

COMMITTENTE:



DIREZIONE LAVORI:



APPALTATORE:



PROGETTAZIONE:
MANDATARIA:



MANDANTI:



IL DIRETTORE DELLA
PROGETTAZIONE:

Ing. L. LACOPO

Responsabile integrazione fra le varie
prestazioni specialistiche

PROGETTO ESECUTIVO

ITINERARIO NAPOLI – BARI RADDOPPIO TRATTA CANCELLO - BENEVENTO II LOTTO FUNZIONALE FRASSO TELESINO – VITULANO 2° SUBLOTTO TELESE – SAN LORENZO

RELAZIONE

PONTI E VIADOTTI

VI13 - VIADOTTO dal km 34+037 al km 34+106: Viadotto Limata I

"Struttura ad archi": Relazione di calcolo

APPALTATORE	SCALA:
IL DIRETTORE TECNICO	
Ing. M. FERRONI 	

COMMESSA LOTTO FASE ENTE TIPO DOC. OPERA/DISCIPLINA Progr. REV.

I F 2 R 2 2 E Z Z C L V I 1 3 0 0 0 0 1 B

Rev.	Descrizione	Redatto	Data	Verificato	Data	Approvato	Data	Autorizzato Data
A	EMISSIONE	Coding	23/06/21	G.Coppa	24/06/21	L.Bruzzone	24/06/21	IL PROGETTISTA F. DI IULLO 31/10/21
B	REVISIONE PER RDV	Coding	29/10/21	G.Coppa	30/10/21	L.Bruzzone	30/10/21	

File: IF2R.2.2.E.ZZ.CL.VI.13.0.0.001.B.docx

n. Elab.:

APPALTATORE:	TELESE S.c.a r.l. Consorzio Telese Società Consortile a Responsabilità Limitata	ITINERARIO NAPOLI – BARI RADDOPPIO TRATTA CANCELLO-BENEVENTO II LOTTO FUNZIONALE FRASSO TELESINO – VITULANO 2° SUBLOTTO TELESE – SAN LORENZO PROGETTO ESECUTIVO					
PROGETTAZIONE:	Mandatario: SYSTRA S.A. Mandante: SWS Engineering S.p.A. SYSTRA-SOTECNI S.p.A.						
PONTI E VIADOTTI – VI13 "Struttura ad archi": Relazione di calcolo	COMMESSA IF2R	LOTTO 2.2.E.ZZ	CODIFICA CL	DOCUMENTO VI.13.0.0.001	REV. B	FOGLIO 2 di 147	

INDICE

1.	PREMESSA	7
2.	NORMATIVA DI RIFERIMENTO	8
3.	MATERIALI	9
3.1.	CALCESTRUZZO PER GETTI IN OPERA PER ELEVAZIONI.....	9
3.2.	CALCESTRUZZO PER GETTI IN OPERA PER FONDAZIONI	9
3.3.	ACCIAIO PER C.A.	10
3.4.	COPRIFERRI	10
4.	DESCRIZIONE DELL'OPERA	11
5.	CARATTERIZZAZIONE GEOTECNICA.....	15
6.	ANALISI DEI CARICHI	16
6.1.	PESO PROPRIO (G1).....	16
6.2.	PERMANENTI PORTATI (G2)	16
6.2.1.	Massicciata, armamento e impermeabilizzazione – $G_{2,1}$	16
6.2.2.	Cordoli laterali e muretti paraballast – $G_{2,2}$	16
6.2.3.	Barriere antirumore – $G_{2,3}$	16
6.2.4.	Canalette impianti e impianti – $G_{2,4}$	17
6.2.5.	Spinta statica della terra dei rilevati	17
6.3.	AZIONI VARIABILI (Q)	19
6.3.1.	Treni di carico ($Q_{1,1} - Q_{1,2}$).....	19
6.3.2.	Carichi sui marciapiedi ($Q_{2,1} - Q_{2,2}$).....	23
6.3.3.	Forza centrifuga ($Q_{3,1}-Q_{3,2}$).....	23
6.3.4.	Serpeggio ($Q_{4,1}-Q_{4,2}$).....	25

APPALTATORE:	TELESE S.c.a r.l. Consorzio Telese Società Consortile a Responsabilità Limitata	ITINERARIO NAPOLI – BARI RADDOPPIO TRATTA CANCELLO-BENEVENTO II LOTTO FUNZIONALE FRASSO TELESINO – VITULANO 2° SUBLOTTO TELESE – SAN LORENZO PROGETTO ESECUTIVO					
PROGETTAZIONE:	Mandatario: SYSTRA S.A. Mandante: SWS Engineering S.p.A. SYSTRA-SOTECNI S.p.A.						
PONTI E VIADOTTI – VI13 "Struttura ad archi": Relazione di calcolo	COMMESSA IF2R	LOTTO 2.2.E.ZZ	CODIFICA CL	DOCUMENTO VI.13.0.0.001	REV. B	FOGLIO 3 di 147	

6.4.	AZIONI DINAMICHE	25
6.5.	AZIONI DOVUTE AL DERAGLIAMENTO	25
6.6.	AZIONI CLIMATICHE	27
6.6.1.	<i>Variazione termica uniforme (Q5u)</i>	27
6.6.2.	<i>Variazione termica differenziale (Q5d)</i>	27
6.6.3.	<i>Vento (Q6,1-Q6,2-Q6,3)</i>	27
6.7.	AZIONI INDIRETTE.....	28
6.7.1.	<i>Ritiro e Viscosità (Q7)</i>	28
6.8.	AZIONI SISMICHE.....	31
6.8.1.	<i>Individuazione della pericolosità del sito e strategia di progettazione</i>	32
6.9.	SPINTA DELLE TERRE – CASO SISMICO (SP_S).....	34
6.10.	AZIONI SISMICHE DA PESO PROPRIO E CARICHI PERMANENTI E VARIABILI	34
7.	MODELLAZIONE E ANALISI	38
7.1.	MODELLO SLU/SLE	38
7.2.	MODELLO GEO	39
7.3.	MODELLO EQU	40
7.4.	CARICHI	41
7.5.	COMBINAZIONI DI CARICO	47
8.	CRITERI DI VERIFICA	50
8.1.	VERIFICA AGLI STATI LIMITE DI ESERCIZIO.....	50
8.1.1.	<i>Verifica a fessurazione</i>	50
8.1.2.	<i>Verifica delle tensioni in esercizio</i>	51

APPALTATORE:		TELESE S.c.a r.l. Consorzio Telese Società Consortile a Responsabilità Limitata		ITINERARIO NAPOLI – BARI RADDOPPIO TRATTA CANCELLO-BENEVENTO II LOTTO FUNZIONALE FRASSO TELESINO – VITULANO 2° SUBLOTTO TELESE – SAN LORENZO PROGETTO ESECUTIVO			
PROGETTAZIONE:		Mandatario: SYSTRA S.A. Mandante: SWS Engineering S.p.A. SYSTRA-SOTECNI S.p.A.					
PONTI E VIADOTTI – VI13 "Struttura ad archi": Relazione di calcolo		COMMESSA IF2R	LOTTO 2.2.E.ZZ	CODIFICA CL	DOCUMENTO VI.13.0.0.001	REV. B	FOGLIO 4 di 147

8.2.	VERIFICA AGLI STATI LIMITE ULTIMI.....	52
8.2.1.	<i>Sollecitazioni flettenti</i>	52
8.2.2.	<i>Sollecitazioni taglianti</i>	52
9.	ANALISI DEI RISULTATI.....	54
9.1.	SOLETTA SUPERIORE.....	54
9.2.	SETTI VERTICALI LONGITUDINALI.....	59
9.3.	SETTI VERTICALI TRASVERSALI.....	63
9.4.	FONDAZIONE.....	67
10.	VERIFICHE STRUTTURALI.....	71
10.1.	SETTI VERTICALI LONGITUDINALI.....	72
10.1.1.	<i>Momento verticale</i>	72
10.1.2.	<i>Momento orizzontale</i>	76
10.1.3.	<i>Taglio</i>	81
10.2.	SETTI TRASVERSALI.....	82
10.2.1.	<i>Momento verticale</i>	82
10.2.2.	<i>Momento orizzontale</i>	82
10.2.3.	<i>Taglio</i>	86
10.3.	SOLETTA SUPERIORE.....	87
10.3.1.	<i>Momento trasversale M_{yy} - Sezione di Mezzeria</i>	87
10.3.2.	<i>Momento trasversale M_{yy} - Sezione di incastro</i>	92
10.3.3.	<i>Momento longitudinale M_{xx} - Sezione di Mezzeria</i>	96
10.3.4.	<i>Momento longitudinale M_{xx} - Sezione di incastro</i>	100

APPALTATORE:		TELESE S.c.a r.l. Consorzio Telese Società Consortile a Responsabilità Limitata					
PROGETTAZIONE: Mandataria: SYSTRA S.A. Mandante: SWS Engineering S.p.A. SYSTRA-SOTECNI S.p.A.							
PONTI E VIADOTTI – VI13 "Struttura ad archi": Relazione di calcolo		ITINERARIO NAPOLI – BARI RADDOPPIO TRATTA CANCELLO-BENEVENTO II LOTTO FUNZIONALE FRASSO TELESINO – VITULANO 2° SUBLOTTO TELESE – SAN LORENZO PROGETTO ESECUTIVO					
		COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
		IF2R	2.2.E.ZZ	CL	VI.13.0.0.001	B	5 di 147

10.3.5.	Taglio.....	105
10.4.	FONDAZIONE.....	106
10.4.1.	Momento trasversale.....	106
10.4.2.	Momento longitudinale	110
10.4.3.	Taglio.....	115
10.5.	VERIFICHE DI DEFORMABILITÀ DELL'IMPALCATO	116
10.6.	VERIFICA DEL GIUNTO TECNICO TRA SOLETTE DI IMPALCATO	119
11.	VERIFICHE GEOTECNICHE FONDAZIONI	120
11.1.	VERIFICA A CAPACITÀ PORTANTE E A SCORRIMENTO – CONCIO C1	120
11.1.1.	Verifica N max.....	122
11.1.2.	Verifica N min.....	123
11.1.3.	Verifica M max.....	124
11.2.	VERIFICA A CAPACITÀ PORTANTE E A SCORRIMENTO – CONCIO C2	126
11.2.1.	Verifica N max.....	127
11.2.2.	Verifica N min.....	129
11.2.3.	Verifica M max.....	130
11.3.	VERIFICA A CAPACITÀ PORTANTE E A SCORRIMENTO – CONCIO C3	131
11.3.1.	Verifica statica SLU N max	133
11.3.2.	Verifica statica SLU N min.....	134
11.3.3.	Verifica statica SLU M max.....	136
11.4.	VERIFICA A RIBALTAMENTO	138
11.4.1.	Concio 1	139

APPALTATORE:	TELESE S.c.a r.l. Consorzio Telese Società Consortile a Responsabilità Limitata		ITINERARIO NAPOLI – BARI RADDOPPIO TRATTA CANCELLO-BENEVENTO II LOTTO FUNZIONALE FRASSO TELESINO – VITULANO 2° SUBLOTTO TELESE – SAN LORENZO PROGETTO ESECUTIVO			
PROGETTAZIONE:	Mandatario:	Mandante:				
	SYSTRA S.A.	SWS Engineering S.p.A.	SYSTRA-SOTECNI S.p.A.			
PONTI E VIADOTTI – VI13 "Struttura ad archi": Relazione di calcolo	COMMESSA IF2R	LOTTO 2.2.E.ZZ	CODIFICA CL	DOCUMENTO VI.13.0.0.001	REV. B	FOGLIO 6 di 147

11.4.2. Concio 2.....	139
11.4.3. Concio 3.....	139
12. DIMENSIONAMENTO MARCIAPIEDI FFP.....	140
13. INCIDENZA ARMATURE.....	143
14. VALIDAZIONE DEI CODICI DI CALCOLO (§10.2 – DM 14.1.2008).....	144
14.1. TIPO DI ANALISI SVOLTA.....	144
14.2. ORIGINE E CARATTERISTICHE DEI CODICI DI CALCOLO.....	145
14.2.1. SAP2000.....	145
14.2.2. RC-SEC.....	145
14.3. DESCRIZIONE DEL SOFTWARE.....	145
14.4. AFFIDABILITÀ DEI CODICI DI CALCOLO.....	146
14.5. MODALITÀ DI PRESENTAZIONE DEI RISULTATI.....	146
14.6. INFORMAZIONI GENERALI SULL'ELABORAZIONE.....	147
14.7. GIUDIZIO MOTIVATO DI ACCETTABILITÀ DEI RISULTATI.....	147

APPALTATORE: TELESE S.c.a r.l. Consorzio Telese Società Consortile a Responsabilità Limitata	ITINERARIO NAPOLI – BARI RADDOPPIO TRATTA CANCELLO-BENEVENTO II LOTTO FUNZIONALE FRASSO TELESINO – VITULANO 2° SUBLOTTO TELESE – SAN LORENZO PROGETTO ESECUTIVO					
PROGETTAZIONE: Mandatario: SYSTRA S.A. Mandante: SWS Engineering S.p.A. SYSTRA-SOTECNI S.p.A.						
PONTI E VIADOTTI – VI13 "Struttura ad archi": Relazione di calcolo	COMMESSA IF2R	LOTTO 2.2.E.ZZ	CODIFICA CL	DOCUMENTO VI.13.0.0.001	REV. B	FOGLIO 7 di 147

1. PREMESSA

Nell'ambito dell'itinerario Napoli-Bari si inserisce il Raddoppio della Tratta Canello - Benevento - II° Lotto Funzionale Frasso Telesino - Vitulano oggetto di progettazione esecutiva.

Oggetto della presente relazione è il dimensionamento degli elementi in elevazione e fondazione dello scatolare costituente i tre conci del *Viadotto Limata I - VI13*.

Gli elaborati grafici di riferimento sono i seguenti:

Pianta fondazione e sezione longitudinale	1:100	IF2R	2	2	E	Z	Z	A	A	V	I	1	3	0	0	0	0	1	B
Pianta scavi - sezione longitudinale - opere provvisorie	1:100	IF2R	2	2	E	Z	Z	A	A	V	I	1	3	0	0	0	0	2	B
Pianta impalcato e prospetto longitudinale	1:100	IF2R	2	2	E	Z	Z	A	A	V	I	1	3	0	8	0	0	3	B
Sezioni trasversali	1:50	IF2R	2	2	E	Z	Z	W	B	V	I	1	3	0	0	0	0	1	B
Particolari costruttivi	VARIE	IF2R	2	2	E	Z	Z	B	Z	V	I	1	3	0	0	0	0	1	B

Nel seguito si procede al calcolo dello stato di sollecitazione ed alle verifiche dei vari elementi costituenti la struttura in elevazione, nei confronti degli Stati Limite Ultimi strutturali di presso-flessione e taglio e gli Stati limite di Esercizio di fessurazione e tensionale.

Si esegue inoltre la determinazione delle azioni massime sugli elementi costituenti la fondazione e alla loro verifica nei confronti degli Stati Limite Ultimi strutturali di presso-flessione, taglio e Stati Limite Ultimi geotecnici.

Per i tabulati di calcolo si rimanda all'elaborato *IF2R.2.2.E.ZZ.CL.VI.13.0.0.002.A*.

APPALTATORE:	 TELESE S.c.a r.l. Consorzio Telese Società Consortile a Responsabilità Limitata		ITINERARIO NAPOLI – BARI RADDOPPIO TRATTA CANCELLO-BENEVENTO II LOTTO FUNZIONALE FRASSO TELESINO – VITULANO 2° SUBLOTTO TELESE – SAN LORENZO PROGETTO ESECUTIVO					
PROGETTAZIONE:	Mandataria: SYSTRA S.A. Mandante: SWS Engineering S.p.A. SYSTRA-SOTECNI S.p.A.		COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
PONTI E VIADOTTI – VI13 "Struttura ad archi": Relazione di calcolo			IF2R	2.2.E.ZZ	CL	VI.13.0.0.001	B	8 di 147

2. **NORMATIVA DI RIFERIMENTO**

Le principali Normative nazionali ed internazionali vigenti alla data di redazione del presente documento e prese a riferimento sono le seguenti:

- [1] Ministero delle Infrastrutture, DM 14 gennaio 2008, «Approvazione delle nuove norme tecniche per le costruzioni»
- [2] Ministero delle Infrastrutture e Trasporti, Circolare 2 febbraio 2009, n. 617 C.S.I.L.L.PP., «Istruzioni per l'applicazione delle Nuove norme tecniche per le costruzioni di cui al decreto ministeriale 14 gennaio 2008»
- [3] Istruzione RFI DTC SI PS MA IFS 001 A - Manuale di Progettazione delle Opere Civili - Parte II - Sezione 2 - Ponti e Strutture
- [4] Istruzione RFI DTC SI CS MA IFS 001 A - Manuale di Progettazione delle Opere Civili - Parte II - Sezione 3 – Corpo Stradale
- [5] Regolamento (UE) N.1299/2014 della Commissione del 18 Novembre 2014 relativo alle specifiche tecniche di interoperabilità per il sottosistema “infrastruttura” del sistema ferroviario dell’Unione europea

APPALTATORE: TELESE S.c.a r.l. Consorzio Telese Società Consortile a Responsabilità Limitata		ITINERARIO NAPOLI – BARI RADDOPPIO TRATTA CANCELLO-BENEVENTO II LOTTO FUNZIONALE FRASSO TELESINO – VITULANO 2° SUBLOTTO TELESE – SAN LORENZO PROGETTO ESECUTIVO					
PROGETTAZIONE: Mandataria: SYSTRA S.A. Mandante: SWS Engineering S.p.A. SYSTRA-SOTECNI S.p.A.							
PONTI E VIADOTTI – VI13 "Struttura ad archi": Relazione di calcolo		COMMESSA IF2R	LOTTO 2.2.E.ZZ	CODIFICA CL	DOCUMENTO VI.13.0.0.001	REV. B	FOGLIO 9 di 147

3. MATERIALI

Si riportano di seguito i materiali previsti per la realizzazione delle strutture, suddivisi per elemento costruttivo.

3.1. Calcestruzzo per getti in opera per elevazioni

Classe	C32/40		
$R_{ck} =$	40	MPa	resistenza caratteristica cubica
$f_{ck} =$	32	MPa	resistenza caratteristica cilindrica
$f_{cm} =$	40	MPa	valor medio resistenza cilindrica
$\alpha_{cc} =$	0,85		coeff. rid. Per carichi di lunga durata
$\gamma_M =$	1,5	-	coefficiente parziale di sicurezza SLU
$f_{cd} =$	18,13	MPa	resistenza di progetto
$f_{ctm} =$	3,02	MPa	resistenza media a trazione semplice
$f_{cfm} =$	3,63	MPa	resistenza media a trazione per flessione
$f_{ctk} =$	2,12	MPa	valore caratteristico resistenza a trazione
$E_{cm} =$	33346	MPa	Modulo elastico di progetto
$\nu =$	0,2		Coefficiente di Poisson
$G_c =$	13894	MPa	Modulo elastico Tangenziale di progetto

3.2. Calcestruzzo per getti in opera per fondazioni

Classe	C28/35		
$R_{ck} =$	35	MPa	resistenza caratteristica cubica
$f_{ck} =$	28	MPa	resistenza caratteristica cilindrica
$f_{cm} =$	36	MPa	valor medio resistenza cilindrica
$\alpha_{cc} =$	0,85		coeff. rid. per carichi di lunga durata
$\gamma_M =$	1,5	-	coefficiente parziale di sicurezza SLU
$f_{cd} =$	15,87	MPa	resistenza di progetto
$f_{ctm} =$	2,77	MPa	resistenza media a trazione semplice
$f_{cfm} =$	3,32	MPa	resistenza media a trazione per flessione
$f_{ctk} =$	1,94	MPa	valore caratteristico resistenza a trazione
$E_{cm} =$	32.308	MPa	Modulo elastico di progetto

APPALTATORE: TELESE S.c.a r.l. Consorzio Telese Società Consortile a Responsabilità Limitata		ITINERARIO NAPOLI – BARI RADDOPPIO TRATTA CANCELLO-BENEVENTO II LOTTO FUNZIONALE FRASSO TELESINO – VITULANO 2° SUBLOTTO TELESE – SAN LORENZO PROGETTO ESECUTIVO					
PROGETTAZIONE: Mandatario: SYSTRA S.A. Mandante: SWS Engineering S.p.A. SYSTRA-SOTECNI S.p.A.							
PONTI E VIADOTTI – VI13 "Struttura ad archi": Relazione di calcolo		COMMESSA IF2R	LOTTO 2.2.E.ZZ	CODIFICA CL	DOCUMENTO VI.13.0.0.001	REV. B	FOGLIO 10 di 147

$\nu = 0,2$ Coefficiente di Poisson
 $G_c = 13462$ MPa Modulo elastico Tangenziale di progetto

3.3. Acciaio per c.a.

B450C

$f_{yk} \geq 450$ MPa tensione caratteristica di snervamento
 $f_{tk} \geq 540$ MPa tensione caratteristica di rottura
 $(f_t/f_y)_k \geq 1,15$
 $(f_t/f_y)_k < 1,35$
 $\gamma_s = 1,15$ - coefficiente parziale di sicurezza SLU
 $f_{yd} = 391,3$ MPa tensione caratteristica di snervamento
 $E_s = 200000$ MPa Modulo elastico di progetto
 $\epsilon_{yd} = 0,196\%$ deformazione di progetto a snervamento
 $\epsilon_{uk} = (A_{gt})_k = 7,50\%$ deformazione caratteristica ultima

3.4. Copriferrì

Si adottano i seguenti copriferrì minimi:

- Elevazioni: 40 mm
- Fondazione: 40 mm

APPALTATORE: TELESE S.c.a r.l. Consorzio Telese Società Consortile a Responsabilità Limitata		ITINERARIO NAPOLI – BARI RADDOPPIO TRATTA CANCELLO-BENEVENTO II LOTTO FUNZIONALE FRASSO TELESINO – VITULANO 2° SUBLOTTO TELESE – SAN LORENZO PROGETTO ESECUTIVO					
PROGETTAZIONE: Mandatario: SYSTRA S.A. Mandante: SWS Engineering S.p.A. SYSTRA-SOTECNI S.p.A.		COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
PONTI E VIADOTTI – VI13 "Struttura ad archi": Relazione di calcolo		IF2R	2.2.E.ZZ	CL	VI.13.0.0.001	B	11 di 147

4. DESCRIZIONE DELL'OPERA

Il *Viadotto Limata I - VI13*, a doppio binario, si estende dal km 34+043.89 al km 34+112.90 della *Tratta Cancello-Benevento - II° Lotto Funzionale Frasso Telesino-Vitulano* per uno sviluppo complessivo di 69 m.

Tale viadotto è costituita nel tratto iniziale e finale (*concio 1 e 3*) da uno *scatolare in c.a "chiuso"*, mentre nel tratto centrale (*concio 2*) è costituito da una struttura scatolare in c.a. con forniche che costituisce la vera e propria *"struttura ad archi"*.

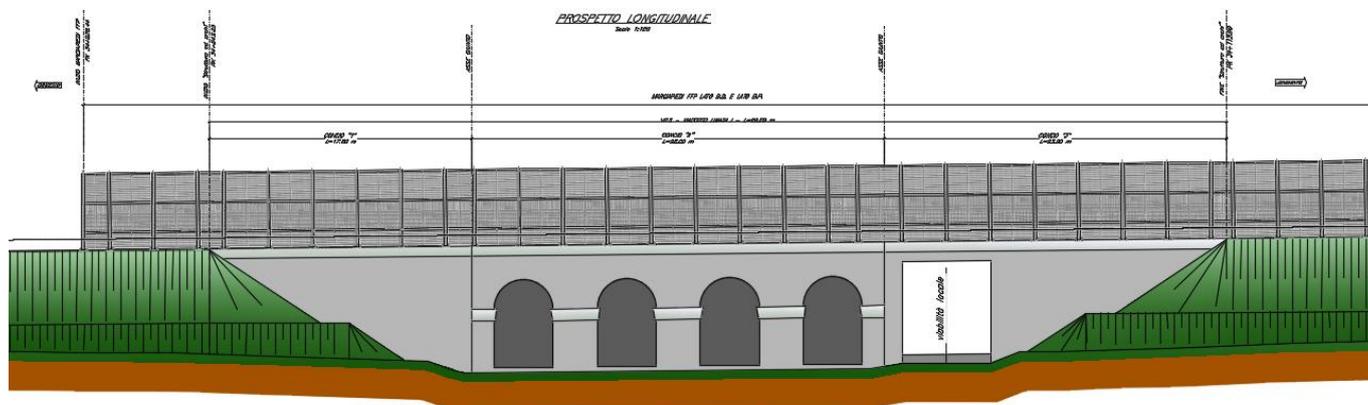


Figura 1– Prospetto del VI13 - “struttura ad archi”

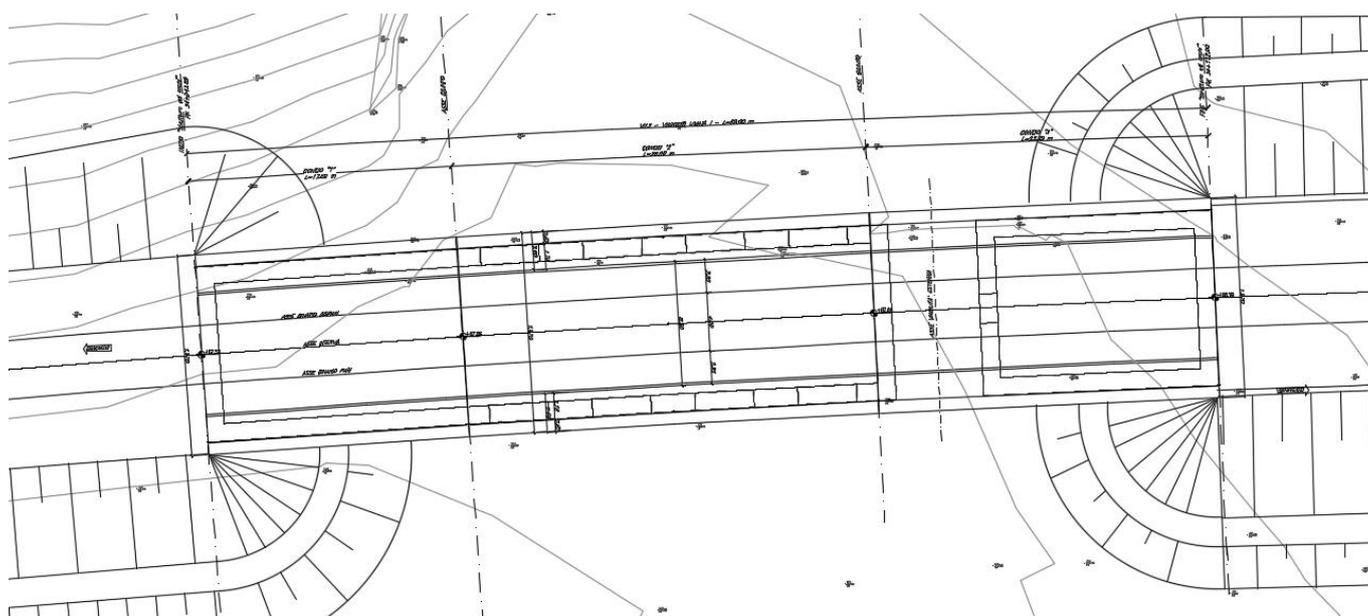


Figura 2 – Stralcio planimetrico del VI13

APPALTATORE: TELESE S.c.a r.l. Consorzio Telese Società Consortile a Responsabilità Limitata		ITINERARIO NAPOLI – BARI RADDOPPIO TRATTA CANCELLO-BENEVENTO II LOTTO FUNZIONALE FRASSO TELESINO – VITULANO 2° SUBLOTTO TELESE – SAN LORENZO PROGETTO ESECUTIVO					
PROGETTAZIONE: Mandataria: SYSTRA S.A. Mandante: SWS Engineering S.p.A. SYSTRA-SOTECNI S.p.A.		COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
PONTI E VIADOTTI – VI13 "Struttura ad archi": Relazione di calcolo		IF2R	2.2.E.ZZ	CL	VI.13.0.0.001	B	12 di 147

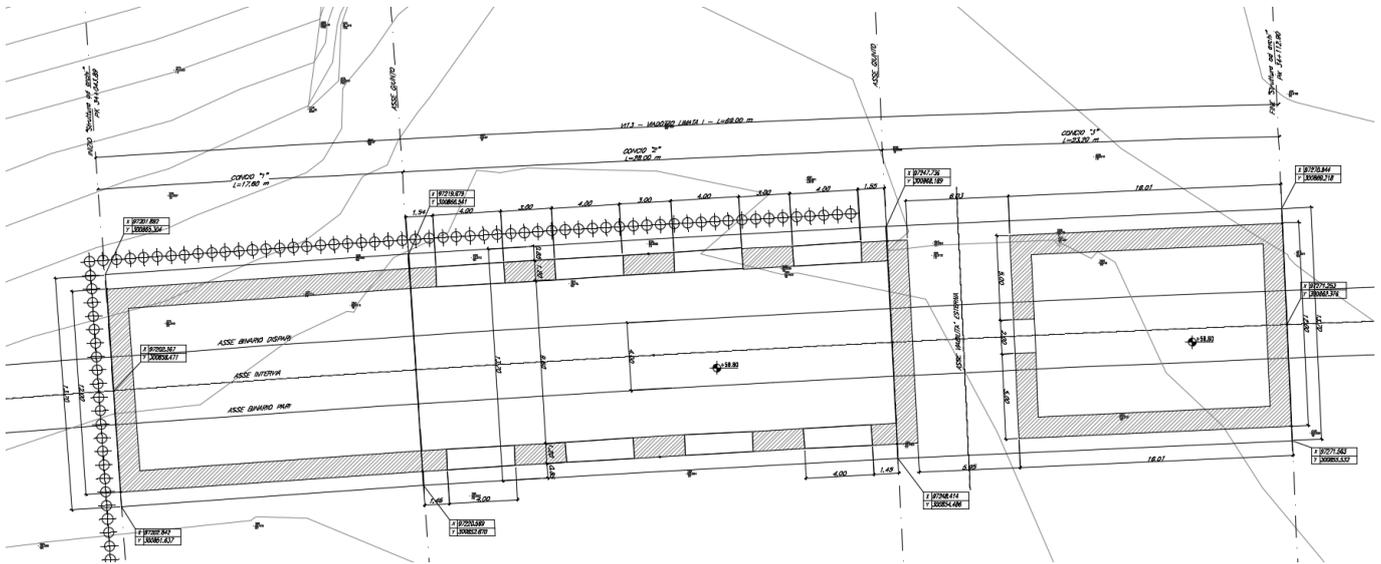


Figura 3– Stralci pianta fondazioni del VI13 - “struttura ad archi”

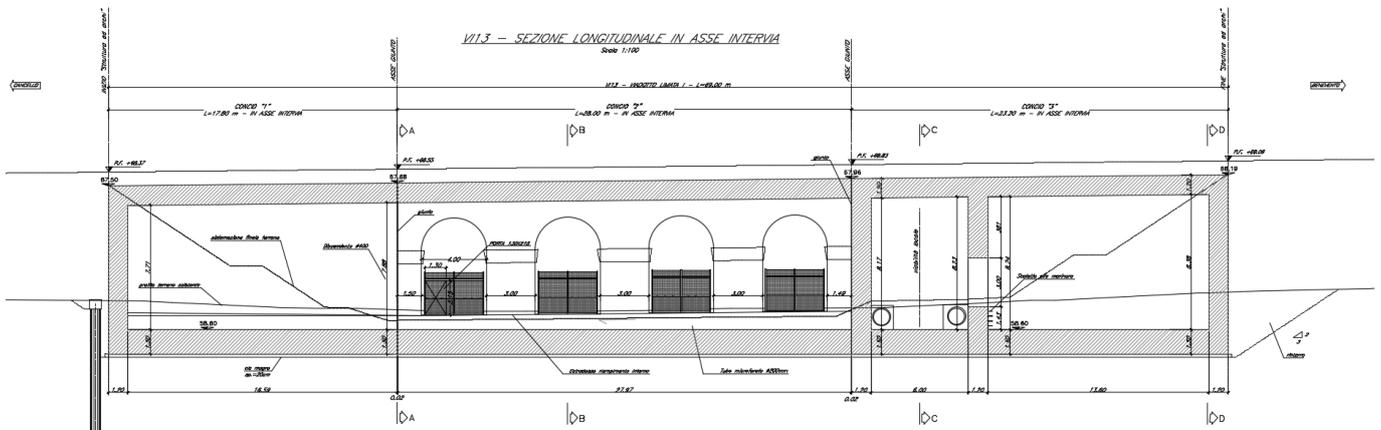


Figura 4– Sezione longitudinale del VI13 - “struttura ad archi”

Oggetto del presente documento è il dimensionamento degli elementi costituenti i tre conci.

La tipologia strutturale in esame è costituita da una struttura scatolare in c.a. “chiuso” che ospita la sede ferroviaria sulla suola superiore. A lato del manufatto, *concio 1* e *concio 3*, sono presenti dei rilevati di sistemazione finale ad altezza variabile.

Nella figura seguente è riportata una sezione tipo della struttura, in corrispondenza del *concio 2*.

APPALTATORE:		TELESE S.c.a r.l. Consorzio Telese Società Consortile a Responsabilità Limitata		ITINERARIO NAPOLI – BARI RADDOPPIO TRATTA CANCELLO-BENEVENTO II LOTTO FUNZIONALE FRASSO TELESINO – VITULANO 2° SUBLOTTO TELESE – SAN LORENZO PROGETTO ESECUTIVO					
PROGETTAZIONE:		Mandatario: SYSTRA S.A. Mandante: SWS Engineering S.p.A. SYSTRA-SOTECNI S.p.A.		COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
PONTI E VIADOTTI – VI13 "Struttura ad archi": Relazione di calcolo		IF2R	2.2.E.ZZ	CL	VI.13.0.0.001	B	13 di 147		

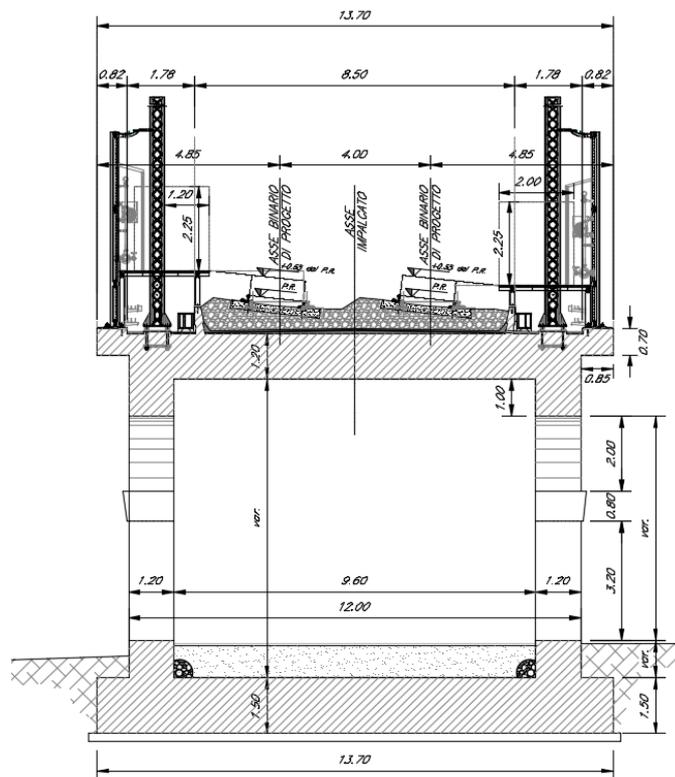


Figura 5– Sezione trasversale tipo del manufatto

Di seguito si riportano le caratteristiche geometriche principali del manufatto.

$S_f =$	1,50	m	Spessore fondazione
$S_s =$	1,20	m	Spessore soletta sup.
$S_p =$	1,20	m	Spessore piedritti
$L_{fond} =$	13,70	m	Larghezza fondazione
$L_{int} =$	9,60	m	Larghezza utile interna
$L_{tot} =$	12,00	m	Larghezza totale
$H_{int} =$	8,40	m	Altezza libera interna
$H_{tot} =$	11,20	m	Altezza totale
$L_{sba} =$	0,85	m	Lunghezza sbalzi laterali
$S_{sba} =$	0,70	m	Spessore sbalzi laterali(incluso baggio)
$H_{ril,dx} =$	var.	m	H_{med} rilevato a dx
$H_{ril,sx} =$	var.	m	H_{med} rilevato a sx

APPALTATORE:	 TELESE S.c.a r.l. Consorzio Telese Società Consortile a Responsabilità Limitata		ITINERARIO NAPOLI – BARI RADDOPPIO TRATTA CANCELLO-BENEVENTO II LOTTO FUNZIONALE FRASSO TELESINO – VITULANO 2° SUBLOTTO TELESE – SAN LORENZO PROGETTO ESECUTIVO					
PROGETTAZIONE:	Mandataria: SYSTRA S.A. Mandante: SWS Engineering S.p.A. SYSTRA-SOTECNI S.p.A.		COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
PONTI E VIADOTTI – VI13	"Struttura ad archi": Relazione di calcolo		IF2R	2.2.E.ZZ	CL	VI.13.0.0.001	B	14 di 147

Il manufatto si inserisce nell'ambito di una tratta a doppio binario. La larghezza totale della piattaforma è pari a 13.70 m, in grado di ospitare il nuovo tipologico di B.A. previsto per il viadotto. Nell'analisi dei carichi sarà pertanto previsto il posizionamento di tale tipologia di barriere.

L'armamento è di tipo convenzionale su ballast.

Nella configurazione cautelativa considerata il manufatto è affiancato da due rilevati, l'azione dei quali è considerata agente sui piedritti per le verifiche strutturali e geotecniche (scorrimento e a carico limite), considerando gli scenari più gravosi per le diverse verifiche.

APPALTATORE:	TELESE S.c.a r.l. Consorzio Telese Società Consortile a Responsabilità Limitata	ITINERARIO NAPOLI – BARI RADDOPPIO TRATTA CANCELLO-BENEVENTO II LOTTO FUNZIONALE FRASSO TELESINO – VITULANO 2° SUBLOTTO TELESE – SAN LORENZO PROGETTO ESECUTIVO				
PROGETTAZIONE:	Mandatario: SYSTRA S.A. Mandante: SWS Engineering S.p.A. SYSTRA-SOTECNI S.p.A.					
PONTI E VIADOTTI – VI13 "Struttura ad archi": Relazione di calcolo	COMMESSA IF2R	LOTTO 2.2.E.ZZ	CODIFICA CL	DOCUMENTO VI.13.0.0.001	REV. B	FOGLIO 15 di 147

5. CARATTERIZZAZIONE GEOTECNICA

Si riportano di seguito i parametri geotecnici assunti per i terreni di fondazione.

Unità	z	γ	c'	φ	C_u	$E_{ope}=E_0/5$
(-)	(m)	(kN/m ³)	(kPa)	(°)	(kPa)	(Mpa)
ba3	0.0-4.0	19	0	24	50	15
ba1	4.0-7.5	19	0	32	0	40
MDL3	7.5-16.0	21	10	24	150	50
MDL2	16.0-17.0	21	0	34	0	50
MDL1	17.0-21.0	21	0	38	0	130
MDL3	21.0-27.5	21	10	24	250	130
MDL2	27.5-30.5	21	0	34	0	130
MDL3	30.5-35.0	21	10	24	275	130

La stratigrafia è definita dal piano campagna a quota +61.15 m s.l.m..

La profondità della falda risultante dalle letture piezometriche è a 5.5m da p.c.; in favore di sicurezza, si assume la falda di progetto a piano campagna.

APPALTATORE: TELESE S.c.a r.l. Consorzio Telese Società Consortile a Responsabilità Limitata		ITINERARIO NAPOLI – BARI RADDOPPIO TRATTA CANCELLO-BENEVENTO II LOTTO FUNZIONALE FRASSO TELESINO – VITULANO 2° SUBLOTTO TELESE – SAN LORENZO PROGETTO ESECUTIVO					
PROGETTAZIONE: Mandataria: SYSTRA S.A. Mandante: SWS Engineering S.p.A. SYSTRA-SOTECNI S.p.A.		COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
PONTI E VIADOTTI – VI13 "Struttura ad archi": Relazione di calcolo		IF2R	2.2.E.ZZ	CL	VI.13.0.0.001	B	16 di 147

6. ANALISI DEI CARICHI

6.1. Peso proprio (G1)

Il carico delle strutture in c.a. viene valutato considerando un peso di volume pari a 25 kN/mc.

6.2. Permanenti portati (G2)

6.2.1. *Massicciata, armamento e impermeabilizzazione – G_{2,1}*

Si assumono convenzionalmente i seguenti pesi di volume relativi alla massicciata, all'armamento e all'impermeabilizzazione

Peso di volume in rettifilo: 18.00 kN/mc

Peso di volume in curva: 20.00 kN/mc

A vantaggio di sicurezza si valuta l'azione sulla soletta di impalcato in riferimento al peso di volume in curva:

$$G_{2,1} = 20.00 \times 0.80 = 16.00 \text{ kN/mq}$$

Tale carico viene applicato per una larghezza pari a 8.20 m della suola superiore.

6.2.2. *Cordoli laterali e muretti parabolast – G_{2,2}*

Si considera il carico relativo ai due cordoli esterni di dimensione 0.85 m x 0.75 m, pari a:

$$G_{2,2} = q_{\text{cordoli}} = 15.9 \text{ kN/m per lato}$$

Si considera il carico relativo ai muretti parabolast, pari a:

$$G_{2,2} = q_{\text{parabolast}} = 3.8 \text{ kN/m per lato}$$

6.2.3. *Barriere antirumore – G_{2,3}*

Si considera un carico relativo alle barriere antirumore pari a 4.0 kN/mq. Considerando cautelativamente un'altezza massima di barriera pari a 5.0 m, si ottiene un carico lineare pari a:

$$G_{2,3} = q_{\text{barriere}} = 4.0 \times 5.0 = 20 \text{ kN/m per ogni lato}$$

A vantaggio di sicurezza si trascura il contributo del momento alla base delle barriere. Il peso delle barriere verrà considerato come azione agente in testa ai setti laterali. Al riguardo si è scelto di trascurare l'effetto del collegamento discreto delle B.A., con interasse dei montanti pari a 3.0 m, facendo affidamento sulla diffusione dei carichi nei setti.

Per sintesi si riportano i carichi al metro lineare considerati in fase di analisi.

APPALTATORE: TELESE S.c.a r.l. Consorzio Telese Società Consortile a Responsabilità Limitata	ITINERARIO NAPOLI – BARI RADDOPPIO TRATTA CANCELLO-BENEVENTO II LOTTO FUNZIONALE FRASSO TELESINO – VITULANO 2° SUBLOTTO TELESE – SAN LORENZO PROGETTO ESECUTIVO					
PROGETTAZIONE: Mandatario: SYSTRA S.A. Mandante: SWS Engineering S.p.A. SYSTRA-SOTECNI S.p.A.						
PONTI E VIADOTTI – VI13 "Struttura ad archi": Relazione di calcolo	COMMESSA IF2R	LOTTO 2.2.E.ZZ	CODIFICA CL	DOCUMENTO VI.13.0.0.001	REV. B	FOGLIO 17 di 147

$$N_{per,BA} = 20 \text{ kN}$$

$$M_{per,BA} = 0 \text{ kN-m}$$

$$V_{per,BA} = 0 \text{ kN}$$

6.2.4. *Canalette impianti e impianti – G_{2,4}*

A ridosso dei muretti paraballast, sono previste delle canalette impianti sui lati esterni e la presenza dei marciapiedi FFP. Per il peso delle canalette portacavi ed il peso afferente ai marciapiedi FFP (valutato cautelativamente) si assume un carico linearmente distribuito pari a:

$$G_{2,4} = q_{canalette} = 11.20 \text{ kN/m per ogni lato}$$

6.2.5. *Spinta statica della terra dei rilevati*

Data la presenza di sistemi di drenaggio, si trascura la presenza di spinta idrostatica. L'unica azione permanente aggiuntiva è quella litostatica dei rilevati posti a lato della struttura.

La geometria del manufatto non consente il verificarsi di cedimenti sotto della spinta della terra effetto dei rilevati a lato della struttura. Pertanto l'azione delle spinte è stata valutata in riferimento alla spinta in quiete.

Di seguito si riportano i parametri geotecnici del terrapieno.

Rilevati ferroviari al piede

Valori di progetto allo

SLU/SLE

$$\gamma_t = 20 \text{ kN/mc} \quad \text{peso di volume rinterro}$$

$$\phi' = 38^\circ \quad \text{angolo di attrito del rinterro}$$

$$c' = 0 \text{ kPa} \quad \text{coesione efficace}$$

Rilevati ferroviari al piede

Valori di progetto per EQU

$$M_{2\gamma} = 1$$

$$M_{2\phi} = 1.25$$

$$M_{2c'} = 1.25$$

$$\gamma_t = 20 \text{ kN/mc} \quad \text{peso di volume rinterro}$$

APPALTATORE:		TELESE s.c.a r.l. Consorzio Telese Società Consortile a Responsabilità Limitata		ITINERARIO NAPOLI – BARI RADDOPPIO TRATTA CANCELLO-BENEVENTO II LOTTO FUNZIONALE FRASSO TELESINO – VITULANO 2° SUBLOTTO TELESE – SAN LORENZO PROGETTO ESECUTIVO			
PROGETTAZIONE:		Mandatario: SYSTRA S.A. Mandante: SWS Engineering S.p.A. SYSTRA-SOTECNI S.p.A.					
PONTI E VIADOTTI – VI13 "Struttura ad archi": Relazione di calcolo		COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
		IF2R	2.2.E.ZZ	CL	VI.13.0.0.001	B	18 di 147

$\phi' = 32.0 \text{ }^\circ$ angolo di attrito del rinterro

$c' = 0 \text{ kPa}$ coesione efficace

Le pressioni litostatiche a tergo del muro vengono valutate come segue:

$\sigma = \gamma_t * z * k_0$, per il contributo del terreno

con $k_0 = 1 - \text{sen}\phi$

Di seguito si riporta la valutazione delle spinte relative alle condizioni SLU/SLE e quelle EQU.

1.1.1.1 Spinte del terreno in condizioni statiche (SLU/SLE)

Spinta del rinterro

$k_0 = 0.384$ - coeff. di spinta in quiete ($1 - \text{sen}\phi$)

$\gamma_t = 20 \text{ kN/mc}$ peso di volume rinterro

$H_{\text{ril,min}} = 2.00 \text{ m}$ H rilevato min (da imposta fondazione)

$H_{\text{ril,max}} = 10.00 \text{ m}$ H rilevato max (da imposta fondazione)

$\sigma_{\text{min,ril}} = 15.37 \text{ kN/mq}$ Tensione minima al piede ($\gamma_t H_{\text{min}} K_0$)

$\sigma_{\text{m,ril}} = 76.87 \text{ kN/mq}$ Tensione massima al piede ($\gamma_t H_{\text{max}} K_0$)

$SP_{\text{min,ril}} = 18.8 \text{ kN/m}$ risultante delle tensioni rilevato Hmin

$SP_{\text{max,ril}} = 470.1 \text{ kN/m}$ risultante delle tensioni rilevato Hmax

$Z_{SP\text{min,ril}} = 0.67 \text{ m}$ quota di applicazione SP (Hmin/3)

$Z_{SP\text{max,ril}} = 3.33 \text{ m}$ quota di applicazione SP (Hmax/3)

La risultante delle pressioni del terreno viene applicata ad 1/3 dell'altezza del rinterro in corrispondenza della sezione considerata.

Si considera anche la quota parte di spinta, dovuta ai permanenti portati non strutturali:

$g_2 = 16 \text{ kN/m}^2$

$k_0 = 0.384$ -

$q \text{ spinta perm} = 6.1 \text{ kN/m}^2$

APPALTATORE:		TELESE S.c.a r.l. Consorzio Telese Società Consortile a Responsabilità Limitata					
PROGETTAZIONE:		ITINERARIO NAPOLI – BARI RADDOPPIO TRATTA CANCELLO-BENEVENTO II LOTTO FUNZIONALE FRASSO TELESINO – VITULANO 2° SUBLOTTO TELESE – SAN LORENZO PROGETTO ESECUTIVO					
Mandatario:	Mandante:						
SYSTRA S.A.	SWS Engineering S.p.A.	SYSTRA-SOTECNI S.p.A.					
PONTI E VIADOTTI – VI13		COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
"Struttura ad archi": Relazione di calcolo		IF2R	2.2.E.ZZ	CL	VI.13.0.0.001	B	19 di 147

1.1.1.2 Spinte del terreno in condizioni statiche (EQU)

Di seguito si riporta la valutazione delle spinte dei rilevati considerate per le verifiche di equilibrio (EQU). Per tale valutazione è stato considerato un valore di angolo di attrito dei rilevati ridotto secondo quanto previsto dalla normativa per i coefficienti M2.

Spinta del rinterro EQU

$k_0 =$	0.470	-	coeff. di spinta in quiete ($1 - \sin\phi$)
$\gamma_t =$	20	kN/mc	peso di volume rinterro
$H_{ril,min} =$	2.00	m	H rilevato min (da imposta fondazione)
$H_{ril,max} =$	10.00	m	H rilevato max (da imposta fondazione)
$\sigma_{min,ril} =$	18.80	kN/mq	Tensione minima al piede ($\gamma \times H \times K_0$)
$\sigma_{m,ril} =$	94.02	kN/mq	Tensione massima al piede ($\gamma \times H \times K_0$)
$SP_{min,ril} =$	18.8	kN/m	risultante delle tensioni rilevato Hmin
$SP_{max,ril} =$	470.1	kN/m	risultante delle tensioni rilevato Hmax
$Z_{SPmin,ril} =$	0.67	m	quota di applicazione SP (Hmin/3)
$Z_{SPmax,ril} =$	3.33	m	quota di applicazione SP (Hmax/3)

Si considera anche la quota parte di spinta, dovuta ai permanenti portati non strutturali:

g_2	16	kN/m ²
k_0	0.470	-
q spinta perm	7.5	kN/m ²

6.3. Azioni variabili (Q)

6.3.1. *Treni di carico (Q1,1 – Q1,2)*

I carichi verticali sono definiti per mezzo dei modelli di carico elencati nella seguente tabella. I valori caratteristici dei carichi attribuiti ai modelli di carico debbono moltiplicarsi per il coefficiente " α " che deve assumersi come da tabella seguente:

APPALTATORE: TELESE S.c.a r.l. Consorzio Telese Società Consortile a Responsabilità Limitata	ITINERARIO NAPOLI – BARI RADDOPPIO TRATTA CANCELLO-BENEVENTO II LOTTO FUNZIONALE FRASSO TELESINO – VITULANO 2° SUBLOTTO TELESE – SAN LORENZO PROGETTO ESECUTIVO					
PROGETTAZIONE: Mandatario: SYSTRA S.A. Mandante: SWS Engineering S.p.A. SYSTRA-SOTECNI S.p.A.	COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
PONTI E VIADOTTI – VI13 "Struttura ad archi": Relazione di calcolo	IF2R	2.2.E.ZZ	CL	VI.13.0.0.001	B	20 di 147

MODELLO DI CARICO	COEFFICIENTE "α"
LM71	1.1
SW/0	1.1
SW/2	1.0

Tabella 1 – coefficienti α per modelli di carico

1.1.1.3 Treno di carico LM71

Il Treno di carico LM71 è schematizzato nella figura seguente.

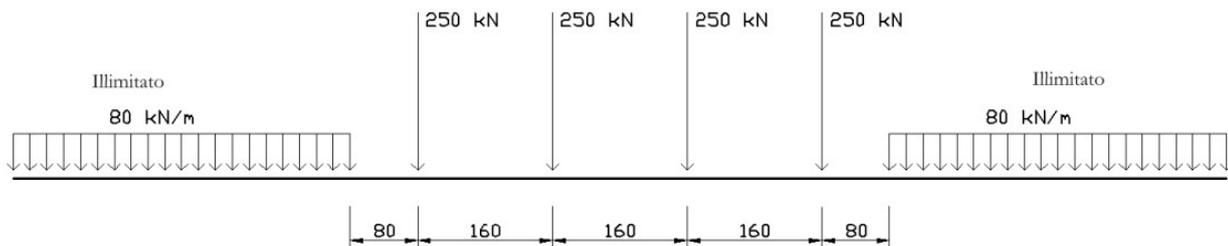


Figura 6 – Treno di carico LM71

Per questo modello di carico è prevista una eccentricità del carico rispetto all'asse del binario pari a $s/18$, con $s=1435$ mm. Quindi, l'eccentricità considerata nel modo più sfavorevole per le strutture è pari a:

$$e = \sim 80 \text{ mm}$$

La condizione di carico più gravosa si realizza diffondendo i carichi assiali.

$$q_{LM71} = 1.1 \times 4 \times 250 / (4 \times 1.60) = 172 \text{ kN/m}$$

L'azione appena calcolata è risultata la più gravosa tra quelle relative al transito dei convogli e verrà considerata nelle analisi.

Il carico relativo al transito del convoglio si ottiene dividendo per la larghezza di diffusione di 2.60 m (vedi §5.608.552322528.608.□).

$$q_{var} = 172 / 2.60 = 66.2 \text{ kN/mq}$$

1.1.1.4 Treni di carico SW/0- SW/2

Il Treni di carico SW/0-SW/2 sono schematizzati nella figura seguente.

APPALTATORE: TELESE S.c.a r.l. Consorzio Telese Società Consortile a Responsabilità Limitata	ITINERARIO NAPOLI – BARI RADDOPPIO TRATTA CANCELLO-BENEVENTO II LOTTO FUNZIONALE FRASSO TELESINO – VITULANO 2° SUBLOTTO TELESE – SAN LORENZO PROGETTO ESECUTIVO					
PROGETTAZIONE: Mandatario: SYSTRA S.A. Mandante: SWS Engineering S.p.A. SYSTRA-SOTECNI S.p.A.	COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
PONTI E VIADOTTI – VI13 "Struttura ad archi": Relazione di calcolo	IF2R	2.2.E.ZZ	CL	VI.13.0.0.001	B	21 di 147

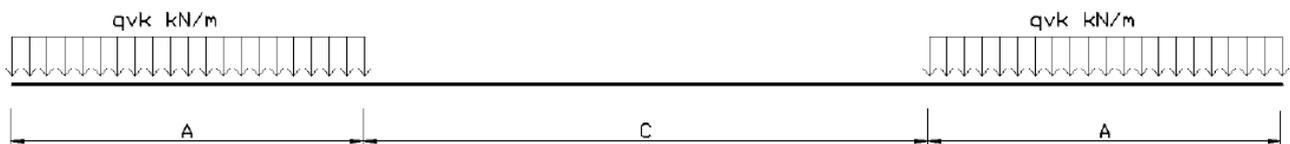


Figura 7 – Treno di carico SW

Tipo di carico	Qvk [kN/m]	A [m]	C [m]
SW/0	133	15.0	5.3
SW/2	150	25.0	7.0

Tabella 2 – caratterizzazione treni di carico SW

I sovraccarichi relativi ai treni SW sono valutati di seguito.

$$q_{SW/0} = 1.1 \times 133 / 1.0 = 146 \text{ kN/mq}$$

$$q_{SW/2} = 1.0 \times 150 / 1.0 = 150 \text{ kN/mq}$$

Tali azioni sono inferiori a quelle calcolate per il treno LM71, quindi non saranno considerate.

1.1.1.5 Treno scarico

Alcuni scenari di carico prevedono l'impiego del treno scarico, convenzionalmente costituito da un carico uniformemente distribuito pari a 10.00 kN/m.

Tale carico non è dimensionante per il manufatto in oggetto.

1.1.1.6 Ripartizione locale dei carichi

– Ripartizione longitudinale

Nelle analisi si sono considerati i seguenti meccanismi di ripartizione longitudinale dei carichi.

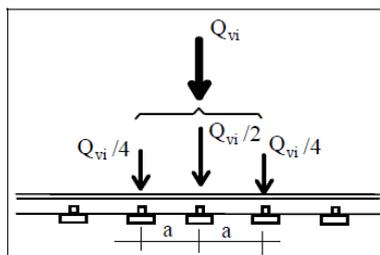


Figura 8 – meccanismo di ripartizione longitudinale per mezzo del binario

APPALTATORE: TELESE S.c.a r.l. Consorzio Telese Società Consortile a Responsabilità Limitata	ITINERARIO NAPOLI – BARI RADDOPPIO TRATTA CANCELLO-BENEVENTO II LOTTO FUNZIONALE FRASSO TELESINO – VITULANO 2° SUBLOTTO TELESE – SAN LORENZO PROGETTO ESECUTIVO					
PROGETTAZIONE: Mandatario: SYSTRA S.A. Mandante: SWS Engineering S.p.A. SYSTRA-SOTECNI S.p.A.	COMMESSA IF2R	LOTTO 2.2.E.ZZ	CODIFICA CL	DOCUMENTO VI.13.0.0.001	REV. B	FOGLIO 22 di 147
PONTI E VIADOTTI – VI13 "Struttura ad archi": Relazione di calcolo						

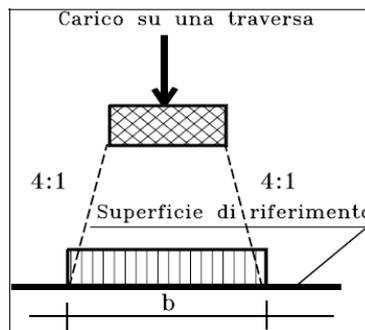


Figura 9 – meccanismo di ripartizione longitudinale per mezzo di traversa e ballast

La superficie di riferimento è la superficie di appoggio del ballast.

Nel caso specifico, la ripartizione viene valutata a partire dai seguenti parametri medi:

Larghezza traversine: $B = 0.26$ m

Interasse traversine: $i = 0.60$ m

Altezza di diffusione: $h = 0.40$ m

Larghezza di diffusione: $b = B + 2 \times h/4 = 0.46$ m < i

– Ripartizione trasversale

Nelle analisi si sono considerati il seguenti meccanismi di ripartizione trasversale dei carichi.

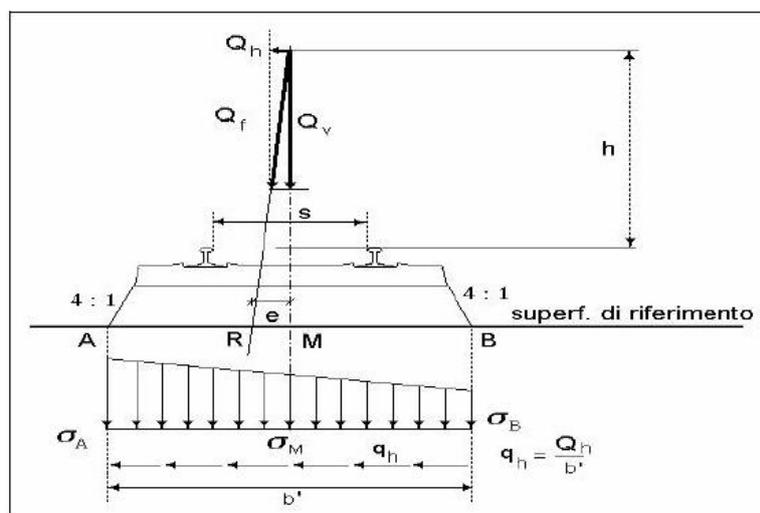


Figura 10 – meccanismo di ripartizione longitudinale per mezzo di traversa e ballast – ponte in rettilineo

APPALTATORE: TELESE S.c.a r.l. Consorzio Telese Società Consortile a Responsabilità Limitata	ITINERARIO NAPOLI – BARI RADDOPPIO TRATTA CANCELLO-BENEVENTO II LOTTO FUNZIONALE FRASSO TELESINO – VITULANO 2° SUBLOTTO TELESE – SAN LORENZO PROGETTO ESECUTIVO					
PROGETTAZIONE: Mandatario: SYSTRA S.A. Mandante: SWS Engineering S.p.A. SYSTRA-SOTECNI S.p.A.	COMMESSA IF2R	LOTTO 2.2.E.ZZ	CODIFICA CL	DOCUMENTO VI.13.0.0.001	REV. B	FOGLIO 23 di 147
PONTI E VIADOTTI – VI13 "Struttura ad archi": Relazione di calcolo						

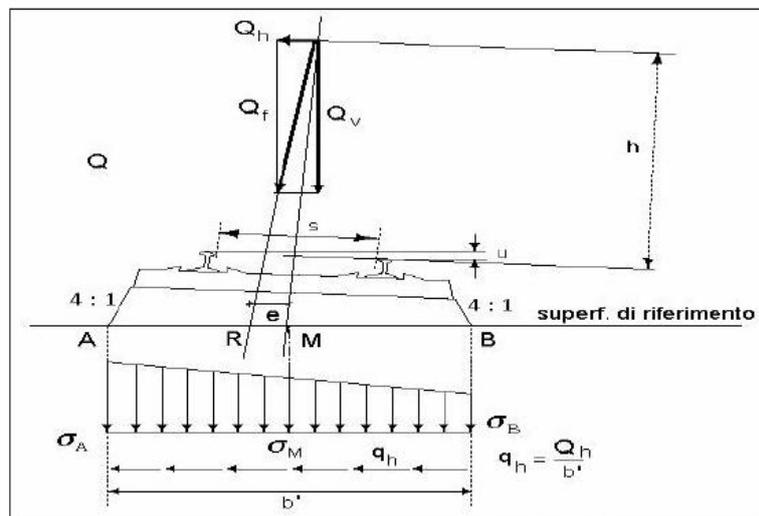


Figura 11 – meccanismo di ripartizione longitudinale per mezzo di traversa e ballast – ponte in curva

La superficie di riferimento è la superficie di appoggio del ballast.

