

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 San Giuliano

Relazione di Calcolo Spalle - Carreggiata DX

Codice Unico Progetto (CUP) : F91B09000070001

Codice Elaborato:

PA12_09 - E 1 4 7 V I 2 0 4 V I 0 4 B C L 0 0 8 A -

Scala:

F																			
E																			
D																			
C																			
B																			
A	Aprile 2011	EMISSIONE				T. FASOLO	F. NIGRELLI	M. LITI	P. PAGLINI										
REV.	DATA	DESCRIZIONE				REDATTO	VERIFICATO	APPROVATO	AUTORIZZATO										

Responsabile del procedimento: Ing. MAURIZIO ARAMINI

Il Progettista:



Il Consulente Specialista:

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

Il Geologo:



Il Coordinatore per la sicurezza
in fase di progetto:



Il Direttore dei lavori:



CORRIDOIO PLURIMODALE TIRRENICO-NORD EUROPA ITINERARIO AGRIGENTO -CALTANISSETTA-A19 S.S. N° 640 "DI PORTO EMPEDOCLE" AMMODERNAMENTO E ADEGUAMENTO ALLA CAT. B DEL D.M. 5.11.2001 Dal km 44+000 allo svincolo con l'A19 Progetto Esecutivo	Opera: Viadotto San Giuliano
	Relazione di Calcolo Spalle Carr. dx
	Pagina 1 di 69
	Nome file: VI04-B-CL008- A.00_relazione_calcolo_spalle_carr_dx.doc

INDICE

1	GENERALITÀ	3
1.1	INTRODUZIONE	3
1.2	CARATTERISTICHE DEI MATERIALI	3
1.2.1	<i>Condizioni ambientali e classi di esposizione</i>	3
1.2.2	<i>Calcestruzzo</i>	3
1.2.3	<i>Acciaio per c.a. in barre ad aderenza migliorata</i>	5
1.3	NORMATIVE DI RIFERIMENTO	6
2	ANALISI DELLA PALIFICATA DELLA SPALLA A	7
2.1	AZIONI TRASMESSE DALL'IMPALCATO	9
2.2	AZIONI TRASMESSE DALLA SPALLA	12
2.3	RIEPILOGO SOLLECITAZIONI RISPETTO A BARICENTRO PALI.....	14
2.4	COMBINAZIONI DI CARICO	15
2.5	SOLLECITAZIONI SULLA PALIFICATA	17
3	ANALISI DELLA PALIFICATA DELLA SPALLA B	20
3.1	AZIONI TRASMESSE DALL'IMPALCATO	22
3.2	AZIONI TRASMESSE DALLA SPALLA	25
3.3	RIEPILOGO SOLLECITAZIONI RISPETTO A BARICENTRO PALI.....	27
3.4	COMBINAZIONI DI CARICO	28
3.5	SOLLECITAZIONI SULLA PALIFICATA	30
4	VERIFICA DEI PALI DI FONDAZIONE SPALLA A	33
4.1	VERIFICHE STRUTTURALI.....	33
4.1.1	<i>S.L.U. – Resistenza: presso-flessione</i>	34
4.1.2	<i>S.L.U. – Resistenza: taglio</i>	34
4.1.3	<i>S.L.E. – Fessurazione</i>	36
4.1.4	<i>S.L.E. – Limitazione delle tensioni</i>	37
4.2	VERIFICHE GEOTECNICHE DEI PALI.....	38
4.2.1	<i>S.L.U. – Verifica a carico limite verticale</i>	38
4.2.2	<i>S.L.U. – Verifica a carico limite orizzontale</i>	41
5	VERIFICA DEI PALI DI FONDAZIONE SPALLA B	42
5.1	VERIFICHE STRUTTURALI.....	42
5.1.1	<i>S.L.U. – Resistenza: presso-flessione</i>	43
5.1.2	<i>S.L.U. – Resistenza: taglio</i>	43
5.1.3	<i>S.L.E. – Fessurazione</i>	45
5.1.4	<i>S.L.E. – Limitazione delle tensioni</i>	46
5.2	VERIFICHE GEOTECNICHE DEI PALI.....	47
5.2.1	<i>S.L.U. – Verifica a carico limite verticale</i>	47
5.2.2	<i>S.L.U. – Verifica a carico limite orizzontale</i>	50
6	ANALISI STRUTTURALE DELLA SPALLA B	51
6.1	DESCRIZIONE DEL MODELLO DI CALCOLO	51
6.2	ANALISI DEI CARICHI.....	52
6.3	COMBINAZIONI DI CARICO	52
6.4	SOLLECITAZIONI	53
6.5	ARMATURA A FLESSIONE DEGLI ELEMENTI	60
6.6	VERIFICA DEGLI ELEMENTI COSTITUENTI LA SPALLA.....	61
6.6.1	<i>S.L.U. – Resistenza: presso-flessione</i>	61
6.6.2	<i>S.L.U. – Resistenza: taglio e torsione</i>	61

CORRIDOIO PLURIMODALE TIRRENICO-NORD EUROPA ITINERARIO AGRIGENTO -CALTANISSETTA-A19 S.S. N° 640 "DI PORTO EMPEDOCLE" AMMODERNAMENTO E ADEGUAMENTO ALLA CAT. B DEL D.M. 5.11.2001 Dal km 44+000 allo svincolo con l'A19 Progetto Esecutivo	Opera: Viadotto San Giuliano
	Relazione di Calcolo Spalle Carr. dx
	Pagina 2 di 69
	Nome file: VI04-B-CL008- A.00_relazione_calcolo_spalle_carr_dx.doc

6.6.3	S.L.E. – Fessurazione.....	63
7	BAGGIOLI.....	65
8	APPARECCHI DI APPOGGIO	67

CORRIDOIO PLURIMODALE TIRRENICO-NORD EUROPA ITINERARIO AGRIGENTO -CALTANISSETTA-A19 S.S. N° 640 "DI PORTO EMPEDOCLE" AMMODERNAMENTO E ADEGUAMENTO ALLA CAT. B DEL D.M. 5.11.2001 Dal km 44+000 allo svincolo con l'A19 Progetto Esecutivo	Opera: Viadotto San Giuliano
	Relazione di Calcolo Spalle Carr. dx
	Pagina 3 di 69
	Nome file: VI04-B-CL008- A.00_relazione_calcolo_spalle_carr_dx.doc

1 GENERALITÀ

1.1 INTRODUZIONE

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

1.2 CARATTERISTICHE DEI MATERIALI

1.2.1 Condizioni ambientali e classi di esposizione

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

- pali: XA1;
- zattere spalle: XA2;
- elevazione spalle: XF2;
- baggioli: XF2.

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

1.2.2 Calcestruzzo

PALI C28/35

R_{ck}	=	35	MPa	resistenza caratteristica cubica
f_{ck}	=	29.05	MPa	resistenza caratteristica cilindrica
f_{ckj}	=	24.11	MPa	resistenza caratteristica cilindrica a j giorni
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
γ_c	=	1.50		coefficiente parziale di sicurezza
α_{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

Classe di consistenza S3-S4.

Rapporto A/C = 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 Progetto Esecutivo	Opera: Viadotto San Giuliano
	Relazione di Calcolo Spalle Carr. dx
	Pagina 4 di 69
	Nome file: VI04-B-CL008- A.00_relazione_calcolo_spalle_carr_dx.doc

ZATTERA SPALLE C32/40

R_{ck}	=	40	MPa	resistenza caratteristica cubica
f_{ck}	=	33.20	MPa	resistenza caratteristica cilindrica
f_{ckj}	=	27.56	MPa	resistenza caratteristica cilindrica a j giorni
f_{cm}	=	41.20	MPa	resistenza cilindrica media
f_{ctm}	=	3.10	MPa	resistenza media a trazione semplice
f_{ctk}	=	4.03	MPa	resistenza caratteristica a trazione semplice
f_{cfm}	=	3.72	MPa	resistenza media a trazione per flessione
E_{cm}	=	33643	MPa	modulo elastico istantaneo
γ_c	=	1.50		coefficiente parziale di sicurezza
α_{cc}	=	0.85		coefficiente riduttivo per resistenze di lunga durata
f_{cd}	=	18.81	MPa	resistenza di calcolo a compressione
f_{ctd}	=	2.69	MPa	resistenza di calcolo a trazione

Classe di consistenza S3-S4.

Rapporto A/C = 0.6

ELEVAZIONE SPALLE C25/30

R_{ck}	=	30	MPa	resistenza caratteristica cubica
f_{ck}	=	24.90	MPa	resistenza caratteristica cilindrica
f_{ckj}	=	20.67	MPa	resistenza caratteristica cilindrica a j giorni
f_{cm}	=	32.90	MPa	resistenza cilindrica media
f_{ctm}	=	2.56	MPa	resistenza media a trazione semplice
f_{ctk}	=	3.33	MPa	resistenza caratteristica a trazione semplice
f_{cfm}	=	3.07	MPa	resistenza media a trazione per flessione
E_{cm}	=	31447	MPa	modulo elastico istantaneo
γ_c	=	1.50		coefficiente parziale di sicurezza
α_{cc}	=	0.85		coefficiente riduttivo per resistenze di lunga durata
f_{cd}	=	14.11	MPa	resistenza di calcolo a compressione
f_{ctd}	=	2.22	MPa	resistenza di calcolo a trazione

Classe di consistenza S3-S4.

Rapporto A/C = 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 Progetto Esecutivo	Opera: Viadotto San Giuliano
	Relazione di Calcolo Spalle Carr. dx
	Pagina 5 di 69
	Nome file: VI04-B-CL008- A.00_relazione_calcolo_spalle_carr_dx.doc

BAGGIOLI C25/30

R_{ck}	=	30	MPa	resistenza caratteristica cubica
f_{ck}	=	24.90	MPa	resistenza caratteristica cilindrica
f_{ckj}	=	20.67	MPa	resistenza caratteristica cilindrica a j giorni
f_{cm}	=	32.90	MPa	resistenza cilindrica media
f_{ctm}	=	2.56	MPa	resistenza media a trazione semplice
f_{ctk}	=	3.33	MPa	resistenza caratteristica a trazione semplice
f_{cfm}	=	3.07	MPa	resistenza media a trazione per flessione
E_{cm}	=	31447	MPa	modulo elastico istantaneo
γ_c	=	1.50		coefficiente parziale di sicurezza
α_{cc}	=	0.85		coefficiente riduttivo per resistenze di lunga durata
f_{cd}	=	14.11	MPa	resistenza di calcolo a compressione
f_{ctd}	=	2.22	MPa	resistenza di calcolo a trazione

Classe di consistenza S4.

Rapporto A/C = 0.6

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

B450C

$f_{y,nom}$	=	450	MPa	tensione nominale di snervamento
$f_{t,nom}$	=	540	MPa	tensione nominale di rottura
f_{yk}	≥	$f_{y,nom}$		tensione caratteristica di snervamento
f_{tk}	≥	$f_{t,nom}$		tensione caratteristica di rottura
E_s	=	200000	MPa	modulo elastico istantaneo
γ_c	=	1.15		coefficiente parziale di sicurezza
f_{yd}	=	391.3	MPa	tensione di snervamento di calcolo

CORRIDOIO PLURIMODALE TIRRENICO-NORD EUROPA ITINERARIO AGRIGENTO -CALTANISSETTA-A19 S.S. N° 640 "DI PORTO EMPEDOCLE" AMMODERNAMENTO E ADEGUAMENTO ALLA CAT. B DEL D.M. 5.11.2001 Dal km 44+000 allo svincolo con l'A19 Progetto Esecutivo	Opera: Viadotto San Giuliano
	Relazione di Calcolo Spalle Carr. dx
	Pagina 6 di 69
	Nome file: VI04-B-CL008- A.00_relazione_calcolo_spalle_carr_dx.doc

1.3 NORMATIVE DI RIFERIMENTO

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

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

- D.M. 14 gennaio 2008: Nuove norme tecniche per le costruzioni (indicate nel prosieguo "NTC")
- Circolare n.617 Istruzioni per l'applicazione delle "Nuove norme tecniche per le costruzioni"
- UNI EN 1990: Basi della progettazione strutturale
- UNI EN 1991-1-4: Azioni sulle strutture – Azione del vento
- UNI EN 1991-1-5: Azioni sulle strutture – Azioni termiche
- UNI EN 1991-2: Azioni sulle strutture – Carichi da traffico sui ponti
- UNI EN 1992-1-1: Progettazione delle strutture di calcestruzzo - Regole generali e regole per gli edifici
- UNI EN 1992-2: Progettazione delle strutture di calcestruzzo – Ponti di calcestruzzo
- UNI EN 1994-2: Progettazione delle strutture composte acciaio-calcestruzzo – Ponti
- UNI EN 1998-2: Progettazione delle strutture per la resistenza sismica – Ponti
- UNI EN 1090 - 2: Execution of steel structures and aluminium structures - part 2: technical requirements for steel structures

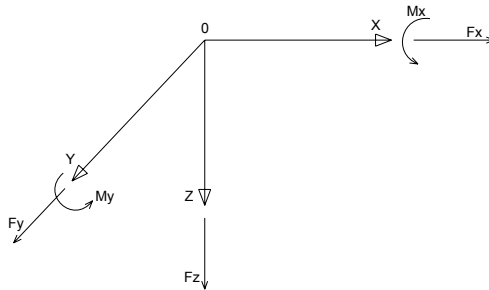
CORRIDOIO PLURIMODALE TIRRENICO-NORD EUROPA ITINERARIO AGRIGENTO -CALTANISSETTA-A19 S.S. N° 640 "DI PORTO EMPEDOCLE" AMMODERNAMENTO E ADEGUAMENTO ALLA CAT. B DEL D.M. 5.11.2001 Dal km 44+000 allo svincolo con l'A19 Progetto Esecutivo	Opera: Viadotto San Giuliano
	Relazione di Calcolo Spalle Carr. dx
	Pagina 7 di 69
	Nome file: VI04-B-CL008- A.00_relazione_calcolo_spalle_carr_dx.doc

2 ANALISI DELLA PALIFICATA DELLA SPALLA A

Si riporta nel presente capitolo il calcolo delle sollecitazioni nei pali di fondazione della spalla A della carreggiata destra.

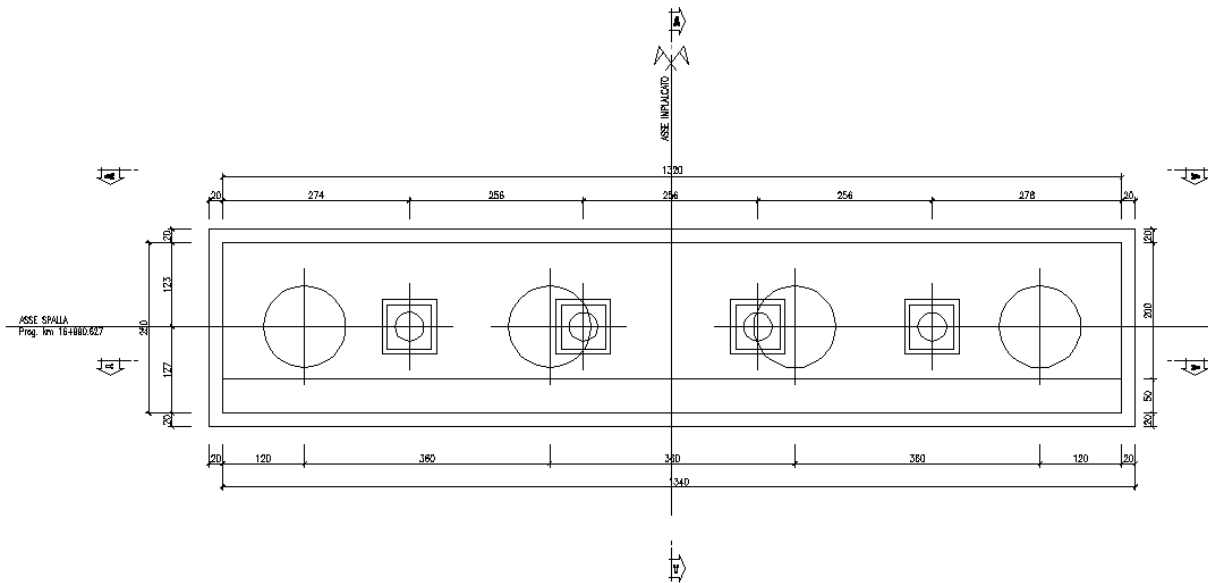
Il calcolo delle sollecitazioni in fondazione è stato effettuato facendo riferimento ad un sistema di coordinate ortogonali destrogiro, avente origine in corrispondenza del filo di monte del plinto di fondazione (a metà del lato parallelo alla direzione trasversale al viadotto), a livello dell'intradosso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

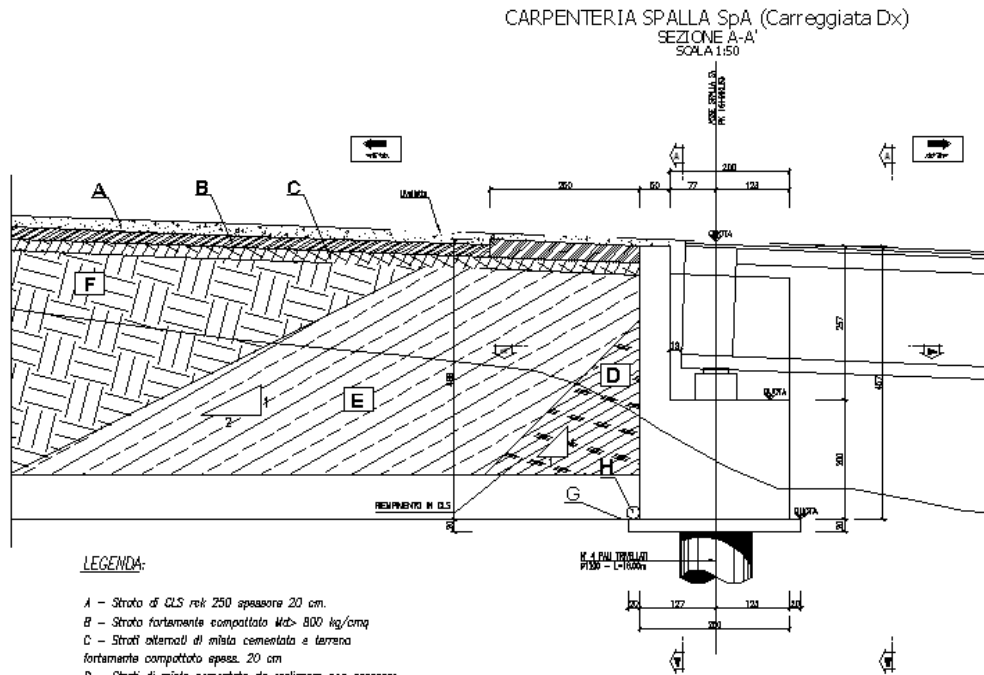
Le azioni orizzontali (F_x ed F_y) e verticali (F_z) si assumono positive se di verso concorde con quello degli assi. Si indicheranno inoltre con M_x i momenti aventi asse-momento parallelo all'asse x (momenti trasversali) e con M_y (momenti longitudinali) i momenti aventi asse-momento parallelo all'asse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



CARPENTERIA SPALLA SpA (Carreggiata Dx)

SEZIONE B-B'
SCALA 1:50





Geometrie Spalla

	n.	Bx	By	Bz,min	Bz,max	V	X	Y	Z
	[-]	[m]	[m]	[m]	[m]	[m ³]	[m]	[m]	[m]
muro frontale	1	2.40	13.20	2.00	-	63.4	1.20	0.00	-1.00
muro paraghiai	1	0.50	13.20	2.35	-	15.5	0.25	0.00	-3.18
baggioli	4	0.80	0.80	0.35	-	0.9	1.25	0	-2.18
apparecchi di ε	4	0.60	0.60	0.15	-	0.2	1.25	0	-2.43

CORRIDOIO PLURIMODALE TIRRENICO-NORD EUROPA ITINERARIO AGRIGENTO -CALTANISSETTA-A19 S.S. N° 640 "DI PORTO EMPEDOCLE" AMMODERNAMENTO E ADEGUAMENTO ALLA CAT. B DEL D.M. 5.11.2001 Dal km 44+000 allo svincolo con l'A19 Progetto Esecutivo	Opera: Viadotto San Giuliano
	Relazione di Calcolo Spalle Carr. dx
	Pagina 9 di 69
	Nome file: VI04-B-CL008- A.00_relazione_calcolo_spalle_carr_dx.doc

2.1 AZIONI TRASMESSE DALL'IMPALCATO

Si riportano nel seguente prospetto le azioni trasmesse dall'impalcato. Tali azioni sono riferite al baricentro appoggi e sono state desunte dalla risoluzione del modello di calcolo del viadotto.

AZIONI TRASMESSE DALL'IMPALCATO (RIFERITE AL BARICENTRO APPOGGI)

Coordinate baricentro appoggi

x	=	1.25 m	coordinata x
y	=	0.00 m	coordinata y
z	=	-2.43 m	coordinata z

caratteristiche Impalcato

L	=	30.00 m	lunghezza impalcato
B	=	12.45 m	larghezza complessiva impalcato
Bc,sx	=	1.23 m	larghezza cordolo sx
Bc,dx	=	0.75 m	larghezza cordolo dx
Bp	=	10.47 m	larghezza carreggiata
Hc	=	0.26 m	altezza cordoli
Hs	=	0.25 m	altezza soletta
Ht	=	1.60 m	altezza travi

Peso impalcato (g1)

Fz1	=	1083.45 kN	azione verticale peso proprio travi
Fz2	=	1167.19 kN	azione verticale peso soletta
Fz3	=	189.34 kN	azione verticale peso cordoli
Fz	=	2439.98 kN	azione verticale complessiva peso proprio impalcato

Permanenti portati (g2)

Hp	=	0.11 m	altezza pavimentazione
Fz1	=	414.61 kN	azione verticale peso pavimentazione
g2gr	=	1.00 kN/m	peso guard-rail
g2br	=	1.50 kN/m	peso barriere
g2vl	=	1.00 kN/m	peso veletta
Fz2	=	105.00 kN	azione verticale arredo impalcato
Fz	=	519.61 kN	azione verticale complessiva permanenti portati

CORRIDOIO PLURIMODALE TIRRENICO-NORD EUROPA ITINERARIO AGRIGENTO -CALTANISSETTA-A19 S.S. N° 640 "DI PORTO EMPEDOCLE" AMMODERNAMENTO E ADEGUAMENTO ALLA CAT. B DEL D.M. 5.11.2001 Dal km 44+000 allo svincolo con l'A19 Progetto Esecutivo	Opera: Viadotto San Giuliano
	Relazione di Calcolo Spalle Carr. dx
	Pagina 10 di 69
	Nome file: VI04-B-CL008- A.00_relazione_calcolo_spalle_carr_dx.doc

Carichi mobili (q1)

Q_{1k}	=	300.00 kN	singolo asse Q1k (corsia 1)
Q_{1k}	=	200.00 kN	singolo asse Q1k (corsia 2)
Q_{1k}	=	100.00 kN	singolo asse Q1k (corsia 3)
q_{1k}	=	9.00 kPa	carico uniformemente distribuito (corsia 1)
q_{1k}	=	2.50 kPa	carico uniformemente distribuito (corsia 2)
q_{1k}	=	2.50 kPa	carico uniformemente distribuito (corsia 3)
w_l	=	3.00 m	larghezza corsie convenzionali
q_{fk}	=	5.00 kPa	carico folla
$B_{m,sx}$	=	0.80 m	larghezza marciapiede sx
$B_{m,dx}$	=	0.00 m	larghezza marciapiede dx
C_f	=	0.50	coefficiente di contemporaneità carico folla
n_c	=	3	numero corsie di carico massimo
b	=	1.47 m	larghezza area rimanente
q_{rk}	=	2.50 kPa	carico uniformemente distribuito su area rimanente

Fz_1	=	993.0 kN	scarico corsia di carico 1
Fz_2	=	504.5 kN	scarico corsia di carico 2
Fz_3	=	308.5 kN	scarico corsia di carico 3
Fz_4	=	30.0 kN	carico folla su marciapiede sx
Fz_5	=	0.0 kN	carico folla su marciapiede dx
Fz_6	=	55.1 kN	scarico su area rimanente
Mx_1	=	3470.5 kNm	momento trasversale corsia 1
Mx_2	=	249.7 kNm	momento trasversale corsia 2
Mx_3	=	-772.8 kNm	momento trasversale corsia 3
Mx_4	=	180.3 kNm	momento trasversale folla su marciapiede sx
Mx_5	=	0.0 kNm	momento trasversale folla su marciapiede dx
Mx_6	=	-234.8 kNm	momento trasversale carico su area rimanente

CONFIGURAZIONE DI CARICO 1 - MAX AZIONE VERTICALE

Fz	=	1891.13 kN	azione verticale
Mx	=	2892.94 kNm	momento trasversale

CONFIGURAZIONE DI CARICO 2 - MAX AZIONE MOMENTO TRASVERSALE

Fz	=	1023.00 kN	azione verticale
Mx	=	3650.84 kNm	momento trasversale

Frenatura (q3)

0/1	=	0	0=non attiva; 1=attiva
w_l	=	3.00 m	larghezza corsie convenzionali
Q_{1k}	=	300.00 kN	singolo asse Q1k
q_{1k}	=	9.00 kPa	carico uniformemente distribuito
L	=	30.00 m	lunghezza impalcato
F_x	=	0.00 kN	azione longitudinale
M_y	=	0.00 kNm	momento longitudinale

