

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 Salso

Relazione di calcolo Spalle - Carreggiata DX

Codice Unico Progetto (CUP) : F91B09000070001

Codice Elaborato:

PA12_09 - E 1 5 9 V I 2 1 5 V I 1 5 B C L 0 1 3 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 Salso
	Relazione di Calcolo Spalle Carr. Dx
	Pagina 1 di 112
	Nome file: V115-B-CL013-A.01_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	9
2.3	RIEPILOGO SOLLECITAZIONI RISPETTO A BARICENTRO PALI	12
2.4	COMBINAZIONI DI CARICO	12
2.5	SOLLECITAZIONI SULLA PALIFICATA	13
3	ANALISI DELLA PALIFICATA DELLA SPALLA B	16
3.1	AZIONI TRASMESSE DALL'IMPALCATO	18
3.2	AZIONI TRASMESSE DALLA SPALLA	18
3.3	RIEPILOGO SOLLECITAZIONI RISPETTO A BARICENTRO PALI	21
3.4	COMBINAZIONI DI CARICO	21
3.5	SOLLECITAZIONI SULLA PALIFICATA	22
4	ANALISI DELLA PALIFICATA DELLA SPALLA C	25
4.1	AZIONI TRASMESSE DALL'IMPALCATO	27
4.2	AZIONI TRASMESSE DALLA SPALLA	27
4.3	RIEPILOGO SOLLECITAZIONI RISPETTO A BARICENTRO PALI	30
4.4	COMBINAZIONI DI CARICO	30
4.5	SOLLECITAZIONI SULLA PALIFICATA	31
5	VERIFICA DEI PALI DI FONDAZIONE SPALLA A	34
5.1	VERIFICHE STRUTTURALI	34
5.1.1	<i>S.L.U. – Resistenza: presso-flessione</i>	35
5.1.2	<i>S.L.U. – Resistenza: taglio</i>	36
5.1.3	<i>S.L.E. – Fessurazione</i>	37
5.1.4	<i>S.L.E. – Limitazione delle tensioni</i>	39
5.2	VERIFICHE GEOTECNICHE DEI PALI	40
5.2.1	<i>S.L.U. – Verifica a carico limite verticale</i>	40
5.2.2	<i>S.L.U. – Verifica a carico limite orizzontale</i>	43
6	VERIFICA DEI PALI DI FONDAZIONE SPALLA B	44
6.1	VERIFICHE STRUTTURALI	44
6.1.1	<i>S.L.U. – Resistenza: presso-flessione</i>	45
6.1.2	<i>S.L.U. – Resistenza: taglio</i>	46
6.1.3	<i>S.L.E. – Fessurazione</i>	47
6.1.4	<i>S.L.E. – Limitazione delle tensioni</i>	49
6.2	VERIFICHE GEOTECNICHE DEI PALI	50
6.2.1	<i>S.L.U. – Verifica a carico limite verticale</i>	50
6.2.2	<i>S.L.U. – Verifica a carico limite orizzontale</i>	53
7	VERIFICA DEI PALI DI FONDAZIONE SPALLA C	54
7.1	VERIFICHE STRUTTURALI	54
7.1.1	<i>S.L.U. – Resistenza: presso-flessione</i>	55
7.1.2	<i>S.L.U. – Resistenza: taglio</i>	56

CORRIDOIO PLURIMODALE TIRRENICO-NORD EUROPA ITINERARIO AGRIGENTO -CALTANISSETTA-A19 S.S. N° 640 "DI PORTO EMPEDOCLE" AMMODERNAMENTO E ADEGUAMENTO ALLA CAT. B DEL D.M. 5.11.2001 Dal km 44+000 allo svincolo con l'A19 Progetto Esecutivo	Opera: Viadotto Salso
	Relazione di Calcolo Spalle Carr. Dx
	Pagina 2 di 112
	Nome file: V115-B-CL013-A.01_relazione_calcolo_spalle_carr_dx.doc

7.1.3	S.L.E. – Fessurazione.....	58
7.1.4	S.L.E. – Limitazione delle tensioni.....	59
7.2	VERIFICHE GEOTECNICHE DEI PALI.....	60
7.2.1	S.L.U. – Verifica a carico limite verticale.....	60
7.2.2	S.L.U. – Verifica a carico limite orizzontale.....	63
8	ANALISI STRUTTURALE DELLA SPALLA A.....	64
8.1	DESCRIZIONE DEL MODELLO DI CALCOLO.....	65
8.2	ANALISI DEI CARICHI.....	65
8.3	COMBINAZIONI DI CARICO.....	66
8.4	SOLLECITAZIONI.....	67
8.5	ARMATURA A FLESSIONE DEGLI ELEMENTI.....	74
8.6	VERIFICA DEGLI ELEMENTI COSTITUENTI LA SPALLA.....	74
8.6.1	S.L.U. – Resistenza: presso-flessione.....	74
8.6.2	S.L.U. – Resistenza: taglio.....	75
8.6.3	S.L.E. – Fessurazione.....	76
9	ANALISI STRUTTURALE DELLA SPALLA B.....	79
9.1	DESCRIZIONE DEL MODELLO DI CALCOLO.....	79
9.2	ANALISI DEI CARICHI.....	80
9.3	COMBINAZIONI DI CARICO.....	80
9.4	SOLLECITAZIONI.....	81
9.5	ARMATURA A FLESSIONE DEGLI ELEMENTI.....	88
9.6	VERIFICA DEGLI ELEMENTI COSTITUENTI LA SPALLA.....	88
9.6.1	S.L.U. – Resistenza: presso-flessione.....	88
9.6.2	S.L.U. – Resistenza: taglio.....	89
9.6.3	S.L.E. – Fessurazione.....	90
10	ANALISI STRUTTURALE DELLA SPALLA C.....	93
10.1	DESCRIZIONE DEL MODELLO DI CALCOLO.....	93
10.2	ANALISI DEI CARICHI.....	94
10.3	COMBINAZIONI DI CARICO.....	94
10.4	SOLLECITAZIONI.....	95
10.5	ARMATURA A FLESSIONE DEGLI ELEMENTI.....	102
10.6	VERIFICA DEGLI ELEMENTI COSTITUENTI LA SPALLA.....	102
10.6.1	S.L.U. – Resistenza: presso-flessione.....	102
10.6.2	S.L.U. – Resistenza: taglio.....	103
10.6.3	S.L.E. – Fessurazione.....	104
11	BAGGIOLI.....	108
12	DISPOSITIVI ANTISISMICI.....	110

CORRIDOIO PLURIMODALE TIRRENICO-NORD EUROPA ITINERARIO AGRIGENTO -CALTANISSETTA-A19 S.S. N° 640 "DI PORTO EMPEDOCLE" AMMODERNAMENTO E ADEGUAMENTO ALLA CAT. B DEL D.M. 5.11.2001 Dal km 44+000 allo svincolo con l'A19 Progetto Esecutivo	Opera: Viadotto Salso
	Relazione di Calcolo Spalle Carr. Dx
	Pagina 3 di 112
	Nome file: V115-B-CL013-A.01_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 Salso, 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: XD3;
- zattere spalle: XD3;
- 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 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

CORRIDOIO PLURIMODALE TIRRENICO-NORD EUROPA ITINERARIO AGRIGENTO -CALTANISSETTA-A19 S.S. N° 640 "DI PORTO EMPEDOCLE" AMMODERNAMENTO E ADEGUAMENTO ALLA CAT. B DEL D.M. 5.11.2001 Dal km 44+000 allo svincolo con l'A19 Progetto Esecutivo	Opera: Viadotto Salso
	Relazione di Calcolo Spalle Carr. Dx
	Pagina 4 di 112
	Nome file: V115-B-CL013-A.01_relazione_calcolo_spalle_carr_dx.doc

ZATTERA SPALLE C35/45

R_{ck}	=	45	MPa	resistenza caratteristica cubica
f_{ck}	=	37.35	MPa	resistenza caratteristica cilindrica
f_{ckj}	=	31.00	MPa	resistenza caratteristica cilindrica a j giorni
f_{cm}	=	45.35	MPa	resistenza cilindrica media
f_{ctm}	=	3.35	MPa	resistenza media a trazione semplice
f_{ctk}	=	4.36	MPa	resistenza caratteristica a trazione semplice
f_{cfm}	=	4.02	MPa	resistenza media a trazione per flessione
E_{cm}	=	34625	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}	=	21.17	MPa	resistenza di calcolo a compressione
f_{ctd}	=	2.91	MPa	resistenza di calcolo a trazione

Classe di consistenza S3-S4.

Rapporto A/C = 0,6

ELEVAZIONE SPALLE 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 Salso
	Relazione di Calcolo Spalle Carr. Dx
	Pagina 5 di 112
	Nome file: V115-B-CL013-A.01_relazione_calcolo_spalle_carr_dx.doc

BAGGIOLI C35/45

R_{ck}	=	45 MPa	resistenza caratteristica cubica
f_{ck}	=	37.35 MPa	resistenza caratteristica cilindrica
f_{ckj}	=	31.00 MPa	resistenza caratteristica cilindrica a j giorni
f_{cm}	=	45.35 MPa	resistenza cilindrica media
f_{ctm}	=	3.35 MPa	resistenza media a trazione semplice
f_{ctk}	=	4.36 MPa	resistenza caratteristica a trazione semplice
f_{cfm}	=	4.02 MPa	resistenza media a trazione per flessione
E_{cm}	=	34625 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}	=	21.17 MPa	resistenza di calcolo a compressione
f_{ctd}	=	2.91 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 Salso
	Relazione di Calcolo Spalle Carr. Dx
	Pagina 6 di 112
	Nome file: V115-B-CL013-A.01_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:

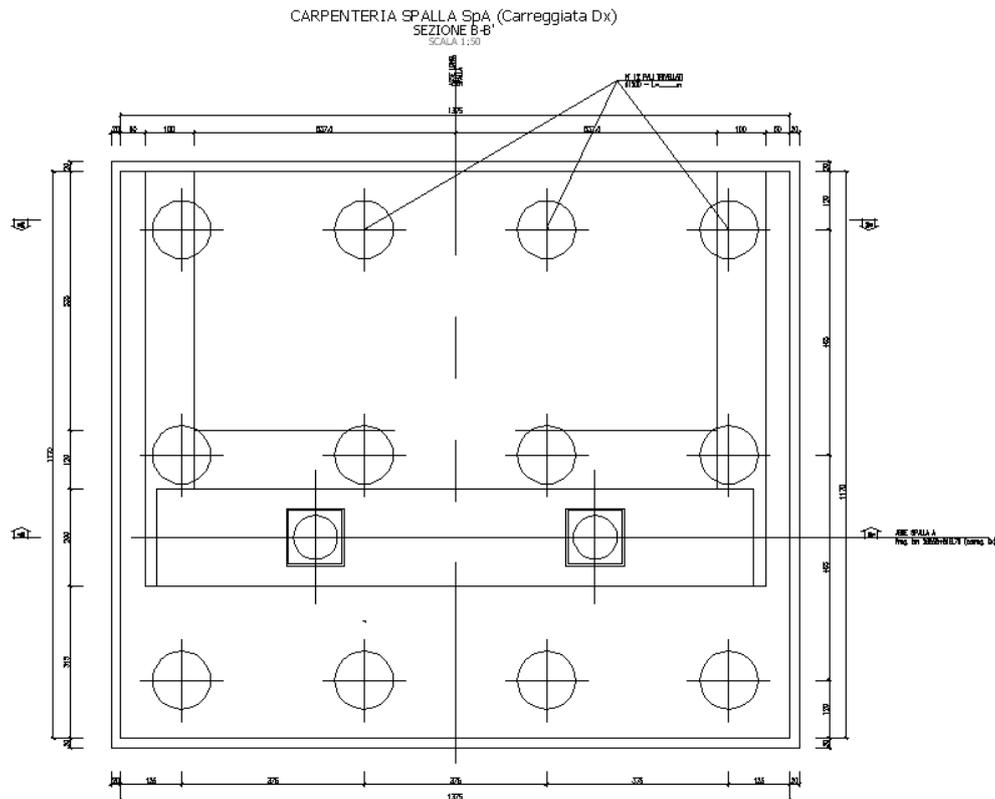
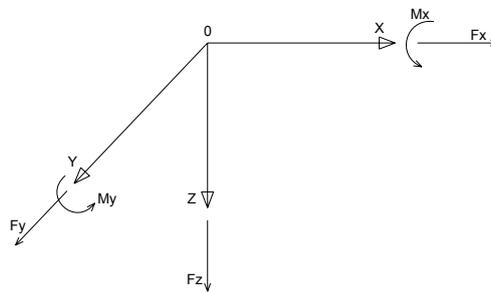
- D.M. 14 gennaio 2008: Nuove norme tecniche per le costruzioni (indicate nel prosieguo "NTC")
- Circolare n.617 Istruzioni per l'applicazione delle "Nuove norme tecniche per le costruzioni"
- UNI EN 1990: Basi della progettazione strutturale
- UNI EN 1991-1-4: Azioni sulle strutture – Azione del vento
- 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

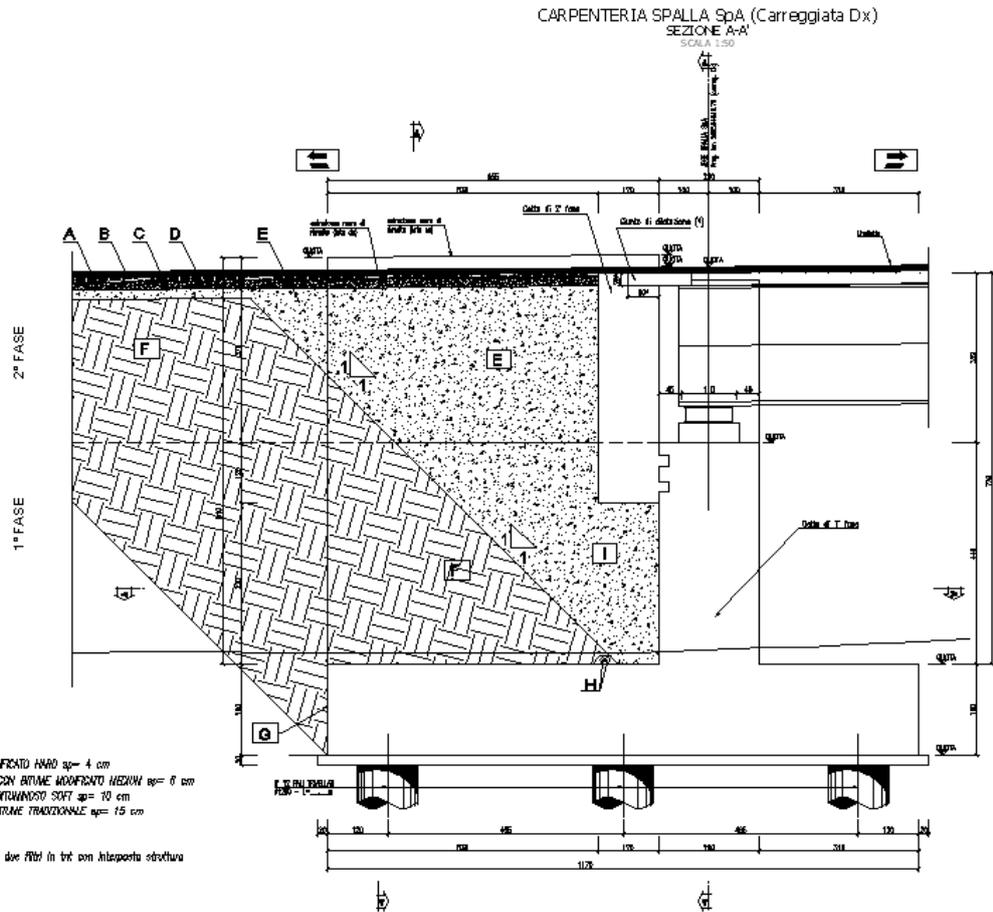
2 ANALISI DELLA PALIFICATA DELLA SPALLA A

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.





Geometrie Spalla

	n.	Bx	By	Bz,min	Bz,max	V	X	Y	Z
	[-]	[m]	[m]	[m]	[m]	[m ³]	[m]	[m]	[m]
plinto di fondazione	1	11.70	13.75	1.80	-	289.6	5.85	0.00	-0.90
muro frontale	1	2.00	12.75	4.40	-	112.2	7.55	0.00	-4.00
muro paraghiaia	1	1.20	12.75	4.60	-	70.4	5.95	0.00	-7.30
muro laterale sx	1	6.55	1.00	8.05	-	52.7	3.28	5.88	-5.83
muro laterale dx	1	6.55	1.00	8.05	-	52.7	3.28	-5.88	-5.83
bandiera sx	0	3.00	1.50	2.00	3	0.00	-1.40	5.63	-8.58
bandiera dx	0	1.00	1.00	1.00	1	0.00	-0.50	-5.88	-9.35
baggioli	2	1.10	1.10	0.40	-	0.97	7.55	0.00	-6.40
apparecchi di appoggio	2	0.90	0.90	0.35	-	0.57	7.55	0.00	-6.78
elemento 1	0	5.40	0.60	4.40	-	0.00	4.55	4.75	-7.90
elemento 2	0	5.40	0.60	4.40	-	0.00	4.55	-4.75	-7.90

CORRIDOIO PLURIMODALE TIRRENICO-NORD EUROPA ITINERARIO AGRIGENTO -CALTANISSETTA-A19 S.S. N° 640 "DI PORTO EMPEDOCLE" AMMODERNAMENTO E ADEGUAMENTO ALLA CAT. B DEL D.M. 5.11.2001 Dal km 44+000 allo svincolo con l'A19 Progetto Esecutivo	Opera: Viadotto Salso
	Relazione di Calcolo Spalle Carr. Dx
	Pagina 9 di 112
	Nome file: V115-B-CL013-A.01_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	=	7.55 m	coordinata x
y	=	0.00 m	coordinata y
z	=	-6.78 m	coordinata z

	Fx	Fy	Fz	Mx	My	
	[kN]	[kN]	[kN]	[kNm]	[kNm]	
g1	58	8	2103	53	58	peso proprio impalcato
g2	17	2	647	93	17	permanenti portati
e2	68	3	-174	35	68	ritiro
e3.6	238	8	205	54	238	temperatura - massima azione verticale
e3.8	719	18	-144	16	719	temperatura - massima azione trasversale
q1.1	27	9	2253	1030	21	carico mobile - configurazione 1 (massima azione verticale)
q1.2	15	1	1582	5321	2	carico mobile - configurazione 2 (massimo momento trasversale)
q3	36	1	-2	2	36	frenatura
q4	13	0	-1	1	13	azione centrifuga
q5	67	219	6	750	67	azione del vento trasversale
q6.1x	982	129	-63	425	982	sisma longitudinale
q6.1y	318	333	-30	1132	318	sisma trasversale
q6.1z	296	103	-77	348	296	sisma verticale
q7	28	0	0	0	0	azione parassita dei vincoli

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 kN/m ³	peso specifico calcestruzzo
g1.1	=	7239.4 kN	plinto di fondazione
g1.2	=	2805.0 kN	muro frontale
g1.3	=	1759.5 kN	muro paraghiaia
g1.4	=	1318.2 kN	muro laterale sx
g1.5	=	1318.2 kN	muro laterale dx
g1.6	=	0.0 kN	bandiera sx
g1.7	=	0.0 kN	bandiera dx
g1.8	=	24.2 kN	baggioli
g1.9	=	10.3 kN	apparecchi di appoggio
g1.10	=	0.0 kN	elemento 1
g1.11	=	0.0 kN	elemento 2
Fz	=	14474.7 kN	azione verticale
x	=	5.73 m	coordinata x punto di applicazione
y	=	0.00 m	coordinata y punto di applicazione
z	=	-3.19 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 Salso
	Relazione di Calcolo Spalle Carr. Dx
	Pagina 10 di 112
	Nome file: V115-B-CL013-A.01_relazione_calcolo_spalle_carr_dx.doc

Peso terreno su fondazione (g2)

γ_t	=	18 kN/m ³	peso dell'unità di volume del terreno
V	=	619.5 m ³	volume di terreno sopra fondazione
Fz	=	11151.9 kN	peso del terreno
x	=	3.28 m	coordinata x punto di applicazione
y	=	0.00 m	coordinata y punto di applicazione
z	=	-5.83 m	coordinata z punto di applicazione

Spinta del terreno (g3)

		intradosso base muro			
		plinto	frontale		
γ	=	18	18	kN/m ³	peso dell'unità di volume del terreno
ϕ	=	35	35	°	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	=	10.80	9	m	altezza di spinta terreno (rispetto a intradosso plinto)
B	=	12.75	12.75	m	larghezza trasversale interessata dalla spinta (y-y)
Fx	=	5707.4	3963.5	kN	spinta del terreno
x	=	0.00	6.55	m	coordinata x punto di applicazione
y	=	0.00	0	m	coordinata y punto di applicazione
z	=	-3.60	-4.80	m	coordinata z punto di applicazione

Effetti del sovraccarico stradale sul rilevato (q1.t)

		intradosso base muro			
		plinto	frontale		
Incremento di spinta					
q	=	20.00	20.00	kPa	sovraccarico stradale
ϕ	=	35	35	°	angolo di attrito del terreno
K	=	0.426	0.426		coefficiente di spinta
H	=	10.80	9.00	m	altezza di spinta terreno
B	=	12.75	12.75	m	larghezza trasversale interessata dalla spinta (y-y)
Fx	=	1174.4	978.6	kN	spinta del terreno per effetto del sovraccarico
x	=	0.00	6.55	m	coordinata x punto di applicazione
y	=	0.00	0	m	coordinata y punto di applicazione
z	=	-5.40	-6.30	m	coordinata z punto di applicazione
Incremento di azione verticale					
Bx	=	6.55	-	m	lunghezza del plinto interessata dal sovraccarico
Fz	=	1670.3	-	kN	risultante verticale sovraccarico
x	=	3.28	-	m	coordinata x punto di applicazione
y	=	0.00	-	m	coordinata y punto di applicazione
z	=	-1.80	-	m	coordinata z punto di applicazione

CORRIDOIO PLURIMODALE TIRRENICO-NORD EUROPA ITINERARIO AGRIGENTO -CALTANISSETTA-A19 S.S. N° 640 "DI PORTO EMPEDOCLE" AMMODERNAMENTO E ADEGUAMENTO ALLA CAT. B DEL D.M. 5.11.2001 Dal km 44+000 allo svincolo con l'A19 Progetto Esecutivo	Opera: Viadotto Salso
	Relazione di Calcolo Spalle Carr. Dx
	Pagina 11 di 112
	Nome file: V115-B-CL013-A.01_relazione_calcolo_spalle_carr_dx.doc

Azioni sismiche (q6)

parametri sismici

a_g	=	0.098 g	accelerazione di picco
S_s	=	1.50	coefficiente di amplificazione stratigrafica
S_T	=	1.00	coefficiente di amplificazione topografica
S	=	1.50	
β_m	=	1.00	coefficiente di riduzione dell'accelerazione massima
a_{max}	=	0.147 g	accelerazione massima
K_h	=	0.147	coefficiente sismico orizzontale
K_v	=	0.074	coefficiente sismico verticale

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

Ipotesi di struttura rigida

		intradosso base muro			
		plinto	frontale		
γ	=	18	18	kN/m ³	peso dell'unità di volume del terreno
H	=	10.80	9.00	m	altezza di spinta terreno
B	=	12.75	12.75	m	larghezza trasversale interessata dalla spinta (y-y)
ΔP		3935.0	2732.7		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'orizz della parete del muro rivolta a
β	=	0	0	°	angolo di inclinazione rispetto all'orizz della superficie del terrapieno
δ	=	0	0	°	angolo di resistenza a taglio tra terreno-muro
θ	=	7.80	7.80	°	angolo definito per livello di falda al di sotto dell'opera di sostegno
K1	=	0.636	0.636		coefficiente di spinta del terreno (statico + dinamico) per $\beta < \phi - \psi$
K2	=	0.806	0.806		coefficiente di spinta del terreno (statico + dinamico) per $\beta > \phi - \psi$
K	=	0.636	0.636		coefficiente di spinta del terreno (statico + dinamico) effettivo
Ed	=	9138	6346	kN	spinta terreno in fase sismica (Mononobe-Okabe)
ΔS	=	3430.4	2382.2	kN	incremento di spinta in fase sismica (ipotesi struttura flessibile)
Valore adottato					
ΔP	=	3935.0	2732.7	kN	incremento di spinta terreno in fase sismica
x	=	0.00	6.55	m	coordinata x punto di applicazione
y	=	0.00	0.00	m	coordinata y punto di applicazione
z	=	-5.40	-6.30	m	coordinata z punto di applicazione

Forze d'inerzia (q6.2)

	forza d'inerzia	coord x p.to di applicaz	coord y p.to di applicaz	coord z p.to di applicaz
	Fi	x	y	z
plinto	1064	5.85	0.00	-0.90
muro frontale	412	7.55	0.00	-4.00
paraghiaia	259	5.95	0.00	-7.30
muro laterale sx	194	3.28	5.88	-5.83
muro laterale dx	194	3.28	-5.88	-5.83
bandiera sx	0	-1.40	5.63	-8.58
bandiera dx	0	-0.50	-5.88	-9.35
baggioli	4	7.55	0.00	-6.40
apparecchi di appoggio	2	7.55	0.00	-6.78
elemento 1	0	4.55	4.75	-7.90
elemento 2	0	4.55	-4.75	-7.90
terreno su plinto	1639	3.28	0.00	-5.83
risultante intradosso plinto	3767	4.66	0.00	-4.34
risultante base muro frontale	1062	5.60	0.00	-5.48

<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 Salso
	Relazione di Calcolo Spalle Carr. Dx
	Pagina 13 di 112
	Nome file: V115-B-CL013-A.01_relazione_calcolo_spalle_carr_dx.doc

	S.L.U.								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	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	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	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	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	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	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	-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	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	0	0	0	0	0	0	0	0	0
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	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	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	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	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	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	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	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	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	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	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	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	0.60	0.60	0.60	0.60	0.60

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

	SLU												q3			
Fx	9767	10113	9645	9991	9751	10096	9629	9975	9415	9761	9293	9639	9403	9749	9281	9627
Fy	234	241	-161	-154	222	229	-172	-165	232	239	-163	-156	223	230	-171	-164
Fz	43549	43298	43538	43287	42643	42392	42632	42381	42223	41972	42211	41961	41543	41292	41532	41281
Mx	3926	3947	-95	-74	9641	9662	5620	5641	3568	3589	-453	-432	7854	7875	3833	3854
My	-3497	-5068	-2777	-4348	-1871	-3443	-1151	-2722	-1766	-3337	-1045	-2617	-546	-2118	174	-1398

	SLU												q5			
Fx	9381	9727	9260	9606	9369	9715	9248	9594	9402	9748	9199	9545	9389	9735	9187	9533
Fy	231	238	-163	-156	223	230	-172	-165	362	369	-295	-288	353	360	-304	-297
Fz	42224	41973	42213	41962	41544	41294	41533	41282	42229	41978	42210	41959	41549	41298	41530	41280
Mx	3563	3584	-458	-437	7849	7870	3828	3849	4898	4919	-1804	-1783	9184	9205	2483	2504
My	-1575	-3146	-855	-2426	-356	-1927	364	-1207	-1700	-3272	-500	-2071	-481	-2052	719	-852

CORRIDOIO PLURIMODALE TIRRENICO-NORD EUROPA ITINERARIO AGRIGENTO -CALTANISSETTA-A19 S.S. N° 640 "DI PORTO EMPEDOCLE" AMMODERNAMENTO E ADEGUAMENTO ALLA CAT. B DEL D.M. 5.11.2001 Dal km 44+000 allo svincolo con l'A19 Progetto Esecutivo	Opera: Viadotto Salso
	Relazione di Calcolo Spalle Carr. Dx
	Pagina 14 di 112
	Nome file: VI15-B-CL013-A.01_relazione_calcolo_spalle_carr_dx.doc

	S.L.U.								q6.x		S.L.V.		q6.z	
	e3										q6.y			
Fx	9476	10052	9354	9931	9463	10040	9342	9919	14670	14910	6303	6544	6282	6522
Fy	235	246	-160	-148	226	238	-168	-157	147	152	4118	4123	120	125
Fz	42323	41905	42312	41894	41644	41226	41632	41214	28242	28067	28275	28100	30112	29938
Mx	3611	3646	-410	-375	7897	7932	3876	3911	1631	1646	20053	20067	1372	1387
My	-2288	-4907	-1568	-4186	-1069	-3688	-348	-2967	-39377	-40469	1988	897	4431	3340

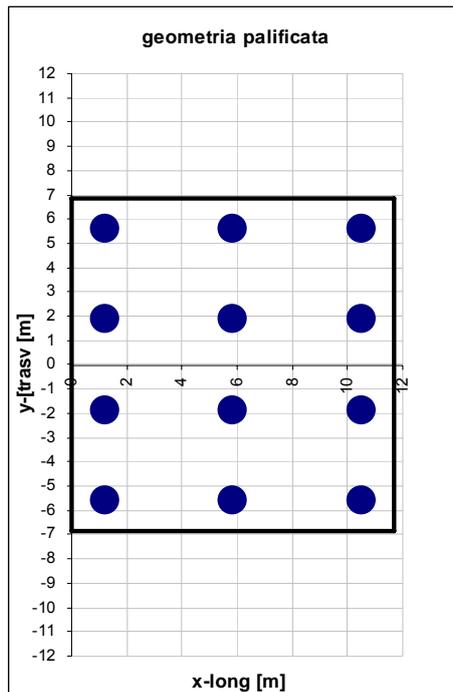
	S.L.E.								S.L.freq		S.L.qp			
	S.L.car													
Fx	6951	7240	6870	7159	6919	7208	6838	7127	6924	7213	6897	7186	6892	7181
Fy	157	163	-106	-100	150	155	-113	-107	69	75	-18	-12	62	68
Fz	31272	31063	31264	31055	28396	28187	28388	28179	31269	31060	31267	31058	28393	28184
Mx	2500	2517	-181	-163	-2313	-2296	-4994	-4977	1606	1624	713	730	-3207	-3190
My	-1168	-2478	-688	-1998	3920	2610	4400	3091	-1008	-2318	-848	-2158	4080	2771

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	Xp	Yp	trasv	long
			Jxi	Jyi		
1	1.20	5.63	-4.65	5.63	31.64	21.62
2	1.20	1.88	-4.65	1.88	3.52	21.62
3	1.20	-1.88	-4.65	-1.88	3.52	21.62
4	1.20	-5.63	-4.65	-5.63	31.64	21.62
5	5.85	5.63	0.00	5.63	31.64	0.00
6	5.85	1.88	0.00	1.88	3.52	0.00
7	5.85	-1.88	0.00	-1.88	3.52	0.00
8	5.85	-5.63	0.00	-5.63	31.64	0.00
9	10.50	5.63	4.65	5.63	31.64	21.62
10	10.50	1.88	4.65	1.88	3.52	21.62
11	10.50	-1.88	4.65	-1.88	3.52	21.62
12	10.50	-5.63	4.65	-5.63	31.64	21.62



**CORRIDOIO PLURIMODALE TIRRENICO-NORD EUROPA
ITINERARIO AGRIGENTO -CALTANISSETTA-A19
S.S. N° 640 "DI PORTO EMPEDOCLE"
AMMODERNAMENTO E ADEGUAMENTO ALLA CAT. B DEL D.M.
5.11.2001
Dal km 44+000 allo svincolo con l'A19
Progetto Esecutivo**

Opera: **Viadotto Salso**

Relazione di Calcolo Spalle Carr. Dx

Pagina 15 di 112

Nome file:
V115-B-CL013-A.01_relazione_calcolo_spalle_carr_dx.doc

SFORZO NORMALE PALO	q1								SLU								q3								
	1	3640	3577	3551	3488	3760	3698	3672	3609	3566	3504	3477	3415	3657	3594	3568	3505	3509	3503	3440	3485	3423	3517	3454	3500
2	3570	3507	3553	3490	3589	3526	3572	3509	3503	3440	3485	3423	3517	3454	3500	3437	3509	3503	3440	3485	3423	3517	3454	3500	3437
3	3500	3437	3554	3491	3418	3354	3472	3408	3439	3376	3494	3430	3377	3314	3432	3368	3408	3439	3376	3494	3430	3377	3314	3432	3368
4	3430	3367	3556	3492	3246	3182	3372	3308	3376	3312	3502	3438	3238	3174	3363	3300	3308	3376	3312	3502	3438	3238	3174	3363	3300
5	3734	3713	3626	3605	3811	3790	3703	3682	3614	3593	3506	3485	3485	3671	3651	3563	3682	3614	3593	3506	3485	3485	3671	3651	3563
6	3664	3643	3627	3607	3639	3619	3603	3582	3550	3530	3514	3493	3532	3511	3495	3474	3582	3550	3530	3514	3493	3532	3511	3495	3474
7	3594	3573	3629	3608	3468	3447	3503	3482	3487	3466	3522	3501	3392	3371	3427	3406	3482	3487	3466	3522	3501	3392	3371	3427	3406
8	3524	3503	3631	3609	3296	3275	3403	3381	3423	3402	3530	3508	3252	3231	3359	3337	3381	3423	3402	3530	3508	3252	3231	3359	3337
9	3828	3850	3700	3722	3861	3883	3733	3755	3661	3683	3534	3556	3686	3708	3559	3537	3755	3661	3683	3534	3556	3686	3708	3559	3537
10	3758	3780	3702	3723	3690	3711	3634	3655	3598	3619	3542	3563	3546	3568	3490	3512	3655	3598	3619	3542	3563	3546	3568	3490	3512
11	3688	3709	3704	3725	3518	3539	3534	3555	3534	3555	3550	3571	3407	3428	3422	3443	3555	3534	3555	3550	3571	3407	3428	3422	3443
12	3618	3639	3705	3726	3347	3368	3434	3454	3471	3492	3558	3579	3267	3288	3354	3375	3454	3471	3492	3558	3579	3267	3288	3354	3375
Nmax	3828	3850	3705	3726	3861	3883	3733	3755	3661	3683	3558	3579	3686	3708	3568	3580	3755	3661	3683	3558	3579	3686	3708	3568	3580
TAGLIO																									
taglio Vx	814	843	804	833	813	841	802	831	785	813	774	803	784	812	773	802	831	785	813	774	803	784	812	773	802
taglio Vy	19	20	-13	-13	19	19	-14	-14	19	20	-14	-13	19	19	-14	-14	19	20	-14	-13	19	19	-14	-14	19
V	814	843	804	833	813	842	803	831	785	814	775	803	784	813	774	802	831	785	814	775	803	784	813	774	802

SFORZO NORMALE PALO	q4								SLU								q5								
	1	3571	3509	3483	3420	3662	3599	3573	3510	3604	3541	3456	3393	3694	3632	3546	3484	3510	3604	3541	3456	3393	3694	3632	3546
2	3508	3445	3491	3428	3522	3459	3505	3442	3517	3454	3488	3425	3531	3468	3502	3439	3442	3517	3454	3488	3425	3531	3468	3502	3439
3	3445	3381	3499	3436	3383	3319	3437	3374	3430	3366	3520	3457	3388	3305	3458	3395	3374	3430	3366	3520	3457	3388	3305	3458	3395
4	3381	3318	3507	3443	3243	3179	3369	3305	3343	3279	3552	3488	3205	3141	3414	3350	3305	3343	3279	3552	3488	3205	3141	3414	3350
5	3614	3593	3506	3485	3671	3651	3563	3543	3650	3629	3469	3449	3707	3687	3527	3507	3543	3650	3629	3469	3449	3707	3687	3527	3507
6	3550	3530	3514	3493	3532	3511	3495	3474	3563	3542	3501	3481	3544	3523	3483	3462	3474	3563	3542	3501	3481	3544	3523	3483	3462
7	3487	3466	3522	3501	3392	3371	3427	3406	3476	3454	3534	3512	3381	3360	3439	3418	3406	3476	3454	3534	3512	3381	3360	3439	3418
8	3424	3402	3530	3509	3253	3231	3359	3338	3388	3367	3566	3544	3218	3196	3395	3373	3338	3388	3367	3566	3544	3218	3196	3395	3373
9	3656	3678	3528	3550	3681	3703	3553	3575	3695	3717	3483	3505	3720	3742	3508	3530	3575	3695	3717	3483	3505	3720	3742	3508	3530
10	3593	3614	3537	3558	3541	3563	3485	3507	3608	3630	3515	3536	3557	3579	3464	3485	3507	3608	3630	3515	3536	3557	3579	3464	3485
11	3529	3551	3545	3566	3402	3423	3417	3438	3521	3542	3547	3568	3394	3415	3419	3441	3438	3521	3542	3547	3568	3394	3415	3419	3441
12	3466	3487	3553	3574	3262	3283	3349	3370	3434	3455	3579	3600	3230	3251	3375	3396	3370	3434	3455	3579	3600	3230	3251	3375	3396
Nmax	3656	3678	3553	3574	3681	3703	3573	3575	3695	3717	3579	3600	3720	3742	3546	3530	3575	3695	3717	3579	3600	3720	3742	3546	3530
TAGLIO																									
taglio Vx	782	811	772	800	781	810	771	799	783	812	767	795	782	811	766	794	799	783	812	767	795	782	811	766	794
taglio Vy	19	20	-14	-13	19	19	-14	-14	30	31	-25	-24	29	30	-25	-25	19	20	-14	-13	19	19	-14	-14	19
V	782	811	772	801	781	810	771	800	784	813	767	796	783	812	766	795	799	784	813	767	796	783	812	766	795

SFORZO NORMALE PALO	S.L.U. e3								q6.x				S.L.V. q6.y		q6.z	
	1	3562	3457	3473	3369	3652	3548	3563	3459	1338	1295	2944	2901	2665	2622	
2	3498	3393	3480	3375	3512	3407	3494	3390	1309	1266	2588	2544	2641	2597		
3	3433	3328	3488	3382	3371	3266	3426	3320	1280	1236	2231	2187	2616	2572		
4	3369	3263	3495	3389	3231	3125	3357	3250	1251	1207	1875	1831	2592	2548		
5	3623	3589	3515	3481	3681	3647	3573	3539	2397	2383	2891	2877	2546	2532		
6	3559	3525	3522	3488	3540	3506	3504	3469	2368	2354	2534	2520	2522	2507		
7	3495	3460	3530	3495	3400	3365	3435	3400	2339	2324	2178	2163	2497	2482		
8	3431	3395	3537	3501	3260	3224	3366	3330	2310	2295	1821	1807	2473	2458		
9	3685	3721	3557	3594	3710	3746	3582	3619	3455	3471	2838	2853	2427	2442		
10	3621	3656	3564	3600	3569	3605	3513	3549	3426	3441	2481	2496	2402	2417		
11	3556	3592	3572	3607	3429	3464	3444	3480	3397	3412	2125	2139	2378	2393		
12	3492	3527	3579	3614	3288	3323	3375	3410	3369	3383	1768	1782	2354	2368		
Nmax	3685	3721	3557	3594	3710	3746	3582	3619	3455	3471	2944	2901	2665	2622		
TAGLIO																
taglio Vx	790	838	780	828	789	837	778	827	1223	1243	525	545	524	544		
taglio Vy	20	21	-13	-12	19	20	-14	-13	12	13	343	344	10	10		
V	790	838	780	828	789	837	779	827	1223	1243	627	645	524	544		

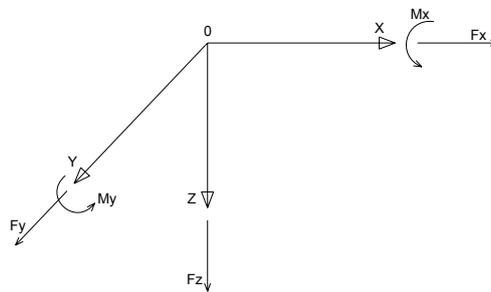
SFORZO NORMALE PALO	S.L.car								S.L.E.								S.L.freq				S.L.ap							
	1	2641	2589	2582	2530	2410	2358	2351	2299	2621	2569	2602	2550	2390	2338	2371	2318	2469	2425	2621	2569	2602	2550	2390	2338	2371	2318	2469
2	2597	2544	2585	2533	2451	2399	2440	2387	2593	2540	2589	2537	2447	2395	2443	2391	2463	2419	2593	2540	2589	2537	2447	2395	2443	2391	2463	2419
3	2552	2500	2588	2536	2492	2439	2528	2476	2564	2512	2576	2524	2504	2452	2516	2464	2457	2413	2564	2512	2576	2524	2504	2452	2516	2464	2457	2413
4	2508	2455	2592	2539	2533	2480	2617	2564	2536	2483	2564	2511	2561	2508	2589	2536	2451	2407	2536	2483	2564	2511	2561	2508	2589	2536	2451	2407
5	2673	2656	2601	2584	2305	2288	2233	2216	2649	2632	2625	2608	2281	226														

3 ANALISI DELLA PALIFICATA DELLA SPALLA B

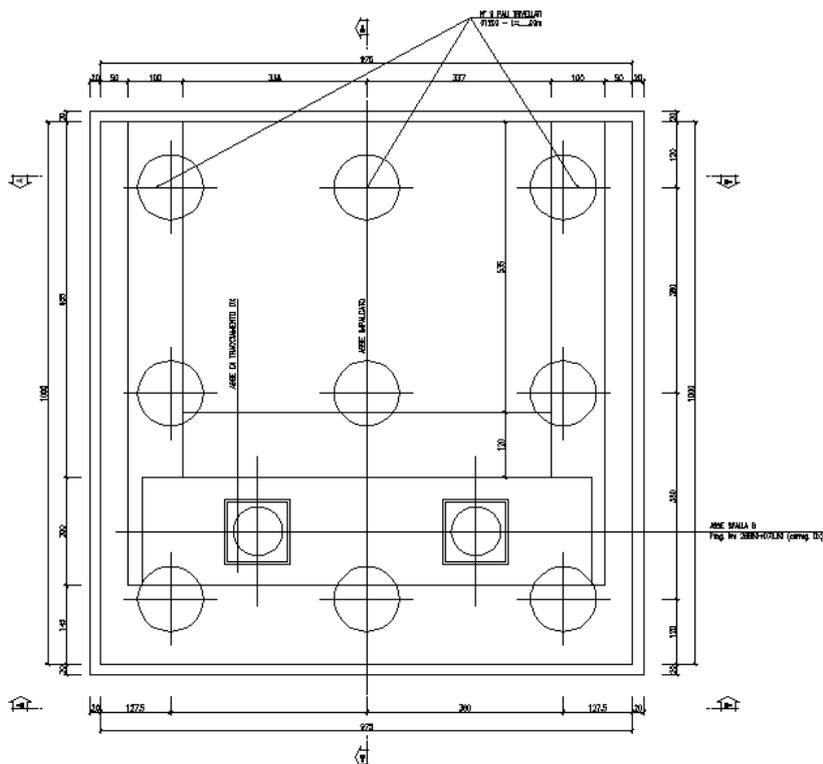
Si riporta nel presente capitolo il calcolo delle sollecitazioni nei pali di fondazione della spalla B della carreggiata destra.

