

ANAS S.p.A.

DIREZIONE CENTRALE PROGRAMMAZIONE PROGETTAZIONE

PA 12/09

CORRIDOIO PLURIMODALE TIRRENICO - NORD EUROPA

ITINERARIO AGRIGENTO - CALTANISSETTA - A19

S.S. N° 640 "DI PORTO EMPEDOCLE"

AMMODERNAMENTO E ADEGUAMENTO ALLA CAT. B DEL D.M. 5.11.2001

Dal km 44+000 allo svincolo con l'A19

PROGETTO ESECUTIVO

Contraente Generale:



OPERE D'ARTE MAGGIORI VIADOTTI

Viadotto Arenella III

Relazione di calcolo Impalcato - Carreggiata DX

Codice Unico Progetto (CUP) : F91B09000070001

Codice Elaborato:

PA12_09 - E 1 5 7 V I 2 1 4 V I 1 4 F C L 0 0 3 C -

Scala:

F						
E						
D						
C	Settembre 2011	Aggiornamento Progettuale	T. FASOLO	F. NIGRELLI	M. LITI	P. PAGLINI
B	Luglio 2011	Revisione a seguito di incontri con il Committente	T. FASOLO	F. NIGRELLI	M. LITI	P. PAGLINI
A	Aprile 2011	EMISSIONE	T. FASOLO	F. NIGRELLI	M. LITI	P. PAGLINI
REV.	DATA	DESCRIZIONE	REDATTO	VERIFICATO	APPROVATO	AUTORIZZATO
Responsabile del procedimento:			Ing. MAURIZIO ARAMINI			

Il Progettista:



Il Consulente Specialista:

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

Il Geologo:



Il Coordinatore per la sicurezza
in fase di progetto:



Il Direttore dei lavori:



CORRIDOIO PLURIMODALE TIRRENICO-NORD EUROPA ITINERARIO AGRIGENTO -CALTANISSETTA-A19 S.S. N° 640 "DI PORTO EMPEDOCLE" AMMODERNAMENTO E ADEGUAMENTO ALLA CAT. B DEL D.M. 5.11.2001 DAL KM 44+000 ALLO SVINCOLO CON L'A19 Progetto Esecutivo	Opera: Viadotto Favarella
	Relazione di Calcolo Impalcato - Carreggiata DX
	Pagina 1
	Nome file: V115-F- CL003_C.00_relazione_calcolo_impalcato_DX.doc.

INDICE

1.	Introduzione	3
1.1	Descrizione generale dell'opera	3
1.1.1	Impalcato	3
1.2	Modalità realizzative	5
1.3	Materiali utilizzati	5
1.3.1	Condizioni ambientali e classi di esposizione per l'impalcato	5
1.3.2	Calcestruzzo	5
1.3.3	Acciaio per c.a.p.	6
1.3.4	Acciaio per c.a.	7
1.4	Normative di riferimento	7
1.5	Convenzioni generali, per le verifiche e le analisi globali	7
1.6	Software di calcolo	8
2.	Impostazioni delle analisi e delle verifiche	9
2.1	Metodologia di calcolo	9
2.1.1	Coefficienti di viscosità e distribuzione	10
2.2	Analisi della struttura	12
2.2.1	Fasi di calcolo	12
2.3	Dati generali delle sezioni di impalcato	12
2.3.1	Larghezze collaboranti di soletta	12
2.3.2	Componenti delle sezioni	13
2.3.2.1	Trave in cap ed armatura di precompressione	13
2.3.2.2	Soletta centrale e di bordo	15
2.3.2.3	Armatura lenta in soletta	15
2.3.2.4	Armatura di rinforzo a fondo cassoncino	16
2.3.3	Caratteristiche geometriche delle sezioni	17
2.3.3.1	SA-c (mezzeria) -Travi centrali	17
2.3.3.2	SB-c (FiloRremp) - Travi centrali	17
2.3.3.3	SD-c (a 9m) - Travi centrali	17
2.3.3.4	SA-b (mezzeria) -Travi di bordo	18
2.3.3.5	SB-b (FiloRiemp) - Travi di bordo	18
2.3.3.6	SD-b (a 9m) - Travi di bordo	19
3.	Descrizione del modello numerico	19
4.	Analisi dei carichi	20
4.1	Carichi agenti in fase 1	20
4.1.1	Peso proprio calcestruzzo travi (G_{k1})	20
4.1.2	Peso proprio soletta (G_{k1} "")	20
4.1.3	Peso proprio traversi (G_{k1} "")	21
4.1.4	Precompressione (P_k)	21
4.2	Carichi agenti in fase 2	21
4.2.1	Sovraccarichi permanenti (G_{k2})	21
4.2.2	Ritiro differenziale trave-soletta ($G_{sh,k}$)	22
4.3	Carichi agenti in fase 3	23
4.3.1	Variazioni termiche (Q_{Tk})	23
4.3.1.1	Variazioni termiche uniformi Δt_N	23
4.3.1.2	Variazioni termiche lineari Δt_M	23
4.3.1.3	Combinazione degli effetti uniformi e lineari	23
4.3.2	Carichi mobili (Q_k)	23
4.3.2.1	Verifiche globali	24
4.3.2.2	Verifiche locali	24
4.3.3	Azioni di frenatura (Q_{lk})	24
4.3.4	Azione del vento ($F_{w,k}$)	25
4.3.5	Sisma	26
5.	Combinazioni di carico	26
6.	Risultati Dell'analisi Strutturale Impalcato	27
6.1	Sollecitazioni trave	27

CORRIDOIO PLURIMODALE TIRRENICO-NORD EUROPA ITINERARIO AGRIGENTO -CALTANISSETTA-A19 S.S. N° 640 "DI PORTO EMPEDOCLE" AMMODERNAMENTO E ADEGUAMENTO ALLA CAT. B DEL D.M. 5.11.2001 DAL KM 44+000 ALLO SVINCOLO CON L'A19 Progetto Esecutivo	Opera: Viadotto Arenella III
	Relazione di Calcolo Impalcato - Carreggiata DX
	Pagina 2
	Nome file: VI15-F- CL003_C.00_relazione_calcolo_impalcato_DX.doc.

6.2	Sollecitazioni nei traversi	29
6.3	Stato deformativo della struttura	31
7.	Verifiche travi	32
7.1	S.L.U. – Verifiche a pressoflessione	32
7.1.1	Sezione SA-c (fibre tese inferiori)	32
7.1.2	Sezione SB-c (fibre tese inferiori/superiori)	33
7.1.3	Sezione SC-c (fibre tese superiori)	34
7.1.4	Sezione SD-c (fibre tese inferiori)	35
7.1.5	Sezione SA-b (fibre tese inferiori)	36
7.1.6	Sezione SB-b (fibre tese inferiori/superiori)	37
7.1.7	Sezione SC-b (fibre tese superiori)	39
7.1.8	Sezione SD-b (fibre tese inferiori)	39
7.1.9	Verifica del trasferimento della forza di tiro nell'armatura inferiore (fibre tese inferiori)	40
7.2	S.L.U. – Verifiche a taglio e torsione	42
7.2.1	Sezione SB-c (trave centrale)	42
7.2.2	Sezione SD-c (trave centrale)	44
7.2.3	Sezione SE-c (trave centrale)	46
7.2.4	Sezione SC-c (trave centrale)	48
7.2.5	Sezione SB-b (trave di bordo)	50
7.2.6	Sezione SD-b (trave di bordo)	52
7.2.7	Sezione SE-b (trave di bordo)	55
7.2.8	Sezione SC-b (trave di bordo)	57
7.2.9	Verifica del trasferimento del taglio all' interfaccia cassoncino/nucleo gettato in opera	59
7.3	Verifica della connessione trave soletta	60
7.4	S.L.E. rara - limitazione delle tensioni	61
7.4.1	Verifiche Sezione SA-c	62
7.4.2	Verifiche Sezione SB-c	66
7.4.3	Verifiche Sezione SD-c	70
7.4.4	Verifiche Sezione SA-b	74
7.4.5	Verifiche Sezione SB-b	78
7.4.6	Verifiche Sezione SD-b	81
7.5	S.L.E. – quasi permanente	85
7.5.1	Verifiche Sezione SA-c	86
7.5.2	Verifiche Sezione SB-c	87
7.5.3	Verifiche Sezione SD-c	87
7.5.4	Verifiche Sezione SA-b	88
7.5.5	Verifiche Sezione SB-b	88
7.5.6	Verifiche Sezione SD-b	89
7.6	S.L.E. – Frequente (limitazione ampiezza fessure)	89
7.6.1	Verifiche Sezione SA-c	89
7.6.2	Verifiche Sezione SB-c	90
7.6.3	Verifiche Sezione SD-c	90
7.6.4	Verifiche Sezione SA-b	91
7.6.5	Verifiche Sezione SB-b	91
7.6.6	Verifiche Sezione SD-b	92
8.	Verifica dei traversi	93
8.1	Sezione in campata. Flessione SLU e SLE	93
8.2	Sezione in appoggio. Flessione SLU e SLE	96
8.3	Taglio e Torsione	99
9.	Verifica trasversale della soletta	103
9.1	Modello locale e condizioni di carico	103
9.2	Sollecitazioni di calcolo allo SLU e allo SLE	103
9.3	Verifiche a SLU e SLE per flessione. Armatura TIPO 1.	104
9.4	Verifiche a SLU e SLE per flessione. Armatura TIPO 2.	106
9.5	Verifica a taglio	110

CORRIDOIO PLURIMODALE TIRRENICO-NORD EUROPA ITINERARIO AGRIGENTO -CALTANISSETTA-A19 S.S. N° 640 "DI PORTO EMPEDOCLE" AMMODERNAMENTO E ADEGUAMENTO ALLA CAT. B DEL D.M. 5.11.2001 DAL KM 44+000 ALLO SVINCOLO CON L'A19 Progetto Esecutivo	Opera: Viadotto Arenella III
	Relazione di Calcolo Impalcato - Carreggiata DX
	Pagina 3
	Nome file: V115-F- CL003_C.00_relazione_calcolo_impalcato_DX.doc.

1. INTRODUZIONE

Nella presente relazione si riportano i calcoli di dimensionamento e le verifiche di sicurezza dell'impalcato della carreggiata DX del viadotto Arenella III, opera, quest'ultima prevista nell'ambito del progetto esecutivo "CORRIDOIO PLURIMODALE TIRRENICO-NORD EUROPA - ITINERARIO AGRIGENTO - CALTANISSETTA-A19 - S.S. N° 640 "DI PORTO EMPEDOCLE" - AMMODERNAMENTO E ADEGUAMENTO ALLA CAT. B DEL D.M. 5.11.2001 - dal km 44+000 allo svincolo con l'A19"

1.1 Descrizione generale dell'opera

1.1.1 Impalcato

Il Viadotto Arenella III posto sulla carreggiata SX è costituito da n. 19 campate. L'intero impalcato si compone di due tronchi – tratto 1 e tratto 2 – strutturalmente sconnessi in corrispondenza della pila P09 ove è previsto un giunto di dilatazione.

L'impalcato è realizzato con travi a cassoncino in cemento armato precompresso a cavi pretesi, e sovrastante soletta gettata in opera; in asse ad ogni pila sono presenti traversi gettati in opera, che rendono tra loro solidali le travi, varate in semplice appoggio su dispositivi provvisori, realizzando uno schema finale di trave continua.

L' impalcato del TRATTO 1, è costituito da n. 9 campate aventi luce – misurata in asse impalcato – pari a 30 m e 31.0 rispettivamente per quelle di riva e per quelle centrali.

L' impalcato del TRATTO 2, è costituito da n. 11 campate aventi luce – misurata in asse impalcato – pari a 30 m e 31.0 rispettivamente per quelle di riva e per quelle centrali.

Tabella 1.1: Viadotto carreggiata SX

Campate	L [m]	
1	30.0	TRATTO 1
2	31.0	
3	31.0	
4	31.0	
5	31.0	
6	31.0	
7	31.0	
8	31.0	
9	30.0	
10	30.0	TRATTO 2
11	31.0	
12	31.0	
13	31.0	
14	31.0	
15	31.0	
16	31.0	
17	31.0	
18	31.0	
19	31.0	
20	30.0	
Ltot	616	

Oltre che dal traverso, la continuità strutturale è garantita da un getto di calcestruzzo in opera all'interno della cavità dei cassoncini per una lunghezza di 1.50 m, misurata dalla testata delle travi.

La sezione trasversale dell'impalcato è formata da n. 4 travi a cassoncino, di altezza 1.80 mm, disposte ad interasse trasversale di 2.50 m e da una soletta gettata in opera di altezza su predalles autoportanti. L'altezza complessiva della soletta è pari a 25 cm, di cui 20 cm di getto in opera e 5 cm di fondello prefabbricato in cls delle predalles.

L'impalcato, la cui larghezza complessiva è pari a 13.73 m, presenta un piano viabile di 10.50 m di larghezza e due cordoli laterali di larghezza 0.75 m ed 1.23 m.

La figure seguenti illustrano la sezione trasversale corrente e la sezione in asse pila dell'impalcato.

L'impalcato è vincolato alle sottostrutture mediante appoggi del tipo ad "isolatore sismico ad elastomero armato"; il legame forza-spostamento di tali dispositivi è di tipo elasto-lineare, sia per azioni impulsive (frenatura, sisma), sia per azioni lente (variazioni termiche, fluage, ritiro).

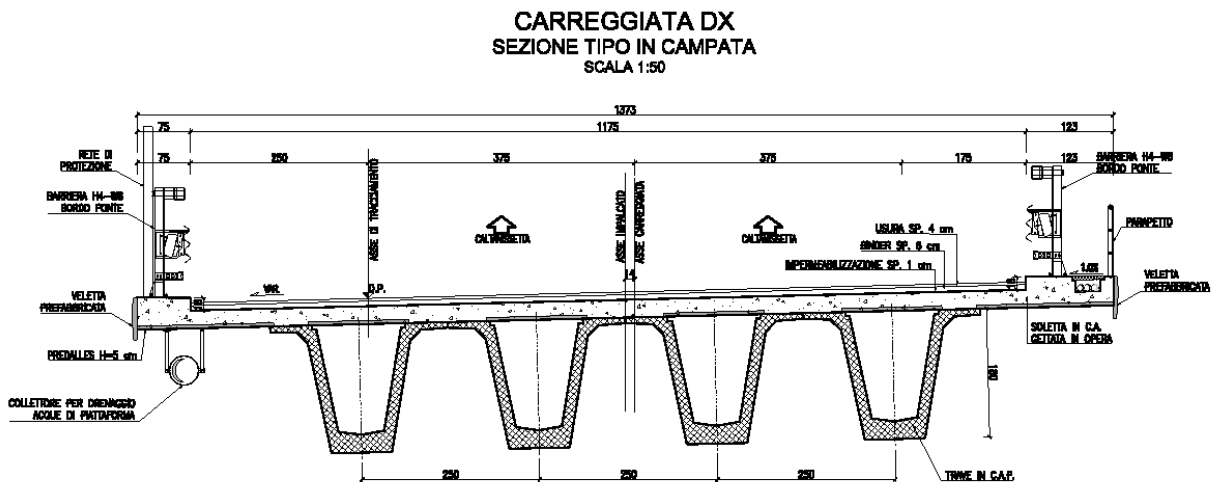


Figura 1.1 - Sezione corrente impalcato.

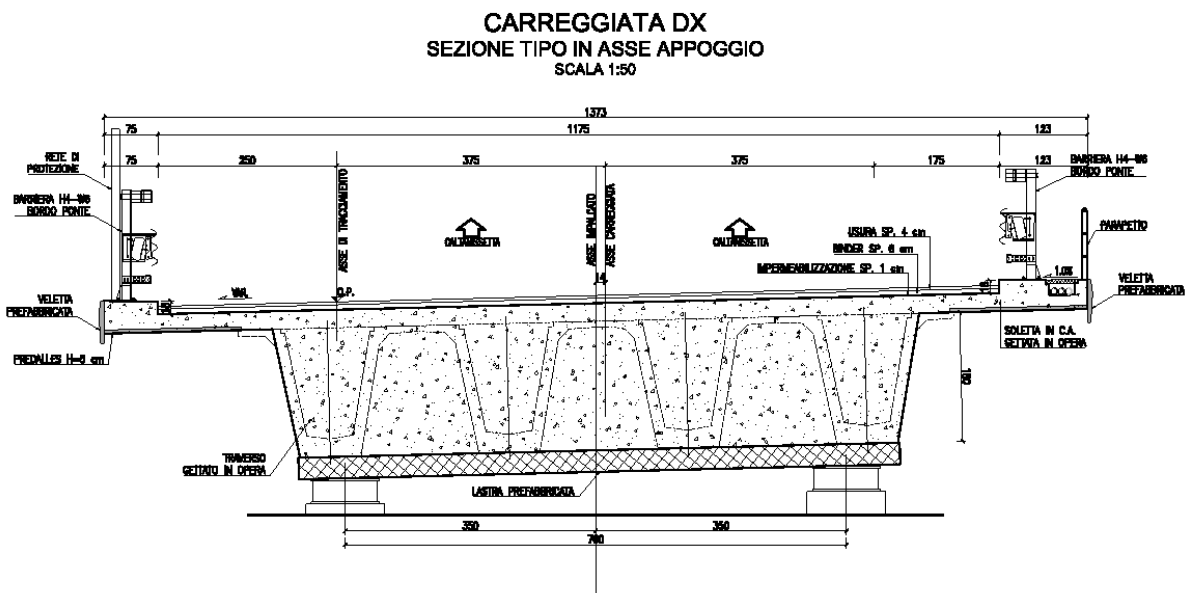


Figura 1.2 - Sezione in asse appoggio.

CORRIDOIO PLURIMODALE TIRRENICO-NORD EUROPA ITINERARIO AGRIGENTO -CALTANISSETTA-A19 S.S. N° 640 "DI PORTO EMPEDOCLE" AMMODERNAMENTO E ADEGUAMENTO ALLA CAT. B DEL D.M. 5.11.2001 DAL KM 44+000 ALLO SVINCOLO CON L'A19 Progetto Esecutivo	Opera: Viadotto Arenella III
	Relazione di Calcolo Impalcato - Carreggiata DX
	Pagina 5
	Nome file: VI15-F- CL003_C.00_relazione_calcolo_impalcato_DX.doc.