Nel caso specifico, la ripartizione viene valutata a partire dai seguenti parametri medi. Si considera l'altezza di diffusione minima.

Larghezza traversine: $B = 2.40 \text{ m}$

Altezza di diffusione: $h = 0.40 \text{ m}$

Larghezza di diffusione: $b = B + 2 \times h/4 = 2.60 \text{ m}$

La larghezza di diffusione è inferiore all'interasse dei binari (4.00 m).

6.3.2. Carichi sui marciapiedi (Q2,1 – Q2,2)

I marciapiedi non aperti al pubblico sono utilizzati solo dal personale autorizzato. I carichi accidentali sono schematizzati da un carico uniformemente ripartito del valore di 10 kN/mq.

Questo carico non deve considerarsi contemporaneo al transito dei convogli ferroviari e deve essere applicato sopra i marciapiedi in modo da dare luogo agli effetti locali più sfavorevoli. Per questo tipo di carico distribuito non deve applicarsi l'incremento dinamico.

Il valore di questo carico verrà considerato nelle analisi degli sbalzi laterali.

6.3.3. Forza centrifuga (Q3,1-Q3,2)

La forza centrifuga si considera agente verso l'esterno della curva, in direzione orizzontale ed applicata alla quota di 1.80 m al di sopra del P.F.

APPALTATORE: TELESE S.c.a r.l. Consorzio Telese Società Consortile a Responsabilità Limitata	ITINERARIO NAPOLI – BARI RADDOPPIO TRATTA CANCELLO-BENEVENTO II LOTTO FUNZIONALE FRASSO TELESINO – VITULANO 2° SUBLOTTO TELESE – SAN LORENZO PROGETTO ESECUTIVO					
PROGETTAZIONE: Mandatario: SYSTRA S.A. Mandante: SWS Engineering S.p.A. SYSTRA-SOTECNI S.p.A.	COMMESSA IF2R	LOTTO 2.2.E.ZZ	CODIFICA CL	DOCUMENTO VI.13.0.0.001	REV. B	FOGLIO 24 di 147
PONTI E VIADOTTI – VI13 "Struttura ad archi": Relazione di calcolo						

Le azioni centrifughe sono state valutate secondo le seguenti espressioni:

$$Q_{ik} = \frac{v^2}{g \cdot r} (f \cdot Q_{vk}) = \frac{V^2}{127 \cdot r} (f \cdot Q_{vk})$$

$$q_{ik} = \frac{v^2}{g \cdot r} (f \cdot q_{vk}) = \frac{V^2}{127 \cdot r} (f \cdot q_{vk})$$

Le azioni centrifughe sono state valutate secondo quanto riportato nella seguente tabella.

Valore di α	Massima velocità della linea [Km/h]	Azione centrifuga basata su:				traffico verticale associato
		V	α	f		
SW/2	≥ 100	100	1	1	1 x 1 x SW/2	Φ x 1 x SW/2
	< 100	V	1	1	1 x 1 x SW/2	
LM71 e SW/0	> 120	V	1	f	1 x f x (LM71 ⁰ + ⁰ SW/0)	Φ x 1 x 1 x (LM71 ⁰ + ⁰ SW/0)
		120	α	1	α x 1 x (LM71 ⁰ + ⁰ SW/0)	Φ x α x 1 x (LM71 ⁰ + ⁰ SW/0)
	≤ 120	V	α	1	α x 1 x (LM71 ⁰ + ⁰ SW/0)	

Tabella 3 – Parametri per determinazione della forza centrifuga

I parametri di calcolo sono:

Calcolo fattore di riduzione per la forza centrifuga

R	2000 m	Raggio di curvatura
V	200 km/h	Velocità di progetto
q LM71 distr	80 kN/m	Carico verticale caratteristico distribuito
qLM71 conc	156 kN/m	Carico verticale caratteristico concentrato diffuso
alfa	1.1 -	coefficiente moltiplicativo carichi
Lf	23.2 m	Lunghezza di influenza
f	0.70 -	coefficiente di riduzione

Calcolo forza centrifuga

q centr conc	18.9 kN/m
q centr distr	9.68 kN/m

Si considera un'azione centrifuga pari a 18.9 kN/m. Tale azione si riferisce ad un singolo binario.

APPALTATORE: TELESE S.c.a r.l. Consorzio Telese Società Consortile a Responsabilità Limitata		ITINERARIO NAPOLI – BARI RADDOPPIO TRATTA CANCELLO-BENEVENTO II LOTTO FUNZIONALE FRASSO TELESINO – VITULANO 2° SUBLOTTO TELESE – SAN LORENZO PROGETTO ESECUTIVO					
PROGETTAZIONE: Mandatario: SYSTRA S.A. Mandante: SWS Engineering S.p.A. SYSTRA-SOTECNI S.p.A.							
PONTI E VIADOTTI – VI13 "Struttura ad archi": Relazione di calcolo		COMMESSA IF2R	LOTTO 2.2.E.ZZ	CODIFICA CL	DOCUMENTO VI.13.0.0.001	REV. B	FOGLIO 25 di 147

6.3.4. Serpeggio (Q4,1-Q4,2)

La forza laterale indotta dal serpeggio si considera come una forza concentrata agente orizzontalmente, applicata alla sommità della rotaia più alta, perpendicolarmente all'asse del binario. Tale azione si applicherà sia in rettilineo che in curva.

Il valore caratteristico di tale forza è stato assunto pari a $Q_{sk}=100$ kN. Tale valore deve essere moltiplicato per α , ma non per il coefficiente di incremento dinamico.

Questa forza laterale deve essere sempre combinata con i carichi verticali.

6.4. Azioni dinamiche

Per i veicoli che transitano sopra il manufatto, la struttura risponde al caso 5.4 della tabella 1.4.2.5.3-1 dell'Istruzione RFI DTC INC PO SP IFS 001, che rimanda al caso 5.2. con l'applicazione di un coeff. riduttivo pari a 0.9. Di seguito si riporta la valutazione del coeff. dinamico.

$n =$	3		
$L_1 =$	9.00	m	altezza piedritto
$L_2 =$	9.60	m	luce netta soletta
$L_3 =$	9.00	m	altezza piedritto
$k =$	1.3		
$L_m =$	9.20	m	
$L_{\varphi} =$	11.96	m	
$\alpha_{rid} =$	0.9		
$\varphi_2 =$	1.12	-	elevato standard manutentivo
$\varphi_3 =$	1.22	-	normale standard manutentivo

Nelle analisi è stato considerato il coefficiente ϕ_3 .

6.5. Azioni dovute al deragliamento

In alternativa ai modelli di carico verticale da traffico ferroviario, ai fini della verifica della struttura si dovrà tenere conto della possibilità che un locomotore o un carro pesante deragli. La normativa propone due diverse situazioni di progetto;

Caso 1

APPALTATORE: TELESE S.c.a r.l. Consorzio Telese Società Consortile a Responsabilità Limitata	ITINERARIO NAPOLI – BARI RADDOPPIO TRATTA CANCELLO-BENEVENTO II LOTTO FUNZIONALE FRASSO TELESINO – VITULANO 2° SUBLOTTO TELESE – SAN LORENZO PROGETTO ESECUTIVO					
PROGETTAZIONE: Mandatario: SYSTRA S.A. Mandante: SWS Engineering S.p.A. SYSTRA-SOTECNI S.p.A.	COMMESSA IF2R	LOTTO 2.2.E.ZZ	CODIFICA CL	DOCUMENTO VI.13.0.0.001	REV. B	FOGLIO 26 di 147
PONTI E VIADOTTI – VI13 "Struttura ad archi": Relazione di calcolo						

Si considerano due carichi verticali lineari $q_{A1d} = 60 \text{ kN/m}$ (comprensivo dell'effetto dinamico) ciascuno. Trasversalmente i carichi distano fra loro di S (scartamento del binario) e possono assumere tutte le posizioni comprese entro i limiti indicati in Fig. 5.2.12.

Per questa condizione sono tollerati danni locali, purché possano essere facilmente riparati, mentre sono da evitare danneggiamenti delle strutture portanti principali.

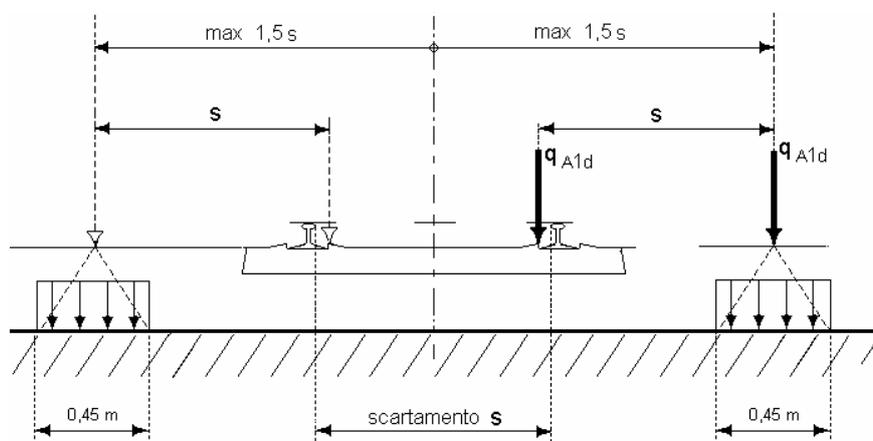


Figura 12 – posizione azioni da deragliamento – caso 1

Caso 2

Si considera un unico carico lineare $q_{A2d} = 80 \times 1,4 \text{ kN/m}$ esteso per 20 m e disposto con una eccentricità massima, lato esterno, di $1,5 s$ rispetto all'asse del binario. Tale caso deve essere applicato solo per effetti globali.

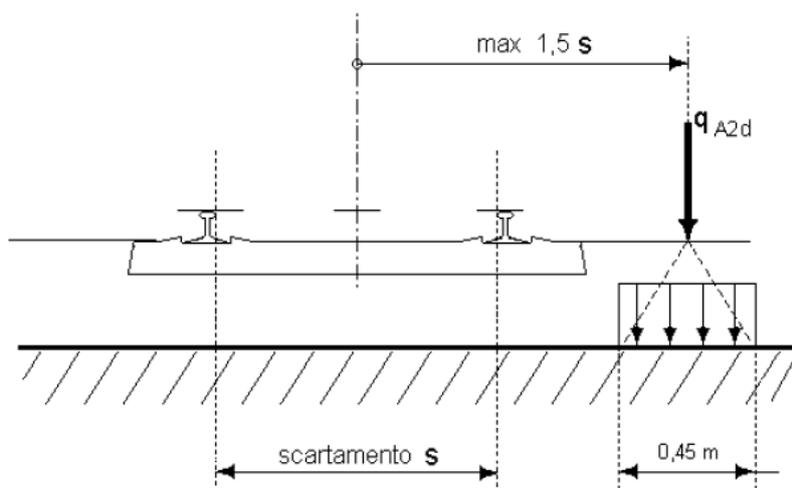


Figura 13 – posizione azioni da deragliamento – caso 2

APPALTATORE: TELESE S.c.a r.l. Consorzio Telese Società Consortile a Responsabilità Limitata		ITINERARIO NAPOLI – BARI RADDOPPIO TRATTA CANCELLO-BENEVENTO II LOTTO FUNZIONALE FRASSO TELESINO – VITULANO 2° SUBLOTTO TELESE – SAN LORENZO PROGETTO ESECUTIVO					
PROGETTAZIONE: Mandatario: SYSTRA S.A. Mandante: SWS Engineering S.p.A. SYSTRA-SOTECNI S.p.A.		COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
PONTI E VIADOTTI – VI13 "Struttura ad archi": Relazione di calcolo		IF2R	2.2.E.ZZ	CL	VI.13.0.0.001	B	27 di 147

La posizione dei carichi non determina scenari che vedono coinvolti elementi sensibili a rotture localizzate (mensole, muretti, elementi puntuali, ecc.). Inoltre, sia la posizione che l'entità dei carichi (molto inferiori rispetto ai carichi da traffico considerati in progetto), unitamente al fatto che i relativi effetti devono essere considerati nell'ambito delle combinazioni eccezionali (con valori dei coefficienti parziali sensibilmente meno gravosi di quelli considerate nelle combinazioni caratteristiche) portano a concludere che le azioni da deragliamento non sono significative per le verifiche degli elementi strutturali del manufatto e non determinano scenari più gravosi di quelli effettivamente considerati nei confronti della stabilità globale del manufatto.

6.6. Azioni climatiche

La definizione delle azioni climatiche tiene in conto della non contemporaneità degli scenari che prevedono l'azione della spinta dei rilevati sui piedritti con la possibilità degli stessi di essere soggetti ad escursione termica assoluta e differenziale. Per tale motivo, le azioni termiche sono state considerate come agenti solo sulla soletta di copertura.

6.6.1. *Variatione termica uniforme (Q5u)*

È stata considerata una variazione termica uniforme della soletta superiore pari a $\pm 15^{\circ}\text{C}$.

6.6.2. *Variatione termica differenziale (Q5d)*

È stata considerata una differenza di temperatura tra estradosso e intradosso della soletta superiore pari a $\pm 5^{\circ}\text{C}$.

6.6.3. *Vento (Q6,1-Q6,2-Q6,3)*

Si assume convenzionalmente e cautelativamente una pressione uniforme agente lateralmente pari a 2.50 kN/mq, comprensiva dell'azione del vento e delle sovrappressioni dovute al transito dei veicoli. (vedi §1.5.4.3.1 del manuale *RFI DTC SICS AM MA IFS 001*), considerando che la velocità di progetto della linea è $v > 200$ km/h.

In ogni caso, il valore della combinazione "vento + effetto aerodinamico" (p_{tot}) sarà assunto pari a:

- $p_{vento} + p_{aerod} = p_{tot} \geq 1.5 \text{ kN/m}^2$ per linee percorse a velocità $V \leq 200 \text{ Km/h}$;
- $p_{vento} + p_{aerod} = p_{tot} \geq 2.5 \text{ kN/m}^2$ per linee percorse a velocità $V > 200 \text{ Km/h}$.

La pressione del vento si considera agente sulla barriera antirumore. A vantaggio di sicurezza si assume un'altezza complessiva per la barriera pari a 5.00 m.

$$M_{var1} = 2.50 \times 5.00^2 / 2 = 31.25 \text{ kN/m}$$

APPALTATORE: TELESE S.c.a r.l. Consorzio Telese Società Consortile a Responsabilità Limitata		ITINERARIO NAPOLI – BARI RADDOPPIO TRATTA CANCELLO-BENEVENTO II LOTTO FUNZIONALE FRASSO TELESINO – VITULANO 2° SUBLOTTO TELESE – SAN LORENZO PROGETTO ESECUTIVO					
PROGETTAZIONE: Mandataria: SYSTRA S.A. Mandante: SWS Engineering S.p.A. SYSTRA-SOTECNI S.p.A.							
PONTI E VIADOTTI – VI13 "Struttura ad archi": Relazione di calcolo		COMMESSA IF2R	LOTTO 2.2.E.ZZ	CODIFICA CL	DOCUMENTO VI.13.0.0.001	REV. B	FOGLIO 28 di 147

$$V_{\text{var1}} = 2.50 \times 5.00 = 12.5 \text{ kN/m}$$

L'effetto del vento sulle barriere verrà considerato come azione concentrata agente in testa ai setti.

L'azione è considerata agente sulle barriere, in verso concorde per entrambe. Il taglio orizzontale ed il momento flettente sono stati assegnati al modello mediante forze e momenti concentrati applicati in nodi corrispondenti alla base delle barriere.

Si è considerato poi il vento agente sul prospetto laterale del manufatto nel verso concorde al verso adottato per il vento sulle barriere.

6.7. Azioni indirette

6.7.1. Ritiro e Viscosità (Q7)

Di seguito si riporta la valutazione del ritiro sulla struttura. La valutazione tiene conto della riduzione del ritiro per effetto della viscosità. Il ritiro si considera agente solo sulla soletta di copertura e sono stati applicati nel modello come delta di temperatura.

Viscosità (EN1992-1-1 §3.1.4)

Classe	C32/40		Classe del calcestruzzo
$R_{ck} =$	40	MPa	resistenza caratteristica cubica
$f_{ck} =$	32	MPa	resistenza caratteristica cilindrica
$f_{cm} =$	40	MPa	valor medio resistenza cilindrica
$E_{cm} =$	33346	MPa	Modulo elastico di progetto
$E_c =$	35013	MPa	Modulo elastico tangente
Cem.Tipo	N	-	CEM 32,5 R, CEM 42,5 N
t_0	7	gg	età di applicazione del carico
t_0^*	7	gg	età di applicazione del carico modif. tipo cem. (S, N o R)
t	10000	gg	
A_c	1200000	mmq	area sez trasversale
u	2000	mm	perimetro a contatto con l'atmosfera
h_0	1200	mm	dimensione fittizia dell'elemento

APPALTATORE:		TELESE S.c.a r.l. Consorzio Telese Società Consortile a Responsabilità Limitata		ITINERARIO NAPOLI – BARI RADDOPPIO TRATTA CANCELLO-BENEVENTO II LOTTO FUNZIONALE FRASSO TELESINO – VITULANO 2° SUBLOTTO TELESE – SAN LORENZO PROGETTO ESECUTIVO					
PROGETTAZIONE:		Mandatario: SYSTRA S.A. Mandante: SWS Engineering S.p.A. SYSTRA-SOTECNI S.p.A.		COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
PONTI E VIADOTTI – VI13 "Struttura ad archi": Relazione di calcolo		IF2R	2.2.E.ZZ	CL	VI.13.0.0.001	B	29 di 147		

RH	65	%	Umidità Relativa
$\beta(f_{cm})$	2.66	-	influenza della resistenza del cls
$\beta(t_0)$	0.63	-	influenza del momento di applicazione del carico
φ_{RH}	1.293	-	coeff.influenza dell'umidità relativa
α_1	0.91	-	coeff.influenza della resistenza del cls
α_2	0.97	-	coeff.influenza della resistenza del cls
α_3	0.94	-	coeff.influenza della resistenza del cls
φ_0	2.18	-	coeff. nominale di viscosità
β_{RH}	1403	-	coeff. per RH e h_0
$\beta_c(t^*, t_0)$	0.96	-	
$\varphi(t^*, t_0)$	2.10	-	Coeff. di viscosità
$E_{c,R} =$	10774	MPa	Modulo elastico Ridotto
$E^*_{c,R} =$	11313	MPa	Modulo elastico Ridotto Modificato

Ritiro (EN1992-1-1 §3.1.4)			
ϵ_{cs}	2.89E-04	-	Deformazione totale da ritiro $\epsilon_{cs} = \epsilon_{cd} + \epsilon_{ca}$
Ritiro da essiccamento			
Classe	C32/40		Classe del calcestruzzo
$R_{ck} =$	40	MPa	resistenza caratteristica cubica
$f_{ck} =$	32	MPa	resistenza caratteristica cilindrica
$f_{cm} =$	40	MPa	Valor medio resistenza cilindrica
$f_{cm,0} =$	10	MPa	
Cem.Tipo	N	-	CEM 32,5 R, CEM 42,5 N
$\alpha_{ds1} =$	4		

APPALTATORE:	TELESE S.c.a r.l. Consorzio Telese Società Consortile a Responsabilità Limitata	ITINERARIO NAPOLI – BARI RADDOPPIO TRATTA CANCELLO-BENEVENTO II LOTTO FUNZIONALE FRASSO TELESINO – VITULANO 2° SUBLOTTO TELESE – SAN LORENZO PROGETTO ESECUTIVO				
PROGETTAZIONE:	Mandatario: SYSTRA S.A. Mandante: SWS Engineering S.p.A. SYSTRA-SOTECNI S.p.A.					
PONTI E VIADOTTI – VI13 "Struttura ad archi": Relazione di calcolo	COMMESSA IF2R	LOTTO 2.2.E.ZZ	CODIFICA CL	DOCUMENTO VI.13.0.0.001	REV. B	FOGLIO 30 di 147

$\alpha_{ds2} =$	0.12		
RH =	65	%	Umidità Relativa
$RH_0 =$	100	%	
$\beta_{RH} =$	1.12		Coeff. per umidità relativa
$\epsilon_{cd,0} =$	3.90E-04	-	Deformazione da ritiro per essiccamento non contrastato
$A_c =$	1200000	mmq	Area sez trasversale
u =	2000	mm	Perimetro a contatto con l'atmosfera
$h_0 =$	1200	mm	Dimensione fittizia dell'elemento
$k_h =$	0.7		Coeff. per dimensione fittizia
t =	10000	gg	Età del calcestruzzo, al momento considerato
$t_s =$	0	gg	Età del calcestruzzo, all'inizio del ritiro per essiccamento
$\beta_{ds}(t, t_s)$	0.857		
$\epsilon_{cd} =$	2.34E-04		Deformazione da ritiro per essiccamento
Ritiro autogeno			
$\epsilon_{ca}(\infty) =$	0.000055	-	Deformazione da ritiro autogeno per $t=\infty$
t =	10000	gg	
$\beta_{as}(t) =$	1.00	-	
$\epsilon_{ca}(t) =$	5.50E-05	-	Deformazione da ritiro autogeno

La variazione termica equivalente al ritiro viene valutata con l'espressione $\epsilon_s / [(1 + \varphi(t^*, t_0)) \times \alpha]$.

Variazione termica equivalente			
ϵ_{cs}	0.000289	-	Deformazione totale da ritiro $\epsilon_{cs} = \epsilon_{cd} + \epsilon_{ca}$
$\varphi(t^*, t_0)$	2.10	-	Coeff. di viscosità
$\alpha =$	1.20E-05	1/°C	Coeff. di dilatazione termica
$\Delta T_{rit} =$	7.79	°C	Variazione termica equivalente

APPALTATORE: TELESE S.c.a r.l. Consorzio Telese Società Consortile a Responsabilità Limitata		ITINERARIO NAPOLI – BARI RADDOPPIO TRATTA CANCELLO-BENEVENTO II LOTTO FUNZIONALE FRASSO TELESINO – VITULANO 2° SUBLOTTO TELESE – SAN LORENZO PROGETTO ESECUTIVO					
PROGETTAZIONE: Mandatario: SYSTRA S.A. Mandante: SWS Engineering S.p.A. SYSTRA-SOTECNI S.p.A.							
PONTI E VIADOTTI – VI13 "Struttura ad archi": Relazione di calcolo		COMMESSA IF2R	LOTTO 2.2.E.ZZ	CODIFICA CL	DOCUMENTO VI.13.0.0.001	REV. B	FOGLIO 31 di 147

6.8. Azioni sismiche

Per il calcolo dell'azione sismica si utilizza il metodo dell'analisi pseudostatica nel quale l'azione sismica è rappresentata da una forza statica equivalente pari al prodotto delle forze di gravità per un opportuno coefficiente sismico k . Le forze sismiche sono pertanto le seguenti:

Forza sismica orizzontale $F_h = k_h * W$

Forza sismica verticale $F_v = k_v * W$

I valori dei coefficienti sismici orizzontale k_h e verticale k_v possono essere valutati mediante le espressioni:

$$k_h = 2 \times \beta_m \times a_{max} / g \quad \text{con } 2 \times \beta_m \leq 1.$$

$$k_v = \pm 0,5 \times k_h$$

con

$$a_{max} = S * a = S_s * S_t * a_g$$

Il manufatto appartiene alla classe d'uso III, corrispondente ad un coefficiente d'uso $c_u = 1.50$, la vita nominale è pari a $V_N = 75$ anni.

La vita di riferimento V_R , definita come prodotto della vita nominale V_N per il coefficiente d'uso c_u , è dunque pari a $V_R = 75 * 1,5 = 112,5$ anni.

La categoria di sottosuolo è "C" e la categoria topografica è "T1".

APPALTATORE: TELESE S.c.a r.l. Consorzio Telese Società Consortile a Responsabilità Limitata	ITINERARIO NAPOLI – BARI RADDOPPIO TRATTA CANCELLO-BENEVENTO II LOTTO FUNZIONALE FRASSO TELESINO – VITULANO 2° SUBLOTTO TELESE – SAN LORENZO PROGETTO ESECUTIVO
PROGETTAZIONE: Mandataria: SYSTRA S.A. Mandante: SWS Engineering S.p.A. SYSTRA-SOTECNI S.p.A.	
PONTI E VIADOTTI – VI13 "Struttura ad archi": Relazione di calcolo	COMMESSA LOTTO CODIFICA DOCUMENTO REV. FOGLIO IF2R 2.2.E.ZZ CL VI.13.0.0.001 B 32 di 147

6.8.1. Individuazione della pericolosità del sito e strategia di progettazione

FASE 1. INDIVIDUAZIONE DELLA PERICOLOSITÀ DEL SITO

Ricerca per coordinate

LONGITUDINE: 14.61050 LATITUDINE: 41.22700

Ricerca per comune

REGIONE: Campania PROVINCIA: Benevento COMUNE: _____

Elaborazioni grafiche:
Grafici spettri di risposta
Variabilità dei parametri

Elaborazioni numeriche:
Tabella parametri

Nodi del reticolo intorno al sito



Controllo sul reticolo:
 Sito esterno al reticolo
 Interpolazione su 3 nodi
 Interpolazione corretta

Interpolazione: superficie rigata

La "Ricerca per comune" utilizza le coordinate ISTAT del comune per identificare il sito. Si sottolinea che all'interno del territorio comunale le azioni sismiche possono essere significativamente diverse da quelle così individuate e si consiglia, quindi, la "Ricerca per coordinate".

INTRO **FASE 1** FASE 2 FASE 3

FASE 2. SCELTA DELLA STRATEGIA DI PROGETTAZIONE

Vita nominale della costruzione (in anni) - V_N : 75 info

Coefficiente d'uso della costruzione - c_U : 1.5 info

Valori di progetto

Periodo di riferimento per la costruzione (in anni) - V_a : 112.5 info

Periodi di ritorno per la definizione dell'azione sismica (in anni) - T_R : info

Stati limite di esercizio - SLE:

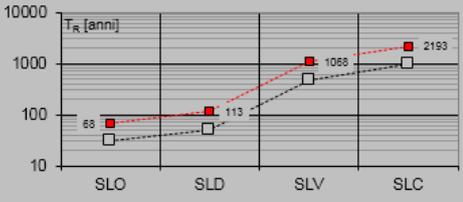
- SLO - $P_{VR} = 81\%$: 68
- SLD - $P_{VR} = 63\%$: 113

Stati limite ultimi - SLU:

- SLV - $P_{VR} = 10\%$: 1068
- SLC - $P_{VR} = 5\%$: 2193

Elaborazioni:
Grafici parametri azione
Grafici spettri di risposta
Tabella parametri azione

Strategia di progettazione



LEGENDA GRAFICO:
 - - - - - Strategia per costruzioni ordinarie
 Strategia scelta

INTRO FASE 1 **FASE 2** FASE 3

APPALTATORE: TELESE S.c.a r.l. Consorzio Telese Società Consortile a Responsabilità Limitata		ITINERARIO NAPOLI – BARI RADDOPPIO TRATTA CANCELLO-BENEVENTO II LOTTO FUNZIONALE FRASSO TELESINO – VITULANO 2° SUBLOTTO TELESE – SAN LORENZO PROGETTO ESECUTIVO					
PROGETTAZIONE: Mandatario: SYSTRA S.A. Mandante: SWS Engineering S.p.A. SYSTRA-SOTECNI S.p.A.							
PONTI E VIADOTTI – VI13 "Struttura ad archi": Relazione di calcolo		COMMESSA IF2R	LOTTO 2.2.E.ZZ	CODIFICA CL	DOCUMENTO VI.13.0.0.001	REV. B	FOGLIO 33 di 147

Valori dei parametri a_g , F_0 , T_C^* per i periodi di ritorno T_R associati

SLATO LIMITE	T_R [anni]	a_g [g]	F_0 [-]	T_C^* [s]
SLO	68	0.094	2.354	0.311
SLD	113	0.123	2.343	0.327
SLV	1068	0.354	2.354	0.395
SLC	2193	0.458	2.450	0.426

Caratterizzazione dell'azioni sismica

$V_N = 75$ anni vita nominale

Cl.uso III - classe d'uso

$C_U = 1.5$ - coeff. d'uso

$V_R = 112.5$ anni periodo di riferimento

$a_g = 0.354$ g accelerazione in sito

Terreno Tipo C

$F_0 = 2.354$ -

$S_s = 1.20$ - Coeff. di amplificazione stratigrafica

$S_t = 1$ - Coeff. di amplificazione topografica

$a_{max} = 0.425$ g accelerazione massima ($S_s \times S_t \times a_g$)

$\alpha = 1,0$ - $\alpha=2$ per opere di sostegno; $\alpha \times \beta_m < 1$; $\alpha=1$ per $\beta_m = 1$

$\beta_m = 1,0$ - coeff. di riduzione dell'azione sismica

$k_h = 0.425$ - coeff. sismico orizzontale ($\alpha \times \beta_m \times a_{max}$)

$k_v = 0.212$ +/- coeff. sismico verticale ($0.5 \times \alpha \times \beta_m \times a_{max}$)

Le azioni sismiche sopra determinate sono applicate al modello mediante la definizione di caso di carico di tipo statico definendo come *Load Case* le accelerazioni nelle direzioni principali. Il software valuta automaticamente gli effetti delle azioni così definite, secondo la distribuzione di masse e carichi (si veda in proposito quanto riportato al § 7 in cui sono esplicitate le modalità di applicazione dei carichi statici e sismici legati alla geometria della struttura).

APPALTATORE: TELESE S.c.a r.l. Consorzio Telese Società Consortile a Responsabilità Limitata		ITINERARIO NAPOLI – BARI RADDOPPIO TRATTA CANCELLO-BENEVENTO II LOTTO FUNZIONALE FRASSO TELESINO – VITULANO 2° SUBLOTTO TELESE – SAN LORENZO PROGETTO ESECUTIVO					
PROGETTAZIONE: Mandatario: SYSTRA S.A. Mandante: SWS Engineering S.p.A. SYSTRA-SOTECNI S.p.A.							
PONTI E VIADOTTI – VI13 "Struttura ad archi": Relazione di calcolo		COMMESSA IF2R	LOTTO 2.2.E.ZZ	CODIFICA CL	DOCUMENTO VI.13.0.0.001	REV. B	FOGLIO 34 di 147

6.9. Spinta delle terre – caso sismico (SP_S)

Nelle combinazioni sismiche, oltre alle pressioni litostatiche è stato considerato un incremento di spinta calcolato come segue:

$$\Delta S_{s,e} = k_h \times \gamma_t \times z^2, \quad \text{per il contributo del terreno}$$

$$k_h = \alpha \times \beta_m \times a_{max}$$

La risultante delle pressioni del terreno viene applicata ad 1/2 dell'altezza del rinterro in corrispondenza della sezione considerata. Di seguito si riporta la valutazione delle azioni.

Rilevato Hmax

$H_{ril,max} =$	10	m	H_{max} rilevato
$\gamma_t =$	20.00	kN/mc	peso di volume rinterro
$\Delta\sigma_{s,e,max} =$	85.00	kN/mq	incremento pressione per sisma ($k_h \cdot \gamma \cdot H$)
$\Delta S_{s,e,max} =$	850	kN/m	incremento spinta per sisma ($k_h \cdot \gamma \cdot H_{ril,max}^2$)
$z_{\Delta S_{s,e,max}} =$	5.00	m	quota di $S_{s,e,max}$

Rilevato Hmin

$H_{ril,dx} =$	5.70	m	H_{min} rilevato
$\gamma_t =$	20.00	kN/mc	peso di volume rinterro
$\Delta\sigma_{s,e,min} =$	17.00	kN/mq	incremento pressione per sisma ($k_h \cdot \gamma \cdot H$)
$\Delta S_{s,e,min} =$	34.00	kN/m	incremento spinta per sisma ($k_h \cdot \gamma \cdot H_{ril,min}^2$)
$z_{\Delta S_{s,e,min}} =$	1.00	m	quota di $S_{s,e,min}$

Nella valutazione degli effetti dell'incremento di spinta per sisma si è tenuto conto della presenza del rilevato su un solo lato, coerentemente con l'applicazione dell'azione dovuta all'inerzia sismica del manufatto.

6.10. Azioni sismiche da peso proprio e carichi permanenti e variabili

Le azioni sismiche da peso proprio e carichi permanenti e variabili vengono valutate, in via cautelativa, mediante analisi pseudostatica, considerando l'accelerazione massima (*plateau*) degli spettri di risposta, sia per quanto riguarda la componente orizzontale che per quella verticale. Tale scelta è determinata dalle seguenti considerazioni:

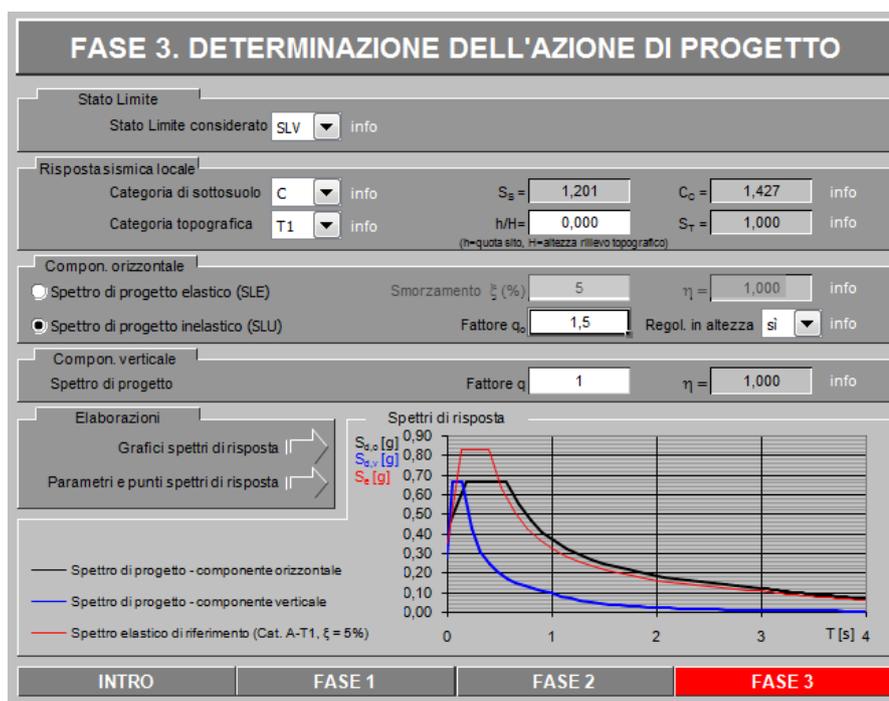
APPALTATORE: TELESE S.c.a r.l. Consorzio Telese Società Consortile a Responsabilità Limitata	ITINERARIO NAPOLI – BARI RADDOPPIO TRATTA CANCELLO-BENEVENTO II LOTTO FUNZIONALE FRASSO TELESINO – VITULANO 2° SUBLOTTO TELESE – SAN LORENZO PROGETTO ESECUTIVO					
PROGETTAZIONE: Mandataria: SYSTRA S.A. Mandante: SWS Engineering S.p.A. SYSTRA-SOTECNI S.p.A.	COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
PONTI E VIADOTTI – VI13 "Struttura ad archi": Relazione di calcolo	IF2R	2.2.E.ZZ	CL	VI.13.0.0.001	B	35 di 147

- il manufatto è solo parzialmente ricoperto dai rilevati a lato;
- è prevista una fase transitoria nella quale è presente uno solo dei due rilevati a lato;
- l'altezza dei rilevati è variabile fino a diventare trascurabile ai fini della determinazione dell'interazione tra scatolare e rilevati.

Gli spettri di progetto utilizzati per la definizione delle azioni sono stati determinati considerando un fattore di comportamento pari a 1.5.

Per le verifiche GEO, a differenza delle verifiche strutturali (STR) per le quali è stata considerata l'accelerazione di *plateau* (assunzione decisamente cautelativa), è stata adottata l'accelerazione dello spettro di risposta di progetto valutata in corrispondenza del periodo proprio della struttura ($T_1 = 0.784s$, $a_g=0.48g$). Tale valore è in ogni caso maggiore dell'accelerazione valutata per $T=0$ (a_{max}).

Di seguito si riportano i parametri considerati e gli spettri di risposta relativi allo SLV.



APPALTATORE:		TELESE S.c.a r.l. Consorzio Telese Società Consortile a Responsabilità Limitata		ITINERARIO NAPOLI – BARI RADDOPPIO TRATTA CANCELLO-BENEVENTO II LOTTO FUNZIONALE FRASSO TELESINO – VITULANO 2° SUBLOTTO TELESE – SAN LORENZO PROGETTO ESECUTIVO					
PROGETTAZIONE:		Mandatario: SYSTRA S.A. Mandante: SWS Engineering S.p.A. SYSTRA-SOTECNI S.p.A.		COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
"Struttura ad archi": Relazione di calcolo		PONTI E VIADOTTI – VI13		IF2R	2.2.E.ZZ	CL	VI.13.0.0.001	B	36 di 147

Parametri e punti dello spettro di risposta orizzontale per lo stato limite SLV

Parametri indipendenti

STATO LIMITE	SLV
a_g	0.354 g
F_o	2.354
T_C	0.395 s
S_S	1.201
C_C	1.427
S_T	1.000
q	1.500

Parametri dipendenti

S	1.201
η	0.667
T_B	0.188 s
T_C	0.564 s
T_D	3.015 s

Espressioni dei parametri dipendenti

$$S = S_S \cdot S_T \quad (\text{NTC-08 Eq. 3.2.5})$$

$$\eta = \sqrt{10/(5+\xi)} \geq 0,55; \eta = 1/q \quad (\text{NTC-08 Eq. 3.2.6; §. 3.2.3.5})$$

$$T_B = T_C / 3 \quad (\text{NTC-07 Eq. 3.2.8})$$

$$T_C = C_C \cdot T_C^* \quad (\text{NTC-07 Eq. 3.2.7})$$

$$T_D = 4,0 \cdot a_g / g + 1,6 \quad (\text{NTC-07 Eq. 3.2.9})$$

Espressioni dello spettro di risposta (NTC-08 Eq. 3.2.4)

$$0 \leq T < T_B \quad S_e(T) = a_g \cdot S \cdot \eta \cdot F_o \cdot \left[\frac{T}{T_B} + \frac{1}{\eta \cdot F_o} \left(1 - \frac{T}{T_B} \right) \right]$$

$$T_B \leq T < T_C \quad S_e(T) = a_g \cdot S \cdot \eta \cdot F_o$$

$$T_C \leq T < T_D \quad S_e(T) = a_g \cdot S \cdot \eta \cdot F_o \cdot \left(\frac{T_C}{T} \right)$$

$$T_D \leq T \quad S_e(T) = a_g \cdot S \cdot \eta \cdot F_o \cdot \left(\frac{T_C T_D}{T^2} \right)$$

Lo spettro di progetto $S_d(T)$ per le verifiche agli Stati Limite Ultimi è ottenuto dalle espressioni dello spettro elastico $S_e(T)$ sostituendo η con $1/q$, dove q è il fattore di struttura. (NTC-08 § 3.2.3.5)

Punti dello spettro di risposta

	T [s]	Se [g]
	0.000	0.425
$T_B \leftarrow$	0.188	0.666
$T_C \leftarrow$	0.564	0.666
	0.680	0.552
	0.797	0.471
	0.914	0.411
	1.030	0.364
	1.147	0.327
	1.264	0.297
	1.381	0.272
	1.497	0.251
	1.614	0.233
	1.731	0.217
	1.848	0.203
	1.964	0.191
	2.081	0.180
	2.198	0.171
	2.314	0.162
	2.431	0.154
	2.548	0.147
	2.665	0.141
	2.781	0.135
	2.898	0.130
$T_D \leftarrow$	3.015	0.125
	3.062	0.121
	3.109	0.117
	3.155	0.114
	3.202	0.110
	3.249	0.107
	3.296	0.104
	3.343	0.101
	3.390	0.098
	3.437	0.096
	3.484	0.093
	3.531	0.091
	3.578	0.088
	3.625	0.086
	3.672	0.084
	3.718	0.082
	3.765	0.080
	3.812	0.078
	3.859	0.076
	3.906	0.074
	3.953	0.072
	4.000	0.071

APPALTATORE:	TELESE S.c.a r.l. Consorzio Telese Società Consortile a Responsabilità Limitata	ITINERARIO NAPOLI – BARI RADDOPPIO TRATTA CANCELLO-BENEVENTO II LOTTO FUNZIONALE FRASSO TELESINO – VITULANO 2° SUBLOTTO TELESE – SAN LORENZO PROGETTO ESECUTIVO					
PROGETTAZIONE:	Mandatario: SYSTRA S.A. Mandante: SWS Engineering S.p.A. SYSTRA-SOTECNI S.p.A.	COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
PONTI E VIADOTTI – VI13 "Struttura ad archi": Relazione di calcolo		IF2R	2.2.E.ZZ	CL	VI.13.0.0.001	B	37 di 147

Parametri e punti dello spettro di risposta verticale per lo stato linSLV

Parametri indipendenti

STATO LIMITE	SLV
a_{ov}	0,284 g
S_z	1,000
S_T	1,000
q	1,000
T_B	0,050 s
T_C	0,150 s
T_D	1,000 s

Parametri dipendenti

F_v	1,890
S	1,000
η	1,000

Espressioni dei parametri dipendenti

$$S = S_z \cdot S_T \quad (\text{NTC-08 Eq. 3.2.5})$$

$$\eta = 1/q \quad (\text{NTC-08 §. 3.2.3.5})$$

$$F_v = 1,35 \cdot F_c \cdot \left(\frac{a_{ov}}{g}\right)^{0,5} \quad (\text{NTC-08 Eq. 3.2.11})$$

Espressioni dello spettro di risposta (NTC-08 Eq. 3.2.10)

$$0 \leq T < T_B \quad S_c(T) = a_s \cdot S \cdot \eta \cdot F_v \cdot \left[\frac{T}{T_B} + \frac{1}{\eta \cdot F_c} \left(1 - \frac{T}{T_B} \right) \right]$$

$$T_B \leq T < T_C \quad S_c(T) = a_s \cdot S \cdot \eta \cdot F_v$$

$$T_C \leq T < T_D \quad S_c(T) = a_s \cdot S \cdot \eta \cdot F_v \cdot \left(\frac{T_C}{T} \right)$$

$$T_D \leq T \quad S_c(T) = a_s \cdot S \cdot \eta \cdot F_v \cdot \left(\frac{T_C T_D}{T^2} \right)$$

Punti dello spettro di risposta

	T [s]	Se [g]
	0,000	0,284
$T_B \leftarrow$	0,050	0,668
$T_C \leftarrow$	0,150	0,668
	0,235	0,427
	0,320	0,313
	0,405	0,248
	0,490	0,205
	0,575	0,174
	0,660	0,152
	0,745	0,135
	0,830	0,121
	0,915	0,110
$T_D \leftarrow$	1,000	0,100
	1,094	0,084
	1,188	0,071
	1,281	0,061
	1,375	0,053
	1,469	0,046
	1,563	0,041
	1,656	0,037
	1,750	0,033
	1,844	0,029
	1,938	0,027
	2,031	0,024
	2,125	0,022
	2,219	0,020
	2,313	0,019
	2,406	0,017
	2,500	0,016
	2,594	0,015
	2,688	0,014
	2,781	0,013
	2,875	0,012
	2,969	0,011
	3,063	0,011
	3,156	0,010
	3,250	0,009
	3,344	0,009
	3,438	0,008
	3,531	0,008
	3,625	0,008
	3,719	0,007
	3,813	0,007
	3,906	0,007
	4,000	0,006

APPALTATORE: TELESE S.c.a r.l. Consorzio Telese Società Consortile a Responsabilità Limitata		ITINERARIO NAPOLI – BARI RADDOPPIO TRATTA CANCELLO-BENEVENTO II LOTTO FUNZIONALE FRASSO TELESINO – VITULANO 2° SUBLOTTO TELESE – SAN LORENZO PROGETTO ESECUTIVO					
PROGETTAZIONE: Mandatario: SYSTRA S.A. Mandante: SWS Engineering S.p.A. SYSTRA-SOTECNI S.p.A.							
PONTI E VIADOTTI – VI13 "Struttura ad archi": Relazione di calcolo		COMMESSA IF2R	LOTTO 2.2.E.ZZ	CODIFICA CL	DOCUMENTO VI.13.0.0.001	REV. B	FOGLIO 38 di 147

7. MODELLAZIONE E ANALISI

L'analisi delle sollecitazioni è stata effettuata mediante modelli FEM realizzati con l'ausilio del software Straus7. Il modello tridimensionale riproduce le caratteristiche meccaniche e geometriche dei tre conci della struttura, mediante l'utilizzo di elementi shell. Tra un concio e l'altro sono stati inseriti dei rilasci del tipo *edge release* per tener conto della presenza dei giunti strutturali.

7.1. Modello SLU/SLE

Questo modello è stato considerato per la valutazione delle sollecitazioni e le deformazioni degli elementi strutturali per le combinazioni SLU/SLE.

Nelle analisi strutturali, per la determinazione del coefficiente di sottofondo alla Winkler si è fatto riferimento alla seguente relazione (Vesic, 1965):

$$K = \frac{0.65E}{1-\nu^2} \sqrt[12]{\frac{Eb^4}{(EJ)_{fond}}}$$

dove:

E = modulo elastico del terreno;

ν = coefficiente di Poisson;

b = dimensione trasversale;

h = altezza;

J = inerzia;

E_c = modulo elastico del calcestruzzo della fondazione.

Nel caso in esame k risulta pari a 7534 kN/mc.

Nel modello di calcolo è stata applicata, cautelativamente, una rigidezza pari a 5000 kPa/m come *face support* agli elementi shell della fondazione.

Di seguito si riporta una vista del modello di calcolo.

APPALTATORE: TELESE S.c.a r.l. Consorzio Telese Società Consortile a Responsabilità Limitata		ITINERARIO NAPOLI – BARI RADDOPPIO TRATTA CANCELLO-BENEVENTO II LOTTO FUNZIONALE FRASSO TELESINO – VITULANO 2° SUBLOTTO TELESE – SAN LORENZO PROGETTO ESECUTIVO					
PROGETTAZIONE: Mandatario: SYSTRA S.A. Mandante: SWS Engineering S.p.A. SYSTRA-SOTECNI S.p.A.		COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
PONTI E VIADOTTI – VI13 "Struttura ad archi": Relazione di calcolo		IF2R	2.2.E.ZZ	CL	VI.13.0.0.001	B	39 di 147

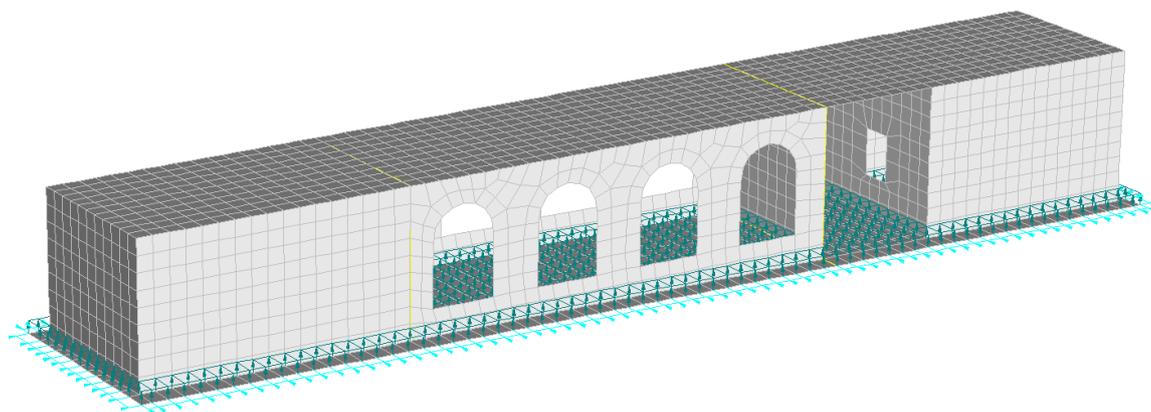


Figura 14 – Modello di calcolo – vista 3D

7.2. Modello GEO

Questo modello è stato utilizzato per la valutazione delle azioni considerate nelle verifiche a carico limite e a scorrimento in fondazione. Carichi e elementi strutturali sono identici a quelli del modello SLU/SLE. Al fine di consentire la valutazione delle sollecitazioni in fondazione, è stato definito un vincolo di incastro nella mezzeria della suola di fondazione.

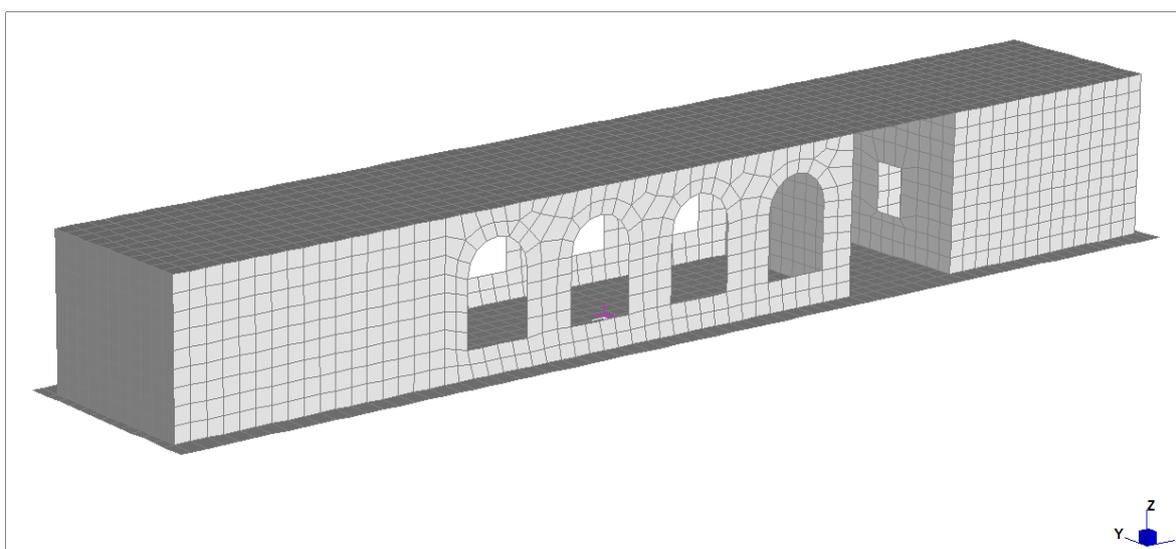


Figura 15 – Modello di calcolo GEO

APPALTATORE: TELESE S.c.a r.l. Consorzio Telese Società Consortile a Responsabilità Limitata		ITINERARIO NAPOLI – BARI RADDOPPIO TRATTA CANCELLO-BENEVENTO II LOTTO FUNZIONALE FRASSO TELESINO – VITULANO 2° SUBLOTTO TELESE – SAN LORENZO PROGETTO ESECUTIVO					
PROGETTAZIONE: Mandatario: SYSTRA S.A. Mandante: SWS Engineering S.p.A. SYSTRA-SOTECNI S.p.A.		COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
PONTI E VIADOTTI – VI13 "Struttura ad archi": Relazione di calcolo		IF2R	2.2.E.ZZ	CL	VI.13.0.0.001	B	40 di 147

7.3. Modello EQU

Questo modello è stato utilizzato per la valutazione delle azioni considerate nelle verifiche di equilibrio (EQU) del manufatto. Carichi ed elementi strutturali sono identici a quelli del modello SLU/SLE, ad eccezione delle spinte litostatiche dei rilevati, ottenute considerando i coefficienti M2, come previsto dalla normativa. Al fine di consentire la valutazione delle sollecitazioni ribaltanti e stabilizzanti, è stato definito un vincolo di incastro nel punto di estremità della suola di fondazione, coincidente con il punto di rotazione della struttura.

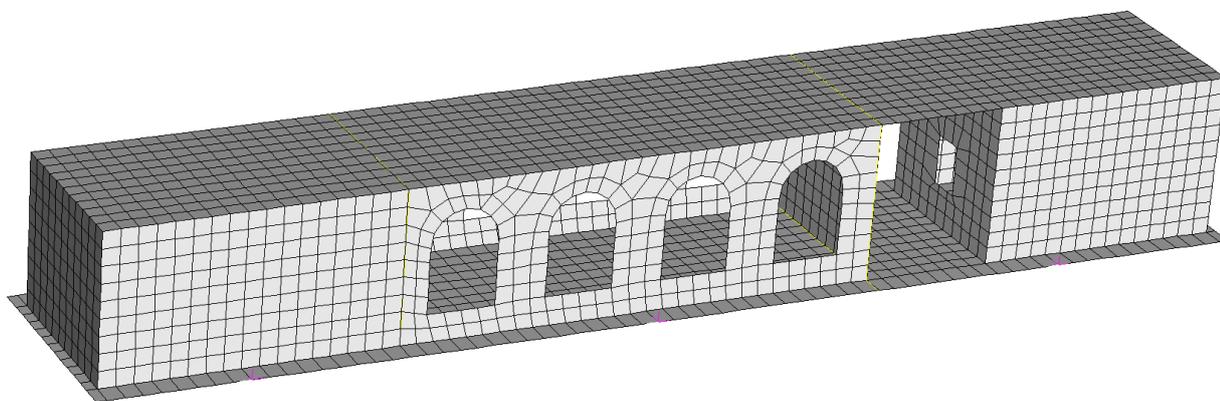


Figura 16 – Modello di calcolo EQU

APPALTATORE:		TELESE S.c.a r.l. Consorzio Telese Società Consortile a Responsabilità Limitata		ITINERARIO NAPOLI – BARI RADDOPPIO TRATTA CANCELLO-BENEVENTO II LOTTO FUNZIONALE FRASSO TELESINO – VITULANO 2° SUBLOTTO TELESE – SAN LORENZO PROGETTO ESECUTIVO					
PROGETTAZIONE:		Mandatario: SYSTRA S.A. Mandante: SWS Engineering S.p.A. SYSTRA-SOTECNI S.p.A.		COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
PONTI E VIADOTTI – VI13 "Struttura ad archi": Relazione di calcolo		IF2R	2.2.E.ZZ	CL	VI.13.0.0.001	B	41 di 147		

7.4. Carichi

Di seguito si riportano alcuni dei carichi definiti nei modelli di calcolo, valutati a partire dall'analisi precedentemente riportata. Il peso proprio degli elementi viene valutato automaticamente dal software.

