| | | | | | | | |
|----------------|---|--------------------|--------------------|--------------------|--------------------|-----------------|---|
| cs | = | 1 | 1 | 1 | 1 | | |
| cs | = | flessione semplice | flessione semplice | flessione semplice | flessione semplice | | |
| an | = | 531.8 | 263.0 | 531.8 | 263.0 | mm | asse neutro (distanza da lembo compresso) |
| Y _n | = | 1968 | 2237 | 1968 | 2237 | mm | ordinata asse neutro |
| A | = | 635012 | 366153 | 635012 | 366153 | mm ² | area sezione reagente |
| J | = | 348634847372 | 122373025604 | 348634847372 | 122373025604 | mm ⁴ | momento d'inerzia sezione reagente |
| S | = | 0 | 0 | 0 | 0 | mm ³ | momento statico sezione reagente |
| σ _c | = | -1.42 | -0.24 | -1.98 | -0.21 | MPa | tensione calcestruzzo |
| σ _s | = | 76.75 | 29.49 | 107.29 | 26.81 | MPa | tensione massima acciaio |

VERIFICA A FESSURAZIONE

sezione tesa

| | | | | | | | |
|---------------------------------------|---|--------|--------|--------|--------|-----|-------------------------|
| M _{fess} | = | 3056.7 | 2932.8 | 3056.7 | 2932.8 | kNm | momento di fessurazione |
| FS=M _{fess} /M _{Sd} | = | 3.3 | 26.7 | 2.4 | 29.3 | | check ok se >1 |

Tutte le verifiche risultano soddisfatte, infatti il momento di fessurazione è sempre maggiore del momento agente.

| | |
|--|---|
| CORRIDOIO PLURIMODALE TIRRENICO-NORD EUROPA ITINERARIO AGRIGENTO -CALTANISSETTA-A19 S.S. N° 640 "DI PORTO EMPEDOCLE" AMMODERNAMENTO E ADEGUAMENTO ALLA CAT. B DEL D.M. 5.11.2001 Dal km 44+000 allo svincolo con l'A19 Progetto Esecutivo | Opera: Viadotto Favarella |
| | Relazione di Calcolo Pile |
| | Pagina 90 di 85 |
| | Nome file: VI02-C-CL005-B.00_relazione_calcolo_pile_dx.doc |

8.3.4 S.L.E. – Limitazione delle tensioni

In accordo con quanto previsto dalle NTC al punto 4.1.2.2.5, si verifica ora che le massime tensioni agenti nel calcestruzzo e nell'acciaio in fase di esercizio per la combinazione caratteristica e per quella quasi permanente siano inferiori ai massimi valori consentiti (per il calcestruzzo, compressione: $0,60 f_{ck}$ in combinazione caratteristica e $0,40 f_{ck}$ in combinazione quasi permanente; per l'acciaio: $0,8 f_{yk}$ in combinazione caratteristica).

Momento trasversale M22=My

| | | |
|--------|------|-----|
| Comb | inf | sup |
| SLE-R | 1820 | 90 |
| SLE-QP | 1300 | 100 |

Momento longitudinale M11=Mx

| | | |
|--------|------|-----|
| Comb | inf | sup |
| SLE-R | 1150 | 130 |
| SLE-QP | 930 | 110 |

