

# 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 Giulfo

### Relazione di calcolo Spalle

Codice Unico Progetto (CUP) : F91B09000070001

Codice Elaborato:

PA12\_09 - E 1 4 4 V I 2 0 1 V I 0 1 B C L 0 0 6 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 Possati  
Ordine degli Ingegneri  
Provincia di Roma n. 20809

Il Geologo:



Il Coordinatore per la sicurezza  
in fase di progetto:



Il Direttore dei lavori:





CORRIDOIO PLURIMODALE TIRRENICO-NORD EUROPA ITINERARIO AGRIGENTO - CALTANISSETTA-A19 S.S. N° 640 "DI PORTO EMPEDOCLE" AMMODERNAMENTO E ADEGUAMENTO ALLA CAT. B DEL D.M. 5.11.2001 Dal km 44+000 allo svincolo con l'A19 <b>Progetto Esecutivo</b>	Opera: <b>Viadotto Giulfo</b>
	Relazione di Calcolo Spalle
	Pagina 1 di 66
	Nome file: VI01-B-CL006 A.01 relazione calcolo spalle.doc

## INDICE

<b>1</b>	<b>GENERALITÀ .....</b>	<b>3</b>
1.1	PREMESSA .....	3
1.2	CARATTERISTICHE GEOMETRICHE DEL VIADOTTO .....	3
1.3	NORMATIVA DI RIFERIMENTO .....	6
1.4	CARATTERISTICHE DEI MATERIALI .....	7
<b>2</b>	<b>ANALISI GLOBALE DEL VIADOTTO .....</b>	<b>9</b>
2.1	DESCRIZIONE DEL MODELLO DI CALCOLO .....	9
<b>3</b>	<b>ANALISI DELLE PALIFICATE DELLE SPALLE .....</b>	<b>10</b>
3.1	AZIONI TRASMESSE DALL'IMPALCATO .....	10
3.2	AZIONI TRASMESSE DALLA SPALLA .....	11
3.3	RIEPILOGO SOLLECITAZIONI RISPETTO A BARICENTRO PALI .....	13
3.3.1	<i>Combinazioni di carico SLU</i> .....	14
3.3.2	<i>Sollecitazioni sulla palificata agli SLU</i> .....	15
3.3.3	<i>Calcolo azioni sui pali agli SLU</i> .....	15
3.3.4	<i>Combinazioni di carico SLE</i> .....	20
3.3.5	<i>Sollecitazione sulla palificata agli SLE</i> .....	21
3.3.6	<i>Calcolo azione sui pali agli SLE</i> .....	22
<b>4</b>	<b>VERIFICA STRUTTURALE DEI PALI (SLU) .....</b>	<b>24</b>
4.1	VERIFICA PER TENSIONI NORMALI .....	25
4.2	VERIFICA A TAGLIO .....	26
<b>5</b>	<b>VERIFICA ALLO STATO LIMITE DI FESSURAZIONE (SLE) .....</b>	<b>27</b>
5.1	VERIFICA ALLO STATO LIMITE DI FESSURAZIONE COMBINAZIONI FREQUENTI .....	28
5.2	VERIFICHE ALLO STATO LIMITE DI FESSURAZIONE COMBINAZIONE QUASI PERMANENTE .....	29
<b>6</b>	<b>VERIFICA GEOTECNICA DEI PALI .....</b>	<b>31</b>
6.1	CARICO LIMITE VERTICALE DEL PALO PIU' CARICATO .....	31
6.1.1	<i>Criteri di calcolo del carico limite verticale</i> .....	31
6.1.2	<i>Criteri di verifiche</i> .....	33
6.1.3	<i>Risultati</i> .....	35
6.2	CARICO LIMITE ORIZZONTALE .....	36
6.2.1	<i>Criteri di calcolo del carico limite orizzontale</i> .....	36
6.2.2	<i>Criteri di verifica</i> .....	36
6.2.3	<i>Risultati</i> .....	37
<b>7</b>	<b>ANALISI STRUTTURALE DELLA SPALLA AGLI SLU .....</b>	<b>39</b>
7.1	DESCRIZIONE DEL MODELLO DI CALCOLO DELLA SPALLA .....	39
7.2	ANALISI DEI CARICHI .....	40
7.3	VERIFICHE DEL MURO FRONTALE .....	41
7.3.1	<i>Verifiche di resistenza per tensioni normali</i> .....	41
7.3.2	<i>Verifiche a taglio</i> .....	42
7.4	VERIFICHE DEI MURI LATERALI .....	43
7.4.1	<i>Verifiche di resistenza per tensioni normali</i> .....	43
7.4.2	<i>Verifiche a taglio</i> .....	44
7.5	VERIFICHE DEL MURO PARAGHIAIA .....	44
7.5.1	<i>Verifiche di resistenza per tensioni normali</i> .....	44
7.5.2	<i>Verifiche a taglio</i> .....	45
7.6	VERIFICHE DEL PLINTO DI FONDAZIONE .....	46
7.6.1	<i>Verifiche di resistenza per tensioni normali</i> .....	46
7.6.2	<i>Verifiche a taglio</i> .....	49
<b>8</b>	<b>VERIFICA DELLA SPALLA AGLI STATI LIMITE DI FESSURAZIONE (SLE) .....</b>	<b>50</b>
8.1	COMBINAZIONI DI CARICO SLE .....	50
8.2	PLINTO DI FONDAZIONE .....	51
8.2.1	<i>Verifica allo stato limite di fessurazione combinazioni Frequenti</i> .....	51
8.2.2	<i>Verifiche allo stato limite di fessurazione combinazione Quasi Permanente</i> .....	53

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 <b>Progetto Esecutivo</b>	Opera: <b>Viadotto Giulfo</b>
	Relazione di Calcolo Spalle
	Pagina 2 di 66
	Nome file: VI01-B-CL006 A.01 relazione calcolo spalle.doc

8.3	MURO FRONTALE .....	55
8.3.1	Verifica allo stato limite di fessurazione combinazioni <i>Frequenti</i> .....	55
8.3.2	Verifiche allo stato limite di fessurazione combinazione <i>Quasi Permanente</i> .....	56
8.4	MURO PARAGHIAIA .....	58
8.4.1	Verifica allo stato limite di fessurazione combinazioni <i>Frequenti</i> .....	58
8.4.2	Verifiche allo stato limite di fessurazione combinazione <i>Quasi Permanente</i> .....	60
8.5	MURI LATERALI .....	62
8.5.1	Verifica allo stato limite di fessurazione combinazioni <i>Frequenti</i> .....	62
8.5.2	Verifiche allo stato limite di fessurazione combinazione <i>Quasi Permanente</i> .....	64

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 <b>Progetto Esecutivo</b>	Opera: <b>Viadotto Giulfo</b>
	Relazione di Calcolo Spalle
	Pagina 3 di 66
	Nome file: VI01-B-CL006 A.01 relazione calcolo spalle.doc

## 1 GENERALITÀ

### 1.1 PREMESSA

Nella presente relazione si riportano le verifiche di sicurezza delle spalle del viadotto denominato **Giulfo** 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 dx e carreggiata sx). Esso presenta un tracciato planimetrico prevalentemente a curvatura costante di raggio – misurato sull'asse impalcato della carreggiata destra – pari a circa 1930 m. Solo le ultime quattro campate in direzione A19 presentano un tracciato a curvatura variabile secondo un arco di clotoide. Ciascuna delle due carreggiate è composta da n. 13 campate di luce pari a 65.0 m e 45.0 m rispettivamente per quelle centrali e per quelle di riva. Le campate della carreggiata sinistra (direzione Agrigento) presentano, invece, come evidenziato nella seguente tabella, luci lievemente inferiori:

**Tabella 1: Luci campate carreggiata sinistra (dir. Agrigento).**

Campata carr. SX	L [m]
1	42.407
2	64.852
3	64.833
4	64.873
5	64.852
6	65.153
7	64.552
8	64.853
9	64.850
10	64.887
11	64.921
12	64.968
13	42.509

L'impalcato di ciascuna carreggiata è realizzato in acciaio-clc. con schema statico di trave continua su 14 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.

pila	H [m]
P01	9.46
P02	16.66
P03	21.46
P04	29.86
P05	31.46
P06	32.26
P07	33.46
P08	34.66
P09	34.66

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 <b>Progetto Esecutivo</b>	Opera: <b>Viadotto Giulfo</b>
	Relazione di Calcolo Spalle
	Pagina 4 di 66
	Nome file: VI01-B-CL006_A.01_relazione_calcolo_spalle.doc

P10	27.46
P11	19.06
P12	13.06

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);

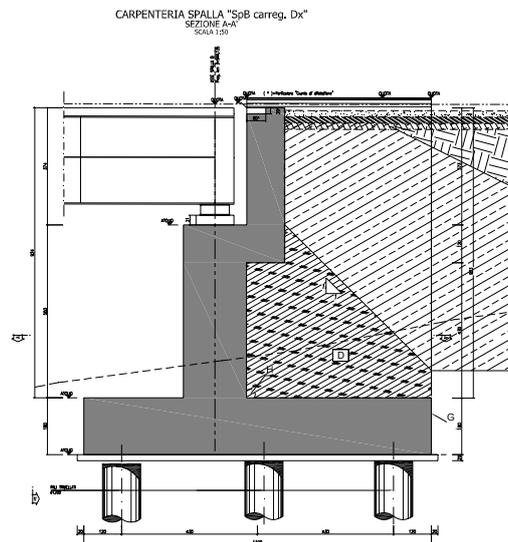
$K_v = 2814 \text{ kN/mm}$  (rigidezza verticale).

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

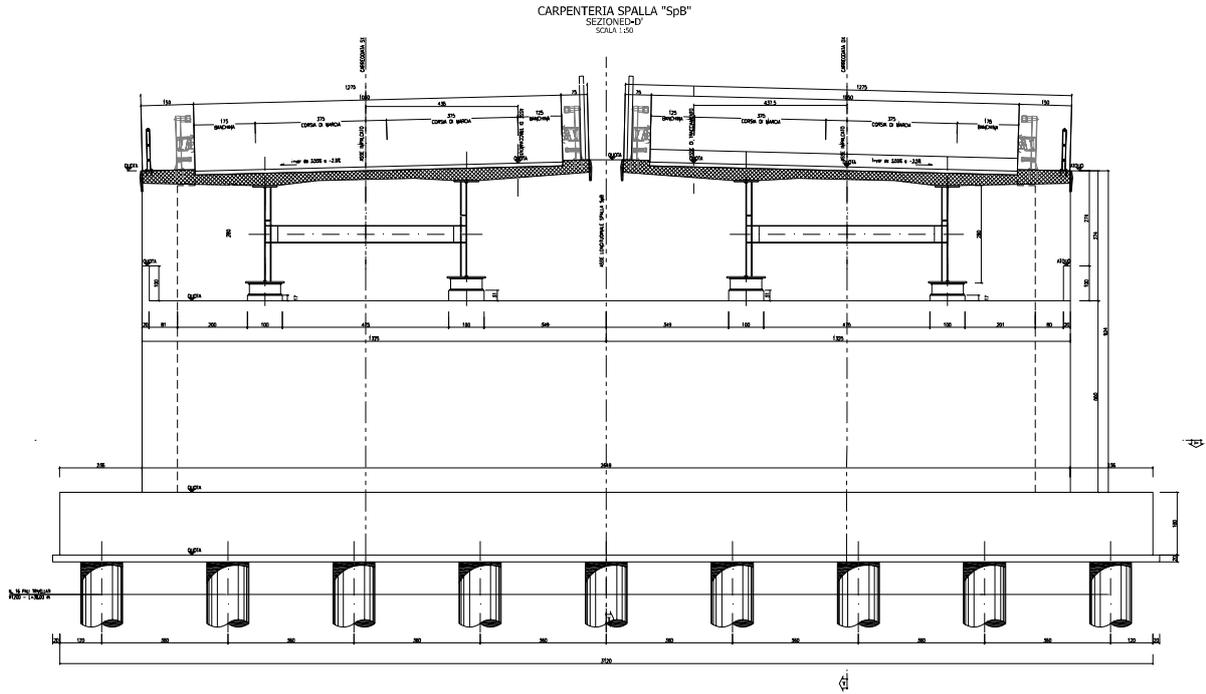
Gli impalcato della carreggiata di destra e di sinistra hanno le spalle in comune. Le due spalle – spalla A e spalla B – presentano, a meno del muro frontale, la medesima geometria e sono soggette alle stesse azioni trasmesse dall'impalcato. Nella presente relazione si analizzerà la spalla B in quanto presenta un muro frontale di altezza poco superiore a quella dell'altra spalla (spalla A). A quest'ultima saranno estesi i risultati ottenuti per la spalla analizzata.

Le spalle B è formata da un muro frontale di spessore 2.00 m e altezza massima di 5,50 m; muro frontale paraghiaia di spessore 1,20 m e altezza variabile di 5.00 mentre i muri laterali di risvolto hanno uno spessore d 1.00 m e altezza pari a 9,30 m.

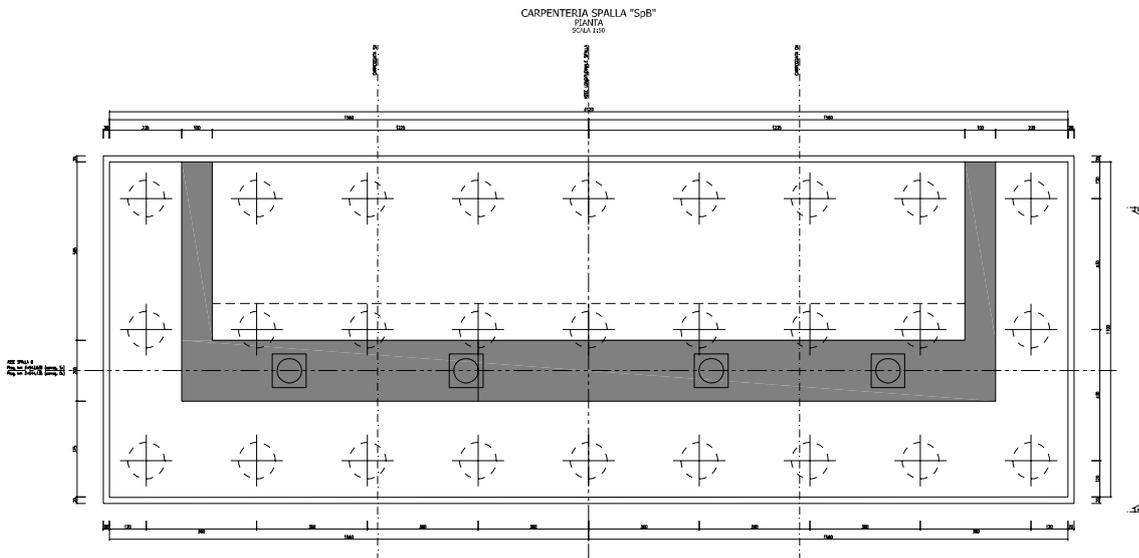
La fondazione ha dimensioni in pianta di 11,00 m x 31,20 m e altezza 1,80 m ed è fondata su 27 pali di diametro Ø1200 e di lunghezza 40,0 m.



**Figura 1: Sezione laterale Spalla**



**Figura 2: Vista frontale Spalla**



**Figura 3: Pianta spiccato**

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 <b>Progetto Esecutivo</b>	Opera: <b>Viadotto Giulfo</b>
	Relazione di Calcolo Spalle
	Pagina 6 di 66
	Nome file: VI01-B-CL006 A.01 relazione calcolo spalle.doc

### Geometrie Spalla B

	Bx	By	Bz	V	X	Y	Z
	[m]	[m]	[m]	[m <sup>3</sup> ]	[m]	[m]	[m]
plinto di fondazione	11.00	31.20	1.80	617.8	5.50	0.00	-0.90
muro frontale	2.00	26.50	5.50	291.5	6.85	0.00	-4.55
muro paraghiaia	1.20	26.50	5.00	159.0	5.25	0.00	-9.80
muro laterale sx	5.85	1.00	9.30	54.4	2.93	12.75	-6.45
muro laterale dx	5.85	1.00	9.30	54.4	2.93	-12.75	-6.45

### 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 <b>Progetto Esecutivo</b>	Opera: <b>Viadotto Giulfo</b>
	Relazione di Calcolo Spalle
	Pagina 7 di 66
	Nome file: VI01-B-CL006 A.01 relazione calcolo spalle.doc

## 1.4 CARATTERISTICHE DEI MATERIALI

### CALCESTRUZZO PALI DI FONDAZIONE C32/40

$R_{ck}$	=	40	MPa	resistenza caratteristica cubica
$f_{ck}$	=	33.20	MPa	resistenza caratteristica cilindrica
$f_{cm}$	=	27.56	MPa	resistenza cilindrica media
$f_{ctm}$	=	41.20	MPa	resistenza media a trazione semplice
$f_{ctk}$	=	3.10	MPa	resistenza caratteristica a trazione semplice
$f_{cfm}$	=	4.03	MPa	resistenza media a trazione per flessione
$E_{cm}$	=	3.72	MPa	modulo elastico istantaneo
$\gamma_c$	=	33643		coefficiente parziale di sicurezza
$\alpha_{cc}$	=	1.50		coefficiente riduttivo per resistenze di lunga durata
$f_{cd}$	=	0.85	MPa	resistenza di calcolo a compressione
$f_{ctd}$	=	18.81	MPa	resistenza di calcolo a trazione
XA2				classe di esposizione
S3 - S4				classe di consistenza

### CALCESTRUZZO FONDAZIONE SPALLE C35/45

$R_{ck}$	=	45	MPa	resistenza caratteristica cubica
$f_{ck}$	=	37.35	MPa	resistenza caratteristica cilindrica
$f_{cm}$	=	31.00	MPa	resistenza cilindrica media
$f_{ctm}$	=	45.35	MPa	resistenza media a trazione semplice
$f_{ctk}$	=	3.35	MPa	resistenza caratteristica a trazione semplice
$f_{cfm}$	=	4.36	MPa	resistenza media a trazione per flessione
$E_{cm}$	=	4.02	MPa	modulo elastico istantaneo
$\gamma_c$	=	34625		coefficiente parziale di sicurezza
$\alpha_{cc}$	=	1.50		coefficiente riduttivo per resistenze di lunga durata
$f_{cd}$	=	0.85	MPa	resistenza di calcolo a compressione
$f_{ctd}$	=	21.17	MPa	resistenza di calcolo a trazione
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
$f_{ctm}$	=	2.83	MPa	resistenza media a trazione semplice
$f_{ctk}$	=	3.69	MPa	resistenza caratteristica a trazione semplice
$f_{cfm}$	=	3.40	MPa	resistenza media a trazione per flessione
$E_{cm}$	=	32588	MPa	modulo elastico istantaneo
$\gamma_c$	=	1.50		coefficiente parziale di sicurezza
$\alpha_{cc}$	=	0.85		coefficiente riduttivo per resistenze di lunga durata
$f_{cd}$	=	16.46	MPa	resistenza di calcolo a compressione
$f_{ctd}$	=	2.46	MPa	resistenza di calcolo 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 <b>Progetto Esecutivo</b>	Opera: <b>Viadotto Giulfo</b>
	Relazione di Calcolo Spalle
	Pagina 9 di 66
	Nome file: VI01-B-CL006 A.01 relazione calcolo spalle.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. In particolare è stato schematizzato il viadotto della carreggiata dx che pur avendo altezze delle pile identiche a quelle dell'altra carreggiata, presenta lunghezze delle campate lievemente maggiori (massima differenza 15 cm). Considerate le esigue differenze di luce delle campate delle due carreggiate, i risultati ottenuti per il viadotto della carreggiata dx saranno estesi a quello dell'altra carreggiata.

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:

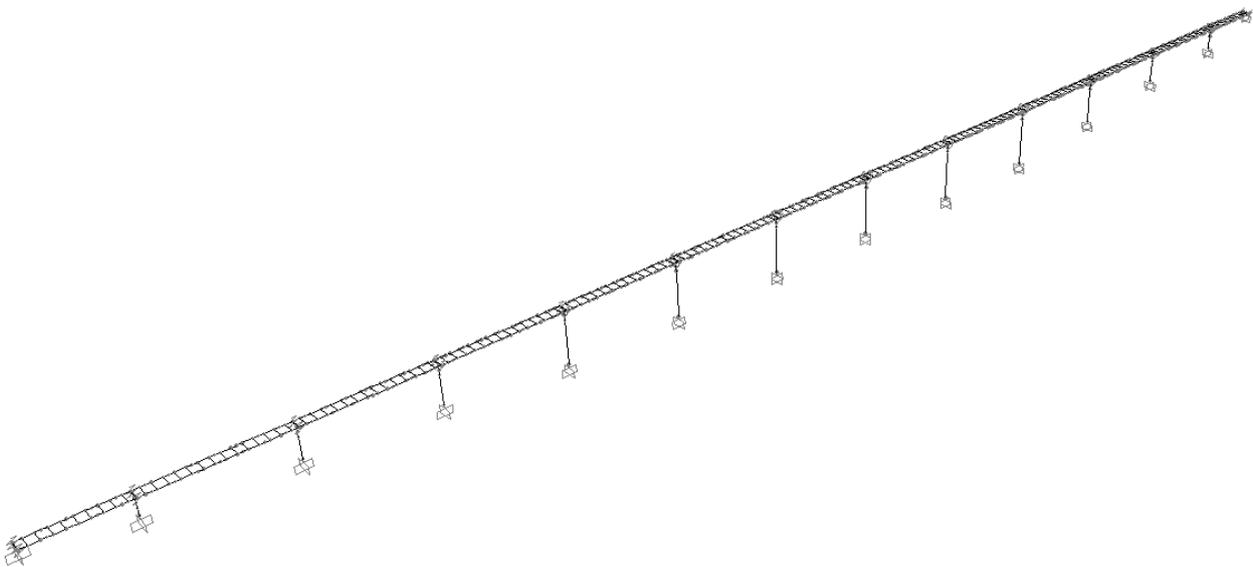
$$K_e = 3.03 \text{ kN/mm (rigidezza equivalente orizzontale);}$$

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

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 è stato implementato 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 4: 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 <b>Progetto Esecutivo</b>	Opera: <b>Viadotto Giulfo</b>
	Relazione di Calcolo Spalle
	Pagina 10 di 66
	Nome file: VI01-B-CL006_A.01_relazione_calcolo_spalle.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.

