

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	Permanenti 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.

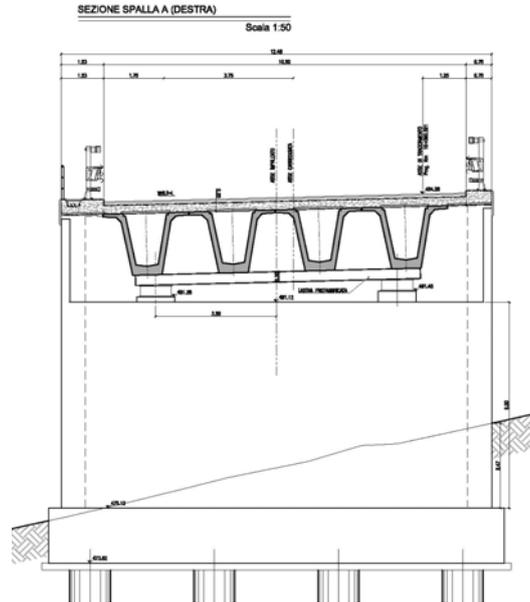


Figura 1.1 – Sezione trasversale dell'impalcato in asse alla spalla A carreggiata DX

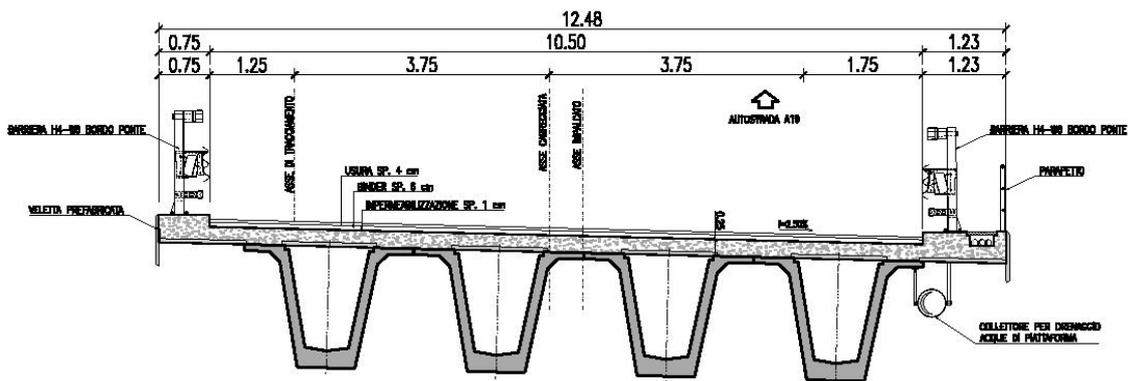


Figura 1.2 – Sezione corrente carreggiata DX

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.

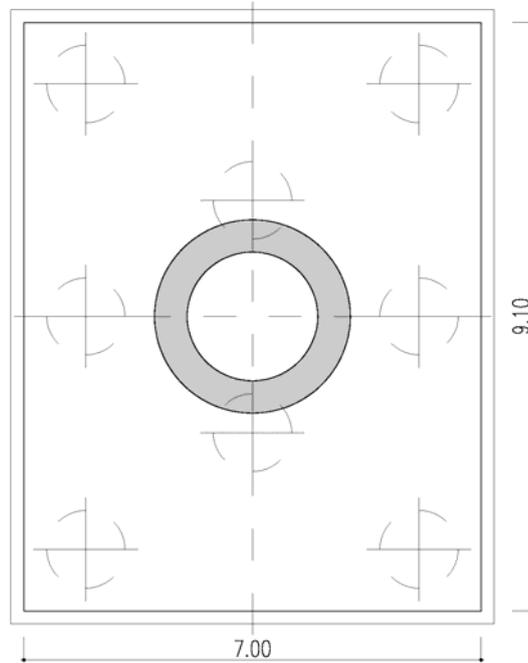


Figura 1.3 - Pianta spiccato pila.

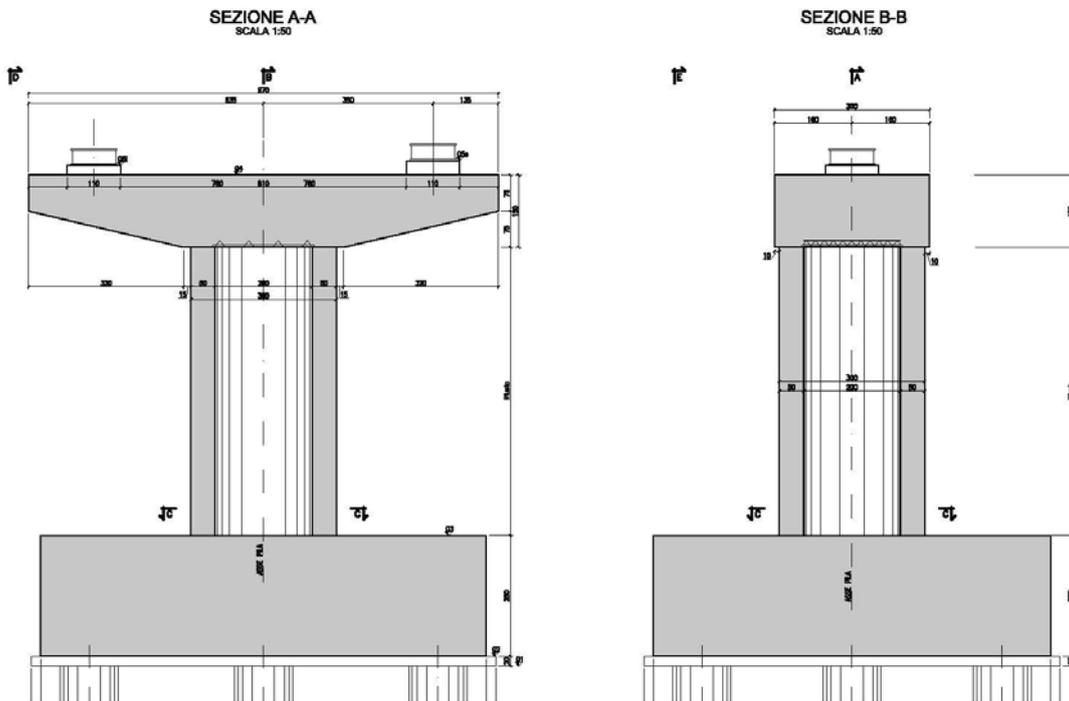


Figura 1.4 - Prospetti (frontale e laterale) della pila tipo.