1.2 Modalità realizzative

La realizzazione dell'impalcato si articola secondo le seguenti fasi esecutive:

- Fase A: Posa in opera delle travi prefabbricate in c.a.p., varate in semplice appoggio su sostegni provvisori;
- Fase B: Posa in opera delle predelle e delle armature di traversi e soletta, quindi getto contemporaneo della soletta e dei traversi.
- Fase C: Rimozione degli appoggi provvisori e realizzazione delle finiture dell'impalcato, compresi i cordoli laterali

1.3 Materiali utilizzati

1.3.1 Condizioni ambientali e classi di esposizione per l'impalcato

Per l'opera in esame si prevede l'esposizione al seguente "range" di temperature:

$$T_{\min} = -15 \text{ }^{\circ}\text{C}$$

$$T_{\max} = 45 \text{ }^{\circ}\text{C}$$

Per l'umidità ambientale si assume:

$$\text{RH} = 75 \text{ \%}$$

Per quanto riguarda la classe di esposizione, si prevede, sia per il calcestruzzo della soletta, sia per quello della trave prefabbricata la seguente classe:
soletta, traversi, cordoli e travi: XC4.

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

1.3.2 Calcestruzzo

Per le classi di esposizione dei vari elementi strutturali in calcestruzzo, si rimanda al capitolo precedente
Per il calcestruzzo delle travi prefabbricate si ha:

Classe =	C45/55		classe di resistenza
$R_{ck} =$	55	MPa	resistenza caratteristica cubica
$f_{ck} = 0.83 \cdot R_{ck} =$	45.65	MPa	resistenza caratteristica cilindrica a compressione
$f_{cm} = f_{ck} + 8 =$	53.65	MPa	resistenza a compressione media
$E_{cm} = 22000 (f_{cm}/10)^{0.3} =$	36416	MPa	modulo elastico secante
$f_{ctm} = 0.3 f_{ck}^{2/3} =$	3.83	MPa	resistenza a trazione media
$f_{ctd} = \alpha_{ct} \cdot 0.7 f_{ctm} / \gamma_c =$	1.79	MPa	resistenza a trazione di calcolo
$\nu =$	0.2		coefficiente di Poisson
$\gamma_c =$	1.5		coefficiente parziale di sicurezza
$\alpha_{cc} =$	0.85		coefficiente riduttivo per resistenze di lunga durata
$\alpha_{ct} =$	1		coefficiente per il calcolo della resistenza a trazione di calcolo
$f_{cd} = \alpha_{cc} \cdot f_{ck} / \gamma_c =$	25.9	MPa	resistenza di calcolo a compressione
$\epsilon_{cu} =$	0.0035		deformazione ultima a rottura
$\sigma_c = 0.45 f_{ck} =$	20.5	MPa	massima compressione in esercizio (SLE quasi permanente)

CORRIDOIO PLURIMODALE TIRRENICO-NORD EUROPA ITINERARIO AGRIGENTO -CALTANISSETTA-A19 S.S. N° 640 "DI PORTO EMPEDOCLE" AMMODERNAMENTO E ADEGUAMENTO ALLA CAT. B DEL D.M. 5.11.2001 DAL KM 44+000 ALLO SVINCOLO CON L'A19 Progetto Esecutivo	Opera: Viadotto Arenella III
	Relazione di Calcolo Impalcato - Carreggiata DX
	Pagina 6
	Nome file: VI15-F- CL003_C.00_relazione_calcolo_impalcato_DX.doc.

$\sigma_c = 0.60 f_{ck} =$	27.4	MPa	massima compressione in esercizio (SLE caratteristica)
$R_{ckj} =$	45.0	MPa	resistenza caratteristica cubica al taglio dei trefoli
$f_{ckj} = 0.83 * R_{ckj} =$	37.35	MPa	resistenza caratteristica al taglio dei trefoli
$f_{ctmj} = 0.3 f_{ckj}^{2/3} =$	3.35	MPa	resistenza a trazione media al taglio dei trefoli
$f_{ctdj} = \alpha_{ct} 0.7 f_{ctmj} / \gamma_c =$	1.56	MPa	resistenza a trazione di calcolo al taglio dei trefoli
$\sigma_c = 0.70 f_{ckj} =$	26.1	MPa	massima compressione iniziale
$\sigma_c = 0.90 f_{ckj} =$	33.6	MPa	massima compressione iniziale nelle zone di ancoraggio
$\phi(\infty, t_0) =$	1.79		coefficiente di viscosità
$E_{c\infty} = E_{cm} / [1 + \phi(\infty, t_0)] =$	13052	MPa	modulo elastico secante a lungo termine

Per il calcestruzzo della soletta si ha:

Classe =	C32/40		classe di resistenza
$R_{ck} =$	40	MPa	resistenza caratteristica cubica
$f_{ck} = 0.83 * R_{ck} =$	33.2	MPa	resistenza caratteristica cilindrica a compressione
$f_{cm} = f_{ck} + 8 =$	41.2	MPa	resistenza a compressione media
$E_{cm} = 22000 (f_{cm}/10)^{0.3} =$	33643	MPa	modulo elastico secante a breve termine
$f_{ctm} = 0.3 f_{ck}^{2/3} =$	3.10	MPa	resistenza a trazione media
$f_{ctd} = \alpha_{ct} 0.7 f_{ctm} / \gamma_c =$	1.45	MPa	resistenza a trazione di calcolo
$\nu =$	0.2		coefficiente di Poisson
$\gamma_c =$	1.5		coefficiente parziale di sicurezza
$\alpha_{cc} =$	0.85		coefficiente riduttivo per resistenze di lunga durata
$\alpha_{ct} =$	1		coefficiente per il calcolo della resistenza a trazione di calcolo
$f_{cd} = \alpha_{cc} * f_{ck} / \gamma_c =$	18.8	MPa	resistenza di calcolo a compressione
$\epsilon_{cu} =$	0.35	%	deformazione ultima a rottura
$n_{cls0} =$	0.924		Coeff. di omogeneizzazione cao/cap al tempo t_0
$\phi(\infty, t_0) =$	1.79		Coefficiente di viscosità
$E_{c\infty} = E_{cm} / [1 + \phi(\infty, t_0)] =$	12058		modulo elastico secante a lungo termine
$n_{cls\infty} =$	0.924		Coeff. di omogeneizzazione cao/cap al tempo t_{∞}

1.3.3 Acciaio per c.a.p.

	Tipo =	Trefoli da 0.6"	
$E =$	190000	MPa	modulo elastico
$f_{ptk} =$	1860	MPa	tensione di rottura
$f_{p(1)k} =$	1670	MPa	tensione caratteristica all'1% di deformazione totale
$\epsilon_{su} =$	0.035		deformazione ultima a rottura
$\sigma_{spi} = \min\{0.9 f_{p(1)k}, 0.8 f_{ptk}\} =$	1488		tensione limite iniziale
$\sigma_s = 0.8 f_{p(1)k} =$	1336		tensione limite in esercizio (combinazione rara)
$n_{acc0j} =$	7.00		coeff. di omogeneizzazione dell'acciaio al tempo t_{0j} (taglio trefoli)

CORRIDOIO PLURIMODALE TIRRENICO-NORD EUROPA ITINERARIO AGRIGENTO -CALTANISSETTA-A19 S.S. N° 640 "DI PORTO EMPEDOCLE" AMMODERNAMENTO E ADEGUAMENTO ALLA CAT. B DEL D.M. 5.11.2001 DAL KM 44+000 ALLO SVINCOLO CON L'A19 Progetto Esecutivo	Opera: Viadotto Arenella III
	Relazione di Calcolo Impalcato - Carreggiata DX
	Pagina 7
	Nome file: VI15-F- CL003_C.00_relazione_calcolo_impalcato_DX.doc.

$n_{acc0} =$	5.22	coeff. di omogeneizzazione dell'acciaio al tempo t_0
$n_{acc00} =$	14.56	coeff. di omogeneizzazione dell'acciaio al tempo t_{00}

1.3.4 Acciaio per c.a.

Barre ad aderenza migliorata:	B450C		classe di resistenza
$f_{yk} =$	450	N/mm ²	resistenza caratteristica di snervamento
$\gamma_s =$	1.15		coefficiente parziale di sicurezza
$f_{yd} =$	391.3	N/mm ²	
$E_s =$	200000	N/mm ²	modulo elastico
$\nu =$	0.3		coefficiente di Poisson
$k = (f_t/f_y)_k =$	1.2		rapporto di sovrarresistenza
$\epsilon_{uk} = (A_{gt})_k =$	0.0075		deformazione ultima caratteristica
$\epsilon_{ud} = 0.9 \cdot \epsilon_{uk} =$	0.0675		deformazione ultima di calcolo
$\sigma_s = 0.8 f_{yk} =$	360	N/mm ²	Tensione limite in esercizio (Comb. Rara)

Per semplicità di calcolo anche per l'acciaio ordinario si adottano gli stessi coefficienti di omogeneizzazione acciaio/cls precedentemente determinati per l'acciaio per c.a.p.

Per quanto riguarda il calcolo dei coefficienti di viscosità riportati in questo paragrafo si rimanda ai paragrafi successivi, relativi alla metodologia di calcolo.

1.4 Normative di riferimento

Le analisi strutturali e le relative verifiche vengono eseguite secondo il metodo semi-probabilistico agli Stati Limite in accordo alle disposizioni normative previste dalla vigente normativa italiana e da quella europea (Eurocodici). In dettaglio si sono prese in esame i seguenti documenti, che di volta in volta verranno opportunamente richiamati:

- D.M. 14 gennaio 2008: Nuove norme tecniche per le costruzioni (indicate nel prosieguo "NTC");
- Circolare n.617: Istruzioni per l'applicazione delle "Nuove norme tecniche per le costruzioni";
- UNI EN 1990: Basi della progettazione strutturale;
- UNI EN 1991-1-4: Azioni sulle strutture – Azione del vento;
- UNI EN 1991-1-5: Azioni sulle strutture – Azioni termiche;
- UNI EN 1991-2: Azioni sulle strutture – Carichi da traffico sui ponti;
- UNI EN 1992-1-1: Progettazione delle strutture di calcestruzzo - regole generali e regole per gli edifici;
- UNI EN 1992-2: Progettazione delle strutture di calcestruzzo – Ponti di calcestruzzo;

1.5 Convenzioni generali, per le verifiche e le analisi globali

Le unità di misura sono quelle relative al sistema internazionale, ovvero:

lunghezze: m
forze - coppie: kN, kNm
tensioni: MPa

Per quanto riguarda le convenzioni di segno, si considerano, in generale, positive le tensioni compressione. Per quanto riguarda le azioni interne nell'impalcato, salvo diversamente specificato, si indicherà con:

CORRIDOIO PLURIMODALE TIRRENICO-NORD EUROPA ITINERARIO AGRIGENTO -CALTANISSETTA-A19 S.S. N° 640 "DI PORTO EMPEDOCLE" AMMODERNAMENTO E ADEGUAMENTO ALLA CAT. B DEL D.M. 5.11.2001 DAL KM 44+000 ALLO SVINCOLO CON L'A19 Progetto Esecutivo	Opera: Viadotto Arenella III
	Relazione di Calcolo Impalcato - Carreggiata DX
	Pagina 8
	Nome file: VI15-F- CL003_C.00_relazione_calcolo_impalcato_DX.doc.

- P azione assiale (>0 se di trazione)
V2 azione tagliante agente nel piano verticale;
T momento torcente;
M3 momento flettente agente nel piano verticale.

1.6 Software di calcolo

L'analisi della struttura viene eseguita su un modello numerico agli elementi finiti, adottando il codice di calcolo SAP2000 della Computers and Structures, Inc.

Per le verifiche a stato limite ultimo e di esercizio delle sezioni in c.a.p. si sono utilizzati semplici fogli elettronici. In particolare per le sezioni ritenute significative si sono svolte le seguenti verifiche:

S.L.U. :

- Verifiche a pressoflessione semplice delle sezioni composite con presenza di armatura lenta in soletta e di precompressione nei cassoncini;
- Verifiche a taglio, secondo la teoria del traliccio di Morsch;
- Verifica della connessione trave soletta

S.L.E. :

- Verifica elastica delle tensioni in esercizio
- Verifica a fessurazione

CORRIDOIO PLURIMODALE TIRRENICO-NORD EUROPA ITINERARIO AGRIGENTO -CALTANISSETTA-A19 S.S. N° 640 "DI PORTO EMPEDOCLE" AMMODERNAMENTO E ADEGUAMENTO ALLA CAT. B DEL D.M. 5.11.2001 DAL KM 44+000 ALLO SVINCOLO CON L'A19 Progetto Esecutivo	Opera: Viadotto Arenella III
	Relazione di Calcolo Impalcato - Carreggiata DX
	Pagina 9
	Nome file: V115-F- CL003_C.00_relazione_calcolo_impalcato_DX.doc.

2. IMPOSTAZIONI DELLE ANALISI E DELLE VERIFICHE

2.1 Metodologia di calcolo

Sia l'introduzione di vincoli esterni quanto la solidarizzazione tra trave e soletta contrastano le deformazioni relative differite e pertanto generano entrambe redistribuzione. In sintesi, quindi, i fenomeni analizzati sono i seguenti:

- l'introduzione di vincoli esterni posticipati rispetto all'istante di applicazione del carico comporta l'insorgere di un quadro auto-equilibrato di reazioni vincolari esterne che modificano i valori dei momenti flettenti e degli sforzi di taglio lungo l'impalcato continuo.
- la solidarizzazione tra trave e soletta dà luogo ad una redistribuzione auto-equilibrata di tensioni interne alla sezione, apportando modifiche allo stato tensionale.

Poiché si considera valida la conservazione delle sezioni piane per la sezione composta, l'analisi strutturale e l'analisi sezionale sono disaccoppiabili e possono quindi essere studiate separatamente. Del primo effetto se ne tiene conto in sede di calcolo delle sollecitazioni mediante un modello FEM dell'intera struttura, mentre della redistribuzione interna se ne tiene conto a livello di verifica delle tensioni a stato limite di esercizio.

Per valutare gli effetti della viscosità l'ordine cronologico degli eventi fondamentali è limitato ai seguenti istanti:

$t_0 = 7 \text{ gg}$ istante a partire dal quale si considerano valutabili le conseguenze del fenomeno viscoso sulla trave prefabbricata ossia l'istante di applicazione congiunta di precompressione e peso proprio.

$t_0^* = 60 \text{ gg}$ istante di getto della soletta e dei traversi, coincidente con la solidarizzazione dei vincoli posticipati. Si assume che tutti i vincoli posticipati siano applicati contemporaneamente.

t l'istante di osservazione, che per gli effetti a lungo termine si assume $t=100.000 \text{ gg} = \infty$

Indicata pertanto con S_I la sollecitazione agente nella struttura nella configurazione precedente all'introduzione dei vincoli posticipati (struttura isostatica) e con S_{II} la sollecitazione agente sulla struttura pensata con vincoli posticipati (struttura iperstatica), la sollecitazione effettiva si ricava dalla relazione:

$$S(t) = S_I + \xi(t) (S_{II} - S_I)$$

Analogamente lo stato tensionale interno delle sezioni si può calcolare come:

$$\sigma(t) = \sigma_I + \xi(t) (\sigma_{II} - \sigma_I)$$

Dove si è indicato con σ_I la tensione indotta dalla sollecitazione esterna nella generica fibra della trave prima della solidarizzazione alla soletta (la cui rigidità rappresenta un vincolo interno posticipato per precompressione, peso proprio e peso della soletta stessa) e con σ_{II} la tensione agente nella medesima fibra per effetto della medesima azione sollecitante pensata direttamente applicata alla sezione composta.

I coefficienti di distribuzione dipendono dall'aliquota di rotazione delle travate che per effetto di peso proprio e precompressione (azioni applicate a t_0) e per effetto del peso proprio della soletta (applicato a t_0^*) la struttura manifesterebbe se non fosse introdotto un vincolo posticipato che ne impedisse il manifestarsi. Si dimostra che tali coefficienti possono calcolarsi con le formule:

$$\xi(t) = \frac{\phi(t, t_0) - \phi(t_0^*, t_0)}{1 + \chi(t, t_0^*)\phi(t, t_0^*)}$$

per il peso proprio della trave e la precompressione

$$\xi(t) = \frac{\phi(t, t_0^*)}{1 + \chi(t, t_0^*)\phi(t, t_0^*)}$$

per il peso proprio della soletta

I coefficienti di viscosità che figurano nelle formule, qualitativamente riassunti anche nel grafico seguente, hanno il seguente significato:

- $\phi(\infty, t_0)$ valore a lungo termine della funzione di fluage che rappresenta l'evoluzione nel tempo dei fenomeni reologici indotti dall'applicazione al tempo t_0 del peso proprio e della precompressione.
- $\phi(t_0^*, t_0)$ valore al tempo t_0^* della precedente funzione
- $\phi(\infty, t_0^*)$ valore a lungo termine della funzione di fluage che rappresenta l'evoluzione nel tempo dei fenomeni reologici indotti dall'applicazione al tempo t_0^* del peso proprio della soletta.
- $\phi_{res}(\infty, t_0^*)$ valore a lungo termine della aliquota viscosa residua
- $\chi(\infty, t_0^*)$ coefficiente di invecchiamento che tiene conto del fatto che l'incremento delle tensioni non è istantaneo ma varia nel tempo con legge affine a quella viscosa

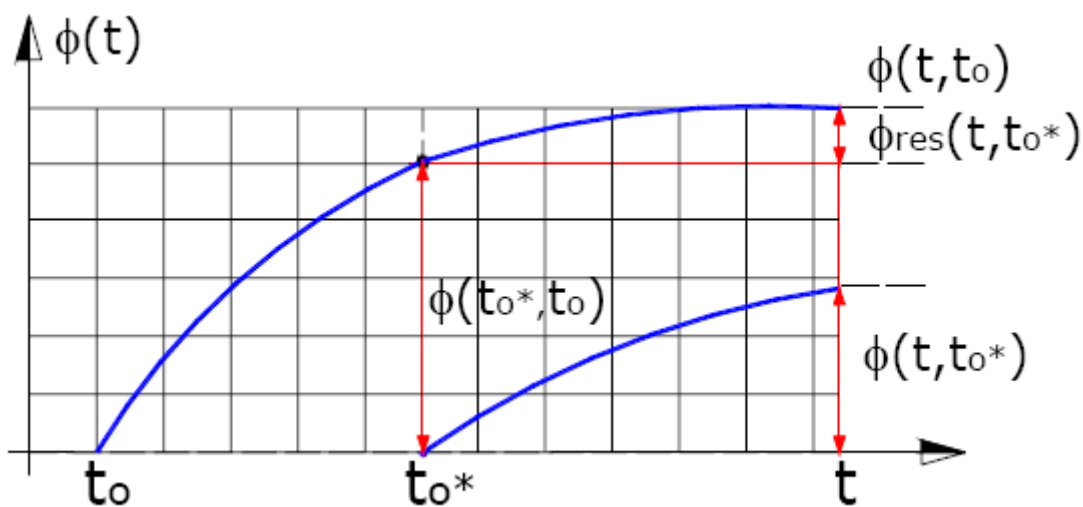


Figura 2.1 – Coefficienti di viscosità.