Azione centrifuga (q4)

0/1	=	0	0=non attiva; 1=attiva
R	=	200 m	raggio della curva
Q_v	=	600.00 kN	carico totale dovuto agli assi tandem
F_y	=	0.00 kN	azione centrifuga trasversale
M_x	=	0.00 kNm	momento trasversale

CORRIDOIO PLURIMODALE TIRRENICO-NORD EUROPA ITINERARIO AGRIGENTO -CALTANISSETTA-A19 S.S. N° 640 "DI PORTO EMPEDOCLE" AMMODERNAMENTO E ADEGUAMENTO ALLA CAT. B DEL D.M. 5.11.2001 Dal km 44+000 allo svincolo con l'A19 Progetto Esecutivo	Opera: Viadotto San Giuliano
	Relazione di Calcolo Spalle Carr. dx
	Pagina 11 di 69
	Nome file: VI04-B-CL008- A.00_relazione_calcolo_spalle_carr_dx.doc

Vento trasversale su impalcato (q5)

Q _{ref}	=	1.50 kPa	pressione di riferimento
H _{imp}	=	1.85 m	altezza impalcato
H _{ost}	=	3.00 m	altezza veicolo convenzionale
H _{vento}	=	4.85 m	altezza superficie di spinta
Q _{5,imp}	=	7.28 kN/m	azione del vento su impalcato
F _y	=	109.1 kN	azione trasversale
M _x	=	62.7 kNm	momento trasversale

Azioni sismiche (q6)

sisma longitudinale

0/1	=	0	0=non attivo; 1=attivo
M	=	603.4 t	massa impalcato
X _{gs}	=	1.0 m	baricentro spiccato spalla
J _y	=	16.1 m ⁴	momento d'inerzia longitudinale spalla
E _s	=	31447 MPa	modulo elastico cls spalla
K _s	=	189347095 kN/m	rigidezza della spalla
D	=	1200 mm	diametro pali
E _p	=	31447 MPa	modulo elastico cls pali
J _p	=	1.018E+11 mm ⁴	momento d'inerzia palo
K _t	=	13000 kN/m ³	costante di reazione del terreno
L ₀	=	4836 mm	lunghezza elastica palo
K _p	=	452695 kN/m	rigidezza dei pali
K	=	451616 kN/m	rigidezza equivalente
T	=	0.230 s	periodo fondamentale
S _d	=	0.314 g	ordinata spettrale
F _x	=	0.0 kN	azione sismica longitudinale
M _y	=	0.0 kNm	momento longitudinale

sisma trasversale

0/1	=	1	0=non attivo; 1=attivo
M _{imp}	=	301.7 t	massa impalcato
J _x	=	460.0 m ⁴	momento d'inerzia trasversale spalla
K _s	=	5.425E+09 kN/m	rigidezza della spalla
K _p	=	452695 kN/m	rigidezza dei pali in direzione trasversale
K	=	452658 kN/m	rigidezza equivalente
T	=	0.162 s	periodo fondamentale
S	=	0.262 g	ordinata spettrale
F _y	=	775.1 kN	azione sismica trasversale
M _x	=	717.0 kNm	momento trasversale

sisma verticale

0/1	=	1	0=non attivo; 1=attivo
M _{imp}	=	301.7 t	massa impalcato
S	=	0.138 g	ordinata spettrale
F _z	=	408.4 kN	azione sismica trasversale
M _y	=	-510.5 kNm	momento longitudinale

	F _x	F _y	F _z	M _x	M _y	
	[kN]	[kN]	[kN]	[kNm]	[kNm]	
g1	0.0	0.0	2440.0	0.0	0.0	peso proprio impalcato
g2	0.0	-0.2	519.6	82.8	0.0	permanenti portati
e2	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	ritiro
e3	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	carico termico
q1.1	0.0	0.0	1891.1	2892.9	0.0	carico mobile - configurazione 1 (r
q1.2	0.0	0.0	1023.0	3650.8	0.0	carico mobile - configurazione 2 (r
q3	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	frenatura
q4	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	azione centrifuga
q5	0.0	109.1	0.0	62.7	0.0	azione del vento trasversale
q6.x	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	sisma longitudinale
q6.y	0.0	775.1	0.0	717.0	0.0	sisma trasversale
q6.z	0.0	0.0	408.4	0.0	-510.5	sisma verticale
q7	88.8	0.0	0.0	0.0	0.0	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 Progetto Esecutivo	Opera: Viadotto San Giuliano
	Relazione di Calcolo Spalle Carr. dx
	Pagina 12 di 69
	Nome file: VI04-B-CL008- A.00_relazione_calcolo_spalle_carr_dx.doc

2.2 AZIONI TRASMESSE DALLA SPALLA

Si riportano ora per singoli casi di carico le azioni trasmesse dalla spalla, inserite nel modello SAP rispettivamente come: peso proprio (g_1), carichi di superficie (g_2 , g_3 , $q_{1,t}$, $q_{6,1}$, $q_{6,2-ter}$) e accelerazioni ($q_{6,2-sp}$).

AZIONI TRASMESSE DALLA SPALLA

Peso proprio spalla (g_1)

γ_{cls}	=	25.00 kN/m ³	peso specifico calcestruzzo
$g_{1.1}$	=	0.0 kN	plinto di fondazione
$g_{1.2}$	=	1584.0 kN	muro frontale
$g_{1.3}$	=	387.8 kN	muro paraghiaia
$g_{1.4}$	=	0.0 kN	muro laterale sx
$g_{1.5}$	=	0.0 kN	muro laterale dx
$g_{1.6}$	=	0.0 kN	bandiera sx
$g_{1.7}$	=	0.0 kN	bandiera dx
$g_{1.8}$	=	22.4 kN	baggioli
$g_{1.9}$	=	0.0 kN	elemento 1
$g_{1.10}$	=	0.0 kN	elemento 2
F_z	=	1994.15 kN	azione verticale
x	=	1.02 m	coordinata x punto di applicazione
y	=	0.00 m	coordinata y punto di applicazione
z	=	-1.44 m	coordinata z punto di applicazione

Peso terreno su fondazione (g_2)

γ_t	=	18.00 kN/m ³	peso dell'unità di volume del terreno
V	=	0.00 m ³	volume di terreno sopra fondazione
F_z	=	0.00 kN	peso del terreno
x	=	0.00 m	coordinata x punto di applicazione
y	=	0.00 m	coordinata y punto di applicazione
z	=	-3.66 m	coordinata z punto di applicazione

Spinta del terreno (g_3)

		intradosso	base muro		
		plinto	frontale		
γ	=	18.00	18.00	kN/m ³	peso dell'unità di volume del terreno
ϕ	=	35.00	35.00	°	angolo di attrito del terreno
K_a	=	0.271	0.271		coefficiente di spinta attiva
K_0	=	0.426	0.426		coefficiente di spinta a riposo
K	=	0.426	0.426		coefficiente di spinta adottato
H	=	4.35	4.35	m	altezza di spinta terreno (rispetto a intradosso plinto)
B	=	13.20	13.20	m	larghezza trasversale interessata dalla spinta (y-y)
F_x	=	958.60	958.60	kN	spinta del terreno
x	=	0.00	0.00	m	coordinata x punto di applicazione
y	=	0.00	0	m	coordinata y punto di applicazione
z	=	-1.45	-1.45	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 Progetto Esecutivo	Opera: Viadotto San Giuliano
	Relazione di Calcolo Spalle Carr. dx
	Pagina 13 di 69
	Nome file: VI04-B-CL008- A.00_relazione_calcolo_spalle_carr_dx.doc

Effetti del sovraccarico stradale sul rilevato (q1.t)

		intradosso plinto	base muro frontale		
Incremento di spinta					
q	=	20.00	20.00	kPa	sovraccarico stradale
ϕ	=	35.00	35.00	°	angolo di attrito del terreno
K	=	0.426	0.426		coefficiente di spinta
H	=	4.35	4.35	m	altezza di spinta terreno
B	=	13.20	13.20	m	larghezza trasversale interessata dalla spinta (y-y)
Fx	=	489.70	489.70	kN	spinta del terreno per effetto del sovraccarico
x	=	0.00	0.00	m	coordinata x punto di applicazione
y	=	0.00	0	m	coordinata y punto di applicazione
z	=	-2.18	-2.18	m	coordinata z punto di applicazione
Incremento di azione verticale					
Bx	=	0.00	-	m	lunghezza del plinto interessata dal sovraccarico
Fz	=	0.00	-	kN	risultante verticale sovraccarico
x	=	0.00	-	m	coordinata x punto di applicazione
y	=	0.00	-	m	coordinata y punto di applicazione
z	=	0.00	-	m	coordinata z punto di applicazione

Azioni sismiche (q6)

parametri sismici

a_g	=	0.092	g	accelerazione di picco
S_S	=	1.5		coefficiente di amplificazione stratigrafica
S_T	=	1.0		coefficiente di amplificazione topografica
S	=	1.5		
β_m	=	1.00		coefficiente di riduzione dell'accelerazione massima
a_{max}	=	0.138	g	accelerazione massima
K_h	=	0.138		coefficiente sismico orizzontale
K_v	=	0.069		coefficiente sismico verticale

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

Ipotesi di struttura rigida

		intradosso plinto	base muro frontale		
γ	=	18.00	18.00	kN/m ³	peso dell'unità di volume del terreno
H	=	4.35	4.35	m	altezza di spinta terreno
B	=	13.20	13.20	m	larghezza trasversale interessata dalla spinta (y-y)
ΔP	=	620.45	620.45		incremento di spinta in fase sismica (ipotesi di struttura rigida)
Ipotesi di struttura flessibile					
ϕ	=	35	35	°	angolo di attrito
ψ	=	90	90	°	angolo di inclinazione rispetto all'orizzontale della parete del muro rivolta a monte
β	=	0	0	°	angolo di inclinazione rispetto all'orizzontale della superficie del terrapieno
δ	=	0	0	°	angolo di resistenza a taglio tra terreno-muro
θ	=	7.36	7.36	°	angolo definito per livello di falda al di sotto dell'opera di sostegno dalla relazione $\tan(\theta) = Kh/\dots$
K1	=	0.623	0.623		coefficiente di spinta del terreno (statico + dinamico) per $\beta < \phi - \psi$
K2	=	0.798	0.798		coefficiente di spinta del terreno (statico + dinamico) per $\beta > \phi - \psi$
K	=	0.623	0.623		coefficiente di spinta del terreno (statico + dinamico) effettivo
Ed	=	1498	1498	kN	spinta terreno in fase sismica (Mononobe-Okabe)
ΔS	=	539.63	539.63	kN	incremento di spinta in fase sismica (ipotesi struttura flessibile)
Valore adottato					
ΔP	=	620.4	620.4	kN	incremento di spinta terreno in fase sismica
x	=	0.00	0.00	m	coordinata x punto di applicazione
y	=	0.00	0	m	coordinata y punto di applicazione
z	=	-2.18	-2.18	m	coordinata z punto di applicazione

CORRIDOIO PLURIMODALE TIRRENICO-NORD EUROPA ITINERARIO AGRIGENTO -CALTANISSETTA-A19 S.S. N° 640 "DI PORTO EMPEDOCLE" AMMODERNAMENTO E ADEGUAMENTO ALLA CAT. B DEL D.M. 5.11.2001 Dal km 44+000 allo svincolo con l'A19 Progetto Esecutivo	Opera: Viadotto San Giuliano
	Relazione di Calcolo Spalle Carr. dx
	Pagina 14 di 69
	Nome file: VI04-B-CL008- A.00_relazione_calcolo_spalle_carr_dx.doc

Forze d'inerzia (q6.2)

	forza d'inerzia Fi	coordinat a x punto di applicazi one x	coordinat a y punto di applicazio ne y	coordinat a z punto di applicazio ne z
plinto	0.0	0.00	0.00	0.00
muro frontale	218.6	1.20	0.00	-1.00
paraghiaia	53.5	0.25	0.00	-3.18
muro laterale sx	0.0	0.00	6.25	-3.66
muro laterale dx	0.0	0.00	-6.25	-3.66
bandiera sx	0.0	-1.37	6.35	-5.94
bandiera dx	0.0	-1.37	-6.35	-5.94
baggioli	3.1	1.25	0.00	-2.18
elemento 1	0.0	1.25	0.00	-2.43
elemento 2	0.0	0.00	4.75	-5.76
terreno su plinto	0.0	0.00	0.00	-3.66
risultante intradosso plinto	275.2	1.02	0.00	-1.44
risultante base muro fronte	275.2	1.02	0.00	-1.44

2.3 RIEPILOGO SOLLECITAZIONI RISPETTO A BARICENTRO PALI

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

RIEPILOGO SOLLECITAZIONI RISPETTO BARICENTRO PALI

Coordinate baricentro pali

x	=	1.15 m	coordinata x
y	=	0.00 m	coordinata y
z	=	0.00 m	coordinata z

	Fx [kN]	Fy [kN]	Fz [kN]	Mx [kNm]	My [kNm]	
g1-imp	0.0	0.0	2440.0	0.0	-244.0	peso proprio impalcato
g1-sp	0.0	0.0	1994.2	0.0	266.3	peso proprio spalla
g2-imp	0.0	-0.2	519.6	82.3	-52.0	permanenti portati su impalcato
g2-sp	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	terreno su plinto spalla
g3-sp	958.6	0.0	0.0	0.0	-1390.0	spinta del terreno su spalla
e2-imp	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	ritiro
e3-imp	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	carico termico differenziale
q1.1-imp	0.0	0.0	1891.1	2892.9	-189.1	carico mobile - configurazione 1 (massima azione verticale)
q1.2-imp	0.0	0.0	1023.0	3650.8	-102.3	carico mobile - configurazione 2 (massimo momento trasversale)
q1t-sp	489.7	0.0	0.0	0.0	-1065.1	effetti del sovraccarico variabile sulla spalla
q3-imp	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	frenatura su impalcato
q4-imp	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	azione centrifuga su impalcato
q5-imp	0.0	109.1	0.0	327.4	0.0	azione del vento trasversale su impalcato
q6.1-imp	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	sisma 1 impalcato
q6.2-imp	0.0	775.1	0.0	2596.6	0.0	sisma 2 impalcato
q6.3-imp	0.0	0.0	408.4	0.0	-551.4	sisma 3 impalcato
q6.1x-sp	620.4	0.0	0.0	0.0	-1349.5	incremento di spinta terreno in fase sismica
q6.2x-sp	275.2	0.0	0.0	0.0	-395.2	forze d'inerzia longitudinali
q6.2y-sp	0.0	275.2	0.0	395.2	0.0	forze d'inerzia trasversali
q6.2z-sp	0.0	0.0	137.6	0.0	18.5	forze d'inerzia verticali
q7-imp	88.8	0.0	0.0	0.0	-215.3	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 Progetto Esecutivo	Opera: Viadotto San Giuliano
	Relazione di Calcolo Spalle Carr. dx
	Pagina 17 di 69
	Nome file: VI04-B-CL008- A.00_relazione_calcolo_spalle_carr_dx.doc

2.5 SOLLECITAZIONI SULLA PALIFICATA

Nelle tabelle seguenti si riportano le sollecitazioni sulla palificata, riferite al baricentro della stessa, nelle combinazioni di carico analizzate.

SOLLECITAZIONI SULLA PALIFICATA NELLE COMBINAZIONI DI CARICO

	q1								q3							
	2035	2035	2035	2035	2035	2035	2035	2035	1870	1870	1870	1870	1870	1870	1870	1870
Fx	2035	2035	2035	2035	2035	2035	2035	2035	1870	1870	1870	1870	1870	1870	1870	1870
Fy	98	98	-99	-99	98	98	-99	-99	98	98	-99	-99	98	98	-99	-99
Fz	9241	9241	9241	9241	8069	8069	8069	8069	8602	8602	8602	8602	7723	7723	7723	7723
Mx	4311	4311	3722	3722	5334	5334	4745	4745	3335	3335	2746	2746	4102	4102	3513	3513
My	-3804	-3804	-3804	-3804	-3686	-3686	-3686	-3686	-3380	-3380	-3380	-3380	-3292	-3292	-3292	-3292

	q4								q5							
	1870	1870	1870	1870	1870	1870	1870	1870	1870	1870	1870	1870	1870	1870	1870	1870
Fx	1870	1870	1870	1870	1870	1870	1870	1870	1870	1870	1870	1870	1870	1870	1870	1870
Fy	98	98	-99	-99	98	98	-99	-99	163	163	-164	-164	163	163	-164	-164
Fz	8602	8602	8602	8602	7723	7723	7723	7723	8602	8602	8602	8602	7723	7723	7723	7723
Mx	3335	3335	2746	2746	4102	4102	3513	3513	3531	3531	2549	2549	4299	4299	3316	3316
My	-3380	-3380	-3380	-3380	-3292	-3292	-3292	-3292	-3380	-3380	-3380	-3380	-3292	-3292	-3292	-3292

	SLU e3							
	1870	1870	1870	1870	1870	1870	1870	1870
Fx	1870	1870	1870	1870	1870	1870	1870	1870
Fy	98	98	-99	-99	98	98	-99	-99
Fz	8602	8602	8602	8602	7723	7723	7723	7723
Mx	3335	3335	2746	2746	4102	4102	3513	3513
My	-3380	-3380	-3380	-3380	-3292	-3292	-3292	-3292

	S.L.V. q6.x							
	1908	1908	1908	1908	116	116	116	116
Fx	1908	1908	1908	1908	116	116	116	116
Fy	315	-315	315	-315	315	-315	315	-315
Fz	5118	5118	4790	4790	5118	5118	4790	4790
Mx	980	-815	980	-815	980	-815	980	-815
My	-3453	-3453	-3134	-3134	36	36	356	356

	S.L.V. q6.y							
	1281	743	1281	743	1281	743	1281	743
Fx	1281	743	1281	743	1281	743	1281	743
Fy	1050	1050	1050	1050	-1051	-1051	-1051	-1051
Fz	5118	5118	4790	4790	5118	5118	4790	4790
Mx	3074	3074	3074	3074	-2910	-2910	-2910	-2910
My	-2232	-1185	-1912	-866	-2232	-1185	-1912	-866

	S.L.V. q6.z							
	1281	743	1281	743	1281	743	1281	743
Fx	1281	743	1281	743	1281	743	1281	743
Fy	0	315	315	-315	-315	315	-315	315
Fz	5500	5500	5500	5500	4408	4408	4408	4408
Mx	82	980	980	-815	-815	980	-815	980
My	-2605	-1558	-2605	-1558	-1539	-493	-1539	-493

	S.L.E.												S.L.freq				S.L.qp	
	1379	1379	1379	1379	1379	1379	1379	1379	1379	1379	1379	1379	1379	1379	1379	1379	1012	1012
Fx	1379	1379	1379	1379	1379	1379	1379	1379	1379	1379	1379	1379	1379	1379	1379	1379	1012	1012
Fy	-167	65	-66	-66	65	65	-66	-66	22	22	-22	-22	22	22	-22	-22	0	0
Fz	6372	6372	6372	6372	4186	4186	4186	4186	6372	6372	6372	6372	4186	4186	4186	4186	4954	4954
Mx	1669	2448	2056	2056	-2459	-2459	-2852	-2852	2317	2317	2187	2187	-2590	-2590	-2721	-2721	82	82
My	-2490	-2490	-2490	-2490	-2271	-2271	-2271	-2271	-2490	-2490	-2490	-2490	-2271	-2271	-2271	-2271	-1549	-1549

La geometria della palificata è dunque riportata ai fini del calcolo delle azioni (sforzo assiale e taglio) sui singoli pali:

CALCOLO AZIONI SUI PALI

Geometria della palificata

PALO	X	Y	trasversale				longitudinali	
			Xp	Yp	Jxi	Jyi		
1	1.15	-5.40	0.00	-5.40	29.16	0.00		
2	1.15	-1.80	0.00	-1.80	3.24	0.00		
3	1.15	1.80	0.00	1.80	3.24	0.00		
4	1.15	5.40	0.00	5.40	29.16	0.00		

CORRIDOIO PLURIMODALE TIRRENICO-NORD EUROPA ITINERARIO AGRIGENTO -CALTANISSETTA-A19 S.S. N° 640 "DI PORTO EMPEDOCLE" AMMODERNAMENTO E ADEGUAMENTO ALLA CAT. B DEL D.M. 5.11.2001 Dal km 44+000 allo svincolo con l'A19 Progetto Esecutivo	Opera: Viadotto San Giuliano
	Relazione di Calcolo Spalle Carr. dx
	Pagina 19 di 69
	Nome file: VI04-B-CL008- A.00_relazione_calcolo_spalle_carr_dx.doc

		S.L.V. q6.x															
1	1198	1347	1116	1265	1198	1347	1116	1265	1198	1347	1116	1265	1198	1347	1116	1265	
2	1252	1302	1170	1220	1252	1302	1170	1220	1252	1302	1170	1220	1252	1302	1170	1220	
3	1307	1257	1225	1175	1307	1257	1225	1175	1307	1257	1225	1175	1307	1257	1225	1175	
4	1361	1211	1279	1130	1361	1211	1279	1130	1361	1211	1279	1130	1361	1211	1279	1130	
Nmax	1361	1347	1279	1265	1361	1347	1279	1265	1361	1347	1279	1265	1361	1347	1279	1265	
TAGLIO																	
taglio Vx	477	477	477	477	29	29	29	29	477	477	477	477	29	29	29	29	
taglio Vy	79	-79	79	-79	79	-79	79	-79	79	-79	79	-79	79	-79	79	-79	
V	483	483	483	483	84	84	84	84	483	483	483	483	84	84	84	84	

		S.L.V. q6.y															
1	1023	1023	941	941	1522	1522	1440	1440	1023	1023	941	941	1522	1522	1440	1440	
2	1194	1194	1112	1112	1360	1360	1278	1278	1194	1194	1112	1112	1360	1360	1278	1278	
3	1365	1365	1283	1283	1199	1199	1117	1117	1365	1365	1283	1283	1199	1199	1117	1117	
4	1536	1536	1454	1454	1037	1037	955	955	1536	1536	1454	1454	1037	1037	955	955	
Nmax	1536	1536	1454	1454	1522	1522	1440	1440	1536	1536	1454	1454	1522	1522	1440	1440	
TAGLIO																	
taglio Vx	320	186	320	186	320	186	320	186	320	186	320	186	320	186	320	186	
taglio Vy	263	263	263	263	-263	-263	-263	-263	263	263	263	263	-263	-263	-263	-263	
V	414	322	414	322	414	322	414	322	414	322	414	322	414	322	414	322	

		S.L.V. q6.z															
1	1368	1293	1293	1443	1170	1020	1020	1170	1443	1293	1293	1443	1170	1020	1020	1170	
2	1373	1348	1348	1398	1125	1075	1075	1125	1398	1348	1348	1398	1125	1075	1075	1125	
3	1377	1402	1402	1352	1079	1129	1129	1079	1352	1402	1402	1352	1079	1129	1129	1079	
4	1382	1457	1457	1307	1034	1184	1184	1034	1307	1457	1457	1307	1034	1184	1184	1034	
Nmax	1382	1457	1457	1443	1170	1184	1184	1170	1443	1457	1457	1443	1170	1184	1184	1170	
TAGLIO																	
taglio Vx	320	186	320	186	320	186	320	186	320	186	320	186	320	186	320	186	
taglio Vy	0	79	79	-79	-79	79	79	-79	-79	79	79	-79	-79	79	79	-79	
V	320	202	330	202	330	202	330	202	330	202	330	202	330	202	330	202	

		S.L.car								S.L.freq								S.L.qp	
1	1454	1389	1422	1422	1252	1252	1284	1284	1400	1400	1411	1411	1262	1262	1273	1273	1232	1232	
2	1547	1525	1536	1536	1115	1115	1126	1126	1529	1529	1532	1532	1119	1119	1122	1122	1236	1236	
3	1639	1661	1650	1650	978	978	967	967	1657	1657	1654	1654	975	975	971	971	1241	1241	
4	1732	1797	1764	1764	842	842	809	809	1786	1786	1775	1775	831	831	820	820	1245	1245	
Nmax	1732	1797	1764	1764	1252	1252	1284	1284	1786	1786	1775	1775	1262	1262	1273	1273	1245	1245	
TAGLIO																			
taglio Vx	345	345	345	345	345	345	345	345	345	345	345	345	345	345	345	345	253	253	
taglio Vy	-42	16	-16	-16	16	16	-16	-16	5	5	-6	-6	5	5	-6	-6	0	0	
V	347	345	345	345	345	345	345	345	345	345	345	345	345	345	345	345	253	253	

RIEPILOGO

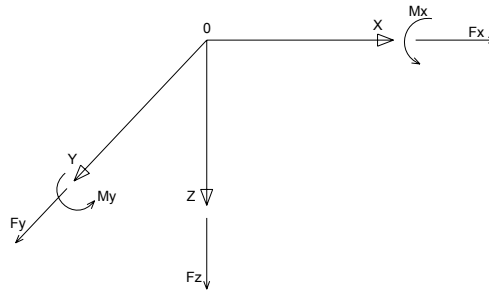
Nmax	2669.4
Nmin	808.9
Nmedio	2310.1
Vmax	509.4

3 ANALISI DELLA PALIFICATA DELLA SPALLA B

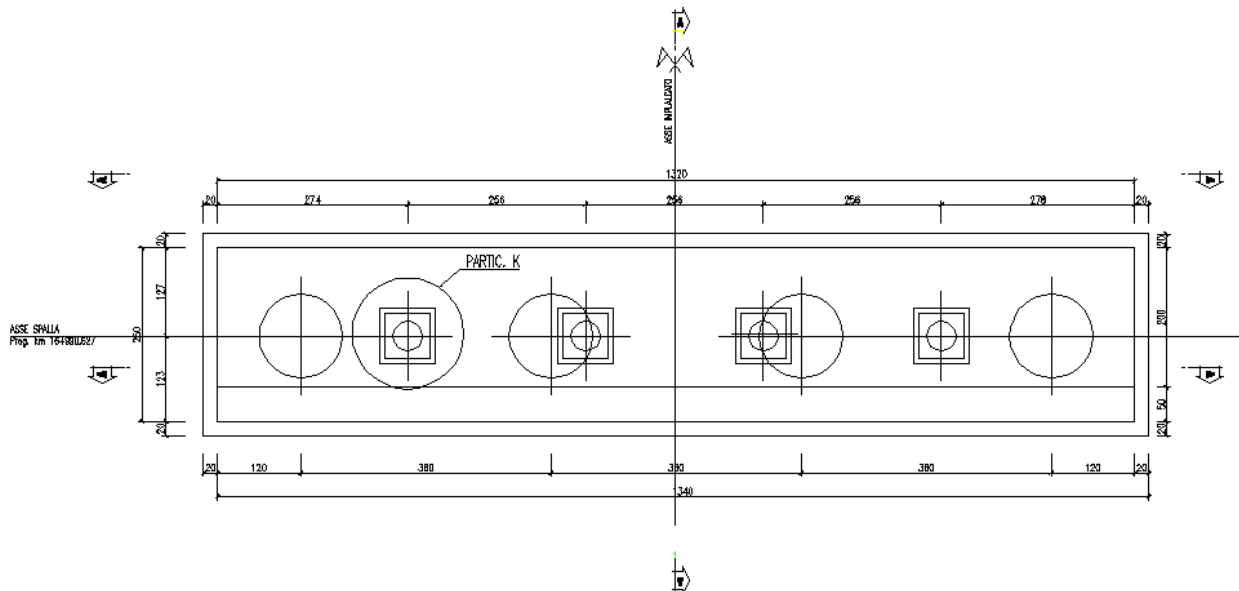
Si riporta nel presente capitolo il calcolo delle sollecitazioni nei pali di fondazione della spalla B della carreggiata destra.