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:

- o pali: XA1;
- o zattere pile: XA2;
- o elevazione pile e pulvini: XF2;
- o baggioli: XF2;
- o 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 rigidezze 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:

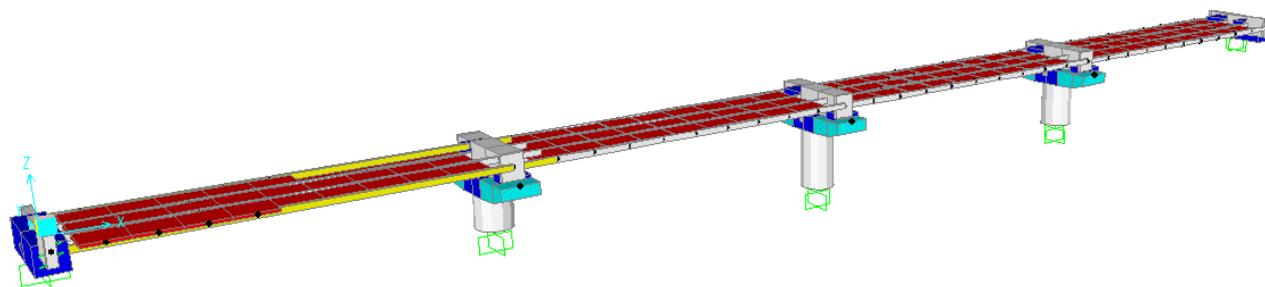
$$K_e = 3.03 \text{ kN/mm (rigidezza equivalente orizzontale);}$$

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

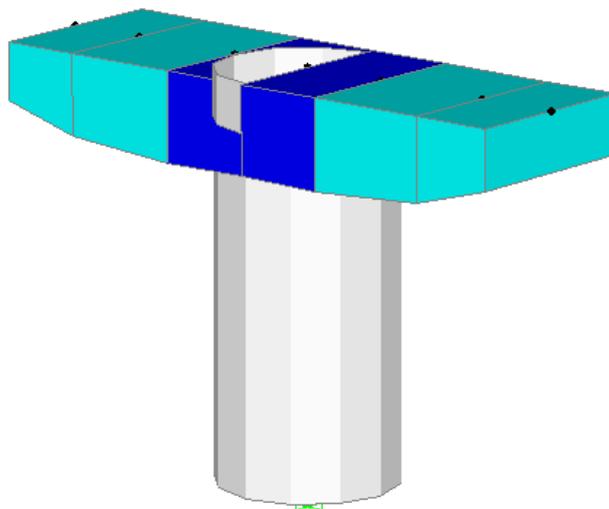
Anche sulle spalle sono previsti isolatori elastomerici aventi le medesime caratteristiche di quelli predisposti sulle pile, pertanto, trascurando la deformabilità delle spalle rispetto a quella dei dispositivi sismici, ossia ipotizzando che il moto sismico dell'impalcato risulti disaccoppiato rispetto 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 (comprendente 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.

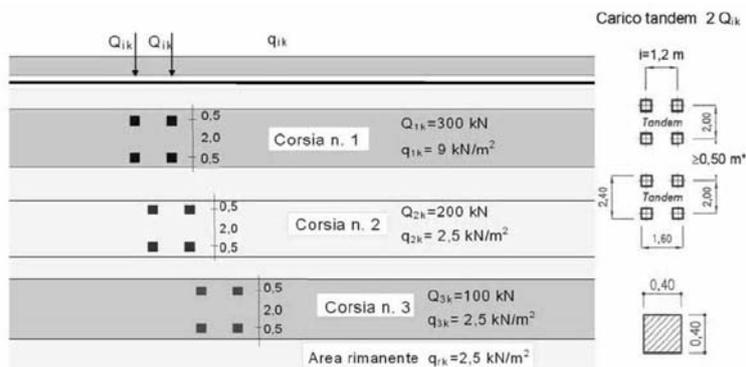
Corsia di carico n. 3 costituita da:

- 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			
Orizzontale		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			
Orizzontale		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.

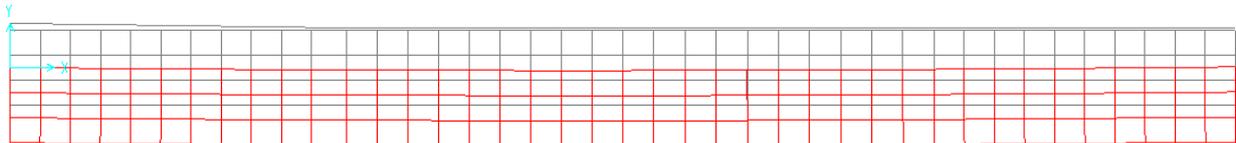


Figura 2.1: Modo 1, periodo 1.8635 sec



Figura 2.2: Modo 2, periodo 1.8525 sec

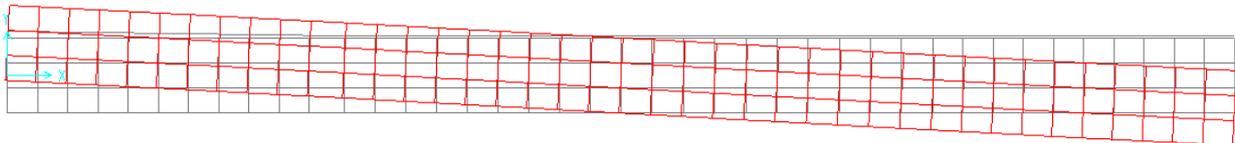


Figura 2.3: Modo 3, periodo 1.5438 sec

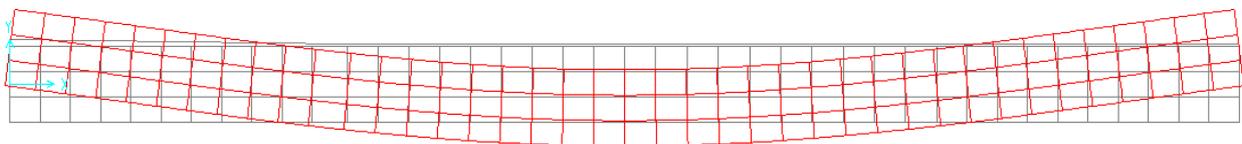


Figura 2.4: Modo 4, periodo 0.4539 sec

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.									S.L.V.			
	e3									q6.x		q6.y	q6.z
g1	1.35	1.35	1.35	1.35	1.35	1.35	1.35	1.35	1.35	1	1	1	1
g2	1.35	1.35	1.35	1.35	1.35	1.35	1.35	1.35	1.35	1	1	1	1
e2	1.20	1.20	1.20	1.20	1.20	1.20	1.20	1.20	1.20	1	1	1	1
e3.3	1.20	0	1.20	0	1.20	0	1.20	0	1.20	0.50	0	0.50	0
e3.4	0	1.20	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	0	0
q1.2	0	0	0	0	1.01	1.01	1.01	1.01	0	0	0	0	0
q3	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
q5	0.90	0.90	-0.90	-0.90	0.90	0.90	-0.90	-0.90	0	0	0	0	0
q6.1	0	0	0	0	0	0	0	0	1	1	0	0	0
q6.2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	1	0
q6.3	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	1
q7	0.90	0.90	0.90	0.90	0.90	0.90	0.90	0.90	0.60	0.60	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	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	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	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	0.60	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	0.60	0	0.60	0	0.60	0	0.60	0	0.60	0	0.60	0	0.60	0	0.50
q1.1	0.75	0.75	0.75	0.75	0	0	0	0	0	0.75	0.75	0.75	0.75	0	0	0	0	0	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	-0.75	-0.75	-0.75	-0.75	0	0	0	0	0	0	0	0
q3	0	0	0	0	0	0	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	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	0.20	0.20	-0.20	-0.20	0	0	0	0	0
q6.1	0	0	0	0	0	0	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	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	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	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