2.1.1 Coefficienti di viscosità e distribuzione

Con riferimento a quanto su esposto, nell'ipotesi che nei riguardi degli effetti indotti dalle azioni mutue interne le caratteristiche viscosive della trave in c.a.p. e della soletta possano considerarsi affini, si riportano i valori dei coefficienti di viscosità e di distribuzione, calcolati secondo le modalità della EN 1992-1-1. Per quanto riguarda il perimetro e l'area esposta di una singola trave e dell'intera soletta, si ha:

Travi in cap

CORRIDOIO PLURIMODALE TIRRENICO-NORD EUROPA ITINERARIO AGRIGENTO -CALTANISSETTA-A19 S.S. N° 640 "DI PORTO EMPEDOCLE" AMMODERNAMENTO E ADEGUAMENTO ALLA CAT. B DEL D.M. 5.11.2001 DAL KM 44+000 ALLO SVINCOLO CON L'A19 Progetto Esecutivo	Opera: Viadotto Arenella III
	Relazione di Calcolo Impalcato - Carreggiata DX
	Pagina 11
	Nome file: V115-F- CL003_C.00_relazione_calcolo_impalcato_DX.doc.

u =	10315	mm	Perimetro cassoncino
A =	847168	mm ²	Area cassoncino
h ₀ = 2A/u	164	mm	Spessore fittizio

Soletta

b =	13230	mm	Larghezza soletta
s =	250	mm	Spessore soletta
u =	26960	mm	Perimetro della soletta
A =	3307500	mm ²	Area della soletta
h ₀ = 2A/u	245	mm	Spessore fittizio

Per il peso proprio e la precompressione:

f _{ck} =	45.65	N/mm ²	resistenza caratteristica cilindrica a compressione
t ₀ =	7	gg	istante di applicazione congiunta di precompressione e peso proprio (valore equivalente riferito ad un cemento tipo N)
t ₀ [*] =	60	gg	istante di introduzione dei vincoli posticipati = istante del getto della soletta
h ₀ =	164	mm	spessore fittizio
RH =	75	%	umidità relativa
Cemento =	N		tipo di cemento (congruente con t ₀ equivalente)
φ(∞, t ₀) =	1.789		coefficiente di viscosità per il peso proprio della trave e la precompressione a lungo termine
φ(t ₀ [*] , t ₀) =	0.897		coefficiente di viscosità per il peso proprio della trave e la precompressione a 60 gg
φ _{res} (∞, t ₀ [*]) =	0.892		aliquota viscosa residua per il calcolo delle ridistribuzioni viscosive relative a peso proprio e precompressione

Per il peso proprio della soletta:

f _{ck} =	45.65	N/mm ²	resistenza caratteristica cilindrica a compressione
t ₀ =	60	gg	istante di applicazione del peso proprio della soletta
t ₀ [*] =	60	gg	istante di solidarizzazione dei vincoli = istante del getto della soletta
h ₀ =	164	mm	Spessore fittizio
RH =	75	%	umidità relativa
Cemento =	N		tipo di cemento (congruente con t ₀ equivalente)
φ(∞, t ₀ [*]) =	1.191		coefficiente di viscosità per il peso proprio della soletta a lungo termine
φ(t ₀ [*] , t ₀) =	0		coefficiente di viscosità per il peso proprio della soletta alla messa in carico

Si ricavano i coefficienti di redistribuzione:

χ =	0.73	Coefficiente di invecchiamento
ξ = φ _{res} (t ₀ [*] , t ₀) / [1 + χ φ(∞, t ₀ [*])] =	0.457	Coefficiente di redistribuzione per peso proprio e precompressione
ξ = φ(∞, t ₀ [*]) / [1 + χ φ(∞, t ₀ [*])] =	0.610	Coefficiente di redistribuzione per il peso proprio della soletta
ξ = 1 / [1 + χ φ(∞, t ₀ [*])] =	0.512	Coefficiente di redistribuzione per il ritiro differenziale della soletta

CORRIDOIO PLURIMODALE TIRRENICO-NORD EUROPA ITINERARIO AGRIGENTO -CALTANISSETTA-A19 S.S. N° 640 "DI PORTO EMPEDOCLE" AMMODERNAMENTO E ADEGUAMENTO ALLA CAT. B DEL D.M. 5.11.2001 DAL KM 44+000 ALLO SVINCOLO CON L'A19 Progetto Esecutivo	Opera: Viadotto Arenella III
	Relazione di Calcolo Impalcato - Carreggiata DX
	Pagina 12
	Nome file: VI15-F- CL003_C.00_relazione_calcolo_impalcato_DX.doc.

2.2 Analisi della struttura

Le sollecitazioni sono state calcolate mediante più modelli agli elementi finiti che si differenziano per lo schema statico della struttura (isostatico con vincoli provvisori oppure iperstatico con vincoli finali) e per le caratteristiche geometriche delle sezioni (sezioni trasversali formate dai soli cassoncini oppure sezioni composite cassoncino con soletta). Quindi per le analisi a stato limite ultimo si sono sovrapposte le sollecitazioni di calcolo derivanti dalle combinazioni di progetto, mentre per gli stati limiti di esercizio si sono sovrapposti gli stati tensionali delle sezioni.

Nei paragrafi successivi si riporta una descrizione delle fasi di calcolo, delle caratteristiche geometriche delle sezioni trasversali e dei modelli numerici.

2.2.1 Fasi di calcolo

Le caratteristiche geometrico-statiche delle sezioni di impalcato si differenziano in funzione della presenza o meno della soletta in c.a. e della rigidezza relativa acciaio calcestruzzo espressa in termini di coefficiente di omogeneizzazione. Per tenere conto della reale sequenza delle fasi esecutive, l'analisi della struttura si articolerà come di seguito specificato:

- fase 1: assenza della soletta (fase iniziale), sezioni resistenti formate dalle sole travi in c.a.p. con l'acciaio da precompressione omogeneizzato con coefficiente calcolato a breve termine. Lo schema analizzato è quello di trave in semplice appoggio.
- fase 2: presenza della soletta, con modulo elastico della trave e della soletta valutato a lungo termine e con coefficienti di omogeneizzazione dell'acciaio delle armature lente e precomprese calcolati a lungo termine. Lo schema analizzato è quello di trave continua.
- fase 3: presenza della soletta con modulo elastico della trave e della soletta valutato a breve termine e con coefficienti di omogeneizzazione dell'acciaio delle armature lente e precomprese calcolati a breve termine. Lo schema analizzato è quello di trave continua. Le azioni considerate in tale fase sono costituite dai carichi da traffico, azione del vento, azione della temperatura.

2.3 Dati generali delle sezioni di impalcato

2.3.1 Larghezze collaboranti di soletta

Le larghezze collaboranti di soletta vengono valutate sulla base dei criteri contenuti in EN 1992-1-1, punto 5.3.2.1.

Per quanto riguarda le travi interne la soletta collaborante coincide con l'interasse fra le travi stesse, mentre per la soletta delle travi di bordo se ne è verificata la dimensione effettivamente collaborante, che si riduce rispetto al valore massimo solo in prossimità degli appoggi. Della larghezza effettiva se ne è tenuto conto in sede di calcolo delle tensioni ma non ai fini del calcolo delle sollecitazioni.

Con riferimento alla figura seguente, la larghezza collaborante è stata valutata rispetto alla porzione di soletta posta all'esterno dell'anima del cassoncino, pari a 3.66 m.

CORRIDOIO PLURIMODALE TIRRENICO-NORD EUROPA ITINERARIO AGRIGENTO -CALTANISSETTA-A19 S.S. N° 640 "DI PORTO EMPEDOCLE" AMMODERNAMENTO E ADEGUAMENTO ALLA CAT. B DEL D.M. 5.11.2001 DAL KM 44+000 ALLO SVINCOLO CON L'A19 Progetto Esecutivo	Opera: Viadotto Arenella III
	Relazione di Calcolo Impalcato - Carreggiata DX
	Pagina 13
	Nome file: VI15-F- CL003_C.00_relazione_calcolo_impalcato_DX.doc.

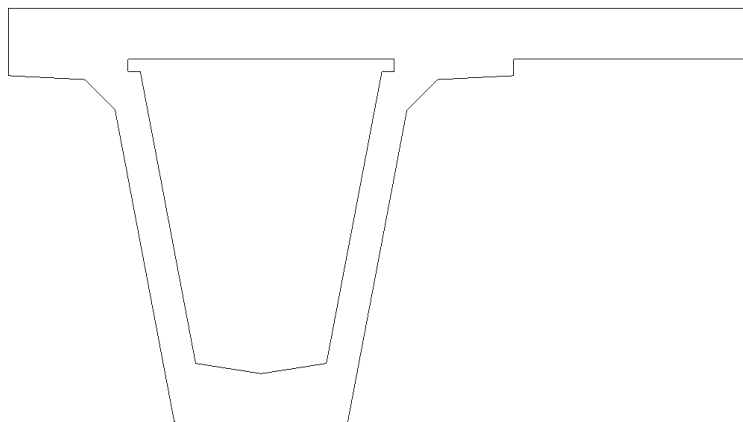


Figura 2.2 - Schema della trave di bordo (dimensioni in "m")

Calcolo larghezza collaborante (EC2 §5.3.2.1)

l_1	=	30 m	lunghezza campata di riva
l_2	=	31 m	lunghezza campate centrali
$l_0^{(riva)}$	=	25.5 m	distanza tra i punti di momento nullo sulla campata di riva
$l_0^{(appoggio)}$	=	9.15 m	distanza tra i punti di momento nullo sull'asse appoggio
$l_0^{(centrale)}$	=	21.7 m	distanza tra i punti di momento nullo sulle campate centrali
b_w	=	2.5 m	larghezza trave in c.a.p
b_1	=	1.87 m	larghezza soletta a sbalzo
$b_{eff1}^{(riva)}$	=	2.92 m	
$b_{eff1}^{(appoggio)}$	=	1.29 m	
$b_{eff1}^{(centrale)}$	=	2.54 m	
b_{eff}	=	3.79 m	larghezza collaborante

2.3.2 Componenti delle sezioni

Le proprietà geometrico statiche delle sezioni sono state calcolate a partire dalle caratteristiche dei "componenti" di seguito descritti.

2.3.2.1 Trave in cap ed armatura di precompressione

Le principali dimensioni del cassoncino in cap sono riportate in figura; non sono previste zone ad anima e base rinforzata nelle zone di testata.

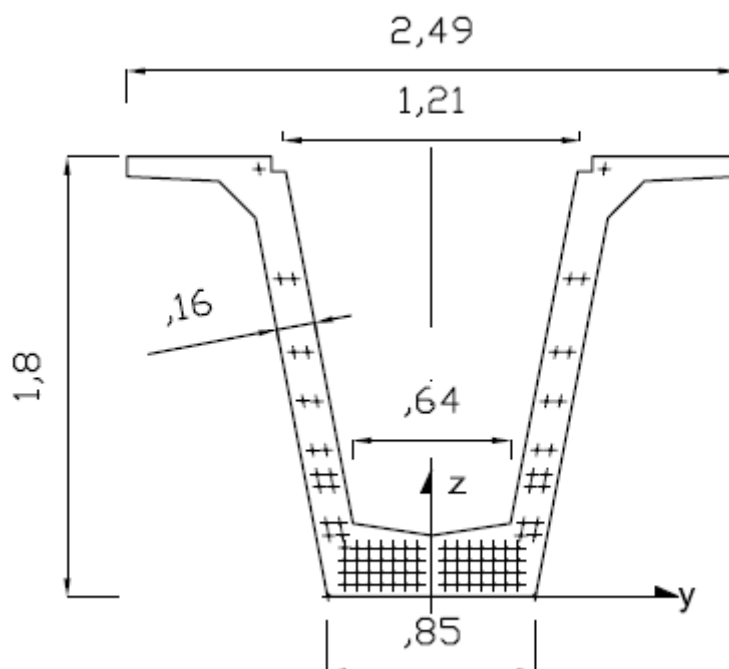


Figura 2.3 – Sezione trasversale delle travi a cassoncini in c.a.p.

Il cassoncino prevede la presenza di massimo 90 trefoli da 0.6", dei quali nella struttura in esame ne sono utilizzati al massimo 60; inoltre 10 trefoli sono neutralizzati da 0 a 9 m, mentre altri 14 trefoli sono neutralizzati da 0 a 1.5 m, come mostrato nella figura successiva.

Le coordinate dei trefoli, nel riferimento cartesiano indicato nelle figure precedenti, sono riportate in tabella, evidenziando i trefoli non utilizzati; per brevità e stante la simmetria si riportano solo le coordinate dei trefoli posti nella metà sinistra del cassoncino.

id	Y (mm)	Z (mm)	A (mm ²)
1	-355.0	50.0	139.00
2	-305.0	50.0	139.00
3	-255.0	50.0	139.00
4	-205.0	50.0	139.00
5	-155.0	50.0	139.00
6	-105.0	50.0	139.00
7	-55.0	50.0	139.00
8	-55.0	100.0	139.00
9	-105.0	100.0	139.00
10	-155.0	100.0	139.00
11	-205.0	100.0	139.00
12	-255.0	100.0	139.00
13	-305.0	100.0	139.00
14	-355.0	100.0	139.00
15	-355.0	150.0	139.00
16	-305.0	150.0	139.00
17	-255.0	150.0	139.00
18	-205.0	150.0	139.00
19	-155.0	150.0	139.00

id	Y (mm)	Z (mm)	A (mm ²)
20	-105.0	150.0	139.00
21	-55.0	150.0	139.00
22	-55.0	200.0	0.00
23	-105.0	200.0	0.00
24	-155.0	200.0	0.00
25	-205.0	200.0	0.00
26	-255.0	200.0	0.00
27	-305.0	200.0	0.00
28	-355.0	200.0	0.00
29	-364.5	250.0	139.00
30	-374.0	300.0	139.00
31	-420.5	250.0	139.00
32	-430.0	300.0	139.00
33	-402.5	450.0	139.00
34	-412.0	500.2	139.00
35	-458.5	450.0	139.00
36	-468.0	500.2	139.00
37	-431.0	600.2	139.00
38	-487.0	600.2	139.00
39	-469.0	800.0	139.00
40	-525.0	800.0	139.00
41	-507.0	1000.0	139.00
42	-563.0	1000.0	139.00
43	-564.0	1300.0	139.00
44	-620.0	1300.0	139.00
45	-705.5	1750.0	139.00

Si ha pertanto:

Area lorda del cassoncino: 0.8472 m²

Armatura da 0-1.5m: 139*(60-10-14) = 5004 mm²

Armatura da 1.5-9m: 139*(60-10) = 6950 mm²

Armatura corrente: 139*76= 8340 mm²

2.3.2.2 Soletta centrale e di bordo

La soletta collaborante dei cassoncini centrali ha dimensioni 2500x250 mm mentre per la soletta di bordo si è fatto riferimento ad un rettangolo di dimensioni 4370x250 mm; il baricentro della soletta è posto a 1800+250/2=1925mm dall'intradosso dei cassoncini.

2.3.2.3 Armatura lenta in soletta

Nella soletta è disposta una armatura corrente realizzata con $\phi 14/200$ sopra e sotto per tutto lo sviluppo dell'impalcato, e per tanto nella soletta collaborante delle travi si ha:

per la soletta delle travi centrali : 2500/200 = 12.5 ferri per strato => 2*12.5*153.94 = 3848 mm²

per la soletta delle travi di bordo : 4370/200 = 21.85 ferri per strato => 2*21.85 *153.94 =6725 mm²

Inoltre si dispone, per 12 m in asse ad ogni pila una armatura aggiuntiva di $\phi 26/200$ sopra e sotto, e quindi:

per la soletta delle travi centrali : 2500/200 = 12.5 ferri per strato => 2*12.5*530.93 = 13273 mm²

per la soletta delle travi di bordo : 4370/200 = 21.85 ferri per strato => 2*21.85*530.93 =23165 mm²

CORRIDOIO PLURIMODALE TIRRENICO-NORD EUROPA ITINERARIO AGRIGENTO -CALTANISSETTA-A19 S.S. N° 640 "DI PORTO EMPEDOCLE" AMMODERNAMENTO E ADEGUAMENTO ALLA CAT. B DEL D.M. 5.11.2001 DAL KM 44+000 ALLO SVINCOLO CON L'A19 Progetto Esecutivo	Opera: Viadotto Arenella III
	Relazione di Calcolo Impalcato - Carreggiata DX
	Pagina 16
	Nome file: VI15-F- CL003_C.00_relazione_calcolo_impalcato_DX.doc.

2.3.2.4 Armatura di rinforzo a fondo cassoncino

Nelle cavità riempite in prossimità degli appoggi in asse pila si dispone una ulteriore armatura per un totale di $16\phi 26=849\text{ 5mm}^2$ organizzata in tre strati:

strato 1 formato da $6\phi 26$ a $z=350\text{mm}$ dall'intradosso del cassoncino

strato 2 formato da $6\phi 26$ a $z=400\text{mm}$ dall'intradosso del cassoncino

strato 3 formato da $6\phi 26$ a $z=450\text{mm}$ dall'intradosso del cassoncino

Nella tabella seguente vengono riportate le principali caratteristiche geometriche dei vari elementi componenti appena descritti.

	id	A (mm ²)	zG (mm)	Jy (mm ⁴)
Cassoncino (area lorda)	0	847168	867	3.253E+11
Armatura di prec. corrente 60 trefoli	1	8340	420	1.65E+09
Armatura di prec. 50 trefoli	2	6950	466	1.53E+09
Armatura di prec. 36 trefoli	3	5004	572	1.33E+09
Soletta trave di bordo	4	109250	1925	4.883E+09
Soletta trave centrale	5	625000	1925	3.255E+09
Armatura lenta corrente (sezione centrale)	6	3848	1925	1.124E+07
Armatura lenta aggiuntiva inferiore	7	8495	394	1.294E+07
Armatura lenta aggiuntiva superiore (sezione centrale)	8	13273	1925	3.878E+07
Cavità del cassoncino	9	1409900	1117	2.645E+11
Armatura lenta corrente (sezione di bordo)	10	6725	1925	1.470E+07
Armatura lenta aggiuntiva superiore (sezione di bordo)	11	23165	1925	5.071E+07

Le grandezze in tabella sono:

A Area del componente

zG Posizione del baricentro di ogni componente riferita all'intradosso dei cassoncini

Jy Momento di inerzia rispetto al baricentro di ogni singolo componente

Sommando il contributo di ogni "componente", adeguatamente pesato con i coefficienti di omogeneizzazione, si ricavano agevolmente le diverse proprietà delle sezioni semplici e composite necessarie per la modellazione e per le verifiche.