| | comb. | | comb. | | | |
|-------------------|------------------------------|--------|----------------------------|--------|--------|---|
| | Rara | Rara | Rara | Rara | | |
| | Momento longitudinale M11=Mx | | Momento trasversale M22=My | | | |
| MATERIALI | inf | sup | inf | sup | | |
| Calcestruzzo | | | | | | |
| R_{ck} | = | 40 | 40 | 40 | 40 | MPa resistenza caratteristica cubica |
| f_{ck} | = | 33.20 | 33.20 | 33.20 | 33.20 | MPa resistenza caratteristica cilindrica |
| f_{cm} | = | 41.20 | 41.20 | 41.20 | 41.20 | MPa resistenza cilindrica media |
| f_{ctm} | = | 3.10 | 3.10 | 3.10 | 3.10 | MPa resistenza media a trazione semplice |
| f_{ctk} | = | 2.17 | 2.17 | 2.17 | 2.17 | MPa resistenza caratteristica a trazione semplice |
| f_{ctm} | = | 3.72 | 3.72 | 3.72 | 3.72 | MPa resistenza media a trazione per flessione |
| γ_c | = | 1.50 | 1.50 | 1.50 | 1.50 | coefficiente parziale di sicurezza |
| α_{cc} | = | 0.85 | 0.85 | 0.85 | 0.85 | coefficiente riduttivo per resistenze di lunga durata |
| f_{cd} | = | 18.81 | 18.81 | 18.81 | 18.81 | MPa resistenza di calcolo a compressione |
| f_{ctd} | = | 1.45 | 1.45 | 1.45 | 1.45 | MPa resistenza di calcolo a trazione |
| E_c | = | 33643 | 33643 | 33643 | 33643 | MPa modulo di Young |
| Acciaio | | | | | | |
| E_s | = | 206000 | 206000 | 206000 | 206000 | MPa modulo di Young acciaio |
| γ_s | = | 1.15 | 1.15 | 1.15 | 1.15 | coefficiente parziale acciaio |
| f_{yk} | = | 450.0 | 450.0 | 450.0 | 450.0 | MPa tensione caratteristica di snervamento acciaio |
| f_{yd} | = | 391.3 | 391.3 | 391.3 | 391.3 | MPa tensione di snervamento di calcolo dell'acciaio |
| n | = | 15 | 15 | 15 | 15 | coefficiente di omogeneizzazione |
| GEOMETRIA SEZIONE | | | | | | |
| B | = | 1000 | 1000 | 1000 | 1000 | mm larghezza |
| H | = | 2500 | 2500 | 2500 | 2500 | mm altezza |
| c' | = | 50 | 50 | 50 | 50 | mm copriferro |
| ARMATURA | | | | | | |
| numero barre | | | | | | |

| | |
|--|---|
| CORRIDOIO PLURIMODALE TIRRENICO-NORD EUROPA ITINERARIO AGRIGENTO -CALTANISSETTA-A19 S.S. N° 640 "DI PORTO EMPEDOCLE" AMMODERNAMENTO E ADEGUAMENTO ALLA CAT. B DEL D.M. 5.11.2001 Dal km 44+000 allo svincolo con l'A19 Progetto Esecutivo | Opera: Viadotto Favarella |
| | Relazione di Calcolo Pile |
| | Pagina 91 di 85 |
| | Nome file: V102-C-CL005-B.00_relazione_calcolo_pile_dx.doc |