Il calcolo delle sollecitazioni in fondazione 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 parallelo alla 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.

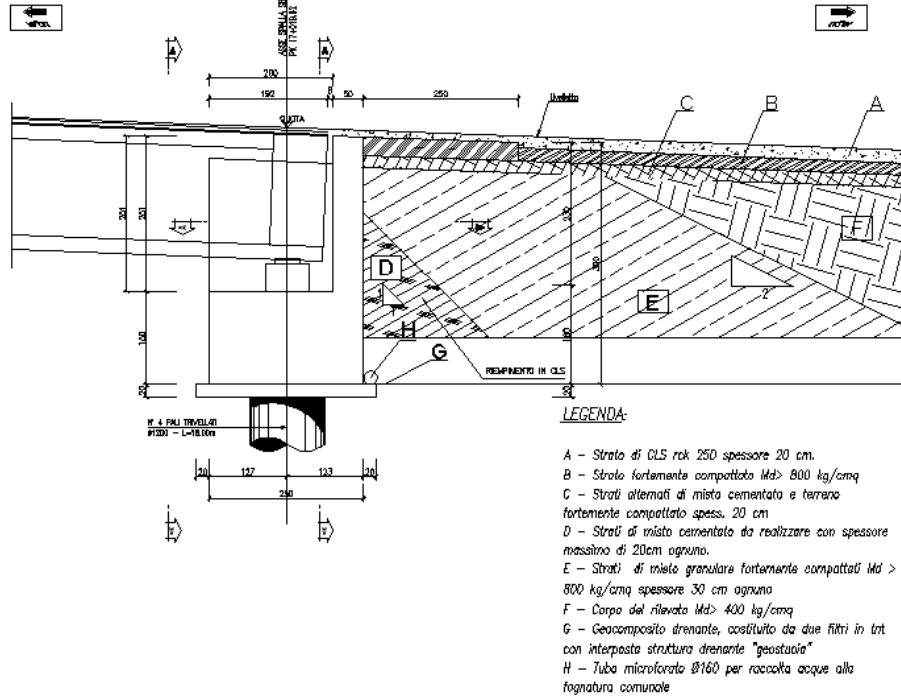
Le azioni orizzontali (F_x ed F_y) e verticali (F_z) si assumono positive se di verso concorde con quello degli assi. Si indicheranno inoltre con M_x i momenti aventi asse-momento parallelo all'asse x (momenti trasversali) e con M_y (momenti longitudinali) i momenti aventi asse-momento parallelo all'asse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



CARPENTERIA SPALLA SpB (Carreggiata Dx)
 SEZIONE B-B'
 SCALA 1:50



CARPENTERIA SPALLA SpB (Carreggiata Dx)
 SEZIONE A-A'
 SCALA 1:50



Geometrie Spalla

	n.	Bx	By	Bz,min	Bz,max	V	X	Y	Z
	[-]	[m]	[m]	[m]	[m]	[m ³]	[m]	[m]	[m]
muro frontale	1	2.40	13.20	1.50	-	47.5	1.20	0.00	-0.75
muro paraghiaia	1	0.50	13.20	2.35	-	15.5	0.25	0.00	-2.68
baggioli	4	0.80	0.80	0.35	-	0.9	1.25	0	-1.68
apparecchi di appoggio	4	0.60	0.60	0.15	-	0.2	1.25	0	-1.93

CORRIDOIO PLURIMODALE TIRRENICO-NORD EUROPA ITINERARIO AGRIGENTO -CALTANISSETTA-A19 S.S. N° 640 "DI PORTO EMPEDOCLE" AMMODERNAMENTO E ADEGUAMENTO ALLA CAT. B DEL D.M. 5.11.2001 Dal km 44+000 allo svincolo con l'A19 Progetto Esecutivo	Opera: Viadotto San Giuliano
	Relazione di Calcolo Spalle Carr. dx
	Pagina 22 di 69
	Nome file: VI04-B-CL008- A.00_relazione_calcolo_spalle_carr_dx.doc

3.1 AZIONI TRASMESSE DALL'IMPALCATO

Si riportano nel seguente prospetto le azioni trasmesse dall'impalcato. Tali azioni sono riferite al baricentro appoggi e sono state desunte dalla risoluzione del modello di calcolo del viadotto.

AZIONI TRASMESSE DALL'IMPALCATO (RIFERITE AL BARICENTRO APPOGGI)

Coordinate baricentro appoggi

x	=	1.25 m	coordinata x
y	=	0.00 m	coordinata y
z	=	-1.93 m	coordinata z

caratteristiche Impalcato

L	=	30.00 m	lunghezza impalcato
B	=	12.45 m	larghezza complessiva impalcato
Bc,sx	=	1.23 m	larghezza cordolo sx
Bc,dx	=	0.75 m	larghezza cordolo dx
Bp	=	10.47 m	larghezza carreggiata
Hc	=	0.26 m	altezza cordoli
Hs	=	0.25 m	altezza soletta
Ht	=	1.60 m	altezza travi

Peso impalcato (g1)

Fz1	=	1256.70 kN	azione verticale peso proprio travi
Fz2	=	1167.19 kN	azione verticale peso soletta
Fz3	=	189.34 kN	azione verticale peso cordoli
Fz	=	2613.23 kN	azione verticale complessiva peso proprio impalcato

Permanenti portati (g2)

Hp	=	0.11 m	altezza pavimentazione
Fz1	=	414.61 kN	azione verticale peso pavimentazione
g2gr	=	1.00 kN/m	peso guard-rail
g2br	=	1.50 kN/m	peso barriere
g2vl	=	1.00 kN/m	peso veletta
Fz2	=	105.00 kN	azione verticale arredo impalcato
Fz	=	519.61 kN	azione verticale complessiva permanenti portati

CORRIDOIO PLURIMODALE TIRRENICO-NORD EUROPA ITINERARIO AGRIGENTO -CALTANISSETTA-A19 S.S. N° 640 "DI PORTO EMPEDOCLE" AMMODERNAMENTO E ADEGUAMENTO ALLA CAT. B DEL D.M. 5.11.2001 Dal km 44+000 allo svincolo con l'A19 Progetto Esecutivo	Opera: Viadotto San Giuliano
	Relazione di Calcolo Spalle Carr. dx
	Pagina 23 di 69
	Nome file: VI04-B-CL008- A.00_relazione_calcolo_spalle_carr_dx.doc

Carichi mobili (q1)

Q_{1k}	=	300.00 kN	singolo asse Q1k (corsia 1)
Q_{1k}	=	200.00 kN	singolo asse Q1k (corsia 2)
Q_{1k}	=	100.00 kN	singolo asse Q1k (corsia 3)
q_{1k}	=	9.00 kPa	carico uniformemente distribuito (corsia 1)
q_{1k}	=	2.50 kPa	carico uniformemente distribuito (corsia 2)
q_{1k}	=	2.50 kPa	carico uniformemente distribuito (corsia 3)
w_l	=	3.00 m	larghezza corsie convenzionali
q_{fk}	=	5.00 kPa	carico folla
$B_{m,sx}$	=	0.80 m	larghezza marciapiede sx
$B_{m,dx}$	=	0.00 m	larghezza marciapiede dx
C_f	=	0.50	coefficiente di contemporaneità carico folla
n_c	=	3	numero corsie di carico massimo
b	=	1.47 m	larghezza area rimanente
q_{rk}	=	2.50 kPa	carico uniformemente distribuito su area rimanente

$Fz1$	=	993.0 kN	scarico corsia di carico 1
$Fz2$	=	504.5 kN	scarico corsia di carico 2
$Fz3$	=	308.5 kN	scarico corsia di carico 3
$Fz4$	=	30.0 kN	carico folla su marciapiede sx
$Fz5$	=	0.0 kN	carico folla su marciapiede dx
$Fz6$	=	55.1 kN	scarico su area rimanente
$Mx1$	=	3470.5 kNm	momento trasversale corsia 1
$Mx2$	=	249.7 kNm	momento trasversale corsia 2
$Mx3$	=	-772.8 kNm	momento trasversale corsia 3
$Mx4$	=	180.3 kNm	momento trasversale folla su marciapiede sx
$Mx5$	=	0.0 kNm	momento trasversale folla su marciapiede dx
$Mx6$	=	-234.8 kNm	momento trasversale carico su area rimanente

CONFIGURAZIONE DI CARICO 1 - MAX AZIONE VERTICALE

Fz	=	1891.13 kN	azione verticale
Mx	=	2892.94 kNm	momento trasversale

CONFIGURAZIONE DI CARICO 2 - MAX AZIONE MOMENTO TRASVERSALE

Fz	=	1023.00 kN	azione verticale
Mx	=	3650.84 kNm	momento trasversale

Frenatura (q3)

0/1	=	1	0=non attiva; 1=attiva
w_l	=	3.00 m	larghezza corsie convenzionali
Q_{1k}	=	300.00 kN	singolo asse Q1k
q_{1k}	=	9.00 kPa	carico uniformemente distribuito
L	=	30.00 m	lunghezza impalcato
F_x	=	441.00 kN	azione longitudinale
M_y	=	-864.36 kNm	momento longitudinale

Azione centrifuga (q4)

0/1	=	0	0=non attiva; 1=attiva
R	=	200 m	raggio della curva
Q_v	=	600.00 kN	carico totale dovuto agli assi tandem
F_y	=	0.00 kN	azione centrifuga trasversale
M_x	=	0.00 kNm	momento trasversale

CORRIDOIO PLURIMODALE TIRRENICO-NORD EUROPA ITINERARIO AGRIGENTO -CALTANISSETTA-A19 S.S. N° 640 "DI PORTO EMPEDOCLE" AMMODERNAMENTO E ADEGUAMENTO ALLA CAT. B DEL D.M. 5.11.2001 Dal km 44+000 allo svincolo con l'A19 Progetto Esecutivo	Opera: Viadotto San Giuliano
	Relazione di Calcolo Spalle Carr. dx
	Pagina 24 di 69
	Nome file: VI04-B-CL008- A.00_relazione_calcolo_spalle_carr_dx.doc

Vento trasversale su impalcato (q5)

q _{ref}	=	1.50 kPa	pressione di riferimento
H _{imp}	=	1.85 m	altezza impalcato
H _{ost}	=	3.00 m	altezza veicolo convenzionale
H _{vento}	=	4.85 m	altezza superficie di spinta
q _{s,imp}	=	7.28 kN/m	azione del vento su impalcato
F _y	=	109.1 kN	azione trasversale
M _x	=	62.7 kNm	momento trasversale

Azioni sismiche (q6)

sisma longitudinale

0/1	=	1	0=non attivo; 1=attivo
M	=	638.7 t	massa impalcato
X _{gs}	=	1.0 m	baricentro spiccato spalla
J _y	=	16.1 m ⁴	momento d'inerzia longitudinale spalla
E _s	=	31447 MPa	modulo elastico cls spalla
K _s	=	448822834 kN/m	rigidezza della spalla
D	=	1200 mm	diametro pali
E _p	=	31447 MPa	modulo elastico cls pali
J _p	=	1.018E+11 mm ⁴	momento d'inerzia palo
K _t	=	13000 kN/m ³	costante di reazione del terreno
L ₀	=	4836 mm	lunghezza elastica palo
K _p	=	452695 kN/m	rigidezza dei pali
K	=	452239 kN/m	rigidezza equivalente
T	=	0.236 s	periodo fondamentale
S _d	=	0.283 g	ordinata spettrale
F _x	=	1775.7 kN	azione sismica longitudinale
M _y	=	-1642.5 kNm	momento longitudinale

sisma trasversale

0/1	=	1	0=non attivo; 1=attivo
M _{imp}	=	319.4 t	massa impalcato
J _x	=	460.0 m ⁴	momento d'inerzia trasversale spalla
K _s	=	1.286E+10 kN/m	rigidezza della spalla
K _p	=	452695 kN/m	rigidezza dei pali in direzione trasversale
K	=	452679 kN/m	rigidezza equivalente
T	=	0.167 s	periodo fondamentale
S	=	0.239 g	ordinata spettrale
F _y	=	749.7 kN	azione sismica trasversale
M _y	=	693.5 kNm	momento trasversale

sisma verticale

0/1	=	1	0=non attivo; 1=attivo
M _{imp}	=	319.4 t	massa impalcato
S	=	0.138 g	ordinata spettrale
F _z	=	432.3 kN	azione sismica trasversale
M _y	=	-540.4 kNm	momento longitudinale

	F _x	F _y	F _z	M _x	M _y	
	[kN]	[kN]	[kN]	[kNm]	[kNm]	
g1	0.0	0.0	2613.2	0.0	0.0	peso proprio impalcato
g2	0.0	-0.2	519.6	0.0	0.0	permanenti portati
e2	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	ritiro
e3	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	carico termico
q1.1	0.0	0.0	1891.1	2892.9	0.0	carico mobile - configurazione 1 (massima azione verticale)
q1.2	0.0	0.0	1023.0	3650.8	0.0	carico mobile - configurazione 2 (massimo momento trasv)
q3	441.0	0.0	0.0	0.0	-864.4	frenatura
q4	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	azione centrifuga
q5	0.0	109.1	0.0	62.7	0.0	azione del vento trasversale
q6.x	1775.7	0.0	0.0	-1642.5	0.0	sisma longitudinale
q6.y	0.0	749.7	0.0	693.5	0.0	sisma trasversale
q6.z	0.0	0.0	432.3	0.0	-540.4	sisma verticale
q7	94.0	0.0	0.0	0.0	0.0	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 Progetto Esecutivo	Opera: Viadotto San Giuliano
	Relazione di Calcolo Spalle Carr. dx
	Pagina 25 di 69
	Nome file: VI04-B-CL008- A.00_relazione_calcolo_spalle_carr_dx.doc

3.2 AZIONI TRASMESSE DALLA SPALLA

Si riportano ora per singoli casi di carico le azioni trasmesse dalla spalla, inserite nel modello SAP rispettivamente come: peso proprio (g_1), carichi di superficie (g_2 , g_3 , $q_{1,t}$, $q_{6,1}$, $q_{6,2-ter}$) e accelerazioni ($q_{6,2-sp}$).

AZIONI TRASMESSE DALLA SPALLA

Peso proprio spalla (g_1)

γ_{cls}	=	25.00 kN/m ³	peso specifico calcestruzzo
g1.1	=	0.0 kN	plinto di fondazione
g1.2	=	1188.0 kN	muro frontale
g1.3	=	387.8 kN	muro paraghiaia
g1.4	=	0.0 kN	muro laterale sx
g1.5	=	0.0 kN	muro laterale dx
g1.6	=	0.0 kN	bandiera sx
g1.7	=	0.0 kN	bandiera dx
g1.8	=	22.4 kN	baggioli
g1.9	=	0.0 kN	elemento 1
g1.10	=	0.0 kN	elemento 2
Fz	=	1598.15 kN	azione verticale
x	=	0.97 m	coordinata x punto di applicazione
y	=	0.00 m	coordinata y punto di applicazione
z	=	-1.23 m	coordinata z punto di applicazione

Peso terreno su fondazione (g_2)

γ_t	=	18.00 kN/m ³	peso dell'unità di volume del terreno
V	=	0.00 m ³	volume di terreno sopra fondazione
Fz	=	0.00 kN	peso del terreno
x	=	0.00 m	coordinata x punto di applicazione
y	=	0.00 m	coordinata y punto di applicazione
z	=	-3.66 m	coordinata z punto di applicazione

Spinta del terreno (g_3)

		intradosso	base muro frontale		
γ	=	18.00	18.00	kN/m ³	peso dell'unità di volume del terreno
ϕ	=	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	=	3.85	3.85	m	altezza di spinta terreno (rispetto a intradosso plinto)
B	=	13.20	13.20	m	larghezza trasversale interessata dalla spinta (y-y)
Fx	=	750.89	750.89	kN	spinta del terreno
x	=	0.00	0.00	m	coordinata x punto di applicazione
y	=	0.00	0	m	coordinata y punto di applicazione
z	=	-1.28	-1.28	m	coordinata z punto di applicazione

CORRIDOIO PLURIMODALE TIRRENICO-NORD EUROPA ITINERARIO AGRIGENTO -CALTANISSETTA-A19 S.S. N° 640 "DI PORTO EMPEDOCLE" AMMODERNAMENTO E ADEGUAMENTO ALLA CAT. B DEL D.M. 5.11.2001 Dal km 44+000 allo svincolo con l'A19 Progetto Esecutivo	Opera: Viadotto San Giuliano
	Relazione di Calcolo Spalle Carr. dx
	Pagina 26 di 69
	Nome file: VI04-B-CL008- A.00_relazione_calcolo_spalle_carr_dx.doc

Effetti del sovraccarico stradale sul rilevato (q1.t)

		intradosso plinto	base muro frontale		
Incremento di spinta					
q	=	20.00	20.00	kPa	sovraccarico stradale
ϕ	=	35.00	35.00	°	angolo di attrito del terreno
K	=	0.426	0.426		coefficiente di spinta
H	=	3.85	3.85	m	altezza di spinta terreno
B	=	13.20	13.20	m	larghezza trasversale interessata dalla spinta (y-y)
Fx	=	433.42	433.42	kN	spinta del terreno per effetto del sovraccarico
x	=	0.00	0.00	m	coordinata x punto di applicazione
y	=	0.00	0	m	coordinata y punto di applicazione
z	=	-1.93	-1.93	m	coordinata z punto di applicazione
Incremento di azione verticale					
Bx	=	0.00	-	m	lunghezza del plinto interessata dal sovraccarico
Fz	=	0.00	-	kN	risultante verticale sovraccarico
x	=	0.00	-	m	coordinata x punto di applicazione
y	=	0.00	-	m	coordinata y punto di applicazione
z	=	0.00	-	m	coordinata z punto di applicazione

Azioni sismiche (q6)

parametri sismici					
a_g	=	0.092	g		accelerazione di picco
S_s	=	1.5			coefficiente di amplificazione stratigrafica
S_T	=	1.0			coefficiente di amplificazione topografica
S	=	1.5			
β_m	=	1.00			coefficiente di riduzione dell'accelerazione massima
a_{max}	=	0.138	g		accelerazione massima
K_h	=	0.138			coefficiente sismico orizzontale
K_v	=	0.069			coefficiente sismico verticale

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

Ipotesi di struttura rigida

		intradosso plinto	base muro frontale		
γ	=	18.00	18.00	kN/m ³	peso dell'unità di volume del terreno
H	=	3.85	3.85	m	altezza di spinta terreno
B	=	13.20	13.20	m	larghezza trasversale interessata dalla spinta (y-y)
ΔP	=	486.01	486.01		incremento di spinta in fase sismica (ipotesi di struttura rigida)
Ipotesi di struttura flessibile					
ϕ	=	35	35	°	angolo di attrito
ψ	=	90	90	°	angolo di inclinazione rispetto all'orizzontale della parete del muro rivc
β	=	0	0	°	angolo di inclinazione rispetto all'orizzontale della superficie del terrap
δ	=	0	0	°	angolo di resistenza a taglio tra terreno-muro
θ	=	7.36	7.36	°	angolo definito per livello di falda al di sotto dell'opera di sostegno dal
K1	=	0.623	0.623		coefficiente di spinta del terreno (statico + dinamico) per $\beta < \phi - \vartheta$
K2	=	0.798	0.798		coefficiente di spinta del terreno (statico + dinamico) per $\beta > \phi - \vartheta$
K	=	0.623	0.623		coefficiente di spinta del terreno (statico + dinamico) effettivo
Ed	=	1174	1174	kN	spinta terreno in fase sismica (Mononobe-Okabe)
ΔS	=	422.71	422.71	kN	incremento di spinta in fase sismica (ipotesi struttura flessibile)
Valore adottato					
ΔP	=	486.0	486.0	kN	incremento di spinta terreno in fase sismica
x	=	0.00	0.00	m	coordinata x punto di applicazione
y	=	0.00	0	m	coordinata y punto di applicazione
z	=	-1.93	-1.93	m	coordinata z punto di applicazione

CORRIDOIO PLURIMODALE TIRRENICO-NORD EUROPA ITINERARIO AGRIGENTO -CALTANISSETTA-A19 S.S. N° 640 "DI PORTO EMPEDOCLE" AMMODERNAMENTO E ADEGUAMENTO ALLA CAT. B DEL D.M. 5.11.2001 Dal km 44+000 allo svincolo con l'A19 Progetto Esecutivo	Opera: Viadotto San Giuliano
	Relazione di Calcolo Spalle Carr. dx
	Pagina 27 di 69
	Nome file: VI04-B-CL008- A.00_relazione_calcolo_spalle_carr_dx.doc

Forze d'inerzia (q6.2)

	forza d'inerzia Fi	coordinat a x punto di applicazi one x	coordinat a y punto di applicazio ne y	coordinat a z punto di applicazio ne z
plinto	0.0	0.00	0.00	0.00
muro frontale	163.9	1.20	0.00	-0.75
paraghiaia	53.5	0.25	0.00	-2.68
muro laterale sx	0.0	0.00	6.25	-3.66
muro laterale dx	0.0	0.00	-6.25	-3.66
bandiera sx	0.0	-1.37	6.35	-5.94
bandiera dx	0.0	-1.37	-6.35	-5.94
baggioli	3.1	1.25	0.00	-1.68
elemento 1	0.0	1.25	0.00	-1.93
elemento 2	0.0	0.00	4.75	-5.76
terreno su plinto	0.0	0.00	0.00	-3.66
risultante intradosso plinto	220.5	0.97	0.00	-1.23
risultante base muro frontale	220.5	0.97	0.00	-1.23

3.3 RIEPILOGO SOLLECITAZIONI RISPETTO A BARICENTRO PALI

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

RIEPILOGO SOLLECITAZIONI RISPETTO BARICENTRO PALI

Coordinate baricentro pali

x	=	1.15 m	coordinata x
y	=	0.00 m	coordinata y
z	=	0.00 m	coordinata z

	Fx [kN]	Fy [kN]	Fz [kN]	Mx [kNm]	My [kNm]	
g1-imp	0.0	0.0	2613.2	0.0	-261.3	peso proprio impalcato
g1-sp	0.0	0.0	1598.2	0.0	285.8	peso proprio spalla
g2-imp	0.0	-0.2	519.6	-0.5	-52.0	permanenti portati su impalcato
g2-sp	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	terreno su plinto spalla
g3-sp	750.9	0.0	0.0	0.0	-963.6	spinta del terreno su spalla
e2-imp	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	ritiro
e3-imp	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	carico termico differenziale
q1.1-imp	0.0	0.0	1891.1	2892.9	-189.1	carico mobile - configurazione 1 (massima azione verticale)
q1.2-imp	0.0	0.0	1023.0	3650.8	-102.3	carico mobile - configurazione 2 (massimo momento trasversale)
q1t-sp	433.4	0.0	0.0	0.0	-834.3	effetti del sovraccarico variabile sulla spalla
q3-imp	441.0	0.0	0.0	0.0	-1713.3	frenatura su impalcato
q4-imp	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	azione centrifuga su impalcato
q5-imp	0.0	109.1	0.0	272.8	0.0	azione del vento trasversale su impalcato
q6.1-imp	1775.7	0.0	0.0	-1642.5	-3418.2	sisma 1 impalcato
q6.2-imp	0.0	749.7	0.0	2136.6	0.0	sisma 2 impalcato
q6.3-imp	0.0	0.0	432.3	0.0	-583.6	sisma 3 impalcato
q6.1x-sp	486.0	0.0	0.0	0.0	-935.6	incremento di spinta terreno in fase sismica
q6.2x-sp	220.5	0.0	0.0	0.0	-271.3	forze d'inerzia longitudinali
q6.2y-sp	0.0	220.5	0.0	271.3	0.0	forze d'inerzia trasversali
q6.2z-sp	0.0	0.0	110.3	0.0	19.8	forze d'inerzia verticali
q7-imp	94.0	0.0	0.0	0.0	-180.9	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 Progetto Esecutivo	Opera: Viadotto San Giuliano
	Relazione di Calcolo Spalle Carr. dx
	Pagina 30 di 69
	Nome file: VI04-B-CL008- A.00_relazione_calcolo_spalle_carr_dx.doc

3.5 SOLLECITAZIONI SULLA PALIFICATA

Nelle tabelle seguenti si riportano le sollecitazioni sulla palificata, riferite al baricentro della stessa, nelle combinazioni di carico analizzate.