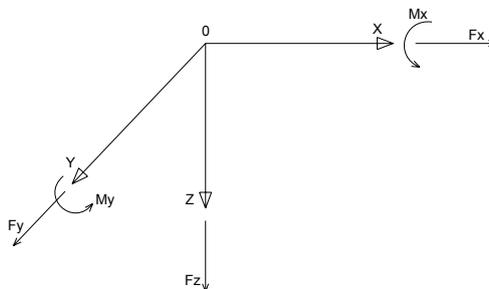


Figura 5: Sistema di riferimento

#### 3.1 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 (riferite al baricentro appoggi)

	$F_x$	$F_y$	$F_z$	$M_x$	$M_y$	
	[kN]	[kN]	[kN]	[kNm]	[kNm]	
g1	0.00	0.00	8702.02	0.00	0.00	peso proprio impalcato+permanenti portati
g2	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	(permanenti portati)
e2	73.05	0.00	814.03	0.00	58.44	ritiro
e3	73.05	0.00	814.03	0.00	58.44	carico termico
q1.1	0.00	0.26	4324.93	836.95	0.00	carico mobile - configurazione 1 (massima azione verticale)
q1.2	0.00	8.00	1736.56	19517.69	0.00	carico mobile - configurazione 2 (massimo momento trasversale)
q3	183.36	0.00	0.00	0.00	146.69	frenatura
q4	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	azione centrifuga
q5	0.00	-851.90	0.00	740.00	0.00	azione del vento trasversale
q6.1	1121.15	134.21	115.65	113.97	896.92	sisma 1
q6.2	336.00	447.84	115.65	380.28	268.80	sisma 2
q6.3	336.00	134.21	385.88	113.97	268.80	sisma 3
q7	261.06	261.06	0.00	0.00	0.00	azione parassita dei vincoli

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 <b>Progetto Esecutivo</b>	Opera: <b>Viadotto Giulfo</b>
	Relazione di Calcolo Spalle
	Pagina 11 di 66
	Nome file: VI01-B-CL006 A.01 relazione calcolo spalle.doc

### 3.2 AZIONI TRASMESSE DALLA SPALLA

#### Peso proprio spalla (g1)

Gcls	=	25.00 kN/m <sup>3</sup>	peso specifico calcestruzzo
g1.1	=	15444.0 kN	plinto di fondazione
g1.2	=	7287.5 kN	muro frontale
g1.3	=	3975.0 kN	muro paraghiaia
g1.4	=	1360.1 kN	muro laterale sx
g1.5	=	1360.1 kN	muro laterale dx
g1.6	=	0.0 kN	bandiera sx
g1.7	=	0.0 kN	bandiera dx
g1.8	=	21.6 kN	baggioli
g1.9	=	0.0 kN	elemento 1
g1.10	=	0.0 kN	elemento 2
Fz	=	29448.4 kN	azione verticale
x	=	5.57 m	coordinata x punto di applicazione
y	=	0.00 m	coordinata y punto di applicazione
z	=	-3.53 m	coordinata z punto di applicazione

#### Peso terreno su fondazione (g2)

gt	=	18.00 kN/m <sup>3</sup>	peso dell'unità di volume del terreno
V	=	1588.63 m <sup>3</sup>	volume di terreno sopra fondazione
Fz	=	28595.27 kN	peso del terreno
x	=	2.93 m	coordinata x punto di applicazione
y	=	0.00 m	coordinata y punto di applicazione
z	=	-6.45 m	coordinata z punto di applicazione

#### Spinta del terreno (g3)

	intradosso plinto	base muro frontale		
g	=	18.00	18.00	kN/m <sup>3</sup> peso dell'unità di volume del terreno
f	=	35.00	35.00	° angolo di attrito del terreno
Ka	=	0.271	0.271	coefficiente di spinta attiva
K0	=	0.426	0.426	coefficiente di spinta a riposo
K	=	0.426	0.426	coefficiente di spinta adottato
H	=	11.10	9.30	m altezza di spinta terreno (rispetto a intradosso plinto)
B	=	26.50	26.50	m larghezza trasversale interessata dalla spinta (y-y)
Fx	=	12530.71	8796.21	kN spinta del terreno
x	=	0.00	5.85	m coordinata x punto di applicazione
y	=	0.00	0	m coordinata y punto di applicazione
z	=	-3.70	-4.90	m coordinata z punto di applicazione

#### Effetti del sovraccarico stradale sul rilevato (q1.t)

Incremento di spinta			
q	=	20.00	kPa sovraccarico stradale
f	=	35.00	° angolo di attrito del 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 <b>Progetto Esecutivo</b>	Opera: <b>Viadotto Giulfo</b>
	Relazione di Calcolo Spalle
	Pagina 12 di 66
	Nome file: VI01-B-CL006_A.01_relazione_calcolo_spalle.doc

K	=	0.426		coefficiente di spinta
H	=	11.10	m	altezza di spinta terreno
B	=	26.50	m	larghezza trasversale interessata dalla spinta (y-y)
F <sub>x</sub>	=	2508.65	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	=	-5.55	m	coordinata z punto di applicazione
Incremento di azione verticale				
B <sub>x</sub>	=	5.85	m	lunghezza del plinto interessata dal sovraccarico
F <sub>z</sub>	=	3100.50	kN	risultante verticale sovraccarico
x	=	2.93	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)

a <sub>g</sub>	=	0.083	g	accelerazione orizzontale massima attesa su sito di riferimento rigido
S <sub>s</sub>	=	1.2		coefficiente di amplificazione stratigrafica
S <sub>T</sub>	=	1.0		coefficiente di amplificazione topografica
S	=	1.2		
b <sub>m</sub>	=	1.00		coefficiente di riduzione dell'accelerazione massima
a <sub>max</sub>	=	0.100		accelerazione massima orizzontale attesa al sito
K <sub>h</sub>	=	0.100		coefficiente sismico orizzontale
K <sub>v</sub>	=	0.050		coefficiente sismico verticale

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

Ipotesi di struttura rigida

γ	=	18.00	kN/m <sup>3</sup>	peso dell'unità di volume del terreno
H	=	9.30	m	altezza di spinta terreno
B	=	26.50	m	larghezza trasversale interessata dalla spinta (y-y)
ΔP	=	4109.07		

Ipotesi di struttura flessibile

φ	=	35	°	angolo di attrito
ψ	=	90	°	angolo di inclinazione rispetto all'orizzontale della parete di monte
β	=	0	°	angolo di inclinazione rispetto all'orizzontale della superficie del terrapieno
δ	=	0	°	angolo di resistenza a taglio tra terreno-muro
θ	=	5.18	°	tan(θ)=K <sub>h</sub> /(1+/-K <sub>v</sub> )
K1	=	0.567		coefficiente di spinta del terreno (statico + dinamico) per β < φ-θ
K2	=	0.759		coefficiente di spinta del terreno (statico + dinamico) per β > φ-θ
K	=	0.567		coefficiente di spinta del terreno (statico + dinamico) effettivo
E <sub>d</sub>	=	12866	kN	spinta terreno in fase sismica
ΔS	=	4069.57	kN	incremento di spinta in fase sismica

Valore adottato

ΔP	=	4109.1	kN	incremento di spinta terreno in fase sismica
x	=	5.85	m	coordinata x punto di applicazione
y	=	0	m	coordinata y punto di applicazione
z	=	-6.45	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 <b>Progetto Esecutivo</b>	Opera: <b>Viadotto Giulfo</b>
	Relazione di Calcolo Spalle
	Pagina 13 di 66
	Nome file: VI01-B-CL006 A.01 relazione calcolo spalle.doc

### Forze d'inerzia (q6.2)

	forza d'inerzia <b>Fi</b>	coordinata x punto di applicazione <b>x</b>	coordinata y punto di applicazione <b>y</b>	coordinata z punto di applicazione <b>z</b>
plinto	1538.2	5.50	0.00	-0.90
muro frontale	725.8	6.85	0.00	-4.55
paraghiaia	395.9	5.25	0.00	-9.80
muro laterale sx	135.5	2.93	12.75	-6.45
muro laterale dx	135.5	2.93	-12.75	-6.45
bandiera sx	0.0	-0.89	13.25	-9.95
bandiera dx	0.0	-0.89	-13.25	-9.95
baggioli	2.2	6.85	0.00	-7.38
elemento 1	0.0	6.85	0.00	-7.60
elemento 2	0.0	0.00	0.00	-4.80
terreno su plinto	2848.1	2.93	0.00	-6.45
risultante intradosso plinto	5781.1	4.3	0.0	-5.0
risultante base muro frontale	1394.8	5.6	0.0	-6.4

### 3.3 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 = 5.50 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	0.0	8702.0	0.0	-11747.7	peso proprio impalcato
g1-sp	0.0	0.0	29448.4	0.0	-1924.4	peso proprio spalla
g2-imp	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	permanenti portati su impalcato
g2-sp	0.0	0.0	28595.3	0.0	73632.8	terreno su plinto spalla
g3-sp	12530.7	0.0	0.0	0.0	-46363.6	spinta del terreno su spalla
e2-imp	73.1	0.0	814.0	0.0	-1595.7	ritiro
e3-imp	73.1	0.0	814.0	0.0	-1595.7	carico termico differenziale
q1.1-imp	0.0	0.3	4324.9	838.9	-5838.7	carico mobile dinamizzato - configurazione 1
q1.2-imp	0.0	8.0	1736.6	19578.5	-2344.4	carico mobile dinamizzato - configurazione 2
q1t-sp	2508.6	0.0	3100.5	0.0	-5939.2	effetti del sovraccarico variabile sulla spalla
q3-imp	183.4	0.0	0.0	0.0	-1246.9	frenatura su impalcato
q4-imp	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	azione centrifuga su 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 <b>Progetto Esecutivo</b>	Opera: <b>Viadotto Giulfo</b>
	Relazione di Calcolo Spalle
	Pagina 14 di 66
	Nome file: VI01-B-CL006 A.01 relazione calcolo spalle.doc

q5-imp	0.0	-851.9	0.0	-5734.4	0.0	azione del vento trasversale su implacato
q6.1-imp	1121.2	134.2	115.6	1134.0	-7779.9	sisma 1 impalcato
q6.2-imp	336.0	447.8	115.6	3783.8	-2440.9	sisma 2 impalcato
q6.3-imp	336.0	134.2	385.9	1134.0	-2805.8	sisma 3 impalcato
q6.1x-sp	5797.3	0.0	0.0	0.0	-32175.2	incremento di spinta terreno in fase sismica
q6.2x-sp	5781.1	0.0	0.0	0.0	-28700.4	forze d'inerzia longitudinali
q6.2y-sp	0.0	5781.1	0.0	28700.4	0.0	forze d'inerzia trasversali
q6.2z-sp	0.0	0.0	5781.1	0.0	7147.7	forze d'inerzia verticali
q7-imp	261.1	261.1	0.0	1984.1	-1984.1	azione parassita dei vincoli

### 3.3.1 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 agli stati limite ultimi.

**Tabella 2: Matrice dei coefficienti di combinazione agli SLU.**

	Schema 1.1	Schema 1.2	Schema 2a.1	Schema 2a.2	Schema 2b.1	Schema 2b.2
g1-imp	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
g2-imp	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
g3-sp	1.35	1.35	1.35	1.35	1.35	1.35
e2-imp	0.72	0.72	0.72	0.72	0.72	0.72
e3-imp	0.72	0.72	0.72	0.72	0.72	0.72
q1.1-imp	1.35	0	1.01	0	1.01	0
q1.2-imp	0	1.35	0	1.01	0	1.01
q1t-sp	1.35	1.35	1.01	1.01	1.01	1.01
q3-imp	0	0	1.5	1.5	0	0
q4-imp	0	0	0	0	1.5	1.5
q5-imp	0.9	0.9	0.9	0.9	0.9	0.9
q6.1-imp	0	0	0	0	0	0
q6.2-imp	0	0	0	0	0	0
q6.3-imp	0	0	0	0	0	0
q6.1x-sp	0	0	0	0	0	0
q6.2x-sp	0	0	0	0	0	0
q6.2y-sp	0	0	0	0	0	0
q6.2z-sp	0	0	0	0	0	0
q7-imp	1.35	1.35	1.35	1.35	1.35	1.35

	termiche.1	termiche.2	vento.1	vento.2	comb.sism.1	comb.sism.2	comb.sism.3
g1-imp	1.35	1.35	1.35	1.35	1	1	1

CORRIDOIO PLURIMODALE TIRRENICO-NORD EUROPA ITINERARIO AGRIGENTO - CALTANISSETTA-A19 S.S. N° 640 "DI PORTO EMPEDOCLE" AMMODERNAMENTO E ADEGUAMENTO ALLA CAT. B DEL D.M. 5.11.2001 Dal km 44+000 allo svincolo con l'A19 <b>Progetto Esecutivo</b>	Opera: <b>Viadotto Giulfo</b>
	Relazione di Calcolo Spalle
	Pagina 15 di 66
	Nome file: VI01-B-CL006 A.01 relazione calcolo spalle.doc

g1-sp	1.35	1.35	1.35	1.35	1	1	1
g2-imp	1.35	1.35	1.35	1.35	1	1	1
g2-sp	1.35	1.35	1.35	1.35	1	1	1
g3-sp	1.35	1.35	1.35	1.35	1	1	1
e2-imp	0.72	0.72	0.72	0.72	1	1	1
e3-imp	1.2	1.2	0.72	0.72	1	1	1
q1.1-imp	1.01	0	1.01	0	0	0	0
q1.2-imp	0	1.01	0	1.01	0	0	0
q1t-sp	1.01	1.01	1.01	1.01	0	0	0
q3-imp	0	0	0	0	0	0	0
q4-imp	0	0	0	0	0	0	0
q5-imp	0.9	0.9	1.5	1.5	0	0	0
q6.1-imp	0	0	0	0	1	0	0
q6.2-imp	0	0	0	0	0	1	0
q6.3-imp	0	0	0	0	0	0	1
q6.1x-sp	0	0	0	0	1	0.3	0.3
q6.2x-sp	0	0	0	0	1	0.3	0.3
q6.2y-sp	0	0	0	0	0.3	1	0.3
q6.2z-sp	0	0	0	0	0.3	0.3	1
q7-imp	1.35	1.35	1.35	1.35	1	1	1

### 3.3.2 Sollecitazioni sulla palificata agli SLU

Nelle tabelle seguenti si riportano le sollecitazioni sulla palificata, riferite al baricentro della stessa, nelle combinazioni agli SLU.

Sollecitazioni sulla palificata nelle combinazioni di carico						
	Schema 1.1	Schema 1.2	Schema 2a.1	Schema 2a.2	Schema 2b.1	Schema 2b.2
<b>Fx</b>	20761	20761	20183	20183	19908	19908
<b>Fy</b>	-414	-403	-414	-406	-414	-406
<b>Fz</b>	101303	97809	98779	96164	98779	96164
<b>Mx</b>	-1350	23948	-1635	17292	-1635	17292
<b>My</b>	-2520	2197	-386	3143	1484	5013

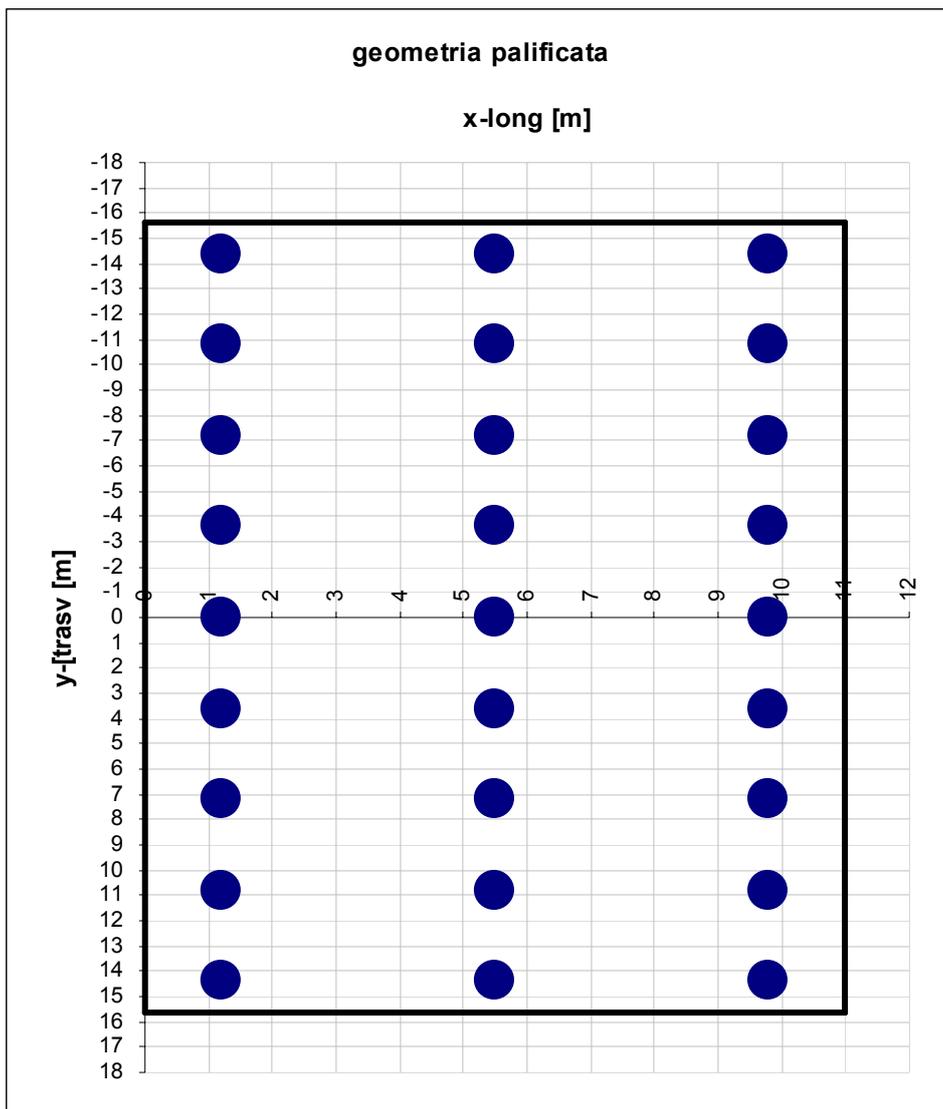
	termiche.1	termiche.2	vento.1	vento.2	comb.sism.1	comb.sism.2	comb.sism.3
<b>Fx</b>	19441	19441	19406	19406	25638	16747	16747
<b>Fy</b>	-414	-408	-925	-919	2130	6490	2130
<b>Fz</b>	97684	95588	97293	95197	70224	70224	74541
<b>Mx</b>	-1803	13376	-5244	9935	11728	34468	11728
<b>My</b>	3074	5904	3840	6670	-58090	-10138	-5499

### 3.3.3 Calcolo azioni sui pali agli SLU

Geometria della palificata						
					trasversale	longitudinale
PALO	X	Y	Xp	Yp	Jxi	Jyi

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 <b>Progetto Esecutivo</b>	Opera: <b>Viadotto Giulfo</b>
	Relazione di Calcolo Spalle
	Pagina 16 di 66
	Nome file: VI01-B-CL006 A.01 relazione calcolo spalle.doc

1	<b>1.2</b>	<b>-14.4</b>	-4.30	-14.40	207.36	18.49
2	<b>1.2</b>	<b>-10.8</b>	-4.30	-10.80	116.64	18.49
3	<b>1.2</b>	<b>-7.2</b>	-4.30	-7.20	51.84	18.49
4	<b>1.2</b>	<b>-3.6</b>	-4.30	-3.60	12.96	18.49
5	<b>1.2</b>	<b>0</b>	-4.30	0.00	0.00	18.49
6	<b>1.2</b>	<b>3.6</b>	-4.30	3.60	12.96	18.49
7	<b>1.2</b>	<b>7.2</b>	-4.30	7.20	51.84	18.49
8	<b>1.2</b>	<b>10.8</b>	-4.30	10.80	116.64	18.49
9	<b>1.2</b>	<b>14.4</b>	-4.30	14.40	207.36	18.49
10	<b>5.5</b>	<b>-14.4</b>	0.00	-14.40	207.36	0.00
11	<b>5.5</b>	<b>-10.8</b>	0.00	-10.80	116.64	0.00
12	<b>5.5</b>	<b>-7.2</b>	0.00	-7.20	51.84	0.00
13	<b>5.5</b>	<b>-3.6</b>	0.00	-3.60	12.96	0.00
14	<b>5.5</b>	<b>0</b>	0.00	0.00	0.00	0.00
15	<b>5.5</b>	<b>3.6</b>	0.00	3.60	12.96	0.00
16	<b>5.5</b>	<b>7.2</b>	0.00	7.20	51.84	0.00
17	<b>5.5</b>	<b>10.8</b>	0.00	10.80	116.64	0.00
18	<b>5.5</b>	<b>14.4</b>	0.00	14.40	207.36	0.00
19	<b>9.8</b>	<b>-14.4</b>	4.30	-14.40	207.36	18.49
20	<b>9.8</b>	<b>-10.8</b>	4.30	-10.80	116.64	18.49
21	<b>9.8</b>	<b>-7.2</b>	4.30	-7.20	51.84	18.49
22	<b>9.8</b>	<b>-3.6</b>	4.30	-3.60	12.96	18.49
23	<b>9.8</b>	<b>0</b>	4.30	0.00	0.00	18.49
24	<b>9.8</b>	<b>3.6</b>	4.30	3.60	12.96	18.49
25	<b>9.8</b>	<b>7.2</b>	4.30	7.20	51.84	18.49
26	<b>9.8</b>	<b>10.8</b>	4.30	10.80	116.64	18.49
27	<b>9.8</b>	<b>14.4</b>	4.30	14.40	207.36	18.49



Le sollecitazioni sui singoli pali per le diverse combinazioni di carico sono:

**SPALLA B**

SFORZO NORMALE N	Schema 1.1	Schema 1.2	Schema 2a.1	Schema 2a.2	Schema 2b.1	Schema 2b.2
1	3727.7	3503.1	3663.6	3495.5	3687.7	3519.7
2	3725.7	3540.1	3661.0	3522.2	3685.2	3546.4
3	3723.6	3577.0	3658.5	3548.9	3682.7	3573.0
4	3721.5	3614.0	3656.0	3575.6	3680.2	3599.7
5	3719.4	3650.9	3653.5	3602.2	3677.6	3626.4
6	3717.3	3687.9	3651.0	3628.9	3675.1	3653.1
7	3715.2	3724.8	3648.4	3655.6	3672.6	3679.8
8	3713.2	3761.8	3645.9	3682.3	3670.1	3706.5
9	3711.1	3798.8	3643.4	3709.0	3667.5	3733.2
10	3760.3	3474.7	3668.6	3454.9	3668.6	3454.9
11	3758.2	3511.7	3666.0	3481.6	3666.0	3481.6
12	3756.1	3548.6	3663.5	3508.3	3663.5	3508.3
13	3754.1	3585.6	3661.0	3535.0	3661.0	3535.0
14	3752.0	3622.6	3658.5	3561.6	3658.5	3561.6

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 <b>Progetto Esecutivo</b>	Opera: <b>Viadotto Giulfo</b>
	Relazione di Calcolo Spalle
	Pagina 18 di 66
	Nome file: VI01-B-CL006_A.01_relazione_calcolo_spalle.doc

