



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 Fosso Mumia

Relazione di calcolo Spalle - Carreggiata DX

Codice Unico Progetto (CUP) : F91B09000070001

Codice Elaborato:

PA12_09 - E 1 4 6 V I 2 0 3 V I 0 3 B C L 0 0 8 A - Scala:

F															
E															
D															
C															
B															
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 Fossati
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 Fosso Mumia
	Relazione di Calcolo Spalle
	Pagina 1 di 74
	Nome file: VI03-B-CL008_A.00_relazione calcolo spalle_DX.doc

INDICE

1	GENERALITÀ	3
1.1	PREMESSA	3
1.2	CARATTERISTICHE GEOMETRICHE DEL VIADOTTO	3
1.3	NORMATIVA DI RIFERIMENTO	6
1.4	CARATTERISTICHE DEI MATERIALI	7
2	ANALISI GLOBALE DEL VIADOTTO	9
2.1	DESCRIZIONE DEL MODELLO DI CALCOLO	9
3	ANALISI DELLE PALIFICATE DELLE SPALLE	10
3.1	SPALLA SPA	10
3.1.1	Azioni trasmesse dall'impalcato.....	10
3.1.2	Azioni trasmesse dalla spalla.....	11
3.1.3	Riepilogo sollecitazioni rispetto a baricentro pali	13
3.1.4	Combinazioni di carico SLU.....	14
3.1.5	Calcolo azioni sui pali agli SLU della SPA_dx.....	16
3.1.6	Combinazioni di carico SLE	19
3.1.7	Calcolo azione sui pali agli SLE della SPA_dx.....	20
3.2	SPALLA B.....	21
3.2.1	Azioni trasmesse dall'impalcato.....	21
3.2.2	Azioni trasmesse dalla spalla.....	21
3.2.3	Riepilogo sollecitazioni rispetto a baricentro pali	24
3.2.4	Combinazioni di carico SLU.....	24
3.2.5	Calcolo azioni sui pali agli SLU della SPB_dx.....	25
3.2.6	Combinazioni di carico SLE	27
3.2.7	Calcolo azione sui pali agli SLE della SPB_dx.....	27
4	VERIFICA DI RESISTENZA DEI PALI (SLU)	28
4.1	PALO PIÙ SOLLECITATO DELLA SPA_DX	28
4.1.1	Verifica per tensioni normali	29
4.1.2	Verifica a taglio	30
4.2	PALO PIÙ SOLLECITATO DELLA SPB_DX	31
4.2.1	Verifica per tensioni normali	32
4.2.2	Verifica a taglio	33
5	VERIFICA ALLO STATO LIMITE DI FESSURAZIONE DEI PALI (SLE)	34
5.1	CARREGGIATA DESTRA	34
5.2	PALO PIÙ SOLLECITATO DELLA SPA_DX	35
5.2.1	Verifica allo stato limite di fessurazione combinazioni frequenti.....	35
5.2.2	Verifiche allo stato limite di fessurazione combinazione quasi permanente.....	36
5.3	PALO PIÙ SOLLECITATO DELLA SPB_DX	37
5.3.1	Verifica allo stato limite di fessurazione combinazioni frequenti.....	38
5.3.2	Verifiche allo stato limite di fessurazione combinazione quasi permanente.....	39
6	VERIFICA GEOTECNICA DEI PALI	40
6.1	CARICO LIMITE VERTICALE DEL PALO PIU' CARICATO	40
6.1.1	Criteri di calcolo del carico limite verticale.....	40
6.1.2	Criteri di verifiche	42
6.1.3	Risultati	44
6.2	CARICO LIMITE ORIZZONTALE	44
6.2.1	Criteri di calcolo del carico limite orizzontale	44
6.2.2	Criteri di verifica.....	45
6.2.3	Risultati	45
7	ANALISI STRUTTURALE DELLA SPALLA SPA_DX AGLI SLU	46
7.1	DESCRIZIONE DEL MODELLO DI CALCOLO DELLA SPALLA	46
7.2	ANALISI DEI CARICHI	48
7.3	VERIFICHE DEL MURO FRONTALE	48

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 Fosso Mumia
	Relazione di Calcolo Spalle
	Pagina 2 di 74
	Nome file: VI03-B-CL008_A.00_relazione calcolo spalle_DX.doc

7.3.1	Verifiche di resistenza per tensioni normali	48
7.3.2	Verifiche a taglio	51
7.4	VERIFICHE DEI MURI LATERALI	53
7.4.1	Verifiche di resistenza per tensioni normali	53
7.4.2	Verifiche a taglio	53
7.5	VERIFICHE DEL MURO PARAGHIAIA	54
7.5.1	Verifiche di resistenza per tensioni normali	54
7.5.2	Verifiche a taglio	55
7.6	VERIFICHE DEL PLINTO DI FONDAZIONE	56
7.6.1	Verifiche di resistenza per tensioni normali	56
7.6.2	Verifiche a taglio	59
8	VERIFICA DELLA SPALLA SPA_DX AGLI STATI LIMITE DI FESSURAZIONE	60
8.1	COMBINAZIONI DI CARICO SLE	60
8.2	PLINTO DI FONDAZIONE	61
8.2.1	Verifica allo stato limite di fessurazione combinazioni Frequenti	61
8.2.2	Verifiche allo stato limite di fessurazione combinazione Quasi Permanente	63
8.3	MURO FRONTALE	64
8.3.1	Verifica allo stato limite di fessurazione combinazioni Frequenti	64
8.3.2	Verifiche allo stato limite di fessurazione combinazione Quasi Permanente	66
8.4	MURO PARAGHIAIA	67
8.4.1	Verifica allo stato limite di fessurazione combinazioni Frequenti	67
8.4.2	Verifiche allo stato limite di fessurazione combinazione Quasi Permanente	69
8.5	MURI LATERALI	70
8.5.1	Verifica allo stato limite di fessurazione combinazioni Frequenti	71
8.5.2	Verifiche allo stato limite di fessurazione combinazione Quasi Permanente	72

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 Fosso Mumia
	Relazione di Calcolo Spalle
	Pagina 3 di 74
	Nome file: VI03-B-CL008_A.00_relazione calcolo spalle_DX.doc

1 GENERALITÀ

1.1 PREMESSA

Nella presente relazione si riportano le verifiche di sicurezza delle spalle della carreggiata destra del viadotto denominato **Fosso Mumia** inserito nei lavori per l'ammodernamento e l'adeguamento alla cat. B del D.M. 5.11.2001 della S.S. 640 "di Porto Empedocle" nel tratto dal km 44+000 allo svincolo con l' A19.

1.2 CARATTERISTICHE GEOMETRICHE DEL VIADOTTO

Il viadotto in esame è a carreggiate separate (carreggiata sx e carreggiata dx). Esso presenta un tracciato planimetrico prevalentemente a curvatura costante di raggio – misurato sull'asse impalcato della carreggiata destra – pari a circa 1160 m. Ciascuna delle due carreggiate è composta da n. 8 le cui luci sono riportate nella tabella seguente:

Tabella 1: Luci campate carreggiata destra

Campata	L_DX [m]
1	30.00
2	50.50
3	61.00
4	61.00
5	61.00
6	61.00
7	50.50
8	30.00

L'impalcato è realizzato in acciaio-cl.s. con schema statico di trave continua su 9 appoggi.

Le pile sono realizzate in c.a.. Esse presentano una sagoma cruciforme e sono costituite da un fusto a sezione piena costante, iscritta in un rettangolo di dimensioni 4.00m×3.00m, e da un pulvino a sezione variabile che si allarga seguendo una curva circolare fino a raggiungere una larghezza tale da poter accogliere le due travi dell'impalcato poste ad interasse di 5.75m.

Tabella 2: Altezza Pile carreggiata destra

Pila	H_DX [m]
P01	10.66
P02	16.66
P03	22.66
P04	28.66
P05	27.46
P06	23.86
P07	14.26

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, compreso effetti lenti quali variazioni termiche, fluage e ritiro. Tali dispositivi sono caratterizzati da:

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

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

Gli isolatori impiegati garantiscono uno smorzamento superiore allo 10%, tuttavia nelle analisi sismiche condotte si è assunto un valore pari al 10%.

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 Fosso Mumia
	Relazione di Calcolo Spalle
	Pagina 4 di 74
	Nome file: VI03-B-CL008_A.00_relazione calcolo spalle_DX.doc

Le due spalle (chiamate SPA_dx e SP_dx) della carreggiata di destra, presentano a meno del muro frontale, la medesima geometria e sono soggette alle stesse azioni trasmesse dall'impalcato. La fondazione ha dimensioni in pianta di 13,20 m x 9,60 m e altezza 1,80 m ed è fondata su 12 pali di diametro Ø1200 e di lunghezza rispettivamente di 25 m per la SPA_dx e 20m per la SPB_dx. Nella presente relazione, per quanto riguarda la carreggiata di destra, si analizzerà la SPA_sx in quanto è quella, che a parità delle altre dimensioni geometriche, ha il muro frontale di altezza maggiore rispetto alla SPB_sx. A quest'ultima saranno estesi i risultati ottenuti per la spalla analizzata.

Invece per quanto riguarda le verifiche geotecniche e strutturali delle palificate vengono analizzate tutti e quattro i casi. (Palificata della SPA_sx, palificata della SPB_sx, palificata della SPA_dx e palificata della SPB_dx)

SPALLA SPA_DX

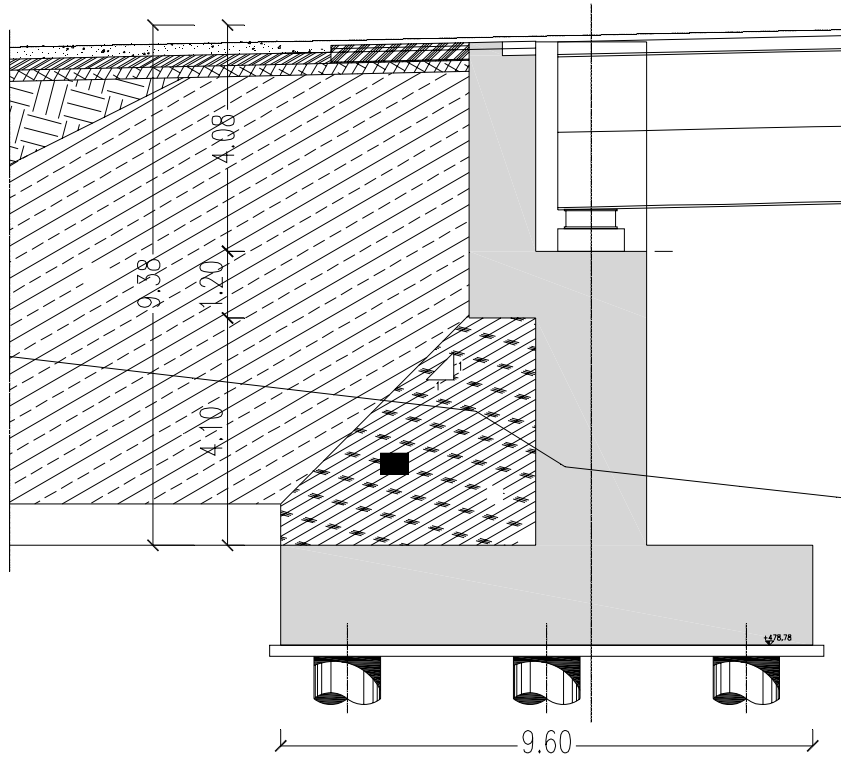


Figura 1: Sezione laterale Spalle

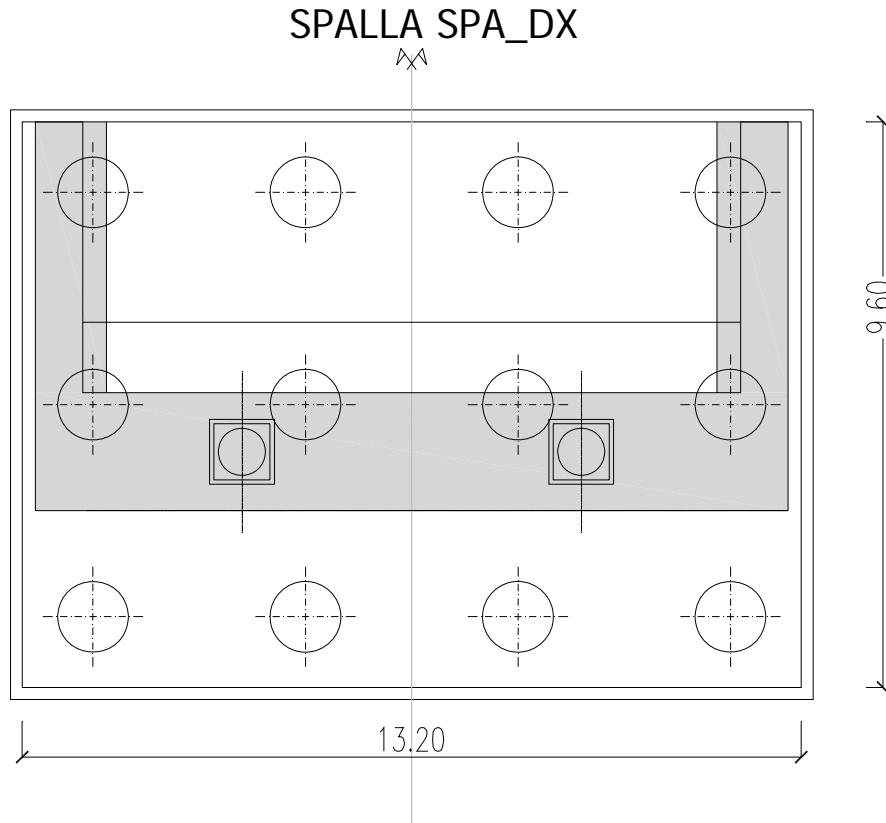


Figura 2: Pianta spiccato

Geometrie Spalla SPA_dx				
	Bx	By	Bz	V
	[m]	[m]	[m]	[m ³]
plinto di fondazione	9.60	13.20	1.80	228.1
muro frontale	2.00	12.75	5.30	135.2
muro paraghiaia	1.20	12.75	4.96	75.9
muro laterale sx	4.60	0.80	9.06	33.3
muro laterale dx	4.60	0.80	9.06	33.3
n° pali	12			
L_pali	25 m			

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 Fosso Mumia
	Relazione di Calcolo Spalle
	Pagina 6 di 74
	Nome file: VI03-B-CL008_A.00_relazione calcolo spalle_DX.doc

1.3 NORMATIVA DI RIFERIMENTO

I calcoli sono svolti in conformità alle normative vigenti con particolare riferimento a:

- D.M. Infrastrutture 14 gennaio 2008 – “Nuove Norme Tecniche per le Costruzioni” – pubblicato sul S.O. n. 30 alla G.U. 4 febbraio 2008, n.29
- Circolare 2 febbraio 2009, n. 617 – Istruzioni per l’applicazione delle “Nuove norme tecniche per le costruzioni” di cui al D.M. 14 gennaio 2008
- EUROCODICE 1 – UNI-ENV 1991-3 “Basi di calcolo ed azioni sulle strutture”;
- EUROCODICE 2 – UNI-ENV 1992 “Progettazione delle strutture in calcestruzzo”;
- EUROCODICE 7 – UNI-ENV 1997 “Progettazione geotecnica”;
- EUROCODICE 8 – UNI-ENV 1997 “Indicazioni progettuali per la resistenza sismica delle strutture”.

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 Fosso Mumia
	Relazione di Calcolo Spalle
	Pagina 7 di 74
	Nome file: VI03-B-CL008_A.00_relazione calcolo spalle_DX.doc

1.4 CARATTERISTICHE DEI MATERIALI

Calcestruzzo PALI C30/37

R_{ck}	=	37	MPa	resistenza caratteristica cubica
f_{ck}	=	30.71	MPa	resistenza caratteristica cilindrica
f_{cm}	=	38.71	MPa	resistenza cilindrica media
α_{cc}	=	0.85		coefficiente riduttivo per resistenze di lunga durata
γ_c	=	1.5		coefficiente parziale di sicurezza
f_{cd}	=	17.40	MPa	resistenza di calcolo a compressione
f_{ctm}	=	2.94	MPa	resistenza media a trazione semplice (assiale)
f_{ctk}	=	2.06	MPa	resistenza caratteristica a trazione semplice (assiale)
c	=	1.00		per solette, pareti, ed elementi con spessori minori di 50mm va ridotta di 0,80
f_{ctd}	=	1.37	MPa	resistenza di calcolo a trazione del calcestruzzo
f_{cfm}	=	2.47	MPa	resistenza media a trazione per flessione
σ_t	=	2.45	MPa	tensione limite apertura fessure
E_{cm}	=	33019	MPa	modulo elastico istantaneo del cls
XA2				classe di esposizione
S3-S4				classe di consistenza

Calcestruzzo ZATTERE Spalle C35/45

R_{ck}	=	45	MPa	resistenza caratteristica cubica
f_{ck}	=	37.35	MPa	resistenza caratteristica cilindrica
f_{cm}	=	45.35	MPa	resistenza cilindrica media
α_{cc}	=	0.85		coefficiente riduttivo per resistenze di lunga durata
γ_c	=	1.5		coefficiente parziale di sicurezza
f_{cd}	=	21.17	MPa	resistenza di calcolo a compressione
f_{ctm}	=	3.35	MPa	resistenza media a trazione semplice (assiale)
f_{ctk}	=	2.35	MPa	resistenza caratteristica a trazione semplice (assiale)
c	=	1.00		per solette, pareti, ed elementi con spessori minori di 50mm va ridotta di 0,80
f_{ctd}	=	1.56	MPa	resistenza di calcolo a trazione del calcestruzzo
f_{cfm}	=	2.82	MPa	resistenza media a trazione per flessione
σ_t	=	2.79	MPa	tensione limite apertura fessure
E_{cm}	=	34625	MPa	modulo elastico istantaneo del cls
XA3				classe di esposizione
S3-S4				classe di consistenza

Calcestruzzo ELEVAZIONE Spalle C28/35

R_{ck}	=	35	MPa	resistenza caratteristica cubica
f_{ck}	=	29.05	MPa	resistenza caratteristica cilindrica
f_{cm}	=	37.05	MPa	resistenza cilindrica media
α_{cc}	=	0.85		coefficiente riduttivo per resistenze di lunga durata
γ_c	=	1.5		coefficiente parziale di sicurezza
f_{cd}	=	16.46	MPa	resistenza di calcolo a compressione
f_{ctm}	=	2.83	MPa	resistenza media a trazione semplice (assiale)
f_{ctk}	=	1.98	MPa	resistenza caratteristica a trazione semplice (assiale)
c	=	1.00		per solette, pareti, ed elementi con spessori minori di 50mm va ridotta di 0,80

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 Fosso Mumia
	Relazione di Calcolo Spalle
	Pagina 8 di 74
	Nome file: V103-B-CL008_A.00_relazione calcolo spalle_DX.doc

f_{ctd}	=	1.32	MPa	resistenza di calcolo a trazione del calcestruzzo
f_{cfm}	=	2.38	MPa	resistenza media a trazione per flessione
σ_t	=	2.36	MPa	tensione limite apertura fessure
E_{cm}	=	32588	MPa	modulo elastico istantaneo del cls
XF2				classe di esposizione
S3-S4				classe di consistenza
Calcestruzzo BAGGIOLI Spalle C35/45				
R_{ck}	=	45	MPa	resistenza caratteristica cubica
f_{ck}	=	37.35	MPa	resistenza caratteristica cilindrica
f_{cm}	=	45.35	MPa	resistenza cilindrica media
α_{cc}	=	0.85		coefficiente riduttivo per resistenze di lunga durata
γ_c	=	1.5		coefficiente parziale di sicurezza
f_{cd}	=	21.17	MPa	resistenza di calcolo a compressione
f_{ctm}	=	3.35	MPa	resistenza media a trazione semplice (assiale)
f_{ctk}	=	2.35	MPa	resistenza caratteristica a trazione semplice (assiale)
c	=	1.00		per solette, pareti, ed elementi con spessori minori di 50mm va ridotta di 0,80
f_{ctd}	=	1.56	MPa	resistenza di calcolo a trazione del calcestruzzo
f_{cfm}	=	2.82	MPa	resistenza media a trazione per flessione
σ_t	=	2.79	MPa	tensione limite apertura fessure
E_{cm}	=	34625	MPa	modulo elastico istantaneo del cls
XF4	f2			classe di esposizione
S4				classe di consistenza
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}	≥	$f_{y,nom}$	MPa	tensione caratteristica di snervamento
$f_{t,nom}$	≥	$f_{t,nom}$	MPa	tensione caratteristica di rottura
$(f_t/f_y)_k$	≥	1.15		
$(f_t/f_y)_k$	<	1.35		
γ_s	=	1.15		coefficiente parziale di sicurezza
f_{yd}	=	391.30	MPa	tensione di snervamento di calcolo
E_s	=	200000	MPa	modulo elastico istantaneo del cls
ν	=	0.30		coefficiente di contrazione trasversale di Poisson
G	=	76923	MPa	modulo elastico tangenziale

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 Fosso Mumia
	Relazione di Calcolo Spalle
	Pagina 9 di 74
	Nome file: VI03-B-CL008_A.00_relazione calcolo spalle_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. 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 simili, 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.

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 di sommità.

Il modello numerico sono stati implementati mediante il codice di calcolo agli elementi finiti SAP 2000 della *Computers and Structures, Inc.* Nella seguente figura è riportata una vista del modello.

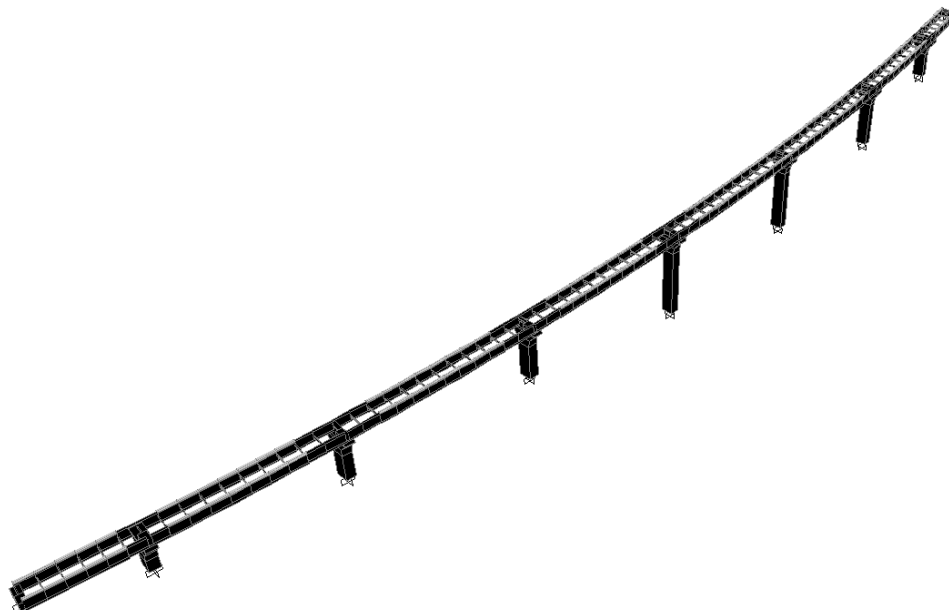


Figura 3: Modello numerico del viadotto

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 Fosso Mumia
	Relazione di Calcolo Spalle
	Pagina 10 di 74
	Nome file: VI03-B-CL008_A.00_relazione calcolo spalle_DX.doc

3 ANALISI DELLE PALIFICATE DELLE SPALLE

Il calcolo delle sollecitazioni in fondazione delle spalle è stato effettuato facendo riferimento ad un sistema di coordinate ortogonali destrogiro, avente origine in corrispondenza del filo di monte del plinto di fondazione (a metà del lato posto lungo la direzione trasversale al viadotto), a livello dell'intradosso del plinto stesso, asse x parallelo all'asse longitudinale dell'impalcato ed asse z diretto verso il basso.

Le azioni orizzontali (F_x ed F_y) e verticali (F_z) si assumono positive se di verso concorde con quello degli assi. Si indicheranno inoltre con M_x i momenti aventi asse-momento parallelo all'asse x (momenti trasversali) e con M_y (momenti longitudinali) i momenti aventi asse-momento parallelo all'asse y. I momenti si assumono positivi se di senso antiorario rispetto all'asse-momento cui si riferiscono.

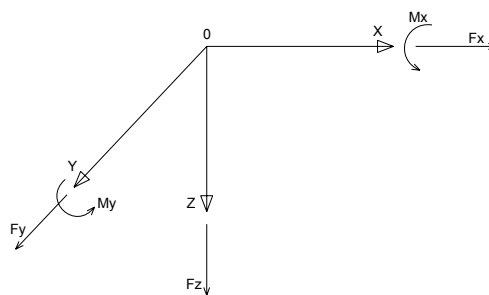


Figura 4: Sistema di riferimento

In particolare in questo capitolo vengono riportate le azione sulla spalla A della carreggiata destra (SPA_dx) necessarie alle verifiche strutturali della stessa. Inoltre vengono riportate le azioni sulle palificate relative ad entrambe le spalle della carreggiata destra.

3.1 SPALLA SPA

3.1.1 Azioni trasmesse dall'impalcato

Le azioni trasmesse dall'impalcato alle spalle sono state determinate attraverso la risoluzione del modello di calcolo agli elementi finiti del viadotto descritto nella relazione di calcolo delle pile. Tali azioni sono riepilogate nel seguente prospetto. Le azioni riportate sono riferite al baricentro appoggi.