SOLLECITAZIONI SULLA PALIFICATA NELLE COMBINAZIONI DI CARICO

SLU															
q1								q3							
Fx	1683	1683	1683	1683	1683	1683	1683	1683	2199	2199	2199	2199	2199	2199	2199
Fy	98	98	-99	-99	98	98	-99	-99	98	98	-99	-99	98	98	-99
Fz	8940	8940	8940	8940	7768	7768	7768	7768	8302	8302	8302	8302	7423	7423	7423
Mx	4150	4150	3659	3659	5174	5174	4682	4682	3174	3174	2683	2683	3941	3941	3450
My	-2882	-2882	-2882	-2882	-2765	-2765	-2765	-2765	-5107	-5107	-5107	-5107	-5019	-5019	-5019

SLU															
q4								q5							
Fx	1537	1537	1537	1537	1537	1537	1537	1537	1537	1537	1537	1537	1537	1537	1537
Fy	98	98	-99	-99	98	98	-99	-99	98	163	163	-164	-164	163	163
Fz	8302	8302	8302	8302	7423	7423	7423	7423	8302	8302	8302	8302	7423	7423	7423
Mx	3174	3174	2683	2683	3941	3941	3450	3450	3338	3338	2519	2519	4105	4105	3287
My	-2537	-2537	-2537	-2537	-2449	-2449	-2449	-2449	-2537	-2537	-2537	-2537	-2449	-2449	-2449

SLU e3							
Fx	1537	1537	1537	1537	1537	1537	1537
Fy	98	98	-99	-99	98	98	-99
Fz	8302	8302	8302	8302	7423	7423	7423
Mx	3174	3174	2683	2683	3941	3450	3450
My	-2537	-2537	-2537	-2537	-2449	-2449	-2449

S.L.V. q6.x															
Fx	3290	3290	3290	3290	-1675	-1675	-1675	-1675	3290	3290	3290	3290	-1675	-1675	-1675
Fy	291	-291	291	-291	291	-291	291	-291	291	-291	291	-291	291	-291	291
Fz	4894	4894	4568	4568	4894	4894	4568	4568	4894	4894	4568	4568	4894	4894	4568
Mx	-921	-2365	-921	-2365	2364	920	2364	920	-921	-2365	-921	-2365	2364	920	2364
My	-5894	-5894	-5556	-5556	3356	3356	3695	3695	-5894	-5894	-5556	-5556	3356	3356	3695

S.L.V. q6.y															
Fx	1552	63	1552	63	1552	63	1552	63	1552	63	1552	63	1552	63	1552
Fy	970	970	970	970	-970	-970	-970	-970	970	970	970	970	-970	-970	-970
Fz	4894	4894	4568	4568	4894	4894	4568	4568	4894	4894	4568	4568	4894	4894	4568
Mx	1915	2900	1915	2900	-2901	-1916	-2901	-1916	1915	2900	1915	2900	-2901	-1916	-2901
My	-2656	119	-2318	457	-2656	119	-2318	457	-2656	119	-2318	457	-2656	119	-2318

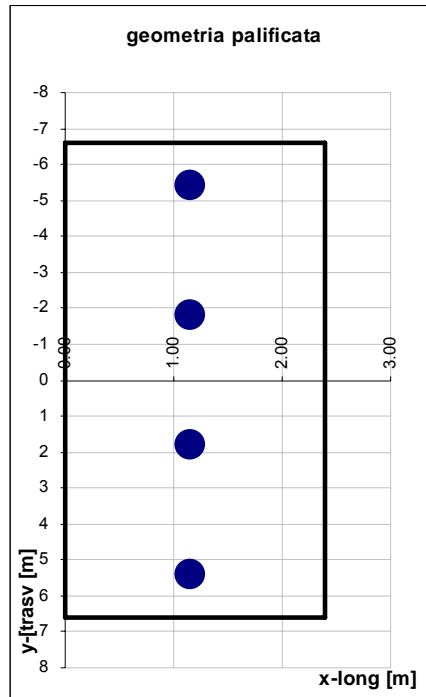
S.L.V. q6.z															
Fx	1552	63	1552	63	1552	63	1552	63	1552	63	1552	63	1552	63	1552
Fy	0	291	291	-291	-291	291	291	-291	291	-291	291	-291	291	291	-291
Fz	5274	5274	5274	5274	4188	4188	4188	4188	5274	5274	5274	5274	4188	4188	4188
Mx	-493	1215	229	-230	-1216	1215	229	-230	-1216	1215	229	-230	-1216	1215	229
My	-3051	-276	-3051	-276	-1923	852	-1923	852	-3051	-276	-3051	-276	-1923	852	-1923

S.L.E.															
S.L.car								S.L.freq							
Fx	1132	1132	1132	1132	1132	1132	1132	1132	1132	1132	1132	1132	1132	1132	807
Fy	-160	65	-66	-66	65	65	-66	-66	22	22	-22	-22	22	22	0
Fz	6149	6149	6149	6149	3964	3964	3964	3964	6149	6149	6149	6149	3964	3964	4731
Mx	1692	2333	2006	2006	-2575	-2575	-2902	-2902	2224	2224	2115	2115	-2684	-2684	0
My	-1867	-1867	-1867	-1867	-1649	-1649	-1649	-1649	-1867	-1867	-1867	-1867	-1649	-1649	-1100

La geometria della palificata è dunque riportata ai fini del calcolo delle azioni (sforzo assiale e taglio) sui singoli pali:

CALCOLO AZIONI SUI PALI Geometria della palificata

PALO	X	Y	trasversale				longitudinale	
			Xp	Yp	Jxi	Jyi		
1	1.15	-5.40	0.00	-5.40	29.16	0.00		
2	1.15	-1.80	0.00	-1.80	3.24	0.00		
3	1.15	1.80	0.00	1.80	3.24	0.00		
4	1.15	5.40	0.00	5.40	29.16	0.00		



SLU																
	q1								q3							
1	1889	1889	1930	1930	1511	1511	1552	1552	1811	1811	1852	1852	1527	1527	1568	1568
2	2120	2120	2133	2133	1798	1798	1812	1812	1987	1987	2001	2001	1746	1746	1760	1760
3	2350	2350	2337	2337	2086	2086	2072	2072	2164	2164	2150	2150	1965	1965	1951	1951
4	2581	2581	2540	2540	2373	2373	2332	2332	2340	2340	2299	2299	2184	2184	2143	2143
Nmax	2581	2581	2540	2540	2373	2373	2332	2332	2340	2340	2299	2299	2184	2184	2143	2143
TAGLI																
taglio Vx	421	421	421	421	421	421	421	421	550	550	550	550	550	550	550	550
taglio Vy	24	24	-25	-25	24	24	-25	-25	24	24	-25	-25	24	24	-25	-25
V	422	422	422	422	422	422	422	422	550	550	550	550	550	550	550	550

SLU																
	q4								q5							
1	1811	1811	1852	1852	1527	1527	1568	1568	1797	1797	1865	1865	1514	1514	1582	1582
2	1987	1987	2001	2001	1746	1746	1760	1760	1983	1983	2005	2005	1742	1742	1764	1764
3	2164	2164	2150	2150	1965	1965	1951	1951	2168	2168	2145	2145	1970	1970	1947	1947
4	2340	2340	2299	2299	2184	2184	2143	2143	2354	2354	2285	2285	2198	2198	2130	2130
Nmax	2340	2340	2299	2299	2184	2184	2143	2143	2354	2354	2285	2285	2198	2198	2130	2130
TAGLI																
taglio Vx	384	384	384	384	384	384	384	384	384	384	384	384	384	384	384	384
taglio Vy	24	24	-25	-25	24	24	-25	-25	41	41	-41	-41	41	41	-41	-41
V	385	385	385	385	385	385	385	385	386	386	386	386	386	386	386	386

SLU							
e3							
1	1811	1811	1852	1852	1527	1568	1568
2	1987	1987	2001	2001	1746	1760	1760
3	2164	2164	2150	2150	1965	1951	1951
4	2340	2340	2299	2299	2184	2143	2143
Nmax	2340	2340	2299	2299	2184	2143	2143
TAGLI							
taglio Vx	384	384	384	384	384	384	384
taglio Vy	24	24	-25	-25	24	-25	-25
V	385	385	385	385	385	385	385

S.L.V.																
	q6.x															
1	1300	1421	1219	1339	1026	1147	945	1065	1300	1421	1219	1339	1026	1147	945	1065
2	1249	1289	1168	1208	1158	1198	1076	1117	1249	1289	1168	1208	1158	1198	1076	1117
3	1198	1158	1116	1076	1289	1249	1208	1168	1198	1158	1116	1076	1289	1249	1208	1168
4	1147	1026	1065	945	1420	1300	1339	1219	1147	1026	1065	945	1420	1300	1339	1219
Nmax	1300	1421	1219	1339	1420	1300	1339	1219	1300	1421	1219	1339	1420	1300	1339	1219
TAGLI																
taglio Vx	822	822	822	822	-419	-419	-419	-419	822	822	822	822	-419	-419	-419	-419
taglio Vy	73	-73	73	-73	73	-73	73	-73	73	-73	73	-73	73	-73	73	-73
V	826	826	826	826	425	425	425	425	826	826	826	826	425	425	425	425

CORRIDOIO PLURIMODALE TIRRENICO-NORD EUROPA ITINERARIO AGRIGENTO -CALTANISSETTA-A19 S.S. N° 640 "DI PORTO EMPEDOCLE" AMMODERNAMENTO E ADEGUAMENTO ALLA CAT. B DEL D.M. 5.11.2001 Dal km 44+000 allo svincolo con l'A19 Progetto Esecutivo	Opera: Viadotto San Giuliano
	Relazione di Calcolo Spalle Carr. dx
	Pagina 32 di 69
	Nome file: VI04-B-CL008- A.00_relazione_calcolo_spalle_carr_dx.doc

	S.L.V. q6.y															
1	1064	982	982	900	1465	1383	1384	1302	1064	982	982	900	1465	1383	1384	1302
2	1170	1143	1089	1061	1304	1277	1223	1195	1170	1143	1089	1061	1304	1277	1223	1195
3	1277	1304	1195	1223	1143	1170	1061	1089	1277	1304	1195	1223	1143	1170	1061	1089
4	1383	1465	1302	1384	982	1064	900	982	1383	1465	1302	1384	982	1064	900	982
Nmax	1383	1465	1302	1384	1465	1383	1384	1302	1383	1465	1302	1384	1465	1383	1384	1302
TAGLI																
taglio Vx	388	16	388	16	388	16	388	16	388	16	388	16	388	16	388	16
taglio Vy	242	242	242	242	-243	-243	-243	-243	242	242	242	242	-243	-243	-243	-243
V	458	243	458	243	458	243	458	243	458	243	458	243	458	243	458	243

	S.L.V. q6.z															
1	1359	1217	1299	1338	1148	946	1028	1066	1420	1217	1299	1338	1148	946	1028	1066
2	1332	1285	1312	1325	1081	1013	1041	1053	1352	1285	1312	1325	1081	1013	1041	1053
3	1305	1352	1325	1312	1013	1081	1053	1041	1285	1352	1325	1312	1013	1081	1053	1041
4	1277	1420	1337	1299	946	1148	1066	1028	1217	1420	1337	1299	946	1148	1066	1028
Nmax	1359	1420	1337	1338	1148	1148	1066	1066	1420	1420	1337	1338	1148	1148	1066	1066
TAGLI																
taglio Vx	388	16	388	16	388	16	388	16	388	16	388	16	388	16	388	16
taglio Vy	0	73	73	-73	-73	73	73	-73	-73	73	73	-73	-73	73	73	-73
V	388	74	395	74	395	74	395	74	395	74	395	74	395	74	395	74

	S.L.car								S.L.freq								S.L.qp	
1	1396	1343	1370	1370	1206	1206	1233	1233	1352	1352	1361	1361	1215	1215	1224	1224	1183	1183
2	1490	1473	1482	1482	1062	1062	1072	1072	1476	1476	1479	1479	1065	1065	1069	1069	1183	1183
3	1584	1602	1593	1593	919	919	910	910	1599	1599	1596	1596	916	916	913	913	1183	1183
4	1678	1732	1704	1704	776	776	749	749	1723	1723	1714	1714	767	767	758	758	1183	1183
Nmax	1678	1732	1704	1704	1206	1206	1233	1233	1723	1723	1714	1714	1215	1215	1224	1224	1183	1183
TAGLI																		
taglio Vx	283	283	283	283	283	283	283	283	283	283	283	283	283	283	283	283	202	202
taglio Vy	-40	16	-16	-16	16	16	-16	-16	5	5	-6	-6	5	5	-6	-6	0	0
V	286	284	284	284	284	284	284	284	283	283	283	283	283	283	283	283	202	202

RIEPILOGO

Nmax	2580.8
Nmin	749.1
Nmedio	2235.0
Vmax	825.6

CORRIDOIO PLURIMODALE TIRRENICO-NORD EUROPA ITINERARIO AGRIGENTO -CALTANISSETTA-A19 S.S. N° 640 "DI PORTO EMPEDOCLE" AMMODERNAMENTO E ADEGUAMENTO ALLA CAT. B DEL D.M. 5.11.2001 Dal km 44+000 allo svincolo con l'A19 Progetto Esecutivo	Opera: Viadotto San Giuliano
	Relazione di Calcolo Spalle Carr. dx
	Pagina 33 di 69
	Nome file: VI04-B-CL008- A.00_relazione_calcolo_spalle_carr_dx.doc

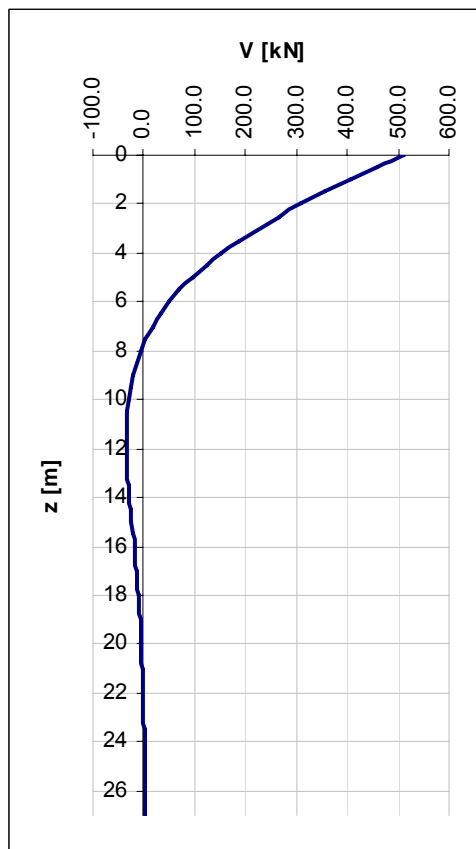
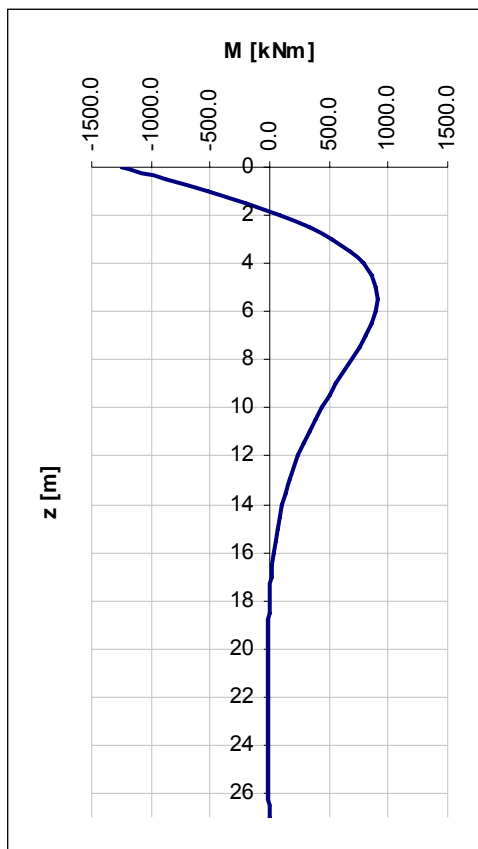
4 VERIFICA DEI PALI DI FONDAZIONE SPALLA A

4.1 VERIFICHE STRUTTURALI

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, λ , si adotta l'espressione di Zimmerman.

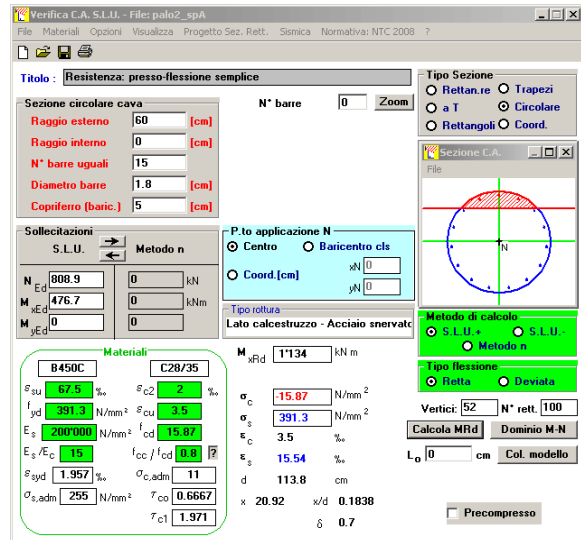
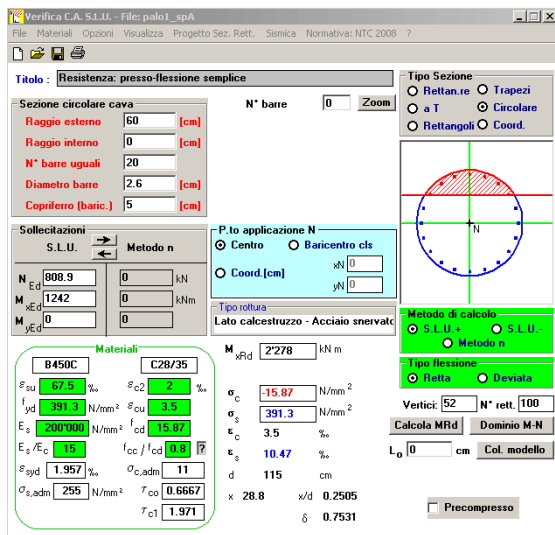
Di seguito si riporta il dettaglio dei calcoli di dimensionamento e verifica.

E	=	32588 MPa	modulo elastico calcestruzzo
D	=	1200 mm	diametro palo
J	=	0.1018 m ⁴	momento d'inerzia del palo
K	=	13000 kN/m ³	costante di reazione del terreno
B	=	1.80 m	larghezza efficace del palo
E _s	=	23400 kN/m ²	modulo di elasticità del terreno
L0	=	4.88 m	lunghezza elastica del palo
h	=	0.00 m	altezza tratto libero
V	=	509.4 kN	taglio alla testa del palo
M _{max}	=	1242.8 kNm	massimo momento flettente
d _{max}	=	4.46 mm	spostamento massimo in testa
z2	=	9.70 m	profondità di calcolo momento flettente
M(z2)	=	476.75 kNm	momento flettente alla profondità z2
z3	=	20.70 m	profondità di calcolo momento flettente
M(z3)	=	-14.38	momento flettente alla profondità z3



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

La prima gabbia viene armata con 18 Ø26, mentre per le successive sono sufficienti 15 Ø18.
 Il momento ultimo del palo viene determinato con il programma V.C.A.S.L.U.: si riportano di seguito le schermate di output del programma relative alle sezioni verificate (z = 0 m, 9.7m).



	Z _{in} [m]	Z _{in} [m]	c' [cm]	Φ [mm]	n	s [cm]	M _{Ed} [kN*m]	N _{Ed} [kN]	M _{res} [kN*m]	
gabbia n	-1.3	10.7	5	26	20	17.3	1242.8	808.9	2278.0	OK
gabbia n	9.7	21.7	5	18	15	23.0	476.7	808.9	1134.0	OK

4.1.2 S.L.U. – Resistenza: taglio

Si dispongono spirali Ø14/150 nella prima gabbia dove le sollecitazioni taglianti sono maggiori, mentre nelle altre sono sicuramente sufficienti delle spirali Ø10/300. La verifica a taglio risulta soddisfatta se:

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

in cui:

V_{Ed} : taglio di calcolo

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

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

$V_{Rcd} = 0.9 \cdot d_e \cdot b_{we} \cdot \alpha_c \cdot f_{cd} \cdot \frac{(\cot \alpha + \cot \theta)}{(1 + \cot^2 \theta)}$: resistenza di calcolo a taglio 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 Progetto Esecutivo	Opera: Viadotto San Giuliano
	Relazione di Calcolo Spalle Carr. dx
	Pagina 35 di 69
	Nome file: VI04-B-CL008- A.00_relazione_calcolo_spalle_carr_dx.doc

dove:

$d_e = 0.45 \cdot D + 0.64 \cdot (d - D/2)$: altezza utile equivalente della sezione

D : diametro della sezione

d : altezza utile della sezione

$b_{we} = 0.9 \cdot D$: base equivalente della sezione

A_{sw} : area dell'armatura trasversale

s : interasse tra due armature trasversali consecutive

α_c : coefficiente maggiorativo per lo sforzo assiale

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

Sollecitazioni

V	=	509.4 kN	taglio
N	=	808.9 kN	sforzo normale (>0 compressione)

Geometria

D	=	1200 mm	diámetro sezione
d	=	1140 mm	altezza utile
d_e	=	886 mm	altezza utile equivalente
b_{we}	=	1080 mm	base equivalente

Materiali

R_{ck}	=	35	resistenza caratteristica cubica
f_{ck}	=	29.05 MPa	resistenza caratteristica cilindrica
γ_c	=	0.85	coefficiente parziale di sicurezza
α_{cc}	=	18.81	coefficiente riduttivo per resistenze di lunga di
f_{cd}	=	642.97 MPa	resistenza di calcolo a compressione
f'_{cd}	=	321.49 MPa	resistenza ridotta
γ_s	=	1.15	coefficiente di sicurezza acciaio
f_{yk}	=	450.00 MPa	tensione caratteristica di snervamento acciaio
f_{yd}	=	391.30 MPa	tensione di snervamento di calcolo dell'acciaio

Verifica per elementi provvisti di armatura a taglio

\varnothing_w	=	12 mm	diámetro dell'armatura a taglio
α	=	90 °	inclinazione dell'armatura trasversale
s	=	250 mm	passo staffe in direzione longitudinale
n_{br}	=	2	numero bracci
A_{sw}	=	226.2 mm ²	area resistente dell'armatura a taglio
ctg θ	=	2.50	inclinazione delle bielle di calcestruzzo
σ_{cp}	=	0.72 MPa	tensione media calcestruzzo
α_c	=	1.00	
V_{Rsd}	=	705.47 kN	resistenza taglio trazione
V_{Rcd}	=	197889.0 kN	resistenza taglio compressione
V_{Rd}	=	705.5 kN	resistenza a taglio
FS	=	1.38	

CORRIDOIO PLURIMODALE TIRRENICO-NORD EUROPA ITINERARIO AGRIGENTO -CALTANISSETTA-A19 S.S. N° 640 "DI PORTO EMPEDOCLE" AMMODERNAMENTO E ADEGUAMENTO ALLA CAT. B DEL D.M. 5.11.2001 Dal km 44+000 allo svincolo con l'A19 Progetto Esecutivo	Opera: Viadotto San Giuliano
	Relazione di Calcolo Spalle Carr. dx
	Pagina 36 di 69
	Nome file: VI04-B-CL008-A.00_relazione_calcolo_spalle_carr_dx.doc

4.1.3 S.L.E. – Fessurazione

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

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

- condizioni ambientali aggressive;
- armature poco sensibili.