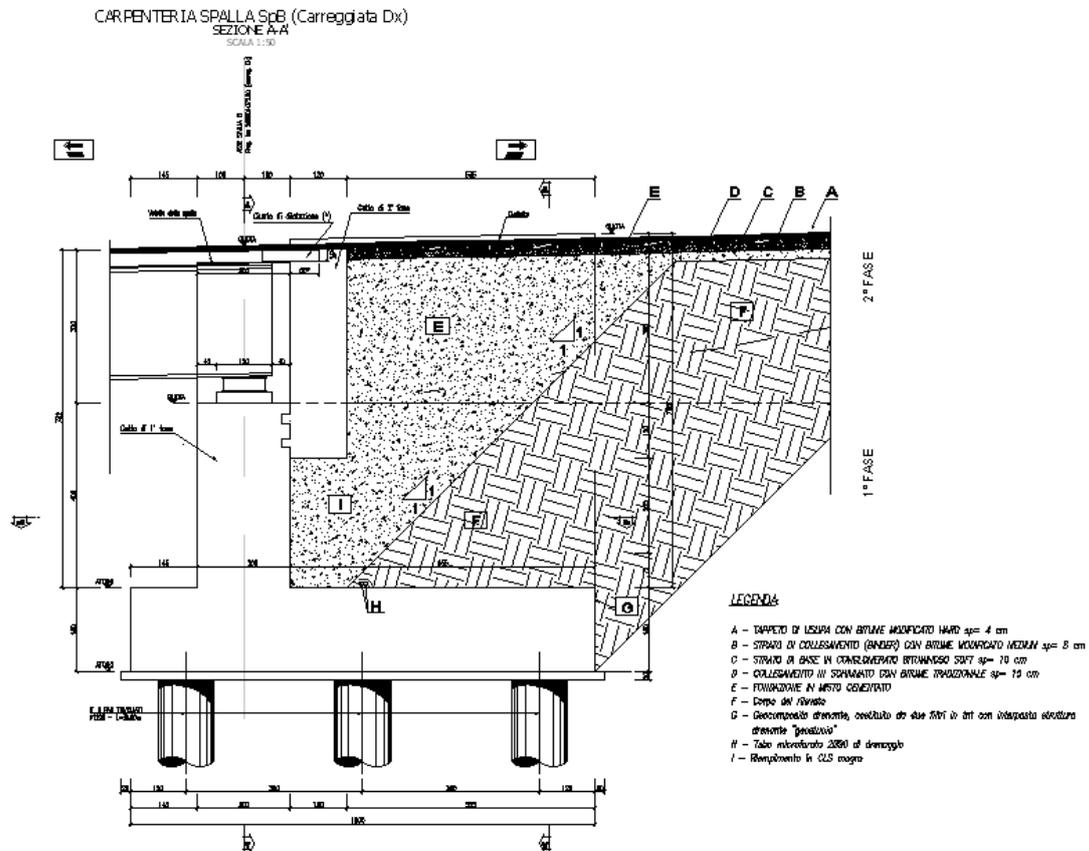
Il calcolo delle sollecitazioni in fondazione è stato effettuato facendo riferimento ad un sistema di coordinate ortogonali destrogiro, avente origine in corrispondenza del filo di monte del plinto di fondazione (a metà del lato parallelo alla direzione trasversale al viadotto), a livello dell'intradosso 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





Geometrie Spalla

	n.	Bx	By	Bz,min	Bz,max	V	X	Y	Z
	[-]	[m]	[m]	[m]	[m]	[m ³]	[m]	[m]	[m]
plinto di fondazione	1	10.00	9.75	1.80	-	175.5	5.00	0.00	-0.90
muro frontale	1	2.00	8.75	4.00	-	70.0	7.55	0.00	-3.80
muro paraghiaia	1	1.20	8.75	4.50	-	47.3	5.95	0.00	-6.85
muro laterale sx	1	6.55	1.00	7.70	-	50.4	3.28	3.88	-5.65
muro laterale dx	1	6.55	1.00	7.70	-	50.4	3.28	-3.88	-5.65
bandiera sx	0	3.00	1.50	2.00	3	0.00	-1.40	3.63	-8.23
bandiera dx	0	1.00	1.00	1.00	1	0.00	-0.50	-3.88	-9.00
baggioli	2	1.10	1.10	0.25	-	0.61	7.55	0.00	-5.93
apparecchi di appoggio	2	0.90	0.90	0.35	-	0.57	7.55	0.00	-6.23
elemento 1	0	5.40	0.60	4.85	-	0.00	4.55	4.75	-7.90
elemento 2	0	5.40	0.60	4.85	-	0.00	4.55	-4.75	-7.90

CORRIDOIO PLURIMODALE TIRRENICO-NORD EUROPA ITINERARIO AGRIGENTO -CALTANISSETTA-A19 S.S. N° 640 "DI PORTO EMPEDOCLE" AMMODERNAMENTO E ADEGUAMENTO ALLA CAT. B DEL D.M. 5.11.2001 Dal km 44+000 allo svincolo con l'A19 Progetto Esecutivo	Opera: Viadotto Salso
	Relazione di Calcolo Spalle Carr. Dx
	Pagina 18 di 112
	Nome file: V115-B-CL013-A.01_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	=	7.55 m	coordinata x
y	=	0.00 m	coordinata y
z	=	-6.23 m	coordinata z

	Fx [kN]	Fy [kN]	Fz [kN]	Mx [kNm]	My [kNm]	
g1	27	20	1451	144	1	peso proprio impalcato
g2	10	6	478	94	9	permanenti portati
e2	27	10	-180	48	35	ritiro
e3.6	112	12	203	6	114	temperatura - massima azione verticale
e3.8	395	69	-156	9	408	temperatura - massima azione trasversale
q1.1	42	9	1810	545	75	carico mobile - configurazione 1 (massima azione verticale)
q1.2	4	50	1051	2039	445	carico mobile - configurazione 2 (massimo momento trasversale)
q3	28	7	2	9	28	frenatura
q4	3	1	0	1	3	azione centrifuga
q5	45	167	-4	743	167	azione del vento trasversale
q6.1x	452	103	-39	322	483	sisma longitudinale
q6.1y	152	317	-32	997	209	sisma trasversale
q6.1z	137	96	-59	301	151	sisma verticale
q7	19	0	0	0	0	azione parassita dei vincoli

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 kN/m ³	peso specifico calcestruzzo
g1.1	=	4387.5 kN	plinto di fondazione
g1.2	=	1750.0 kN	muro frontale
g1.3	=	1181.3 kN	muro paraghiaia
g1.4	=	1260.9 kN	muro laterale sx
g1.5	=	1260.9 kN	muro laterale dx
g1.6	=	0.0 kN	bandiera sx
g1.7	=	0.0 kN	bandiera dx
g1.8	=	15.1 kN	baggioli
g1.9	=	10.3 kN	apparecchi di appoggio
g1.10	=	0.0 kN	elemento 1
g1.11	=	0.0 kN	elemento 2
Fz	=	9865.9 kN	azione verticale
x	=	5.13 m	coordinata x punto di applicazione
y	=	0.00 m	coordinata y punto di applicazione
z	=	-3.36 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 Salso
	Relazione di Calcolo Spalle Carr. Dx
	Pagina 19 di 112
	Nome file: VI15-B-CL013-A.01_relazione_calcolo_spalle_carr_dx.doc

Peso terreno su fondazione (g2)

γ_t	=	18 kN/m ³	peso dell'unità di volume del terreno
V	=	390.9 m ³	volume di terreno sopra fondazione
Fz	=	7035.7 kN	peso del terreno
x	=	3.28 m	coordinata x punto di applicazione
y	=	0.00 m	coordinata y punto di applicazione
z	=	-5.65 m	coordinata z punto di applicazione

Spinta del terreno (g3)

		intradosso base muro			
		plinto	frontale		
γ	=	18	18	kN/m ³	peso dell'unità di volume del terreno
ϕ	=	35	35	°	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	=	10.30	8.5	m	altezza di spinta terreno (rispetto a intradosso plinto)
B	=	8.75	8.75	m	larghezza trasversale interessata dalla spinta (y-y)
Fx	=	3562.6	2426.2	kN	spinta del terreno
x	=	0.00	6.55	m	coordinata x punto di applicazione
y	=	0.00	0	m	coordinata y punto di applicazione
z	=	-3.43	-4.63	m	coordinata z punto di applicazione

Effetti del sovraccarico stradale sul rilevato (q1.t)

		intradosso base muro			
		plinto	frontale		
Incremento di spinta					
q	=	20.00	20.00	kPa	sovraccarico stradale
ϕ	=	35	35	°	angolo di attrito del terreno
K	=	0.426	0.426		coefficiente di spinta
H	=	10.30	8.50	m	altezza di spinta terreno
B	=	8.75	8.75	m	larghezza trasversale interessata dalla spinta (y-y)
Fx	=	768.6	634.3	kN	spinta del terreno per effetto del sovraccarico
x	=	0.00	6.55	m	coordinata x punto di applicazione
y	=	0.00	0	m	coordinata y punto di applicazione
z	=	-5.15	-6.05	m	coordinata z punto di applicazione
Incremento di azione verticale					
Bx	=	6.55	-	m	lunghezza del plinto interessata dal sovraccarico
Fz	=	1146.3	-	kN	risultante verticale sovraccarico
x	=	3.28	-	m	coordinata x punto di applicazione
y	=	0.00	-	m	coordinata y punto di applicazione
z	=	-1.80	-	m	coordinata z punto di applicazione

CORRIDOIO PLURIMODALE TIRRENICO-NORD EUROPA ITINERARIO AGRIGENTO -CALTANISSETTA-A19 S.S. N° 640 "DI PORTO EMPEDOCLE" AMMODERNAMENTO E ADEGUAMENTO ALLA CAT. B DEL D.M. 5.11.2001 Dal km 44+000 allo svincolo con l'A19 Progetto Esecutivo	Opera: Viadotto Salso
	Relazione di Calcolo Spalle Carr. Dx
	Pagina 20 di 112
	Nome file: V115-B-CL013-A.01_relazione_calcolo_spalle_carr_dx.doc

Azioni sismiche (q6)

parametri sismici

a_g	=	0.098 g	accelerazione di picco
S_S	=	1.50	coefficiente di amplificazione stratigrafica
S_T	=	1.00	coefficiente di amplificazione topografica
S	=	1.50	
β_m	=	1.00	coefficiente di riduzione dell'accelerazione massima
a_{max}	=	0.147 g	accelerazione massima
K_h	=	0.147	coefficiente sismico orizzontale
K_v	=	0.074	coefficiente sismico verticale

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

Ipotesi di struttura rigida

		intradosso base muro			
		plinto	frontale		
γ	=	18	18	kN/m^3	peso dell'unità di volume del terreno
H	=	10.30	8.50	m	altezza di spinta terreno
B	=	8.75	8.75	m	larghezza trasversale interessata dalla spinta (y-y)
ΔP		2456.2	1672.8		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'orizz della parete del muro rivolta a monte
β	=	0	0	°	angolo di inclinazione rispetto all'orizz della superficie del terrapieno
δ	=	0	0	°	angolo di resistenza a taglio tra terreno-muro
θ	=	7.80	7.80	°	angolo definito per livello di falda al di sotto dell'opera di sostegno
K1	=	0.636	0.636		coefficiente di spinta del terreno (statico + dinamico) per $\beta < \phi - \psi$
K2	=	0.806	0.806		coefficiente di spinta del terreno (statico + dinamico) per $\beta > \phi - \psi$
K	=	0.636	0.636		coefficiente di spinta del terreno (statico + dinamico) effettivo
Ed	=	5704	3884	kN	spinta terreno in fase sismica (Mononobe-Okabe)
ΔS	=	2141.3	1458.3	kN	incremento di spinta in fase sismica (ipotesi struttura flessibile)
Valore adottato					
ΔP	=	2456.2	1672.8	kN	incremento di spinta terreno in fase sismica
x	=	0.00	6.55	m	coordinata x punto di applicazione
y	=	0.00	0.00	m	coordinata y punto di applicazione
z	=	-5.15	-6.05	m	coordinata z punto di applicazione

Forze d'inerzia (q6.2)

	forza d'inerzia	coord x	coord y	coord z
		p.to di applicaz	p.to di applicaz	p.to di applicaz
	Fi	x	y	z
plinto	645	5.00	0.00	-0.90
muro frontale	257	7.55	0.00	-3.80
paraghiaia	174	5.95	0.00	-6.85
muro laterale sx	185	3.28	3.88	-5.65
muro laterale dx	185	3.28	-3.88	-5.65
bandiera sx	0	-1.40	3.63	-8.23
bandiera dx	0	-0.50	-3.88	-9.00
baggioli	2	7.55	0.00	-5.93
apparecchi di appoggio	2	7.55	0.00	-6.23
elemento 1	0	4.55	4.75	-7.90
elemento 2	0	4.55	-4.75	-7.90
terreno su plinto	1034	3.28	0.00	-5.65
risultante intradosso plinto	2485	4.36	0.00	-4.31
risultante base muro frontale	805	5.22	0.00	-5.31

<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 Salso
	Relazione di Calcolo Spalle Carr. Dx
	Pagina 22 di 112
	Nome file: V115-B-CL013-A.01_relazione_calcolo_spalle_carr_dx.doc

	S.L.U.								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	
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	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	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	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	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	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	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	-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	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
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	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
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	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	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	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	0.60	0.60	-0.60	-0.60	0.60	0.60	-0.60	-0.60	0.60	0.60	-0.60	-0.60	0.60	0.60	-0.60	-0.60	0.60	0.60	-0.60	-0.60	0.60	0.60	-0.60	-0.60	0.60	0.60
q6.1x-imp	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	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	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	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	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	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	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	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	0.60	0.60	0.60	0.60	0.60	0.60	0.60	0.60	0.60	0.60	0.60	0.60	0.60

3.5 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

	S.L.U.								q3																											
Fx	6125	6328	6044	6247	6074	6277	5993	6196	5894	6097	5813	6016	5855	6059	5774	5978																				
Fy	219	260	-82	-41	275	316	-27	14	227	268	-75	-34	268	309	-33	8																				
Fz	29338	29080	29346	29088	28313	28055	28321	28063	28344	28086	28352	28094	27575	27317	27583	27325																				
Mx	3154	3411	-60	198	5514	5771	2301	2558	3028	3286	-185	72	4799	5056	1585	1842																				
My	-18594	-18989	-18410	-18805	-15161	-15555	-14976	-15371	-16536	-16931	-16352	-16747	-13961	-14356	-13777	-14172																				

CORRIDOIO PLURIMODALE TIRRENICO-NORD EUROPA ITINERARIO AGRIGENTO -CALTANISSETTA-A19 S.S. N° 640 "DI PORTO EMPEDOCLE" AMMODERNAMENTO E ADEGUAMENTO ALLA CAT. B DEL D.M. 5.11.2001 Dal km 44+000 allo svincolo con l'A19 Progetto Esecutivo	Opera: Viadotto Salso
	Relazione di Calcolo Spalle Carr. Dx
	Pagina 23 di 112
	Nome file: V115-B-CL013-A.01_relazione_calcolo_spalle_carr_dx.doc

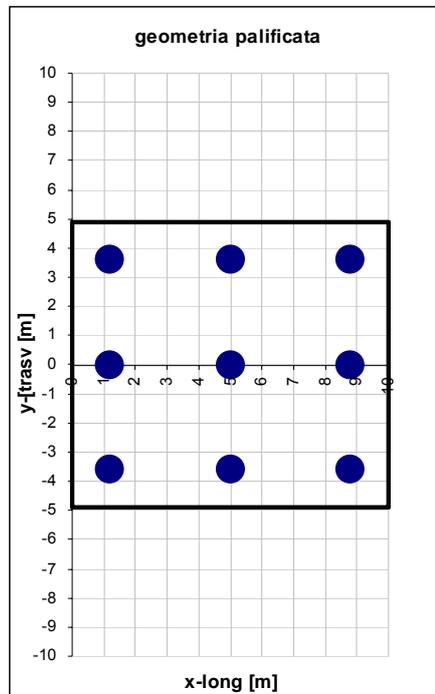
	S.L.car								S.L.E.				S.L.freq				S.L.qp	
Fx	4341	4510	4287	4456	4306	4475	4252	4421	4323	4492	4305	4474	4288	4457	4270	4439	3694	3836
Fy	151	185	-50	-16	107	142	-93	-59	84	118	17	51	40	75	-26	8	43	71
Fz	20987	20771	20992	20777	18841	18626	18847	18631	20989	20773	20990	20775	18843	18628	18845	18629	18752	18572
Mx	2085	2300	-57	157	-125	90	-2267	-2053	1371	1586	657	872	-839	-624	-1553	-1338	557	735
My	-12100	-12429	-11977	-12306	-6803	-7132	-6681	-7010	-12059	-12388	-12018	-12347	-6762	-7091	-6722	-7050	-6840	-7115

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	Xp	Yp	trasv Jxi	long Jyi
1	1.20	3.60	-3.80	3.60	12.96	14.44
2	1.20	0.00	-3.80	0.00	0.00	14.44
3	1.20	-3.60	-3.80	-3.60	12.96	14.44
4	5.00	3.60	0.00	3.60	12.96	0.00
5	5.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
6	5.00	-3.60	0.00	-3.60	12.96	0.00
7	8.80	3.60	3.80	3.60	12.96	14.44
8	8.80	0.00	3.80	0.00	0.00	14.44
9	8.80	-3.60	3.80	-3.60	12.96	14.44



CORRIDOIO PLURIMODALE TIRRENICO-NORD EUROPA ITINERARIO AGRIGENTO -CALTANISSETTA-A19 S.S. N° 640 "DI PORTO EMPEDOCLE" AMMODERNAMENTO E ADEGUAMENTO ALLA CAT. B DEL D.M. 5.11.2001 Dal km 44+000 allo svincolo con l'A19 Progetto Esecutivo	Opera: Viadotto Salso
	Relazione di Calcolo Spalle Carr. Dx
	Pagina 24 di 112
	Nome file: V115-B-CL013-A.01_relazione_calcolo_spalle_carr_dx.doc

SFORZO NORMALE PALO	q1								S.L.U.		q3							
	1	2590	2556	2450	2416	2736	2702	2596	2562	2564	2530	2424	2390	2674	2640	2534	2500	
2	2444	2398	2453	2407	2481	2435	2490	2444	2424	2378	2433	2387	2452	2406	2461	2415		
3	2298	2240	2456	2398	2226	2168	2383	2325	2284	2226	2442	2384	2229	2172	2387	2329		
4	3406	3389	3258	3241	3401	3384	3253	3236	3290	3273	3142	3125	3286	3269	3138	3121		
5	3260	3231	3261	3232	3146	3117	3147	3118	3149	3121	3150	3122	3064	3035	3065	3036		
6	3114	3073	3263	3223	2891	2850	3040	3000	3009	2969	3159	3118	2842	2801	2991	2951		
7	4221	4222	4065	4066	4066	4067	3910	3911	4015	4015	3859	3859	3898	3899	3742	3743		
8	4075	4064	4068	4057	3811	3799	3804	3792	3875	3863	3867	3856	3676	3665	3669	3658		
9	3929	3906	4071	4048	3556	3532	3697	3674	3734	3711	3876	3853	3454	3431	3596	3572		
Nmax	4221	4222	4071	4066	4066	4067	3910	3911	4015	4015	3876	3859	3898	3899	3742	3743		
TAGLIO																		
taglio Vx	681	703	672	694	675	697	666	688	655	677	646	668	651	673	642	664		
taglio Vy	24	29	-9	-5	31	35	-3	2	25	30	-8	-4	30	34	-4	1		
V	681	704	672	694	676	698	666	688	655	678	646	668	651	674	642	664		

SFORZO NORMALE PALO	q4								S.L.U.		q5							
	1	2570	2536	2430	2396	2679	2645	2539	2505	2617	2583	2384	2350	2727	2692	2494	2459	
2	2433	2387	2442	2396	2460	2414	2469	2423	2431	2385	2446	2400	2458	2412	2473	2427		
3	2296	2238	2454	2396	2241	2183	2399	2341	2245	2187	2507	2450	2190	2132	2453	2395		
4	3286	3269	3138	3121	3282	3266	3135	3118	3335	3318	3088	3072	3331	3315	3085	3068		
5	3149	3120	3150	3121	3064	3035	3064	3036	3149	3120	3150	3121	3063	3035	3065	3036		
6	3012	2971	3162	3121	2845	2804	2994	2954	2962	2922	3212	3171	2795	2754	3044	3004		
7	4002	4003	3846	3847	3886	3886	3730	3730	4053	4053	3793	3793	3936	3937	3676	3677		
8	3865	3854	3858	3847	3667	3655	3660	3648	3866	3855	3854	3843	3668	3657	3656	3645		
9	3728	3705	3870	3846	3448	3425	3589	3566	3680	3657	3916	3893	3400	3377	3636	3613		
Nmax	4002	4003	3870	3847	3886	3886	3730	3730	4053	4053	3916	3893	3936	3937	3676	3677		
TAGLIO																		
taglio Vx	651	673	642	664	646	669	637	660	653	676	638	661	649	671	634	656		
taglio Vy	24	29	-9	-5	29	33	-5	0	35	40	-21	-16	40	44	-16	-11		
V	651	674	642	664	647	670	637	660	654	677	638	661	650	673	634	657		

SFORZO NORMALE PALO	S.L.U. e3								q6.x		S.L.V. q6.y		q6.z			
	1	2560	2503	2420	2363	2669	2613	2530	2473	727	703	2410	2387	1993	1969	
2	2421	2345	2430	2354	2449	2372	2458	2381	657	625	1751	1719	1926	1894		
3	2283	2186	2441	2344	2229	2132	2386	2290	587	546	1092	1052	1859	1818		
4	3298	3270	3150	3122	3295	3267	3147	3119	2149	2138	2739	2727	2282	2271		
5	3160	3112	3161	3113	3074	3026	3075	3027	2079	2059	2080	2060	2215	2195		
6	3021	2954	3171	3103	2854	2786	3004	2936	2009	1981	1421	1393	2148	2120		
7	4037	4037	3881	3881	3920	3921	3764	3765	3572	3572	3068	3068	2572	2572		
8	3898	3879	3891	3872	3700	3681	3693	3674	3501	3494	2409	2401	2504	2496		
9	3760	3721	3901	3862	3479	3440	3621	3582	3431	3415	1750	1733	2437	2421		
Nmax	4037	4037	3901	3881	3920	3921	3764	3765	3572	3572	3068	3068	2572	2572		
TAGLIO																
taglio Vx	656	694	647	685	652	690	643	681	1010	1025	427	443	426	441		
taglio Vy	25	32	-9	-1	29	37	-4	3	16	19	316	319	15	19		
V	657	695	647	685	653	691	643	681	1010	1026	532	546	426	442		

SFORZO NORMALE PALO	S.L.car								S.L.E.								S.L.freq		S.L.qp	
	1	1898	1869	1804	1776	1789	1761	1696	1668	1867	1838	1836	1807	1758	1730	1727	1699	1809	1786	
2	1801	1763	1807	1769	1795	1757	1801	1763	1803	1765	1805	1767	1797	1759	1799	1761	1784	1752		
3	1705	1656	1810	1761	1801	1753	1906	1858	1740	1691	1775	1726	1836	1788	1871	1823	1758	1718		
4	2428	2414	2330	2316	2088	2074	1989	1975	2396	2382	2363	2349	2055	2041	2022	2008	2109	2098		
5	2332	2308	2332	2309	2093	2070	2094	2070	2332	2308	2332	2308	2094	2070	2094	2070	2084	2064		
6	2235	2201	2335	2301	2099	2065	2199	2165	2269	2235	2302	2268	2133	2099	2166	2132	2058	2030		
7	2959	2960	2855	2856	2386	2387	2282	2283	2924	2925	2890	2890	2351	2352	2317	2317	2409	2410		
8	2863	2853	2858	2848	2392	2382	2387	2378	2861	2851	2859	2850	2390	2381	2389	2379	2384	2342		
9	2766	2747	2860	2841	2398	2378	2492	2473	2797	2778	2829	2810	2429	2410	2461	2441	2358	2376		
Nmax	2959	2960	2860	2856	2398	2387	2492	2473	2924	2925	2890	2890	2429	2410	2461	2441	2409	2410		
TAGLIO																				
taglio Vx	482	501	476	495	478	497	472	491	480	499	478	497	476	495	474	493	410	426		
taglio Vy	17	21	-6	-2	12	16	-10	-7	9	13	2	6	4	8	-3	1	5	8		
V	483	502	476	495	479	498	473	491	480	499	478	497	476	495	474	493	411	426		

RIEPILOGO

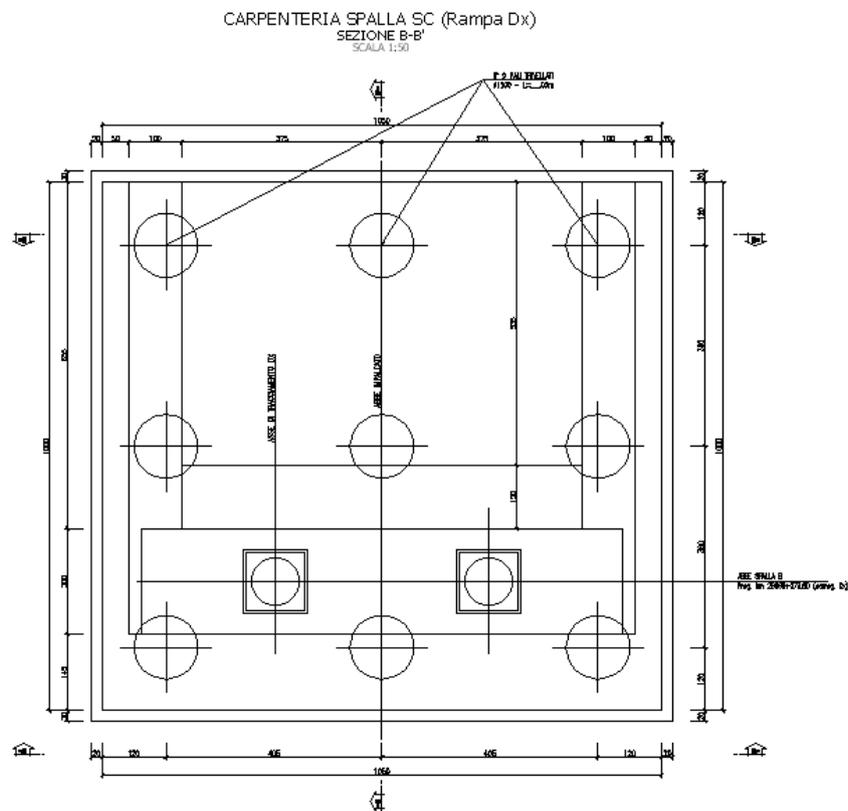
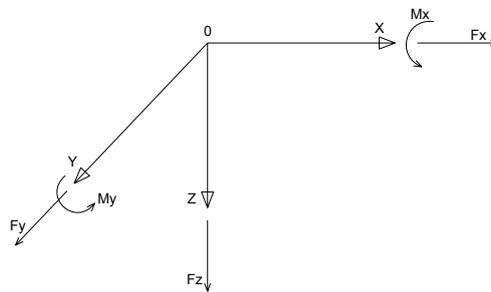
	SLU	SLV	SLE	
Nmax	4222	3572	2960	kN
Nmin	546	546	2960	kN
Vmax	1026	704	502	kN

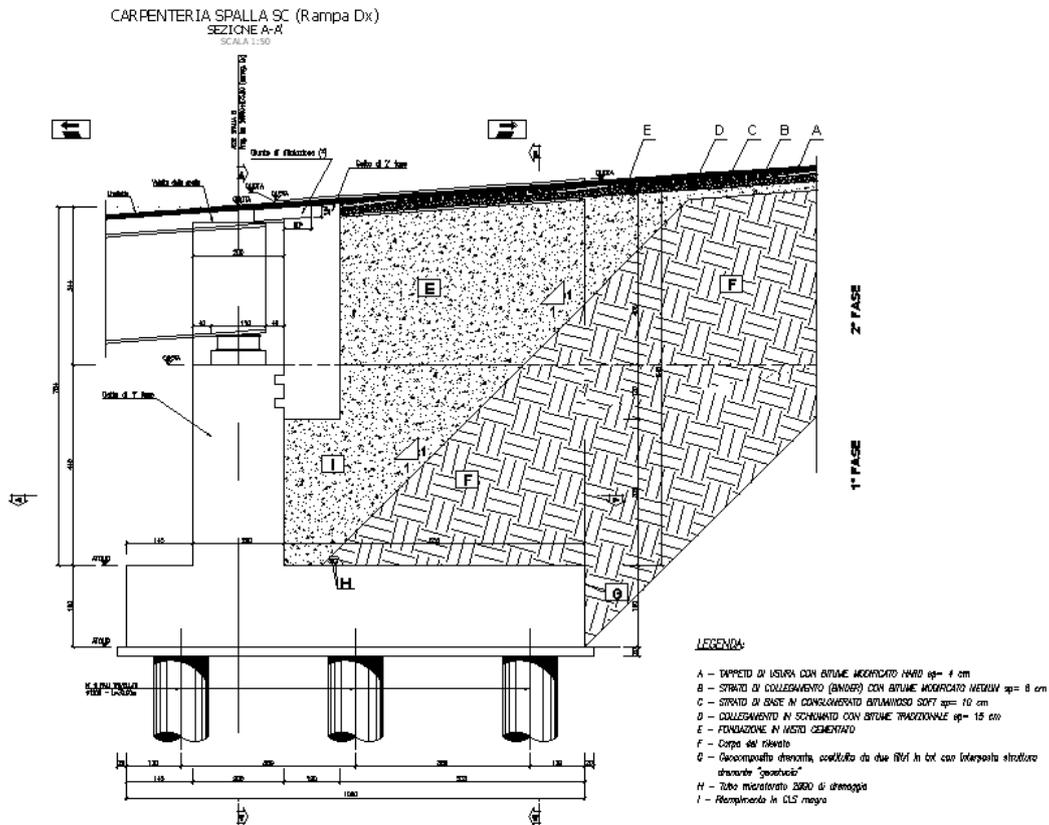
4 ANALISI DELLA PALIFICATA DELLA SPALLA C

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





Geometrie Spalla

	n.	Bx	By	Bz,min	Bz,max	V	X	Y	Z
	[-]	[m]	[m]	[m]	[m]	[m ³]	[m]	[m]	[m]
plinto di fondazione	1	10.00	10.50	1.80	-	189.0	5.00	0.00	-0.90
muro frontale	1	2.00	9.50	4.40	-	83.6	7.55	0.00	-4.00
muro paraghiaia	1	1.20	9.50	4.65	-	53.0	5.95	0.00	-7.33
muro laterale sx	1	6.55	1.00	8.45	-	55.3	3.28	4.25	-6.03
muro laterale dx	1	6.55	1.00	8.45	-	55.3	3.28	-4.25	-6.03
bandiera sx	0	3.00	1.50	2.00	3	0.00	-1.40	4.00	-8.98
bandiera dx	0	1.00	1.00	1.00	1	0.00	-0.50	-4.25	-9.75
baggioli	2	1.10	1.10	0.30	-	0.73	7.50	0.00	-6.35
apparecchi di appoggio	2	0.90	0.90	0.35	-	0.57	7.50	0.00	-6.68
elemento 1	0	5.40	0.60	4.85	-	0.00	4.55	4.75	-7.90
elemento 2	0	5.40	0.60	4.85	-	0.00	4.55	-4.75	-7.90

CORRIDOIO PLURIMODALE TIRRENICO-NORD EUROPA ITINERARIO AGRIGENTO -CALTANISSETTA-A19 S.S. N° 640 "DI PORTO EMPEDOCLE" AMMODERNAMENTO E ADEGUAMENTO ALLA CAT. B DEL D.M. 5.11.2001 Dal km 44+000 allo svincolo con l'A19 Progetto Esecutivo	Opera: Viadotto Salso
	Relazione di Calcolo Spalle Carr. Dx
	Pagina 27 di 112
	Nome file: V115-B-CL013-A.01_relazione_calcolo_spalle_carr_dx.doc

4.1 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	=	7.50 m	coordinata x
y	=	0.00 m	coordinata y
z	=	-6.68 m	coordinata z

	Fx	Fy	Fz	Mx	My	
	[kN]	[kN]	[kN]	[kNm]	[kNm]	
g1	35	22	1441	159	103	peso proprio impalcato
g2	12	7	489	57	37	permanentemente portati
e2	8	25	-106	57	8	ritiro
e3.6	104	46	253	8	122	temperatura - massima azione verticale
e3.8	343	142	-236	70	378	temperatura - massima azione trasversale
q1.1	0	20	1773	951	480	carico mobile - configurazione 1 (massima azione verticale)
q1.2	23	29	983	2089	1042	carico mobile - configurazione 2 (massimo momento trasversale)
q3	26	12	1	11	26	frenatura
q4	2	1	0	1	2	azione centrifuga
q5	0	0	0	0	0	azione del vento trasversale
q6.1x	404	137	-21	254	502	sisma longitudinale
q6.1y	165	267	-16	680	218	sisma trasversale
q6.1z	125	86	-33	219	161	sisma verticale
q7	19	0	0	0	0	azione parassita dei vincoli

4.2 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 (g₁), carichi di superficie (g₂, g₃, q_{1.t}, q_{6.1}, q_{6.2-ter}) e accelerazioni (q_{6.2-sp}).