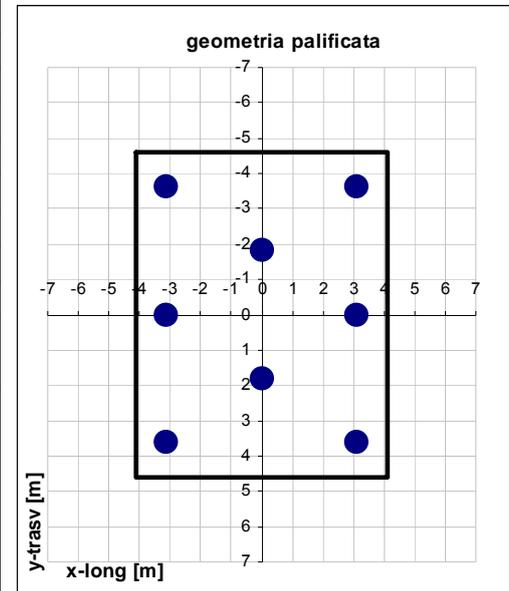
PILA 1 - Sollecitazione sulla palificata

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).

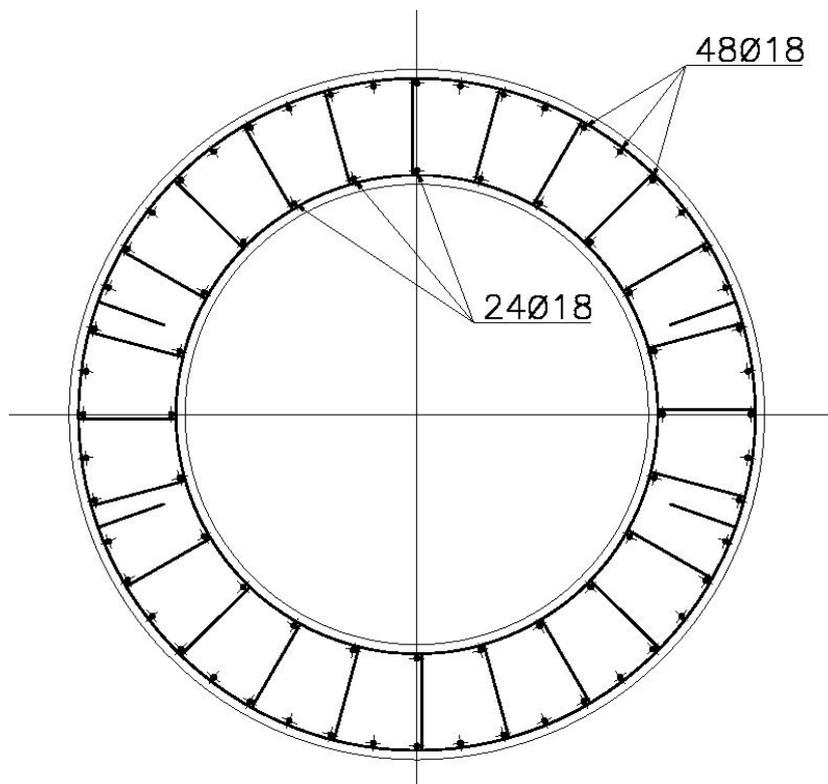


Figura 4.1: Sezione tipo fusto pila (Armatura)