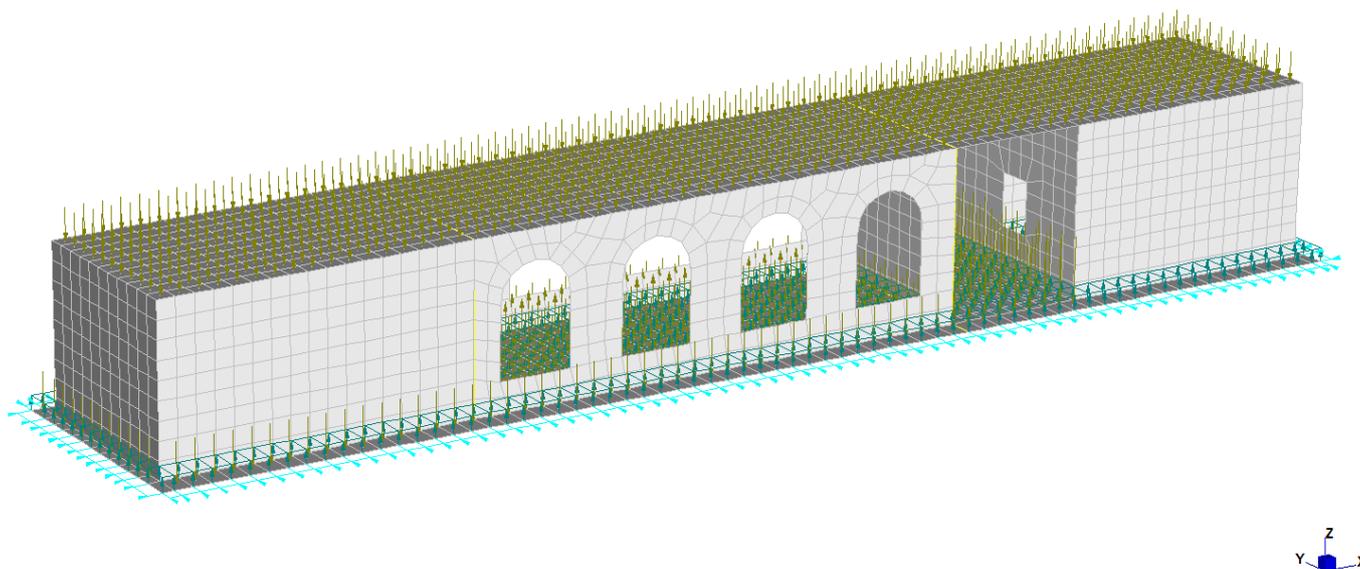


Figura 17 - G2

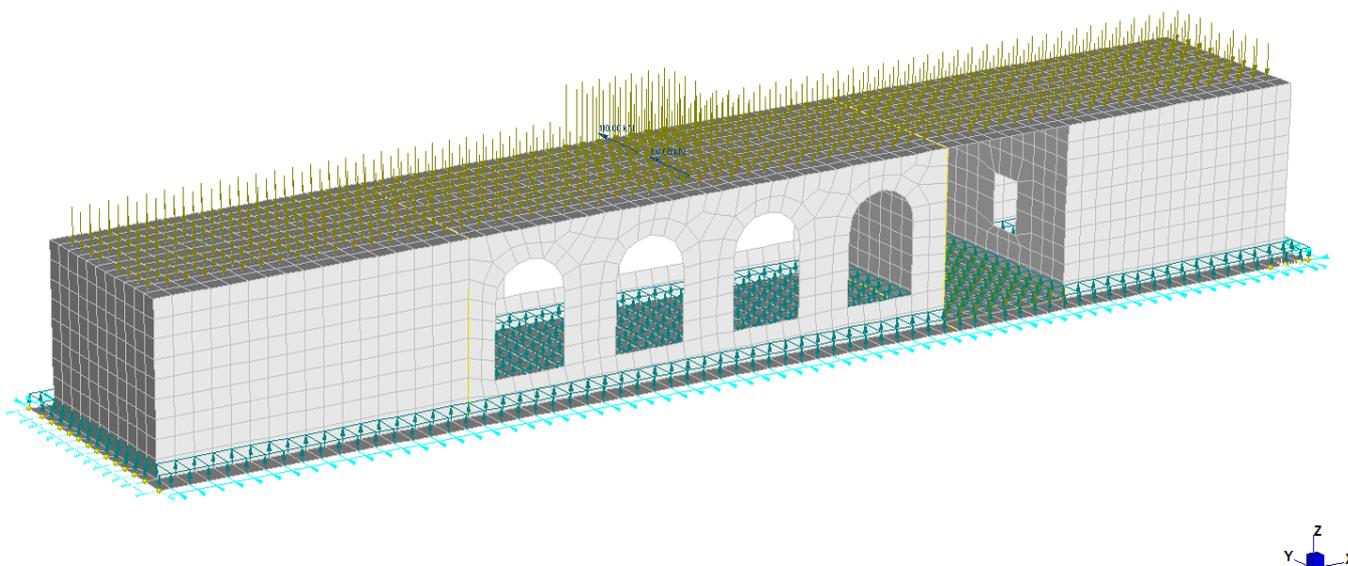


Figura 18 – carichi LM71 (assi tandem centrali) + serpeggio

APPALTATORE:		TELESE S.c.a r.l. Consorzio Telese Società Consortile a Responsabilità Limitata		ITINERARIO NAPOLI – BARI RADDOPPIO TRATTA CANCELLO-BENEVENTO II LOTTO FUNZIONALE FRASSO TELESINO – VITULANO 2° SUBLOTTO TELESE – SAN LORENZO PROGETTO ESECUTIVO		
PROGETTAZIONE:		Mandatario: SYSTRA S.A. Mandante: SWS Engineering S.p.A. SYSTRA-SOTECNI S.p.A.				
PONTI E VIADOTTI – VI13 "Struttura ad archi": Relazione di calcolo		COMMESSA IF2R	LOTTO 2.2.E.ZZ	CODIFICA CL	DOCUMENTO VI.13.0.001	REV. B FOGLIO 42 di 147

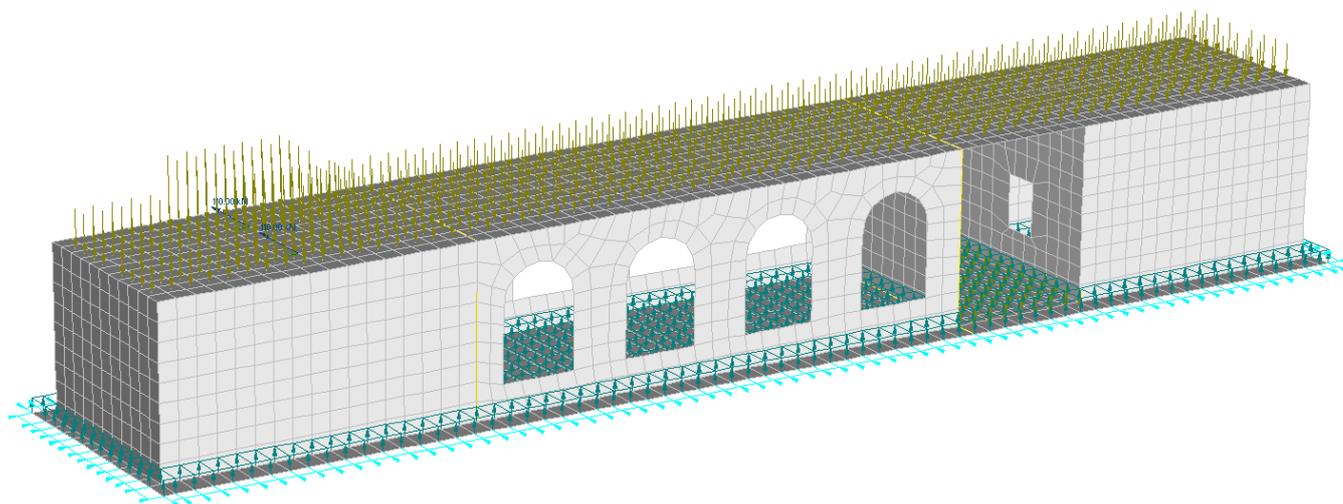


Figura 19 – carichi LM71 (assi tandem laterali SX) + serpeggio

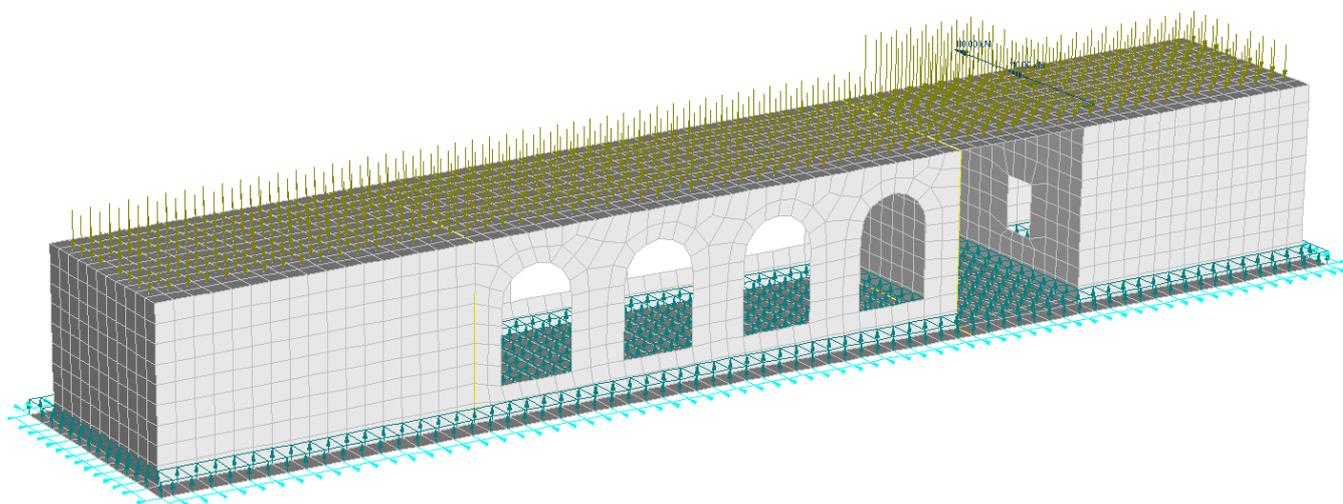


Figura 20 – carichi LM71 (assi tandem laterali DX) + serpeggio

APPALTATORE: TELESE S.c.a r.l. Consorzio Telese Società Consortile a Responsabilità Limitata		ITINERARIO NAPOLI – BARI RADDOPPIO TRATTA CANCELLO-BENEVENTO II LOTTO FUNZIONALE FRASSO TELESINO – VITULANO 2° SUBLOTTO TELESE – SAN LORENZO PROGETTO ESECUTIVO					
PROGETTAZIONE: Mandataria: SYSTRA S.A. Mandante: SWS Engineering S.p.A. SYSTRA-SOTECNI S.p.A.		COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
PONTI E VIADOTTI – VI13 "Struttura ad archi": Relazione di calcolo		IF2R	2.2.E.ZZ	CL	VI.13.0.0.001	B	43 di 147

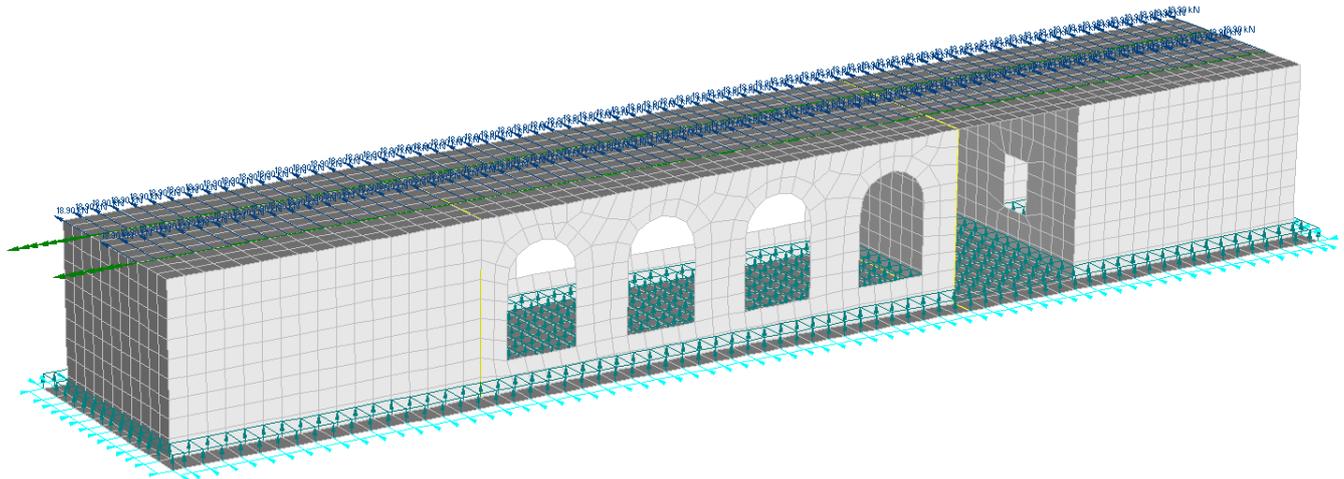


Figura 21 – Centrifuga

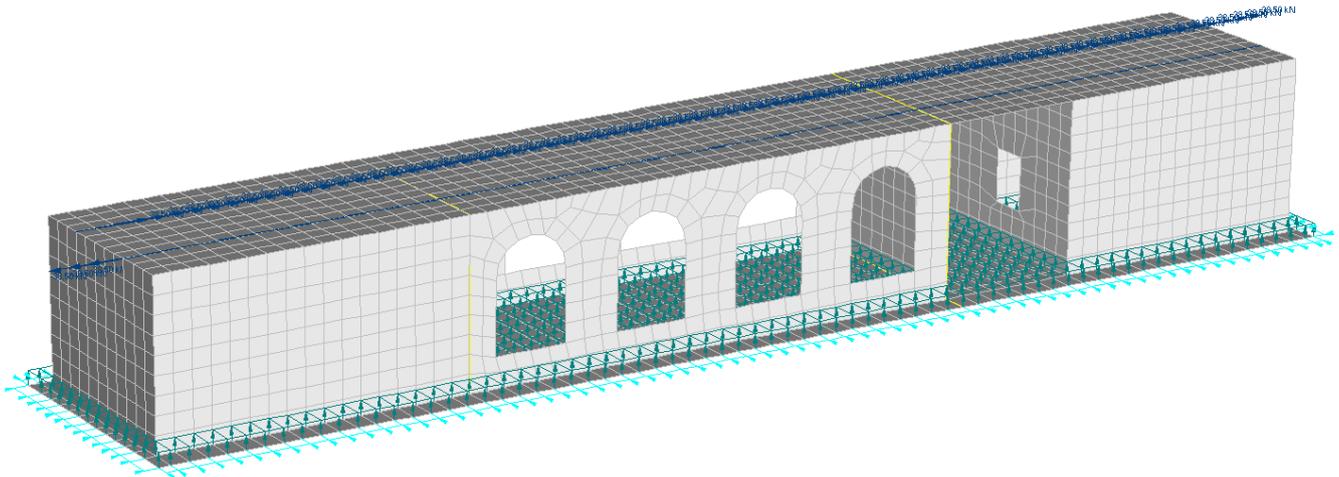


Figura 22 – Avviamento/frenatura

APPALTATORE:		TELESE S.c.a r.l. Consorzio Telese Società Consortile a Responsabilità Limitata		ITINERARIO NAPOLI – BARI RADDOPPIO TRATTA CANCELLO-BENEVENTO II LOTTO FUNZIONALE FRASSO TELESINO – VITULANO 2° SUBLOTTO TELESE – SAN LORENZO PROGETTO ESECUTIVO					
PROGETTAZIONE:		Mandatario: SYSTRA S.A. Mandante: SWS Engineering S.p.A. SYSTRA-SOTECNI S.p.A.		COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
PONTI E VIADOTTI – VI13 "Struttura ad archi": Relazione di calcolo		IF2R	2.2.E.ZZ	CL	VI.13.0.0.001	B	44 di 147		

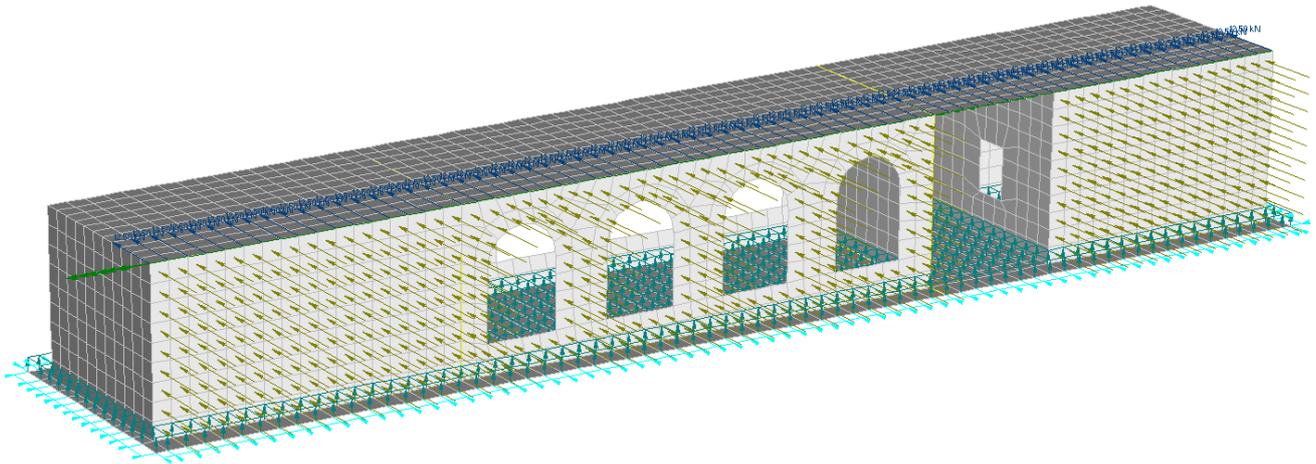


Figura 23 - Q6,3 - Vento

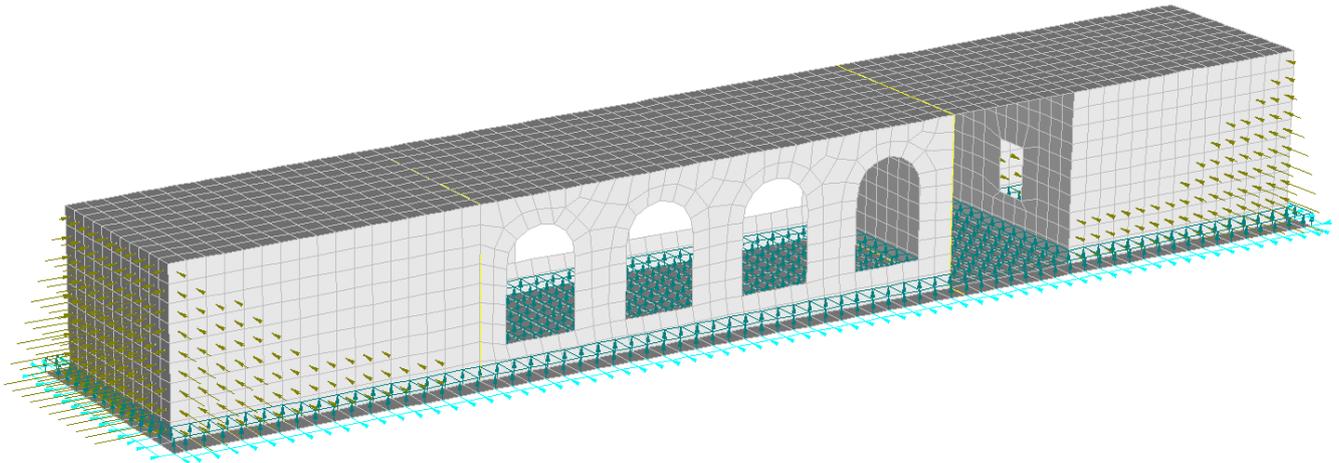


Figura 24 – Spinta in quiete dei rilevati

APPALTATORE: TELESE S.c.a r.l. Consorzio Telese Società Consortile a Responsabilità Limitata		ITINERARIO NAPOLI – BARI RADDOPPIO TRATTA CANCELLO-BENEVENTO II LOTTO FUNZIONALE FRASSO TELESINO – VITULANO 2° SUBLOTTO TELESE – SAN LORENZO PROGETTO ESECUTIVO					
PROGETTAZIONE: Mandataria: SYSTRA S.A. Mandante: SWS Engineering S.p.A. SYSTRA-SOTECNI S.p.A.		COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
PONTI E VIADOTTI – VI13 "Struttura ad archi": Relazione di calcolo		IF2R	2.2.E.ZZ	CL	VI.13.0.0.001	B	45 di 147

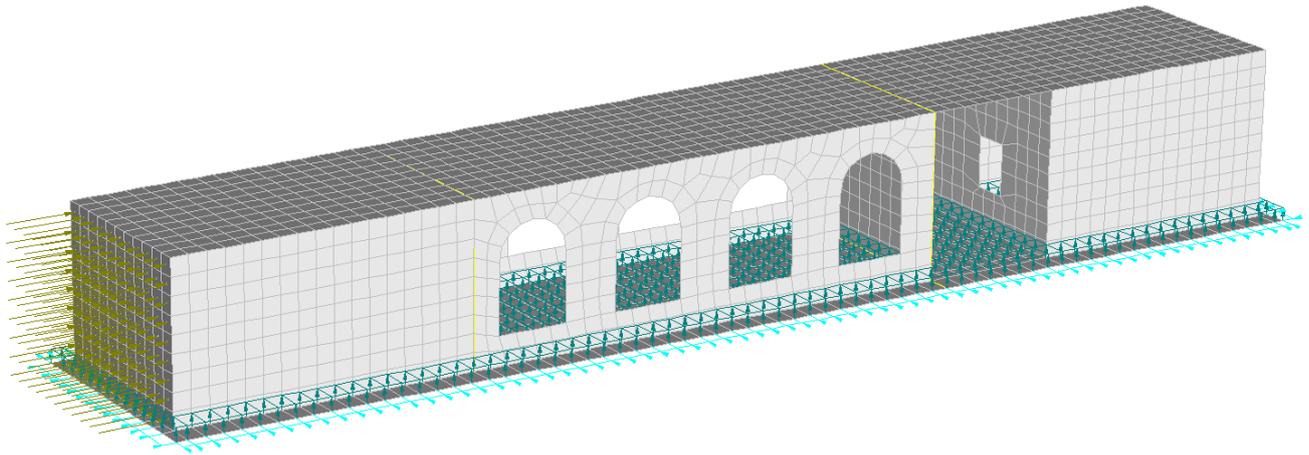


Figura 25 – Spinta dovuta ai permanenti portati

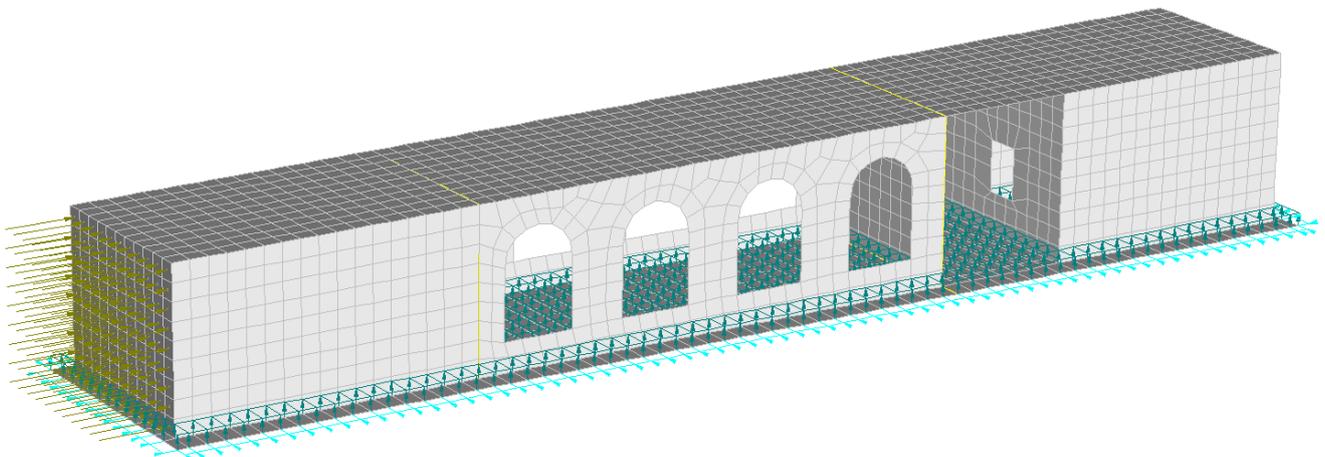


Figura 26 – SP_S LONG – Incremento di spinta sismica longitudinale dei rilevati

APPALTATORE: TELESE S.c.a r.l. Consorzio Telese Società Consortile a Responsabilità Limitata		ITINERARIO NAPOLI – BARI RADDOPPIO TRATTA CANCELLO-BENEVENTO II LOTTO FUNZIONALE FRASSO TELESINO – VITULANO 2° SUBLOTTO TELESE – SAN LORENZO PROGETTO ESECUTIVO					
PROGETTAZIONE: Mandatario: SYSTRA S.A. Mandante: SWS Engineering S.p.A. SYSTRA-SOTECNI S.p.A.		COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
PONTI E VIADOTTI – VI13 "Struttura ad archi": Relazione di calcolo		IF2R	2.2.E.ZZ	CL	VI.13.0.0.001	B	46 di 147

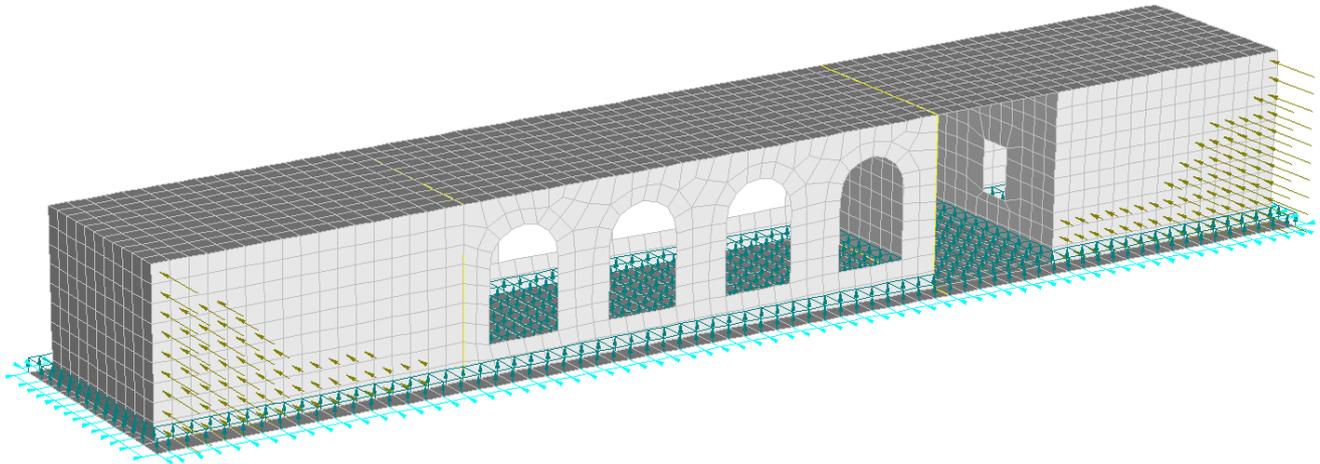


Figura 27 – SP_S TRASV – Incremento di spinta sismica trasversale dei rilevati

APPALTATORE: TELESE s.c.a r.l. Consorzio Telese Società Consortile a Responsabilità Limitata	ITINERARIO NAPOLI – BARI RADDOPPIO TRATTA CANCELLO-BENEVENTO II LOTTO FUNZIONALE FRASSO TELESINO – VITULANO 2° SUBLOTTO TELESE – SAN LORENZO PROGETTO ESECUTIVO					
PROGETTAZIONE: Mandatario: SYSTRA S.A. Mandante: SWS Engineering S.p.A. SYSTRA-SOTECNI S.p.A.						
PONTI E VIADOTTI – VI13 "Struttura ad archi": Relazione di calcolo	COMMESSA IF2R	LOTTO 2.2.E.ZZ	CODIFICA CL	DOCUMENTO VI.13.0.0.001	REV. B	FOGLIO 47 di 147

7.5. Combinazioni di carico

Le azioni descritte nei paragrafi precedenti sono combinate tra loro, al fine di ottenere le sollecitazioni di progetto relative agli elementi strutturali di volta in volta considerati in base a quanto prescritto dal D.M. 14 Gennaio 2008.

- Combinazione fondamentale, generalmente impiegata per gli stati limite ultimi (SLU):

$$\gamma_{G1} \cdot G_1 + \gamma_{G2} \cdot G_2 + \gamma_P \cdot P + \gamma_{Q1} \cdot Q_{k1} + \gamma_{Q2} \cdot \psi_{02} \cdot Q_{k2} + \gamma_{Q3} \cdot \psi_{03} \cdot Q_{k3} + \dots \quad (2.5.1)$$

- Combinazione caratteristica (rara), generalmente impiegata per gli stati limite di esercizio (SLE) irreversibili, da utilizzarsi nelle verifiche alle tensioni ammissibili di cui al § 2.7:

$$G_1 + G_2 + P + Q_{k1} + \psi_{02} \cdot Q_{k2} + \psi_{03} \cdot Q_{k3} + \dots \quad (2.5.2)$$

- Combinazione frequente, generalmente impiegata per gli stati limite di esercizio (SLE) reversibili:

$$G_1 + G_2 + P + \psi_{11} \cdot Q_{k1} + \psi_{22} \cdot Q_{k2} + \psi_{23} \cdot Q_{k3} + \dots \quad (2.5.3)$$

- Combinazione quasi permanente (SLE), generalmente impiegata per gli effetti a lungo termine:

$$G_1 + G_2 + P + \psi_{21} \cdot Q_{k1} + \psi_{22} \cdot Q_{k2} + \psi_{23} \cdot Q_{k3} + \dots \quad (2.5.4)$$

- Combinazione sismica, impiegata per gli stati limite ultimi e di esercizio connessi all'azione sismica E (v. § 3.2):

$$E + G_1 + G_2 + P + \psi_{21} \cdot Q_{k1} + \psi_{22} \cdot Q_{k2} + \dots \quad (2.5.5)$$

- Combinazione eccezionale, impiegata per gli stati limite ultimi connessi alle azioni eccezionali di progetto A_d (v. § 3.6):

$$G_1 + G_2 + P + A_d + \psi_{21} \cdot Q_{k1} + \psi_{22} \cdot Q_{k2} + \dots \quad (2.5.6)$$

Nella valutazione dell'azione sismica, oltre alla spinta sismica del rilevato sono state combinate le azioni sismiche dovute al peso proprio e ai carichi variabili, combinati come segue:

- $E1 = E_x \pm 0.3 E_y \pm 0.3 E_z$
- $E2 = 0.3 E_x \pm E_y \pm 0.3 E_z$
- $E2 = 0.3 E_x \pm 0.3 E_y \pm E_z$

Con E_x , E_y ed E_z rappresentative rispettivamente dell'azione sismica orizzontale in direzione x, y e verticale. Per la valutazione delle masse e della spinta dovuta ai sovraccarichi da traffico si è considerato un coefficiente $\psi=0.2$.

La simultaneità delle azioni associate al traffico ferroviario definite precedentemente può tenersi in conto considerando i gruppi di carico definiti nella tabella 5.2.IV del dm 14.01.2008, riportata per comodità:

APPALTATORE: TELESE S.c.a r.l. Consorzio Telese Società Consortile a Responsabilità Limitata		ITINERARIO NAPOLI – BARI RADDOPPIO TRATTA CANCELLO-BENEVENTO II LOTTO FUNZIONALE FRASSO TELESINO – VITULANO 2° SUBLOTTO TELESE – SAN LORENZO PROGETTO ESECUTIVO					
PROGETTAZIONE: Mandataria: SYSTRA S.A. Mandante: SWS Engineering S.p.A. SYSTRA-SOTECNI S.p.A.		COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
PONTI E VIADOTTI – VI13 "Struttura ad archi": Relazione di calcolo		IF2R	2.2.E.ZZ	CL	VI.13.0.0.001	B	48 di 147

Tabella 5.2.IV - Valutazione dei carichi da traffico

TIPO DI CARICO Gruppo di carico	Azioni verticali		Azioni orizzontali			Commenti
	Carico verticale (1)	Treno scarico	Frenatura e avviamento	Centrifuga	Serpeggio	
Gruppo 1 (2)	1,00	-	0,5 (0,0)	1,0 (0,0)	1,0 (0,0)	massima azione verticale e laterale
Gruppo 2 (2)	-	1,00	0,00	1,0 (0,0)	1,0(0,0)	stabilità laterale
Gruppo 3 (2)	1,0 (0,5)	-	1,00	0,5 (0,0)	0,5 (0,0)	massima azione longitudinale
Gruppo 4	0,8 (0,6; 0,4)	-	0,8 (0,6; 0,4)	0,8 (0,6; 0,4)	0,8 (0,6; 0,4)	fessurazione

■ Azione dominante
(1) Includendo tutti i fattori ad essi relativi (Φ, α , ecc.)
(2) La simultaneità di due o tre valori caratteristici interi (assunzione di diversi coefficienti pari ad 1), sebbene improbabile, è stata considerata come semplificazione per i gruppi di carico 1, 2, 3 senza che ciò abbia significative conseguenze progettuali.

Tab. 5.2.V - Coefficienti parziali di sicurezza per le combinazioni di carico agli SLU

Coefficiente			EQU ⁽¹⁾	A1	A2
Azioni permanenti	favorevoli	γ_{G1}	0,90	1,00	1,00
	sfavorevoli		1,10	1,35	1,00
Azioni permanenti non strutturali ⁽²⁾	favorevoli	γ_{G2}	0,00	0,00	0,00
	sfavorevoli		1,50	1,50	1,30
Ballast ⁽³⁾	favorevoli	γ_B	0,90	1,00	1,00
	sfavorevoli		1,50	1,50	1,30
Azioni variabili da traffico ⁽⁴⁾	favorevoli	γ_Q	0,00	0,00	0,00
	sfavorevoli		1,45	1,45	1,25
Azioni variabili	favorevoli	γ_{Qi}	0,00	0,00	0,00
	sfavorevoli		1,50	1,50	1,30
Precompressione	favorevole	γ_P	0,90	1,00	1,00
	sfavorevole		1,00 ⁽⁵⁾	1,00 ⁽⁶⁾	1,00
Ritiro, viscosità e cedimenti non imposti appositamente	favorevole	γ_{Ced}	0,00	0,00	0,00
	sfavorevole		1,20	1,20	1,00

⁽¹⁾ Equilibrio che non coinvolga i parametri di deformabilità e resistenza del terreno; altrimenti si applicano i valori della colonna A2.

Di seguito si riportano i coefficienti di combinazione per le varie azioni caratteristiche.

APPALTATORE:		TELESE S.c.a r.l. Consorzio Telese Società Consortile a Responsabilità Limitata		ITINERARIO NAPOLI – BARI RADDOPPIO TRATTA CANCELLO-BENEVENTO II LOTTO FUNZIONALE FRASSO TELESINO – VITULANO 2° SUBLOTTO TELESE – SAN LORENZO PROGETTO ESECUTIVO						
PROGETTAZIONE:		Mandatario: SYSTRA S.A. Mandante: SWS Engineering S.p.A. SYSTRA-SOTECNI S.p.A.								
PONTI E VIADOTTI – VI13 "Struttura ad archi": Relazione di calcolo		COMMESSA IF2R	LOTTO 2.2.E.ZZ	CODIFICA CL	DOCUMENTO VI.13.0.0.001	REV. B	FOGLIO 49 di 147			

	STR1	STR2	STR3	STR4	STR5	STR6	STR7	STR8	SLV1	SLV2	SLV3	SLE RARA1	SLE RARA2	SLE RARA3	SLE RARA4	SLE F1	SLE F2	SLE F3	SLE QP
Peso proprio	1.35	1.35	1.35	1.35	1.35	1.35	1.35	1.35	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
Spinta statica	1.35	1.35	1.35	1.35	1.35	1.35	1.35	1.35	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
Perm. Non strutturale	1.5	1.5	1.5	1.5	1.5	1.5	1.5	1.5	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
Spinta permanenti	1.35	1.35	1.35	1.35	1.35	1.35	1.35	1.35	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
Accident. Treno centrale	1.16	0	0	1.45	0	0	0	0	0.2	0.2	0.2	1	0	0	0	0.72	0	0	0
Accident. Treno laterale	0	1.16	0	0	1.45	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0.72	0.72	0
Accident. Treno sx	0	0	1.16	0	0	1.45	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0.72	0
Accident. Treno dx	0	0	0	0	0	0	1.45	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0
Avviamento/frenatura	0.58	0.58	0.58	0.72	0.72	0.72	0.58	0.58	0	0	0	0.5	0.5	0.5	0.5	0	0	0	0
Centrifuga	1.16	1.16	1.16	1.45	1.45	1.45	1.45	1.16	0.2	0.2	0.2	1	1	1	1	0	0	0	0
Vento	1.5	1.5	1.5	0.9	0.9	0.9	0.9	0.9	0	0	0	0.6	0.6	0.6	0.6	0	0	0	0
Termica	0.9	0.9	0.9	0.9	0.9	0.9	0.9	1.5	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Ritiro	1.2	1.2	1.2	1.2	1.2	1.2	1.2	1.2	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
Spinta sismica long	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0.3	0.3	0	0	0	0	0	0	0	0
Spinta sismica trasv	0	0	0	0	0	0	0	0	0.3	1	1	0	0	0	0	0	0	0	0
Inerzia long	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0.3	0.3	0	0	0	0	0	0	0	0
Inerzia trasv	0	0	0	0	0	0	0	0	0.3	1	0.3	0	0	0	0	0	0	0	0
Inerzia vert	0	0	0	0	0	0	0	0	0.3	0.3	1	0	0	0	0	0	0	0	0

Per le analisi che seguono sono state considerate le combinazioni di involucro SLU, SLV e SLE.

APPALTATORE: TELESE S.c.a r.l. Consorzio Telese Società Consortile a Responsabilità Limitata		ITINERARIO NAPOLI – BARI RADDOPPIO TRATTA CANCELLO-BENEVENTO II LOTTO FUNZIONALE FRASSO TELESINO – VITULANO 2° SUBLOTTO TELESE – SAN LORENZO PROGETTO ESECUTIVO					
PROGETTAZIONE: Mandatario: SYSTRA S.A. Mandante: SWS Engineering S.p.A. SYSTRA-SOTECNI S.p.A.		COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
PONTI E VIADOTTI – VI13 "Struttura ad archi": Relazione di calcolo		IF2R	2.2.E.ZZ	CL	VI.13.0.0.001	B	50 di 147

8. CRITERI DI VERIFICA

Le verifiche di sicurezza sono state effettuate sulla base dei criteri definiti nelle vigenti norme tecniche - “Norme tecniche per le costruzioni”- DM 14.1.2008 -, tenendo inoltre conto delle integrazioni riportate nel “Manuale di progettazione delle opere civili”.

In particolare vengono effettuate le verifiche agli stati limite di servizio, riguardanti gli stati tensionale e di fessurazione, ed allo stato limite ultimo. Le combinazioni di carico considerate ai fini delle verifiche sono quelle indicate nei precedenti paragrafi.

Si espongono di seguito i criteri di verifica adottati per le verifiche degli elementi strutturali in c.a..

8.1. VERIFICA AGLI STATI LIMITE DI ESERCIZIO

8.1.1. *Verifica a fessurazione*

Le verifiche a fessurazione sono eseguite adottando i criteri definiti nel paragrafo 4.1.2.2.4.5 del DM 14.1.2008, tenendo inoltre conto delle ulteriori prescrizioni riportate nel “Manuale di progettazione delle opere civili RFP”. Con riferimento alle classi di esposizione delle varie parti della struttura (si veda il paragrafo relativo alle caratteristiche dei materiali impiegati), alle corrispondenti condizioni ambientali ed alla sensibilità delle armature alla corrosione (armature sensibili per gli acciai da precompresso; poco sensibili per gli acciai ordinari), si individua lo stato limite di fessurazione per assicurare la funzionalità e la durata delle strutture, in accordo con il DM 14.1.2008:

Gruppi di esigenze	Condizioni ambientali	Combinazione di azioni	Armatura			
			Sensibile		Poco sensibile	
			Stato limite	w_d	Stato limite	w_d
a	Ordinarie	frequente	ap. fessure	$\leq w_2$	ap. fessure	$\leq w_3$
		quasi permanente	ap. fessure	$\leq w_1$	ap. fessure	$\leq w_2$
b	Aggressive	frequente	ap. fessure	$\leq w_1$	ap. fessure	$\leq w_2$
		quasi permanente	decompressione	-	ap. fessure	$\leq w_1$
c	Molto aggressive	frequente	formazione fessure	-	ap. fessure	$\leq w_1$
		quasi permanente	decompressione	-	ap. fessure	$\leq w_1$

Figura 28: Criteri di scelta dello stato limite di fessurazione - Tabella 4.1.IV del DM 14.1.2008

Nella Tabella sopra riportata, $w_1=0.2\text{mm}$, $w_2=0.3\text{mm}$; $w_3=0.4\text{mm}$.

APPALTATORE: TELESE S.c.a r.l. Consorzio Telese Società Consortile a Responsabilità Limitata	ITINERARIO NAPOLI – BARI RADDOPPIO TRATTA CANCELLO-BENEVENTO II LOTTO FUNZIONALE FRASSO TELESINO – VITULANO 2° SUBLOTTO TELESE – SAN LORENZO PROGETTO ESECUTIVO					
PROGETTAZIONE: Mandatario: SYSTRA S.A. Mandante: SWS Engineering S.p.A. SYSTRA-SOTECNI S.p.A.						
PONTI E VIADOTTI – VI13 "Struttura ad archi": Relazione di calcolo	COMMESSA IF2R	LOTTO 2.2.E.ZZ	CODIFICA CL	DOCUMENTO VI.13.0.0.001	REV. B	FOGLIO 51 di 147

In riferimento a quanto indicato nella EN206, per il caso in esame si identifica una classe di esposizione XC4, che corrisponde a condizioni ambientali *aggressive*.

2 Corrosione indotta da carbonatazione		
XC1	Asciutto o permanentemente bagnato	Calcestruzzo all'interno di edifici con bassa umidità relativa Calcestruzzo costantemente immerso in acqua
XC2	Bagnato, raramente asciutto	Superfici di calcestruzzo a contatto con acqua per lungo tempo Molte fondazioni
XC3	Umidità moderata	Calcestruzzo all'interno di edifici con umidità dell'aria moderata oppure elevata Calcestruzzo esposto all'esterno protetto dalla pioggia
XC4	Ciclicamente bagnato e asciutto	Superfici di calcestruzzo soggette al contatto con acqua, non nella classe di esposizione XC2

Tabella 4.1.III – Descrizione delle condizioni ambientali

CONDIZIONI AMBIENTALI	CLASSE DI ESPOSIZIONE
Ordinarie	X0, XC1, XC2, XC3, XF1
Aggressive	XC4, XD1, XS1, XA1, XA2, XF2, XF3
Molto aggressive	XD2, XD3, XS2, XS3, XA3, XF4

Per strutture in condizioni ambientali aggressive, l'apertura delle fessure, calcolata con la combinazione caratteristica (rara) per gli SLE, dovrà risultare:

$$\delta_f \leq w_1 = 0.2 \text{ mm}$$

8.1.2. Verifica delle tensioni in esercizio

Valutate le azioni interne nelle varie parti della struttura, dovute alle combinazioni caratteristica e quasi permanente delle azioni, si calcolano le massime tensioni sia nel calcestruzzo sia nelle armature; si verifica che tali tensioni siano inferiori ai massimi valori consentiti, di seguito riportati.

Le prescrizioni riportate di seguito fanno riferimento al par. 2.5.1.8.3.2.1 del “Manuale di progettazione delle opere civili”.

La massima tensione di compressione del calcestruzzo σ_c , deve rispettare la limitazione seguente:

$\sigma_c < 0,55 f_{ck}$ per combinazione caratteristica (rara)

$\sigma_c < 0,40 f_{ck}$ per combinazione quasi permanente.

Per l'acciaio ordinario, la tensione massima σ_s per effetto delle azioni dovute alla combinazione caratteristica deve rispettare la limitazione seguente:

$\sigma_s < 0,75 f_{yk}$

dove f_{yk} per armatura ordinaria è la tensione caratteristica di snervamento dell'acciaio.

APPALTATORE: TELESE S.c.a r.l. Consorzio Telese Società Consortile a Responsabilità Limitata		ITINERARIO NAPOLI – BARI RADDOPPIO TRATTA CANCELLO-BENEVENTO II LOTTO FUNZIONALE FRASSO TELESINO – VITULANO 2° SUBLOTTO TELESE – SAN LORENZO PROGETTO ESECUTIVO					
PROGETTAZIONE: Mandatario: SYSTRA S.A. Mandante: SWS Engineering S.p.A. SYSTRA-SOTECNI S.p.A.							
PONTI E VIADOTTI – VI13 "Struttura ad archi": Relazione di calcolo		COMMESSA IF2R	LOTTO 2.2.E.ZZ	CODIFICA CL	DOCUMENTO VI.13.0.0.001	REV. B	FOGLIO 52 di 147

8.2. VERIFICA AGLI STATI LIMITE ULTIMI

8.2.1. Sollecitazioni flettenti

La verifica di resistenza (SLU) è stata condotta attraverso il calcolo dei domini di interazione N-M, ovvero il luogo dei punti rappresentativi di sollecitazioni che portano in crisi la sezione di verifica secondo i criteri di resistenza da normativa.

Nel calcolo dei domini sono state mantenute le consuete ipotesi, tra cui:

- conservazione delle sezioni piane;
- legame costitutivo del calcestruzzo parabolo-rettangolo non reagente a trazione, con plateaux ad una deformazione pari a 0.002 e a rottura pari a 0.0035 ($\sigma_{max} = 0.85 \times 0.83 \times R_{ck} / 1.5$);
- legame costitutivo dell'armatura d'acciaio elastico-perfettamente plastico con deformazione limite di rottura a 0.01 ($\sigma_{max} = f_{yk} / 1.15$)

8.2.2. Sollecitazioni taglianti

La resistenza a taglio V_{Rd} di elementi sprovvisti di specifica armatura è stata calcolata sulla base della resistenza a trazione del calcestruzzo.

Con riferimento all'elemento fessurato da momento flettente, la resistenza al taglio si valuta con:

$$V_{Rd} = \left\{ 0,18 \cdot k \cdot (100 \cdot \rho_1 \cdot f_{ck})^{1/3} / \gamma_c + 0,15 \cdot \sigma_{cp} \right\} \cdot b_w \cdot d \geq (v_{min} + 0,15 \cdot \sigma_{cp}) \cdot b_w \cdot d$$

con:

$$k = 1 + (200/d)^{1/2} \leq 2$$

$$v_{min} = 0,035k^{3/2} f_{ck}^{1/2}$$

e dove:

d è l'altezza utile della sezione (in mm);

$\rho_1 = A_{sl} / (b_w \cdot d)$ è il rapporto geometrico di armatura longitudinale ($\leq 0,02$);

$\sigma_{cp} = N_{Ed} / A_c$ è la tensione media di compressione nella sezione ($\leq 0,2 f_{cd}$);

b_w è la larghezza minima della sezione (in mm).

La resistenza a taglio V_{Rd} di elementi strutturali dotati di specifica armatura a taglio deve essere valutata sulla base di una adeguata schematizzazione a traliccio. Gli elementi resistenti dell'ideale traliccio sono: le armature trasversali,

APPALTATORE: TELESE S.c.a r.l. Consorzio Telese Società Consortile a Responsabilità Limitata	ITINERARIO NAPOLI – BARI RADDOPPIO TRATTA CANCELLO-BENEVENTO II LOTTO FUNZIONALE FRASSO TELESINO – VITULANO 2° SUBLOTTO TELESE – SAN LORENZO PROGETTO ESECUTIVO					
PROGETTAZIONE: Mandatario: SYSTRA S.A. Mandante: SWS Engineering S.p.A. SYSTRA-SOTECNI S.p.A.						
PONTI E VIADOTTI – VI13 "Struttura ad archi": Relazione di calcolo	COMMESSA IF2R	LOTTO 2.2.E.ZZ	CODIFICA CL	DOCUMENTO VI.13.0.0.001	REV. B	FOGLIO 53 di 147

le armature longitudinali, il corrente compresso di calcestruzzo e i puntoni d'anima inclinati. L'inclinazione θ dei puntoni di calcestruzzo rispetto all'asse della trave deve rispettare i limiti seguenti:

$$1 \leq \operatorname{ctg} \theta \leq 2.5$$

La verifica di resistenza (SLU) si pone con:

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

dove V_{Ed} è il valore di calcolo dello sforzo di taglio agente.

Con riferimento all'armatura trasversale, la resistenza di calcolo a "taglio trazione" è stata calcolata con:

$$V_{Rsd} = 0,9 \cdot d \cdot \frac{A_{sw}}{s} \cdot f_{yd} \cdot (\operatorname{ctg} \alpha + \operatorname{ctg} \theta) \cdot \sin \alpha$$

Con riferimento al calcestruzzo d'anima, la resistenza di calcolo a "taglio compressione" è stata calcolata con:

$$V_{Rcd} = 0,9 \cdot d \cdot b_w \cdot \alpha_c \cdot f'_{cd} \cdot (\operatorname{ctg} \alpha + \operatorname{ctg} \theta) / (1 + \operatorname{ctg}^2 \theta)$$

La resistenza al taglio della trave è la minore delle due sopra definite:

$$V_{Rd} = \min (V_{Rsd}, V_{Rcd})$$

In cui:

d è l'altezza utile della sezione;

b_w è la larghezza minima della sezione;

σ_{cp} è la tensione media di compressione della sezione;

A_{sw} è l'area dell'armatura trasversale;

S è interasse tra due armature trasversali consecutive;

θ è l'angolo di inclinazione dell'armatura trasversale rispetto all'asse della trave;

f'_{cd} è la resistenza a compressione ridotta del calcestruzzo d'anima ($f'_{cd}=0.5f_{cd}$);

α è un coefficiente maggiorativo, pari ad 1 per membrature non compresse.

APPALTATORE: TELESE S.c.a r.l. Consorzio Telese Società Consortile a Responsabilità Limitata	ITINERARIO NAPOLI – BARI RADDOPPIO TRATTA CANCELLO-BENEVENTO II LOTTO FUNZIONALE FRASSO TELESINO – VITULANO 2° SUBLOTTO TELESE – SAN LORENZO PROGETTO ESECUTIVO					
PROGETTAZIONE: Mandatario: SYSTRA S.A. Mandante: SWS Engineering S.p.A. SYSTRA-SOTECNI S.p.A.						
PONTI E VIADOTTI – VI13 "Struttura ad archi": Relazione di calcolo	COMMESSA IF2R	LOTTO 2.2.E.ZZ	CODIFICA CL	DOCUMENTO VI.13.0.0.001	REV. B	FOGLIO 54 di 147

9. ANALISI DEI RISULTATI

Nei paragrafi seguenti si riportano i risultati delle analisi condotte per il modello implementato, con le indicazioni dei valori massimi delle sollecitazioni flettenti e taglianti. I valori riportati sono relativi all'analisi al metro lineare.

Le sollecitazioni considerate in verifica sono state ottenute a partire dall'involuppo delle sollecitazioni di progetto per le combinazioni SLU/SLV e SLE.

9.1. Soletta superiore

Plate Moment:XX (kN.m/m)

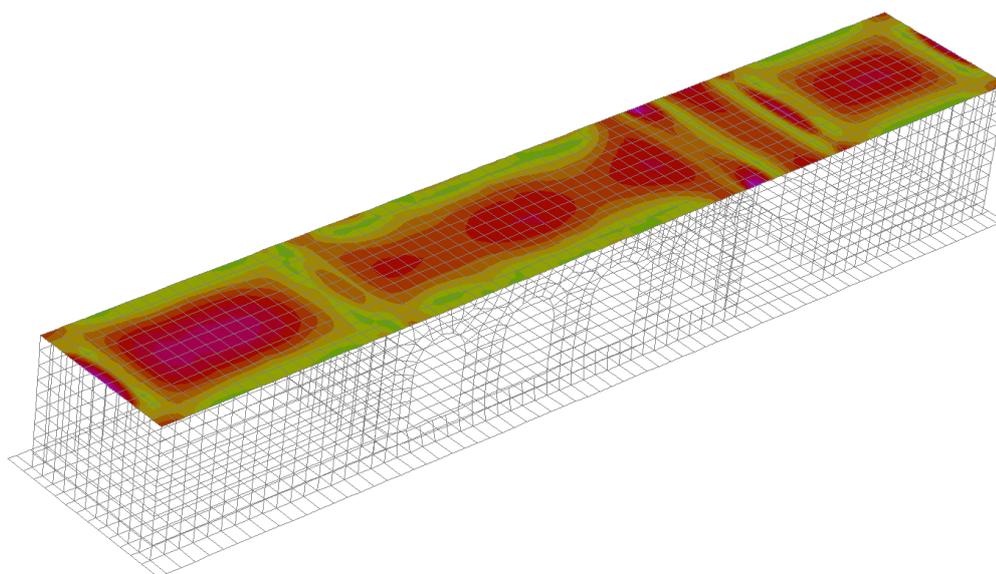
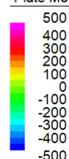


Figura 29 – Momento flettente longitudinale M_{xx} – Involuppo SLE

APPALTATORE: TELESE S.c.a r.l. Consorzio Telese Società Consortile a Responsabilità Limitata		ITINERARIO NAPOLI – BARI RADDOPPIO TRATTA CANCELLO-BENEVENTO II LOTTO FUNZIONALE FRASSO TELESINO – VITULANO 2° SUBLOTTO TELESE – SAN LORENZO PROGETTO ESECUTIVO					
PROGETTAZIONE: Mandataria: SYSTRA S.A. Mandante: SWS Engineering S.p.A. SYSTRA-SOTECNI S.p.A.		COMMESSA IF2R	LOTTO 2.2.E.ZZ	CODIFICA CL	DOCUMENTO VI.13.0.0.001	REV. B	FOGLIO 55 di 147
PONTI E VIADOTTI – VI13 "Struttura ad archi": Relazione di calcolo							

Plate Moment:XX (kN.m/m)

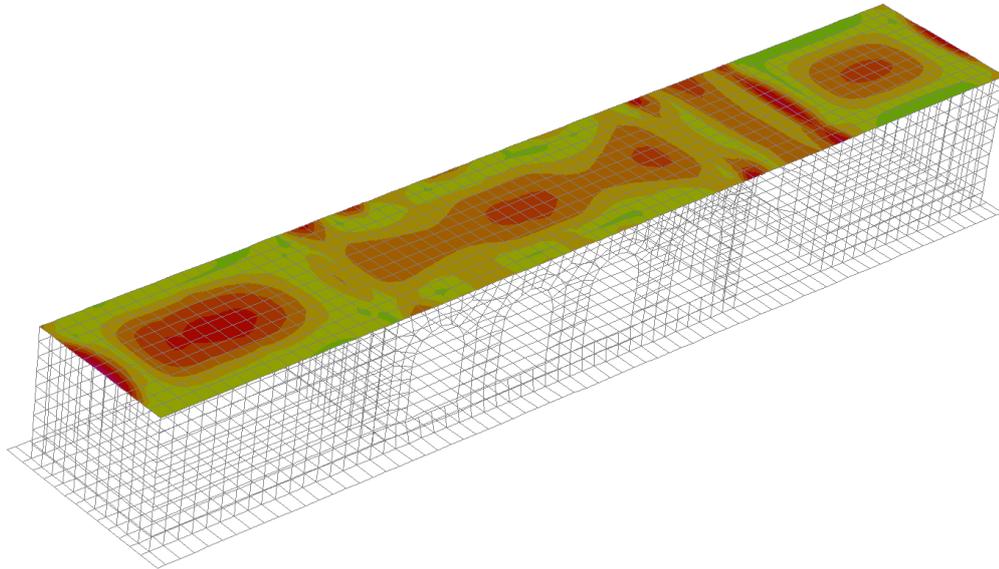
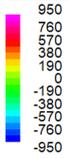


Figura 30 – Momento flettente longitudinale M_{xx} – Involuppo SLU/SLV

Plate Moment:YY (kN.m/m)

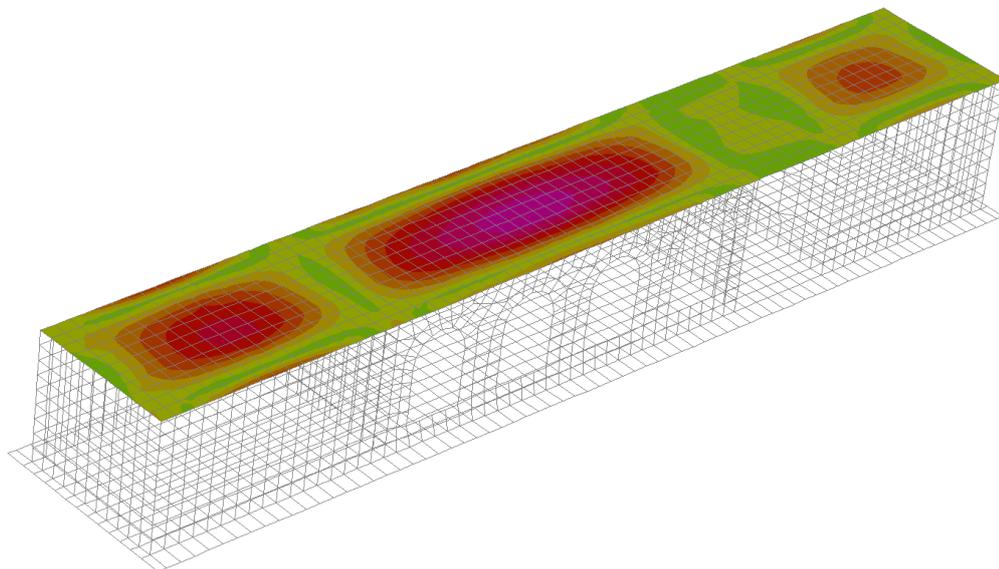
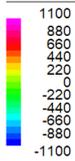


Figura 31 – Momento flettente trasversale M_{yy} – Involuppo SLE

APPALTATORE:		TELESE s.c.a r.l. Consorzio Telese Società Consortile a Responsabilità Limitata					
PROGETTAZIONE:		ITINERARIO NAPOLI – BARI RADDOPPIO TRATTA CANCELLO-BENEVENTO II LOTTO FUNZIONALE FRASSO TELESINO – VITULANO 2° SUBLOTTO TELESE – SAN LORENZO PROGETTO ESECUTIVO					
Mandatario:	Mandante:						
SYSTRA S.A.	SWS Engineering S.p.A.	SYSTRA-SOTECNI S.p.A.					
PONTI E VIADOTTI – VI13 "Struttura ad archi": Relazione di calcolo		COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
		IF2R	2.2.E.ZZ	CL	VI.13.0.0.001	B	56 di 147

Plate Moment:YY (kN.m/m)

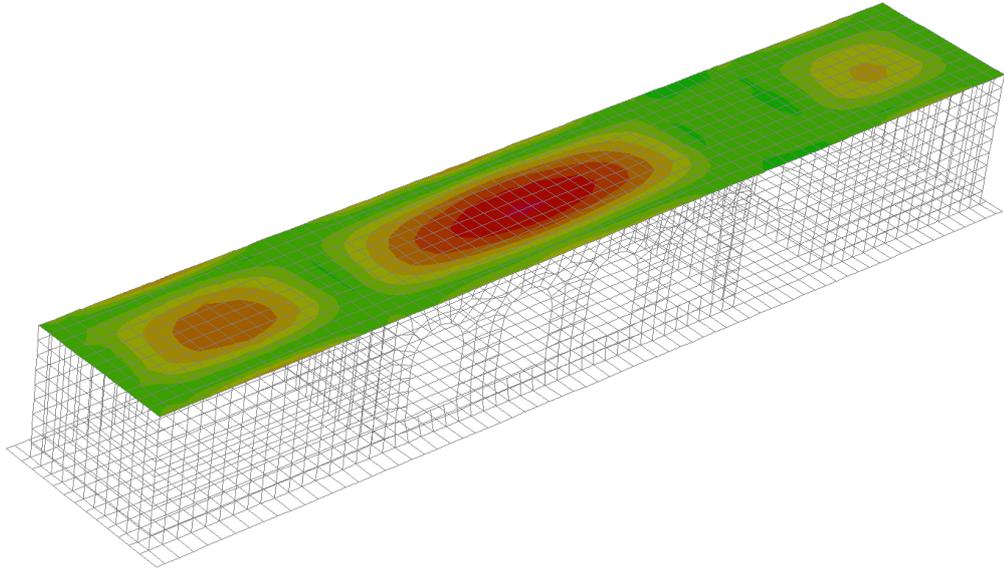
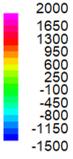


Figura 32 – Momento flettente trasversale M_{yy} – Involuppo SLU/SLV

Plate Force:ZX (kN/m)

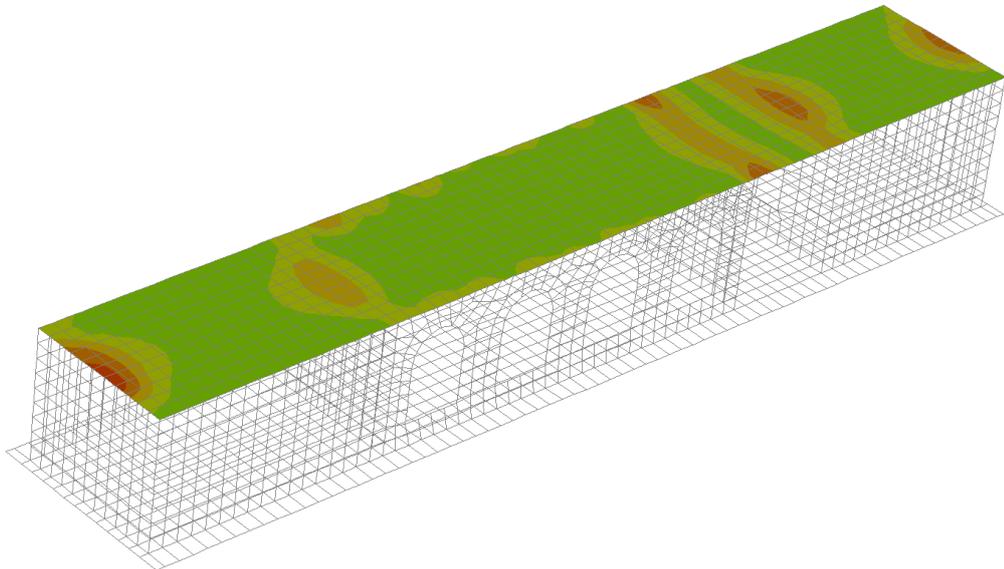
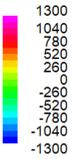


Figura 33 – Sollecitazioni taglianti V_{xz} – Involuppo SLU/SLV

APPALTATORE:		TELESE S.c.a r.l. Consorzio Telese Società Consortile a Responsabilità Limitata		ITINERARIO NAPOLI – BARI RADDOPPIO TRATTA CANCELLO-BENEVENTO II LOTTO FUNZIONALE FRASSO TELESINO – VITULANO 2° SUBLOTTO TELESE – SAN LORENZO PROGETTO ESECUTIVO			
PROGETTAZIONE:		Mandatario: SYSTRA S.A. Mandante: SWS Engineering S.p.A. SYSTRA-SOTECNI S.p.A.					
PONTI E VIADOTTI – VI13 "Struttura ad archi": Relazione di calcolo		COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
		IF2R	2.2.E.ZZ	CL	VI.13.0.0.001	B	57 di 147

Plate Force:YZ (kN/m)

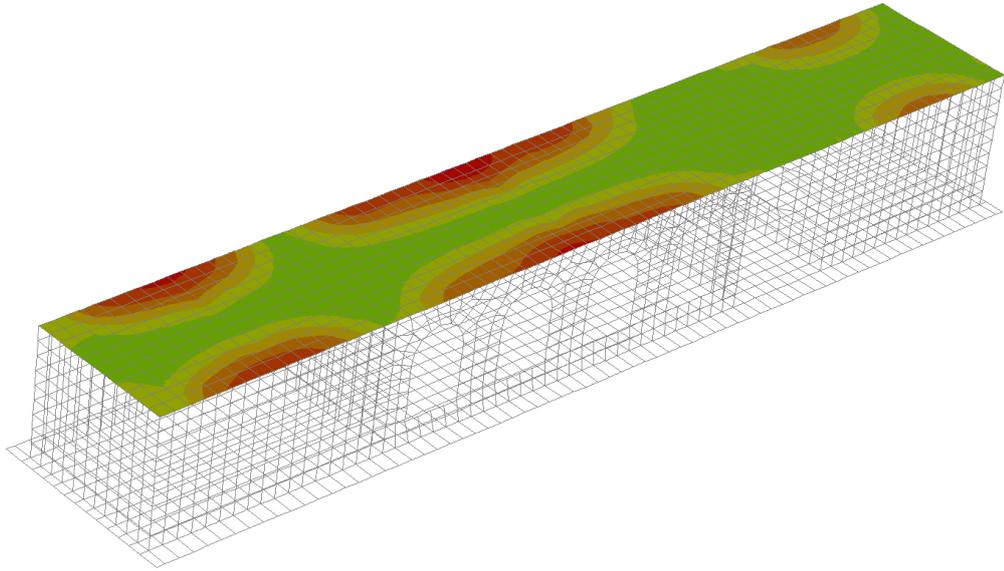
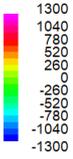


Figura 34 – Sollecitazioni taglianti V_{zy} – Involuppo SLU/SLV

Plate Force:XX (kN/m)

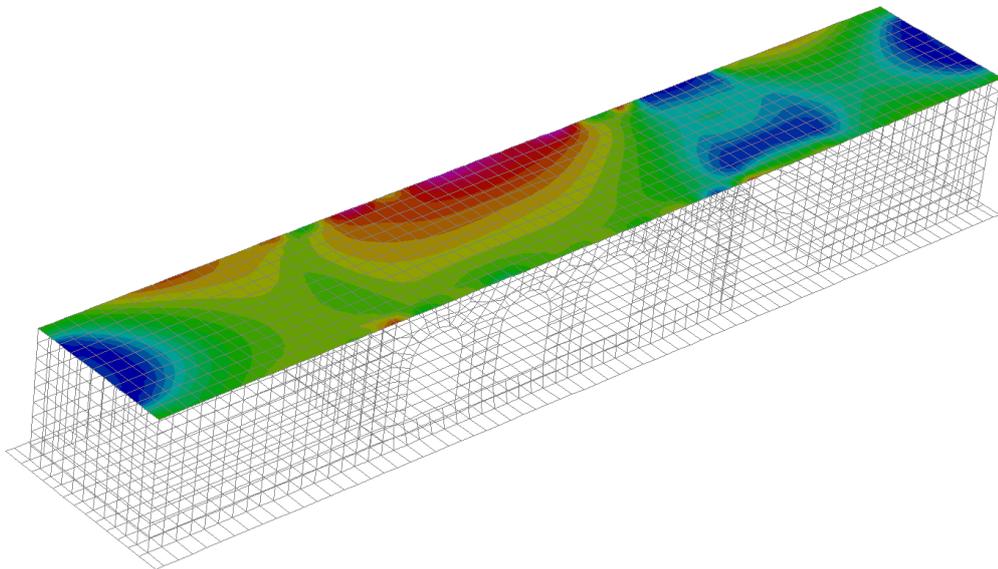
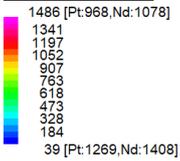


Figura 35 – Sollecitazioni assiale F_{xx} – Involuppo SLE

APPALTATORE: TELESE S.c.a r.l. Consorzio Telese Società Consortile a Responsabilità Limitata		ITINERARIO NAPOLI – BARI RADDOPPIO TRATTA CANCELLO-BENEVENTO II LOTTO FUNZIONALE FRASSO TELESINO – VITULANO 2° SUBLOTTO TELESE – SAN LORENZO PROGETTO ESECUTIVO					
PROGETTAZIONE: Mandataria: SYSTRA S.A. Mandante: SWS Engineering S.p.A. SYSTRA-SOTECNI S.p.A.		COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
PONTI E VIADOTTI – VI13 "Struttura ad archi": Relazione di calcolo		IF2R	2.2.E.ZZ	CL	VI.13.0.0.001	B	58 di 147