15	3749.9	3659.5	3655.9	3588.3	3655.9	3588.3
16	3747.8	3696.5	3653.4	3615.0	3653.4	3615.0
17	3745.7	3733.4	3650.9	3641.7	3650.9	3641.7
18	3743.6	3770.4	3648.4	3668.4	3648.4	3668.4
19	3792.9	3446.3	3673.5	3414.3	3649.4	3390.1
20	3790.8	3483.3	3671.0	3441.0	3646.9	3416.8
21	3788.7	3520.3	3668.5	3467.7	3644.3	3443.5
22	3786.6	3557.2	3666.0	3494.3	3641.8	3470.2
23	3784.5	3594.2	3663.5	3521.0	3639.3	3496.9
24	3782.4	3631.1	3660.9	3547.7	3636.8	3523.6
25	3780.4	3668.1	3658.4	3574.4	3634.2	3550.2
26	3778.3	3705.0	3655.9	3601.1	3631.7	3576.9
27	3776.2	3742.0	3653.4	3627.8	3629.2	3603.6
<b>Nmax</b>	<b>3793</b>	<b>3799</b>	<b>3674</b>	<b>3709</b>	<b>3688</b>	<b>3733</b>
<b>TAGLI</b>						
taglio Vx	768.9	768.9	747.5	747.5	737.3	737.3
taglio Vy	-15.3	-14.9	-15.3	-15.0	-15.3	-15.0
<b>V</b>	769.1	769.1	747.7	747.7	737.5	737.5

<b>SFORZO NORMALE N</b>	<b>termiche.1</b>	<b>termiche.2</b>	<b>vento.1</b>	<b>vento.2</b>	<b>comb.sism.1</b>	<b>comb.sism.2</b>	<b>comb.sism.3</b>
1	3668.8	3534.0	3685.4	3550.7	1778.0	2257.1	2617.3
2	3666.0	3554.6	3677.3	3566.0	1796.1	2310.3	2635.4
3	3663.2	3575.3	3669.3	3581.3	1814.2	2363.5	2653.5
4	3660.4	3595.9	3661.2	3596.7	1832.3	2416.7	2671.6
5	3657.6	3616.6	3653.1	3612.0	1850.4	2469.9	2689.7
6	3654.9	3637.2	3645.0	3627.3	1868.5	2523.1	2707.8
7	3652.1	3657.8	3636.9	3642.7	1886.6	2576.3	2725.9
8	3649.3	3678.5	3628.8	3658.0	1904.7	2629.5	2744.0
9	3646.5	3699.1	3620.7	3673.3	1922.8	2682.7	2762.1
10	3629.1	3457.7	3635.8	3464.5	2528.5	2388.1	2688.4
11	3626.3	3478.4	3627.7	3479.8	2546.6	2441.3	2706.5
12	3623.5	3499.0	3619.6	3495.1	2564.7	2494.5	2724.6
13	3620.7	3519.6	3611.6	3510.5	2582.8	2547.7	2742.7
14	3617.9	3540.3	3603.5	3525.8	2600.9	2600.9	2760.8
15	3615.1	3560.9	3595.4	3541.1	2619.0	2654.1	2778.9
16	3612.4	3581.6	3587.3	3556.5	2637.1	2707.3	2797.0
17	3609.6	3602.2	3579.2	3571.8	2655.2	2760.5	2815.1
18	3606.8	3622.8	3571.1	3587.1	2673.3	2813.6	2833.2
19	3589.3	3381.4	3586.2	3378.3	3279.0	2519.1	2759.4
20	3586.6	3402.1	3578.1	3393.6	3297.1	2572.3	2777.5
21	3583.8	3422.7	3570.0	3409.0	3315.2	2625.5	2795.6
22	3581.0	3443.4	3561.9	3424.3	3333.3	2678.7	2813.7
23	3578.2	3464.0	3553.9	3439.6	3351.4	2731.9	2831.8
24	3575.4	3484.6	3545.8	3455.0	3369.5	2785.0	2849.9
25	3572.7	3505.3	3537.7	3470.3	3387.6	2838.2	2868.0
26	3569.9	3525.9	3529.6	3485.6	3405.7	2891.4	2886.1
27	3567.1	3546.6	3521.5	3501.0	3423.8	2944.6	2904.2
<b>Nmax</b>	<b>3669</b>	<b>3699</b>	<b>3685</b>	<b>3673</b>	<b>3424</b>	<b>2945</b>	<b>2904</b>
<b>TAGLI</b>							
taglio Vx	720.0	720.0	718.7	718.7	949.5	620.3	620.3

CORRIDOIO PLURIMODALE TIRRENICO-NORD EUROPA ITINERARIO AGRIGENTO - CALTANISSETTA-A19 S.S. N° 640 "DI PORTO EMPEDOCLE" AMMODERNAMENTO E ADEGUAMENTO ALLA CAT. B DEL D.M. 5.11.2001 Dal km 44+000 allo svincolo con l'A19 <b>Progetto Esecutivo</b>	Opera: <b>Viadotto Giulfo</b>
	Relazione di Calcolo Spalle
	Pagina 19 di 66
	Nome file: VI01-B-CL006 A.01 relazione calcolo spalle.doc

taglio Vy	-15.3	-15.1	-34.3	-34.0	78.9	240.4	78.9
<b>V</b>	720.2	720.2	719.6	719.5	952.8	665.2	625.3

RIEPILOGO		
	<b>Statica</b>	<b>Sismica</b>
Nmax	3799	3423.8
Nmin	3674	2904.2
Vmax	769	953

Per la **SPALLA A** le sollecitazioni sui singoli pali per le diverse combinazioni di carico sono:

<b>SFORZO NORMALE N</b>	<b>Schema 1.1</b>	<b>Schema 1.2</b>	<b>Schema 2a.1</b>	<b>Schema 2a.2</b>	<b>Schema 2b.1</b>	<b>Schema 2b.2</b>
1	3574.8	3350.3	3500.5	3332.5	3519.4	3351.4
2	3571.5	3385.9	3496.7	3357.9	3515.6	3376.8
3	3568.1	3421.6	3492.9	3383.3	3511.8	3402.2
4	3564.7	3457.2	3489.1	3408.7	3508.0	3427.6
5	3561.4	3492.9	3485.3	3434.0	3504.2	3453.0
6	3558.0	3528.6	3481.5	3459.4	3500.4	3478.4
7	3554.6	3564.2	3477.7	3484.8	3496.6	3503.7
8	3551.3	3599.9	3473.9	3510.2	3492.8	3529.1
9	3547.9	3635.5	3470.1	3535.6	3489.0	3554.5
10	3413.3	3127.8	3321.6	3108.0	3321.6	3108.0
11	3410.0	3163.5	3317.8	3133.4	3317.8	3133.4
12	3406.6	3199.1	3314.0	3158.8	3314.0	3158.8
13	3403.2	3234.8	3310.2	3184.2	3310.2	3184.2
14	3399.9	3270.5	3306.4	3209.5	3306.4	3209.5
15	3396.5	3306.1	3302.6	3234.9	3302.6	3234.9
16	3393.2	3341.8	3298.8	3260.3	3298.8	3260.3
17	3389.8	3377.4	3295.0	3285.7	3295.0	3285.7
18	3386.4	3413.1	3291.2	3311.1	3291.2	3311.1
19	3251.8	2905.4	3142.7	2883.5	3123.8	2864.6
20	3248.5	2941.1	3138.9	2908.9	3120.0	2890.0
21	3245.1	2976.7	3135.1	2934.3	3116.2	2915.4
22	3241.7	3012.4	3131.3	2959.7	3112.4	2940.7
23	3238.4	3048.0	3127.5	2985.1	3108.6	2966.1
24	3235.0	3083.7	3123.7	3010.4	3104.8	2991.5
25	3231.7	3119.3	3119.9	3035.8	3101.0	3016.9
26	3228.3	3155.0	3116.1	3061.2	3097.1	3042.3
27	3224.9	3190.6	3112.3	3086.6	3093.3	3067.7
<b>Nmax</b>	<b>3575</b>	<b>3636</b>	<b>3500</b>	<b>3536</b>	<b>3519</b>	<b>3555</b>
<b>TAGLI</b>						
taglio Vx	585.4	585.4	568.2	568.2	558.1	558.1
taglio Vy	-24.0	-23.6	-24.0	-23.7	-24.0	-23.7
<b>V</b>	585.9	585.8	568.7	568.7	558.6	558.6

<b>SFORZO NORMALE N</b>	<b>termiche.1</b>	<b>termiche.2</b>	<b>vento.1</b>	<b>vento.2</b>	<b>comb.sism.1</b>	<b>comb.sism.2</b>	<b>comb.sism.3</b>
1	3524.6	3356.7	3536.0	3368.0	1888.3	2219.1	2518.3
2	3520.8	3382.0	3528.0	3389.2	1900.6	2258.1	2530.5

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 <b>Progetto Esecutivo</b>	Opera: <b>Viadotto Giulfo</b>
	Relazione di Calcolo Spalle
	Pagina 20 di 66
	Nome file: VI01-B-CL006 A.01 relazione calcolo spalle.doc

3	3517.0	3407.4	3520.1	3410.5	1912.9	2297.0	2542.8
4	3513.2	3432.8	3512.1	3431.7	1925.1	2336.0	2555.1
5	3509.4	3458.2	3504.2	3453.0	1937.4	2375.0	2567.3
6	3505.6	3483.6	3496.2	3474.2	1949.7	2414.0	2579.6
7	3501.8	3509.0	3488.3	3495.4	1961.9	2452.9	2591.9
8	3498.0	3534.4	3480.3	3516.7	1974.2	2491.9	2604.1
9	3494.2	3559.8	3472.4	3537.9	1986.5	2530.9	2616.4
10	3336.1	3122.5	3338.2	3124.6	2283.2	2176.4	2424.9
11	3332.2	3147.9	3330.2	3145.8	2295.5	2215.4	2437.2
12	3328.4	3173.2	3322.3	3167.1	2307.7	2254.3	2449.5
13	3324.6	3198.6	3314.3	3188.3	2320.0	2293.3	2461.7
14	3320.8	3224.0	3306.4	3209.5	2332.3	2332.3	2474.0
15	3317.0	3249.4	3298.4	3230.8	2344.5	2371.2	2486.2
16	3313.2	3274.8	3290.5	3252.0	2356.8	2410.2	2498.5
17	3309.4	3300.2	3282.5	3273.3	2369.1	2449.2	2510.8
18	3305.6	3325.6	3274.6	3294.5	2381.3	2488.2	2523.0
19	3147.5	2888.3	3140.3	2881.2	2678.1	2133.7	2331.6
20	3143.7	2913.7	3132.4	2902.4	2690.4	2172.6	2343.8
21	3139.9	2939.1	3124.5	2923.6	2702.6	2211.6	2356.1
22	3136.1	2964.4	3116.5	2944.9	2714.9	2250.6	2368.4
23	3132.3	2989.8	3108.6	2966.1	2727.2	2289.6	2380.6
24	3128.5	3015.2	3100.6	2987.4	2739.4	2328.5	2392.9
25	3124.6	3040.6	3092.7	3008.6	2751.7	2367.5	2405.2
26	3120.8	3066.0	3084.7	3029.9	2764.0	2406.5	2417.4
27	3117.0	3091.4	3076.8	3051.1	2776.2	2445.5	2429.7
<b>Nmax</b>	<b>3525</b>	<b>3560</b>	<b>3536</b>	<b>3538</b>	<b>2776</b>	<b>2531</b>	<b>2616</b>
<b>TAGLI</b>							
taglio Vx	559.3	559.3	558.1	558.1	746.0	472.8	472.8
taglio Vy	-24.0	-23.7	-43.0	-42.7	64.6	207.9	64.6
<b>V</b>	559.9	559.9	559.7	559.7	748.8	516.6	477.2

### 3.3.4 Combinazioni di carico SLE

In particolare, ipotizzando condizioni ambientali aggressive, viene verificato che l'apertura delle fessure risulti inferiore a 0.2 mm e 0.3 mm, rispettivamente per le combinazioni di carico frequenti e per quelle quasi permanenti. Di seguito vengono riportate le matrici dei coefficienti utilizzati:

Tabella 3: Matrice dei coefficienti comb. frequente

Matrice coefficienti di combinazione dei carichi_ SLE comb.frequente						
	Schema 1.1	Schema 1.2	AZ-termiche.1	termiche.2	vento.1	vento.2
g1-imp	1	1	1	1	1	1
g1-sp	1	1	1	1	1	1
g2-imp	1	1	1	1	1	1
g2-sp	1	1	1	1	1	1
g3-sp	1	1	1	1	1	1
e2-imp	0.6	0.6	0.6	0.6	0.6	0.6
e3-imp	0.6	0.6	0.6	0.6	0.6	0.6

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 <b>Progetto Esecutivo</b>	Opera: <b>Viadotto Giulfo</b>
	Relazione di Calcolo Spalle
	Pagina 21 di 66
	Nome file: VI01-B-CL006_A.01_relazione_calcolo_spalle.doc

q1.1-imp	0.75	0	0.75	0	0.75	0
q1.2-imp	0	0.75	0	0.75	0	0.75
q1t-sp	0.75	0.75	0.75	0.75	0.75	0.75
q3-imp	0	0	0	0	0	0
q4-imp	0	0	0	0	0	0
q5-imp	0	0	0	0	0.2	0.2
q6.1-imp	0	0	0	0	0	0
q6.2-imp	0	0	0	0	0	0
q6.3-imp	0	0	0	0	0	0
q6.1x-sp	0	0	0	0	0	0
q6.2x-sp	0	0	0	0	0	0
q6.2y-sp	0	0	0	0	0	0
q6.2z-sp	0	0	0	0	0	0
q7-imp	0.6	0.6	0.6	0.6	0.6	0.6

**Tabella 4: Matrice dei coefficiente comb. Quasi permanente**

<b>Matrice coefficienti di combinazione dei carichi_ sle quasi perm.</b>	
	<b>G</b>
g1-imp	1
g1-sp	1
g2-imp	1
g2-sp	1
g3-sp	1
e2-imp	0.5
e3-imp	0.5
q1.1-imp	0
q1.2-imp	0
q1t-sp	0
q3-imp	0
q4-imp	0
q5-imp	0
q6.1-imp	0
q6.2-imp	0
q6.3-imp	0
q6.1x-sp	0
q6.2x-sp	0
q6.2y-sp	0
q6.2z-sp	0
q7-imp	0.5

### 3.3.5 Sollecitazione sulla palificata agli SLE

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 <b>Progetto Esecutivo</b>	Opera: <b>Viadotto Giulfo</b>
	Relazione di Calcolo Spalle
	Pagina 22 di 66
	Nome file: VI01-B-CL006 A.01 relazione calcolo spalle.doc

**SOLLECITAZIONI SULLA PALIFICATA COMBINAZIONI DI CARICO SLE FREQUENTE**

	Schema 1.1	Schema 1.2	termiche.1	termiche.2	vento.1	vento.2
<b>Fx</b>	14656	14656	14656	14656	14656	14656
<b>Fy</b>	157	163	157	163	-14	-8
<b>Fz</b>	73292	71350	73292	71350	73292	71350
<b>Mx</b>	1820	15874	1820	15874	673	14727
<b>My</b>	1658	4279	1658	4279	1658	4279

**SOLLECITAZIONI SULLA PALIFICATA COMBINAZIONI DI CARICO SLE QUASI PERMANENTE**

	Schema 1.1
<b>Fx</b>	12734
<b>Fy</b>	131
<b>Fz</b>	67560
<b>Mx</b>	992
<b>My</b>	11009

**3.3.6 Calcolo azione sui pali agli SLE**
**Combinazione Frequente**

SFORZO NORMALE N	Schema 1.1	Schema 1.2	Schema 2a.1	Schema 2a.2	Schema 2b.1	Schema 2b.2
1	2725	2600	2725	2600	2732	2607
2	2728	2624	2728	2624	2733	2630
3	2730	2649	2730	2649	2734	2652
4	2733	2673	2733	2673	2735	2675
5	2736	2698	2736	2698	2736	2698
6	2739	2722	2739	2722	2737	2721
7	2742	2747	2742	2747	2738	2743
8	2744	2771	2744	2771	2739	2766
9	2747	2796	2747	2796	2740	2789
10	2703	2545	2703	2545	2710	2552
11	2706	2569	2706	2569	2711	2574
12	2709	2594	2709	2594	2712	2597
13	2712	2618	2712	2618	2713	2620
14	2715	2643	2715	2643	2715	2643
15	2717	2667	2717	2667	2716	2665
16	2720	2692	2720	2692	2717	2688
17	2723	2716	2723	2716	2718	2711
18	2726	2741	2726	2741	2719	2734
19	2682	2489	2682	2489	2689	2496
20	2685	2514	2685	2514	2690	2519
21	2687	2538	2687	2538	2691	2542
22	2690	2563	2690	2563	2692	2565
23	2693	2587	2693	2587	2693	2587
24	2696	2612	2696	2612	2694	2610
25	2699	2636	2699	2636	2695	2633

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 <b>Progetto Esecutivo</b>	Opera: <b>Viadotto Giulfo</b>
	Relazione di Calcolo Spalle
	Pagina 23 di 66
	Nome file: VI01-B-CL006 A.01 relazione calcolo spalle.doc

<b>26</b>	2701	2661	2701	2661	2696	2655
<b>27</b>	2704	2685	2704	2685	2697	2678
<b>Nmax</b>	<b>2682</b>	<b>2796</b>	<b>2747</b>	<b>2796</b>	<b>2740</b>	<b>2789</b>
<b>TAGLI</b>						
taglio Vx	543	543	543	543	543	543
taglio Vy	6	6	6	6	-1	0
<b>V</b>	543	543	543	543	543	543

RIEPILOGO	
Nmax	2796
Nmin	2682
Nmedio	2715
Vmax	543

### Combinazione Quasi Permanente

SOLLECITAZIONI SULLA PALIFICATA NELLE COMBINAZIONI DI CARICO SLE QUASI PERMANENTE	
	<b>Schema 1.1</b>
<b>Fx</b>	12734
<b>Fy</b>	131
<b>Fz</b>	67560
<b>Mx</b>	992
<b>My</b>	11009

### SFORZO NORMALE N (SLE-QP) Schema 1.1

1	2638.3
2	2639.9
3	2641.4
4	2642.9
5	2644.4
6	2646.0
7	2647.5
8	2649.0
9	2650.6
10	2496.1
11	2497.6
12	2499.1
13	2500.7
14	2502.2
15	2503.7
16	2505.3
17	2506.8
18	2508.3
19	2353.8
20	2355.4
21	2356.9

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 <b>Progetto Esecutivo</b>	Opera: <b>Viadotto Giulfo</b>
	Relazione di Calcolo Spalle
	Pagina 24 di 66
	Nome file: VI01-B-CL006_A.01_relazione_calcolo_spalle.doc

<b>22</b>	2358.4
<b>23</b>	2360.0
<b>24</b>	2361.5
<b>25</b>	2363.0
<b>26</b>	2364.6
<b>27</b>	2366.1

<b>TAGLI</b>	
taglio Vx	471.6
taglio Vy	4.8
<b>V</b>	471.7
<b>RIEPILOGO</b>	
Nmax	2651
Nmin	2354
Nmedio	2502
Vmax	472

#### 4 VERIFICA STRUTTURALE 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

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

L	=	<b>28</b> m	lunghezza palo
E	=	<b>31447</b> MPa	modulo elastico calcestruzzo
D	=	<b>1200</b> mm	diametro palo
J	=	101787601976 mm <sup>4</sup>	momento d'inerzia del palo
K	=	<b>13000</b> kN/m <sup>3</sup>	costante di reazione del terreno
B	=	1800 mm	larghezza efficace del palo
E <sub>s</sub>	=	23400 kN/m <sup>2</sup>	modulo di elasticità del terreno
l	=	4.84 m	lunghezza elastica del palo
h	=	<b>0.00</b> m	altezza tratto libero
V <sub>max</sub>	=	<b>953.0</b> kN	taglio alla testa del palo
N	=	<b>1778.0</b> kN	sforzo assiale alla testa del palo
M <sub>max</sub>	=	<b>2305</b> kNm	massimo momento flettente
z	=	<b>0.00</b> m	profondità di calcolo momento flettente
M(z)	=	<b>2304.59</b> kNm	momento flettente alla profondità z
V(z)	=	953.00 kN	taglio a profondità z
N(z)	=	1778.00 kN	sforzo normale a profondità z

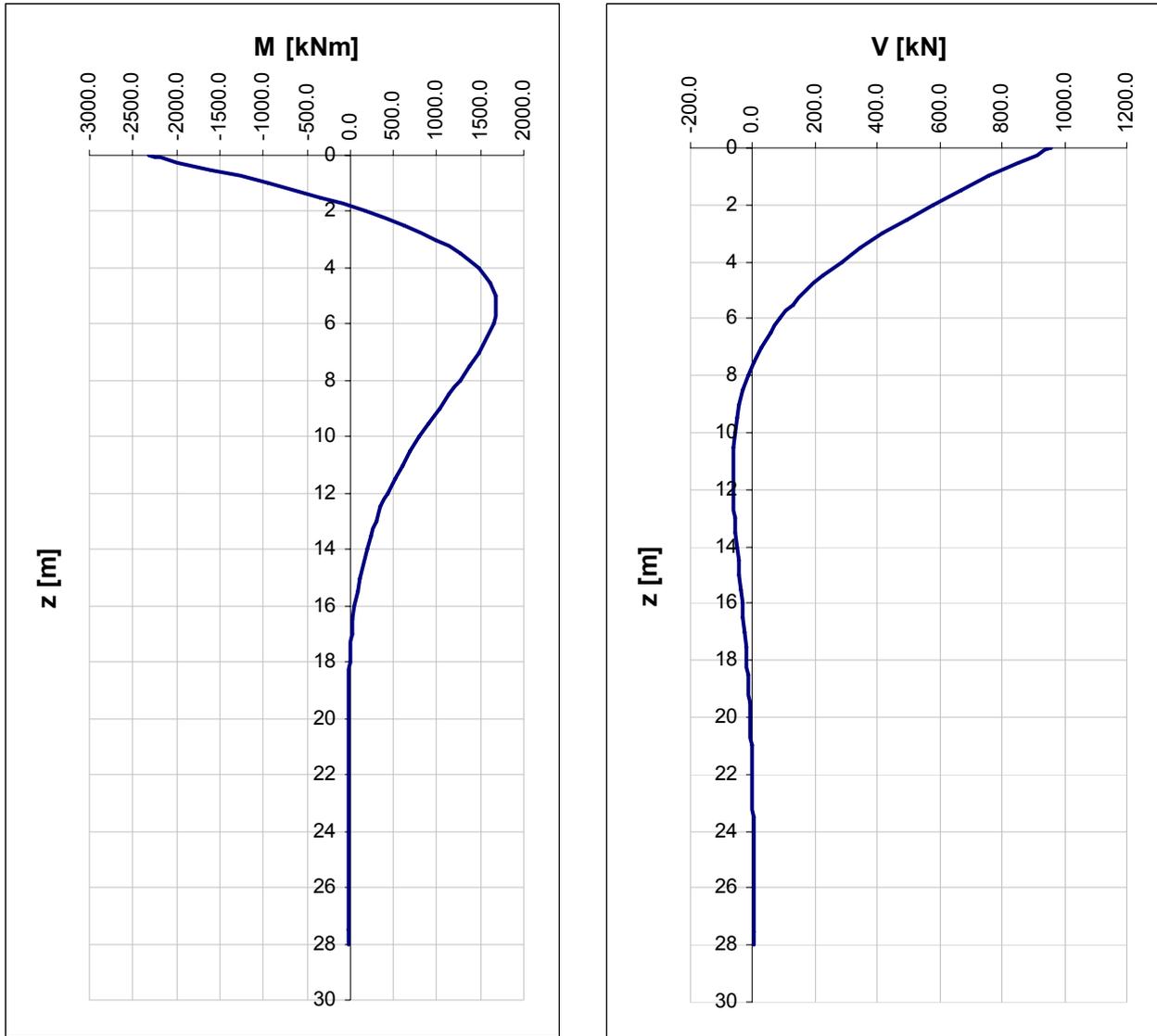


Figura 4-1: Momento flettente e Taglio lungo il fusto del palo

#### 4.1 VERIFICA PER TENSIONI NORMALI

	$Z_{in}$	$Z_{fin}$	$L_{gabbia}$	$c'$	$\emptyset$	$n$	$s$	$M_{Ed}$	$N_{Ed}$	$M_{res}$	
	[m]	[m]	[m]	[cm]	[mm]		[cm]	[kN*m]	[kN]	[kN*m]	
gabbia n.1	-1.3	10.7	12	5	26	18	19.2	2304.59	1778.0	2370	Verifica_ok
gabbia n.2	9.4	21.4	12	5	16	18	19.2	654.30	2080.0	1548	Verifica_ok
gabbia n.3	20.6	28	7.4	5	16	18	19.2	26.77	2383.00	1639	Verifica_ok