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

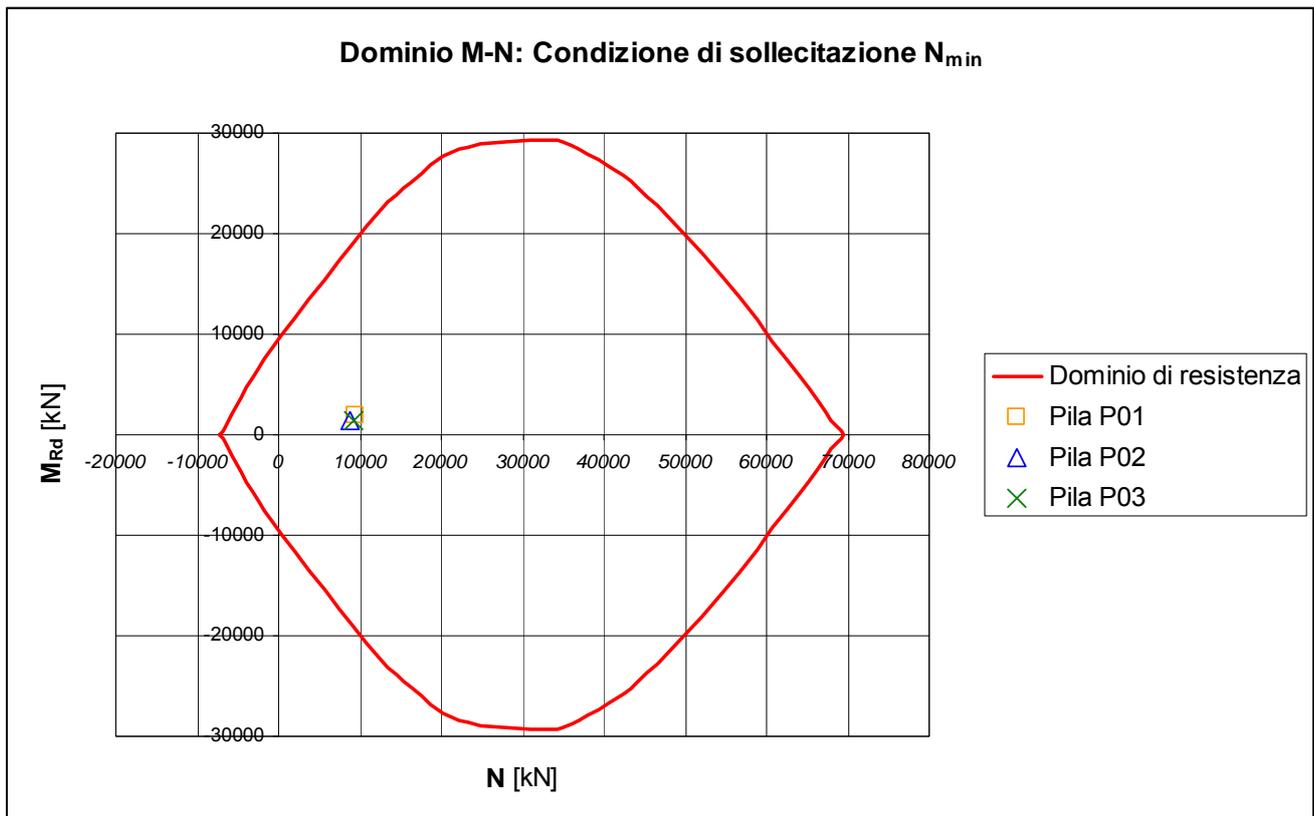
$$M_{Ed} = \sqrt{M_x^2 + M_y^2},$$

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

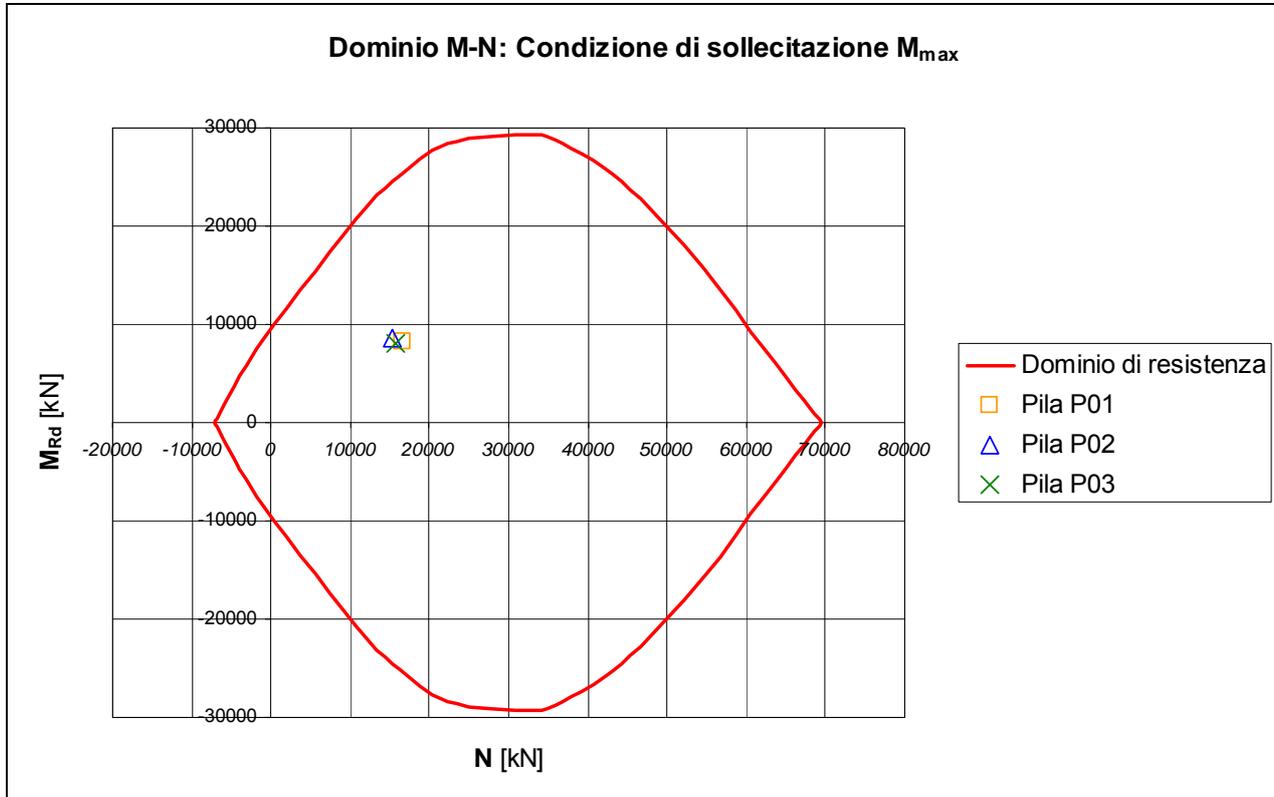
Sulla base delle sollecitazioni ottenute si sono condotte le verifiche di resistenza a presso-flessione retta nella condizione di sollecitazione per N_{min} e M_{Edmax} calcolato come prima descritto. Le verifiche sono state condotte utilizzando il programma V.C.A.S.L.U.

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		

Verifica C.A. S.L.U. - File: Pile

File Materiali Opzioni Visualizza Progetto Sez. Rett. Sismica Normativa: NTC 2008 ?

Titolo : _____

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 Zoom

N°	As [cm²]	x [cm]	y [cm]
1	2.54	0	105
2	2.54	-27.176	101.4222
3	2.54	-52.5	30.93267
4	2.54	74.24621	74.24621
5	2.54	90.93267	52.5
6	2.54	101.4222	27.176

P.to applicazione N

- Centro
- Baricentro cls
- Coord.[cm] xN: 0, yN: 0

Metodo di calcolo

- S.L.U. +
- S.L.U. -
- Metodo n

Materiali

- B450C**: ϵ_{su} 67.5 ‰, f_{yd} 391.3 N/mm², E_s 200'000 N/mm², E_s/E_c 15, $\sigma_{s,adm}$ 255 N/mm², τ_{co} 0.6667, τ_{c1} 1.971
- C28/35**: ϵ_{c2} 2 ‰, ϵ_{cu} 3.5 ‰, f_{cd} 15.87, f_{cc}/f_{cd} 0.8, $\sigma_{c,adm}$ 11, τ_{c1} 1.971