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

condizioni ambientali aggressive
armature poco sensibili

σ_s [MPa]	combinazione	
	freq	qp
	w2=0.30 mm	w1=0.20 mm
	\emptyset	\emptyset
160	32	25
200	25	16
240	16	12
280	12	8
320	10	6
360	8	-

σ_s [MPa]	combinazione	
	freq	qp
	w2=0.30 mm	w1=0.20 mm
	\emptyset	\emptyset
160	300	200
200	250	150
240	200	100
280	150	50
320	100	-
360	50	-

	frequente						quasi permanente	
	1	2	3	4	5	6	7	8
L0 =	4.88	4.88	4.88	4.88	4.88	4.88	4.88	4.88
h =	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
N =	1400	1400	1411	1411	831	831	820	1232
V =	345	345	345	345	345	345	345	253
M _{max} =	841	841	841	841	841	841	841	617
$\sigma_{s,max}$ =	200.0	200.0	200.0	200.0	200.0	200.0	200.0	160.0
$\sigma_{sd,max}$ =	108.4						64.9	

OK

OK

Verifica C.A. S.L.U. - File: SpA-Freq1

TITOLO: Fessurazione: presso-flessione semplice

Sezione circolare cava
Raggio esterno: 60 [cm]
Raggio interno: 0 [cm]
N° barre uguali: 20
Diametro barre: 2.6 [cm]
Coprifeno (baric.): 5 [cm]

Sollecitazioni
S.L.U. Metodo n
N_{Ed}: 1400 [kN]
M_{xEd}: 841 [kNm]
M_{yEd}: 0

Materiali
B450C: σ_{su} 67.5%, ϵ_{cu} 3.5%, E_s 200000 N/mm²
C28/35: σ_{c2} 2%, ϵ_{cc} 1.957%, τ_{co} 0.6667, τ_{c1} 1.971

Verifica: σ_c -6.827 N/mm², σ_s 108.4 N/mm², ϵ_s 0.5421%, τ_{co} 0.6667, τ_{c1} 1.971

Verifica C.A. S.L.U. - File: SpA-qp

TITOLO: Fessurazione: presso-flessione semplice

Sezione circolare cava
Raggio esterno: 60 [cm]
Raggio interno: 0 [cm]
N° barre uguali: 20
Diametro barre: 2.6 [cm]
Coprifeno (baric.): 5 [cm]

Sollecitazioni
S.L.U. Metodo n
N_{Ed}: 1232 [kN]
M_{xEd}: 617 [kNm]
M_{yEd}: 0

Materiali
B450C: σ_{su} 67.5%, ϵ_{cu} 3.5%, E_s 200000 N/mm²
C25/30: σ_{c2} 2%, ϵ_{cc} 1.957%, τ_{co} 0.6, τ_{c1} 1.829

Verifica: σ_c -4.938 N/mm², σ_s 64.89 N/mm², ϵ_s 0.3245%, τ_{co} 0.6, τ_{c1} 1.829

4.1.4 S.L.E. – Limitazione delle tensioni

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

Materiali

Rck	=	35	MPa	resistenza caratteristica cubica
f_{ck}	=	29.05	MPa	resistenza caratteristica cilindrica
f_{yk}	=	450.0	MPa	resistenza caratteristica di snervamento cilindrica

combinazione

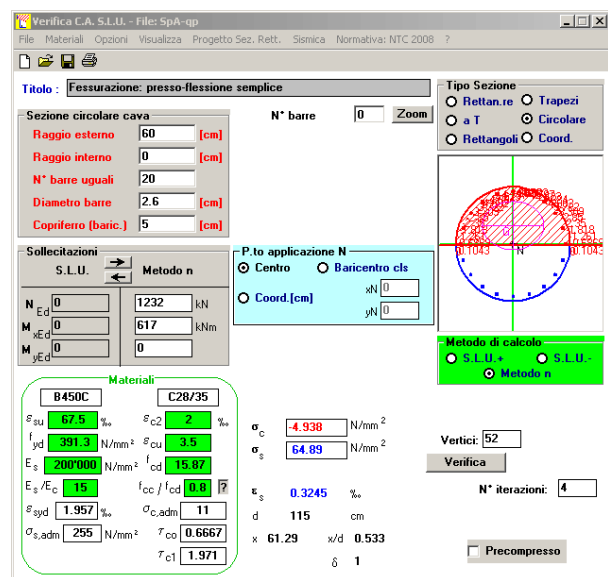
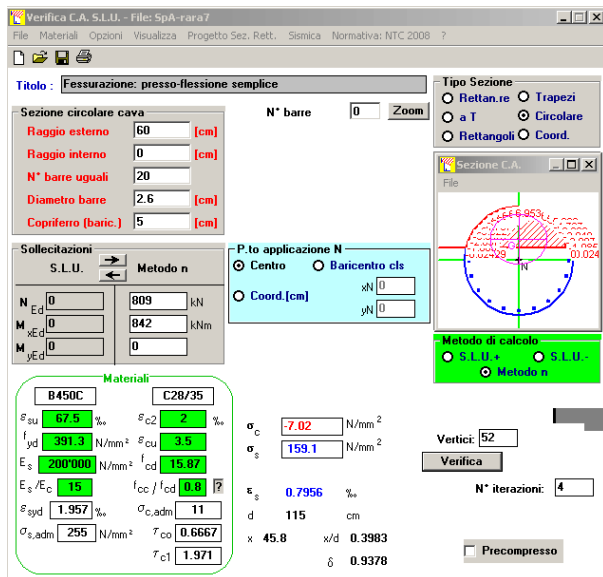
	rara	quasi perm
N	809	1232
Mmax	842	617

Tensione massima di compressione del calcestruzzo nelle condizioni di esercizio

$\sigma_{c,max}$	=	17.43	13.07	[MPa]	massima tensione del cls da normativa
$\sigma_{c,Sd}$	=	7.02	4.94	[MPa]	tensione di calcolo del cls in esercizio
		OK	OK		

Tensione massima dell'acciaio in condizioni di esercizio

$\sigma_{s,max}$	=	360.0	360.0	[MPa]	massima tensione dell'acciaio normativa
$\sigma_{s,Sd}$	=	159.1	64.9	[MPa]	tensione di calcolo dell'acciaio in esercizio
		OK	OK		



CORRIDOIO PLURIMODALE TIRRENICO-NORD EUROPA ITINERARIO AGRIGENTO -CALTANISSETTA-A19 S.S. N° 640 "DI PORTO EMPEDOCLE" AMMODERNAMENTO E ADEGUAMENTO ALLA CAT. B DEL D.M. 5.11.2001 Dal km 44+000 allo svincolo con l'A19 Progetto Esecutivo	Opera: Viadotto San Giuliano
	Relazione di Calcolo Spalle Carr. dx
	Pagina 38 di 69
	Nome file: VI04-B-CL008- A.00_relazione_calcolo_spalle_carr_dx.doc

4.2 VERIFICHE GEOTECNICHE DEI PALI

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

	TRBa_1	TRBa_2a	TRBa_2b
peso secco γ_d (kN/m ³)	18.5	21.6	20.8
γ_{sat} (kN/m ³)	18.5	21.6	20.8
coesione non dren. c_u (kPa)	50	250	250
coesione dren. c' (kPa)	15	19	25
angolo attrito ϕ' (°)	19	23	22
coeff. N_q (cond. drenate)	4.0	4.0	4.0
coeff. N_c (cond. drenate)	8.7	7.0	7.4

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

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

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

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

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

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

in condizioni non drenate, e come:

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

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

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

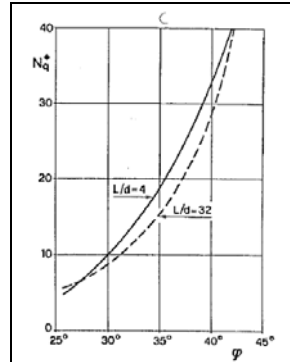
c_u (kPa)	α (-)
<25	0.9
25 ÷ 50	0.8
50 ÷ 75	0.6
≥ 75	0.4

Il coefficiente di tensione orizzontale k è stato determinato con la formula di Jacky: $k = 1 - \sin \phi'$, mentre il coefficiente di attrito vale: $\mu = \tan \phi'$.

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

CORRIDOIO PLURIMODALE TIRRENICO-NORD EUROPA ITINERARIO AGRIGENTO -CALTANISSETTA-A19 S.S. N° 640 "DI PORTO EMPEDOCLE" AMMODERNAMENTO E ADEGUAMENTO ALLA CAT. B DEL D.M. 5.11.2001 Dal km 44+000 allo svincolo con l'A19 Progetto Esecutivo	Opera: Viadotto San Giuliano
	Relazione di Calcolo Spalle Carr. dx
	Pagina 39 di 69
	Nome file: VI04-B-CL008- A.00_relazione_calcolo_spalle_carr_dx.doc

25% del diametro del palo) considerando N_q i valori desunti dal grafico riportato in figura. Riguardo N_c , si è assunto in condizioni non drenate $N_c = 9$ e in condizioni drenate N_c è stato determinato con la relazione:



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

In tabella si riportano ora i 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)	8.7	7.0	7.4

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.

Di seguito le stratigrafie apprese dal profilo geotecnico sotto la spalla in esame.

STRATIGRAFIA SOTTO SPICCATO FONDAZIONE Spalla A - CARR. DX				
strati	Unità geotecniche	spessore strato da testa palo	quota iniziale	quota finale
		(m)	m	m
1° strato	TRBa_2a	8	0	8
2° strato	TRBa_2b	37	8	45

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

$$R_d \geq E_d$$

dove:

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

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

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

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

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

CORRIDOIO PLURIMODALE TIRRENICO-NORD EUROPA ITINERARIO AGRIGENTO -CALTANISSETTA-A19 S.S. N° 640 "DI PORTO EMPEDOCLE" AMMODERNAMENTO E ADEGUAMENTO ALLA CAT. B DEL D.M. 5.11.2001 Dal km 44+000 allo svincolo con l'A19 Progetto Esecutivo	Opera: Viadotto San Giuliano
	Relazione di Calcolo Spalle Carr. dx
	Pagina 40 di 69
	Nome file: VI04-B-CL008-A.00_relazione_calcolo_spalle_carr_dx.doc

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

CARICHI	EFFETTO	Coefficiente Parziale γ_f (o γ_g)	EQU	(A1) STR	(A2) GEO
Permanenti	Favorevole	γ_{01}	0,9	1,0	1,0
	Sfavorevole		1,1	1,3	1,0
Permanenti non strutturali ⁽¹⁾	Favorevole	γ_{02}	0,0	0,0	0,0
	Sfavorevole		1,5	1,5	1,3
Variabili	Favorevole	γ_{0i}	0,0	0,0	0,0
	Sfavorevole		1,5	1,5	1,3

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

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

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

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

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

Nel caso specifico, le verifiche geotecniche (GEO) in termini di capacità portante dei pali sono state condotte sulla base dell'approccio 2, con i coefficienti parziali $\rightarrow A1+M1+R3$.

La capacità portante dei pali, determinata mediante procedura analitica basata sui parametri geotecnici dei terreni interessati, è stata ridotta del fattore di correlazione ζ 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 ζ_3 . Per i terreni interessati dall'opera in esame, il numero di verticali di indagine è 4.

$$R_{c,k} = \text{Min} \left\{ \frac{(R_{c,cal})_{media}}{\zeta_3}, \frac{(R_{c,cal})_{min}}{\zeta_4} \right\}$$

$$R_{t,k} = \text{Min} \left\{ \frac{(R_{t,cal})_{media}}{\zeta_3}, \frac{(R_{t,cal})_{min}}{\zeta_4} \right\}$$

Numero di verticali indagate	1	2	3	4	5	7	≥ 10
ζ_3	1,70	1,65	1,60	1,55	1,50	1,45	1,40
ζ_4	1,70	1,55	1,48	1,42	1,34	1,28	1,21

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

azioni verticali massime in testa palo			caratteristiche pali fondazione					carico limite		
pila/spalla	statica	dinamica	diam. Palo	N° pali	lunghezza palo	Lungh- compl.	Volume	PP. Compensato	Qlim_d	Qlim_u
	kN	kN	m		m	m	m3	kN	kN	kN
SpA	2662.9	1559.6	1.2	4	18	72	25.9	105.66	3429.527	5258.028

CORRIDOIO PLURIMODALE TIRRENICO-NORD EUROPA ITINERARIO AGRIGENTO -CALTANISSETTA-A19 S.S. N° 640 "DI PORTO EMPEDOCLE" AMMODERNAMENTO E ADEGUAMENTO ALLA CAT. B DEL D.M. 5.11.2001 Dal km 44+000 allo svincolo con l'A19 Progetto Esecutivo	Opera: Viadotto San Giuliano
	Relazione di Calcolo Spalle Carr. dx
	Pagina 41 di 69
	Nome file: VI04-B-CL008- A.00_relazione_calcolo_spalle_carr_dx.doc

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

Il calcolo del carico limite orizzontale dei pali viene effettuato secondo il metodo proposto da Broms per terreni coesivi. Si riporta di seguito il dettaglio del calcolo del carico limite trasversale del palo.

CALCOLO DEL CARICO LIMITE ORIZZONTALE IN TERRENI COESIVI

D	=	1.20 m	diametro palo
L	=	18.00 m	lunghezza palo
M_y	=	1929.0 kNm	momento di plasticizzazione del palo
c_u	=	352.0 kPa	coesione non drenata

palo corto

$Q_{lim,1}$	=	61577.2 kN	carico limite per palo corto
M_{max}	=	609614 kNm	momento massimo

palo intermedio

$Q_{lim,2}$	=	22131.5 kN	carico limite per palo intermedio
f	=	5.8 m	
M_{max}	=	102337.4 kNm	momento massimo

palo lungo

$Q_{lim,3}$	=	1884.0 kN	carico limite per palo lungo
MR		PALO LUNGO	meccanismo di rottura
$Q_{lim,m}$	=	1884.0 kN	carico limite (valore medio)
ξ	=	1.55	fattore di correlazione
$Q_{lim,k}$	=	1215.5 kN	carico limite (valore caratteristico)
γ_T	=	1.30	coefficiente parziale
$Q_{lim,d}$	=	935.0 kN	carico limite (valore di progetto)
F_h	=	509.4 kN	azione trasversale testa palo
check		1.84	se >1 verifica soddisfatta

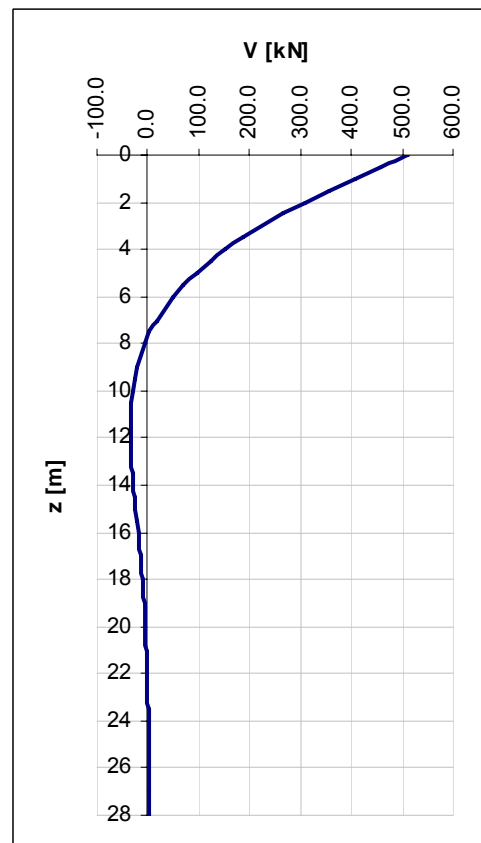
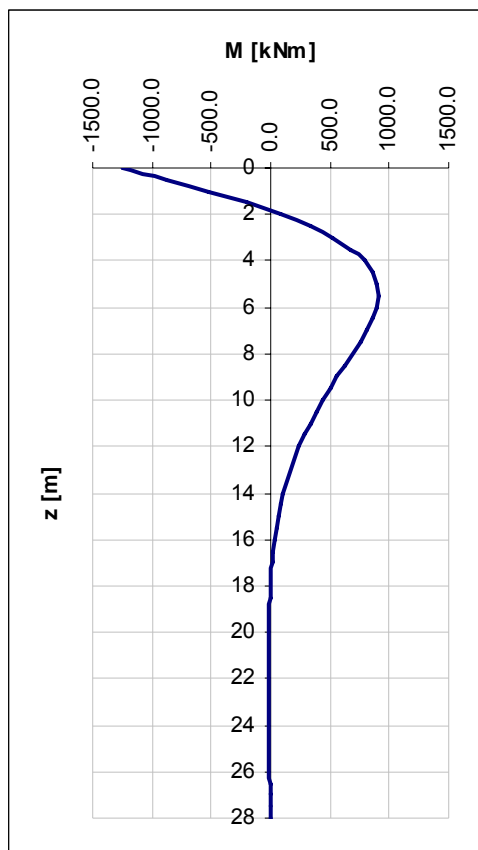
5 VERIFICA DEI PALI DI FONDAZIONE SPALLA B

5.1 VERIFICHE STRUTTURALI

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, λ , si adotta l'espressione di Zimmerman.

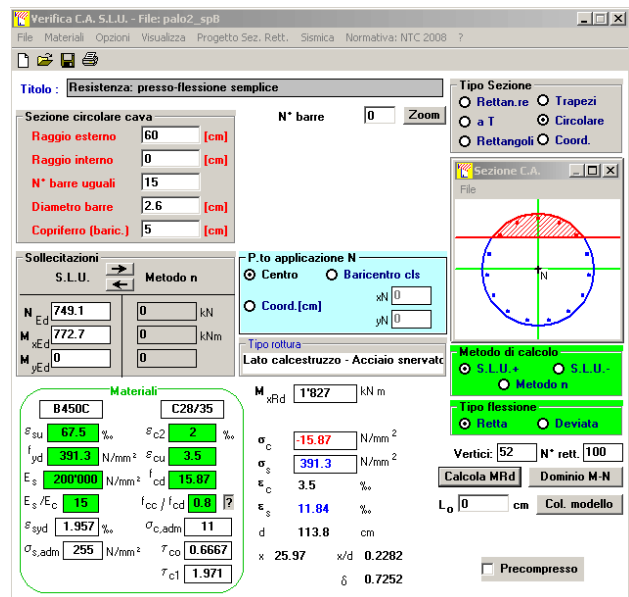
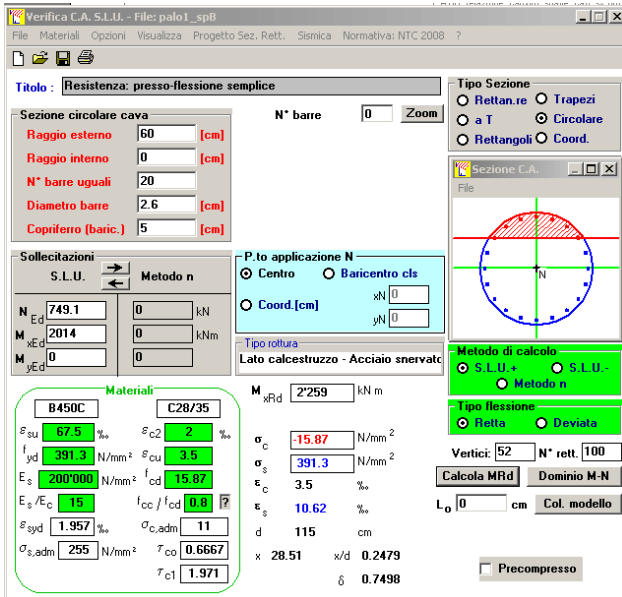
Di seguito si riporta il dettaglio dei calcoli di dimensionamento e verifica.

E	=	32588 MPa	modulo elastico calcestruzzo
D	=	1200 mm	diametro palo
J	=	0.1018 m ⁴	momento d'inerzia del palo
K	=	13000 kN/m ³	costante di reazione del terreno
B	=	1.80 m	larghezza efficace del palo
E _s	=	23400 kN/m ²	modulo di elasticità del terreno
L0	=	4.88 m	lunghezza elastica del palo
h	=	0.00 m	altezza tratto libero
V	=	825.6 kN	taglio alla testa del palo
M _{max}	=	2014.4 kNm	massimo momento flettente
d _{max}	=	7.23 mm	spostamento massimo in testa
z2	=	9.70 m	profondità di calcolo momento flettente
M(z2)	=	772.72 kNm	momento flettente alla profondità z2
z3	=	20.70 m	profondità di calcolo momento flettente
M(z3)	=	-23.30	momento flettente alla profondità z3



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

La prima gabbia viene armata con 20 Ø26, mentre per la successiva sono sufficienti 15 Ø18.
 Il momento ultimo del palo viene determinato con il programma V.C.A.S.L.U.: si riportano di seguito le schermate di output del programma relative alle sezioni verificate (z = 0 m, 9.7m).



	Z _{in}	Z _{in}	c'	Φ	n	s	M _{Ed}	N _{Ed}	M _{res}	
	[m]	[m]	[cm]	[mm]		[cm]	[kN*m]	[kN]	[kN*m]	
gabbia n.1	-1.3	10.7	5	26	20	17.3	2014.4	749.1	2259.0	OK
gabbia n.2	9.7	21.7	5	18	15	23.0	772.7	749.1	1827.0	OK

5.1.2 S.L.U. – Resistenza: taglio

Si dispongono spirali Ø14/200 nella prima gabbia dove le sollecitazioni taglianti sono maggiori, mentre nelle altre sono sicuramente sufficienti delle spirali Ø10/300. La verifica a taglio risulta soddisfatta se:

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

in cui:

V_{Ed} : taglio di calcolo

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

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

CORRIDOIO PLURIMODALE TIRRENICO-NORD EUROPA ITINERARIO AGRIGENTO -CALTANISSETTA-A19 S.S. N° 640 "DI PORTO EMPEDOCLE" AMMODERNAMENTO E ADEGUAMENTO ALLA CAT. B DEL D.M. 5.11.2001 Dal km 44+000 allo svincolo con l'A19 Progetto Esecutivo	Opera: Viadotto San Giuliano
	Relazione di Calcolo Spalle Carr. dx
	Pagina 44 di 69
	Nome file: VI04-B-CL008- A.00_relazione_calcolo_spalle_carr_dx.doc

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

dove:

$$d_e = 0.45 \cdot D + 0.64 \cdot (d - D/2) : \quad \text{altezza utile equivalente della sezione}$$

D : diametro della sezione

d : altezza utile della sezione

$$b_{we} = 0.9 \cdot D : \quad \text{base equivalente della sezione}$$

A_{sw} : area dell'armatura trasversale

s : interasse tra due armature trasversali consecutive

α_c : coefficiente maggiorativo per lo sforzo assiale

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

Sollecitazioni

V	=	825.6 kN	taglio
N	=	749.1 kN	sforzo normale (>0 compressione)

Geometria

D	=	1200 mm	diámetro sezione
d	=	1140 mm	altezza utile
d _e	=	886 mm	altezza utile equivalente
b _{we}	=	1080 mm	base equivalente

Materiali

R _{ck}	=	35	resistenza caratteristica cubica
f _{ck}	=	29.05 MPa	resistenza caratteristica cilindrica
γ _c	=	0.85	coefficiente parziale di sicurezza
α _{cc}	=	18.81	coefficiente riduttivo per resistenze di lunga durata
f _{cd}	=	642.97 MPa	resistenza di calcolo a compressione
f' _{cd}	=	321.49 MPa	resistenza ridotta
γ _s	=	1.15	coefficiente di sicurezza acciaio
f _{yk}	=	450.00 MPa	tensione caratteristica di snervamento acciaio
f _{yd}	=	391.30 MPa	tensione di snervamento di calcolo dell'acciaio

Verifica per elementi provvisti di armatura a taglio

Ø _w	=	14 mm	diámetro dell'armatura a taglio
α	=	90 °	inclinazione dell'armatura trasversale
s	=	200 mm	passo staffe in direzione longitudinale
n _{br}	=	2	numero bracci
A _{sw}	=	307.9 mm ²	area resistente dell'armatura a taglio
ctg θ	=	2.50	inclinazione delle bielle di calcestruzzo
σ _{cp}	=	0.66 MPa	tensione media calcestruzzo
α _c	=	1.00	
V _{Rsd}	=	1200.27 kN	resistenza taglio trazione
V _{Rcd}	=	197872.7 kN	resistenza taglio compressione
V _{Rd}	=	1200.3 kN	resistenza a taglio
FS	=	1.45	

5.1.3 S.L.E. – Fessurazione

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

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

- condizioni ambientali aggressive;
- armature poco sensibili.