Plate Force:XX (kN/m)

7278 [Pt:1352,Nd:1424]

6564
5849
5135
4420
3705
2991
2276
1562
847

133 [Pt:1383,Nd:1517]

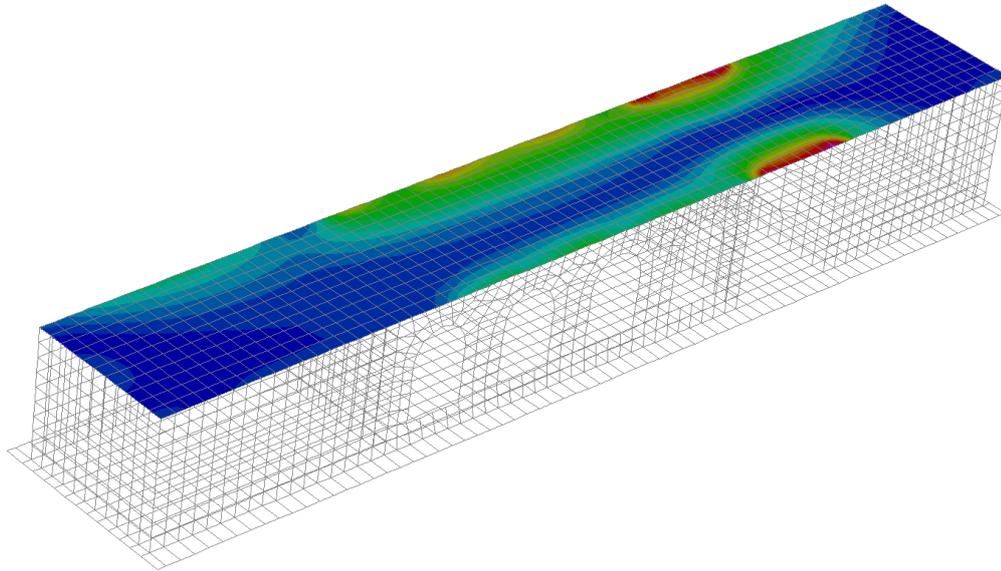


Figura 36 – Sollecitazioni assiale Fxx – Inviluppo SLU/SLV

Plate Force:YY (kN/m)

578 [Pt:1518,Nd:1526]

521
463
406
349
291
234
176
119
62

4 [Pt:1509,Nd:1535]

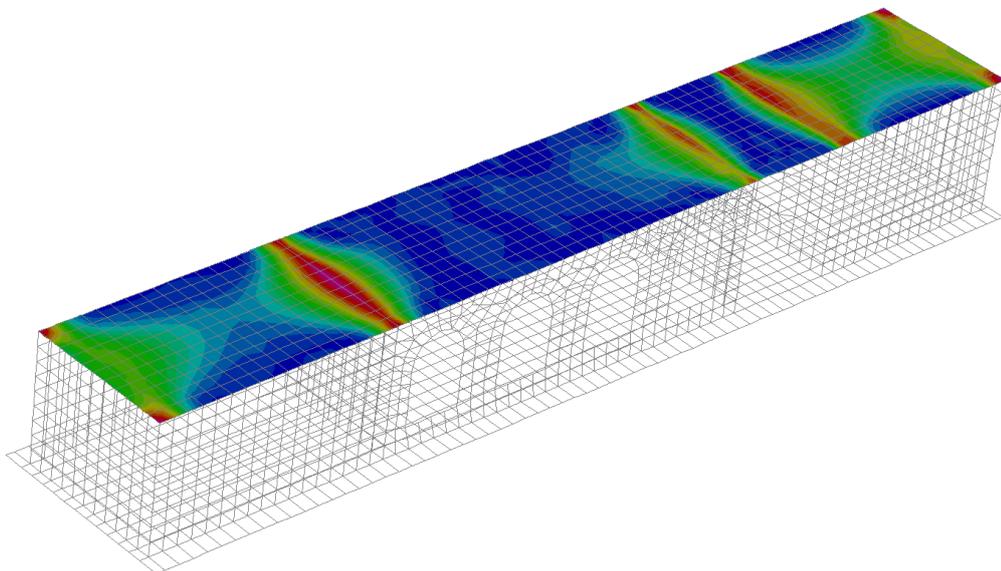


Figura 37 – Sollecitazioni assiale Fyy – Inviluppo SLE

APPALTATORE: TELESE S.c.a r.l. Consorzio Telese Società Consortile a Responsabilità Limitata		ITINERARIO NAPOLI – BARI RADDOPPIO TRATTA CANCELLO-BENEVENTO II LOTTO FUNZIONALE FRASSO TELESINO – VITULANO 2° SUBLOTTO TELESE – SAN LORENZO PROGETTO ESECUTIVO					
PROGETTAZIONE: Mandataria: SYSTRA S.A. Mandante: SWS Engineering S.p.A. SYSTRA-SOTECNI S.p.A.		COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
PONTI E VIADOTTI – VI13 "Struttura ad archi": Relazione di calcolo		IF2R	2.2.E.ZZ	CL	VI.13.0.001	B	59 di 147

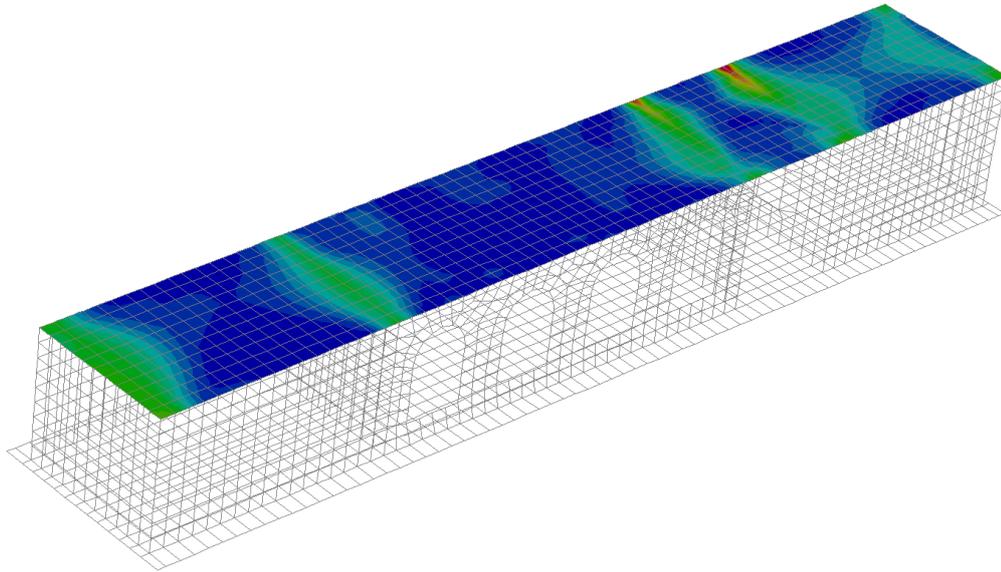
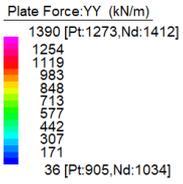


Figura 38 – Sollecitazioni assiale Fyy – Involuppo SLU/SLV

9.2. Setti verticali longitudinali

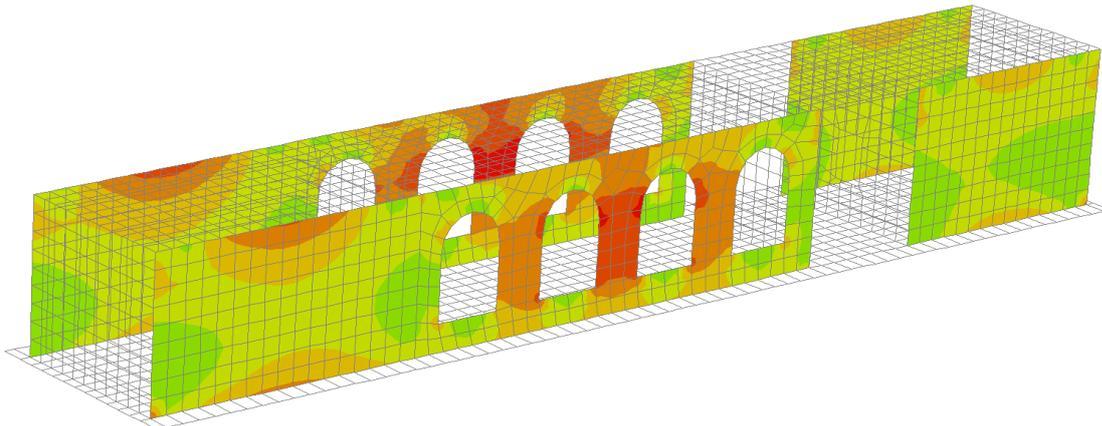
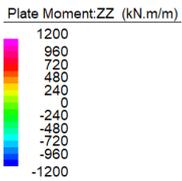


Figura 39 – Momento flettente verticale – Involuppo SLE

APPALTATORE: TELESE S.c.a r.l. Consorzio Telese Società Consortile a Responsabilità Limitata		ITINERARIO NAPOLI – BARI RADDOPPIO TRATTA CANCELLO-BENEVENTO II LOTTO FUNZIONALE FRASSO TELESINO – VITULANO 2° SUBLOTTO TELESE – SAN LORENZO PROGETTO ESECUTIVO					
PROGETTAZIONE: Mandataria: SYSTRA S.A. Mandante: SWS Engineering S.p.A. SYSTRA-SOTECNI S.p.A.		COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
PONTI E VIADOTTI – VI13 "Struttura ad archi": Relazione di calcolo		IF2R	2.2.E.ZZ	CL	VI.13.0.0.001	B	60 di 147

Plate Moment:ZZ (kN.m/m)

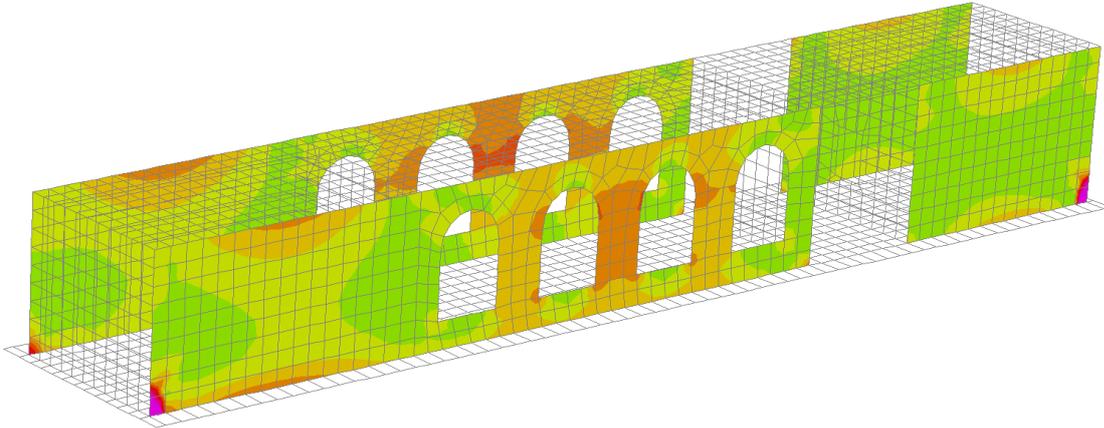
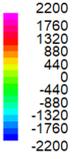


Figura 40 – Momento flettente verticale – Involuppo SLU/SLV

Plate Moment:XX (kN.m/m)

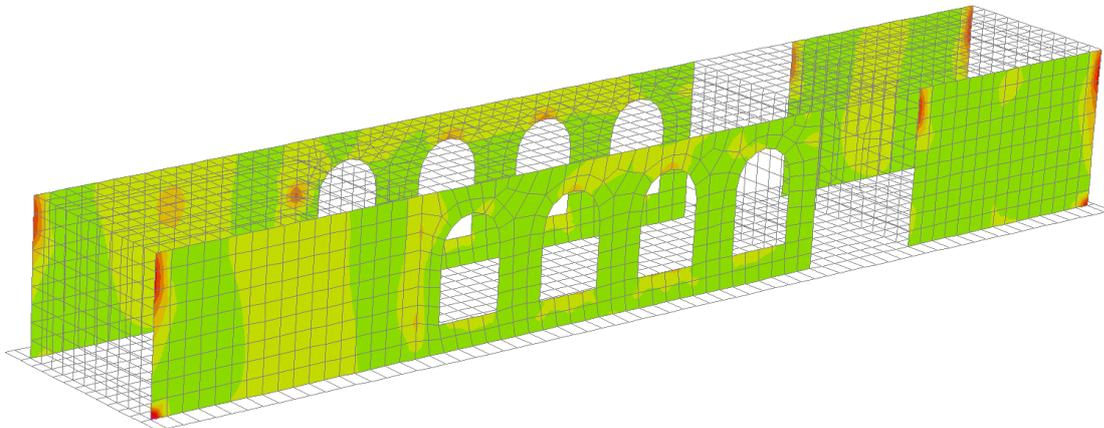
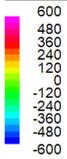


Figura 41 – Momento flettente orizzontale – Involuppo SLE

APPALTATORE: TELESE S.c.a r.l. Consorzio Telese Società Consortile a Responsabilità Limitata		ITINERARIO NAPOLI – BARI RADDOPPIO TRATTA CANCELLO-BENEVENTO II LOTTO FUNZIONALE FRASSO TELESINO – VITULANO 2° SUBLOTTO TELESE – SAN LORENZO PROGETTO ESECUTIVO					
PROGETTAZIONE: Mandataria: SYSTRA S.A. Mandante: SWS Engineering S.p.A. SYSTRA-SOTECNI S.p.A.		COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
PONTI E VIADOTTI – VI13 "Struttura ad archi": Relazione di calcolo		IF2R	2.2.E.ZZ	CL	VI.13.0.0.001	B	61 di 147

Plate Moment:XX (kN.m/m)

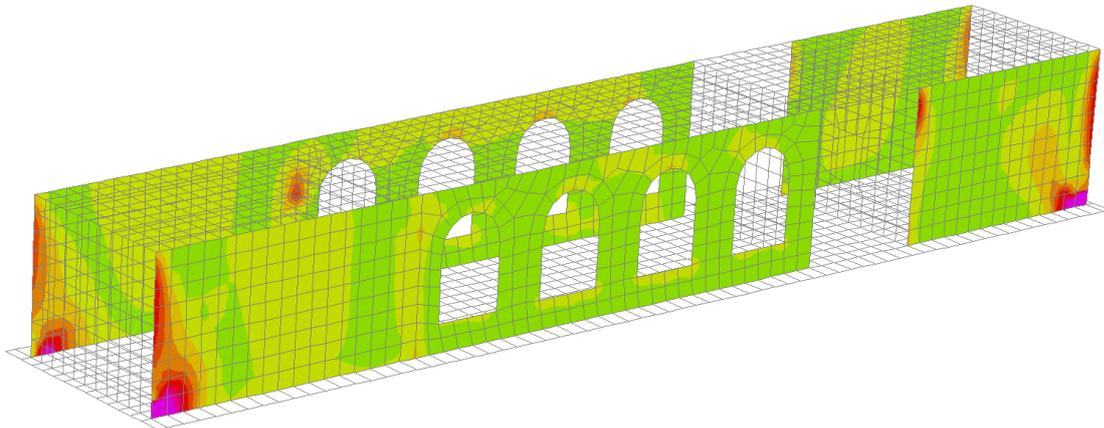
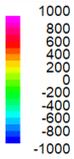


Figura 42 – Momento flettente orizzontale – Involuppo SLU/SLV

Plate Force:XY (kN/m)

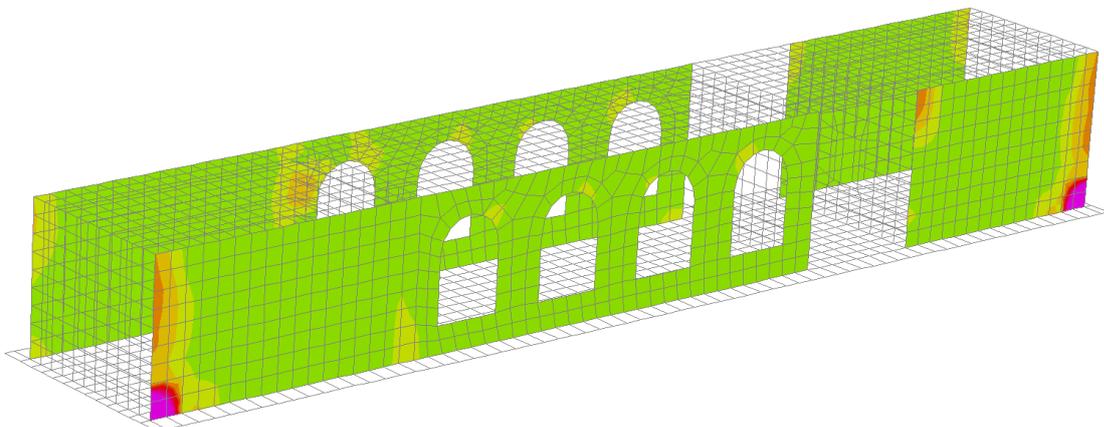
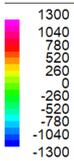


Figura 43 – Sollecitazioni taglienti Vxy – Involuppo SLU/SLV

APPALTATORE: TELESE S.c.a r.l. Consorzio Telese Società Consortile a Responsabilità Limitata	ITINERARIO NAPOLI – BARI RADDOPPIO TRATTA CANCELLO-BENEVENTO II LOTTO FUNZIONALE FRASSO TELESINO – VITULANO 2° SUBLOTTO TELESE – SAN LORENZO PROGETTO ESECUTIVO					
PROGETTAZIONE: Mandatario: SYSTRA S.A. Mandante: SWS Engineering S.p.A. SYSTRA-SOTECNI S.p.A.	COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
PONTI E VIADOTTI – VI13 "Struttura ad archi": Relazione di calcolo	IF2R	2.2.E.ZZ	CL	VI.13.0.0.001	B	62 di 147

Plate Force:YZ (kN/m)

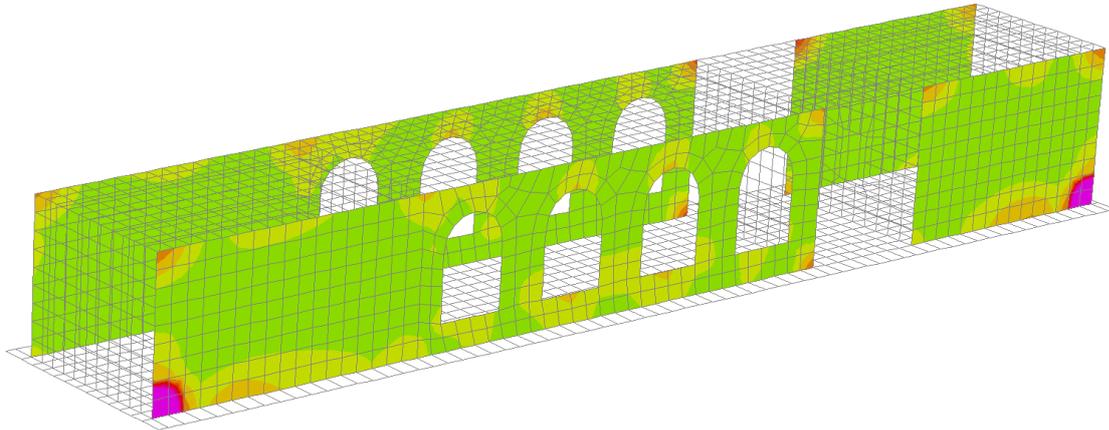
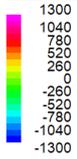


Figura 44 – Sollecitazioni taglianti Vzy – Involuppo SLU/SLV

Plate Force:ZZ (kN/m)

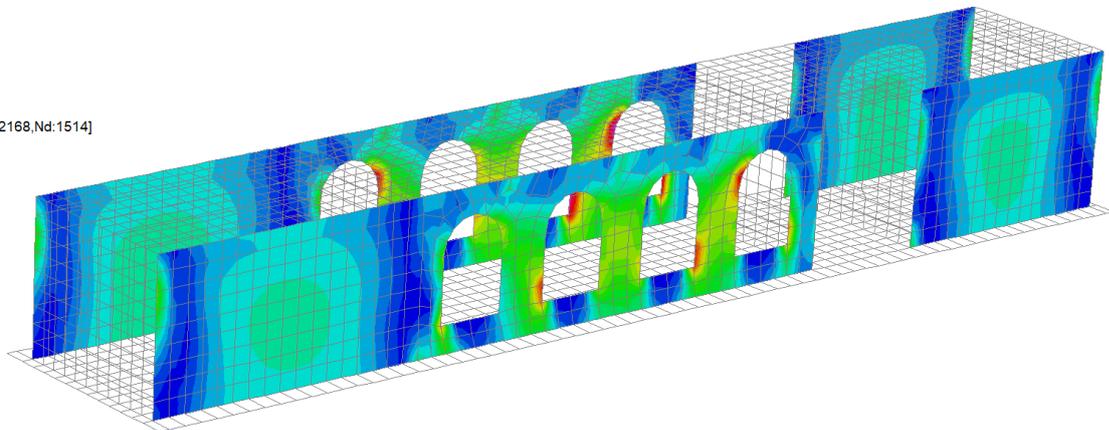
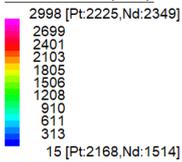


Figura 45 – Sollecitazioni assiale – Involuppo SLE

APPALTATORE: TELESE S.c.a r.l. Consorzio Telese Società Consortile a Responsabilità Limitata		ITINERARIO NAPOLI – BARI RADDOPPIO TRATTA CANCELLO-BENEVENTO II LOTTO FUNZIONALE FRASSO TELESINO – VITULANO 2° SUBLOTTO TELESE – SAN LORENZO PROGETTO ESECUTIVO					
PROGETTAZIONE: Mandataria: SYSTRA S.A. Mandante: SWS Engineering S.p.A. SYSTRA-SOTECNI S.p.A.		COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
PONTI E VIADOTTI – VI13 "Struttura ad archi": Relazione di calcolo		IF2R	2.2.E.ZZ	CL	VI.13.0.0.001	B	63 di 147

Plate Force:ZZ (kN/m)

5686 [Pt:2225,Nd:2349]

5125
4563
4002
3440
2879
2318
1756
1195
634

72 [Pt:2199,Nd:2337]

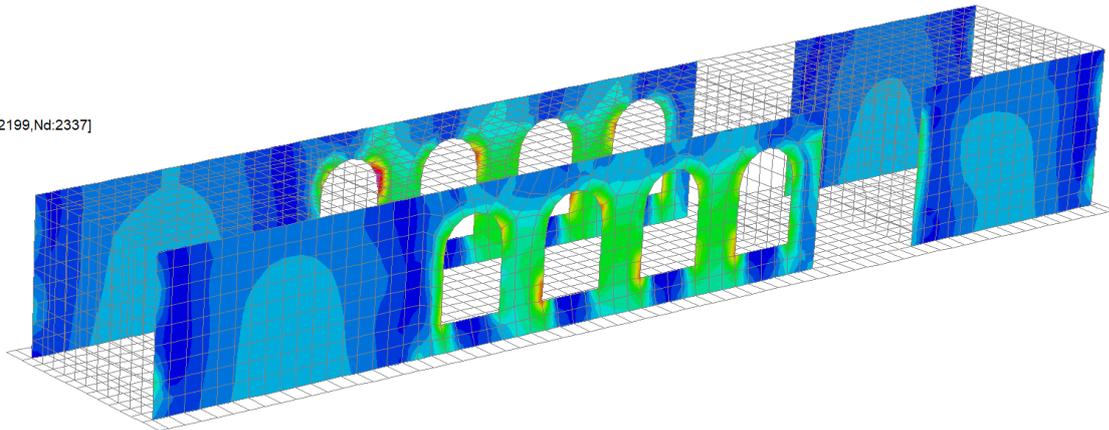


Figura 46 – Sollecitazioni assiale – Involuppo SLU/SLV

9.3. Setti verticali trasversali

Plate Moment:ZZ (kN.m/m)

1200
960
720
480
240
0
-240
-480
-720
-960
-1200

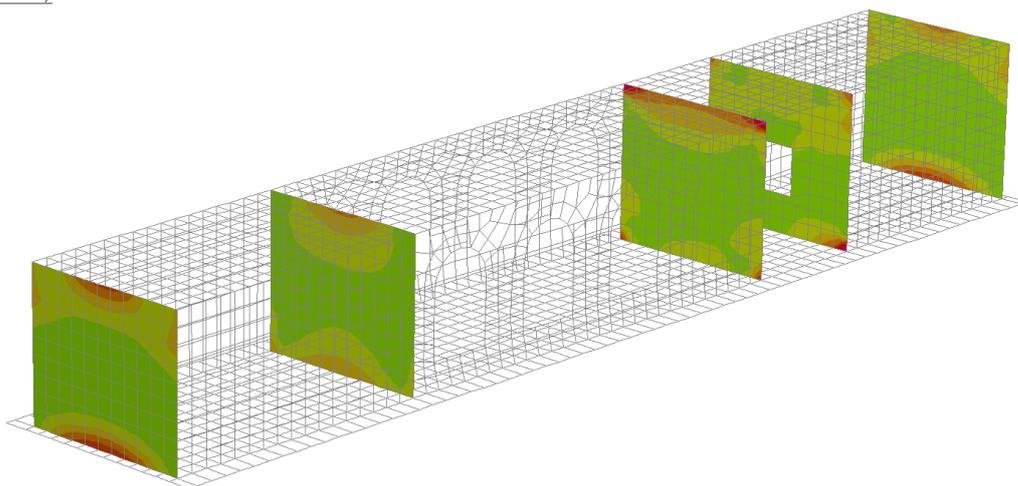


Figura 47 – Momento flettente verticale – Involuppo SLE

APPALTATORE: TELESE S.c.a r.l. Consorzio Telese Società Consortile a Responsabilità Limitata		ITINERARIO NAPOLI – BARI RADDOPPIO TRATTA CANCELLO-BENEVENTO II LOTTO FUNZIONALE FRASSO TELESINO – VITULANO 2° SUBLOTTO TELESE – SAN LORENZO PROGETTO ESECUTIVO					
PROGETTAZIONE: Mandataria: SYSTRA S.A. Mandante: SWS Engineering S.p.A. SYSTRA-SOTECNI S.p.A.		COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
PONTI E VIADOTTI – VI13 "Struttura ad archi": Relazione di calcolo		IF2R	2.2.E.ZZ	CL	VI.13.0.001	B	64 di 147

Plate Moment:ZZ (kN.m/m)

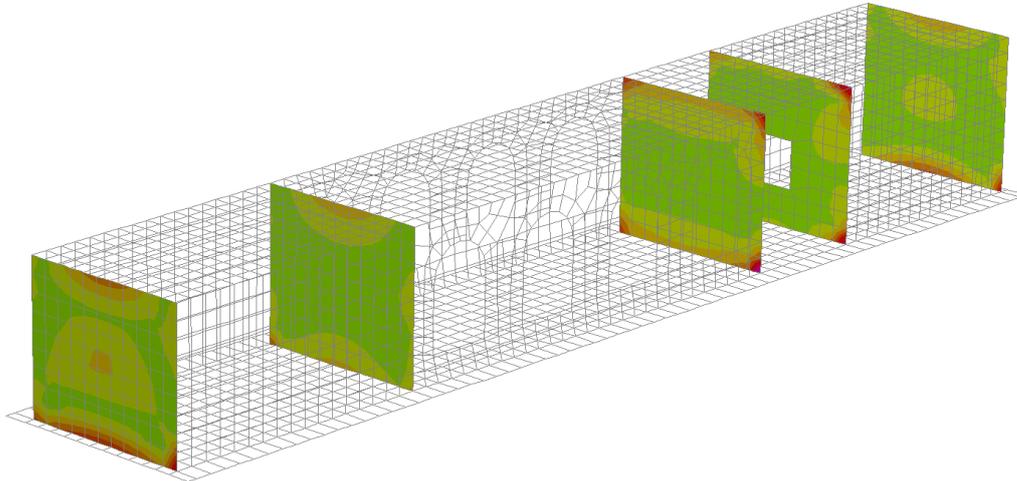
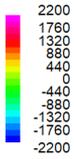


Figura 48 – Momento flettente verticale – Involuppo SLU/SLV

Plate Moment:YY (kN.m/m)

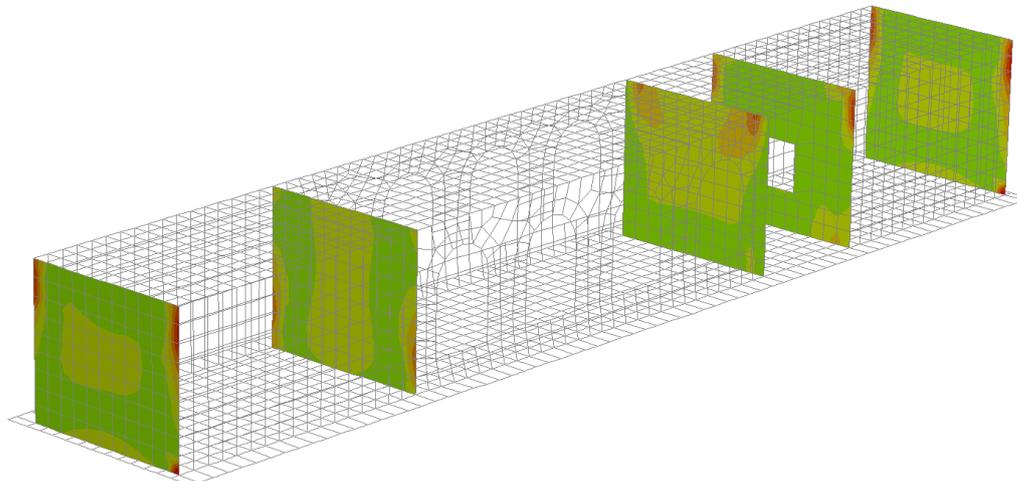
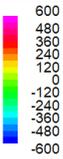


Figura 49 – Momento flettente orizzontale – Involuppo SLE

APPALTATORE: TELESE S.c.a r.l. Consorzio Telese Società Consortile a Responsabilità Limitata		ITINERARIO NAPOLI – BARI RADDOPPIO TRATTA CANCELLO-BENEVENTO II LOTTO FUNZIONALE FRASSO TELESINO – VITULANO 2° SUBLOTTO TELESE – SAN LORENZO PROGETTO ESECUTIVO					
PROGETTAZIONE: Mandataria: SYSTRA S.A. Mandante: SWS Engineering S.p.A. SYSTRA-SOTECNI S.p.A.		COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
PONTI E VIADOTTI – VI13 "Struttura ad archi": Relazione di calcolo		IF2R	2.2.E.ZZ	CL	VI.13.0.0.001	B	65 di 147

Plate Moment:YY (kN.m/m)

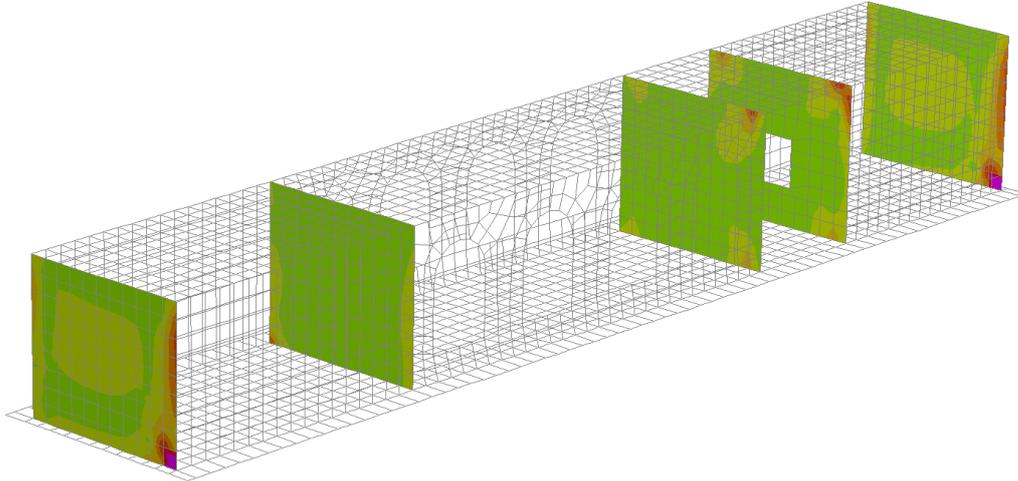
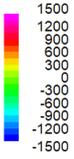


Figura 50 – Momento flettente orizzontale – Involuppo SLU/SLV

Plate Force:XY (kN/m)

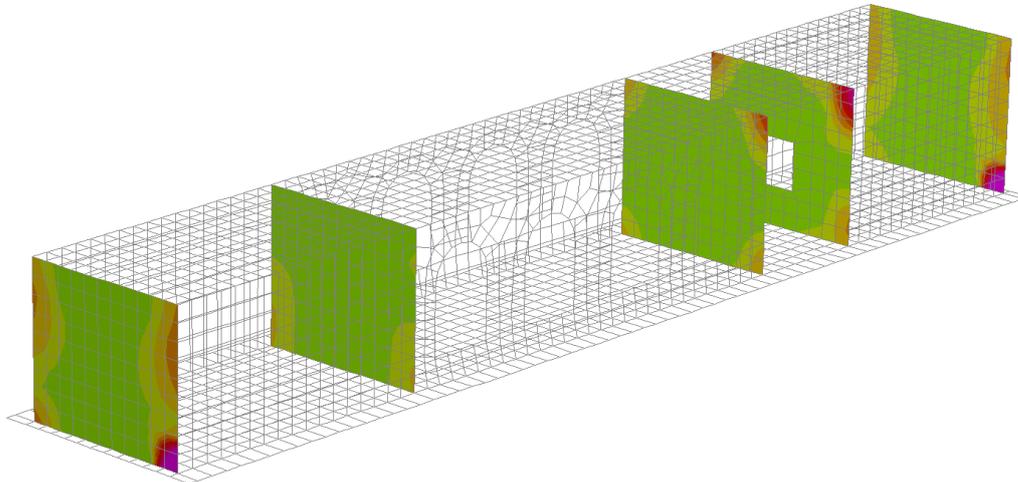
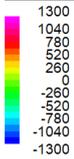


Figura 51 – Sollecitazioni taglianti Vxy – Involuppo SLU/SLV

APPALTATORE: TELESE S.c.a r.l. Consorzio Telese Società Consortile a Responsabilità Limitata		ITINERARIO NAPOLI – BARI RADDOPPIO TRATTA CANCELLO-BENEVENTO II LOTTO FUNZIONALE FRASSO TELESINO – VITULANO 2° SUBLOTTO TELESE – SAN LORENZO PROGETTO ESECUTIVO					
PROGETTAZIONE: Mandataria: SYSTRA S.A. Mandante: SWS Engineering S.p.A. SYSTRA-SOTECNI S.p.A.		COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
PONTI E VIADOTTI – VI13 "Struttura ad archi": Relazione di calcolo		IF2R	2.2.E.ZZ	CL	VI.13.0.0.001	B	66 di 147

Plate Force:ZX (kN/m)

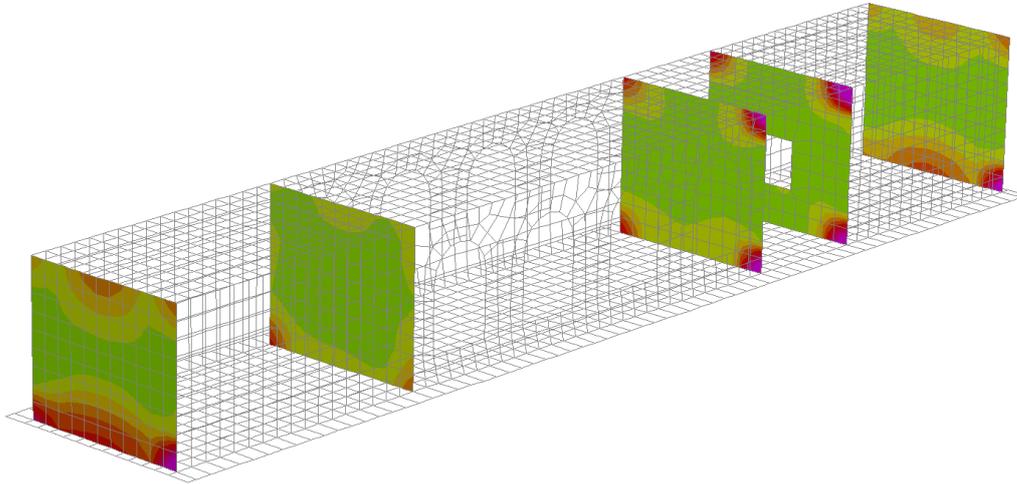
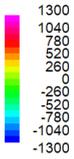


Figura 52 – Sollecitazioni taglienti V_{zx} – Involuppo SLU/SLV

Plate Force:ZZ (kN/m)

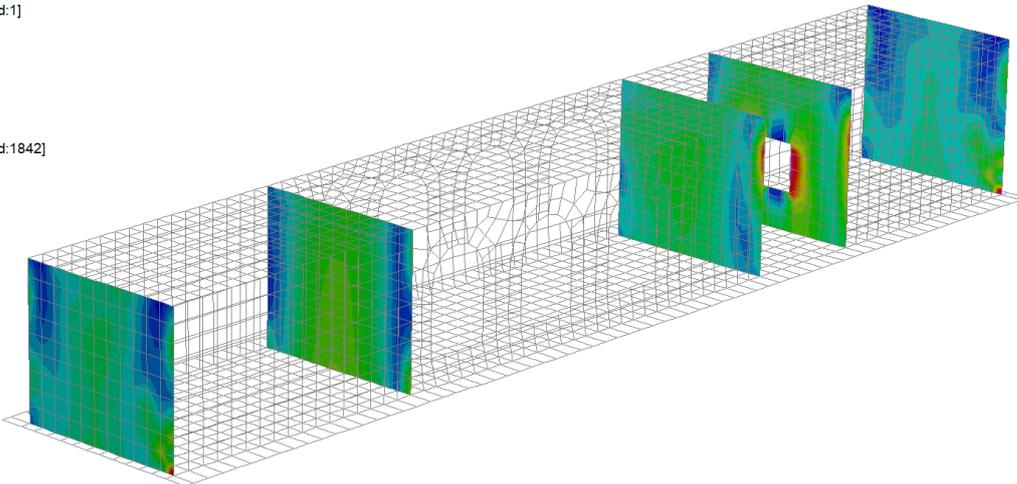
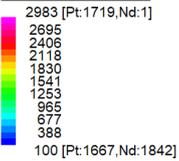


Figura 53 – Sollecitazioni assiale – Involuppo SLE

APPALTATORE: TELESE S.c.a r.l. Consorzio Telese Società Consortile a Responsabilità Limitata		ITINERARIO NAPOLI – BARI RADDOPPIO TRATTA CANCELLO-BENEVENTO II LOTTO FUNZIONALE FRASSO TELESINO – VITULANO 2° SUBLOTTO TELESE – SAN LORENZO PROGETTO ESECUTIVO					
PROGETTAZIONE: Mandataria: SYSTRA S.A. Mandante: SWS Engineering S.p.A. SYSTRA-SOTECNI S.p.A.		COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
PONTI E VIADOTTI – VI13 "Struttura ad archi": Relazione di calcolo		IF2R	2.2.E.ZZ	CL	VI.13.0.0.001	B	67 di 147

Plate Force:ZZ (kN/m)

2400 [Pt:1676,Nd:1850]

2161
1923
1685
1446
1208
969
731
492
254

16 [Pt:1528,Nd:1525]

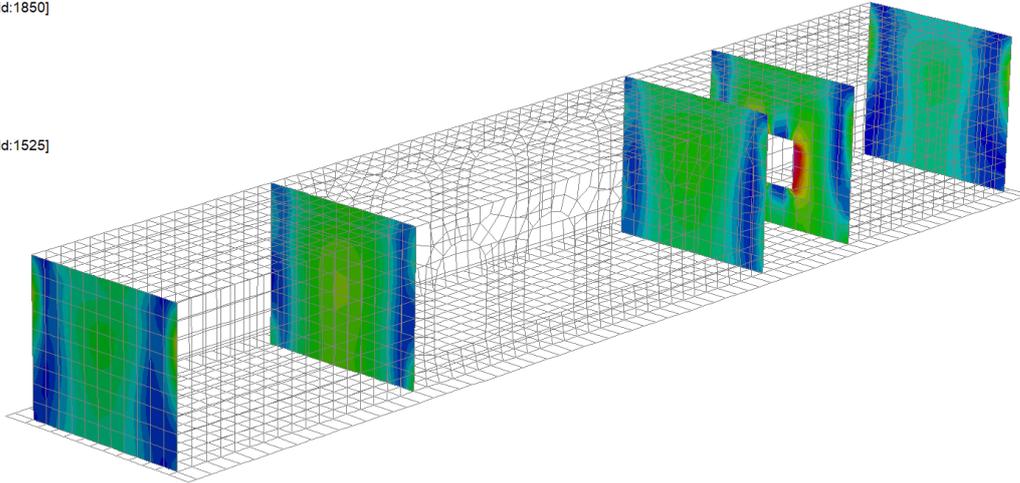


Figura 54 – Sollecitazioni assiale – Involuppo SLU/SLV

9.4. Fondazione

Plate Moment:XX (kN.m/m)

1200
960
720
480
240
0
-240
-480
-720
-960
-1200

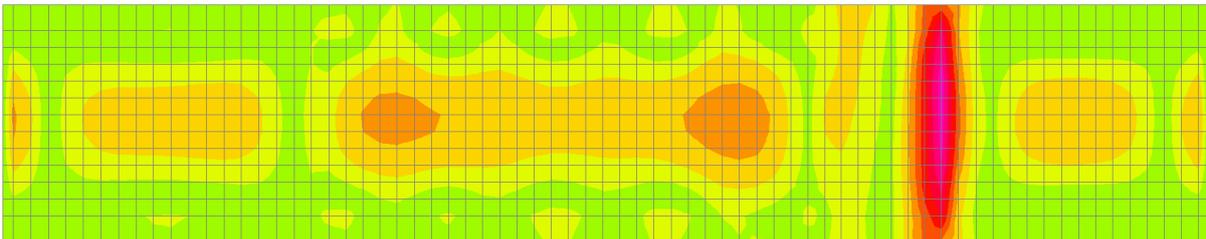


Figura 55 – Momento flettente longitudinale Mxx – Involuppo SLE

APPALTATORE: TELESE S.c.a r.l. Consorzio Telese Società Consortile a Responsabilità Limitata	ITINERARIO NAPOLI – BARI RADDOPPIO TRATTA CANCELLO-BENEVENTO II LOTTO FUNZIONALE FRASSO TELESINO – VITULANO 2° SUBLOTTO TELESE – SAN LORENZO PROGETTO ESECUTIVO					
PROGETTAZIONE: Mandataria: SYSTRA S.A. Mandante: SWS Engineering S.p.A. SYSTRA-SOTECNI S.p.A.	COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
PONTI E VIADOTTI – VI13 "Struttura ad archi": Relazione di calcolo	IF2R	2.2.E.ZZ	CL	VI.13.0.0.001	B	68 di 147

Plate Moment:XX (kN.m/m)

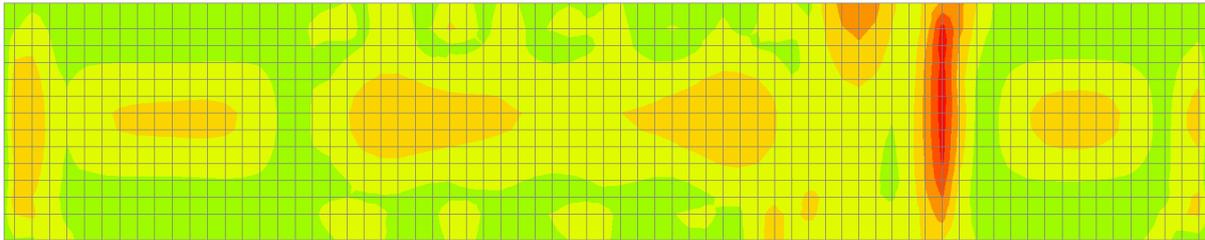
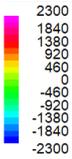


Figura 56 – Momento flettente longitudinale M_{xx} – Involuppo SLU/SLV

Plate Moment:YY (kN.m/m)

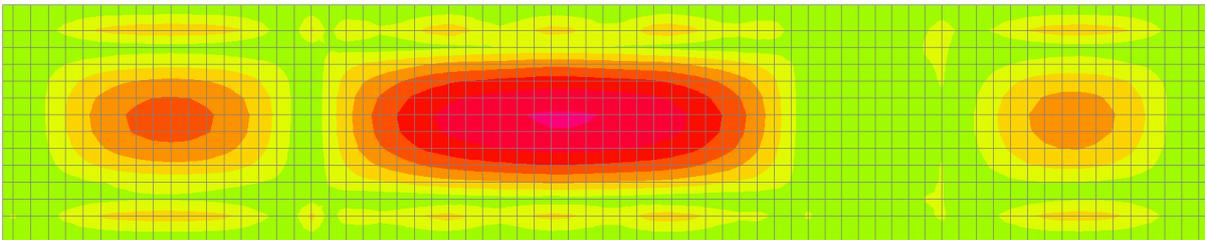
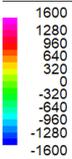


Figura 57 – Momento flettente trasversale M_{yy} – Involuppo SLE

APPALTATORE: TELESE S.c.a r.l. Consorzio Telese Società Consortile a Responsabilità Limitata	ITINERARIO NAPOLI – BARI RADDOPPIO TRATTA CANCELLO-BENEVENTO II LOTTO FUNZIONALE FRASSO TELESINO – VITULANO 2° SUBLOTTO TELESE – SAN LORENZO PROGETTO ESECUTIVO					
PROGETTAZIONE: Mandatario: SYSTRA S.A. Mandante: SWS Engineering S.p.A. SYSTRA-SOTECNI S.p.A.	COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
PONTI E VIADOTTI – VI13 "Struttura ad archi": Relazione di calcolo	IF2R	2.2.E.ZZ	CL	VI.13.0.0.001	B	69 di 147

Plate Moment:YY (kN.m/m)

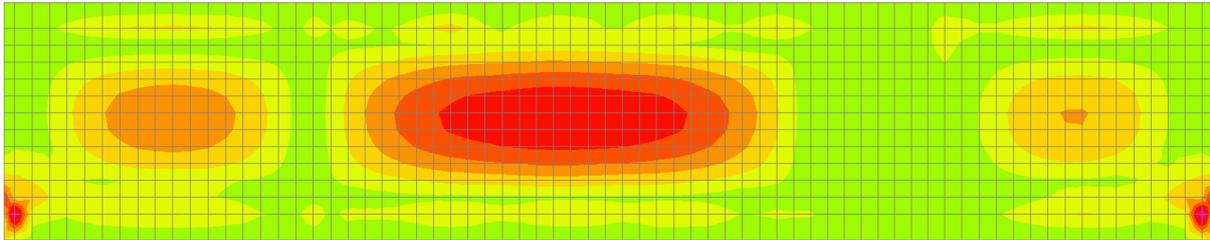
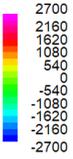


Figura 58 – Momento flettente trasversale Myy – Involuppo SLU/SLV

Plate Force:ZX (kN/m)

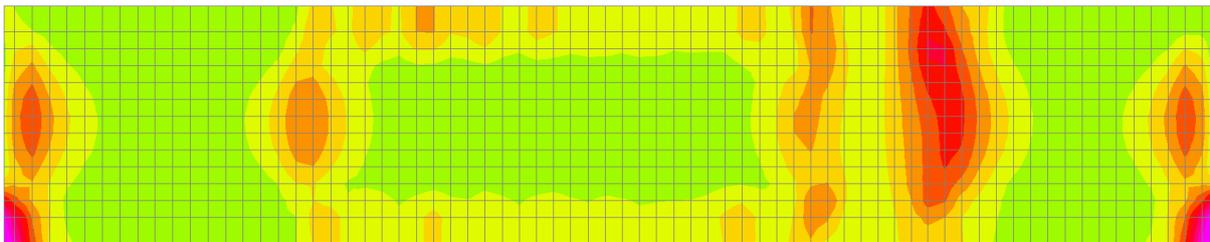
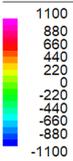


Figura 59 – Sollecitazioni taglienti Vxz – Involuppo SLU/SLV

APPALTATORE: TELESE S.c.a r.l. Consorzio Telese Società Consortile a Responsabilità Limitata	ITINERARIO NAPOLI – BARI RADDOPPIO TRATTA CANCELLO-BENEVENTO II LOTTO FUNZIONALE FRASSO TELESINO – VITULANO 2° SUBLOTTO TELESE – SAN LORENZO PROGETTO ESECUTIVO					
PROGETTAZIONE: Mandatario: SYSTRA S.A. Mandante: SWS Engineering S.p.A. SYSTRA-SOTECNI S.p.A.	COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
PONTI E VIADOTTI – VI13 "Struttura ad archi": Relazione di calcolo	IF2R	2.2.E.ZZ	CL	VI.13.0.0.001	B	70 di 147

Plate Force:YZ (kN/m)

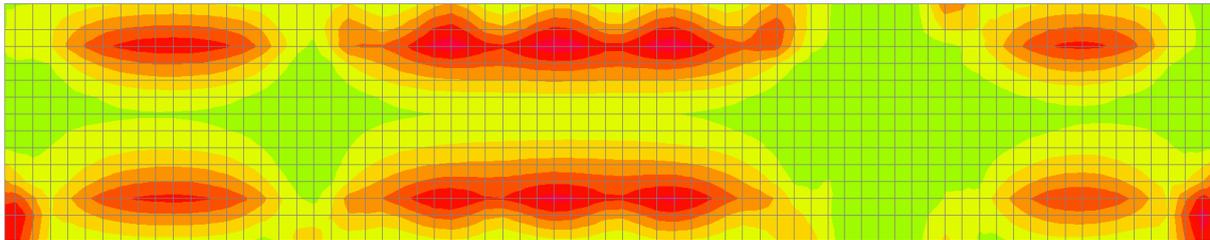
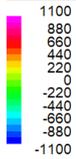


Figura 60 – Sollecitazioni taglienti Vzy – Involuppo SLU/SLV

APPALTATORE:	TELESE S.c.a r.l. Consorzio Telese Società Consortile a Responsabilità Limitata	ITINERARIO NAPOLI – BARI RADDOPPIO TRATTA CANCELLO-BENEVENTO II LOTTO FUNZIONALE FRASSO TELESINO – VITULANO 2° SUBLOTTO TELESE – SAN LORENZO PROGETTO ESECUTIVO				
PROGETTAZIONE:	Mandatario: SYSTRA S.A. Mandante: SWS Engineering S.p.A. SYSTRA-SOTECNI S.p.A.					
PONTI E VIADOTTI – VI13 "Struttura ad archi": Relazione di calcolo	COMMESSA IF2R	LOTTO 2.2.E.ZZ	CODIFICA CL	DOCUMENTO VI.13.0.0.001	REV. B	FOGLIO 71 di 147

10. VERIFICHE STRUTTURALI

Di seguito si riportano per ciascuna delle sezioni oggetto di verifica le seguenti verifiche:

- le verifiche strutturali allo SLU a flessione;
- le verifiche strutturali allo SLU a taglio;
- le verifiche strutturali allo SLE tensionale;
- le verifiche strutturali allo SLE di fessurazione.

Dopo aver dimensionato tutti gli elementi strutturali, definendo quindi sia le armature longitudinali che trasversali, sono state effettuate anche verifiche riguardo i limiti minimi da predisporre, rispettando le indicazioni riportate di seguito:

Armatura minima longitudinale

$$Q_{\min} = 0,60 \% \quad (\text{rif. §2.2.6 [3]})$$

Armatura minima trasversale

Secondo le indicazioni del §7.9.6.2 [1], nelle sezioni piene, le armature di confinamento per la duttilità nelle zone critiche non devono rispettare i limiti di normativa nei seguenti casi:

- se la sollecitazione ridotta risulta $\nu_k \leq 0,08$;
- nel caso di sezioni a pareti sottili purché risulti $\nu_k \leq 0,2$, se è possibile raggiungere una duttilità in curvatura non inferiore a $\mu_c = 12$ senza che la deformazione nel conglomerato superi il valore 0,0035;
- se il fattore di struttura non supera il valore 1,5.

✓

- ✓ In caso contrario è necessario disporre le seguenti quantità minime di armatura a confinamento:

$$\omega_{wd,r} = 0,33 \cdot A_c / A_{cc} \nu_k - 0,07 \geq 0,12 \quad \text{per sezioni rettangolari}$$

$$\omega_{wd,c} = 1,4 \cdot \omega_{wd,r} \quad \text{per sezioni circolari}$$

La percentuale meccanica è definita dalle espressioni:

$$\omega_{wd,r} = A_{sw} / (s \cdot b) \cdot f_{yd} / f_{cd} \quad \text{per sezioni rettangolari}$$

$$\omega_{wd,c} = 4 A_{sp} / (D_{sp} \cdot s) \cdot f_{yd} / f_{cd} \quad \text{per sezioni circolari}$$

Secondo le indicazioni del §2.2.6 [3] invece deve verificarsi:

APPALTATORE: TELESE S.c.a r.l. Consorzio Telese Società Consortile a Responsabilità Limitata	ITINERARIO NAPOLI – BARI RADDOPPIO TRATTA CANCELLO-BENEVENTO II LOTTO FUNZIONALE FRASSO TELESINO – VITULANO 2° SUBLOTTO TELESE – SAN LORENZO PROGETTO ESECUTIVO					
PROGETTAZIONE: Mandatario: SYSTRA S.A. Mandante: SWS Engineering S.p.A. SYSTRA-SOTECNI S.p.A.	COMMESSA IF2R	LOTTO 2.2.E.ZZ	CODIFICA CL	DOCUMENTO VI.13.0.0.001	REV. B	FOGLIO 72 di 147
PONTI E VIADOTTI – VI13 "Struttura ad archi": Relazione di calcolo						

$$A_{sw}/(s \cdot b) \cdot f_{yd}/f_{cd} \geq \zeta \quad \text{per sezioni rettangolari}$$

$$Q_w \cdot f_{yd}/f_{cd} \geq 1,40 \cdot \zeta \quad \text{per sezioni circolari}$$

con:

$Q_w = V_{sc}/V_{cc}$ rapporto tra il volume complessivo delle armature di confinamento V_{sc} e volume di calcestruzzo confinato V_{cc} ;

$$\zeta = 0,07 \quad \text{per } a_g \geq 0,35 \text{ g;}$$

$$\zeta = 0,05 \quad \text{per } a_g \geq 0,25 \text{ g;}$$

$$\zeta = 0,04 \quad \text{per } a_g \geq 0,15 \text{ g;}$$

$$\zeta = 0,03 \quad \text{per } a_g < 0,15 \text{ g.}$$

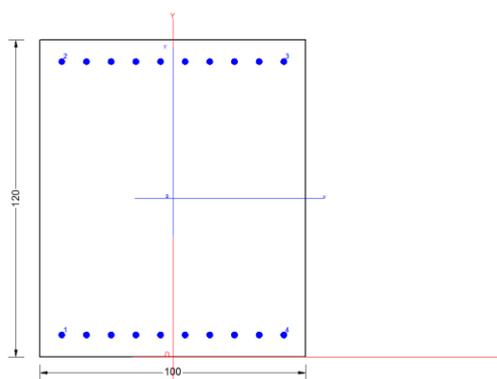
10.1. Setti verticali longitudinali

Si riassume di seguito l'armatura adottata.

SETTI VERTICALI LONG.		
Armatura verticale	Armatura orizzontale	Armatura taglio
Arm. tesa	Arm. tesa	Ø12/20x40
10Ø26	10Ø20	
Arm. Compressa	Arm. Compressa	
10Ø26	10Ø20	

La sezione risulta verificata con l'armatura prevista.