Azioni trasmesse dall'impalcato (riferite al baricentro appoggi)

	F_x	F_y	F_z	M_x	M_y	
	[kN]	[kN]	[kN]	[kNm]	[kNm]	
g1	0	0	1428	34	3	peso proprio impalcato
g2	0	0	322	8	1	permanententi portati
e2	98	8	480	27	76	ritiro
e3	437	36	908	59	350	carico termico
q1.1	3	0	1934	2968	278	carico mobile - configurazione 1 (massima azione verticale)
q1.2	3	0	1478	4283	401	carico mobile - configurazione 2 (massimo momento trasversale)
q3	116	10	0	8	93	frenatura
q4	1	1	0	1	1	azione centrifuga
q5	144	178	1	240	106	azione del vento trasversale
q6.1x	345	51	22	50	276	sisma longitudinale
q6.1y	105	149	23	152	84	sisma trasversale
q6.1z	103	45	73	47	83	sisma verticale

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 Fosso Mumia
	Relazione di Calcolo Spalle
	Pagina 11 di 74
	Nome file: VI03-B-CL008_A.00_relazione calcolo spalle_DX.doc

q7 18 0 0 0 0 azione parassita dei vincoli

3.1.2 Azioni trasmesse dalla spalla

Peso proprio spalla (g1)

γ_{cls}	=	25 kN/m ³	peso specifico calcestruzzo
g1.1	=	5702.4 kN	plinto di fondazione
g1.2	=	3378.8 kN	muro frontale
g1.3	=	1897.2 kN	muro paraghiaia
g1.4	=	833.3 kN	muro laterale sx
g1.5	=	833.3 kN	muro laterale dx
g1.6	=	0.0 kN	bandiera sx
g1.7	=	0.0 kN	bandiera dx
g1.8	=	9.1 kN	baggioli
g1.9	=	10.3 kN	apparecchi di appoggio
g1.10	=	0.0 kN	elemento 1
g1.11	=	0.0 kN	elemento 2
Fz	=	12664.4 kN	azione verticale
x	=	4.57 m	coordinata x punto di applicazione
y	=	0.00 m	coordinata y punto di applicazione
z	=	-3.87 m	coordinata z punto di applicazione

Peso terreno su fondazione (g2)

γ_t	=	18 kN/m ³	peso dell'unità di volume del terreno
V	=	483.3 m ³	volume di terreno sopra fondazione
Fz	=	8700.0 kN	peso del terreno
x	=	2.30 m	coordinata x punto di applicazione
y	=	0.00 m	coordinata y punto di applicazione
z	=	-6.33 m	coordinata z punto di applicazione

Spinta del terreno (g3)

γ	=	18 kN/m ³	peso dell'unità di volume del terreno
ϕ	=	35 °	angolo di attrito del terreno
Ka	=	0.271	coefficiente di spinta attiva
K0	=	0.426	coefficiente di spinta a riposo
K	=	0.426	coefficiente di spinta adottato
H	=	10.86 m	altezza di spinta terreno (rispetto a intradosso plinto)
B	=	12.75 m	larghezza trasversale interessata dalla spinta (y-y)
Fx	=	5768.9 kN	spinta del terreno
x	=	0.00 m	coordinata x punto di applicazione
y	=	0.00 m	coordinata y punto di applicazione
z	=	-3.62 m	coordinata z punto di applicazione

Effetti del sovraccarico stradale sul rilevato (q1.t)

Incremento di spinta

q	=	20.00 kPa	sovraccarico stradale
ϕ	=	35 °	angolo di attrito del terreno
K	=	0.426	coefficiente di spinta
H	=	10.86 m	altezza di spinta terreno

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 Fosso Mumia
	Relazione di Calcolo Spalle
	Pagina 12 di 74
	Nome file: VI03-B-CL008_A.00_relazione calcolo spalle_DX.doc

B	=	12.75	m	larghezza trasversale interessata dalla spinta (y-y)
F _x	=	1180.7	kN	spinta del terreno per effetto del sovraccarico
x	=	0.00	m	coordinata x punto di applicazione
y	=	0.00	m	coordinata y punto di applicazione
z	=	-5.43	m	coordinata z punto di applicazione
Incremento di azione verticale				
B _x	=	4.60	m	lunghezza del plinto interessata dal sovraccarico
F _z	=	1173.0	kN	risultante verticale sovraccarico
x	=	2.30	m	coordinata x punto di applicazione
y	=	0.00	m	coordinata y punto di applicazione
z	=	-1.80	m	coordinata z punto di applicazione

Azioni sismiche (q6)

parametri sismici

a _g	=	0.088	g	accelerazione di picco
S _S	=	1.50		coefficiente di amplificazione stratigrafica
S _T	=	1.00		coefficiente di amplificazione topografica
S	=	1.50		
β _m	=	1.00		coefficiente di riduzione dell'accelerazione massima
a _{max}	=	0.131	g	accelerazione massima
K _h	=	0.131		coefficiente sismico orizzontale
K _v	=	0.065		coefficiente sismico verticale

Incremento di spinta terreno in fase sismica (q6.1)

γ	=	18	kN/m ³	peso dell'unità di volume del terreno
H	=	10.86	m	altezza di spinta terreno
B	=	12.75	m	larghezza trasversale interessata dalla spinta (y-y)
ΔP	=	3531.0		incremento di spinta in fase sismica (ipotesi di struttura rigida)

Ipotesi di struttura flessibile

φ	=	35	°	angolo di attrito
ψ	=	90	°	angolo di inclinazione rispetto all'orizzontale della parete del muro rivolta a monte
β	=	0	°	angolo di inclinazione rispetto all'orizzontale della superficie del terrapieno
δ	=	0	°	angolo di resistenza a taglio tra terreno-muro angolo definito per livello di falda al di sotto
θ	=	6.99	°	dell'opera di sostegno dalla relazione $\tan(\vartheta) = K_h / (1 + K_v)$
K ₁	=	0.613		coefficiente di spinta del terreno (statico + dinamico) per $\beta < \Phi - \vartheta$
K ₂	=	0.791		coefficiente di spinta del terreno (statico + dinamico) per $\beta > \Phi - \vartheta$
K	=	0.613		coefficiente di spinta del terreno (statico + dinamico) effettivo
E _d	=	8838	kN	spinta terreno in fase sismica (Mononobe-Okabe)
ΔS	=	3068.6	kN	incremento di spinta in fase sismica (ipotesi struttura flessibile)

Valore adottato

ΔP	=	3531.0	kN	incremento di spinta terreno in fase sismica
x	=	0.00	m	coordinata x punto di applicazione
y	=	0.00	m	coordinata y punto di applicazione
z	=	-5.43	m	coordinata z punto di applicazione

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 Fosso Mumia
	Relazione di Calcolo Spalle
	Pagina 13 di 74
	Nome file: VI03-B-CL008_A.00_relazione calcolo spalle_DX.doc

Forze d'inerzia (q6.2)

	forza d'inerzia	coord x p.to di applicaz	coord y p.to di applicaz	coord z p.to di applicaz
	Fi	x	y	z
plinto	744	4.80	0.00	-0.90
muro frontale	441	5.60	0.00	-4.45
paraghiaia	248	4.00	0.00	-9.58
muro laterale sx	109	2.30	5.98	-6.33
muro laterale dx	109	2.30	-5.98	-6.33
bandiera sx	0	-1.40	5.63	-9.59
bandiera dx	0	-0.50	-5.88	-10.36
baggioli	1	5.60	0.00	-7.18
apparecchi di appoggio	1	5.60	0.00	-7.43
elemento 1	0	4.55	4.75	-7.90
elemento 2	0	4.55	-4.75	-7.90
terreno su plinto	1135	2.30	0.00	-6.33
risultante intradosso plinto	2788	3.64	0.00	-4.87
risultante base muro frontale	909	4.37	0.00	-6.29

3.1.3 Riepilogo sollecitazioni rispetto a baricentro pali

Conoscendo le sollecitazioni in prossimità della sezione di base del muro frontale si possono facilmente ricavare le sollecitazioni agenti sulla palificata.

Nella tabella seguente vengono riepilogate le azioni trasmesse in fondazione dalla spalla e dall'impalcato. Dette azioni sono riferite al baricentro della palificata.

Coordinate baricentro pali

x = 4.80 m coordinata x

y = 0.00 m coordinata y

z = 0.00 m coordinata z

	Fx	Fy	Fz	Mx	My	
	[kN]	[kN]	[kN]	[kNm]	[kNm]	
g1-imp	0	0	1428	35	-1143	peso proprio impalcato
g1-sp	0	0	12664	0	2962	peso proprio spalla
g2-imp	0	0	322	8	-258	permanenti portati su impalcato
g2-sp	0	0	8700	0	21750	terreno su plinto spalla
g3-sp	5769	0	0	0	-20880	spinta del terreno su spalla
e2-imp	98	8	480	88	-1033	ritiro
e3-imp	437	36	908	329	-3621	carico termico differenziale
q1.1-imp	3	0	1934	2968	-1290	carico mobile - configurazione 1 (massima azione verticale)
q1.2-imp	3	0	1478	4284	-802	carico mobile - configurazione 2 (massimo momento trasversale)
q1t-sp	1181	0	1173	0	-3477	effetti del sovraccarico variabile sulla spalla
q3-imp	116	10	0	80	-770	frenatura su impalcato
q4-imp	1	1	0	11	-7	azione centrifuga su impalcato
q5-imp	144	178	1	1561	-965	azione del vento trasversale su impalcato
q6.1x-imp	345	51	22	432	-2300	sisma 1 impalcato
q6.1y-imp	105	149	23	1255	-711	sisma 2 impalcato
q6.1z-imp	103	45	73	382	-743	sisma 3 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 Fosso Mumia
	Relazione di Calcolo Spalle
	Pagina 14 di 74
	Nome file: VI03-B-CL008_A.00_relazione calcolo spalle_DX.doc

q6.1x-sp	3531	0	0	0	-19170	incremento di spinta terreno in fase sismica
q6.2x-sp	2788	0	0	0	-13584	forze d'inerzia longitudinali
q6.2y-sp	0	2788	0	13584	0	forze d'inerzia trasversali
q6.2z-sp	0	0	1394	0	1613	forze d'inerzia verticali
q7-imp	18	0	0	0	-130	azione parassita dei vincoli

3.1.4 Combinazioni di carico SLU

Nelle verifiche nei confronti degli stati limiti ultimi strutturali (STR) si adotta l'APPROCCIO 2 che prevede un'unica combinazione dei gruppi di coefficienti parziali.

Di seguito si riporta la matrice dei coefficienti di combinazioni adottate per le verifiche la cui simbologia fa riferimento a:

- SLU combinazioni agli stati limiti ultimi
- SLV combinazioni sismiche

Tabella 3: Matrice dei coefficienti di combinazione agli SLU.

	SLU1	SLU2	SLU3	SLU4	SLU5	SLU6	SLU7	SLU8	SLU9	SLU10	SLU11
g1-imp	1.35	1.35	1.35	1.35	1.35	1.35	1.35	1.35	1.35	1.35	1.35
g1-sp	1.35	1.35	1.35	1.35	1.35	1.35	1.35	1.35	1.35	1.35	1.35
g2-imp	1.35	1.35	1.35	1.35	1.35	1.35	1.35	1.35	1.35	1.35	1.35
g2-sp	1.35	1.35	1.35	1.35	1.35	1.35	1.35	1.35	1.35	1.35	1.35
g3-sp	1.35	1.35	1.35	1.35	1.35	1.35	1.35	1.35	1.35	1.35	1.35
e2-imp	1.2	1.2	1.2	1.2	1.2	1.2	1.2	1.2	1.20	1.20	1.20
e3-imp	0.72	-0.72	0.72	-0.72	0.72	-0.72	0.72	-0.72	0.72	-0.72	0.72
q1.1-imp	1.35	1.35	1.35	1.35	0	0	0	0	1.01	1.01	1.01
q1.2-imp	0	0	0	0	1.35	1.35	1.35	1.35	0	0	0
q1t-sp	1.35	1.35	1.35	1.35	1.35	1.35	1.35	1.35	1.01	1.01	1.01
q3-imp	0	0	0	0	0	0	0	0	1.50	1.50	1.50
q4-imp	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
q5-imp	0.90	0.90	-0.90	-0.90	0.90	0.90	-0.90	-0.90	0.90	0.90	-0.90
q6.1x-imp	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
q6.1y-imp	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
q6.1z-imp	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
q6.1x-sp	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
q6.2x-sp	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
q6.2y-sp	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
q6.2z-sp	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
q7-imp	0.90	0.90	0.90	0.90	0.90	0.90	0.90	0.90	0.90	0.90	0.90

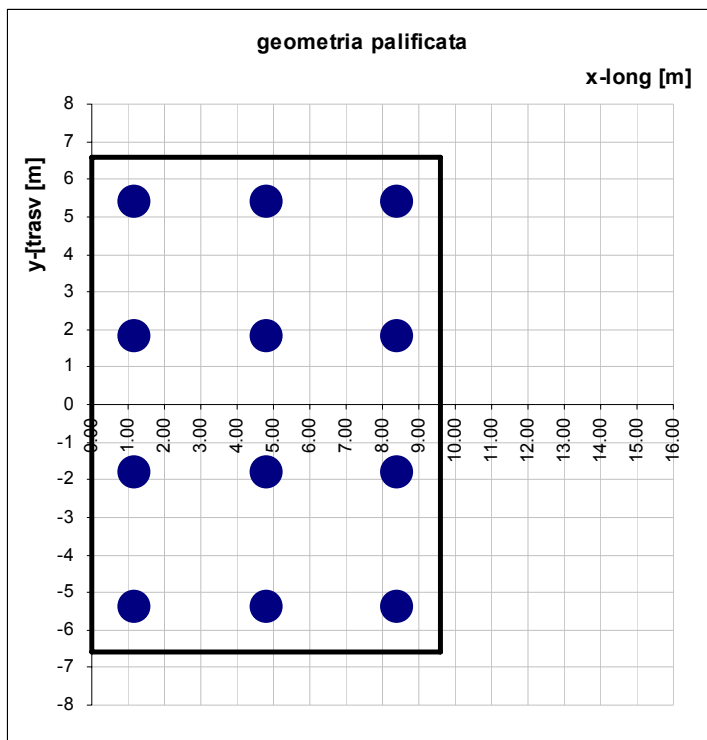
	SLU14	SLU15	SLU16	SLU17	SLU18	SLU19	SLU20	SLU21	SLU22	SLU23	SLU24
	1.35	1.35	1.35	1.35	1.35	1.35	1.35	1.35	1.35	1.35	1.35
g1-imp	1.35	1.35	1.35	1.35	1.35	1.35	1.35	1.35	1.35	1.35	1.35
g1-sp	1.35	1.35	1.35	1.35	1.35	1.35	1.35	1.35	1.35	1.35	1.35
g2-imp	1.35	1.35	1.35	1.35	1.35	1.35	1.35	1.35	1.35	1.35	1.35
g2-sp	1.35	1.35	1.35	1.35	1.35	1.35	1.35	1.35	1.35	1.35	1.35
g3-sp	1.20	1.20	1.20	1.20	1.20	1.20	1.20	1.20	1.20	1.20	1.20
e2-imp	-0.72	0.72	-0.72	0.72	-0.72	0.72	-0.72	0.72	-0.72	0.72	-0.72
e3-imp	0	0	0	1.01	1.01	1.01	1.01	0	0	0	0
q1.1-imp	1.01	1.01	1.01	0	0	0	0	1.01	1.01	1.01	1.01

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 Fosso Mumia
	Relazione di Calcolo Spalle
	Pagina 16 di 74
	Nome file: VI03-B-CL008_A.00_relazione calcolo spalle_DX.doc

q5-imp	-0.90	0.90	0.90	-0.90	-0.90	0	0	0	0	0	0
q6.1x-imp	0	0	0	0	0	1	1	0	0	0	0
q6.1y-imp	0	0	0	0	0	0	0	1	1	0	0
q6.1z-imp	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	1
q6.1x-sp	0	0	0	0	0	1	1	0	0	0	0
q6.2x-sp	0	0	0	0	0	1	1	0	0	0	0
q6.2y-sp	0	0	0	0	0	0	0	1	1	0	0
q6.2z-sp	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	1
q7-imp	0.90	0.90	0.90	0.90	0.90	0.60	0.60	0.60	0.60	0.60	0.60
g1-imp											

3.1.5 Calcolo azioni sui pali agli SLU della SPA_dx

Geometria della palificata							
PALO	X	Y	Xp	Yp	trasv Jxi	long Jyi	
1	1.20	5.40	-3.60	5.40	29.16	12.96	
2	1.20	1.80	-3.60	1.80	3.24	12.96	
3	1.20	-1.80	-3.60	-1.80	3.24	12.96	
4	1.20	-5.40	-3.60	-5.40	29.16	12.96	
5	4.80	5.40	0.00	5.40	29.16	0.00	
6	4.80	1.80	0.00	1.80	3.24	0.00	
7	4.80	-1.80	0.00	-1.80	3.24	0.00	
8	4.80	-5.40	0.00	-5.40	29.16	0.00	
9	8.40	5.40	3.60	5.40	29.16	12.96	
10	8.40	1.80	3.60	1.80	3.24	12.96	
11	8.40	-1.80	3.60	-1.80	3.24	12.96	
12	8.40	-5.40	3.60	-5.40	29.16	12.96	



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 Fosso Mumia
	Relazione di Calcolo Spalle
	Pagina 17 di 74
	Nome file: VI03-B-CL008_A.00_relazione calcolo spalle_DX.doc

Le sollecitazioni sui singoli pali della spalla A della carreggiata destra sono riportate nelle tabelle seguenti:

SFORZO NORMALE N												
PALO	SLU1	SLU2	SLU3	SLU4	SLU5	SLU6	SLU7	SLU8	SLU9	SLU10	SLU11	SLU12
1	2937	2996	2919	2978	2958	3016	2940	2999	2841	2899	2823	2882
2	2829	2897	2863	2931	2817	2885	2851	2919	2749	2817	2783	2851
3	2721	2798	2808	2884	2677	2753	2763	2839	2658	2734	2744	2821
4	2614	2699	2752	2837	2536	2621	2674	2760	2567	2652	2705	2790
5	3214	3092	3136	3014	3212	3090	3134	3012	3102	2980	3024	2902
6	3106	2993	3080	2967	3071	2958	3045	2932	3011	2897	2985	2871
7	2999	2894	3025	2920	2931	2826	2957	2852	2919	2815	2945	2841
8	2891	2795	2969	2873	2790	2695	2868	2773	2828	2732	2906	2810
9	3491	3188	3353	3050	3466	3163	3328	3025	3364	3060	3225	2922
10	3384	3089	3297	3003	3326	3032	3239	2945	3272	2978	3186	2891
11	3276	2990	3242	2956	3185	2900	3151	2865	3181	2895	3147	2861
12	3168	2892	3186	2909	3045	2768	3063	2786	3090	2813	3107	2830
Nmax	3491	3188	3353	3050	3466	3163	3328	3025	3364	3060	3225	2922
TAGLI												
taglio Vx	830	778	809	756	830	778	809	756	812	759	790	738
taglio Vy	16	12	-10	-15	16	12	-10	-15	18	13	-9	-13
V	830	778	809	756	830	778	809	756	812	759	790	738

PALO	SLU13	SLU14	SLU15	SLU16	SLU17	SLU18	SLU19	SLU20	SLU21	SLU22	SLU23	SLU24
1	2856	2915	2838	2897	2877	2936	2859	2918	2893	2952	2875	2934
2	2740	2808	2774	2842	2788	2856	2822	2890	2779	2847	2813	2881
3	2624	2701	2710	2787	2699	2775	2785	2861	2665	2741	2751	2828
4	2508	2594	2647	2732	2609	2694	2747	2833	2551	2636	2689	2774
5	3101	2979	3022	2900	3099	2977	3021	2899	3098	2976	3020	2897
6	2985	2871	2959	2845	3010	2896	2984	2870	2984	2870	2958	2844
7	2869	2764	2895	2790	2920	2816	2946	2842	2870	2765	2896	2791
8	2753	2657	2831	2735	2831	2735	2909	2813	2756	2660	2834	2738
9	3345	3042	3207	2903	3321	3018	3182	2879	3302	2999	3164	2861
10	3229	2935	3143	2848	3232	2937	3145	2851	3188	2894	3102	2808
11	3113	2827	3079	2793	3142	2857	3108	2822	3074	2789	3040	2754
12	2997	2720	3015	2738	3053	2776	3070	2794	2960	2683	2978	2701
Nmax	3345	3042	3207	2903	3321	3018	3182	2918	3302	2999	3164	2934
TAGLI												
taglio Vx	812	759	790	738	797	745	776	723	797	745	776	723
taglio Vy	18	13	-9	-13	17	12	-10	-15	17	12	-10	-15
V	812	759	790	738	797	745	776	723	797	745	776	723

PALO	SLU25	SLU26	SLU27	SLU28	SLU29	SLU30	SLU31	SLU32	SLU33	SLU34	SLU35	SLU36
1	2883	2942	2853	2912	2899	2958	2869	2928	2858	2956	2840	2938
2	2777	2845	2834	2901	2768	2836	2825	2892	2766	2879	2800	2913
3	2670	2747	2814	2891	2637	2713	2780	2857	2674	2801	2760	2887

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 Fosso Mumia
	Relazione di Calcolo Spalle
	Pagina 18 di 74
	Nome file: VI03-B-CL008_A.00_relazione calcolo spalle_DX.doc

4	2564	2649	2794	2880	2506	2591	2736	2821	2582	2724	2720	2862
5	3125	3003	2994	2872	3123	3001	2993	2871	3139	2936	3061	2858
6	3018	2905	2975	2861	2992	2879	2949	2835	3047	2859	3021	2832
7	2912	2807	2955	2851	2861	2757	2904	2800	2955	2781	2981	2807
8	2806	2710	2935	2840	2730	2634	2860	2764	2863	2704	2941	2782
9	3366	3063	3135	2832	3348	3045	3117	2814	3421	2916	3283	2777
10	3260	2965	3116	2821	3217	2922	3073	2778	3329	2839	3243	2752
11	3153	2868	3096	2811	3086	2800	3028	2743	3237	2761	3203	2727
12	3047	2770	3076	2800	2954	2678	2984	2707	3145	2684	3163	2701
Nmax	3366	3063	3135	2912	3348	3045	3117	2928	3421	2956	3283	2938
TAGLI												
taglio Vx	804	752	768	716	804	752	768	716	815	727	793	705
taglio Vy	25	21	-19	-24	25	21	-19	-24	18	11	-9	-16
V	805	752	768	716	805	752	768	716	815	727	793	706

PALO	SLU37	SLU38	SLU39	SLU40	SLV1	SLV2	SLV3	SLV4	SLV5	SLV6
1	2873	2972	2855	2954	792	833	2385	2426	2158	2199
2	2757	2870	2791	2904	778	825	2104	2151	2146	2193
3	2640	2768	2726	2854	765	818	1824	1877	2133	2186
4	2523	2665	2662	2804	752	811	1544	1603	2121	2180
5	3138	2934	3060	2856	2026	1941	2426	2342	2145	2060
6	3021	2832	2995	2806	2013	1934	2146	2067	2133	2054
7	2905	2730	2931	2756	1999	1927	1866	1793	2120	2047
8	2788	2628	2866	2706	1986	1919	1586	1519	2108	2041
9	3403	2897	3264	2759	3260	3050	2468	2258	2132	1921
10	3286	2795	3199	2709	3247	3042	2188	1983	2119	1915
11	3169	2693	3135	2659	3233	3035	1908	1709	2107	1909
12	3053	2591	3070	2609	3220	3028	1627	1435	2094	1902
Nmax	3403	2972	3264	2954	3260	3050	2468	2426	2158	2199
TAGLI										
taglio Vx	815	727	793	706	1063	1027	517	480	517	480
taglio Vy	18	11	-9	-16	6	3	247	244	6	3
V	815	727	793	706	1063	1027	573	539	517	480

RIEPILOGO			
Statica	Nmax	Nmin	Vmax
SPA	3491	2506	830
Sismica	Nmax	Nmin	Vmax
SPA	3260	752	1063

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 Fosso Mumia
	Relazione di Calcolo Spalle
	Pagina 19 di 74
	Nome file: VI03-B-CL008_A.00_relazione calcolo spalle_DX.doc

3.1.6 Combinazioni di carico SLE

Di seguito si riporta la matrice dei coefficienti di combinazioni adottate per le verifiche la cui simbologia fa riferimento a:

- SLE_F combinazioni frequenti agli stati limiti di esercizio
- SLE_QP combinazioni quasi permanente agli stati limiti di esercizio

Tabella 4: Matrice dei coefficienti comb. frequente

	S.L.E. F1	S.L.E. F2	S.L.E. F3	S.L.E. F4	S.L.E. F5	S.L.E. F6	S.L.E. F7	S.L.E. F8
g1-imp	1	1	1	1	1	1	1	1
g1-sp	1	1	1	1	1	1	1	1
g2-imp	1	1	1	1	1	1	1	1
g2-sp	1	1	1	1	1	1	1	1
g3-sp	1	1	1	1	1	1	1	1
e2-imp	1	1	1	1	1	1	1	1
e3-imp	0.60	-0.60	0.60	-0.60	0.60	-0.60	0.60	-0.60
q1.1-imp	0.75	0.75	0.75	0.75	0	0	0	0
q1.2-imp	0	0	0	0	-0.75	-0.75	-0.75	-0.75
q1t-sp	0.75	0.75	0.75	0.75	0.75	0.75	0.75	0.75
q3-imp	0	0	0	0	0	0	0	0
q4-imp	0	0	0	0	0	0	0	0
q5-imp	0.20	0.20	-0.20	-0.20	0.20	0.20	-0.20	-0.20
q6.1x-imp	0	0	0	0	0	0	0	0
q6.1y-imp	0	0	0	0	0	0	0	0
q6.1z-imp	0	0	0	0	0	0	0	0
q6.1x-sp	0	0	0	0	0	0	0	0
q6.2x-sp	0	0	0	0	0	0	0	0
q6.2y-sp	0	0	0	0	0	0	0	0
q6.2z-sp	0	0	0	0	0	0	0	0
q7-imp	0.60	0.60	0.60	0.60	0.60	0.60	0.60	0.60