La collocazione delle sezioni considerate, riferita alla testata della trave precompressa, è così definita:

Tabella 2.1 - Indicazione delle sezioni

ID - sezione	trave	Descrizione della sezione
SA-b	bordo	$x=L/2$ (sezione di mezzeria)
SB-b	bordo	sezione a $x=1.50\text{m}$ dalla testata della trave (sezione a filo riempimento in cls)
SD-b	bordo	sezione a 9.0m dalla testata della trave
SA-c	centrale	$x=l/2$ (sezione di mezzeria)
SB-c	centrale	sezione a $x=1.50\text{m}$ dalla testata della trave (sezione a filo riempimento in cls)
SD-c	centrale	sezione a 9.0m dalla testata della trave

CORRIDOIO PLURIMODALE TIRRENICO-NORD EUROPA ITINERARIO AGRIGENTO -CALTANISSETTA-A19 S.S. N° 640 "DI PORTO EMPEDOCLE" AMMODERNAMENTO E ADEGUAMENTO ALLA CAT. B DEL D.M. 5.11.2001 DAL KM 44+000 ALLO SVINCOLO CON L'A19 Progetto Esecutivo	Opera: Viadotto Arenella III
	Relazione di Calcolo Impalcato - Carreggiata DX
	Pagina 17
	Nome file: VI15-F- CL003_C.00_relazione_calcolo_impalcato_DX.doc.

I coefficienti di omogeneizzazione utilizzati sono quelli calcolati nei paragrafi relativi ai materiali; per il calcolo delle aree di acciaio omogeneizzate a calcestruzzo si utilizzano coefficienti "n-1" per tener conto della sottrazione di area di cls dovuta alla presenza dei fori.

2.3.3 Caratteristiche geometriche delle sezioni

2.3.3.1 SA-c (mezzeria) -Travi centrali

id_sezione	SF1	SF2	SF3	SF4	
n _c	0.00	0.000	0.924	0.924	coefficiente di omogeneizzazione soletta-trave
n _p	6.00	13.56	13.56	4.22	coefficiente di omogeneizzazione trefoli-trave
n _s	0.00	0.00	13.56	4.22	coefficiente di omogeneizzazione armatura lenta-trave
H	1.8	1.8	2.05	2.05	m altezza sezione
A	0.8972	0.9603	1.5899	1.4761	m ² area sezione trasversale
Y _G	0.8421	0.8144	1.2542	1.2819	m distanza da intradosso baricentro
J	0.3444	0.3674	0.8395	0.7525	m ⁴ momento d'inerzia sezione trasversale
Y _{eq}	0.4200	0.4200	0.4200	0.4200	m ordinata trefolo equivalente
W _s	0.359	0.373	1.055	0.980	m ³ modulo di resistenza superiore trave
W _i	0.409	0.451	0.669	0.587	m ³ modulo di resistenza inferiore trave

2.3.3.2 SB-c (FiloRremp) - Travi centrali

id_sezione	SF1	SF2	SF3	SF4	
n _c	0.00	0.000	0.924	0.924	coefficiente di omogeneizzazione soletta-trave
n _p	6.00	13.56	13.56	4.22	coefficiente di omogeneizzazione trefoli-trave
n _s	0.00	0.00	13.56	4.22	coefficiente di omogeneizzazione armatura lenta-trave
H	1.8	1.8	2.05	2.05	m altezza sezione
A	0.8772	0.9150	1.5447	1.4620	m ² area sezione trasversale
Y _G	0.8569	0.8451	1.2853	1.2924	m distanza da intradosso baricentro
J	0.3355	0.3484	0.7864	0.7355	m ⁴ momento d'inerzia sezione trasversale
Y _{eq}	0.5722	0.5722	0.5722	0.5722	m ordinata trefolo equivalente
W _s	0.356	0.365	1.028	0.971	m ³ modulo di resistenza superiore trave
W _i	0.391	0.412	0.612	0.569	m ³ modulo di resistenza inferiore trave

2.3.3.3 SD-c (a 9m) - Travi centrali

id_sezione	SF1	SF2	SF3	SF4	
n _c	0.00	0.000	0.924	0.924	coefficiente di omogeneizzazione soletta-trave
n _p	6.00	13.56	13.56	4.22	coefficiente di omogeneizzazione trefoli-trave
n _s	0.00	0.00	13.56	4.22	coefficiente di omogeneizzazione armatura lenta-trave

CORRIDOIO PLURIMODALE TIRRENICO-NORD EUROPA ITINERARIO AGRIGENTO -CALTANISSETTA-A19 S.S. N° 640 "DI PORTO EMPEDOCLE" AMMODERNAMENTO E ADEGUAMENTO ALLA CAT. B DEL D.M. 5.11.2001 DAL KM 44+000 ALLO SVINCOLO CON L'A19 Progetto Esecutivo	Opera: Viadotto Arenella III
	Relazione di Calcolo Impalcato - Carreggiata DX
	Pagina 18
	Nome file: V115-F- CL003_C.00_relazione_calcolo_impalcato_DX.doc.

H	1.8	1.8	2.05	2.05	m	altezza sezione
A	0.8889	0.9414	1.5711	1.4702	m ²	area sezione trasversale
Y _G	0.8482	0.8269	1.2670	1.2863	m	distanza da intradosso baricentro
J	0.3406	0.3594	0.8174	0.7454	m ⁴	momento d'inerzia sezione trasversale
Y _{eq}	0.4660	0.4660	0.4660	0.4660	m	ordinata trefolo equivalente
W _s	0.358	0.369	1.044	0.976	m ³	modulo di resistenza superiore trave
W _i	0.402	0.435	0.645	0.579	m ³	modulo di resistenza inferiore trave

2.3.3.4 SA-b (mezzeria) -Travi di bordo

id_sezione	SF1	SF2	SF3	SF4	
descrizione	trave+trefoli t=0	trave+trefoli t=infinito	trave+trefoli+soletta t=infinito	trave+trefoli+soletta t=0	
n _c	0.00	0.000	0.924	0.924	coefficiente di omogeneizzazione soletta-trave
n _p	6.00	13.56	13.56	4.22	coefficiente di omogeneizzazione trefoli-trave
n _s	0.00	0.00	13.56	4.22	coefficiente di omogeneizzazione armatura lenta-trave
H	1.8	1.8	2.05	2.05	m altezza sezione
A	0.8972	0.9603	1.9148	1.7825	m ² area sezione trasversale
Y _G	0.8421	0.8144	1.3680	1.3924	m distanza da intradosso baricentro
J	0.3444	0.3674	0.9624	0.8590	m ⁴ momento d'inerzia sezione trasversale
Y _{eq}	0.4200	0.4200	0.4200	0.4200	m ordinata trefolo equivalente
W _s	0.359	0.373	1.411	1.306	m ³ modulo di resistenza superiore trave
W _i	0.409	0.451	0.704	0.617	m ³ modulo di resistenza inferiore trave

2.3.3.5 SB-b (FiloRiemp) - Travi di bordo

id_sezione	SF1	SF2	SF3	SF4	
descrizione	trave+trefoli t=0	trave+trefoli t=infinito	trave+trefoli+soletta t=infinito	trave+trefoli+soletta t=0	
n _c	0.00	0.000	0.924	0.924	coefficiente di omogeneizzazione soletta-trave
n _p	6.00	13.56	13.56	4.22	coefficiente di omogeneizzazione trefoli-trave
n _s	0.00	0.00	13.56	4.22	coefficiente di omogeneizzazione armatura lenta-trave
H	1.8	1.8	2.05	2.05	m altezza sezione
A	0.8772	0.9150	1.8696	1.7684	m ² area sezione trasversale
Y _G	0.8569	0.8451	1.3965	1.4020	m distanza da intradosso baricentro
J	0.3355	0.3484	0.8978	0.8384	m ⁴ momento d'inerzia sezione trasversale
Y _{eq}	0.5722	0.5722	0.5722	0.5722	m ordinata trefolo equivalente
W _s	0.356	0.365	1.374	1.294	m ³ modulo di resistenza superiore trave
W _i	0.391	0.412	0.643	0.598	m ³ modulo di resistenza inferiore trave

CORRIDOIO PLURIMODALE TIRRENICO-NORD EUROPA ITINERARIO AGRIGENTO -CALTANISSETTA-A19 S.S. N° 640 "DI PORTO EMPEDOCLE" AMMODERNAMENTO E ADEGUAMENTO ALLA CAT. B DEL D.M. 5.11.2001 DAL KM 44+000 ALLO SVINCOLO CON L'A19 Progetto Esecutivo	Opera: Viadotto Arenella III
	Relazione di Calcolo Impalcato - Carreggiata DX
	Pagina 19
	Nome file: VI15-F- CL003_C.00_relazione_calcolo_impalcato_DX.doc.

2.3.3.6 SD-b (a 9m) - Travi di bordo

id_sezione	SF1	SF2	SF3	SF4	
descrizione	trave+trefoli t=0	trave+trefoli t=infinito	trave+trefoli+soletta t=infinito	trave+trefoli+soletta t=0	
n_c	0.00	0.000	0.924	0.924	coefficiente di omogeneizzazione soletta-trave
n_p	6.00	13.56	13.56	4.22	coefficiente di omogeneizzazione trefoli-trave
n_s	0.00	0.00	13.56	4.22	coefficiente di omogeneizzazione armatura lenta-trave
H	1.8	1.8	2.05	2.05	m altezza sezione
A	0.8889	0.9414	1.8960	1.7766	m ² area sezione trasversale
Y_G	0.8482	0.8269	1.3797	1.3964	m distanza da intradosso baricentro
J	0.3406	0.3594	0.9355	0.8503	m ⁴ momento d'inerzia sezione trasversale
Y_{eq}	0.4660	0.4660	0.4660	0.4660	m ordinata trefolo equivalente
W_s	0.358	0.369	1.396	1.301	m ³ modulo di resistenza superiore trave
W_i	0.402	0.435	0.678	0.609	m ³ modulo di resistenza inferiore trave

3. DESCRIZIONE DEL MODELLO NUMERICO

Sono stati elaborati più modelli agli elementi finiti per tener conto delle reali fasi costruttive. In particolare i modelli elaborati sono descritti nel seguito.

- **FASE 1 – Travi in c.a.p. su appoggi provvisori**

Il modello di calcolo è un graticcio formato dalle travi principali vincolate agli appoggi provvisori, posti a bordo trave.

Le azioni applicate sono il peso proprio dei cassoncini, ed il peso proprio della soletta, non reagente, compreso il peso dei riempimenti in testata ed i traversi, anch'essi non reagenti.

- **FASE 2 - Maturazione della soletta, applicazione dei sovraccarichi permanenti, rimozione vincoli**

Si considera la struttura completa formata dalle travi composite con soletta collaborante.

Il modello di calcolo è un graticcio formato dalle travi longitudinali aventi sezioni omogeneizzate con rigidezza delle armature lente e precomprese valutata a tempo "infinito", e traversi schematizzati con la loro geometria reale.

Le azioni applicate sono tutte quelle della fase 1, per una valutazione degli effetti su schema iperstatico, delle deformazioni impresse indotte dalla precompressione e dal ritiro differenziale della soletta al fine di valutare gli effetti del secondo ordine, ed i carichi permanenti.

- **FASE 3 - Applicazione dei carichi istantanei (mobili ed accidentali in genere)**

I modelli di calcolo per la valutazione degli effetti indotti dal traffico, dalle variazioni termiche, dal vento e dal sisma, sono gli stessi descritti per la fase 2, ma con sezioni omogeneizzate "a tempo iniziale".

I carichi applicati sono quelli termici, da traffico compreso il carico folla sul marciapiede ed il vento.

La struttura è stata modellata in tridimensionale nelle ipotesi classiche di comportamento a graticcio, con quattro file di elementi trave (elementi *frames*) a sei gradi di libertà per nodo, che corrono lungo lo sviluppo longitudinale delle travate. Anche i traversi, presenti solo in asse alle spalle ed alle pile, sono modellati con travi tipo *frames*.

I vincoli esterni, costituiti da due molle orizzontali di eguale rigidezza $k_y=k_x=3030$ kN/m, ed una molla verticale $k_z=\infty$ kN/m, sono applicati ai nodi del graticcio in asse alle spalle ed alle pile.

Di seguito si riporta una vista assonometrica del modello tridimensionale della struttura.

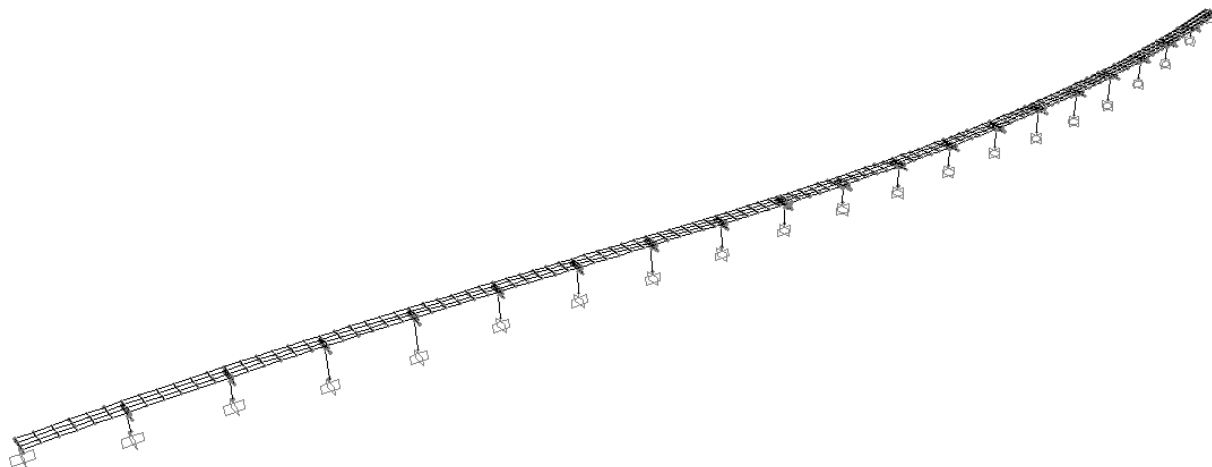


Figura 3.1 - Vista assometrica del modello FEM dell'impalcato.

4. ANALISI DEI CARICHI

Di seguito si riporta la descrizione dei vari contributi di carico presi in esame ai fini dell'analisi globale dell'impalcato.

Le sollecitazioni per le verifiche sezionali sono state dedotte dall'analisi globale.

4.1 Carichi agenti in fase 1

4.1.1 Peso proprio calcestruzzo travi (G_{k1})

Il peso delle travi principali è stato applicato come carico per unità di lunghezza. L'entità di tale carico è determinata come segue:

$\gamma =$	25.0	kN/m^3	peso specifico c.a.
$A =$	0.847	m^2	sezione corrente
$w =$	21.175	N/m	peso per unità di lunghezza di una trave
$A =$	1.41	m^2	area cavità da riempire
$w =$	35.25	N/m	peso per unità di lunghezza delle cavità piene

4.1.2 Peso proprio soletta (G_{k1})

Il peso della soletta di impalcato nei modelli numerici è calcolato automaticamente a partire dal suo spessore di 0.25 m e dal peso specifico del calcestruzzo $\gamma=25.0 \text{ kN/m}^3$. L'entità del carico, espressa per unità di lunghezza di impalcato è:

$L_{\text{tot}} =$	13.73	m	larghezza totale impalcato
$s =$	0.25	m	spessore incluso predalles
$\gamma =$	25.0	kN/m^3	peso specifico c.a.
$w =$	85.80	kN/m	peso per unità di lunghezza di impalcato

CORRIDOIO PLURIMODALE TIRRENICO-NORD EUROPA ITINERARIO AGRIGENTO -CALTANISSETTA-A19 S.S. N° 640 "DI PORTO EMPEDOCLE" AMMODERNAMENTO E ADEGUAMENTO ALLA CAT. B DEL D.M. 5.11.2001 DAL KM 44+000 ALLO SVINCOLO CON L'A19 Progetto Esecutivo	Opera: Viadotto Arenella III
	Relazione di Calcolo Impalcato - Carreggiata DX
	Pagina 21
	Nome file: VI15-F- CL003_C.00_relazione_calcolo_impalcato_DX.doc.

4.1.3 Peso proprio traversi (Gk1")

I traversi hanno una base di larghezza variabile, mediamente pari ad 1.70 m, ed una altezza di 2.1m, al netto della soletta e compresa una piastra prefabbricata di base di spessore 0.3 m.

Nei modelli il peso è stato calcolato automaticamente a partire dalla effettiva area in pianta e dalla loro altezza, per un carico complessivo di:

h =	2.1 m	altezza traverso, incluso fondello prefabbricato, esclusa la soletta
$\gamma =$	25.0 kN/m ³	peso specifico c.a.
w =	52.50 kN/m ²	peso per unità di superficie

4.1.4 Precompressione (Pk)

La precompressione è imposta mediante cavi pretesi, con una tensione di tesatura iniziale pari a $\sigma_{pm0}=1350$ MPa.

Delle perdite di precompressione per viscosità, ritiro e rilassamento se ne tiene conto approfonditamente in sede di verifiche sezionali allo stato limite di servizio.

Per il calcolo degli effetti iperstatici della precompressione e per le verifiche sezionali a stato limite ultimo se ne tiene conto assumendo una perdita forfettaria, comprensiva di effetti differiti ed effetti istantanei, del 14%.

Nel seguito sono riportati, per la sezione corrente della trave centrale e della trave di bordo, i calcoli delle deformazioni e curvature impresse per precompressione a partire dalle quali sono stati calcolati gli effetti iperstatici della precompressione nel modello globale.