AZIONI TRASMESSE DALLA SPALLA

Peso proprio spalla (g₁)

γ _{cls}	=	25 kN/m ³	peso specifico calcestruzzo
g1.1	=	4725.0 kN	plinto di fondazione
g1.2	=	2090.0 kN	muro frontale
g1.3	=	1325.3 kN	muro paraghiaia
g1.4	=	1383.7 kN	muro laterale sx
g1.5	=	1383.7 kN	muro laterale dx
g1.6	=	0.0 kN	bandiera sx
g1.7	=	0.0 kN	bandiera dx
g1.8	=	18.2 kN	baggioli
g1.9	=	10.3 kN	apparecchi di appoggio
g1.10	=	0.0 kN	elemento 1
g1.11	=	0.0 kN	elemento 2
Fz	=	10936.1 kN	azione verticale
x	=	5.17 m	coordinata x punto di applicazione
y	=	0.00 m	coordinata y punto di applicazione
z	=	-3.58 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 Salso
	Relazione di Calcolo Spalle Carr. Dx
	Pagina 28 di 112
	Nome file: VI15-B-CL013-A.01_relazione_calcolo_spalle_carr_dx.doc

Peso terreno su fondazione (g2)

γ_t	=	18 kN/m ³	peso dell'unità di volume del terreno
V	=	470.5 m ³	volume di terreno sopra fondazione
Fz	=	8468.2 kN	peso del terreno
x	=	3.28 m	coordinata x punto di applicazione
y	=	0.00 m	coordinata y punto di applicazione
z	=	-6.03 m	coordinata z punto di applicazione

Spinta del terreno (g3)

		intradosso base muro			
		plinto	frontale		
γ	=	18	18	kN/m ³	peso dell'unità di volume del terreno
ϕ	=	35	35	°	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	=	10.85	9.05	m	altezza di spinta terreno (rispetto a intradosso plinto)
B	=	9.50	9.50	m	larghezza trasversale interessata dalla spinta (y-y)
Fx	=	4292.1	2986.1	kN	spinta del terreno
x	=	0.00	6.55	m	coordinata x punto di applicazione
y	=	0.00	0	m	coordinata y punto di applicazione
z	=	-3.62	-4.82	m	coordinata z punto di applicazione

Effetti del sovraccarico stradale sul rilevato (q1.t)

		intradosso base muro			
		plinto	frontale		
Incremento di spinta					
q	=	20.00	20.00	kPa	sovraccarico stradale
ϕ	=	35	35	°	angolo di attrito del terreno
K	=	0.426	0.426		coefficiente di spinta
H	=	10.85	9.05	m	altezza di spinta terreno
B	=	9.50	9.50	m	larghezza trasversale interessata dalla spinta (y-y)
Fx	=	879.1	733.2	kN	spinta del terreno per effetto del sovraccarico
x	=	0.00	6.55	m	coordinata x punto di applicazione
y	=	0.00	0	m	coordinata y punto di applicazione
z	=	-5.43	-6.33	m	coordinata z punto di applicazione
Incremento di azione verticale					
Bx	=	6.55	-	m	lunghezza del plinto interessata dal sovraccarico
Fz	=	1244.5	-	kN	risultante verticale sovraccarico
x	=	3.28	-	m	coordinata x punto di applicazione
y	=	0.00	-	m	coordinata y punto di applicazione
z	=	-1.80	-	m	coordinata z punto di applicazione

CORRIDOIO PLURIMODALE TIRRENICO-NORD EUROPA ITINERARIO AGRIGENTO -CALTANISSETTA-A19 S.S. N° 640 "DI PORTO EMPEDOCLE" AMMODERNAMENTO E ADEGUAMENTO ALLA CAT. B DEL D.M. 5.11.2001 Dal km 44+000 allo svincolo con l'A19 Progetto Esecutivo	Opera: Viadotto Salso
	Relazione di Calcolo Spalle Carr. Dx
	Pagina 29 di 112
	Nome file: V115-B-CL013-A.01_relazione_calcolo_spalle_carr_dx.doc

Azioni sismiche (q6)

parametri sismici

a_g	=	0.098 g	accelerazione di picco
S_s	=	1.50	coefficiente di amplificazione stratigrafica
S_T	=	1.00	coefficiente di amplificazione topografica
S	=	1.50	
β_m	=	1.00	coefficiente di riduzione dell'accelerazione massima
a_{max}	=	0.147 g	accelerazione massima
K_h	=	0.147	coefficiente sismico orizzontale
K_v	=	0.074	coefficiente sismico verticale

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

Ipotesi di struttura rigida

		intradosso base muro			
		plinto	frontale		
γ	=	18	18	kN/m ³	peso dell'unità di volume del terreno
H	=	10.85	9.05	m	altezza di spinta terreno
B	=	9.50	9.50	m	larghezza trasversale interessata dalla spinta (y-y)
ΔP		2959.2	2058.8		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'orizz della parete del muro rivolta a
β	=	0	0	°	angolo di inclinazione rispetto all'orizz della superficie del terrapieno
δ	=	0	0	°	angolo di resistenza a taglio tra terreno-muro
θ	=	7.80	7.80	°	angolo definito per livello di falda al di sotto dell'opera di sostegno
K1	=	0.636	0.636		coefficiente di spinta del terreno (statico + dinamico) per $\beta < \phi - \psi$
K2	=	0.806	0.806		coefficiente di spinta del terreno (statico + dinamico) per $\beta > \phi - \psi$
K	=	0.636	0.636		coefficiente di spinta del terreno (statico + dinamico) effettivo
Ed	=	6872	4781	kN	spinta terreno in fase sismica (Mononobe-Okabe)
ΔS	=	2579.7	1794.8	kN	incremento di spinta in fase sismica (ipotesi struttura flessibile)
Valore adottato					
ΔP	=	2959.2	2058.8	kN	incremento di spinta terreno in fase sismica
x	=	0.00	6.55	m	coordinata x punto di applicazione
y	=	0.00	0.00	m	coordinata y punto di applicazione
z	=	-5.43	-6.33	m	coordinata z punto di applicazione

Forze d'inerzia (q6.2)

	forza d'inerzia	coord x p.to di applicaz	coord y p.to di applicaz	coord z p.to di applicaz
	Fi	x	y	z
plinto	695	5.00	0.00	-0.90
muro frontale	307	7.55	0.00	-4.00
paraghiaia	195	5.95	0.00	-7.33
muro laterale sx	203	3.28	4.25	-6.03
muro laterale dx	203	3.28	-4.25	-6.03
bandiera sx	0	-1.40	4.00	-8.98
bandiera dx	0	-0.50	-4.25	-9.75
baggioli	3	7.50	0.00	-6.35
apparecchi di appoggio	2	7.50	0.00	-6.68
elemento 1	0	4.55	4.75	-7.90
elemento 2	0	4.55	-4.75	-7.90
terreno su plinto	1245	3.28	0.00	-6.03
risultante intradosso plinto	2852	4.34	0.00	-4.65
risultante base muro frontale	913	5.29	0.00	-5.61

<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 Salso
	Relazione di Calcolo Spalle Carr. Dx
	Pagina 31 di 112
	Nome file: V115-B-CL013-A.01_relazione_calcolo_spalle_carr_dx.doc

	S.L.U.								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	
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	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	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	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	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	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	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	-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	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	-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	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	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	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	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	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	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	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	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	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	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	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	0.60	0.60	0.60	0.60	0.60

4.5 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

	S.L.U.								q3								
Fx	7147	7319	7147	7319	7178	7350	7177	7350	6889	7061	6888	7061	6912	7084	6911	7084	
Fy	127	196	127	196	140	210	140	209	139	208	139	208	149	218	148	218	
Fz	32930	32578	32930	32578	31864	31511	31864	31511	31913	31561	31913	31561	31113	30761	31113	30761	
Mx	2497	3004	2497	3003	4122	4628	4121	4628	2269	2775	2268	2775	3488	3994	3487	3993	
My	-20143	-20228	-20142	-20227	-16921	-17007	-16920	-17006	-18143	-18228	-18142	-18227	-15727	-15812	-15726	-15811	

	S.L.U.								q5								
Fx	6854	7026	6854	7026	6877	7049	6877	7049	6850	7023	6850	7022	6873	7046	6873	7045	
Fy	122	191	122	191	132	201	132	201	121	190	120	190	131	200	130	200	
Fz	31912	31560	31912	31560	31112	30760	31112	30760	31912	31560	31912	31560	31112	30760	31112	30760	
Mx	2145	2652	2145	2651	3364	3870	3364	3870	2132	2639	2131	2638	3351	3857	3350	3856	
My	-17945	-18030	-17944	-18029	-15529	-15614	-15528	-15613	-17924	-18009	-17922	-18008	-15508	-15593	-15506	-15592	

	S.L.U.								q6.x				S.L.V.				q6.z	
Fx	6900	7187	6900	7187	6923	7210	6923	7210	10626	10746	4576	4696	4536	4656				
Fy	143	258	143	258	153	268	153	268	212	260	3195	3243	162	210				
Fz	32034	31447	32034	31447	31233	30646	31234											

CORRIDOIO PLURIMODALE TIRRENICO-NORD EUROPA ITINERARIO AGRIGENTO -CALTANISSETTA-A19 S.S. N° 640 "DI PORTO EMPEDOCLE" AMMODERNAMENTO E ADEGUAMENTO ALLA CAT. B DEL D.M. 5.11.2001 Dal km 44+000 allo svincolo con l'A19 Progetto Esecutivo	Opera: Viadotto Salso
	Relazione di Calcolo Spalle Carr. Dx
	Pagina 32 di 112
	Nome file: V115-B-CL013-A.01_relazione_calcolo_spalle_carr_dx.doc

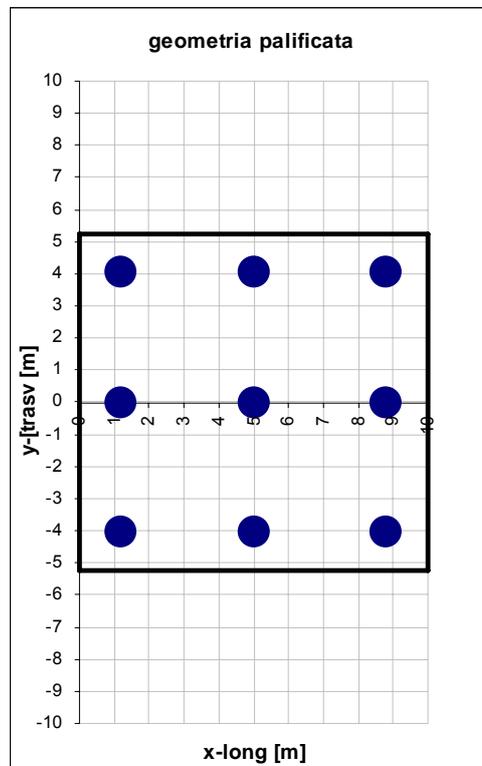
	S.L.car							S.L.E.							S.L.freq		S.L.qp	
Fx	5081	5224	5081	5224	5063	5207	5063	5207	5081	5224	5081	5224	5063	5207	5063	5207	4411	4531
Fy	95	153	95	153	58	116	58	116	95	153	95	153	58	116	58	116	76	124
Fz	23644	23350	23644	23350	21577	21283	21577	21283	23644	23350	23644	23350	21577	21283	21577	21283	21355	21111
Mx	1625	2047	1625	2047	-900	-478	-900	-478	1625	2047	1625	2047	-900	-478	-900	-478	782	1134
My	-13324	-13395	-13323	-13394	-9183	-9254	-9182	-9253	-13323	-13395	-13323	-13394	-9183	-9254	-9183	-9254	-8271	-8331

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	Xp	Yp	trasv	long
					Jxi	Jyi
1	1.20	4.05	-3.80	4.05	16.40	14.44
2	1.20	0.00	-3.80	0.00	0.00	14.44
3	1.20	-4.05	-3.80	-4.05	16.40	14.44
4	5.00	4.05	0.00	4.05	16.40	0.00
5	5.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
6	5.00	-4.05	0.00	-4.05	16.40	0.00
7	8.80	4.05	3.80	4.05	16.40	14.44
8	8.80	0.00	3.80	0.00	0.00	14.44
9	8.80	-4.05	3.80	-4.05	16.40	14.44



<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 Salso
	Relazione di Calcolo Spalle Carr. Dx
	Pagina 33 di 112
	Nome file: V115-B-CL013-A.01_relazione_calcolo_spalle_carr_dx.doc

SFORZO NORMALE PALO	q1								q3							
	1	2878	2856	2878	2856	2968	2946	2968	2946	2843	2821	2844	2821	2911	2889	2911
2	2775	2733	2776	2733	2798	2755	2798	2755	2750	2707	2750	2707	2767	2724	2767	2724
3	2673	2609	2673	2609	2629	2565	2629	2565	2657	2593	2657	2593	2624	2560	2624	2560
4	3762	3743	3762	3743	3710	3692	3710	3692	3639	3621	3639	3621	3600	3582	3600	3582
5	3659	3620	3659	3620	3540	3501	3540	3501	3546	3507	3546	3507	3457	3418	3457	3418
6	3556	3496	3556	3496	3371	3311	3371	3311	3452	3393	3453	3393	3313	3253	3313	3253
7	4645	4631	4645	4631	4452	4438	4452	4438	4435	4420	4435	4420	4290	4276	4290	4276
8	4542	4507	4542	4507	4283	4247	4283	4247	4342	4306	4342	4306	4147	4111	4147	4111
9	4440	4383	4440	4383	4113	4057	4113	4057	4248	4192	4248	4192	4003	3947	4003	3947
Nmax	4645	4631	4645	4631	4452	4438	4452	4438	4435	4420	4435	4420	4290	4276	4290	4276
TAGLIO																
taglio Vx	794	813	794	813	798	817	797	817	765	785	765	785	768	787	768	787
taglio Vy	14	22	14	22	16	23	16	23	15	23	15	23	17	24	16	24
V	794	814	794	814	798	817	798	817	766	785	766	785	768	787	768	787

SFORZO NORMALE PALO	q4								q5							
	1	2847	2825	2847	2825	2914	2892	2914	2892	2847	2825	2847	2825	2915	2893	2915
2	2759	2716	2759	2716	2776	2733	2776	2733	2760	2717	2760	2717	2777	2734	2777	2734
3	2670	2607	2671	2607	2637	2574	2637	2574	2672	2608	2672	2608	2639	2575	2639	2575
4	3634	3616	3634	3616	3595	3577	3595	3577	3634	3615	3634	3615	3595	3576	3595	3576
5	3546	3507	3546	3507	3457	3418	3457	3418	3546	3507	3546	3507	3457	3418	3457	3418
6	3457	3398	3458	3398	3318	3258	3318	3259	3458	3398	3458	3398	3319	3259	3319	3259
7	4421	4407	4421	4407	4276	4262	4276	4262	4420	4405	4420	4405	4275	4260	4275	4260
8	4333	4297	4333	4297	4138	4103	4138	4103	4332	4297	4332	4296	4137	4102	4137	4102
9	4245	4188	4245	4188	4000	3943	4000	3943	4244	4188	4244	4188	3999	3943	3999	3943
Nmax	4421	4407	4421	4407	4276	4262	4276	4262	4420	4405	4420	4405	4275	4260	4275	4260
TAGLIO																
taglio Vx	762	781	762	781	764	783	764	783	761	780	761	780	764	783	764	783
taglio Vy	14	21	14	21	15	22	15	22	13	21	13	21	15	22	14	22
V	762	781	762	781	764	784	764	784	761	781	761	781	764	783	764	783

SFORZO NORMALE PALO	S.L.U. e3								S.L.V. q6.x		S.L.V. q6.y		S.L.V. q6.z			
	1	2842	2805	2842	2805	2909	2872	2909	2872	708	693	2650	2635	2245	2229	
2	2748	2676	2748	2676	2765	2693	2765	2694	628	598	1971	1941	2180	2150		
3	2654	2548	2654	2548	2621	2515	2621	2515	548	504	1292	1248	2115	2071		
4	3653	3623	3653	3623	3615	3584	3614	3584	2451	2438	3050	3037	2592	2580		
5	3559	3494	3559	3494	3470	3405	3470	3405	2370	2343	2371	2344	2528	2500		
6	3465	3365	3465	3365	3326	3226	3326	3226	2290	2249	1692	1650	2463	2421		
7	4465	4440	4465	4440	4320	4296	4320	4296	4193	4183	3450	3440	2940	2930		
8	4371	4312	4371	4312	4176	4117	4176	4117	4113	4088	2771	2746	2875	2851		
9	4277	4183	4277	4183	4032	3938	4032	3938	4032	3993	2092	2053	2811	2772		
Nmax	4465	4440	4465	4440	4320	4296	4320	4296	4193	4183	3450	3440	2940	2930		
TAGLIO																
taglio Vx	767	799	767	799	769	801	769	801	1181	1194	508	522	504	517		
taglio Vy	16	29	16	29	17	30	17	30	24	29	355	360	18	23		
V	767	799	767	799	769	802	769	802	1181	1194	620	634	504	518		

SFORZO NORMALE PALO	S.L.car								S.L.E								S.L.freq		S.L.qp	
	1	2110	2091	2110	2091	1958	1939	1958	1939	2110	2091	2110	2091	1958	1939	1958	1939	2042	2027	
2	2043	2007	2043	2007	1895	1858	1895	1859	2043	2007	2043	2007	1895	1859	1895	1859	2010	1980		
3	1976	1923	1976	1923	2032	1979	2032	1979	1976	1923	1976	1923	2032	1979	2032	1979	1978	1934		
4	2694	2679	2694	2679	2360	2345	2360	2345	2694	2679	2694	2679	2360	2345	2360	2345	2405	2392		
5	2627	2594	2627	2594	2397	2365	2397	2365	2627	2594	2627	2594	2397	2365	2397	2365	2373	2346		
6	2560	2510	2560	2510	2434	2384	2434	2384	2560	2510	2560	2510	2434	2384	2434	2384	2341	2299		
7	3278	3266	3278	3266	2763	2751	2763	2751	3278	3266	3278	3266	2763	2751	2763	2751	2768	2758		
8	3211	3182	3211	3182	2800	2771	2800	2771	3211	3182	3211	3182	2800	2771	2800	2771	2736	2711		
9	3145	3098	3145	3098	2837	2790	2837	2790	3145	3098	3145	3098	2837	2790	2837	2790	2703	2664		
Nmax	3278	3266	3278	3266	2837	2790	2837	2790	3278	3266	3278	3266	2837	2790	2837	2790	2768	2758		
TAGLIO																				
taglio Vx	565	580	565	580	563	579	563	579	565	580	565	580	563	579	563	579	490	503		
taglio Vy	11	17	11	17	6	13	6	13	11	17	11	17	6	13	6	13	8	14		
V	565	581	565	581	563	579	563	579	565	581	565	581	563	579	563	579	490	504		

RIEPILOGO

Nmax	4645	4645	4193	3278	kN
Nmin	504	2515	504	3278	kN
Vmax	1194	817	1194	581	kN

CORRIDOIO PLURIMODALE TIRRENICO-NORD EUROPA ITINERARIO AGRIGENTO -CALTANISSETTA-A19 S.S. N° 640 "DI PORTO EMPEDOCLE" AMMODERNAMENTO E ADEGUAMENTO ALLA CAT. B DEL D.M. 5.11.2001 Dal km 44+000 allo svincolo con l'A19 Progetto Esecutivo	Opera: Viadotto Salso
	Relazione di Calcolo Spalle Carr. Dx
	Pagina 34 di 112
	Nome file: V115-B-CL013-A.01_relazione_calcolo_spalle_carr_dx.doc

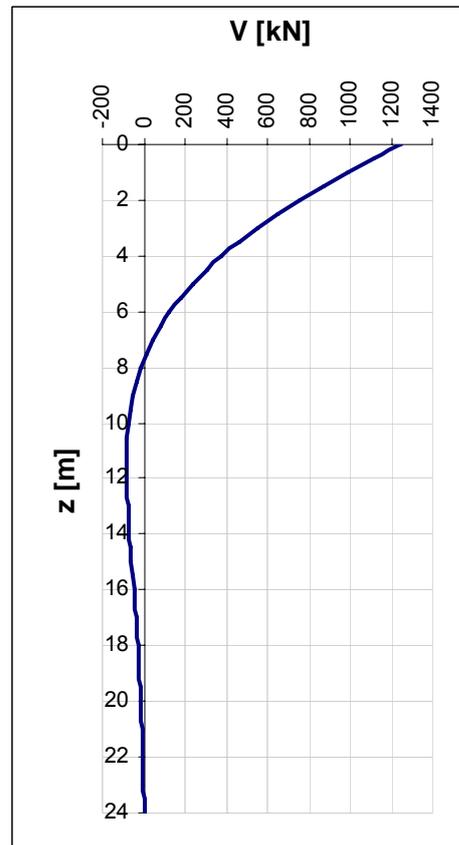
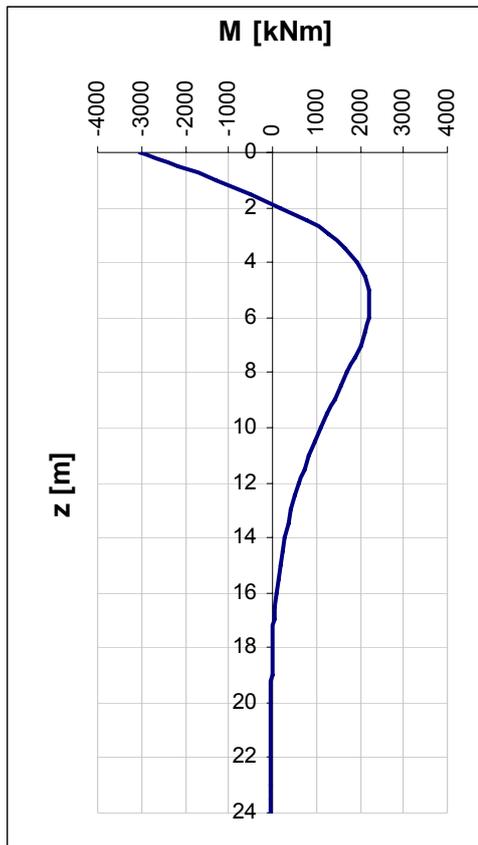
5 VERIFICA DEI PALI DI FONDAZIONE SPALLA A

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.

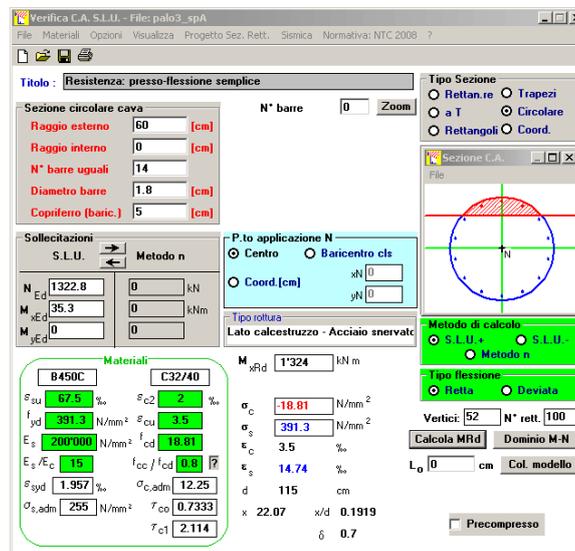
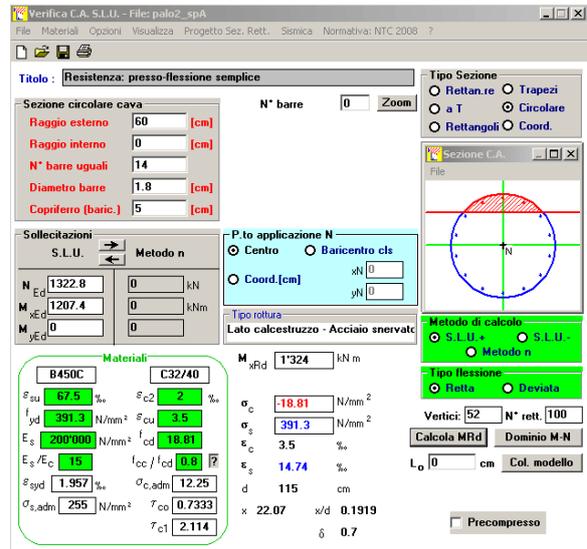
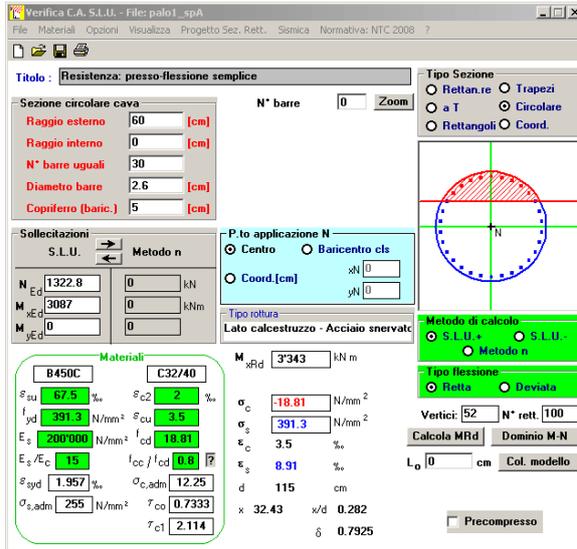
E	=	33643 MPa	modulo elastico calcestruzzo
D	=	1200 mm	diametro palo
J	=	0.1018 m ⁴	momento d'inerzia del palo
K	=	13000 kN/m ³	costante di reazione del terreno
B	=	1.80 m	larghezza efficace del palo
E _s	=	23400 kN/m ²	modulo di elasticità del terreno
L0	=	4.92 m	lunghezza elastica del palo
h	=	0.00 m	altezza tratto libero
V	=	1242.6 kN	taglio alla testa del palo
M _{max}	=	3056.0 kNm	massimo momento flettente
d _{max}	=	10.80 mm	spostamento massimo in testa
z2	=	9.70 m	profondità di calcolo momento flettente
M(z2)	=	1195.3 kNm	momento flettente alla profondità z2
z3	=	20.7 m	profondità di calcolo momento flettente
M(z3)	=	-35.0 kNm	momento flettente alla profondità z3



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

La prima gabbia viene armata con 30 Ø26, mentre per le successive sono sufficienti 14 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, 20.7 m).



	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	-1.3	10.7	5	26	30	11.5	3056.0	1207.2	3343.0	OK
gabbia n.2	9.7	21.7	5	18	14	24.7	1195.3	1207.2	1324.0	OK
gabbia n.3	20.7	25.0	5	18	14	24.7	35.0	1207.2	1324.0	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 Salso
	Relazione di Calcolo Spalle Carr. Dx
	Pagina 36 di 112
	Nome file: V115-B-CL013-A.01_relazione_calcolo_spalle_carr_dx.doc

5.1.2 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

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

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

dove:

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

D : diametro della sezione

d : altezza utile della sezione

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

A_{sw} : area dell'armatura trasversale

s : interasse tra due armature trasversali consecutive

α_c : coefficiente maggiorativo per lo sforzo assiale

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

CORRIDOIO PLURIMODALE TIRRENICO-NORD EUROPA ITINERARIO AGRIGENTO -CALTANISSETTA-A19 S.S. N° 640 "DI PORTO EMPEDOCLE" AMMODERNAMENTO E ADEGUAMENTO ALLA CAT. B DEL D.M. 5.11.2001 Dal km 44+000 allo svincolo con l'A19 Progetto Esecutivo	Opera: Viadotto Salso
	Relazione di Calcolo Spalle Carr. Dx
	Pagina 37 di 112
	Nome file: V115-B-CL013-A.01_relazione_calcolo_spalle_carr_dx.doc

Sollecitazioni

V	=	1242.6 kN	taglio di calcolo
N	=	1207.2 kN	sforzo assiale di calcolo

Geometria

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

Materiali

R _{ck}	=	40	resistenza caratteristica cubica
f _{ck}	=	33.20 MPa	resistenza caratteristica cilindrica
γ _c	=	1.50	coefficiente parziale di sicurezza
α _{cc}	=	0.85	coefficiente riduttivo per resistenze di lunga durata
f _{cd}	=	18.81 MPa	resistenza di calcolo a compressione
f' _{cd}	=	9.41 MPa	resistenza ridotta
γ _s	=	1.15	coefficiente di sicurezza acciaio
f _{yk}	=	450.0 MPa	tensione caratteristica di snervamento acciaio
f _{yd}	=	391.3 MPa	tensione di snervamento di calcolo dell'acciaio

Verifica per elementi provvisti di armatura a taglio

∅ _w	=	14 mm	diametro dell'armatura a taglio
α	=	90 °	inclinazione dell'armatura trasversale
s	=	150 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}	=	1.067 MPa	tensione media calcestruzzo
α _c	=	1.06	
V _{Rsd}	=	1600.4 kN	resistenza taglio trazione
V _{Rcd}	=	2950.6 kN	resistenza taglio compressione
V _{Rd}	=	1600.4 kN	resistenza a taglio
FS	=	1.29	

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 molto aggressive
 armature poco sensibili

Diametri massimi delle barre per il controllo della fessurazione

σ_s [MPa]	w1=0.20 mm								w1=0.20 mm	
	\emptyset									
160	25	25	25	25	25	25	25	25	25	25
200	16	16	16	16	16	16	16	16	16	16
240	12	12	12	12	12	12	12	12	12	12
280	8	8	8	8	8	8	8	8	8	8
320	6	6	6	6	6	6	6	6	6	6
360	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-

Spaziatura massima delle barre per il controllo della fessurazione

σ_s [MPa]	w1=0.20 mm								w1=0.20 mm	
	\emptyset									
160	200	200	200	200	200	200	200	200	200	200
200	150	150	150	150	150	150	150	150	150	150
240	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100
280	50	50	50	50	50	50	50	50	50	50
320	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
360	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-

Sollecitazioni agenti

	freq 1	freq 2	freq 3	freq 4	freq 5	freq 6	freq 7	freq 8	qp1	qp2	
L0	=	4.92	4.92	4.92	4.92	4.92	4.92	4.92	4.92	4.92	m
h	=	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	m
N	=	2536	2483	2564	2511	2171	2189	2143	2161	2249	kN
V	=	577	601	575	599	574	598	572	596	499	kN
M _{max}	=	1419	1478	1414	1473	1413	1472	1407	1466	1227	kN*m
$\sigma_{s,max}$	=	160	160	160	160	160	160	160	160	160	MPa
$\sigma_{sd,max}$	=	-	-	-	-	-	-	-	152	-	113
		OK									

combinazione

lunghezza elastica del palo
 altezza tratto libero
 sforzo assiale
 taglio alla testa del palo
 massimo momento flettente
 tensione massima nell'acciaio da normativa
 tensione massima di trazione nell'acciaio di calcolo

Verifica C.A. S.L.U. - File: SpA-freq8

TITOLO: Fessurazione: presso-flessione semplice

Sezione circolare cava: Raggio esterno 60 [cm], Raggio interno 0 [cm], N° barre uguali 30, Diametro barre 2.6 [cm], Coprifreno (baric.) 5 [cm].

Sollecitazioni: S.L.U. Metodo n. N_{Ed} 2175 kN, M_{xEd} 1466 kNm, M_{yEd} 0.

Materiali: B450C, C32/40. σ_{su} 67.5 %, σ_{c2} 2 %, σ_c -10.13 N/mm², σ_{cs} 152.3 N/mm², ϵ_s 0.7615 %, d 115 cm, x/d 57.44, δ 1.

Verifica C.A. S.L.U. - File: SpA-qp2

TITOLO: Fessurazione: presso-flessione semplice

Sezione circolare cava: Raggio esterno 60 [cm], Raggio interno 0 [cm], N° barre uguali 30, Diametro barre 2.6 [cm], Coprifreno (baric.) 5 [cm].

Sollecitazioni: S.L.U. Metodo n. N_{Ed} 2278 kN, M_{xEd} 1276 kNm, M_{yEd} 0.

Materiali: B450C, C32/40. σ_{su} 67.5 %, σ_{c2} 2 %, σ_c -8.825 N/mm², σ_{cs} 113 N/mm², ϵ_s 0.5648 %, d 115 cm, x/d 62.05, δ 1.

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.

Materiali

Rck	=	40	MPa	resistenza caratteristica cubica
f_{ck}	=	33.20	MPa	resistenza caratteristica cilindrica
f_{yk}	=	450.0	MPa	resistenza caratteristica di snervamento cilindrica

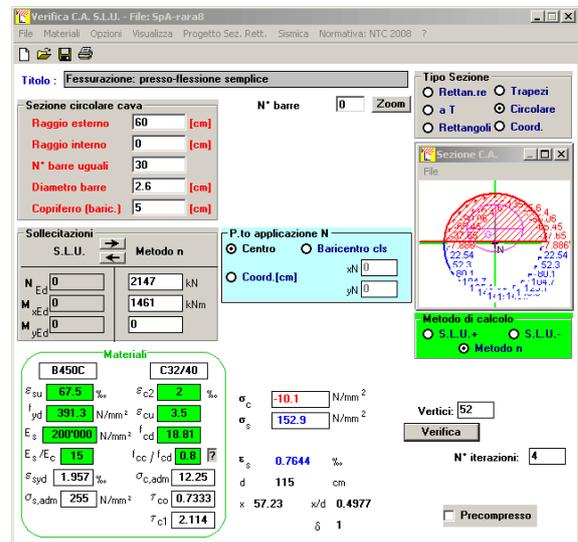
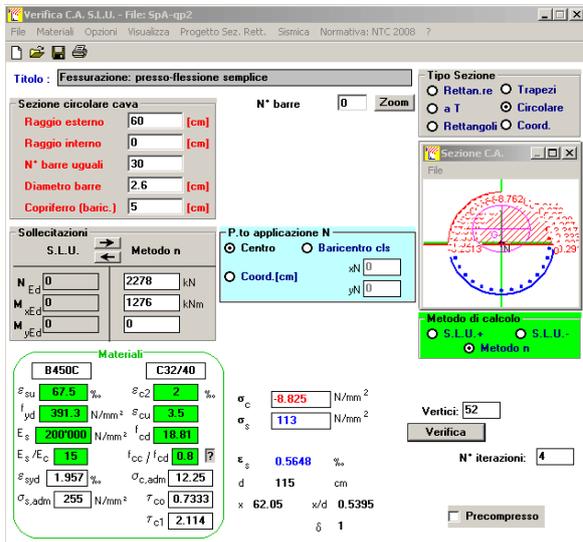
	rara1	rara2	rara3	rara4	combinazione		rara7	rara8	qp1	qp2			
					rara5	rara6							
Sollecitazioni agenti													
L0	=	4.92	4.92	4.92	4.92	4.92	4.92	4.92	4.92	4.92	m	lunghezza elastica del palo	
h	=	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	m	altezza tratto libero	
N	=	2508	2455	2582	2530	2199	2217	2114	2132	2249	2263	kN	sforzo assiale
V	=	579	603	573	597	577	601	570	594	499	519	kN	taglio alla testa del palo
M_{max}	=	1425	1484	1408	1467	1418	1478	1402	1461	1227	1276	kN*m	massimo momento flettente

Tensione massima di compressione del calcestruzzo nelle condizioni di esercizio

$\sigma_{c,max}$	=	19.92	19.92	19.92	19.92	19.92	19.92	19.92	19.92	14.94	14.94	[MPa]	massima tensione del cls da normativa	
$\sigma_{c,Sd}$	=	-	-	-	-	-	-	-	-	10.10	-	8.83	[MPa]	tensione di calcolo del cls in esercizio
		OK	OK	OK										

Tensione massima dell'acciaio in condizioni di esercizio

$\sigma_{s,max}$	=	360	360	360	360	360	360	360	360			[MPa]	massima tensione dell'acciaio normativa	
$\sigma_{s,Sd}$	=	-	-	-	-	-	-	-	-	153			[MPa]	tensione di calcolo dell'acciaio in esercizio
		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 Salso
	Relazione di Calcolo Spalle Carr. Dx
	Pagina 40 di 112
	Nome file: V115-B-CL013-A.01_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.

	TF1	TRV1	TRV_2a	TRV_2b
peso secco γ_d (kN/m ³)	20	20,9	20,6	20
γ_{sat} (kN/m ³)	20	20,9	20,6	20
coesione non dren. c_u (kPa)	40	243	250	250
coesione dren. c' (kPa)	10	19	35	43
angolo attrito ϕ' (°)	22	24	23	21

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:

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

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

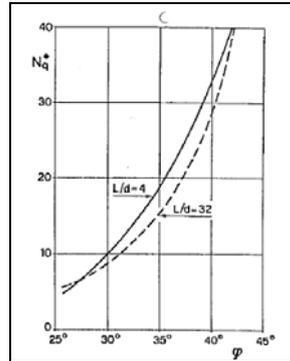
in condizioni drenate. In queste equazioni, si sono indicate rispettivamente con σ_{vL} e con σ_{vL}' la tensione totale ed efficace agenti in sito alla quota della punta del palo. I valori assunti per il coefficiente di adesione α sono stati ricavati in funzione della coesione non drenata secondo i 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 Salso
	Relazione di Calcolo Spalle Carr. Dx
	Pagina 41 di 112
	Nome file: V115-B-CL013-A.01_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.

	TF1	TRV1	TRV_2a	TRV_2b
coeff. N_q (cond. drenate)	4.0	4.0	4.0	4.0
coeff. N_c (cond. drenate)	7.5	6.9	7.1	7.8

Per i rapporti opere-terreni considerati nei calcoli, si è fatto riferimento al profilo geotecnico a corredo del presente progetto esecutivo. Nelle verifiche si è considerata la presenza di falda contenuta negli strati alluvionali e argillosi alterati. In particolare, per la spalla in esame, il tetto della falda è posto a -4m dal p.c. e il letto della falda 2m sotto il tetto dell'unità geotecnica TRV_2a.

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	TF1	8	0	8
2° strato	TRV1	6	8	14
3° strato	TRV_2a	5	14	19
4° strato	TRV_2b	26	19	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_{M_i} e γ_{F_j} , 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 $\gamma_E = \gamma_F$:

CORRIDOIO PLURIMODALE TIRRENICO-NORD EUROPA ITINERARIO AGRIGENTO -CALTANISSETTA-A19 S.S. N° 640 "DI PORTO EMPEDOCLE" AMMODERNAMENTO E ADEGUAMENTO ALLA CAT. B DEL D.M. 5.11.2001 Dal km 44+000 allo svincolo con l'A19 Progetto Esecutivo	Opera: Viadotto Salso
	Relazione di Calcolo Spalle Carr. Dx
	Pagina 42 di 112
	Nome file: V115-B-CL013-A.01_relazione_calcolo_spalle_carr_dx.doc

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

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

CARICHI	EFFETTO	Coefficiente Parziale γ_f (o γ_{fb})	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 compiutamente 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_f	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 $\gamma_p = \gamma_{c.a} - \gamma_t$).