Tabella 5: Matrice dei coefficiente comb. Quasi permanente

	S.L.E. QP1	S.L.E. QP2
g1-imp		
g1-sp	1	1
g2-imp	1	1
g2-sp	1	1
g3-sp	1	1
e2-imp	1	1
e3-imp	1	1
q1.1-imp	0.50	-0.50
q1.2-imp	0	0
q1t-sp	0	0
q3-imp	0	0
q4-imp	0	0
q5-imp	0	0
q6.1x-imp	0	0
q6.1y-imp	0	0
q6.1z-imp	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 Fosso Mumia
	Relazione di Calcolo Spalle
	Pagina 20 di 74
	Nome file: V103-B-CL008_A.00_relazione calcolo spalle_DX.doc

q6.1x-sp	0	0
q6.2x-sp	0	0
q6.2y-sp	0	0
q6.2z-sp	0	0
q7-imp	0	0
g1-imp	0.60	0.60

3.1.7 Calcolo azione sui pali agli SLE della SPA_dx

Combinazione Frequente

SFORZO NORMALE N								
PALO	S.L.E. F1	S.L.E. F2	S.L.E. F3	S.L.E. F4	S.L.E. F5	S.L.E. F6	S.L.E. F7	S.L.E. F8
1	2125	2174	2121	2170	1815	1864	1811	1860
2	2072	2128	2080	2136	1863	1919	1870	1927
3	2019	2083	2038	2102	1910	1974	1930	1993
4	1966	2037	1996	2068	1958	2029	1989	2060
5	2285	2184	2268	2166	1921	1819	1904	1802
6	2232	2138	2227	2132	1969	1874	1963	1868
7	2179	2092	2185	2098	2016	1929	2022	1935
8	2126	2046	2144	2064	2064	1984	2081	2002
9	2446	2193	2415	2162	2027	1774	1996	1744
10	2393	2148	2374	2128	2075	1829	2055	1810
11	2340	2102	2332	2094	2122	1884	2115	1877
12	2287	2056	2291	2060	2170	1939	2174	1943
Nmax	2446	2193	2415	2170	2170	2029	2174	2060
TAGLI								
taglio Vx	588	544	583	540	588	544	583	539
taglio Vy	5	2	0	-4	5	2	0	-4
V	588	544	583	540	588	544	583	539

RIEPILOGO SLE_F		
Nmax	Nmin	Vmax
2446	1744	588

Combinazione Quasi Permanente

SFORZO NORMALE N		
PALO	S.L.E. QP1	S.L.E. QP2
1	1995	2036
2	1990	2037
3	1984	2037
4	1979	2038
5	2012	1927
6	2007	1928
7	2001	1929
8	1996	1929
9	2029	1819

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 Fosso Mumia
	Relazione di Calcolo Spalle
	Pagina 21 di 74
	Nome file: VI03-B-CL008_A.00_relazione calcolo spalle_DX.doc

10	2024	1819
11	2018	1820
12	2013	1821
Nmax	2029	2038
TAGLI		
taglio Vx	508	472
taglio Vy	2	-1
V	508	472

RIEPILOGO SLE_QP		
Nmax	Nmin	Vmax
2038	1819	508

3.2 SPALLA B

3.2.1 Azioni trasmesse dall'impalcato

Le azioni trasmesse dall'impalcato alle spalle sono state determinate attraverso la risoluzione del modello di calcolo agli elementi finiti del viadotto descritto nella relazione di calcolo delle pile. Tali azioni sono riepilogate nel seguente prospetto. Le azioni riportate sono riferite al baricentro appoggi.

Azioni trasmesse dall'impalcato (riferite al baricentro appoggi)

	Fx	Fy	Fz	Mx	My	
	[kN]	[kN]	[kN]	[kNm]	[kNm]	
g1	1	0	1430	31	8	peso proprio impalcato
g2	0	0	322	7	2	permanenti portati
e2	99	24	474	42	73	ritiro
e3	443	109	896	119	359	carico termico
q1.1	4	0	1934	2884	750	carico mobile - configurazione 1 (massima azione verticale)
q1.2	4	0	1479	4158	1082	carico mobile - configurazione 2 (massimo momento trasversale)
q3	114	28	0	22	91	frenatura
q4	1	2	0	1	1	azione centrifuga
q5	124	199	1	252	75	azione del vento trasversale
q6.1x	334	75	22	71	267	sisma longitudinale
q6.1y	108	158	24	156	92	sisma trasversale
q6.1z	101	50	73	50	81	sisma verticale
q7	18	0	0	0	0	azione parassita dei vincoli

3.2.2 Azioni trasmesse dalla spalla

Peso proprio spalla (g1)

γ_{cls}	=	25 kN/m ³	peso specifico calcestruzzo
g1.1	=	5702.4 kN	plinto di fondazione
g1.2	=	2231.3 kN	muro frontale
g1.3	=	1929.7 kN	muro paraghiaia
g1.4	=	675.6 kN	muro laterale sx

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 Fosso Mumia
	Relazione di Calcolo Spalle
	Pagina 22 di 74
	Nome file: VI03-B-CL008_A.00_relazione calcolo spalle_DX.doc

g1.5	=	675.6 kN	muro laterale dx
g1.6	=	0.0 kN	bandiera sx
g1.7	=	0.0 kN	bandiera dx
g1.8	=	9.1 kN	baggioli
g1.9	=	10.3 kN	apparecchi di appoggio
g1.10	=	0.0 kN	elemento 1
g1.11	=	0.0 kN	elemento 2
Fz	=	11234.0 kN	azione verticale
x	=	4.52 m	coordinata x punto di applicazione
y	=	0.00 m	coordinata y punto di applicazione
z	=	-3.17 m	coordinata z punto di applicazione

Peso terreno su fondazione (g2)

γ_t	=	18 kN/m ³	peso dell'unità di volume del terreno
V	=	391.9 m ³	volume di terreno sopra fondazione
Fz	=	7053.8 kN	peso del terreno
x	=	2.30 m	coordinata x punto di applicazione
y	=	0.00 m	coordinata y punto di applicazione
z	=	-5.47 m	coordinata z punto di applicazione

Spinta del terreno (g3)

γ	=	18 kN/m ³	peso dell'unità di volume del terreno
ϕ	=	35 °	angolo di attrito del terreno
Ka	=	0.271	coefficiente di spinta attiva
K0	=	0.426	coefficiente di spinta a riposo
K	=	0.426	coefficiente di spinta adottato
H	=	9.14 m	altezza di spinta terreno (rispetto a intradosso plinto)
B	=	12.75 m	larghezza trasversale interessata dalla spinta (y-y)
Fx	=	4091.3 kN	spinta del terreno
x	=	0.00 m	coordinata x punto di applicazione
y	=	0.00 m	coordinata y punto di applicazione
z	=	-3.05 m	coordinata z punto di applicazione

Effetti del sovraccarico stradale sul rilevato (q1.t)

Incremento di spinta

q	=	20.00 kPa	sovraccarico stradale
ϕ	=	35 °	angolo di attrito del terreno
K	=	0.426	coefficiente di spinta
H	=	9.14 m	altezza di spinta terreno
B	=	12.75 m	larghezza trasversale interessata dalla spinta (y-y)
Fx	=	994.3 kN	spinta del terreno per effetto del sovraccarico
x	=	0.00 m	coordinata x punto di applicazione
y	=	0.00 m	coordinata y punto di applicazione
z	=	-4.57 m	coordinata z punto di applicazione

Incremento di azione verticale

Bx	=	4.60 m	lunghezza del plinto interessata dal sovraccarico
Fz	=	1173.0 kN	risultante verticale sovraccarico
x	=	2.30 m	coordinata x punto di applicazione
y	=	0.00 m	coordinata y punto di applicazione
z	=	-1.80 m	coordinata z punto di applicazione

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 Fosso Mumia
	Relazione di Calcolo Spalle
	Pagina 23 di 74
	Nome file: VI03-B-CL008_A.00_relazione calcolo spalle_DX.doc

Azioni sismiche (q6)

parametri sismici

a_g	=	0.087	g	accelerazione di picco
S_S	=	1.50		coefficiente di amplificazione stratigrafica
S_T	=	1.00		coefficiente di amplificazione topografica
S	=	1.50		
β_m	=	1.00		coefficiente di riduzione dell'accelerazione massima
a_{max}	=	0.131	g	accelerazione massima
K_h	=	0.131		coefficiente sismico orizzontale
K_v	=	0.065		coefficiente sismico verticale

Incremento di spinta terreno in fase sismica (q6.1)

γ	=	18	kN/m ³	peso dell'unità di volume del terreno
H	=	9.14	m	altezza di spinta terreno
B	=	12.75	m	larghezza trasversale interessata dalla spinta (y-y)
ΔP	=	2504.2		incremento di spinta in fase sismica (ipotesi di struttura rigida)

Ipotesi di struttura flessibile

ϕ	=	35	°	angolo di attrito
ψ	=	90	°	angolo di inclinazione rispetto all'orizzontale della parete del muro rivolta a monte
β	=	0	°	angolo di inclinazione rispetto all'orizzontale della superficie del terrapieno
δ	=	0	°	angolo di resistenza a taglio tra terreno-muro angolo definito per livello di falda al di sotto
θ	=	6.99	°	dell'opera di sostegno dalla relazione $\tan(\theta) = Kh/(1+Kv)$
$K1$	=	0.613		coefficiente di spinta del terreno (statico + dinamico) per $\beta < \phi - \psi$
$K2$	=	0.791		coefficiente di spinta del terreno (statico + dinamico) per $\beta > \phi - \psi$
K	=	0.613		coefficiente di spinta del terreno (statico + dinamico) effettivo
E_d	=	6268	kN	spinta terreno in fase sismica (Mononobe-Okabe)
ΔS	=	2176.3	kN	incremento di spinta in fase sismica (ipotesi struttura flessibile)

Valore adottato

ΔP	=	2504.2	kN	incremento di spinta terreno in fase sismica
x	=	0.00	m	coordinata x punto di applicazione
y	=	0.00	m	coordinata y punto di applicazione
z	=	-4.57	m	coordinata z punto di applicazione

Forze d'inerzia (q6.2)

	forza d'inerzia	coord x p.to di applicaz	coord y p.to di applicaz	coord z p.to di applicaz
	Fi	x	y	z
plinto	744	4.80	0.00	-0.90
muro frontale	291	5.60	0.00	-3.55
paraghiaia	252	4.00	0.00	-7.82
muro laterale sx	88	2.30	5.98	-5.47
muro laterale dx	88	2.30	-5.98	-5.47
bandiera sx	0	-1.40	5.63	-7.88
bandiera dx	0	-0.50	-5.88	-8.64
baggioli	1	5.60	0.00	-5.38
apparecchi di appoggio	1	5.60	0.00	-5.63

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 Fosso Mumia
	Relazione di Calcolo Spalle
	Pagina 24 di 74
	Nome file: VI03-B-CL008_A.00_relazione calcolo spalle_DX.doc

elemento 1	0	4.55	4.75	-7.90
elemento 2	0	4.55	-4.75	-7.90
terreno su plinto	921	2.30	0.00	-5.47
risultante intradosso plinto	2387	3.67	0.00	-4.06
risultante base muro frontale	722	4.23	0.00	-5.51

3.2.3 Riepilogo sollecitazioni rispetto a baricentro pali

Conoscendo le sollecitazioni in prossimità della sezione di base del muro frontale si possono facilmente ricavare le sollecitazioni agenti sulla palificata.

Nella tabella seguente vengono riepilogate le azioni trasmesse in fondazione dalla spalla e dall'impalcato. Dette azioni sono riferite al baricentro della palificata.

Coordinate baricentro pali
x = 4.80 m coordinata x
y = 0.00 m coordinata y
z = 0.00 m coordinata z

	Fx	Fy	Fz	Mx	My	
	[kN]	[kN]	[kN]	[kNm]	[kNm]	
g1-imp	1	0	1430	32	-1139	peso proprio impalcato
g1-sp	0	0	11234	0	3117	peso proprio spalla
g2-imp	0	0	322	7	-257	permanenti portati su impalcato
g2-sp	0	0	7054	0	17634	terreno su plinto spalla
g3-sp	4091	0	0	0	-12470	spinta del terreno su spalla
e2-imp	99	24	474	179	-863	ritiro
e3-imp	443	109	896	732	-2848	carico termico differenziale
q1.1-imp	4	0	1934	2887	-818	carico mobile - configurazione 1 (massima azione verticale)
q1.2-imp	4	0	1479	4160	-122	carico mobile - configurazione 2 (massimo momento trasversale)
q1t-sp	994	0	1173	0	-1613	effetti del sovraccarico variabile sulla spalla
q3-imp	114	28	0	180	-548	frenatura su impalcato
q4-imp	1	2	0	10	-5	azione centrifuga su impalcato
q5-imp	124	199	1	1374	-624	azione del vento trasversale su impalcato
q6.1x-imp	334	75	22	495	-1629	sisma 1 impalcato
q6.1y-imp	108	158	24	1044	-534	sisma 2 impalcato
q6.1z-imp	101	50	73	332	-544	sisma 3 impalcato
q6.1x-sp	2504	0	0	0	-11449	incremento di spinta terreno in fase sismica
q6.2x-sp	2387	0	0	0	-9689	forze d'inerzia longitudinali
q6.2y-sp	0	2387	0	9689	0	forze d'inerzia trasversali
q6.2z-sp	0	0	1193	0	1354	forze d'inerzia verticali
q7-imp	18	0	0	0	-99	azione parassita dei vincoli

3.2.4 Combinazioni di carico SLU

Nelle verifiche nei confronti degli stati limiti ultimi strutturali (STR) si adotta l'APPROCCIO 2 che prevede un' unica combinazione dei gruppi di coefficienti parziali.

La matrice dei coefficienti di combinazioni adottate per le verifiche è la stessa utilizzata per le verifiche della Spalla A.

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 Fosso Mumia
	Relazione di Calcolo Spalle
	Pagina 25 di 74
	Nome file: VI03-B-CL008_A.00_relazione calcolo spalle_DX.doc

3.2.5 Calcolo azioni sui pali agli SLU della SPB_dx

SFORZO NORMALE N												
PALO	SLU1	SLU2	SLU3	SLU4	SLU5	SLU6	SLU7	SLU8	SLU9	SLU10	SLU11	SLU12
1	2949	2955	2919	2925	2978	2984	2948	2954	2842	2848	2812	2818
2	2839	2864	2855	2880	2836	2862	2852	2878	2745	2770	2761	2786
3	2729	2774	2791	2836	2695	2740	2757	2801	2648	2693	2710	2755
4	2620	2684	2727	2791	2553	2617	2661	2725	2552	2616	2659	2723
5	2870	2733	2801	2664	2866	2730	2798	2661	2763	2626	2694	2557
6	2760	2643	2737	2620	2725	2608	2702	2584	2666	2549	2643	2526
7	2650	2553	2673	2575	2583	2485	2606	2508	2570	2472	2592	2494
8	2541	2462	2609	2531	2442	2363	2510	2432	2473	2395	2541	2463
9	2791	2512	2683	2404	2755	2476	2647	2368	2684	2405	2576	2297
10	2681	2421	2619	2359	2613	2354	2551	2291	2587	2328	2525	2265
11	2571	2331	2555	2315	2472	2231	2455	2215	2491	2250	2474	2234
12	2462	2241	2491	2270	2330	2109	2360	2139	2394	2173	2423	2203
Nmax	2949	2955	2919	2925	2978	2984	2948	2954	2842	2848	2812	2818
TAGLI												
taglio Vx	620	567	601	548	620	567	601	548	606	553	587	534
taglio Vy	24	11	-6	-19	24	11	-6	-19	27	14	-2	-15
V	620	567	601	548	620	567	601	548	606	553	587	534

PALO	SLU13	SLU14	SLU15	SLU16	SLU17	SLU18	SLU19	SLU20	SLU21	SLU22	SLU23	SLU24
1	2864	2869	2834	2840	2863	2869	2833	2839	2885	2891	2855	2861
2	2743	2768	2759	2784	2771	2796	2787	2812	2769	2794	2785	2810
3	2623	2667	2684	2729	2679	2724	2741	2785	2653	2698	2715	2760
4	2502	2566	2610	2674	2587	2651	2695	2759	2537	2602	2645	2709
5	2760	2624	2691	2555	2756	2619	2687	2550	2753	2616	2684	2548
6	2640	2522	2617	2499	2664	2547	2641	2523	2637	2520	2614	2497
7	2519	2421	2542	2444	2572	2474	2595	2497	2522	2424	2544	2446
8	2399	2320	2467	2389	2480	2402	2548	2470	2406	2327	2474	2396
9	2657	2378	2549	2270	2649	2369	2541	2261	2621	2342	2514	2234
10	2536	2277	2474	2215	2557	2297	2494	2235	2506	2246	2444	2184
11	2416	2176	2399	2159	2465	2224	2448	2208	2390	2150	2373	2133
12	2295	2074	2325	2104	2373	2152	2402	2181	2274	2053	2303	2083
Nmax	2864	2869	2834	2840	2863	2869	2833	2839	2885	2891	2855	2861
TAGLI												
taglio Vx	606	553	587	534	592	539	573	520	592	539	573	520
taglio Vy	27	14	-2	-16	24	11	-6	-19	24	11	-6	-19
V	606	553	587	534	592	539	573	520	592	539	573	520

PALO	SLU25	SLU26	SLU27	SLU28	SLU29	SLU30	SLU31	SLU32	SLU33	SLU34	SLU35	SLU36
1	2873	2879	2823	2829	2895	2900	2845	2851	2861	2870	2831	2841
2	2766	2791	2792	2818	2764	2789	2790	2816	2763	2805	2779	2821
3	2659	2704	2762	2806	2633	2678	2736	2781	2665	2739	2726	2801
4	2552	2616	2731	2795	2502	2566	2681	2746	2566	2673	2674	2781
5	2778	2642	2664	2527	2776	2639	2661	2524	2801	2573	2732	2504

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 Fosso Mumia
	Relazione di Calcolo Spalle
	Pagina 26 di 74
	Nome file: VI03-B-CL008_A.00_relazione calcolo spalle_DX.doc

6	2671	2554	2633	2516	2645	2528	2606	2489	2703	2507	2680	2484
7	2564	2467	2602	2504	2514	2416	2552	2454	2605	2442	2627	2464
8	2457	2379	2572	2493	2383	2305	2497	2419	2506	2376	2575	2444
9	2684	2405	2504	2225	2657	2378	2477	2198	2741	2276	2633	2168
10	2577	2317	2473	2214	2526	2266	2422	2163	2643	2210	2581	2148
11	2470	2230	2443	2203	2395	2155	2368	2128	2545	2144	2528	2128
12	2363	2142	2412	2191	2264	2044	2313	2093	2446	2079	2476	2108
Nmax	2873	2879	2823	2829	2895	2900	2845	2851	2861	2870	2831	2841
TAGLI												
taglio Vx	598	545	567	514	598	545	567	514	609	521	591	502
taglio Vy	34	21	-16	-29	34	21	-16	-29	28	7	-2	-23
V	599	545	567	515	599	545	567	515	610	521	591	503

PALO	SLU37	SLU38	SLU39	SLU40	SLV1	SLV2	SLV3	SLV4	SLV5	SLV6
1	2883	2892	2853	2862	1146	1150	2202	2206	2063	2067
2	2761	2803	2777	2819	1126	1143	1993	2010	2047	2064
3	2639	2713	2700	2775	1106	1137	1783	1814	2030	2061
4	2517	2624	2624	2731	1086	1130	1573	1618	2013	2057
5	2798	2570	2730	2502	1779	1684	2063	1968	1878	1783
6	2676	2481	2653	2458	1759	1677	1854	1772	1861	1779
7	2554	2391	2577	2414	1739	1671	1644	1576	1844	1776
8	2432	2302	2501	2370	1719	1664	1434	1380	1827	1773
9	2714	2249	2606	2141	2412	2218	1924	1730	1692	1498
10	2592	2159	2530	2097	2392	2211	1715	1534	1675	1495
11	2470	2069	2453	2053	2372	2205	1505	1338	1658	1491
12	2348	1980	2377	2009	2352	2198	1295	1142	1641	1488
Nmax	2883	2892	2853	2862	2412	2218	2202	2206	2063	2067
TAGLI										
taglio Vx	609	521	591	502	804	767	378	341	377	340
taglio Vy	28	7	-2	-23	13	4	219	210	11	2
V	610	521	591	503	804	767	436	400	377	340

RIEPILOGO			
Statica	Nmax	Nmin	Vmax
SPB	2984	1980	620
Sismica	Nmax	Nmin	Vmax
SPB	2412	1086	804

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 Fosso Mumia
	Relazione di Calcolo Spalle
	Pagina 27 di 74
	Nome file: VI03-B-CL008_A.00_relazione calcolo spalle_DX.doc

3.2.6 Combinazioni di carico SLE

La matrice di combinazione utilizzata per le verifiche agli SLE è la stessa utilizzata per la Spalla A

3.2.7 Calcolo azione sui pali agli SLE della SPB_dx

Combinazione Frequente

SFORZO NORMALE N								
PALO	S.L.E. F1	S.L.E. F2	S.L.E. F3	S.L.E. F4	S.L.E. F5	S.L.E. F6	S.L.E. F7	S.L.E. F8
1	2115	2119	2108	2113	1779	1784	1772	1777
2	2057	2078	2061	2082	1819	1840	1823	1844
3	2000	2037	2014	2051	1860	1897	1874	1911
4	1943	1996	1966	2020	1901	1954	1924	1978
5	2034	1921	2019	1905	1674	1560	1659	1545
6	1977	1879	1972	1874	1715	1617	1710	1612
7	1920	1838	1925	1843	1755	1674	1760	1679
8	1862	1797	1878	1812	1796	1731	1811	1746
9	1954	1722	1930	1698	1570	1337	1546	1313
10	1897	1681	1883	1667	1610	1394	1597	1380
11	1840	1640	1836	1636	1651	1451	1647	1447
12	1782	1599	1789	1605	1691	1508	1698	1514
Nmax	2115	2119	2108	2113	1901	1954	1924	1978
TAGLI								
taglio Vx	437	392	433	388	436	392	432	388
taglio Vy	11	0	4	-7	11	0	4	-7
V	437	392	433	388	436	392	432	388

RIEPILOGO SLE_F		
Nmax	Nmin	Vmax
2119	1313	437

Combinazione Quasi Permanente

SFORZO NORMALE N		
PALO	S.L.E. QP1	S.L.E. QP2
1	1921	1925
2	1910	1927
3	1899	1930
4	1888	1933
5	1763	1668
6	1752	1671
7	1741	1674
8	1731	1676
9	1605	1412
10	1595	1414
11	1584	1417
12	1573	1420

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 Fosso Mumia
	Relazione di Calcolo Spalle
	Pagina 28 di 74
	Nome file: VI03-B-CL008_A.00_relazione calcolo spalle_DX.doc

Nmax	1921	1933
TAGLI		
taglio Vx	369	332
taglio Vy	7	-2
V	369	332

RIEPILOGO SLE_QP		
Nmax	Nmin	Vmax
1933	1412	369

4 VERIFICA DI RESISTENZA DEI PALI (SLU)

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

4.1 PALO PIÙ SOLLECITATO DELLA SPA_DX

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

L	=	25 m	lunghezza palo
E	=	33019 MPa	modulo elastico calcestruzzo
D	=	1200 mm	diametro palo
J	=	101787601976 mm ⁴	momento d'inerzia del palo
K	=	13000 kN/m ³	costante di reazione del terreno
B	=	1800 mm	larghezza efficace del palo
E _s	=	23400 kN/m ²	modulo di elasticità del terreno
l	=	4.90 m	lunghezza elastica del palo
h	=	0.00 m	altezza tratto libero
Vmax	=	1063.0 kN	taglio alla testa del palo
N	=	752.0 kN	sforzo assiale alla testa del palo
M_{max}	=	2602 kNm	massimo momento flettente