	TRAV-bordo	TRAV-cen		
Np =	9908	9908	kN	precompressione al netto delle cadute di tensione istantanee
Yeq =	0.4200	0.4200		distanza del cavo equivalente dall'intradosso
Yg =	1.8700	1.2927	m	distanza del baricentro sezione dall' intradosso
e =	1.44	0.87	m	eccentricità soletta rispetto al baricentro della sezione composta
Mp =	-14257	-8647	kN*m	momento flettente dovuto alla precompressione nella trave
ϵ_{perc} =	-1.479E-04	-1.922E-04		deformazione impressa equivalente
χ_{prec} =	-4.661E-04	-3.340E-04		curvatura impressa equivalente

4.2 Carichi agenti in fase 2

4.2.1 Sovraccarichi permanenti (Gk2)

Cordoli, di dimensioni 75 cm e 123 cm, è pari a:

$h_{cordolo}$ =	0.18 m	altezza cordolo
$g_{1.2.dxA}$ =	3.38 kN/m	peso proprio del cordolo dx
$g_{1.2.sxD}$ =	5.54 kN/m	peso proprio del marciapiede sx

Oltre ai due cordoli sono stati presi in considerazione i seguenti carichi:

CORRIDOIO PLURIMODALE TIRRENICO-NORD EUROPA ITINERARIO AGRIGENTO -CALTANISSETTA-A19 S.S. N° 640 "DI PORTO EMPEDOCLE" AMMODERNAMENTO E ADEGUAMENTO ALLA CAT. B DEL D.M. 5.11.2001 DAL KM 44+000 ALLO SVINCOLO CON L'A19 Progetto Esecutivo	Opera: Viadotto Arenella III
	Relazione di Calcolo Impalcato - Carreggiata DX
	Pagina 22
	Nome file: VI15-F- CL003_C.00_relazione_calcolo_impalcato_DX.doc.

	carico unitario [kPa]	larghezza [m]	carico lineare [kN/m]		
G _{2.1.sxD}	2.50	3.62	9.04	kN/m	pavimentazione lato trave sx D - lato marciapiede
G _{2.1.sxC}	2.50	2.50	6.25	kN/m	pavimentazione lato trave centrale sx C
G _{2.1.dxB}	2.50	2.50	6.25	kN/m	pavimentazione lato trave centrale dx B
G _{2.1.dxA}	2.50	3.14	7.84	kN/m	pavimentazione lato trave dx A - lato cordolo
G _{2.3.sxD}	-	-	1.00	kN/m	guard-rail sx
G _{2.3.dxA}	-	-	1.00	kN/m	guard-rail dx
G _{2.4.sxD}	-	-	1.00	kN/m	veletta sx
G _{2.4.dxA}	-	-	1.00	kN/m	veletta dx
G _{2.5.dxA}	-	-	1.00	kN/m	parapetto
G _{2.dx A}	-	-	10.84	kN/m	pavimentazione lato trave dx A - lato cordolo
G _{2.dx B}	-	-	6.25	kN/m	pavimentazione lato trave centrale dx B
G _{2.sxC}	-	-	6.25	kN/m	pavimentazione lato trave centrale sx C
G _{2.sxD}	-	-	11.04	kN/m	pavimentazione lato trave sx D - lato marciapiede
G ₂			34.38		permanente portato totale

Per garantire la pendenza nei tratti in curva del viadotto è stato considerato il peso del massetto delle pendenze pari a 18kN/mc e con spessore variabile 5 ÷ 20 cm.

4.2.2 Ritiro differenziale trave-soletta (Gsh,k)

Poiché la soletta viene gettata in opera su travi che hanno già sviluppato liberamente deformazioni omogenee di ritiro, si tiene conto solo dello scorrimento relativo trave soletta, calcolato come:

$$\varepsilon_{sh} = \varepsilon_{sh \text{ travi}}(60, \infty) - \varepsilon_{sh \text{ soletta}}(2, \infty) = 1.9e-4$$

Vengono valutati separatamente gli effetti primari del ritiro e gli effetti secondari (dovuti all'iperstaticità della struttura). Gli effetti primari vengono valutati con la formula:

$$N_r = \varepsilon_{sh} * E_s / n_{f2b} * b_{eff} * t_{cls}$$

$$M_r = N_r * e$$

In particolare con "e" si è indicata l'eccentricità fra il baricentro della soletta ed il baricentro della sezione composta omogeneizzata in fase 2. In sede di verifica tensionale, nella soletta, alle tensioni indotte da N_r ed M_r si aggiunge lo stato di coazione locale di trazione $\sigma_{sh} = \varepsilon_{sh} * E_s / n_{f2b}$

Gli effetti del ritiro primario nelle verifiche vengono ignorati nelle zone fessurate; gli effetti secondari vengono presi in conto dalla modellazione globale effettuata con SAP2000 in termini di deformazioni e curvature impresse.

Seguono i calcoli delle grandezze suddette.

	TRAV-bordo	TRAV-cen		
ε_{sh}	= 0.00020	0.00020		deformazione da ritiro residua
E^*_c	= 11214	11214	MPa	modulo elastico ridotto cls per fenomeni viscosi
σ_{sh}	= 2.24	2.24	MPa	trazione nel calcestruzzo
A_c	= 1.09	0.625	m ²	area conglomerato
N_{sh}	= 2445	1402	kN	trazione nella soletta
e	= 0.49	0.63	m	eccentricità soletta rispetto al baricentro della sezione composta
M_{sh}	= 1198	883	kN*m	momento flettente nella trave
N_{rt}	= 2445	1402	kN	compressione su ciascuna trave
M_{rt}	= 1198	883	kN*m	momento flettente su ciascuna trave
ε_{rit}	= -3.649E-05	-2.730E-05		deformazione impressa equivalente
χ_{rit}	= 3.916E-05	3.416E-05		curvatura impressa equivalente

CORRIDOIO PLURIMODALE TIRRENICO-NORD EUROPA ITINERARIO AGRIGENTO -CALTANISSETTA-A19 S.S. N° 640 "DI PORTO EMPEDOCLE" AMMODERNAMENTO E ADEGUAMENTO ALLA CAT. B DEL D.M. 5.11.2001 DAL KM 44+000 ALLO SVINCOLO CON L'A19 Progetto Esecutivo	Opera: Viadotto Arenella III
	Relazione di Calcolo Impalcato - Carreggiata DX
	Pagina 23
	Nome file: VI15-F- CL003_C.00_relazione_calcolo_impalcato_DX.doc.

4.3 Carichi agenti in fase 3

4.3.1 Variazioni termiche (QTk)

I criteri per la determinazione degli effetti della temperatura sono contenuti in NTC-08, cap. 3.5 (rif. Eurocodici EN 1991-1-5). Dal momento che NTC-08 non riporta prescrizioni specifiche per il calcolo degli effetti della temperatura (in particolare i gradienti termici) per i ponti si farà riferimento ai criteri contenuti negli Eurocodici.

4.3.1.1 Variazioni termiche uniformi Δt_N

Per l'Italia, il "range" di temperatura dell'aria è definito dai seguenti valori:

$$T_{\min} = -15 \text{ }^\circ\text{C}$$

$$T_{\max} = +45 \text{ }^\circ\text{C}$$

a cui corrispondono, per ponti di gruppo 3 (tipologia impalcato di calcestruzzo), i seguenti valori riferiti alla struttura:

$$T_{e\min} = -6 \text{ }^\circ\text{C}$$

$$T_{e\max} = +46 \text{ }^\circ\text{C}$$

Fissando T_0 a 15.0 $^\circ\text{C}$, dedotto dall'Annesso nazionale dell'Eurocodice, si ottiene l'escursione termica effettiva subita dall'impalcato:

$$\Delta T_{N\text{comp}} = -21 \text{ }^\circ\text{C}$$

$$\Delta T_{N\text{exp}} = +31 \text{ }^\circ\text{C}$$

a cui corrisponde complessivamente un'escursione pari a:

$$\Delta T_N = 52.0 \text{ }^\circ\text{C}.$$

4.3.1.2 Variazioni termiche lineari Δt_M

Per ponti di gruppo 3 (concrete box girdere), i valori caratteristici delle variazioni lineari di temperatura (gradiente tra intradosso ed estradosso) risultano:

$$\Delta T_{M,\text{heat}} = 10.0 \text{ }^\circ\text{C}$$

$$\Delta T_{M,\text{cool}} = -5.0 \text{ }^\circ\text{C}$$

Considerando il coefficiente riduttivo di Δt_{pos} concesso per tenere conto dello spessore del manto di asfaltatura ($k_{\text{sur}} = 1$ per $t = 100.0$ mm), si ottengono i valori di progetto:

$$k_{\text{sur}} \Delta T_{M,\text{heat}} = 10.0 \text{ }^\circ\text{C}$$

estradosso più caldo dell'intradosso

$$k_{\text{sur}} \Delta T_{M,\text{cool}} = -5.0 \text{ }^\circ\text{C}$$

estradosso più freddo dell'intradosso

4.3.1.3 Combinazione degli effetti uniformi e lineari

La combinazione degli effetti dovuti alla variazione termica uniforme e lineare verrà effettuata sfruttando la formula di combinazione proposta dalla normativa, che prevede due combinazioni principali in cui Δt_M e Δt_N sono amplificati mediante differenti coefficienti di combinazione:

$$C1: \quad \Delta t_M + 0.35 \Delta t_N$$

$$C2: \quad 0.75 \Delta t_M + \Delta t_N$$

4.3.2 Carichi mobili (Qk)

Si seguono le disposizioni contenute nel D.M. 2008, cap. 5.1.3.3.5, equivalenti a quelle contenute in EN 1991-2. Si fa riferimento a ponti di I categoria.

Nel caso in esame, la carreggiata, di larghezza utile pari a 10.50 m, è in grado di ospitare 3 corsie di carico di larghezza convenzionale pari a 3.0 m. La parte rimanente ("remaining area") risulta pari a 1.50 m.

Corsia di carico n.1 costituita da :

CORRIDOIO PLURIMODALE TIRRENICO-NORD EUROPA ITINERARIO AGRIGENTO -CALTANISSETTA-A19 S.S. N° 640 "DI PORTO EMPEDOCLE" AMMODERNAMENTO E ADEGUAMENTO ALLA CAT. B DEL D.M. 5.11.2001 DAL KM 44+000 ALLO SVINCOLO CON L'A19 Progetto Esecutivo	Opera: Viadotto Arenella III
	Relazione di Calcolo Impalcato - Carreggiata DX
	Pagina 24
	Nome file: V115-F- CL003_C.00_relazione_calcolo_impalcato_DX.doc.

- ✓ Schema di carico n.1 : n. 4 carichi concentrati da 150 kN cadauno disposti ad interasse 2.00m in direzione longitudinale al viadotto e 1.2 m in direzione trasversale
- ✓ Carico uniformemente ripartito di intensità 9.0 kN/m² su una larghezza di 3.00m

Corsia di carico n. 2 costituita da :

- ✓ - Schema di carico n.1 ridotto : n. 4 carichi concentrati da 100 kN cadauno disposti ad interasse 2.00m in direzione longitudinale al viadotto e 1.2 m in direzione trasversale
- ✓ - Carico uniformemente ripartito di intensità 2.5 kN/m² su una larghezza di 3.00m

Corsia di carico n. 3 costituita da :

- ✓ - Schema di carico n.1 ridotto : n. 4 carichi concentrati da 50 kN cadauno disposti ad interasse 2.00m in direzione longitudinale al viadotto e 1.2 m in direzione trasversale
- ✓ - Carico uniformemente ripartito di intensità 2.5 kN/m² su una larghezza di 3.00m

Corsia di carico n. 4 (Remaining area RA) costituita da :

- ✓ - Carico uniformemente ripartito di intensità 2.5 kN/m² su una larghezza residua di impalcato pari a $(10.50-3.00*3)= 1.50$ m

4.3.2.1 Verifiche globali

Le stese dei carichi mobili prima definite sono state poste sull'impalcato nelle posizioni tali da produrre le sollecitazioni e le deformazioni più gravose. La ricerca delle disposizioni sia longitudinali che trasversali dei carichi mobili più gravose è stata effettuata in maniera automatica dal codice di calcolo impiegato per l'analisi dell'impalcato. Infatti, il programma di calcolo SAP2000 esegue l'analisi delle sollecitazioni dovute ai carichi mobili partendo dalle linee d'influenza di ciascuna sezione e sommando soltanto i termini che contribuiscono a massimizzare il valore assoluto della sollecitazione stessa (rispettivamente per i valori massimi ed i valori minimi).

In tale maniera si ottempera a quanto previsto dalla Normativa che prevede che i carichi mobili siano disposti lungo l'asse della corsia nel modo più sfavorevole (disposizione a scacchiera).

4.3.2.2 Verifiche locali

Per le verifiche locali della soletta d'impalcato si ricorre allo schema di carico globale oltre al "Modello di carico 2" (LM2), composto da un veicolo ad un solo asse, avente un peso complessivo pari a 400 kN. E' stato redatto inoltre un modello locale descritto nel paragrafo dedicato alle verifiche trasversali della soletta.

4.3.3 Azioni di frenatura (Q_{fk})

La forza di frenamento o di accelerazione è funzione del carico verticale totale agente sulla corsia convenzionale n. 1. Tale azione viene equilibrata da reazioni vincolari longitudinali degli apparecchi di appoggio e pertanto la stessa non sarà considerata nei calcoli di dimensionamento e verifica dell'impalcato.

CORRIDOIO PLURIMODALE TIRRENICO-NORD EUROPA ITINERARIO AGRIGENTO -CALTANISSETTA-A19 S.S. N° 640 "DI PORTO EMPEDOCLE" AMMODERNAMENTO E ADEGUAMENTO ALLA CAT. B DEL D.M. 5.11.2001 DAL KM 44+000 ALLO SVINCOLO CON L'A19 Progetto Esecutivo	Opera: Viadotto Arenella III
	Relazione di Calcolo Impalcato - Carreggiata DX
	Pagina 25
	Nome file: VI15-F- CL003_C.00_relazione_calcolo_impalcato_DX.doc.

4.3.4 Azione del vento (F_w, k)

Il carico neve viene trascurato in questa analisi in quanto la sua azione è significativa solamente in fase di esecuzione dell'opera; per quanto riguarda invece il vento, a partire da informazioni quali l'ubicazione geografica del sito di realizzazione dell'opera, la rugosità e la topografia del terreno, la categoria di esposizione del sito e l'altezza dal suolo, la normativa (NTC cap.3.3) permette di valutare l'azione del vento in termini di azioni statiche equivalenti (la pressione statica del vento può essere rappresentata in termini di sollecitazioni globali applicate poi alle travi come carichi distribuiti verticali ed orizzontali).

Di seguito si riporta il dettaglio del calcolo dell'azione del vento sull'impalcato e sulle pile del pviadotto

Vento su impalcato

zona	=	4		sicilia
$v_{b,0}$	=	28	m/s	
a_0	=	500	m	
k_a	=	0.02	1/s	
a_s	=	315	m	altitudine del sito
v_b	=	28	m/s	velocità di riferimento
ρ	=	1.25	kg/m ³	densità dell'aria
q_b	=	0.490	kN/m ²	pressione cinetica di riferimento
	=	D		classe di rugosità del terreno
C_t	=	1		coefficiente di topografia
	=	II		categoria di esposizione del sito
k_r	=	0.19		Tabella 3.3.II
Z_0	=	0.05	m	Tabella 3.3.II
Z_{min}	=	4.00	m	Tabella 3.3.II
Z	=	12.00	m	altezza sul suolo (massima)
C_e	=	2.47		coefficiente di esposizione
C_p	=	1		coefficiente di forma
C_d	=	1		coefficiente dinamico
p	=	1.21	kN/m ²	pressione del vento
H_{vc}	=	3.00	m	altezza veicolo convenzionale
H_{imp}	=	2.23	m	altezza impalcato
H_{vento}	=	5.23	m	altezza superficie di spinta
F_{vento}	=	6.33	kN/m	azione del vento su impalcato
Y_G	=	1.40	m	distanza da intradosso baricentro impalcato
e	=	1.22	m	eccentricità dell'azione del vento
M_{vento}	=	7.69	kNm/m	coppia torcente
d_{sx}	=	3.75	[m]	distanza trave sx da asse impalcato
d_{i1}	=	1.25	[m]	distanza della trave centrale sx da asse impalcato
d_{i2}	=	-1.25	[m]	distanza della trave centrale dx da asse impalcato
d_{dx}	=	-3.75	[m]	distanza trave sx da asse impalcato
k	=	0.2	[m]	$k = [M/(d_1^2 + d_2^2 + \dots + d_n^2)]$
$q_{5v,sxD}$	=	0.92	[KN/m]	azioni verticali equilibranti - sx lato marciapiede
$q_{5v,sxC}$	=	0.31	[KN/m]	azioni verticali equilibranti - centrale sx
$q_{5v,dxB}$	=	-0.31	[KN/m]	azioni verticali equilibranti - centrale dx
$q_{5v,dxA}$	=	-0.92	[KN/m]	azioni verticali equilibranti - dx lato cordolo
q_{5h}	=	1.58	kN/m	azione orizzontale su ciascuna trave

CORRIDOIO PLURIMODALE TIRRENICO-NORD EUROPA ITINERARIO AGRIGENTO -CALTANISSETTA-A19 S.S. N° 640 "DI PORTO EMPEDOCLE" AMMODERNAMENTO E ADEGUAMENTO ALLA CAT. B DEL D.M. 5.11.2001 DAL KM 44+000 ALLO SVINCOLO CON L'A19 Progetto Esecutivo	Opera: Viadotto Arenella III
	Relazione di Calcolo Impalcato - Carreggiata DX
	Pagina 26
	Nome file: VI15-F- CL003_C.00_relazione_calcolo_impalcato_DX.doc.

4.3.5 Sisma

Le azioni sismiche non sono dimensionanti per il calcolo degli elementi principali dell'impalcato. Di tali azioni si tiene conto nel dimensionamento e la verifica delle pile e delle spalle. Si rimanda pertanto alle relazioni di calcolo delle sottostrutture per la valutazione dettagliata di dette azioni.

5. COMBINAZIONI DI CARICO

Per l'impalcato in esame, si evidenzia preliminarmente che, tra le azioni variabili da traffico si considereranno solamente i carichi di gruppo 1.

Per le formulazioni generali delle combinazioni di carico nell'ambito dei vari S.L. si rimanda a NTC-08 cap. 2.5.3 (rif. Eurocodice EN 1990-annex.A2, cap. A2.3, A2.4).