10.1.1. *Momento verticale*



APPALTATORE:	TELESE S.c.a r.l. Consorzio Telese Società Consortile a Responsabilità Limitata	ITINERARIO NAPOLI – BARI RADDOPPIO TRATTA CANCELLO-BENEVENTO II LOTTO FUNZIONALE FRASSO TELESINO – VITULANO 2° SUBLOTTO TELESE – SAN LORENZO PROGETTO ESECUTIVO				
PROGETTAZIONE:	Mandatario: SYSTRA S.A. Mandante: SWS Engineering S.p.A. SYSTRA-SOTECNI S.p.A.					
PONTI E VIADOTTI – VI13 "Struttura ad archi": Relazione di calcolo	COMMESSA IF2R	LOTTO 2.2.E.ZZ	CODIFICA CL	DOCUMENTO VI.13.0.0.001	REV. B	FOGLIO 73 di 147

CALCESTRUZZO -	Classe:	C32/40	
	Resis. compr. di calcolo fcd:	18.810	MPa
	Def.unit. max resistenza ec2:	0.0020	
	Def.unit. ultima ecu:	0.0035	
	Diagramma tensione-deformaz.:	Parabola-Rettangolo	
	Modulo Elastico Normale Ec:	33643.0	MPa
	Resis. media a trazione fctm:	3.100	MPa
	Coeff. Omogen. S.L.E.:	15.00	
	Coeff. Omogen. S.L.E.:	15.00	
	Sc limite S.L.E. comb. Frequenti:	199.20	daN/cm ²
	Ap.Fessure limite S.L.E. comb. Frequenti:	0.200	mm
	Sc limite S.L.E. comb. Q.Permanenti:	0.00	Mpa
	Ap.Fessure limite S.L.E. comb. Q.Permanenti:	0.200	mm
ACCIAIO -	Tipo:	B450C	
	Resist. caratt. snervam. fyk:	450.00	MPa
	Resist. caratt. rottura ftk:	450.00	MPa
	Resist. snerv. di calcolo fyd:	391.30	MPa
	Resist. ultima di calcolo ftd:	391.30	MPa
	Deform. ultima di calcolo Epu:	0.068	
	Modulo Elastico Ef	2000000	daN/cm ²
	Diagramma tensione-deformaz.:	Bilineare finito	
	Coeff. Aderenza istantaneo $\beta_1 \cdot \beta_2$:	1.00	
	Coeff. Aderenza differito $\beta_1 \cdot \beta_2$:	0.50	
	Sf limite S.L.E. Comb. Rare:	360.00	MPa

CARATTERISTICHE DOMINIO CONGLOMERATO

Forma del Dominio: Poligonale
Classe Conglomerato: C32/40

N°vertice:	X [cm]	Y [cm]
1	-50.0	0.0
2	-50.0	120.0
3	50.0	120.0
4	50.0	0.0

DATI BARRE ISOLATE

N°Barra	X [cm]	Y [cm]	DiamØ[mm]
1	-41.7	8.3	26
2	-41.7	111.7	26
3	41.7	111.7	26
4	41.7	8.3	26

DATI GENERAZIONI LINEARI DI BARRE

N°Gen. Numero assegnato alla singola generazione lineare di barre
N°Barra Ini. Numero della barra iniziale cui si riferisce la generazione
N°Barra Fin. Numero della barra finale cui si riferisce la generazione
N°Barre Numero di barre generate equidistanti cui si riferisce la generazione
Ø Diametro in mm delle barre della generazione

N°Gen. N°Barra Ini. N°Barra Fin. N°Barre Ø

APPALTATORE: TELESE S.c.a r.l. Consorzio Telese Società Consortile a Responsabilità Limitata		ITINERARIO NAPOLI – BARI RADDOPPIO TRATTA CANCELLO-BENEVENTO II LOTTO FUNZIONALE FRASSO TELESINO – VITULANO 2° SUBLOTTO TELESE – SAN LORENZO PROGETTO ESECUTIVO					
PROGETTAZIONE: Mandatario: SYSTRA S.A. Mandante: SWS Engineering S.p.A. SYSTRA-SOTECNI S.p.A.							
PONTI E VIADOTTI – VI13 "Struttura ad archi": Relazione di calcolo		COMMESSA IF2R	LOTTO 2.2.E.ZZ	CODIFICA CL	DOCUMENTO VI.13.0.0.001	REV. B	FOGLIO 74 di 147

1	2	3	8	26
2	1	4	8	26

ST.LIM.ULTIMI - SFORZI PER OGNI COMBINAZIONE ASSEGNATA

N	Sforzo normale [kN] applicato nel Baric. (+ se di compressione)				
Mx	Momento flettente [daNm] intorno all'asse x princ. d'inerzia con verso positivo se tale da comprimere il lembo sup. della sez.				
My	Momento flettente [daNm] intorno all'asse y princ. d'inerzia con verso positivo se tale da comprimere il lembo destro della sez.				
Vy	Componente del Taglio [kN] parallela all'asse princ.d'inerzia y				
Vx	Componente del Taglio [kN] parallela all'asse princ.d'inerzia x				
N°Comb.	N	Mx	My	Vy	Vx
1	0.00	2200.00	0.00	0.00	0.00

COMB. RARE (S.L.E.) - SFORZI PER OGNI COMBINAZIONE ASSEGNATA

N	Sforzo normale [kN] applicato nel Baricentro (+ se di compressione)		
Mx	Momento flettente [kNm] intorno all'asse x princ. d'inerzia (tra parentesi Mom.Fessurazione) con verso positivo se tale da comprimere il lembo superiore della sezione		
My	Momento flettente [kNm] intorno all'asse y princ. d'inerzia (tra parentesi Mom.Fessurazione) con verso positivo se tale da comprimere il lembo destro della sezione		
N°Comb.	N	Mx	My
1	0.00	1200.00	0.00

COMB. FREQUENTI (S.L.E.) - SFORZI PER OGNI COMBINAZIONE ASSEGNATA

N	Sforzo normale [kN] applicato nel Baricentro (+ se di compressione)		
Mx	Momento flettente [kNm] intorno all'asse x princ. d'inerzia (tra parentesi Mom.Fessurazione) con verso positivo se tale da comprimere il lembo superiore della sezione		
My	Momento flettente [kNm] intorno all'asse y princ. d'inerzia (tra parentesi Mom.Fessurazione) con verso positivo se tale da comprimere il lembo destro della sezione		
N°Comb.	N	Mx	My
1	0.00	1200.00 (963.96)	0.00 (0.00)

COMB. QUASI PERMANENTI (S.L.E.) - SFORZI PER OGNI COMBINAZIONE ASSEGNATA

N	Sforzo normale [kN] applicato nel Baricentro (+ se di compressione)		
Mx	Momento flettente [kNm] intorno all'asse x princ. d'inerzia (tra parentesi Mom.Fessurazione) con verso positivo se tale da comprimere il lembo superiore della sezione		
My	Momento flettente [kNm] intorno all'asse y princ. d'inerzia (tra parentesi Mom.Fessurazione) con verso positivo se tale da comprimere il lembo destro della sezione		
N°Comb.	N	Mx	My
1	0.00	1000.00 (963.96)	0.00 (0.00)

RISULTATI DEL CALCOLO

Sezione verificata per tutte le combinazioni assegnate

APPALTATORE: TELESE S.c.a r.l. Consorzio Telese Società Consortile a Responsabilità Limitata		ITINERARIO NAPOLI – BARI RADDOPPIO TRATTA CANCELLO-BENEVENTO II LOTTO FUNZIONALE FRASSO TELESINO – VITULANO 2° SUBLOTTO TELESE – SAN LORENZO PROGETTO ESECUTIVO					
PROGETTAZIONE: Mandatario: SYSTRA S.A. Mandante: SWS Engineering S.p.A. SYSTRA-SOTECNI S.p.A.		COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
PONTI E VIADOTTI – VI13 "Struttura ad archi": Relazione di calcolo		IF2R	2.2.E.ZZ	CL	VI.13.0.0.001	B	76 di 147

1 S 5.57 -50.0 120.0 -221.5 -13.9 8.3 2625 53.1 9.3 1.00

COMBINAZIONI FREQUENTI IN ESERCIZIO - MASSIME TENSIONI NORMALI ED APERTURA FESSURE

N°Comb	Ver	Sc max	Xc max	Yc max	Sf min	Xs min	Ys min	Ac eff.	As eff.	D barre	Beta12
1	S	5.57	-50.0	120.0	-221.5	-13.9	8.3	2625	53.1	9.3	1.00

COMBINAZIONI FREQUENTI IN ESERCIZIO - APERTURA FESSURE

Ver. La sezione viene assunta sempre fessurata anche nel caso in cui la trazione minima del calcestruzzo sia inferiore a f_{ctm}
 S1 Esito della verifica
 S2 Massima tensione [Mpa] di trazione nel calcestruzzo valutata in sezione non fessurata
 S2 Minima tensione [Mpa] di trazione nel calcestruzzo valutata in sezione fessurata
 k2 = 0.4 per barre ad aderenza migliorata
 k3 = 0.125 per flessione e presso-flessione; $= (e1 + e2) / (2 * e1)$ per trazione eccentrica
 Ø Diametro [mm] medio delle barre tese comprese nell'area efficace $A_{c\ eff}$
 Cf Copriferro [mm] netto calcolato con riferimento alla barra più tesa
 Psi = $1 - \text{Beta}12 * (S_{sr} / S_s)^2 = 1 - \text{Beta}12 * (f_{ctm} / S_2)^2 = 1 - \text{Beta}12 * (M_{fess} / M)^2$ [B.6.6 DM96]
 e sm Deformazione unitaria media tra le fessure [4.3.1.7.1.3 DM96]. Il valore limite = $0.4 * S_s / E_s$ è tra parentesi
 srm Distanza media tra le fessure [mm]
 wk Valore caratteristico [mm] dell'apertura fessure = $1.7 * e * s_m * s_{rm}$. Valore limite tra parentesi
 MX fess. Componente momento di prima fessurazione intorno all'asse X [kNm]
 MY fess. Componente momento di prima fessurazione intorno all'asse Y [kNm]

Comb.	Ver	S1	S2	k3	Ø	Cf	Psi	e sm	srm	wk	Mx fess	My fess
1	S	-3.9	0	0.125	26	70	0.355	0.00044 (0.00044)	223	0.168 (0.20)	963.96	0.00

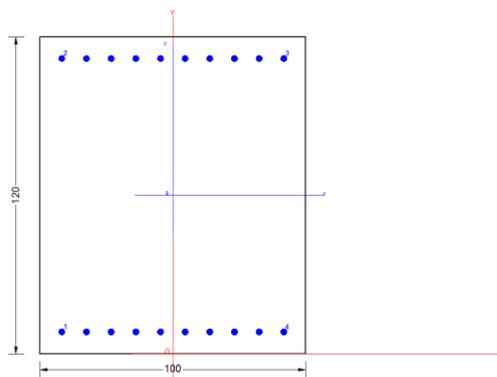
COMBINAZIONI QUASI PERMANENTI IN ESERCIZIO - MASSIME TENSIONI NORMALI ED APERTURA FESSURE

N°Comb	Ver	Sc max	Xc max	Yc max	Sf min	Xs min	Ys min	Ac eff.	As eff.	D barre	Beta12
1	S	4.64	-50.0	120.0	-184.6	-32.4	8.3	2625	53.1	9.3	0.50

COMBINAZIONI QUASI PERMANENTI IN ESERCIZIO - APERTURA FESSURE

Comb.	Ver	S1	S2	k3	Ø	Cf	Psi	e sm	srm	wk	Mx fess	My fess
1	S	-3.2	0	0.125	26	70	0.535	0.00049 (0.00037)	223	0.187 (0.20)	963.96	0.00

10.1.2. *Momento orizzontale*



APPALTATORE: TELESE S.c.a r.l. Consorzio Telese Società Consortile a Responsabilità Limitata		ITINERARIO NAPOLI – BARI RADDOPPIO TRATTA CANCELLO-BENEVENTO II LOTTO FUNZIONALE FRASSO TELESINO – VITULANO 2° SUBLOTTO TELESE – SAN LORENZO PROGETTO ESECUTIVO					
PROGETTAZIONE: Mandatario: SYSTRA S.A. Mandante: SWS Engineering S.p.A. SYSTRA-SOTECNI S.p.A.							
PONTI E VIADOTTI – VI13 "Struttura ad archi": Relazione di calcolo		COMMESSA IF2R	LOTTO 2.2.E.ZZ	CODIFICA CL	DOCUMENTO VI.13.0.0.001	REV. B	FOGLIO 77 di 147

CARATTERISTICHE DI RESISTENZA DEI MATERIALI IMPIEGATI

CALCESTRUZZO -	Classe:	C32/40	
	Resis. compr. di calcolo fcd:	18.810	MPa
	Def.unit. max resistenza ec2:	0.0020	
	Def.unit. ultima ecu:	0.0035	
	Diagramma tensione-deformaz.:	Parabola-Rettangolo	
	Modulo Elastico Normale Ec:	33643.0	MPa
	Resis. media a trazione fctm:	3.100	MPa
	Coeff. Omogen. S.L.E.:	15.00	
	Coeff. Omogen. S.L.E.:	15.00	
	Sc limite S.L.E. comb. Frequenti:	199.20	daN/cm ²
	Ap.Fessure limite S.L.E. comb. Frequenti:	0.200	mm
	Sc limite S.L.E. comb. Q.Permanenti:	0.00	Mpa
	Ap.Fessure limite S.L.E. comb. Q.Permanenti:	0.200	mm
ACCIAIO -	Tipo:	B450C	
	Resist. caratt. snervam. fyk:	450.00	MPa
	Resist. caratt. rottura ftk:	450.00	MPa
	Resist. snerv. di calcolo fyd:	391.30	MPa
	Resist. ultima di calcolo ftd:	391.30	MPa
	Deform. ultima di calcolo Epu:	0.068	
	Modulo Elastico Ef	2000000	daN/cm ²
	Diagramma tensione-deformaz.:	Bilineare finito	
	Coeff. Aderenza istantaneo $\beta_1 \cdot \beta_2$:	1.00	
	Coeff. Aderenza differito $\beta_1 \cdot \beta_2$:	0.50	
	Sf limite S.L.E. Comb. Rare:	360.00	MPa

CARATTERISTICHE DOMINIO CONGLOMERATO

Forma del Dominio:	Poligonale	
Classe Conglomerato:	C32/40	
N°vertice:	X [cm]	Y [cm]
1	-50.0	0.0
2	-50.0	120.0
3	50.0	120.0
4	50.0	0.0

DATI BARRE ISOLATE

N°Barra	X [cm]	Y [cm]	DiamØ[mm]
1	-43.5	6.5	20
2	-43.5	113.5	20
3	43.5	113.5	20
4	43.5	6.5	20

DATI GENERAZIONI LINEARI DI BARRE

N°Gen.	Numero assegnato alla singola generazione lineare di barre			
N°Barra Ini.	Numero della barra iniziale cui si riferisce la generazione			
N°Barra Fin.	Numero della barra finale cui si riferisce la generazione			
N°Barre	Numero di barre generate equidistanti cui si riferisce la generazione			
Ø	Diametro in mm delle barre della generazione			
N°Gen.	N°Barra Ini.	N°Barra Fin.	N°Barre	Ø

APPALTATORE:		TELESE S.c.a r.l. Consorzio Telese Società Consortile a Responsabilità Limitata		ITINERARIO NAPOLI – BARI RADDOPPIO TRATTA CANCELLO-BENEVENTO II LOTTO FUNZIONALE FRASSO TELESINO – VITULANO 2° SUBLOTTO TELESE – SAN LORENZO PROGETTO ESECUTIVO			
PROGETTAZIONE:		Mandatario: SYSTRA S.A. Mandante: SWS Engineering S.p.A. SYSTRA-SOTECNI S.p.A.					
PONTI E VIADOTTI – VI13 "Struttura ad archi": Relazione di calcolo		COMMESSA IF2R	LOTTO 2.2.E.ZZ	CODIFICA CL	DOCUMENTO VI.13.0.0.001	REV. B	FOGLIO 78 di 147

1	2	3	8	20
2	1	4	8	20

ST.LIM.ULTIMI - SFORZI PER OGNI COMBINAZIONE ASSEGNATA

N	Sforzo normale [kN] applicato nel Baric. (+ se di compressione)				
Mx	Momento flettente [daNm] intorno all'asse x princ. d'inerzia con verso positivo se tale da comprimere il lembo sup. della sez.				
My	Momento flettente [daNm] intorno all'asse y princ. d'inerzia con verso positivo se tale da comprimere il lembo destro della sez.				
Vy	Componente del Taglio [kN] parallela all'asse princ.d'inerzia y				
Vx	Componente del Taglio [kN] parallela all'asse princ.d'inerzia x				
N°Comb.	N	Mx	My	Vy	Vx
1	0.00	1000.00	0.00	0.00	0.00

COMB. RARE (S.L.E.) - SFORZI PER OGNI COMBINAZIONE ASSEGNATA

N	Sforzo normale [kN] applicato nel Baricentro (+ se di compressione)			
Mx	Momento flettente [kNm] intorno all'asse x princ. d'inerzia (tra parentesi Mom.Fessurazione) con verso positivo se tale da comprimere il lembo superiore della sezione			
My	Momento flettente [kNm] intorno all'asse y princ. d'inerzia (tra parentesi Mom.Fessurazione) con verso positivo se tale da comprimere il lembo destro della sezione			
N°Comb.	N	Mx	My	
1	0.00	600.00	0.00	

COMB. FREQUENTI (S.L.E.) - SFORZI PER OGNI COMBINAZIONE ASSEGNATA

N	Sforzo normale [kN] applicato nel Baricentro (+ se di compressione)			
Mx	Momento flettente [kNm] intorno all'asse x princ. d'inerzia (tra parentesi Mom.Fessurazione) con verso positivo se tale da comprimere il lembo superiore della sezione			
My	Momento flettente [kNm] intorno all'asse y princ. d'inerzia (tra parentesi Mom.Fessurazione) con verso positivo se tale da comprimere il lembo destro della sezione			
N°Comb.	N	Mx	My	
1	0.00	600.00 (883.38)	0.00 (0.00)	

COMB. QUASI PERMANENTI (S.L.E.) - SFORZI PER OGNI COMBINAZIONE ASSEGNATA

N	Sforzo normale [kN] applicato nel Baricentro (+ se di compressione)			
Mx	Momento flettente [kNm] intorno all'asse x princ. d'inerzia (tra parentesi Mom.Fessurazione) con verso positivo se tale da comprimere il lembo superiore della sezione			
My	Momento flettente [kNm] intorno all'asse y princ. d'inerzia (tra parentesi Mom.Fessurazione) con verso positivo se tale da comprimere il lembo destro della sezione			
N°Comb.	N	Mx	My	
1	0.00	400.00 (883.38)	0.00 (0.00)	

RISULTATI DEL CALCOLO

APPALTATORE: TELESE S.c.a r.l. Consorzio Telese Società Consortile a Responsabilità Limitata	ITINERARIO NAPOLI – BARI RADDOPPIO TRATTA CANCELLO-BENEVENTO II LOTTO FUNZIONALE FRASSO TELESINO – VITULANO 2° SUBLOTTO TELESE – SAN LORENZO PROGETTO ESECUTIVO					
PROGETTAZIONE: Mandatario: SYSTRA S.A. Mandante: SWS Engineering S.p.A. SYSTRA-SOTECNI S.p.A.						
PONTI E VIADOTTI – VI13 "Struttura ad archi": Relazione di calcolo	COMMESSA IF2R	LOTTO 2.2.E.ZZ	CODIFICA CL	DOCUMENTO VI.13.0.0.001	REV. B	FOGLIO 79 di 147

Sezione verificata per tutte le combinazioni assegnate

Copriferro netto minimo barre longitudinali: 5.5 cm
Interferro netto minimo barre longitudinali: 7.7 cm

METODO AGLI STATI LIMITE ULTIMI - RISULTATI PRESSO-TENSO FLESSIONE

Ver S = combinazione verificata / N = combin. non verificata
N Sn Sforzo normale allo snervamento [kN] nel baricentro B sezione cls.(positivo se di compressione)
Mx Sn Momento di snervamento [kNm] riferito all'asse x princ. d'inerzia
My Sn Momento di snervamento [kNm] riferito all'asse y princ. d'inerzia
N Ult Sforzo normale ultimo [kN] nel baricentro B sezione cls.(positivo se di compress.)
Mx Ult Momento flettente ultimo [kNm] riferito all'asse x princ. d'inerzia
My Ult Momento flettente ultimo [kNm] riferito all'asse y princ. d'inerzia
Mis.Sic. Misura sicurezza = rapporto vettoriale tra (N Ult,Mx Ult,My Ult) e (N,Mx,My)
Verifica positiva se tale rapporto risulta >=1.000
As Tesa Area armature [cm²] in zona tesa (solo travi). Tra parentesi l'area minima di normativa

N°Comb	Ver	N Sn	Mx Sn	My Sn	N Ult	Mx Ult	My Ult	Mis.Sic.	As Tesa
1	S	0.00	1301.25	0.00	0.00	1353.49	0.00	1.353	31.4(20.3)

METODO AGLI STATI LIMITE ULTIMI - DEFORMAZIONI UNITARIE ALLO STATO ULTIMO

ec max Deform. unit. massima del conglomerato a compressione
ec 3/7 Deform. unit. del conglomerato nella fibra a 3/7 dell'altezza efficace
Xc max Ascissa in cm della fibra corrisp. a ec max (sistema rif. X,Y,O sez.)
Yc max Ordinata in cm della fibra corrisp. a ec max (sistema rif. X,Y,O sez.)
es min Deform. unit. minima nell'acciaio (negativa se di trazione)
Xs min Ascissa in cm della barra corrisp. a es min (sistema rif. X,Y,O sez.)
Ys min Ordinata in cm della barra corrisp. a es min (sistema rif. X,Y,O sez.)
es max Deform. unit. massima nell'acciaio (positiva se di compress.)
Xs max Ascissa in cm della barra corrisp. a es max (sistema rif. X,Y,O sez.)
Ys max Ordinata in cm della barra corrisp. a es max (sistema rif. X,Y,O sez.)

N°Comb	ec max	ec 3/7	Xc max	Yc max	es min	Xs min	Ys min	es max	Xs max	Ys max
1	0.00350	-0.02217	-50.0	120.0	0.00026	-43.5	113.5	-0.05316	-43.5	6.5

POSIZIONE ASSE NEUTRO PER OGNI COMB. DI RESISTENZA

a, b, c Coeff. a, b, c nell'eq. dell'asse neutro $aX+bY+c=0$ nel rif. X,Y,O gen.
x/d Rapp. di duttilità a rottura in presenza di sola fless.(travi)
C.Rid. Coeff. di riduz. momenti per sola flessione in travi continue

N°Comb	a	b	c	x/d	C.Rid.
1	0.000000000	0.000499169	-0.056400221	0.062	0.700

COMBINAZIONI RARE IN ESERCIZIO - MASSIME TENSIONI NORMALI ED APERTURA FESSURE

Ver S = comb. verificata/ N = comb. non verificata
Sc max Massima tensione (positiva se di compressione) nel conglomerato [Mpa]
Xc max, Yc max Ascissa, Ordinata [cm] del punto corrisp. a Sc max (sistema rif. X,Y,O)
Sf min Minima tensione (negativa se di trazione) nell'acciaio [Mpa]
Xs min, Ys min Ascissa, Ordinata [cm] della barra corrisp. a Sf min (sistema rif. X,Y,O)
Ac eff. Area di calcestruzzo [cm²] in zona tesa considerata aderente alle barre
As eff. Area barre [cm²] in zona tesa considerate efficaci per l'apertura delle fessure
D barre Distanza tra le barre tese [cm] ai fini del calcolo dell'apertura fessure
Beta12 Prodotto dei coeff. di aderenza delle barre Beta1*Beta2

APPALTATORE:		TELESE S.c.a r.l. Consorzio Telese Società Consortile a Responsabilità Limitata		ITINERARIO NAPOLI – BARI RADDOPPIO TRATTA CANCELLO-BENEVENTO II LOTTO FUNZIONALE FRASSO TELESINO – VITULANO 2° SUBLOTTO TELESE – SAN LORENZO PROGETTO ESECUTIVO						
PROGETTAZIONE:		Mandatario: SYSTRA S.A. Mandante: SWS Engineering S.p.A. SYSTRA-SOTECNI S.p.A.								
PONTI E VIADOTTI – VI13 "Struttura ad archi": Relazione di calcolo		COMMESSA IF2R	LOTTO 2.2.E.ZZ	CODIFICA CL	DOCUMENTO VI.13.0.0.001	REV. B	FOGLIO 80 di 147			

N°Comb	Ver	Sc max	Xc max	Yc max	Sf min	Xs min	Ys min	Ac eff.	As eff.	D barre	Beta12
1	S	3.50	-50.0	120.0	-181.1	-24.2	6.5	2021	31.4	9.7	1.00

COMBINAZIONI FREQUENTI IN ESERCIZIO - MASSIME TENSIONI NORMALI ED APERTURA FESSURE

N°Comb	Ver	Sc max	Xc max	Yc max	Sf min	Xs min	Ys min	Ac eff.	As eff.	D barre	Beta12
1	S	3.50	-50.0	120.0	-181.1	-24.2	6.5	2021	31.4	9.7	1.00

COMBINAZIONI FREQUENTI IN ESERCIZIO - APERTURA FESSURE

La sezione viene assunta sempre fessurata anche nel caso in cui la trazione minima del calcestruzzo sia inferiore a f_{ctm}

Ver.	Esito della verifica
S1	Massima tensione [Mpa] di trazione nel calcestruzzo valutata in sezione non fessurata
S2	Minima tensione [Mpa] di trazione nel calcestruzzo valutata in sezione fessurata
k2	= 0.4 per barre ad aderenza migliorata
k3	= 0.125 per flessione e presso-flessione; $=(e1 + e2)/(2*e1)$ per trazione eccentrica
Ø	Diametro [mm] medio delle barre tese comprese nell'area efficace $A_{c\ eff}$
Cf	Copriferro [mm] netto calcolato con riferimento alla barra più tesa
Psi	$= 1 - \text{Beta}12 * (S_{sr}/S_s)^2 = 1 - \text{Beta}12 * (f_{ctm}/S2)^2 = 1 - \text{Beta}12 * (M_{fess}/M)^2$ [B.6.6 DM96]
e sm	Deformazione unitaria media tra le fessure [4.3.1.7.1.3 DM96]. Il valore limite = $0.4 * S_s/Es$ è tra parentesi
srm	Distanza media tra le fessure [mm]
wk	Valore caratteristico [mm] dell'apertura fessure = $1.7 * e_{sm} * s_{rm}$. Valore limite tra parentesi
MX fess.	Componente momento di prima fessurazione intorno all'asse X [kNm]
MY fess.	Componente momento di prima fessurazione intorno all'asse Y [kNm]

Comb.	Ver	S1	S2	k3	Ø	Cf	Psi	e sm	srm	wk	Mx fess	My fess
1	S	-2.1	0	0.125	20	55	-1.168	0.00036 (0.00036)	194	0.119 (0.20)	883.38	0.00

COMBINAZIONI QUASI PERMANENTI IN ESERCIZIO - MASSIME TENSIONI NORMALI ED APERTURA FESSURE

N°Comb	Ver	Sc max	Xc max	Yc max	Sf min	Xs min	Ys min	Ac eff.	As eff.	D barre	Beta12
1	S	2.33	50.0	120.0	-120.8	-33.8	6.5	2021	31.4	9.7	0.50

COMBINAZIONI QUASI PERMANENTI IN ESERCIZIO - APERTURA FESSURE

Comb.	Ver	S1	S2	k3	Ø	Cf	Psi	e sm	srm	wk	Mx fess	My fess
1	S	-1.4	0	0.125	20	55	-1.439	0.00024 (0.00024)	194	0.080 (0.20)	883.38	0.00

APPALTATORE:		TELESE S.c.a r.l. Consorzio Telese Società Consortile a Responsabilità Limitata		ITINERARIO NAPOLI – BARI RADDOPPIO TRATTA CANCELLO-BENEVENTO II LOTTO FUNZIONALE FRASSO TELESINO – VITULANO 2° SUBLOTTO TELESE – SAN LORENZO PROGETTO ESECUTIVO			
PROGETTAZIONE:		Mandatario: SYSTRA S.A. Mandante: SWS Engineering S.p.A. SYSTRA-SOTECNI S.p.A.					
PONTI E VIADOTTI – VI13 "Struttura ad archi": Relazione di calcolo		COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
		IF2R	2.2.E.ZZ	CL	VI.13.0.0.001	B	81 di 147

10.1.3. *Taglio*

SEZIONE						
b _w	=	100	cm			
h	=	120	cm			
c	=	8.5	cm			
d	=	h-c	=	111.5	cm	
MATERIALI						
f _{ywd}	=	391.30	MPa			
R _{ck}	=	40	MPa			
γ _c	=	1.5				
f _{ck}	=	0.83xR _{ck}	=	33.2	MPa	
f _{cd}	=	0.85xf _{ck} /γ _c	=	18.81	MPa	
ARMATURE A TAGLIO						
ø _{st}	=	12				
braccia	=	5				
ø _{st2}	=	0				
braccia	=	0				
passo	=	40	cm			
(A _{sw} / s)	=	14.137	cm ² / m			
α	=	90	°	(90° staffe verticali)		
ARMATURE LONGITUDINALI						
ø _l	=	26				
Numero	=	10				
A _{sl}	=	53.093	cm ²			
TAGLIO AGENTE		V _{Ed} =	1300	(KN)		
SFORZO NORMALE		N _{Ed} =	0	(KN)		
		α _c =	1.0000			

ELEMENTI CON ARMATURA A TAGLIO

Calcolo di cot θ

$$\cot(\theta) = 4.00$$

$$\theta = 14.03^\circ$$

IPOTESI 2 cot θ > 2,5 Si assume θ = 21,8°

Armatura trasversale

$$V_{Rsd} = 1387.82 \text{ (KN)} \quad 0,9 \cdot d \cdot \frac{A_{sw}}{s} \cdot f_{yd} \cdot (\operatorname{ctg}\alpha + \operatorname{ctg}\theta) \cdot \sin\alpha$$

$$V_{Rcd} = 3255.03 \text{ (KN)} \quad 0,9 \cdot d \cdot b_w \cdot \alpha_c \cdot f'_{cd} \cdot (\operatorname{ctg}\alpha + \operatorname{ctg}\theta) / (1 + \operatorname{ctg}^2\theta)$$

$$V_{Rd} = 1388 \text{ (KN)} \quad \min(V_{Rsd}, V_{Rcd})$$

APPALTATORE: TELESE S.c.a r.l. Consorzio Telese Società Consortile a Responsabilità Limitata	ITINERARIO NAPOLI – BARI RADDOPPIO TRATTA CANCELLO-BENEVENTO II LOTTO FUNZIONALE FRASSO TELESINO – VITULANO 2° SUBLOTTO TELESE – SAN LORENZO PROGETTO ESECUTIVO					
PROGETTAZIONE: Mandatario: SYSTRA S.A. Mandante: SWS Engineering S.p.A. SYSTRA-SOTECNI S.p.A.	COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
PONTI E VIADOTTI – VI13 "Struttura ad archi": Relazione di calcolo	IF2R	2.2.E.ZZ	CL	VI.13.0.0.001	B	82 di 147

10.2. Setti trasversali

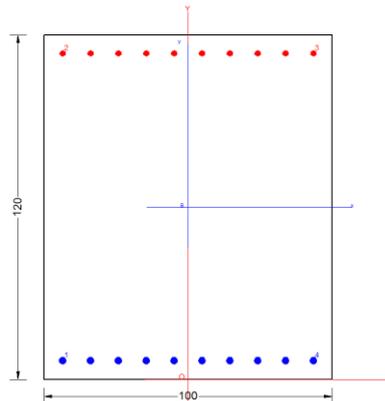
Si riassume di seguito l'armatura adottata.

SETTI VERTICALI PIENI TRASV.		
Armatura verticale	Armatura orizzontale	Armatura taglio
Arm. tesa	Arm. tesa	Ø12/20x40
10Ø26	10Ø24	
Arm. Compressa	Arm. Compressa	
10Ø26	10Ø20	

10.2.1. *Momento verticale*

Avendo adottato la stessa armatura impiegata nei setti longitudinali, per le verifiche si rimanda a quanto indicato al §10.1.1.

10.2.2. *Momento orizzontale*



CARATTERISTICHE DI RESISTENZA DEI MATERIALI IMPIEGATI

CALCESTRUZZO -	Classe:	C32/40	
	Resis. compr. di calcolo fcd:	18.810	MPa
	Def.unit. max resistenza ec2:	0.0020	
	Def.unit. ultima ecu:	0.0035	
	Diagramma tensione-deformaz.:	Parabola-Rettangolo	
	Modulo Elastico Normale Ec:	33643.0	MPa
	Resis. media a trazione fctm:	3.100	MPa
	Coeff. Omogen. S.L.E.:	15.00	

APPALTATORE:	TELESE S.c.a r.l. Consorzio Telese Società Consortile a Responsabilità Limitata	ITINERARIO NAPOLI – BARI RADDOPPIO TRATTA CANCELLO-BENEVENTO II LOTTO FUNZIONALE FRASSO TELESINO – VITULANO 2° SUBLOTTO TELESE – SAN LORENZO PROGETTO ESECUTIVO				
PROGETTAZIONE:	Mandatario: SYSTRA S.A. Mandante: SWS Engineering S.p.A. SYSTRA-SOTECNI S.p.A.					
PONTI E VIADOTTI – VI13 "Struttura ad archi": Relazione di calcolo	COMMESSA IF2R	LOTTO 2.2.E.ZZ	CODIFICA CL	DOCUMENTO VI.13.0.0.001	REV. B	FOGLIO 83 di 147

Coeff. Omogen. S.L.E.:	15.00	
Sc limite S.L.E. comb. Frequenti:	199.20	daN/cm ²
Ap.Fessure limite S.L.E. comb. Frequenti:	0.200	mm
Sc limite S.L.E. comb. Q.Permanenti:	0.00	Mpa
Ap.Fessure limite S.L.E. comb. Q.Permanenti:	0.200	mm

ACCIAIO -	Tipo:	B450C	
	Resist. caratt. snervam. fyk:	450.00	MPa
	Resist. caratt. rottura ftk:	450.00	MPa
	Resist. snerv. di calcolo fyd:	391.30	MPa
	Resist. ultima di calcolo ftd:	391.30	MPa
	Deform. ultima di calcolo Epu:	0.068	
	Modulo Elastico Ef	2000000	daN/cm ²
	Diagramma tensione-deformaz.:	Bilineare finito	
	Coeff. Aderenza istantaneo $\beta_1 \cdot \beta_2$:	1.00	
	Coeff. Aderenza differito $\beta_1 \cdot \beta_2$:	0.50	
	Sf limite S.L.E. Comb. Rare:	360.00	MPa

CARATTERISTICHE DOMINIO CONGLOMERATO

Forma del Dominio:	Poligonale
Classe Conglomerato:	C32/40

N°vertice:	X [cm]	Y [cm]
1	-50.0	0.0
2	-50.0	120.0
3	50.0	120.0
4	50.0	0.0

DATI BARRE ISOLATE

N°Barra	X [cm]	Y [cm]	DiamØ[mm]
1	-43.5	6.5	24
2	-43.5	113.5	20
3	43.5	113.5	20
4	43.5	6.5	24

DATI GENERAZIONI LINEARI DI BARRE

N°Gen.	Numero assegnato alla singola generazione lineare di barre			
N°Barra Ini.	Numero della barra iniziale cui si riferisce la generazione			
N°Barra Fin.	Numero della barra finale cui si riferisce la generazione			
N°Barre	Numero di barre generate equidistanti cui si riferisce la generazione			
Ø	Diametro in mm delle barre della generazione			

N°Gen.	N°Barra Ini.	N°Barra Fin.	N°Barre	Ø
1	2	3	8	20
2	1	4	8	24

ST.LIM.ULTIMI - SFORZI PER OGNI COMBINAZIONE ASSEGNATA

N	Sforzo normale [kN] applicato nel Baric. (+ se di compressione)
Mx	Momento flettente [daNm] intorno all'asse x princ. d'inerzia con verso positivo se tale da comprimere il lembo sup. della sez.

APPALTATORE: TELESE S.c.a r.l. Consorzio Telese Società Consortile a Responsabilità Limitata		ITINERARIO NAPOLI – BARI RADDOPPIO TRATTA CANCELLO-BENEVENTO II LOTTO FUNZIONALE FRASSO TELESINO – VITULANO 2° SUBLOTTO TELESE – SAN LORENZO PROGETTO ESECUTIVO					
PROGETTAZIONE: Mandatario: SYSTRA S.A. Mandante: SWS Engineering S.p.A. SYSTRA-SOTECNI S.p.A.							
PONTI E VIADOTTI – VI13 "Struttura ad archi": Relazione di calcolo		COMMESSA IF2R	LOTTO 2.2.E.ZZ	CODIFICA CL	DOCUMENTO VI.13.0.0.001	REV. B	FOGLIO 84 di 147

My	Momento flettente [daNm] intorno all'asse y princ. d'inerzia con verso positivo se tale da comprimere il lembo destro della sez.				
Vy	Componente del Taglio [kN] parallela all'asse princ.d'inerzia y				
Vx	Componente del Taglio [kN] parallela all'asse princ.d'inerzia x				
N°Comb.	N	Mx	My	Vy	Vx
1	0.00	1500.00	0.00	0.00	0.00
2	0.00	-1000.00	0.00	0.00	0.00

COMB. RARE (S.L.E.) - SFORZI PER OGNI COMBINAZIONE ASSEGNATA

N	Sforzo normale [kN] applicato nel Baricentro (+ se di compressione)		
Mx	Momento flettente [kNm] intorno all'asse x princ. d'inerzia (tra parentesi Mom.Fessurazione) con verso positivo se tale da comprimere il lembo superiore della sezione		
My	Momento flettente [kNm] intorno all'asse y princ. d'inerzia (tra parentesi Mom.Fessurazione) con verso positivo se tale da comprimere il lembo destro della sezione		
N°Comb.	N	Mx	My
1	0.00	800.00	0.00
2	0.00	-600.00	0.00

COMB. FREQUENTI (S.L.E.) - SFORZI PER OGNI COMBINAZIONE ASSEGNATA

N	Sforzo normale [kN] applicato nel Baricentro (+ se di compressione)		
Mx	Momento flettente [kNm] intorno all'asse x princ. d'inerzia (tra parentesi Mom.Fessurazione) con verso positivo se tale da comprimere il lembo superiore della sezione		
My	Momento flettente [kNm] intorno all'asse y princ. d'inerzia (tra parentesi Mom.Fessurazione) con verso positivo se tale da comprimere il lembo destro della sezione		
N°Comb.	N	Mx	My
1	0.00	800.00 (926.58)	0.00 (0.00)
2	0.00	-600.00 (-900.89)	0.00 (0.00)

COMB. QUASI PERMANENTI (S.L.E.) - SFORZI PER OGNI COMBINAZIONE ASSEGNATA

N	Sforzo normale [kN] applicato nel Baricentro (+ se di compressione)		
Mx	Momento flettente [kNm] intorno all'asse x princ. d'inerzia (tra parentesi Mom.Fessurazione) con verso positivo se tale da comprimere il lembo superiore della sezione		
My	Momento flettente [kNm] intorno all'asse y princ. d'inerzia (tra parentesi Mom.Fessurazione) con verso positivo se tale da comprimere il lembo destro della sezione		
N°Comb.	N	Mx	My
1	0.00	500.00 (926.58)	0.00 (0.00)
2	0.00	-400.00 (-900.89)	0.00 (0.00)

RISULTATI DEL CALCOLO

Sezione verificata per tutte le combinazioni assegnate

Copriferro netto minimo barre longitudinali: 5.3 cm
Interferro netto minimo barre longitudinali: 7.3 cm

METODO AGLI STATI LIMITE ULTIMI - RISULTATI PRESSO-TENSO FLESSIONE

APPALTATORE: TELESE S.c.a r.l. Consorzio Telese Società Consortile a Responsabilità Limitata	ITINERARIO NAPOLI – BARI RADDOPPIO TRATTA CANCELLO-BENEVENTO II LOTTO FUNZIONALE FRASSO TELESINO – VITULANO 2° SUBLOTTO TELESE – SAN LORENZO PROGETTO ESECUTIVO
PROGETTAZIONE: Mandatario: SYSTRA S.A. Mandante: SWS Engineering S.p.A. SYSTRA-SOTECNI S.p.A.	
PONTI E VIADOTTI – VI13 "Struttura ad archi": Relazione di calcolo	COMMESSA LOTTO CODIFICA DOCUMENTO REV. FOGLIO IF2R 2.2.E.ZZ CL VI.13.0.0.001 B 85 di 147

Ver	S = combinazione verificata / N = combin. non verificata
N Sn	Sforzo normale allo snervamento [kN] nel baricentro B sezione cls.(positivo se di compressione)
Mx Sn	Momento di snervamento [kNm] riferito all'asse x princ. d'inerzia
My Sn	Momento di snervamento [kNm] riferito all'asse y princ. d'inerzia
N Ult	Sforzo normale ultimo [kN] nel baricentro B sezione cls.(positivo se di compress.)
Mx Ult	Momento flettente ultimo [kNm] riferito all'asse x princ. d'inerzia
My Ult	Momento flettente ultimo [kNm] riferito all'asse y princ. d'inerzia
Mis.Sic.	Misura sicurezza = rapporto vettoriale tra (N Ult,Mx Ult,My Ult) e (N,Mx,My) Verifica positiva se tale rapporto risulta >=1.000
As Tesa	Area armature [cm ²] in zona tesa (solo travi). Tra parentesi l'area minima di normativa

N°Comb	Ver	N Sn	Mx Sn	My Sn	N Ult	Mx Ult	My Ult	Mis.Sic.	As Tesa
1	S	0.00	1850.25	0.00	0.00	1932.67	0.00	1.288	45.2(20.3)
2	S	0.00	-1305.40	0.00	0.00	-1353.54	0.00	1.354	31.4(20.3)

METODO AGLI STATI LIMITE ULTIMI - DEFORMAZIONI UNITARIE ALLO STATO ULTIMO

ec max	Deform. unit. massima del conglomerato a compressione
ec 3/7	Deform. unit. del conglomerato nella fibra a 3/7 dell'altezza efficace
Xc max	Ascissa in cm della fibra corrisp. a ec max (sistema rif. X,Y,O sez.)
Yc max	Ordinata in cm della fibra corrisp. a ec max (sistema rif. X,Y,O sez.)
es min	Deform. unit. minima nell'acciaio (negativa se di trazione)
Xs min	Ascissa in cm della barra corrisp. a es min (sistema rif. X,Y,O sez.)
Ys min	Ordinata in cm della barra corrisp. a es min (sistema rif. X,Y,O sez.)
es max	Deform. unit. massima nell'acciaio (positiva se di compress.)
Xs max	Ascissa in cm della barra corrisp. a es max (sistema rif. X,Y,O sez.)
Ys max	Ordinata in cm della barra corrisp. a es max (sistema rif. X,Y,O sez.)

N°Comb	ec max	ec 3/7	Xc max	Yc max	es min	Xs min	Ys min	es max	Xs max	Ys max
1	0.00350	-0.01797	-50.0	120.0	0.00079	-43.5	113.5	-0.04389	-43.5	6.5
2	0.00350	-0.02262	-50.0	0.0	0.00020	-43.5	6.5	-0.05415	-43.5	113.5

POSIZIONE ASSE NEUTRO PER OGNI COMB. DI RESISTENZA

a, b, c	Coeff. a, b, c nell'eq. dell'asse neutro aX+bY+c=0 nel rif. X,Y,O gen.
x/d	Rapp. di duttilità a rottura in presenza di sola fless.(travi)
C.Rid.	Coeff. di riduz. momenti per sola flessione in travi continue

N°Comb	a	b	c	x/d	C.Rid.
1	0.000000000	0.000417559	-0.046607060	0.074	0.700
2	0.000000000	-0.000507905	0.003500000	0.061	0.700

COMBINAZIONI RARE IN ESERCIZIO - MASSIME TENSIONI NORMALI ED APERTURA FESSURE

Ver	S = comb. verificata/ N = comb. non verificata
Sc max	Massima tensione (positiva se di compressione) nel conglomerato [Mpa]
Xc max, Yc max	Ascissa, Ordinata [cm] del punto corrisp. a Sc max (sistema rif. X,Y,O)
Sf min	Minima tensione (negativa se di trazione) nell'acciaio [Mpa]
Xs min, Ys min	Ascissa, Ordinata [cm] della barra corrisp. a Sf min (sistema rif. X,Y,O)
Ac eff.	Area di calcestruzzo [cm ²] in zona tesa considerata aderente alle barre
As eff.	Area barre [cm ²] in zona tesa considerate efficaci per l'apertura delle fessure
D barre	Distanza tra le barre tese [cm] ai fini del calcolo dell'apertura fessure
Beta12	Prodotto dei coeff. di aderenza delle barre Beta1*Beta2

N°Comb	Ver	Sc max	Xc max	Yc max	Sf min	Xs min	Ys min	Ac eff.	As eff.	D barre	Beta12
1	S	4.09	-50.0	120.0	-169.8	-4.8	6.5	2307	45.2	9.7	1.00
2	S	3.30	50.0	0.0	-180.5	33.8	113.5	2021	31.4	9.7	1.00

APPALTATORE:		TELESE S.c.a r.l. Consorzio Telese Società Consortile a Responsabilità Limitata		ITINERARIO NAPOLI – BARI RADDOPPIO TRATTA CANCELLO-BENEVENTO II LOTTO FUNZIONALE FRASSO TELESINO – VITULANO 2° SUBLOTTO TELESE – SAN LORENZO PROGETTO ESECUTIVO						
PROGETTAZIONE:		Mandatario: SYSTRA S.A. Mandante: SWS Engineering S.p.A. SYSTRA-SOTECNI S.p.A.								
PONTI E VIADOTTI – VI13 "Struttura ad archi": Relazione di calcolo		COMMESSA IF2R	LOTTO 2.2.E.ZZ	CODIFICA CL	DOCUMENTO VI.13.0.0.001	REV. B	FOGLIO 86 di 147			

COMBINAZIONI FREQUENTI IN ESERCIZIO - MASSIME TENSIONI NORMALI ED APERTURA FESSURE

N°Comb	Ver	Sc max	Xc max	Yc max	Sf min	Xs min	Ys min	Ac eff.	As eff.	D barre	Beta12
1	S	4.09	-50.0	120.0	-169.8	-4.8	6.5	2307	45.2	9.7	1.00
2	S	3.30	50.0	0.0	-180.5	33.8	113.5	2021	31.4	9.7	1.00

COMBINAZIONI FREQUENTI IN ESERCIZIO - APERTURA FESSURE

La sezione viene assunta sempre fessurata anche nel caso in cui la trazione minima del calcestruzzo sia inferiore a f_{ctm}

Ver.	Esito della verifica												
S1	Massima tensione [Mpa] di trazione nel calcestruzzo valutata in sezione non fessurata												
S2	Minima tensione [Mpa] di trazione nel calcestruzzo valutata in sezione fessurata												
k2	= 0.4 per barre ad aderenza migliorata												
k3	= 0.125 per flessione e presso-flessione; $= (e1 + e2) / (2 * e1)$ per trazione eccentrica												
Ø	Diametro [mm] medio delle barre tese comprese nell'area efficace Ac eff												
Cf	Copriferro [mm] netto calcolato con riferimento alla barra più tesa												
Psi	$= 1 - \text{Beta}12 * (Ssr/Ss)^2 = 1 - \text{Beta}12 * (f_{ctm}/S2)^2 = 1 - \text{Beta}12 * (M_{fess}/M)^2$ [B.6.6 DM96]												
e sm	Deformazione unitaria media tra le fessure [4.3.1.7.1.3 DM96]. Il valore limite = $0.4 * Ss/Es$ è tra parentesi												
srm	Distanza media tra le fessure [mm]												
wk	Valore caratteristico [mm] dell'apertura fessure = $1.7 * e * srm$. Valore limite tra parentesi												
MX fess.	Componente momento di prima fessurazione intorno all'asse X [kNm]												
MY fess.	Componente momento di prima fessurazione intorno all'asse Y [kNm]												

Comb.	Ver	S1	S2	k3	Ø	Cf	Psi	e sm	srm	wk	Mx fess	My fess
1	S	-2.7	0	0.125	24	53	-0.341	0.00034 (0.00034)	187	0.108 (0.20)	926.58	0.00
2	S	-2.1	0	0.125	20	55	-1.254	0.00036 (0.00036)	194	0.119 (0.20)	-900.89	0.00

COMBINAZIONI QUASI PERMANENTI IN ESERCIZIO - MASSIME TENSIONI NORMALI ED APERTURA FESSURE

N°Comb	Ver	Sc max	Xc max	Yc max	Sf min	Xs min	Ys min	Ac eff.	As eff.	D barre	Beta12
1	S	2.56	-50.0	120.0	-106.1	-33.8	6.5	2307	45.2	9.7	0.50
2	S	2.20	50.0	0.0	-120.3	4.8	113.5	2021	31.4	9.7	0.50

COMBINAZIONI QUASI PERMANENTI IN ESERCIZIO - APERTURA FESSURE

Comb.	Ver	S1	S2	k3	Ø	Cf	Psi	e sm	srm	wk	Mx fess	My fess
1	S	-1.7	0	0.125	24	53	-0.717	0.00021 (0.00021)	187	0.067 (0.20)	926.58	0.00
2	S	-1.4	0	0.125	20	55	-1.536	0.00024 (0.00024)	194	0.079 (0.20)	-900.89	0.00

10.2.3. *Taglio*

Avendo adottato la stessa armatura impiegata nei setti longitudinali, per le verifiche si rimanda a quanto indicato al §10.1.3.

APPALTATORE: TELESE S.c.a r.l. Consorzio Telese Società Consortile a Responsabilità Limitata	ITINERARIO NAPOLI – BARI RADDOPPIO TRATTA CANCELLO-BENEVENTO II LOTTO FUNZIONALE FRASSO TELESINO – VITULANO 2° SUBLOTTO TELESE – SAN LORENZO PROGETTO ESECUTIVO					
PROGETTAZIONE: Mandatario: SYSTRA S.A. Mandante: SWS Engineering S.p.A. SYSTRA-SOTECNI S.p.A.	COMMESSA IF2R	LOTTO 2.2.E.ZZ	CODIFICA CL	DOCUMENTO VI.13.0.0.001	REV. B	FOGLIO 87 di 147
PONTI E VIADOTTI – VI13 "Struttura ad archi": Relazione di calcolo						

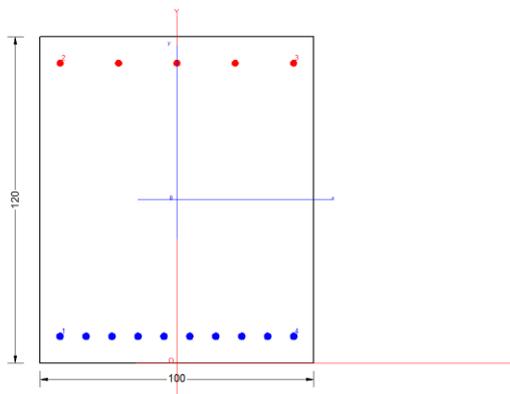
10.3. Soletta superiore

Si riassume di seguito l'armatura adottata.

SOLETTA SUPERIORE - CAMPATA		
Armatura longitudinale	Armatura trasversale	Armatura taglio
Arm. tesa	Arm. tesa	Ø12/40x40
10Ø24	10Ø26	
Arm.	Arm.	
Compressa	Compressa	
5Ø20	5Ø24	
SOLETTA SUPERIORE - INCASTRO		
Armatura longitudinale	Armatura trasversale	Armatura taglio
Arm. tesa	Arm. tesa	Ø12/20x40
10Ø20	10Ø24	
Arm.	Arm.	
Compressa	Compressa	
10Ø24	10Ø26	

La sezione risulta verificata con l'armatura prevista.

10.3.1. *Momento trasversale M_{yy} - Sezione di Mezzeria*



CARATTERISTICHE DI RESISTENZA DEI MATERIALI IMPIEGATI

CALCESTRUZZO - Classe:

C32/40

APPALTATORE:	TELESE S.c.a r.l. Consorzio Telese Società Consortile a Responsabilità Limitata	ITINERARIO NAPOLI – BARI RADDOPPIO TRATTA CANCELLO-BENEVENTO II LOTTO FUNZIONALE FRASSO TELESINO – VITULANO 2° SUBLOTTO TELESE – SAN LORENZO PROGETTO ESECUTIVO				
PROGETTAZIONE:	Mandatario: SYSTRA S.A. Mandante: SWS Engineering S.p.A. SYSTRA-SOTECNI S.p.A.					
PONTI E VIADOTTI – VI13 "Struttura ad archi": Relazione di calcolo	COMMESSA IF2R	LOTTO 2.2.E.ZZ	CODIFICA CL	DOCUMENTO VI.13.0.0.001	REV. B	FOGLIO 88 di 147

Resis. compr. di calcolo fcd:	18.810	MPa
Def.unit. max resistenza ec2:	0.0020	
Def.unit. ultima ecu:	0.0035	
Diagramma tensione-deformaz.:	Parabola-Rettangolo	
Modulo Elastico Normale Ec:	33643.0	MPa
Resis. media a trazione fctm:	3.100	MPa
Coeff. Omogen. S.L.E.:	15.00	
Coeff. Omogen. S.L.E.:	15.00	
Sc limite S.L.E. comb. Frequenti:	199.20	daN/cm ²
Ap.Fessure limite S.L.E. comb. Frequenti:	0.200	mm
Sc limite S.L.E. comb. Q.Permanenti:	0.00	Mpa
Ap.Fessure limite S.L.E. comb. Q.Permanenti:	0.200	mm

ACCIAIO -	Tipo:	B450C	
	Resist. caratt. snervam. fyk:	450.00	MPa
	Resist. caratt. rottura ftk:	450.00	MPa
	Resist. snerv. di calcolo fyd:	391.30	MPa
	Resist. ultima di calcolo ftd:	391.30	MPa
	Deform. ultima di calcolo Epu:	0.068	
	Modulo Elastico Ef	2000000	daN/cm ²
	Diagramma tensione-deformaz.:	Bilineare finito	
	Coeff. Aderenza istantaneo $\beta_1 \cdot \beta_2$:	1.00	
	Coeff. Aderenza differito $\beta_1 \cdot \beta_2$:	0.50	
	Sf limite S.L.E. Comb. Rare:	360.00	MPa

CARATTERISTICHE DOMINIO CONGLOMERATO

Forma del Dominio: Poligonale
Classe Conglomerato: C32/40

N°vertice:	X [cm]	Y [cm]
1	-50.0	0.0
2	-50.0	120.0
3	50.0	120.0
4	50.0	0.0

DATI BARRE ISOLATE

N°Barra	X [cm]	Y [cm]	DiamØ[mm]
1	-42.6	9.8	26
2	-42.6	110.2	24
3	42.6	110.2	24
4	42.6	9.8	26

DATI GENERAZIONI LINEARI DI BARRE

N°Gen. Numero assegnato alla singola generazione lineare di barre
N°Barra Ini. Numero della barra iniziale cui si riferisce la generazione
N°Barra Fin. Numero della barra finale cui si riferisce la generazione
N°Barre Numero di barre generate equidistanti cui si riferisce la generazione
Ø Diametro in mm delle barre della generazione

N°Gen.	N°Barra Ini.	N°Barra Fin.	N°Barre	Ø
1	2	3	3	24
2	1	4	8	26

APPALTATORE:	TELESE S.c.a r.l. Consorzio Telese Società Consortile a Responsabilità Limitata	ITINERARIO NAPOLI – BARI RADDOPPIO TRATTA CANCELLO-BENEVENTO II LOTTO FUNZIONALE FRASSO TELESINO – VITULANO 2° SUBLOTTO TELESE – SAN LORENZO PROGETTO ESECUTIVO				
PROGETTAZIONE:	Mandatario: SYSTRA S.A. Mandante: SWS Engineering S.p.A. SYSTRA-SOTECNI S.p.A.					
PONTI E VIADOTTI – VI13 "Struttura ad archi": Relazione di calcolo	COMMESSA IF2R	LOTTO 2.2.E.ZZ	CODIFICA CL	DOCUMENTO VI.13.0.0.001	REV. B	FOGLIO 89 di 147

ST.LIM.ULTIMI - SFORZI PER OGNI COMBINAZIONE ASSEGNATA

N	Sforzo normale [kN] applicato nel Baric. (+ se di compressione)				
Mx	Momento flettente [daNm] intorno all'asse x princ. d'inerzia con verso positivo se tale da comprimere il lembo sup. della sez.				
My	Momento flettente [daNm] intorno all'asse y princ. d'inerzia con verso positivo se tale da comprimere il lembo destro della sez.				
Vy	Componente del Taglio [kN] parallela all'asse princ.d'inerzia y				
Vx	Componente del Taglio [kN] parallela all'asse princ.d'inerzia x				
N°Comb.	N	Mx	My	Vy	Vx
1	0.00	2000.00	0.00	0.00	0.00
2	0.00	-350.00	0.00	0.00	0.00

COMB. RARE (S.L.E.) - SFORZI PER OGNI COMBINAZIONE ASSEGNATA

N	Sforzo normale [kN] applicato nel Baricentro (+ se di compressione)		
Mx	Momento flettente [kNm] intorno all'asse x princ. d'inerzia (tra parentesi Mom.Fessurazione) con verso positivo se tale da comprimere il lembo superiore della sezione		
My	Momento flettente [kNm] intorno all'asse y princ. d'inerzia (tra parentesi Mom.Fessurazione) con verso positivo se tale da comprimere il lembo destro della sezione		
N°Comb.	N	Mx	My
1	0.00	1100.00	0.00

COMB. FREQUENTI (S.L.E.) - SFORZI PER OGNI COMBINAZIONE ASSEGNATA

N	Sforzo normale [kN] applicato nel Baricentro (+ se di compressione)		
Mx	Momento flettente [kNm] intorno all'asse x princ. d'inerzia (tra parentesi Mom.Fessurazione) con verso positivo se tale da comprimere il lembo superiore della sezione		
My	Momento flettente [kNm] intorno all'asse y princ. d'inerzia (tra parentesi Mom.Fessurazione) con verso positivo se tale da comprimere il lembo destro della sezione		
N°Comb.	N	Mx	My
1	0.00	1100.00 (916.48)	0.00 (0.00)

COMB. QUASI PERMANENTI (S.L.E.) - SFORZI PER OGNI COMBINAZIONE ASSEGNATA

N	Sforzo normale [kN] applicato nel Baricentro (+ se di compressione)		
Mx	Momento flettente [kNm] intorno all'asse x princ. d'inerzia (tra parentesi Mom.Fessurazione) con verso positivo se tale da comprimere il lembo superiore della sezione		
My	Momento flettente [kNm] intorno all'asse y princ. d'inerzia (tra parentesi Mom.Fessurazione) con verso positivo se tale da comprimere il lembo destro della sezione		
N°Comb.	N	Mx	My
1	0.00	900.00 (916.48)	0.00 (0.00)

RISULTATI DEL CALCOLO

Sezione verificata per tutte le combinazioni assegnate

APPALTATORE: TELESE S.c.a r.l. Consorzio Telese Società Consortile a Responsabilità Limitata	ITINERARIO NAPOLI – BARI RADDOPPIO TRATTA CANCELLO-BENEVENTO II LOTTO FUNZIONALE FRASSO TELESINO – VITULANO 2° SUBLOTTO TELESE – SAN LORENZO PROGETTO ESECUTIVO					
PROGETTAZIONE: Mandatario: SYSTRA S.A. Mandante: SWS Engineering S.p.A. SYSTRA-SOTECNI S.p.A.						
PONTI E VIADOTTI – VI13 "Struttura ad archi": Relazione di calcolo	COMMESSA IF2R	LOTTO 2.2.E.ZZ	CODIFICA CL	DOCUMENTO VI.13.0.0.001	REV. B	FOGLIO 90 di 147

Copriferro netto minimo barre longitudinali: 6.1 cm
Interferro netto minimo barre longitudinali: 6.9 cm

METODO AGLI STATI LIMITE ULTIMI - RISULTATI PRESSO-TENSO FLESSIONE

Ver S = combinazione verificata / N = combin. non verificata
N Sn Sforzo normale allo snervamento [kN] nel baricentro B sezione cls.(positivo se di compressione)
Mx Sn Momento di snervamento [kNm] riferito all'asse x princ. d'inerzia
My Sn Momento di snervamento [kNm] riferito all'asse y princ. d'inerzia
N Ult Sforzo normale ultimo [kN] nel baricentro B sezione cls.(positivo se di compress.)
Mx Ult Momento flettente ultimo [kNm] riferito all'asse x princ. d'inerzia
My Ult Momento flettente ultimo [kNm] riferito all'asse y princ. d'inerzia
Mis.Sic. Misura sicurezza = rapporto vettoriale tra (N Ult,Mx Ult,My Ult) e (N,Mx,My)
Verifica positiva se tale rapporto risulta >=1.000
As Tesa Area armature [cm²] in zona tesa (solo travi). Tra parentesi l'area minima di normativa

N°Comb	Ver	N Sn	Mx Sn	My Sn	N Ult	Mx Ult	My Ult	Mis.Sic.	As Tesa
1	S	0.00	2073.84	0.00	0.00	2173.72	0.00	1.087	53.1(20.2)
2	S	0.00	-911.48	0.00	0.00	-970.65	0.00	2.773	22.6(20.2)

METODO AGLI STATI LIMITE ULTIMI - DEFORMAZIONI UNITARIE ALLO STATO ULTIMO

ec max Deform. unit. massima del conglomerato a compressione
ec 3/7 Deform. unit. del conglomerato nella fibra a 3/7 dell'altezza efficace
Xc max Ascissa in cm della fibra corrisp. a ec max (sistema rif. X,Y,O sez.)
Yc max Ordinata in cm della fibra corrisp. a ec max (sistema rif. X,Y,O sez.)
es min Deform. unit. minima nell'acciaio (negativa se di trazione)
Xs min Ascissa in cm della barra corrisp. a es min (sistema rif. X,Y,O sez.)
Ys min Ordinata in cm della barra corrisp. a es min (sistema rif. X,Y,O sez.)
es max Deform. unit. massima nell'acciaio (positiva se di compress.)
Xs max Ascissa in cm della barra corrisp. a es max (sistema rif. X,Y,O sez.)
Ys max Ordinata in cm della barra corrisp. a es max (sistema rif. X,Y,O sez.)