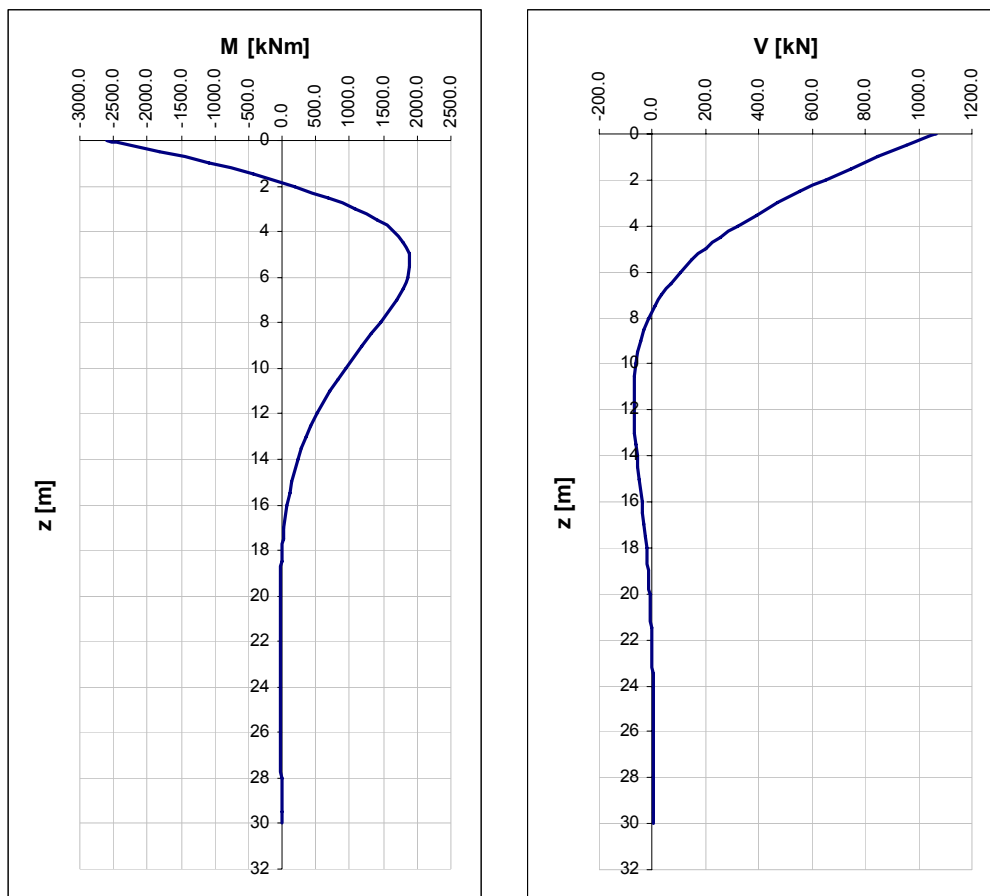


Figura 5: Momento flettente e Taglio lungo il fusto del palo

4.1.1 Verifica per tensioni normali

	Z_{in} [m]	Z_{fin} [m]	L_{gabbia} [m]	c' [cm]	\emptyset [mm]	n	s [cm]	M_{Ed} [kN*m]	N_{Ed} [kN]	M_{res} [kN*m]	FS
gabbia n.1	-1.3	10.7	12	5	26	30	11.5	2602	752.0	3123	1.20 OK
gabbia n.2	9.4	21.4	12	5	16	18	19.2	768.00	752	1064	1.39 OK

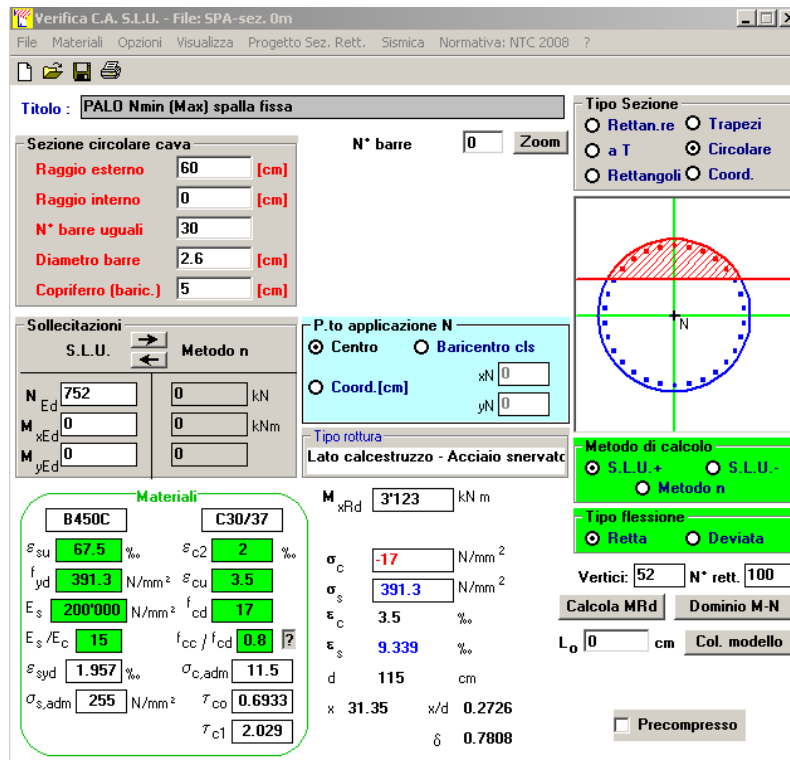


Figura 6: Verifica a presso-flessione

4.1.2 Verifica a taglio

Sollecitazioni

V_{Sd}	=	1063	kN	taglio di calcolo
N_{Sd}	=	752	kN	sforzo normale i calcolo

Materiali

Calcestruzzo

R_{ck}	=	37	MPa	resistenza caratteristica cubica
f_{ck}	=	30.7	MPa	resistenza caratteristica cilindrica
α_{cc}	=	0.85		coefficiente riduttivo per resistenze di lunga durata
γ_c	=	1.5		coefficiente parziale di sicurezza
f_{cd}	=	17.40	MPa	resistenza di calcolo a compressione

Acciaio

f_{yk}	=	450.00	MPa	tensione caratteristica di snervamento
γ_s	=	1.15		coefficiente parziale di sicurezza
f_{yd}	=	391.30	MPa	tensione di snervamento di calcolo

Geometria

D	=	1200	mm	diametro palo
c	=	50	mm	copriferro
d	=	1150	mm	altezza utile
b_{we}	=	1080	mm	base equivalente
d_e	=	892	mm	altezza utile equivalente

Verifica per elementi sprovvisti di armatura a taglio

n_l	=	30		numero ferri longitudinali
\varnothing_l	=	26	mm	diametro ferri longitudinali

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 Fosso Mumia
	Relazione di Calcolo Spalle
	Pagina 31 di 74
	Nome file: VI03-B-CL008_A.00_relazione calcolo spalle_DX.doc

A_{sl}	=	15928	mm ²	armatura longitudinale
A_c	=	1130973.36	mm ²	area sezione cls
k	=	1.47		
σ_{cp}	=	0.6649	MPa	tensione media calcestruzzo $\leq 0,2f_{cd}$
ρ_1	=	0.01653	ok	rapporto geometrico di armatura longitudinale $\leq 0,02$
v_{min}	=	0.347		
V_{rd}	=	726.86	kN	taglio resistente
V_{Sd}	=	1063	kN	taglio di calcolo
FS	=	0.68	NO	se >1 verifica soddisfatta

Verifica per elementi provvisti di armatura a taglio

\varnothing_w	=	14	mm	diametro armatura resistente a taglio
α	=	90.00	°	angolo di inclinazione armatura trasversale
s	=	200.00	mm	passo staffe
n_{br}	=	2.0		numero bracci armatura trasversale
A_{sw}	=	307.88	mmq	area armatura trasversale posta nell'interasse s
b_{we}	=	1080.00	mm	larghezza minima sezione
f_{cd}	=	17.40	MPa	
ν	=	0.5		coeff. di riduzione f_{cd}
f'_{cd}	=	8.70	MPa	resistenza a compressione del cls ridotta
ω_{sw}	=	0.03205		% meccanica di armatura trasversale
α_c	=	1.03821		
$\cot(\theta)$	=	2.500		valore di calcolo
V_{Rsd}	=	1208.95	kN	Resistenza "taglio trazione"
V_{Rcd}	=	2700.82	kN	Resistenza "taglio compressione"
V_{Rd}	=	1208.95	kN	Resistenza a taglio
V_{Sd}	=	1063	kN	taglio di calcolo
FS	=	1.14	ok	se >1 verifica soddisfatta

Per la prima gabbia di armatura si prevede un' armatura trasversale resistente a taglio costituita da una spirale $\varnothing 14/20$ cm.

Per le successive gabbie si prevede armatura trasversale costituita da una spirale $\varnothing 10/30$ cm

4.2 PALO PIÙ SOLLECITATO DELLA SPB_DX

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

L	=	20	m	lunghezza palo
E	=	33019	MPa	modulo elastico calcestruzzo
D	=	1200	mm	diametro palo
J	=	101787601976	mm ⁴	momento d'inerzia del palo
K	=	13000	kN/m ³	costante di reazione del terreno
B	=	1800	mm	larghezza efficace del palo
E_s	=	23400	kN/m ²	modulo di elasticità del terreno
l	=	4.90	m	lunghezza elastica del palo
h	=	0.00	m	altezza tratto libero
V_{max}	=	804.0	kN	taglio alla testa del palo
N	=	1086.0	kN	sforzo assiale alla testa del palo
M_{max}	=	1968	kNm	massimo momento flettente

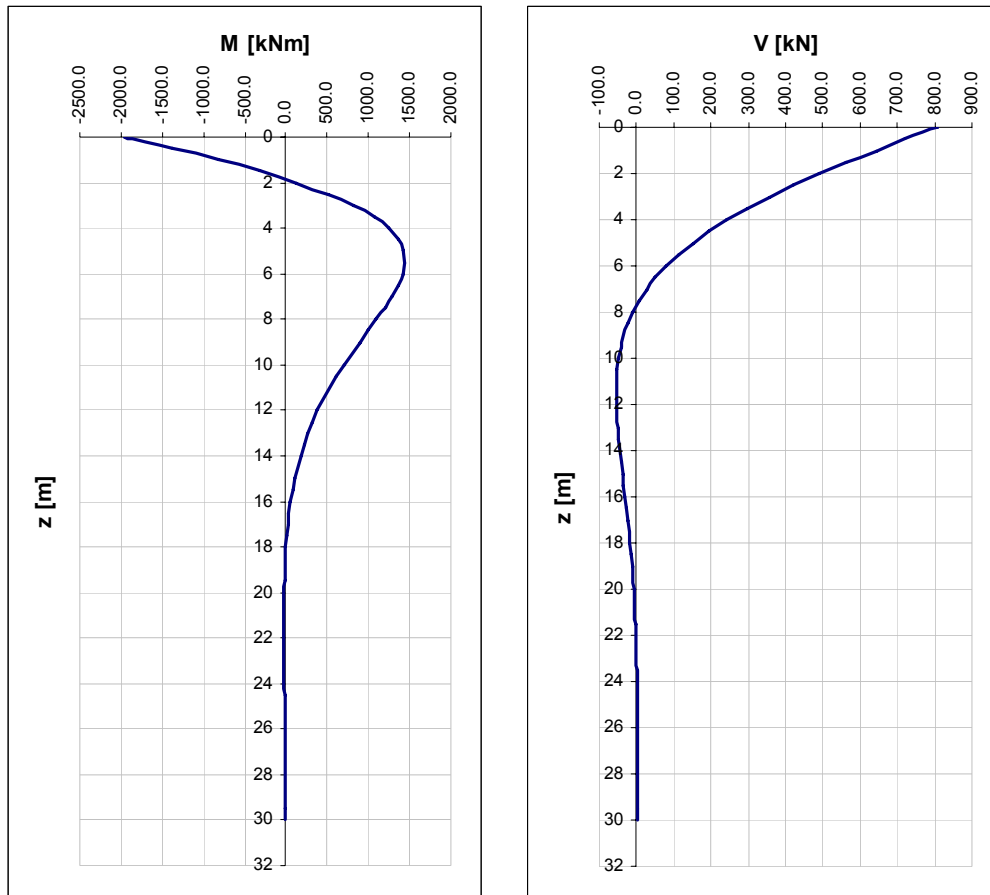


Figura 7: Momento flettente e Taglio lungo il fusto del palo

4.2.1 Verifica per tensioni normali

	Z_{in} [m]	Z_{fin} [m]	L_{gabbia} [m]	c' [cm]	\varnothing [mm]	n	s [cm]	M_{Ed} [kN*m]	N_{Ed} [kN]	M_{res} [kN*m]	FS	
gabbia n.1	-1	11	12	5	20	30	11.5	1969	1086.0	2199	1.12	OK
gabbia n.2	10	22	12	5	16	18	19.2	768.00	752	1064	1.39	OK

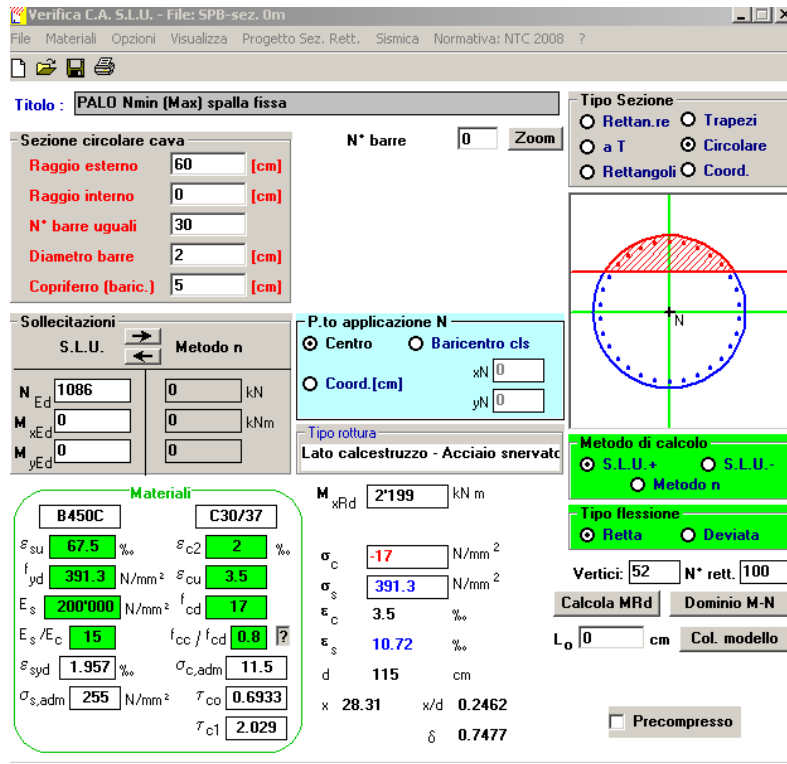


Figura 8: Verifica a presso-flessione

4.2.2 Verifica a taglio

Sollecitazioni

V_{Sd}	=	804	kN	taglio di caloclo
N_{Sd}	=	1086	kN	sforzo normale i calcolo

Materiali

Calcestruzzo

R_{ck}	=	37	MPa	resistenza caratteristica cubica
f_{ck}	=	30.7	MPa	resistenza caratteristica cilindrica
α_{cc}	=	0.85		coefficiente riduttivo per resistenze di lunga durata
γ_c	=	1.5		coefficiente parziale di sicurezza
f_{cd}	=	17.40	MPa	resistenza di calcolo a compressione

Acciaio

f_{yk}	=	450.00	MPa	tensione caratteristica di snervamento
γ_s	=	1.15		coefficiente parziale di sicurezza
f_{yd}	=	391.30	MPa	tensione di snervamento di calcolo

Geometria

D	=	1200	mm	diametro palo
c	=	50	mm	copriferro
d	=	1150	mm	altezza utile
b_{we}	=	1080	mm	base equivalente
d_e	=	892	mm	altezza utile equivalente

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 Fosso Mumia
	Relazione di Calcolo Spalle
	Pagina 34 di 74
	Nome file: VI03-B-CL008_A.00_relazione calcolo spalle_DX.doc

Verifica per elementi sprovvisti di armatura a taglio

n_l	=	30		numero ferri longitudinali
\varnothing_l	=	20	mm	diametro ferri longitudinali
A_{sl}	=	9425	mm ²	armatura longitudinale
A_c	=	1130973.36	mm ²	area sezione cls
k	=	1.47		
σ_{cp}	=	0.9602	MPa	tensione media calcestruzzo $\leq 0,2f_{cd}$
ρ_1	=	0.00978	ok	rapporto geometrico di armatura longitudinale $\leq 0,02$
v_{min}	=	0.347		
V_{rd}	=	668.31	kN	taglio resistente
V_{Sd}	=	804	kN	taglio di calcolo
FS	=	0.83	NO	se >1 verifica soddisfatta

Verifica per elementi provvisti di armatura a taglio

\varnothing_w	=	14	mm	diametro armatura resistente a taglio
α	=	90.00	°	angolo di inclinazione armatura trasversale
s	=	200.00	mm	passo staffe
n_{br}	=	2.0		numero bracci armatura trasversale
A_{sw}	=	307.88	mmq	area armatura trasversale posta nell'interasse s
b_{we}	=	1080.00	mm	larghezza minima sezione
f_{cd}	=	17.40	MPa	
ν	=	0.5		coeff. di riduzione f_{cd}
f'_{cd}	=	8.70	MPa	resistenza a compressione del cls ridotta
ω_{sw}	=	0.03205		% meccanica di armatura trasversale
αC	=	1.05518		
$\cot\theta$	=	2.500		valore di calcolo
V_{Rsd}	=	1208.95	kN	Resistenza "taglio trazione"
V_{Rcd}	=	2744.96	kN	Resistenza "taglio compressione"
V_{Rd}	=	1208.95	kN	Resistenza a taglio
V_{Sd}	=	804	kN	taglio di calcolo
FS	=	1.50	ok	se >1 verifica soddisfatta

Per la prima gabbia di armatura si prevede un' armatura trasversale resistente a taglio costituita da una spirale $\varnothing 14/20$ cm.

Per le successive gabbie si prevede armatura trasversale costituita da una spirale $\varnothing 10/30$ cm

5 VERIFICA ALLO STATO LIMITE DI FESSURAZIONE DEI PALI (SLE)

5.1 CARREGGIATA DESTRA

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.

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 Fosso Mumia
	Relazione di Calcolo Spalle
	Pagina 35 di 74
	Nome file: VI03-B-CL008_A.00_relazione calcolo spalle_DX.doc

5.2 PALO PIÙ SOLLECITATO DELLA SPA_DX

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.

condizioni ambientali aggressive
armature poco sensibili

Tabella 6: Tensioni di riferimento

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

5.2.1 Verifica allo stato limite di fessurazione combinazioni frequenti

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

L	=	25 m	lunghezza palo
E	=	33019 MPa	modulo elastico calcestruzzo
D	=	1200 mm	diametro palo
J	=	101787601976 mm ⁴	momento d'inerzia del palo
K	=	13000 kN/m ³	costante di reazione del terreno
B	=	1800 mm	larghezza efficace del palo
E _s	=	23400 kN/m ²	modulo di elasticità del terreno
l	=	4.90 m	lunghezza elastica del palo
h	=	0.00 m	altezza tratto libero
V _{max}	=	588.0 kN	taglio alla testa del palo
N	=	1966.0 kN	sforzo assiale alla testa del palo
M _{max}	=	1439 kNm	massimo momento flettente

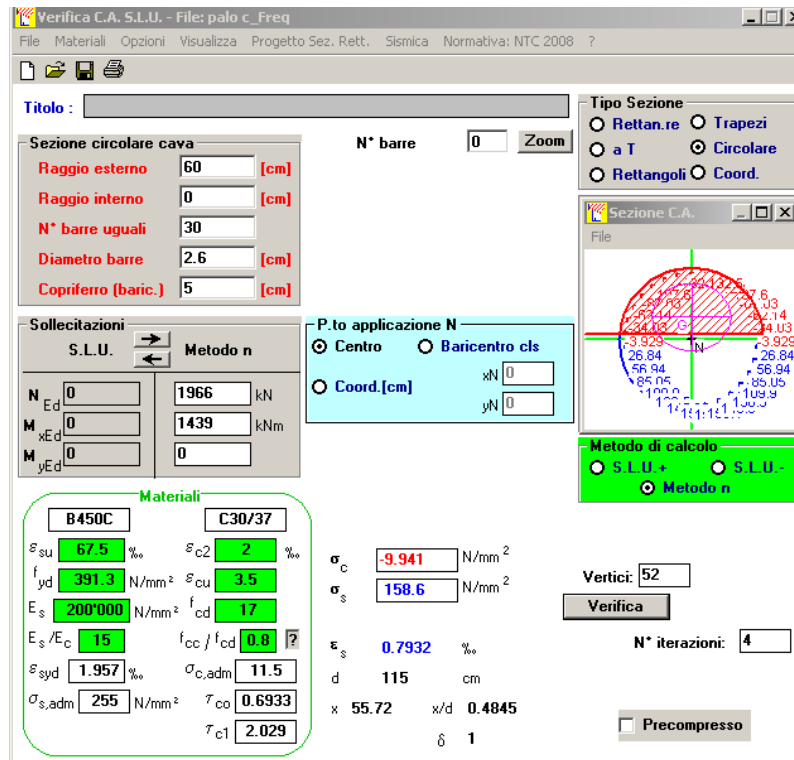


Figura 9: Stato tensionale

Comb. Frequente

$\sigma_{s,max}$	=	200	[MPa]	tensione massima acciaio da normativa
$\sigma_{Sd,max}$	=	158.6	[MPa]	tensione massima acciaio di calcolo
		158.60	verifica_ok	se >1 verifica soddisfatta

5.2.2 Verifiche allo stato limite di fessurazione combinazione quasi permanente

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

L	=	25	m	lunghezza palo
E	=	33019	MPa	modulo elastico calcestruzzo
D	=	1200	mm	diametro palo
J	=	101787601976	mm ⁴	momento d'inerzia del palo
K	=	13000	kN/m ³	costante di reazione del terreno
B	=	1800	mm	larghezza efficace del palo
E _s	=	23400	kN/m ²	modulo di elasticità del terreno
l	=	4.90	m	lunghezza elastica del palo
h	=	0.00	m	altezza tratto libero
V _{max}	=	508.0	kN	taglio alla testa del palo
N	=	1979.0	kN	sforzo assiale alla testa del palo
M _{max}	=	1244	kNm	massimo momento flettente

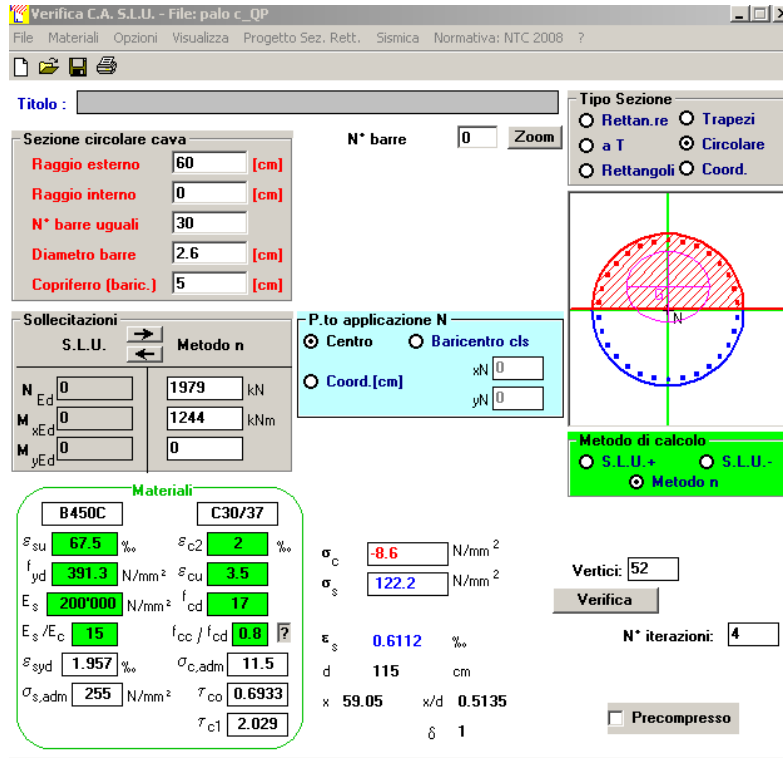


Figura 10: Stato tensionale

Quasi Permanente

$\sigma_{s,max}$	=	160	[MPa]	tensione massima acciaio da normativa
$\sigma_{Sd,max}$	=	122.2	[MPa]	tensione massima acciaio di calcolo
		1.31	verifica_ok	se >1 verifica soddisfatta

5.3 PALO PIÙ SOLLECITATO DELLA SPB_DX

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.