Verifica C.A. S.L.U. - File: palo1

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

Titolo :

**Sezione circolare cava**

Raggio esterno 60 [cm]  
 Raggio interno 0 [cm]  
 N° barre uguali 18  
 Diametro barre 2.6 [cm]  
 Coprifero (baric.) 5 [cm]

N° barre 0 Zoom

**Tipo Sezione**  
 Rettan.re  Trapezi  
 a T  Circolare  
 Rettangoli  Coord.

**Sollecitazioni**  
 S.L.U. Metodo n

N<sub>Ed</sub> 1778 0 kN  
 M<sub>xEd</sub> 0 0 kNm  
 M<sub>yEd</sub> 0 0

**P.to applicazione N**  
 Centro  Baricentro cls  
 Coord.[cm] xN 0 yN 0

**Tipo rottura**  
 Lato calcestruzzo - Acciaio snervato

**Metodo di calcolo**  
 S.L.U.+  S.L.U.-  
 Metodo n

**Tipo flessione**  
 Retta  Deviata

Vertici: 52 N° rett. 100  
 Calcola MRd Dominio M-N  
 L<sub>0</sub> 0 cm Col. modello  
 Precompresso

**Materiali**

B450C C25/30

$\epsilon_{su}$  67.5 ‰  $\epsilon_{c2}$  2 ‰  
 $f_{yd}$  391.3 N/mm<sup>2</sup>  $\epsilon_{cu}$  3.5 ‰  
 $E_s$  200'000 N/mm<sup>2</sup>  $f_{cd}$  14.17  
 $E_s/E_c$  15  $f_{cc}/f_{cd}$  0.8 ?  
 $\epsilon_{syd}$  1.957 ‰  $\sigma_{c,adm}$  9.75  
 $\sigma_{s,adm}$  255 N/mm<sup>2</sup>  $\tau_{co}$  0.6  
 $\tau_{c1}$  1.829

M<sub>xRd</sub> 2'370 kN m

$\sigma_c$  -14.17 N/mm<sup>2</sup>  
 $\sigma_s$  391.3 N/mm<sup>2</sup>  
 $\epsilon_c$  3.5 ‰  
 $\epsilon_s$  7.941 ‰  
 d 115 cm  
 x 35.18 x/d 0.3059  
 $\delta$  0.8224

## 4.2 VERIFICA A TAGLIO

V	=	953	KN	taglio
N	=	1778	KN	sforzo normale (>0 compressione)

### Geometria

D	=	1200	mm	diametro sezione
c	=	50	mm	coprifero
d	=	1150	mm	altezza utile
b <sub>we</sub>	=	1080	mm	larghezza
d <sub>e</sub>	=	892	mm	altezza utile equivalente

### Materiali

R <sub>ck</sub>	=	30	MPa	resistenza caratteristica cubica
f <sub>ck</sub>	=	25	MPa	resistenza caratteristica cilindrica
g <sub>c</sub>	=	1.50		coefficiente parziale di sicurezza
a <sub>cc</sub>	=	0.85		coefficiente riduttivo
f <sub>cd</sub>	=	14.11	MPa	resistenza di calcolo a compressione
g <sub>s</sub>	=	1.15		coefficiente di sicurezza acciaio
f <sub>yk</sub>	=	450	MPa	tensione caratteristica di snervamento acciaio
f <sub>yd</sub>	=	391.30	MPa	tensione di snervamento di calcolo dell'acciaio

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 <b>Progetto Esecutivo</b>	Opera: <b>Viadotto Giulfo</b>
	Relazione di Calcolo Spalle
	Pagina 27 di 66
	Nome file: VI01-B-CL006 A.01 relazione calcolo spalle.doc

#### Verifica per elementi sprovvisti di armatura a taglio

n	=	18.0	numero ferri longitudinali
Ø	=	26	mm diametro ferri longitudinali
A <sub>sl</sub>	=	9556.7	mm <sup>2</sup> armatura longitudinale
r <sub>l</sub>	=	0.010	rapporto geometrico di armatura longitudinale
k	=	1.474	
V <sub>min</sub>	=	0.312	
s <sub>cp</sub>	=	1.572	MPa tensione media calcestruzzo (>0 compressione)
s <sub>cp,ad</sub>	=	1.572	MPa tensione media di compressione adottata (<=0.2fcd)
V <sub>Rd</sub>	=	723.27	kN taglio resistente
			non verificato

#### Verifica per elementi provvisti di armatura a taglio

Ø <sub>w</sub>	=	14	mm diametro armatura resistente a taglio
a	=	90.0	° inclinazione armatura
s	=	200.0	mm interasse armature a taglio
n <sub>br</sub>	=	2.0	numero bracci armatura trasversale
A <sub>sw</sub>	=	307.88	mm <sup>2</sup> area armatura trasversale posta nell'interasse s
ctgJ (V)	=	7.0	
ctgJ	=	2.5	verifica 1 < ctgJ < 2.5
J	=	22	° inclinazione bielle di calcestruzzo
V <sub>Rsd</sub>	=	1208.95	kN taglio resistente armatura
a <sub>c</sub>	=	1.11	coefficiente maggiorativo
f <sub>cd</sub>	=	7.06	MPa resistenza ridotta
V <sub>Rcd</sub>	=	2344.3	kN taglio resistente calcestruzzo
V <sub>Rd</sub>	=	1208.9	kN taglio resistente sezione
			verificato

Come armatura resistente a taglio si prevede la predisposizione di una spirale Ø14/20 cm.

## 5 VERIFICA ALLO STATO LIMITE DI FESSURAZIONE (SLE)

Si procede alla verifica dell'ampiezza di fessurazione per via indiretta, così come riportata nell'ultimo capoverso del punto 4.1.2.2.4.6 delle NTC, riferendosi ai limiti di tensione nell'acciaio d'armatura definiti nelle Tabelle seguenti.

La tensione  $\sigma_s$  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 5

		comb. FREQUENTE	comb. QUASI PERM.
<b>Diametri massimi delle barre per il controllo della fessurazione</b>			
$\sigma_s$		w2=0.30 mm	w1=0.20 mm
[MPa]		Ø	Ø
160		32	25

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 <b>Progetto Esecutivo</b>	Opera: <b>Viadotto Giulfo</b>
	Relazione di Calcolo Spalle
	Pagina 28 di 66
	Nome file: VI01-B-CL006 A.01 relazione calcolo spalle.doc

200		25	16
240		16	12
280		12	8
320		10	6
360		8	-
<b>Spaziatura massima delle barre per il controllo della fessurazione</b>			
$\sigma_s$		$w_2=0.30$ mm	$w_1=0.20$ mm
[MPa]		Ø	Ø
160		300	200
200		250	150
240		200	100
280		150	50
320		100	-
360		50	-

## 5.1 VERIFICA ALLO STATO LIMITE DI FESSURAZIONE COMBINAZIONI FREQUENTI

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

L	=	28 m	lunghezza palo
E	=	31447 MPa	modulo elastico calcestruzzo
D	=	1200 mm	diametro palo
J	=	101787601976 mm <sup>4</sup>	momento d'inerzia del palo
K	=	13000 kN/m <sup>3</sup>	costante di reazione del terreno
B	=	1800 mm	larghezza efficace del palo
$E_s$	=	23400 kN/m <sup>2</sup>	modulo di elasticità del terreno
l	=	4.84 m	lunghezza elastica del palo
h	=	0.00 m	altezza tratto libero
V <sub>max</sub>	=	543.0 kN	taglio alla testa del palo
N	=	2489.0 kN	sforzo assiale alla testa del palo
M <sub>max</sub>	=	1313 kNm	massimo momento flettente

**Sezione circolare cava**

Raggio esterno: 60 [cm]  
Raggio interno: 0 [cm]  
N° barre uguali: 18  
Diametro barre: 2.6 [cm]  
Copriferro (baric.): 5 [cm]

**Sollecitazioni**

S.L.U. Metodo n

N<sub>Ed</sub>: 2489 kN  
M<sub>Ed</sub>: 1313 kNm  
M<sub>yEd</sub>: 0

**Materiali**

B450C C25/30

$\epsilon_{su}$ : 67.5 ‰  $\epsilon_{c2}$ : 2 ‰  
 $f_{yd}$ : 391.3 N/mm<sup>2</sup>  $\epsilon_{cu}$ : 3.5 ‰  
 $E_s$ : 200'000 N/mm<sup>2</sup>  $f_{cd}$ : 14.17 N/mm<sup>2</sup>  
 $E_s/E_c$ : 15  $f_{cc}/f_{cd}$ : 0.8  
 $\epsilon_{syd}$ : 1.957 ‰  $\sigma_{c,adm}$ : 9.75 N/mm<sup>2</sup>  
 $\sigma_{s,adm}$ : 255 N/mm<sup>2</sup>  $\tau_{co}$ : 0.6  
 $\tau_{c1}$ : 1.829

$\sigma_c$ : -10.94 N/mm<sup>2</sup>  
 $\sigma_s$ : 158.5 N/mm<sup>2</sup>  
 $\epsilon_s$ : 0.7926 ‰  
d: 115 cm  
x: 58.51 x/d: 0.5088  
 $\delta$ : 1

Vertici: 52  
N° iterazioni: 4  
 Precompresso

### Comb. Frequente

$\sigma_{s,max}$  = 200 [MPa] tensione massima acciaio da normativa  
 $\sigma_{Sd,max}$  = 158.5 [MPa] tensione massima acciaio di calcolo  
1.26 verifica\_ok se >1 verifica soddisfatta

## 5.2 VERIFICHE ALLO STATO LIMITE DI FESSURAZIONE COMBINAZIONE QUASI PERMANENTE

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

L	=	28 m	lunghezza palo
E	=	31447 MPa	modulo elastico calcestruzzo
D	=	1200 mm	diametro palo
J	=	101787601976 mm <sup>4</sup>	momento d'inerzia del palo
K	=	13000 kN/m <sup>3</sup>	costante di reazione del terreno
B	=	1800 mm	larghezza efficace del palo
E <sub>s</sub>	=	23400 kN/m <sup>2</sup>	modulo di elasticità del terreno
l	=	4.84 m	lunghezza elastica del palo
h	=	0.00 m	altezza tratto libero
V <sub>max</sub>	=	472.0 kN	taglio alla testa del palo
N	=	2354.0 kN	sforzo assiale alla testa del palo
M <sub>max</sub>	=	1141 kNm	massimo momento flettente

**Verifica C.A. S.L.U. - File: palo c\_QP**

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

**Titolo :** \_\_\_\_\_

**Sezione circolare cava**

Raggio esterno: 60 [cm]  
 Raggio interno: 0 [cm]  
 N° barre uguali: 18  
 Diametro barre: 2.6 [cm]  
 Copriferro (baric.): 5 [cm]

N° barre: 0 Zoom

**Tipo Sezione**

Rettan.re  Trapezi  
 a T  Circolare  
 Rettangoli  Coord.

**Sezione C.A.**

File

**Selecitazioni**

S.L.U. Metodo n

N<sub>Ed</sub>: 0 2354 kN  
 M<sub>xEd</sub>: 0 1141 kNm  
 M<sub>yEd</sub>: 0 0

**P.to applicazione N**

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

**Metodo di calcolo**

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

**Materiali**

B450C C25/30

$\epsilon_{su}$ : 67.5 ‰  $\epsilon_{c2}$ : 2 ‰  
 $f_{yd}$ : 391.3 N/mm<sup>2</sup>  $\epsilon_{cu}$ : 3.5 ‰  
 $E_s$ : 200000 N/mm<sup>2</sup>  $f_{cd}$ : 14.17  
 $E_s/E_c$ : 15  $f_{cc}/f_{cd}$ : 0.8 ?  
 $\epsilon_{syd}$ : 1.957 ‰  $\sigma_{c,adm}$ : 9.75  
 $\sigma_{s,adm}$ : 255 N/mm<sup>2</sup>  $\tau_{co}$ : 0.6  
 $\tau_{c1}$ : 1.829

$\sigma_c$ : -9.425 N/mm<sup>2</sup>  
 $\sigma_s$ : 123.6 N/mm<sup>2</sup>  
 $\epsilon_s$ : 0.6178 ‰  
 d: 115 cm  
 x: 61.37 x/d: 0.5336  
 $\delta$ : 1

Vertici: 52  
 Verifica  
 N° iterazioni: 4  
 Precompresso

**Quasi Permanente**

$\sigma_{s,max} = 160$  [MPa] tensione massima acciaio da normativa  
 $\sigma_{Sd,max} = 123.6$  [MPa] tensione massima acciaio di calcolo  
 1.29 verifica\_ok se >1 verifica soddisfatta

CORRIDOIO PLURIMODALE TIRRENICO-NORD EUROPA ITINERARIO AGRIGENTO - CALTANISSETTA-A19 S.S. N° 640 "DI PORTO EMPEDOCLE" AMMODERNAMENTO E ADEGUAMENTO ALLA CAT. B DEL D.M. 5.11.2001 Dal km 44+000 allo svincolo con l'A19 <b>Progetto Esecutivo</b>	Opera: <b>Viadotto Giulfo</b>
	Relazione di Calcolo Spalle
	Pagina 31 di 66
	Nome file: VI01-B-CL006_A.01_relazione_calcolo_spalle.doc

## 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.

	AL1	AL2	AL3
peso secco $\gamma_d$ (kN/m <sup>3</sup> )	18	18.8	19.2
peso saturo $\gamma_{sat}$ (kN/m <sup>3</sup> )	18	18.8	19.2
coesione non dren. $c_u$ (kPa)	40	110	119
coesione dren. $c'$ (kPa)	10	24	34
angolo attrito $\phi'$ (°)	17	21	17

Tabella 6: 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  $\sigma_{vL}$  e con  $\sigma_{vL}'$  la tensione totale ed efficace agenti in sito alla quota della punta del palo. I valori assunti per il coefficiente di adesione  $\alpha$  sono stati ricavati in funzione della coesione non drenata secondo i valori riportati in Tabella

$c_u$ (kPa)	$\alpha$ (-)
<25	0.9
25 ÷ 50	0.8
50 ÷ 75	0.6
≥ 75	0.4

Tabella 7: Valori del coefficiente  $\alpha$  in funzione di  $c_u$

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

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

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

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:

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

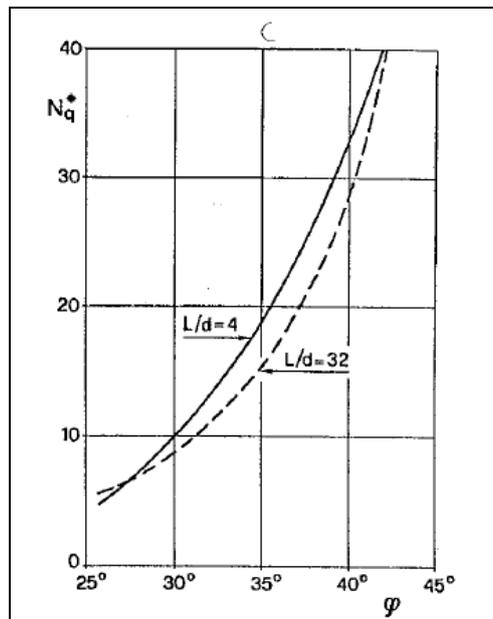


Figura 2: Coefficienti  $N_q$

In Tabella 9 valori dei coefficienti  $N_c$  ed  $N_q$  adottati per i diverse unità geotecniche

coeff. $N_q$ (cond. drenate)	4.0	4.0	4.0
coeff. $N_c$ (cond. drenate)	9.6	7.8	9.9

Tabella 8: – Coefficienti  $N_q$  ed  $N_c$  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 l'assenza di falda.

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 <b>Progetto Esecutivo</b>	Opera: <b>Viadotto Giulfo</b>
	Relazione di Calcolo Spalle
	Pagina 33 di 66
	Nome file: VI01-B-CL006 A.01 relazione calcolo spalle.doc

STRATIGRAFIA SOTTO SPICCATO FONDAZIONE SPALLA A															
strati	Unità geotecniche	spessore strato da testa palo (m)	quota iniziale m	quota finale m	peso secco gamma_d (kNm <sup>3</sup> )	gamma_sat (kNm <sup>3</sup> )	coesione non dren. cu (kPa)	coesione dren. c' (kPa)	angolo attrito phi' (°)	coeff. adesione palo-terr. alpha	coeff. tensione orizz. I0	coeff. attrito palo-terr. mu	coeff. Nc (cond. non drenate)	coeff. Nc (cond. drenate)	coeff. Nq (cond. drenate)
2° strato	AL2	7	4	11	18.8	18.8	110	24	21	0.40	0.64	0.38	9.00	7.8	4.0
3° strato	AL3	35	11	46	19.2	19.2	119	34	16.9	0.40	0.71	0.30	9.00	9.9	4.0

STRATIGRAFIA SOTTO SPICCATO FONDAZIONE SPALLA B															
strati	Unità geotecniche	spessore strato da testa palo (m)	quota iniziale m	quota finale m	peso secco gamma_d (kNm <sup>3</sup> )	gamma_sat (kNm <sup>3</sup> )	coesione non dren. cu (kPa)	coesione dren. c' (kPa)	angolo attrito phi' (°)	coeff. adesione palo-terr. alpha	coeff. tensione orizz. I0	coeff. attrito palo-terr. mu	coeff. Nc (cond. non drenate)	coeff. Nc (cond. drenate)	coeff. Nq (cond. drenate)
2° strato	AL2	9	5	14	18.8	18.8	110	24	21	0.40	0.64	0.38	9.00	7.8	4.0
3° strato	AL3	34	14	48	19.2	19.2	119	34	16.9	0.40	0.71	0.30	9.00	9.9	4.0

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

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

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

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

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 <b>Progetto Esecutivo</b>	Opera: <b>Viadotto Giulfo</b>
	Relazione di Calcolo Spalle
	Pagina 34 di 66
	Nome file: VI01-B-CL006_A.01_relazione_calcolo_spalle.doc

CARICHI	EFFETTO	Coefficiente Parziale $\gamma_F$ (o $\gamma_E$ )	EQU	(A1) STR	(A2) GEO
Permanenti	Favorevole	$\gamma_{G1}$	0,9	1,0	1,0
	Sfavorevole		1,1	1,3	1,0
Permanenti non strutturali <sup>(1)</sup>	Favorevole	$\gamma_{G2}$	0,0	0,0	0,0
	Sfavorevole		1,5	1,5	1,3
Variabili	Favorevole	$\gamma_{Qi}$	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 9: 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 $\gamma_M$	(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>	$c_{uk}$	$\gamma_{cu}$	1,0	1,4
<i>Peso dell'unità di volume</i>	$\gamma$	$\gamma_\gamma$	1,0	1,0

**Tabella 10: 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	$\gamma_b$	1,0	1,45	1,15	1,0	1,7	1,35	1,0	1,6	1,3
Laterale in compressione	$\gamma_s$	1,0	1,45	1,15	1,0	1,45	1,15	1,0	1,45	1,15
Totale <sup>(*)</sup>	$\gamma_t$	1,0	1,45	1,15	1,0	1,6	1,30	1,0	1,55	1,25
Laterale in trazione	$\gamma_{st}$	1,0	1,6	1,25	1,0	1,6	1,25	1,0	1,6	1,25

<sup>(\*)</sup> da applicare alle resistenze caratteristiche dedotte dai risultati di prove di carico di progetto.

**Tabella 11: Coefficienti parziali da applicare alle resistenze caratteristiche**

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 <b>Progetto Esecutivo</b>	Opera: <b>Viadotto Giulfo</b>
	Relazione di Calcolo Spalle
	Pagina 35 di 66
	Nome file: VI01-B-CL006 A.01 relazione calcolo spalle.doc

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, la capacità portante dei pali è stata determinata sulla base dell'approccio più gravoso tra i due consentiti per le verifiche geotecniche (GEO):

**Approccio 1 Combinazione 2**, con i coefficienti parziali → A2+M1<sup>1</sup>+R2.

**Approccio 2**, con i coefficienti parziali → A1+M1+R3.

Nel caso di azioni sismiche, per le verifiche effettuate con l'approccio 1 si è fatto riferimento ai coefficienti R3 (NTC2008 7.11.5.3). Inoltre, siccome la capacità portante è determinata mediante procedura analitica, basata sui parametri geotecnici dei terreni interessati, questa è stata ulteriormente ridotta del fattore di correlazione  $\xi$  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  $\xi_3$ . Per i terreni interessati dall'opera in esame, il numero di verticali di indagine è 10.

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

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

Numero di verticali indagate	1	2	3	4	5	7	≥ 10
$\xi_3$	1,70	1,65	1,60	1,55	1,50	1,45	1,40
$\xi_4$	1,70	1,55	1,48	1,42	1,34	1,28	1,21

**Tabella 12- Fattori di correlazione  $\xi$  in funzione del numero di verticali indagate**

### 6.1.3 Risultati

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

<sup>1</sup> Nel DM 14-01-2008 per le verifiche dei pali di fondazione indica M2 il coefficiente parziale dei parametri geotecnici da applicare alla combinazione 2 dell'approccio 1. La circolare esplicativa, tuttavia, evidenzia che si tratta di un "mero refuso" e indica M1 quale parametro corretto.