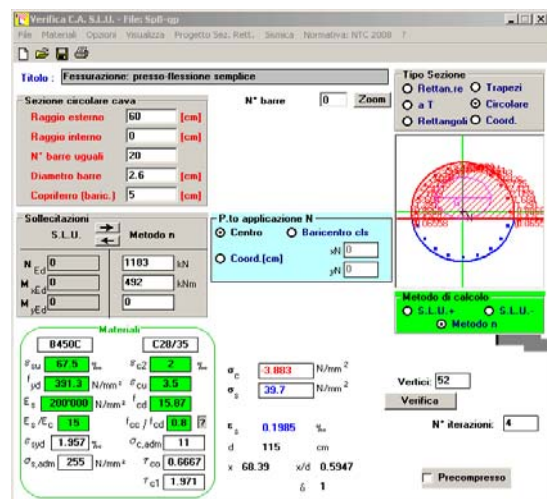
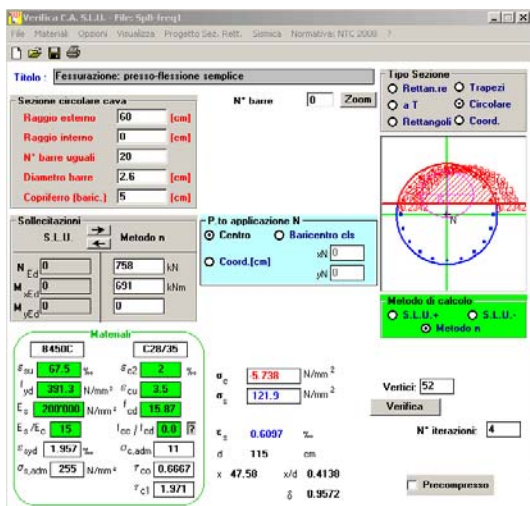
Definita la massima tensione ammissibile nelle barre di acciaio, si considerano per ogni combinazione le condizioni di sforzo normale e taglio agente e, con l'ausilio del programma di calcolo V.C.A.S.L.U., utilizzando un'analisi elastica, si determina la massima tensione nelle barre di armatura, per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

condizioni ambientali aggressive
armature poco sensibili

σ_s [MPa]	combinazione		
	freq 1	freq 2	qp
	w2=0.30 mm		w1=0.20 mm
	\emptyset	\emptyset	\emptyset
160	32	32	25
200	25	25	16
240	16	16	12
280	12	12	8
320	10	10	6
360	8	8	-

σ_s [MPa]	combinazione		
	freq 1	freq 2	qp
	w2=0.30 mm		w1=0.20 mm
	\emptyset	\emptyset	\emptyset
160	300	300	200
200	250	250	150
240	200	200	100
280	150	150	50
320	100	100	-
360	50	50	-

	frequente								quasi permanente	
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
L0 =	4.88	4.88	4.88	4.88	4.88	4.88	4.88	4.88	4.88	4.88
h =	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
N =	1352	1352	1361	1361	767	767	758	758	1183	1183
V =	283	283	283	283	283	283	283	283	202	202
M _{max} =	691	691	691	691	691	691	691	691	492	492
$\sigma_{s,max}$ =	200.0	200.0	200.0	200.0	200.0	200.0	200.0	200.0	160.0	160.0
$\sigma_{sd,max}$ =									121.9	39.7
									OK	OK



5.1.4 S.L.E. – Limitazione delle tensioni

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

Rck	=	35	MPa	resistenza caratteristica cubica
f _{ck}	=	29.05	MPa	resistenza caratteristica cilindrica
f _{yk}	=	450.0	MPa	resistenza caratteristica di snervamento cilindrica

combinazione

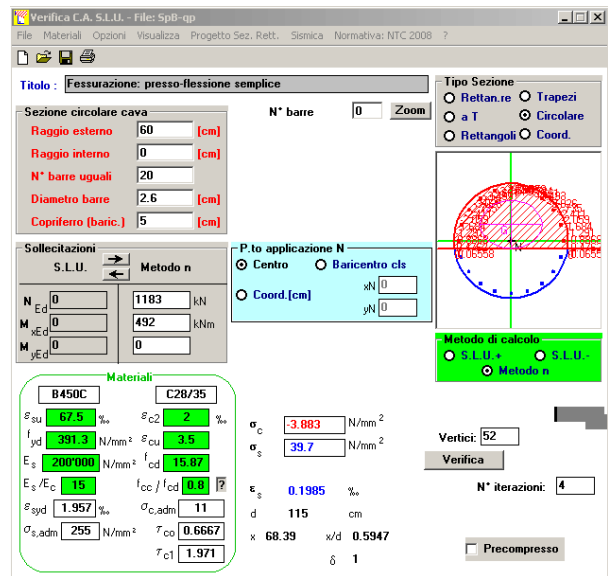
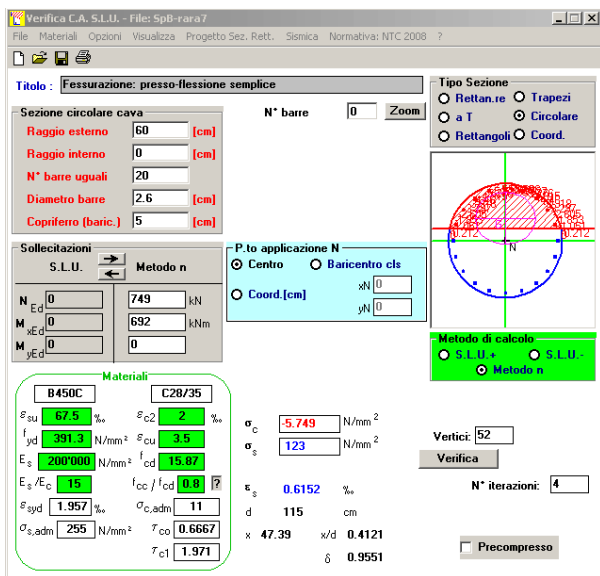
		rara	quasi perm
N		749	1183
Mmax		692	492

Tensione massima di compressione del calcestruzzo nelle condizioni di esercizio

σ _{c,max}	=	17.43	13.07	[MPa]	massima tensione del cls da normativa
σ _{c,Sd}	=	5.75	3.88	[MPa]	tensione di calcolo del cls in esercizio
		OK	OK		

Tensione massima dell'acciaio in condizioni di esercizio

σ _{s,max}	=	360.0	360.0	[MPa]	massima tensione dell'acciaio normativa
σ _{s,Sd}	=	123.0	39.7	[MPa]	tensione di calcolo dell'acciaio in esercizio
		OK	OK		



CORRIDOIO PLURIMODALE TIRRENICO-NORD EUROPA ITINERARIO AGRIGENTO -CALTANISSETTA-A19 S.S. N° 640 "DI PORTO EMPEDOCLE" AMMODERNAMENTO E ADEGUAMENTO ALLA CAT. B DEL D.M. 5.11.2001 Dal km 44+000 allo svincolo con l'A19 Progetto Esecutivo	Opera: Viadotto San Giuliano
	Relazione di Calcolo Spalle Carr. dx
	Pagina 47 di 69
	Nome file: VI04-B-CL008- A.00_relazione_calcolo_spalle_carr_dx.doc

5.2 VERIFICHE GEOTECNICHE DEI PALI

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

	TRBa_1	TRBa_2a	TRBa_2b
peso secco γ_d (kN/m ³)	18.5	21.6	20.8
γ_{sat} (kN/m ³)	18.5	21.6	20.8
coesione non dren. c_u (kPa)	50	250	250
coesione dren. c' (kPa)	15	19	25
angolo attrito ϕ' (°)	19	23	22

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

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

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

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

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

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

in condizioni non drenate, e come:

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

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

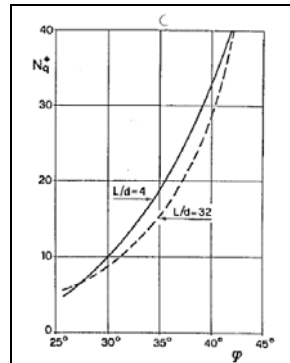
in condizioni drenate. In queste equazioni, si sono indicate rispettivamente con σ_{vL} e con σ_{vL}' la tensione totale ed efficace agenti in sito alla quota della punta del palo. I valori assunti per il coefficiente di adesione α sono stati ricavati in funzione della coesione non drenata secondo i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

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

Il coefficiente di tensione orizzontale k è stato determinato con la formula di Jacky: $k = 1 - \sin \phi'$, mentre il coefficiente di attrito vale: $\mu = \tan \phi'$.

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

CORRIDOIO PLURIMODALE TIRRENICO-NORD EUROPA ITINERARIO AGRIGENTO -CALTANISSETTA-A19 S.S. N° 640 "DI PORTO EMPEDOCLE" AMMODERNAMENTO E ADEGUAMENTO ALLA CAT. B DEL D.M. 5.11.2001 Dal km 44+000 allo svincolo con l'A19 Progetto Esecutivo	Opera: Viadotto San Giuliano
	Relazione di Calcolo Spalle Carr. dx
	Pagina 48 di 69
	Nome file: VI04-B-CL008- A.00_relazione_calcolo_spalle_carr_dx.doc



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

In tabella si riportano ora i 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)	8.7	7.0	7.4

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. Di seguito le stratigrafie apprese dal profilo geotecnico sotto la spalla in esame.

STRATIGRAFIA SOTTO SPICCATO FONDAZIONE Spalla B - CARR. DX				
strati	Unità geotecniche	spessore strato da testa palo	quota iniziale	quota finale
		(m)	m	m
1° strato	TRBa_2a	11		11
2° strato	TRBa_2b	34	11	45

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

$$R_d \geq E_d$$

dove:

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

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

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

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

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

CORRIDOIO PLURIMODALE TIRRENICO-NORD EUROPA ITINERARIO AGRIGENTO -CALTANISSETTA-A19 S.S. N° 640 "DI PORTO EMPEDOCLE" AMMODERNAMENTO E ADEGUAMENTO ALLA CAT. B DEL D.M. 5.11.2001 Dal km 44+000 allo svincolo con l'A19 Progetto Esecutivo	Opera: Viadotto San Giuliano
	Relazione di Calcolo Spalle Carr. dx
	Pagina 49 di 69
	Nome file: VI04-B-CL008-A.00_relazione_calcolo_spalle_carr_dx.doc

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

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

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

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

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

⁽¹⁾ da applicare alle resistenze caratteristiche dedotte dai risultati di prove di carico di progetto.

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

Nel caso specifico, le verifiche geotecniche (GEO) in termini di capacità portante dei pali sono state condotte sulla base dell'approccio 2, con i coefficienti parziali $\rightarrow A1+M1+R3$.

La capacità portante dei pali, determinata mediante procedura analitica basata sui parametri geotecnici dei terreni interessati, è stata ridotta del fattore di correlazione ζ 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 ζ_3 . Per i terreni interessati dall'opera in esame, il numero di verticali di indagine è 4.

$$R_{c,k} = \text{Min} \left\{ \frac{(R_{c,cal})_{media}}{\zeta_3}; \frac{(R_{c,cal})_{min}}{\zeta_4} \right\}$$

$$R_{t,k} = \text{Min} \left\{ \frac{(R_{t,cal})_{media}}{\zeta_3}; \frac{(R_{t,cal})_{min}}{\zeta_4} \right\}$$

Numero di verticali indagate	1	2	3	4	5	7	≥ 10
ζ_3	1,70	1,65	1,60	1,55	1,50	1,45	1,40
ζ_4	1,70	1,55	1,48	1,42	1,34	1,28	1,21

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

azioni verticali massime in testa palo			caratteristiche pali fondazione					PP. Compensato kN
pila/spalla	statica kN	dinamica kN	diam. Palo m	N° pali	lunghezza palo m	Lungh- compl. m	Volume m3	
SpB	2525.1	1417.9	1.2	4	18	72	25.9	101.99

CORRIDOIO PLURIMODALE TIRRENICO-NORD EUROPA ITINERARIO AGRIGENTO -CALTANISSETTA-A19 S.S. N° 640 "DI PORTO EMPEDOCLE" AMMODERNAMENTO E ADEGUAMENTO ALLA CAT. B DEL D.M. 5.11.2001 Dal km 44+000 allo svincolo con l'A19 Progetto Esecutivo	Opera: Viadotto San Giuliano
	Relazione di Calcolo Spalle Carr. dx
	Pagina 50 di 69
	Nome file: VI04-B-CL008- A.00_relazione_calcolo_spalle_carr_dx.doc

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

Il calcolo del carico limite orizzontale dei pali viene effettuato secondo il metodo proposto da Broms per terreni coesivi. Si riporta di seguito il dettaglio del calcolo del carico limite trasversale del palo.

CALCOLO DEL CARICO LIMITE ORIZZONTALE IN TERRENI COESIVI

D	=	1.20 m	diametro palo
L	=	18.00 m	lunghezza palo
M_y	=	2259.0 kNm	momento di plasticizzazione del palo
c_u	=	352.0 kPa	coesione non drenata

palo corto

$Q_{lim,1}$	=	61577.2 kN	carico limite per palo corto
M_{max}	=	609614 kNm	momento massimo

palo intermedio

$Q_{lim,2}$	=	22157.2 kN	carico limite per palo intermedio
f	=	5.8 m	
M_{max}	=	102203.8 kNm	momento massimo

palo lungo

$Q_{lim,3}$	=	2166.9 kN	carico limite per palo lungo
MR		PALO LUNGO	meccanismo di rottura
$Q_{lim,m}$	=	2166.9 kN	carico limite (valore medio)
ξ	=	1.55	fattore di correlazione
$Q_{lim,k}$	=	1398.0 kN	carico limite (valore caratteristico)
γ_T	=	1.30	coefficiente parziale
$Q_{lim,d}$	=	1075.4 kN	carico limite (valore di progetto)
F_h	=	825.6 kN	azione trasversale testa palo
check		1.30	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 Progetto Esecutivo	Opera: Viadotto San Giuliano
	Relazione di Calcolo Spalle Carr. dx
	Pagina 51 di 69
	Nome file: VI04-B-CL008- A.00_relazione_calcolo_spalle_carr_dx.doc

6 ANALISI STRUTTURALE DELLA SPALLA B

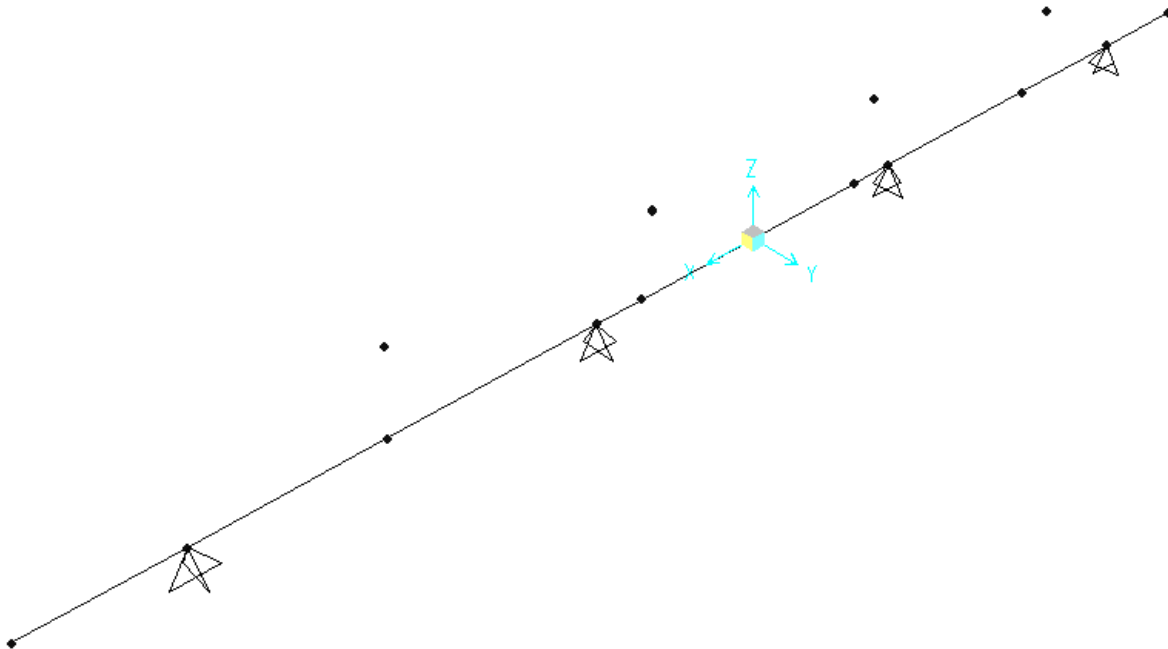
Si descrive in questo capitolo l'analisi strutturale della spalla B della carreggiata destra dotata di appoggi fissi. Lo stesso dimensionamento è previsto per la Spalla A che è dotata di appoggi mobili.

6.1 DESCRIZIONE DEL MODELLO DI CALCOLO

Il calcolo delle sollecitazioni agenti sugli elementi che costituiscono la spalla è stato eseguito in SAP2000 con un modello a trave su quattro appoggi (pali). I quattro dispositivi di appoggio sono stati modellati con dei nodi collegati alla trave cuscino tramite vincoli interni (body).

Nella seguente figura si illustra la geometria del modello.

Il sistema di riferimento globale è impostato con asse X parallelo ai muri laterali, asse Y parallelo al muro frontale e asse Z verticale.



Geometrie Spalla

	n.	Bx	By	Bz,min
	[-]	[m]	[m]	[m]
muro frontale	1	2.40	13.20	2.00
muro paraghiai	1	0.50	13.20	2.35
baggioli	4	0.80	0.80	0.35
apparecchi di ϵ	4	0.60	0.60	0.15

CORRIDOIO PLURIMODALE TIRRENICO-NORD EUROPA ITINERARIO AGRIGENTO -CALTANISSETTA-A19 S.S. N° 640 "DI PORTO EMPEDOCLE" AMMODERNAMENTO E ADEGUAMENTO ALLA CAT. B DEL D.M. 5.11.2001 Dal km 44+000 allo svincolo con l'A19 Progetto Esecutivo	Opera: Viadotto San Giuliano
	Relazione di Calcolo Spalle Carr. dx
	Pagina 53 di 69
	Nome file: VI04-B-CL008- A.00_relazione_calcolo_spalle_carr_dx.doc

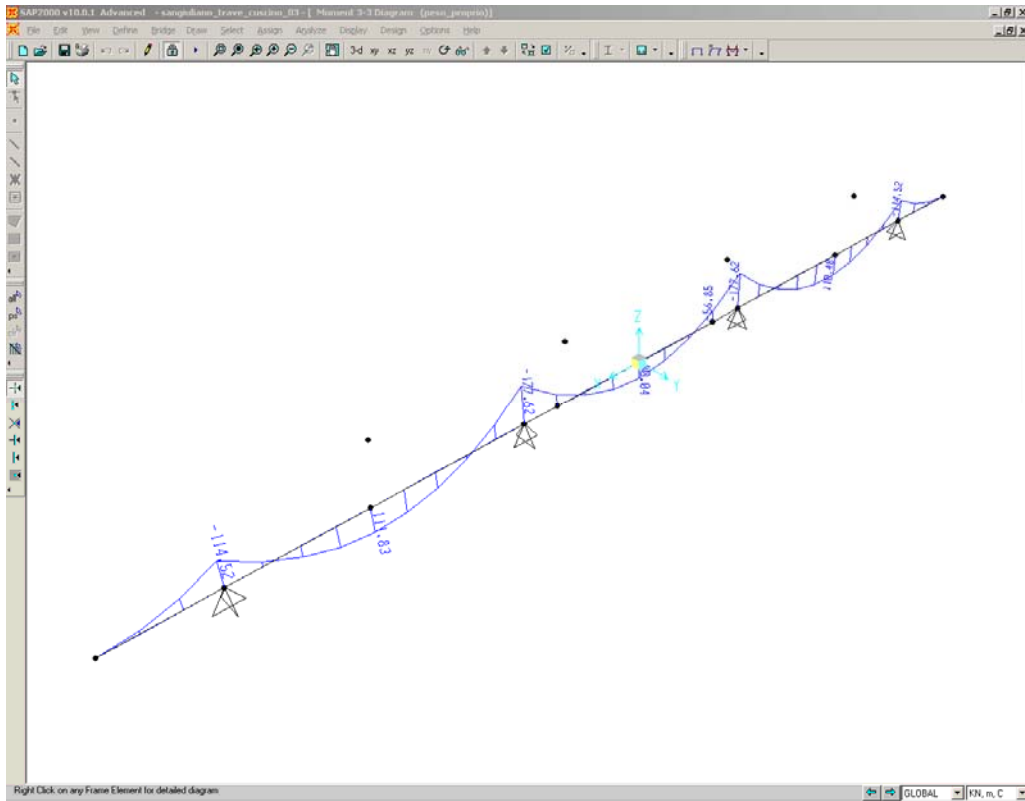
	S.L.U.								q5								
	q4								q5								
g1-imp	1.35	1.35	1.35	1.35	1.35	1.35	1.35	1.35	1.35	1.35	1.35	1.35	1.35	1.35	1.35	1.35	1.35
g1-sp	1.35	1.35	1.35	1.35	1.35	1.35	1.35	1.35	1.35	1.35	1.35	1.35	1.35	1.35	1.35	1.35	1.35
g2-imp	1.35	1.35	1.35	1.35	1.35	1.35	1.35	1.35	1.35	1.35	1.35	1.35	1.35	1.35	1.35	1.35	1.35
g2-sp	1.35	1.35	1.35	1.35	1.35	1.35	1.35	1.35	1.35	1.35	1.35	1.35	1.35	1.35	1.35	1.35	1.35
g3-sp	1.35	1.35	1.35	1.35	1.35	1.35	1.35	1.35	1.35	1.35	1.35	1.35	1.35	1.35	1.35	1.35	1.35
e2-imp	1.20	1.20	1.20	1.20	1.20	1.20	1.20	1.20	1.20	1.20	1.20	1.20	1.20	1.20	1.20	1.20	1.20
e3-imp	0.72	-0.72	0.72	-0.72	0.72	-0.72	0.72	-0.72	0.72	-0.72	0.72	-0.72	0.72	-0.72	0.72	-0.72	-0.72
q1.1-imp	1.01	1.01	1.01	1.01	0	0	0	0	1.01	1.01	1.01	1.01	0	0	0	0	0
q1.2-imp	0	0	0	0	1.01	1.01	1.01	1.01	0	0	0	0	1.01	1.01	1.01	1.01	1.01
q1t-sp	1.01	1.01	1.01	1.01	1.01	1.01	1.01	1.01	1.01	1.01	1.01	1.01	1.01	1.01	1.01	1.01	1.01
q3-imp	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
q4-imp	1.50	1.50	1.50	1.50	1.50	1.50	1.50	1.50	0	0	0	0	0	0	0	0	0
q5-imp	0.90	0.90	-0.90	-0.90	0.90	0.90	-0.90	-0.90	1.50	1.50	-1.50	-1.50	1.50	1.50	-1.50	-1.50	-1.50
q6.1x-imp	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
q6.1y-imp	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
q6.1z-imp	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
q6.1x-sp	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
q6.2x-sp	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
q6.2y-sp	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
q6.2z-sp	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
q7-imp	0.90	0.90	0.90	0.90	0.90	0.90	0.90	0.90	0.90	0.90	0.90	0.90	0.90	0.90	0.90	0.90	0.90

	S.L.U.								q6.x		S.L.V.		q6.z	
	e3								q6.y					
g1-imp	1.35	1.35	1.35	1.35	1.35	1.35	1.35	1.35	1	1	1	1	1	1
g1-sp	1.35	1.35	1.35	1.35	1.35	1.35	1.35	1.35	1	1	1	1	1	1
g2-imp	1.35	1.35	1.35	1.35	1.35	1.35	1.35	1.35	1	1	1	1	1	1
g2-sp	1.35	1.35	1.35	1.35	1.35	1.35	1.35	1.35	1	1	1	1	1	1
g3-sp	1.35	1.35	1.35	1.35	1.35	1.35	1.35	1.35	1	1	1	1	1	1
e2-imp	1.20	1.20	1.20	1.20	1.20	1.20	1.20	1.20	1	1	1	1	1	1
e3-imp	1.20	-1.20	1.20	-1.20	1.20	-1.20	1.20	-1.20	0.50	-0.50	0.50	-0.50	0.50	-0.50
q1.1-imp	1.01	1.01	1.01	1.01	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
q1.2-imp	0	0	0	0	1.01	1.01	1.01	1.01	0	0	0	0	0	0
q1t-sp	1.01	1.01	1.01	1.01	1.01	1.01	1.01	1.01	0	0	0	0	0	0
q3-imp	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
q4-imp	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
q5-imp	0.90	0.90	-0.90	-0.90	0.90	0.90	-0.90	-0.90	0	0	0	0	0	0
q6.1x-imp	0	0	0	0	0	0	0	0	1	1	0	0	0	0
q6.1y-imp	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	1	0	0
q6.1z-imp	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	1
q6.1x-sp	0	0	0	0	0	0	0	0	1	1	0	0	0	0
q6.2x-sp	0	0	0	0	0	0	0	0	1	1	0	0	0	0
q6.2y-sp	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	1	0	0
q6.2z-sp	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	1
q7-imp	0.90	0.90	0.90	0.90	0.90	0.90	0.90	0.90	0.60	0.60	0.60	0.60	0.60	0.60