N°Comb	ec max	ec 3/7	Xc max	Yc max	es min	Xs min	Ys min	es max	Xs max	Ys max
1	0.00350	-0.01169	-50.0	120.0	0.00060	-42.6	110.2	-0.02906	-42.6	9.8
2	0.00350	-0.01707	-50.0	0.0	-0.00042	-42.6	9.8	-0.04058	-42.6	110.2

POSIZIONE ASSE NEUTRO PER OGNI COMB. DI RESISTENZA

a, b, c Coeff. a, b, c nell'eq. dell'asse neutro $aX+bY+c=0$ nel rif. X,Y,O gen.
x/d Rapp. di duttilità a rottura in presenza di sola fless.(travi)
C.Rid. Coeff. di riduz. momenti per sola flessione in travi continue

N°Comb	a	b	c	x/d	C.Rid.
1	0.000000000	0.000295427	-0.031951215	0.108	0.700
2	0.000000000	-0.000399986	0.003500000	0.079	0.700

COMBINAZIONI RARE IN ESERCIZIO - MASSIME TENSIONI NORMALI ED APERTURA FESSURE

Ver S = comb. verificata/ N = comb. non verificata
Sc max Massima tensione (positiva se di compressione) nel conglomerato [Mpa]
Xc max, Yc max Ascissa, Ordinata [cm] del punto corrisp. a Sc max (sistema rif. X,Y,O)
Sf min Minima tensione (negativa se di trazione) nell'acciaio [Mpa]
Xs min, Ys min Ascissa, Ordinata [cm] della barra corrisp. a Sf min (sistema rif. X,Y,O)
Ac eff. Area di calcestruzzo [cm²] in zona tesa considerata aderente alle barre
As eff. Area barre [cm²] in zona tesa considerate efficaci per l'apertura delle fessure
D barre Distanza tra le barre tese [cm] ai fini del calcolo dell'apertura fessure

APPALTATORE:	TELESE S.c.a r.l. Consorzio Telese Società Consortile a Responsabilità Limitata	ITINERARIO NAPOLI – BARI RADDOPPIO TRATTA CANCELLO-BENEVENTO II LOTTO FUNZIONALE FRASSO TELESINO – VITULANO 2° SUBLOTTO TELESE – SAN LORENZO PROGETTO ESECUTIVO					
PROGETTAZIONE:	Mandatario: SYSTRA S.A. Mandante: SWS Engineering S.p.A. SYSTRA-SOTECNI S.p.A.						
PONTI E VIADOTTI – VI13 "Struttura ad archi": Relazione di calcolo	COMMESSA IF2R	LOTTO 2.2.E.ZZ	CODIFICA CL	DOCUMENTO VI.13.0.0.001	REV. B	FOGLIO 91 di 147	

Beta12 Prodotto dei coeff. di aderenza delle barre Beta1*Beta2

N°Comb	Ver	Sc max	Xc max	Yc max	Sf min	Xs min	Ys min	Ac eff.	As eff.	D barre	Beta12
1	S	5.89	-50.0	120.0	-208.4	33.1	9.8	2777	53.1	9.5	1.00

COMBINAZIONI FREQUENTI IN ESERCIZIO - MASSIME TENSIONI NORMALI ED APERTURA FESSURE

N°Comb	Ver	Sc max	Xc max	Yc max	Sf min	Xs min	Ys min	Ac eff.	As eff.	D barre	Beta12
1	S	5.89	-50.0	120.0	-208.4	33.1	9.8	2777	53.1	9.5	1.00

COMBINAZIONI FREQUENTI IN ESERCIZIO - APERTURA FESSURE

Ver.	La sezione viene assunta sempre fessurata anche nel caso in cui la trazione minima del calcestruzzo sia inferiore a fctm
S1	Esito della verifica
S2	Massima tensione [Mpa] di trazione nel calcestruzzo valutata in sezione non fessurata
k2	Minima tensione [Mpa] di trazione nel calcestruzzo valutata in sezione fessurata
k3	= 0.4 per barre ad aderenza migliorata
Ø	= 0.125 per flessione e presso-flessione; $=(e1 + e2)/(2*e1)$ per trazione eccentrica
Cf	Diametro [mm] medio delle barre tese comprese nell'area efficace Ac eff
Psi	Copriferro [mm] netto calcolato con riferimento alla barra più tesa
e sm	= $1-Beta12*(Ssr/Ss)^2 = 1-Beta12*(fctm/S2)^2 = 1-Beta12*(Mfess/M)^2$ [B.6.6 DM96]
sm	Deformazione unitaria media tra le fessure [4.3.1.7.1.3 DM96]. Il valore limite = $0.4*Ss/Es$ è tra parentesi
wk	Distanza media tra le fessure [mm]
MX fess.	Valore caratteristico [mm] dell'apertura fessure = $1.7 * e sm * sm$. Valore limite tra parentesi
MY fess.	Componente momento di prima fessurazione intorno all'asse X [kNm]
	Componente momento di prima fessurazione intorno all'asse Y [kNm]

Comb.	Ver	S1	S2	k3	Ø	Cf	Psi	e sm	sm	wk	Mx fess	My fess
1	S	-3.7	0	0.125	26	85	0.306	0.00042 (0.00042)	257	0.182 (0.20)	916.48	0.00

COMBINAZIONI QUASI PERMANENTI IN ESERCIZIO - MASSIME TENSIONI NORMALI ED APERTURA FESSURE

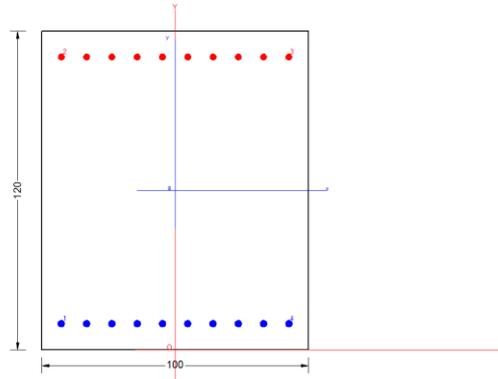
N°Comb	Ver	Sc max	Xc max	Yc max	Sf min	Xs min	Ys min	Ac eff.	As eff.	D barre	Beta12
1	S	4.82	50.0	120.0	-170.5	33.1	9.8	2777	53.1	9.5	0.50

COMBINAZIONI QUASI PERMANENTI IN ESERCIZIO - APERTURA FESSURE

Comb.	Ver	S1	S2	k3	Ø	Cf	Psi	e sm	sm	wk	Mx fess	My fess
1	S	-3.0	0	0.125	26	85	0.482	0.00041 (0.00034)	257	0.179 (0.20)	916.48	0.00

APPALTATORE: TELESE S.c.a r.l. Consorzio Telese Società Consortile a Responsabilità Limitata	ITINERARIO NAPOLI – BARI RADDOPPIO TRATTA CANCELLO-BENEVENTO II LOTTO FUNZIONALE FRASSO TELESINO – VITULANO 2° SUBLOTTO TELESE – SAN LORENZO PROGETTO ESECUTIVO					
PROGETTAZIONE: Mandatario: SYSTRA S.A. Mandante: SWS Engineering S.p.A. SYSTRA-SOTECNI S.p.A.	COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
PONTI E VIADOTTI – VI13 "Struttura ad archi": Relazione di calcolo	IF2R	2.2.E.ZZ	CL	VI.13.0.0.001	B	92 di 147

10.3.2. *Momento trasversale Myy - Sezione di incastro*



CARATTERISTICHE DI RESISTENZA DEI MATERIALI IMPIEGATI

CALCESTRUZZO -	Classe:	C32/40
	Resis. compr. di calcolo fcd:	18.810 MPa
	Def.unit. max resistenza ec2:	0.0020
	Def.unit. ultima ecu:	0.0035
	Diagramma tensione-deformaz.:	Parabola-Rettangolo
	Modulo Elastico Normale Ec:	33643.0 MPa
	Resis. media a trazione fctm:	3.100 MPa
	Coeff. Omogen. S.L.E.:	15.00
	Coeff. Omogen. S.L.E.:	15.00
	Sc limite S.L.E. comb. Frequenti:	199.20 daN/cm ²
	Ap.Fessure limite S.L.E. comb. Frequenti:	0.200 mm
	Sc limite S.L.E. comb. Q.Permanenti:	0.00 Mpa
Ap.Fessure limite S.L.E. comb. Q.Permanenti:	0.200 mm	
ACCIAIO -	Tipo:	B450C
	Resist. caratt. snervam. fyk:	450.00 MPa
	Resist. caratt. rottura ftk:	450.00 MPa
	Resist. snerv. di calcolo fyd:	391.30 MPa
	Resist. ultima di calcolo ftd:	391.30 MPa
	Deform. ultima di calcolo Epu:	0.068
	Modulo Elastico Ef	2000000 daN/cm ²
	Diagramma tensione-deformaz.:	Bilineare finito
	Coeff. Aderenza istantaneo $\beta_1 \cdot \beta_2$:	1.00
Coeff. Aderenza differito $\beta_1 \cdot \beta_2$:	0.50	
Sf limite S.L.E. Comb. Rare:	360.00 MPa	

CARATTERISTICHE DOMINIO CONGLOMERATO

Forma del Dominio:	Poligonale	
Classe Conglomerato:	C32/40	
N° vertice:	X [cm]	Y [cm]
1	-50.0	0.0
2	-50.0	120.0
3	50.0	120.0
4	50.0	0.0

DATI BARRE ISOLATE

APPALTATORE:		TELESE S.c.a r.l. Consorzio Telese Società Consortile a Responsabilità Limitata		ITINERARIO NAPOLI – BARI RADDOPPIO TRATTA CANCELLO-BENEVENTO II LOTTO FUNZIONALE FRASSO TELESINO – VITULANO 2° SUBLOTTO TELESE – SAN LORENZO PROGETTO ESECUTIVO		
PROGETTAZIONE:		Mandatario: SYSTRA S.A. Mandante: SWS Engineering S.p.A. SYSTRA-SOTECNI S.p.A.				
PONTI E VIADOTTI – VI13 "Struttura ad archi": Relazione di calcolo		COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.
		IF2R	2.2.E.ZZ	CL	VI.13.0.0.001	B
						FOGLIO 93 di 147

N°Barra	X [cm]	Y [cm]	DiamØ[mm]
1	-42.6	9.8	26
2	-42.6	110.2	24
3	42.6	110.2	24
4	42.6	9.8	26

DATI GENERAZIONI LINEARI DI BARRE

N°Gen.	Numero assegnato alla singola generazione lineare di barre
N°Barra Ini.	Numero della barra iniziale cui si riferisce la generazione
N°Barra Fin.	Numero della barra finale cui si riferisce la generazione
N°Barre	Numero di barre generate equidistanti cui si riferisce la generazione
Ø	Diametro in mm delle barre della generazione

N°Gen.	N°Barra Ini.	N°Barra Fin.	N°Barre	Ø
1	2	3	8	24
2	1	4	8	26

ST.LIM.ULTIMI - SFORZI PER OGNI COMBINAZIONE ASSEGNATA

N	Sforzo normale [kN] applicato nel Baric. (+ se di compressione)				
Mx	Momento flettente [daNm] intorno all'asse x princ. d'inerzia con verso positivo se tale da comprimere il lembo sup. della sez.				
My	Momento flettente [daNm] intorno all'asse y princ. d'inerzia con verso positivo se tale da comprimere il lembo destro della sez.				
Vy	Componente del Taglio [kN] parallela all'asse princ.d'inerzia y				
Vx	Componente del Taglio [kN] parallela all'asse princ.d'inerzia x				
N°Comb.	N	Mx	My	Vy	Vx
1	0.00	2000.00	0.00	0.00	0.00
2	0.00	-1500.00	0.00	0.00	0.00

COMB. RARE (S.L.E.) - SFORZI PER OGNI COMBINAZIONE ASSEGNATA

N	Sforzo normale [kN] applicato nel Baricentro (+ se di compressione)		
Mx	Momento flettente [kNm] intorno all'asse x princ. d'inerzia (tra parentesi Mom.Fessurazione) con verso positivo se tale da comprimere il lembo superiore della sezione		
My	Momento flettente [kNm] intorno all'asse y princ. d'inerzia (tra parentesi Mom.Fessurazione) con verso positivo se tale da comprimere il lembo destro della sezione		

N°Comb.	N	Mx	My
1	0.00	1100.00	0.00

COMB. FREQUENTI (S.L.E.) - SFORZI PER OGNI COMBINAZIONE ASSEGNATA

N	Sforzo normale [kN] applicato nel Baricentro (+ se di compressione)		
Mx	Momento flettente [kNm] intorno all'asse x princ. d'inerzia (tra parentesi Mom.Fessurazione) con verso positivo se tale da comprimere il lembo superiore della sezione		
My	Momento flettente [kNm] intorno all'asse y princ. d'inerzia (tra parentesi Mom.Fessurazione) con verso positivo se tale da comprimere il lembo destro della sezione		

N°Comb.	N	Mx	My

APPALTATORE: TELESE S.c.a r.l. Consorzio Telese Società Consortile a Responsabilità Limitata	ITINERARIO NAPOLI – BARI RADDOPPIO TRATTA CANCELLO-BENEVENTO II LOTTO FUNZIONALE FRASSO TELESINO – VITULANO 2° SUBLOTTO TELESE – SAN LORENZO PROGETTO ESECUTIVO					
PROGETTAZIONE: Mandatario: SYSTRA S.A. Mandante: SWS Engineering S.p.A. SYSTRA-SOTECNI S.p.A.						
PONTI E VIADOTTI – VI13 "Struttura ad archi": Relazione di calcolo	COMMESSA IF2R	LOTTO 2.2.E.ZZ	CODIFICA CL	DOCUMENTO VI.13.0.0.001	REV. B	FOGLIO 94 di 147

1 0.00 1100.00 (942.81) 0.00 (0.00)

COMB. QUASI PERMANENTI (S.L.E.) - SFORZI PER OGNI COMBINAZIONE ASSEGNATA

N Sforzo normale [kN] applicato nel Baricentro (+ se di compressione)
Mx Momento flettente [kNm] intorno all'asse x princ. d'inerzia (tra parentesi Mom.Fessurazione)
con verso positivo se tale da comprimere il lembo superiore della sezione
My Momento flettente [kNm] intorno all'asse y princ. d'inerzia (tra parentesi Mom.Fessurazione)
con verso positivo se tale da comprimere il lembo destro della sezione

N°Comb.	N	Mx	My
1	0.00	900.00 (942.81)	0.00 (0.00)

RISULTATI DEL CALCOLO

Sezione verificata per tutte le combinazioni assegnate

Copriferro netto minimo barre longitudinali: 6.1 cm
Interferro netto minimo barre longitudinali: 6.9 cm

METODO AGLI STATI LIMITE ULTIMI - RISULTATI PRESSO-TENSO FLESSIONE

Ver S = combinazione verificata / N = combin. non verificata
N Sn Sforzo normale allo snervamento [kN] nel baricentro B sezione cls.(positivo se di compressione)
Mx Sn Momento di snervamento [kNm] riferito all'asse x princ. d'inerzia
My Sn Momento di snervamento [kNm] riferito all'asse y princ. d'inerzia
N Ult Sforzo normale ultimo [kN] nel baricentro B sezione cls.(positivo se di compress.)
Mx Ult Momento flettente ultimo [kNm] riferito all'asse x princ. d'inerzia
My Ult Momento flettente ultimo [kNm] riferito all'asse y princ. d'inerzia
Mis.Sic. Misura sicurezza = rapporto vettoriale tra (N Ult,Mx Ult,My Ult) e (N,Mx,My)
Verifica positiva se tale rapporto risulta >=1.000
As Tesa Area armature [cm²] in zona tesa (solo travi). Tra parentesi l'area minima di normativa

N°Comb	Ver	N Sn	Mx Sn	My Sn	N Ult	Mx Ult	My Ult	Mis.Sic.	As Tesa
1	S	0.00	2083.67	0.00	0.00	2173.46	0.00	1.087	53.1(20.2)
2	S	0.00	-1787.82	0.00	0.00	-1863.84	0.00	1.243	45.2(20.2)

METODO AGLI STATI LIMITE ULTIMI - DEFORMAZIONI UNITARIE ALLO STATO ULTIMO

ec max Deform. unit. massima del conglomerato a compressione
ec 3/7 Deform. unit. del conglomerato nella fibra a 3/7 dell'altezza efficace
Xc max Ascissa in cm della fibra corrisp. a ec max (sistema rif. X,Y,O sez.)
Yc max Ordinata in cm della fibra corrisp. a ec max (sistema rif. X,Y,O sez.)
es min Deform. unit. minima nell'acciaio (negativa se di trazione)
Xs min Ascissa in cm della barra corrisp. a es min (sistema rif. X,Y,O sez.)
Ys min Ordinata in cm della barra corrisp. a es min (sistema rif. X,Y,O sez.)
es max Deform. unit. massima nell'acciaio (positiva se di compress.)
Xs max Ascissa in cm della barra corrisp. a es max (sistema rif. X,Y,O sez.)
Ys max Ordinata in cm della barra corrisp. a es max (sistema rif. X,Y,O sez.)

N°Comb	ec max	ec 3/7	Xc max	Yc max	es min	Xs min	Ys min	es max	Xs max	Ys max
1	0.00350	-0.01266	-50.0	120.0	0.00042	-42.6	110.2	-0.03112	-42.6	9.8
2	0.00350	-0.01390	-50.0	0.0	0.00018	-42.6	9.8	-0.03379	-42.6	110.2

POSIZIONE ASSE NEUTRO PER OGNI COMB. DI RESISTENZA

APPALTATORE: TELESE S.c.a r.l. Consorzio Telese Società Consortile a Responsabilità Limitata	ITINERARIO NAPOLI – BARI RADDOPPIO TRATTA CANCELLO-BENEVENTO II LOTTO FUNZIONALE FRASSO TELESINO – VITULANO 2° SUBLOTTO TELESE – SAN LORENZO PROGETTO ESECUTIVO
PROGETTAZIONE: Mandatario: SYSTRA S.A. Mandante: SWS Engineering S.p.A. SYSTRA-SOTECNI S.p.A.	
PONTI E VIADOTTI – VI13 "Struttura ad archi": Relazione di calcolo	COMMESSA LOTTO CODIFICA DOCUMENTO REV. FOGLIO IF2R 2.2.E.ZZ CL VI.13.0.0.001 B 95 di 147

a, b, c Coeff. a, b, c nell'eq. dell'asse neutro $aX+bY+c=0$ nel rif. X,Y,O gen.
x/d Rapp. di duttilità a rottura in presenza di sola fless.(travi)
C.Rid. Coeff. di riduz. momenti per sola flessione in travi continue

N°Comb	a	b	c	x/d	C.Rid.
1	0.000000000	0.000314161	-0.034199334	0.101	0.700
2	0.000000000	-0.000338377	0.003500000	0.094	0.700

COMBINAZIONI RARE IN ESERCIZIO - MASSIME TENSIONI NORMALI ED APERTURA FESSURE

Ver S = comb. verificata/ N = comb. non verificata
Sc max Massima tensione (positiva se di compressione) nel conglomerato [Mpa]
Xc max, Yc max Ascissa, Ordinata [cm] del punto corrisp. a Sc max (sistema rif. X,Y,O)
Sf min Minima tensione (negativa se di trazione) nell'acciaio [Mpa]
Xs min, Ys min Ascissa, Ordinata [cm] della barra corrisp. a Sf min (sistema rif. X,Y,O)
Ac eff. Area di calcestruzzo [cm²] in zona tesa considerata aderente alle barre
As eff. Area barre [cm²] in zona tesa considerate efficaci per l'apertura delle fessure
D barre Distanza tra le barre tese [cm] ai fini del calcolo dell'apertura fessure
Beta12 Prodotto dei coeff. di aderenza delle barre $Beta1 \cdot Beta2$

N°Comb	Ver	Sc max	Xc max	Yc max	Sf min	Xs min	Ys min	Ac eff.	As eff.	D barre	Beta12
1	S	5.44	-50.0	120.0	-207.3	33.1	9.8	2777	53.1	9.5	1.00

COMBINAZIONI FREQUENTI IN ESERCIZIO - MASSIME TENSIONI NORMALI ED APERTURA FESSURE

N°Comb	Ver	Sc max	Xc max	Yc max	Sf min	Xs min	Ys min	Ac eff.	As eff.	D barre	Beta12
1	S	5.44	-50.0	120.0	-207.3	33.1	9.8	2777	53.1	9.5	1.00

COMBINAZIONI FREQUENTI IN ESERCIZIO - APERTURA FESSURE

La sezione viene assunta sempre fessurata anche nel caso in cui la trazione minima del calcestruzzo sia inferiore a f_{ctm}
Ver. Esito della verifica
S1 Massima tensione [Mpa] di trazione nel calcestruzzo valutata in sezione non fessurata
S2 Minima tensione [Mpa] di trazione nel calcestruzzo valutata in sezione fessurata
k2 = 0.4 per barre ad aderenza migliorata
k3 = 0.125 per flessione e presso-flessione; $=(e1 + e2)/(2 \cdot e1)$ per trazione eccentrica
Ø Diametro [mm] medio delle barre tese comprese nell'area efficace Ac eff
Cf Coprifero [mm] netto calcolato con riferimento alla barra più tesa
Psi = $1 - Beta12 \cdot (Ssr/Ss)^2 = 1 - Beta12 \cdot (f_{ctm}/S2)^2 = 1 - Beta12 \cdot (M_{fess}/M)^2$ [B.6.6 DM96]
e sm Deformazione unitaria media tra le fessure [4.3.1.7.1.3 DM96]. Il valore limite = $0.4 \cdot Ss/Es$ è tra parentesi
srm Distanza media tra le fessure [mm]
wk Valore caratteristico [mm] dell'apertura fessure = $1.7 \cdot e \cdot srm$. Valore limite tra parentesi
MX fess. Componente momento di prima fessurazione intorno all'asse X [kNm]
MY fess. Componente momento di prima fessurazione intorno all'asse Y [kNm]

Comb.	Ver	S1	S2	k3	Ø	Cf	Psi	e sm	srm	wk	Mx fess	My fess
1	S	-3.6	0	0.125	26	85	0.265	0.00041 (0.00041)	257	0.181 (0.20)	942.81	0.00

COMBINAZIONI QUASI PERMANENTI IN ESERCIZIO - MASSIME TENSIONI NORMALI ED APERTURA FESSURE

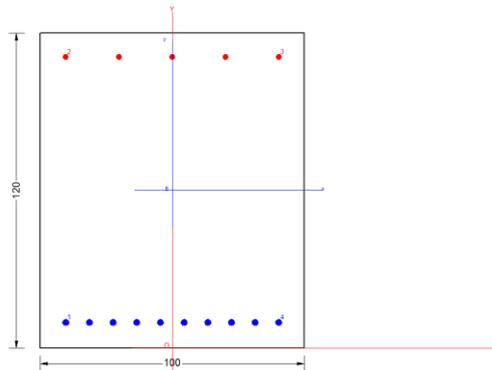
N°Comb	Ver	Sc max	Xc max	Yc max	Sf min	Xs min	Ys min	Ac eff.	As eff.	D barre	Beta12
1	S	4.45	-50.0	120.0	-169.6	33.1	9.8	2777	53.1	9.5	0.50

COMBINAZIONI QUASI PERMANENTI IN ESERCIZIO - APERTURA FESSURE

APPALTATORE:		TELESE S.c.a r.l. Consorzio Telese Società Consortile a Responsabilità Limitata		ITINERARIO NAPOLI – BARI RADDOPPIO TRATTA CANCELLO-BENEVENTO II LOTTO FUNZIONALE FRASSO TELESINO – VITULANO 2° SUBLOTTO TELESE – SAN LORENZO PROGETTO ESECUTIVO					
PROGETTAZIONE:		Mandatario: SYSTRA S.A. Mandante: SWS Engineering S.p.A. SYSTRA-SOTECNI S.p.A.		COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
PONTI E VIADOTTI – VI13 "Struttura ad archi": Relazione di calcolo		IF2R	2.2.E.ZZ	CL	VI.13.0.0.001	B	96 di 147		

Comb.	Ver	S1	S2	k3	Ø	Cf	Psi	e sm	srm	wk	Mx fess	My fess
1	S	-3.0	0	0.125	26	85	0.451 0.00038 (0.00034)	257	0.167 (0.20)	942.81	0.00	

10.3.3. *Momento longitudinale Mxx - Sezione di Mezzeria*



CARATTERISTICHE DI RESISTENZA DEI MATERIALI IMPIEGATI

CALCESTRUZZO -	Classe:	C32/40
	Resis. compr. di calcolo fcd:	18.810 MPa
	Def.unit. max resistenza ec2:	0.0020
	Def.unit. ultima ecu:	0.0035
	Diagramma tensione-deformaz.:	Parabola-Rettangolo
	Modulo Elastico Normale Ec:	33643.0 MPa
	Resis. media a trazione fctm:	3.100 MPa
	Coeff. Omogen. S.L.E.:	15.00
	Coeff. Omogen. S.L.E.:	15.00
	Sc limite S.L.E. comb. Frequenti:	199.20 daN/cm ²
	Ap.Fessure limite S.L.E. comb. Frequenti:	0.200 mm
	Sc limite S.L.E. comb. Q.Permanenti:	0.00 Mpa
	Ap.Fessure limite S.L.E. comb. Q.Permanenti:	0.200 mm
ACCIAIO -	Tipo:	B450C
	Resist. caratt. snervam. fyk:	450.00 MPa
	Resist. caratt. rottura ftk:	450.00 MPa
	Resist. snerv. di calcolo fyd:	391.30 MPa
	Resist. ultima di calcolo ftd:	391.30 MPa
	Deform. ultima di calcolo Epu:	0.068
	Modulo Elastico Ef	2000000 daN/cm ²
	Diagramma tensione-deformaz.:	Bilineare finito
	Coeff. Aderenza istantaneo β1*β2 :	1.00
Coeff. Aderenza differito β1*β2 :	0.50	
Sf limite S.L.E. Comb. Rare:	360.00 MPa	

CARATTERISTICHE DOMINIO CONGLOMERATO

Forma del Dominio:	Poligonale	
Classe Conglomerato:	C32/40	
N° vertice:	X [cm]	Y [cm]
1	-50.0	0.0
2	-50.0	120.0

APPALTATORE: TELESE S.c.a r.l. Consorzio Telese Società Consortile a Responsabilità Limitata		ITINERARIO NAPOLI – BARI RADDOPPIO TRATTA CANCELLO-BENEVENTO II LOTTO FUNZIONALE FRASSO TELESINO – VITULANO 2° SUBLOTTO TELESE – SAN LORENZO PROGETTO ESECUTIVO					
PROGETTAZIONE: Mandataria: SYSTRA S.A. Mandante: SWS Engineering S.p.A. SYSTRA-SOTECNI S.p.A.							
PONTI E VIADOTTI – VI13 "Struttura ad archi": Relazione di calcolo		COMMESSA IF2R	LOTTO 2.2.E.ZZ	CODIFICA CL	DOCUMENTO VI.13.0.0.001	REV. B	FOGLIO 97 di 147

3	50.0	120.0
4	50.0	0.0

DATI BARRE ISOLATE

N°Barra	X [cm]	Y [cm]	DiamØ[mm]
1	-40.3	9.7	24
2	-40.3	110.8	20
3	40.3	110.8	20
4	40.3	9.7	24

DATI GENERAZIONI LINEARI DI BARRE

N°Gen.	Numero assegnato alla singola generazione lineare di barre
N°Barra Ini.	Numero della barra iniziale cui si riferisce la generazione
N°Barra Fin.	Numero della barra finale cui si riferisce la generazione
N°Barre	Numero di barre generate equidistanti cui si riferisce la generazione
Ø	Diametro in mm delle barre della generazione

N°Gen.	N°Barra Ini.	N°Barra Fin.	N°Barre	Ø
1	2	3	3	20
2	1	4	8	24

ST.LIM.ULTIMI - SFORZI PER OGNI COMBINAZIONE ASSEGNATA

N	Sforzo normale [kN] applicato nel Baric. (+ se di compressione)				
Mx	Momento flettente [daNm] intorno all'asse x princ. d'inerzia con verso positivo se tale da comprimere il lembo sup. della sez.				
My	Momento flettente [daNm] intorno all'asse y princ. d'inerzia con verso positivo se tale da comprimere il lembo destro della sez.				
Vy	Componente del Taglio [kN] parallela all'asse princ.d'inerzia y				
Vx	Componente del Taglio [kN] parallela all'asse princ.d'inerzia x				
N°Comb.	N	Mx	My	Vy	Vx
1	0.00	1500.00	0.00	0.00	0.00
2	0.00	-650.00	0.00	0.00	0.00

COMB. RARE (S.L.E.) - SFORZI PER OGNI COMBINAZIONE ASSEGNATA

N	Sforzo normale [kN] applicato nel Baricentro (+ se di compressione)		
Mx	Momento flettente [kNm] intorno all'asse x princ. d'inerzia (tra parentesi Mom.Fessurazione) con verso positivo se tale da comprimere il lembo superiore della sezione		
My	Momento flettente [kNm] intorno all'asse y princ. d'inerzia (tra parentesi Mom.Fessurazione) con verso positivo se tale da comprimere il lembo destro della sezione		

N°Comb.	N	Mx	My
1	0.00	600.00	0.00
2	0.00	-200.00	0.00

COMB. FREQUENTI (S.L.E.) - SFORZI PER OGNI COMBINAZIONE ASSEGNATA

N	Sforzo normale [kN] applicato nel Baricentro (+ se di compressione)
---	---

APPALTATORE: TELESE S.c.a r.l. Consorzio Telese Società Consortile a Responsabilità Limitata		ITINERARIO NAPOLI – BARI RADDOPPIO TRATTA CANCELLO-BENEVENTO II LOTTO FUNZIONALE FRASSO TELESINO – VITULANO 2° SUBLOTTO TELESE – SAN LORENZO PROGETTO ESECUTIVO					
PROGETTAZIONE: Mandatario: SYSTRA S.A. Mandante: SWS Engineering S.p.A. SYSTRA-SOTECNI S.p.A.		COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
PONTI E VIADOTTI – VI13 "Struttura ad archi": Relazione di calcolo		IF2R	2.2.E.ZZ	CL	VI.13.0.001	B	98 di 147

Mx Momento flettente [kNm] intorno all'asse x princ. d'inerzia (tra parentesi Mom.Fessurazione) con verso positivo se tale da comprimere il lembo superiore della sezione
My Momento flettente [kNm] intorno all'asse y princ. d'inerzia (tra parentesi Mom.Fessurazione) con verso positivo se tale da comprimere il lembo destro della sezione

N°Comb.	N	Mx	My
1	0.00	600.00 (887.54)	0.00 (0.00)
2	0.00	-200.00 (-838.18)	0.00 (0.00)

COMB. QUASI PERMANENTI (S.L.E.) - SFORZI PER OGNI COMBINAZIONE ASSEGNATA

N Sforzo normale [kN] applicato nel Baricentro (+ se di compressione)
Mx Momento flettente [kNm] intorno all'asse x princ. d'inerzia (tra parentesi Mom.Fessurazione) con verso positivo se tale da comprimere il lembo superiore della sezione
My Momento flettente [kNm] intorno all'asse y princ. d'inerzia (tra parentesi Mom.Fessurazione) con verso positivo se tale da comprimere il lembo destro della sezione

N°Comb.	N	Mx	My
1	0.00	400.00 (887.54)	0.00 (0.00)
2	0.00	-150.00 (-838.18)	0.00 (0.00)

RISULTATI DEL CALCOLO

Sezione verificata

Copriferro netto minimo barre longitudinali: 8.2 cm
Interferro netto minimo barre longitudinali: 6.6 cm

METODO AGLI STATI LIMITE ULTIMI - RISULTATI PRESSO-TENSO FLESSIONE

Ver S = combinazione verificata / N = combin. non verificata
N Sn Sforzo normale allo snervamento [kN] nel baricentro B sezione cls.(positivo se di compressione)
Mx Sn Momento di snervamento [kNm] riferito all'asse x princ. d'inerzia
My Sn Momento di snervamento [kNm] riferito all'asse y princ. d'inerzia
N Ult Sforzo normale ultimo [kN] nel baricentro B sezione cls.(positivo se di compress.)
Mx Ult Momento flettente ultimo [kNm] riferito all'asse x princ. d'inerzia
My Ult Momento flettente ultimo [kNm] riferito all'asse y princ. d'inerzia
Mis.Sic. Misura sicurezza = rapporto vettoriale tra (N Ult,Mx Ult,My Ult) e (N,Mx,My)
Verifica positiva se tale rapporto risulta ≥ 1.000
As Tesa Area armature [cm²] in zona tesa (solo travi). Tra parentesi l'area minima di normativa

N°Comb	Ver	N Sn	Mx Sn	My Sn	N Ult	Mx Ult	My Ult	Mis.Sic.	As Tesa
1	S	0.00	1779.53	0.00	0.00	1867.04	0.00	1.245	45.2
2	N	0.00	-641.95	0.00	0.00	-699.47	0.00	1.076	15.7

METODO AGLI STATI LIMITE ULTIMI - DEFORMAZIONI UNITARIE ALLO STATO ULTIMO

ec max Deform. unit. massima del conglomerato a compressione
ec 3/7 Deform. unit. del conglomerato nella fibra a 3/7 dell'altezza efficace
Xc max Ascissa in cm della fibra corrisp. a ec max (sistema rif. X,Y,O sez.)
Yc max Ordinata in cm della fibra corrisp. a ec max (sistema rif. X,Y,O sez.)
es min Deform. unit. minima nell'acciaio (negativa se di trazione)
Xs min Ascissa in cm della barra corrisp. a es min (sistema rif. X,Y,O sez.)
Ys min Ordinata in cm della barra corrisp. a es min (sistema rif. X,Y,O sez.)
es max Deform. unit. massima nell'acciaio (positiva se di compress.)
Xs max Ascissa in cm della barra corrisp. a es max (sistema rif. X,Y,O sez.)
Ys max Ordinata in cm della barra corrisp. a es max (sistema rif. X,Y,O sez.)

APPALTATORE: TELESE S.c.a r.l. Consorzio Telese Società Consortile a Responsabilità Limitata	ITINERARIO NAPOLI – BARI RADDOPPIO TRATTA CANCELLO-BENEVENTO II LOTTO FUNZIONALE FRASSO TELESINO – VITULANO 2° SUBLOTTO TELESE – SAN LORENZO PROGETTO ESECUTIVO
PROGETTAZIONE: Mandatario: SYSTRA S.A. Mandante: SWS Engineering S.p.A. SYSTRA-SOTECNI S.p.A.	
PONTI E VIADOTTI – VI13 "Struttura ad archi": Relazione di calcolo	COMMESSA LOTTO CODIFICA DOCUMENTO REV. FOGLIO IF2R 2.2.E.ZZ CL VI.13.0.0.001 B 99 di 147

N°Comb	ec max	ec 3/7	Xc max	Yc max	es min	Xs min	Ys min	es max	Xs max	Ys max
1	0.00350	-0.01341	-50.0	120.0	0.00048	-40.3	110.8	-0.03276	-40.3	9.7
2	0.00350	-0.01869	-50.0	0.0	-0.00069	-40.3	9.7	-0.04432	-40.3	110.8

POSIZIONE ASSE NEUTRO PER OGNI COMB. DI RESISTENZA

a, b, c Coeff. a, b, c nell'eq. dell'asse neutro $aX+bY+c=0$ nel rif. X,Y,O gen.
x/d Rapp. di duttilità a rottura in presenza di sola fless.(travi)
C.Rid. Coeff. di riduz. momenti per sola flessione in travi continue

N°Comb	a	b	c	x/d	C.Rid.
1	0.000000000	0.000328781	-0.035953742	0.097	0.700
2	0.000000000	-0.000431555	0.003500000	0.073	0.700

COMBINAZIONI RARE IN ESERCIZIO - MASSIME TENSIONI NORMALI ED APERTURA FESSURE

Ver S = comb. verificata/ N = comb. non verificata
Sc max Massima tensione (positiva se di compressione) nel conglomerato [Mpa]
Xc max, Yc max Ascissa, Ordinata [cm] del punto corrisp. a Sc max (sistema rif. X,Y,O)
Sf min Minima tensione (negativa se di trazione) nell'acciaio [Mpa]
Xs min, Ys min Ascissa, Ordinata [cm] della barra corrisp. a Sf min (sistema rif. X,Y,O)
Ac eff. Area di calcestruzzo [cm²] in zona tesa considerata aderente alle barre
As eff. Area barre [cm²] in zona tesa considerate efficaci per l'apertura delle fessure
D barre Distanza tra le barre tese [cm] ai fini del calcolo dell'apertura fessure
Beta12 Prodotto dei coeff. di aderenza delle barre Beta1*Beta2

N°Comb	Ver	Sc max	Xc max	Yc max	Sf min	Xs min	Ys min	Ac eff.	As eff.	D barre	Beta12
1	S	3.48	-50.0	120.0	-132.6	-22.4	9.7	2617	45.2	9.0	1.00
2	S	1.59	50.0	0.0	-122.6	20.2	110.8	2187	15.7	20.2	1.00

COMBINAZIONI FREQUENTI IN ESERCIZIO - MASSIME TENSIONI NORMALI ED APERTURA FESSURE

N°Comb	Ver	Sc max	Xc max	Yc max	Sf min	Xs min	Ys min	Ac eff.	As eff.	D barre	Beta12
1	S	3.48	-50.0	120.0	-132.6	-22.4	9.7	2617	45.2	9.0	1.00
2	S	1.59	50.0	0.0	-122.6	20.2	110.8	2187	15.7	20.2	1.00

COMBINAZIONI FREQUENTI IN ESERCIZIO - APERTURA FESSURE

La sezione viene assunta sempre fessurata anche nel caso in cui la trazione minima del calcestruzzo sia inferiore a f_{ctm}

Ver. Esito della verifica
S1 Massima tensione [Mpa] di trazione nel calcestruzzo valutata in sezione non fessurata
S2 Minima tensione [Mpa] di trazione nel calcestruzzo valutata in sezione fessurata
k2 = 0.4 per barre ad aderenza migliorata
k3 = 0.125 per flessione e presso-flessione; $=(e1 + e2)/(2*e1)$ per trazione eccentrica
Ø Diametro [mm] medio delle barre tese comprese nell'area efficace Ac eff
Cf Coprifero [mm] netto calcolato con riferimento alla barra più tesa
Psi = $1-Beta12*(Ssr/Ss)^2 = 1-Beta12*(f_{ctm}/S2)^2 = 1-Beta12*(Mfess/M)^2$ [B.6.6 DM96]
e sm Deformazione unitaria media tra le fessure [4.3.1.7.1.3 DM96]. Il valore limite = $0.4*Ss/Es$ è tra parentesi
srm Distanza media tra le fessure [mm]
wk Valore caratteristico [mm] dell'apertura fessure = $1.7 * e * sm * srm$. Valore limite tra parentesi
MX fess. Componente momento di prima fessurazione intorno all'asse X [kNm]
MY fess. Componente momento di prima fessurazione intorno all'asse Y [kNm]

Comb.	Ver	S1	S2	k3	Ø	Cf	Psi	e sm	srm	wk	Mx fess	My fess
-------	-----	----	----	----	---	----	-----	------	-----	----	---------	---------

APPALTATORE:		TELESE S.c.a r.l. Consorzio Telese Società Consortile a Responsabilità Limitata		ITINERARIO NAPOLI – BARI RADDOPPIO TRATTA CANCELLO-BENEVENTO II LOTTO FUNZIONALE FRASSO TELESINO – VITULANO 2° SUBLOTTO TELESE – SAN LORENZO PROGETTO ESECUTIVO					
PROGETTAZIONE:		Mandatario: SYSTRA S.A. Mandante: SWS Engineering S.p.A. SYSTRA-SOTECNI S.p.A.							
PONTI E VIADOTTI – VI13 "Struttura ad archi": Relazione di calcolo		COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO		
		IF2R	2.2.E.ZZ	CL	VI.13.0.0.001	B	100 di 147		

1	S	-2.1	0	0.125	24	85	-1.188	0.00027 (0.00027)	257	0.116 (0.20)	887.54	0.00
2	S	-0.7	0	0.125	20	82	-16.564	0.00025 (0.00025)	344	0.143 (0.20)	-838.18	0.00

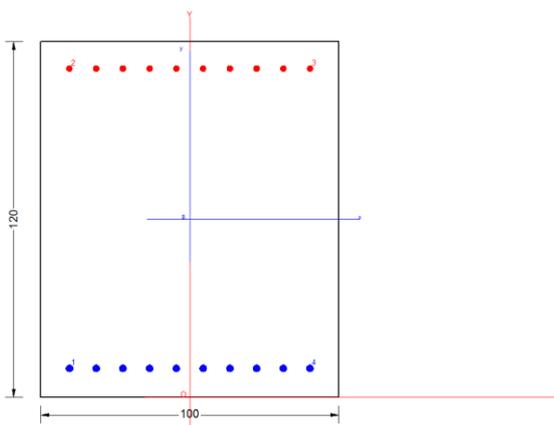
COMBINAZIONI QUASI PERMANENTI IN ESERCIZIO - MASSIME TENSIONI NORMALI ED APERTURA FESSURE

N°Comb	Ver	Sc max	Xc max	Yc max	Sf min	Xs min	Ys min	Ac eff.	As eff.	D barre	Beta12
1	S	2.32	50.0	120.0	-88.4	-13.4	9.7	2617	45.2	9.0	0.50
2	S	1.19	50.0	0.0	-92.0	20.2	110.8	2187	15.7	20.2	0.50

COMBINAZIONI QUASI PERMANENTI IN ESERCIZIO - APERTURA FESSURE

Comb.	Ver	S1	S2	k3	Ø	Cf	Psi	e sm	srm	wk	Mx fess	My fess
1	S	-1.4	0	0.125	24	85	-1.462	0.00018 (0.00018)	257	0.077 (0.20)	887.54	0.00
2	S	-0.6	0	0.125	20	82	-14.612	0.00018 (0.00018)	344	0.107 (0.20)	-838.18	0.00

10.3.4. *Momento longitudinale Mxx - Sezione di incastro*



CARATTERISTICHE DI RESISTENZA DEI MATERIALI IMPIEGATI

CALCESTRUZZO -	Classe:	C32/40
	Resis. compr. di calcolo fcd:	18.810 MPa
	Def.unit. max resistenza ec2:	0.0020
	Def.unit. ultima ecu:	0.0035
	Diagramma tensione-deformaz.:	Parabola-Rettangolo
	Modulo Elastico Normale Ec:	33643.0 MPa
	Resis. media a trazione fctm:	3.100 MPa
	Coeff. Omogen. S.L.E.:	15.00
	Coeff. Omogen. S.L.E.:	15.00
	Sc limite S.L.E. comb. Frequenti:	199.20 daN/cm ²
	Ap.Fessure limite S.L.E. comb. Frequenti:	0.200 mm
	Sc limite S.L.E. comb. Q.Permanenti:	0.00 Mpa
	Ap.Fessure limite S.L.E. comb. Q.Permanenti:	0.200 mm
ACCIAIO -	Tipo:	B450C
	Resist. caratt. snervam. fyk:	450.00 MPa
	Resist. caratt. rottura ftk:	450.00 MPa
	Resist. snerv. di calcolo fyd:	391.30 MPa
	Resist. ultima di calcolo ftd:	391.30 MPa

APPALTATORE:		TELESE S.c.a r.l. Consorzio Telese Società Consortile a Responsabilità Limitata		ITINERARIO NAPOLI – BARI RADDOPPIO TRATTA CANCELLO-BENEVENTO II LOTTO FUNZIONALE FRASSO TELESINO – VITULANO 2° SUBLOTTO TELESE – SAN LORENZO PROGETTO ESECUTIVO			
PROGETTAZIONE:		Mandatario: SYSTRA S.A. Mandante: SWS Engineering S.p.A. SYSTRA-SOTECNI S.p.A.					
PONTI E VIADOTTI – VI13 "Struttura ad archi": Relazione di calcolo		COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
		IF2R	2.2.E.ZZ	CL	VI.13.0.0.001	B	101 di 147

Deform. ultima di calcolo Epu:	0.068
Modulo Elastico Ef	2000000 daN/cm ²
Diagramma tensione-deformaz.:	Bilineare finito
Coeff. Aderenza istantaneo $\beta_1 \cdot \beta_2$:	1.00
Coeff. Aderenza differito $\beta_1 \cdot \beta_2$:	0.50
Sf limite S.L.E. Comb. Rare:	360.00 MPa

CARATTERISTICHE DOMINIO CONGLOMERATO

Forma del Dominio: Poligonale
Classe Conglomerato: C32/40

N° vertice:	X [cm]	Y [cm]
1	-50.0	0.0
2	-50.0	120.0
3	50.0	120.0
4	50.0	0.0

DATI BARRE ISOLATE

N° Barra	X [cm]	Y [cm]	DiamØ [mm]
1	-40.3	9.7	24
2	-40.3	110.8	20
3	40.3	110.8	20
4	40.3	9.7	24

DATI GENERAZIONI LINEARI DI BARRE

N° Gen. Numero assegnato alla singola generazione lineare di barre
N° Barra Ini. Numero della barra iniziale cui si riferisce la generazione
N° Barra Fin. Numero della barra finale cui si riferisce la generazione
N° Barre Numero di barre generate equidistanti cui si riferisce la generazione
Ø Diametro in mm delle barre della generazione

N° Gen.	N° Barra Ini.	N° Barra Fin.	N° Barre	Ø
1	2	3	8	20
2	1	4	8	24

ST.LIM.ULTIMI - SFORZI PER OGNI COMBINAZIONE ASSEGNATA

N Sforzo normale [kN] applicato nel Baric. (+ se di compressione)
Mx Momento flettente [daNm] intorno all'asse x princ. d'inerzia con verso positivo se tale da comprimere il lembo sup. della sez.
My Momento flettente [daNm] intorno all'asse y princ. d'inerzia con verso positivo se tale da comprimere il lembo destro della sez.
Vy Componente del Taglio [kN] parallela all'asse princ.d'inerzia y
Vx Componente del Taglio [kN] parallela all'asse princ.d'inerzia x

N° Comb.	N	Mx	My	Vy	Vx
1	0.00	950.00	0.00	0.00	0.00
2	0.00	-950.00	0.00	0.00	0.00

COMB. RARE (S.L.E.) - SFORZI PER OGNI COMBINAZIONE ASSEGNATA

APPALTATORE:		TELESE S.c.a r.l. Consorzio Telese Società Consortile a Responsabilità Limitata		ITINERARIO NAPOLI – BARI RADDOPPIO TRATTA CANCELLO-BENEVENTO II LOTTO FUNZIONALE FRASSO TELESINO – VITULANO 2° SUBLOTTO TELESE – SAN LORENZO PROGETTO ESECUTIVO					
PROGETTAZIONE:		Mandatario: SYSTRA S.A. Mandante: SWS Engineering S.p.A. SYSTRA-SOTECNI S.p.A.		COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
PONTI E VIADOTTI – VI13 "Struttura ad archi": Relazione di calcolo				IF2R	2.2.E.ZZ	CL	VI.13.0.0.001	B	102 di 147

N Sforzo normale [kN] applicato nel Baricentro (+ se di compressione)
Mx Momento flettente [kNm] intorno all'asse x princ. d'inerzia (tra parentesi Mom.Fessurazione)
con verso positivo se tale da comprimere il lembo superiore della sezione
My Momento flettente [kNm] intorno all'asse y princ. d'inerzia (tra parentesi Mom.Fessurazione)
con verso positivo se tale da comprimere il lembo destro della sezione

N°Comb.	N	Mx	My
1	0.00	600.00	0.00
2	0.00	-600.00	0.00

COMB. FREQUENTI (S.L.E.) - SFORZI PER OGNI COMBINAZIONE ASSEGNATA

N Sforzo normale [kN] applicato nel Baricentro (+ se di compressione)
Mx Momento flettente [kNm] intorno all'asse x princ. d'inerzia (tra parentesi Mom.Fessurazione)
con verso positivo se tale da comprimere il lembo superiore della sezione
My Momento flettente [kNm] intorno all'asse y princ. d'inerzia (tra parentesi Mom.Fessurazione)
con verso positivo se tale da comprimere il lembo destro della sezione

N°Comb.	N	Mx	My
1	0.00	600.00 (906.85)	0.00 (0.00)
2	0.00	-600.00 (-883.71)	0.00 (0.00)

COMB. QUASI PERMANENTI (S.L.E.) - SFORZI PER OGNI COMBINAZIONE ASSEGNATA

N Sforzo normale [kN] applicato nel Baricentro (+ se di compressione)
Mx Momento flettente [kNm] intorno all'asse x princ. d'inerzia (tra parentesi Mom.Fessurazione)
con verso positivo se tale da comprimere il lembo superiore della sezione
My Momento flettente [kNm] intorno all'asse y princ. d'inerzia (tra parentesi Mom.Fessurazione)
con verso positivo se tale da comprimere il lembo destro della sezione

N°Comb.	N	Mx	My
1	0.00	500.00 (906.85)	0.00 (0.00)
2	0.00	-500.00 (-883.71)	0.00 (0.00)

RISULTATI DEL CALCOLO

Sezione verificata per tutte le combinazioni assegnate

Copriferro netto minimo barre longitudinali: 8.2 cm
Interferro netto minimo barre longitudinali: 6.6 cm

METODO AGLI STATI LIMITE ULTIMI - RISULTATI PRESSO-TENSO FLESSIONE

Ver S = combinazione verificata / N = combin. non verificata
N Sn Sforzo normale allo snervamento [kN] nel baricentro B sezione cls.(positivo se di compressione)
Mx Sn Momento di snervamento [kNm] riferito all'asse x princ. d'inerzia
My Sn Momento di snervamento [kNm] riferito all'asse y princ. d'inerzia
N Ult Sforzo normale ultimo [kN] nel baricentro B sezione cls.(positivo se di compress.)
Mx Ult Momento flettente ultimo [kNm] riferito all'asse x princ. d'inerzia
My Ult Momento flettente ultimo [kNm] riferito all'asse y princ. d'inerzia
Mis.Sic. Misura sicurezza = rapporto vettoriale tra (N Ult,Mx Ult,My Ult) e (N,Mx,My)
Verifica positiva se tale rapporto risulta >=1.000
As Tesa Area armature [cm²] in zona tesa (solo travi). Tra parentesi l'area minima di normativa

N°Comb	Ver	N Sn	Mx Sn	My Sn	N Ult	Mx Ult	My Ult	Mis.Sic.	As Tesa
--------	-----	------	-------	-------	-------	--------	--------	----------	---------

APPALTATORE:		TELESE S.c.a r.l. Consorzio Telese Società Consortile a Responsabilità Limitata		ITINERARIO NAPOLI – BARI RADDOPPIO TRATTA CANCELLO-BENEVENTO II LOTTO FUNZIONALE FRASSO TELESINO – VITULANO 2° SUBLOTTO TELESE – SAN LORENZO PROGETTO ESECUTIVO					
PROGETTAZIONE:		Mandatario: SYSTRA S.A. Mandante: SWS Engineering S.p.A. SYSTRA-SOTECNI S.p.A.		COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
PONTI E VIADOTTI – VI13		"Struttura ad archi": Relazione di calcolo		IF2R	2.2.E.ZZ	CL	VI.13.0.001	B	103 di 147

1	S	0.00	1785.99	0.00	0.00	1866.69	0.00	1.965	45.2(19.8)
2	S	0.00	-1262.42	0.00	0.00	-1325.07	0.00	1.395	31.4(19.8)

METODO AGLI STATI LIMITE ULTIMI - DEFORMAZIONI UNITARIE ALLO STATO ULTIMO

ec max	Deform. unit. massima del conglomerato a compressione									
ec 3/7	Deform. unit. del conglomerato nella fibra a 3/7 dell'altezza efficace									
Xc max	Ascissa in cm della fibra corrisp. a ec max (sistema rif. X,Y,O sez.)									
Yc max	Ordinata in cm della fibra corrisp. a ec max (sistema rif. X,Y,O sez.)									
es min	Deform. unit. minima nell'acciaio (negativa se di trazione)									
Xs min	Ascissa in cm della barra corrisp. a es min (sistema rif. X,Y,O sez.)									
Ys min	Ordinata in cm della barra corrisp. a es min (sistema rif. X,Y,O sez.)									
es max	Deform. unit. massima nell'acciaio (positiva se di compress.)									
Xs max	Ascissa in cm della barra corrisp. a es max (sistema rif. X,Y,O sez.)									
Ys max	Ordinata in cm della barra corrisp. a es max (sistema rif. X,Y,O sez.)									
N°Comb	ec max	ec 3/7	Xc max	Yc max	es min	Xs min	Ys min	es max	Xs max	Ys max
1	0.00350	-0.01414	-50.0	120.0	0.00035	-40.3	110.8	-0.03432	-40.3	9.7
2	0.00350	-0.01606	-50.0	0.0	-0.00019	-40.3	9.7	-0.03864	-40.3	110.8

POSIZIONE ASSE NEUTRO PER OGNI COMB. DI RESISTENZA

a, b, c	Coeff. a, b, c nell'eq. dell'asse neutro $aX+bY+c=0$ nel rif. X,Y,O gen.				
x/d	Rapp. di duttilità a rottura in presenza di sola fless.(travi)				
C.Rid.	Coeff. di riduz. momenti per sola flessione in travi continue				
N°Comb	a	b	c	x/d	C.Rid.
1	0.000000000	0.000342922	-0.037650608	0.093	0.700
2	0.000000000	-0.000380337	0.003500000	0.083	0.700

COMBINAZIONI RARE IN ESERCIZIO - MASSIME TENSIONI NORMALI ED APERTURA FESSURE

Ver	S = comb. verificata/ N = comb. non verificata										
Sc max	Massima tensione (positiva se di compressione) nel conglomerato [Mpa]										
Xc max, Yc max	Ascissa, Ordinata [cm] del punto corrisp. a Sc max (sistema rif. X,Y,O)										
Sf min	Minima tensione (negativa se di trazione) nell'acciaio [Mpa]										
Xs min, Ys min	Ascissa, Ordinata [cm] della barra corrisp. a Sf min (sistema rif. X,Y,O)										
Ac eff.	Area di calcestruzzo [cm²] in zona tesa considerata aderente alle barre										
As eff.	Area barre [cm²] in zona tesa considerate efficaci per l'apertura delle fessure										
D barre	Distanza tre le barre tese [cm] ai fini del calcolo dell'apertura fessure										
Beta12	Prodotto dei coeff. di aderenza delle barre $Beta1*Beta2$										
N°Comb	Ver	Sc max	Xc max	Yc max	Sf min	Xs min	Ys min	Ac eff.	As eff.	D barre	Beta12
1	S	3.28	50.0	120.0	-132.0	-13.4	9.7	2617	45.2	9.0	1.00
2	S	3.57	50.0	0.0	-186.9	31.3	110.8	2271	31.4	9.0	1.00

COMBINAZIONI FREQUENTI IN ESERCIZIO - MASSIME TENSIONI NORMALI ED APERTURA FESSURE

N°Comb	Ver	Sc max	Xc max	Yc max	Sf min	Xs min	Ys min	Ac eff.	As eff.	D barre	Beta12
1	S	3.28	50.0	120.0	-132.0	-13.4	9.7	2617	45.2	9.0	1.00
2	S	3.57	50.0	0.0	-186.9	31.3	110.8	2271	31.4	9.0	1.00

COMBINAZIONI FREQUENTI IN ESERCIZIO - APERTURA FESSURE

La sezione viene assunta sempre fessurata anche nel caso in cui la trazione minima del calcestruzzo sia inferiore a f_{ctm}

APPALTATORE:		TELESE S.c.a r.l. Consorzio Telese Società Consortile a Responsabilità Limitata		ITINERARIO NAPOLI – BARI RADDOPPIO TRATTA CANCELLO-BENEVENTO II LOTTO FUNZIONALE FRASSO TELESINO – VITULANO 2° SUBLOTTO TELESE – SAN LORENZO PROGETTO ESECUTIVO					
PROGETTAZIONE:		Mandatario: SYSTRA S.A. Mandante: SWS Engineering S.p.A. SYSTRA-SOTECNI S.p.A.							
PONTI E VIADOTTI – VI13 "Struttura ad archi": Relazione di calcolo		COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO		
		IF2R	2.2.E.ZZ	CL	VI.13.0.0.001	B	104 di 147		

Ver.	Esito della verifica
S1	Massima tensione [Mpa] di trazione nel calcestruzzo valutata in sezione non fessurata
S2	Minima tensione [Mpa] di trazione nel calcestruzzo valutata in sezione fessurata
k2	= 0.4 per barre ad aderenza migliorata
k3	= 0.125 per flessione e presso-flessione; $= (e1 + e2)/(2 * e1)$ per trazione eccentrica
Ø	Diametro [mm] medio delle barre tese comprese nell'area efficace Ac eff
Cf	Copriferro [mm] netto calcolato con riferimento alla barra più tesa
Psi	$= 1 - \text{Beta}12 * (Ssr/Ss)^2 = 1 - \text{Beta}12 * (fctm/S2)^2 = 1 - \text{Beta}12 * (Mfess/M)^2$ [B.6.6 DM96]
e sm	Deformazione unitaria media tra le fessure [4.3.1.7.1.3 DM96]. Il valore limite = $0.4 * Ss/Es$ è tra parentesi
srm	Distanza media tra le fessure [mm]
wk	Valore caratteristico [mm] dell'apertura fessure = $1.7 * e sm * srm$. Valore limite tra parentesi
MX fess.	Componente momento di prima fessurazione intorno all'asse X [kNm]
MY fess.	Componente momento di prima fessurazione intorno all'asse Y [kNm]

Comb.	Ver	S1	S2	k3	Ø	Cf	Psi	e sm	srm	wk	Mx fess	My fess
1	S	-2.1	0	0.125	24	85	-1.284	0.00026 (0.00026)	257	0.116 (0.20)	906.85	0.00
2	S	-2.1	0	0.125	20	82	-1.169	0.00037 (0.00037)	254	0.162 (0.20)	-883.71	0.00

COMBINAZIONI QUASI PERMANENTI IN ESERCIZIO - MASSIME TENSIONI NORMALI ED APERTURA FESSURE

N°Comb	Ver	Sc max	Xc max	Yc max	Sf min	Xs min	Ys min	Ac eff.	As eff.	D barre	Beta12
1	S	2.73	50.0	120.0	-110.0	4.5	9.7	2617	45.2	9.0	0.50
2	S	2.97	50.0	0.0	-155.7	-4.5	110.8	2271	31.4	9.0	0.50

COMBINAZIONI QUASI PERMANENTI IN ESERCIZIO - APERTURA FESSURE

Comb.	Ver	S1	S2	k3	Ø	Cf	Psi	e sm	srm	wk	Mx fess	My fess
1	S	-1.7	0	0.125	24	85	-0.645	0.00022 (0.00022)	257	0.096 (0.20)	906.85	0.00
2	S	-1.8	0	0.125	20	82	-0.562	0.00031 (0.00031)	254	0.135 (0.20)	-883.71	0.00

APPALTATORE:	TELESE S.c.a r.l. Consorzio Telese Società Consortile a Responsabilità Limitata	ITINERARIO NAPOLI – BARI RADDOPPIO TRATTA CANCELLO-BENEVENTO II LOTTO FUNZIONALE FRASSO TELESINO – VITULANO 2° SUBLOTTO TELESE – SAN LORENZO PROGETTO ESECUTIVO				
PROGETTAZIONE:	Mandatario: SYSTRA S.A. Mandante: SWS Engineering S.p.A. SYSTRA-SOTECNI S.p.A.					
PONTI E VIADOTTI – VI13 "Struttura ad archi": Relazione di calcolo	COMMESSA IF2R	LOTTO 2.2.E.ZZ	CODIFICA CL	DOCUMENTO VI.13.0.0.001	REV. B	FOGLIO 105 di 147

10.3.5. *Taglio*

SEZIONE					
b _w	=	100	cm		
h	=	120	cm		
c	=	8.5	cm		
d	=	h-c	=	111.5	cm
MATERIALI					
f _{ywd}	=	391.30	MPa		
R _{ck}	=	40	MPa		
γ _c	=	1.5			
f _{ck}	=	0.83xR _{ck}	=	33.2	MPa
f _{cd}	=	0.85xf _{ck} /γ _c	=	18.81	MPa
ARMATURE A TAGLIO					
ø _{st}	=	12			
braccia	=	5			
ø _{st2}	=	0			
braccia	=	0			
passo	=	40	cm		
(A _{sw} / s)	=	14.137	cm ² / m		
α	=	90	°	(90° staffe verticali)	
ARMATURE LONGITUDINALI					
ø _l	=	24			
Numero	=	10			
A _{sl}	=	45.239	cm ²		
TAGLIO AGENTE V _{Ed} = 1300 (KN)					
SFORZO NORMALE N _{Ed} = 0 (KN)					
α _c = 1.0000					

ELEMENTI CON ARMATURA A TAGLIO

Calcolo di cot θ

$$\cot(\theta) = 4.00$$

$$\theta = 14.03^\circ$$

IPOTESI 2 cot θ > 2.5 Si assume θ = 21.8°

Armatura trasversale

$$V_{Rsd} = 1387.82 \text{ (KN)} \quad 0,9 \cdot d \cdot \frac{A_{sw}}{s} \cdot f_{yd} \cdot (\cot\alpha + \cot\theta) \cdot \sin\alpha$$

$$V_{Rcd} = 3255.03 \text{ (KN)} \quad 0,9 \cdot d \cdot b_w \cdot \alpha_c \cdot f'_{cd} \cdot (\cot\alpha + \cot\theta) / (1 + \cot^2\theta)$$

$$V_{Rd} = 1388 \text{ (KN)} \quad \min(V_{Rsd}, V_{Rcd})$$

APPALTATORE: TELESE S.c.a r.l. Consorzio Telese Società Consortile a Responsabilità Limitata	ITINERARIO NAPOLI – BARI RADDOPPIO TRATTA CANCELLO-BENEVENTO II LOTTO FUNZIONALE FRASSO TELESINO – VITULANO 2° SUBLOTTO TELESE – SAN LORENZO PROGETTO ESECUTIVO					
PROGETTAZIONE: Mandataria: SYSTRA S.A. Mandante: SWS Engineering S.p.A. SYSTRA-SOTECNI S.p.A.	COMMESSA IF2R	LOTTO 2.2.E.ZZ	CODIFICA CL	DOCUMENTO VI.13.0.0.001	REV. B	FOGLIO 106 di 147
PONTI E VIADOTTI – VI13 "Struttura ad archi": Relazione di calcolo						

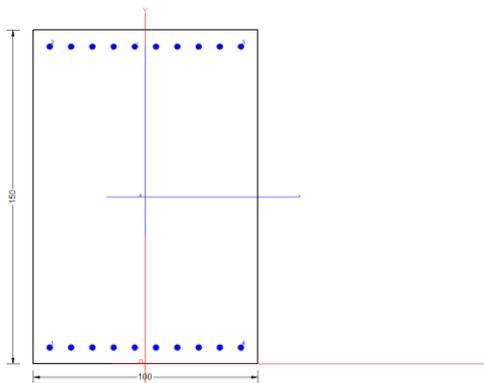
10.4. Fondazione

Si riassume di seguito l'armatura adottata.

FONDAZIONE		
Armatura longitudinale	Armatura trasversale	Armatura taglio
Arm. tesa	Arm. tesa	Ø12/20x40
10Ø24	10Ø26	
Arm. Compressa	Arm. Compressa	
5Ø24	10Ø24	

La sezione risulta verificata con l'armatura prevista.