**condizioni ambientali aggressive
 armature poco sensibili**

Tabella 7: Tensioni di riferimento

	comb. FREQUENTE	comb. QUASI PERM.
Diametri massimi delle barre per il controllo della fessurazione		
σ_s	w2=0.30 mm	w1=0.20 mm
[MPa]	Ø	Ø
160	32	25
200	25	16
240	16	12
280	12	8
320	10	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 Fosso Mumia
	Relazione di Calcolo Spalle
	Pagina 38 di 74
	Nome file: VI03-B-CL008_A.00_relazione calcolo spalle_DX.doc

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	-

5.3.1 Verifica allo stato limite di fessurazione combinazioni frequenti

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

L	=	20 m	lunghezza palo
E	=	33019 MPa	modulo elastico calcestruzzo
D	=	1200 mm	diametro palo
J	=	101787601976 mm ⁴	momento d'inerzia del palo
K	=	13000 kN/m ³	costante di reazione del terreno
B	=	1800 mm	larghezza efficace del palo
E _s	=	23400 kN/m ²	modulo di elasticità del terreno
l	=	4.90 m	lunghezza elastica del palo
h	=	0.00 m	altezza tratto libero
V _{max}	=	437.0 kN	taglio alla testa del palo
N	=	1782.0 kN	sforzo assiale alla testa del palo
M _{max}	=	1070 kNm	massimo momento flettente

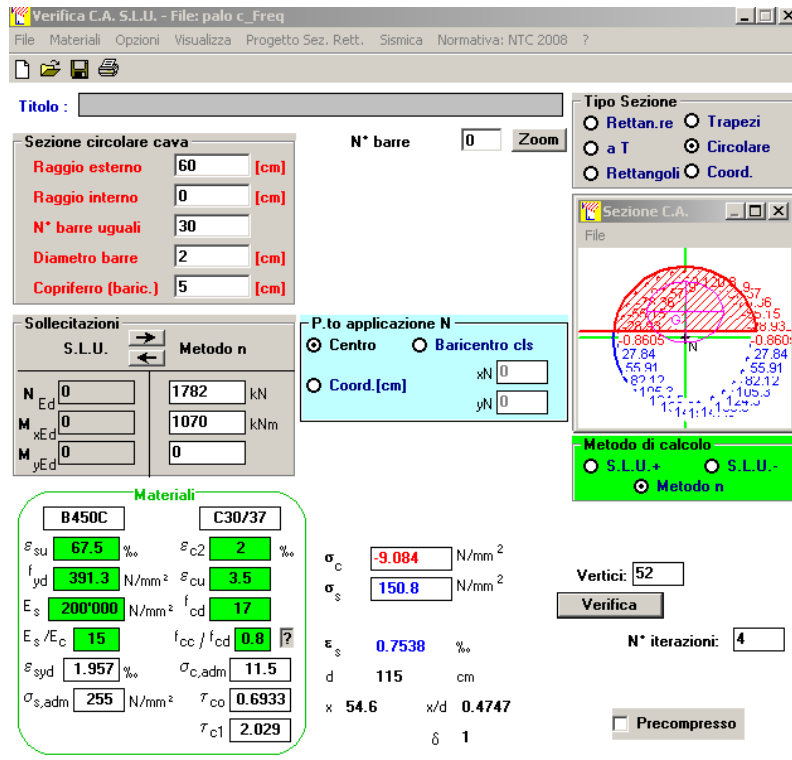


Figura 11: Stato tensionale

Comb. Frequente

$\sigma_{s,max}$	=	240	[MPa]	tensione massima acciaio da normativa
$\sigma_{Sd,max}$	=	150.8	[MPa]	tensione massima acciaio di calcolo
		1.59	verifica_ok	se >1 verifica soddisfatta

5.3.2 Verifiche allo stato limite di fessurazione combinazione quasi permanente

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

L	=	20	m	lunghezza palo
E	=	33019	MPa	modulo elastico calcestruzzo
D	=	1200	mm	diametro palo
J	=	101787601976	mm ⁴	momento d'inerzia del palo
K	=	13000	kN/m ³	costante di reazione del terreno
B	=	1800	mm	larghezza efficace del palo
E _s	=	23400	kN/m ²	modulo di elasticità del terreno
l	=	4.90	m	lunghezza elastica del palo
h	=	0.00	m	altezza tratto libero
V _{max}	=	369.0	kN	taglio alla testa del palo
N	=	1573.0	kN	sforzo assiale alla testa del palo
M _{max}	=	903	kNm	massimo momento flettente

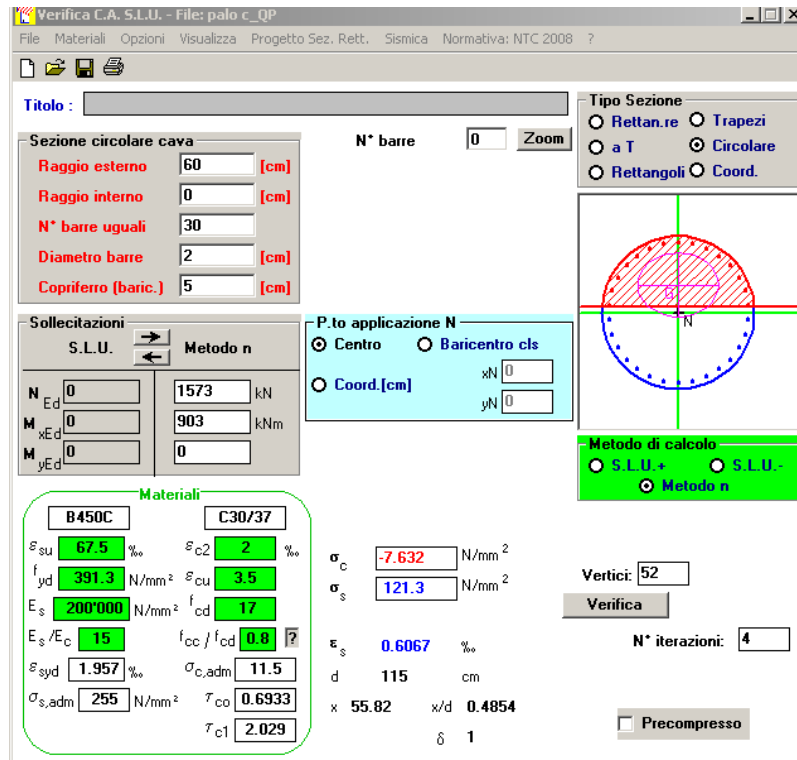


Figura 12: Stato tensionale

Quasi Permanente

$\sigma_{s,max}$	=	200	[MPa]	tensione massima acciaio da normativa
$\sigma_{Sd,max}$	=	121.3	[MPa]	tensione massima acciaio di calcolo
		1.65	verifica_ok	se >1 verifica soddisfatta

6 VERIFICA GEOTECNICA DEI PALI

In 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.

	SLN	TF	ENNa	SLN_n
peso secco γ_d (kN/m ³)	20.3	20.3	19.1	22.6
peso saturo γ_{sat} (kN/m ³)	20.3	20.3	19.1	22.6
coesione non dren. cu (kPa)	63	63	172	182
coesione dren. c' (kPa)	43	43	64	23
angolo attrito phi' (°)	17	17	18	20

Tabella 8: Parametri fisico-meccanici usati nelle verifiche geotecniche

6.1 CARICO LIMITE VERTICALE DEL PALO PIU' CARICATO

6.1.1 Criteri di calcolo del carico limite verticale

Il carico limite verticale Q_{lim} dei singoli pali (trivellati) è stato calcolato in condizioni non drenate e drenate in funzione del diametro d e della lunghezza L dei pali. 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 in Tabella

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

Tabella 9: Valori del coefficiente α in funzione di c_u

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

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

e il coefficiente di attrito $\mu = \tan \varphi'$

Si osserva che in condizioni drenate, *al fine di limitare i cedimenti*, si è volutamente considerato un ridotto contributo della resistenza alla punta (è infatti noto che tale resistenza si mobilita per cedimenti prossimi al 25% del diametro del palo) considerando N_q i valori desunti dal grafico riportato in Figura.

Riguardo N_c , invece, si è assunto in condizioni non drenate $N_c=9$ e in condizioni drenate N_c è stato determinato con la relazione:

$$N_c = (N_q - 1) \cdot (\tan(\varphi'))^{-1}$$

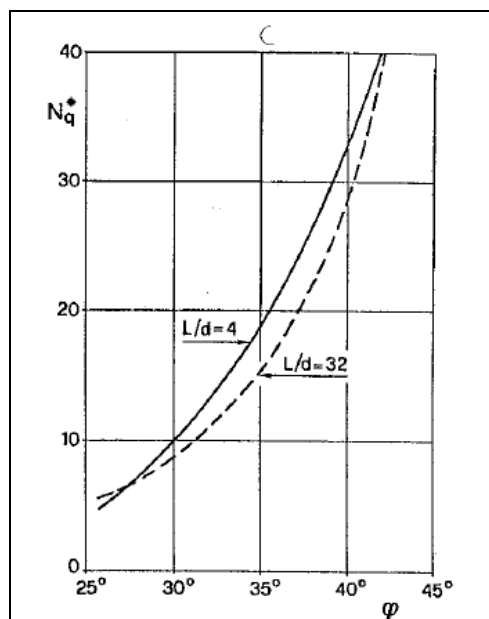


Figura 13: Coefficienti N_q

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 Fosso Mumia
	Relazione di Calcolo Spalle
	Pagina 42 di 74
	Nome file: VI03-B-CL008_A.00_relazione calcolo spalle_DX.doc

In Tabella 9 valori dei coefficienti Nc ed Nq adottati per i diverse unità geotecniche

	SLN	TF	ENNa	SLN_n
coeff. Nq (cond. drenate)	4.0	4.0	4.0	4.0
coeff. Nc (cond. drenate)	9.8	9.8	9.4	8.0

Tabella 10: – Coefficienti Nq ed Nc assunti per le diverse unità geotecniche

Per i rapporti opere-terreni considerati nei calcoli, si è fatto riferimento al profilo geotecnico a corredo del presente progetto esecutivo. Nelle verifiche si è considerata la falda confinata tra una profondità di -3m e -13m al di sotto del p.c., ossia letto della falda 2m circa sotto il tetto dell'unità geotecnica ENNa.

Di seguito le stratigrafie apprese dal profilo geotecnico sotto ogni opera (pila/spalla).

STRATIGRAFIA SOTTO SPICCATO FONDAZIONE SPALLA A - CARR. DX				
strati	Unità geotecniche	spessore strato da testa palo	quota iniziale	quota finale
		(m)	m	m
1° strato	ENNa	45	0	45

STRATIGRAFIA SOTTO SPICCATO FONDAZIONE SPALLA B - CARR. DX				
strati	Unità geotecniche	spessore strato da testa palo	quota iniziale	quota finale
		(m)	m	m
1° strato	SLN_n	9	0	9
2° strato	ENNa	36	9	45

6.1.2 Criteri di verifiche

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 $\gamma_E = \gamma_F$:

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

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 Fosso Mumia
	Relazione di Calcolo Spalle
	Pagina 43 di 74
	Nome file: VI03-B-CL008_A.00_relazione calcolo spalle_DX.doc

La verifica della relazione $Rd \geq Ed$ 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).

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

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

Tabella 11: Coefficienti parziali per le azioni o effetti delle azioni (tab. 6.2.I del DM14-01-2008)

PARAMETRO	GRANDEZZA ALLA QUALE APPLICARE IL COEFFICIENTE PARZIALE	COEFFICIENTE PARZIALE γ_M	(M1)	(M2)
<i>Tangente dell'angolo di resistenza al taglio</i>	$\tan \phi'_k$	$\gamma_{\phi'}$	1,0	1,25
<i>Coesione efficace</i>	c'_k	$\gamma_{c'}$	1,0	1,25
<i>Resistenza non drenata</i>	c_{uk}	γ_{cu}	1,0	1,4
<i>Peso dell'unità di volume</i>	γ	γ_γ	1,0	1,0

Tabella 12: Coefficienti parziali per i parametri geotecnici dei terreni (tab. 6.2.II del DM14-01-2008)

Resistenza	Simbolo	Pali infissi			Pali trivellati			Pali ad elica continua		
		(R1)	(R2)	(R3)	(R1)	(R2)	(R3)	(R1)	(R2)	(R3)
Base	γ_b	1,0	1,45	1,15	1,0	1,7	1,35	1,0	1,6	1,3
Laterale in compressione	γ_s	1,0	1,45	1,15	1,0	1,45	1,15	1,0	1,45	1,15
Totale ^(*)	γ_t	1,0	1,45	1,15	1,0	1,6	1,30	1,0	1,55	1,25
Laterale in trazione	γ_{st}	1,0	1,6	1,25	1,0	1,6	1,25	1,0	1,6	1,25

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

Tabella 13: Coefficienti parziali da applicare alle resistenze caratteristiche

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:

Approccio 2, con i coefficienti parziali $\rightarrow A1+M1+R3$.

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 Fosso Mumia
	Relazione di Calcolo Spalle
	Pagina 44 di 74
	Nome file: VI03-B-CL008_A.00_relazione calcolo spalle_DX.doc

La capacità portante dei pali, determinata mediante procedura analitica basata sui parametri geotecnici dei terreni interessati, è stata ridotta del fattore di correlazione ξ (cfr. **Errore. L'origine riferimento non è stata trovata.**) 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 2.

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

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

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

Tabella 14- Fattori di correlazione ξ in funzione del numero di verticali indagate

6.1.3 Risultati

Nel seguito si riportano i risultati delle verifiche per i pali delle spalle.

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 $\gamma_p = \gamma_{c.a} - \gamma_t$).

Nelle tabelle di seguito si riporta il riepilogo dei risultati delle verifiche geotecniche dei pali delle spalle per ciascuna carreggiata e per fissata lunghezza palo.

azioni verticali massime in testa palo			caratteristiche pali fondazione			PP. Compensato	carico limite	
pila/spalla	statica	dinamica	diam. Palo	N° pali	lunghezza palo		Qlim_d	Qlim_u
	kN	kN	m		m	kN	kN	kN
spalla A	3491.171385	3260.23723	1.2	12	25	225.21	4375.458	4473.087
spalla B	2983.689979	2411.507859	1.2	12	20	132.07	3432.268	3828.665

Tabella 15 –CARR. DX - Riepilogo dei risultati

6.2 CARICO LIMITE ORIZZONTALE

6.2.1 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:

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

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 Fosso Mumia
	Relazione di Calcolo Spalle
	Pagina 45 di 74
	Nome file: V103-B-CL008_A.00_relazione calcolo spalle_DX.doc

6.2.2 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:

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)
$\gamma_T = 1,0$	$\gamma_T = 1,6$	$\gamma_T = 1,3$

6.2.3 Risultati

Vengono indicati i possibili meccanismi di palo corto, intermedio e lungo vincolato in testa.

Pali Spalla SPA DX

Dati di Calcolo	Condizioni non drenate			
D	=	1.200	m	diametro palo
L	=	25.00	m	lunghezza palo
M_y	=	3054	kNm	momento di plasticizzazione del palo
c_u	=	172	kPa	coesione non drenata
<u>palo corto</u>				
$Q_{lim,1}$	=	43096	kN	carico limite per palo corto
M_{max}	=	577491	kNm	momento massimo
<u>palo intermedio</u>				
$Q_{lim,2}$	=	16234	kN	carico limite per palo intermedio
f	=	8.7	m	
M_{max}	=	97108.8	kNm	momento massimo
<u>palo lungo</u>				
$Q_{lim,3}$	=	2476	kN	carico limite per palo lungo
MR	=	PALO LUNGO		meccanismo di rottura
$Q_{lim,m}$	=	2476.3	kN	carico limite (valore medio)
ξ	=	1.65		fattore di correlazione
$Q_{lim,k}$	=	1500.8	kN	carico limite (valore caratteristico)
γ_T	=	1.30		coefficiente parziale
$Q_{lim,d}$	=	1154.5	kN	carico limite (valore di progetto)
F_h		1063	kN	azione trasversale testa palo
check		1.09		se >1 verifica soddisfatta

Pali Spalla SPB DX

Dati di Calcolo	Condizioni non drenate		
-----------------	------------------------	--	--

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 Fosso Mumia
	Relazione di Calcolo Spalle
	Pagina 46 di 74
	Nome file: VI03-B-CL008_A.00_relazione calcolo spalle_DX.doc

D	=	1.200	m	diametro palo
L	=	20.00	m	lunghezza palo
M _y	=	2143	kNm	momento di plasticizzazione del palo
c _u	=	177	kPa	coesione non drenata
<u>palo corto</u>				
Q _{lim,1}	=	34693	kN	carico limite per palo corto
M _{max}	=	378152	kNm	momento massimo
<u>palo intermedio</u>				
Q _{lim,2}	=	12729	kN	carico limite per palo intermedio
f	=	6.7	m	
M _{max}	=	63268.9	kNm	momento massimo
<u>palo lungo</u>				
Q _{lim,3}	=	1871	kN	carico limite per palo lungo
MR	=	PALO LUNGO		meccanismo di rottura
Q _{lim,m}	=	1871.0	kN	carico limite (valore medio)
ξ	=	1.65		fattore di correlazione
Q _{lim,k}	=	1133.9	kN	carico limite (valore caratteristico)
γ _T	=	1.30		coefficiente parziale
Q _{lim,d}	=	872.3	kN	carico limite (valore di progetto)
F _h		804	kN	azione trasversale testa palo
check		1.08		se >1 verifica soddisfatta

7 ANALISI STRUTTURALE DELLA SPALLA SPA_DX AGLI SLU

7.1 DESCRIZIONE DEL MODELLO DI CALCOLO DELLA SPALLA

Il plinto di fondazione della spalla A carreggiata destra presenta pianta rettangolare di dimensioni 13,20 m x 9.60 m ed altezza pari a 1.80 m. Per le dimensioni geometriche degli altri elementi strutturali che compongono la spalla si rimanda agli elaborati grafici.

Il calcolo delle sollecitazioni è stato eseguito schematizzando gli elementi strutturali, plinto di fondazione, muro frontale, muro paraghiaia e muri laterali, come piastre rettangolari, con il plinto vincolato mediante appoggi in corrispondenza dei pali di fondazione.

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. Il modello numerico è composto da n. 1096 elementi finiti di tipo shell e da n. 1204 nodi. Gli elementi shell impiegati sono di tipo quadrangolare a quattro nodi e tutti includono gli effetti della deformabilità a taglio (formulazione di *Mindlin-Reissner*).

Nelle seguenti figure si illustrano la geometria del modello e la sua schematizzazione numerica.

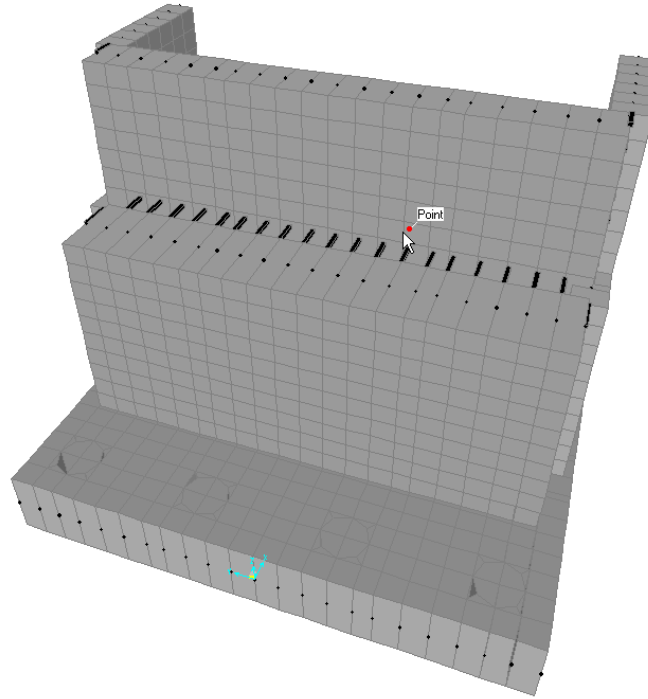


Figura 14: Vista frontale Spalla SPA_DX

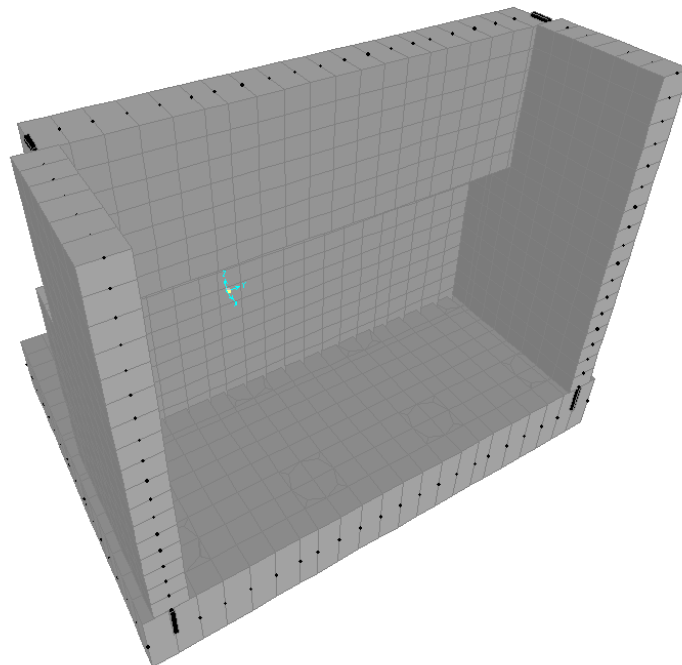


Figura 15: Vista frontale Spalla SPA_DX

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 Fosso Mumia
	Relazione di Calcolo Spalle
	Pagina 48 di 74
	Nome file: VI03-B-CL008_A.00_relazione calcolo spalle_DX.doc

7.2 ANALISI DEI CARICHI

La spalla risulta sollecitata da forze concentrate trasmesse dall'impalcato in corrispondenza degli appoggi. Oltre alle suddette forze concentrate sono state applicate le forze di superficie che agiscono sulle piastre. Di seguito si riportano le condizioni di carico elementari considerate, i cui valori numerici sono stati forniti nel paragrafo dedicato all'analisi delle sollecitazioni trasmesse alla palificata.

g1-imp	=	peso proprio impalcato
g1-sp	=	peso proprio spalla
g2-imp	=	permanenti portati su impalcato
g2-sp	=	terreno su plinto spalla
g3-sp	=	spinta del terreno su spalla
e2-imp	=	ritiro
e3-imp	=	carico termico differenziale
q1.1-imp	=	carico mobile - configurazione 1 (massima azione verticale)
q1.2-imp	=	carico mobile - configurazione 2 (massimo momento trasversale)
q1t-sp	=	effetti del sovraccarico variabile sulla spalla
q3-imp	=	frenatura su impalcato
q4-imp	=	azione centrifuga su impalcato
q5-imp	=	azione del vento trasversale su impalcato
q6.1x-imp	=	sisma 1 impalcato
q6.1y-imp	=	sisma 2 impalcato
q6.1z-imp	=	sisma 3 impalcato
q6.1x-sp	=	incremento di spinta terreno in fase sismica
q6.2x-sp	=	forze d'inerzia longitudinali
q6.2y-sp	=	forze d'inerzia trasversali
q6.2z-sp	=	forze d'inerzia verticali
q7-imp	=	azione parassita dei vincoli

7.3 VERIFICHE DEL MURO FRONTALE

7.3.1 Verifiche di resistenza per tensioni normali

Nelle seguenti figure si rappresentano gli involuipi massimi e minimi del momento flettente orizzontale (M_{11}) e verticale (M_{22}).

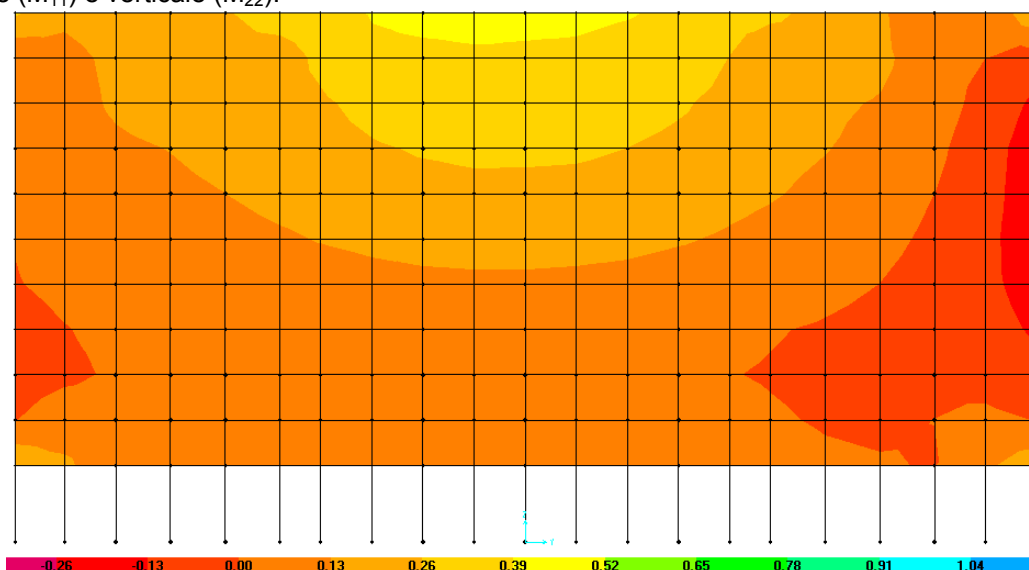


Figura 16: Involuppo Momento $M_{11,max}$.

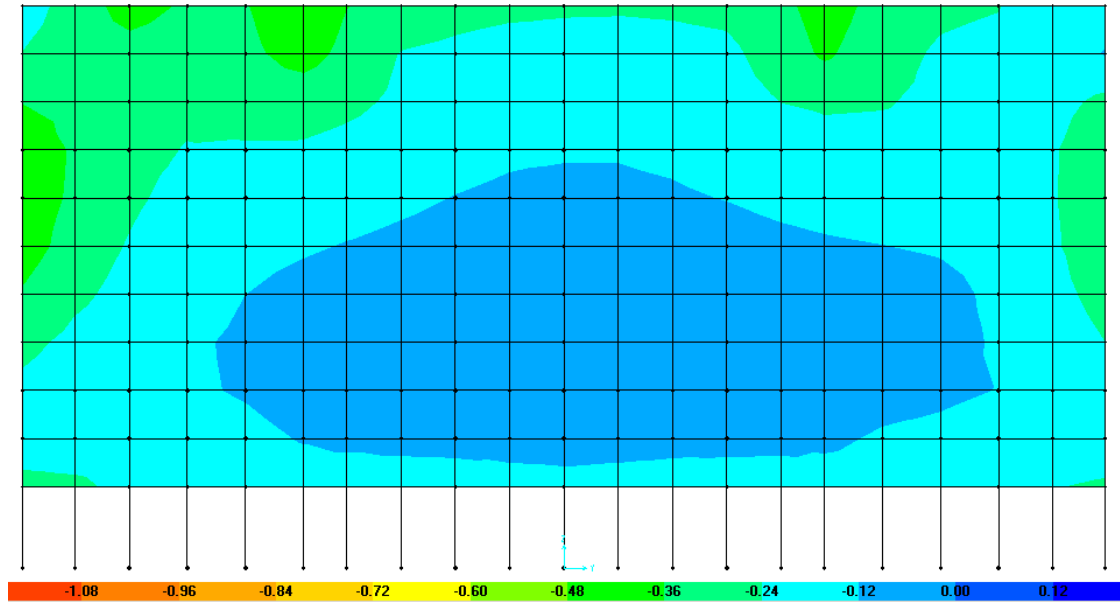


Figura 17: Involuppo Momento M11,min.