CORRIDOIO PLURIMODALE TIRRENICO-NORD EUROPA ITINERARIO AGRIGENTO -CALTANISSETTA-A19 S.S. N° 640 "DI PORTO EMPEDOCLE" AMMODERNAMENTO E ADEGUAMENTO ALLA CAT. B DEL D.M. 5.11.2001 Dal km 44+000 allo svincolo con l'A19 Progetto Esecutivo	Opera: Viadotto Salso
	Relazione di Calcolo Spalle Carr. Dx
	Pagina 43 di 112
	Nome file: V115-B-CL013-A.01_relazione_calcolo_spalle_carr_dx.doc

azioni verticali massime in testa palo			caratteristiche pali fondazione			carico limite		
pila/spalla	statica	dinamica	diam. Palo	N° pali	lunghezza palo	PP. Compensato	Q _{lim_d}	Q _{lim_u}
	kN	kN	m		m	kN	kN	kN
spalla A	3972.00	3526.40	1.2	12	25	178.03	4783.68	5621.40

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	=	25.00 m	lunghezza palo
M _y	=	3343.0 kNm	momento di plasticizzazione del palo
c _u	=	192.6 kPa	coesione non drenata

palo corto

Q _{lim,1}	=	48257.9 kN	carico limite per palo corto
M _{max}	=	646655.3 kNm	momento massimo

palo intermedio

Q _{lim,2}	=	18174.5 kN	carico limite per palo intermedio
f	=	8.7 m	
M _{max}	=	108770.5 kNm	momento massimo

palo lungo

Q _{lim,3}	=	2723.7 kN	carico limite per palo lungo
MR	=	PALO LUNGO	meccanismo di rottura
Q _{lim,m}	=	2723.7 kN	carico limite (valore medio)
ξ ₃	=	1.55	fattore di correlazione
Q _{lim,k}	=	1757.2 kN	carico limite (valore caratteristico)
γ _T	=	1.30	coefficiente parziale
Q _{lim,d}	=	1351.7 kN	carico limite (valore di progetto)
F _h	=	1242.6 kN	azione trasversale testa palo
FS	=	1.09	

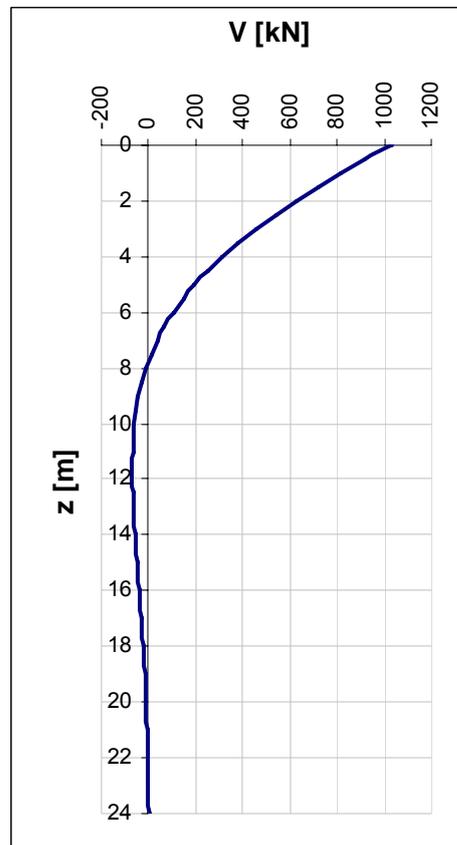
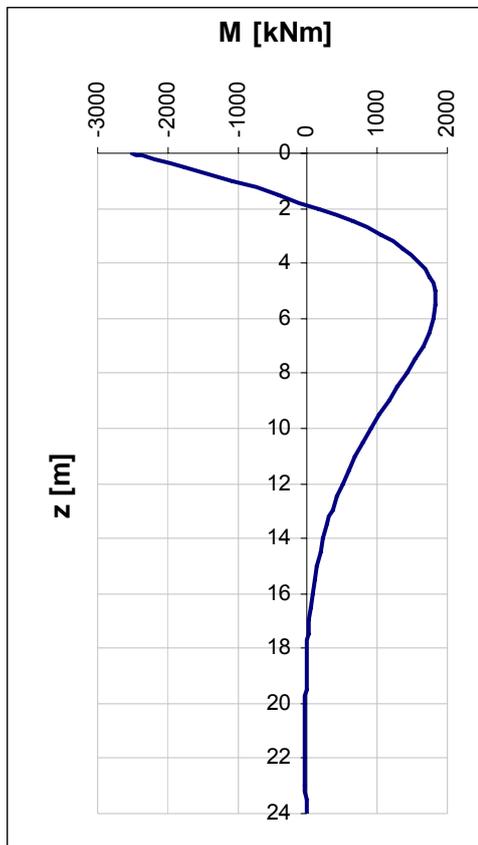
6 VERIFICA DEI PALI DI FONDAZIONE SPALLA B

6.1 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	=	33643 MPa	modulo elastico calcestruzzo
D	=	1200 mm	diametro palo
J	=	0.1018 m ⁴	momento d'inerzia del palo
K	=	13000 kN/m ³	costante di reazione del terreno
B	=	1.80 m	larghezza efficace del palo
E _s	=	23400 kN/m ²	modulo di elasticità del terreno
L ₀	=	4.92 m	lunghezza elastica del palo
h	=	0.00 m	altezza tratto libero
V	=	1025.5 kN	taglio alla testa del palo
M _{max}	=	2522.2 kNm	massimo momento flettente
d _{max}	=	8.91 mm	spostamento massimo in testa
z ₂	=	9.70 m	profondità di calcolo momento flettente
M(z ₂)	=	986.5 kNm	momento flettente alla profondità z ₂
z ₃	=	20.7 m	profondità di calcolo momento flettente
M(z ₃)	=	-28.9 kNm	momento flettente alla profondità z ₃



CORRIDOIO PLURIMODALE TIRRENICO-NORD EUROPA ITINERARIO AGRIGENTO -CALTANISSETTA-A19 S.S. N° 640 "DI PORTO EMPEDOCLE" AMMODERNAMENTO E ADEGUAMENTO ALLA CAT. B DEL D.M. 5.11.2001 Dal km 44+000 allo svincolo con l'A19 Progetto Esecutivo	Opera: Viadotto Salso
	Relazione di Calcolo Spalle Carr. Dx
	Pagina 46 di 112
	Nome file: V115-B-CL013-A.01_relazione_calcolo_spalle_carr_dx.doc

6.1.2 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

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

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

dove:

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

D : diametro della sezione

d : altezza utile della sezione

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

A_{sw} : area dell'armatura trasversale

s : interasse tra due armature trasversali consecutive

α_c : coefficiente maggiorativo per lo sforzo assiale

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

CORRIDOIO PLURIMODALE TIRRENICO-NORD EUROPA ITINERARIO AGRIGENTO -CALTANISSETTA-A19 S.S. N° 640 "DI PORTO EMPEDOCLE" AMMODERNAMENTO E ADEGUAMENTO ALLA CAT. B DEL D.M. 5.11.2001 Dal km 44+000 allo svincolo con l'A19 Progetto Esecutivo	Opera: Viadotto Salso
	Relazione di Calcolo Spalle Carr. Dx
	Pagina 47 di 112
	Nome file: V115-B-CL013-A.01_relazione_calcolo_spalle_carr_dx.doc

Sollecitazioni

V	=	1025.5 kN	taglio di calcolo
N	=	546.4 kN	sforzo assiale di calcolo

Geometria

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

Materiali

R _{ck}	=	40	resistenza caratteristica cubica
f _{ck}	=	33.20 MPa	resistenza caratteristica cilindrica
γ _c	=	1.50	coefficiente parziale di sicurezza
α _{cc}	=	0.85	coefficiente riduttivo per resistenze di lunga durata
f _{cd}	=	18.81 MPa	resistenza di calcolo a compressione
f' _{cd}	=	9.41 MPa	resistenza ridotta
γ _s	=	1.15	coefficiente di sicurezza acciaio
f _{yk}	=	450.0 MPa	tensione caratteristica di snervamento acciaio
f _{yd}	=	391.3 MPa	tensione di snervamento di calcolo dell'acciaio

Verifica per elementi provvisti di armatura a taglio

Ø _w	=	14 mm	diametro 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}	=	0.483 MPa	tensione media calcestruzzo
α _c	=	1.03	
V _{Rsd}	=	1200.3 kN	resistenza taglio trazione
V _{Rcd}	=	2863.9 kN	resistenza taglio compressione
V _{Rd}	=	1200.3 kN	resistenza a taglio
FS	=	1.17	

6.1.3 S.L.E. – Fessurazione

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

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

- condizioni 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 molto aggressive
 armature poco sensibili

Diametri massimi delle barre per il controllo della fessurazione

σ_s [MPa]	w1=0.20 mm					w1=0.20 mm				
	\varnothing									
160	25	25	25	25	25	25	25	25	25	25
200	16	16	16	16	16	16	16	16	16	16
240	12	12	12	12	12	12	12	12	12	12
280	8	8	8	8	8	8	8	8	8	8
320	6	6	6	6	6	6	6	6	6	6
360	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-

Spaziatura massima delle barre per il controllo della fessurazione

σ_s [MPa]	w1=0.20 mm					w1=0.20 mm				
	\varnothing									
160	200	200	200	200	200	200	200	200	200	200
200	150	150	150	150	150	150	150	150	150	150
240	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100
280	50	50	50	50	50	50	50	50	50	50
320	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
360	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-

Sollecitazioni agenti

	freq 1	freq 2	freq 3	freq 4	freq 5	freq 6	freq 7	freq 8	qp1	qp2		
L0	=	4.92	4.92	4.92	4.92	4.92	4.92	4.92	4.92	4.92	m	lunghezza elastica del palo
h	=	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	m	altezza tratto libero
N	=	1740	1691	1775	1726	1758	1730	1727	1699	1758	kN	sforzo assiale
V	=	480	499	478	497	476	495	474	493	411	kN	taglio alla testa del palo
M _{max}	=	1181	1228	1176	1223	1172	1218	1167	1213	1010	kN*m	massimo momento flettente
$\sigma_{s,max}$	=	160	160	160	160	160	160	160	160	160	MPa	tensione massima nell'acciaio da normativa
$\sigma_{Sd,max}$	=	-	151	-	-	-	-	-	-	112	MPa	tensione massima di trazione nell'acciaio di calcolo
		OK	OK	OK								

Verifica C.A. S.L.U. - File: SpB-freq8

Titolo: Fessurazione: presso-flessione semplice

Sezione circolare cava
 Raggio esterno: 60 [cm]
 Raggio interno: 0 [cm]
 N° barre uguali: 26
 Diametro barre: 2.6 [cm]
 Copriferro (baric.): 5 [cm]

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

Sollecitazioni
 S.L.U. Metodo n
 N_{Ed}: 0, M_{Ed}: 1691 kN, M_{yEd}: 1228 kNm

P.to applicazione N
 Centro Baricentro cls
 Coord.[cm]

Materiali
 B450C, C32/40
 σ_{su} : 67.5%, σ_{c2} : 2%, σ_c : -9.032 N/mm²
 f_{yd} : 391.3 N/mm², σ_{cu} : 3.5, α_s : 151.2 N/mm²
 E_s : 200000 N/mm², f_{cd} : 18.81, ϵ_s : 0.7562‰
 E_s/E_c : 15, f_{cc}/f_{cd} : 0.8, ϵ_{syd} : 1.957‰, $\sigma_{c,adm}$: 12.25, d: 115 cm
 $\sigma_{s,adm}$: 255 N/mm², τ_{co} : 0.7333, x: 54.34, x/d: 0.4725, τ_{c1} : 2.114

Vertici: 52, N° iterazioni: 4, Precompresso

Verifica C.A. S.L.U. - File: SpB-qp2

Titolo: Fessurazione: presso-flessione semplice

Sezione circolare cava
 Raggio esterno: 60 [cm]
 Raggio interno: 0 [cm]
 N° barre uguali: 26
 Diametro barre: 2.6 [cm]
 Copriferro (baric.): 5 [cm]

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

Sollecitazioni
 S.L.U. Metodo n
 N_{Ed}: 0, M_{Ed}: 1718 kN, M_{yEd}: 1048 kNm

P.to applicazione N
 Centro Baricentro cls
 Coord.[cm]

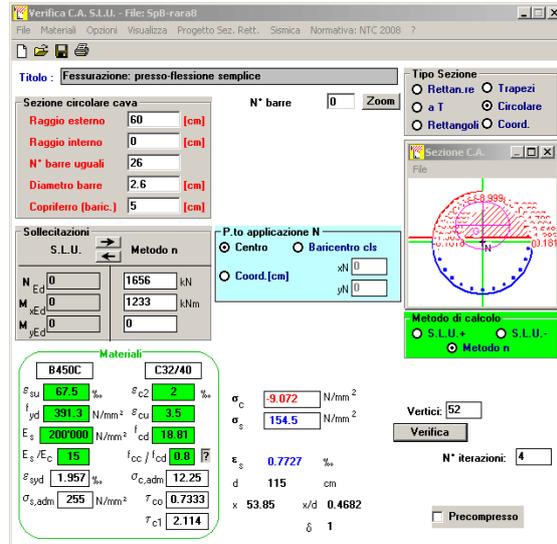
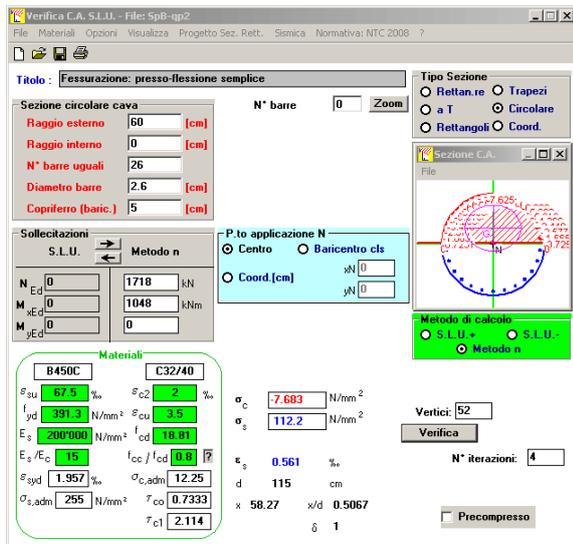
Materiali
 B450C, C32/40
 σ_{su} : 67.5%, σ_{c2} : 2%, σ_c : -7.683 N/mm²
 f_{yd} : 391.3 N/mm², σ_{cu} : 3.5, α_s : 112.2 N/mm²
 E_s : 200000 N/mm², f_{cd} : 18.81, ϵ_s : 0.561‰
 E_s/E_c : 15, f_{cc}/f_{cd} : 0.8, ϵ_{syd} : 1.957‰, $\sigma_{c,adm}$: 12.25, d: 115 cm
 $\sigma_{s,adm}$: 255 N/mm², τ_{co} : 0.7333, x: 58.27, x/d: 0.5067, τ_{c1} : 2.114

Vertici: 52, N° iterazioni: 4, Precompresso

6.1.4 S.L.E. – Limitazione delle tensioni

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

	rara1	rara2	rara3	rara4	combinazione		rara7	rara8	qp1	qp2		
					rara5	rara6						
Sollecitazioni agenti												
L0 =	4.92	4.92	4.92	4.92	4.92	4.92	4.92	4.92	4.92	4.92	m	lunghezza elastica del palo
h =	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	m	altezza tratto libero
N =	2016	2005	2071	2060	1791	1780	1751	1755	1751	1742	kN	sforzo assiale
V =	358	374	354	371	356	372	353	369	306	320	kN	taglio alla testa del palo
M _{max} =	880	920	871	911	876	916	868	907	753	786	kN*m	massimo momento flettente
Tensione massima di compressione del calcestruzzo nelle condizioni di esercizio												
$\sigma_{c,max}$ =	19.92	19.92	19.92	19.92	19.92	19.92	19.92	19.92	14.94	14.94	[MPa]	massima tensione del cls da normativa
$\sigma_{c,Sd}$ =	-	-	-	-	-	-	-	6.82	-	5.72	[MPa]	tensione di calcolo del cls in esercizio
	OK	OK	OK	OK	OK	OK	OK	OK	OK	OK		
Tensione massima dell'acciaio in condizioni di esercizio												
$\sigma_{s,max}$ =	360	360	360	360	360	360	360	360			[MPa]	massima tensione dell'acciaio normativa
$\sigma_{s,Sd}$ =	-	-	-	-	-	-	-	87			[MPa]	tensione di calcolo dell'acciaio in esercizio
	OK	OK	OK	OK	OK	OK	OK	OK				



CORRIDOIO PLURIMODALE TIRRENICO-NORD EUROPA ITINERARIO AGRIGENTO -CALTANISSETTA-A19 S.S. N° 640 "DI PORTO EMPEDOCLE" AMMODERNAMENTO E ADEGUAMENTO ALLA CAT. B DEL D.M. 5.11.2001 Dal km 44+000 allo svincolo con l'A19 Progetto Esecutivo	Opera: Viadotto Salso
	Relazione di Calcolo Spalle Carr. Dx
	Pagina 50 di 112
	Nome file: V115-B-CL013-A.01_relazione_calcolo_spalle_carr_dx.doc

6.2 VERIFICHE GEOTECNICHE DEI PALI

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

	TF1	TRV1	TRV_2a	TRV_2b
peso secco γ_d (kN/m ³)	20	20.9	20.6	20
γ_{sat} (kN/m ³)	20	20.9	20.6	20
coesione non dren. c_u (kPa)	40	243	250	250
coesione dren. c' (kPa)	10	19	35	43
angolo attrito ϕ' (°)	22	24	23	21

6.2.1 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:

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

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:

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

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

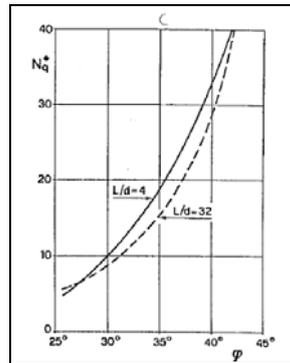
in condizioni drenate. In queste equazioni, si sono indicate rispettivamente con σ_{vL} e con σ_{vL}' la tensione totale ed efficace agenti in sito alla quota della punta del palo. I valori assunti per il coefficiente di adesione α sono stati ricavati in funzione della coesione non drenata secondo i 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 Salso
	Relazione di Calcolo Spalle Carr. Dx
	Pagina 51 di 112
	Nome file: V115-B-CL013-A.01_relazione_calcolo_spalle_carr_dx.doc



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

In tabella si riportano ora i valori dei coefficienti N_c ed N_q adottati per i diverse unità geotecniche.

	TF1	TRV1	TRV_2a	TRV_2b
coeff. N_q (cond. drenate)	4.0	4.0	4.0	4.0
coeff. N_c (cond. drenate)	7.5	6.9	7.1	7.8

Per i rapporti opere-terreni considerati nei calcoli, si è fatto riferimento al profilo geotecnico a corredo del presente progetto esecutivo. Nelle verifiche si è considerata la presenza di falda contenuta negli strati alluvionali e argillosi alterati. In particolare, per la spalla in esame, il tetto della falda è posto a -4m dal p.c. e il letto della falda 2m sotto il tetto dell'unità geotecnica TRV_2a.

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
1° strato	TF1	11	0	11
2° strato	TRV1	5	11	16
3° strato	TRV_2a	5	16	21
4° strato	TRV_2b	24	21	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 Salso
	Relazione di Calcolo Spalle Carr. Dx
	Pagina 52 di 112
	Nome file: V115-B-CL013-A.01_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 ^(*)	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	PP. Compensato	Qlim_d	Qlim_u
	kN	kN	m		m	kN	kN	kN
spalla B	4221.80	3572.10	1.2	9	25	179.40	4778.04	5195.38

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 Salso
	Relazione di Calcolo Spalle Carr. Dx
	Pagina 53 di 112
	Nome file: V115-B-CL013-A.01_relazione_calcolo_spalle_carr_dx.doc

6.2.2 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	=	25.00 m	lunghezza palo
M_y	=	2756.0 kNm	momento di plasticizzazione del palo
c_u	=	192.6 kPa	coesione non drenata

palo corto

$Q_{lim,1}$	=	48257.9 kN	carico limite per palo corto
M_{max}	=	646655.3 kNm	momento massimo

palo intermedio

$Q_{lim,2}$	=	18141.5 kN	carico limite per palo intermedio
f	=	8.7 m	
M_{max}	=	109009.6 kNm	momento massimo

palo lungo

$Q_{lim,3}$	=	2334.5 kN	carico limite per palo lungo
MR		PALO LUNGO	meccanismo di rottura
$Q_{lim,m}$	=	2334.5 kN	carico limite (valore medio)
ξ_3	=	1.55	fattore di correlazione
$Q_{lim,k}$	=	1506.1 kN	carico limite (valore caratteristico)
γ_T	=	1.30	coefficiente parziale
$Q_{lim,d}$	=	1158.5 kN	carico limite (valore di progetto)
F_h	=	1025.5 kN	azione trasversale testa palo
FS		1.13	

CORRIDOIO PLURIMODALE TIRRENICO-NORD EUROPA ITINERARIO AGRIGENTO -CALTANISSETTA-A19 S.S. N° 640 "DI PORTO EMPEDOCLE" AMMODERNAMENTO E ADEGUAMENTO ALLA CAT. B DEL D.M. 5.11.2001 Dal km 44+000 allo svincolo con l'A19 Progetto Esecutivo	Opera: Viadotto Salso
	Relazione di Calcolo Spalle Carr. Dx
	Pagina 54 di 112
	Nome file: V115-B-CL013-A.01_relazione_calcolo_spalle_carr_dx.doc

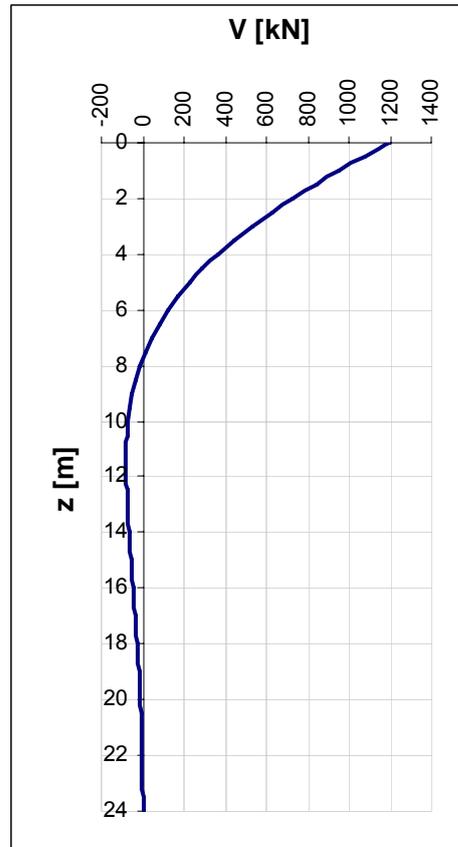
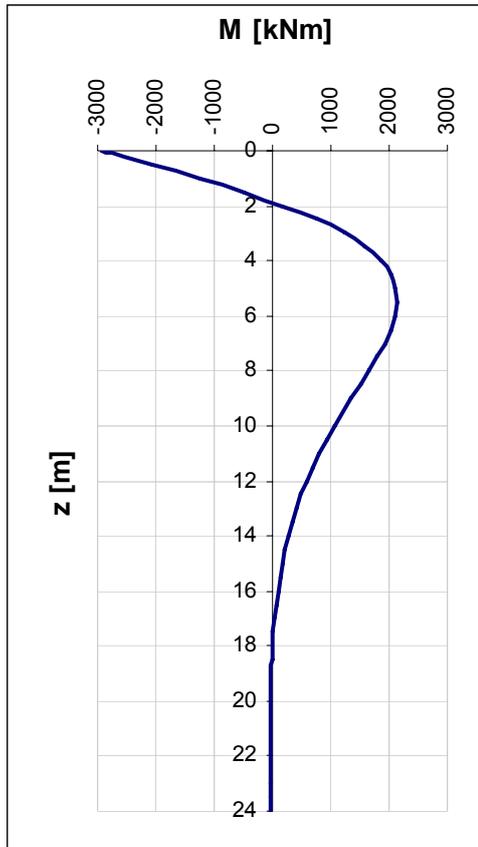
7 VERIFICA DEI PALI DI FONDAZIONE SPALLA C

7.1 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.

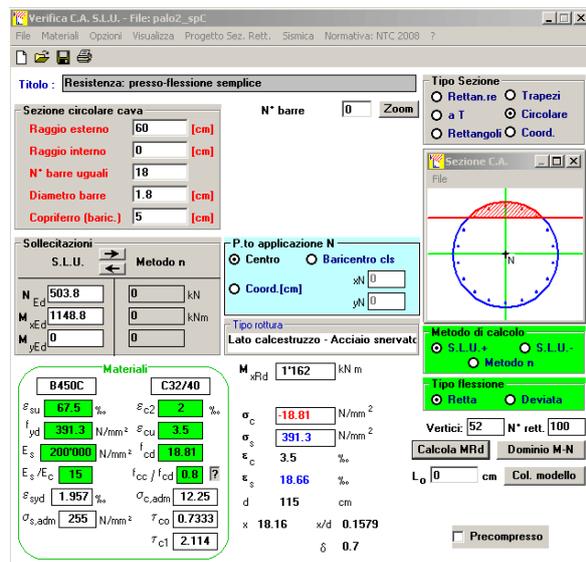
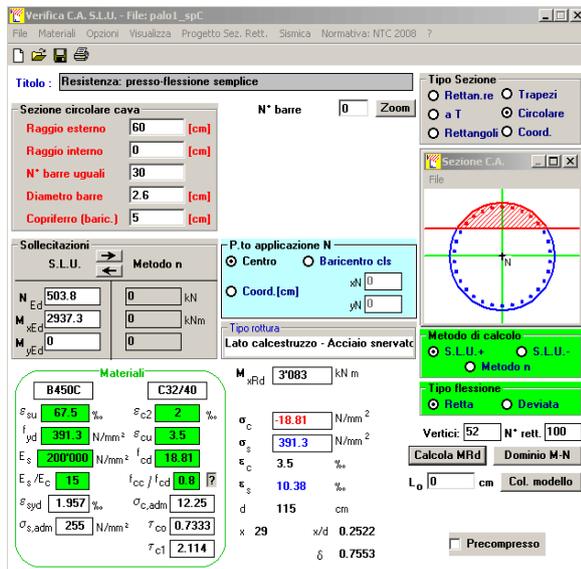
Di seguito si riporta il dettaglio dei calcoli di dimensionamento e verifica.

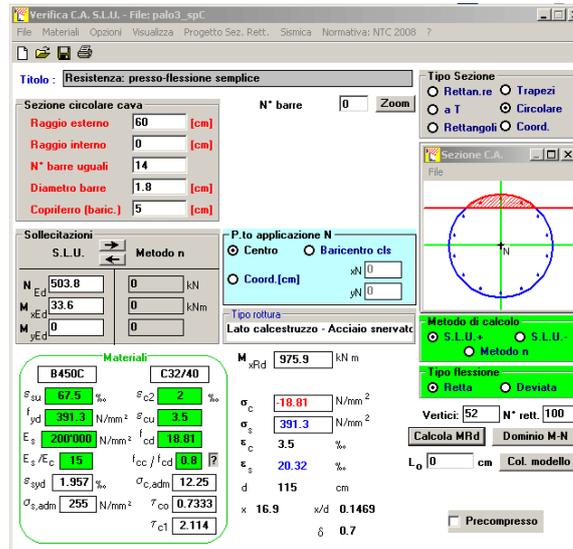
E	=	33643 MPa	modulo elastico calcestruzzo
D	=	1200 mm	diametro palo
J	=	0.1018 m ⁴	momento d'inerzia del palo
K	=	13000 kN/m ³	costante di reazione del terreno
B	=	1.80 m	larghezza efficace del palo
E _s	=	23400 kN/m ²	modulo di elasticità del terreno
L0	=	4.92 m	lunghezza elastica del palo
h	=	0.00 m	altezza tratto libero
V	=	1194.3 kN	taglio alla testa del palo
M _{max}	=	2937.3 kNm	massimo momento flettente
d _{max}	=	10.38 mm	spostamento massimo in testa
z2	=	9.70 m	profondità di calcolo momento flettente
M(z2)	=	1148.8 kNm	momento flettente alla profondità z2
z3	=	20.7 m	profondità di calcolo momento flettente
M(z3)	=	-33.6 kNm	momento flettente alla profondità z3



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

La prima gabbia viene armata con 30 Ø26, per la seconda 18 Ø18, mentre per la successiva sono sufficienti 14 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, 20.7m).





	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	-1.3	10.7	5	26	30	11.5	2937.3	503.8	3083.0	OK
gabbia n.2	9.7	21.7	5	18	18	19.2	1148.8	503.8	1162.0	OK
gabbia n.3	20.7	25.0	5	18	14	24.7	33.6	503.8	975.9	OK

7.1.2 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

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

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

dove:

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

D : diametro della sezione

d : altezza utile della sezione

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

CORRIDOIO PLURIMODALE TIRRENICO-NORD EUROPA ITINERARIO AGRIGENTO -CALTANISSETTA-A19 S.S. N° 640 "DI PORTO EMPEDOCLE" AMMODERNAMENTO E ADEGUAMENTO ALLA CAT. B DEL D.M. 5.11.2001 Dal km 44+000 allo svincolo con l'A19 Progetto Esecutivo	Opera: Viadotto Salso
	Relazione di Calcolo Spalle Carr. Dx
	Pagina 57 di 112
	Nome file: V115-B-CL013-A.01_relazione_calcolo_spalle_carr_dx.doc

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	=	1194.3 kN	taglio di calcolo
N	=	503.8 kN	sforzo assiale di calcolo

Geometria

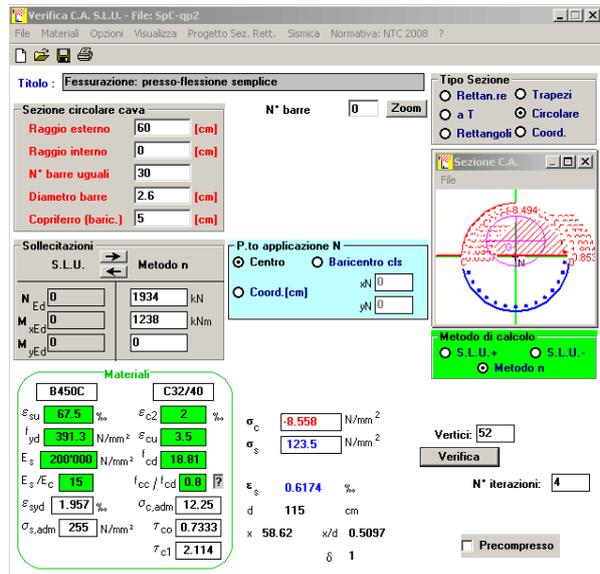
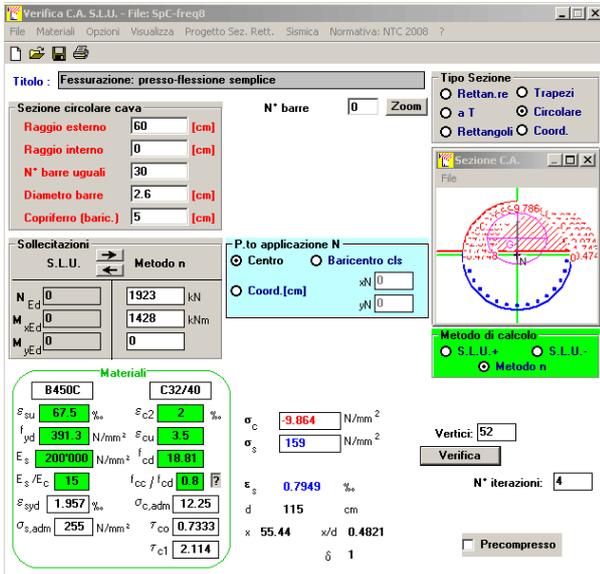
D	=	1200 mm	diametro sezione
d	=	1140 mm	altezza utile
d_e	=	886 mm	altezza utile equivalente
b_{we}	=	1080 mm	base equivalente

Materiali

R_{ck}	=	40	resistenza caratteristica cubica
f_{ck}	=	33.20 MPa	resistenza caratteristica cilindrica
γ_c	=	1.50	coefficiente parziale di sicurezza
α_{cc}	=	0.85	coefficiente riduttivo per resistenze di lunga durata
f_{cd}	=	18.81 MPa	resistenza di calcolo a compressione
f_{cd}'	=	9.41 MPa	resistenza ridotta
γ_s	=	1.15	coefficiente di sicurezza acciaio
f_{yk}	=	450.0 MPa	tensione caratteristica di snervamento acciaio
f_{yd}	=	391.3 MPa	tensione di snervamento di calcolo dell'acciaio

Verifica per elementi provvisti di armatura a taglio

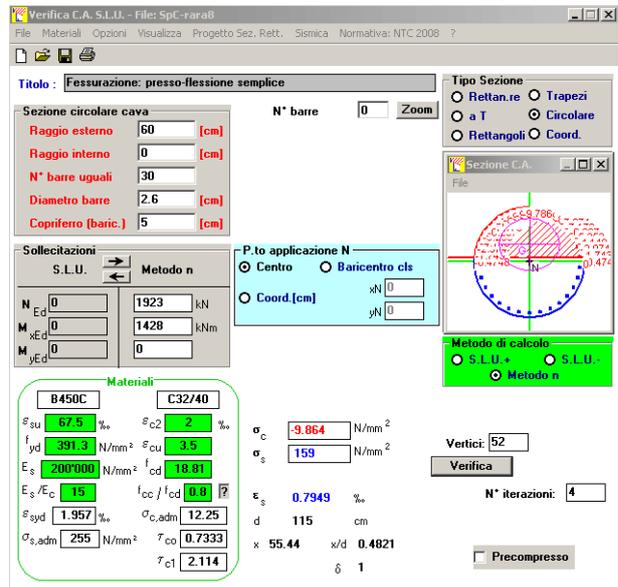
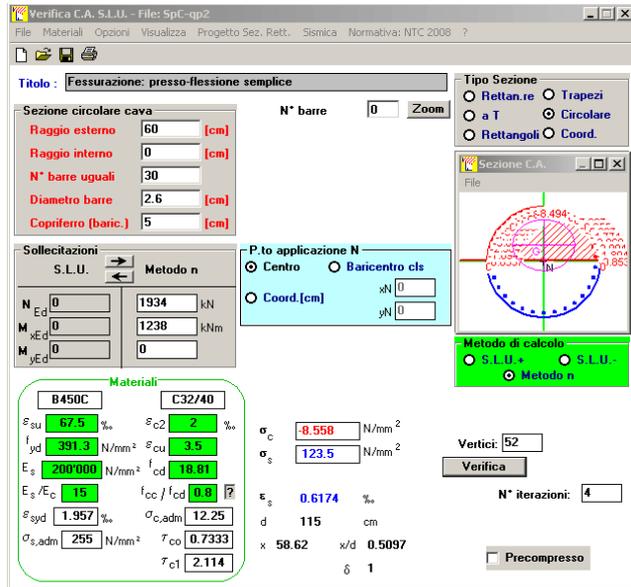
\varnothing_w	=	14 mm	diametro dell'armatura a taglio
α	=	90 °	inclinazione dell'armatura trasversale
s	=	200 mm	passo staffe in direzione longitudinale
n_{br}	=	2	numero bracci
A_{sw}	=	307.9 mm ²	area resistente dell'armatura a taglio
ctg ϑ	=	2.50	inclinazione delle bielle di calcestruzzo
σ_{cp}	=	0.445 MPa	tensione media calcestruzzo
α_c	=	1.02	
V_{Rsd}	=	1200.3 kN	resistenza taglio trazione
V_{Rcd}	=	2858.3 kN	resistenza taglio compressione
V_{Rd}	=	1200.3 kN	resistenza a taglio
FS	=	1.00	



7.1.4 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.

	rara1	rara2	rara3	rara4	combinazione rara5		rara7	rara8	qp1	qp2		
Sollecitazioni agenti												
L0 =	4.92	4.92	4.92	4.92	4.92	4.92	4.92	4.92	4.92	4.92	m	lunghezza elastica del palo
h =	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	m	altezza tratto libero
N =	2016	2005	2071	2060	1791	1780	1751	1755	1751	1742	kN	sforzo assiale
V =	358	374	354	371	356	372	353	369	306	320	kN	taglio alla testa del palo
M _{max} =	880	920	871	911	876	916	868	907	753	786	kN*m	massimo momento flettente
Tensione massima di compressione del calcestruzzo nelle condizioni di esercizio												
$\sigma_{c,max}$ =	19.92	19.92	19.92	19.92	19.92	19.92	19.92	19.92	14.94	14.94	[MPa]	massima tensione del cls da normativa
$\sigma_{c,Sd}$ =	-	-	-	-	-	-	-	6.82	-	5.72	[MPa]	tensione di calcolo del cls in esercizio
	OK	OK	OK	OK	OK	OK	OK	OK	OK	OK		
Tensione massima dell'acciaio in condizioni di esercizio												
$\sigma_{s,max}$ =	360	360	360	360	360	360	360	360			[MPa]	massima tensione dell'acciaio normativa
$\sigma_{s,Sd}$ =	-	-	-	-	-	-	-	87			[MPa]	tensione di calcolo dell'acciaio in esercizio
	OK	OK	OK	OK	OK	OK	OK	OK				



7.2 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.

	TF1	TRV1	TRV_2a	TRV_2b
peso secco gamma_d (kN/m ³)	20	20,9	20,6	20
gamma_sat (kN/m ³)	20	20,9	20,6	20
coesione non dren. cu (kPa)	40	243	250	250
coesione dren. c' (kPa)	10	19	35	43
angolo attrito phi' (°)	22	24	23	21

7.2.1 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:

CORRIDOIO PLURIMODALE TIRRENICO-NORD EUROPA ITINERARIO AGRIGENTO -CALTANISSETTA-A19 S.S. N° 640 "DI PORTO EMPEDOCLE" AMMODERNAMENTO E ADEGUAMENTO ALLA CAT. B DEL D.M. 5.11.2001 Dal km 44+000 allo svincolo con l'A19 Progetto Esecutivo	Opera: Viadotto Salso
	Relazione di Calcolo Spalle Carr. Dx
	Pagina 61 di 112
	Nome file: V115-B-CL013-A.01_relazione_calcolo_spalle_carr_dx.doc

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

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

in condizioni non drenate, e come:

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

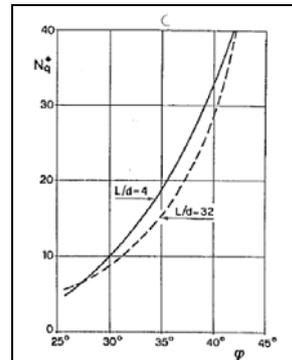
$$s_{lim,d} = k \mu \sigma_{vz}'$$

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: $k = 1 - \text{sen} \varphi'$, mentre il coefficiente di attrito vale: $\mu = \tan \varphi'$.

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

	TF1	TRV1	TRV_2a	TRV_2b
coeff. N_q (cond. drenate)	4.0	4.0	4.0	4.0
coeff. N_c (cond. drenate)	7.5	6.9	7.1	7.8

Per i rapporti opere-terreni considerati nei calcoli, si è fatto riferimento al profilo geotecnico a corredo del presente progetto esecutivo. Nelle verifiche si è considerata la presenza di falda contenuta negli strati alluvionali e argillosi alterati. In particolare, per la spalla in esame, il tetto della falda è posto a -4m dal p.c. e il letto della falda 2m sotto il tetto dell'unità geotecnica TRV_2a.

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

CORRIDOIO PLURIMODALE TIRRENICO-NORD EUROPA ITINERARIO AGRIGENTO -CALTANISSETTA-A19 S.S. N° 640 "DI PORTO EMPEDOCLE" AMMODERNAMENTO E ADEGUAMENTO ALLA CAT. B DEL D.M. 5.11.2001 Dal km 44+000 allo svincolo con l'A19 Progetto Esecutivo	Opera: Viadotto Salso
	Relazione di Calcolo Spalle Carr. Dx
	Pagina 62 di 112
	Nome file: V115-B-CL013-A.01_relazione_calcolo_spalle_carr_dx.doc

STRATIGRAFIA SOTTO SPICCATO FONDAZIONE SPALLA C - CARR. DX				
strati	Unità geotecniche	spessore strato da testa palo	quota iniziale	quota finale
		(m)	m	m
1° strato	TF1	11	0	11
2° strato	TRV1	5	11	16
3° strato	TRV_2a	5	16	21
4° strato	TRV_2b	24	21	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 $\gamma_E = \gamma_F$:

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

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

CARICHI	EFFETTO	Coefficiente Parziale γ_i (o γ_k)	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_{03}	0,0	0,0	0,0
	Sfavorevole		1,5	1,5	1,3

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

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.

CORRIDOIO PLURIMODALE TIRRENICO-NORD EUROPA ITINERARIO AGRIGENTO -CALTANISSETTA-A19 S.S. N° 640 "DI PORTO EMPEDOCLE" AMMODERNAMENTO E ADEGUAMENTO ALLA CAT. B DEL D.M. 5.11.2001 Dal km 44+000 allo svincolo con l'A19 Progetto Esecutivo	Opera: Viadotto Salso
	Relazione di Calcolo Spalle Carr. Dx
	Pagina 63 di 112
	Nome file: V115-B-CL013-A.01_relazione_calcolo_spalle_carr_dx.doc

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

Nel caso specifico, le verifiche geotecniche (GEO) in termini di capacità portante dei pali sono state condotte sulla base dell'approccio 2, con i coefficienti parziali → 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	carico limite	
pila/spalla	statica	dinamica	diam. Palo	N° pali	lunghezza palo		Qlim_d	Qlim_u
	kN	kN	m		m	kN	kN	kN
spalla C	4645.10	4192.80	1.2	9	28	202.30	5834.58	5862.30

7.2.2 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.

CORRIDOIO PLURIMODALE TIRRENICO-NORD EUROPA ITINERARIO AGRIGENTO -CALTANISSETTA-A19 S.S. N° 640 "DI PORTO EMPEDOCLE" AMMODERNAMENTO E ADEGUAMENTO ALLA CAT. B DEL D.M. 5.11.2001 Dal km 44+000 allo svincolo con l'A19 Progetto Esecutivo	Opera: Viadotto Salso
	Relazione di Calcolo Spalle Carr. Dx
	Pagina 64 di 112
	Nome file: V115-B-CL013-A.01_relazione_calcolo_spalle_carr_dx.doc

CALCOLO DEL CARICO LIMITE ORIZZONTALE IN TERRENI COESIVI

D	=	1.20 m	diametro palo
L	=	25.00 m	lunghezza palo
M _y	=	3083.0 kNm	momento di plasticizzazione del palo
c _u	=	192.6 kPa	coesione non drenata

palo corto

Q _{lim,1}	=	48257.9 kN	carico limite per palo corto
M _{max}	=	646655.3 kNm	momento massimo

palo intermedio

Q _{lim,2}	=	18159.9 kN	carico limite per palo intermedio
f	=	8.7 m	
M _{max}	=	108876.4 kNm	momento massimo

palo lungo

Q _{lim,3}	=	2554.3 kN	carico limite per palo lungo
--------------------	---	-----------	------------------------------

MR		PALO LUNGO	meccanismo di rottura
Q _{lim,m}	=	2554.3 kN	carico limite (valore medio)
ξ ₃	=	1.55	fattore di correlazione
Q _{lim,k}	=	1647.9 kN	carico limite (valore caratteristico)
γ _T	=	1.30	coefficiente parziale
Q _{lim,d}	=	1267.6 kN	carico limite (valore di progetto)
F _h	=	1194.3 kN	azione trasversale testa palo
FS		1.06	

8 ANALISI STRUTTURALE DELLA SPALLA A

Si descrive in questo capitolo l'analisi strutturale della spalla A della carreggiata destra.

CORRIDOIO PLURIMODALE TIRRENICO-NORD EUROPA ITINERARIO AGRIGENTO -CALTANISSETTA-A19 S.S. N° 640 "DI PORTO EMPEDOCLE" AMMODERNAMENTO E ADEGUAMENTO ALLA CAT. B DEL D.M. 5.11.2001 Dal km 44+000 allo svincolo con l'A19 Progetto Esecutivo	Opera: Viadotto Salso
	Relazione di Calcolo Spalle Carr. Dx
	Pagina 65 di 112
	Nome file: V115-B-CL013-A.01_relazione_calcolo_spalle_carr_dx.doc

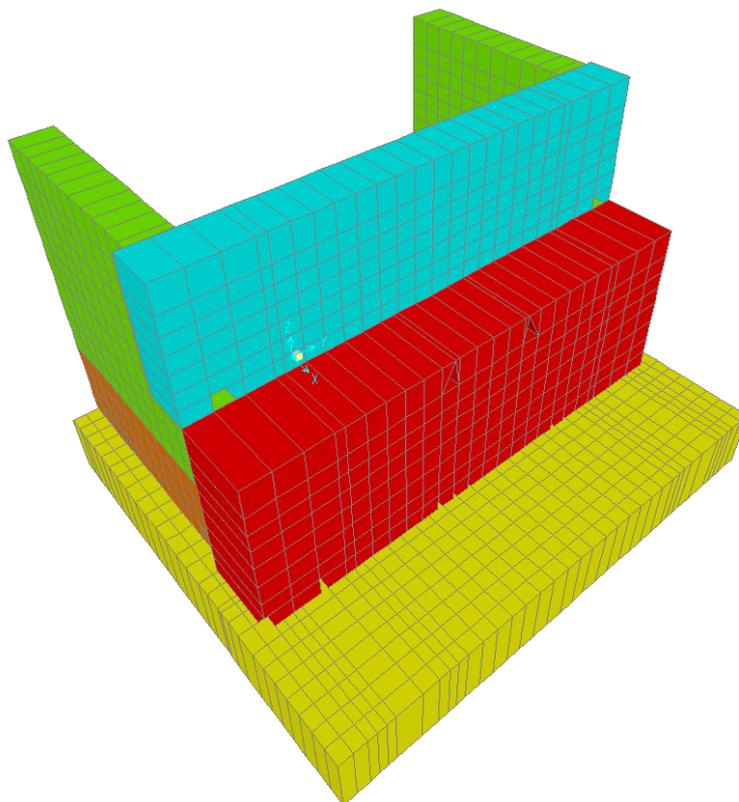
8.1 DESCRIZIONE DEL MODELLO DI CALCOLO

Il calcolo delle sollecitazioni agenti sugli elementi che costituiscono la spalla è stato eseguito in SAP2000 schematizzando gli elementi strutturali (plinto di fondazione, muro frontale, trave paraghiaia e muri laterali) come piastre rettangolari, con il plinto vincolato mediante incastri in corrispondenza degli assi dei pali di fondazione.