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 <b>Progetto Esecutivo</b>	Opera: <b>Viadotto Giulfo</b>
	Relazione di Calcolo Spalle
	Pagina 36 di 66
	Nome file: VI01-B-CL006 A.01 relazione calcolo spalle.doc

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

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	2727	2776	1.2	27	25	172.59	4339.489	3547.989
spalla B	2884	3424	1.2	27	28	194.53	4916.647	3851.476

**Tabella 13: Riepilogo dei risultati secondo l'approccio 1**

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	3636	2766	1.2	27	25	232.99	5469.606	3547.989
spalla B	3799	3424	1.2	27	28	262.61	6197.212	3851.476

**Tabella 14: Riepilogo dei risultati secondo l'approccio 2**

## 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:

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

### 6.2.2 Criteri di verifica

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

CORRIDOIO PLURIMODALE TIRRENICO-NORD EUROPA ITINERARIO AGRIGENTO - CALTANISSETTA-A19 S.S. N° 640 "DI PORTO EMPEDOCLE" AMMODERNAMENTO E ADEGUAMENTO ALLA CAT. B DEL D.M. 5.11.2001 Dal km 44+000 allo svincolo con l'A19 <b>Progetto Esecutivo</b>	Opera: <b>Viadotto Giulfo</b>
	Relazione di Calcolo Spalle
	Pagina 37 di 66
	Nome file: VI01-B-CL006_A.01_relazione_calcolo_spalle.doc

*Coefficienti parziali  $\gamma_T$  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.

Dati di Calcolo	Condizioni drenate			
D	=	1.200	m	diametro palo
L	=	28.00	m	lunghezza palo
L/D	=	23.33	m	
$M_y$	=	2500	kNm	momento di plasticizzazione del palo
$\phi'$	=	18	°	angolo d'attrito
$k_p$	=	1.9		coefficiente di spinta passiva
$\gamma$	=	19	kN/m <sup>3</sup>	peso unità di volume
<u>palo corto</u>				
$Q_{lim,1}$	=	50985	kN	carico limite per palo corto
$M_{max}$	=	951720	kNm	momento massimo
<u>palo intermedio</u>				
$Q_{lim,2}$	=	17084	kN	carico limite per palo intermedio
f	=	16.3	m	
$M_{max}$	=	185396	kNm	momento massimo
<u>palo lungo</u>				
$Q_{lim,3}$	=	1566.2	kN	carico limite per palo lungo
MR	=	PALO LUNGO		meccanismo di rottura
$Q_{lim,m}$	=	1566.2	kN	carico limite (valore medio)
$\xi$	=	1.4		fattore di correlazione
$Q_{lim,k}$	=	1118.7	kN	carico limite (valore caratteristico)
$\gamma_T$	=	1.30		coefficiente parziale
$Q_{lim,d}$	=	860.6	kN	carico limite (valore di progetto)
$F_h$	=	769.0	kN	azione trasversale testa palo
check	=	1.12		se >1 verifica soddisfatta

Dati di Calcolo	Condizioni non drenate			
D	=	1.200	m	diametro palo
L	=	28.00	m	lunghezza palo

CORRIDOIO PLURIMODALE TIRRENICO-NORD EUROPA ITINERARIO AGRIGENTO - CALTANISSETTA-A19 S.S. N° 640 "DI PORTO EMPEDOCLE" AMMODERNAMENTO E ADEGUAMENTO ALLA CAT. B DEL D.M. 5.11.2001 Dal km 44+000 allo svincolo con l'A19 <b>Progetto Esecutivo</b>	Opera: <b>Viadotto Giulfo</b>
	Relazione di Calcolo Spalle
	Pagina 38 di 66
	Nome file: VI01-B-CL006 A.01 relazione calcolo spalle.doc

$M_y$	=	2500	kNm	momento di plasticizzazione del palo
$c_u$	=	102	kPa	coesione non drenata
<u>palo corto</u>				
$Q_{lim,1}$	=	28862	kN	carico limite per palo corto
$M_{max}$	=	430043	kNm	momento massimo
<u>palo intermedio</u>				
$Q_{lim,2}$	=	11009	kN	carico limite per palo intermedio
$f$	=	10.0	m	
$M_{max}$	=	72330.1	kNm	momento massimo
<u>palo lungo</u>				
$Q_{lim,3}$	=	1883	kN	carico limite per palo lungo
MR	=	PALO LUNGO		meccanismo di rottura
$Q_{lim,m}$	=	1883.4	kN	carico limite (valore medio)
$\xi$	=	1.4		fattore di correlazione
$Q_{lim,k}$	=	1345.3	kN	carico limite (valore caratteristico)
$\gamma_T$	=	1.30		coefficiente parziale
$Q_{lim,d}$	=	1034.8	kN	carico limite (valore di progetto)
$F_h$		953.0	kN	azione trasversale testa palo
check		1.09		se >1 verifica soddisfatta

CORRIDOIO PLURIMODALE TIRRENICO-NORD EUROPA ITINERARIO AGRIGENTO - CALTANISSETTA-A19 S.S. N° 640 "DI PORTO EMPEDOCLE" AMMODERNAMENTO E ADEGUAMENTO ALLA CAT. B DEL D.M. 5.11.2001 Dal km 44+000 allo svincolo con l'A19 <b>Progetto Esecutivo</b>	Opera: <b>Viadotto Giulfo</b>
	Relazione di Calcolo Spalle
	Pagina 39 di 66
	Nome file: VI01-B-CL006 A.01 relazione calcolo spalle.doc

## 7 ANALISI STRUTTURALE DELLA SPALLA AGLI SLU

### 7.1 DESCRIZIONE DEL MODELLO DI CALCOLO DELLA SPALLA

Il plinto di fondazione della spalla B presenta pianta rettangolare di dimensioni 31,20 × 11,00 m ed altezza pari a 1.80 m. Le dimensioni geometriche degli altri elementi strutturali che compongono la spalla sono illustrate nelle figure 2.1, 2.2 e 2.3.

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 rigidezze della struttura reale. Il modello numerico è composto da n. 1077 elementi finiti di tipo shell e da n. 1207 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.

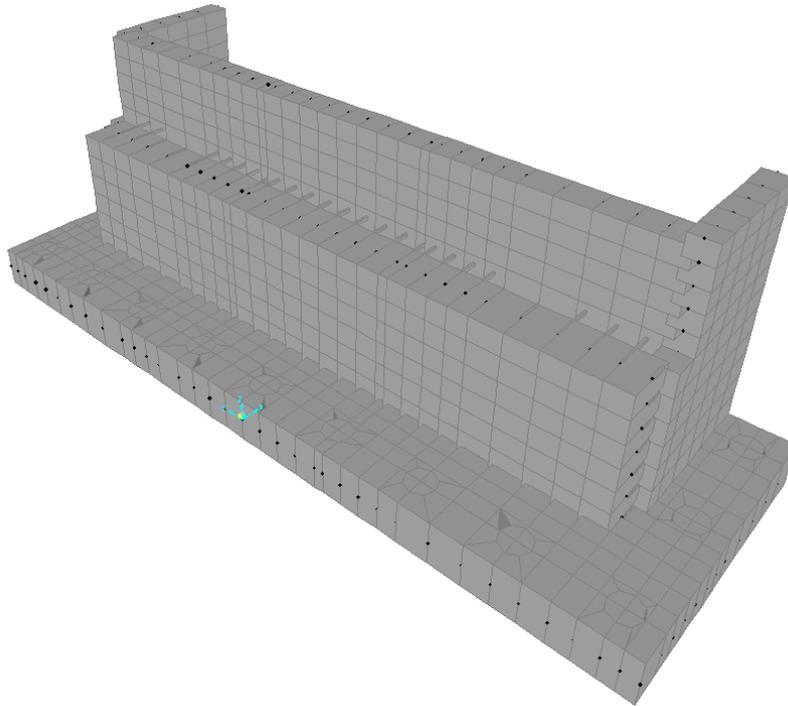
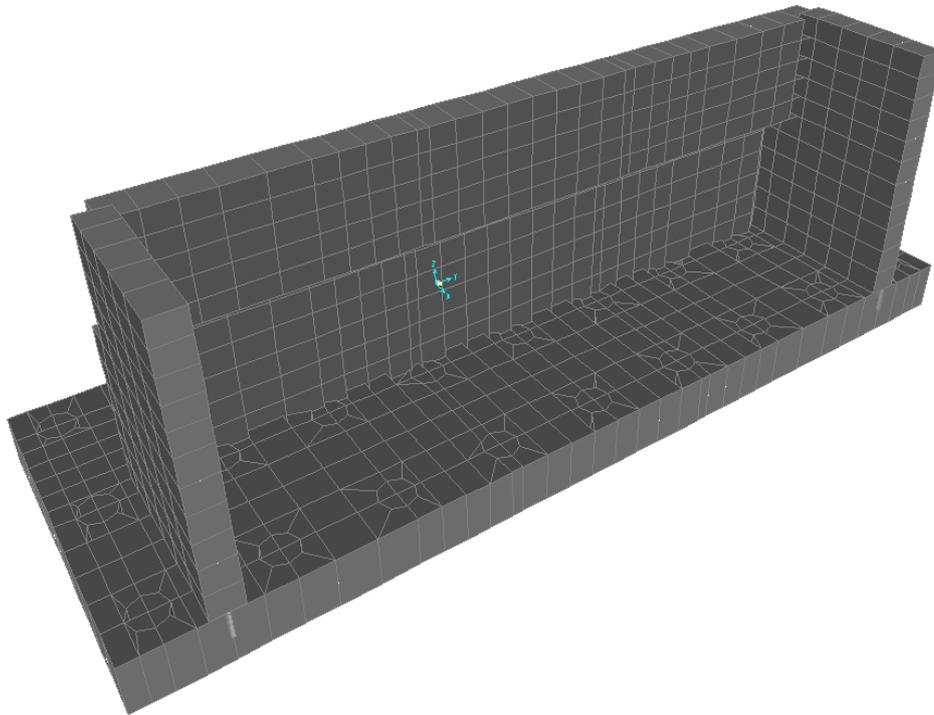


Figura 7-1 – Vista frontale Spalla

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 <b>Progetto Esecutivo</b>	Opera: <b>Viadotto Giulfo</b>
	Relazione di Calcolo Spalle
	Pagina 40 di 66
	Nome file: VI01-B-CL006 A.01 relazione calcolo spalle.doc



**Figura 7-2 – Vista frontale Spalla**

## 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 dinamizzato - configurazione 1 (massima azione verticale)
q1.2-imp	carico mobile dinamizzato - 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
q6.1-imp	sisma 1 impalcato
q6.2-imp	sisma 2 impalcato
q6.3-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 ( $M_{22}$ ).

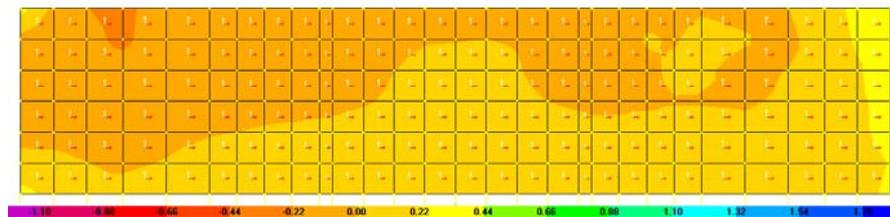


Figura 7-3 – Involuppo Momento  $M_{11,max}$ .

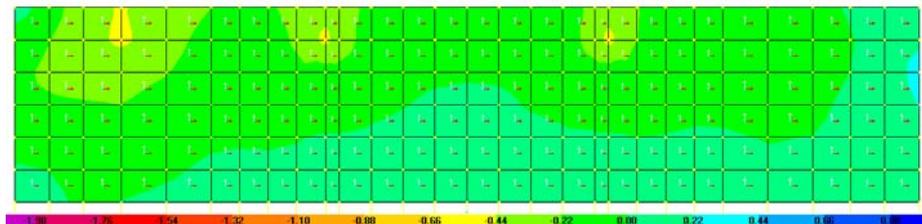


Figura 7-4 – Involuppo Momento  $M_{11,min}$ .

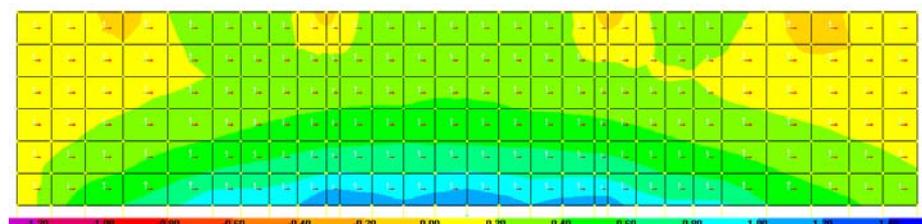


Figura 7-5 – Involuppo Momento  $M_{22,max}$ .

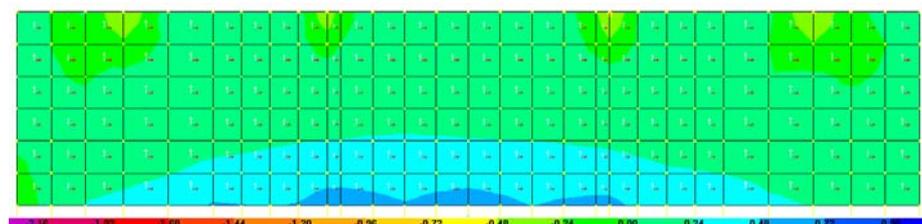


Figura 7-6 – Involuppo Momento  $M_{22,min}$ .

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 <b>Progetto Esecutivo</b>	Opera: <b>Viadotto Giulfo</b>
	Relazione di Calcolo Spalle
	Pagina 42 di 66
	Nome file: VI01-B-CL006_A.01_relazione_calcolo_spalle.doc

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				VERIFICA A PRESSO FLESSIONE				
				$M_{Sd}^{sup}$	$M_{Rd}^{sup}$	FS		
				[kNm/m]	[kNm/m]			
Arm X+	5	Φ	18	500	950	1.90	ok	momento verticale $Mz=-M22-$
Arm X-	5	Φ	22	1200	1414	1.18	ok	momento verticale $Mz+=M22+$
				$M_{Sd}^{inf}$	$M_{Rd}^{inf}$	FS		
				[kNm/m]	[kNm/m]			
Arm X+	5	Φ	18	300	950	3.17	ok	momento orizzontale $My=-M11-$
Arm X-	5	Φ	18	350	950	2.71	ok	momento orizzontale $My+=M11+$

### 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.

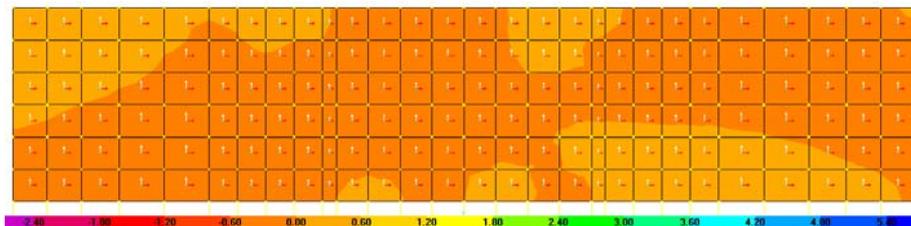


Figura 7-7 – Involuppo del taglio agente nella direzione X (V13).

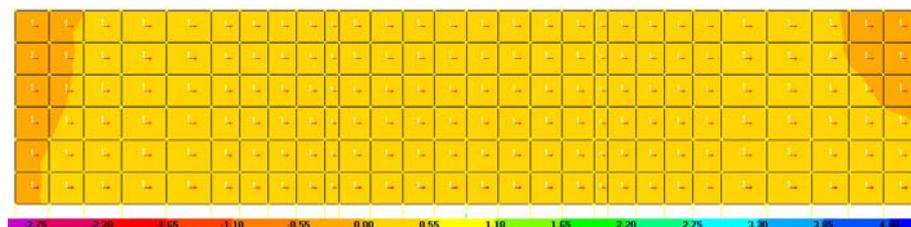


Figura 7-8 – Involuppo del taglio agente nella direzione Y (V23).

### VERIFICA DI RESISTENZA A TAGLIO SEZIONE RETTANGOLARE (NTC 2008)

sezione di verifica      muro frontale      muro frontale

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 <b>Progetto Esecutivo</b>	Opera: <b>Viadotto Giulfo</b>
	Relazione di Calcolo Spalle
	Pagina 43 di 66
	Nome file: VI01-B-CL006 A.01 relazione calcolo spalle.doc

corrispondente a	V13max	V23max		
<b>Sollecitazioni</b>				
V	= 300	400	kN	taglio
N	= 0	425	kN	sforzamento normale (>0 compressione)
<b>Geometria</b>				
B	= 1000	1000	mm	larghezza sezione
H	= 2000	2000	mm	altezza sezione
c	= 50	50	mm	copriferro
d	= 1950	1950	mm	altezza utile
<b>Materiali</b>				
R <sub>ck</sub>	= 35.0	35.0	MPa	resistenza caratteristica cubica
f <sub>ck</sub>	= 29.1	29.1	MPa	resistenza caratteristica cilindrica
g <sub>c</sub>	= 1.5	1.5		coefficiente parziale di sicurezza coefficiente riduttivo per resistenze di lunga durata
a <sub>cc</sub>	= 0.9	0.9		
f <sub>cd</sub>	= 16.5	16.5	MPa	resistenza di calcolo a compressione
g <sub>s</sub>	= 1.15	1.15		coefficiente di sicurezza acciaio
f <sub>yk</sub>	= 450.0	450.0	MPa	tensione caratteristica di snervamento acciaio
f <sub>yd</sub>	= 391.3	391.3	MPa	tensione di snervamento di calcolo dell'acciaio
<b>Verifica per elementi sprovvisti di armatura a taglio</b>				
A <sub>sl</sub>	= 2544.0	2544.0	mm <sup>2</sup>	armatura longitudinale
r <sub>l</sub>	= 0.00127	0.00127		rapporto geometrico di armatura longitudinale
k	= 1.3	1.3		
v <sub>min</sub>	= 0.3	0.3		
s <sub>cp</sub>	= 0.0	0.2	MPa	tensione media calcestruzzo tensione media di compressione adottata
s <sub>cp,ad</sub>	= 0.0	0.2	MPa	(<=0.2f <sub>cd</sub> )
V <sub>Rd</sub>	= 558.0	620.2	kN	taglio resistente
check	= OK	OK		

## 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 PRESSOFLESSIONE			
				M <sub>Sd</sub> <sup>sup</sup>	M <sub>Rd</sub> <sup>sup</sup>	FS	
				[kNm/m]	[kNm/m]		
<b>Arm Y+</b>	<b>5</b>	<b>Φ</b>	<b>22</b>	600	679	1.13	OK momento verticale Mz+=M22+
<b>Arm Y-</b>	<b>5</b>	<b>Φ</b>	<b>22</b>	180	679	3.77	OK momento verticale Mz-=M22-
				M <sub>Sd</sub> <sup>inf</sup>	M <sub>Rd</sub> <sup>inf</sup>	FS	

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 <b>Progetto Esecutivo</b>	Opera: <b>Viadotto Giulfo</b>
	Relazione di Calcolo Spalle
	Pagina 44 di 66
	Nome file: VI01-B-CL006_A.01_relazione_calcolo_spalle.doc

				[kNm/m]	[kNm/m]			
<b>Arm Y+</b>	<b>5</b>	$\Phi$	<b>16</b>	350	362	1.03	OK	momento orizzontale My+=M1+
<b>Arm Y-</b>	<b>5</b>	$\Phi$	<b>16</b>	40	362	9.05	OK	momento orizzontale My-=M1-

## 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.

### VERIFICA DI RESISTENZA A TAGLIO SEZIONE RETTANGOLARE (NTC 2008)

sezione di verifica corrispondente a		muri laterali V13max	muri laterali V23max		
<b>Sollecitazioni</b>					
V	=	200	350	kN	taglio
N	=	0	235	kN	sforzo normale (>0 compressione)
<b>Geometria</b>					
B	=	1000	1000	mm	larghezza sezione
H	=	1000	1000	mm	altezza sezione
c	=	50	50	mm	copriferro
d	=	950	950	mm	altezza utile
<b>Materiali</b>					
R <sub>ck</sub>	=	35.0	35.0	MPa	resistenza caratteristica cubica
f <sub>ck</sub>	=	29.1	29.1	MPa	resistenza caratteristica cilindrica
g <sub>c</sub>	=	1.5	1.5		coefficiente parziale di sicurezza coefficiente riduttivo per resistenze di lunga durata
a <sub>cc</sub>	=	0.9	0.9		
f <sub>cd</sub>	=	16.5	16.5	MPa	resistenza di calcolo a compressione
g <sub>s</sub>	=	1.15	1.15		coefficiente di sicurezza acciaio
f <sub>yk</sub>	=	450.0	450.0	MPa	tensione caratteristica di snervamento acciaio
f <sub>yd</sub>	=	391.3	391.3	MPa	tensione di snervamento di calcolo dell'acciaio
<b>Verifica per elementi sprovvisti di armatura a taglio</b>					
A <sub>sl</sub>	=	4524.0	<b>4524.0</b>	mm <sup>2</sup>	armatura longitudinale
r <sub>l</sub>	=	0.00452	0.00452		rapporto geometrico di armatura longitudinale
k	=	1.5	1.5		
v <sub>min</sub>	=	0.3	0.3		
s <sub>cp</sub>	=	0.0	0.2	MPa	tensione media calcestruzzo tensione media di compressione adottata
s <sub>cp,ad</sub>	=	0.0	0.2	MPa	(<=0.2f <sub>cd</sub> )
V <sub>Rd</sub>	=	392.5	426.0	kN	taglio resistente
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

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 <b>Progetto Esecutivo</b>	Opera: <b>Viadotto Giulfo</b>
	Relazione di Calcolo Spalle
	Pagina 45 di 66
	Nome file: VI01-B-CL006_A.01_relazione_calcolo_spalle.doc

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 PARAGHIAIA				VERIFICA A PRESSO FLESSIONE			
				$M_{Sd}^{sup}$	$M_{Rd}^{sup}$	FS	
				[kNm/m]	[kNm/m]		
Arm X+	5	Φ	16	150	440	2.93	ok momento verticale $Mz-=M22-$
Arm X-	5	Φ	16	100	440	4.40	ok momento verticale $Mz+=M22+$
				VERIFICA A PRESSO FLESSIONE			
				$M_{Sd}^{inf}$	$M_{Rd}^{inf}$	FS	
				[kNm/m]	[kNm/m]		
Arm X+	5	Φ	18	300	555	1.85	ok momento orizzontale $My-=M11-$
Arm X-	5	Φ	18	350	555	1.59	ok momento orizzontale $My+=M11+$

### 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.

#### VERIFICA DI RESISTENZA A TAGLIO SEZIONE RETTANGOLARE (NTC 2008)

sezione di verifica corrispondente a		muro paraghiaia V13max	muro paraghiaia V23max		
<b>Sollecitazioni</b>					
V	=	300	80	kN	taglio
N	=	0	150	kN	sforzo normale (>0 compressione)
<b>Geometria</b>					
B	=	1000	1000	mm	larghezza sezione
H	=	1200	1200	mm	altezza sezione
c	=	50	50	mm	copriferro
d	=	1150	1150	mm	altezza utile
<b>Materiali</b>					
$R_{ck}$	=	35.0	35.0	MPa	resistenza caratteristica cubica
$f_{ck}$	=	29.1	29.1	MPa	resistenza caratteristica cilindrica
$g_c$	=	1.5	1.5		coefficiente parziale di sicurezza coefficiente riduttivo per resistenze di lunga durata
$a_{cc}$	=	0.9	0.9		
$f_{cd}$	=	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
<b>Verifica per elementi sprovvisti di armatura a taglio</b>					
$A_{sl}$	=	2544.0	<b>2544.0</b>	mm <sup>2</sup>	armatura longitudinale
$r_l$	=	0.00212	0.00212		rapporto geometrico di armatura longitudinale
k	=	1.4	1.4		
$v_{min}$	=	0.3	0.3		

CORRIDOIO PLURIMODALE TIRRENICO-NORD EUROPA ITINERARIO AGRIGENTO - CALTANISSETTA-A19 S.S. N° 640 "DI PORTO EMPEDOCLE" AMMODERNAMENTO E ADEGUAMENTO ALLA CAT. B DEL D.M. 5.11.2001 Dal km 44+000 allo svincolo con l'A19 <b>Progetto Esecutivo</b>	Opera: <b>Viadotto Giulfo</b>
	Relazione di Calcolo Spalle
	Pagina 46 di 66
	Nome file: VI01-B-CL006 A.01 relazione calcolo spalle.doc

$s_{cp}$	=	0.0	0.1	MPa	tensione media calcestruzzo
					tensione media di compressione adottata
$s_{cp,ad}$	=	0.0	0.1	MPa	( $\leq 0.2f_{cd}$ )
$V_{Rd}$	=	365.9	387.5	kN	taglio resistente
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 ( $M_{22}$ ).