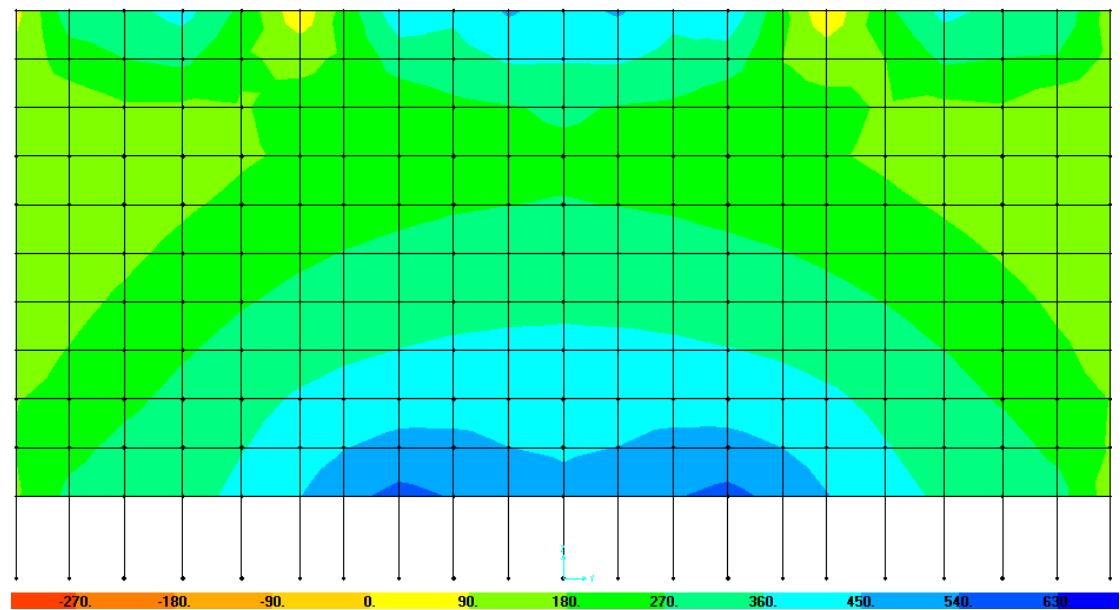


Figura 18: Involuppo Momento M22,max

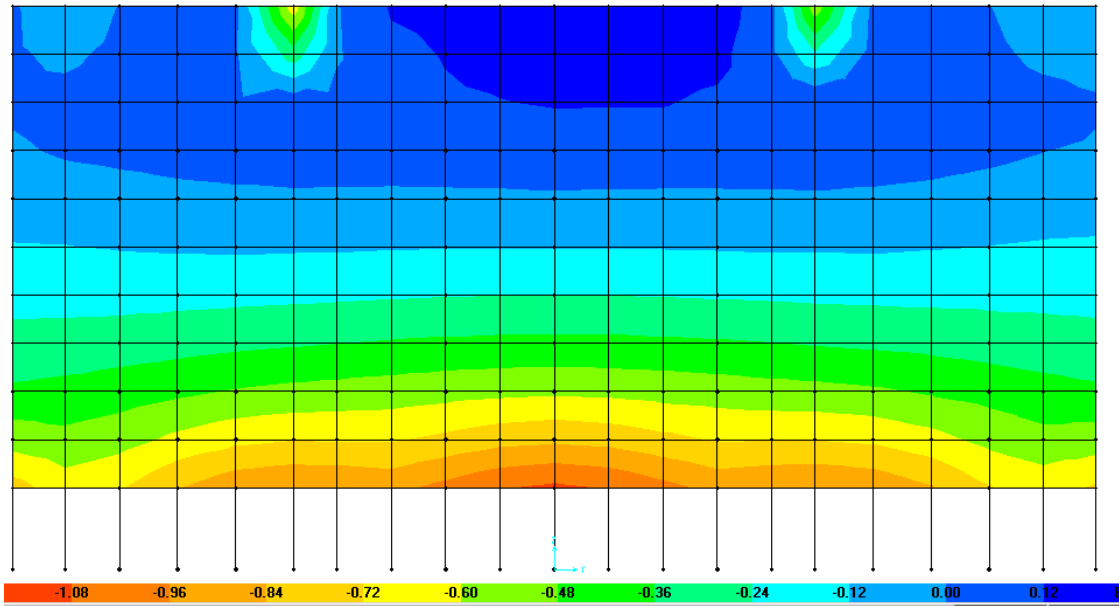


Figura 19: Involuppo Momento M22,min.

Si riportano i risultati delle verifiche a pressoflessione in direzione trasversale delle sezioni più significative. Le verifiche sono state condotte facendo riferimento ad una sezione di larghezza unitaria; le sollecitazioni assunte a base delle verifiche sono quelle desunte dalla risoluzione del modello di calcolo, mediate sulla larghezza di riferimento della sezione oggetto di verifica.

MURO FRONTALE

		Z	H				Verifica Momento Verticale			
		[m]	[m]	M_{Sd}^{sup}	M_{Rd}^{sup}	FS				
				[kNm/m]	[kNm/m]					
Arm X+	0-5.30	2	5	Φ	20	1000	1449	1.45	OK	momento verticale $M_z=M22-$
Arm X-	0-5.3	2	5	Φ	16	550	1035	1.88	OK	momento verticale $M_z=M22+$

Verifica Momento Orizzontale

		Z	H				Verifica Momento Orizzontale			
		[m]	[m]	M_{Sd}^{inf}	M_{Rd}^{inf}	FS				
				[kNm/m]	[kNm/m]					
Arm X+	0-5.30	2	5	Φ	16	400	752	1.88	OK	momento orizzontale $M_y=M11-$
Arm X-	0-5.30	2	5	Φ	16	400	752	1.88	OK	momento orizzontale $M_y=M11+$

7.3.2 Verifiche a taglio

Si rappresentano nelle figure seguenti gli involuipi massimi degli sforzi di taglio orizzontale (agente sulle facce aventi normale la direzione orizzontale) e verticale (agente sulle facce aventi normale la direzione verticale). Nelle verifiche si è tenuto conto di eventuali sforzi normale di trazione che comportano l'affidamento del taglio alla sola armatura disposta senza contributo del calcestruzzo.

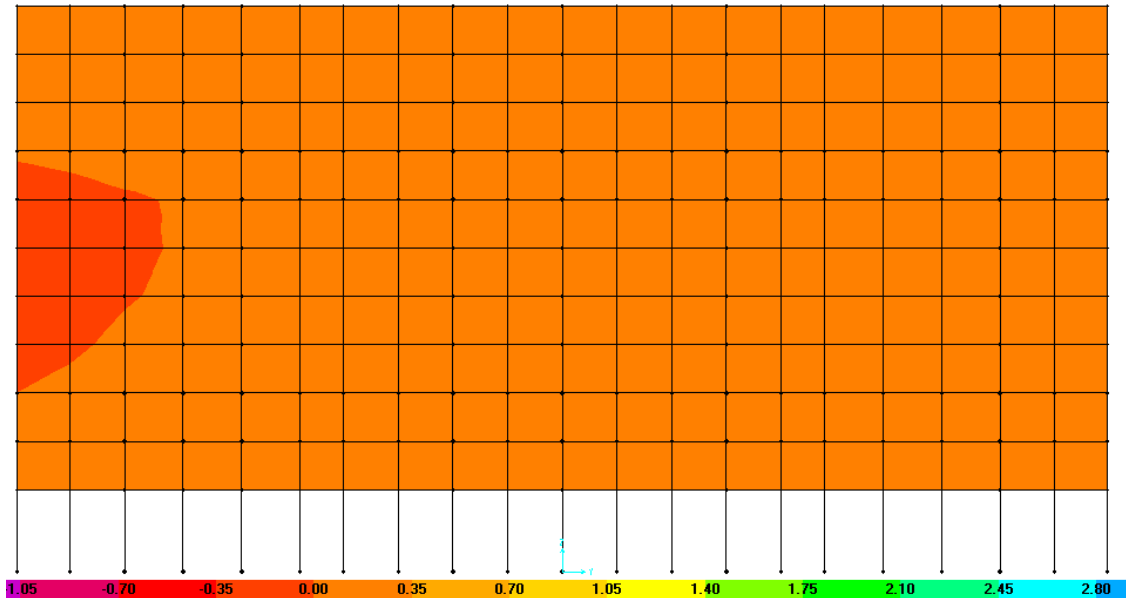


Figura 20: Involuppo del taglio agente nella direzione X (V13).

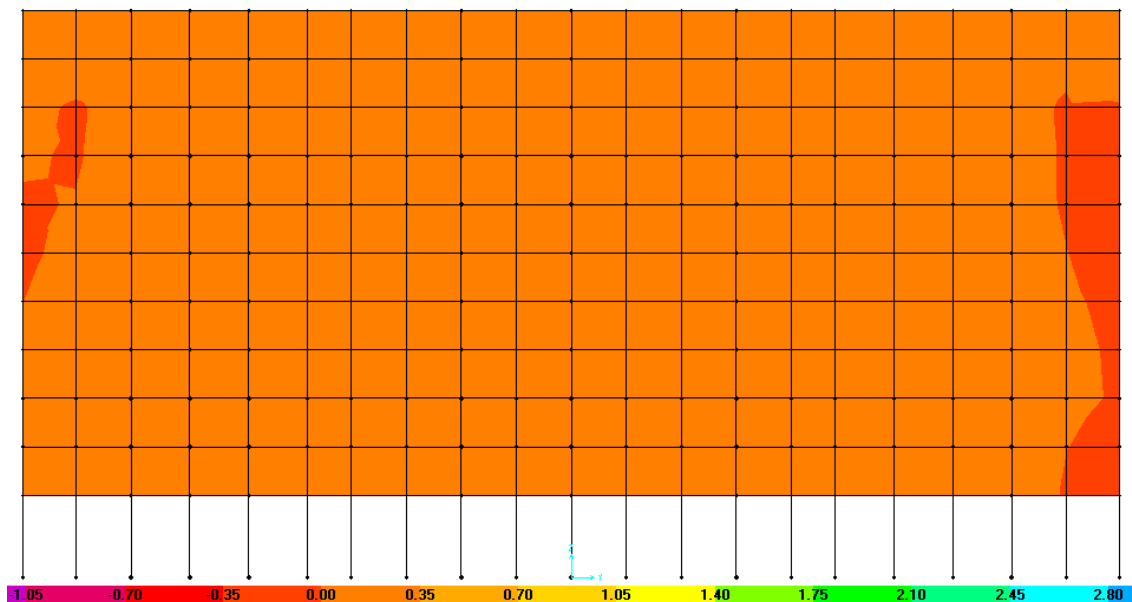


Figura 21: Involuppo del taglio agente nella direzione Y (V23).

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 Fosso Mumia
	Relazione di Calcolo Spalle
	Pagina 52 di 74
	Nome file: V103-B-CL008_A.00_relazione calcolo spalle_DX.doc

sezione di verifica corrispondente a	muro frontale	muro frontale		
	V13max	V23max		
Sollecitazioni				
V	= 300	550	kN	taglio
N	= 0	254	kN	sforzo normale (>0 compressione)
Geometria				
B	= 1000	1000	mm	larghezza sezione
H	= 2000	2000	mm	altezza sezione
c	= 50	50	mm	copriferro
d	= 1950	1950	mm	altezza utile
Materiali				
R _{ck}	= 35.0	35.0	MPa	resistenza caratteristica cubica
f _{ck}	= 29.1	29.1	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}	= 16.5	16.5	MPa	resistenza di calcolo a compressione
g _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}	= 2576.0	2576.0	mm ²	armatura longitudinale
ρ _l	= 0.00129	0.00129		rapporto geometrico di armatura longitudinale
k	= 1.3	1.3		
v _{min}	= 0.3	0.3		
σ _{cp}	= 0.0	0.1	MPa	tensione media calcestruzzo
σ _{cp,ad}	= 0.0	0.1	MPa	tensione media di compressione adottata (<=0.2f _{cd})
V _{Rd}	= 558.0	595.2	kN	taglio resistente
FS	= 1.9	1.1		>1 verifica soddisfatta
check	= OK	OK		
Verifica per elementi provvisti di armatura a taglio				
Ø _w	= 16	14	mm	diametro armatura resistente a taglio
α	= 90.0	90.0	°	inclinazione armatura
s	= 400	400	mm	interasse armature a taglio
n _{br}	= 2.5	2.5		numero bracci armatura trasversale
A _{sw}	= 502.65	384.85	mm ²	area armatura trasversale posta nell'interasse s
ctgΘ (V)	= 96.3	52.9		
ctgΘ	= 2.5	2.5		
Θ	= 22	22	°	inclinazione bielle di calcestruzzo
V _{Rsd}	= 2157.45	1651.80	kN	taglio resistente armatura
α _c	= 1.00	1.01		coefficiente maggiorativo
f' _{cd}	= 8.23	8.23	MPa	resistenza ridotta
V _{Rcd}	= 10317.9	10397.5	kN	taglio resistente calcestruzzo

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 Fosso Mumia
	Relazione di Calcolo Spalle
	Pagina 53 di 74
	Nome file: VI03-B-CL008_A.00_relazione calcolo spalle_DX.doc

$$V_{Rd} = \begin{matrix} 2157.5 & 1651.8 \\ 7.2 & 3.0 \end{matrix} \text{ kN} \quad \text{taglio resistente sezione}$$

$$\text{check} = \begin{matrix} \text{OK} & \text{OK} \end{matrix}$$

7.4 VERIFICHE DEI MURI LATERALI

7.4.1 Verifiche di resistenza per tensioni normali

Si riportano i risultati delle verifiche a pressoflessione in direzione trasversale e longitudinale delle sezioni più significative. Le verifiche sono state condotte facendo riferimento ad una sezione di larghezza unitaria; le sollecitazioni assunte a base delle verifiche sono quelle desunte dalla risoluzione del modello di calcolo, mediate sulla larghezza di riferimento della sezione oggetto di verifica.

MURO LATERALE		Verifica A Presso Flessione Momento Verticale								
Z	H				M_{Sd}^{sup}	M_{Rd}^{sup}	FS			
[m]	[m]				[kNm/m]	[kNm/m]				
Arm Y+	0-9.6	0.8	5	Φ	22	500	533	1.07	OK	momento verticale $Mz+=M22+$
Arm Y-	0-9.6	0.8	5	Φ	18	300	360	1.20	OK	momento verticale $Mz-=M22-$
		Verifica A Presso Flessione Momento Orizzontale								
Z	H				M_{Sd}^{inf}	M_{Rd}^{inf}	FS			
[m]	[m]				[kNm/m]	[kNm/m]				
Arm Y+	0-9.6	0.8	5	Φ	20	400	441	1.10	OK	momento orizzontale $Mx+=M11+$
Arm Y-	0-9.6	0.8	5	Φ	16	200	284	1.42	OK	momento orizzontale $Mx-=M11-$

7.4.2 Verifiche a taglio

Nelle verifiche si è tenuto conto di eventuali sforzi normale di trazione che comportano l'affidamento del taglio alla sola armatura disposta senza contributo del calcestruzzo.

		muri laterali	muri laterali		
sezione di verifica corrispondente a		V13max	V23max		
Sollecitazioni					
V	=	400	450	kN	taglio
N	=	0	150	kN	sforzo normale (>0 compressione)
Geometria					
B	=	1000	1000	mm	larghezza sezione
H	=	800	800	mm	altezza sezione
c	=	50	50	mm	copriferro
d	=	750	750	mm	altezza utile
Materiali					
R_{ck}	=	35.0	35.0	MPa	resistenza caratteristica cubica
f_{ck}	=	29.1	29.1	MPa	resistenza caratteristica cilindrica

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 Fosso Mumia
	Relazione di Calcolo Spalle
	Pagina 54 di 74
	Nome file: VI03-B-CL008_A.00_relazione calcolo spalle_DX.doc

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}	=	16.5	16.5	MPa	resistenza di calcolo a compressione
g_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}	=	3173.0	3173.0	mm ²	armatura longitudinale
ρ_l	=	0.00397	0.00397		rapporto geometrico di armatura longitudinale
k	=	1.5	1.5		
v_{min}	=	0.4	0.4		
σ_{cp}	=	0.0	0.2	MPa	tensione media calcestruzzo
$\sigma_{cp,ad}$	=	0.0	0.2	MPa	tensione media di compressione adottata ($\leq 0.2f_{cd}$)
V_{Rd}	=	308.2	329.3	kN	taglio resistente
FS	=	0.8	0.7		>1 verifica soddisfatta
check	=	NO	NO		

Verifica per elementi provvisti di armatura a taglio

\emptyset_v	=	14	14	mm	diametro armatura resistente a taglio
α	=	90.0	90.0	°	inclinazione armatura
s	=	400	400	mm	interasse armature a taglio
n_{br}	=	2.5	2.5		numero bracci armatura trasversale
A_{sw}	=	384.85	384.85	mm ²	area armatura trasversale posta nell'interasse s
$ctg\Theta (V)$	=	11.0	9.9		
$ctg\Theta$	=	2.5	2.5		
Θ	=	22	22	°	inclinazione bielle di calcestruzzo
V_{Rsd}	=	635.31	635.31	kN	taglio resistente armatura
α_c	=	1.00	1.01		coefficiente maggiorativo
f'_{cd}	=	8.23	8.23	MPa	resistenza ridotta
V_{Rcd}	=	3968.4	4013.6	kN	taglio resistente calcestruzzo
V_{Rd}	=	635.3	635.3	kN	taglio resistente sezione
		1.6	1.4		
check	=	OK	OK		

7.5 VERIFICHE DEL MURO PARAGHIAIA

7.5.1 Verifiche di resistenza per tensioni normali

Si riportano i risultati delle verifiche a pressoflessione in direzione trasversale e longitudinale nelle sezioni più significative. Le verifiche sono state condotte facendo riferimento ad una sezione di larghezza unitaria; le sollecitazioni assunte a base delle verifiche sono quelle desunte dalla risoluzione del modello di calcolo, mediate sulla larghezza di riferimento della sezione oggetto di verifica.

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 Fosso Mumia
	Relazione di Calcolo Spalle
	Pagina 55 di 74
	Nome file: V103-B-CL008_A.00_relazione calcolo spalle_DX.doc

MURO FRONTALE PARAGHIAIA						Verifica A Presso Flessione Momento Verticale				
	Z	H				M_{Sd}^{sup}	M_{Rd}^{sup}	FS		
	[m]	[m]				[kNm/m]	[kNm/m]			
Arm X+	5.30-9.96	1.2	5	Φ	16	300	440	1.47	OK	momento verticale $M_z=M22-$
Arm X-	5.30-9.96	1.2	5	Φ	16	130	440	3.38	OK	momento verticale $M_z=M22+$
						Verifica A Presso Flessione Momento Orizzontale				
	Z	H				M_{Sd}^{inf}	M_{Rd}^{inf}	FS		
	[m]	[m]				[kNm/m]	[kNm/m]			
Arm X+	5.3-9.3	1.2	5	Φ	22	800	825	1.03	OK	momento orizzontale $M_y=M11-$
Arm X-	5.3-9.3	1.2	5	Φ	16	250	555	2.22	OK	momento orizzontale $M_y=M1+$

7.5.2 Verifiche a taglio

Nelle verifiche si è tenuto conto di eventuali sforzi normale di trazione che comportano l'affidamento del taglio alla sola armatura disposta senza contributo del calcestruzzo.

sezione di verifica		muro paraghiaia	muro paraghiaia		
corrispondente a		V13max	V23max		
Sollecitazioni					
V	=	450	300	kN	taglio
N	=	0	150	kN	sforzo normale (>0 compressione)
Geometria					
B	=	1000	1000	mm	larghezza sezione
H	=	1200	1200	mm	altezza sezione
c	=	50	50	mm	copriferro
d	=	1150	1150	mm	altezza utile
Materiali					
R_{ck}	=	35.0	35.0	MPa	resistenza caratteristica cubica
f_{ck}	=	29.1	29.1	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}	=	16.5	16.5	MPa	resistenza di calcolo a compressione
g_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}	=	2011.0	2011.0	mm ²	armatura longitudinale
ρ_l	=	0.00168	0.00168		rapporto geometrico di armatura longitudinale
k	=	1.4	1.4		
V_{min}	=	0.3	0.3		
σ_{cp}	=	0.0	0.1	MPa	tensione media calcestruzzo
$\sigma_{cp,ad}$	=	0.0	0.1	MPa	tensione media di compressione adottata ($\leq 0.2f_{cd}$)
V_{Rd}	=	365.9	387.5	kN	taglio resistente

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 Fosso Mumia
	Relazione di Calcolo Spalle
	Pagina 56 di 74
	Nome file: VI03-B-CL008_A.00_relazione calcolo spalle_DX.doc

FS = 0.8 1.3 >1 verifica soddisfatta
check = NO OK

Verifica per elementi provvisti di armatura a taglio

\varnothing_w	=	14	14	mm	diametro armatura resistente a taglio
α	=	90.0	90.0	°	inclinazione armatura
s	=	400	400	mm	interasse armature a taglio
n_{br}	=	2.5	2.5		numero bracci armatura trasversale
A_{sw}	=	384.85	384.85	mm ²	area armatura trasversale posta nell'interasse s
$ctg\Theta (V)$	=	22.7	34.3		
$ctg\Theta$	=	2.5	2.5		
Θ	=	22	22	°	inclinazione bielle di calcestruzzo
V_{Rsd}	=	974.14	974.14	kN	taglio resistente armatura
α_c	=	1.00	1.01		coefficiente maggiorativo
f'_{cd}	=	8.23	8.23	MPa	resistenza ridotta
V_{Rcd}	=	6084.9	6131.1	kN	taglio resistente calcestruzzo
V_{Rd}	=	974.1	974.1	kN	taglio resistente sezione
check	=	OK	OK		

7.6 VERIFICHE DEL PLINTO DI FONDAZIONE

7.6.1 Verifiche di resistenza per tensioni normali

Nelle seguenti figure si rappresentano gli involuipi massimi e minimi del momento flettente orizzontale (M_{11}) e verticale (M_{22}).

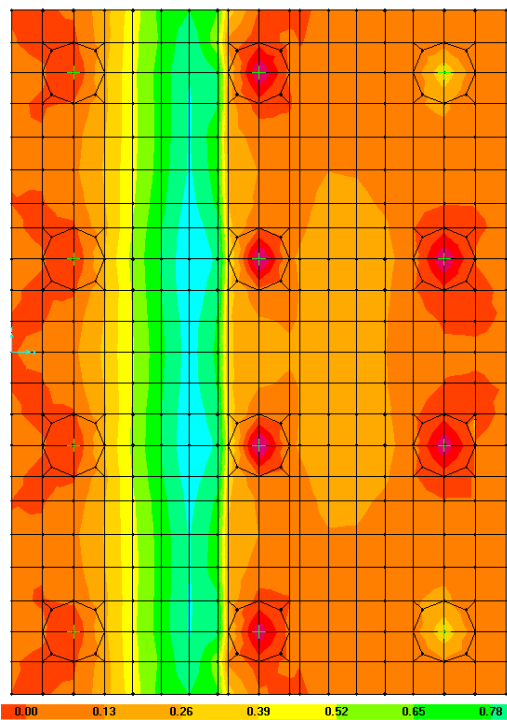


Figura 22: Involuppo Momento $M_{11,max}$

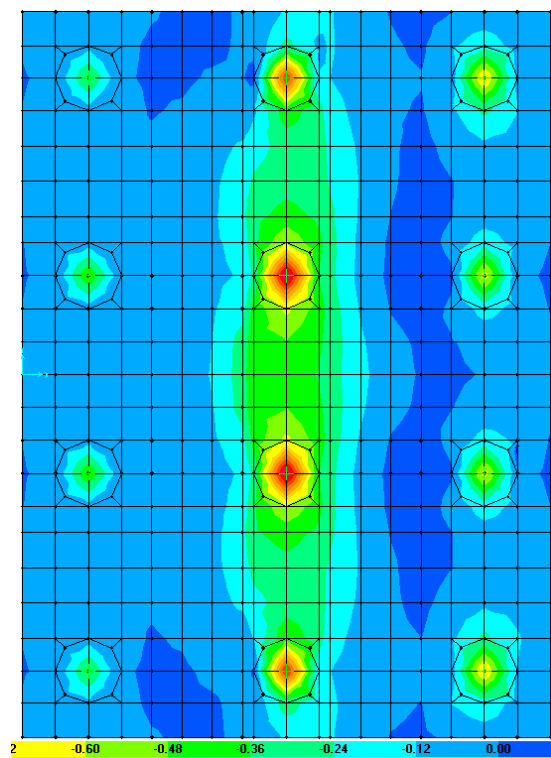


Figura 23: Involuppo Momento $M_{11,min}$

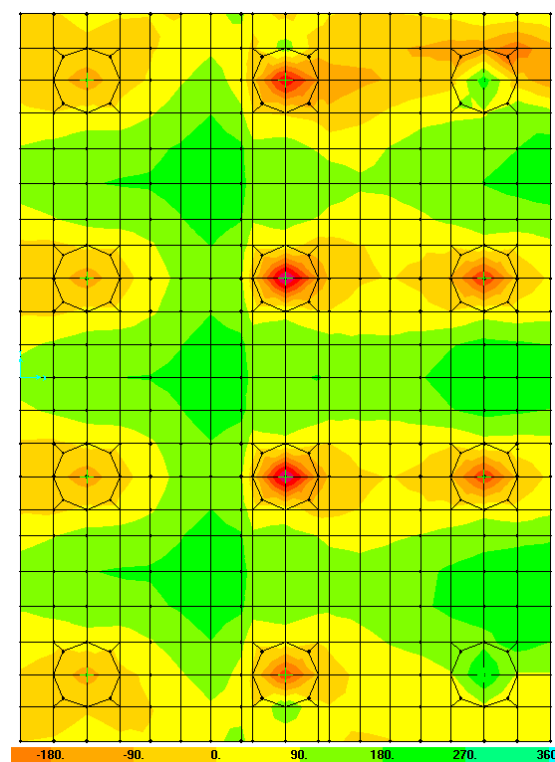


Figura 24: Involuppo Momento $M_{22,max}$

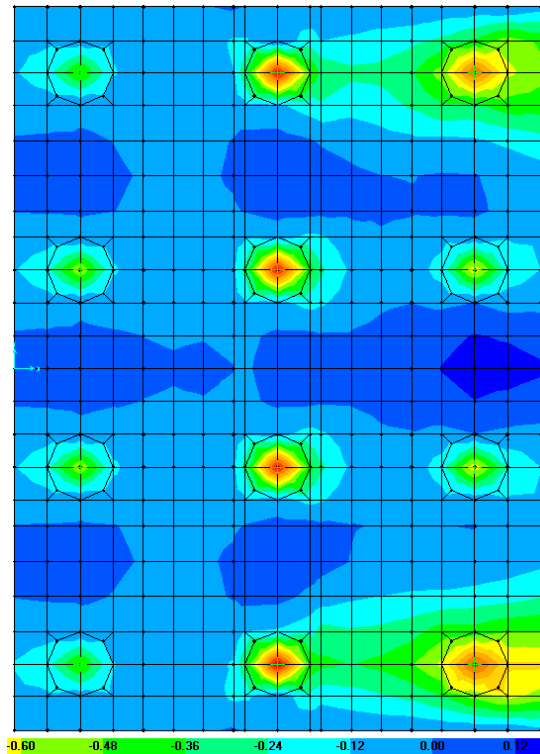


Figura 25: Involuppo Momento M22,min.