Lo schema statico appena descritto è stato risolto mettendo a punto un modello numerico agli elementi finiti che, con buona approssimazione, riproduce l'effettiva geometria e la effettiva distribuzione delle rigidzze della struttura reale. Gli elementi shell impiegati includono gli effetti della deformabilità a taglio.

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]
plinto di fondazione	1	11.70	13.75	1.80
muro frontale	1	2.00	12.75	4.40
muro paraghiaia	1	1.20	12.75	4.60
muro laterale sx	1	6.55	1.00	8.05
muro laterale dx	1	6.55	1.00	8.05
bandiera sx	0	3.00	1.50	2.00
bandiera dx	0	1.00	1.00	1.00
baggioli	2	1.10	1.10	0.40
apparecchi di appoggio	2	0.90	0.90	0.35
elemento 1	0	5.40	0.60	4.40
elemento 2	0	5.40	0.60	4.40

8.2 ANALISI DEI CARICHI

La spalla risulta sollecitata da forze concentrate trasmesse dall'impalcato in corrispondenza degli appoggi. Oltre alle suddette forze concentrate sono state applicate le forze di superficie che agiscono sulle piastre. Di

CORRIDOIO PLURIMODALE TIRRENICO-NORD EUROPA ITINERARIO AGRIGENTO -CALTANISSETTA-A19 S.S. N° 640 "DI PORTO EMPEDOCLE" AMMODERNAMENTO E ADEGUAMENTO ALLA CAT. B DEL D.M. 5.11.2001 Dal km 44+000 allo svincolo con l'A19 Progetto Esecutivo	Opera: Viadotto Salso
	Relazione di Calcolo Spalle Carr. Dx
	Pagina 67 di 112
	Nome file: V115-B-CL013-A.01_relazione_calcolo_spalle_carr_dx.doc

	S.L.U.															
	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
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
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
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
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
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
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
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
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
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
q3-imp	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
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
q6.1x-imp	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
q6.1z-imp	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
q6.2x-sp	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
q6.2z-sp	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

	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	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	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	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	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	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	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	-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	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	0	0	0	0	0	0	0
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	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	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	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	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	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	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	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	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	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	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	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	0.60	0.60	0.60

8.4 SOLLECITAZIONI

Si riportano di seguito le schermate delle sollecitazioni risultanti (M11max, M11min, M22max, M22min, V13max, V13min, V23max, V23min) 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.

Ricordiamo che non si è tenuto conto nel modello dell'effetto della frenatura sul terrapieno (C5.1.3.3.7.2, Circolare n. 617) in quanto, per il dimensionamento della trave paragrafiaia risulta dimensionante la combinazione sismica. Infatti, il momento della combinazione sismica valutato in corrispondenza dell'incastro con il muro frontale risulta maggiore di quello della combinazione statica valutato nel medesimo punto.

S.L.U.- fren	M(g3)	36.5 kN*m	S.L.V.	M(g3)	27.0 kN*m
	M(q3)	110.9 kN*m		M(q6.1)	25.5 kN*m
	Mtot	147.4 kN*m		M(q6.2)	214.6 kN*m
				Mtot	267.2 kN*m

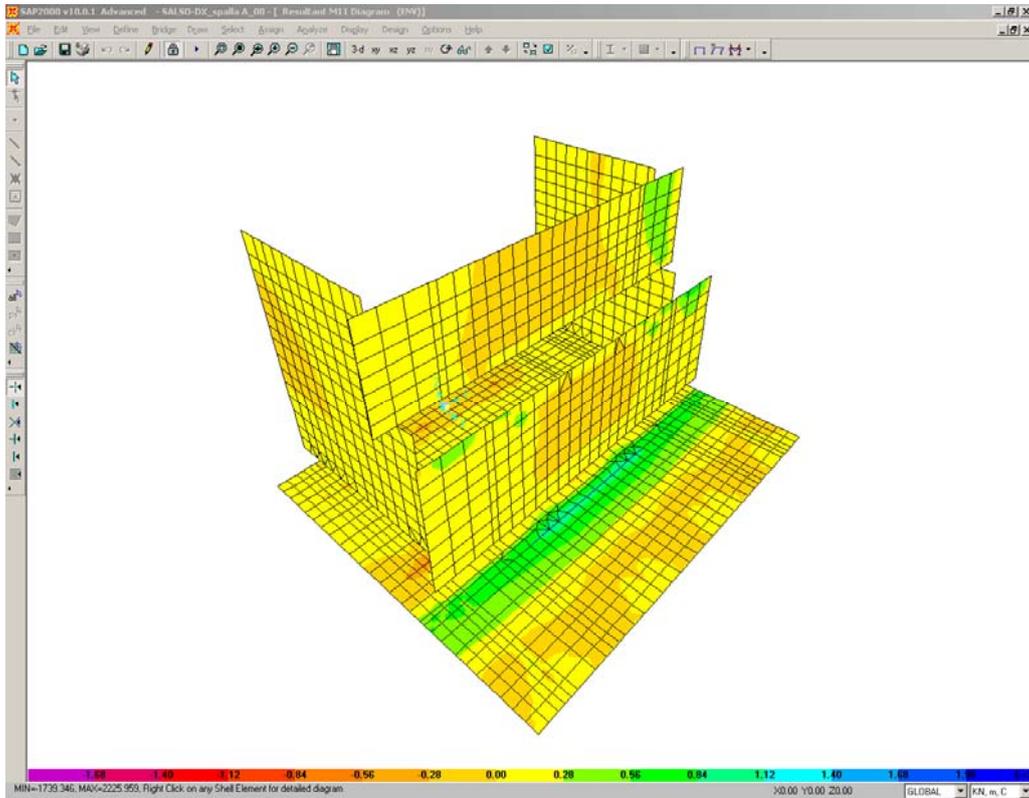
CORRIDOIO PLURIMODALE TIRRENICO-NORD EUROPA
ITINERARIO AGRIGENTO -CALTANISSETTA-A19
S.S. N° 640 "DI PORTO EMPEDOCLE"
AMMODERNAMENTO E ADEGUAMENTO ALLA CAT. B DEL D.M.
5.11.2001
Dal km 44+000 allo svincolo con l'A19
Progetto Esecutivo

Opera: **Viadotto Salso**

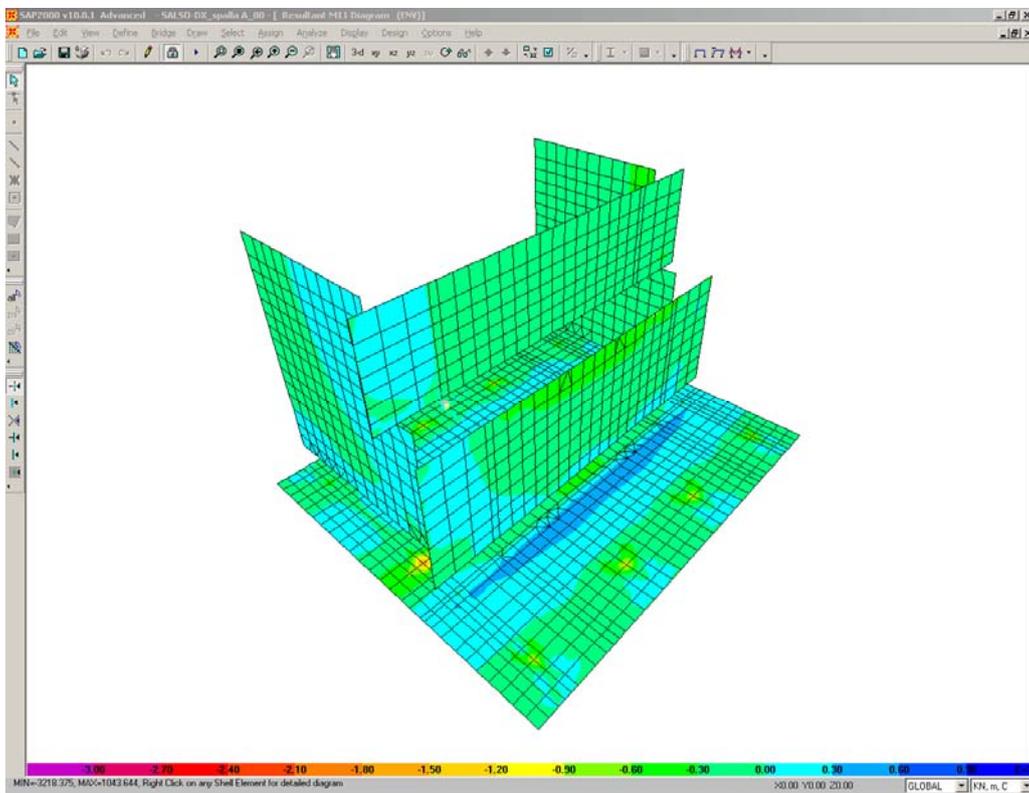
Relazione di Calcolo Spalle Carr. Dx

Pagina 68 di 112

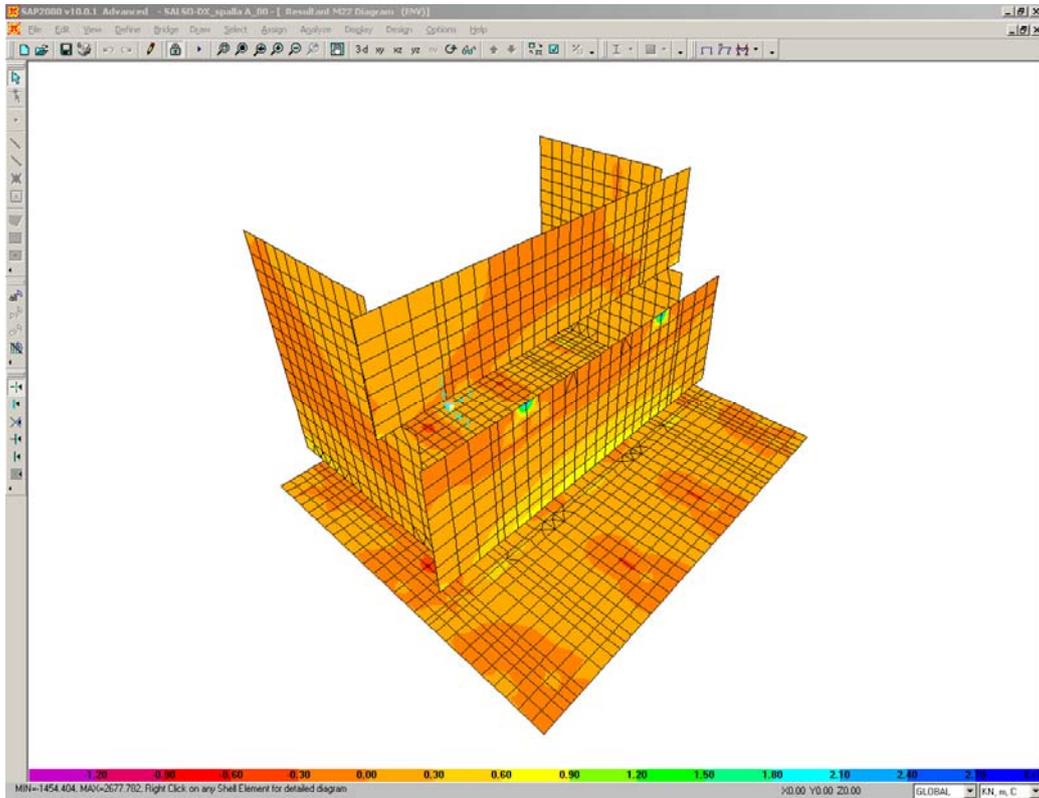
Nome file:
V115-B-CL013-A.01_relazione_calcolo_spalle_carr_dx.doc



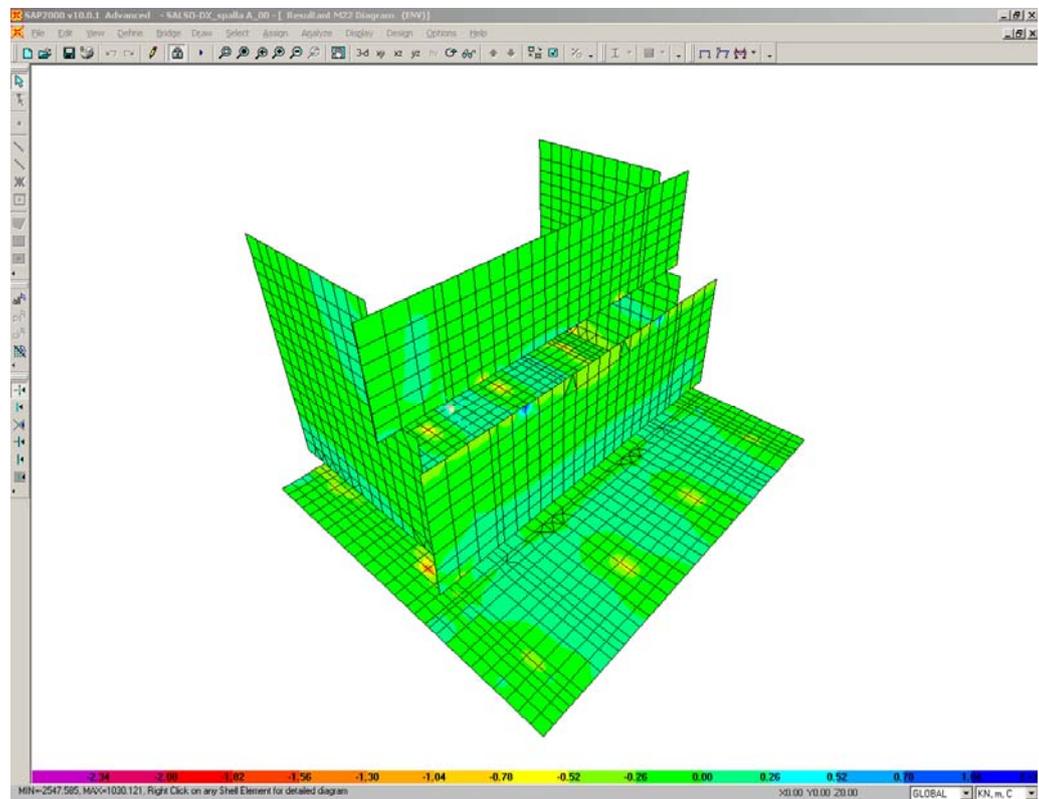
M11max



M11min



M22max



M22min

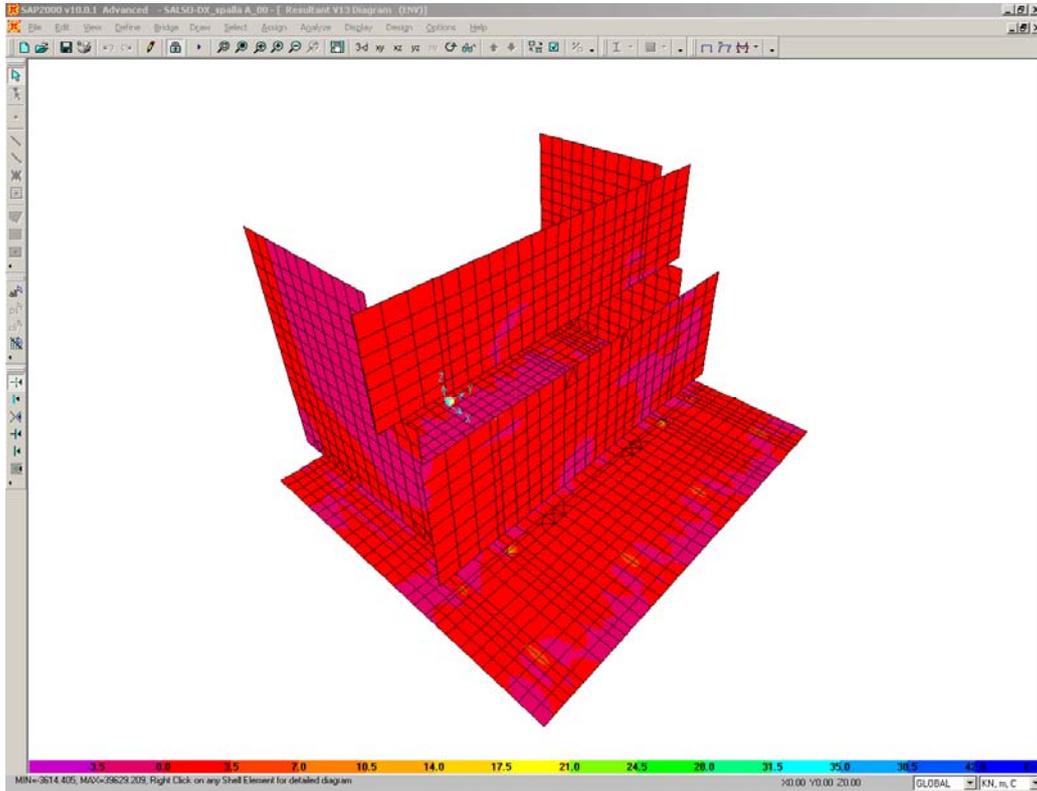
CORRIDOIO PLURIMODALE TIRRENICO-NORD EUROPA
ITINERARIO AGRIGENTO -CALTANISSETTA-A19
S.S. N° 640 "DI PORTO EMPEDOCLE"
AMMODERNAMENTO E ADEGUAMENTO ALLA CAT. B DEL D.M.
5.11.2001
Dal km 44+000 allo svincolo con l'A19
Progetto Esecutivo

Opera: **Viadotto Salso**

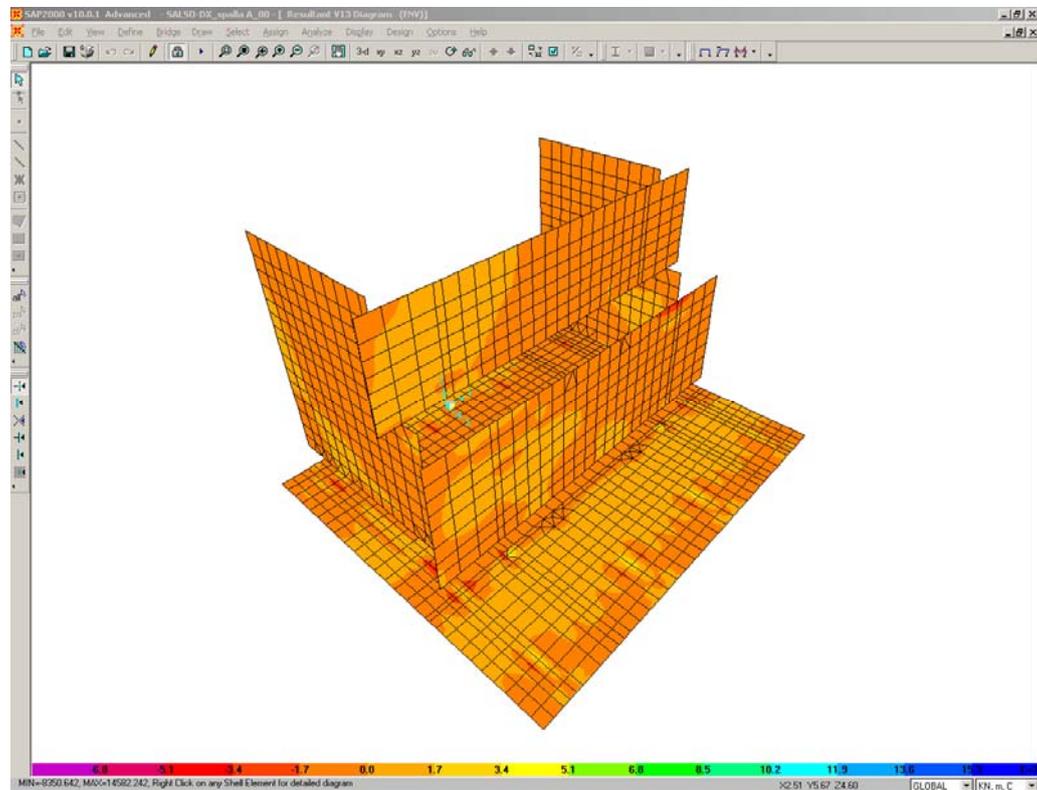
Relazione di Calcolo Spalle Carr. Dx

Pagina 70 di 112

Nome file:
V115-B-CL013-A.01_relazione_calcolo_spalle_carr_dx.doc



V13max



V13min

CORRIDOIO PLURIMODALE TIRRENICO-NORD EUROPA
ITINERARIO AGRIGENTO -CALTANISSETTA-A19
S.S. N° 640 "DI PORTO EMPEDOCLE"
AMMODERNAMENTO E ADEGUAMENTO ALLA CAT. B DEL D.M.
5.11.2001
Dal km 44+000 allo svincolo con l'A19
Progetto Esecutivo

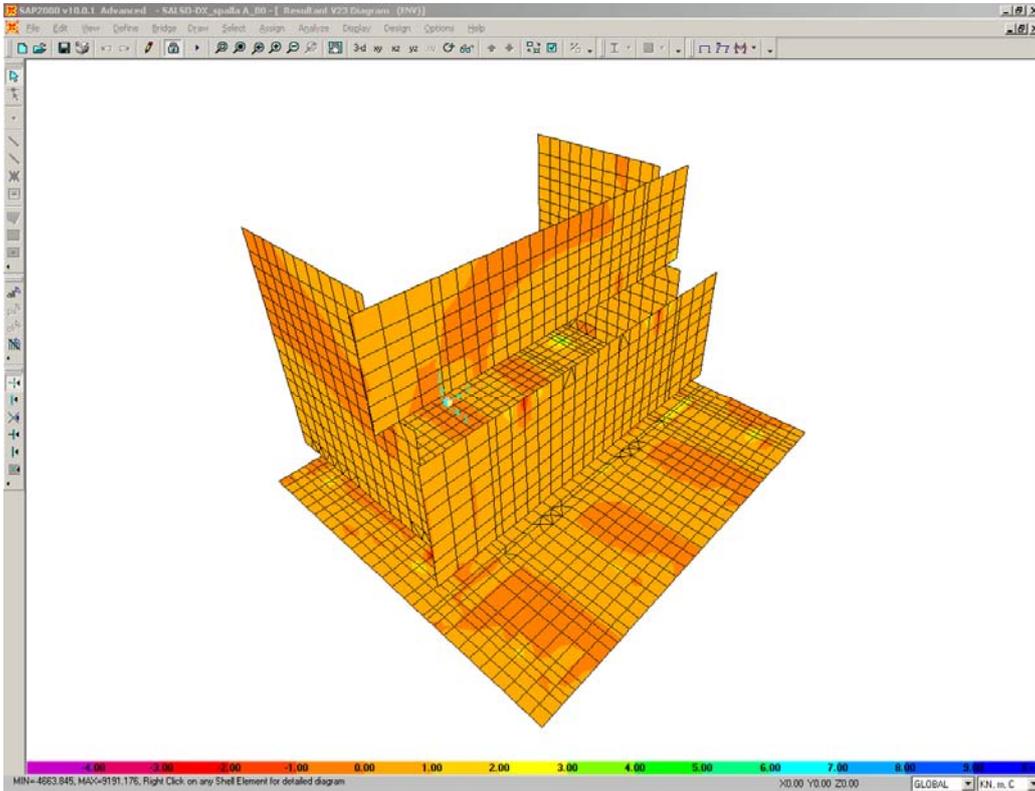
Opera: **Viadotto Salso**

Relazione di Calcolo Spalle Carr. Dx

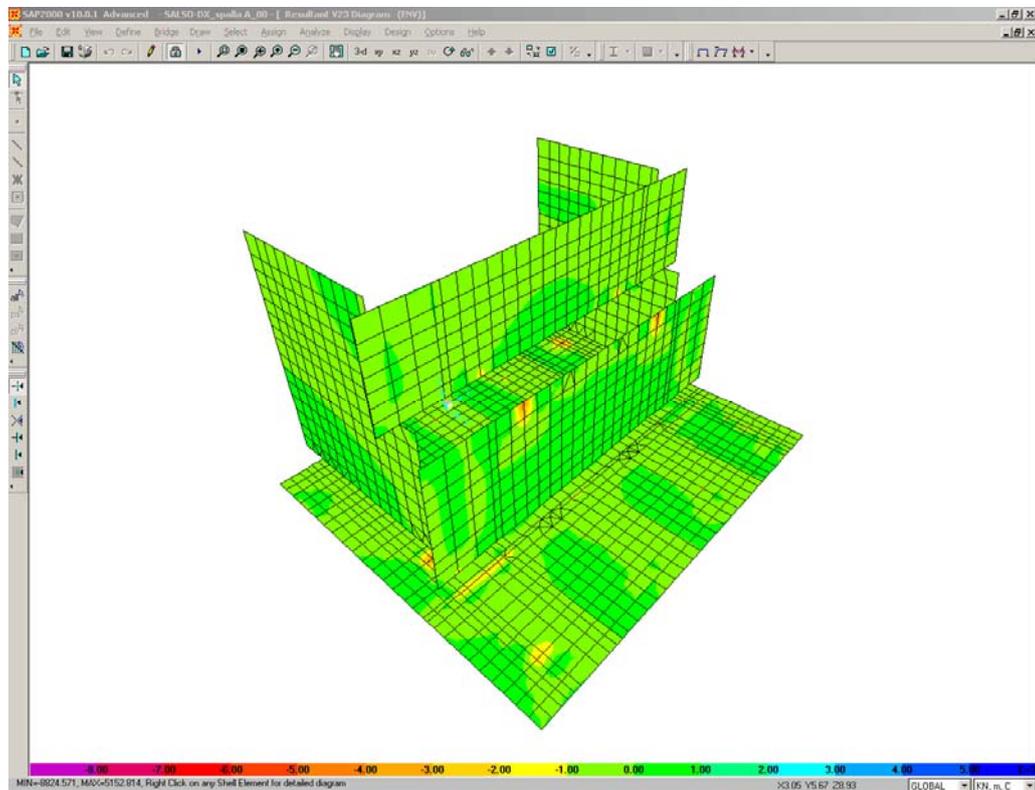
Pagina 71 di 112

Nome file:

V115-B-CL013-A.01_relazione_calcolo_spalle_carr_dx.doc

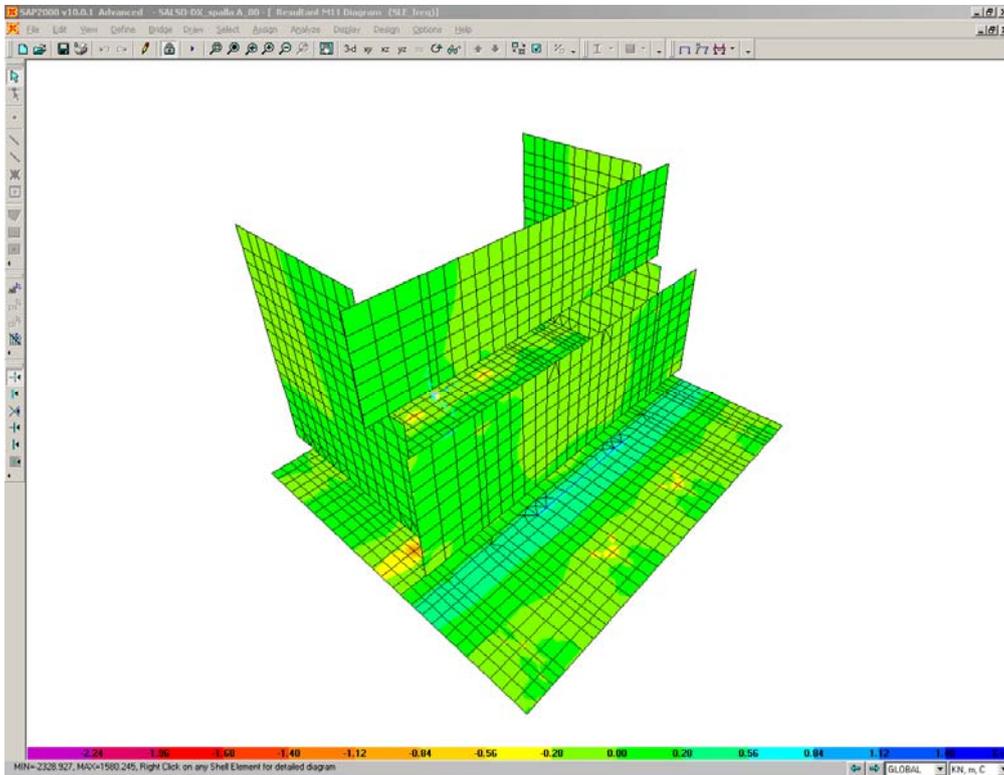


V23max

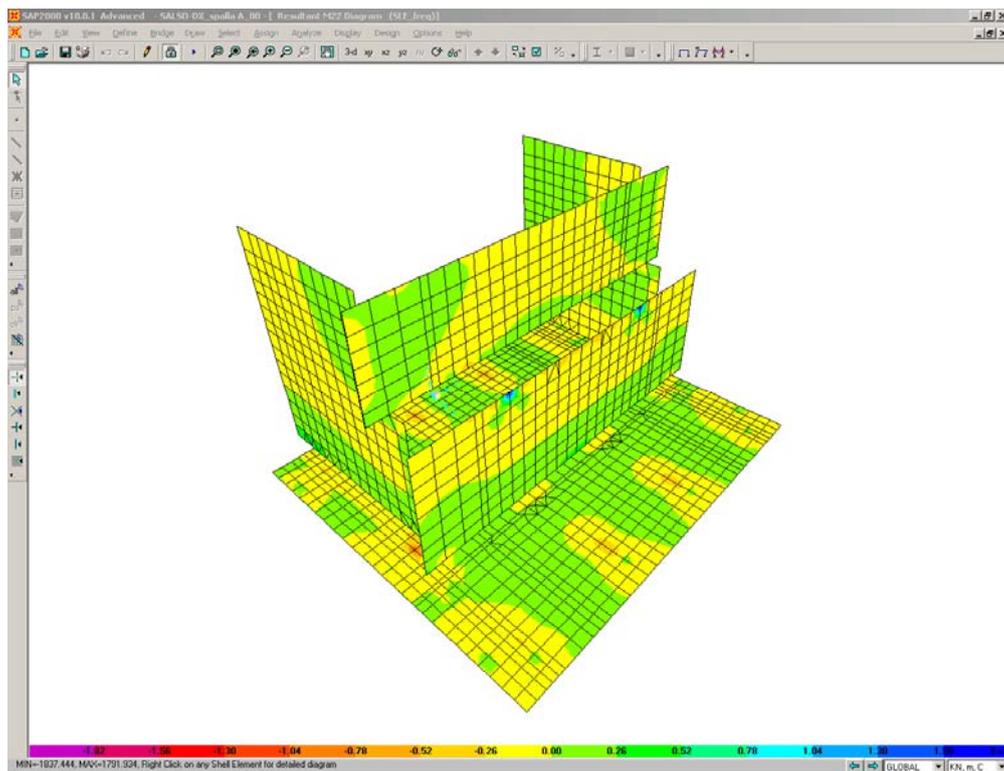


V23min

Sono ora presentate le schermate delle sollecitazioni risultanti (M11, M22) per l'involuppo delle combinazioni relative allo stato limite di esercizio (combinazioni frequenti), necessarie per effettuare le verifiche a fessurazione.

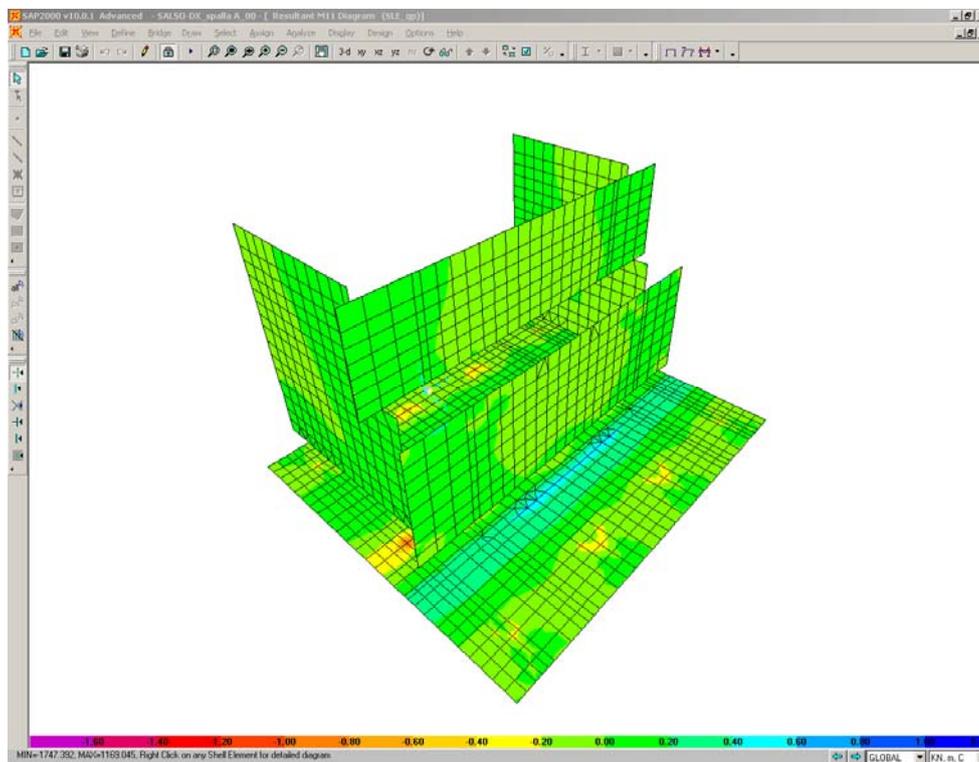


M11

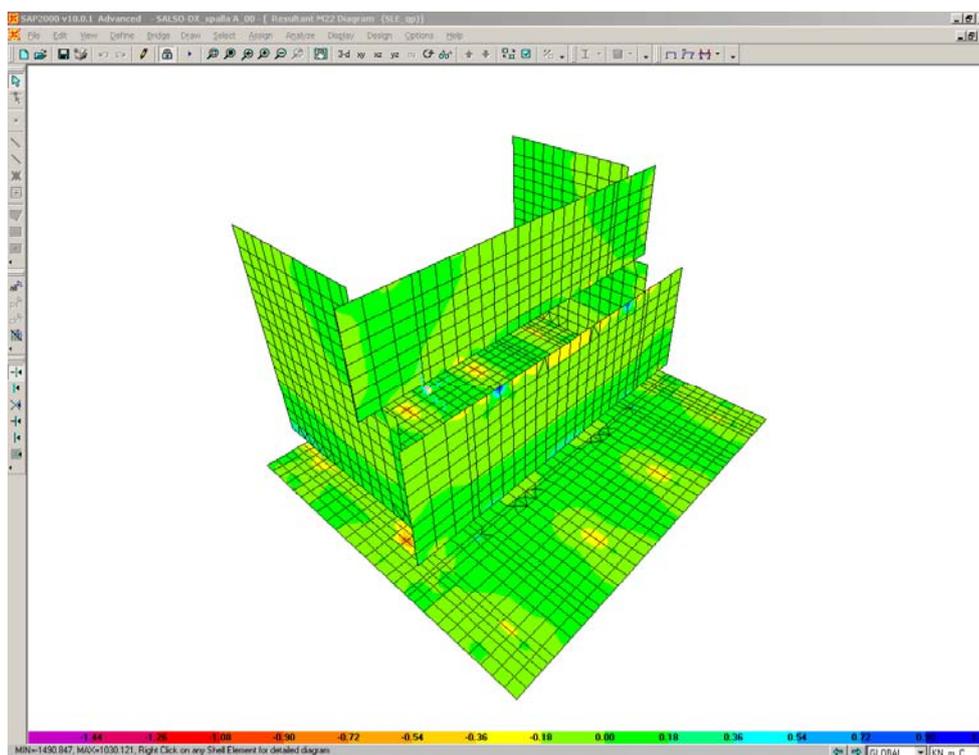


M22

Infine si riportano di seguito le schermate delle sollecitazioni risultanti (M_{11} , M_{22}) per l'involuppo delle combinazioni relative allo stato limite di esercizio (combinazioni quasi permanenti), necessarie anch'esse per effettuare le verifiche a fessurazione.



M11



M22

CORRIDOIO PLURIMODALE TIRRENICO-NORD EUROPA ITINERARIO AGRIGENTO -CALTANISSETTA-A19 S.S. N° 640 "DI PORTO EMPEDOCLE" AMMODERNAMENTO E ADEGUAMENTO ALLA CAT. B DEL D.M. 5.11.2001 Dal km 44+000 allo svincolo con l'A19 Progetto Esecutivo	Opera: Viadotto Salso
	Relazione di Calcolo Spalle Carr. Dx
	Pagina 74 di 112
	Nome file: V115-B-CL013-A.01_relazione_calcolo_spalle_carr_dx.doc

8.5 ARMATURA A FLESSIONE DEGLI ELEMENTI

Sulla base delle sollecitazioni ottenute è stata disposta la seguente armatura a flessione, avendo di cura di definire due sezioni per il muro andatore, una che si estende per 2.00 m in altezza a partire dall'estradosso del plinto ed un'altra che considera la restante parte di muro.

		Armatura Lato terra				Ferri		Armatura Lato fuori terra					
		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]			
plinto	X	5 Φ 22	19.0	+	0 Φ 0	0.0	19.0	5 Φ 18	12.7	+	0 Φ 0	0.0	12.7
	Y	5 Φ 22	19.0	+	0 Φ 0	0.0	19.0	5 Φ 18	12.7	+	0 Φ 0	0.0	12.7
muro	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
front	Z	5 Φ 18	12.7	+	0 Φ 0	0.0	12.7	5 Φ 18	12.7	+	0 Φ 0	0.0	12.7
trave	Y	5 Φ 20	15.7	+	0 Φ 0	0.0	15.7	5 Φ 18	12.7	+	0 Φ 0	0.0	12.7
paragh	Z	5 Φ 16	10.1	+	0 Φ 0	0.0	10.1	5 Φ 16	10.1	+	0 Φ 0	0.0	10.1
muro	X	5 Φ 26	26.5	+	0 Φ 0	0.0	26.5	5 Φ 18	12.7	+	0 Φ 0	0.0	12.7
and inf	Z	5 Φ 26	26.5	+	0 Φ 0	0.0	26.5	5 Φ 18	12.7	+	0 Φ 0	0.0	12.7
muro	X	5 Φ 26	26.5	+	0 Φ 0	0.0	26.5	5 Φ 18	12.7	+	0 Φ 0	0.0	12.7
and sup	Z	5 Φ 26	26.5	+	0 Φ 0	0.0	26.5	5 Φ 18	12.7	+	0 Φ 0	0.0	12.7

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

8.6 VERIFICA DEGLI ELEMENTI COSTITUENTI LA SPALLA

8.6.1 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:

VERIFICA A PRESSOFLESSIONE					
M _{Ed} ^{ter} [kN*m]	M _{Rd} ^{ter} [kN*m]		M _{Ed} ^{f.ter} [kN*m]	M _{Rd} ^{f.ter} [kN*m]	
1150	1275	OK	500	857	OK
980	1258	OK	440	846	OK
510	954	OK	490	954	OK
870	1073	OK	380	1073	OK
430	688	OK	230	554	OK
210	436	OK	260	436	OK
520	950	OK	100	460	OK
880	995	OK	350	519	OK
560	950	OK	210	460	OK
160	930	OK	130	451	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 Salso
	Relazione di Calcolo Spalle Carr. Dx
	Pagina 75 di 112
	Nome file: V115-B-CL013-A.01_relazione_calcolo_spalle_carr_dx.doc

8.6.2 S.L.U. – Resistenza: taglio

Per quanto riguarda la platea si è ritenuto opportuno disporre un cavallotto al metro quadro per assolvere la funzione di armatura resistente a taglio, mentre sugli altri elementi sono state disposte staffe aperte (a C) a passo costante (20 cm) nelle due direzioni.