S.L.U. - fondamentale

Con riferimento ai carichi significativi, la combinazione assume la seguente forma:

$$E_d = \gamma_{G1} G_{k1} + \gamma_{G2} G_{k2} + \gamma_{ep} G_{kep} + \gamma_{sett.} G_{ksett.} + \gamma_{sh} G_{sh} + \gamma_{q,1} (Q_{k,TS} + Q_{k,UDL}) + \gamma_{q,2} \psi_{0,2} Q_{k,T}$$

Per quanto riguarda i coefficienti moltiplicativi, si fa riferimento a quanto contenuto in NTC-08, cap. 5.1.3.12, tab. 5.1.V, ripreso da EN 1990, annex A.2, e relativo N.A.D.. Si segnala a tale proposito qualche leggera discrepanza da quanto desumibile in origine da quest'ultimo riferimento normativo, discrepanza superata mediante una puntuale applicazione dei criteri contenuti nel N.A.D.. Per i coefficienti si considera quanto segue:

γ_{G1}	=	1.35 - 1	coefficiente moltiplicativo dei sovraccarichi permanenti strutturali;
γ_{G2}	=	1.35 - 1	dal momento che sono di carattere compiutamente definito, i carichi permanenti portati verranno trattati alla stessa stregua dei carichi permanenti strutturali;
γ_{sht}	=	1.2 - 1.2	coefficiente moltiplicativo per le azioni dovute al ritiro, nell'analisi di lungo termine;
γ_{sht}	=	0	coefficiente moltiplicativo per le azioni dovute al ritiro, nell'analisi di breve termine;
γ_{Q1}	=	1.35 - 0	coefficiente moltiplicativo per i carichi da traffico;
γ_{Q2}	=	1.2	coefficiente moltiplicativo per i carichi di origine termica;
γ_{Qv}	=	1.5	coefficiente moltiplicativo per i carichi dovuti al vento.

I coefficienti di combinazione dell'azione di temperatura e del vento, risultano (cfr. NTC-08, tab. 5.1.VI):

$$\psi_{0,3} = 0.6$$

$$\psi_{0,2} = 0.6$$

Quanto evidenziato è relativo alla verifica allo S.L.U. delle travi d'impalcato, per le quali risulta significativa la sola combinazione con carichi mobili dominanti.

S.L.E. – fondamentale (rara)

Con riferimento ai carichi significativi, si ha la seguente combinazione dei valori caratteristici dei carichi (indice "k").

$$E_d = G_{k1} + G_{k2} + G_{kep} + G_{ksett.} + G_{sh} + (Q_{k,TS} + Q_{k,UDL}) + \psi_{0,2} Q_{k,T}$$

Il coefficiente di combinazione dell'azione di temperatura, risulta (cfr. NTC-08, tab. 5.1.VI):

$$\psi_{0,2} = 0.6;$$

$$\psi_{0,3} = 0.6.$$

La combinazione S.L.E. fondamentale verrà impiegata ai fini delle seguenti verifiche:

CORRIDOIO PLURIMODALE TIRRENICO-NORD EUROPA ITINERARIO AGRIGENTO -CALTANISSETTA-A19 S.S. N° 640 "DI PORTO EMPEDOCLE" AMMODERNAMENTO E ADEGUAMENTO ALLA CAT. B DEL D.M. 5.11.2001 DAL KM 44+000 ALLO SVINCOLO CON L'A19 Progetto Esecutivo	Opera: Viadotto Arenella III
	Relazione di Calcolo Impalcato - Carreggiata DX
	Pagina 27
	Nome file: VI15-F- CL003_C.00_relazione_calcolo_impalcato_DX.doc.

- verifica allo S.L.E., limitazione delle tensioni.

S.L.E. – frequente

Tale combinazione si esprime simbolicamente attraverso la seguente espressione:

$$E_d = G_{k1} + G_{k2} + G_{kep} + G_{ksett.} + G_{sh} + (\psi_{1,1TS} Q_{k,TS} + \psi_{1,1UDL} Q_{k,UDL}) + \psi_{2,2} Q_{k,T}$$

I coefficienti di combinazione (NTC-08, tab. 5.1.VI, EN 1991-2,) risultano:

$\psi_{1,1} = 0.75$ per i contributi TS;

$\psi_{1,1} = 0.4$ per i contributi UDL;

$\psi_{2,2} = 0.5$ per la temperatura;

$\psi_{2,3} = 0.0$ per il vento.

La combinazione S.L.E. frequente viene impiegata per:

- verifiche a fessurazione

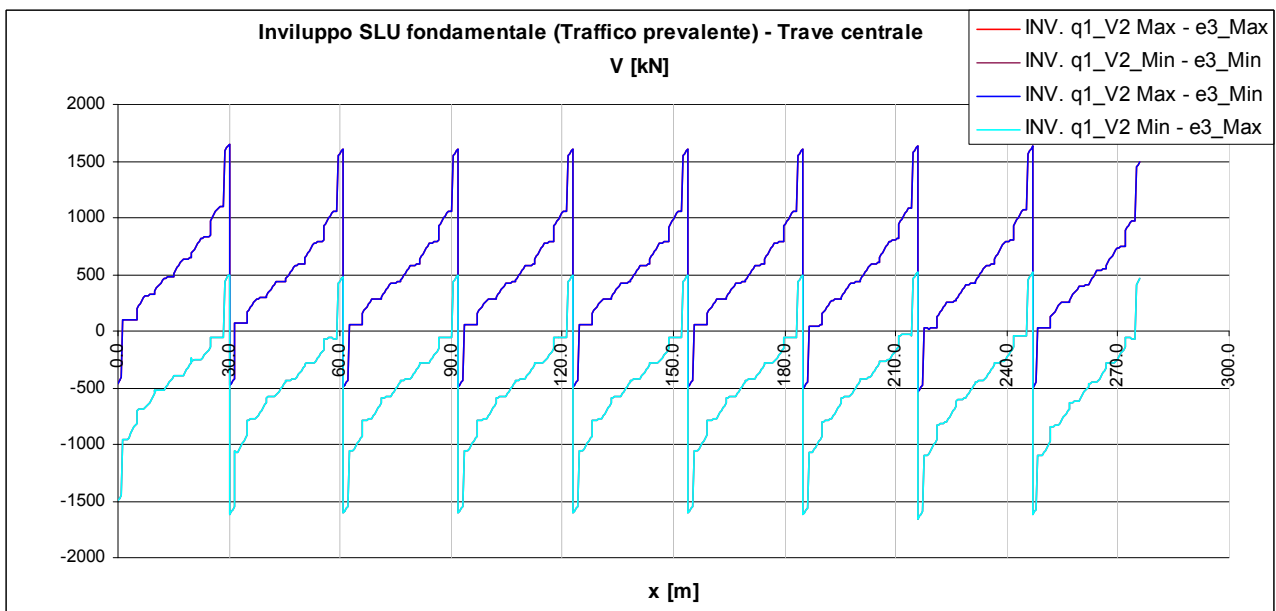
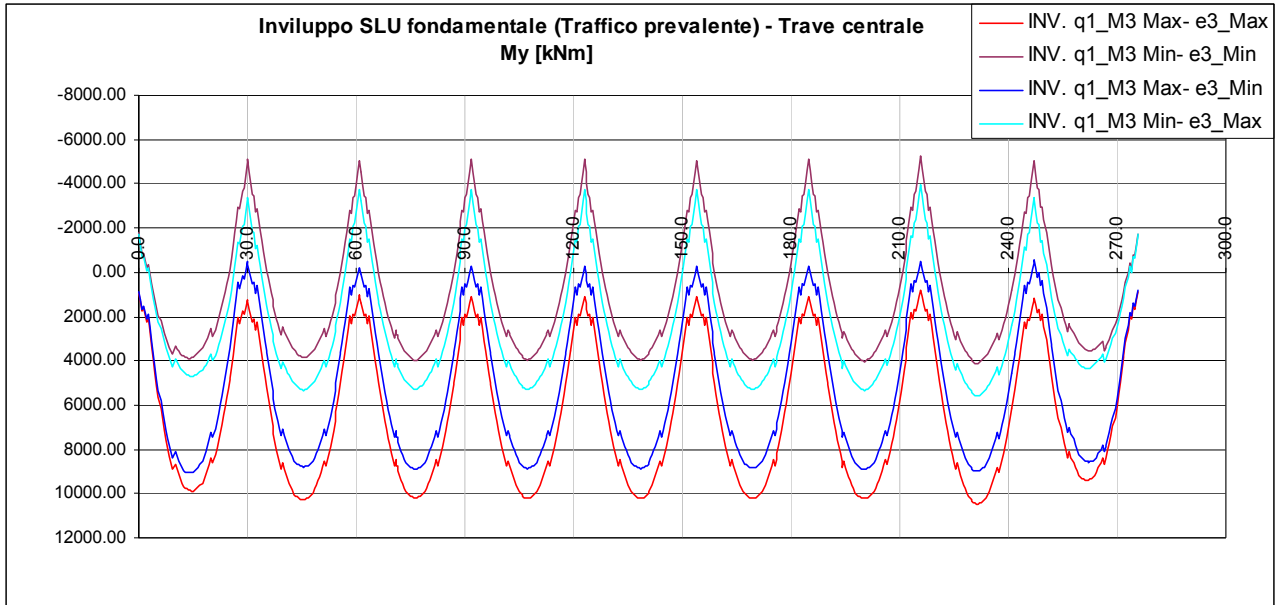
S.L.E. – quasi permanente

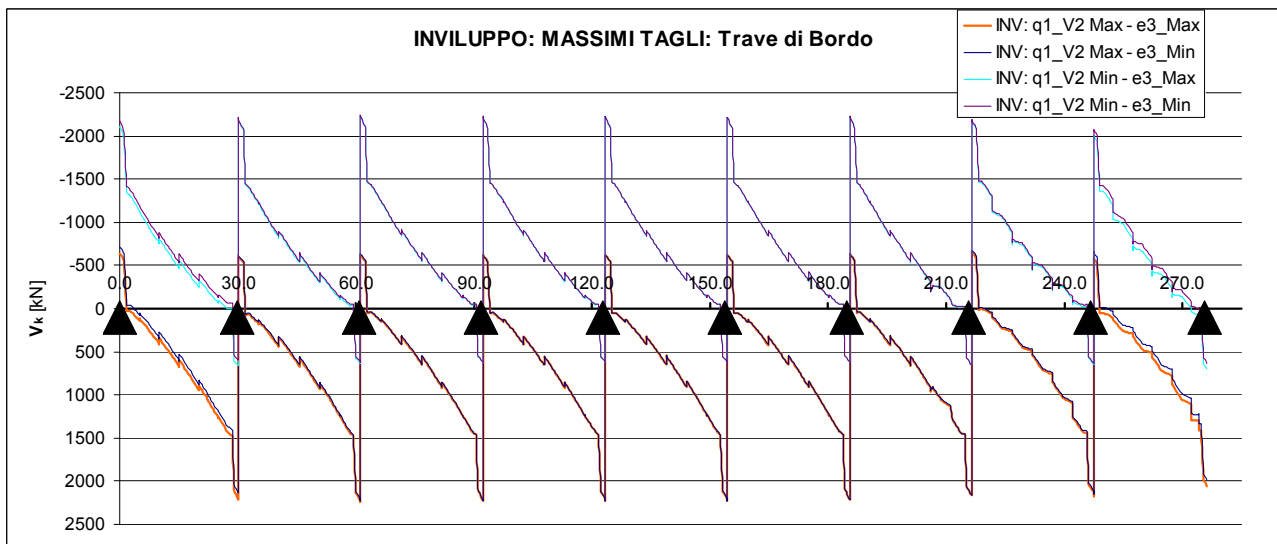
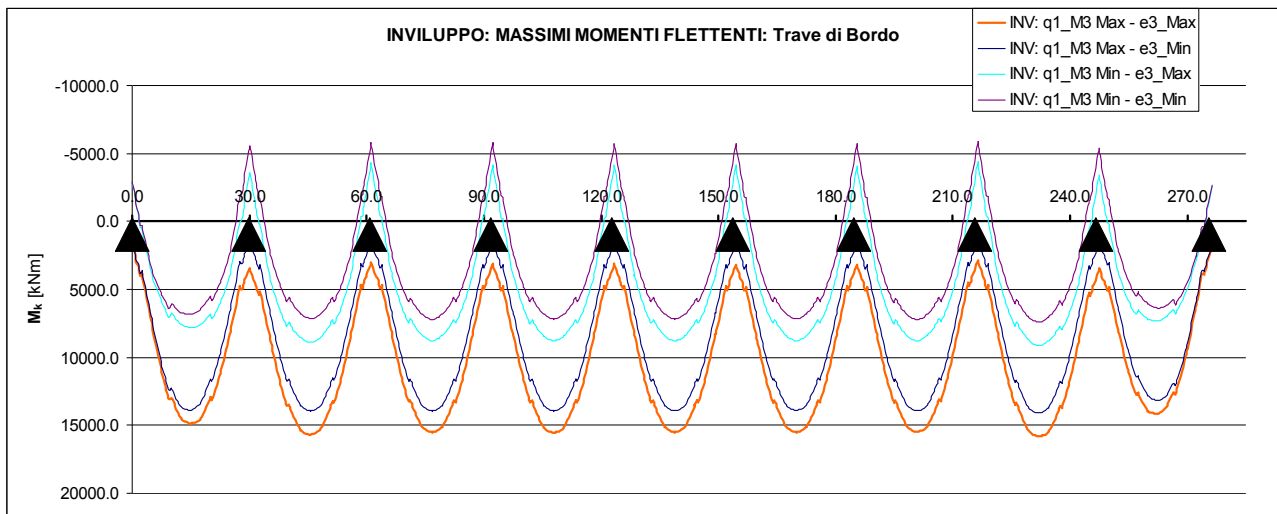
Risultano assenti i carichi mobili da traffico, i cui coefficienti quasi permanenti di combinazione sono nulli, mentre la temperatura viene associata al coefficiente di combinazione $\psi_{2,2} = 0.5$.

6. Risultati Dell'analisi Strutturale Impalcato

6.1 Sollecitazioni trave

Nel seguito si riportano i diagrammi degli involucri con Traffico prevalente delle prime nove campate della travata di bordo lato ciglio esterno e della travata centrale adiacente.





6.2 Sollecitazioni nei traversi

Nel seguito si riportano i diagrammi degli involucri agli SLU, (Traffico dominante), del momento flettente del taglio e della torsione. Nelle Tabella 6.1 e Tabella 7.1 si riportano le massime sollecitazioni adottate nelle verifiche.

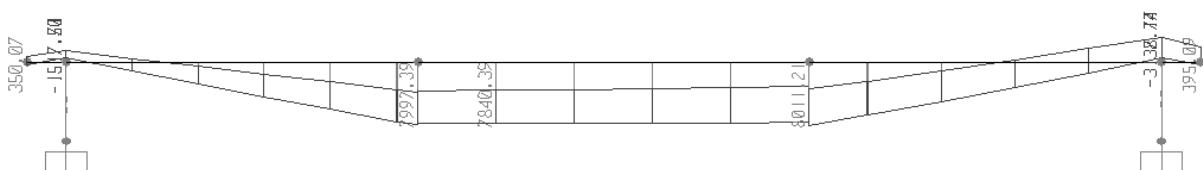


Figura 6.1: SLU fondamentale (Traffico dominante) - My

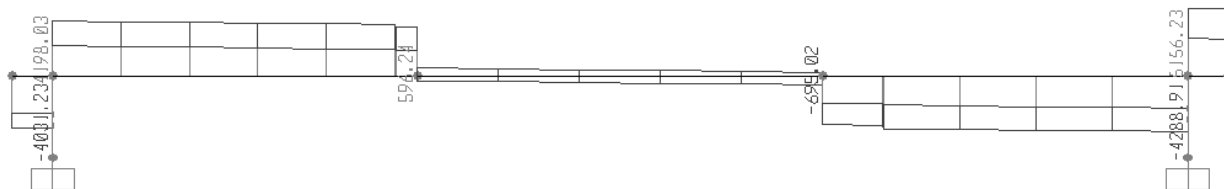


Figura 6.2: SLU fondamentale (Traffico dominante) - Fz

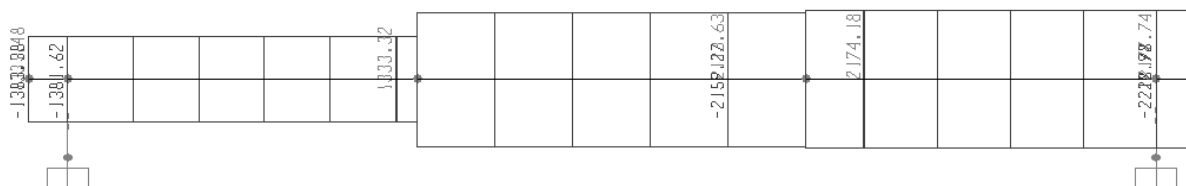


Figura 6.3: SLU fondamentale (Traffico dominante) - T

Tabella 6.1: Sollecitazioni combinate agli SLU per le verifiche a flessione

comb	My	Trasverso
M3max	7974.32	P08
M3min	-3125.74	P08

Tabella 6.2: Sollecitazioni combinate agli SLU per le verifiche a taglio

	V2	T	Trasverso
V2max	5131.5	-37.1	P08
V2max	-4267.0	185.2	P08
Tmax	-2683.7	2282.8	P02
Tmax	-3089.8	-2292.6	P01

Nella Tabella 6.3 e nelle figure seguenti vengono riportate le sollecitazioni combinate agli SLE per le relative verifiche in esercizio.

Tabella 6.3: Sollecitazioni combinate agli SLE

	My	Trasverso	COMB
M3max	5368.1	P08	Frequente
M3min	-1918.8	P08	Frequente
M3max	3624.0	P08	Quasi Permermanente
M3min	-784.3	P01	Quasi Permermanente

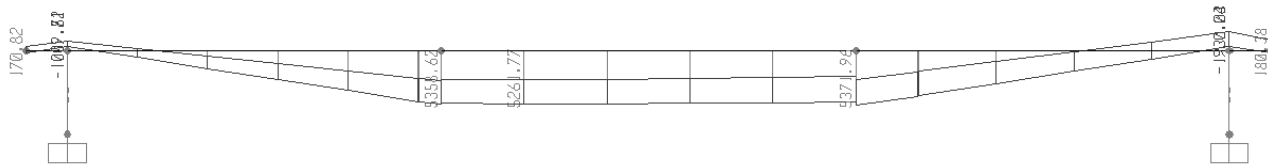


Figura 6.4: Momento My combinazione Frequente

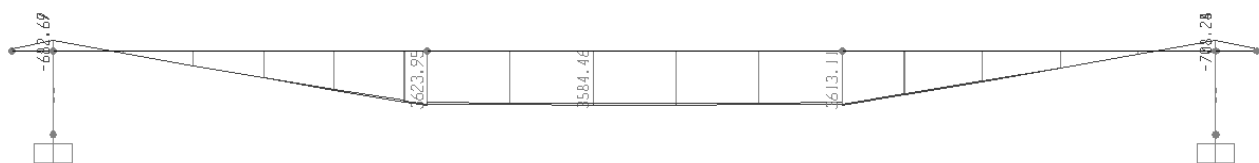


Figura 6.5: Momento My combinazione Quasi Permanente

6.3 Stato deformativo della struttura

Le frecce massime prodotte dai carichi permanenti e dai carichi da traffico valgono:

$f_1 = 19.65 \text{ mm}$ (freccia massima per carichi permanenti);

$f_2 = 36.61 \text{ mm}$ (freccia massima per carichi da traffico).