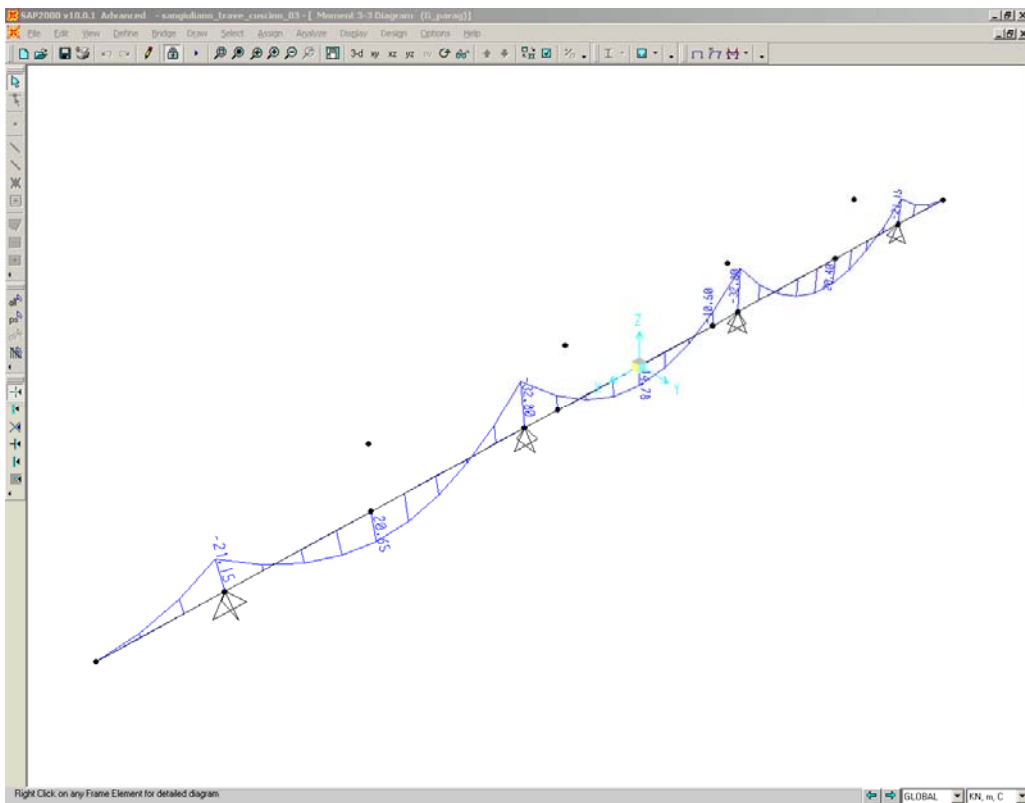
	S.L.car								S.L.E.								S.L.freq		S.L.qp		
g1-imp	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
g1-sp	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
g2-imp	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
g2-sp	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
g3-sp	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
e2-imp	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
e3-imp	0.60	-0.60	0.60	-0.60	0.60	-0.60	0.60	-0.60	0.60	-0.60	0.60	-0.60	0.60	-0.60	0.60	-0.60	0.60	-0.60	0.60	-0.60	0.60
q1.1-imp	0.75	0.75	0.75	0.75	0	0	0	0	0.75	0.75	0.75	0.75	0	0	0	0	0	0	0	0	0
q1.2-imp	0	0	0	0	-0.75	-0.75	-0.75	-0.75	0	0	0	0	-0.75	-0.75	-0.75	-0.75	-0.75	-0.75	-0.75	-0.75	-0.75
q1t-sp	0.75	0.75	0.75	0.75	0.75	0.75	0.75	0.75	0.75	0.75	0.75	0.75	0.75	0.75	0.75	0.75	0.75	0.75	0.75	0.75	0.75
q3-imp	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
q4-imp	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
q5-imp	0.60	0.60	-0.60	-0.60	0.60	0.60	-0.60	-0.60	0.20	0.20	-0.20	-0.20	0.20	0.20	-0.20	-0.20	0.20	0.20	-0.20	-0.20	0.20
q6.1x-imp	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
q6.1y-imp	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
q6.1z-imp	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
q6.1x-sp	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
q6.2x-sp	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
q6.2y-sp	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
q6.2z-sp	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
q7-imp	0.60	0.60	0.60	0.60	0.60	0.60	0.60	0.60	0.60	0.60	0.60	0.60	0.60	0.60	0.60	0.60	0.60	0.60	0.60	0.60	0.60

6.4 SOLLECITAZIONI

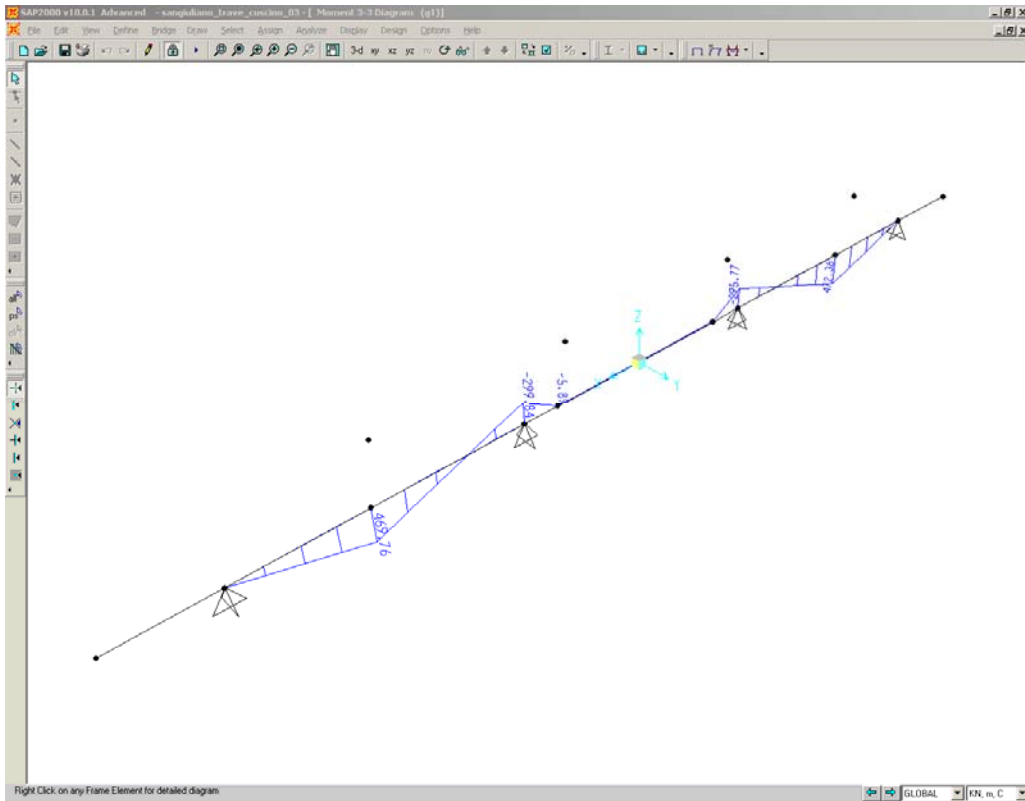
Si riportano di seguito le schermate delle sollecitazioni risultanti per l'involuppo delle combinazioni relative allo stato limite ultimo ed allo stato limite di salvaguardia della vita, necessarie per il dimensionamento dell'armatura a flessione e di quella a taglio.



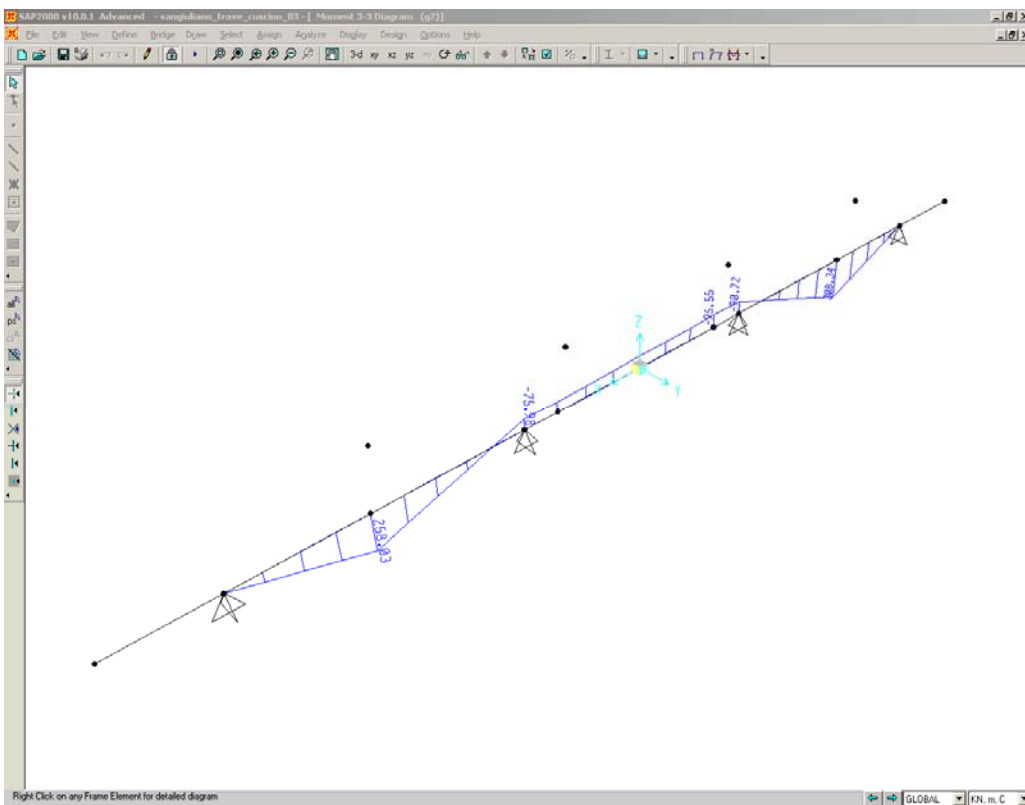
Peso Proprio Spalla



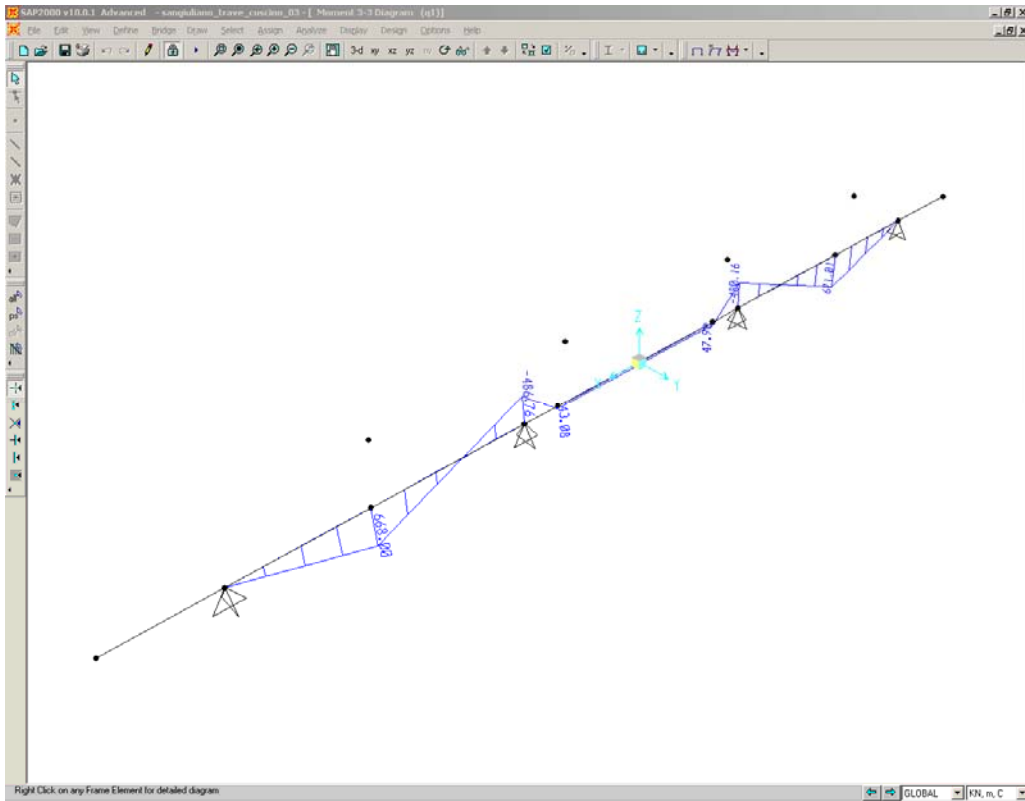
G parag (Peso proprio Paraghiaia)



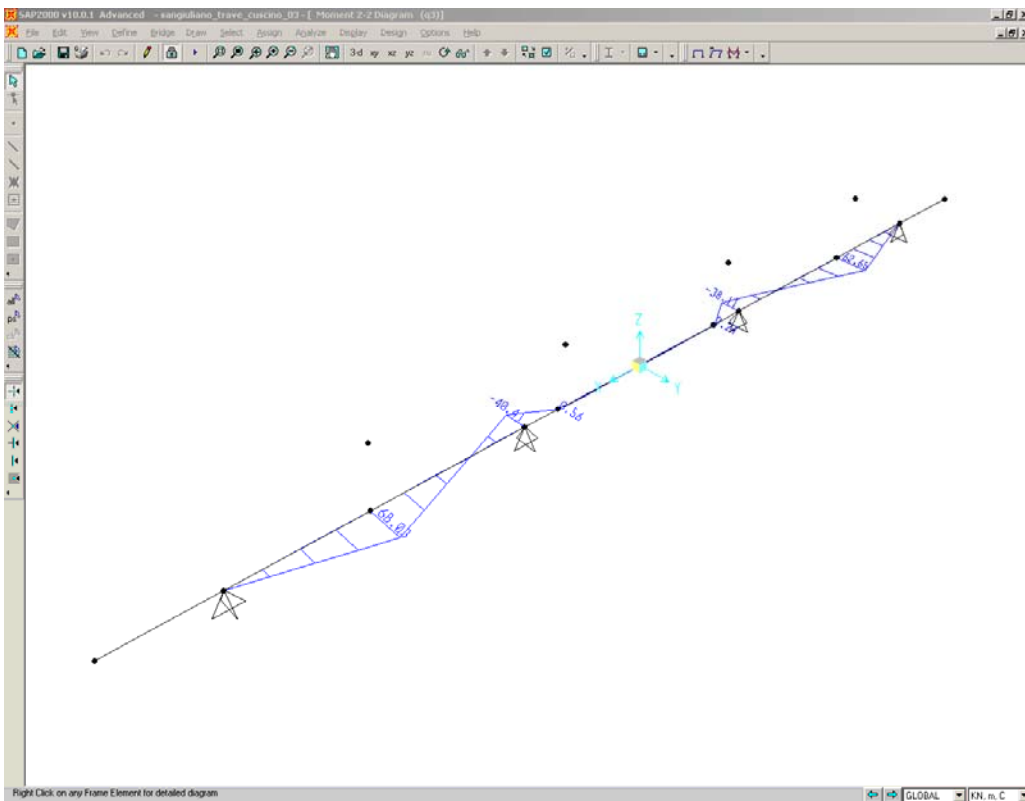
g1



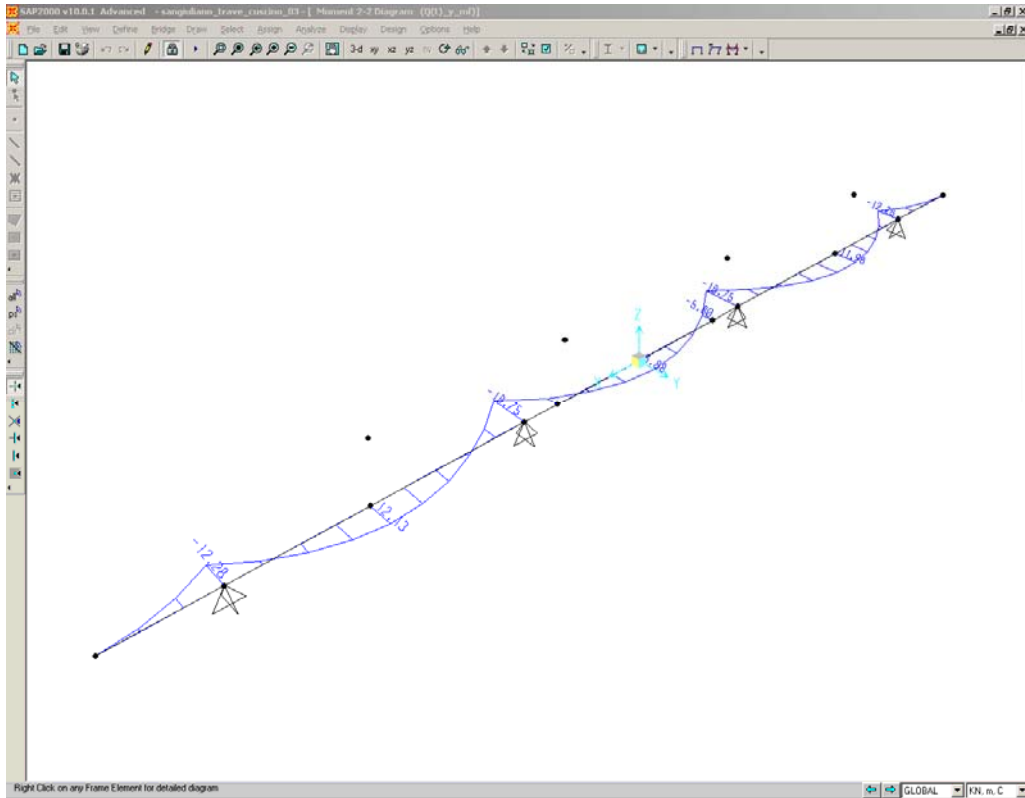
g2



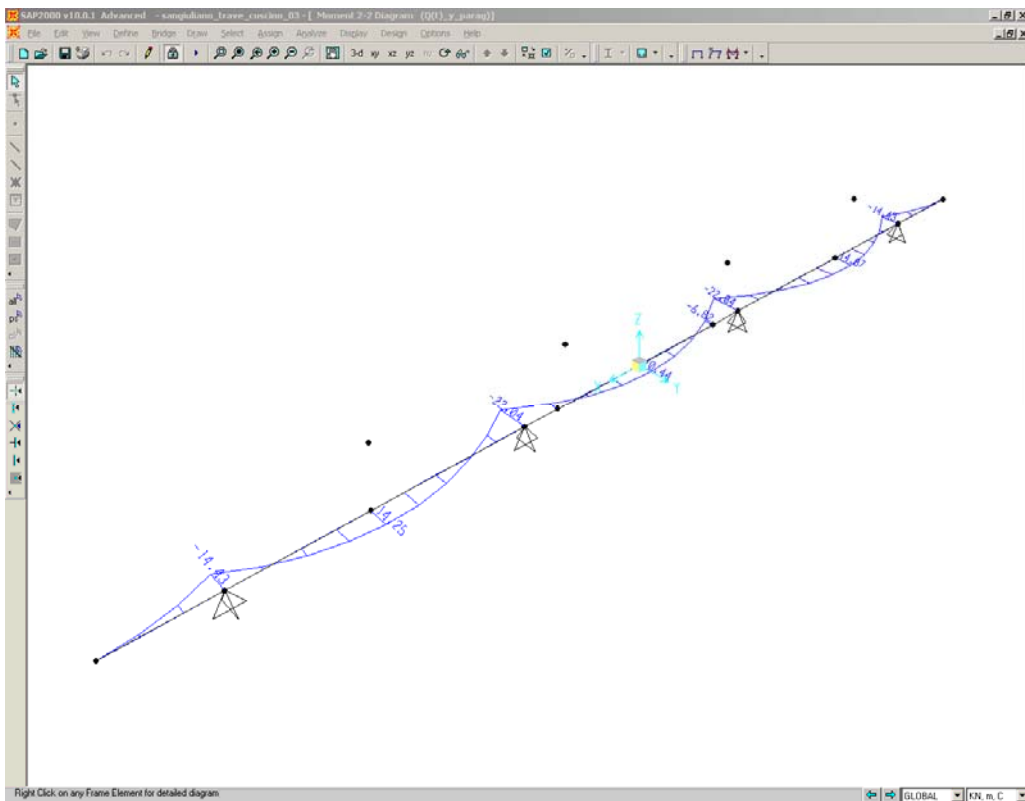
q1



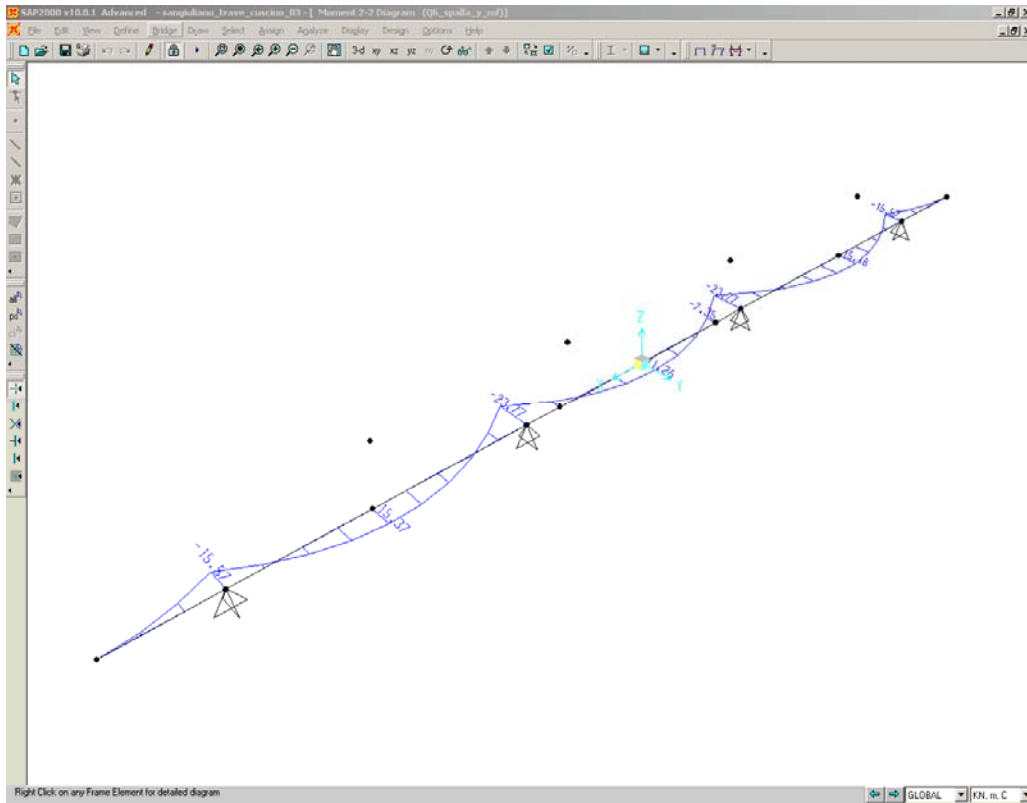
q3



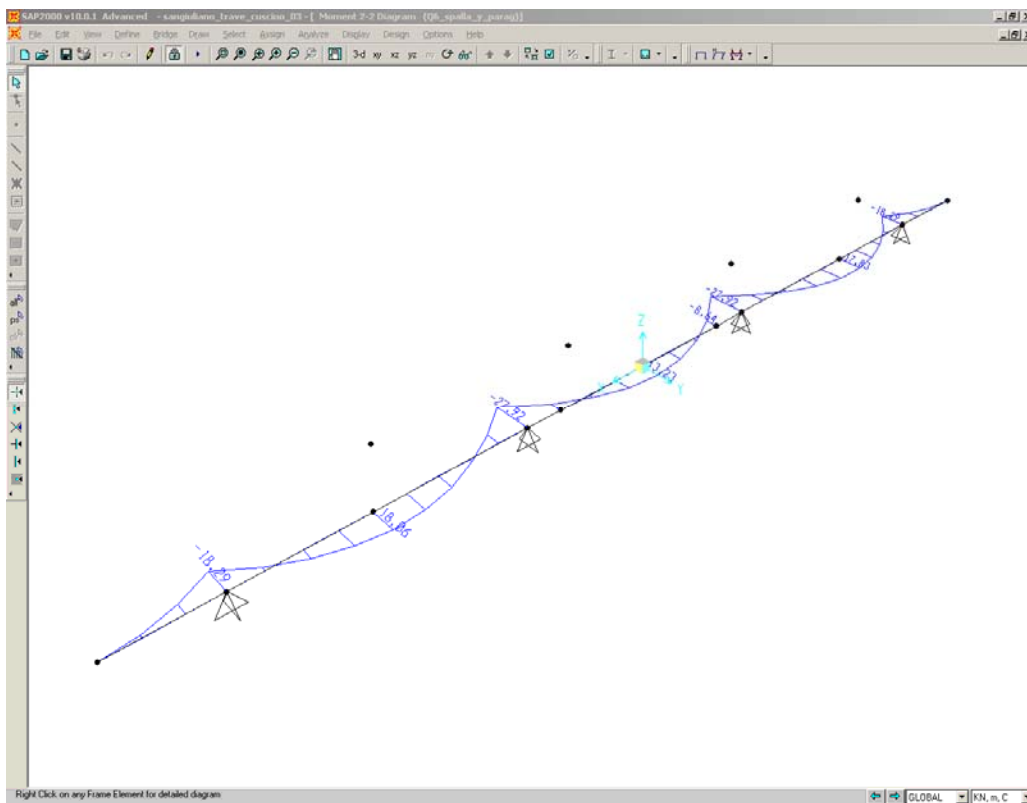
Q(t)y_MF



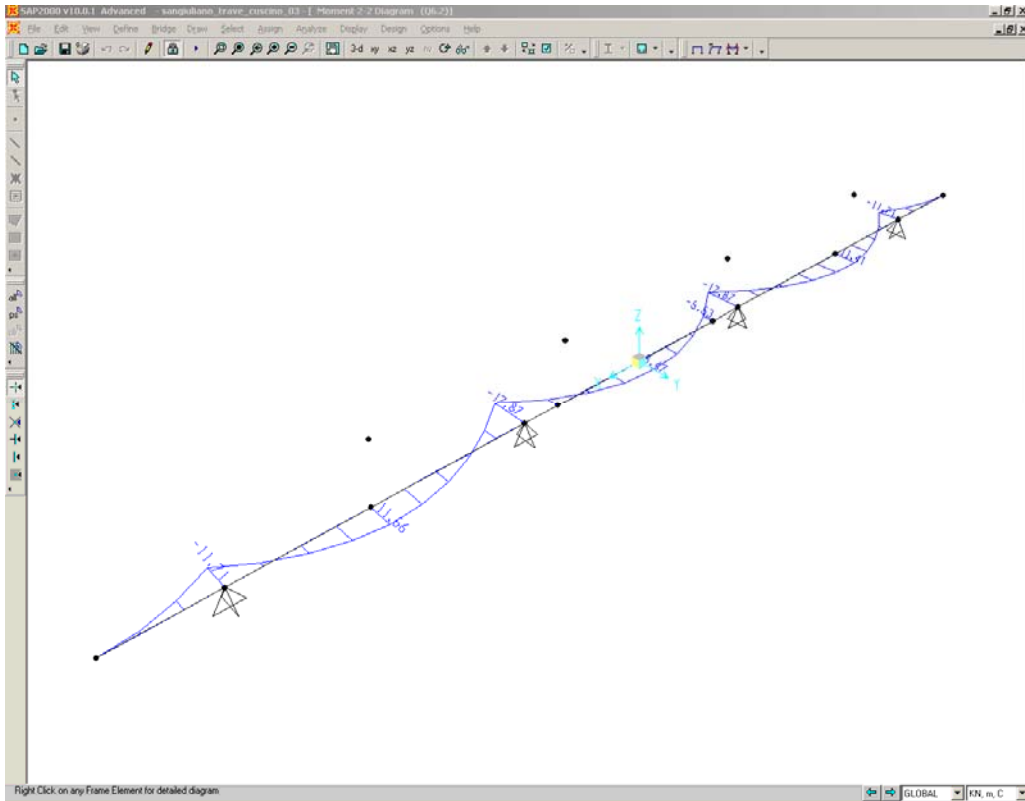
Q(t)y_PARAG



Q6 spalla_y_mf



Q6 spalla_y_parag



Q6.2

6.5 ARMATURA A FLESSIONE DEGLI ELEMENTI

Sulla base delle sollecitazioni ottenute è stata disposta la seguente armatura a flessione.