σ_c -3.517 N/mm²

ϵ_s -0.01314 ‰

Vertici: 52

Verifica

N° iterazioni: 0

Precompresso

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

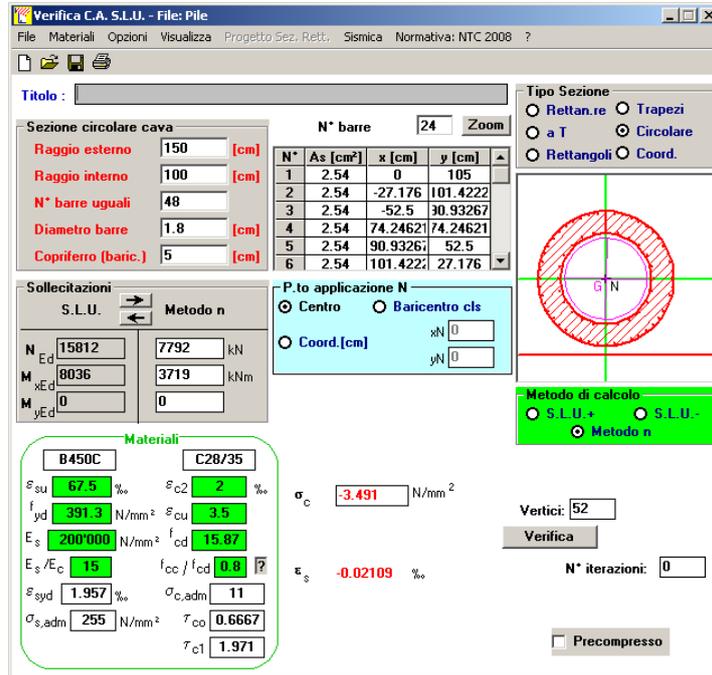


Figura 4.3: Verifica a fessurazione per condizioni frequenti e M_{max}

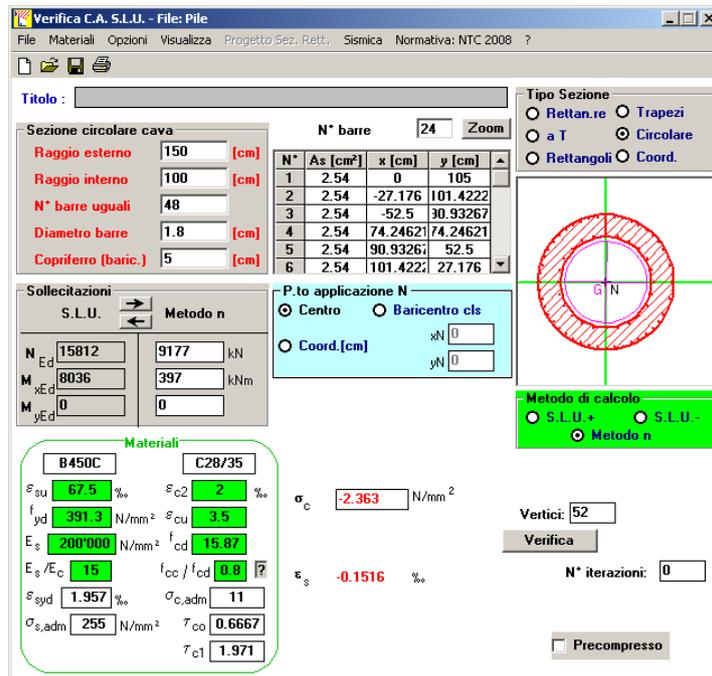


Figura 4.4: Verifica a fessurazione per condizioni quasi permanenti e N_{min}

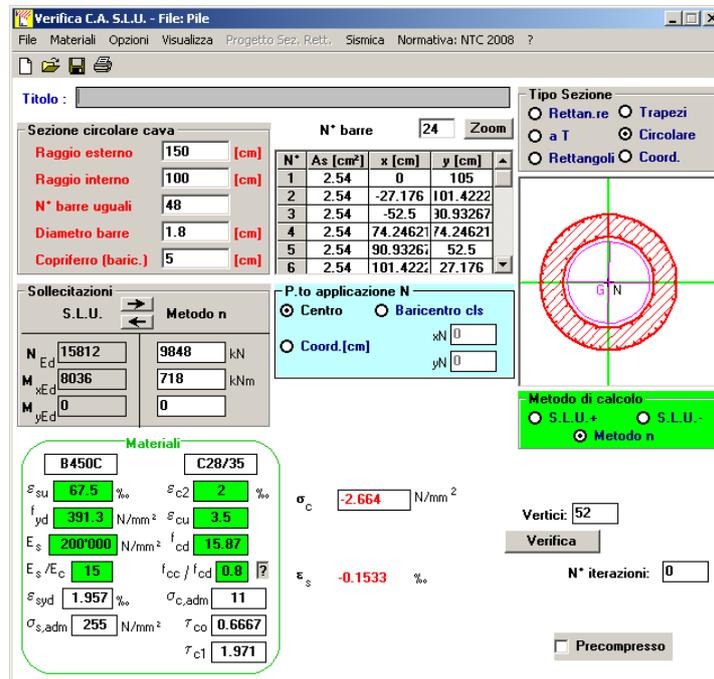


Figura 4.5: Verifica a fessurazione per condizioni quasi permanente M_{max}

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

σ _{c,max}	=	16.80	16.80	12.60	12.60	MPa	massima tensione del cls da normativa
σ _{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

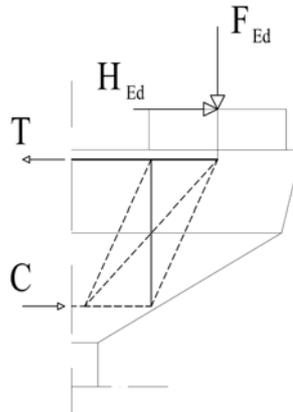
Tensione massima dell'acciaio in condizioni di esercizio

$\sigma_{s,max}$	=	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 baggiolo 1
b_2	=	1100	1100	mm	lunghezza baggiolo 1
b_3	=	150	150	mm	altezza baggiolo 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)

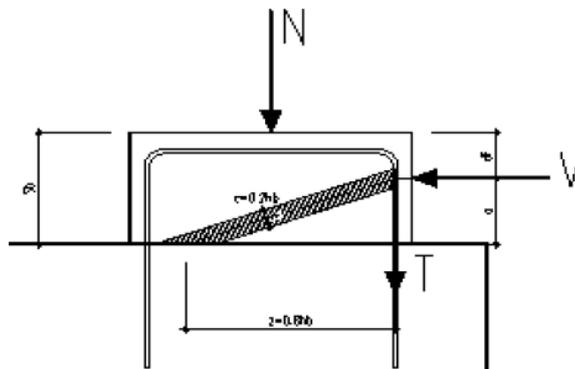
Armatura a Taglio

		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
 \emptyset = 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
 \emptyset_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