Considerando una striscia di un metro di parete, la verifica a taglio risulta soddisfatta se:

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

in cui:

V_{Ed} : taglio di calcolo

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

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

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

dove:

d : altezza utile della sezione

b_w : base equivalente della sezione

A_{sw} : area dell'armatura trasversale

s : interasse tra due armature trasversali consecutive

α_c : coefficiente maggiorativo per lo sforzo assiale

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

CORRIDOIO PLURIMODALE TIRRENICO-NORD EUROPA ITINERARIO AGRIGENTO -CALTANISSETTA-A19 S.S. N° 640 "DI PORTO EMPEDOCLE" AMMODERNAMENTO E ADEGUAMENTO ALLA CAT. B DEL D.M. 5.11.2001 Dal km 44+000 allo svincolo con l'A19 Progetto Esecutivo	Opera: Viadotto Salso
	Relazione di Calcolo Spalle Carr. Dx
	Pagina 76 di 112
	Nome file: V115-B-CL013-A.01_relazione_calcolo_spalle_carr_dx.doc

	plinto	muro fr	tr paragh	m and inf	m and sup			
Sollecitazioni								
V	=	1450	1800	1100	890	750	kN	taglio di calcolo
N	=	0	140	0	161	0	kN	sforzo assiale di calcolo
Geometria								
h	=	1800	2000	1200	1000	1000	mm	altezza della sezione
d'	=	30	30	30	30	30	mm	copriferro
d	=	1770	1970	1170	970	970	mm	altezza utile della sezione
b _w	=	1000	1000	1000	1000	1000	mm	base della sezione
Materiali								
R _{ck}	=	45	35	35	35	35	MPa	resistenza caratteristica cubica
f _{ck}	=	37.35	29.05	29.05	29.05	29.05	MPa	resistenza caratteristica cilindrica
γ _c	=	1.50	1.50	1.50	1.50	1.50		coefficiente parziale di sicurezza
α _{cc}	=	0.85	0.85	0.85	0.85	0.85		coefficiente riduttivo per resistenze di lunga durata
f _{cd}	=	21.17	16.46	16.46	16.46	16.46	MPa	resistenza di calcolo a compressione
f' _{cd}	=	10.58	8.23	8.23	8.23	8.23	MPa	resistenza ridotta
γ _s	=	1.15	1.15	1.15	1.15	1.15		coefficiente di sicurezza acciaio
f _{yk}	=	450.0	450.0	450.0	450.0	450.0	MPa	tensione caratteristica di snervamento acciaio
f _{yd}	=	391.3	391.3	391.3	391.3	391.3	MPa	tensione di snervamento di calcolo dell'acciaio
Verifica per elementi provvisti di armatura a taglio								
∅ _w	=	26	14	14	14	14	mm	diametro dell'armatura a taglio
α	=	90	90	90	90	90	°	inclinazione dell'armatura trasversale
s	=	1'000	200	200	200	200	mm	passo staffe in direzione longitudinale
n _{br}	=	2.0	5.0	5.0	5.0	5.0		numero bracci
A _{sw}	=	1'061.86	769.69	769.69	769.69	769.69	mm ²	area resistente dell'armatura a taglio
ctg∅	=	2.50	2.50	2.50	2.50	2.50		inclinazione delle bielle di calcestruzzo
σ _{cp}	=	0.000	0.070	0.000	0.161	0.000	MPa	tensione media calcestruzzo
σ _{cp,ad}	=	0.000	0.070	0.000	0.161	0.000	MPa	tensione media di compressione adottata (<=0.2fcd)
α _c	=	1.00	1.00	1.00	1.01	1.00		
V _{Rsd}	=	1654.77	6674.97	3964.32	3286.66	3286.66	kN	resistenza taglio trazione
V _{Rcd}	=	12041.4	10467.9	6190.8	5182.8	5132.5	kN	resistenza taglio compressione
V _{Rd}	=	1654.8	6675.0	3964.3	3286.7	3286.7	kN	resistenza a taglio
FS	=	1.14	3.71	3.60	3.69	4.38		

Si considera agente come sforzo assiale sul muro frontale il peso della trave paraghiaia e sul muro andatore inferiore il peso della porzione di muro andatore sovrastante.

8.6.3 S.L.E. – Fessurazione

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

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

CORRIDOIO PLURIMODALE TIRRENICO-NORD EUROPA ITINERARIO AGRIGENTO -CALTANISSETTA-A19 S.S. N° 640 "DI PORTO EMPEDOCLE" AMMODERNAMENTO E ADEGUAMENTO ALLA CAT. B DEL D.M. 5.11.2001 Dal km 44+000 allo svincolo con l'A19 Progetto Esecutivo	Opera: Viadotto Salso
	Relazione di Calcolo Spalle Carr. Dx
	Pagina 79 di 112
	Nome file: V115-B-CL013-A.01_relazione_calcolo_spalle_carr_dx.doc

9 ANALISI STRUTTURALE DELLA SPALLA B

Si descrive in questo capitolo l'analisi strutturale della spalla B della carreggiata destra.

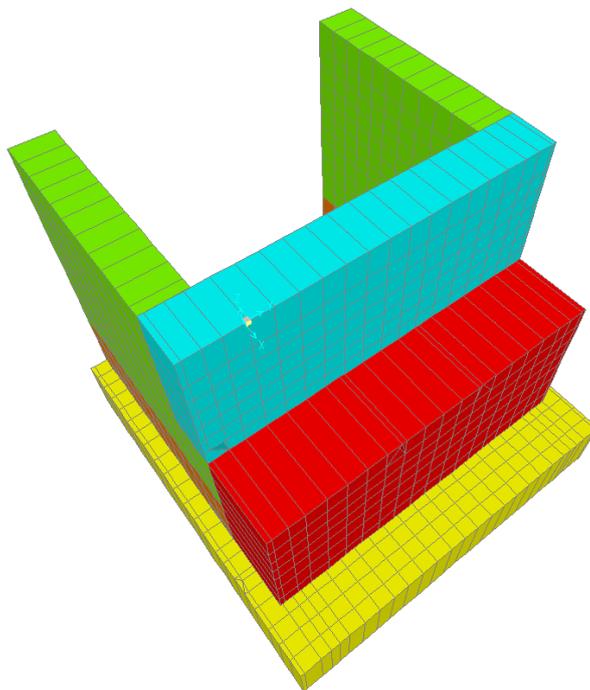
9.1 DESCRIZIONE DEL MODELLO DI CALCOLO

Il calcolo delle sollecitazioni agenti sugli elementi che costituiscono la spalla è stato eseguito in SAP2000 schematizzando gli elementi strutturali (plinto di fondazione, muro frontale, trave paraghiaia e muri laterali) come piastre rettangolari, con il plinto vincolato mediante incastri in corrispondenza degli assi dei pali di fondazione.

Lo schema statico appena descritto è stato risolto mettendo a punto un modello numerico agli elementi finiti che, con buona approssimazione, riproduce l'effettiva geometria e la effettiva distribuzione delle rigidezze della struttura reale. Gli elementi shell impiegati includono gli effetti della deformabilità a taglio.

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]
plinto di fondazione	1	10.00	9.75	1.80
muro frontale	1	2.00	8.75	4.00
muro paraghiaia	1	1.20	8.75	4.50
muro laterale sx	1	6.55	1.00	7.70
muro laterale dx	1	6.55	1.00	7.70
bandiera sx	0	3.00	1.50	2.00
bandiera dx	0	1.00	1.00	1.00
baggioli	2	1.10	1.10	0.25
apparecchi di appoggio	2	0.90	0.90	0.35
elemento 1	0	5.40	0.60	4.85
elemento 2	0	5.40	0.60	4.85

CORRIDOIO PLURIMODALE TIRRENICO-NORD EUROPA ITINERARIO AGRIGENTO -CALTANISSETTA-A19 S.S. N° 640 "DI PORTO EMPEDOCLE" AMMODERNAMENTO E ADEGUAMENTO ALLA CAT. B DEL D.M. 5.11.2001 Dal km 44+000 allo svincolo con l'A19 Progetto Esecutivo	Opera: Viadotto Salso
	Relazione di Calcolo Spalle Carr. Dx
	Pagina 81 di 112
	Nome file: V115-B-CL013-A.01_relazione_calcolo_spalle_carr_dx.doc

	S.L.U.								S.L.U.								
	q4				q5				q6				q7				
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.								S.L.V.		S.L.V.		S.L.V.	
	e3				q6.x				q6.y		q6.z		q6.z	
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	1
g2-imp	1	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	1
g3-sp	1	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	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	-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	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	0	0	0	0	0
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	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	0
q4-imp	0	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	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	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	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	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	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	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	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	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	0.60

9.4 SOLLECITAZIONI

Si riportano di seguito le schermate delle sollecitazioni risultanti (M11max, M11min, M22max, M22min, V13max, V13min, V23max, V23min) 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.

Ricordiamo che non si è tenuto conto nel modello dell'effetto della frenatura sul terrapieno (C5.1.3.3.7.2, Circolare n. 617) in quanto, per il dimensionamento della trave paraghiaia risulta dimensionante la combinazione sismica. Infatti, il momento della combinazione sismica valutato in corrispondenza dell'incastro con il muro frontale risulta maggiore di quello della combinazione statica valutato nel medesimo punto.

S.L.U.- fren	M(g3)	36.5 kN*m	S.L.V.	M(g3)	27.0 kN*m
	M(q3)	110.9 kN*m		M(q6.1)	25.5 kN*m
	Mtot	147.4 kN*m		M(q6.2)	214.6 kN*m
				Mtot	267.2 kN*m

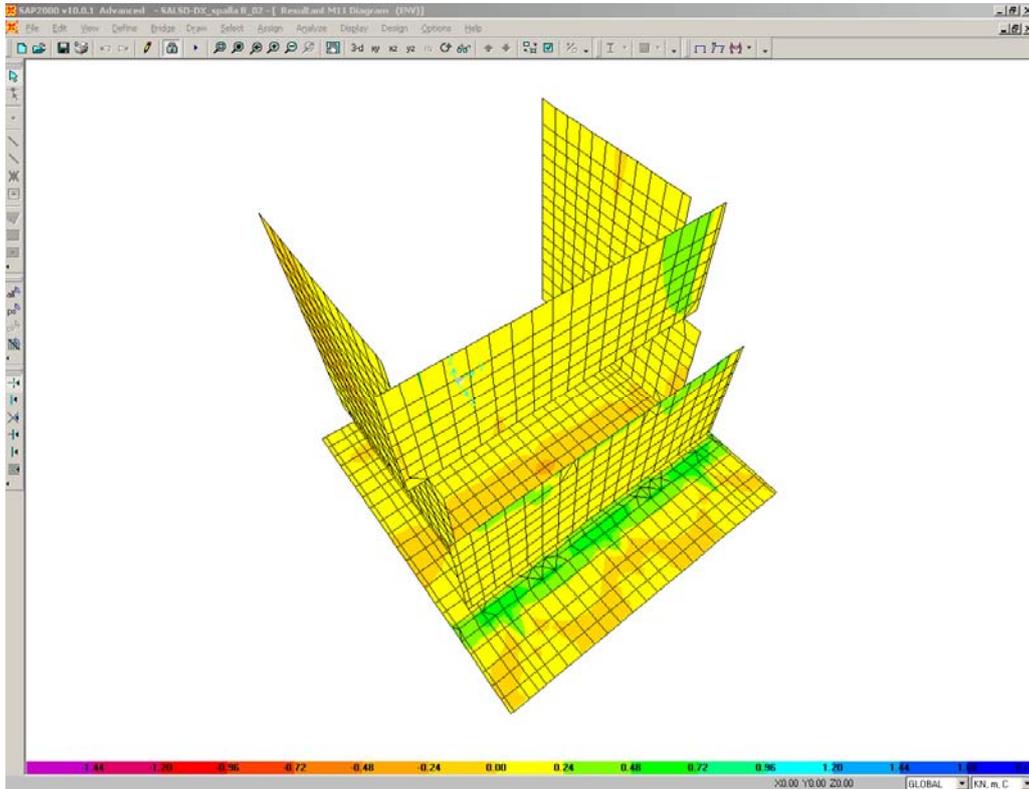
CORRIDOIO PLURIMODALE TIRRENICO-NORD EUROPA
ITINERARIO AGRIGENTO -CALTANISSETTA-A19
S.S. N° 640 "DI PORTO EMPEDOCLE"
AMMODERNAMENTO E ADEGUAMENTO ALLA CAT. B DEL D.M.
5.11.2001
Dal km 44+000 allo svincolo con l'A19
Progetto Esecutivo

Opera: **Viadotto Salso**

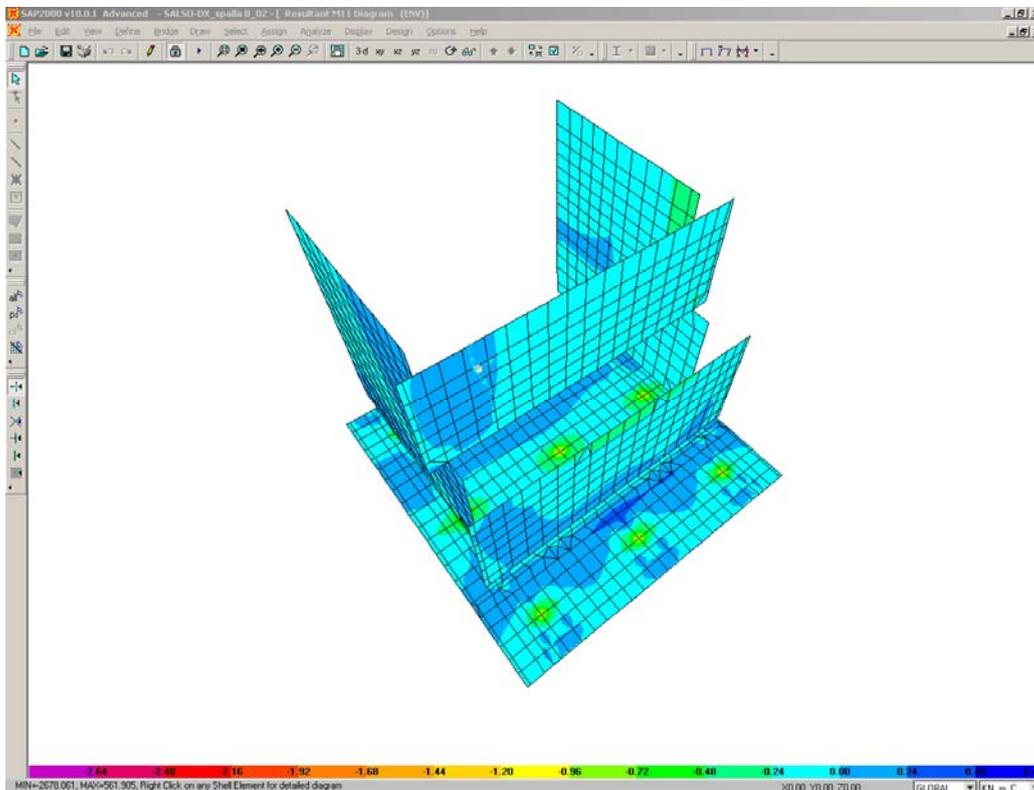
Relazione di Calcolo Spalle Carr. Dx

Pagina 82 di 112

Nome file:
V115-B-CL013-A.01_relazione_calcolo_spalle_carr_dx.doc



M11max



M11min

CORRIDOIO PLURIMODALE TIRRENICO-NORD EUROPA
ITINERARIO AGRIGENTO -CALTANISSETTA-A19
S.S. N° 640 "DI PORTO EMPEDOCLE"
AMMODERNAMENTO E ADEGUAMENTO ALLA CAT. B DEL D.M.
5.11.2001
Dal km 44+000 allo svincolo con l'A19
Progetto Esecutivo

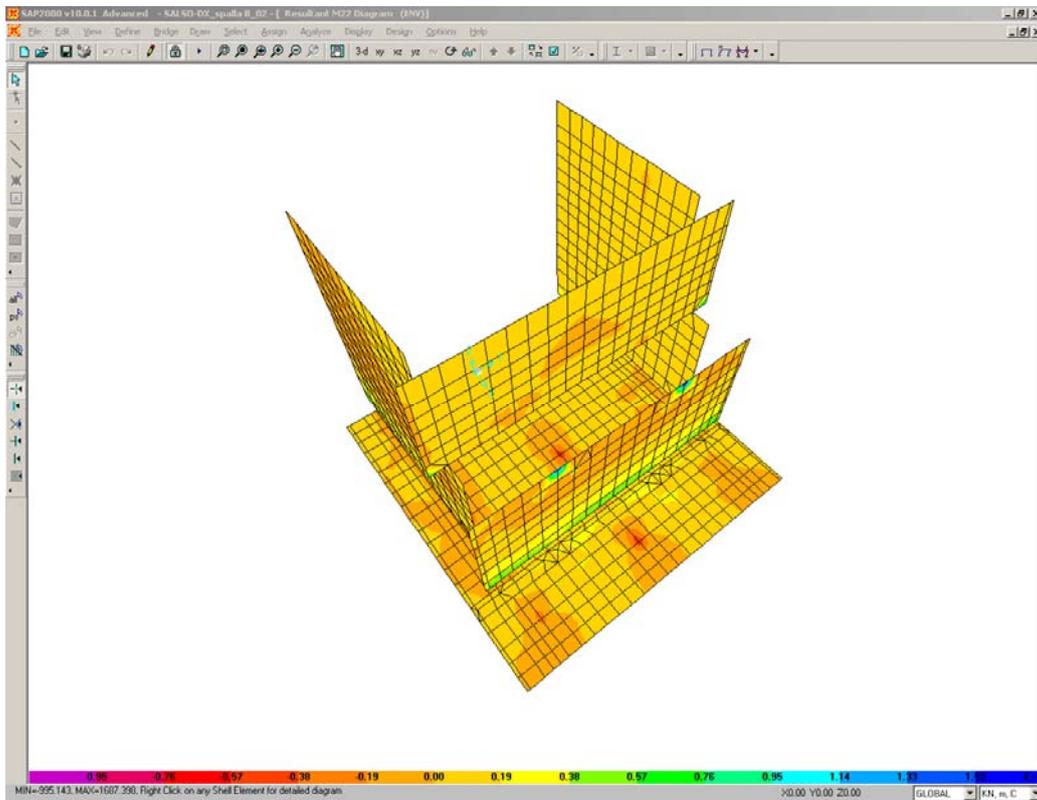
Opera: **Viadotto Salso**

Relazione di Calcolo Spalle Carr. Dx

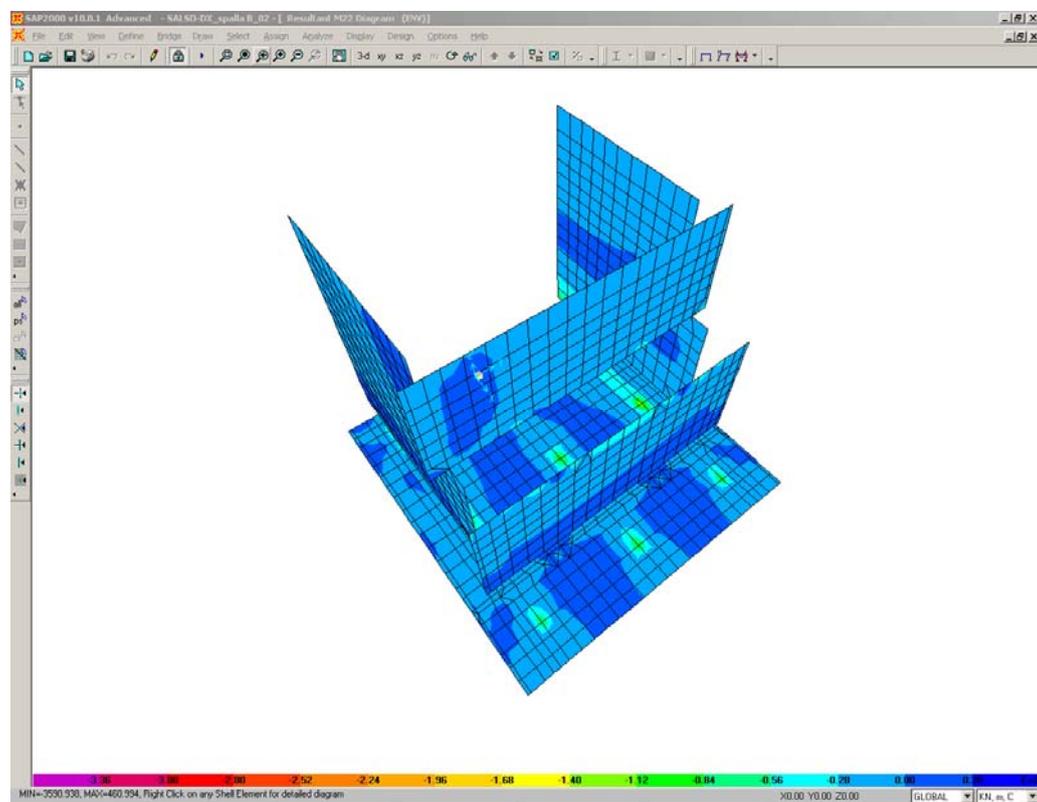
Pagina 83 di 112

Nome file:

V115-B-CL013-A.01_relazione_calcolo_spalle_carr_dx.doc



M22max



M22min

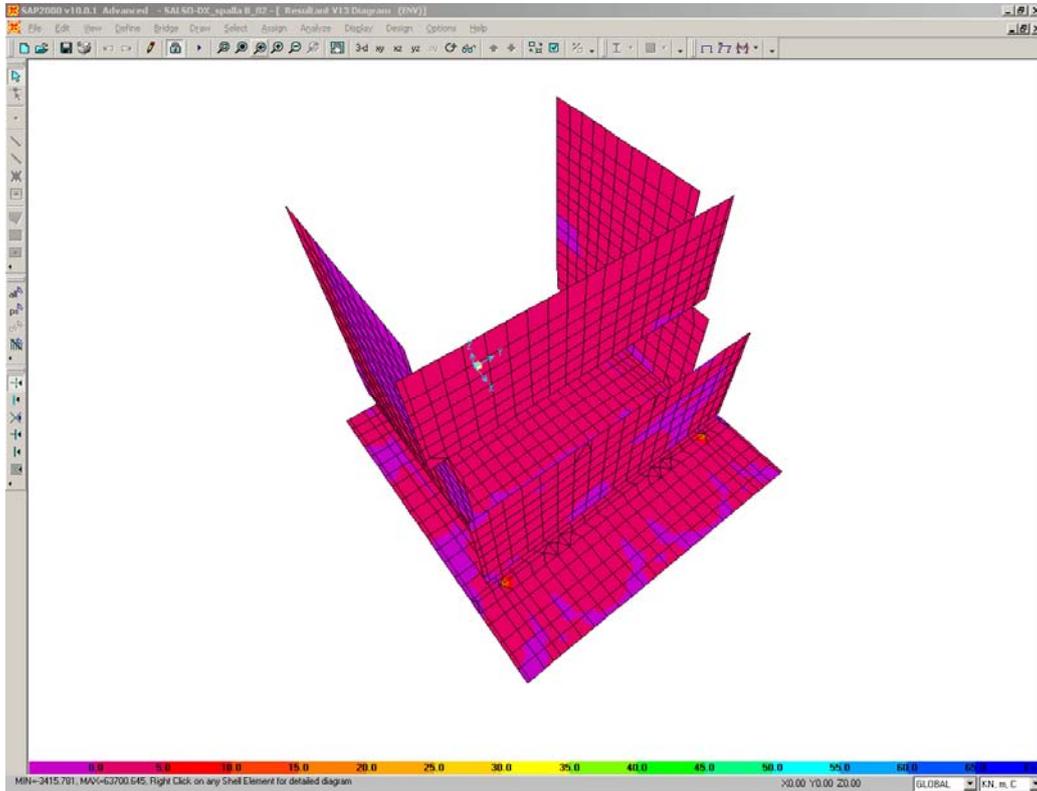
CORRIDOIO PLURIMODALE TIRRENICO-NORD EUROPA
ITINERARIO AGRIGENTO -CALTANISSETTA-A19
S.S. N° 640 "DI PORTO EMPEDOCLE"
AMMODERNAMENTO E ADEGUAMENTO ALLA CAT. B DEL D.M.
5.11.2001
Dal km 44+000 allo svincolo con l'A19
Progetto Esecutivo

Opera: **Viadotto Salso**

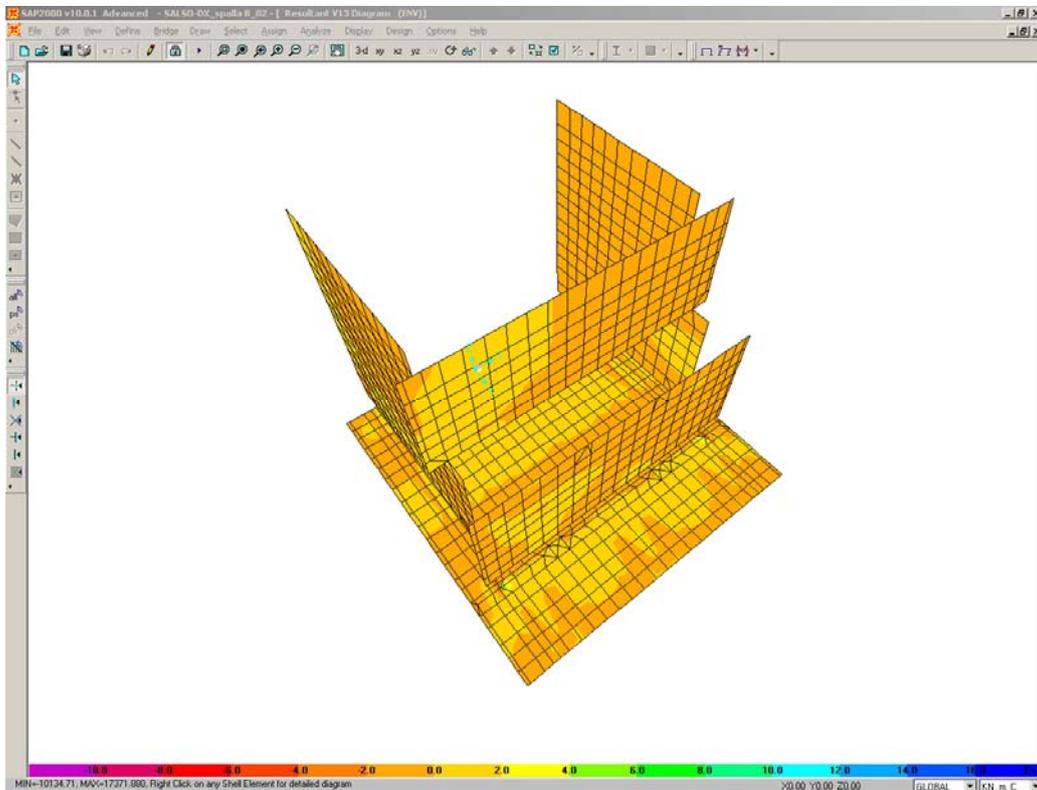
Relazione di Calcolo Spalle Carr. Dx

Pagina 84 di 112

Nome file:
V115-B-CL013-A.01_relazione_calcolo_spalle_carr_dx.doc



V13max



V13min

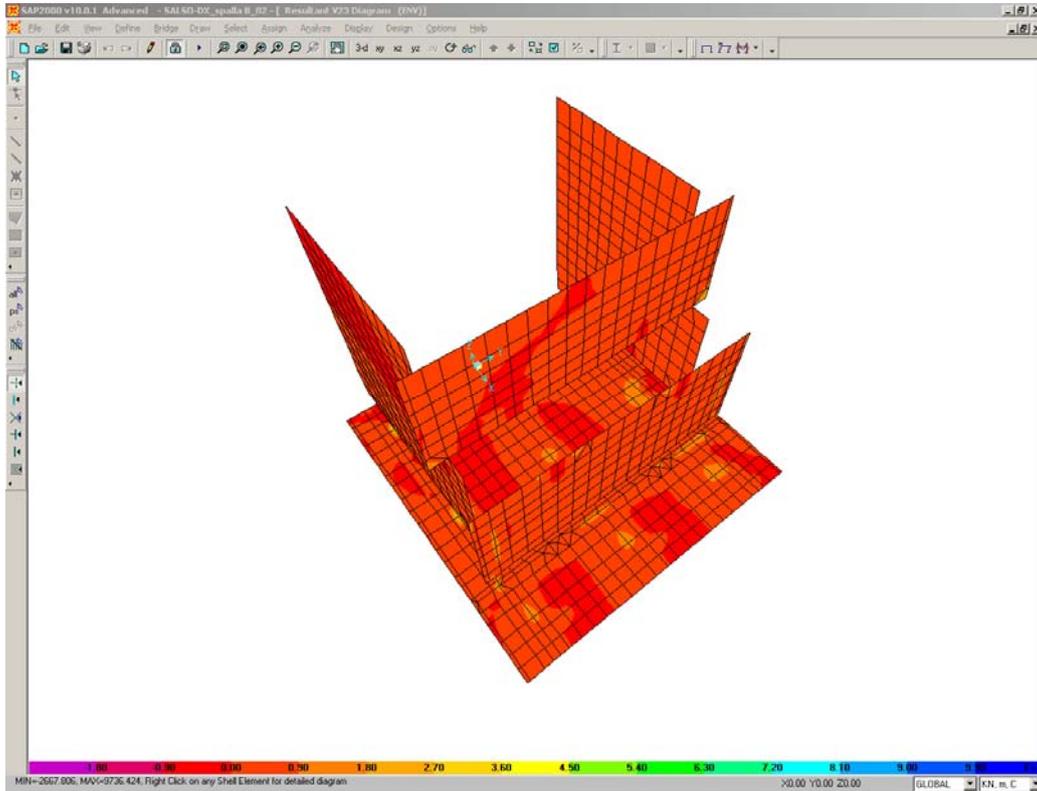
CORRIDOIO PLURIMODALE TIRRENICO-NORD EUROPA
ITINERARIO AGRIGENTO -CALTANISSETTA-A19
S.S. N° 640 "DI PORTO EMPEDOCLE"
AMMODERNAMENTO E ADEGUAMENTO ALLA CAT. B DEL D.M.
5.11.2001
Dal km 44+000 allo svincolo con l'A19
Progetto Esecutivo

Opera: **Viadotto Salso**

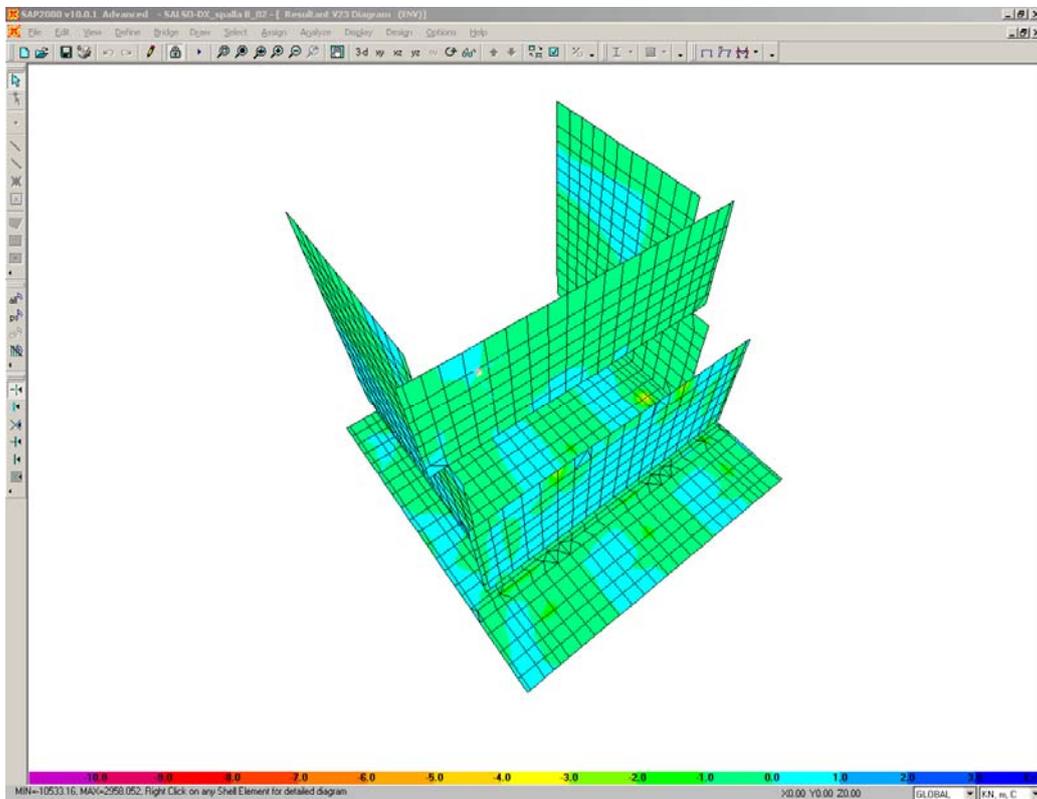
Relazione di Calcolo Spalle Carr. Dx

Pagina 85 di 112

Nome file:
V115-B-CL013-A.01_relazione_calcolo_spalle_carr_dx.doc

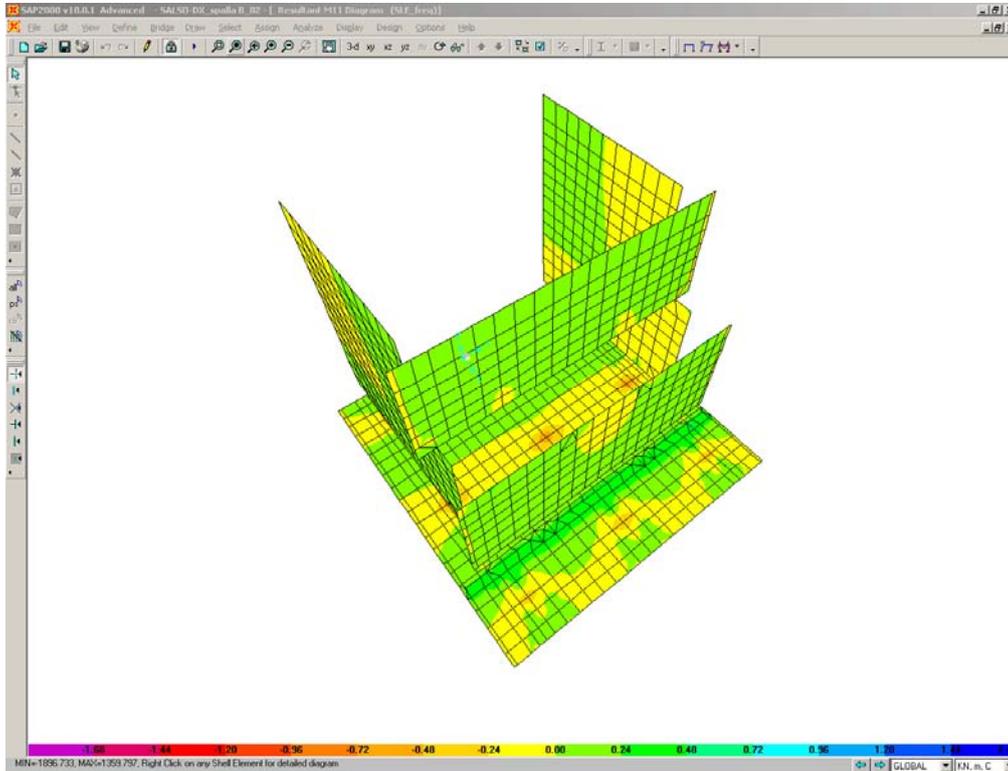


V23max

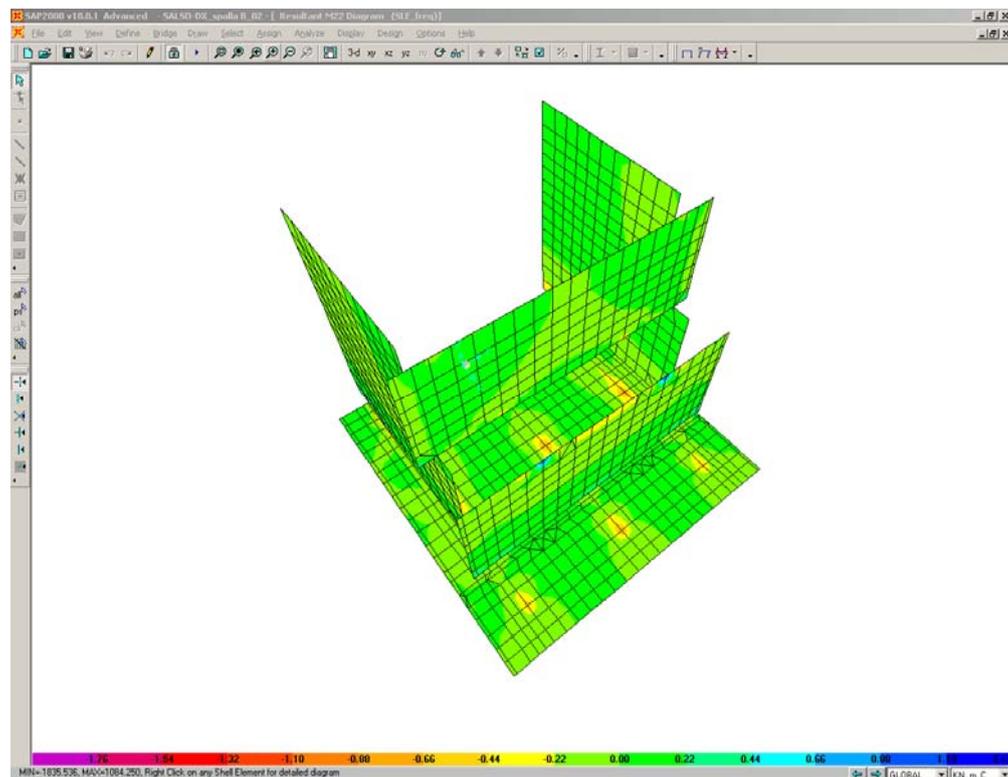


V23min

Sono ora presentate le schermate delle sollecitazioni risultanti (M11, M22) per l'involuppo delle combinazioni relative allo stato limite di esercizio (combinazioni frequenti), necessarie per effettuare le verifiche a fessurazione.