		Armatura Lato terra				Ferri		Armatura Lato viadotto					
		$A_{res,1}$ [cm ²]		$A_{res,2}$ [cm ²]	$A_{res,TOT}$ [cm ²]			$A_{res,1}$ [cm ²]		$A_{res,2}$ [cm ²]	$A_{res,TOT}$ [cm ²]		
trave	X	5 Φ 24	22.6	+	0 Φ 0	0.0	22.6	5 Φ 20	15.7	+	0 Φ 0	0.0	15.7
cuscino	X	5 Φ 18	12.7	+	0 Φ 0	0.0	12.7	5 Φ 18	12.7	+	0 Φ 0	0.0	12.7
muro fr.	Y	5 Φ 18	12.7	+	0 Φ 0	0.0	12.7	5 Φ 18	12.7	+	0 Φ 0	0.0	12.7
paragh.	Z	5 Φ 18	12.7	+	0 Φ 0	0.0	12.7	5 Φ 16	10.1	+	0 Φ 0	0.0	10.1

Per il plinto lato terra = superiore, lato fuori terra = inferiore

CORRIDOIO PLURIMODALE TIRRENICO-NORD EUROPA ITINERARIO AGRIGENTO -CALTANISSETTA-A19 S.S. N° 640 "DI PORTO EMPEDOCLE" AMMODERNAMENTO E ADEGUAMENTO ALLA CAT. B DEL D.M. 5.11.2001 Dal km 44+000 allo svincolo con l'A19 Progetto Esecutivo	Opera: Viadotto San Giuliano
	Relazione di Calcolo Spalle Carr. dx
	Pagina 61 di 69
	Nome file: VI04-B-CL008- A.00_relazione_calcolo_spalle_carr_dx.doc

6.6 VERIFICA DEGLI ELEMENTI COSTITUENTI LA SPALLA

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

Il momento ultimo viene determinato con il programma V.C.A.S.L.U.: si riporta di seguito la tabella riassuntiva dei momenti resistenti:

M_{Ed}^{terra}	VERIFICA A		PRESSOFLESSIONE		
	M_{Rd}^{terra}		M_{Ed}^{viad}	M_{Rd}^{viad}	
1537	1709	OK	1051	1190	OK
243	1211	OK	256	1211	OK
104	462	OK		366	OK

6.6.2 S.L.U. – Resistenza: taglio e torsione

Considerando la sezione della tra cuscino in questione, la verifica a taglio risulta soddisfatta se:

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

in cui:

V_{Ed} : taglio di calcolo

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

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

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

dove:

d : altezza utile della sezione

b_w : base equivalente della sezione

A_{sw} : area dell'armatura trasversale

CORRIDOIO PLURIMODALE TIRRENICO-NORD EUROPA ITINERARIO AGRIGENTO -CALTANISSETTA-A19 S.S. N° 640 "DI PORTO EMPEDOCLE" AMMODERNAMENTO E ADEGUAMENTO ALLA CAT. B DEL D.M. 5.11.2001 Dal km 44+000 allo svincolo con l'A19 Progetto Esecutivo	Opera: Viadotto San Giuliano
	Relazione di Calcolo Spalle Carr. dx
	Pagina 62 di 69
	Nome file: VI04-B-CL008- A.00_relazione_calcolo_spalle_carr_dx.doc

s : interasse tra due armature trasversali consecutive
 α_c : coefficiente maggiorativo per lo sforzo assiale
 $f_{cd}' = 0.5 \cdot f_{cd}$: resistenza a compressione ridotta del calcestruzzo d'anima

Verifica per elementi provvisti di armatura a taglio

θ	21.8	°	angolo inclinazione bielle compresse
$\text{ctg}\theta$	2.50		deve essere: $1 \leq \theta \leq 2.5$
α_c	1.00		
α	90	°	angolo inclinazione armatura trasversale
s	200	mm	passo staffe
\varnothing_{st}	14	mm	diametro staffe
n_{br}	4.0		numero bracci
A_{sw}	615.75	mm ²	armatura staffe
V_{Rsd}	5312.8	kN	resistenza a taglio lato acciaio
V_{Rcd}	10771.6	kN	resistenza a taglio lato cls
V_{Rd}	5312.8	kN	resistenza a taglio
check	2.64		se >1 verifica soddisfatta

Verifica a torsione

W	4.8216	m ²	area racchiusa dalla linea media della sezione
t	555.6	mm	spessore dell'anima della sezione cava
\varnothing_s	14	mm	diametro staffe per torsione
s	200	mm	interasse staffe a torsione
n_{br}	4		numero bracci staffe
A_s	615.75	mm ²	area staffe
\varnothing_l	20	mm	diametro ferri longitudinali
n_l	13		numero ferri longitudinali
A_l	10'563.61	mm ²	area ferri longitudinali
u_m	8.84	m	perimetro medio del nucleo resistente

Valori Massimi per progetto armatura

T_{Ed}	1382.0		momento torcente di calcolo
T_{Rcd}	13085.4	kNm	resistenza di calcolo calcestruzzo
T_{Rsd}	29043.4	kNm	resistenza di calcolo staffe
T_{Rld}	1803.6	kNm	resistenza di calcolo ferri longitudinali
T_{Rd}	1803.6	kNm	momento torcente resistente
check	1.31		se >1 verifica soddisfatta

Valori di combinazione dove il Taglio è massimo

T_{Ed}	1382.0	kNm	momento torcente di calcolo
T_{Rcd}	13085.4	kNm	resistenza di calcolo calcestruzzo
T_{Rsd}	29043.4	kNm	resistenza di calcolo staffe
T_{Rld}	1803.6	kNm	resistenza di calcolo ferri longitudinali
T_{Rd}	1803.6	kNm	momento torcente resistente
check	1.31		se >1 verifica soddisfatta

Verifica a taglio-torsione

check	0.29		se <1 verifica soddisfatta
-------	------	--	----------------------------

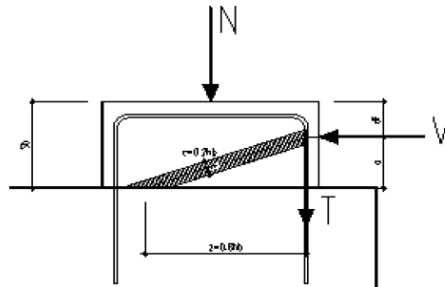
<p align="center">CORRIDOIO PLURIMODALE TIRRENICO-NORD EUROPA ITINERARIO AGRIGENTO -CALTANISSETTA-A19 S.S. N° 640 "DI PORTO EMPEDOCLE" AMMODERNAMENTO E ADEGUAMENTO ALLA CAT. B DEL D.M. 5.11.2001 Dal km 44+000 allo svincolo con l'A19 Progetto Esecutivo</p>	Opera: Viadotto San Giuliano
	Relazione di Calcolo Spalle Carr. dx
	Pagina 64 di 69
	Nome file: VI04-B-CL008- A.00_relazione_calcolo_spalle_carr_dx.doc

Caratteristiche sezione parzializzata															
Y ₁₁	=	214	214	75	75	83	83	214	214	75	75	83	83	mm	distanza asse neutro da lembo compresi
J ₁₁	=	2.9E+10	2.9E+10	3.1E+09	3.1E+09	2.7E+09	2.2E+09	2.9E+10	2.9E+10	3.1E+09	3.1E+09	2.7E+09	2.2E+09	mm ⁴	momento d'inerzia sezione parzializzata
S ₁₁	=	4.4E+06	4.4E+06	-3.8E+06	-3.8E+06	-3.0E+06	-3.3E+05	4.4E+06	4.4E+06	-3.8E+06	-3.8E+06	-3.0E+06	-3.3E+05	mm ³	momento statico sezione parzializzata
f(Y ₁₁)=0	=	-	-	-	-	8.2E+09	2.3E+09	-	-	-	-	7.6E+09	2.3E+09		
Tensioni nei materiali															
σ _c	=	-0.92	-1.47	-0.86	-0.49	-1.66	-0.42	-0.73	-1.25	-0.74	-0.49	-1.52	-0.42	MPa	tensione di compressione nel lembo più
σ _s	=	74.0	118.4	66.6	38.1	109.8	24.2	59.2	100.6	57.1	38.1	99.8	24.2	MPa	tensione dell'armatura tesa calcolata ne
Controllo della fessurazione															
M _{fess}	=	906	906	126	126	125	123	906	906	126	126	125	123	kNm	momento di fessurazione
M _{fess} / M	=	7.25	4.53	3.60	6.29	2.27	12.32	9.06	5.33	4.19	6.29	2.49	12.32		check1
Verifica a fessurazione senza il calcolo diretto															
W _{max}	=	0.30	0.30	0.30	0.30	0.30	0.30	0.20	0.20	0.20	0.20	0.20	0.20	mm	crack limit width
F _s	=	32	32	32	32	32	32	26	26	26	26	26	26	mm	σ _s 160 MPa
	=	26	26	26	26	26	26	16	16	16	16	16	16	mm	σ _s 200 MPa
	=	16	16	16	16	16	16	12	12	12	12	12	12	mm	σ _s 240 MPa
	=	12	12	12	12	12	12	8	8	8	8	8	8	mm	σ _s 280 MPa
	=	10	10	10	10	10	10	6	6	6	6	6	6	mm	σ _s 320 MPa
	=	8	8	8	8	8	8	5	5	5	5	5	5	mm	σ _s 360 MPa
a	=	300	300	300	300	300	300	200	200	200	200	200	200	mm	σ _s 160 MPa
	=	250	250	250	250	250	250	150	150	150	150	150	150	mm	σ _s 200 MPa
	=	200	200	200	200	200	200	100	100	100	100	100	100	mm	σ _s 240 MPa
	=	15	15	15	15	15	15	50	50	50	50	50	50	mm	σ _s 280 MPa
	=	100	100	100	100	100	100	0	0	0	0	0	0	mm	σ _s 320 MPa
	=	50	50	50	50	50	50	0	0	0	0	0	0	mm	σ _s 360 MPa
Ø _{max}	=	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	mm	di diametro massimo delle barre di armatu
σ _{s1}	=	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	MPa	limite di tensione max nell'acciaio dovut
SD _s	=	186	186	186	186	179	180	186	186	186	186	179	180	mm	spaziatura delle barre superiori
SD _i	=	186	186	186	186	180	179	186	186	186	186	180	179	mm	spaziatura delle barre inferiori
SD	=	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	mm	spaziatura massima delle barre
σ _{s2}	=	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	MPa	limite di tensione max nell'acciaio dovut
σ _{s,lim}	=	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	MPa	limite di tensione max nell'acciaio
σ _{s,lim} / σ _s	=	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-		check2
Calcolo dell'apertura delle fessure															
c	=	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	mm	ricoprimento armatura
h _{cl,eff}	=	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	mm	altezza dell'area di cls teso attorno all'a
h _{cb,eff}	=	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	mm	altezza dell'area di cls teso attorno all'a
A _{cl,eff}	=	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	mm ²	effective tension area
ρ _{eff}	=	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-		rapporto A _s /A _{cl,eff}
k ₁	=	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-		fattore che tiene conto della durata di a _r
E _s	=	210000	210000	210000	210000	210000	210000	210000	210000	210000	210000	210000	210000	MPa	modulo di elasticità dell'acciaio
d*	=	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	mm	
k ₁	=	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-		coeff che tiene conto delle proprietà di ε
E ₂	=	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-		massima deformazione di trazione all'es
E ₁	=	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-		minima deformazione di trazione all'estr
k ₂	=	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-		coeff che tiene conto della distribuzione
k ₃	=	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-		
k ₄	=	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-		
Δ _{s,max1}	=	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	mm	limite superiore per il calcolo della dista
Δ _{s,max2}	=	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	mm	limite superiore per il calcolo della dista
Δ _{s,ini}	=	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	mm	distanza massima tra le fessure
E _{sini} -E _{cm}	=	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-		differenza tra la deformazione media ne
W _k	=	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	mm	ampiezza delle fessure (valore caratteri
W _d	=	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	mm	ampiezza delle fessure (valore di calcol
		OK	OK	OK	OK	OK	OK	OK	OK	OK	OK	OK	OK		check3

CORRIDOIO PLURIMODALE TIRRENICO-NORD EUROPA ITINERARIO AGRIGENTO -CALTANISSETTA-A19 S.S. N° 640 "DI PORTO EMPEDOCLE" AMMODERNAMENTO E ADEGUAMENTO ALLA CAT. B DEL D.M. 5.11.2001 Dal km 44+000 allo svincolo con l'A19 Progetto Esecutivo	Opera: Viadotto San Giuliano
	Relazione di Calcolo Spalle Carr. dx
	Pagina 65 di 69
	Nome file: VI04-B-CL008- A.00_relazione_calcolo_spalle_carr_dx.doc

7 BAGGIOLI

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



Tale dimensionamento viene eseguito prendendo a riferimento la spalla A della carreggiata destra e due distinte condizioni di carico: la prima relativa alla massima azione verticale trasmessa dall'impalcato e corrispondente azione trasversale; la seconda relativa alla massima azione trasversale e corrispondente azione verticale.

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

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

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

in cui:

N = carico concentrato all'appoggio

b = larghezza del baggiolo

b₀ = larghezza dell'appoggio

RIEPILOGO Baggioli più sollecitati combinazione

	Nmax	Vmax
Fz	2816	2915
Vx	49	467
baggiolo	A2	A2

CORRIDOIO PLURIMODALE TIRRENICO-NORD EUROPA ITINERARIO AGRIGENTO -CALTANISSETTA-A19 S.S. N° 640 "DI PORTO EMPEDOCLE" AMMODERNAMENTO E ADEGUAMENTO ALLA CAT. B DEL D.M. 5.11.2001 Dal km 44+000 allo svincolo con l'A19 Progetto Esecutivo	Opera: Viadotto San Giuliano
	Relazione di Calcolo Spalle Carr. dx
	Pagina 66 di 69
	Nome file: VI04-B-CL008- A.00_relazione_calcolo_spalle_carr_dx.doc

Bridge Cap - Strut & Tie Model

Materiali

R_{ck}	=	30	30	MPa	resistenza caratteristica cilindrica
f_{ck}	=	25	24.90	MPa	resistenza caratteristica cubica
f_{cd}	=	14	14.1	MPa	resistenza di calcolo a compressione
f_{yd}	=	391	391.3	MPa	tensione di snervamento di calcolo
β_1	=	1.18	1.18		coefficiente per la resistenza del nodo compresso
β_2	=	1.00	1.00		coefficiente per la resistenza del nodo teso-compresso
β_3	=	0.88	0.88		coefficiente per la resistenza del nodo teso-compresso
$\sigma_{1Rd,max}$	=	17.64	17.64	MPa	resistenza a compressione per nodi compressi
$\sigma_{2Rd,max}$	=	14.95	14.95	MPa	resistenza a compressione per nodi compressi-tesi con tiranti ancorati disposti in una direzione
$\sigma_{3Rd,max}$	=	13.15	13.15	MPa	resistenza a compressione per nodi compressi-tesi con tiranti ancorati disposti in più di una direzione

Mensola

		A2	A2		
F_{Ed}	=	2816	2915	kN	azione verticale di calcolo appoggio
H_{Ed}	=	49	467	kN	azione orizzontale di calcolo appoggio

Geometria

b_1	=	900	900	mm	larghezza baggiolo
b_2	=	800	800	mm	lunghezza baggiolo
b_3	=	280	280	mm	altezza baggiolo
b_0	=	380	380	mm	larghezza appoggio
c	=	30	30	mm	copriferro
d	=	770	770	mm	altezza utile
z	=	616	616	mm	braccio della coppia interna
x_1	=	3.1	29.4	mm	larghezza biella compressa
y_1	=	123.2	123.2	mm	altezza biella compressa
a	=	281.5	294.7	mm	
α	=	0.43	0.45	rad	

Verifiche Puntone-Tirante

C	=	54	518	kN	risultante di compressione
T	=	22	224	kN	risultante di trazione
σ_c	=	0.24	2.34	MPa	tensione di compressione nel puntone
FS	=	72.44	7.55		
n	=	8	8		numero ferri superiore
\emptyset	=	14	14	mm	diametro armatura superiore
A_s	=	1231.5	1231.5	mm ²	area armatura superiore
σ_s	=	18.23	181.60	MPa	tensione di trazione nel tirante
FS	=	21.47	2.15		

Verifiche armatura a fenditura

T	=	493	510	kN	risultante forza di taglio
A_s	=	1260.0	1260.0	mm ²	armatura necessaria
s	=	200	200	mm	passo
n	=	2	2		numero ferri verticali
n	=	8	8		numero ferri orizzontali
\emptyset_w	=	14	14	mm	diametro staffe
A_{sw}	=	2463.0	2463.0	mm ²	armatura di progetto
FS	=	1.95	1.95		

CORRIDOIO PLURIMODALE TIRRENICO-NORD EUROPA ITINERARIO AGRIGENTO -CALTANISSETTA-A19 S.S. N° 640 "DI PORTO EMPEDOCLE" AMMODERNAMENTO E ADEGUAMENTO ALLA CAT. B DEL D.M. 5.11.2001 Dal km 44+000 allo svincolo con l'A19 Progetto Esecutivo	Opera: Viadotto San Giuliano
	Relazione di Calcolo Spalle Carr. dx
	Pagina 67 di 69
	Nome file: VI04-B-CL008- A.00_relazione_calcolo_spalle_carr_dx.doc

8 APPARECCHI DI APPOGGIO

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

A partire dal modello di calcolo globale della carreggiata sinistra sono state determinate le massime azioni verticali in fase di sisma (S.L.C.) e statica (S.L.U.) sui singoli isolatori per verificarne la loro portanza (come per il dimensionamento dei baggioli, anche in questo caso la carreggiata sinistra risulta quella dimensionante per via delle luci maggiori).

AZIONI sugli APPOGGI

Azioni trasmesse dall'impalcato									
Joint	OutputCase	Fx	Fy	Fz	Mx	My	Mz	appoggio	spalla
Text	Text	KN	KN	KN	KN-m	KN-m	KN-m		
1	G1+G2	0.0	0.0	783.2	0.0	0.0	0.0	U	
1	Q1	0.0	0.0	472.8	912.7	0.0	0.0		
1	Q5	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0		
1	Q7	23.5	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	F	spalla fissa
2	G1+G2	0.0	0.0	783.2	0.0	0.0	0.0		
2	Q1	0.0	0.0	472.8	912.7	0.0	0.0		
2	Q5	0.0	54.6	0.0	31.4	0.0	0.0	F	
2	Q7	23.5	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0		
3	G1+G2	0.0	0.0	783.2	0.0	0.0	0.0		
3	Q1	0.0	0.0	472.8	912.7	0.0	0.0	F	
3	Q5	0.0	54.6	0.0	31.4	0.0	0.0		
3	Q7	23.5	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0		
4	G1+G2	0.0	0.0	783.2	0.0	0.0	0.0	U	
4	Q1	0.0	0.0	472.8	912.7	0.0	0.0		
4	Q5	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0		
4	Q7	23.5	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	M	
5	G1+G2	0.0	0.0	739.9	0.0	0.0	0.0		
5	Q1	0.0	0.0	472.8	912.7	0.0	0.0		
5	Q5	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	M	
5	Q7	22.2	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0		
6	G1+G2	0.0	0.0	739.9	0.0	0.0	0.0		
6	Q1	0.0	0.0	472.8	912.7	0.0	0.0	U	spalla mobile
6	Q5	0.0	54.6	0.0	31.4	0.0	0.0		
6	Q7	22.2	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0		
7	G1+G2	0.0	0.0	739.9	0.0	0.0	0.0	U	
7	Q1	0.0	0.0	472.8	912.7	0.0	0.0		
7	Q5	0.0	54.6	0.0	31.4	0.0	0.0		
7	Q7	22.2	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	M	
8	G1+G2	0.0	0.0	739.9	0.0	0.0	0.0		
8	Q1	0.0	0.0	472.8	912.7	0.0	0.0		
8	Q5	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	M	
8	Q7	22.2	0.0	0.0	0.0	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 Progetto Esecutivo	Opera: Viadotto San Giuliano
	Relazione di Calcolo Spalle Carr. dx
	Pagina 68 di 69
	Nome file: VI04-B-CL008- A.00_relazione_calcolo_spalle_carr_dx.doc

Azione sismica

Joint	OutputCase	Fx	Fy	Fz	Mx	My	Mz	appoggio	spalla
Text	Text	KN	KN	KN	KN-m	KN-m	KN-m		
1	Q6	443.9	0.0	108.1	0.0	410.6	0.0	U	
2	Q6	443.9	374.8	108.1	346.7	410.6	0.0	F	spalla
3	Q6	443.9	374.8	108.1	346.7	410.6	0.0	F	fissa
4	Q6	443.9	0.0	108.1	0.0	410.6	0.0	U	
5	Q6	0.0	0.0	102.1	0.0	0.0	0.0	M	
6	Q6	0.0	387.6	102.1	358.5	0.0	0.0	U	spalla
7	Q6	0.0	387.6	102.1	358.5	0.0	0.0	U	mobile
8	Q6	0.0	0.0	102.1	0.0	0.0	0.0	M	

Azioni totali sugli appoggi (Combinazione sismica)

Joint	OutputCase	Fx	Fy	Fz	Mx	My	Mz	appoggio	spalla
Text	Text	KN	KN	KN	KN-m	KN-m	KN-m		
1	E	467.4	0.0	1756.2	0.0	0.0	0.0	U	
2	E	467.4	429.4	2915.0	0.0	0.0	0.0	F	spalla
3	E	467.4	442.1	2915.0	0.0	0.0	0.0	F	fissa
4	E	467.4	0.0	1756.2	0.0	0.0	0.0	U	
5	E	22.2	0.0	1585.2	0.0	0.0	0.0	M	
6	E	22.2	442.1	2512.5	0.0	0.0	0.0	U	spalla
7	E	22.2	442.1	2512.5	0.0	0.0	0.0	U	mobile
8	E	22.2	0.0	1585.2	0.0	0.0	0.0	M	
		467.4	442.1	2915.0					

Azioni totali sugli appoggi (Combinazione fondamentale)

Joint	OutputCase	Fx	Fy	Fz	Mx	My	Mz	appoggio	spalla
Text	Text	KN	KN	KN	KN-m	KN-m	KN-m		
1	SLU	31.7	0.0	2060.7	0.0	0.0	0.0	U	
2	SLU	31.7	49.1	2815.9	0.0	0.0	0.0	F	spalla
3	SLU	31.7	49.1	2815.9	0.0	0.0	0.0	F	fissa
4	SLU	31.7	0.0	2060.7	0.0	0.0	0.0	U	
5	SLU	30.0	0.0	2002.2	0.0	0.0	0.0	M	
6	SLU	30.0	49.1	2757.5	0.0	0.0	0.0	U	spalla
7	SLU	30.0	49.1	2762.5	0.0	0.0	0.0	U	mobile
8	SLU	30.0	0.0	2002.2	0.0	0.0	0.0	M	
		31.7	49.1	2815.9					

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

T	1.359	s	periodo fondamentale
S _e (I)	0.283	g	spettro elastico orizzontale in accelerazione
S _{De}	0.1301	m	spettro elastico orizzontale in spostamento
μ _d	1		
d _{Q6}	0.1301	m	spostamento longitudinale dell'impalcato dovuto al sisma
d _{E2}	0.0090	m	dilatazione dell'impalcato dovuto al ritiro
d _{E3}	0.0036	m	dilatazione dell'impalcato dovuto all'effetto termico
d _{E,tot}	0.1409	m	spostamento longitudinale totale dell'impalcato
d _{giunto}	0.2819	m	escursione del giunto