Nelle seguenti figure si riportano le configurazioni deformate della struttura.



Figura 6.6: Spostamenti verticali Tratto 1



Figura 6.7: Spostamenti verticali Tratto 2

CORRIDOIO PLURIMODALE TIRRENICO-NORD EUROPA ITINERARIO AGRIGENTO -CALTANISSETTA-A19 S.S. N° 640 "DI PORTO EMPEDOCLE" AMMODERNAMENTO E ADEGUAMENTO ALLA CAT. B DEL D.M. 5.11.2001 DAL KM 44+000 ALLO SVINCOLO CON L'A19 Progetto Esecutivo	Opera: Viadotto Arenella III
	Relazione di Calcolo Impalcato - Carreggiata DX
	Pagina 32
	Nome file: VI15-F- CL003_C.00_relazione_calcolo_impalcato_DX.doc.

7. VERIFICHE TRAVI

Nei paragrafi successivi si riportano le verifiche di sicurezza delle sezioni più significative della trave. Tali sezioni sono riepilogate nel seguente prospetto, nel quale, oltre all'indicazione delle sezioni oggetto di verifica, viene indicato anche lo stato/i limite considerato/i per la verifica di ciascuna sezione.

Tabella 7.1 - Indicazione delle sezioni di verifica.

ID - sezione	trave	Descrizione della sezione	Materiale	Stati limite verificati			
				SLE – limitazione delle tensioni	SLE – verifica a fessurazione	SLU – tensioni normali	SLU – taglio, torsione e loro interazione
SA-b	bordo	x=L/2 (sezione di mezzeria)	c.a.p.	X	X	X	
SB-b	bordo	sezione a x=1.50m dalla testata della trave (sezione a filo riempimento in cls)	c.a.p.	X	X	X	X
SC-b	bordo	sezione di testata della trave sezione a 9.0m dalla testata della trave	c.a.o.	X	X	X	X
SD-b	bordo	sezione a x=3.225m da testata trave	c.a.p.	X	X	X	X
SE-b	bordo	x=L/2 (sezione di mezzeria)	c.a.p.	X	X	X	
SA-c	centrale	sezione a x=1.50m dalla testata della trave (sezione a filo riempimento in cls)	c.a.p.	X	X	X	X
SB-c	centrale	sezione di testata della trave sezione a 9.0m dalla testata della trave	c.a.o.	X	X	X	X
SC-c	centrale	sezione a x=3.225m da testata trave	c.a.p.	X	X	X	X
SD-c	centrale	x=L/2 (sezione di mezzeria)	c.a.p.	X	X	X	
SE-c	centrale	sezione a x=1.50m dalla testata della trave	c.a.p.	X	X	X	X

7.1 S.L.U. – Verifiche a pressoflessione

Nei paragrafi successivi si riportano le verifiche a pressoflessione delle sezioni significative della trave. Vengono riportate le sollecitazioni agenti e resistenti e lo stato deformativo nelle fibre estreme del calcestruzzo e dell'acciaio, oltre ai coefficienti di utilizzo che risultano tutti minori dell'unità.

7.1.1 Sezione SA-c (fibre tese inferiori)

Sezione: Cassoncini + Soletta 2500x250 mm
Precompressione: tutti i trefoli sono attivi 60 trefoli
Armatura corrente in soletta ϕ 14/200 sopra e sotto
Posizione: mezzeria

Sollecitazioni:

Verifica:

$M_{Ed,max} = 10469 \text{ kNm}$ SLU fondamentale M_{max} – Fibre tese all'intradosso

$M_{Rd} = 17337 \text{ kNm}$ Momento resistente positivo

$C_u = M_{Ed,max} / M_{Rd} = 0.60 < 1$ coefficiente di utilizzo

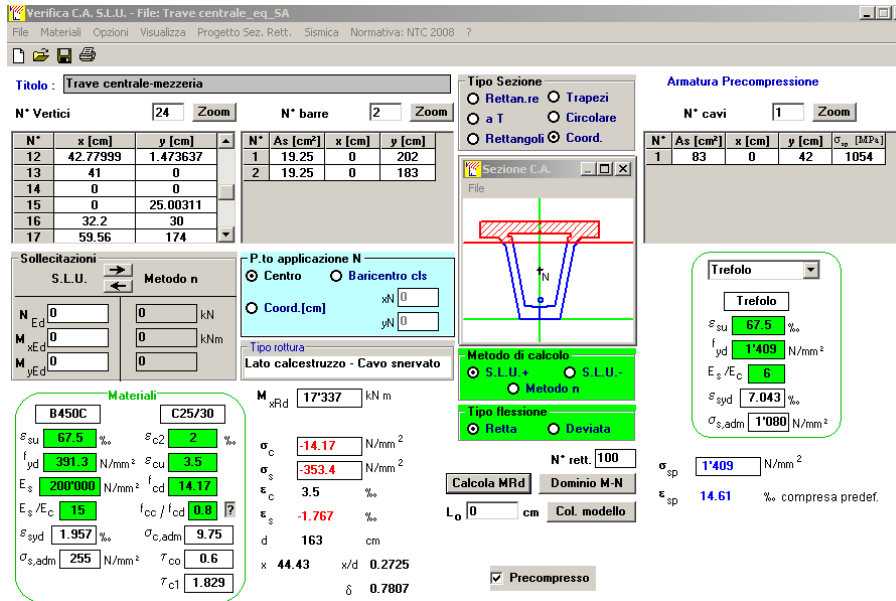


Figura 7.1: Momento resistente sezione di mezzeria.

7.1.2 Sezione SB-c (fibre tese inferiori/superiori)

Sezione: Cassoncini + Soletta 2500x250 mm
 Precompressione: sono attivi 36 trefoli trefoli
 Armatura corrente in soletta $\phi 14/200 + \phi 26/200$ sopra e sotto
 Posizione: a filo riempimento

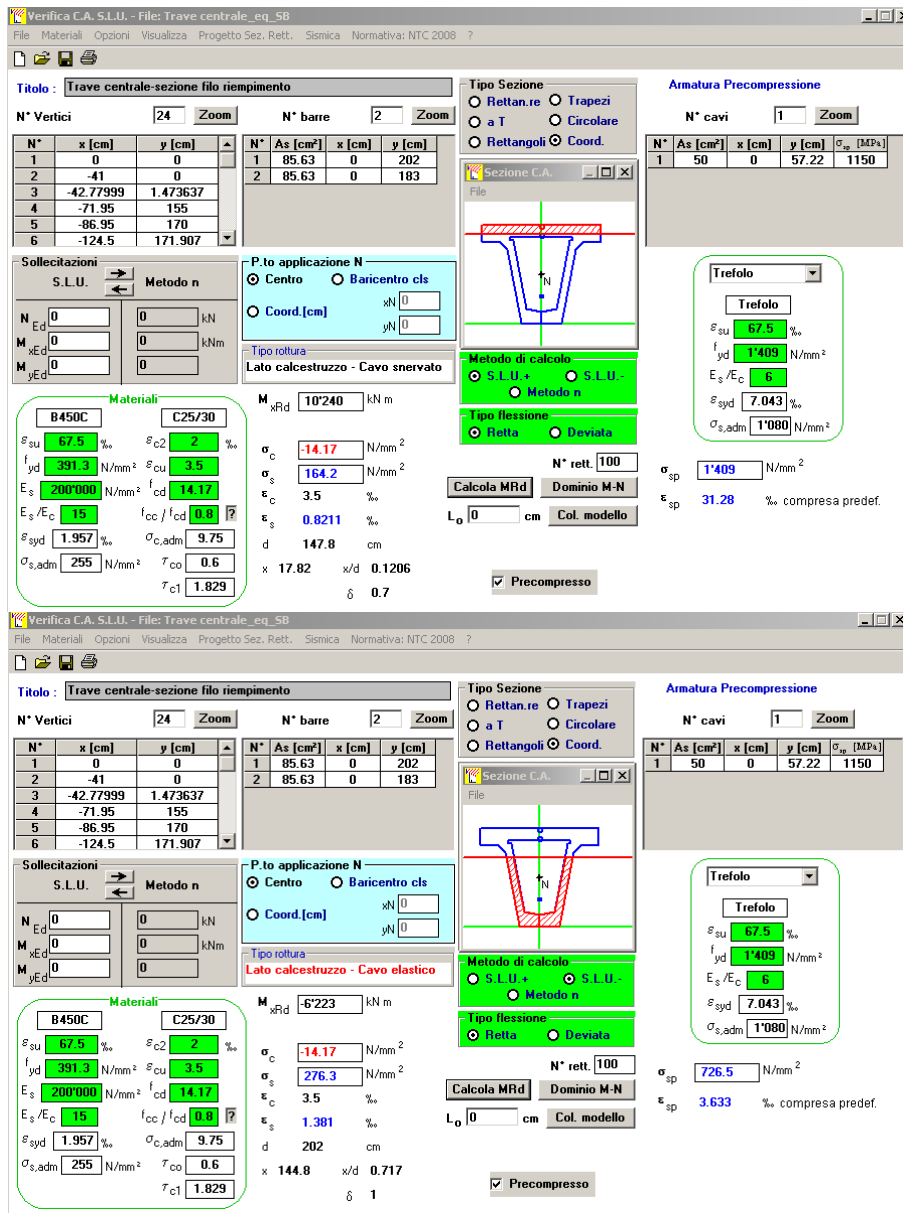
Sollecitazioni:

$M_{Ed,max} = 2114.99 \text{ kNm}$ SLU fondamentale M_{max} – Fibre tese all'intradosso
 $M_{Ed,min} = -3728.38 \text{ kNm}$ SLU fondamentale M_{min} – Fibre tese all'estradosso

Verifica:

$M_{Rd} = 10240 \text{ kNm}$ Momento resistente positivo
 $M_{Rd} = -6223 \text{ kNm}$ Momento resistente negativo

$C_u = M_{Ed,max} / M_{Rd} = 0.21 < 1$ coefficiente di utilizzo
 $C_u = M_{Ed,min} / M_{Rd} = 0.60 < 1$ coefficiente di utilizzo



7.1.3 Sezione SC-c (fibre tese superiori)

Sezione: Cassoncini + Soletta 2500x250 mm + Cavità cassoncino piena
 Precompressione: non efficace
 Armatura corrente in soletta ϕ 14/200+ ϕ 26/200 sopra e sotto
 Armatura a fondo cassoncino: 6+6+6 ϕ 26 a z=350, 400, 450mm
 Posizione: a filo traverso

Sollecitazioni:

$M_{Ed,min} = -5254.20$ kNm SLU fondamentale Mmin – Fibre tese all'estradosso

Verifica:

$M_{Rd} = -11229$ kNm Momento resistente negativo

$C_u = M_{Ed,min} / M_{Rd} = 0.47 < 1$ coefficiente di utilizzo

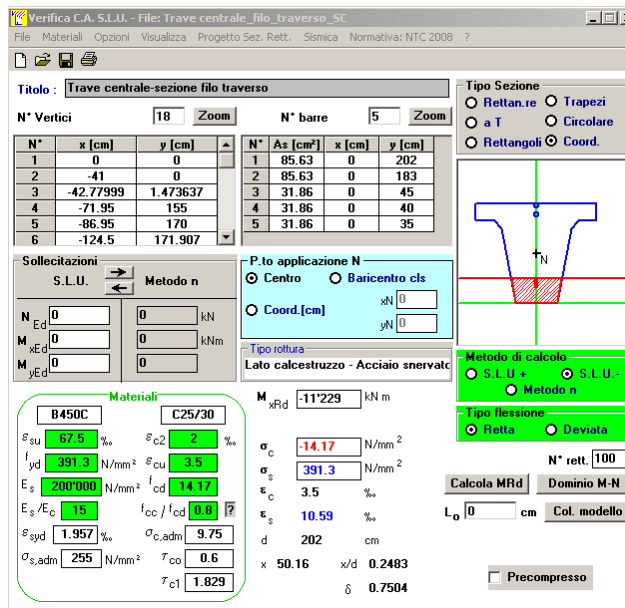


Figura 7.3: Momento resistente sezione a filo traverso

7.1.4 Sezione SD-c (fibre tese inferiori)

Sezione: Cassoncini + Soletta 2500x250 mm
 Precompressione: sono attivi 50 trefoli trefoli
 Armatura corrente in soletta ϕ 14/200 sopra e sotto
 Posizione: a 9,00 m dalla testata

Sollecitazioni:

$M_{Ed,max} = 9056.80$ 6kNm SLU fondamentale Mmax – Fibre tese all'intradosso

Verifica:

$M_{Rd} = 14414$ kNm Momento resistente positivo

$C_u = M_{Ed,min} / M_{Rd} = 0.63 < 1$ coefficiente di utilizzo

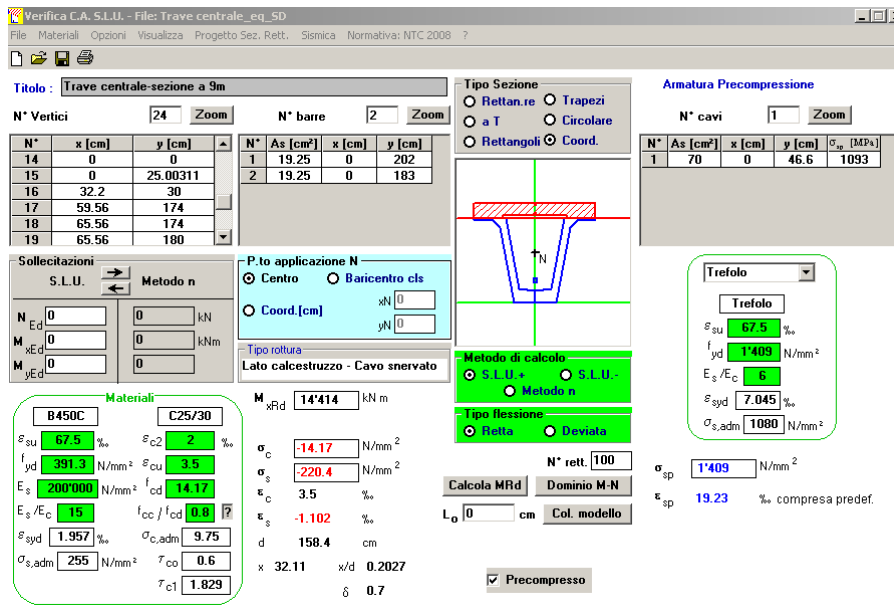


Figura 7.4: Momento resistente sezione a 9m dalla testata

7.1.5 Sezione SA-b (fibre tese inferiori)

Sezione: Cassoncini + Soletta 3750x250 mm
 Precompressione: tutti i trefoli sono attivi 60 trefoli
 Armatura corrente in soletta ϕ 14/200 sopra e sotto
 Posizione: mezzeria

Sollecitazioni:

$M_{Ed,max} = 15834 \text{ kNm}$ SLU fondamentale M_{max} – Fibre tese all'intradosso

Verifica:

$M_{Rd} = 17956 \text{ kNm}$ Momento resistente positivo

$C_u = M_{Ed,max} / M_{Rd} = 0.88 < 1$ coefficiente di utilizzo

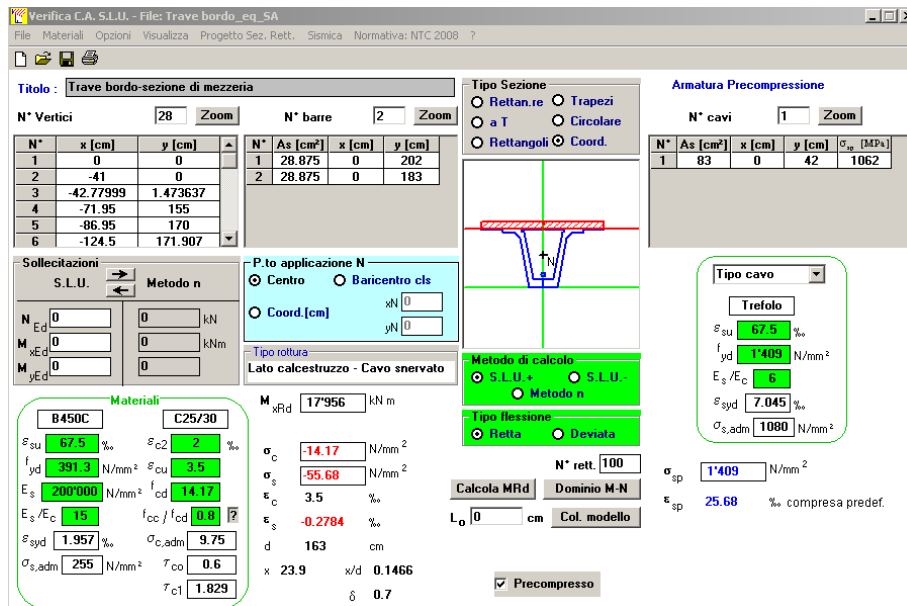


Figura 7.5: Momento resistente sezione di mezzeria.