| | | | | | | | |
|---|---|--------------------|--------------------|--------------------|--------------------|-----------------|--|
| n1 (superiore) | = | 5 | 10 | 5 | 10 | | numero barre strato 1 |
| n2 | = | | | | | | numero barre strato 2 |
| n3 | = | | | | | | numero barre strato 3 |
| n4 | = | | | | | | numero barre strato 4 |
| n5 | = | | | | | | numero barre strato 5 |
| n6 | = | | | | | | numero barre strato 6 |
| n7 | = | | | | | | numero barre strato 7 |
| n8 (inferiore) | = | 10 | 5 | 10 | 5 | | numero barre strato 8 |
| diametro barre | | | | | | | |
| Ø1 | = | 20 | 26 | 20 | 26 | mm | diametro barre strato 1 |
| Ø2 | = | | | | | mm | diametro barra strato 2 |
| Ø3 | = | | | | | mm | diametro barra strato 3 |
| Ø4 | = | | | | | mm | diametro barra strato 4 |
| Ø5 | = | | | | | mm | diametro barra strato 5 |
| Ø6 | = | | | | | mm | diametro barra strato 6 |
| Ø7 | = | | | | | mm | diametro barra strato 7 |
| Ø8 | = | 26 | 20 | 26 | 20 | mm | diametro barra strato 8 |
| ordinate barre | | | | | | | |
| y1 | = | 2450 | 2450 | 2450 | 2450 | mm | ordinata barre strato 1 |
| y2 | = | | | | | mm | ordinata barre strato 2 |
| y3 | = | | | | | mm | ordinata barre strato 3 |
| y4 | = | | | | | mm | ordinata barre strato 4 |
| y5 | = | | | | | mm | ordinata barre strato 5 |
| y6 | = | | | | | mm | ordinata barre strato 6 |
| y7 | = | | | | | mm | ordinata barre strato 7 |
| y8 | = | 50 | 50 | 50 | 50 | mm | ordinata barre strato 8 |
| area barre | | | | | | | |
| A _{s1} | = | 1571 | 5309 | 1571 | 5309 | mm ² | area barre strato 1 |
| A _{s2} | = | 0 | 0 | 0 | 0 | mm ² | area barre strato 2 |
| A _{s3} | = | 0 | 0 | 0 | 0 | mm ² | area barre strato 3 |
| A _{s4} | = | 0 | 0 | 0 | 0 | mm ² | area barre strato 4 |
| A _{s5} | = | 0 | 0 | 0 | 0 | mm ² | area barre strato 5 |
| A _{s6} | = | 0 | 0 | 0 | 0 | mm ² | area barre strato 6 |
| A _{s7} | = | 0 | 0 | 0 | 0 | mm ² | area barre strato 7 |
| A _{s8} | = | 5309 | 1571 | 5309 | 1571 | mm ² | area barre strato 8 |
| SOLLECITAZIONI | | M11+ | M11- | M22+ | M22- | | da sap |
| M | = | 1150 | 130 | 1820 | 90 | kNm | momento flettente (sempre >0 tende le fibre inferiori) |
| N | = | 0 | 0 | 0 | 0 | kN | sfuerzo normale (>0 compressione) |
| VERIFICA TENSIONI NEI MATERIALI | | | | | | | |
| cs | = | 1 | 1 | 1 | 1 | | |
| cs | = | flessione semplice | flessione semplice | flessione semplice | flessione semplice | | |
| an | = | 531.8 | 263.0 | 531.8 | 263.0 | mm | asse neutro (distanza da lembo compresso) |
| Y _n | = | 1968 | 2237 | 1968 | 2237 | mm | ordinata asse neutro |
| A | = | 635012 | 366153 | 635012 | 366153 | mm ² | area sezione reagente |
| J | = | 348634847372 | 122373025604 | 348634847372 | 122373025604 | mm ⁴ | momento d'inerzia sezione reagente |
| S | = | 0 | 0 | 0 | 0 | mm ³ | momento statico sezione reagente |
| Verifica tensione massima di compressione del calcestruzzo nelle condizioni di esercizio | | | | | | | |
| σ _c | = | -1.75 | -0.28 | -2.78 | -0.19 | MPa | tensione calcestruzzo |
| σ _{c,max} | = | -19.92 | -19.92 | -19.92 | -19.92 | MPa | massima tensione del cls da normativa |

| | |
|--|---|
| CORRIDOIO PLURIMODALE TIRRENICO-NORD EUROPA ITINERARIO AGRIGENTO -CALTANISSETTA-A19 S.S. N° 640 "DI PORTO EMPEDOCLE" AMMODERNAMENTO E ADEGUAMENTO ALLA CAT. B DEL D.M. 5.11.2001 Dal km 44+000 allo svincolo con l'A19 Progetto Esecutivo | Opera: Viadotto Favarella |
| | Relazione di Calcolo Pile |
| | Pagina 92 di 85 |
| | Nome file: V102-C-CL005-B.00_relazione_calcolo_pile_dx.doc |