Si riportano i risultati delle verifiche a pressoflessione in direzione trasversale e longitudinale delle sezioni più significative. Le verifiche sono state condotte facendo riferimento ad una sezione di larghezza unitaria; le sollecitazioni assunte a base delle verifiche sono quelle desunte dalla risoluzione del modello di calcolo, mediate sulla larghezza di riferimento della sezione oggetto di verifica.

PLINTO DI FONDAZIONE						Verifica A Presso Flessione Momento Longitudinale				
						M_{Sd}^{sup}	M_{Rd}^{sup}	FS		
		H				[kNm/m]	[kNm/m]			
Arm-inf	X-inf	1.8	5	Φ	22	250	1267	5.07	OK	momento longitudinale Mx=M11+
Arm-sup	X-sup	1.8	5	Φ	18	300	851	2.84	OK	momento longitudinale Mx=-M11-
						Verifica A Presso Flessione Momento Trasversale				
						M_{Sd}^{inf}	M_{Rd}^{inf}	FS		
		H				[kNm/m]	[kNm/m]			
Arm-inf	Y-inf		5	Φ	22	1000	1267	1.27	OK	momento trasversale My=M22+
Arm-sup	Y-sup		5	Φ	18	400	851	2.13	OK	momento trasversale My=M22-

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 Fosso Mumia
	Relazione di Calcolo Spalle
	Pagina 59 di 74
	Nome file: VI03-B-CL008_A.00_relazione calcolo spalle_DX.doc

7.6.2 Verifiche a taglio

Nelle verifiche si è tenuto conto di eventuali sforzi normale di trazione che comportano l'affidamento del taglio alla sola armatura disposta senza contributo del calcestruzzo.

		plinto	plinto		
sezione di verifica					
corrispondente a		V13max	V23max		
Sollecitazioni					
V	=	500	800	kN	taglio
N	=	0	0	kN	sforzo normale (>0 compressione)
Geometria					
B	=	1000	1000	mm	larghezza sezione
H	=	1800	1800	mm	altezza sezione
c	=	50	50	mm	copriferro
d	=	1750	1750	mm	altezza utile
Materiali					
R _{ck}	=	30.0	30.0	MPa	resistenza caratteristica cubica
f _{ck}	=	24.9	24.9	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}	=	14.1	14.1	MPa	resistenza di calcolo a compressione
g _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}	=	3173.0	3173.0	mm ²	armatura longitudinale
ρ _i	=	0.00176	0.00176		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}	=	473.1	473.1	kN	taglio resistente
FS	=	0.9	0.6		>1 verifica soddisfatta
check	=	NO	NO		
Verifica per elementi provvisti di armatura a taglio					
Ø _w	=	24	24	mm	diametro armatura resistente a taglio
α	=	90.0	90.0	°	inclinazione armatura
s	=	1000	1000	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)	=	40.0	25.0		
ctgΘ	=	2.5	2.5		
Θ	=	22	22	°	inclinazione bielle di calcestruzzo
V _{Rsd}	=	1394.05	1394.05	kN	taglio resistente armatura
α _c	=	1.00	1.00		coefficiente maggiorativo
f' _{cd}	=	7.06	7.06	MPa	resistenza ridotta

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 Fosso Mumia
	Relazione di Calcolo Spalle
	Pagina 60 di 74
	Nome file: VI03-B-CL008_A.00_relazione calcolo spalle_DX.doc

V_{Rcd}	=	7936.9	7936.9	kN	taglio resistente calcestruzzo
V_{Rd}	=	1394.0	1394.0	kN	taglio resistente sezione
		2.8	1.7		
check	=	OK	OK		

8 VERIFICA DELLA SPALLA SPA_DX AGLI STATI LIMITE DI FESSURAZIONE

In questo capitolo vengono riportate le verifiche agli stati limite di fessurazione della spalla A carreggiata destra.

8.1 COMBINAZIONI DI CARICO SLE

Matrice coefficienti di combinazione dei carichi_SLE comb.frequente								
	S.L.E. F1	S.L.E. F2	S.L.E. F3	S.L.E. F4	S.L.E. F5	S.L.E. F6	S.L.E. F7	S.L.E. F8
g1-imp	1	1	1	1	1	1	1	1
g1-sp	1	1	1	1	1	1	1	1
g2-imp	1	1	1	1	1	1	1	1
g2-sp	1	1	1	1	1	1	1	1
g3-sp	1	1	1	1	1	1	1	1
e2-imp	1	1	1	1	1	1	1	1
e3-imp	0.60	-0.60	0.60	-0.60	0.60	-0.60	0.60	-0.60
q1.1-imp	0.75	0.75	0.75	0.75	0	0	0	0
q1.2-imp	0	0	0	0	-0.75	-0.75	-0.75	-0.75
q1t-sp	0.75	0.75	0.75	0.75	0.75	0.75	0.75	0.75
q3-imp	0	0	0	0	0	0	0	0
q4-imp	0	0	0	0	0	0	0	0
q5-imp	0.20	0.20	-0.20	-0.20	0.20	0.20	-0.20	-0.20
q6.1x-imp	0	0	0	0	0	0	0	0
q6.1y-imp	0	0	0	0	0	0	0	0
q6.1z-imp	0	0	0	0	0	0	0	0
q6.1x-sp	0	0	0	0	0	0	0	0
q6.2x-sp	0	0	0	0	0	0	0	0
q6.2y-sp	0	0	0	0	0	0	0	0
q6.2z-sp	0	0	0	0	0	0	0	0
q7-imp	0.60	0.60	0.60	0.60	0.60	0.60	0.60	0.60

Matrice coefficienti di combinazione dei carichi_sle quasi permanente		
	S.L.E. QP1	S.L.E. QP2
g1-imp	1	1
g1-sp	1	1
g2-imp	1	1
g2-sp	1	1
g3-sp	1	1
e2-imp	1	1
e3-imp	0.50	-0.50
q1.1-imp	0	0
q1.2-imp	0	0
q1t-sp	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 Fosso Mumia
	Relazione di Calcolo Spalle
	Pagina 61 di 74
	Nome file: VI03-B-CL008_A.00_relazione calcolo spalle_DX.doc

q3-imp	0	0
q4-imp	0	0
q5-imp	0	0
q6.1x-imp	0	0
q6.1y-imp	0	0
q6.1z-imp	0	0
q6.1x-sp	0	0
q6.2x-sp	0	0
q6.2y-sp	0	0
q6.2z-sp	0	0
q7-imp	0.60	0.60

La verifica allo stato limite di fessurazione viene eseguito attraverso il calcolo elastico della sezione, se la l'eccentricità dovuta ai carichi esterni risulta interno al nocciolo centrale di inerzia della sezione omogeneizzata allora la sezione è tutta compressa e la verifica è soddisfatta..

Se invece la sezione risulta parzializzata allora si procede al calcolo del momento di prima fessurazione se quest'ultimo risulta maggiore del momento di progetto la verifica è soddisfatta altrimenti si procede al calcolo dell'apertura delle fessure.

8.2 PLINTO DI FONDAZIONE

condizioni	
ambientali	molto aggressive
armature	poco sensibili

8.2.1 Verifica allo stato limite di fessurazione combinazioni Frequenti

	comb. FREQUENT E		comb. FREQUENT TE			
	Momento longitudinale M11=Mx	Momento trasversale M22=My	Momento longitudinale M11=Mx	Momento trasversale M22=My		
	inf	sup	inf	sup		
Materiali						
Rck	= 45	45	45	45	MPa	resistenza caratteristica cubica
f _{ck}	= 37.35	37.35	37.35	37.35	MPa	resistenza caratteristica cilindrica
f _{cm}	= 45.35	45.35	45.35	45.35	MPa	resistenza cilindrica media
f _{ctm}	= 3.35	3.35	3.35	3.35	MPa	resistenza media a trazione semplice
f _{ctk}	= 2.35	2.35	2.35	2.35	MPa	resistenza caratteristica a trazione semplice (assiale)
f _{ctm}	= 2.82	2.82	2.82	2.82	MPa	resistenza media a trazione per flessione
σ _t	= 2.79	2.79	2.79	2.79	MPa	tensione limite apertura fessure
n	= 15	15	15	15		coefficiente di omogeneizzazione armature
n'	= 0.00	0.00	0.00	0.00		coefficiente di omogeneizzazione cls tesò
Geometria						
B	= 1000	1000	1000	1000	mm	base sezione
H	= 1800	1800	1800	1800	mm	altezza sezione
		Armatura				
n ₁	= 5	5	5	5		n. tondini inferiori
Ø ₁	= 18	22	18	22	mm	diametro tondini inferiori

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 Fosso Mumia
	Relazione di Calcolo Spalle
	Pagina 62 di 74
	Nome file: VI03-B-CL008_A.00_relazione calcolo spalle_DX.doc

d_1	=	1750	1750	1750	1750	mm	distanza da lembo compresso
A_{s1}	=	1272	1901	1272	1901	mm ²	area armatura inferiore
n_2	=	5	5	5	5		n. tondini superiori
\varnothing_2	=	22	18	22	18	mm	diametro tondini superiori
d_2	=	50	50	50	50	mm	distanza da lembo compresso (copriferro)
A_{s2}	=	1901	1272	1901	1272	mm ²	area armatura superiore

Sollecitazioni

M	=	600.0	200.0	180.0	200.0	kNm	Momento di calcolo (fibre tese verso il basso)
N	=	0.0	0.0	0.0	0.0	KN	Sforzo Normale di calcolo (>0 compressione)
e	=	Inf	Inf	Inf	Inf	mm	eccentricità

Caratteristiche sezione interamente reagente a compressione

A_{cls}	=	1800000	1800000	1800000	1800000	mm ²	area calcestruzzo
A_s	=	3173.0	3173.0	3173.0	3173.0	mm ²	area armatura
A_{id}	=	1.85E+06	1.85E+06	1.85E+06	1.85E+06	mm ²	area sezione ideale
d_G	=	895.7	904.3	895.7	904.3	mm	distanza baricentro sezione ideale da lembo superiore
J_{id}	=	5.20E+11	5.20E+11	5.20E+11	5.20E+11	mm ⁴	momento d'inerzia baricentrico sezione ideale
ρ_{id}	=	530.7	530.7	530.7	530.7	mm	raggio d'inerzia sezione
$Y_{nocc,s}$	=	584.2	589.9	584.2	589.9	mm	quota punto di nocciolo superiore

Caratteristiche sezione interamente reagente a trazione

$A_{cls,t}$	=	-	-	-	-	mm ²	area calcestruzzo teso omogeneizzato
A_s	=	-	-	-	-	mm ²	area armatura
$A_{id,t}$	=	-	-	-	-	mm ²	area sezione ideale
$d_{G,t}$	=	-	-	-	-	mm	distanza baricentro sezione ideale da lembo superiore
$J_{id,t}$	=	-	-	-	-	mm ⁴	momento d'inerzia baricentrico sezione ideale
$\rho_{id,t}$	=	-	-	-	-	mm	raggio d'inerzia sezione
$Y_{nocc,i}$	=	-	-	-	-	mm	quota punto di nocciolo inferiore

Comportamento sezione

parzializzat	parzializzat	parzializzat	parzializzat
a	a	a	a

Caratteristiche sezione parzializzata

Y_n	=	-315.76	-370.02	220.57	274.83	mm	distanza asse neutro da lembo compresso
J_n	=	7.48E+10	1.15E+11	4.90E+10	6.99E+10	mm ⁴	momento d'inerzia sezione parzializzata
S_n	=	0.00	0.00	0.00	0.00	mm ³	momento statico sezione parzializzata
$f(Y_n)=0$	=	-	-	-	-		

Tensioni nei materiali

σ_c	=	2.53	0.65	-0.81	-0.79	MPa	tensione nel lembo più compresso del cls calcolata nella sezione fessurata
σ_s	=	248.7	55.5	84.2	63.3	MPa	tensione dell'armatura tesa calcolata nella sezione fessurata

Verifica a fessurazione

M_{fess}	=	1607.3	1622.9	1607.3	1622.9	kNm	momento limite di apertura fessure
M_{fess} / M	=	2.68	8.11	8.93	8.11		check1
		verificato	verificato	verificato	verificato		check3

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 Fosso Mumia
	Relazione di Calcolo Spalle
	Pagina 63 di 74
	Nome file: VI03-B-CL008_A.00_relazione calcolo spalle_DX.doc

8.2.2 Verifiche allo stato limite di fessurazione combinazione Quasi Permanente

	comb. QUASI PERM. Momento longitudinale M11=MX		comb. QUASI PERM. Momento trasversale M22=My			
	inf	sup	inf	sup		
Materie						
Rck	=	45	45	45	45	MPa resistenza caratteristica cubica
f _{ck}	=	37.35	37.35	37.35	37.35	MPa resistenza caratteristica cilindrica
f _{cm}	=	45.35	45.35	45.35	45.35	MPa resistenza cilindrica media
f _{ctm}	=	3.35	3.35	3.35	3.35	MPa resistenza media a trazione semplice
f _{ctk}	=	23.5	23.5	23.5	23.5	MPa resistenza caratteristica a trazione semplice (assiale)
f _{cfm}	=	2.87	2.87	2.87	2.87	MPa resistenza media a trazione per flessione
σ _t	=	2.79	2.79	2.79	2.79	MPa tensione limite apertura fessure
n	=	15	15	15	15	coefficiente di omogeneizzazione armature
n'	=	0.00	0.00	0.00	0.00	coefficiente di omogeneizzazione cls teso
Geometria						
B	=	1000	1000	1000	1000	mm base sezione
H	=	1800	1800	1800	1800	mm altezza sezione
Armatura						
n ₁	=	5	5	5	5	n. tondini inferiori
Ø ₁	=	18	22	18	22	mm diametro tondini inferiori
d ₁	=	1750	1750	1750	1750	mm distanza da lembo compresso
A _{s1}	=	1272	1901	1272	1901	mm ² area armatura inferiore
n ₂	=	5	5	5	5	n. tondini superiori
Ø ₂	=	22	18	22	18	mm diametro tondini superiori
d ₂	=	50	50	50	50	mm distanza da lembo compresso (copriferro)
A _{s2}	=	1901	1272	1901	1272	mm ² area armatura superiore
Sollecitazioni						
M	=	450.0	150.0	160.0	150.0	kNm Momento di calcolo (fibre tese verso il basso)
N	=	0.0	0.0	0.0	0.0	KN Sforzo Normale di calcolo (>0 compressione)
e	=	Inf	Inf	Inf	Inf	mm eccentricità
Caratteristiche sezione interamente reagente a compressione						
A _{cls}	=	1800000	1800000	1800000	1800000	mm ² area calcestruzzo
A _s	=	3173.0	3173.0	3173.0	3173.0	mm ² area armatura
A _{id}	=	1.85E+06	1.85E+06	1.85E+06	1.85E+06	mm ² area sezione ideale
d _G	=	895.7	904.3	895.7	904.3	mm distanza baricentro sezione ideale da lembo superiore
J _{id}	=	5.20E+11	5.20E+11	5.20E+11	5.20E+11	mm ⁴ momento d'inerzia baricentrico sezione ideale
ρ _{id}	=	530.7	530.7	530.7	530.7	mm raggio d'inerzia sezione
Y _{nocc,s}	=	584.2	589.9	584.2	589.9	mm quota punto di nocciolo superiore
Caratteristiche sezione interamente reagente a trazione						
A _{cls,t}	=	-	-	-	-	mm ² area calcestruzzo teso omogeneizzato
A _s	=	-	-	-	-	mm ² area armatura
A _{id,t}	=	-	-	-	-	mm ² area sezione ideale

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 Fosso Mumia
	Relazione di Calcolo Spalle
	Pagina 64 di 74
	Nome file: VI03-B-CL008_A.00_relazione calcolo spalle_DX.doc

$d_{G,t}$	=	-	-	-	-	mm	distanza baricentro sezione ideale da lembo superiore
$J_{id,t}$	=	-	-	-	-	mm ⁴	momento d'inerzia baricentrico sezione ideale
$\rho_{id,t}$	=	-	-	-	-	mm	raggio d'inerzia sezione
$Y_{nocc,i}$	=	-	-	-	-	mm	quota punto di nocciolo inferiore

Comportamento sezione

	parzializzata	parzializzata	parzializzata	parzializzata	
	a	a	ta	ta	

Caratteristiche sezione parzializzata

Y_n	=	220.57	274.83	220.57	274.83	mm	distanza asse neutro da lembo compresso
J_n	=	4.90E+10	6.99E+10	4.90E+10	6.99E+10	mm ⁴	momento d'inerzia sezione parzializzata
S_n	=	0.00	0.00	0.00	0.00	mm ³	momento statico sezione parzializzata
$f(Y_n)=0$	=	-	-	-	-		

Tensioni nei materiali

σ_c	=	-2.02	-0.59	-0.72	-0.59	MPa	tensione nel lembo più compresso del cls calcolata nella sezione fessurata
σ_s	=	210.5	47.5	74.8	47.5	MPa	tensione dell'armatura tesa calcolata nella sezione fessurata

Verifica a fessurazione

M_{fess}	=	1607.3	1622.9	1607.3	1622.9	kNm	momento limite di apertura fessure
M_{fess} / M	=	3.57	10.82	10.05	10.82		check1
		verificato	verificato	verificato	verificato		check3

8.3 MURO FRONTALE

condizioni	
ambientali	aggressive
armature	poco sensibili

8.3.1 Verifica allo stato limite di fessurazione combinazioni Frequenti

		comb. FREQUENTE	comb. FREQUENTE	comb. FREQUENTE	comb. FREQUENTE		
		Momento orizzontale (Y)		Momento verticale (Z)			
		X-	X+	X-	X+		
Materiali							
Rck	=	35	35	35	35	MPa	resistenza caratteristica cubica
f_{ck}	=	29.05	29.05	29.05	29.05	MPa	resistenza caratteristica cilindrica
f_{cm}	=	37.05	37.05	37.05	37.05	MPa	resistenza cilindrica media
f_{ctm}	=	2.83	2.83	2.83	2.83	MPa	resistenza media a trazione semplice
f_{ctk}	=	1.98	1.98	1.98	1.98	MPa	resistenza caratteristica a trazione semplice (assiale)
f_{cfm}	=	2.38	2.38	2.38	2.38	MPa	resistenza media a trazione per flessione
σ_t	=	2.36	2.36	2.36	2.36	MPa	tensione limite apertura fessure
n	=	15	15	15	15		coefficiente di omogeneizzazione armature
n'	=	0.00	0.00	0.00	0.00		coefficiente di omogeneizzazione cls teso
Geometria							

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 Fosso Mumia	
	Relazione di Calcolo Spalle	
	Pagina 65 di 74	
	Nome file: VI03-B-CL008_A.00_relazione calcolo spalle_DX.doc	

B	=	1000	1000	1000	1000	mm	base sezione
H	=	2000	2000	2000	2000	mm	altezza sezione
Armatura							
n ₁	=	5	5	5	5		n. tondini inferiori
Ø ₁	=	16	16	16	20	mm	diametro tondini inferiori
d ₁	=	1950	1950	1950	1950	mm	distanza da lembo compresso
A _{s1}	=	1005	1005	1005	1571	mm ²	area armatura inferiore
n ₂	=	5	5	5	5		n. tondini superiori
Ø ₂	=	16	16	20	16	mm	diametro tondini superiori
d ₂	=	50	50	50	50	mm	distanza da lembo compresso (copriferro)
A _{s2}	=	1005	1005	1571	1005	mm ²	area armatura superiore
Sollecitazioni							
M	=	140.0	200.0	200.0	450.0	kNm	Momento di calcolo (fibre tese verso il basso)
N	=	0.0	0.0	150.0	150.0	KN	Sforzo Normale di calcolo (>0 compressione)
e	=	Inf	Inf	1333	3000	mm	eccentricità
Caratteristiche sezione interamente reagente a compressione							
A _{cls}	=	2000000	2000000	2000000	2000000	mm ²	area calcestruzzo
A _s	=	2010.6	2010.6	2576.1	2576.1	mm ²	area armatura
A _{id}	=	2.03E+06	2.03E+06	2.04E+06	2.04E+06	mm ²	area sezione ideale
d _G	=	1000.0	1000.0	996.0	1004.0	mm	distanza baricentro sezione ideale da lembo superiore
J _{id}	=	6.94E+11	6.94E+11	7.02E+11	7.02E+11	mm ⁴	momento d'inerzia baricentrico sezione ideale
ρ _{id}	=	584.6	584.6	586.6	586.6	mm	raggio d'inerzia sezione
Y _{nocc,s}	=	658.2	658.2	653.3	658.5	mm	quota punto di nocciolo superiore
Caratteristiche sezione interamente reagente a trazione							
A _{cls,t}	=	-	-	-	-	mm ²	area calcestruzzo teso omogeneizzato
A _s	=	-	-	-	-	mm ²	area armatura
A _{id,t}	=	-	-	-	-	mm ²	area sezione ideale
d _{G,t}	=	-	-	-	-	mm	distanza baricentro sezione ideale da lembo superiore
J _{id,t}	=	-	-	-	-	mm ⁴	momento d'inerzia baricentrico sezione ideale
ρ _{id,t}	=	-	-	-	-	mm	raggio d'inerzia sezione
Y _{nocc,i}	=	-	-	-	-	mm	quota punto di nocciolo inferiore
Comportamento sezione							
		parzializzata	parzializzata	parzializzata	parzializzata		
Caratteristiche sezione parzializzata							
Y _n	=	217.28	217.28	446.92	361.12	mm	distanza asse neutro da lembo compresso
J _n	=	4.91E+10	4.91E+10	6.75E+10	7.66E+10	mm ⁴	momento d'inerzia sezione parzializzata
S _n	=	0.00	0.00	86557463.15	32459339.86	mm ³	momento statico sezione parzializzata
f(Y _n)=0	=	-	-	0	0		
Tensioni nei materiali							
σ _c	=	-0.62	-0.88	-1.32	-2.12	MPa	tensione nel lembo più compresso del cls calcolata nella sezione fessurata
σ _s	=	74.1	105.8	66.8	139.9	MPa	tensione dell'armatura tesa calcolata nella sezione fessurata
Verifica a fessurazione							
M _{fess}	=	1639.3	1639.3	1702.2	1715.7	kNm	momento limite di apertura fessure

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 Fosso Mumia
	Relazione di Calcolo Spalle
	Pagina 66 di 74
	Nome file: VI03-B-CL008_A.00_relazione calcolo spalle_DX.doc

M_{fess} / M	=	11.71	8.20	8.51	3.81	check1
		verificato	verificato	verificato	verificato	check3
FS	=	-	-	-	-	