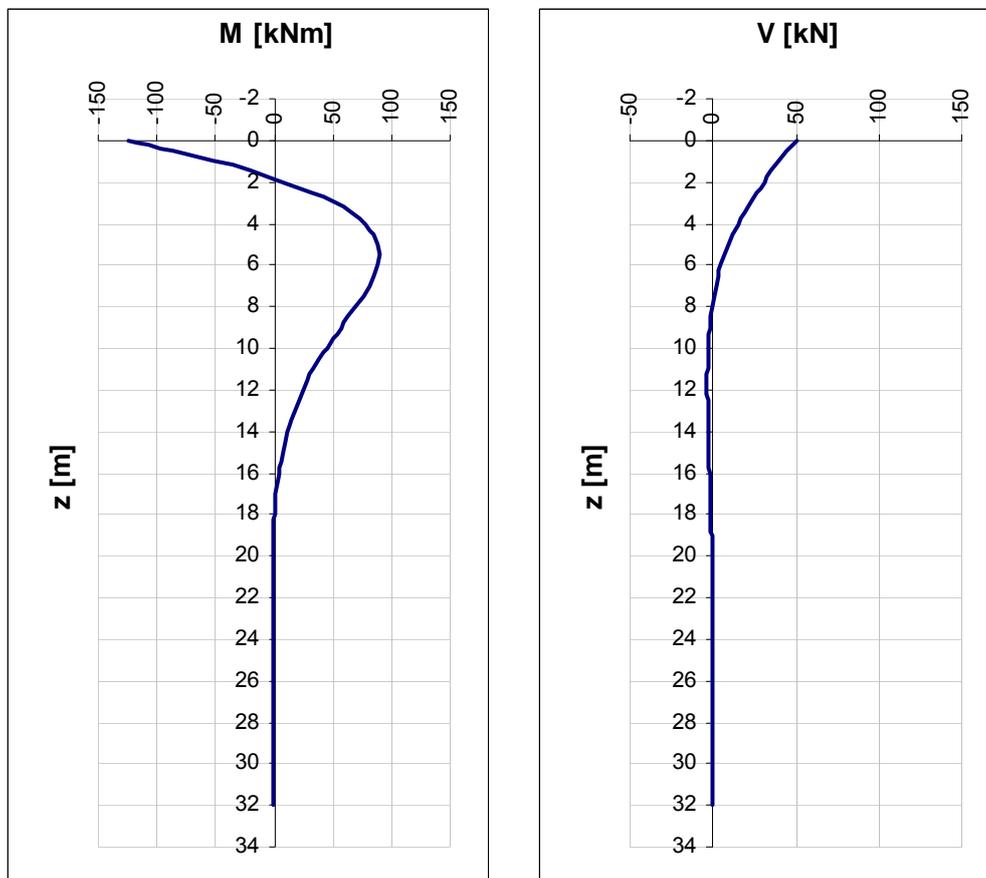


Figura 6.1 – Diagramma del momento flettente e del taglio lungo il fusto del palo.

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

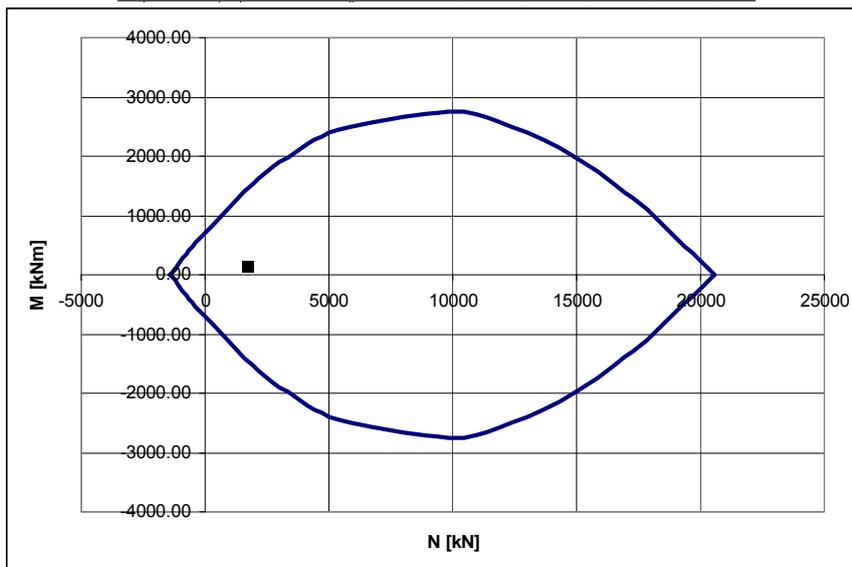
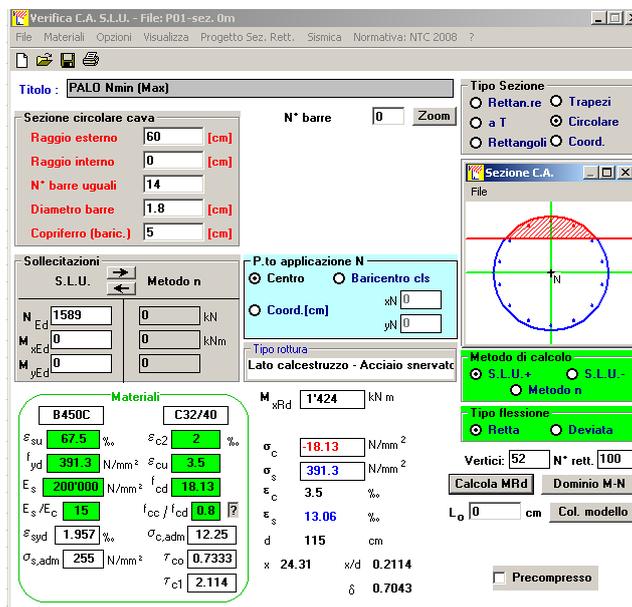


Figura 6.2 - Dominio di rottura della sezione.

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.	comb.
	FREQUENTE	QUASI PERM.
Diametri massimi delle barre per il controllo della fessurazione		
σ_s	w2=0.30 mm	w1=0.20 mm
[MPa]	Ø	Ø
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]	Ø	Ø
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.