10.4.1. *Momento trasversale*



CARATTERISTICHE DI RESISTENZA DEI MATERIALI IMPIEGATI

CALCESTRUZZO -	Classe:	C28/35	
	Resis. compr. di calcolo fcd:	15.860	MPa
	Def.unit. max resistenza ec2:	0.0020	
	Def.unit. ultima ecu:	0.0035	
	Diagramma tensione-deformaz.:	Parabola-Rettangolo	
	Modulo Elastico Normale Ec:	32308.0	MPa
	Resis. media a trazione fctm:	2.760	MPa
	Coeff. Omogen. S.L.E.:	15.00	
	Coeff. Omogen. S.L.E.:	15.00	
	Sc limite S.L.E. comb. Frequenti:	168.00	daN/cm ²
	Ap.Fessure limite S.L.E. comb. Frequenti:	0.200	mm
	Sc limite S.L.E. comb. Q.Permanenti:	0.00	Mpa
	Ap.Fessure limite S.L.E. comb. Q.Permanenti:	0.200	mm
ACCIAIO -	Tipo:	B450C	
	Resist. caratt. snervam. fyk:	450.00	MPa

APPALTATORE:		TELESE S.c.a r.l. Consorzio Telese Società Consortile a Responsabilità Limitata		ITINERARIO NAPOLI – BARI RADDOPPIO TRATTA CANCELLO-BENEVENTO II LOTTO FUNZIONALE FRASSO TELESINO – VITULANO 2° SUBLOTTO TELESE – SAN LORENZO PROGETTO ESECUTIVO			
PROGETTAZIONE:		Mandatario: SYSTRA S.A. Mandante: SWS Engineering S.p.A. SYSTRA-SOTECNI S.p.A.					
PONTI E VIADOTTI – VI13 "Struttura ad archi": Relazione di calcolo		COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
		IF2R	2.2.E.ZZ	CL	VI.13.0.0.001	B	107 di 147

Resist. caratt. rottura ftk:	450.00	MPa
Resist. snerv. di calcolo fyd:	391.30	MPa
Resist. ultima di calcolo ftd:	391.30	MPa
Deform. ultima di calcolo Epu:	0.068	
Modulo Elastico Ef	2000000	daN/cm ²
Diagramma tensione-deformaz.:	Bilineare finito	
Coeff. Aderenza istantaneo $\beta_1 \cdot \beta_2$:	1.00	
Coeff. Aderenza differito $\beta_1 \cdot \beta_2$:	0.50	
Sf limite S.L.E. Comb. Rare:	360.00	MPa

CARATTERISTICHE DOMINIO CONGLOMERATO

Forma del Dominio: Poligonale
Classe Conglomerato: C28/35

N°vertice:	X [cm]	Y [cm]
1	-50.0	0.0
2	-50.0	150.0
3	50.0	150.0
4	50.0	0.0

DATI BARRE ISOLATE

N°Barra	X [cm]	Y [cm]	DiamØ[mm]
1	-42.6	7.4	26
2	-42.6	142.6	26
3	42.6	142.6	26
4	42.6	7.4	26

DATI GENERAZIONI LINEARI DI BARRE

N°Gen. Numero assegnato alla singola generazione lineare di barre
N°Barra Ini. Numero della barra iniziale cui si riferisce la generazione
N°Barra Fin. Numero della barra finale cui si riferisce la generazione
N°Barre Numero di barre generate equidistanti cui si riferisce la generazione
Ø Diametro in mm delle barre della generazione

N°Gen.	N°Barra Ini.	N°Barra Fin.	N°Barre	Ø
1	2	3	8	26
2	1	4	8	26

ST.LIM.ULTIMI - SFORZI PER OGNI COMBINAZIONE ASSEGNATA

N	Sforzo normale [kN] applicato nel Baric. (+ se di compressione)				
Mx	Momento flettente [daNm] intorno all'asse x princ. d'inerzia con verso positivo se tale da comprimere il lembo sup. della sez.				
My	Momento flettente [daNm] intorno all'asse y princ. d'inerzia con verso positivo se tale da comprimere il lembo destro della sez.				
Vy	Componente del Taglio [kN] parallela all'asse princ.d'inerzia y				
Vx	Componente del Taglio [kN] parallela all'asse princ.d'inerzia x				
N°Comb.	N	Mx	My	Vy	Vx
1	0.00	2700.00	0.00	0.00	0.00

APPALTATORE: TELESE S.c.a r.l. Consorzio Telese Società Consortile a Responsabilità Limitata		ITINERARIO NAPOLI – BARI RADDOPPIO TRATTA CANCELLO-BENEVENTO II LOTTO FUNZIONALE FRASSO TELESINO – VITULANO 2° SUBLOTTO TELESE – SAN LORENZO PROGETTO ESECUTIVO					
PROGETTAZIONE: Mandatario: SYSTRA S.A. Mandante: SWS Engineering S.p.A. SYSTRA-SOTECNI S.p.A.							
PONTI E VIADOTTI – VI13 "Struttura ad archi": Relazione di calcolo		COMMESSA IF2R	LOTTO 2.2.E.ZZ	CODIFICA CL	DOCUMENTO VI.13.0.0.001	REV. B	FOGLIO 108 di 147

COMB. RARE (S.L.E.) - SFORZI PER OGNI COMBINAZIONE ASSEGNATA

N	Sforzo normale [kN] applicato nel Baricentro (+ se di compressione)		
Mx	Momento flettente [kNm] intorno all'asse x princ. d'inerzia (tra parentesi Mom.Fessurazione) con verso positivo se tale da comprimere il lembo superiore della sezione		
My	Momento flettente [kNm] intorno all'asse y princ. d'inerzia (tra parentesi Mom.Fessurazione) con verso positivo se tale da comprimere il lembo destro della sezione		
N°Comb.	N	Mx	My
1	0.00	1600.00	0.00

COMB. FREQUENTI (S.L.E.) - SFORZI PER OGNI COMBINAZIONE ASSEGNATA

N	Sforzo normale [kN] applicato nel Baricentro (+ se di compressione)		
Mx	Momento flettente [kNm] intorno all'asse x princ. d'inerzia (tra parentesi Mom.Fessurazione) con verso positivo se tale da comprimere il lembo superiore della sezione		
My	Momento flettente [kNm] intorno all'asse y princ. d'inerzia (tra parentesi Mom.Fessurazione) con verso positivo se tale da comprimere il lembo destro della sezione		
N°Comb.	N	Mx	My
1	0.00	1600.00 (1302.85)	0.00 (0.00)

COMB. QUASI PERMANENTI (S.L.E.) - SFORZI PER OGNI COMBINAZIONE ASSEGNATA

N	Sforzo normale [kN] applicato nel Baricentro (+ se di compressione)		
Mx	Momento flettente [kNm] intorno all'asse x princ. d'inerzia (tra parentesi Mom.Fessurazione) con verso positivo se tale da comprimere il lembo superiore della sezione		
My	Momento flettente [kNm] intorno all'asse y princ. d'inerzia (tra parentesi Mom.Fessurazione) con verso positivo se tale da comprimere il lembo destro della sezione		
N°Comb.	N	Mx	My
1	0.00	1300.00 (1302.85)	0.00 (0.00)

RISULTATI DEL CALCOLO

Sezione verificata per tutte le combinazioni assegnate

Copriferro netto minimo barre longitudinali:	6.1 cm
Interferro netto minimo barre longitudinali:	6.9 cm

METODO AGLI STATI LIMITE ULTIMI - RISULTATI PRESSO-TENSO FLESSIONE

Ver	S = combinazione verificata / N = combin. non verificata
N Sn	Sforzo normale allo snervamento [kN] nel baricentro B sezione cls.(positivo se di compressione)
Mx Sn	Momento di snervamento [kNm] riferito all'asse x princ. d'inerzia
My Sn	Momento di snervamento [kNm] riferito all'asse y princ. d'inerzia
N Ult	Sforzo normale ultimo [kN] nel baricentro B sezione cls.(positivo se di compress.)
Mx Ult	Momento flettente ultimo [kNm] riferito all'asse x princ. d'inerzia
My Ult	Momento flettente ultimo [kNm] riferito all'asse y princ. d'inerzia
Mis.Sic.	Misura sicurezza = rapporto vettoriale tra (N Ult,Mx Ult,My Ult) e (N,Mx,My) Verifica positiva se tale rapporto risulta >=1.000
As Tesa	Area armature [cm ²] in zona tesa (solo travi). Tra parentesi l'area minima di normativa

N°Comb	Ver	N Sn	Mx Sn	My Sn	N Ult	Mx Ult	My Ult	Mis.Sic.	As Tesa
--------	-----	------	-------	-------	-------	--------	--------	----------	---------

APPALTATORE:		TELESE S.c.a r.l. Consorzio Telese Società Consortile a Responsabilità Limitata		ITINERARIO NAPOLI – BARI RADDOPPIO TRATTA CANCELLO-BENEVENTO II LOTTO FUNZIONALE FRASSO TELESINO – VITULANO 2° SUBLOTTO TELESE – SAN LORENZO PROGETTO ESECUTIVO					
PROGETTAZIONE:		Mandatario: SYSTRA S.A. Mandante: SWS Engineering S.p.A. SYSTRA-SOTECNI S.p.A.		COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
PONTI E VIADOTTI – VI13		"Struttura ad archi": Relazione di calcolo		IF2R	2.2.E.ZZ	CL	VI.13.0.0.001	B	109 di 147

1 S 0.00 2738.79 0.00 0.00 2850.65 0.00 1.056 53.1(22.7)

METODO AGLI STATI LIMITE ULTIMI - DEFORMAZIONI UNITARIE ALLO STATO ULTIMO

ec max Deform. unit. massima del conglomerato a compressione
ec 3/7 Deform. unit. del conglomerato nella fibra a 3/7 dell'altezza efficace
Xc max Ascissa in cm della fibra corrisp. a ec max (sistema rif. X,Y,O sez.)
Yc max Ordinata in cm della fibra corrisp. a ec max (sistema rif. X,Y,O sez.)
es min Deform. unit. minima nell'acciaio (negativa se di trazione)
Xs min Ascissa in cm della barra corrisp. a es min (sistema rif. X,Y,O sez.)
Ys min Ordinata in cm della barra corrisp. a es min (sistema rif. X,Y,O sez.)
es max Deform. unit. massima nell'acciaio (positiva se di compress.)
Xs max Ascissa in cm della barra corrisp. a es max (sistema rif. X,Y,O sez.)
Ys max Ordinata in cm della barra corrisp. a es max (sistema rif. X,Y,O sez.)

N°Comb	ec max	ec 3/7	Xc max	Yc max	es min	Xs min	Ys min	es max	Xs max	Ys max
1	0.00350	-0.01998	-50.0	150.0	0.00080	-42.6	142.6	-0.04858	-42.6	7.4

POSIZIONE ASSE NEUTRO PER OGNI COMB. DI RESISTENZA

a, b, c Coeff. a, b, c nell'eq. dell'asse neutro $aX+bY+c=0$ nel rif. X,Y,O gen.
x/d Rapp. di duttilità a rottura in presenza di sola fless.(travi)
C.Rid. Coeff. di riduz. momenti per sola flessione in travi continue

N°Comb	a	b	c	x/d	C.Rid.
1	0.000000000	0.000365236	-0.051285464	0.067	0.700

COMBINAZIONI RARE IN ESERCIZIO - MASSIME TENSIONI NORMALI ED APERTURA FESSURE

Ver S = comb. verificata/ N = comb. non verificata
Sc max Massima tensione (positiva se di compressione) nel conglomerato [Mpa]
Xc max, Yc max Ascissa, Ordinata [cm] del punto corrisp. a Sc max (sistema rif. X,Y,O)
Sf min Minima tensione (negativa se di trazione) nell'acciaio [Mpa]
Xs min, Ys min Ascissa, Ordinata [cm] della barra corrisp. a Sf min (sistema rif. X,Y,O)
Ac eff. Area di calcestruzzo [cm²] in zona tesa considerata aderente alle barre
As eff. Area barre [cm²] in zona tesa considerate efficaci per l'apertura delle fessure
D barre Distanza tre le barre tese [cm] ai fini del calcolo dell'apertura fessure
Beta12 Prodotto dei coeff. di aderenza delle barre Beta1*Beta2

N°Comb	Ver	Sc max	Xc max	Yc max	Sf min	Xs min	Ys min	Ac eff.	As eff.	D barre	Beta12
1	S	5.04	50.0	150.0	-228.4	-42.6	7.4	2534	53.1	9.5	1.00

COMBINAZIONI FREQUENTI IN ESERCIZIO - MASSIME TENSIONI NORMALI ED APERTURA FESSURE

N°Comb	Ver	Sc max	Xc max	Yc max	Sf min	Xs min	Ys min	Ac eff.	As eff.	D barre	Beta12
1	S	5.04	50.0	150.0	-228.4	-42.6	7.4	2534	53.1	9.5	1.00

COMBINAZIONI FREQUENTI IN ESERCIZIO - APERTURA FESSURE

La sezione viene assunta sempre fessurata anche nel caso in cui la trazione minima del calcestruzzo sia inferiore a f_{ctm}

Ver. Esito della verifica
S1 Massima tensione [Mpa] di trazione nel calcestruzzo valutata in sezione non fessurata
S2 Minima tensione [Mpa] di trazione nel calcestruzzo valutata in sezione fessurata
k2 = 0.4 per barre ad aderenza migliorata
k3 = 0.125 per flessione e presso-flessione; $=(e1 + e2)/(2*e1)$ per trazione eccentrica
Ø Diametro [mm] medio delle barre tese comprese nell'area efficace Ac eff

APPALTATORE:		TELESE S.c.a r.l. Consorzio Telese Società Consortile a Responsabilità Limitata		ITINERARIO NAPOLI – BARI RADDOPPIO TRATTA CANCELLO-BENEVENTO II LOTTO FUNZIONALE FRASSO TELESINO – VITULANO 2° SUBLOTTO TELESE – SAN LORENZO PROGETTO ESECUTIVO					
PROGETTAZIONE:		Mandatario: SYSTRA S.A. Mandante: SWS Engineering S.p.A. SYSTRA-SOTECNI S.p.A.		COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
PONTI E VIADOTTI – VI13		"Struttura ad archi": Relazione di calcolo		IF2R	2.2.E.ZZ	CL	VI.13.0.0.001	B	110 di 147

Cf Coprifero [mm] netto calcolato con riferimento alla barra più tesa
Psi $= 1 - \text{Beta}12 * (\text{Ssr}/\text{Ss})^2 = 1 - \text{Beta}12 * (\text{fctm}/\text{S}2)^2 = 1 - \text{Beta}12 * (\text{Mfess}/\text{M})^2$ [B.6.6 DM96]
e sm Deformazione unitaria media tra le fessure [4.3.1.7.1.3 DM96]. Il valore limite = $0.4 * \text{Ss}/\text{Es}$ è tra parentesi
sm Distanza media tra le fessure [mm]
wk Valore caratteristico [mm] dell'apertura fessure = $1.7 * e \text{ sm} * \text{sm}$. Valore limite tra parentesi
MX fess. Componente momento di prima fessurazione intorno all'asse X [kNm]
MY fess. Componente momento di prima fessurazione intorno all'asse Y [kNm]

Comb.	Ver	S1	S2	k3	Ø	Cf	Psi	e sm	sm	wk	Mx fess	My fess
1	S	-3.4	0	0.125	26	61	0.337	0.00046 (0.00046)	203	0.158 (0.20)	1302.85	0.00

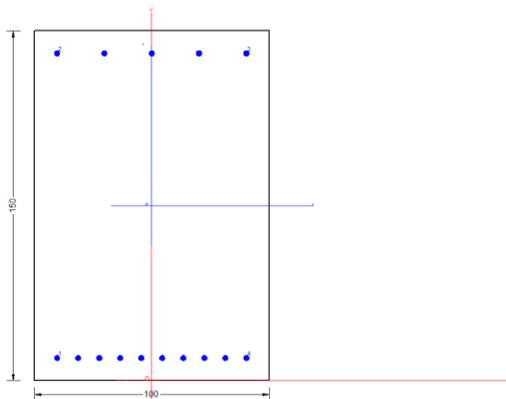
COMBINAZIONI QUASI PERMANENTI IN ESERCIZIO - MASSIME TENSIONI NORMALI ED APERTURA FESSURE

N°Comb	Ver	Sc max	Xc max	Yc max	Sf min	Xs min	Ys min	Ac eff.	As eff.	D barre	Beta12
1	S	4.10	50.0	150.0	-185.6	-23.7	7.4	2534	53.1	9.5	0.50

COMBINAZIONI QUASI PERMANENTI IN ESERCIZIO - APERTURA FESSURE

Comb.	Ver	S1	S2	k3	Ø	Cf	Psi	e sm	sm	wk	Mx fess	My fess
1	S	-2.8	0	0.125	26	61	0.498	0.00046 (0.00037)	203	0.159 (0.20)	1302.85	0.00

10.4.2. *Momento longitudinale*



CARATTERISTICHE DI RESISTENZA DEI MATERIALI IMPIEGATI

CALCESTRUZZO -	Classe:	C28/35
	Resis. compr. di calcolo fcd:	15.860 MPa
	Def.unit. max resistenza ec2:	0.0020
	Def.unit. ultima ecu:	0.0035
	Diagramma tensione-deformaz.:	Parabola-Rettangolo
	Modulo Elastico Normale Ec:	32308.0 MPa
	Resis. media a trazione fctm:	2.760 MPa
	Coeff. Omogen. S.L.E.:	15.00
	Coeff. Omogen. S.L.E.:	15.00
	Sc limite S.L.E. comb. Frequenti:	168.00 daN/cm ²
	Ap.Fessure limite S.L.E. comb. Frequenti:	0.200 mm
	Sc limite S.L.E. comb. Q.Permanenti:	0.00 Mpa

APPALTATORE:	TELESE S.c.a r.l. Consorzio Telese Società Consortile a Responsabilità Limitata	ITINERARIO NAPOLI – BARI RADDOPPIO TRATTA CANCELLO-BENEVENTO II LOTTO FUNZIONALE FRASSO TELESINO – VITULANO 2° SUBLOTTO TELESE – SAN LORENZO PROGETTO ESECUTIVO				
PROGETTAZIONE:	Mandatario: SYSTRA S.A. Mandante: SWS Engineering S.p.A. SYSTRA-SOTECNI S.p.A.					
PONTI E VIADOTTI – VI13 "Struttura ad archi": Relazione di calcolo	COMMESSA IF2R	LOTTO 2.2.E.ZZ	CODIFICA CL	DOCUMENTO VI.13.0.0.001	REV. B	FOGLIO 111 di 147

Ap.Fessure limite S.L.E. comb. Q.Permanenti: 0.200 mm

ACCIAIO -	Tipo:	B450C
	Resist. caratt. snervam. fyk:	450.00 MPa
	Resist. caratt. rottura ftk:	450.00 MPa
	Resist. snerv. di calcolo fyd:	391.30 MPa
	Resist. ultima di calcolo ftd:	391.30 MPa
	Deform. ultima di calcolo Epu:	0.068
	Modulo Elastico Ef	2000000 daN/cm ²
	Diagramma tensione-deformaz.:	Bilineare finito
	Coeff. Aderenza istantaneo $\beta_1 \cdot \beta_2$:	1.00
	Coeff. Aderenza differito $\beta_1 \cdot \beta_2$:	0.50
	Sf limite S.L.E. Comb. Rare:	360.00 MPa

CARATTERISTICHE DOMINIO CONGLOMERATO

Forma del Dominio: Poligonale
Classe Conglomerato: C28/35

N°vertice:	X [cm]	Y [cm]
1	-50.0	0.0
2	-50.0	150.0
3	50.0	150.0
4	50.0	0.0

DATI BARRE ISOLATE

N°Barra	X [cm]	Y [cm]	DiamØ[mm]
1	-40.3	9.7	24
2	-40.3	140.3	24
3	40.3	140.3	24
4	40.3	9.7	24

DATI GENERAZIONI LINEARI DI BARRE

N°Gen. Numero assegnato alla singola generazione lineare di barre
N°Barra Ini. Numero della barra iniziale cui si riferisce la generazione
N°Barra Fin. Numero della barra finale cui si riferisce la generazione
N°Barre Numero di barre generate equidistanti cui si riferisce la generazione
Ø Diametro in mm delle barre della generazione

N°Gen.	N°Barra Ini.	N°Barra Fin.	N°Barre	Ø
1	2	3	3	24
2	1	4	8	24

ST.LIM.ULTIMI - SFORZI PER OGNI COMBINAZIONE ASSEGNATA

N Sforzo normale [kN] applicato nel Baric. (+ se di compressione)
Mx Momento flettente [daNm] intorno all'asse x princ. d'inerzia
con verso positivo se tale da comprimere il lembo sup. della sez.
My Momento flettente [daNm] intorno all'asse y princ. d'inerzia
con verso positivo se tale da comprimere il lembo destro della sez.
Vy Componente del Taglio [kN] parallela all'asse princ.d'inerzia y
Vx Componente del Taglio [kN] parallela all'asse princ.d'inerzia x

APPALTATORE:		TELESE S.c.a r.l. Consorzio Telese Società Consortile a Responsabilità Limitata		ITINERARIO NAPOLI – BARI RADDOPPIO TRATTA CANCELLO-BENEVENTO II LOTTO FUNZIONALE FRASSO TELESINO – VITULANO 2° SUBLOTTO TELESE – SAN LORENZO PROGETTO ESECUTIVO			
PROGETTAZIONE:		Mandatario: SYSTRA S.A. Mandante: SWS Engineering S.p.A. SYSTRA-SOTECNI S.p.A.					
PONTI E VIADOTTI – VI13 "Struttura ad archi": Relazione di calcolo		COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
		IF2R	2.2.E.ZZ	CL	VI.13.0.0.001	B	112 di 147

N°Comb.	N	Mx	My	Vy	Vx
1	0.00	2300.00	0.00	0.00	0.00

COMB. RARE (S.L.E.) - SFORZI PER OGNI COMBINAZIONE ASSEGNATA

N Sforzo normale [kN] applicato nel Baricentro (+ se di compressione)
Mx Momento flettente [kNm] intorno all'asse x princ. d'inerzia (tra parentesi Mom.Fessurazione) con verso positivo se tale da comprimere il lembo superiore della sezione
My Momento flettente [kNm] intorno all'asse y princ. d'inerzia (tra parentesi Mom.Fessurazione) con verso positivo se tale da comprimere il lembo destro della sezione

N°Comb.	N	Mx	My
1	0.00	1200.00	0.00

COMB. FREQUENTI (S.L.E.) - SFORZI PER OGNI COMBINAZIONE ASSEGNATA

N Sforzo normale [kN] applicato nel Baricentro (+ se di compressione)
Mx Momento flettente [kNm] intorno all'asse x princ. d'inerzia (tra parentesi Mom.Fessurazione) con verso positivo se tale da comprimere il lembo superiore della sezione
My Momento flettente [kNm] intorno all'asse y princ. d'inerzia (tra parentesi Mom.Fessurazione) con verso positivo se tale da comprimere il lembo destro della sezione

N°Comb.	N	Mx	My
1	0.00	1200.00 (1216.02)	0.00 (0.00)

COMB. QUASI PERMANENTI (S.L.E.) - SFORZI PER OGNI COMBINAZIONE ASSEGNATA

N Sforzo normale [kN] applicato nel Baricentro (+ se di compressione)
Mx Momento flettente [kNm] intorno all'asse x princ. d'inerzia (tra parentesi Mom.Fessurazione) con verso positivo se tale da comprimere il lembo superiore della sezione
My Momento flettente [kNm] intorno all'asse y princ. d'inerzia (tra parentesi Mom.Fessurazione) con verso positivo se tale da comprimere il lembo destro della sezione

N°Comb.	N	Mx	My
1	0.00	1000.00 (1216.02)	0.00 (0.00)

RISULTATI DEL CALCOLO

Sezione verificata per tutte le combinazioni assegnate

Copriferro netto minimo barre longitudinali: 8.5 cm
Interferro netto minimo barre longitudinali: 6.6 cm

METODO AGLI STATI LIMITE ULTIMI - RISULTATI PRESSO-TENSO FLESSIONE

Ver S = combinazione verificata / N = combin. non verificata
N Sn Sforzo normale allo snervamento [kN] nel baricentro B sezione cls.(positivo se di compressione)
Mx Sn Momento di snervamento [kNm] riferito all'asse x princ. d'inerzia
My Sn Momento di snervamento [kNm] riferito all'asse y princ. d'inerzia
N Ult Sforzo normale ultimo [kN] nel baricentro B sezione cls.(positivo se di compress.)
Mx Ult Momento flettente ultimo [kNm] riferito all'asse x princ. d'inerzia
My Ult Momento flettente ultimo [kNm] riferito all'asse y princ. d'inerzia
Mis.Sic. Misura sicurezza = rapporto vettoriale tra (N Ult,Mx Ult,My Ult) e (N,Mx,My)
Verifica positiva se tale rapporto risulta ≥ 1.000

APPALTATORE:		TELESE S.c.a r.l. Consorzio Telese Società Consortile a Responsabilità Limitata		ITINERARIO NAPOLI – BARI RADDOPPIO TRATTA CANCELLO-BENEVENTO II LOTTO FUNZIONALE FRASSO TELESINO – VITULANO 2° SUBLOTTO TELESE – SAN LORENZO PROGETTO ESECUTIVO						
PROGETTAZIONE:										
Mandatario:	Mandante:									
SYSTRA S.A.	SWS Engineering S.p.A.	SYSTRA-SOTECNI S.p.A.								
PONTI E VIADOTTI – VI13				COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO	
"Struttura ad archi": Relazione di calcolo				IF2R	2.2.E.ZZ	CL	VI.13.0.0.001	B	113 di 147	

As Tesa	Area armature [cm ²] in zona tesa (solo travi). Tra parentesi l'area minima di normativa								
N°Comb	Ver	N Sn	Mx Sn	My Sn	N Ult	Mx Ult	My Ult	Mis.Sic.	As Tesa
1	S	0.00	2278.17	0.00	0.00	2384.37	0.00	1.037	45.2(22.4)

METODO AGLI STATI LIMITE ULTIMI - DEFORMAZIONI UNITARIE ALLO STATO ULTIMO

ec max	Deform. unit. massima del conglomerato a compressione									
ec 3/7	Deform. unit. del conglomerato nella fibra a 3/7 dell'altezza efficace									
Xc max	Ascissa in cm della fibra corrisp. a ec max (sistema rif. X,Y,O sez.)									
Yc max	Ordinata in cm della fibra corrisp. a ec max (sistema rif. X,Y,O sez.)									
es min	Deform. unit. minima nell'acciaio (negativa se di trazione)									
Xs min	Ascissa in cm della barra corrisp. a es min (sistema rif. X,Y,O sez.)									
Ys min	Ordinata in cm della barra corrisp. a es min (sistema rif. X,Y,O sez.)									
es max	Deform. unit. massima nell'acciaio (positiva se di compress.)									
Xs max	Ascissa in cm della barra corrisp. a es max (sistema rif. X,Y,O sez.)									
Ys max	Ordinata in cm della barra corrisp. a es max (sistema rif. X,Y,O sez.)									
N°Comb	ec max	ec 3/7	Xc max	Yc max	es min	Xs min	Ys min	es max	Xs max	Ys max
1	0.00350	-0.01575	-50.0	150.0	0.00060	-40.3	140.3	-0.03851	-40.3	9.7

POSIZIONE ASSE NEUTRO PER OGNI COMB. DI RESISTENZA

a, b, c	Coeff. a, b, c nell'eq. dell'asse neutro aX+bY+c=0 nel rif. X,Y,O gen.					
x/d	Rapp. di duttilità a rottura in presenza di sola fless.(travi)					
C.Rid.	Coeff. di riduz. momenti per sola flessione in travi continue					
N°Comb	a	b	c	x/d	C.Rid.	
1	0.000000000	0.000299404	-0.041410531	0.083	0.700	

COMBINAZIONI RARE IN ESERCIZIO - MASSIME TENSIONI NORMALI ED APERTURA FESSURE

Ver	S = comb. verificata/ N = comb. non verificata										
Sc max	Massima tensione (positiva se di compressione) nel conglomerato [Mpa]										
Xc max, Yc max	Ascissa, Ordinata [cm] del punto corrisp. a Sc max (sistema rif. X,Y,O)										
Sf min	Minima tensione (negativa se di trazione) nell'acciaio [Mpa]										
Xs min, Ys min	Ascissa, Ordinata [cm] della barra corrisp. a Sf min (sistema rif. X,Y,O)										
Ac eff.	Area di calcestruzzo [cm ²] in zona tesa considerata aderente alle barre										
As eff.	Area barre [cm ²] in zona tesa considerate efficaci per l'apertura delle fessure										
D barre	Distanza tra le barre tese [cm] ai fini del calcolo dell'apertura fessure										
Beta12	Prodotto dei coeff. di aderenza delle barre Beta1*Beta2										
N°Comb	Ver	Sc max	Xc max	Yc max	Sf min	Xs min	Ys min	Ac eff.	As eff.	D barre	Beta12
1	S	4.63	-50.0	150.0	-206.0	-31.3	9.7	2617	45.2	9.0	1.00

COMBINAZIONI FREQUENTI IN ESERCIZIO - MASSIME TENSIONI NORMALI ED APERTURA FESSURE

N°Comb	Ver	Sc max	Xc max	Yc max	Sf min	Xs min	Ys min	Ac eff.	As eff.	D barre	Beta12
1	S	4.63	-50.0	150.0	-206.0	-31.3	9.7	2617	45.2	9.0	1.00

COMBINAZIONI FREQUENTI IN ESERCIZIO - APERTURA FESSURE

Ver.	La sezione viene assunta sempre fessurata anche nel caso in cui la trazione minima del calcestruzzo sia inferiore a fctm	
S1	Esito della verifica	
	Massima tensione [Mpa] di trazione nel calcestruzzo valutata in sezione non fessurata	

APPALTATORE:	TELESE S.c.a r.l. Consorzio Telese Società Consortile a Responsabilità Limitata	ITINERARIO NAPOLI – BARI RADDOPPIO TRATTA CANCELLO-BENEVENTO II LOTTO FUNZIONALE FRASSO TELESINO – VITULANO 2° SUBLOTTO TELESE – SAN LORENZO PROGETTO ESECUTIVO					
PROGETTAZIONE:	Mandatario: SYSTRA S.A. Mandante: SWS Engineering S.p.A. SYSTRA-SOTECNI S.p.A.						
PONTI E VIADOTTI – VI13 "Struttura ad archi": Relazione di calcolo	COMMESSA IF2R	LOTTO 2.2.E.ZZ	CODIFICA CL	DOCUMENTO VI.13.0.0.001	REV. B	FOGLIO 114 di 147	

S2	Minima tensione [Mpa] di trazione nel calcestruzzo valutata in sezione fessurata
k2	= 0.4 per barre ad aderenza migliorata
k3	= 0.125 per flessione e presso-flessione; $= (e1 + e2)/(2 \cdot e1)$ per trazione eccentrica
Ø	Diametro [mm] medio delle barre tese comprese nell'area efficace Ac eff
Cf	Copriferro [mm] netto calcolato con riferimento alla barra più tesa
Psi	$= 1 - \text{Beta}12 \cdot (Ssr/Ss)^2 = 1 - \text{Beta}12 \cdot (fctm/S2)^2 = 1 - \text{Beta}12 \cdot (Mfess/M)^2$ [B.6.6 DM96]
e sm	Deformazione unitaria media tra le fessure [4.3.1.7.1.3 DM96]. Il valore limite = $0.4 \cdot Ss/Es$ è tra parentesi
srm	Distanza media tra le fessure [mm]
wk	Valore caratteristico [mm] dell'apertura fessure = $1.7 \cdot e \cdot srm$. Valore limite tra parentesi
MX fess.	Componente momento di prima fessurazione intorno all'asse X [kNm]
MY fess.	Componente momento di prima fessurazione intorno all'asse Y [kNm]

Comb.	Ver	S1	S2	k3	Ø	Cf	Psi	e sm	srm	wk	Mx fess	My fess
1	S	-2.7	0	0.125	24	85	-0.027	0.00041 (0.00041)	257	0.180 (0.20)	1216.02	0.00

COMBINAZIONI QUASI PERMANENTI IN ESERCIZIO - MASSIME TENSIONI NORMALI ED APERTURA FESSURE

N°Comb	Ver	Sc max	Xc max	Yc max	Sf min	Xs min	Ys min	Ac eff.	As eff.	D barre	Beta12
1	S	3.86	50.0	150.0	-171.7	-40.3	9.7	2617	45.2	9.0	0.50

COMBINAZIONI QUASI PERMANENTI IN ESERCIZIO - APERTURA FESSURE

Comb.	Ver	S1	S2	k3	Ø	Cf	Psi	e sm	srm	wk	Mx fess	My fess
1	S	-2.3	0	0.125	24	85	0.261	0.00034 (0.00034)	257	0.150 (0.20)	1216.02	0.00

APPALTATORE:		TELESE S.c.a r.l. Consorzio Telese Società Consortile a Responsabilità Limitata		ITINERARIO NAPOLI – BARI RADDOPPIO TRATTA CANCELLO-BENEVENTO II LOTTO FUNZIONALE FRASSO TELESINO – VITULANO 2° SUBLOTTO TELESE – SAN LORENZO PROGETTO ESECUTIVO			
PROGETTAZIONE:		Mandatario: SYSTRA S.A. Mandante: SWS Engineering S.p.A. SYSTRA-SOTECNI S.p.A.					
PONTI E VIADOTTI – VI13 "Struttura ad archi": Relazione di calcolo		COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
		IF2R	2.2.E.ZZ	CL	VI.13.0.0.001	B	115 di 147

10.4.3. Taglio

SEZIONE					
b_w	=	100	cm		
h	=	150	cm		
c	=	8.8	cm		
d	=	$h-c$	=	141.2	cm
MATERIALI					
f_{ywd}	=	391.30	MPa		
R_{ck}	=	35	MPa		
γ_c	=	1.5			
f_{ck}	=	$0.83 \times R_{ck}$	=	29.05	MPa
f_{cd}	=	$0.85 \times f_{ck} / \gamma_c$	=	16.46	MPa
ARMATURE A TAGLIO					
\varnothing_{st}	=	12			
braccia	=	5			
\varnothing_{st2}	=	0			
braccia	=	0			
passo	=	40	cm		
(A_{sw} / s)	=	14.137	cm^2 / m		
α	=	90	°	(90° staffe verticali)	
ARMATURE LONGITUDINALI					
\varnothing_l	=	26			
Numero	=	10			
A_{sl}	=	53.093	cm^2		
TAGLIO AGENTE		$V_{Ed} =$	1700	(KN)	
SFORZO NORMALE		$N_{Ed} =$	0	(KN)	
		$\alpha_c =$	1.0000		

IPOTESI 2	$\cot \vartheta > 2,5$	Si assume	$\vartheta = 21,8^\circ$
Armatura trasversale			
$V_{Rsd} =$	1757.50 (KN)	$0,9 \cdot d \cdot \frac{A_{sw}}{s} \cdot f_{yd} \cdot (\ctg \alpha + \ctg \theta) \cdot \sin \alpha$	
$V_{Rcd} =$	3606.81 (KN)	$0,9 \cdot d \cdot b_w \cdot \alpha_c \cdot f'_{cd} \cdot (\ctg \alpha + \ctg \theta) / (1 + \ctg^2 \theta)$	
$V_{Rd} =$	1757 (KN)	$\min(V_{Rsd}, V_{Rcd})$	

APPALTATORE: TELESE S.c.a r.l. Consorzio Telese Società Consortile a Responsabilità Limitata	ITINERARIO NAPOLI – BARI RADDOPPIO TRATTA CANCELLO-BENEVENTO II LOTTO FUNZIONALE FRASSO TELESINO – VITULANO 2° SUBLOTTO TELESE – SAN LORENZO PROGETTO ESECUTIVO					
PROGETTAZIONE: Mandatario: SYSTRA S.A. Mandante: SWS Engineering S.p.A. SYSTRA-SOTECNI S.p.A.	COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
PONTI E VIADOTTI – VI13 "Struttura ad archi": Relazione di calcolo	IF2R	2.2.E.ZZ	CL	VI.13.0.0.001	B	116 di 147

10.5. Verifiche di deformabilità dell'impalcato

Di seguito si riporta lo stato di deformazione del modello sotto l'effetto dei treni di carico LM71 (agenti su entrambi i binari), incrementati con il corrispondente coefficiente dinamico e con il coefficiente α . Tale carico come detto in precedenza è risultato essere il più gravoso per la struttura in esame.

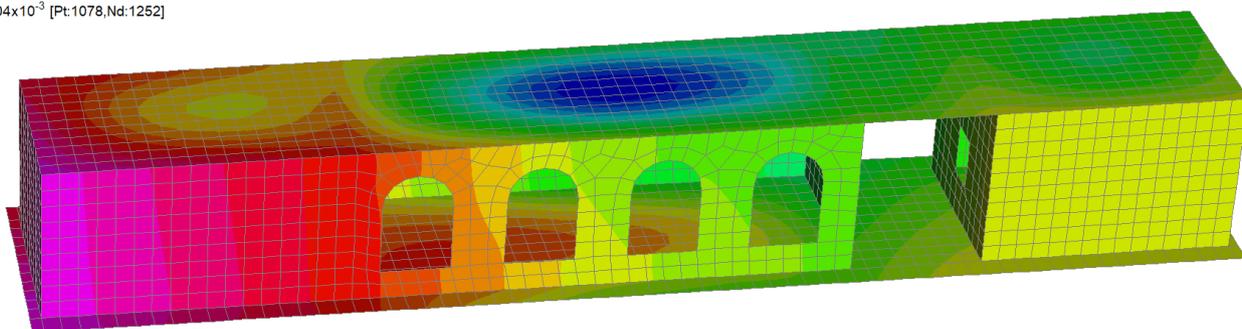
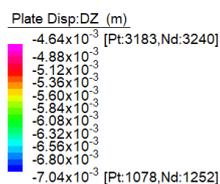


Figura 38 – deformazioni modello STR per carico accidentale del treno (doppio LM71)

Il valore massimo di deformazione per effetto di tale carico risulta pari a:

$$\delta = 7.04 \text{ mm}$$

Tale valore, come richiesto dal MDP RFI, non eccede il limite di inflessione nel piano verticale pari a:

$$L/600 = 9.60 \text{ m} / 600 = 18 \text{ mm}$$

Dove L = luce netta trasversale dell'impalcato = 9.60 m

Tale valore consente di ritenere soddisfatte le verifiche di sghembo.

APPALTATORE: TELESE S.c.a r.l. Consorzio Telese Società Consortile a Responsabilità Limitata		ITINERARIO NAPOLI – BARI RADDOPPIO TRATTA CANCELLO-BENEVENTO II LOTTO FUNZIONALE FRASSO TELESINO – VITULANO 2° SUBLOTTO TELESE – SAN LORENZO PROGETTO ESECUTIVO					
PROGETTAZIONE: Mandataria: SYSTRA S.A. Mandante: SWS Engineering S.p.A. SYSTRA-SOTECNI S.p.A.		COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
PONTI E VIADOTTI – VI13 "Struttura ad archi": Relazione di calcolo		IF2R	2.2.E.ZZ	CL	VI.13.0.0.001	B	117 di 147

Automaticamente risulta soddisfatta la verifica di comfort dei passeggeri, per la quale si deve verificare che l'abbassamento massimo per un solo LM71 sia minore del rapporto L/d ricavato dal grafico in funzione della velocità di progetto della linea. In ogni caso L/d non potrà risultare minore di 1000, pertanto si assume tale valore per le verifiche che seguono.

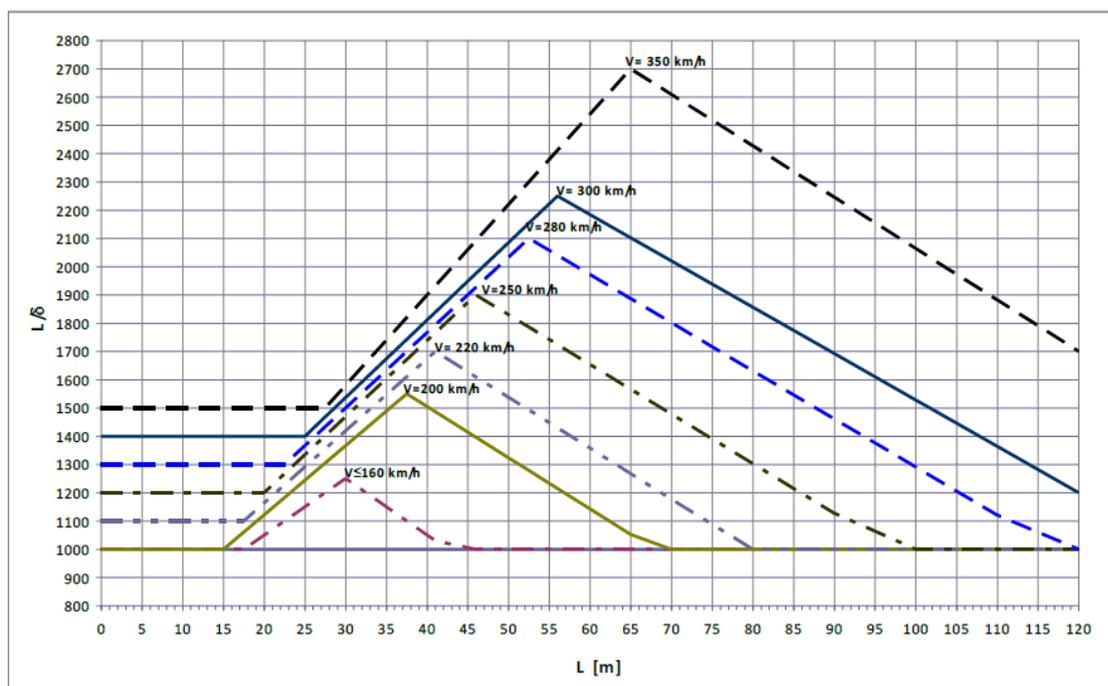


Fig. 5.2.1.8.3.2.2-2 Valori del limite di deformabilità L/d per il confort dei passeggeri.

Nel caso in esame:

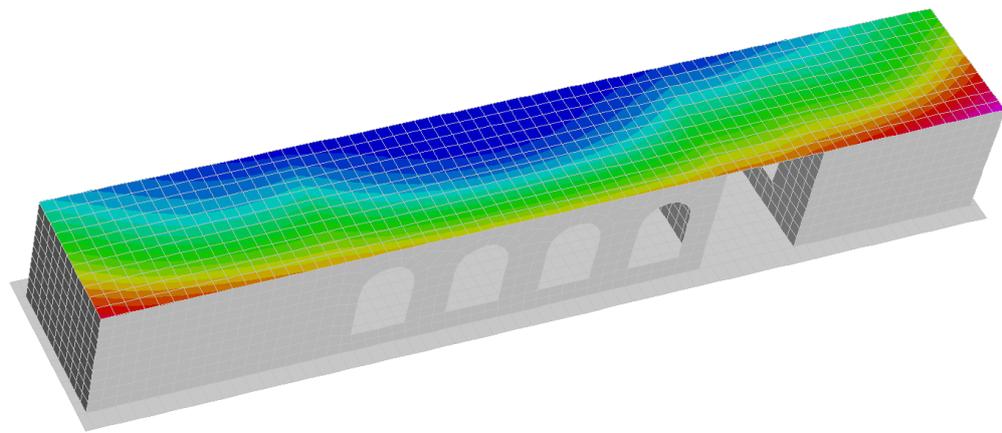
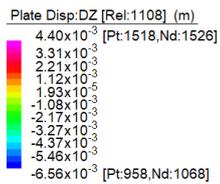
$$L/dz_{\max} = 1000, \text{ ovvero } dz_{\max} \text{ (per un solo LM71)} = 9.60 \text{ m}/1000 = 9.60 \text{ mm}$$

$$L = L \text{ max trasv netta} = 9.60 \text{ m}$$

APPALTATORE: TELESE S.c.a r.l. Consorzio Telese Società Consortile a Responsabilità Limitata	ITINERARIO NAPOLI – BARI RADDOPPIO TRATTA CANCELLO-BENEVENTO II LOTTO FUNZIONALE FRASSO TELESINO – VITULANO 2° SUBLOTTO TELESE – SAN LORENZO PROGETTO ESECUTIVO					
PROGETTAZIONE: Mandatario: SYSTRA S.A. Mandante: SWS Engineering S.p.A. SYSTRA-SOTECNI S.p.A.						
PONTI E VIADOTTI – VI13 "Struttura ad archi": Relazione di calcolo	COMMESSA IF2R	LOTTO 2.2.E.ZZ	CODIFICA CL	DOCUMENTO VI.13.0.0.001	REV. B	FOGLIO 118 di 147

In combinazione SLE rara si deve rispettare il limite $f < L/700 = 13.71$ mm, dove

$L =$ luce di calcolo = 9.60 m (luce netta)



Nel caso in esame si ha:

$dz_{SLE_rara} = 6.56$ mm, pertanto la verifica è soddisfatta.

APPALTATORE:	 TELESE S.c.a r.l. Consorzio Telese Società Consortile a Responsabilità Limitata		ITINERARIO NAPOLI – BARI RADDOPPIO TRATTA CANCELLO-BENEVENTO II LOTTO FUNZIONALE FRASSO TELESINO – VITULANO 2° SUBLOTTO TELESE – SAN LORENZO PROGETTO ESECUTIVO					
PROGETTAZIONE:	Mandataria: SYSTRA S.A. Mandante: SWS Engineering S.p.A. SYSTRA-SOTECNI S.p.A.		COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
PONTI E VIADOTTI – VI13 "Struttura ad archi": Relazione di calcolo			IF2R	2.2.E.ZZ	CL	VI.13.0.0.001	B	119 di 147

10.6. Verifica del giunto tecnico tra solette di impalcato

La verifica dell'apertura del giunto tra le solette di impalcato in direzione longitudinale ai sensi del 7.2.2 del DM 14.01.2008 non si ritiene significativa, in quanto la configurazione dei manufatti costituenti il VI13 è tale per cui le fondazioni costituiscono un sistema di vincolo distribuito e non puntuale, come nel caso di impalcati sostenuti da pile e spalle; la deformabilità in senso longitudinale si può ragionevolmente considerare trascurabile, data la geometria del manufatto; la lunghezza dei conci è tale da poter trascurare in prima analisi gli spostamenti differenziali del suolo con riferimento al sisma ed alle deformazioni termiche.

APPALTATORE: TELESE S.c.a r.l. Consorzio Telese Società Consortile a Responsabilità Limitata	ITINERARIO NAPOLI – BARI RADDOPPIO TRATTA CANCELLO-BENEVENTO II LOTTO FUNZIONALE FRASSO TELESINO – VITULANO 2° SUBLOTTO TELESE – SAN LORENZO PROGETTO ESECUTIVO					
PROGETTAZIONE: Mandatario: SYSTRA S.A. Mandante: SWS Engineering S.p.A. SYSTRA-SOTECNI S.p.A.						
PONTI E VIADOTTI – VI13 "Struttura ad archi": Relazione di calcolo	COMMESSA IF2R	LOTTO 2.2.E.ZZ	CODIFICA CL	DOCUMENTO VI.13.0.0.001	REV. B	FOGLIO 120 di 147

11. VERIFICHE GEOTECNICHE FONDAZIONI

Si riportano di seguito le verifiche a capacità portante, scorrimento e ribaltamento della fondazione. Le verifiche sono state condotte adottando l'approccio 2 della normativa (A1+M1+R3). Le risultanti delle azioni in fondazione corrispondono alle reazioni massime (cambiate di segno) del nodo di incastro predisposto nel modello di calcolo GEO precedentemente descritto.

11.1. Verifica a capacità portante e a scorrimento – concio C1

Si eseguono le verifiche geotecniche considerando un approfondimento medio del piano di posa della fondazione D pari a 5.70 m.

Per brevità non si riportano i fattori di forma (sc, sq e sy), i fattori di inclinazione base della fondazione (bc, bq e by) e del piano campagna (gc, gq e gy) che risultano essere pari a 1.

Fondazioni Dirette Verifica in tensioni efficaci

$$q_{lim} = c' \cdot N_c \cdot sc \cdot dc \cdot ic \cdot bc \cdot gc + q \cdot N_q \cdot sq \cdot dq \cdot iq \cdot bq \cdot gq + 0,5 \cdot \gamma \cdot B \cdot N_\gamma \cdot s_\gamma \cdot d_\gamma \cdot iy \cdot by \cdot gy$$

D = Profondità del piano di appoggio

e_B = Eccentricità in direzione B ($e_B = Mb/N$)

e_L = Eccentricità in direzione L ($e_L = Ml/N$) (per fondazione nastriforme $e_L = 0$; $L^* = L$)

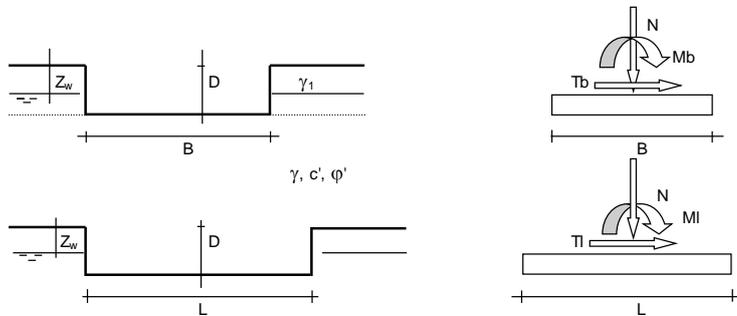
B^* = Larghezza fittizia della fondazione ($B^* = B - 2 \cdot e_B$)

L^* = Lunghezza fittizia della fondazione ($L^* = L - 2 \cdot e_L$)

(per fondazione nastriforme le sollecitazioni agenti sono riferite all'unità di lunghezza)

Metodo di calcolo		coefficienti parziali				resistenze	
		azioni		proprietà del terreno		qlim	scorr
		permanenti	temporanee variabili	tan φ'	c'		
Stato Limite Ultimo	A1+M1+R3	1.30	1.50	1.00	1.00	2.30	1.10
	SISMA	1.00	1.00	1.00	1.00	2.30	1.10
Definiti dal Progettista	X	1.00	1.00	1.00	1.00	2.30	1.10

APPALTATORE: TELESE S.c.a r.l. Consorzio Telese Società Consortile a Responsabilità Limitata		ITINERARIO NAPOLI – BARI RADDOPPIO TRATTA CANCELLO-BENEVENTO II LOTTO FUNZIONALE FRASSO TELESINO – VITULANO 2° SUBLOTTO TELESE – SAN LORENZO PROGETTO ESECUTIVO					
PROGETTAZIONE: Mandataria: SYSTRA S.A. Mandante: SWS Engineering S.p.A. SYSTRA-SOTECNI S.p.A.		COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
PONTI E VIADOTTI – VI13 "Struttura ad archi": Relazione di calcolo		IF2R	2.2.E.ZZ	CL	VI.13.0.0.001	B	121 di 147



(Per fondazione nastriforme L = 100 m)

B = 13.70 (m)
 L = 100.00 (m)
 D = 5.70 (m)



Peso unità di volume del terreno

$\gamma_1 = 19.00$ (kN/mc)
 $\gamma = 19.00$ (kN/mc)

Valori caratteristici di resistenza del terreno

$c' = 0.00$ (kN/mq)
 $\varphi' = 32.00$ (°)

Valori di progetto

$c' = 0.00$ (kN/mq)
 $\varphi' = 32.00$ (°)

Profondità della falda

$Z_w = 2.20$ (m)

$e_B = 0.79$ (m)
 $e_L = 0.00$ (m)

$B^* = 12.13$ (m)
 $L^* = 1.00$ (m)

q : sovraccarico alla profondità D

q = 73.30 (kN/mq)

γ : peso di volume del terreno di fondazione

$\gamma = 9.00$ (kN/mc)

N_c, N_q, N_γ : coefficienti di capacità portante

$$N_q = \tan^2(45 + \varphi'/2) \cdot e^{(\pi \cdot \tan \varphi')}$$

$N_q = 23.18$

$$N_c = (N_q - 1) / \tan \varphi'$$

$N_c = 35.49$

$$N_\gamma = 2 \cdot (N_q + 1) \cdot \tan \varphi'$$

$N_\gamma = 30.21$

APPALTATORE: TELESE S.c.a r.l. Consorzio Telese Società Consortile a Responsabilità Limitata	ITINERARIO NAPOLI – BARI RADDOPPIO TRATTA CANCELLO-BENEVENTO II LOTTO FUNZIONALE FRASSO TELESINO – VITULANO 2° SUBLOTTO TELESE – SAN LORENZO PROGETTO ESECUTIVO					
PROGETTAZIONE: Mandatario: SYSTRA S.A. Mandante: SWS Engineering S.p.A. SYSTRA-SOTECNI S.p.A.	COMMESSA IF2R	LOTTO 2.2.E.ZZ	CODIFICA CL	DOCUMENTO VI.13.0.0.001	REV. B	FOGLIO 122 di 147
PONTI E VIADOTTI – VI13 "Struttura ad archi": Relazione di calcolo						

11.1.1. Verifica N_{max}

	AZIONI		Valori di calcolo
	valori di input permanenti	temporanee	
N [kN]	4301		4301.00
Mb [kNm]	3377		3377.00
MI [kNm]	0		0.00
Tb [kN]	146		146.00
TI [kN]	0		0.00
H [kN]	146.00	0.00	146.00

i_c, i_q, i_γ : **fattori di inclinazione del carico**

$$m_b = (2 + B^* / L^*) / (1 + B^* / L^*) = 0.00 \quad \theta = \arctg(Tb/TI) = 0.00 \quad (^\circ)$$

$$m_l = (2 + L^* / B^*) / (1 + L^* / B^*) = 0.00 \quad m = 2.00 \quad (-)$$

$$i_q = (1 - H/(N + B^*L^* c' \cotg\phi))^m \quad (m=2 \text{ nel caso di fondazione nastriforme e } m=(m_b \sin^2\theta + m_l \cos^2\theta) \text{ in tutti gli altri casi})$$

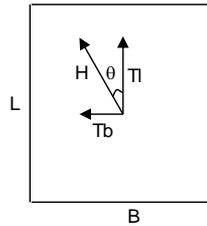
$$i_q = 0.93$$

$$i_c = i_q - (1 - i_q)/(Nq - 1)$$

$$i_c = 0.93$$

$$i_\gamma = (1 - H/(N + B^*L^* c' \cotg\phi))^{(m+1)}$$

$$i_\gamma = 0.90$$



d_c, d_q, d_γ : **fattori di profondità del piano di appoggio**

$$\text{per } D/B^* \leq 1; d_q = 1 + 2 D \tan\phi' (1 - \sin\phi')^2 / B^*$$

$$\text{per } D/B^* > 1; d_q = 1 + (2 \tan\phi' (1 - \sin\phi')^2) * \arctan(D / B^*)$$

$$d_q = 1.39$$

$$d_c = d_q - (1 - d_q) / (N_c \tan\phi')$$

$$d_c = 1.40$$

$$d_\gamma = 1$$

$$d_\gamma = 1.00$$

APPALTATORE: TELESE S.c.a r.l. Consorzio Telese Società Consortile a Responsabilità Limitata	ITINERARIO NAPOLI – BARI RADDOPPIO TRATTA CANCELLO-BENEVENTO II LOTTO FUNZIONALE FRASSO TELESINO – VITULANO 2° SUBLOTTO TELESE – SAN LORENZO PROGETTO ESECUTIVO												
PROGETTAZIONE: Mandatario: SYSTRA S.A. Mandante: SWS Engineering S.p.A. SYSTRA-SOTECNI S.p.A.													
PONTI E VIADOTTI – VI13 "Struttura ad archi": Relazione di calcolo	<table border="1"> <tr> <td>COMMESSA</td> <td>LOTTO</td> <td>CODIFICA</td> <td>DOCUMENTO</td> <td>REV.</td> <td>FOGLIO</td> </tr> <tr> <td>IF2R</td> <td>2.2.E.ZZ</td> <td>CL</td> <td>VI.13.0.0.001</td> <td>B</td> <td>123 di 147</td> </tr> </table>	COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO	IF2R	2.2.E.ZZ	CL	VI.13.0.0.001	B	123 di 147
COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO								
IF2R	2.2.E.ZZ	CL	VI.13.0.0.001	B	123 di 147								

Carico limite unitario

$$q_{lim} = 2319.79 \quad (\text{kN/m}^2)$$

Pressione massima agente

$$q = N / B * L^*$$

$$q = 354.59 \quad (\text{kN/m}^2)$$

Verifica di sicurezza capacità portante

$$q_{lim} / \gamma_R = 1008.61 \geq q = 354.59 \quad (\text{kN/m}^2)$$

VERIFICA A SCORRIMENTO

Carico agente

$$H_d = 146.00 \quad (\text{kN})$$

Azione Resistente

$$S_d = N \tan(\phi) + c' B^* L^*$$

$$S_d = 2687.56 \quad (\text{kN})$$

Verifica di sicurezza allo scorrimento

$$S_d / \gamma_R = 2443.24 \geq H_d = 146.00 \quad (\text{kN})$$

11.1.2. **Verifica N min**

	AZIONI		Valori di calcolo
	valori di input		
	permanenti	temporanee	
N [kN]	2574		2574.00
Mb [kNm]	1662		1662.00
Ml [kNm]	0		0.00
Tb [kN]	80		80.00
Tl [kN]	0		0.00
H [kN]	80.00	0.00	80.00

i_c, i_q, i_γ : **fattori di inclinazione del carico**

$$m_b = (2 + B^* / L^*) / (1 + B^* / L^*) = 0.00 \quad \theta = \arctg(Tb/Tl) = 0.00 \quad (^\circ)$$

$$m_l = (2 + L^* / B^*) / (1 + L^* / B^*) = 0.00 \quad m = 2.00 \quad (-)$$

$$i_q = (1 - H/(N + B^*L^* c' \cotg(\phi)))^m \quad (m=2 \text{ nel caso di fondazione nastriforme e } m=(m_b \sin^2\theta + m_l \cos^2\theta) \text{ in tutti gli altri casi})$$

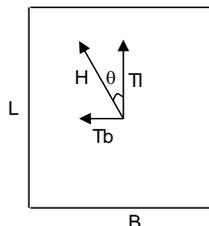
$$i_q = 0.94$$

$$i_c = i_q - (1 - i_q)/(Nq - 1)$$

$$i_c = 0.94$$

$$i_\gamma = (1 - H/(N + B^*L^* c' \cotg(\phi)))^{(m+1)}$$

$$i_\gamma = 0.91$$



APPALTATORE: TELESE S.c.a r.l. Consorzio Telese Società Consortile a Responsabilità Limitata	ITINERARIO NAPOLI – BARI RADDOPPIO TRATTA CANCELLO-BENEVENTO II LOTTO FUNZIONALE FRASSO TELESINO – VITULANO 2° SUBLOTTO TELESE – SAN LORENZO PROGETTO ESECUTIVO					
PROGETTAZIONE: Mandatario: SYSTRA S.A. Mandante: SWS Engineering S.p.A. SYSTRA-SOTECNI S.p.A.						
PONTI E VIADOTTI – VI13 "Struttura ad archi": Relazione di calcolo	COMMESSA IF2R	LOTTO 2.2.E.ZZ	CODIFICA CL	DOCUMENTO VI.13.0.0.001	REV. B	FOGLIO 124 di 147

d_c, d_q, d_y : fattori di profondità del piano di appoggio

per $D/B^* \leq 1$; $d_q = 1 + 2 D \tan\phi' (1 - \sin\phi')^2 / B^*$

per $D/B^* > 1$; $d_q = 1 + (2 \tan\phi' (1 - \sin\phi')^2) * \arctan (D / B^*)$

$$d_q = 1.39$$

$$d_c = d_q - (1 - d_q) / (N_c \tan\phi')$$

$$d_c = 1.40$$

$$d_y = 1$$

$$d_y = 1.00$$

Carico limite unitario

$$q_{lim} = 2333.94 \quad (\text{kN/m}^2)$$

Pressione massima agente

$$q = N / B^* L^*$$

$$q = 207.44 \quad (\text{kN/m}^2)$$

Verifica di sicurezza capacità portante

$$q_{lim} / \gamma_R = 1014.76 \geq q = 207.44 \quad (\text{kN/m}^2)$$

VERIFICA A SCORRIMENTO

Carico agente

$$H_d = 80.00 \quad (\text{kN})$$

Azione Resistente

$$S_d = N \tan(\phi') + c' B^* L^*$$

$$S_d = 1608.41 \quad (\text{kN})$$

Verifica di sicurezza allo scorrimento

$$S_d / \gamma_R = 1462.19 \geq H_d = 80.00 \quad (\text{kN})$$

11.1.3. *Verifica M max*

	AZIONI		Valori di calcolo
	valori di input permanenti	temporanee	
N [kN]	2958		2958.00
Mb [kNm]	5900		5900.00
MI [kNm]	0		0.00
Tb [kN]	1358		1358.00
TI [kN]	0		0.00
H [kN]	1358.00	0.00	1358.00

APPALTATORE:		TELESE S.c.a r.l. Consorzio Telese Società Consortile a Responsabilità Limitata					
PROGETTAZIONE:							
Mandatario:	Mandante:	ITINERARIO NAPOLI – BARI RADDOPPIO TRATTA CANCELLO-BENEVENTO II LOTTO FUNZIONALE FRASSO TELESINO – VITULANO 2° SUBLOTTO TELESE – SAN LORENZO PROGETTO ESECUTIVO					
SYSTRA S.A.	SWS Engineering S.p.A. SYSTRA-SOTECNI S.p.A.	COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
"Struttura ad archi": Relazione di calcolo		IF2R	2.2.E.ZZ	CL	VI.13.0.0.001	B	125 di 147

i_c, i_q, i_γ : **fattori di inclinazione del carico**

$$m_b = (2 + B^* / L^*) / (1 + B^* / L^*) = 0.00 \quad \theta = \arctg(T_b/\Pi) = 0.00 \quad (^\circ)$$

$$m_l = (2 + L^* / B^*) / (1 + L^* / B^*) = 0.00 \quad m = 2.00 \quad (-)$$

$$i_q = (1 - H/(N + B^*L^* c' \cotg\varphi))^m$$

($m=2$ nel caso di fondazione nastriforme e $m=(m_b \sin^2\theta + m_l \cos^2\theta)$ in tutti gli altri casi)

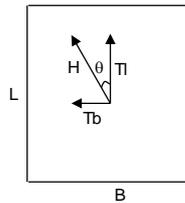
$$i_q = 0.29$$

$$i_c = i_q - (1 - i_q)/(Nq - 1)$$

$$i_c = 0.26$$

$$i_\gamma = (1 - H/(N + B^*L^* c' \cotg\varphi))^{(m+1)}$$

$$i_\gamma = 0.16$$



d_c, d_q, d_γ : **fattori di profondità del piano di appoggio**

$$\text{per } D/B^* \leq 1; d_q = 1 + 2 D \tan\varphi' (1 - \sin\varphi')^2 / B^*$$

$$\text{per } D/B^* > 1; d_q = 1 + (2 \tan\varphi' (1 - \sin\varphi')^2) * \arctan(D / B^*)$$

$$d_q = 1.39$$

$$d_c = d_q - (1 - d_q) / (N_c \tan\varphi')$$

$$d_c = 1.40$$

$$d_\gamma = 1$$

$$d_\gamma = 1.00$$

Carico limite unitario

$$q_{lim} = 710.35 \quad (\text{kN/m}^2)$$

Pressione massima agente

$$q = N / B^* L^*$$

$$q = 304.61 \quad (\text{kN/m}^2)$$

Verifica di sicurezza capacità portante

$$q_{lim} / \gamma_R = 308.85 \geq q = 304.61 \quad (\text{kN/m}^2)$$

VERIFICA A SCORRIMENTO

Carico agente

$$H_d = 1358.00 \quad (\text{kN})$$

Azione Resistente

$$S_d = N \tan(\varphi) + c' B^* L^*$$

$$S_d = 1848.36 \quad (\text{kN})$$

Verifica di sicurezza allo scorrimento

$$S_d / \gamma_R = 1680.33 \geq H_d = 1358.00 \quad (\text{kN})$$

APPALTATORE: TELESE S.c.a r.l. Consorzio Telese Società Consortile a Responsabilità Limitata		ITINERARIO NAPOLI – BARI RADDOPPIO TRATTA CANCELLO-BENEVENTO II LOTTO FUNZIONALE FRASSO TELESINO – VITULANO 2° SUBLOTTO TELESE – SAN LORENZO PROGETTO ESECUTIVO					
PROGETTAZIONE: Mandatario: SYSTRA S.A. Mandante: SWS Engineering S.p.A. SYSTRA-SOTECNI S.p.A.		COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
PONTI E VIADOTTI – VI13 "Struttura ad archi": Relazione di calcolo		IF2R	2.2.E.ZZ	CL	VI.13.0.0.001	B	126 di 147

11.2. Verifica a capacità portante e a scorrimento – concio C2

Per brevità non si riportano i fattori di forma (s_c , s_q e s_γ), i fattori di inclinazione base della fondazione (b_c , b_q e b_γ) e del piano campagna (g_c , g_q e g_γ) che risultano essere pari a 1.