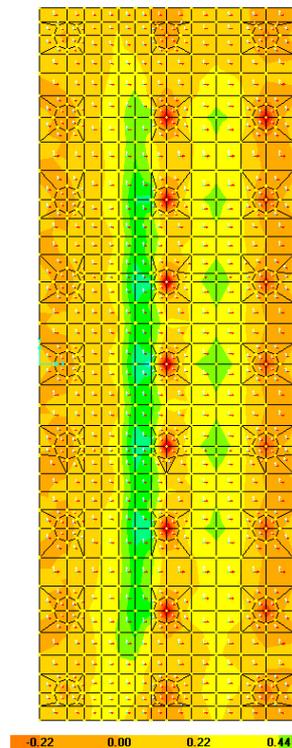


Figura 7-9 – Involuppo Momento  $M_{11,max}$

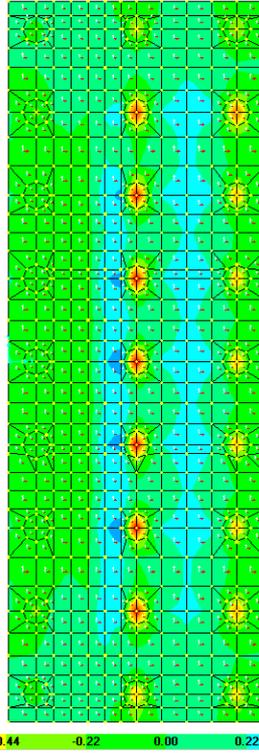


Figura 7-10 – Involuppo Momento M11,min

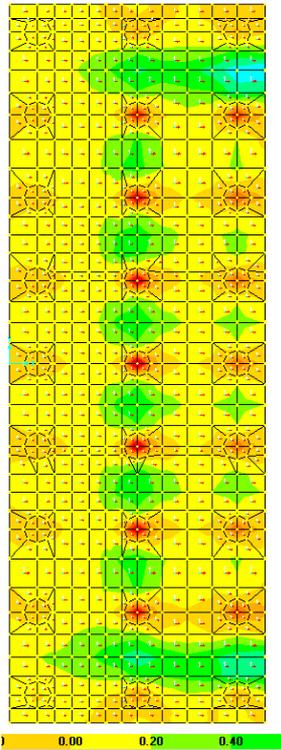
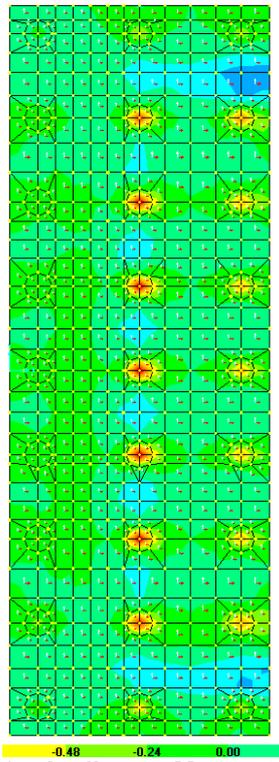


Figura 7-11 – Involuppo Momento M22,max



**Figura 7-12 – 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			
				$M_{Sd}^{sup}$	$M_{Rd}^{sup}$	FS	
				[kNm/m]	[kNm/m]		
Arm-inf	5	Φ	22	900	1267	1.41	ok momento longitudinale $M_{x+}=M22+$ inf
Arm-sup	5	Φ	18	300	851	2.84	ok momento longitudinale $M_{x-}=M22-$ sup
				$M_{Sd}^{inf}$	$M_{Rd}^{inf}$	FS	
				[kNm/m]	[kNm/m]		
Arm-inf	5	Φ	22	1200	1267	1.06	ok momento trasversale $M_{y+}=M11+$ inf
Arm-sup	5	Φ	18	300	851	2.84	ok momento trasversale $M_{y-}=M11-$ sup

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 <b>Progetto Esecutivo</b>	Opera: <b>Viadotto Giulfo</b>
	Relazione di Calcolo Spalle
	Pagina 49 di 66
	Nome file: VI01-B-CL006_A.01_relazione_calcolo_spalle.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.

#### VERIFICA DI RESISTENZA A TAGLIO SEZIONE RETTANGOLARE (NTC 2008)

sezione di verifica corrispondente a	plinto V13max	plinto V23max		
<b>Sollecitazioni</b>				
V	= 900	400	kN	taglio
N	= 0	0	kN	sforzo normale (>0 compressione)
<b>Geometria</b>				
B	= 1000	1000	mm	larghezza sezione
H	= 1800	1800	mm	altezza sezione
c	= 50	50	mm	copriferro
d	= 1750	1750	mm	altezza utile
<b>Materiali</b>				
R <sub>ck</sub>	= 30.0	30.0	MPa	resistenza caratteristica cubica
f <sub>ck</sub>	= 24.9	24.9	MPa	resistenza caratteristica cilindrica
g <sub>c</sub>	= 1.5	1.5		coefficiente parziale di sicurezza coefficiente riduttivo per resistenze di lunga durata
a <sub>cc</sub>	= 0.9	0.9		
f <sub>cd</sub>	= 14.1	14.1	MPa	resistenza di calcolo a compressione
g <sub>s</sub>	= 1.15	1.15		coefficiente di sicurezza acciaio
f <sub>yk</sub>	= 450.0	450.0	MPa	tensione caratteristica di snervamento acciaio
f <sub>yd</sub>	= 391.3	391.3	MPa	tensione di snervamento di calcolo dell'acciaio
<b>Verifica per elementi sprovvisti di armatura a taglio</b>				
A <sub>sl</sub>	= 3801.0	3801.0	mm <sup>2</sup>	armatura longitudinale
r <sub>l</sub>	= 0.00211	0.00211		rapporto geometrico di armatura longitudinale
k	= 1.3	1.3		
v <sub>min</sub>	= 0.3	0.3		
s <sub>cp</sub>	= 0.0	0.0	MPa	tensione media calcestruzzo tensione media di compressione adottata
s <sub>cp,ad</sub>	= 0.0	0.0	MPa	(<=0.2fcd)
V <sub>Rd</sub>	= 488.6	488.6	kN	taglio resistente
check	= NO	OK		
<b>Verifica per elementi provvisti di armatura a taglio</b>				
Ø <sub>w</sub>	= 12	12	mm	diametro armatura resistente a taglio
a	= 90.0	90.0	°	inclinazione armatura
s	= 400	400	mm	interasse armature a taglio
n <sub>br</sub>	= 2.5	2.5		numero bracci armatura trasversale
A <sub>sw</sub>	= 282.74	282.74	mm <sup>2</sup>	area armatura trasversale posta nell'interasse s
ctgJ (V)	= 22.2	50.0		
ctgJ	= 2.5	2.5		
J	= 22	22	°	inclinazione bielle di calcestruzzo
V <sub>Rsd</sub>	= 1089.10	1089.10	kN	taglio resistente armatura
a <sub>c</sub>	= 1.00	1.00		coefficiente maggiorativo
f <sub>cd</sub>	= 7.06	7.06	MPa	resistenza ridotta
V <sub>Rcd</sub>	= 7936.9	7936.9	kN	taglio resistente calcestruzzo
V <sub>Rd</sub>	= 1089.1	1089.1	kN	taglio resistente sezione
check	= OK	OK		

CORRIDOIO PLURIMODALE TIRRENICO-NORD EUROPA ITINERARIO AGRIGENTO - CALTANISSETTA-A19 S.S. N° 640 "DI PORTO EMPEDOCLE" AMMODERNAMENTO E ADEGUAMENTO ALLA CAT. B DEL D.M. 5.11.2001 Dal km 44+000 allo svincolo con l'A19 <b>Progetto Esecutivo</b>	Opera: <b>Viadotto Giulfo</b>
	Relazione di Calcolo Spalle
	Pagina 50 di 66
	Nome file: VI01-B-CL006_A.01_relazione_calcolo_spalle.doc

Come armatura resistente a taglio si prevede la predisposizione di spille  $\varnothing 12/400$  cm

## 8 VERIFICA DELLA SPALLA AGLI STATI LIMITE DI FESSURAZIONE (SLE)

In particolare, ipotizzando condizioni ambientali aggressive, viene verificato che l'apertura delle fessure risulti inferiore a 0.2 mm e 0.3 mm, rispettivamente per le combinazioni di carico frequenti e per quelle quasi permanenti.

### 8.1 COMBINAZIONI DI CARICO SLE

Matrice coefficienti di combinazione dei carichi_ SLE comb.frequente						
	Schema 1.1	Schema 1.2	AZ-termiche.1	termiche.2	vento.1	vento.2
g1-imp	1	1	1	1	1	1
g1-sp	1	1	1	1	1	1
g2-imp	1	1	1	1	1	1
g2-sp	1	1	1	1	1	1
g3-sp	1	1	1	1	1	1
e2-imp	0.6	0.6	0.6	0.6	0.6	0.6
e3-imp	0.6	0.6	0.6	0.6	0.6	0.6
q1.1-imp	0.75	0	0.75	0	0.75	0
q1.2-imp	0	0.75	0	0.75	0	0.75
q1t-sp	0.75	0.75	0.75	0.75	0.75	0.75
q3-imp	0	0	0	0	0	0
q4-imp	0	0	0	0	0	0
q5-imp	0	0	0	0	0.2	0.2
q6.1-imp	0	0	0	0	0	0
q6.2-imp	0	0	0	0	0	0
q6.3-imp	0	0	0	0	0	0
q6.1x-sp	0	0	0	0	0	0
q6.2x-sp	0	0	0	0	0	0
q6.2y-sp	0	0	0	0	0	0
q6.2z-sp	0	0	0	0	0	0
q7-imp	0.6	0.6	0.6	0.6	0.6	0.6

Matrice coefficienti di combinazione dei carichi_ sle quasi perm.	
	<b>G</b>
g1-imp	1
g1-sp	1
g2-imp	1
g2-sp	1
g3-sp	1
e2-imp	0.5
e3-imp	0.5
q1.1-imp	0
q1.2-imp	0
q1t-sp	0
q3-imp	0
q4-imp	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 <b>Progetto Esecutivo</b>	Opera: <b>Viadotto Giulfo</b>
	Relazione di Calcolo Spalle
	Pagina 51 di 66
	Nome file: VI01-B-CL006 A.01 relazione calcolo spalle.doc

q5-imp	0
q6.1-imp	0
q6.2-imp	0
q6.3-imp	0
q6.1x-sp	0
q6.2x-sp	0
q6.2y-sp	0
q6.2z-sp	0
q7-imp	0.5

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

### 8.2.1 Verifica allo stato limite di fessurazione combinazioni Frequenti

	comb. Frequente		comb. Frequente	
	X		Y	
	inf	sup	inf	sup
<b>diametri massimi delle barre per il controllo della fessurazione</b>				
$\sigma_s$	w2=0.30 mm	w2=0.30 mm	w2=0.30 mm	w2=0.30 mm
[MPa]	Ø	Ø	Ø	Ø
160	32	32	32	32
200	25	25	25	25
240	16	16	16	16
280	12	12	12	12
320	10	10	10	10
360	8	8	8	8

	comb. Frequente		comb. Frequente	
	X		Y	
	inf	sup	inf	sup
<b>spaziatura massima delle barre per il controllo della fessurazione</b>				
$\sigma_s$	w2=0.30 mm	w2=0.30 mm	w2=0.30 mm	w2=0.30 mm
[MPa]	Ø	Ø	Ø	Ø
160	300	300	300	300
200	250	250	250	250
240	200	200	200	200
280	150	150	150	150
320	100	100	100	100
360	50	50	50	50

$M_{Ed}$	=	<b>300</b>	<b>100</b>	<b>350</b>	<b>80</b>	kNm	Momento di calcolo (fibre tese verso il basso)
$N_{Ed}$	=	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	kN	Sforzo Normale di calcolo (>0 compressione)

	comb. Frequente		comb. Frequente	
	X		Y	
	inf	sup	inf	sup

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 <b>Progetto Esecutivo</b>	<b>Opera: Viadotto Giulfo</b>
	Relazione di Calcolo Spalle
	Pagina 52 di 66
	Nome file: VI01-B-CL006_A.01_relazione_calcolo_spalle.doc

**Materiali**

Rck	=	<b>35</b>	<b>35</b>	<b>35</b>	<b>35</b>	MPa	resistenza caratteristica cubica
f <sub>ck</sub>	=	29.05	29.05	29.05	29.05	MPa	resistenza caratteristica cilindrica
f <sub>cm</sub>	=	37.05	37.05	37.05	37.05	MPa	resistenza cilindrica media
f <sub>ctm</sub>	=	2.83	2.83	2.83	2.83	MPa	resistenza media a trazione semplice
f <sub>ctfm</sub>	=	2.43	2.43	2.43	2.43	MPa	resistenza media a trazione per flessione
σ <sub>t</sub>	=	2.36	2.36	2.36	2.36	MPa	tensione limite apertura fessure
n	=	<b>15</b>	<b>15</b>	<b>15</b>	<b>15</b>		coefficiente di omogeneizzazione armature
n'	=	<b>0.00</b>	<b>0.00</b>	<b>0.00</b>	<b>0.00</b>		coefficiente di omogeneizzazione cls teso

**Geometria**

B	=	<b>1000</b>	<b>1000</b>	<b>1000</b>	<b>1000</b>	mm	base sezione
H	=	<b>1800</b>	<b>1800</b>	<b>1800</b>	<b>1800</b>	mm	altezza sezione

**Armatura**

n <sub>1</sub>	=	<b>5</b>	<b>5</b>	<b>5</b>	<b>5</b>		n. tondini inferiori
Ø <sub>1</sub>	=	<b>22</b>	<b>22</b>	<b>22</b>	<b>22</b>	mm	diametro tondini inferiori
d <sub>1</sub>	=	1750	1750	1750	1750	mm	distanza da lembo compresso
A <sub>s1</sub>	=	1901	1901	1901	1901	mm <sup>2</sup>	area armatura inferiore
n <sub>2</sub>	=	<b>5</b>	<b>5</b>	<b>5</b>	<b>5</b>		n. tondini superiori
Ø <sub>2</sub>	=	<b>18</b>	<b>18</b>	<b>18</b>	<b>18</b>	mm	diametro tondini superiori
d <sub>2</sub>	=	<b>50</b>	<b>50</b>	<b>50</b>	<b>50</b>	mm	distanza da lembo compresso (copriferro)
A <sub>s2</sub>	=	1272	1272	1272	1272	mm <sup>2</sup>	area armatura superiore

**Sollecitazioni**

M	=	300.0	100.0	350.0	80.0	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 <sub>cls</sub>	=	1800000	1800000	1800000	1800000	mm <sup>2</sup>	area calcestruzzo
A <sub>s</sub>	=	3173.0	3173.0	3173.0	3173.0	mm <sup>2</sup>	area armatura
A <sub>id</sub>	=	1.85E+06	1.85E+06	1.85E+06	1.85E+06	mm <sup>2</sup>	area sezione ideale
d <sub>G</sub>	=	904.3	904.3	904.3	904.3	mm	distanza baricentro sezione ideale da lembo superiore
J <sub>id</sub>	=	5.20E+11	5.20E+11	5.20E+11	5.20E+11	mm <sup>4</sup>	momento d'inerzia baricentrico sezione ideale
ρ <sub>id</sub>	=	530.7	530.7	530.7	530.7	mm	raggio d'inerzia sezione
Y <sub>nocc,s</sub>	=	589.9	589.9	589.9	589.9	mm	quota punto di nocciolo superiore

**Caratteristiche sezione interamente reagente a trazione**

A <sub>cls,t</sub>	=	-	-	-	-	mm <sup>2</sup>	area calcestruzzo teso omogeneizzato
A <sub>s</sub>	=	-	-	-	-	mm <sup>2</sup>	area armatura
A <sub>id,t</sub>	=	-	-	-	-	mm <sup>2</sup>	area sezione ideale
d <sub>G,t</sub>	=	-	-	-	-	mm	distanza baricentro sezione ideale da lembo superiore
J <sub>id,t</sub>	=	-	-	-	-	mm <sup>4</sup>	momento d'inerzia baricentrico sezione ideale
ρ <sub>id,t</sub>	=	-	-	-	-	mm	raggio d'inerzia sezione
Y <sub>nocc,i</sub>	=	-	-	-	-	mm	quota punto di nocciolo inferiore

**Comportamento sezione**

	parzializzata	parzializzata	parzializzata	parzializzata
			ata	ata

**Caratteristiche sezione parzializzata**

Y <sub>n</sub>	=	274.83	274.83	274.83	274.83	mm	distanza asse neutro da lembo compresso
J <sub>n</sub>	=	6.99E+10	6.99E+10	6.99E+10	6.99E+10	mm <sup>4</sup>	momento d'inerzia sezione parzializzata
S <sub>n</sub>	=	0.00	0.00	0.00	0.00	mm <sup>3</sup>	momento statico sezione parzializzata
f(Y <sub>n</sub> )=0	=	-	-	-	-		

**Tensioni nei materiali**

σ <sub>c</sub>	=	-1.18	-0.39	-1.38	-0.31	MPa	tensione nel lembo più compresso del cls calcolata nella sezione fessurata
----------------	---	-------	-------	-------	-------	-----	--

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 <b>Progetto Esecutivo</b>	<b>Opera: Viadotto Giulfo</b>
	<b>Relazione di Calcolo Spalle</b>
	<b>Pagina 53 di 66</b>
	Nome file: VI01-B-CL006_A.01_relazione_calcolo_spalle.doc

$\sigma_s$  = 94.9 31.6 110.8 25.3 MPa tensione dell'armatura tesa calcolata nella sezione fessurata

#### Verifica a fessurazione

$M_{fess}$  = 1372.5 1372.5 1372.5 1372.5 kNm momento limite di apertura fessure  
 $M_{fess} / M$  = 4.58 13.73 3.92 17.16 check1  
verificato verificato verificato verificato

### 8.2.2 Verifiche allo stato limite di fessurazione combinazione Quasi Permanente

	comb. Quasi Perm.		comb. Quasi Perm.	
	X		Y	
	inf	sup	inf	sup
<b>diametri massimi delle barre per il controllo della fessurazione</b>				
$\sigma_s$	w1=0.20	w1=0.20	w1=0.20	w1=0.20
[MPa]	mm	mm	mm	mm
	Ø	Ø	Ø	Ø
160	25	25	25	25
200	16	16	16	16
240	12	12	12	12
280	8	8	8	8
320	6	6	6	6
360	0	0	0	0

	comb. Quasi Perm.		comb. Quasi Perm.	
	X		Y	
	inf	sup	inf	sup
<b>spaziatura massima delle barre per il controllo della fessurazione</b>				
$\sigma_s$	w1=0.20	w1=0.20	w1=0.20	w1=0.20
[MPa]	mm	mm	mm	mm
	Ø	Ø	Ø	Ø
160	200	200	200	200
200	150	150	150	150
240	100	100	100	100
280	50	50	50	50
320	0	0	0	0
360	0	0	0	0

$M_{Ed}$  = 200 80 300 100 kNm Momento di calcolo (fibre tese verso il basso)  
 $N_{Ed}$  = 0 0 0 0 kN Sforzo Normale di calcolo (>0 compressione)

	comb. Quasi Perm.	comb. Quasi Perm.	comb. Quasi Perm.	comb. Quasi Perm.	
<b>Materiali</b>					
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
$f_{ctm}$	2.43	2.43	2.43	2.43	MPa resistenza media a trazione per flessione
$\sigma_t$	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
<b>Geometria</b>					
B	1000	1000	1000	1000	mm base sezione

CORRIDOIO PLURIMODALE TIRRENICO-NORD EUROPA ITINERARIO AGRIGENTO - CALTANISSETTA-A19 S.S. N° 640 "DI PORTO EMPEDOCLE" AMMODERNAMENTO E ADEGUAMENTO ALLA CAT. B DEL D.M. 5.11.2001 Dal km 44+000 allo svincolo con l'A19 <b>Progetto Esecutivo</b>	Opera: <b>Viadotto Giulfo</b>
	Relazione di Calcolo Spalle
	Pagina 54 di 66
	Nome file: VI01-B-CL006 A.01 relazione calcolo spalle.doc