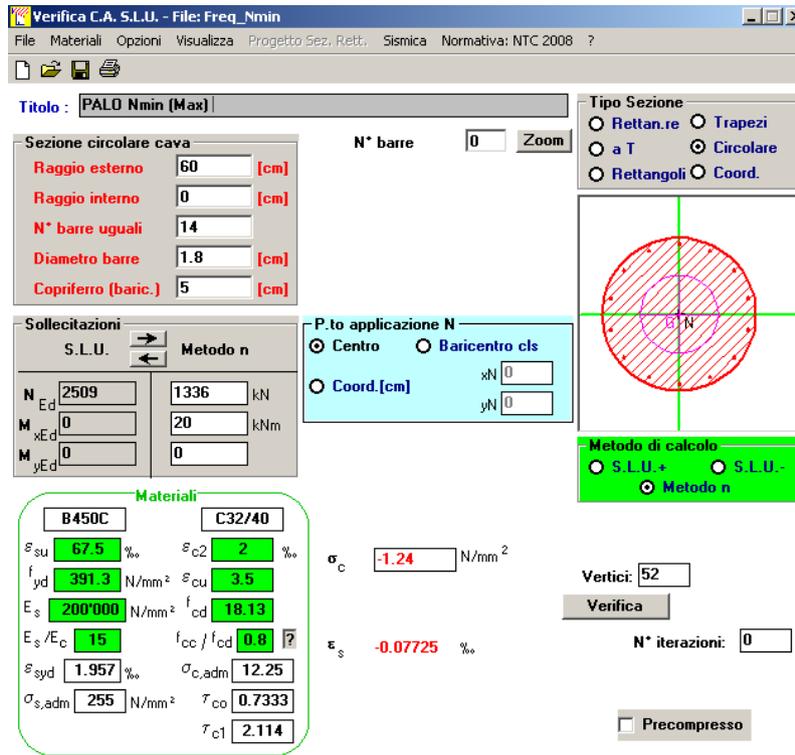


Figura 6.3: Stato tensionale per la comb. Frequente N_{min}

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: V102-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

Joint	OutputCase	Fx	Fy	Fz	Mx	My	Mz	pila
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	
P3-S	Q7	41	0	0	0	0	0	

Azione sismica (S.L.C. - max Fz)

Joint	OutputCase	Fx	Fy	Fz	Mx	My	Mz	pila
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)

Joint	OutputCase	Fx	Fy	Fz	Mx	My	Mz	pila
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)

Joint	OutputCase	Fx	Fy	Fz	Mx	My	Mz	pila
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	m
d _{Q6,y}	0.055	0.055	0.057	0.057	0.056	0.056	m
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

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.

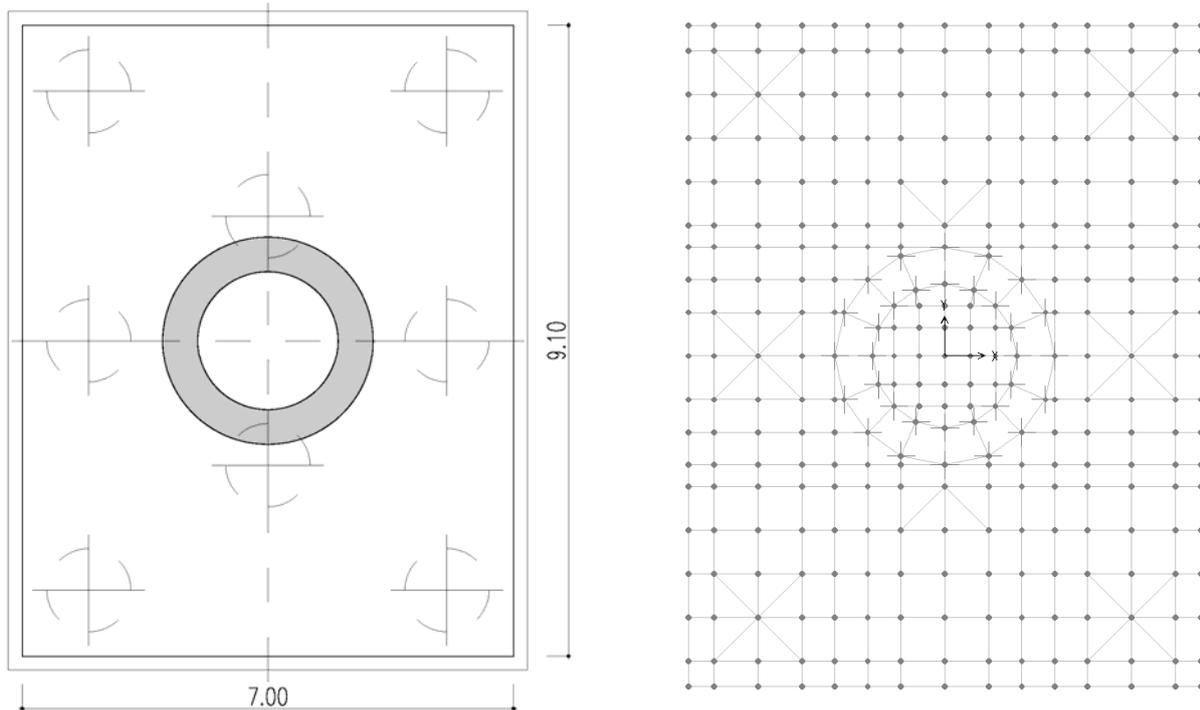


Figura 8.1 - Plinto di Fondazione P01 carreggiata DX

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 rigidità 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

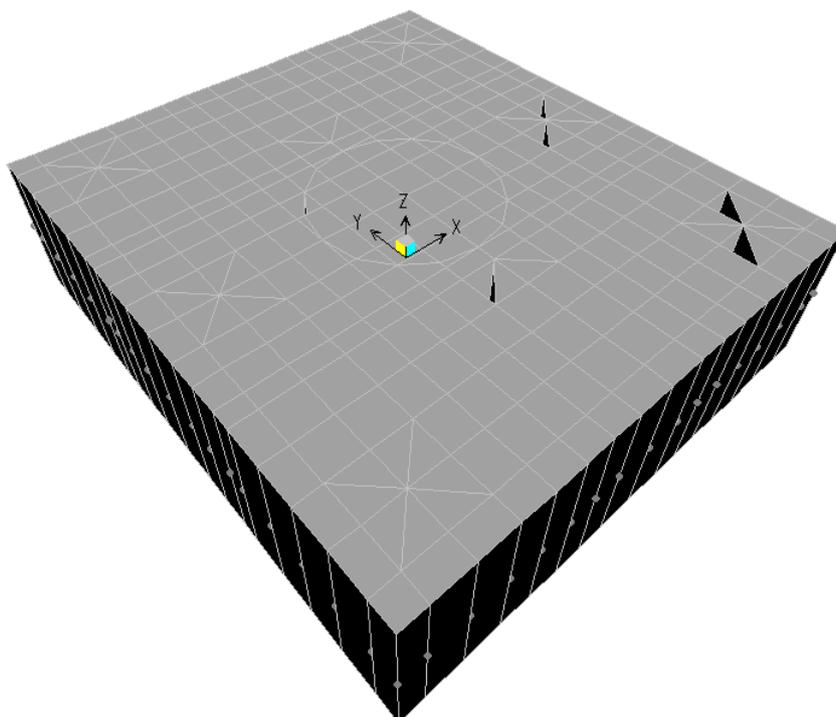


Figura 8.2 - Vista 3d del modello agli elementi finiti

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.