Fondazioni Dirette Verifica in tensioni efficaci

$$q_{lim} = c' \cdot N_c \cdot s_c \cdot d_c \cdot i_c \cdot b_c \cdot g_c + q \cdot N_q \cdot s_q \cdot d_q \cdot i_q \cdot b_q \cdot g_q + 0,5 \cdot \gamma \cdot B \cdot N_\gamma \cdot s_\gamma \cdot d_\gamma \cdot i_\gamma \cdot b_\gamma \cdot g_\gamma$$

D = Profondità del piano di appoggio

e_B = Eccentricità in direzione B ($e_B = Mb/N$)

e_L = Eccentricità in direzione L ($e_L = MI/N$) (per fondazione nastriforme $e_L = 0$; $L^* = L$)

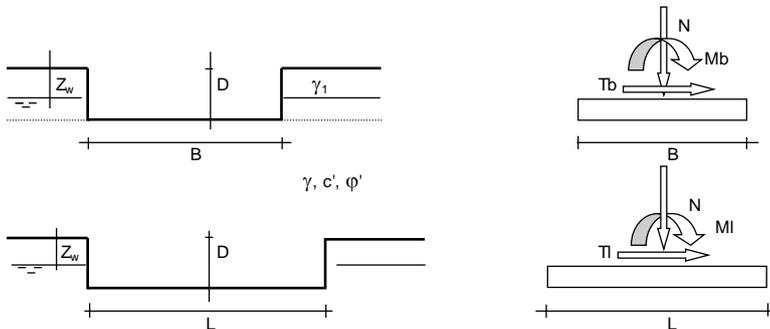
B^* = Larghezza fittizia della fondazione ($B^* = B - 2 \cdot e_B$)

L^* = Lunghezza fittizia della fondazione ($L^* = L - 2 \cdot e_L$)

(per fondazione nastriforme le sollecitazioni agenti sono riferite all'unità di lunghezza)

coefficienti parziali

Metodo di calcolo	azioni		proprietà del terreno		resistenze	
	permanenti	temporanee variabili	$\tan \varphi'$	c'	q_{lim}	scorr
Stato Limite Ultimo A1+M1+R3	1.30	1.50	1.00	1.00	2.30	1.10
SISMA	1.00	1.00	1.00	1.00	2.30	1.10
Definiti dal Progettista	X 1.00	1.00	1.00	1.00	2.30	1.10



(Per fondazione nastriforme $L = 100$ m)

B = 13.70 (m)
L = 100.00 (m)
D = 3.50 (m)



APPALTATORE:	TELESE S.c.a r.l. Consorzio Telese Società Consortile a Responsabilità Limitata	ITINERARIO NAPOLI – BARI RADDOPPIO TRATTA CANCELLO-BENEVENTO II LOTTO FUNZIONALE FRASSO TELESINO – VITULANO 2° SUBLOTTO TELESE – SAN LORENZO PROGETTO ESECUTIVO					
PROGETTAZIONE:	Mandatario: SYSTRA S.A. Mandante: SWS Engineering S.p.A. SYSTRA-SOTECNI S.p.A.	COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
PONTI E VIADOTTI – VI13 "Struttura ad archi": Relazione di calcolo		IF2R	2.2.E.ZZ	CL	VI.13.0.0.001	B	127 di 147

Peso unità di volume del terreno

$$\begin{aligned}\gamma_1 &= 19.00 \quad (\text{kN/mc}) \\ \gamma &= 19.00 \quad (\text{kN/mc})\end{aligned}$$

Valori caratteristici di resistenza del terreno

$$\begin{aligned}c' &= 0.00 \quad (\text{kN/mq}) \\ \varphi' &= 32.00 \quad (^\circ)\end{aligned}$$

Valori di progetto

$$\begin{aligned}c' &= 0.00 \quad (\text{kN/mq}) \\ \varphi' &= 32.00 \quad (^\circ)\end{aligned}$$

Profondità della falda

$$Z_w = 0.00 \quad (\text{m})$$

$$\begin{aligned}e_B &= 2.09 \quad (\text{m}) \\ e_L &= 0.00 \quad (\text{m})\end{aligned}$$

$$\begin{aligned}B^* &= 9.52 \quad (\text{m}) \\ L^* &= 1.00 \quad (\text{m})\end{aligned}$$

q : sovraccarico alla profondità D

$$q = 31.50 \quad (\text{kN/mq})$$

γ : peso di volume del terreno di fondazione

$$\gamma = 9.00 \quad (\text{kN/mc})$$

N_c, N_q, N_γ : coefficienti di capacità portante

$$N_q = \tan^2(45 + \varphi'/2) \cdot e^{(\pi \cdot \text{tg} \varphi')}$$

$$N_q = 23.18$$

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

$$N_c = 35.49$$

$$N_\gamma = 2 \cdot (N_q + 1) \cdot \tan \varphi'$$

$$N_\gamma = 30.21$$

11.2.1. Verifica N_{max}

	AZIONI		Valori di calcolo
	valori di input permanenti	temporanee	
N [kN]	2717		2717.00
Mb [kNm]	1963		1963.00
MI [kNm]	0		0.00
Tb [kN]	61		61.00
TI [kN]	0		0.00
H [kN]	61.00	0.00	61.00

APPALTATORE: TELESE s.c.a r.l. Consorzio Telese Società Consortile a Responsabilità Limitata	ITINERARIO NAPOLI – BARI RADDOPPIO TRATTA CANCELLO-BENEVENTO II LOTTO FUNZIONALE FRASSO TELESINO – VITULANO 2° SUBLOTTO TELESE – SAN LORENZO PROGETTO ESECUTIVO					
PROGETTAZIONE: Mandatario: SYSTRA S.A. Mandante: SWS Engineering S.p.A. SYSTRA-SOTECNI S.p.A.	COMMESSA IF2R	LOTTO 2.2.E.ZZ	CODIFICA CL	DOCUMENTO VI.13.0.0.001	REV. B	FOGLIO 128 di 147
PONTI E VIADOTTI – VI13 "Struttura ad archi": Relazione di calcolo						

i_c, i_q, i_y : fattori di inclinazione del carico

$$m_b = (2 + B^* / L^*) / (1 + B^* / L^*) = 0.00 \quad \theta = \arctg(T_b/T_l) = 0.00 \quad (^\circ)$$

$$m_l = (2 + L^* / B^*) / (1 + L^* / B^*) = 0.00 \quad m = 2.00 \quad (-)$$

$$i_q = (1 - H/(N + B^*L^* c' \cotg\varphi))^m \quad (m=2 \text{ nel caso di fondazione nastriforme e } m=(m_b \sin^2\theta + m_l \cos^2\theta) \text{ in tutti gli altri casi)}$$

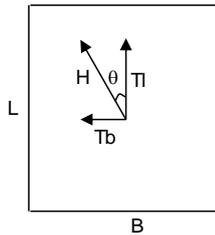
$$i_q = 0.96$$

$$i_c = i_q - (1 - i_q)/(Nq - 1)$$

$$i_c = 0.95$$

$$i_y = (1 - H/(N + B^*L^* c' \cotg\varphi))^{(m+1)}$$

$$i_y = 0.93$$



d_c, d_q, d_y : fattori di profondità del piano di appoggio

$$\text{per } D/B^* \leq 1; d_q = 1 + 2 D \tan\varphi' (1 - \sin\varphi')^2 / B^*$$

$$\text{per } D/B^* > 1; d_q = 1 + (2 \tan\varphi' (1 - \sin\varphi')^2) * \arctan(D / B^*)$$

$$d_q = 1.36$$

$$d_c = d_q - (1 - d_q) / (N_c \tan\varphi')$$

$$d_c = 1.37$$

$$d_y = 1$$

$$d_y = 1.00$$

Carico limite unitario

$$q_{lim} = 1073.69 \quad (\text{kN/m}^2)$$

Pressione massima agente

$$q = N / B^* L^*$$

$$q = 221.70 \quad (\text{kN/m}^2)$$

Verifica di sicurezza capacità portante

$$q_{lim} / \gamma_R = 466.82 \geq q = 221.70 \quad (\text{kN/m}^2)$$

VERIFICA A SCORRIMENTO

Carico agente

$$H_d = 61.00 \quad (\text{kN})$$

Azione Resistente

$$S_d = N \tan(\varphi) + c' B^* L^*$$

$$S_d = 1697.77 \quad (\text{kN})$$

Verifica di sicurezza allo scorrimento

$$S_d / \gamma_R = 1543.43 \geq H_d = 61.00 \quad (\text{kN})$$

APPALTATORE: TELESE S.c.a r.l. Consorzio Telese Società Consortile a Responsabilità Limitata	ITINERARIO NAPOLI – BARI RADDOPPIO TRATTA CANCELLO-BENEVENTO II LOTTO FUNZIONALE FRASSO TELESINO – VITULANO 2° SUBLOTTO TELESE – SAN LORENZO PROGETTO ESECUTIVO					
PROGETTAZIONE: Mandatario: SYSTRA S.A. Mandante: SWS Engineering S.p.A. SYSTRA-SOTECNI S.p.A.	COMMESSA IF2R	LOTTO 2.2.E.ZZ	CODIFICA CL	DOCUMENTO VI.13.0.0.001	REV. B	FOGLIO 129 di 147
PONTI E VIADOTTI – VI13 "Struttura ad archi": Relazione di calcolo						

11.2.2. Verifica N_{min}

	AZIONI		Valori di calcolo
	valori di input permanenti	temporanee	
N [kN]	1534		1534.00
Mb [kNm]	969		969.00
Ml [kNm]	0		0.00
Tb [kN]	22		22.00
Tl [kN]	0		0.00
H [kN]	22.00	0.00	22.00

i_c, i_q, i_y : **fattori di inclinazione del carico**

$$m_b = (2 + B^* / L^*) / (1 + B^* / L^*) = 0.00 \quad \theta = \arctg(Tb/Tl) = 0.00 \quad (^\circ)$$

$$m_l = (2 + L^* / B^*) / (1 + L^* / B^*) = 0.00 \quad m = 2.00 \quad (-)$$

$$i_q = (1 - H/(N + B^*L^* c' \cotg\varphi))^m \quad (m=2 \text{ nel caso di fondazione nastriforme e } m=(m_b \sin^2\theta + m_l \cos^2\theta) \text{ in tutti gli altri casi)}$$

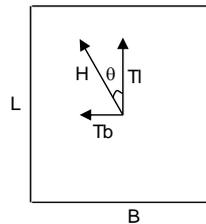
$$i_q = 0.97$$

$$i_c = i_q - (1 - i_q)/(Nq - 1)$$

$$i_c = 0.97$$

$$i_y = (1 - H/(N + B^*L^* c' \cotg\varphi))^{(m+1)}$$

$$i_y = 0.96$$



d_c, d_q, d_y : **fattori di profondità del piano di appoggio**

$$\text{per } D/B^* \leq 1; d_q = 1 + 2 D \tan\varphi' (1 - \sin\varphi')^2 / B^*$$

$$\text{per } D/B^* > 1; d_q = 1 + (2 \tan\varphi' (1 - \sin\varphi')^2) * \arctan (D / B^*)$$

$$d_q = 1.36$$

$$d_c = d_q - (1 - d_q) / (N_c \tan\varphi')$$

$$d_c = 1.37$$

$$d_y = 1$$

$$d_y = 1.00$$

APPALTATORE: TELESE S.c.a r.l. Consorzio Telese Società Consortile a Responsabilità Limitata	ITINERARIO NAPOLI – BARI RADDOPPIO TRATTA CANCELLO-BENEVENTO II LOTTO FUNZIONALE FRASSO TELESINO – VITULANO 2° SUBLOTTO TELESE – SAN LORENZO PROGETTO ESECUTIVO
PROGETTAZIONE: Mandatario: SYSTRA S.A. Mandante: SWS Engineering S.p.A. SYSTRA-SOTECNI S.p.A.	
PONTI E VIADOTTI – VI13 "Struttura ad archi": Relazione di calcolo	COMMESSA LOTTO CODIFICA DOCUMENTO REV. FOGLIO IF2R 2.2.E.ZZ CL VI.13.0.0.001 B 130 di 147

Carico limite unitario

$$q_{lim} = 1092.65 \quad (\text{kN/m}^2)$$

Pressione massima agente

$$q = N / B * L *$$

$$q = 123.35 \quad (\text{kN/m}^2)$$

Verifica di sicurezza capacità portante

$$q_{lim} / \gamma_R = 475.06 \geq q = 123.35 \quad (\text{kN/m}^2)$$

VERIFICA A SCORRIMENTO

Carico agente

$$H_d = 22.00 \quad (\text{kN})$$

Azione Resistente

$$S_d = N \tan(\varphi) + c' * B * L *$$

$$S_d = 958.55 \quad (\text{kN})$$

Verifica di sicurezza allo scorrimento

$$S_d / \gamma_R = 871.41 \geq H_d = 22.00 \quad (\text{kN})$$

11.2.3. Verifica M max

	AZIONI		Valori di calcolo
	valori di input permanenti	temporanee	
N [kN]	1923		1923.00
Mb [kNm]	3426		3426.00
MI [kNm]	0		0.00
Tb [kN]	459		459.00
Ti [kN]	0		0.00
H [kN]	459.00	0.00	459.00

i_c, i_q, i_γ : fattori di inclinazione del carico

$$m_b = (2 + B^* / L^*) / (1 + B^* / L^*) = 0.00 \quad \theta = \arctg(T_b / T_i) = 0.00 \quad (^\circ)$$

$$m_l = (2 + L^* / B^*) / (1 + L^* / B^*) = 0.00 \quad m = 2.00 \quad (-)$$

(m=2 nel caso di fondazione nastriforme e $m=(m_b \sin^2 \theta + m_l \cos^2 \theta)$ in tutti gli altri casi)

$$i_q = (1 - H / (N + B^* L^* c' \cotg \varphi))^m$$

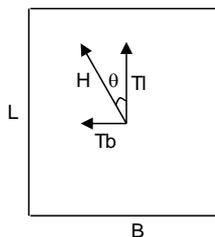
$$i_q = 0.58$$

$$i_c = i_q - (1 - i_q) / (Nq - 1)$$

$$i_c = 0.56$$

$$i_\gamma = (1 - H / (N + B^* L^* c' \cotg \varphi))^{(m+1)}$$

$$i_\gamma = 0.44$$



APPALTATORE: TELESE S.c.a r.l. Consorzio Telese Società Consortile a Responsabilità Limitata	ITINERARIO NAPOLI – BARI RADDOPPIO TRATTA CANCELLO-BENEVENTO II LOTTO FUNZIONALE FRASSO TELESINO – VITULANO 2° SUBLOTTO TELESE – SAN LORENZO PROGETTO ESECUTIVO					
PROGETTAZIONE: Mandatario: SYSTRA S.A. Mandante: SWS Engineering S.p.A. SYSTRA-SOTECNI S.p.A.						
PONTI E VIADOTTI – VI13 "Struttura ad archi": Relazione di calcolo	COMMESSA IF2R	LOTTO 2.2.E.ZZ	CODIFICA CL	DOCUMENTO VI.13.0.0.001	REV. B	FOGLIO 131 di 147

d_c, d_q, d_γ : fattori di profondità del piano di appoggio

per $D/B^* \leq 1$; $d_q = 1 + 2 D \tan\phi' (1 - \sin\phi')^2 / B^*$

per $D/B^* > 1$; $d_q = 1 + (2 \tan\phi' (1 - \sin\phi')^2) * \arctan (D / B^*)$

$$d_q = 1.39$$

$$d_c = d_q - (1 - d_q) / (N_c \tan\phi')$$

$$d_c = 1.40$$

$$d_\gamma = 1$$

$$d_\gamma = 1.00$$

Carico limite unitario

$$q_{lim} = 634.17 \quad (\text{kN/m}^2)$$

Pressione massima agente

$$q = N / B^* L^*$$

$$q = 189.70 \quad (\text{kN/m}^2)$$

Verifica di sicurezza capacità portante

$$q_{lim} / \gamma_R = 275.73 \geq q = 189.70 \quad (\text{kN/m}^2)$$

VERIFICA A SCORRIMENTO

Carico agente

$$H_d = 459.00 \quad (\text{kN})$$

Azione Resistente

$$S_d = N \tan(\phi') + c' B^* L^*$$

$$S_d = 1201.62 \quad (\text{kN})$$

Verifica di sicurezza allo scorrimento

$$S_d / \gamma_R = 1092.38 \geq H_d = 459.00 \quad (\text{kN})$$

11.3. Verifica a capacità portante e a scorrimento – concio C3

Si eseguono le verifiche geotecniche considerando un approfondimento medio della piano di posa della fondazione D pari a 5.70 m.

Per brevità non si riportano i fattori di forma (s_c, s_q e s_γ), i fattori di inclinazione base della fondazione (b_c, b_q e b_γ) e del piano campagna (g_c, g_q e g_γ) che risultano essere pari a 1.

APPALTATORE: TELESE S.c.a r.l. Consorzio Telese Società Consortile a Responsabilità Limitata		ITINERARIO NAPOLI – BARI RADDOPPIO TRATTA CANCELLO-BENEVENTO II LOTTO FUNZIONALE FRASSO TELESINO – VITULANO 2° SUBLOTTO TELESE – SAN LORENZO PROGETTO ESECUTIVO					
PROGETTAZIONE: Mandatario: SYSTRA S.A. Mandante: SWS Engineering S.p.A. SYSTRA-SOTECNI S.p.A.		COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
PONTI E VIADOTTI – VI13 "Struttura ad archi": Relazione di calcolo		IF2R	2.2.E.ZZ	CL	VI.13.0.0.001	B	132 di 147

Fondazioni Dirette
Verifica in tensioni efficaci

$$q_{lim} = c' \cdot N_c \cdot s_c \cdot d_c \cdot i_c \cdot b_c \cdot g_c + q \cdot N_q \cdot s_q \cdot d_q \cdot i_q \cdot b_q \cdot g_q + 0,5 \cdot \gamma \cdot B \cdot N_\gamma \cdot s_\gamma \cdot d_\gamma \cdot i_\gamma \cdot b_\gamma \cdot g_\gamma$$

D = Profondità del piano di appoggio

e_B = Eccentricità in direzione B ($e_B = Mb/N$)

e_L = Eccentricità in direzione L ($e_L = MI/N$) (per fondazione nastriforme $e_L = 0$; $L^* = L$)

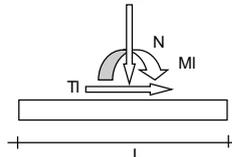
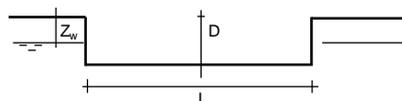
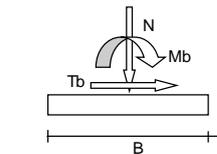
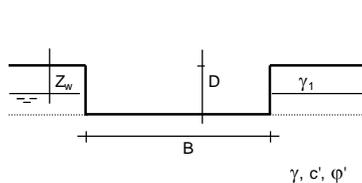
B^* = Larghezza fittizia della fondazione ($B^* = B - 2 \cdot e_B$)

L^* = Lunghezza fittizia della fondazione ($L^* = L - 2 \cdot e_L$)

(per fondazione nastriforme le sollecitazioni agenti sono riferite all'unità di lunghezza)

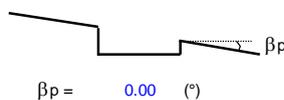
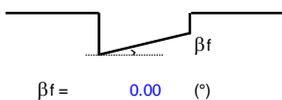
coefficienti parziali

Metodo di calcolo	azioni		proprietà del terreno		resistenze	
	permanenti	temporanee variabili	$\tan \varphi'$	c'	q_{lim}	scorr
Stato Limite Ultimo A1+M1+R3	1.30	1.50	1.00	1.00	2.30	1.10
SISMA	1.00	1.00	1.00	1.00	2.30	1.10
Definiti dal Progettista	X	1.00	1.00	1.00	2.30	1.10



(Per fondazione nastriforme $L = 100$ m)

B = 13.70 (m)
L = 100.00 (m)
D = 5.70 (m)



Peso unità di volume del terreno

$\gamma_1 = 19.00$ (kN/mc)
 $\gamma = 19.00$ (kN/mc)

Valori caratteristici di resistenza del terreno

$c' = 0.00$ (kN/mq)
 $\varphi' = 32.00$ (°)

Valori di progetto

$c' = 0.00$ (kN/mq)
 $\varphi' = 32.00$ (°)

Profondità della falda

$Z_w = 2.20$ (m)

$e_B = 0.79$ (m)
 $e_L = 0.00$ (m)

$B^* = 12.13$ (m)
 $L^* = 1.00$ (m)

q : sovraccarico alla profondità D

q = 73.30 (kN/mq)

APPALTATORE:	TELESE S.c.a r.l. Consorzio Telese Società Consortile a Responsabilità Limitata	ITINERARIO NAPOLI – BARI RADDOPPIO TRATTA CANCELLO-BENEVENTO II LOTTO FUNZIONALE FRASSO TELESINO – VITULANO 2° SUBLOTTO TELESE – SAN LORENZO PROGETTO ESECUTIVO				
PROGETTAZIONE:	Mandatario: SYSTRA S.A. Mandante: SWS Engineering S.p.A. SYSTRA-SOTECNI S.p.A.					
PONTI E VIADOTTI – VI13 "Struttura ad archi": Relazione di calcolo	COMMESSA IF2R	LOTTO 2.2.E.ZZ	CODIFICA CL	DOCUMENTO VI.13.0.0.001	REV. B	FOGLIO 133 di 147

γ : peso di volume del terreno di fondazione

$$\gamma = 9.00 \quad (\text{kN/mc})$$

N_c, N_q, N_γ : coefficienti di capacità portante

$$N_q = \tan^2(45 + \varphi/2) \cdot e^{(\pi \cdot \tan \varphi)}$$

$$N_q = 23.18$$

$$N_c = (N_q - 1) / \tan \varphi'$$

$$N_c = 35.49$$

$$N_\gamma = 2 \cdot (N_q + 1) \cdot \tan \varphi'$$

$$N_\gamma = 30.21$$

11.3.1. *Verifica statica SLU N max*

	AZIONI		
	valori di input		Valori di calcolo
	permanenti	temporanee	
N [kN]	3300		3300.00
Mb [kNm]	2591		2591.00
MI [kNm]	0		0.00
Tb [kN]	112		112.00
TI [kN]	0		0.00
H [kN]	112.00	0.00	112.00

i_c, i_q, i_γ : fattori di inclinazione del carico

$$m_b = (2 + B^* / L^*) / (1 + B^* / L^*) = 0.00 \quad \theta = \arctg(Tb/TI) = 0.00 \quad (^\circ)$$

$$m_l = (2 + L^* / B^*) / (1 + L^* / B^*) = 0.00 \quad m = 2.00 \quad (-)$$

$$i_q = (1 - H / (N + B^* L^* c' \cotg \varphi'))^m$$

(m=2 nel caso di fondazione nastriforme e m=(m_bsin²θ+m_lcos²θ) in tutti gli altri casi)

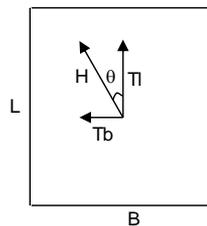
$$i_q = 0.93$$

$$i_c = i_q - (1 - i_q) / (N_q - 1)$$

$$i_c = 0.93$$

$$i_\gamma = (1 - H / (N + B^* L^* c' \cotg \varphi'))^{(m+1)}$$

$$i_\gamma = 0.90$$



APPALTATORE: TELESE S.c.a r.l. Consorzio Telese Società Consortile a Responsabilità Limitata	ITINERARIO NAPOLI – BARI RADDOPPIO TRATTA CANCELLO-BENEVENTO II LOTTO FUNZIONALE FRASSO TELESINO – VITULANO 2° SUBLOTTO TELESE – SAN LORENZO PROGETTO ESECUTIVO					
PROGETTAZIONE: Mandatario: SYSTRA S.A. Mandante: SWS Engineering S.p.A. SYSTRA-SOTECNI S.p.A.						
PONTI E VIADOTTI – VI13 "Struttura ad archi": Relazione di calcolo	COMMESSA IF2R	LOTTO 2.2.E.ZZ	CODIFICA CL	DOCUMENTO VI.13.0.0.001	REV. B	FOGLIO 134 di 147

d_c, d_q, d_y : fattori di profondità del piano di appoggio

per $D/B^* \leq 1$; $d_q = 1 + 2 D \tan\phi' (1 - \sin\phi')^2 / B^*$

per $D/B^* > 1$; $d_q = 1 + (2 \tan\phi' (1 - \sin\phi')^2) * \arctan(D / B^*)$

$$d_q = 1.39$$

$$d_c = d_q - (1 - d_q) / (N_c \tan\phi')$$

$$d_c = 1.40$$

$$d_y = 1$$

$$d_y = 1.00$$

Carico limite unitario

$$q_{lim} = 2319.82 \quad (\text{kN/m}^2)$$

Pressione massima agente

$$q = N / B^* L^*$$

$$q = 272.06 \quad (\text{kN/m}^2)$$

Verifica di sicurezza capacità portante

$$q_{lim} / \gamma_R = 1008.62 \geq q = 272.06 \quad (\text{kN/m}^2)$$

VERIFICA A SCORRIMENTO

Carico agente

$$H_d = 112.00 \quad (\text{kN})$$

Azione Resistente

$$S_d = N \tan(\phi) + c' B^* L^*$$

$$S_d = 2062.07 \quad (\text{kN})$$

Verifica di sicurezza allo scorrimento

$$S_d / \gamma_R = 1874.61 \geq H_d = 112.00 \quad (\text{kN})$$

11.3.2. Verifica statica SLU N min

	AZIONI		Valori di calcolo
	valori di input permanenti	temporanee	
N [kN]	1975		1975.00
Mb [kNm]	1275		1275.00
Ml [kNm]	0		0.00
Tb [kN]	62		62.00
Tl [kN]	0		0.00
H [kN]	62.00	0.00	62.00

APPALTATORE:	TELESE S.c.a r.l. Consorzio Telese Società Consortile a Responsabilità Limitata	ITINERARIO NAPOLI – BARI RADDOPPIO TRATTA CANCELLO-BENEVENTO II LOTTO FUNZIONALE FRASSO TELESINO – VITULANO 2° SUBLOTTO TELESE – SAN LORENZO PROGETTO ESECUTIVO					
PROGETTAZIONE:	Mandatario: SYSTRA S.A. Mandante: SWS Engineering S.p.A. SYSTRA-SOTECNI S.p.A.	COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
PONTI E VIADOTTI – VI13 "Struttura ad archi": Relazione di calcolo		IF2R	2.2.E.ZZ	CL	VI.13.0.0.001	B	135 di 147

i_c, i_q, i_y : **fattori di inclinazione del carico**

$$m_b = (2 + B^* / L^*) / (1 + B^* / L^*) = 0.00 \quad \theta = \arctg(T_b/\Pi) = 0.00 \quad (^\circ)$$

$$m_l = (2 + L^* / B^*) / (1 + L^* / B^*) = 0.00 \quad m = 2.00 \quad (-)$$

$$i_q = (1 - H/(N + B^*L^* c' \cotg(\varphi)))^m$$

(m=2 nel caso di fondazione nastriforme e m=(m_bsin²θ+m_lcos²θ) in tutti gli altri casi)

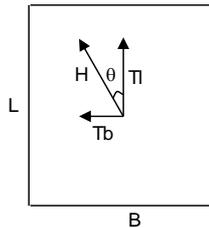
$$i_q = 0.94$$

$$i_c = i_q - (1 - i_q)/(Nq - 1)$$

$$i_c = 0.94$$

$$i_y = (1 - H/(N + B^*L^* c' \cotg(\varphi)))^{(m+1)}$$

$$i_y = 0.91$$



d_c, d_q, d_y : **fattori di profondità del piano di appoggio**

per $D/B^* \leq 1$; $d_q = 1 + 2 D \tan(\varphi) (1 - \sin(\varphi))^2 / B^*$

per $D/B^* > 1$; $d_q = 1 + (2 \tan(\varphi) (1 - \sin(\varphi))^2) * \arctan(D / B^*)$

$$d_q = 1.39$$

$$d_c = d_q - (1 - d_q) / (N_c \tan(\varphi))$$

$$d_c = 1.40$$

$$d_y = 1$$

$$d_y = 1.00$$

Carico limite unitario

$$q_{lim} = 2332.40 \quad (\text{kN/m}^2)$$

Pressione massima agente

$$q = N / B^* L^*$$

$$q = 159.16 \quad (\text{kN/m}^2)$$

Verifica di sicurezza capacità portante

$$q_{lim} / \gamma_R = 1014.09 \geq q = 159.16 \quad (\text{kN/m}^2)$$

VERIFICA A SCORRIMENTO

Carico agente

$$H_d = 62.00 \quad (\text{kN})$$

Azione Resistente

$$S_d = N \tan(\varphi) + c' B^* L^*$$

$$S_d = 1234.12 \quad (\text{kN})$$

Verifica di sicurezza allo scorrimento

$$S_d / \gamma_R = 1121.93 \geq H_d = 62.00 \quad (\text{kN})$$

APPALTATORE: TELESE S.c.a r.l. Consorzio Telese Società Consortile a Responsabilità Limitata	ITINERARIO NAPOLI – BARI RADDOPPIO TRATTA CANCELLO-BENEVENTO II LOTTO FUNZIONALE FRASSO TELESINO – VITULANO 2° SUBLOTTO TELESE – SAN LORENZO PROGETTO ESECUTIVO					
PROGETTAZIONE: Mandatario: SYSTRA S.A. Mandante: SWS Engineering S.p.A. SYSTRA-SOTECNI S.p.A.						
PONTI E VIADOTTI – VI13 "Struttura ad archi": Relazione di calcolo	COMMESSA IF2R	LOTTO 2.2.E.ZZ	CODIFICA CL	DOCUMENTO VI.13.0.0.001	REV. B	FOGLIO 136 di 147

11.3.3. Verifica statica SLU M max

	AZIONI		Valori di calcolo
	valori di input permanenti	temporanee	
N [kN]	2048		2048.00
Mb [kNm]	4437		4437.00
MI [kNm]	0		0.00
Tb [kN]	855		855.00
TI [kN]	0		0.00
H [kN]	855.00	0.00	855.00

i_c, i_q, i_y : fattori di inclinazione del carico

$$m_b = (2 + B^* / L^*) / (1 + B^* / L^*) = 0.00 \quad \theta = \arctg(Tb/TI) = 0.00 \quad (^\circ)$$

$$m_l = (2 + L^* / B^*) / (1 + L^* / B^*) = 0.00 \quad m = 2.00 \quad (-)$$

$$i_q = (1 - H / (N + B^* L^* c' \cotg(\varphi)))^m \quad (m=2 \text{ nel caso di fondazione nastriforme e } m=(m_b \sin^2 \theta + m_l \cos^2 \theta) \text{ in tutti gli altri casi})$$

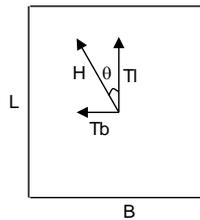
$$i_q = 0.34$$

$$i_c = i_q - (1 - i_q) / (N_q - 1)$$

$$i_c = 0.31$$

$$i_y = (1 - H / (N + B^* L^* c' \cotg(\varphi)))^{(m+1)}$$

$$i_y = 0.20$$



d_c, d_q, d_y : fattori di profondità del piano di appoggio

$$\text{per } D/B^* \leq 1; d_q = 1 + 2 D \tan \varphi' (1 - \sin \varphi)^2 / B^*$$

$$\text{per } D/B^* > 1; d_q = 1 + (2 \tan \varphi' (1 - \sin \varphi)^2) * \arctan (D / B^*)$$

$$d_q = 1.39$$

$$d_c = d_q - (1 - d_q) / (N_c \tan \varphi)$$

$$d_c = 1.40$$

$$d_y = 1$$

$$d_y = 1.00$$

APPALTATORE:	TELESE S.c.a r.l. Consorzio Telese Società Consortile a Responsabilità Limitata		ITINERARIO NAPOLI – BARI RADDOPPIO TRATTA CANCELLO-BENEVENTO II LOTTO FUNZIONALE FRASSO TELESINO – VITULANO 2° SUBLOTTO TELESE – SAN LORENZO PROGETTO ESECUTIVO					
PROGETTAZIONE:	Mandataria: SYSTRA S.A. Mandante: SWS Engineering S.p.A. SYSTRA-SOTECNI S.p.A.		COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
PONTI E VIADOTTI – VI13	"Struttura ad archi": Relazione di calcolo		IF2R	2.2.E.ZZ	CL	VI.13.0.0.001	B	137 di 147

Carico limite unitario

$$q_{lim} = 825.77 \quad (\text{kN/m}^2)$$

Pressione massima agente

$$q = N / B * L^*$$

$$q = 218.64 \quad (\text{kN/m}^2)$$

Verifica di sicurezza capacità portante

$$q_{lim} / \gamma_R = 359.03 \geq q = 218.64 \quad (\text{kN/m}^2)$$

VERIFICA A SCORRIMENTO

Carico agente

$$Hd = 855.00 \quad (\text{kN})$$

Azione Resistente

$$Sd = N \tan(\varphi) + c' B * L^*$$

$$Sd = 1279.73 \quad (\text{kN})$$

Verifica di sicurezza allo scorrimento

$$Sd / \gamma_R = 1163.39 \geq Hd = 855.00 \quad (\text{kN})$$

APPALTATORE:		TELESE s.c.a r.l. Consorzio Telese Società Consortile a Responsabilità Limitata		ITINERARIO NAPOLI – BARI RADDOPPIO TRATTA CANCELLO-BENEVENTO II LOTTO FUNZIONALE FRASSO TELESINO – VITULANO 2° SUBLOTTO TELESE – SAN LORENZO PROGETTO ESECUTIVO		
PROGETTAZIONE:		Mandatario: SYSTRA S.A. Mandante: SWS Engineering S.p.A. SYSTRA-SOTECNI S.p.A.				
PONTI E VIADOTTI – VI13 "Struttura ad archi": Relazione di calcolo		COMMESSA IF2R	LOTTO 2.2.E.ZZ	CODIFICA CL	DOCUMENTO VI.13.0.0.001	REV. B FOGLIO 138 di 147

11.4. Verifica a ribaltamento

Lo stato limite di ribaltamento non prevede la mobilitazione della resistenza del terreno di fondazione e deve essere trattato come uno stato limite di equilibrio come corpo rigido (EQU), adoperando i coefficienti parziali del gruppo M2 per il calcolo eventuale delle spinte.

Le risultanti delle azioni, in termini di momento ribaltante e stabilizzante, sono state lette nelle reazioni del nodo di incastro predisposto nel modello di calcolo EQU precedentemente descritto. Per la valutazione dei momenti ribaltanti e stabilizzanti sono stati considerati diversi scenari, corrispondenti alle seguenti combinazioni di carico.

Carico	EQU - Statica		EQU - Combinazione Sismica		
	EQU1_stab	EQU1_rib	EQU2_stab	EQU2_rib	EQU3_rib
Peso proprio	0.9	0	1.0	0	0
Perm. Portati	0.9	0	1.0	0	0
Treno	0	0	0.2	0	0
Centrifuga	0	1.5	0	0.2	0.2
Serpeggio	0	1.5	0	0.2	0.2
ΔT	0	0	0	0	0
Vento	0	1.5	0	0	0
Ritiro	0	0	0	0	0
Sisma orizz.	0	0	0	1	0.3
Sisma vert.	0	0	0	-0.3	-1
Spinta Sism. sx	0	0	0	1	1
Spinta Sism. dx	0	0	0	0	0
Spinta K_0 sx	0	1.5	0	1	1
Spinta K_0 dx	0	0	0	1	1
Sisma vert.	0	0	0	-0.3	-1
Spinta Sism. sx	0	0	0	1	1
Spinta Sism. dx	0	0	0	0	0

Di seguito si riportano le sollecitazioni massime rilevate ed i rapporti tra momento stabilizzante e momento ribaltante per i diversi scenari.

APPALTATORE:	TELESE S.c.a r.l. Consorzio Telese Società Consortile a Responsabilità Limitata	ITINERARIO NAPOLI – BARI RADDOPPIO TRATTA CANCELLO-BENEVENTO II LOTTO FUNZIONALE FRASSO TELESINO – VITULANO 2° SUBLOTTO TELESE – SAN LORENZO PROGETTO ESECUTIVO					
PROGETTAZIONE:	Mandatario: SYSTRA S.A. Mandante: SWS Engineering S.p.A. SYSTRA-SOTECNI S.p.A.	COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
PONTI E VIADOTTI – VI13 "Struttura ad archi": Relazione di calcolo		IF2R	2.2.E.ZZ	CL	VI.13.0.0.001	B	139 di 147

11.4.1. *Concio 1*

Equ 1		Equ 2 (sism)		Equ 3 (sism)	
M Stab (kNm)	M Rib (kNm)	M Stab (kNm)	M Rib (kNm)	M Stab (kNm)	M Rib (kNm)
269539	119105	299488	92408	299488	157925

FS = Mstab/Mrib	2.26	3.24	1.90
-----------------	------	------	------

11.4.2. *Concio 2*

Equ 1		Equ 2 (sism)		Equ 3 (sism)	
M Stab (kNm)	M Rib (kNm)	M Stab (kNm)	M Rib (kNm)	M Stab (kNm)	M Rib (kNm)
261087	115472	290097	88053	290097	151770

FS = Mstab/Mrib	2.26	3.29	1.91
-----------------	------	------	------

11.4.3. *Concio 3*

Equ 1		Equ 2 (sism)		Equ 3 (sism)	
M Stab (kNm)	M Rib (kNm)	M Stab (kNm)	M Rib (kNm)	M Stab (kNm)	M Rib (kNm)
264873	115308	294303	83607	294303	152849

FS = Mstab/Mrib	2.30	3.52	1.93
-----------------	------	------	------

Il rapporto Mstab/Mrib è sempre maggiore di 1. La verifica risulta soddisfatta.

APPALTATORE:		TELESE S.c.a r.l. Consorzio Telese Società Consortile a Responsabilità Limitata		ITINERARIO NAPOLI – BARI RADDOPPIO TRATTA CANCELLO-BENEVENTO II LOTTO FUNZIONALE FRASSO TELESINO – VITULANO 2° SUBLOTTO TELESE – SAN LORENZO PROGETTO ESECUTIVO					
PROGETTAZIONE:		Mandatario: SYSTRA S.A. Mandante: SWS Engineering S.p.A. SYSTRA-SOTECNI S.p.A.		COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
PONTI E VIADOTTI – VI13 "Struttura ad archi": Relazione di calcolo		IF2R	2.2.E.ZZ	CL	VI.13.0.0.001	B	140 di 147		

12. DIMENSIONAMENTO MARCIAPIEDI FFP

Per il *Viadotto* in oggetto è prevista la realizzazione, sia lato B.P. che lato B.D., di marciapiedi per *Fire Fighting Point (FFP)* per tutto lo sviluppo del viadotto stesso.

Nel seguito si riporta il dimensionamento del *grigliato* metallico orizzontale e della struttura a *telaio* a sostegno dello stesso.

Per il *grigliato* il carico di esercizio è considerato pari a $Q_k=6,00 \text{ kN/m}^2$; per il *telaio* a sostegno dello stesso grigliato il carico di esercizio è considerato pari a $Q_k=10,00 \text{ kN/m}^2$.

$Q_{k, \text{grigliato}}$	6.00 kN/m^2			
B (Luce netta massima grigliato)	1.50 m			
Grigliato elettrosaldato	40 x	2 mm		
Maglia grigliato	15 x	76 mm		
W (modulo di resistenza)	533.33 mm^3			
J (inerzia)	10666.67 mm^4			
E (modulo elastico)	210000 MPa			
f_{yk} Acciaio S235	235 MPa			
$g_{k, \text{grigliato}}$	47.4 kg/m^2	0.465 kN/m^2		
Q_{Ed}	9.697 kN/m^2			
Numero barre portanti/1m	66.67 -			
q_{Ed}/barra	0.2182 kN			
M_{Ed}	0.0409 kNm			
σ_{adm}	223.81 kN/m^2			
$\sigma (M_{Ed}/W)$	76.71 kN/m^2			verificato
q	0.15 kN/m^2			
freccia	2.854 mm			
rapporto freccia/luce netta	0.00190 <	0.0050		verificato
HEB100				
W_{pl}	104200 mm^3			
$g_{k, \text{trave}}$	20.4 kg/m	0.200 kN/m		
$Q_{k, \text{trave}}$	10.00 kN/m^2			
J (inerzia)	4495000 mm^4			
M_{Ed}	40911.29 Nmm			
$p_{Ed, \text{Slu}}=1,5*(g_{k, \text{grigliato}}+g_{k, \text{trave}}+Q_{k, \text{trave}})$	16.00 kN/m^2			
$p_{Ed, \text{Slu}}$ (su una larghezza di influenza pari a B)	24.00 kN/m			
L (luce netta massima trave)	2.00 m			
$M_{Rd}=W_{pl} * f_{yd}$	23.32 kNm			
$M_{Ed, \text{SLU}}$	12.00 kNm			verificato
$p_{Ed, \text{Sle}}=p_{Ed, \text{Slu}}/1,5$	16.00 kN/m			
$f_{max} = l/250$	8.00 mm			
freccia= $5*p_{Ed, \text{Sle}} * L^4 / (384 * E * J)$	3.53 mm			verificato

Si dispongono:

APPALTATORE: TELESE S.c.a r.l. Consorzio Telese Società Consortile a Responsabilità Limitata	ITINERARIO NAPOLI – BARI RADDOPPIO TRATTA CANCELLO-BENEVENTO II LOTTO FUNZIONALE FRASSO TELESINO – VITULANO 2° SUBLOTTO TELESE – SAN LORENZO PROGETTO ESECUTIVO					
PROGETTAZIONE: Mandatario: SYSTRA S.A. Mandante: SWS Engineering S.p.A. SYSTRA-SOTECNI S.p.A.	COMMESSA IF2R	LOTTO 2.2.E.ZZ	CODIFICA CL	DOCUMENTO VI.13.0.001	REV. B	FOGLIO 141 di 147
PONTI E VIADOTTI – VI13 "Struttura ad archi": Relazione di calcolo						

- ✓ *grigliato* elettrosaldato: piatto portante 40x2mm, maglia 15x76mm
- ✓ *telaio*: travi HEB100 (longitudinali e trasversali) e montanti HEB140(ad interasse 1.5m in direzione longitudinale)

Stabilità delle membrature - aste compresse - NTC08 - 4.2.4.1.3.1

4.2.4.1.3 Stabilità delle membrature

4.2.4.1.3.1 Aste compresse

La verifica di stabilità di un'asta si effettua nell'ipotesi che la sezione trasversale sia uniformemente compressa. Deve essere

$$\frac{N_{Ed}}{N_{b,Rd}} \leq 1, \quad (4.2.42)$$

dove

N_{Ed} è l'azione di compressione di calcolo,
 $N_{b,Rd}$ è la resistenza all'instabilità nell'asta compressa, data da

$$N_{b,Rd} = \frac{\chi A f_{yk}}{\gamma_{M1}} \quad \text{per le sezioni di classe 1, 2 e 3,} \quad (4.2.43)$$

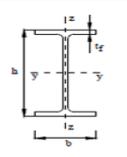
Carico critico euleriano	$N_{cr} = \frac{\pi^2 EI}{L_0^2}$
L	1.150 m
$L_{0,af}$ (Hp caudalativa)	2.300 m
$L_{0,ad}$ (Hp caudalativa)	2.300 m
$N_{cr,af}$	5913 kN
$N_{cr,ad}$	2154 kN

Snellezza adimensionale	$\bar{\lambda} = \sqrt{\frac{A \cdot f_{yk}}{N_{cr}}}$
λ_{af}	0.413 -
λ_{ad}	0.685 -
α fattore di imperfezione,(Tab 4.2.VI)	
α_{af} asse forte (af)	0.34 -
α_{ad} asse debole (ad)	0.49 -
Coefficiente ϕ	$\Phi = 0.5 [1 + \alpha(\bar{\lambda} - 0.2) + \bar{\lambda}^2]$
ϕ_{af}	0.622 -
ϕ_{ad}	0.853 -

Coefficiente χ	$\chi = \frac{1}{\Phi + \sqrt{\Phi^2 - \bar{\lambda}^2}} \leq 1.0$
χ_{af}	0.921 -
χ_{ad}	0.734 -
χ_{min}	0.734 -

Resistenza all'instabilità nell'asta compressa	$N_{b,Rd} = \frac{\chi A f_{yk}}{\gamma_{M1}}$
--	--

Tabella 4.2.VI Curve d'instabilità per varie tipologie di sezioni e classi d'acciaio, per elementi compressi.

Sezione trasversale	Limiti	Inflessione intorno all'asse	Curva di instabilità	
			S235, S275, S355, S420	S460
	$h/b > 1,2$	y-y z-z	a	a_0
			b	a
	$h/b \leq 1,2$	y-y z-z	b	a
			c	c
Curva di instabilità			a	d
Fattore di imperfezione α			0,13	0,76

APPALTATORE: TELESE S.c.a r.l. Consorzio Telese Società Consortile a Responsabilità Limitata		ITINERARIO NAPOLI – BARI RADDOPPIO TRATTA CANCELLO-BENEVENTO II LOTTO FUNZIONALE FRASSO TELESINO – VITULANO 2° SUBLOTTO TELESE – SAN LORENZO PROGETTO ESECUTIVO					
PROGETTAZIONE: Mandataria: SYSTRA S.A. Mandante: SWS Engineering S.p.A. SYSTRA-SOTECNI S.p.A.		COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
PONTI E VIADOTTI – VI13 "Struttura ad archi": Relazione di calcolo		IF2R	2.2.E.ZZ	CL	VI.13.0.0.001	B	142 di 147

Nb,Rd	706 kN		
peso lin trave HEB 100	0.2001 kN/m	peso lin montante HEB 140	0.331 kN/m
L HEB 100	2.17	L HEB 140	1.150 m
carico caratt HEB 100	0.434 kN	peso montante HEB 140	0.380 kN
peso grigliato	0.465 kN/m ²		
L infl	2.17 m		
B infl	1.5 m		
carico caratt grigliato	1.5 kN		
carico variabile caratteristico	10 kN/m ²		
Nk	32.55 kN		
N _{Ed,SLU}	52.0 kN		
N _{Ed,SLU, su ogni montante}	26.0 kN		
N _{Rd}	706 kN	verificato	

Inoltre, per il dimensionamento del *corrimano* si considera un carico variabile caratteristico pari a $H_k = 3.00$ kN/m in accordo con [1] e [2] Tab 3.1II (cat C3) per uno schema statico di trave continua su più appoggi.

CORRIMANO

spessore del tubo costituente il corrimano	s	5	mm	
diametro esterno del tubo costituente il corrimano	D	76.10	mm	
diametro interno del tubo costituente il corrimano	d	66.1	mm	
Area	A	1117	mm ²	
modulo di resistenza elastico del tubo costituente il corrimano	W _{EI}	18630	mm ³	
modulo di resistenza plastico del tubo costituente il corrimano	W _{Pl}	25318	mm ³	
interasse appoggi	l	3000	mm	
pk= carico caratteristico orizzontale sul corrimano	p	3.00	kN/m	
p _{Ed,slu} = carico di progetto SLU orizzontale sul corrimano	p	4.50	kN/m	
Tensione snervamento acciaio S235	f _{yk}	235	MPa	
Profilo di classe	-	1	-	
Verifica a flessione (hp trave continua su più appoggi)				
momento resistente (Profilo classe 1)	M _{Rd}	5.67	kNm	
Momento massimo SLU agente sul corrimano (schema continuo multiplo)	M _{Ed}	4.34	kNm	verificato
Verifica a flessione (hp trave continua su più appoggi)				
Av, area a taglio (2π/A)	A	711	mm ²	
Resistenza a taglio	V _{Rd}	91.89	kN	
Taglio massimo SLU agente sul corrimano (schema continuo multiplo)	V _{Ed}	15.53	kN	verificato

Si dispone un *corrimano* tubolare avente diametro esterno 76.1 mm e spessore 5 mm.

APPALTATORE:	TELESE S.c.a r.l. Consorzio Telese Società Consortile a Responsabilità Limitata	ITINERARIO NAPOLI – BARI RADDOPPIO TRATTA CANCELLO-BENEVENTO II LOTTO FUNZIONALE FRASSO TELESINO – VITULANO 2° SUBLOTTO TELESE – SAN LORENZO PROGETTO ESECUTIVO				
PROGETTAZIONE:	Mandatario: SYSTRA S.A. Mandante: SWS Engineering S.p.A. SYSTRA-SOTECNI S.p.A.					
PONTI E VIADOTTI – VI13 "Struttura ad archi": Relazione di calcolo	COMMESSA IF2R	LOTTO 2.2.E.ZZ	CODIFICA CL	DOCUMENTO VI.13.0.0.001	REV. B	FOGLIO 143 di 147

13. INCIDENZA ARMATURE

Elemento	Spessore [m]	Armatura principale				Armatura a taglio		Arm.ripartizione		Incidenza di calcolo Principale [kg/m ³]	Incidenza di calcolo Ripartizione [kg/m ³]	Incidenza di calcolo Totale [kg/m ³]	Incidenza di calcolo Totale Adottata [kg/m ³]
		Lato	Diametro [mm]	N°	As tot [mm ²]	Lato	Diametro [mm]	Diametro [mm]	N°				
Soletta superiore - mezz	1.2	tesa	26	10	5309.3	40x40	12	24	10	58	40	98	130
		compr.	24	5	2262			20	5				
Soletta superiore - inc	1.2	tesa	24	10	4523.9	20x40	12	24	10	81	50	131	
		compr.	26	10	5309.3			20	10				
Setti long.	1.2	tesa	26	10	5309.3	20x40	12	20	10	86	41	127	140
		compr.	26	10	5309.3			20	10				
Setti trasv.	1.2	tesa	26	10	5309.3	20x40	12	24	10	86	50	136	150
		compr.	26	10	5309.3			20	10				
Fondazione	1.5	tesa	26	10	5309.3	20x40	12	24	10	68	36	104	120
		compr.	24	10	4523.9			24	5				

APPALTATORE: TELESE S.c.a r.l. Consorzio Telese Società Consortile a Responsabilità Limitata	ITINERARIO NAPOLI – BARI RADDOPPIO TRATTA CANCELLO-BENEVENTO II LOTTO FUNZIONALE FRASSO TELESINO – VITULANO 2° SUBLOTTO TELESE – SAN LORENZO PROGETTO ESECUTIVO					
PROGETTAZIONE: Mandatario: SYSTRA S.A. Mandante: SWS Engineering S.p.A. SYSTRA-SOTECNI S.p.A.						
PONTI E VIADOTTI – VI13 "Struttura ad archi": Relazione di calcolo	COMMESSA IF2R	LOTTO 2.2.E.ZZ	CODIFICA CL	DOCUMENTO VI.13.0.0.001	REV. B	FOGLIO 144 di 147

14. VALIDAZIONE DEI CODICI DI CALCOLO (§10.2 – DM 14.1.2008)

Nei paragrafi successivi si riporta il controllo dell'affidabilità dei codici utilizzati per la redazione del progetto e la verifica dell'attendibilità dei risultati ottenuti, curando nel contempo che la presentazione dei risultati stessi sia tale da garantirne la leggibilità, la corretta interpretazione e la riproducibilità.

Il presente capitolo è redatto coerentemente con quanto previsto dal D.M. 14/01/2008 "Nuove norme tecniche per le costruzioni" e relativa "Circolare 2 Febbraio 2009 n.617", Cap. 10.2.

C.10.2 - Analisi e verifiche svolte con l'ausilio di codici di calcolo

Il sottoscritto, in qualità di calcolatore delle opere in progetto, dichiara quanto segue nei paragrafi successivi.

14.1. TIPO DI ANALISI SVOLTA

L'analisi strutturale e le verifiche sono condotte con l'ausilio di un codice di calcolo automatico. La verifica della sicurezza degli elementi strutturali è stata valutata con i metodi della scienza delle costruzioni.

Per il calcolo delle strutture in c.a. è stato utilizzato il programma "Sap2000". Tale software consente una modellazione tridimensionale agli elementi finiti.

Il calcolo delle sollecitazioni è stato condotto attraverso un'analisi dinamica modale. Le sollecitazioni derivanti da tali azioni sono state composte poi con quelle derivanti da carichi verticali, orizzontali non sismici secondo le varie combinazioni di carico probabilistiche. Il calcolo degli effetti dell'azione sismica è stato eseguito con riferimento alla struttura spaziale, tenendo cioè conto degli elementi interagenti fra loro secondo l'effettiva realizzazione.

Tale metodo è stato ritenuto il più idoneo per la valutazione delle azioni sismiche.

La verifica degli elementi strutturali in c.a. è stata eseguita con il metodo agli Stati Limite attraverso il programma di calcolo delle sezioni in c.a. RC-SEC della Geostru.

Le combinazioni di carico adottate sono esaustive relativamente agli scenari di carico più gravosi cui l'opera sarà soggetta.

APPALTATORE: TELESE S.c.a r.l. Consorzio Telese Società Consortile a Responsabilità Limitata	ITINERARIO NAPOLI – BARI RADDOPPIO TRATTA CANCELLO-BENEVENTO II LOTTO FUNZIONALE FRASSO TELESINO – VITULANO 2° SUBLOTTO TELESE – SAN LORENZO PROGETTO ESECUTIVO					
PROGETTAZIONE: Mandatario: SYSTRA S.A. Mandante: SWS Engineering S.p.A. SYSTRA-SOTECNI S.p.A.						
PONTI E VIADOTTI – VI13 "Struttura ad archi": Relazione di calcolo	COMMESSA IF2R	LOTTO 2.2.E.ZZ	CODIFICA CL	DOCUMENTO VI.13.0.0.001	REV. B	FOGLIO 145 di 147

14.2. ORIGINE E CARATTERISTICHE DEI CODICI DI CALCOLO

14.2.1. *SAP2000*

Il calcolo delle strutture è stato condotto utilizzando il software presentato di seguito:

Titolo SAP2000
Versione 22.2.0
Produttore Computers and Structures, Inc.



14.2.2. *RC-SEC*

La verifica degli elementi strutturali in c.a. è stata eseguita utilizzando il software presentato di seguito:

Titolo RC-SEC
Versione 2016.10.0.510
Produttore GeoStru Software

14.3. DESCRIZIONE DEL SOFTWARE

SAP2000 è un software per il calcolo strutturale FEM orientato alle necessità dell'ingegneria civile.

Il software risolve integralmente tutte le problematiche di analisi e progettazione di qualsiasi tipologia strutturale, in zona sismica e non, con qualsiasi materiale.

Le fasi di modellazione, analisi e verifica sono integrate in un unico ambiente grafico ad oggetti che rende l'utilizzo del programma intuitivo e di facile apprendimento. Anche i modelli più complessi possono essere creati in modo semplice, partendo da template predefiniti e sfruttando specifici strumenti di disegno e meshing. Comandi dedicati consentono l'applicazione automatica dei carichi (vento, sisma, moto ondoso) e la progettazione degli elementi in accordo alle norme italiane, europee, americane ed alle principali normative internazionali.

APPALTATORE: TELESE S.c.a r.l. Consorzio Telese Società Consortile a Responsabilità Limitata	ITINERARIO NAPOLI – BARI RADDOPPIO TRATTA CANCELLO-BENEVENTO II LOTTO FUNZIONALE FRASSO TELESINO – VITULANO 2° SUBLOTTO TELESE – SAN LORENZO PROGETTO ESECUTIVO					
PROGETTAZIONE: Mandatario: SYSTRA S.A. Mandante: SWS Engineering S.p.A. SYSTRA-SOTECNI S.p.A.						
PONTI E VIADOTTI – VI13 "Struttura ad archi": Relazione di calcolo	COMMESSA IF2R	LOTTO 2.2.E.ZZ	CODIFICA CL	DOCUMENTO VI.13.0.0.001	REV. B	FOGLIO 146 di 147

La libreria di elementi finiti è molto vasta e comprende beam a sezione variabile, truss resistenti a sola trazione e/o sola compressione, elementi wall per pareti antisismiche, plate, solid, plane stress, plane strain, piastre irrigidite ortotrope, etc. Ha un database di profili e materiali che comprende tutte le principali normative mondiali e l'utente ha anche la possibilità di utilizzarne user defined.

SAP2000 consente di eseguire analisi non lineari al passo, analisi P-Delta e in grandi spostamenti, analisi di buckling, analisi non lineari veloci (FNA) con smorzatori, isolatori alla base e appoggi dissipativi, costruzione per fasi e molto altro.

Per quanto riguarda il software RC-SEC, si tratta di un programma di calcolo di sezioni in cemento armato agli stati limite ultimi e di esercizio. Il software tiene conto, nel caso di calcolo sismico, della classe di duttilità richiesta e della posizione della sezione nell'asta (se ricade in zona critica o meno). Per le verifiche di resistenza (e semiprogetto delle armature) a presso-tenso flessione (retta e deviata) è previsto l'uso del diagramma tensioni-deformazione parabola rettangolo per il conglomerato e bilineare per l'acciaio. Nelle verifiche a taglio è stata implementata la nuova metodologia che prevede l'uso dell'inclinazione variabile delle bielle compresse.

14.4. AFFIDABILITÀ DEI CODICI DI CALCOLO

Un attento esame preliminare della documentazione a corredo dei software ha consentito di valutarne l'affidabilità. La documentazione fornita dai produttori del software contiene un'esauriente descrizione delle basi teoriche, degli algoritmi impiegati e l'individuazione dei campi d'impiego. Si tratta di software di largo consumo le cui società produttrici hanno verificato l'affidabilità e la robustezza del codice di calcolo attraverso un numero significativo di casi prova in cui i risultati dell'analisi numerica sono stati confrontati con soluzioni teoriche.

14.5. MODALITÀ DI PRESENTAZIONE DEI RISULTATI

Le relazioni di calcolo strutturale presentano i dati di calcolo secondo modalità tali da garantirne la leggibilità, la corretta interpretazione e la riproducibilità. Le relazioni di calcolo illustrano in modo esaustivo i dati in ingresso ed i risultati delle analisi in forma tabellare e/o grafica.

APPALTATORE:	 TELESE S.c.a r.l. Consorzio Telese Società Consortile a Responsabilità Limitata		ITINERARIO NAPOLI – BARI RADDOPPIO TRATTA CANCELLO-BENEVENTO II LOTTO FUNZIONALE FRASSO TELESINO – VITULANO 2° SUBLOTTO TELESE – SAN LORENZO PROGETTO ESECUTIVO					
PROGETTAZIONE:	Mandataria: SYSTRA S.A. Mandante: SWS Engineering S.p.A. SYSTRA-SOTECNI S.p.A.		COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
PONTI E VIADOTTI – VI13 "Struttura ad archi": Relazione di calcolo			IF2R	2.2.E.ZZ	CL	VI.13.0.0.001	B	147 di 147

14.6. INFORMAZIONI GENERALI SULL'ELABORAZIONE

I software prevedono una serie di controlli automatici che consentono l'individuazione di errori di modellazione, di non rispetto di limitazioni geometriche e di armatura e di presenza di elementi non verificati. I codici di calcolo consentono di visualizzare e controllare, sia in forma grafica che tabellare, i dati del modello strutturale, in modo da avere una visione consapevole del comportamento corretto del modello strutturale.

14.7. GIUDIZIO MOTIVATO DI ACCETTABILITÀ DEI RISULTATI

I risultati delle elaborazioni sono stati sottoposti a controlli dal sottoscritto utente del software. Tale valutazione ha compreso il confronto con i risultati di semplici calcoli, eseguiti con metodi tradizionali. Inoltre sulla base di considerazioni riguardanti gli stati tensionali e deformativi determinati, si è valutata la validità delle scelte operate in sede di schematizzazione e di modellazione della struttura e delle azioni.

In base a quanto esposto sopra, io sottoscritto asserisco che le elaborazioni sono corrette ed idonee al caso specifico, pertanto i risultati di calcolo sono da ritenersi validi ed accettabili.