H	=	1800	1800	1800	1800	mm	altezza sezione
<b>Armatura</b>							
n <sub>1</sub>	=	5	5	5	5		n. tondini inferiori
Ø <sub>1</sub>	=	22	22	22	22	mm	diametro tondini inferiori
d <sub>1</sub>	=	1750	1750	1750	1750	mm	distanza da lembo compresso
A <sub>s1</sub>	=	1901	1901	1901	1901	mm <sup>2</sup>	area armatura inferiore
n <sub>2</sub>	=	5	5	5	5		n. tondini superiori
Ø <sub>2</sub>	=	18	18	18	18	mm	diametro tondini superiori
d <sub>2</sub>	=	50	50	50	50	mm	distanza da lembo compresso (copriferro)
A <sub>s2</sub>	=	1272	1272	1272	1272	mm <sup>2</sup>	area armatura superiore
<b>Sollecitazioni</b>							
M	=	200.0	80.0	300.0	100.0	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
<b>Caratteristiche sezione interamente reagente a compressione</b>							
A <sub>cls</sub>	=	1800000	1800000	1800000	1800000	mm <sup>2</sup>	area calcestruzzo
A <sub>s</sub>	=	3173.0	3173.0	3173.0	3173.0	mm <sup>2</sup>	area armatura
A <sub>id</sub>	=	1.85E+06	1.85E+06	1.85E+06	1.85E+06	mm <sup>2</sup>	area sezione ideale
d <sub>G</sub>	=	904.3	904.3	904.3	904.3	mm	distanza baricentro sezione ideale da lembo superiore
J <sub>id</sub>	=	5.20E+11	5.20E+11	5.20E+11	5.20E+11	mm <sup>4</sup>	momento d'inerzia baricentrico sezione ideale
ρ <sub>id</sub>	=	530.7	530.7	530.7	530.7	mm	raggio d'inerzia sezione
Y <sub>nocc,s</sub>	=	589.9	589.9	589.9	589.9	mm	quota punto di nocciolo superiore
<b>Caratteristiche sezione interamente reagente a trazione</b>							
A <sub>cls,t</sub>	=	-	-	-	-	mm <sup>2</sup>	area calcestruzzo teso omogeneizzato
A <sub>s</sub>	=	-	-	-	-	mm <sup>2</sup>	area armatura
A <sub>id,t</sub>	=	-	-	-	-	mm <sup>2</sup>	area sezione ideale
d <sub>G,t</sub>	=	-	-	-	-	mm	distanza baricentro sezione ideale da lembo superiore
J <sub>id,t</sub>	=	-	-	-	-	mm <sup>4</sup>	momento d'inerzia baricentrico sezione ideale
ρ <sub>id,t</sub>	=	-	-	-	-	mm	raggio d'inerzia sezione
Y <sub>nocc,i</sub>	=	-	-	-	-	mm	quota punto di nocciolo inferiore
<b>Comportamento sezione</b>							
		parzializza ta	parzializza ta	parzializza ta	parzializza ta		
<b>Caratteristiche sezione parzializzata</b>							
Y <sub>n</sub>	=	274.83	274.83	274.83	274.83	mm	distanza asse neutro da lembo compresso
J <sub>n</sub>	=	6.99E+10	6.99E+10	6.99E+10	6.99E+10	mm <sup>4</sup>	momento d'inerzia sezione parzializzata
S <sub>n</sub>	=	0.00	0.00	0.00	0.00	mm <sup>3</sup>	momento statico sezione parzializzata
f(Y <sub>n</sub> )=0	=	-	-	-	-		
<b>Tensioni nei materiali</b>							
σ <sub>c</sub>	=	-0.79	-0.31	-1.18	-0.39	MPa	tensione nel lembo più compresso del cls calcolata nella sezione fessurata
σ <sub>s</sub>	=	63.3	25.3	94.9	31.6	MPa	tensione dell'armatura tesa calcolata nella sezione fessurata
<b>Verifica a fessurazione</b>							
M <sub>fess</sub>	=	1372.5	1372.5	1372.5	1372.5	kNm	momento limite di apertura fessure
M <sub>fess</sub> / M	=	6.86	17.16	4.58	13.73		check1
		verificato	verificato	verificato	verificato		

CORRIDOIO PLURIMODALE TIRRENICO-NORD EUROPA ITINERARIO AGRIGENTO - CALTANISSETTA-A19 S.S. N° 640 "DI PORTO EMPEDOCLE" AMMODERNAMENTO E ADEGUAMENTO ALLA CAT. B DEL D.M. 5.11.2001 Dal km 44+000 allo svincolo con l'A19 <b>Progetto Esecutivo</b>	Opera: <b>Viadotto Giulfo</b>
	Relazione di Calcolo Spalle
	Pagina 55 di 66
	Nome file: VI01-B-CL006 A.01 relazione calcolo spalle.doc

## 8.3 MURO FRONTALE

### 8.3.1 Verifica allo stato limite di fessurazione combinazioni Frequenti

	comb. Frequent e		comb. Frequent e	
	Momento orizzontale (Y)		Momento verticale (Z)	
	X-	X+	X-	X+
<b>diametri massimi delle barre per il controllo della fessurazione</b>				
$\sigma_s$	w2=0.30	w2=0.30	w2=0.30	w2=0.30
	mm	mm	mm	mm
[MPa]	Ø	Ø	Ø	Ø
160	32	32	32	32
200	25	25	25	25
240	16	16	16	16
280	12	12	12	12
320	10	10	10	10
360	8	8	8	8

	comb. Frequent e		comb. Frequent e	
	Momento orizzontale (Y)		Momento verticale (Z)	
	X-	X+	X-	X+
<b>spaziatura massima delle barre per il controllo della fessurazione</b>				
$\sigma_s$	w2=0.30	w2=0.30	w2=0.30	w2=0.30
	mm	mm	mm	mm
[MPa]	Ø	Ø	Ø	Ø
160	300	300	300	300
200	250	250	250	250
240	200	200	200	200
280	150	150	150	150
320	100	100	100	100
360	50	50	50	50

$M_{Ed}$	=	<b>300</b>	<b>180</b>	<b>190</b>	<b>700</b>	kNm	Momento di calcolo (fibre tese verso il basso)
$N_{Ed}$	=	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>425</b>	<b>425</b>	kN	Sforzo Normale di calcolo (>0 compressione)

	comb. Frequent e	comb. Frequent e	comb. Frequent e	comb. Frequent e		
<b>Materiali</b>						
Rck	=	<b>35</b>	<b>35</b>	<b>35</b>	<b>35</b>	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
$f_{ctfm}$	=	2.43	2.43	2.43	2.43	MPa resistenza media a trazione per flessione
$\sigma_t$	=	2.36	2.36	2.36	2.36	MPa tensione limite apertura fessure
n	=	<b>15</b>	<b>15</b>	<b>15</b>	<b>15</b>	coefficiente di omogeneizzazione armature
n'	=	<b>0.00</b>	<b>0.00</b>	<b>0.00</b>	<b>0.00</b>	coefficiente di omogeneizzazione cls teso
<b>Geometria</b>						
B	=	<b>1000</b>	<b>1000</b>	<b>1000</b>	<b>1000</b>	mm base sezione
H	=	<b>2000</b>	<b>2000</b>	<b>2000</b>	<b>2000</b>	mm altezza sezione
<b>Armatura</b>						
$n_1$	=	<b>5</b>	<b>5</b>	<b>5</b>	<b>5</b>	n. tondini inferiori
$\varnothing_1$	=	<b>18</b>	<b>18</b>	<b>22</b>	<b>22</b>	mm diametro tondini inferiori
$d_1$	=	1950	1950	1950	1950	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 <b>Progetto Esecutivo</b>	Opera: <b>Viadotto Giulfo</b>
	Relazione di Calcolo Spalle
	Pagina 56 di 66
	Nome file: VI01-B-CL006 A.01 relazione calcolo spalle.doc

$A_{s1}$	=	1272	1272	1901	1901	mm <sup>2</sup>	area armatura inferiore
$n_2$	=	5	5	5	5		n. tondini superiori
$\varnothing_2$	=	18	18	18	18	mm	diametro tondini superiori
$d_2$	=	50	50	50	50	mm	distanza da lembo compresso (copriferro)
$A_{s2}$	=	1272	1272	1272	1272	mm <sup>2</sup>	area armatura superiore
<b>Sollecitazioni</b>							
M	=	300.0	180.0	190.0	700.0	kNm	Momento di calcolo (fibre tese verso il basso)
N	=	0.0	0.0	425.0	425.0	KN	Sforzo Normale di calcolo (>0 compressione)
e	=	Inf	Inf	447	1647	mm	eccentricità
<b>Caratteristiche sezione interamente reagente a compressione</b>							
$A_{cls}$	=	2000000	2000000	2000000	2000000	mm <sup>2</sup>	area calcestruzzo
$A_s$	=	2544.7	2544.7	3173.0	3173.0	mm <sup>2</sup>	area armatura
$A_{id}$	=	2.04E+06	2.04E+06	2.05E+06	2.05E+06	mm <sup>2</sup>	area sezione ideale
$d_G$	=	1000.0	1000.0	1004.4	1004.4	mm	distanza baricentro sezione ideale da lembo superiore
$J_{id}$	=	7.01E+11	7.01E+11	7.10E+11	7.10E+11	mm <sup>4</sup>	momento d'inerzia baricentrico sezione ideale
$\rho_{id}$	=	586.5	586.5	588.7	588.7	mm	raggio d'inerzia sezione
$Y_{nocc,s}$	=	656.0	656.0	656.3	656.3	mm	quota punto di nocciolo superiore
<b>Caratteristiche sezione interamente reagente a trazione</b>							
$A_{cls,t}$	=	-	-	-	-	mm <sup>2</sup>	area calcestruzzo teso omogeneizzato
$A_s$	=	-	-	-	-	mm <sup>2</sup>	area armatura
$A_{id,t}$	=	-	-	-	-	mm <sup>2</sup>	area sezione ideale
$d_{G,t}$	=	-	-	-	-	mm	distanza baricentro sezione ideale da lembo superiore
$J_{id,t}$	=	-	-	-	-	mm <sup>4</sup>	momento d'inerzia baricentrico sezione ideale
$\rho_{id,t}$	=	-	-	-	-	mm	raggio d'inerzia sezione
$Y_{nocc,i}$	=	-	-	-	-	mm	quota punto di nocciolo inferiore
<b>Comportamento sezione</b>							
		parzializza ta	parzializza ta	parzializzata	parzializza ta		
<b>Caratteristiche sezione parzializzata</b>							
$Y_n$	=	240.75	240.75	1711.01	499.36	mm	distanza asse neutro da lembo compresso
$J_n$	=	6.11E+10	6.11E+10	1.72E+12	1.05E+11	mm <sup>4</sup>	momento d'inerzia sezione parzializzata
$S_n$	=	0.00	0.00	1488662863 .69	91900077. 39	mm <sup>3</sup>	momento statico sezione parzializzata
$f(Y_n)=0$	=	-	-	0	0		
<b>Tensioni nei materiali</b>							
$\sigma_c$	=	-1.18	-0.71	-0.19	-3.32	MPa	tensione nel lembo più compresso del cls calcolata nella sezione fessurata
$\sigma_s$	=	125.9	75.5	0.4	144.6	MPa	tensione dell'armatura tesa calcolata nella sezione fessurata
<b>Verifica a fessurazione</b>							
$M_{fess}$	=	1656.4	1656.4	1831.7	1831.7	kNm	momento limite di apertura fessure
$M_{fess} / M$	=	5.52	9.20	9.64	2.62		check1
		verificato	verificato	verificato	verificato		

### 8.3.2 Verifiche allo stato limite di fessurazione combinazione Quasi Permanente

comb. Quasi Perm.	comb. Quasi Perm.	comb. Quasi Perm.	comb. Quasi Perm.
Momento orizzontale (Y)		Momento verticale (Z)	
X-	X+	X-	X+
diametri massimi delle barre per il controllo della			

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 <b>Progetto Esecutivo</b>	Opera: <b>Viadotto Giulfo</b>
	Relazione di Calcolo Spalle
	Pagina 57 di 66
	Nome file: VI01-B-CL006 A.01 relazione calcolo spalle.doc

#### fessurazione

$\sigma_s$	w1=0.20 mm	w1=0.20 mm	w1=0.20 mm	w1=0.20 mm
[MPa]	Ø	Ø	Ø	Ø
160	25	25	25	25
200	16	16	16	16
240	12	12	12	12
280	8	8	8	8
320	6	6	6	6
360	0	0	0	0

#### spaziatura massima delle barre per il controllo della fessurazione

$\sigma_s$	w1=0.20 mm	w1=0.20 mm	w1=0.20 mm	w1=0.20 mm
[MPa]	Ø	Ø	Ø	Ø
160	200	200	200	200
200	150	150	150	150
240	100	100	100	100
280	50	50	50	50
320	0	0	0	0
360	0	0	0	0

$M_{Ed}$	=	<b>250</b>	<b>250</b>	<b>70</b>	<b>900</b>	kNm	Momento di calcolo (fibre tese verso il basso)
$N_{Ed}$	=	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>425</b>	<b>425</b>	kN	Sforzo Normale di calcolo (>0 compressione)

	comb. Quasi Perm.	comb. Quasi Perm.	comb. Quasi Perm.	comb. Quasi Perm.		
<b>Materiali</b>						
Rck	=	<b>35</b>	<b>35</b>	<b>35</b>	<b>35</b>	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
$f_{ctm}$	=	2.43	2.43	2.43	2.43	MPa resistenza media a trazione per flessione
$\sigma_t$	=	2.36	2.36	2.36	2.36	MPa tensione limite apertura fessure
n	=	<b>15</b>	<b>15</b>	<b>15</b>	<b>15</b>	coefficiente di omogeneizzazione armature
n'	=	<b>0.00</b>	<b>0.00</b>	<b>0.00</b>	<b>0.00</b>	coefficiente di omogeneizzazione cls teso

#### Geometria

B	=	<b>1000</b>	<b>1000</b>	<b>1000</b>	<b>1000</b>	mm	base sezione
H	=	<b>2000</b>	<b>2000</b>	<b>2000</b>	<b>2000</b>	mm	altezza sezione

#### Armatura

$n_1$	=	<b>5</b>	<b>5</b>	<b>5</b>	<b>5</b>		n. tondini inferiori
$\varnothing_1$	=	<b>18</b>	<b>18</b>	<b>22</b>	<b>22</b>	mm	diametro tondini inferiori
$d_1$	=	1950	1950	1950	1950	mm	distanza da lembo compresso
$A_{s1}$	=	1272	1272	1901	1901	mm <sup>2</sup>	area armatura inferiore
$n_2$	=	<b>5</b>	<b>5</b>	<b>5</b>	<b>5</b>		n. tondini superiori
$\varnothing_2$	=	<b>18</b>	<b>18</b>	<b>18</b>	<b>18</b>	mm	diametro tondini superiori
$d_2$	=	<b>50</b>	<b>50</b>	<b>50</b>	<b>50</b>	mm	distanza da lembo compresso (copriferro)
$A_{s2}$	=	1272	1272	1272	1272	mm <sup>2</sup>	area armatura superiore

#### Sollecitazioni

M	=	250.0	250.0	70.0	900.0	kNm	Momento di calcolo (fibre tese verso il basso)
N	=	0.0	0.0	425.0	425.0	KN	Sforzo Normale di calcolo (>0 compressione)
e	=	Inf	Inf	165	2118	mm	eccentricità

#### Caratteristiche sezione interamente reagente a compressione

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 <b>Progetto Esecutivo</b>	Opera: <b>Viadotto Giulfo</b>
	Relazione di Calcolo Spalle
	Pagina 58 di 66
	Nome file: VI01-B-CL006 A.01 relazione calcolo spalle.doc

$A_{cls}$	=	2000000	2000000	2000000	2000000	mm <sup>2</sup>	area calcestruzzo
$A_s$	=	2544.7	2544.7	3173.0	3173.0	mm <sup>2</sup>	area armatura
$A_{id}$	=	2.04E+06	2.04E+06	2.05E+06	2.05E+06	mm <sup>2</sup>	area sezione ideale
$d_G$	=	1000.0	1000.0	1004.4	1004.4	mm	distanza baricentro sezione ideale da lembo superiore
$J_{id}$	=	7.01E+11	7.01E+11	7.10E+11	7.10E+11	mm <sup>4</sup>	momento d'inerzia baricentrico sezione ideale
$\rho_{id}$	=	586.5	586.5	588.7	588.7	mm	raggio d'inerzia sezione
$Y_{nocc,s}$	=	656.0	656.0	656.3	656.3	mm	quota punto di nocciolo superiore

#### Caratteristiche sezione interamente reagente a trazione

$A_{cls,t}$	=	-	-	-	-	mm <sup>2</sup>	area calcestruzzo teso omogeneizzato
$A_s$	=	-	-	-	-	mm <sup>2</sup>	area armatura
$A_{id,t}$	=	-	-	-	-	mm <sup>2</sup>	area sezione ideale
$d_{G,t}$	=	-	-	-	-	mm	distanza baricentro sezione ideale da lembo superiore
$J_{id,t}$	=	-	-	-	-	mm <sup>4</sup>	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	tutta compressa	parzializza ta		
$Y_n$	=	240.75	240.75	274.83	441.41	mm	distanza asse neutro da lembo compresso
$J_n$	=	6.11E+10	6.11E+10	-	9.65E+10	mm <sup>4</sup>	momento d'inerzia sezione parzializzata
$S_n$	=	0.00	0.00	-	61881351.91	mm <sup>3</sup>	momento statico sezione parzializzata
$f(Y_n)=0$	=	-	-	-	0		

#### Tensioni nei materiali

$\sigma_c$	=	-0.99	-0.99	0.00	-4.12	MPa	tensione nel lembo più compresso del cls calcolata nella sezione fessurata
$\sigma_s$	=	104.9	104.9	0.0	211.1	MPa	tensione dell'armatura tesa calcolata nella sezione fessurata

#### Verifica a fessurazione

$M_{fess}$	=	1656.4	1656.4	-	1831.7	kNm	momento limite di apertura fessure
$M_{fess} / M$	=	6.63	6.63	-	2.04		check1
		verificato	verificato	verificato	verificato		

## 8.4 MURO PARAGHIAIA

### 8.4.1 Verifica allo stato limite di fessurazione combinazioni Frequenti

	comb. Frequent e	comb. Frequent e	comb. Frequent e	comb. Frequent e
	Momento orizzontale (Y)		Momento verticale (Z)	
	X-	X+	X-	X+
	<b>diametri massimi delle barre per il controllo della fessurazione</b>			
	w2=0.30	w2=0.30	w2=0.30	w2=0.30
	mm	mm	mm	mm
$\sigma_s$	Ø	Ø	Ø	Ø
[MPa]				
160	32	32	32	32
200	25	25	25	25
240	16	16	16	16
280	12	12	12	12
320	10	10	10	10
360	8	8	8	8

CORRIDOIO PLURIMODALE TIRRENICO-NORD EUROPA ITINERARIO AGRIGENTO - CALTANISSETTA-A19 S.S. N° 640 "DI PORTO EMPEDOCLE" AMMODERNAMENTO E ADEGUAMENTO ALLA CAT. B DEL D.M. 5.11.2001 Dal km 44+000 allo svincolo con l'A19 <b>Progetto Esecutivo</b>	<b>Opera: Viadotto Giulfo</b>
	Relazione di Calcolo Spalle
	Pagina 59 di 66
	Nome file: VI01-B-CL006_A.01_relazione_calcolo_spalle.doc

**spaziatura massima delle barre per il controllo della fessurazione**

$\sigma_s$	w2=0.30	w2=0.30	w2=0.30	w2=0.30			
	mm	mm	mm	mm			
[MPa]	Ø	Ø	Ø	Ø			
160	300	300	300	300			
200	250	250	250	250			
240	200	200	200	200			
280	150	150	150	150			
320	100	100	100	100			
360	50	50	50	50			
$M_{Ed}$	=	<b>170</b>	<b>180</b>	<b>60</b>	<b>60</b>	kNm	Momento di calcolo (fibre tese verso il basso)
$N_{Ed}$	=	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>150</b>	<b>150</b>	kN	Sforzo Normale di calcolo (>0 compressione)

	comb. Frequent e	comb. Frequent e	comb. Frequent e	comb. Frequent e		
<b>Materiali</b>						
Rck	=	<b>35</b>	<b>35</b>	<b>35</b>	<b>35</b>	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
$f_{ctm}$	=	2.43	2.43	2.43	2.43	MPa resistenza media a trazione per flessione
$\sigma_t$	=	2.36	2.36	2.36	2.36	MPa tensione limite apertura fessure
n	=	<b>15</b>	<b>15</b>	<b>15</b>	<b>15</b>	coefficiente di omogeneizzazione armature
n'	=	<b>0.00</b>	<b>0.00</b>	<b>0.00</b>	<b>0.00</b>	coefficiente di omogeneizzazione cls teso

<b>Geometria</b>						
B	=	<b>1000</b>	<b>1000</b>	<b>1000</b>	<b>1000</b>	mm base sezione
H	=	<b>1200</b>	<b>1200</b>	<b>1200</b>	<b>1200</b>	mm altezza sezione

<b>Armatura</b>						
$n_1$	=	<b>5</b>	<b>5</b>	<b>5</b>	<b>5</b>	n. tondini inferiori
$\varnothing_1$	=	<b>18</b>	<b>18</b>	<b>16</b>	<b>16</b>	mm diametro tondini inferiori
$d_1$	=	1150	1150	1150	1150	mm distanza da lembo compresso
$A_{s1}$	=	1272	1272	1005	1005	mm <sup>2</sup> area armatura inferiore
$n_2$	=	<b>5</b>	<b>5</b>	<b>5</b>	<b>5</b>	n. tondini superiori
$\varnothing_2$	=	<b>18</b>	<b>18</b>	<b>16</b>	<b>16</b>	mm diametro tondini superiori
$d_2$	=	<b>50</b>	<b>50</b>	<b>50</b>	<b>50</b>	mm distanza da lembo compresso (copriferro)
$A_{s2}$	=	1272	1272	1005	1005	mm <sup>2</sup> area armatura superiore

<b>Sollecitazioni</b>							
M	=	170.0	180.0	60.0	60.0	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	400	400	mm	eccentricità

<b>Caratteristiche sezione interamente reagente a compressione</b>							
$A_{cls}$	=	1200000	1200000	1200000	1200000	mm <sup>2</sup>	area calcestruzzo
$A_s$	=	2544.7	2544.7	2010.6	2010.6	mm <sup>2</sup>	area armatura
$A_{id}$	=	1.24E+06	1.24E+06	1.23E+06	1.23E+06	mm <sup>2</sup>	area sezione ideale
$d_G$	=	600.0	600.0	600.0	600.0	mm	distanza baricentro sezione ideale da lembo superiore
$J_{id}$	=	1.56E+11	1.56E+11	1.53E+11	1.53E+11	mm <sup>4</sup>	momento d'inerzia baricentrico sezione ideale
$\rho_{id}$	=	354.4	354.4	352.8	352.8	mm	raggio d'inerzia sezione
$Y_{nocc,s}$	=	390.6	390.6	392.5	392.5	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 <b>Progetto Esecutivo</b>	Opera: <b>Viadotto Giulfo</b>
	Relazione di Calcolo Spalle
	Pagina 60 di 66
	Nome file: VI01-B-CL006 A.01 relazione calcolo spalle.doc