| | | | | | | | |
|--|---|------------------------------|--------------------|----------------------------|--------------------|-----|---|
| FS | | 11.36 | 71.31 | 7.18 | 103.00 | | check ok se >1 |
| Verifica tensione massima dell'acciaio in condizioni di esercizio | | | | | | | |
| σ_s | = | 94.91 | 34.85 | 150.20 | 24.13 | MPa | tensione massima acciaio |
| $\sigma_{s,max}$ | = | 360.00 | 360.00 | 360.00 | 360.00 | MPa | massima tensione dell'acciaio normativa |
| FS | | 3.79 | 10.33 | 2.40 | 14.92 | | check ok se >1 |
| | | comb. | comb. | comb. | comb. | | |
| | | Quasi Perm. | Quasi Perm. | Quasi Perm. | Quasi Perm. | | |
| | | Momento longitudinale M11=MX | | Momento trasversale M22=My | | | |
| MATERIALI | | inf | sup | inf | sup | | |
| Calcestruzzo | | | | | | | |
| R_{ck} | = | 40 | 40 | 40 | 40 | MPa | resistenza caratteristica cubica |
| f_{ck} | = | 33.20 | 33.20 | 33.20 | 33.20 | MPa | resistenza caratteristica cilindrica |
| f_{cm} | = | 41.20 | 41.20 | 41.20 | 41.20 | MPa | resistenza cilindrica media |
| f_{ctm} | = | 3.10 | 3.10 | 3.10 | 3.10 | MPa | resistenza media a trazione semplice |
| f_{ctk} | = | 2.17 | 2.17 | 2.17 | 2.17 | MPa | resistenza caratteristica a trazione semplice |
| f_{ctm} | = | 3.72 | 3.72 | 3.72 | 3.72 | MPa | resistenza media a trazione per flessione |
| γ_c | = | 1.50 | 1.50 | 1.50 | 1.50 | | coefficiente parziale di sicurezza |
| α_{cc} | = | 0.85 | 0.85 | 0.85 | 0.85 | | coefficiente riduttivo per resistenze di lunga durata |
| f_{cd} | = | 18.81 | 18.81 | 18.81 | 18.81 | MPa | resistenza di calcolo a compressione |
| f_{ctd} | = | 1.45 | 1.45 | 1.45 | 1.45 | MPa | resistenza di calcolo a trazione |
| E_c | = | 33643 | 33643 | 33643 | 33643 | MPa | modulo di Young |
| Acciaio | | | | | | | |
| E_s | = | 206000 | 206000 | 206000 | 206000 | MPa | modulo di Young acciaio |
| γ_s | = | 1.15 | 1.15 | 1.15 | 1.15 | | coefficiente parziale acciaio |
| f_{yk} | = | 450.0 | 450.0 | 450.0 | 450.0 | MPa | tensione caratteristica di snervamento acciaio |
| f_{yd} | = | 391.3 | 391.3 | 391.3 | 391.3 | MPa | tensione di snervamento di calcolo dell'acciaio |
| n | = | 15 | 15 | 15 | 15 | | coefficiente di omogeneizzazione |
| GEOMETRIA SEZIONE | | | | | | | |
| B | = | 1000 | 1000 | 1000 | 1000 | mm | larghezza |
| H | = | 2500 | 2500 | 2500 | 2500 | mm | altezza |
| c' | = | 50 | 50 | 50 | 50 | mm | copriferro |
| ARMATURA | | | | | | | |
| numero barre | | | | | | | |
| n1 (superiore) | = | 5 | 10 | 5 | 10 | | numero barre strato 1 |
| n2 | = | | | | | | numero barre strato 2 |
| n3 | = | | | | | | numero barre strato 3 |
| n4 | = | | | | | | numero barre strato 4 |
| n5 | = | | | | | | numero barre strato 5 |
| n6 | = | | | | | | numero barre strato 6 |
| n7 | = | | | | | | numero barre strato 7 |
| n8 (inferiore) | = | 10 | 5 | 10 | 5 | | numero barre strato 8 |
| diametro barre | | | | | | | |
| Ø1 | = | 20 | 26 | 20 | 26 | mm | diametro barre strato 1 |
| Ø2 | = | | | | | mm | diametro barra strato 2 |
| Ø3 | = | | | | | mm | diametro barra strato 3 |