8.3.2 Verifiche allo stato limite di fessurazione combinazione Quasi Permanente

		comb. QUASI PERM. Momento orizzontale (Y)		comb. QUASI PERM. Momento verticale (Z)			
		X-	X+	X-	X+		
Materiali							
Rck	=	35	35	35	35	MPa	resistenza caratteristica cubica
f _{ck}	=	29.05	29.05	29.05	29.05	MPa	resistenza caratteristica cilindrica
f _{cm}	=	37.05	37.05	37.05	37.05	MPa	resistenza cilindrica media
f _{ctm}	=	2.83	2.83	2.83	2.83	MPa	resistenza media a trazione semplice
f _{ctk}	=	19.8	19.8	19.8	19.8	MPa	resistenza caratteristica a trazione semplice (assiale)
f _{ctm}	=	2.43	2.43	2.43	2.43	MPa	resistenza media a trazione per flessione
σ _t	=	2.36	2.36	2.36	2.36	MPa	tensione limite apertura fessure
n	=	15	15	15	15		coefficiente di omogeneizzazione armature
n'	=	0.00	0.00	0.00	0.00		coefficiente di omogeneizzazione cls teso
Geometria							
B	=	1000	1000	1000	1000	mm	base sezione
H	=	2000	2000	2000	2000	mm	altezza sezione
Armatura							
n ₁	=	5	5	5	5		n. tondini inferiori
Ø ₁	=	16	16	16	20	mm	diametro tondini inferiori
d ₁	=	1950	1950	1950	1950	mm	distanza da lembo compresso
A _{s1}	=	1005	1005	1005	1571	mm ²	area armatura inferiore
n ₂	=	5	5	5	5		n. tondini superiori
Ø ₂	=	16	16	20	16	mm	diametro tondini superiori
d ₂	=	50	50	50	50	mm	distanza da lembo compresso (copriferro)
A _{s2}	=	1005	1005	1571	1005	mm ²	area armatura superiore
Sollecitazioni							
M	=	200.0	100.0	220.0	350.0	kNm	Momento di calcolo (fibre tese verso il basso)
N	=	0.0	0.0	150.0	150.0	KN	Sforzo Normale di calcolo (>0 compressione)
e	=	Inf	Inf	1467	2333	mm	eccentricità
Caratteristiche sezione interamente reagente a compressione							
A _{cls}	=	2000000	2000000	2000000	2000000	mm ²	area calcestruzzo
A _s	=	2010.6	2010.6	2576.1	2576.1	mm ²	area armatura
A _{id}	=	2.03E+06	2.03E+06	2.04E+06	2.04E+06	mm ²	area sezione ideale
d _G	=	1000.0	1000.0	996.0	1004.0	mm	distanza baricentro sezione ideale da lembo superiore
J _{id}	=	6.94E+11	6.94E+11	7.02E+11	7.02E+11	mm ⁴	momento d'inerzia baricentrico sezione ideale
ρ _{id}	=	584.6	584.6	586.6	586.6	mm	raggio d'inerzia sezione
Y _{nocc,s}	=	658.2	658.2	653.3	658.5	mm	quota punto di nocciolo superiore
Caratteristiche sezione interamente reagente a trazione							

CORRIDOIO PLURIMODALE TIRRENICO-NORD EUROPA ITINERARIO AGRIGENTO - CALTANISSETTA-A19 S.S. N° 640 "DI PORTO EMPEDOCLE" AMMODERNAMENTO E ADEGUAMENTO ALLA CAT. B DEL D.M. 5.11.2001 Dal km 44+000 allo svincolo con l'A19 Progetto Esecutivo	Opera: Viadotto Fosso Mumia
	Relazione di Calcolo Spalle
	Pagina 67 di 74
	Nome file: VI03-B-CL008_A.00_relazione calcolo spalle_DX.doc

$A_{cls,t}$	=	-	-	-	-	mm ²	area calcestruzzo teso omogeneizzato
A_s	=	-	-	-	-	mm ²	area armatura
$A_{id,t}$	=	-	-	-	-	mm ²	area sezione ideale
$d_{G,t}$	=	-	-	-	-	mm	distanza baricentro sezione ideale da lembo superiore
$J_{id,t}$	=	-	-	-	-	mm ⁴	momento d'inerzia baricentrico sezione ideale
$\rho_{id,t}$	=	-	-	-	-	mm	raggio d'inerzia sezione
$Y_{nocc,i}$	=	-	-	-	-	mm	quota punto di nocciolo inferiore

Comportamento sezione

	parzializza ta	parzializza ta	parzializza ta	parzializza ta
--	-------------------	-------------------	-------------------	-------------------

Caratteristiche sezione parzializzata

Y_n	=	217.28	217.28	211.68	393.31	mm	distanza asse neutro da lembo compresso
J_n	=	4.91E+10	4.91E+10	4.93E+10	7.92E+10	mm ⁴	momento d'inerzia sezione parzializzata
S_n	=	0.00	0.00	0.00	45843391.30	mm ³	momento statico sezione parzializzata
$f(Y_n)=0$	=	-	-	49344614 808	0		

Tensioni nei materiali

σ_c	=	-0.88	-0.44	-0.94	-1.74	MPa	tensione nel lembo più compresso del cls calcolata nella sezione fessurata
σ_s	=	105.8	52.9	116.3	103.2	MPa	tensione dell'armatura tesa calcolata nella sezione fessurata

Verifica a fessurazione

M_{fess}	=	1639.3	1639.3	1702.2	1715.7	kNm	momento limite di apertura fessure
M_{fess} / M	=	8.20	16.39	7.74	4.90		check1
		verificato	verificato	verificato	verificato		check3

8.4 MURO PARAGHIAIA

condizioni	
ambientali	aggressive
armature	poco sensibili

8.4.1 Verifica allo stato limite di fessurazione combinazioni Frequenti

		comb. FREQUENTE		comb. FREQUENTE			
		X-	X+	X-	X+		
		Momento orizzontale (Y)		Momento verticale (Z)			
Materiali							
R_{ck}	=	35	35	35	35	MPa	resistenza caratteristica cubica
f_{ck}	=	29.05	29.05	29.05	29.05	MPa	resistenza caratteristica cilindrica
f_{cm}	=	37.05	37.05	37.05	37.05	MPa	resistenza cilindrica media
f_{ctm}	=	2.83	2.83	2.83	2.83	MPa	resistenza media a trazione semplice
f_{ctk}	=	1.98	1.98	1.98	1.98	MPa	resistenza caratteristica a trazione semplice (assiale)
f_{ctm}	=	2.38	2.38	2.38	2.38	MPa	resistenza media a trazione per flessione

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 Fosso Mumia
	Relazione di Calcolo Spalle
	Pagina 68 di 74
	Nome file: VI03-B-CL008_A.00_relazione calcolo spalle_DX.doc

σ_t	=	2.36	2.36	2.36	2.36	MP	tensione limite apertura fessure
n	=	15	15	15	15		coefficiente di omogeneizzazione armature
n'	=	0.00	0.00	0.00	0.00		coefficiente di omogeneizzazione cls teso
Geometria							
B	=	1000	1000	1000	1000	mm	base sezione
H	=	1200	1200	1200	1200	mm	altezza sezione
Armatura							
n ₁	=	5	5	5	5		n. tondini inferiori
Ø ₁	=	16	22	16	16	mm	diametro tondini inferiori
d ₁	=	1150	1150	1150	1150	mm	distanza da lembo compresso
A _{s1}	=	1005	1901	1005	1005	mm ²	area armatura inferiore
n ₂	=	5	5	5	5		n. tondini superiori
Ø ₂	=	22	16	16	16	mm	diametro tondini superiori
d ₂	=	50	50	50	50	mm	distanza da lembo compresso (copriferro)
A _{s2}	=	1901	1005	1005	1005	mm ²	area armatura superiore
Sollecitazioni							
M	=	50.0	440.0	50.0	120.0	kNm	Momento di calcolo (fibre tese verso il basso)
N	=	0.0	0.0	0.0	0.0	KN	Sforzo Normale di calcolo (>0 compressione)
e	=	Inf	Inf	Inf	Inf	mm	eccentricità
Caratteristiche sezione interamente reagente a compressione							
A _{cls}	=	1200000	1200000	1200000	1200000	mm ²	area calcestruzzo
A _s	=	2906.0	2906.0	2010.6	2010.6	mm ²	area armatura
A _{id}	=	1.24E+06	1.24E+06	1.23E+06	1.23E+06	mm ²	area sezione ideale
d _G	=	594.1	605.9	600.0	600.0	mm	distanza baricentro sezione ideale da lembo superiore
J _{id}	=	1.57E+11	1.57E+11	1.53E+11	1.53E+11	mm ⁴	momento d'inerzia baricentrico sezione ideale
ρ _{id}	=	355.5	355.5	352.8	352.8	mm	raggio d'inerzia sezione
Y _{nocc,s}	=	385.5	393.2	392.5	392.5	mm	quota punto di nocciolo superiore
Caratteristiche sezione interamente reagente a trazione							
A _{cls,t}	=	-	-	-	-	mm ²	area calcestruzzo teso omogeneizzato
A _s	=	-	-	-	-	mm ²	area armatura
A _{id,t}	=	-	-	-	-	mm ²	area sezione ideale
d _{G,t}	=	-	-	-	-	mm	distanza baricentro sezione ideale da lembo superiore
J _{id,t}	=	-	-	-	-	mm ⁴	momento d'inerzia baricentrico sezione ideale
ρ _{id,t}	=	-	-	-	-	mm	raggio d'inerzia sezione
Y _{nocc,i}	=	-	-	-	-	mm	quota punto di nocciolo inferiore
Comportamento sezione							
		parzializzat a	parzializzat a	parzializzat a	parzializzat a		
Caratteristiche sezione parzializzata							
Y _n	=	154.99	219.05	162.46	162.46	mm	distanza asse neutro da lembo compresso
J _n	=	1.65E+10	2.86E+10	1.63E+10	1.63E+10	mm ⁴	momento d'inerzia sezione parzializzata
S _n	=	0.00	0.00	0.00	0.00	mm ³	momento statico sezione parzializzata
f(Y _n)=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 Fosso Mumia
	Relazione di Calcolo Spalle
	Pagina 69 di 74
	Nome file: VI03-B-CL008_A.00_relazione calcolo spalle_DX.doc

Tensioni nei materiali

σ_c	=	-0.47	-3.36	-0.50	-1.19	MP a	tensione nel lembo più compresso del cls calcolata nella sezione fessurata
σ_s	=	45.3	214.5	45.4	108.9	MP a	tensione dell'armatura tesa calcolata nella sezione fessurata

Verifica a fessurazione

M_{fess}	=	612.7	624.9	602.9	602.9	kN m	momento limite di apertura fessure
M_{fess} / M	=	12.25	1.42	12.06	5.02		check1 check3
		verificato	verificato	verificato	verificato		

8.4.2 Verifiche allo stato limite di fessurazione combinazione Quasi Permanente

		comb. QUASI PERM.		comb. QUASI PERM.			
		Momento orizzontale (Y)		Momento verticale (Z)			
		X-	X+	X-	X+		
Materi ali							
Rck	=	35	35	35	35	MP a	resistenza caratteristica cubica
f_{ck}	=	29.05	29.05	29.05	29.05	MP a	resistenza caratteristica cilindrica
f_{cm}	=	37.05	37.05	37.05	37.05	MP a	resistenza cilindrica media
f_{ctm}	=	2.83	2.83	2.83	2.83	MP a	resistenza media a trazione semplice
f_{ctk}	=	19.8	19.8	19.8	19.8	MP a	resistenza caratteristica a trazione semplice (assiale)
f_{ctm}	=	2.43	2.43	2.43	2.43	MP a	resistenza media a trazione per flessione
σ_t	=	2.36	2.36	2.36	2.36	MP a	tensione limite apertura fessure
n	=	15	15	15	15		coefficiente di omogeneizzazione armature
n'	=	0.00	0.00	0.00	0.00		coefficiente di omogeneizzazione cls teso
Geometria							
B	=	1000	1000	1000	1000	m m	base sezione
H	=	1200	1200	1200	1200	m m m	altezza sezione
Armat ura							
n_1	=	5	5	5	5		n. tondini inferiori
\varnothing_1	=	16	22	16	16	m m	diametro tondini inferiori
d_1	=	1150	1150	1150	1150	m m m	distanza da lembo compresso
A_{s1}	=	1005	1901	1005	1005	m m ²	area armatura inferiore
n_2	=	5	5	5	5		n. tondini superiori
\varnothing_2	=	22	16	16	16	m m m	diametro tondini superiori
d_2	=	50	50	50	50	m m m	distanza da lembo compresso (copriferro)
A_{s2}	=	1901	1005	1005	1005	m m ²	area armatura superiore
Sollecitazioni							
M	=	50.0	300.0	50.0	90.0	kN m	Momento di calcolo (fibre tese verso il basso)
N	=	0.0	0.0	0.0	0.0	KN	Sforzo Normale di calcolo (>0 compressione)
e	=	Inf	Inf	Inf	Inf	m m	eccentricità

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 Fosso Mumia
	Relazione di Calcolo Spalle
	Pagina 70 di 74
	Nome file: VI03-B-CL008_A.00_relazione calcolo spalle_DX.doc

Caratteristiche sezione interamente reagente a compressione

A_{cls}	=	1200000	1200000	1200000	1200000	$\frac{m^2}{m^2}$	area calcestruzzo
A_s	=	2906.0	2906.0	2010.6	2010.6	$\frac{m^2}{m^2}$	area armatura
A_{id}	=	1.24E+06	1.24E+06	1.23E+06	1.23E+06	$\frac{m^2}{m^2}$	area sezione ideale
d_G	=	594.1	605.9	600.0	600.0	$\frac{m}{m}$	distanza baricentro sezione ideale da lembo superiore
J_{id}	=	1.57E+11	1.57E+11	1.53E+11	1.53E+11	$\frac{m^4}{m^4}$	momento d'inerzia baricentrico sezione ideale
ρ_{id}	=	355.5	355.5	352.8	352.8	$\frac{m}{m}$	raggio d'inerzia sezione
$Y_{nocc,s}$	=	385.5	393.2	392.5	392.5	$\frac{m}{m}$	quota punto di nocciolo superiore

Caratteristiche sezione interamente reagente a trazione

$A_{cls,t}$	=	-	-	-	-	$\frac{m^2}{m^2}$	area calcestruzzo teso omogeneizzato
A_s	=	-	-	-	-	$\frac{m^2}{m^2}$	area armatura
$A_{id,t}$	=	-	-	-	-	$\frac{m^2}{m^2}$	area sezione ideale
$d_{G,t}$	=	-	-	-	-	$\frac{m}{m}$	distanza baricentro sezione ideale da lembo superiore
$J_{id,t}$	=	-	-	-	-	$\frac{m^4}{m^4}$	momento d'inerzia baricentrico sezione ideale
$\rho_{id,t}$	=	-	-	-	-	$\frac{m}{m}$	raggio d'inerzia sezione
$Y_{nocc,i}$	=	-	-	-	-	$\frac{m}{m}$	quota punto di nocciolo inferiore

Comportamento sezione

	parzializza ta	parzializza ta	parzializza ta	parzializza ta
--	-------------------	-------------------	-------------------	-------------------

Caratteristiche sezione parzializzata

Y_n	=	154.99	219.05	162.46	162.46	$\frac{m}{m}$	distanza asse neutro da lembo compresso
J_n	=	1.65E+10	2.86E+10	1.63E+10	1.63E+10	$\frac{m^4}{m^4}$	momento d'inerzia sezione parzializzata
S_n	=	0.00	0.00	0.00	0.00	$\frac{m^3}{m^3}$	momento statico sezione parzializzata
$f(Y_n)=0$	=	-	-	-	-		

Tensioni nei materiali

σ_c	=	-0.47	-2.29	-0.50	-0.90	MPa	tensione nel lembo più compresso del cls calcolata nella sezione fessurata
σ_s	=	45.3	146.3	45.4	81.7	MPa	tensione dell'armatura tesa calcolata nella sezione fessurata

Verifica a fessurazione

M_{fess}	=	612.7	624.9	602.9	602.9	$\frac{kNm}{m}$	momento limite di apertura fessure
$\frac{M_{fess}}{M}$	=	12.25	2.08	12.06	6.70		check1
		verificato	verificato	verificato	verificato		check3

8.5 MURI LATERALI

condizioni	
ambientali	aggressive
armature	poco sensibili

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 Fosso Mumia
	Relazione di Calcolo Spalle
	Pagina 71 di 74
	Nome file: VI03-B-CL008_A.00_relazione calcolo spalle_DX.doc

8.5.1 Verifica allo stato limite di fessurazione combinazioni Frequenti

	comb. FREQUENTE		comb. FREQUENTE			
	Momento orizzontale (X)		Momento verticale (Z)			
	Y-	Y+	Y-	Y+		
Materiali						
R _{ck}	=	35	35	35	35	MPa resistenza caratteristica cubica
f _{ck}	=	29.05	29.05	29.05	29.05	MPa resistenza caratteristica cilindrica
f _{cm}	=	37.05	37.05	37.05	37.05	MPa resistenza cilindrica media
f _{ctm}	=	2.83	2.83	2.83	2.83	MPa resistenza media a trazione semplice
f _{ctk}	=	1.98	1.98	1.98	1.98	MPa resistenza caratteristica a trazione semplice (assiale)
f _{ctm}	=	2.38	2.38	2.38	2.38	MPa resistenza media a trazione per flessione
σ _t	=	2.36	2.36	2.36	2.36	MPa tensione limite apertura fessure
n	=	15	15	15	15	coefficiente di omogeneizzazione armature
n'	=	0.00	0.00	0.00	0.00	coefficiente di omogeneizzazione cls teso
Geometria						
B	=	1000	1000	1000	1000	mm base sezione
H	=	800	800	800	800	mm altezza sezione
Armatura						
n ₁	=	5	5	5	5	n. tondini inferiori
Ø ₁	=	16	20	18	22	mm diametro tondini inferiori
d ₁	=	750	750	750	750	mm distanza da lembo compresso
A _{s1}	=	1005	1571	1272	1901	mm ² area armatura inferiore
n ₂	=	5	5	5	5	n. tondini superiori
Ø ₂	=	20	16	22	18	mm diametro tondini superiori
d ₂	=	50	50	50	50	mm distanza da lembo compresso (copriferro)
A _{s2}	=	1571	1005	1901	1272	mm ² area armatura superiore
Sollecitazioni						
M	=	150.0	150.0	230.0	260.0	kNm Momento di calcolo (fibre tese verso il basso)
N	=	0.0	0.0	200.0	200.0	KN Sforzo Normale di calcolo (>0 compressione)
e	=	Inf	Inf	1150	1300	mm eccentricità
Caratteristiche sezione interamente reagente a compressione						
A _{cls}	=	800000	800000	800000	800000	mm ² area calcestruzzo
A _s	=	2576.1	2576.1	3173.0	3173.0	mm ² area armatura
A _{id}	=	8.39E+05	8.39E+05	8.48E+05	8.48E+05	mm ² area sezione ideale
d _G	=	396.5	403.5	396.1	403.9	mm distanza baricentro sezione ideale da lembo superiore
J _{id}	=	4.74E+10	4.74E+10	4.85E+10	4.85E+10	mm ⁴ momento d'inerzia baricentrico sezione ideale
ρ _{id}	=	237.7	237.7	239.2	239.2	mm raggio d'inerzia sezione
Y _{nocc,s}	=	256.4	261.0	254.5	259.5	mm quota punto di nocciolo superiore
Caratteristiche sezione interamente reagente a trazione						
A _{cls,t}	=	-	-	-	-	mm ² area calcestruzzo teso omogeneizzato
A _s	=	-	-	-	-	mm ² area armatura
A _{id,t}	=	-	-	-	-	mm ² area sezione ideale
d _{G,t}	=	-	-	-	-	mm distanza baricentro sezione ideale da lembo superiore
J _{id,t}	=	-	-	-	-	mm ⁴ momento d'inerzia baricentrico sezione ideale

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 Fosso Mumia
	Relazione di Calcolo Spalle
	Pagina 72 di 74
	Nome file: VI03-B-CL008_A.00_relazione calcolo spalle_DX.doc

$\rho_{id,t}$	=	-	-	-	-	mm	raggio d'inerzia sezione
$Y_{nocc,i}$	=	-	-	-	-	mm	quota punto di nocciolo inferiore

Comportamento sezione

	parzializzata	parzializzata	parzializzata	parzializzata
	a	a	a	ta

Caratteristiche sezione parzializzata

Y_n	=	124.05	157.17	181.14	214.00	mm	distanza asse neutro da lembo compresso
J_n	=	6.67E+09	9.75E+09	8.65E+09	1.20E+10	mm ⁴	momento d'inerzia sezione parzializzata
S_n	=	0.00	0.00	9286931.99	10745833.84	mm ³	momento statico sezione parzializzata
$f(Y_n)=0$	=	-	-	0	0		

Tensioni nei materiali

σ_c	=	-2.79	-2.42	-4.82	-4.65	MPa	tensione nel lembo più compresso del cls calcolata nella sezione fessurata
σ_s	=	211.0	136.8	227.0	174.6	MPa	tensione dell'armatura tesa calcolata nella sezione fessurata

Verifica a fessurazione

M_{fess}	=	277.4	282.4	311.9	318.1	kNm	momento limite di apertura fessure
M_{fess} / M	=	1.85	1.88	1.36	1.22		check1
w_{max}	=	0.30	0.30	0.30	0.30	mm	valore limite ampiezza fessure
		verificato	verificato	verificato	verificato		check3

8.5.2 Verifiche allo stato limite di fessurazione combinazione Quasi Permanente

		comb. QUASI PERM.		comb. QUASI PERM.			
		Momento orizzontale (X)		Momento verticale (Z)			
		Y-	Y+	Y-	Y+		
Materi							
ali							
R_{ck}	=	35	35	35	35	MPa	resistenza caratteristica cubica
f_{ck}	=	29.05	29.05	29.05	29.05	MPa	resistenza caratteristica cilindrica
f_{cm}	=	37.05	37.05	37.05	37.05	MPa	resistenza cilindrica media
f_{ctm}	=	2.83	2.83	2.83	2.83	MPa	resistenza media a trazione semplice
f_{ctk}	=	19.8	19.8	19.8	19.8	MPa	resistenza caratteristica a trazione semplice (assiale)
f_{ctm}	=	2.43	2.43	2.43	2.43	MPa	resistenza media a trazione per flessione
σ_t	=	2.36	2.36	2.36	2.36	MPa	tensione limite apertura fessure
n	=	15	15	15	15		coefficiente di omogeneizzazione armature
n'	=	0.00	0.00	0.00	0.00		coefficiente di omogeneizzazione cls teso
Geometria							
B	=	1000	1000	1000	1000	mm	base sezione
H	=	800	800	800	800	mm	altezza sezione
Armatura							
n_1	=	5	5	5	5		n. tondini inferiori
\varnothing_1	=	16	20	18	22	mm	diametro tondini inferiori
d_1	=	750	750	750	750	mm	distanza da lembo compresso

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 Fosso Mumia
	Relazione di Calcolo Spalle
	Pagina 73 di 74
	Nome file: V103-B-CL008_A.00_relazione calcolo spalle_DX.doc

A_{s1}	=	1005	1571	1272	1901	$\frac{m^2}{m^2}$	area armatura inferiore
n_2	=	5	5	5	5		n. tondini superiori
\varnothing_2	=	16	20	22	18	$\frac{m}{m}$	diámetro tondini superiori
d_2	=	50	50	50	50	$\frac{m}{m}$	distanza da lembo compresso (copriferro)
A_{s2}	=	1005	1571	1901	1272	$\frac{m^2}{m^2}$	area armatura superiore
Sollecitazioni							
M	=	130.0	120.0	75.0	220.0	$\frac{kN}{m}$	Momento di calcolo (fibre tese verso il basso)
N	=	0.0	0.0	100.0	100.0	KN	Sforzo Normale di calcolo (>0 compressione)
e	=	Inf	Inf	750	2200	$\frac{m}{m}$	eccentricità
Caratteristiche sezione interamente reagente a compressione							
A_{cls}	=	800000	800000	800000	800000	$\frac{m^2}{m^2}$	area calcestruzzo
A_s	=	2010.6	3141.6	3173.0	3173.0	$\frac{m^2}{m^2}$	area armatura
A_{id}	=	8.30E+05	8.47E+05	8.48E+05	8.48E+05	$\frac{m^2}{m^2}$	area sezione ideale
d_G	=	400.0	400.0	396.1	403.9	$\frac{m}{m}$	distanza baricentro sezione ideale da lembo superiore
J_{id}	=	4.64E+10	4.84E+10	4.85E+10	4.85E+10	$\frac{m^4}{m^4}$	momento d'inerzia baricentrico sezione ideale
ρ_{id}	=	236.3	239.1	239.2	239.2	$\frac{m}{m}$	raggio d'inerzia sezione
$Y_{nocc,s}$	=	260.4	257.0	254.5	259.5	$\frac{m}{m}$	quota punto di nocciolo superiore
Caratteristiche sezione interamente reagente a trazione							
$A_{cls,t}$	=	-	-	-	-	$\frac{m^2}{m^2}$	area calcestruzzo teso omogeneizzato
A_s	=	-	-	-	-	$\frac{m^2}{m^2}$	area armatura
$A_{id,t}$	=	-	-	-	-	$\frac{m^2}{m^2}$	area sezione ideale
$d_{G,t}$	=	-	-	-	-	$\frac{m}{m}$	distanza baricentro sezione ideale da lembo superiore
$J_{id,t}$	=	-	-	-	-	$\frac{m^4}{m^4}$	momento d'inerzia baricentrico sezione ideale
$\rho_{id,t}$	=	-	-	-	-	$\frac{m}{m}$	raggio d'inerzia sezione
$Y_{nocc,i}$	=	-	-	-	-	$\frac{m}{m}$	quota punto di nocciolo inferiore
Comportamento sezione							
		parzializza ta	parzializza ta	parzializza ta	parzializza ta		
Caratteristiche sezione parzializzata							
Y_n	=	157.66	200.51	211.95	194.52	$\frac{m}{m}$	distanza asse neutro da lembo compresso
J_n	=	6.77E+09	1.03E+10	9.45E+09	1.16E+10	$\frac{m^4}{m^4}$	momento d'inerzia sezione parzializzata
S_n	=	5118691.5 8	10701451. 22	16810600. 55	5840506.3 6	$\frac{m^3}{m^3}$	momento statico sezione parzializzata
$f(Y_n)=$ 0	=	-	-	0	0		
Tensioni nei materiali							
σ_c	=	-3.03	-2.33	-1.68	-3.67	MPa	tensione nel lembo più compresso del cls calcolata nella sezione fessurata
σ_s	=	170.6	95.7	64.1	157.4	MPa	tensione dell'armatura tesa calcolata nella sezione fessurata
Verifica a fessurazione							
M_{fess}	=	273.8	286.1	297.8	303.6	$\frac{kN}{m}$	momento limite di apertura fessure
$\frac{M_{fess}}{M}$	=	2.11	2.38	3.97	1.38		check1
		verificato	verificato	verificato	verificato		check3