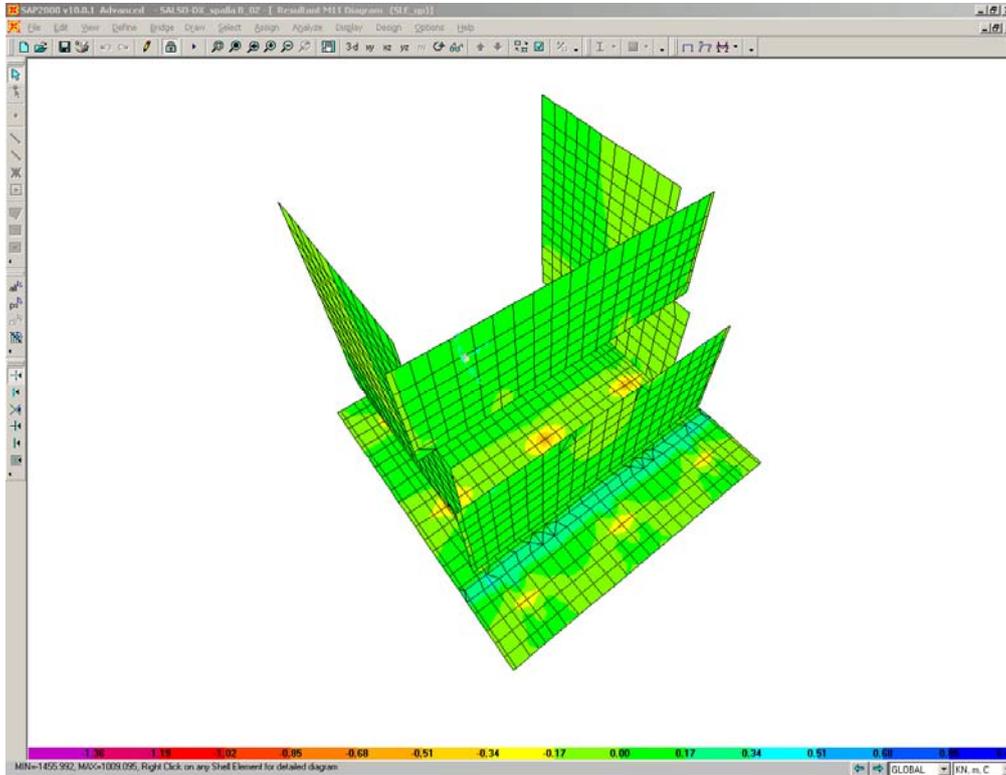


M11

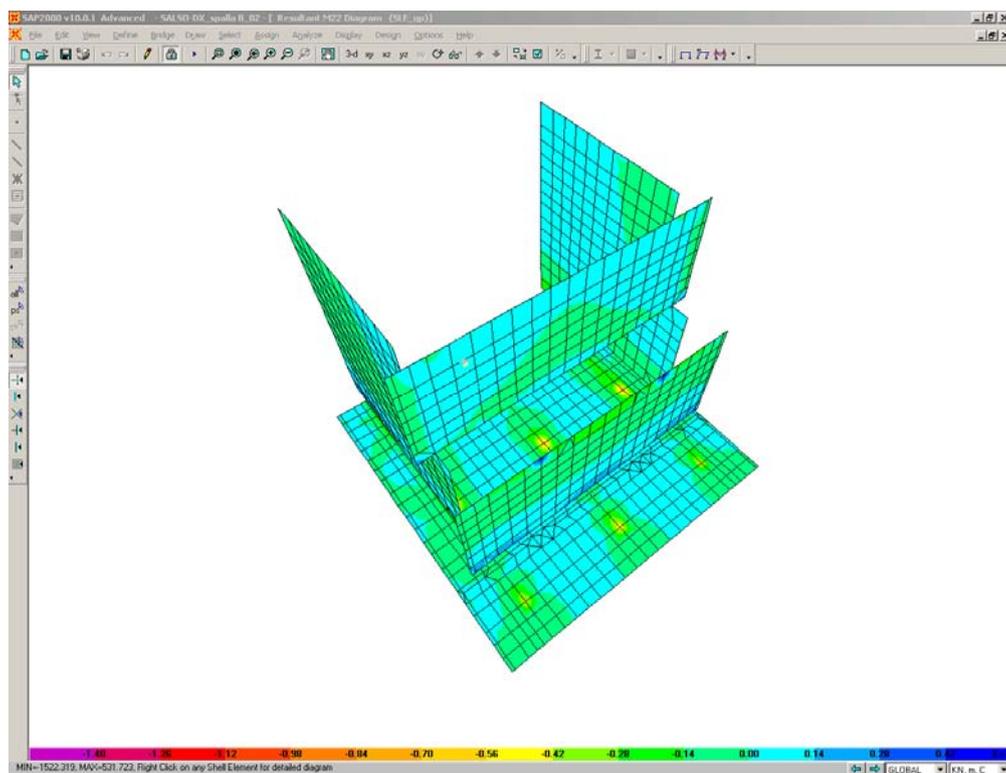


M22

Infine si riportano di seguito le schermate delle sollecitazioni risultanti (M11, M22) per l'involuppo delle combinazioni relative allo stato limite di esercizio (combinazioni quasi permanenti), necessarie anch'esse per effettuare le verifiche a fessurazione.



M11



M22

CORRIDOIO PLURIMODALE TIRRENICO-NORD EUROPA ITINERARIO AGRIGENTO -CALTANISSETTA-A19 S.S. N° 640 "DI PORTO EMPEDOCLE" AMMODERNAMENTO E ADEGUAMENTO ALLA CAT. B DEL D.M. 5.11.2001 Dal km 44+000 allo svincolo con l'A19 Progetto Esecutivo	Opera: Viadotto Salso
	Relazione di Calcolo Spalle Carr. Dx
	Pagina 88 di 112
	Nome file: V115-B-CL013-A.01_relazione_calcolo_spalle_carr_dx.doc

9.5 ARMATURA A FLESSIONE DEGLI ELEMENTI

Sulla base delle sollecitazioni ottenute è stata disposta la seguente armatura a flessione, avendo di cura di definire due sezioni per il muro andatore, una che si estende per 2.00 m in altezza a partire dall'estradosso del plinto ed un'altra che considera la restante parte di muro.

		Armatura Lato terra			Ferri			Armatura Lato fuori terra			
		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]	
plinto	X	5 Φ 22	19.0 +	0 Φ 0	0.0	19.0	5 Φ 18	12.7 +	0 Φ 0	0.0	12.7
	Y	5 Φ 22	19.0 +	0 Φ 0	0.0	19.0	5 Φ 18	12.7 +	0 Φ 0	0.0	12.7
muro	Y	5 Φ 16	10.1 +	0 Φ 0	0.0	10.1	5 Φ 16	10.1 +	0 Φ 0	0.0	10.1
front	Z	5 Φ 16	10.1 +	0 Φ 0	0.0	10.1	5 Φ 16	10.1 +	0 Φ 0	0.0	10.1
trave	Y	5 Φ 18	12.7 +	0 Φ 0	0.0	12.7	5 Φ 16	10.1 +	0 Φ 0	0.0	10.1
paragh	Z	5 Φ 16	10.1 +	0 Φ 0	0.0	10.1	5 Φ 16	10.1 +	0 Φ 0	0.0	10.1
muro	X	5 Φ 20	15.7 +	0 Φ 0	0.0	15.7	5 Φ 16	10.1 +	0 Φ 0	0.0	10.1
and inf	Z	5 Φ 22	19.0 +	0 Φ 0	0.0	19.0	5 Φ 16	10.1 +	0 Φ 0	0.0	10.1
muro	X	5 Φ 20	15.7 +	0 Φ 0	0.0	15.7	5 Φ 16	10.1 +	0 Φ 0	0.0	10.1
and sup	Z	5 Φ 22	19.0 +	0 Φ 0	0.0	19.0	5 Φ 16	10.1 +	0 Φ 0	0.0	10.1

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

9.6 VERIFICA DEGLI ELEMENTI COSTITUENTI LA SPALLA

9.6.1 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:

VERIFICA A PRESSOFLESSIONE					
M _{Ed} ^{ter}	M _{Rd} ^{ter}		M _{Ed} ^{f.ter}	M _{Rd} ^{f.ter}	
[kN*m]	[kN*m]		[kN*m]	[kN*m]	
890	1275	OK	660	857	OK
950	1257	OK	200	847	OK
310	755	OK	370	755	OK
610	881	OK	340	881	OK
350	559	OK	100	443	OK
160	437	OK	80	437	OK
90	567	OK	70	365	OK
630	738	OK	150	432	OK
450	567	OK	130	365	OK
250	667	OK	110	359	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 Salso
	Relazione di Calcolo Spalle Carr. Dx
	Pagina 89 di 112
	Nome file: V115-B-CL013-A.01_relazione_calcolo_spalle_carr_dx.doc

9.6.2 S.L.U. – Resistenza: taglio

Per quanto riguarda la platea si è ritenuto opportuno disporre un cavallotto al metro quadro per assolvere la funzione di armatura resistente a taglio, mentre sugli altri elementi sono state disposte staffe aperte (a C) a passo costante (20 cm) nelle due direzioni.

Considerando una striscia di un metro di parete, la verifica a taglio risulta soddisfatta se:

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

in cui:

V_{Ed} : taglio di calcolo

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

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

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

dove:

d : altezza utile della sezione

b_w : base equivalente della sezione

A_{sw} : area dell'armatura trasversale

s : interasse tra due armature trasversali consecutive

α_c : coefficiente maggiorativo per lo sforzo assiale

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

CORRIDOIO PLURIMODALE TIRRENICO-NORD EUROPA ITINERARIO AGRIGENTO -CALTANISSETTA-A19 S.S. N° 640 "DI PORTO EMPEDOCLE" AMMODERNAMENTO E ADEGUAMENTO ALLA CAT. B DEL D.M. 5.11.2001 Dal km 44+000 allo svincolo con l'A19 Progetto Esecutivo	Opera: Viadotto Salso
	Relazione di Calcolo Spalle Carr. Dx
	Pagina 90 di 112
	Nome file: V115-B-CL013-A.01_relazione_calcolo_spalle_carr_dx.doc

	plinto	muro fr	tr paragh	m and inf	m and sup			
Sollecitazioni								
V	=	1550	2100	800	450	550	kN	taglio di calcolo
N	=	0	140	0	161	0	kN	sforzo assiale di calcolo
Geometria								
h	=	1800	2000	1200	1000	1000	mm	altezza della sezione
d'	=	30	30	30	30	30	mm	copriferro
d	=	1770	1970	1170	970	970	mm	altezza utile della sezione
b _w	=	1000	1000	1000	1000	1000	mm	base della sezione
Materiali								
R _{ck}	=	45	35	35	35	35	MPa	resistenza caratteristica cubica
f _{ck}	=	37.35	29.05	29.05	29.05	29.05	MPa	resistenza caratteristica cilindrica
γ _c	=	1.50	1.50	1.50	1.50	1.50		coefficiente parziale di sicurezza
α _{cc}	=	0.85	0.85	0.85	0.85	0.85		coefficiente riduttivo per resistenze di lunga durata
f _{cd}	=	21.17	16.46	16.46	16.46	16.46	MPa	resistenza di calcolo a compressione
f' _{cd}	=	10.58	8.23	8.23	8.23	8.23	MPa	resistenza ridotta
γ _s	=	1.15	1.15	1.15	1.15	1.15		coefficiente di sicurezza acciaio
f _{yk}	=	450.0	450.0	450.0	450.0	450.0	MPa	tensione caratteristica di snervamento acciaio
f _{yd}	=	391.3	391.3	391.3	391.3	391.3	MPa	tensione di snervamento di calcolo dell'acciaio
Verifica per elementi provvisti di armatura a taglio								
∅ _w	=	26	12	14	12	12	mm	diametro dell'armatura a taglio
α	=	90	90	90	90	90	°	inclinazione dell'armatura trasversale
s	=	1'000	200	400	400	400	mm	passo staffe in direzione longitudinale
n _{br}	=	2.0	5.0	2.5	2.5	2.5		numero bracci
A _{sw}	=	1'061.86	565.49	384.85	282.74	282.74	mm ²	area resistente dell'armatura a taglio
ctg∅	=	2.50	2.50	2.50	2.50	2.50		inclinazione delle bielle di calcestruzzo
σ _{cp}	=	0.000	0.070	0.000	0.161	0.000	MPa	tensione media calcestruzzo
σ _{cp,ad}	=	0.000	0.070	0.000	0.161	0.000	MPa	tensione media di compressione adottata (<=0.2f _{cd})
α _c	=	1.00	1.00	1.00	1.01	1.00		
V _{Rsd}	=	1654.77	4904.06	991.08	603.67	603.67	kN	resistenza taglio trazione
V _{Rcd}	=	12041.4	10467.9	6190.8	5182.8	5132.5	kN	resistenza taglio compressione
V _{Rd}	=	1654.8	4904.1	991.1	603.7	603.7	kN	resistenza a taglio
FS	=	1.07	2.34	1.24	1.34	1.10		

Si considera agente come sforzo assiale sul muro frontale il peso della trave paraghiaia e sul muro andatore inferiore il peso della porzione di muro andatore sovrastante.

9.6.3 S.L.E. – Fessurazione

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

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

**CORRIDOIO PLURIMODALE TIRRENICO-NORD EUROPA
ITINERARIO AGRIGENTO -CALTANISSETTA-A19
S.S. N° 640 "DI PORTO EMPEDOCLE"
AMMODERNAMENTO E ADEGUAMENTO ALLA CAT. B DEL D.M.
5.11.2001
Dal km 44+000 allo svincolo con l'A19
Progetto Esecutivo**

Opera: Viadotto Salso

Relazione di Calcolo Spalle Carr. Dx

Pagina 92 di 112

**Nome file:
V115-B-CL013-A.01_relazione_calcolo_spalle_carr_dx.doc**

Combinazione	quasi permanente																Sezione												
	plinto				muro frontale				trave paraghiaia				muro andatore inf							muro andatore sup									
	X	Y	X	Y	Y	Z	Y	Z	Y	Z	X	Z	X	Z	X	Z													
	sup	inf	sup	inf	terra	fuori terra	terra	fuori terra	terra	fuori terra	terra	fuori terra	terra	fuori terra	terra	fuori terra	terra	fuori terra	terra	fuori terra	terra	fuori terra	terra	fuori terra	terra	fuori terra	terra	fuori terra	
Materiali																													
Rck	=	45	45	35	35	35	35	35	35	35	35	35	35	35	35	35	35	35	35	35	35	35	35	35	35	35	35	35	MPa
f _{ck}	=	37.35	37.35	29.05	29.05	29.05	29.05	29.05	29.05	29.05	29.05	29.05	29.05	29.05	29.05	29.05	29.05	29.05	29.05	29.05	29.05	29.05	29.05	29.05	29.05	29.05	29.05	29.05	MPa
f _{cm}	=	45.35	45.35	45.35	45.35	37.05	37.05	37.05	37.05	37.05	37.05	37.05	37.05	37.05	37.05	37.05	37.05	37.05	37.05	37.05	37.05	37.05	37.05	37.05	37.05	37.05	37.05	37.05	MPa
f _{ctm}	=	3.35	3.35	3.35	3.35	2.83	2.83	2.83	2.83	2.83	2.83	2.83	2.83	2.83	2.83	2.83	2.83	2.83	2.83	2.83	2.83	2.83	2.83	2.83	2.83	2.83	2.83	2.83	MPa
f _{ctm}	=	4.02	4.02	4.02	4.02	3.40	3.40	3.40	3.40	3.40	3.40	3.40	3.40	3.40	3.40	3.40	3.40	3.40	3.40	3.40	3.40	3.40	3.40	3.40	3.40	3.40	3.40	3.40	MPa
σ ₁	=	2.79	2.79	2.79	2.79	2.36	2.36	2.36	2.36	2.36	2.36	2.36	2.36	2.36	2.36	2.36	2.36	2.36	2.36	2.36	2.36	2.36	2.36	2.36	2.36	2.36	2.36	2.36	MPa
n	=	15	15	15	15	15	15	15	15	15	15	15	15	15	15	15	15	15	15	15	15	15	15	15	15	15	15	15	
n'	=	0.001	0.001	0.001	0.001	0.001	0.001	0.001	0.001	0.001	0.001	0.001	0.001	0.001	0.001	0.001	0.001	0.001	0.001	0.001	0.001	0.001	0.001	0.001	0.001	0.001	0.001	0.001	
Geometria																													
B	=	1000	1000	1000	1000	1000	1000	1000	1000	1000	1000	1000	1000	1000	1000	1000	1000	1000	1000	1000	1000	1000	1000	1000	1000	1000	1000	1000	mm
H	=	1800	1800	1800	1800	2000	2000	2000	2000	1200	1200	1200	1200	1000	1000	1000	1000	1000	1000	1000	1000	1000	1000	1000	1000	1000	1000	1000	mm
Armatura																													
n _{ts}	=	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	n°
n _{ts}	=	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
Ø _{ts}	=	22	18	22	18	16	16	16	16	16	16	16	16	16	16	16	16	16	16	16	16	16	16	16	16	16	16	16	mm
Ø _{ts}	=	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	mm
Ø _{tsq}	=	22	18	22	18	16	16	16	16	16	16	16	16	16	16	16	16	16	16	16	16	16	16	16	16	16	16	16	mm
Ø _{sup}	=	35	35	57	57	35	35	35	35	51	51	35	35	51	51	35	35	57	57	35	35	57	57	35	35	57	57	51	mm
d ₁	=	1765	1765	1743	1747	1965	1965	1949	1949	1165	1165	1149	1149	965	965	943	949	965	965	943	949	965	965	943	949	965	965	949	mm
A _{s1}	=	1901	1272	1901	1272	1005	1005	1005	1005	1005	1272	1005	1005	1005	1571	1005	1901	1005	1571	1005	1901	1005	1571	1005	1901	1005	1571	1005	mm ²
A _{s2}	=	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	mm ²
n _{ts}	=	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
Ø _{ts}	=	18	22	18	22	16	16	16	16	16	16	16	16	16	16	16	16	16	16	16	16	16	16	16	16	16	16	16	mm
Ø _{ts}	=	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	mm
Ø _{tsq}	=	18	22	18	22	16	16	16	16	16	16	16	16	16	16	16	16	16	16	16	16	16	16	16	16	16	16	16	mm
d _{inf}	=	35	35	53	57	35	35	51	51	35	35	51	51	35	35	51	57	35	35	51	57	35	35	51	57	35	35	51	mm
d _{sup}	=	35	35	53	57	35	35	51	51	35	35	51	51	35	35	51	57	35	35	51	57	35	35	51	57	35	35	51	mm
A _{s2}	=	1272	1901	1272	1901	1005	1005	1005	1005	1005	1272	1005	1005	1005	1571	1005	1901	1005	1571	1005	1901	1005	1571	1005	1901	1005	1571	1005	mm ²
Sollecitazioni																													
M	=	500	410	535	110	215	30	230	185	190	85	100	40	85	10	335	20	225	20	70	70	70	70	70	70	70	70	70	kN'm
N	=	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	kN
e	=	0	0	0	0	0	0	1649	1326	0	0	0	0	0	0	0	2078	124	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	mm
Caratteristiche sezione interamente reagente a compressione																													
A _{cs}	=	1800000	1800000	1800000	1800000	2000000	2000000	2000000	2000000	1200000	1200000	1200000	1200000	1000000	1000000	1000000	1000000	1000000	1000000	1000000	1000000	1000000	1000000	1000000	1000000	1000000	1000000	1000000	mm ²
A _{st}	=	3173	3173	3173	3173	2011	2011	2011	2011	2011	2278	2278	2011	2011	2576	2576	2906	2906	2576	2576	2906	2906	2576	2576	2906	2906	2576	2576	mm ²
A _{st}	=	1.8E+06	1.8E+06	1.8E+06	1.8E+06	2.0E+06	2.0E+06	2.0E+06	2.0E+06	1.2E+06	1.2E+06	1.2E+06	1.2E+06	1.0E+06	1.0E+06	1.0E+06	1.0E+06	1.0E+06	1.0E+06	1.0E+06	1.0E+06	1.0E+06	1.0E+06	1.0E+06	1.0E+06	1.0E+06	1.0E+06	1.0E+06	mm ²
d _{cs}	=	904	896	904	896	1000	1000	1000	1000	602	598	600	600	600	498	506	494	504	496	506	494	504	496	506	494	504	496	506	mm
J _d	=	5.2E+11	5.2E+11	5.2E+11	5.2E+11	6.9E+11	6.9E+11	6.9E+11	6.9E+11	1.5E+11	1.5E+11	1.5E+11	1.5E+11	9.2E+10	9.2E+10	9.2E+10	9.2E+10	9.2E+10	9.2E+10	9.2E+10	9.2E+10	9.2E+10	9.2E+10	9.2E+10	9.2E+10	9.2E+10	9.2E+10	mm ⁴	
D _{s1}	=	531	531	531	531	585	585	585	585	354	354	353	353	353	297	297	297	297	297	297	297	297	297	297	297	297	297	297	mm
Y _{000L}	=	1217	1211	1215	1210	1342	1342	1342	1342	810	808	807	807	679	674	680	673	679	674	680	673	679	674	680	673	679	674	680	mm
Caratteristiche sezione interamente reagente a tensione																													
A _{cs,t}	=	1800	1800	1800	1800	2000	2000	2000	2000	1200	1200	1200	1200	1000	1000	1000	1000	1000	1000	1000	1000	1000	1000	1000	1000	1000	1000	1000	mm ²
A _{st}	=	3173	3173	3173	3173	2011	2011	2011	2011	2011	2278	2278	2011	2011	2576	2576	2906	2906	2576	2576	2906	2906	2576	2576	2906	2906	2576	2576	mm ²
A _{st}	=	4.9E+04	4.9E+04	4.9E+04	4.9E+04	3.2E+04	3.2E+04	3.2E+04	3.2E+04	3.5E+04	3.5E+04	3.1E+04	3.1E+04	4.0E+04	4.0E+04	4.5E+04	4.5E+04	4.0E+04	4.0E+04	4.5E+04	4.5E+04	4.0E+04	4.0E+04	4.5E+04	4.5E+04	4.0E+04	4.0E+04	mm ²	
d _{cs,t}	=	1065	735	1069	741	1000	1000	1000	1000	684	536	600	600	599	401	631	369	599	401	631	369	599	401	631	369	599	401	631	mm
J _{d,t}	=	3.5E+10	3.5E+10	3.5E+10	3.5E+10	2.9E+10	2.9E+10	2.9E+10	2.9E+10	1.1E+10	1.1E+10	9.2E+09	9.2E+09	8.0E+09	8.0E+09	7.9E+09	7.9E+09	8.0E+09	8.0E+09	7.9E+09	7.9E+09	8.0E+09	8.0E+09	7.9E+09	7.9E+09	8.0E+09	8.0E+09	mm ⁴	
D _{s1,t}	=	839	839	839	839	846	846	846	846	930	930	930	930	555	555	543	451	451	422	422	451	451	422	422	451	451	422	422	mm
Y _{000L,t}	=	1726	1692	1694	1648	1894	1894	1865	1865	1128	1111	1091	1091	938	907	914	852	938	907	914	852	938	907	914	852	938	907	914	mm
Sezione																													
		parzialz	parzialz	parzialz	parzialz	parzialz	parzialz	parzialz	parzialz	parzialz	parzialz	parzialz	parzialz	parzialz	parzialz	parzialz	parzialz	parzialz	parzialz	parzialz	parzialz	parzialz	parzialz	parzialz	parzialz	parzialz	parzialz	parzialz	parzialz
Caratteristiche sezione parzializzata																													
Y _n	=	275	220	274																									

CORRIDOIO PLURIMODALE TIRRENICO-NORD EUROPA ITINERARIO AGRIGENTO -CALTANISSETTA-A19 S.S. N° 640 "DI PORTO EMPEDOCLE" AMMODERNAMENTO E ADEGUAMENTO ALLA CAT. B DEL D.M. 5.11.2001 Dal km 44+000 allo svincolo con l'A19 Progetto Esecutivo	Opera: Viadotto Salso
	Relazione di Calcolo Spalle Carr. Dx
	Pagina 93 di 112
	Nome file: V115-B-CL013-A.01_relazione_calcolo_spalle_carr_dx.doc

10 ANALISI STRUTTURALE DELLA SPALLA C

Si descrive in questo capitolo l'analisi strutturale della spalla C della carreggiata destra.

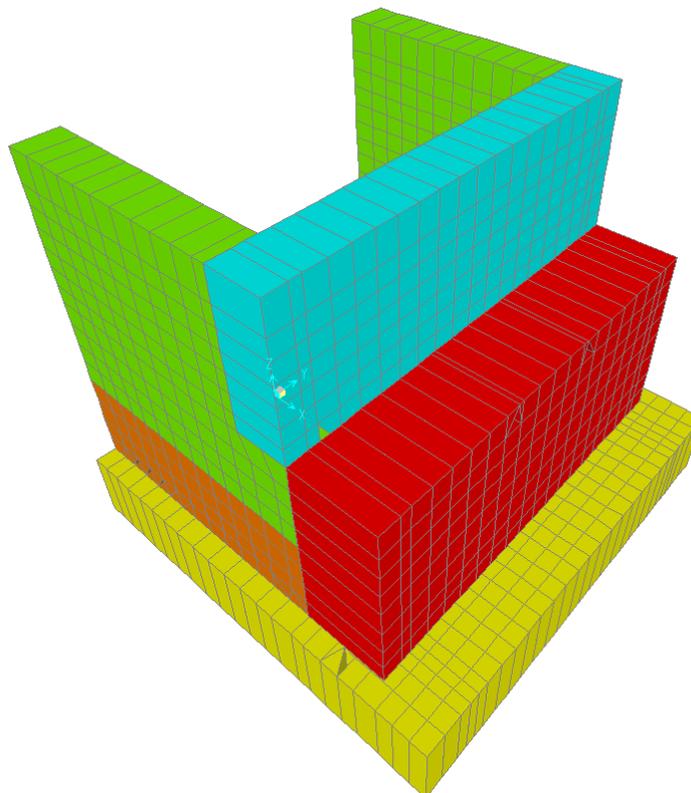
10.1 DESCRIZIONE DEL MODELLO DI CALCOLO

Il calcolo delle sollecitazioni agenti sugli elementi che costituiscono la spalla è stato eseguito in SAP2000 schematizzando gli elementi strutturali (plinto di fondazione, muro frontale, trave paraghiaia e muri laterali) come piastre rettangolari, con il plinto vincolato mediante incastri in corrispondenza degli assi dei pali di fondazione.

Lo schema statico appena descritto è stato risolto mettendo a punto un modello numerico agli elementi finiti che, con buona approssimazione, riproduce l'effettiva geometria e la effettiva distribuzione delle rigidezze della struttura reale. Gli elementi shell impiegati includono gli effetti della deformabilità a taglio.

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]
plinto di fondazione	1	10.00	10.50	1.80
muro frontale	1	2.00	9.50	4.40
muro paraghiaia	1	1.20	9.50	4.65
muro laterale sx	1	6.55	1.00	8.45
muro laterale dx	1	6.55	1.00	8.45
bandiera sx	0	3.00	1.50	2.00
bandiera dx	0	1.00	1.00	1.00
baggioli	2	1.10	1.10	0.30
apparecchi di appoggio	2	0.90	0.90	0.35
elemento 1	0	5.40	0.60	4.85
elemento 2	0	5.40	0.60	4.85

CORRIDOIO PLURIMODALE TIRRENICO-NORD EUROPA ITINERARIO AGRIGENTO -CALTANISSETTA-A19 S.S. N° 640 "DI PORTO EMPEDOCLE" AMMODERNAMENTO E ADEGUAMENTO ALLA CAT. B DEL D.M. 5.11.2001 Dal km 44+000 allo svincolo con l'A19 Progetto Esecutivo	Opera: Viadotto Salso
	Relazione di Calcolo Spalle Carr. Dx
	Pagina 95 di 112
	Nome file: V115-B-CL013-A.01_relazione_calcolo_spalle_carr_dx.doc

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

10.4 SOLLECITAZIONI

Si riportano di seguito le schermate delle sollecitazioni risultanti (M11max, M11min, M22max, M22min, V13max, V13min, V23max, V23min) 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.

Ricordiamo che non si è tenuto conto nel modello dell'effetto della frenatura sul terrapieno (C5.1.3.3.7.2, Circolare n. 617) in quanto, per il dimensionamento della trave paragonata risulta dimensionante la combinazione sismica. Infatti, il momento della combinazione sismica valutato in corrispondenza dell'incastro con il muro frontale risulta maggiore di quello della combinazione statica valutato nel medesimo punto.

S.L.U.- fren	M(g3)	36.5 kN*m	S.L.V.	M(g3)	27.0 kN*m
	M(q3)	110.9 kN*m		M(q6.1)	25.5 kN*m
	Mtot	147.4 kN*m		M(q6.2)	214.6 kN*m
				Mtot	267.2 kN*m

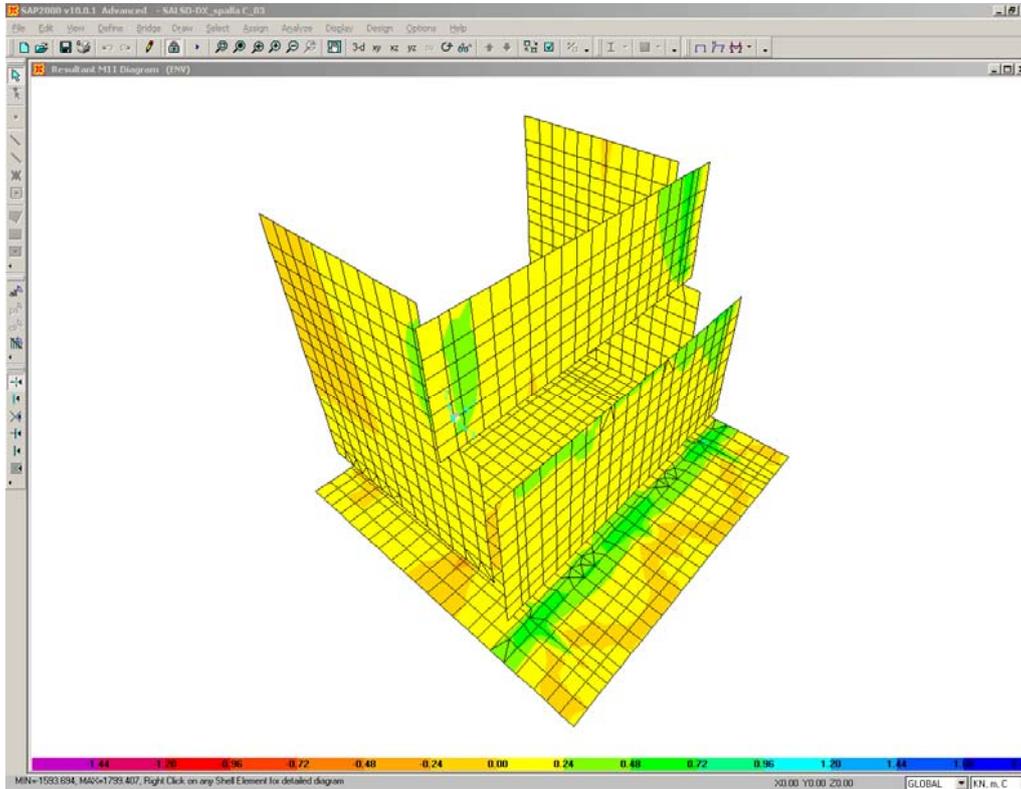
CORRIDOIO PLURIMODALE TIRRENICO-NORD EUROPA
ITINERARIO AGRIGENTO -CALTANISSETTA-A19
S.S. N° 640 "DI PORTO EMPEDOCLE"
AMMODERNAMENTO E ADEGUAMENTO ALLA CAT. B DEL D.M.
5.11.2001
Dal km 44+000 allo svincolo con l'A19
Progetto Esecutivo

Opera: **Viadotto Salso**

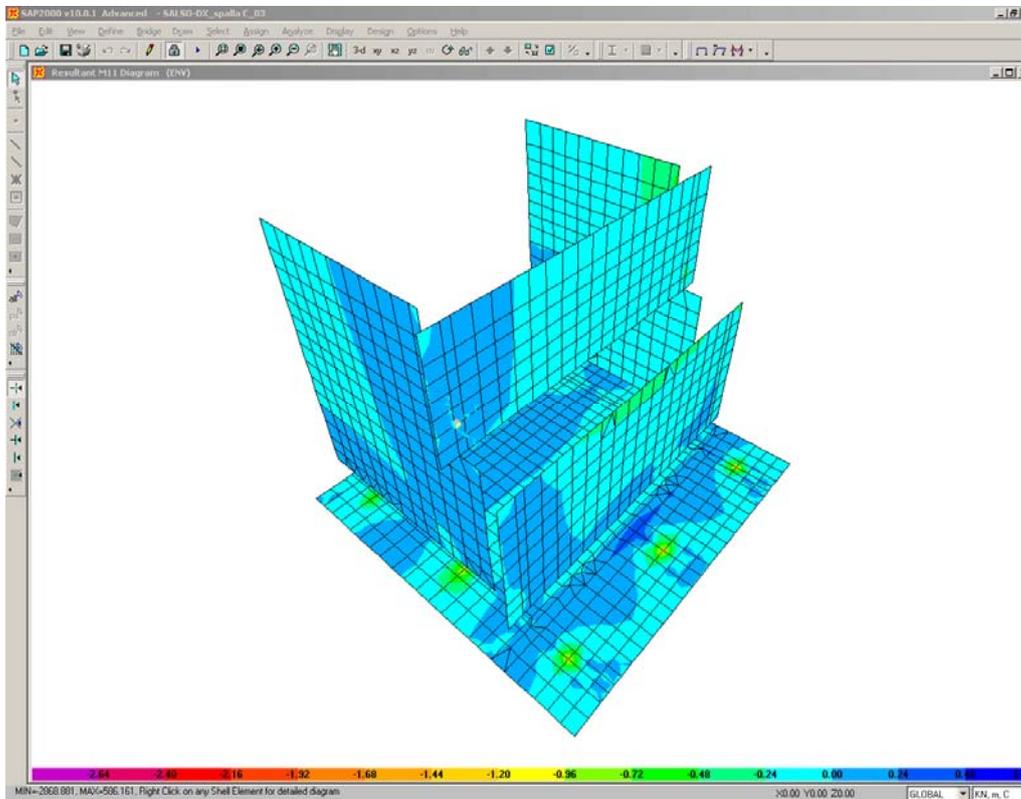
Relazione di Calcolo Spalle Carr. Dx

Pagina 96 di 112

Nome file:
V115-B-CL013-A.01_relazione_calcolo_spalle_carr_dx.doc



M11max



M11min

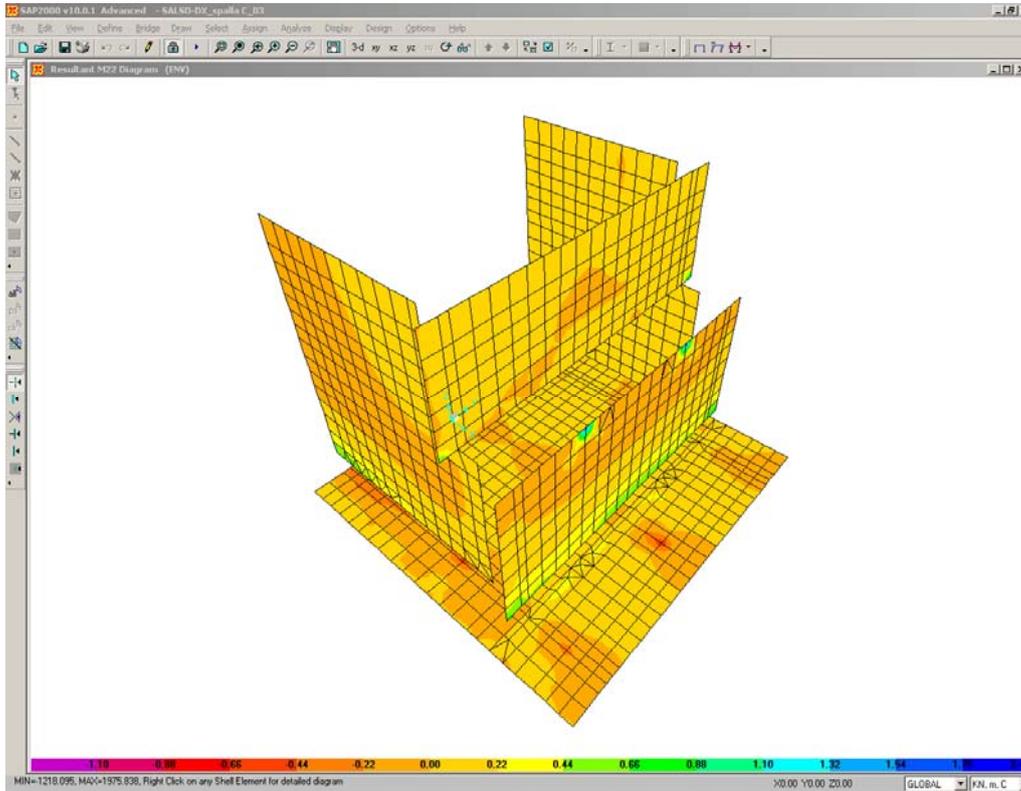
CORRIDOIO PLURIMODALE TIRRENICO-NORD EUROPA
ITINERARIO AGRIGENTO -CALTANISSETTA-A19
S.S. N° 640 "DI PORTO EMPEDOCLE"
AMMODERNAMENTO E ADEGUAMENTO ALLA CAT. B DEL D.M.
5.11.2001
Dal km 44+000 allo svincolo con l'A19
Progetto Esecutivo

Opera: **Viadotto Salso**

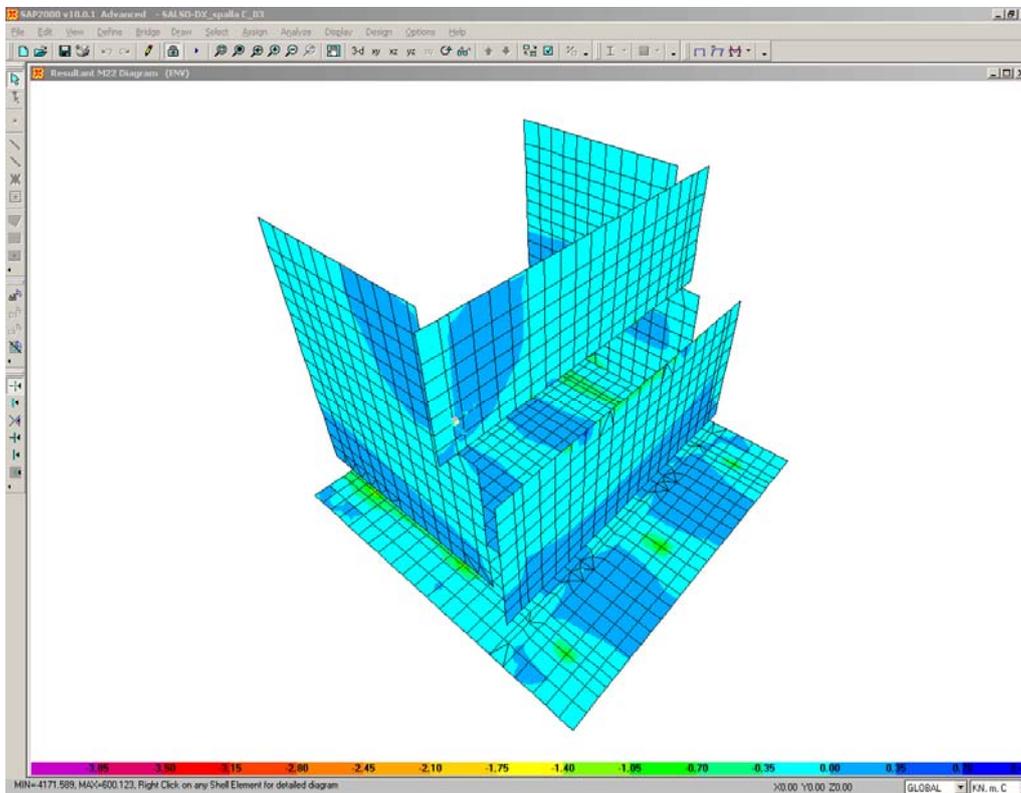
Relazione di Calcolo Spalle Carr. Dx

Pagina 97 di 112

Nome file:
V115-B-CL013-A.01_relazione_calcolo_spalle_carr_dx.doc



M22max



M22min

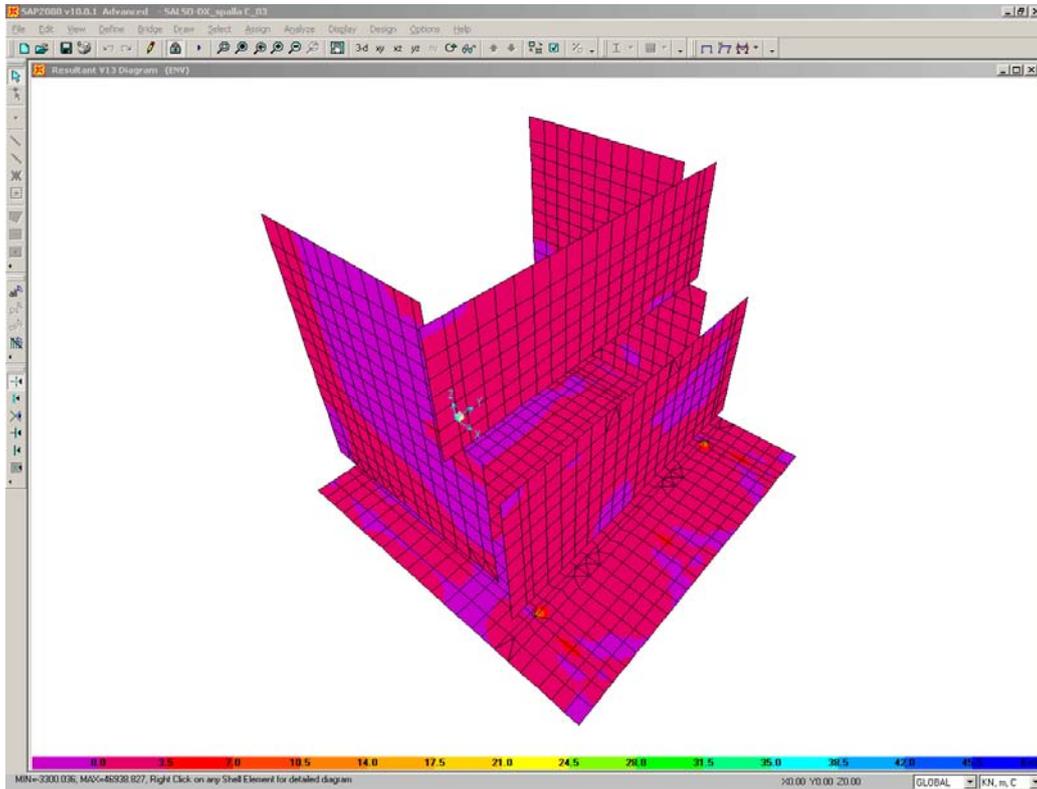
CORRIDOIO PLURIMODALE TIRRENICO-NORD EUROPA
ITINERARIO AGRIGENTO -CALTANISSETTA-A19
S.S. N° 640 "DI PORTO EMPEDOCLE"
AMMODERNAMENTO E ADEGUAMENTO ALLA CAT. B DEL D.M.
5.11.2001
Dal km 44+000 allo svincolo con l'A19
Progetto Esecutivo