| | | | | |
|--|---|--|--|--|
| CORRIDOIO PLURIMODALE TIRRENICO-NORD EUROPA ITINERARIO AGRIGENTO -CALTANISSETTA-A19 S.S. N° 640 "DI PORTO EMPEDOCLE" AMMODERNAMENTO E ADEGUAMENTO ALLA CAT. B DEL D.M. 5.11.2001 Dal km 44+000 allo svincolo con l'A19 Progetto Esecutivo | Opera: Viadotto Favarella | | | |
| | Relazione di Calcolo Pile | | | |
| | Pagina 93 di 85 | | | |
| | Nome file: V102-C-CL005-B.00_relazione_calcolo_pile_dx.doc | | | |

| | | | | | | | |
|---|---|--------------------|--------------------|--------------------|--------------------|-----------------|--|
| Ø4 | = | | | | | mm | diametro barra strato 4 |
| Ø5 | = | | | | | mm | diametro barra strato 5 |
| Ø6 | = | | | | | mm | diametro barra strato 6 |
| Ø7 | = | | | | | mm | diametro barra strato 7 |
| Ø8 | = | 26 | 20 | 26 | 20 | mm | diametro barra strato 8 |
| ordinate barre | | | | | | | |
| y1 | = | 2450 | 2450 | 2450 | 2450 | mm | ordinata barre strato 1 |
| y2 | = | | | | | mm | ordinata barre strato 2 |
| y3 | = | | | | | mm | ordinata barre strato 3 |
| y4 | = | | | | | mm | ordinata barre strato 4 |
| y5 | = | | | | | mm | ordinata barre strato 5 |
| y6 | = | | | | | mm | ordinata barre strato 6 |
| y7 | = | | | | | mm | ordinata barre strato 7 |
| y8 | = | 50 | 50 | 50 | 50 | mm | ordinata barre strato 8 |
| area barre | | | | | | | |
| A _{s1} | = | 1571 | 5309 | 1571 | 5309 | mm ² | area barre strato 1 |
| A _{s2} | = | 0 | 0 | 0 | 0 | mm ² | area barre strato 2 |
| A _{s3} | = | 0 | 0 | 0 | 0 | mm ² | area barre strato 3 |
| A _{s4} | = | 0 | 0 | 0 | 0 | mm ² | area barre strato 4 |
| A _{s5} | = | 0 | 0 | 0 | 0 | mm ² | area barre strato 5 |
| A _{s6} | = | 0 | 0 | 0 | 0 | mm ² | area barre strato 6 |
| A _{s7} | = | 0 | 0 | 0 | 0 | mm ² | area barre strato 7 |
| A _{s8} | = | 5309 | 1571 | 5309 | 1571 | mm ² | area barre strato 8 |
| SOLLECITAZIONI | | M11+ | M11- | M22+ | M22- | | da sap |
| M | = | 930 | 110 | 1300 | 100 | kNm | momento flettente (sempre >0 tende le fibre inferiori) |
| N | = | 0 | 0 | 0 | 0 | kN | sfuerzo normale (>0 compressione) |
| VERIFICA TENSIONI NEI MATERIALI | | | | | | | |
| cs | = | 1 | 1 | 1 | 1 | | |
| cs | = | flessione semplice | flessione semplice | flessione semplice | flessione semplice | | |
| an | = | 531.8 | 263.0 | 531.8 | 263.0 | mm | asse neutro (distanza da lembo compresso) |
| Y _n | = | 1968 | 2237 | 1968 | 2237 | mm | ordinata asse neutro |
| A | = | 635012 | 366153 | 635012 | 366153 | mm ² | area sezione reagente |
| J | = | 348634847372 | 122373025604 | 348634847372 | 122373025604 | mm ⁴ | momento d'inerzia sezione reagente |
| S | = | 0 | 0 | 0 | 0 | mm ³ | momento statico sezione reagente |
| Verifica tensione massima di compressione del calcestruzzo nelle condizioni di esercizio | | | | | | | |
| σ _c | = | -1.42 | -0.24 | -1.98 | -0.21 | MPa | tensione calcestruzzo |
| σ _{c,max} | = | -14.94 | -14.94 | -14.94 | -14.94 | MPa | massima tensione del cls da normativa |
| FS | | 10.53 | 63.21 | 7.53 | 69.53 | | check ok se >1 |

Come si evince dai calcoli riportati, le verifiche sono soddisfatte.