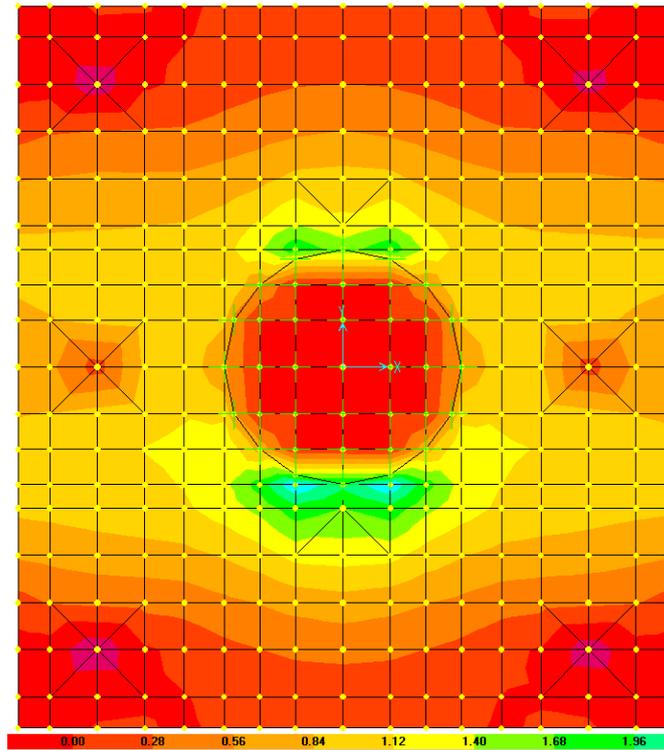


Figura 8.3: Momento longitudinale $M_{11}=M_x$

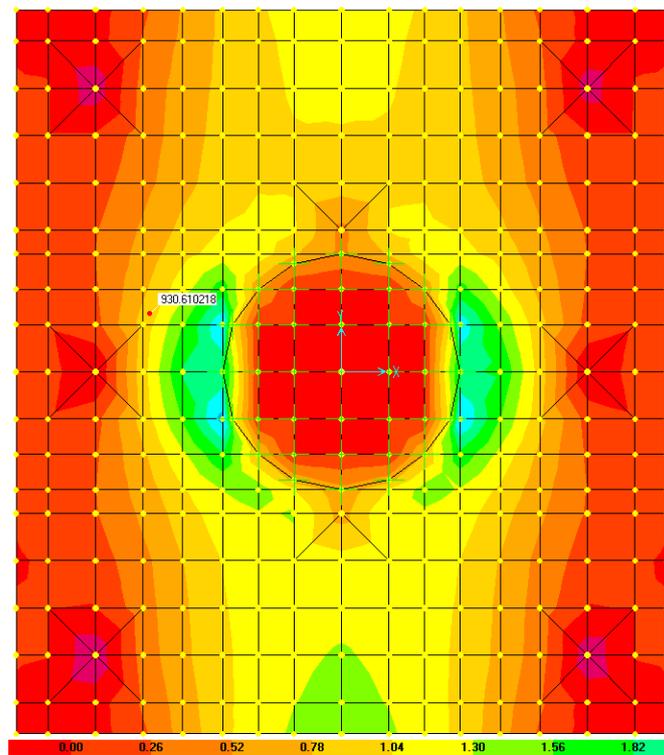


Figura 8.4: Momento trasversale $M_{22}=M_y$

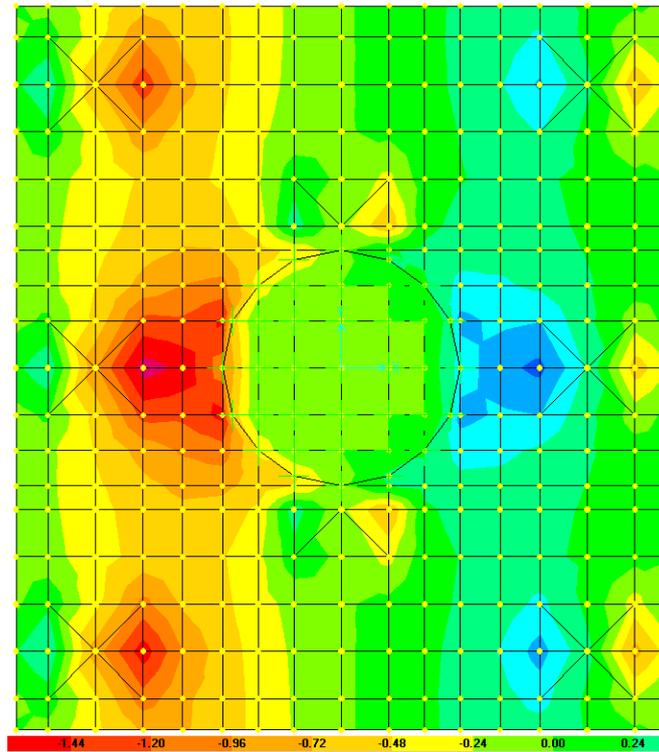


Figura 8.5: Taglio longitudinale V13=Fx

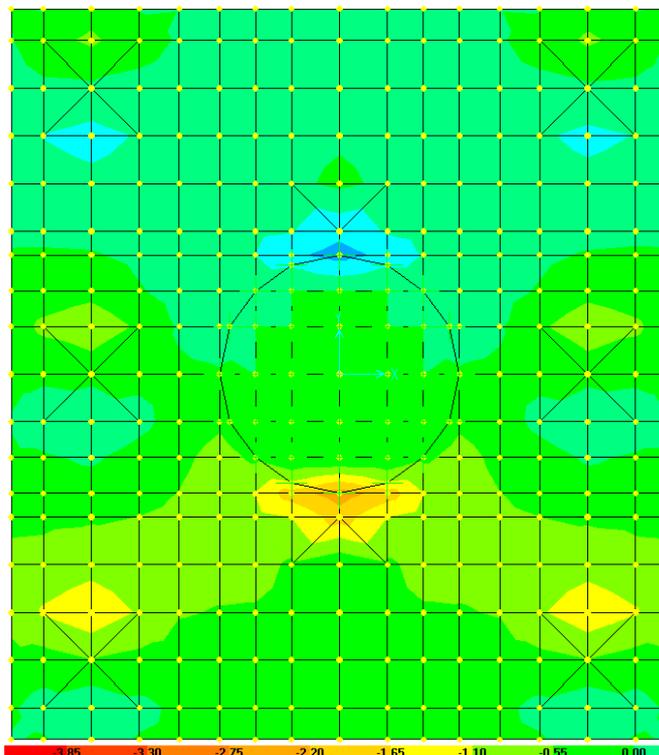


Figura 8.6: Taglio trasversale V23=Fy

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

		comb.		comb.			
		FREQUENTE		FREQUENTE			
		Momento longitudinale M11=Mx	Momento trasversale M22=My	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

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: V102-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.