Opera: **Viadotto Salso**

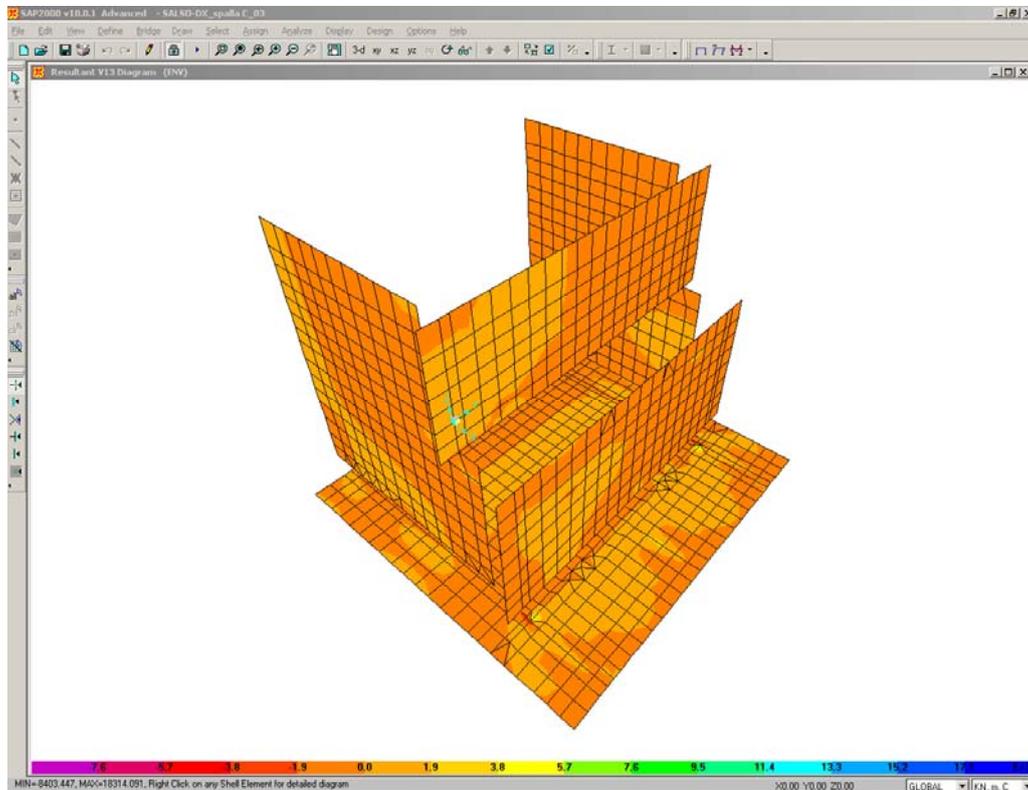
Relazione di Calcolo Spalle Carr. Dx

Pagina 98 di 112

Nome file:
V115-B-CL013-A.01_relazione_calcolo_spalle_carr_dx.doc



V13max



V13min

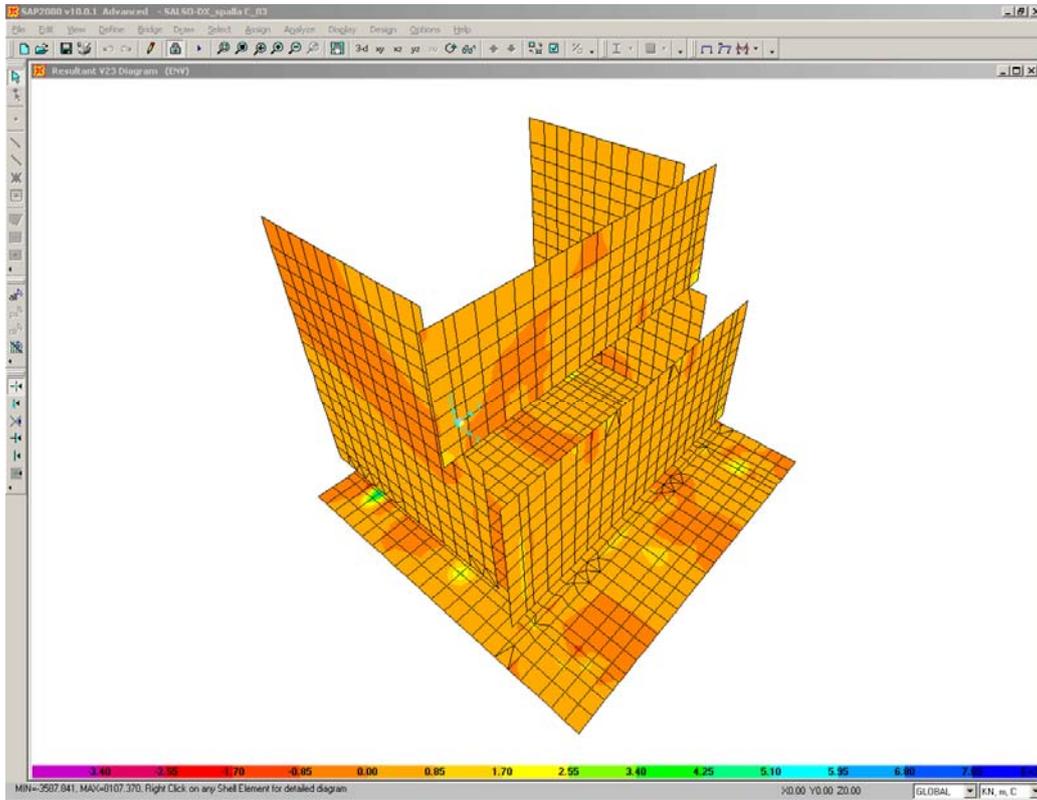
CORRIDOIO PLURIMODALE TIRRENICO-NORD EUROPA
ITINERARIO AGRIGENTO -CALTANISSETTA-A19
S.S. N° 640 "DI PORTO EMPEDOCLE"
AMMODERNAMENTO E ADEGUAMENTO ALLA CAT. B DEL D.M.
5.11.2001
Dal km 44+000 allo svincolo con l'A19
Progetto Esecutivo

Opera: **Viadotto Salso**

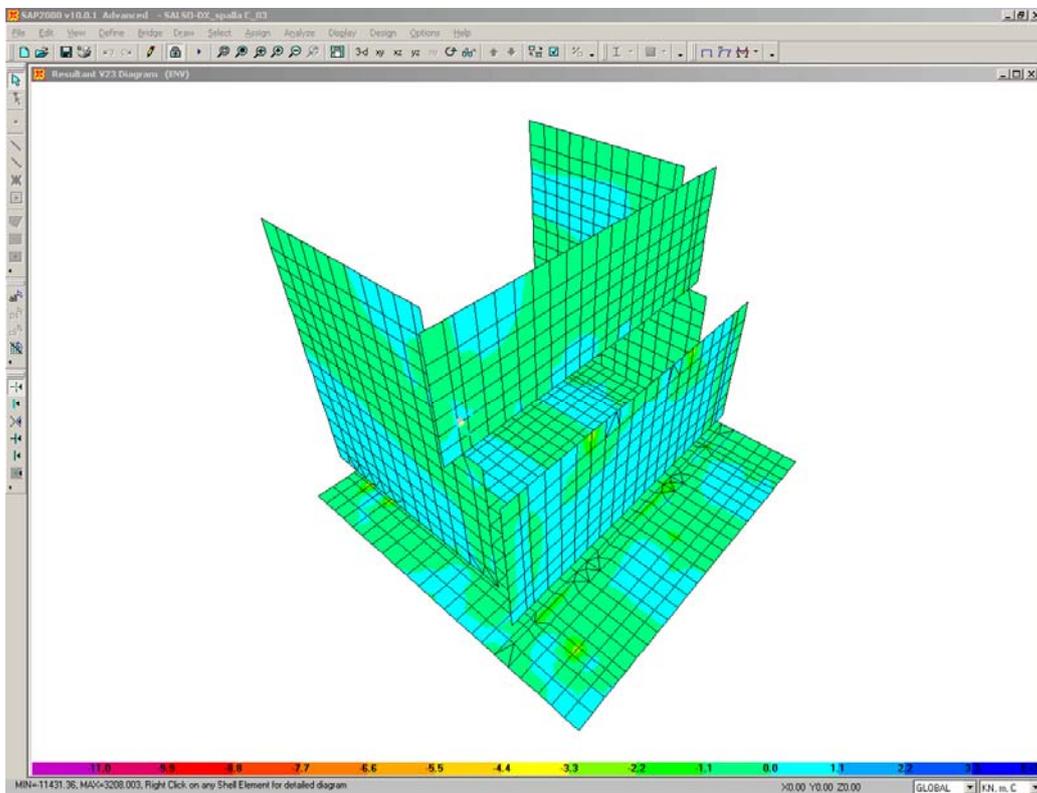
Relazione di Calcolo Spalle Carr. Dx

Pagina 99 di 112

Nome file:
V115-B-CL013-A.01_relazione_calcolo_spalle_carr_dx.doc

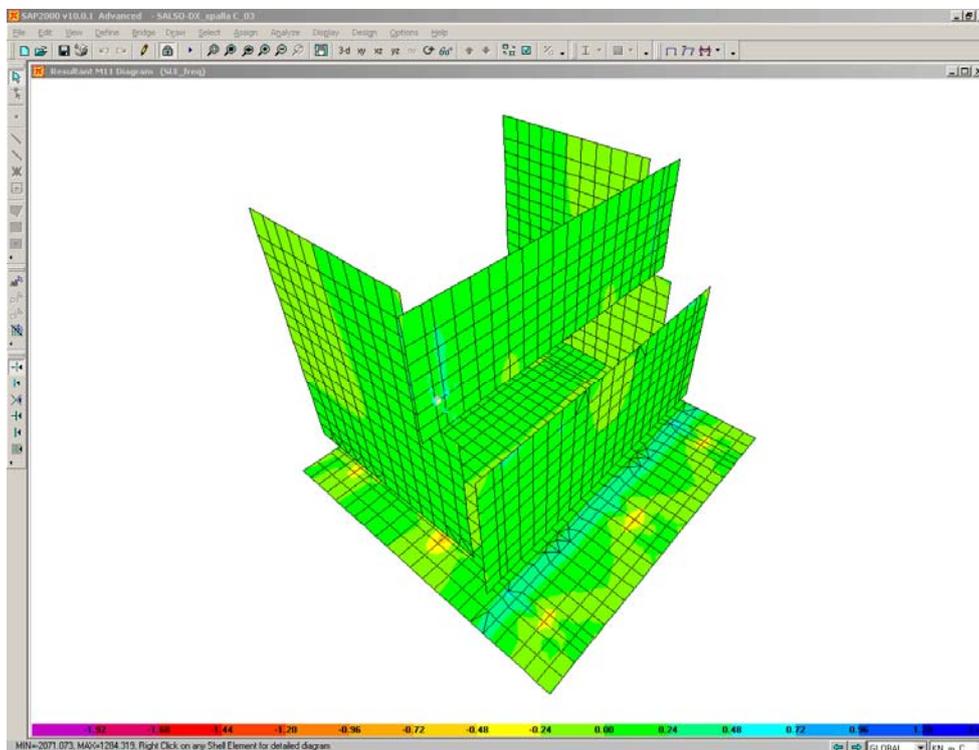


V23max

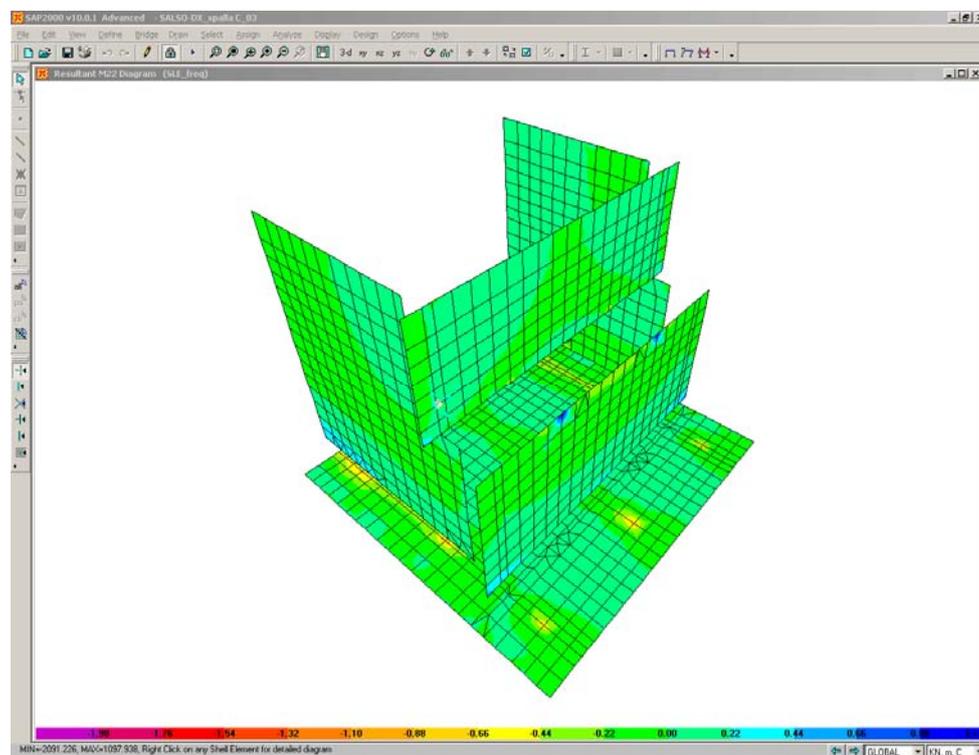


V23min

Sono ora presentate le schermate delle sollecitazioni risultanti (M11, M22) per l'involuppo delle combinazioni relative allo stato limite di esercizio (combinazioni frequenti), necessarie per effettuare le verifiche a fessurazione.

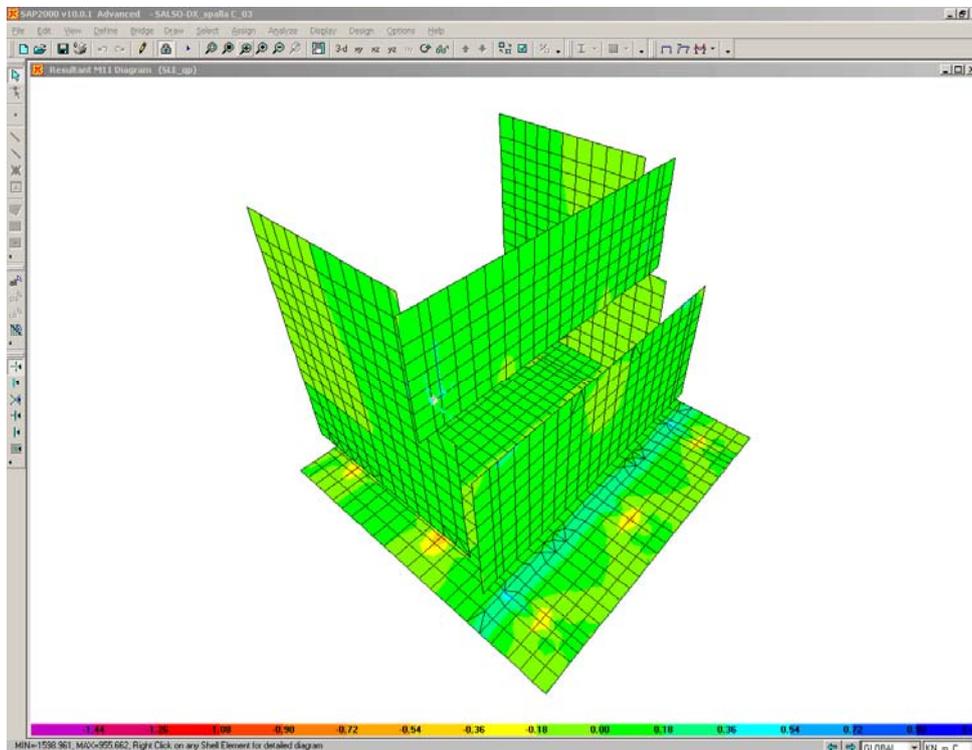


M11

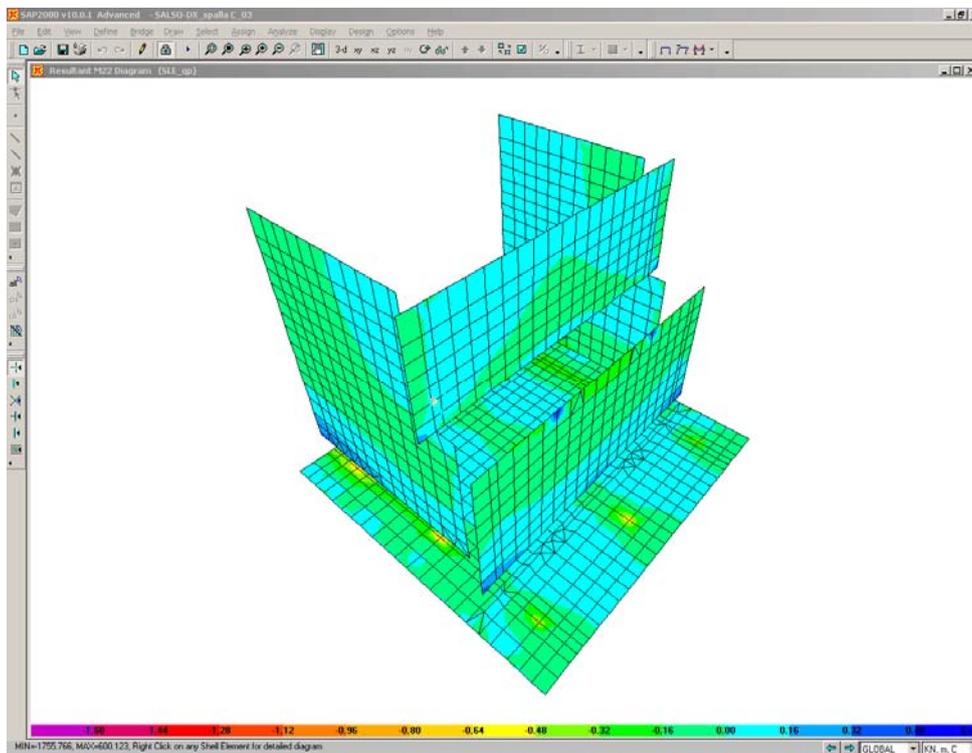


M22

Infine si riportano di seguito le schermate delle sollecitazioni risultanti (M11, M22) per l'involuppo delle combinazioni relative allo stato limite di esercizio (combinazioni quasi permanenti), necessarie anch'esse per effettuare le verifiche a fessurazione.



M11



M22

CORRIDOIO PLURIMODALE TIRRENICO-NORD EUROPA ITINERARIO AGRIGENTO -CALTANISSETTA-A19 S.S. N° 640 "DI PORTO EMPEDOCLE" AMMODERNAMENTO E ADEGUAMENTO ALLA CAT. B DEL D.M. 5.11.2001 Dal km 44+000 allo svincolo con l'A19 Progetto Esecutivo	Opera: Viadotto Salso
	Relazione di Calcolo Spalle Carr. Dx
	Pagina 102 di 112
	Nome file: V115-B-CL013-A.01_relazione_calcolo_spalle_carr_dx.doc

10.5 ARMATURA A FLESSIONE DEGLI ELEMENTI

Sulla base delle sollecitazioni ottenute è stata disposta la seguente armatura a flessione, avendo di cura di definire due sezioni per il muro andatore, una che si estende per 2.00 m in altezza a partire dall'estradosso del plinto ed un'altra che considera la restante parte di muro.

		Armatura Lato terra			Ferri			Armatura Lato fuori terra			
		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]	
plinto	X	5 Φ 22	19.0 +	0 Φ 0	0.0	19.0	5 Φ 18	12.7 +	0 Φ 0	0.0	12.7
	Y	5 Φ 22	19.0 +	0 Φ 0	0.0	19.0	5 Φ 18	12.7 +	0 Φ 0	0.0	12.7
muro	Y	5 Φ 16	10.1 +	0 Φ 0	0.0	10.1	5 Φ 16	10.1 +	0 Φ 0	0.0	10.1
front	Z	5 Φ 16	10.1 +	0 Φ 0	0.0	10.1	5 Φ 16	10.1 +	0 Φ 0	0.0	10.1
trave	Y	5 Φ 18	12.7 +	0 Φ 0	0.0	12.7	5 Φ 16	10.1 +	0 Φ 0	0.0	10.1
paragh	Z	5 Φ 16	10.1 +	0 Φ 0	0.0	10.1	5 Φ 16	10.1 +	0 Φ 0	0.0	10.1
muro	X	5 Φ 20	15.7 +	0 Φ 0	0.0	15.7	5 Φ 16	10.1 +	0 Φ 0	0.0	10.1
and inf	Z	5 Φ 22	19.0 +	0 Φ 0	0.0	19.0	5 Φ 16	10.1 +	0 Φ 0	0.0	10.1
muro	X	5 Φ 20	15.7 +	0 Φ 0	0.0	15.7	5 Φ 16	10.1 +	0 Φ 0	0.0	10.1
and sup	Z	5 Φ 22	19.0 +	0 Φ 0	0.0	19.0	5 Φ 16	10.1 +	0 Φ 0	0.0	10.1

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

10.6 VERIFICA DEGLI ELEMENTI COSTITUENTI LA SPALLA

10.6.1 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:

VERIFICA A PRESSOFLESSIONE					
M _{Ed} ^{ter}	M _{Rd} ^{ter}		M _{Ed} ^{f.ter}	M _{Rd} ^{f.ter}	
[kN*m]	[kN*m]		[kN*m]	[kN*m]	
970	1275	OK	720	857	OK
1070	1257	OK	220	847	OK
480	755	OK	350	755	OK
670	881	OK	360	881	OK
480	559	OK	190	443	OK
110	437	OK	90	437	OK
160	567	OK	60	365	OK
710	738	OK	180	432	OK
490	567	OK	150	365	OK
190	667	OK	150	359	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 Salso
	Relazione di Calcolo Spalle Carr. Dx
	Pagina 103 di 112
	Nome file: V115-B-CL013-A.01_relazione_calcolo_spalle_carr_dx.doc

10.6.2 S.L.U. – Resistenza: taglio

Per quanto riguarda la platea si è ritenuto opportuno disporre un cavallotto al metro quadro per assolvere la funzione di armatura resistente a taglio, mentre sugli altri elementi sono state disposte staffe aperte (a C) a passo costante (20 cm) nelle due direzioni.

Considerando una striscia di un metro di parete, la verifica a taglio risulta soddisfatta se:

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

in cui:

V_{Ed} : taglio di calcolo

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

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

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

dove:

d : altezza utile della sezione

b_w : base equivalente della sezione

A_{sw} : area dell'armatura trasversale

s : interasse tra due armature trasversali consecutive

α_c : coefficiente maggiorativo per lo sforzo assiale

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

CORRIDOIO PLURIMODALE TIRRENICO-NORD EUROPA ITINERARIO AGRIGENTO -CALTANISSETTA-A19 S.S. N° 640 "DI PORTO EMPEDOCLE" AMMODERNAMENTO E ADEGUAMENTO ALLA CAT. B DEL D.M. 5.11.2001 Dal km 44+000 allo svincolo con l'A19 Progetto Esecutivo	Opera: Viadotto Salso
	Relazione di Calcolo Spalle Carr. Dx
	Pagina 104 di 112
	Nome file: V115-B-CL013-A.01_relazione_calcolo_spalle_carr_dx.doc

	plinto	muro fr	tr paragh	m and inf	m and sup			
Sollecitazioni								
V	=	1570	2190	870	490	580	kN	taglio di calcolo
N	=	0	140	0	161	0	kN	sforzo assiale di calcolo
Geometria								
h	=	1800	2000	1200	1000	1000	mm	altezza della sezione
d'	=	30	30	30	30	30	mm	copriferro
d	=	1770	1970	1170	970	970	mm	altezza utile della sezione
b _w	=	1000	1000	1000	1000	1000	mm	base della sezione
Materiali								
R _{ck}	=	45	35	35	35	35	MPa	resistenza caratteristica cubica
f _{ck}	=	37.35	29.05	29.05	29.05	29.05	MPa	resistenza caratteristica cilindrica
γ _c	=	1.50	1.50	1.50	1.50	1.50		coefficiente parziale di sicurezza
α _{cc}	=	0.85	0.85	0.85	0.85	0.85		coefficiente riduttivo per resistenze di lunga durata
f _{cd}	=	21.17	16.46	16.46	16.46	16.46	MPa	resistenza di calcolo a compressione
f' _{cd}	=	10.58	8.23	8.23	8.23	8.23	MPa	resistenza ridotta
γ _s	=	1.15	1.15	1.15	1.15	1.15		coefficiente di sicurezza acciaio
f _{yk}	=	450.0	450.0	450.0	450.0	450.0	MPa	tensione caratteristica di snervamento acciaio
f _{yd}	=	391.3	391.3	391.3	391.3	391.3	MPa	tensione di snervamento di calcolo dell'acciaio
Verifica per elementi provvisti di armatura a taglio								
∅ _w	=	26	12	14	12	12	mm	diametro dell'armatura a taglio
α	=	90	90	90	90	90	°	inclinazione dell'armatura trasversale
s	=	1'000	200	400	400	400	mm	passo staffe in direzione longitudinale
n _{br}	=	2.0	5.0	2.5	2.5	2.5		numero bracci
A _{sw}	=	1'061.86	565.49	384.85	282.74	282.74	mm ²	area resistente dell'armatura a taglio
ctg ∅	=	2.50	2.50	2.50	2.50	2.50		inclinazione delle bielle di calcestruzzo
σ _{cp}	=	0.000	0.070	0.000	0.161	0.000	MPa	tensione media calcestruzzo
σ _{cp,ad}	=	0.000	0.070	0.000	0.161	0.000	MPa	tensione media di compressione adottata (<=0.2f _{cd})
α _c	=	1.00	1.00	1.00	1.01	1.00		
V _{Rsd}	=	1654.77	4904.06	991.08	603.67	603.67	kN	resistenza taglio trazione
V _{Rcd}	=	12041.4	10467.9	6190.8	5182.8	5132.5	kN	resistenza taglio compressione
V _{Rd}	=	1654.8	4904.1	991.1	603.7	603.7	kN	resistenza a taglio
FS	=	1.05	2.24	1.14	1.23	1.04		

Si considera agente come sforzo assiale sul muro frontale il peso della trave paraghiaia e sul muro andatore inferiore il peso della porzione di muro andatore sovrastante.

10.6.3 S.L.E. – Fessurazione

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

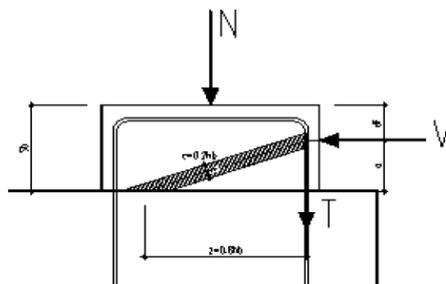
Si riportano di seguito le tabelle per le combinazioni considerate (frequente e quasi permanente), ricordando che si opera con armature poco sensibili ed in condizioni ambientali aggressive.

CORRIDOIO PLURIMODALE TIRRENICO-NORD EUROPA ITINERARIO AGRIGENTO -CALTANISSETTA-A19 S.S. N° 640 "DI PORTO EMPEDOCLE" AMMODERNAMENTO E ADEGUAMENTO ALLA CAT. B DEL D.M. 5.11.2001 Dal km 44+000 allo svincolo con l'A19 Progetto Esecutivo	Opera: Viadotto Salso
	Relazione di Calcolo Spalle Carr. Dx
	Pagina 107 di 112
	Nome file: V115-B-CL013-A.01_relazione_calcolo_spalle_carr_dx.doc

CORRIDOIO PLURIMODALE TIRRENICO-NORD EUROPA ITINERARIO AGRIGENTO -CALTANISSETTA-A19 S.S. N° 640 "DI PORTO EMPEDOCLE" AMMODERNAMENTO E ADEGUAMENTO ALLA CAT. B DEL D.M. 5.11.2001 Dal km 44+000 allo svincolo con l'A19 Progetto Esecutivo	Opera: Viadotto Salso
	Relazione di Calcolo Spalle Carr. Dx
	Pagina 108 di 112
	Nome file: V115-B-CL013-A.01_relazione_calcolo_spalle_carr_dx.doc

11 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 le spalle 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	4305	1465
Vx	247	833
baggiolo	SpA-S	SpA-D

CORRIDOIO PLURIMODALE TIRRENICO-NORD EUROPA ITINERARIO AGRIGENTO -CALTANISSETTA-A19 S.S. N° 640 "DI PORTO EMPEDOCLE" AMMODERNAMENTO E ADEGUAMENTO ALLA CAT. B DEL D.M. 5.11.2001 Dal km 44+000 allo svincolo con l'A19 Progetto Esecutivo	Opera: Viadotto Salso
	Relazione di Calcolo Spalle Carr. Dx
	Pagina 109 di 112
	Nome file: VI15-B-CL013-A.01_relazione_calcolo_spalle_carr_dx.doc

Materiali

R_{ck}	=	45	45	MPa	resistenza caratteristica cilindrica
f_{ck}	=	37.35	37.35	MPa	resistenza caratteristica cubica
f_{cd}	=	21.17	21.17	MPa	resistenza di calcolo a compressione
f_{yd}	=	391.3	391.3	MPa	tensione di snervamento di calcolo
β_1	=	1.00	1.00		coefficiente per la resistenza del nodo compresso
$\sigma_{1Rd,max}$	=	18.00	18.00	MPa	resistenza a compressione per nodi compressi

Mensola

		SpA-S	SpA-D		
F_{Ed}	=	4305	1465	kN	azione verticale di calcolo appoggio
H_{Ed}	=	247	833	kN	azione orizzontale di calcolo appoggio

Geometria

b_1	=	1200	1200	mm	larghezza baggiolo
b_2	=	1200	1200	mm	lunghezza baggiolo
$b_{3,max}$	=	400	400	mm	altezza baggiolo (massima: a favore di sicurezza)
b_0	=	900	900	mm	larghezza appoggio
c	=	30	30	mm	copriferro
d	=	1170	1170	mm	altezza utile
z	=	936	936	mm	braccio della coppia interna
x_1	=	11.4	38.5	mm	larghezza biella compressa
y_1	=	234.0	234.0	mm	altezza biella compressa
a	=	405.7	419.3	mm	
α	=	0.41	0.42	rad	

Verifica puntone e tirante principale (armatura orizzontale)

C	=	269	912	kN	risultante di compressione
T	=	107	373	kN	risultante di trazione
σ_c	=	0.48	1.62	MPa	tensione di compressione nel puntone
FS	=	37.61	11.08		
n	=	6	6		numero ferri superiore
\emptyset	=	16	16	mm	diametro armatura superiore
A_s	=	1206.4	1206.4	mm ²	area armatura superiore
σ_s	=	88.61	309.14	MPa	tensione di trazione nel tirante
FS	=	4.42	1.27		

Verifiche a fenditura (armatura verticale)

T	=	326	111	kN	risultante forza di taglio
A_s	=	833.5	833.5	mm ²	armatura necessaria
n_{str}	=	2	2		numero strati
n_{br}	=	8	8		numero bracci x strato
\emptyset_w	=	14	14	mm	diametro staffe
A_{sw}	=	2463.0	2463.0	mm ²	armatura di progetto
FS	=	2.96	2.96		

CORRIDOIO PLURIMODALE TIRRENICO-NORD EUROPA ITINERARIO AGRIGENTO -CALTANISSETTA-A19 S.S. N° 640 "DI PORTO EMPEDOCLE" AMMODERNAMENTO E ADEGUAMENTO ALLA CAT. B DEL D.M. 5.11.2001 Dal km 44+000 allo svincolo con l'A19 Progetto Esecutivo	Opera: Viadotto Salso
	Relazione di Calcolo Spalle Carr. Dx
	Pagina 110 di 112
	Nome file: V115-B-CL013-A.01_relazione_calcolo_spalle_carr_dx.doc

12 DISPOSITIVI ANTISISMICI

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

V	12130	kN	massimo carico verticale agente sull'isolatore in fase di sisma
F _{zd}	21220	kN	massimo carico verticale allo S.L.U. in esercizio
K _e	5.30	kN/mm	rigidezza orizzontale equivalente
K _v	3546	kN/mm	rigidezza verticale
d	0.300	m	massimo spostamento dell'isolatore
D _g	0.900	m	diametro dell'elastomero
W	1049	kg	peso dell'isolatore

A partire dal modello di calcolo globale 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 trasmesse dall'impalcato									
Joint	OutputCase	Fx	Fy	Fz	Mx	My	Mz	spalla	
Text	Text	KN	KN	KN	KN-m	KN-m	KN-m		
SpA-D	G1+G2	38	9	1403	0	0	0		
SpA-D	E2	34	2	-93	0	0	0		
SpA-D	E3	120	5	110	0	0	0		
SpA-D	Q1	17	42	1368	0	0	0		
SpA-D	Q5	28	109	-89	0	0	0		
SpA-D	Q7	14	0	0	0	0	0		
SpA-S	G1+G2	37	2	1348	0	0	0	spalla A	
SpA-S	E2	34	1	-82	0	0	0		
SpA-S	E3	118	4	94	0	0	0		
SpA-S	Q1	17	7	1800	0	0	0		
SpA-S	Q5	40	110	95	0	0	0		
SpA-S	Q7	13	0	0	0	0	0		
SpB-D	G1+G2	21	14	1019	0	0	0		
SpB-D	E2	13	5	-81	0	0	0		
SpB-D	E3	60	13	102	0	0	0		
SpB-D	Q1	18	22	1052	0	0	0		
SpB-D	Q5	18	85	-149	0	0	0		
SpB-D	Q7	10	0	0	0	0	0		
SpB-S	G1+G2	16	13	910	0	0	0	spalla B	
SpB-S	E2	14	5	-100	0	0	0		
SpB-S	E3	56	6	103	0	0	0		
SpB-S	Q1	26	1	1162	0	0	0		
SpB-S	Q5	27	83	145	0	0	0		
SpB-S	Q7	9	0	0	0	0	0		
SpC-D	G1+G2	24	14	919	0	0	0		
SpC-D	E2	3	12	-61	0	0	0		
SpC-D	E3	52	23	136	0	0	0		
SpC-D	Q1	4	20	988	0	0	0		
SpC-D	Q5	6	94	-123	0	0	0		
SpC-D	Q7	9	0	0	0	0	0		
SpC-S	G1+G2	24	14	1011	0	0	0	spalla C	
SpC-S	E2	4	13	-45	0	0	0		
SpC-S	E3	49	18	122	0	0	0		
SpC-S	Q1	12	1	1101	0	0	0		
SpC-S	Q5	3	90	126	0	0	0		
SpC-S	Q7	10	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 Salso
	Relazione di Calcolo Spalle Carr. Dx
	Pagina 111 di 112
	Nome file: V115-B-CL013-A.01_relazione_calcolo_spalle_carr_dx.doc

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

Joint	OutputCase	Fx	Fy	Fz	Mx	My	Mz	spalla
Text	Text	KN	KN	KN	KN-m	KN-m	KN-m	
SpA-D	Q6.3	209	70	84	0	0	0	
SpA-S	Q6.3	208	70	76	0	0	0	spalla A
SpB-D	Q6.3	91	64	84	0	0	0	
SpB-S	Q6.3	92	64	82	0	0	0	spalla B
SpC-D	Q6.3	83	58	46	0	0	0	
SpC-S	Q6.3	84	57	66	0	0	0	spalla C

Azioni totali sugli appoggi (Combinazione sismica - max Fz)

Joint	OutputCase	Fx	Fy	Fz	Mx	My	Mz	spalla
Text	Text	KN	KN	KN	KN-m	KN-m	KN-m	
SpA-D	S.L.C.	349	82	1448	0	0	0	
SpA-S	S.L.C.	345	75	1390	0	0	0	spalla A
SpB-D	S.L.C.	161	90	1073	0	0	0	
SpB-S	S.L.C.	156	85	944	0	0	0	spalla B
SpC-D	S.L.C.	142	96	972	0	0	0	
SpC-S	S.L.C.	143	92	1093	0	0	0	spalla C
		349	96	1448				

Azioni totali sugli appoggi (Combinazione fondamentale)

Joint	OutputCase	Fx	Fy	Fz	Mx	My	Mz	spalla
Text	Text	KN	KN	KN	KN-m	KN-m	KN-m	
SpA-D	S.L.U.	240	172	3628	0	0	0	
SpA-S	S.L.U.	247	115	4305	0	0	0	spalla A
SpB-D	S.L.U.	137	140	2638	0	0	0	
SpB-S	S.L.U.	147	104	2882	0	0	0	spalla B
SpC-D	S.L.U.	92	162	2489	0	0	0	
SpC-S	S.L.U.	101	129	2999	0	0	0	spalla C
		247	172	4305				

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

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

S.L.C.

	SpA-D	SpA-S	SpB-D	SpB-S	SpC-D	SpC-S		
d _{Q6.1,x}	0.131	0.130	0.057	0.057	0.050	0.052	m	spostamento longitudinale dell'impalcato dovuto al sisma longitudinale
d _{Q6.1,y}	0.017	0.017	0.013	0.013	0.017	0.017	m	spostamento trasversale dell'impalcato dovuto al sisma longitudinale
d _{Q6.2,x}	0.042	0.042	0.019	0.019	0.021	0.020	m	spostamento longitudinale dell'impalcato dovuto al sisma trasversale
d _{Q6.2,y}	0.043	0.043	0.040	0.040	0.034	0.033	m	spostamento trasversale dell'impalcato dovuto al sisma trasversale
d _{E2,x}	0.007	0.006	0.003	0.003	0.001	0.001	m	dilatazione dell'impalcato dovuto al ritiro
d _{E3,x}	0.068	0.068	0.037	0.037	0.033	0.032	m	dilatazione dell'impalcato dovuto all'effetto termico
d _{E,tot}	0.172	0.171	0.079	0.080	0.069	0.071	m	spostamento risultante totale dell'impalcato

S.L.U.

	SpA-D	SpA-S	SpB-D	SpB-S	SpC-D	SpC-S		
d _{E2,x}	0.007	0.006	0.003	0.003	0.001	0.001	m	dilatazione dell'impalcato dovuto al ritiro
d _{E3,x}	0.068	0.068	0.037	0.037	0.033	0.032	m	dilatazione dell'impalcato dovuto all'effetto termico
d _{Q1,y}	0.015	0.013	0.011	0.009	0.005	0.006	m	spostamento trasversale dell'impalcato dovuto ai carichi mobili
d _{Q5,y}	0.021	0.021	0.016	0.016	0.018	0.017	m	spostamento trasversale dell'impalcato dovuto al vento
d _{E,tot}	0.069	0.067	0.041	0.040	0.034	0.033	m	spostamento risultante totale dell'impalcato

d_{giunto} 0.344 m massima escursione del giunto

Il massimo spostamento dell'isolatore è pari a 171.9 mm, inferiore quindi al massimo spostamento consentito all'isolatore, pari a 300 mm.