$A_{cls,t}$	=	-	-	-	-	mm <sup>2</sup>	area calcestruzzo teso omogeneizzato
$A_s$	=	-	-	-	-	mm <sup>2</sup>	area armatura
$A_{id,t}$	=	-	-	-	-	mm <sup>2</sup>	area sezione ideale
$d_{G,t}$	=	-	-	-	-	mm	distanza baricentro sezione ideale da lembo superiore
$J_{id,t}$	=	-	-	-	-	mm <sup>4</sup>	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			
<b>Caratteristiche sezione parzializzata</b>							
$Y_n$	=	179.23	179.23	697.86	697.86	mm	distanza asse neutro da lembo compresso
$J_n$	=	2.02E+10	2.02E+10	1.23E+11	1.23E+11	mm <sup>4</sup>	momento d'inerzia sezione parzializzata
$S_n$	=	0.00	0.00	246452664. 66	246452664. 66	mm <sup>3</sup>	momento statico sezione parzializzata
$f(Y_n)=0$	=	-	-	0	0		
<b>Tensioni nei materiali</b>							
$\sigma_c$	=	-1.51	-1.60	-0.34	-0.34	MPa	tensione nel lembo più compresso del cls calcolata nella sezione fessurata
$\sigma_s$	=	122.4	129.6	3.3	3.3	MPa	tensione dell'armatura tesa calcolata nella sezione fessurata
<b>Verifica a fessurazione</b>							
$M_{fess}$	=	612.5	612.5	634.0	634.0	kNm	momento limite di apertura fessure
$M_{fess} / M$	=	3.60	3.40	10.57	10.57		check1
		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+
<b>diametri massimi delle barre per il controllo della fessurazione</b>				
$\sigma_s$	w1=0.20	w1=0.20	w1=0.20	w1=0.20
[MPa]	mm	mm	mm	mm
160	Ø	Ø	Ø	Ø
200	25	25	25	25
240	16	16	16	16
280	12	12	12	12
320	8	8	8	8
360	6	6	6	6
	0	0	0	0
<b>spaziatura massima delle barre per il controllo della fessurazione</b>				
$\sigma_s$	w1=0.20	w1=0.20	w1=0.20	w1=0.20
[MPa]	mm	mm	mm	mm
160	Ø	Ø	Ø	Ø
200	200	200	200	200
240	150	150	150	150
280	100	100	100	100
320	50	50	50	50
360	0	0	0	0

CORRIDOIO PLURIMODALE TIRRENICO-NORD EUROPA ITINERARIO AGRIGENTO - CALTANISSETTA-A19 S.S. N° 640 "DI PORTO EMPEDOCLE" AMMODERNAMENTO E ADEGUAMENTO ALLA CAT. B DEL D.M. 5.11.2001 Dal km 44+000 allo svincolo con l'A19 <b>Progetto Esecutivo</b>	<b>Opera: Viadotto Giulfo</b>	
	Relazione di Calcolo Spalle	
	Pagina 61 di 66	
	Nome file: VI01-B-CL006_A.01_relazione_calcolo_spalle.doc	

360	0	0	0	0		
M <sub>Ed</sub>	=	<b>120</b>	<b>270</b>	<b>40</b>	<b>50</b>	kNm Momento di calcolo (fibre tese verso il basso)
N <sub>Ed</sub>	=	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>150</b>	<b>150</b>	kN Sforzo Normale di calcolo (>0 compressione)

		comb. Quasi Perm.	comb. Quasi Perm.	comb. Quasi Perm.	comb. Quasi Perm.	
<b>Materiali</b>						
R <sub>ck</sub>	=	<b>35</b>	<b>35</b>	<b>35</b>	<b>35</b>	MPa resistenza caratteristica cubica
f <sub>ck</sub>	=	29.05	29.05	29.05	29.05	MPa resistenza caratteristica cilindrica
f <sub>cm</sub>	=	37.05	37.05	37.05	37.05	MPa resistenza cilindrica media
f <sub>ctm</sub>	=	2.83	2.83	2.83	2.83	MPa resistenza media a trazione semplice
f <sub>ctm</sub>	=	2.43	2.43	2.43	2.43	MPa resistenza media a trazione per flessione
σ <sub>t</sub>	=	2.36	2.36	2.36	2.36	MPa tensione limite apertura fessure
n	=	<b>15</b>	<b>15</b>	<b>15</b>	<b>15</b>	coefficiente di omogeneizzazione armature
n'	=	<b>0.00</b>	<b>0.00</b>	<b>0.00</b>	<b>0.00</b>	coefficiente di omogeneizzazione cls teso

#### Geometria

B	=	<b>1000</b>	<b>1000</b>	<b>1000</b>	<b>1000</b>	mm base sezione
H	=	<b>1200</b>	<b>1200</b>	<b>1200</b>	<b>1200</b>	mm altezza sezione

#### Armatura

n <sub>1</sub>	=	<b>5</b>	<b>5</b>	<b>5</b>	<b>5</b>	n. tondini inferiori
Ø <sub>1</sub>	=	<b>18</b>	<b>18</b>	<b>16</b>	<b>16</b>	mm diametro tondini inferiori
d <sub>1</sub>	=	1150	1150	1150	1150	mm distanza da lembo compresso
A <sub>s1</sub>	=	1272	1272	1005	1005	mm <sup>2</sup> area armatura inferiore
n <sub>2</sub>	=	<b>5</b>	<b>5</b>	<b>5</b>	<b>5</b>	n. tondini superiori
Ø <sub>2</sub>	=	<b>18</b>	<b>18</b>	<b>16</b>	<b>16</b>	mm diametro tondini superiori
d <sub>2</sub>	=	<b>50</b>	<b>50</b>	<b>50</b>	<b>50</b>	mm distanza da lembo compresso (copriferro)
A <sub>s2</sub>	=	1272	1272	1005	1005	mm <sup>2</sup> area armatura superiore

#### Sollecitazioni

M	=	120.0	270.0	40.0	50.0	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	267	333	mm eccentricità

#### Caratteristiche sezione interamente reagente a compressione

A <sub>cls</sub>	=	1200000	1200000	1200000	1200000	mm <sup>2</sup> area calcestruzzo
A <sub>s</sub>	=	2544.7	2544.7	2010.6	2010.6	mm <sup>2</sup> area armatura
A <sub>id</sub>	=	1.24E+06	1.24E+06	1.23E+06	1.23E+06	mm <sup>2</sup> area sezione ideale
d <sub>G</sub>	=	600.0	600.0	600.0	600.0	mm distanza baricentro sezione ideale da lembo superiore
J <sub>id</sub>	=	1.56E+11	1.56E+11	1.53E+11	1.53E+11	mm <sup>4</sup> momento d'inerzia baricentrico sezione ideale
ρ <sub>id</sub>	=	354.4	354.4	352.8	352.8	mm raggio d'inerzia sezione
Y <sub>nocc,s</sub>	=	390.6	390.6	392.5	392.5	mm quota punto di nocciolo superiore

#### Caratteristiche sezione interamente reagente a trazione

A <sub>cls,t</sub>	=	-	-	-	-	mm <sup>2</sup> area calcestruzzo teso omogeneizzato
A <sub>s</sub>	=	-	-	-	-	mm <sup>2</sup> area armatura
A <sub>id,t</sub>	=	-	-	-	-	mm <sup>2</sup> area sezione ideale
d <sub>G,t</sub>	=	-	-	-	-	mm distanza baricentro sezione ideale da lembo superiore
J <sub>id,t</sub>	=	-	-	-	-	mm <sup>4</sup> momento d'inerzia baricentrico sezione ideale
ρ <sub>id,t</sub>	=	-	-	-	-	mm raggio d'inerzia sezione
Y <sub>nocc,i</sub>	=	-	-	-	-	mm quota punto di nocciolo inferiore

#### Comportamento sezione

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

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 <b>Progetto Esecutivo</b>	Opera: <b>Viadotto Giulfo</b>
	Relazione di Calcolo Spalle
	Pagina 62 di 66
	Nome file: VI01-B-CL006 A.01 relazione calcolo spalle.doc

#### Caratteristiche sezione parzializzata

$Y_n$	=	179.23	179.23	1031.84	854.04	mm	distanza asse neutro da lembo compresso
$J_n$	=	2.02E+10	2.02E+10	3.81E+11	2.19E+11	mm <sup>4</sup>	momento d'inerzia sezione parzializzata
$S_n$	=	0.00	0.00	545371673.41	372353676.19	mm <sup>3</sup>	momento statico sezione parzializzata
$f(Y_n)=0$	=	-	-	0	0		

#### Tensioni nei materiali

$\sigma_c$	=	-1.06	-2.39	-0.11	-0.20	MPa	tensione nel lembo più compresso del cls calcolata nella sezione fessurata
$\sigma_s$	=	86.4	194.4	0.2	1.0	MPa	tensione dell'armatura tesa calcolata nella sezione fessurata

#### Verifica a fessurazione

$M_{fess}$	=	612.5	612.5	634.0	634.0	kNm	momento limite di apertura fessure
$M_{fess} / M$	=	5.10	2.27	15.85	12.68		check1
		verificato	verificato	verificato	verificato		

## 8.5 MURI LATERALI

### 8.5.1 Verifica allo stato limite di fessurazione combinazioni Frequenti

	comb. Frequent e	comb. Frequent e	comb. Frequent e	comb. Frequent e
	Momento orizzontale (X)		Momento verticale (Z)	
	Y-	Y+	Y-	Y+

#### diametri massimi delle barre per il controllo della fessurazione

	w2=0.30 mm	w2=0.30 mm	w2=0.30 mm	w2=0.30 mm
$\sigma_s$				
[MPa]	Ø	Ø	Ø	Ø
160	32	32	32	32
200	25	25	25	25
240	16	16	16	16
280	12	12	12	12
320	10	10	10	10
360	8	8	8	8

#### spaziatura massima delle barre per il controllo della fessurazione

	w2=0.30 mm	w2=0.30 mm	w2=0.30 mm	w2=0.30 mm
$\sigma_s$				
[MPa]	Ø	Ø	Ø	Ø
160	300	300	300	300
200	250	250	250	250
240	200	200	200	200
280	150	150	150	150
320	100	100	100	100
360	50	50	50	50

$M_{Ed}$	=	180	25	500	130	kNm	Momento di calcolo (fibre tese verso il basso)
$N_{Ed}$	=	0	0	230	230	kN	Sforzo Normale di calcolo (>0 compressione)

	comb. Frequent e	comb. Frequent e	comb. Frequent e	comb. Frequent e
--	------------------	------------------	------------------	------------------

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 <b>Progetto Esecutivo</b>	Opera: <b>Viadotto Giulfo</b>
	Relazione di Calcolo Spalle
	Pagina 63 di 66
	Nome file: VI01-B-CL006_A.01_relazione_calcolo_spalle.doc

### Materiali

Rck	=	<b>35</b>	<b>35</b>	<b>35</b>	<b>35</b>	MPa	resistenza caratteristica cubica
f <sub>ck</sub>	=	29.05	29.05	29.05	29.05	MPa	resistenza caratteristica cilindrica
f <sub>cm</sub>	=	37.05	37.05	37.05	37.05	MPa	resistenza cilindrica media
f <sub>ctm</sub>	=	2.83	2.83	2.83	2.83	MPa	resistenza media a trazione semplice
f <sub>ctm</sub>	=	2.43	2.43	2.43	2.43	MPa	resistenza media a trazione per flessione
σ <sub>ot</sub>	=	2.36	2.36	2.36	2.36	MPa	tensione limite apertura fessure
n	=	<b>15</b>	<b>15</b>	<b>15</b>	<b>15</b>		coefficiente di omogeneizzazione armature
n'	=	<b>0.00</b>	<b>0.00</b>	<b>0.00</b>	<b>0.00</b>		coefficiente di omogeneizzazione cls teso

### Geometria

B	=	<b>1000</b>	<b>1000</b>	<b>1000</b>	<b>1000</b>	mm	base sezione
H	=	<b>1200</b>	<b>1200</b>	<b>1200</b>	<b>1200</b>	mm	altezza sezione

### Armatura

n <sub>1</sub>	=	<b>5</b>	<b>5</b>	<b>5</b>	<b>5</b>		n. tondini inferiori
Ø <sub>1</sub>	=	<b>16</b>	<b>16</b>	<b>22</b>	<b>22</b>	mm	diametro tondini inferiori
d <sub>1</sub>	=	1150	1150	1150	1150	mm	distanza da lembo compresso
A <sub>s1</sub>	=	1005	1005	1901	1901	mm <sup>2</sup>	area armatura inferiore
n <sub>2</sub>	=	<b>5</b>	<b>5</b>	<b>5</b>	<b>5</b>		n. tondini superiori
Ø <sub>2</sub>	=	<b>16</b>	<b>16</b>	<b>22</b>	<b>22</b>	mm	diametro tondini superiori
d <sub>2</sub>	=	<b>50</b>	<b>50</b>	<b>50</b>	<b>50</b>	mm	distanza da lembo compresso (copriferro)
A <sub>s2</sub>	=	1005	1005	1901	1901	mm <sup>2</sup>	area armatura superiore

### Sollecitazioni

M	=	180.0	25.0	500.0	130.0	kNm	Momento di calcolo (fibre tese verso il basso)
N	=	0.0	0.0	230.0	230.0	KN	Sforzo Normale di calcolo (>0 compressione)
e	=	Inf	Inf	2174	565	mm	eccentricità

### Caratteristiche sezione interamente reagente a compressione

A <sub>cls</sub>	=	1200000	1200000	1200000	1200000	mm <sup>2</sup>	area calcestruzzo
A <sub>s</sub>	=	2010.6	2010.6	3801.3	3801.3	mm <sup>2</sup>	area armatura
A <sub>id</sub>	=	1.23E+06	1.23E+06	1.26E+06	1.26E+06	mm <sup>2</sup>	area sezione ideale
d <sub>G</sub>	=	600.0	600.0	600.0	600.0	mm	distanza baricentro sezione ideale da lembo superiore
J <sub>id</sub>	=	1.53E+11	1.53E+11	1.61E+11	1.61E+11	mm <sup>4</sup>	momento d'inerzia baricentrico sezione ideale
ρ <sub>id</sub>	=	352.8	352.8	358.2	358.2	mm	raggio d'inerzia sezione
Y <sub>nocc,s</sub>	=	392.5	392.5	386.2	386.2	mm	quota punto di nocciolo superiore

### Caratteristiche sezione interamente reagente a trazione

A <sub>cls,t</sub>	=	-	-	-	-	mm <sup>2</sup>	area calcestruzzo teso omogeneizzato
A <sub>s</sub>	=	-	-	-	-	mm <sup>2</sup>	area armatura
A <sub>id,t</sub>	=	-	-	-	-	mm <sup>2</sup>	area sezione ideale
d <sub>G,t</sub>	=	-	-	-	-	mm	distanza baricentro sezione ideale da lembo superiore
J <sub>id,t</sub>	=	-	-	-	-	mm <sup>4</sup>	momento d'inerzia baricentrico sezione ideale
ρ <sub>id,t</sub>	=	-	-	-	-	mm	raggio d'inerzia sezione
Y <sub>nocc,i</sub>	=	-	-	-	-	mm	quota punto di nocciolo inferiore

### Comportamento sezione

	parzializza ta	parzializza ta	parzializza ta	parzializza ta	
<b>Caratteristiche sezione parzializzata</b>					

Y <sub>n</sub>	=	162.46	162.46	265.71	527.24	mm	distanza asse neutro da lembo compresso
J <sub>n</sub>	=	1.63E+10	1.63E+10	2.99E+10	6.64E+10	mm <sup>4</sup>	momento d'inerzia sezione parzializzata
S <sub>n</sub>	=	0.00	0.00	16239006. 85	134845073. 00	mm <sup>3</sup>	momento statico sezione parzializzata
f(Y <sub>n</sub> )=0	=	-	-	0	0		

### Tensioni nei materiali

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 <b>Progetto Esecutivo</b>	Opera: <b>Viadotto Giulfo</b>
	Relazione di Calcolo Spalle
	Pagina 64 di 66
	Nome file: VI01-B-CL006 A.01 relazione calcolo spalle.doc

$\sigma_c$	=	-1.79	-0.25	-4.45	-1.03	MPa	tensione nel lembo più compresso del cls calcolata nella sezione fessurata
$\sigma_s$	=	163.3	22.7	222.0	18.3	MPa	tensione dell'armatura tesa calcolata nella sezione fessurata
<b>Verifica a fessurazione</b>							
$M_{fess}$	=	602.9	602.9	684.1	684.1	kNm	momento limite di apertura fessure
$M_{fess} / M$	=	3.35	24.12	1.37	5.26		check1
		verificato	verificato	verificato	verificato		

### 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+
<b>diametri massimi delle barre per il controllo della fessurazione</b>				
$\sigma_s$	w1=0.20	w1=0.20	w1=0.20	w1=0.20
[MPa]	mm	mm	mm	mm
	Ø	Ø	Ø	Ø
160	25	25	25	25
200	16	16	16	16
240	12	12	12	12
280	8	8	8	8
320	6	6	6	6
360	0	0	0	0

	spaziatura massima delle barre per il controllo della fessurazione			
	w1=0.20	w1=0.20	w1=0.20	w1=0.20
$\sigma_s$	mm	mm	mm	mm
[MPa]	Ø	Ø	Ø	Ø
160	200	200	200	200
200	150	150	150	150
240	100	100	100	100
280	50	50	50	50
320	0	0	0	0
360	0	0	0	0

$M_{Ed}$	=	<b>316</b>	<b>25</b>	<b>316</b>	<b>25</b>	kNm	Momento di calcolo (fibre tese verso il basso)
$N_{Ed}$	=	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>230</b>	<b>230</b>	kN	Sforzo Normale di calcolo (>0 compressione)

	comb. Quasi Perm.	comb. Quasi Perm.	comb. Quasi Perm.	comb. Quasi Perm.			
<b>Materiali</b>							
Rck	=	<b>35</b>	<b>35</b>	<b>35</b>	<b>35</b>	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
$f_{ctm}$	=	2.43	2.43	2.43	2.43	MPa	resistenza media a trazione per flessione
$\sigma_t$	=	2.36	2.36	2.36	2.36	MPa	tensione limite apertura fessure
n	=	<b>15</b>	<b>15</b>	<b>15</b>	<b>15</b>		coefficiente di omogeneizzazione armature
n'	=	<b>0.00</b>	<b>0.00</b>	<b>0.00</b>	<b>0.00</b>		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 <b>Progetto Esecutivo</b>	<b>Opera: Viadotto Giulfo</b>
	Relazione di Calcolo Spalle
	Pagina 65 di 66
	Nome file: VI01-B-CL006 A.01 relazione calcolo spalle.doc

B	=	1000	1000	1000	1000	mm	base sezione
H	=	1200	1200	1200	1200	mm	altezza sezione
<b>Armatura</b>							
n <sub>1</sub>	=	5	5	5	5		n. tondini inferiori
Ø <sub>1</sub>	=	16	16	22	22	mm	diametro tondini inferiori
d <sub>1</sub>	=	1150	1150	1150	1150	mm	distanza da lembo compresso
A <sub>s1</sub>	=	1005	1005	1901	1901	mm <sup>2</sup>	area armatura inferiore
n <sub>2</sub>	=	5	5	5	5		n. tondini superiori
Ø <sub>2</sub>	=	16	16	22	22	mm	diametro tondini superiori
d <sub>2</sub>	=	50	50	50	50	mm	distanza da lembo compresso (copriferro)
A <sub>s2</sub>	=	1005	1005	1901	1901	mm <sup>2</sup>	area armatura superiore
<b>Sollecitazioni</b>							
M	=	316.0	25.0	316.0	25.0	kNm	Momento di calcolo (fibre tese verso il basso)
N	=	0.0	0.0	230.0	230.0	KN	Sforzo Normale di calcolo (>0 compressione)
e	=	Inf	Inf	1374	109	mm	eccentricità
<b>Caratteristiche sezione interamente reagente a compressione</b>							
A <sub>cls</sub>	=	1200000	1200000	1200000	1200000	mm <sup>2</sup>	area calcestruzzo
A <sub>s</sub>	=	2010.6	2010.6	3801.3	3801.3	mm <sup>2</sup>	area armatura
A <sub>id</sub>	=	1.23E+06	1.23E+06	1.26E+06	1.26E+06	mm <sup>2</sup>	area sezione ideale
d <sub>G</sub>	=	600.0	600.0	600.0	600.0	mm	distanza baricentro sezione ideale da lembo superiore
J <sub>id</sub>	=	1.53E+11	1.53E+11	1.61E+11	1.61E+11	mm <sup>4</sup>	momento d'inerzia baricentrico sezione ideale
ρ <sub>id</sub>	=	352.8	352.8	358.2	358.2	mm	raggio d'inerzia sezione
Y <sub>nocc,s</sub>	=	392.5	392.5	386.2	386.2	mm	quota punto di nocciolo superiore
<b>Caratteristiche sezione interamente reagente a trazione</b>							
A <sub>cls,t</sub>	=	-	-	-	-	mm <sup>2</sup>	area calcestruzzo teso omogeneizzato
A <sub>s</sub>	=	-	-	-	-	mm <sup>2</sup>	area armatura
A <sub>id,t</sub>	=	-	-	-	-	mm <sup>2</sup>	area sezione ideale
d <sub>G,t</sub>	=	-	-	-	-	mm	distanza baricentro sezione ideale da lembo superiore
J <sub>id,t</sub>	=	-	-	-	-	mm <sup>4</sup>	momento d'inerzia baricentrico sezione ideale
ρ <sub>id,t</sub>	=	-	-	-	-	mm	raggio d'inerzia sezione
Y <sub>nocc,i</sub>	=	-	-	-	-	mm	quota punto di nocciolo inferiore
<b>Comportamento sezione</b>							
		parzializza ta	parzializza ta	parzializza ta	tutta compresa		
<b>Caratteristiche sezione parzializzata</b>							
Y <sub>n</sub>	=	162.46	162.46	303.98	854.04	mm	distanza asse neutro da lembo compresso
J <sub>n</sub>	=	1.63E+10	1.63E+10	3.16E+10	-	mm <sup>4</sup>	momento d'inerzia sezione parzializzata
S <sub>n</sub>	=	0.00	0.00	29323980. 88	-	mm <sup>3</sup>	momento statico sezione parzializzata
f(Y <sub>n</sub> )=0	=	-	-	0	-		
<b>Tensioni nei materiali</b>							
σ <sub>c</sub>	=	-3.14	-0.25	-3.04	0.00	MPa	tensione nel lembo più compresso del cls calcolata nella sezione fessurata
σ <sub>s</sub>	=	286.7	22.7	126.9	0.0	MPa	tensione dell'armatura tesa calcolata nella sezione fessurata
<b>Verifica a fessurazione</b>							
M <sub>fess</sub>	=	602.9	602.9	684.1	-	kNm	momento limite di apertura fessure
M <sub>fess</sub> / M	=	1.91	24.12	2.16	-		check1
		verificato	verificato	verificato	verificato		