7.1.6 Sezione SB-b (fibre tese inferiori/superiori)

Sezione: Cassoncini + Soletta 3790x250 mm

Precompressione: sono attivi 36 trefoli trefoli

Armadura corrente in soletta ϕ 14/200+ ϕ 26/200 sopra e sotto

Posizione: a filo riempimento

Sollecitazioni:

$$M_{Ed,max} = 4639.78 \text{ kNm}$$

$$M_{Ed,min} = -3608.51 \text{ kNm}$$

SLU fondamentale Mmax – Fibre tese all'intradosso
 SLU fondamentale Mmin – Fibre tese all'estradosso

Verifica:

$$M_{Rd} = 1850 \text{ kNm}$$

$$M_{Rd} = -6559 \text{ kNm}$$

Momento resistente positivo
 Momento resistente negativo

$$C_u = M_{Ed,max} / M_{Rd} = 0.43 < 1$$

$$C_u = M_{Ed,min} / M_{Rd} = 0.55 < 1$$

coefficiente di utilizzo
 coefficiente di utilizzo

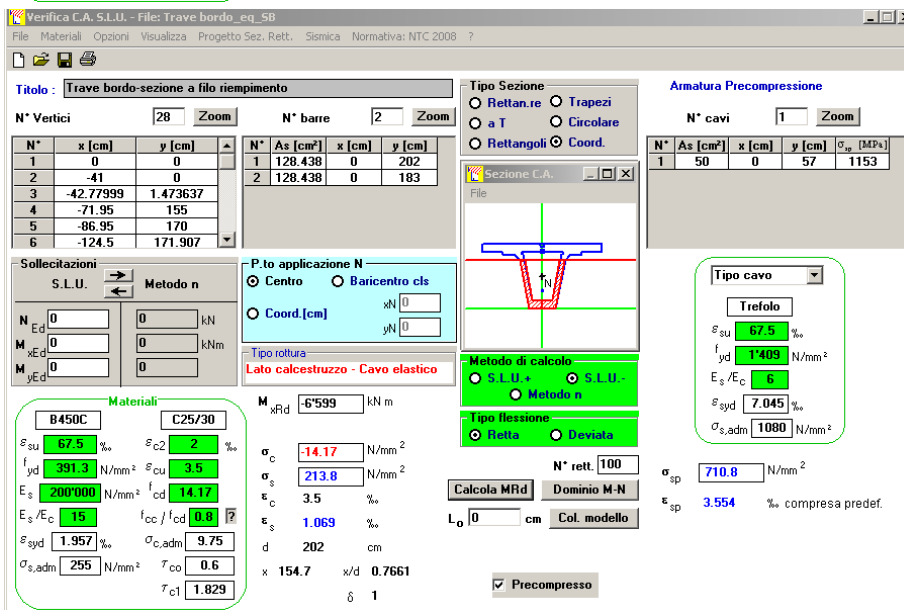
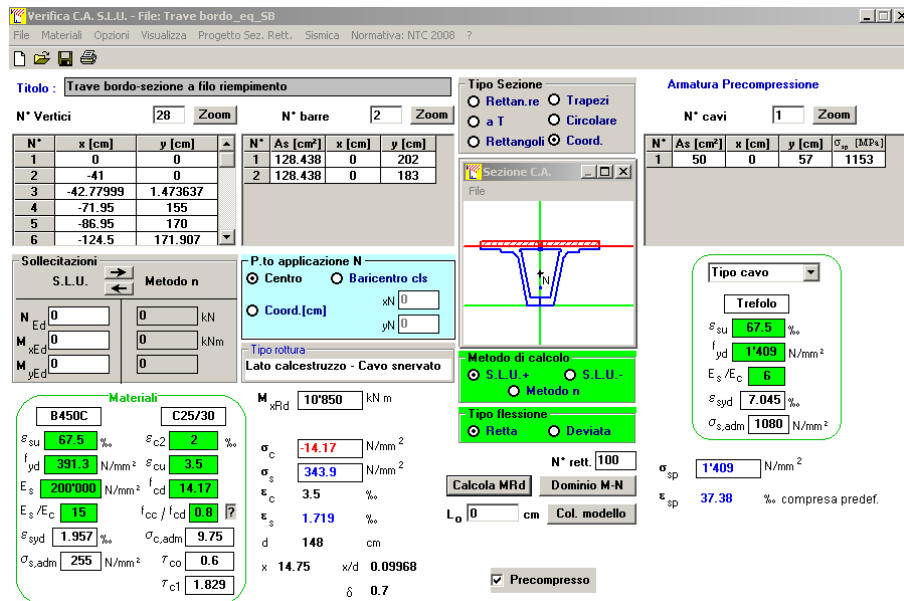


Figura 7.6: Momento resistente sezione a filo riempimento

CORRIDOIO PLURIMODALE TIRRENICO-NORD EUROPA ITINERARIO AGRIGENTO -CALTANISSETTA-A19 S.S. N° 640 "DI PORTO EMPEDOCLE" AMMODERNAMENTO E ADEGUAMENTO ALLA CAT. B DEL D.M. 5.11.2001 DAL KM 44+000 ALLO SVINCOLO CON L'A19 Progetto Esecutivo	Opera: Viadotto Arenella III
	Relazione di Calcolo Impalcato - Carreggiata DX
	Pagina 39
Nome file: VI15-F- CL003_C.00_relazione_calcolo_impalcato_DX.doc.	

7.1.7 Sezione SC-b (fibre tese superiori)

Sezione: Cassoncini + Soletta 3790x250 mm + Cavità cassoncino piena
Precompressione: non efficace
Armatura corrente in soletta ϕ 14/200+ ϕ 26/200 sopra e sotto
Armatura a fondo cassoncino:6+6+6 ϕ 26 a z=350, 400, 450mm
Posizione: a filo traverso

Sollecitazioni:

$$M_{Ed,min} = -5867 \text{ kNm} \quad \text{SLU fondamentale } M_{min} - \text{Fibre tese all'estradosso}$$

Verifica:

$$M_{Rd} = -11229 \text{ kNm} \quad \text{Momento resistente negativo}$$

$$C_u = M_{Ed,min} / M_{Rd} = 0.52 < 1 \quad \text{coefficiente di utilizzo}$$

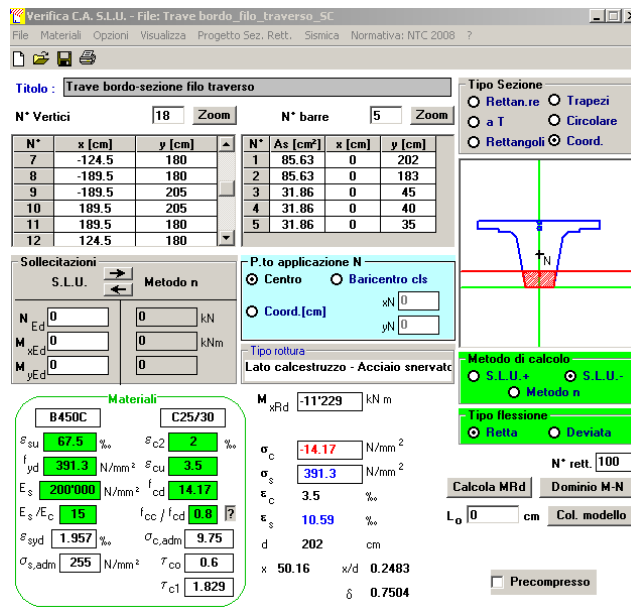


Figura 7.7: Momento resistente sezione a filo traverso

7.1.8 Sezione SD-b (fibre tese inferiori)

Sezione: Cassoncini + Soletta 3790x250 mm
Precompressione: sono attivi 50 trefoli trefoli
Armatura corrente in soletta ϕ 14/200 sopra e sotto
Posizione: a 9,00 m dalla testata

Sollecitazioni:

$$M_{Ed,max} = 13578 \text{ kNm} \quad \text{SLU fondamentale } M_{max} - \text{Fibre tese all'intradosso}$$

Verifica:

$M_{Rd} = 14728 \text{ kNm}$

Momento resistente positivo

$C_u = M_{Ed, \min} / M_{Rd} = 0.92 < 1$

coefficiente di utilizzo

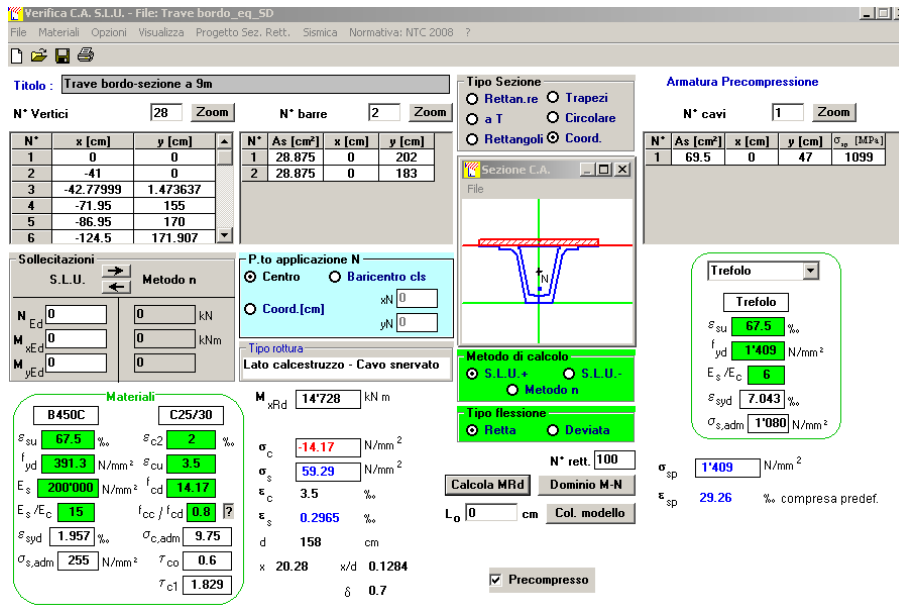


Figura 7.8: Momento resistente sezione a 9m dalla testata

7.1.9 Verifica del trasferimento della forza di tiro nell'armatura inferiore (fibre tese inferiori)

Si verifica che lo sforzo di trazione che nasce per equilibrare il momento negativo in appoggio (fibre tese inferiori) possa essere interamente trasferito dal nucleo in cls alle travi in cap, perché possa ritenersi garantita la continuità anche per flessione negativa. Si cumulano tre contributi di natura diversa:

- l'aderenza fra cao e cap lungo la zona piena
- la resistenza a sfilamento dei trefoli, le cui code per almeno 600mm sono annegate nel traverso
- la resistenza a snervamento di $6\phi 22$, che fuoriescono dalla travata in cap ed entrano nel traverso

Si rimanda alle tavole da disegno per i particolari costruttivi

$$F_{Sd} = \frac{M_{Sd}}{0.9 \cdot d};$$

Materiali

Calcestruzzo riempimento C32/40

R_{ck}	=	40	MPa	resistenza caratteristica cubica
f_{ck}	=	33.2	MPa	resistenza caratteristica cilindrica
f_{cm}	=	41.2	MPa	resistenza cilindrica media
α_{cc}	=	0.85		coefficiente riduttivo per resistenze di lunga durata
γ_c	=	1.5		coefficiente parziale di sicurezza
f_{cd}	=	18.81	MPa	resistenza di calcolo a compressione
f_{ctm}	=	3.10	MPa	resistenza media a trazione semplice (assiale)
f_{ctk}	=	2.17	MPa	resistenza caratteristica a trazione semplice (assiale)
c	=	1.00		per solette, pareti, ed elementi con spessori minori di 50mm va ridotta di 0,80

CORRIDOIO PLURIMODALE TIRRENICO-NORD EUROPA ITINERARIO AGRIGENTO -CALTANISSETTA-A19 S.S. N° 640 "DI PORTO EMPEDOCLE" AMMODERNAMENTO E ADEGUAMENTO ALLA CAT. B DEL D.M. 5.11.2001 DAL KM 44+000 ALLO SVINCOLO CON L'A19 Progetto Esecutivo	Opera: Viadotto Arenella III
	Relazione di Calcolo Impalcato - Carreggiata DX
	Pagina 41
	Nome file: VI15-F- CL003_C.00_relazione_calcolo_impalcato_DX.doc.

f_{ctd} = 1.45 MPa resistenza di calcolo a trazione del calcestruzzo

Acciaio

f_{yk} = 450 tensione caratteristica di snervamento

γ_s = 1.15 coefficiente parziale di sicurezza

f_{yd} = 391.30 MPa tensione di snervamento di calcolo

Sollecitazione

M_{Ed} = 3592.28 kNm momento minimo (fibre tese inferiori) in asse appoggio

Z_G = 200 mm baricentro armatura aggiuntiva riferito all'intradosso trave

d = 1600 mm distanza del baricentro armatura inferiore dall'estradosso soletta

F_{sd} = 2495 kN tiro totale nelle armature lente superiori

Contributo dell' aderenza tra getti di cls

c = 0.45 fattore di calcolo dell'aderenza fra superfici scabre

f_{ctd} = 1.45 MPa resistenza a trazione del cls in opera

$\sum S_c$ = 1652 mm contorno aderente base cassoncino (fondo+500mm a dx e sx)

l_r = 1500 mm distanza inizio cassoncino - fine del riempimento

$\tau_{Rd} = c f_{ctd}$ = 0.65 MPa tensione tagliante resistente del calcestruzzo in opera

F_{Rd1} = 1613 kN contributo dell' aderenza

Contributo dell' armatura lenta presente nella suola del cassoncino

ϕ = 22 mm diametro barre

n = 6 numero ferri

A_{sl} = 2281 mmq area ferri

f_{yd} = 391.30 MPa

F_{Rd2} = 892 kN contributo dell' aderenza

Contributo delle code dei trefoli

ϕ = 15 mm diametro trefoli

n = 30 numero ferri

U_{sl} = 47 mm perimetro aderente di un trefolo

η_1 = 1.0 condizione di buona aderenza

η_2 = 1.0 1 per diametri <32 mm

f_{bd} = 3.25 MPa tensione ultima di aderenza (EN 1992-1-1 8.4.3 ed 8.4.4)

α_4 = 0.7 per ancoraggio in trazione

$\alpha_2 \alpha_3 \alpha_5$ = 0.7 limite inferiore di tutti i fattori

f_{bd}^* = 1.59 MPa aderenza effettiva acc-cls a SLU

l = 600 mm lunghezza di ancoraggio

F_{Rd3} = 1349 kN contributo aderenza code trefoli

Resistenza Totale $F_{RdT} = F_{Rd1} + F_{Rd2} + F_{Rd3}$

F_{RdT} = 3854 kN resistenza totale

F_{sd} = 2495 kN tiro totale nelle armature lente superiori

F_{RdT}/F_{sd} = 1.54
ok se >1 verifica soddisfatta

CORRIDOIO PLURIMODALE TIRRENICO-NORD EUROPA ITINERARIO AGRIGENTO -CALTANISSETTA-A19 S.S. N° 640 "DI PORTO EMPEDOCLE" AMMODERNAMENTO E ADEGUAMENTO ALLA CAT. B DEL D.M. 5.11.2001 DAL KM 44+000 ALLO SVINCOLO CON L'A19 Progetto Esecutivo	Opera: Viadotto Arenella III
	Relazione di Calcolo Impalcato - Carreggiata DX
	Pagina 42
	Nome file: VI15-F- CL003_C.00_relazione_calcolo_impalcato_DX.doc.

7.2 S.L.U. – Verifiche a taglio e torsione

7.2.1 Sezione SB-c (trave centrale)

Campata:	P04-P05	P08-P09		
Trave:	TRAVE CENTRALE SB (filo riempimento)	TRAVE CENTRALE SB (filo riempimento)		
Sezione:				
COMB	VEd,max - TEd	VEd - TEd,max		
Sollecitazioni				
V_{Ed}	=	1102	229	kN taglio di caloclo
T_{Ed}	=	20	356	kN torsione di caloclo
N_{Ed}	=	0	0	kN sforzo normale i calcolo
Materiali				
Calcestruzzo				
R_{ck}	=	55	55	MPa resistenza caratteristica cubica
f_{ck}	=	45.7	45.7	MPa resistenza caratteristica cilindrica
α_{cc}	=	0.85	0.85	
γ_c	=	1.50	1.50	
f_{cd}	=	25.87	25.87	MPa resistenza di calcolo a compressione
Acciaio				
f_{yk}	=	450	450	MPa tensione caratteristica di snervamento
γ_s	=	1.15	1.15	
f_{yd}	=	391.30	391.30	MPa tensione di snervamento di calcolo
Verifica capacità a Taglio				
Verifica per elementi sprovvisti di armatura a taglio				
b_w	=	314	314	mm larghezza minima sezione
d	=	1925	1925	mm altezza utile
\emptyset_w	=	14	14	mm diametro ferri long. tesi
n	=	25	25	
A_{sl}	=	3848	3848	mm ² armatura longitudinale
A_c	=	1460327	1460327	mm ² area sezione cls
k	=	1.32	1.32	
σ_{cp}	=	0.0000	0.0000	MPa tensione media calcestruzzo $\leq 0,2f_{cd}$
ρ_1	=	0.00637	0.00637	
v_{min}	=	0.360	0.360	
V_{Rd}	=	294.90	294.90	kN taglio resistente
V_{Ed}	=	1102	228.5	kN taglio di caloclo
FS		0.27	1.29	
		no	ok	se >1 verifica soddisfatta
Verifica per elementi provvisti di armatura a taglio				
\emptyset_w	=	12	12	mm diametro armatura resistente a taglio
α	=	90.00	90.00	° angolo di inclinazione armatura trasversale
s	=	150.00	150.00	mm passo staffe

CORRIDOIO PLURIMODALE TIRRENICO-NORD EUROPA ITINERARIO AGRIGENTO -CALTANISSETTA-A19 S.S. N° 640 "DI PORTO EMPEDOCLE" AMMODERNAMENTO E ADEGUAMENTO ALLA CAT. B DEL D.M. 5.11.2001 DAL KM 44+000 ALLO SVINCOLO CON L'A19 Progetto Esecutivo	Opera: Viadotto Arenella III		
	Relazione di Calcolo Impalcato - Carreggiata DX		
	Pagina 43		
	Nome file: VI15-F- CL003_C.00_relazione_calcolo_impalcato_DX.doc.		

n_{br}	=	4.0	4.0		numero bracci armatura trasversale
A_{sw}	=	452.39	452.39	mmq	area armatura trasversale posta nell'interasse s
b_w	=	314.00	314.00	mm	larghezza minima sezione
f_{cd}	=	25.87	25.87	MPa	
ν	=	0.5	0.5		coeff. di riduzione f_{cd}
f'_{cd}	=	12.93	12.93	MPa	resistenza a compressione del cls ridotta
ω_{sw}	=	0.14529	0.14529		% meccanica di armatura trasversale
α_C	=	1.00000	1.00000		
$\cot(\Theta)$	=	1.562	1.562		valore di calcolo check $1 \leq \cot(\Theta) \leq 2,5$
V_{Rsd}	=	3194.6736	3194.6736	kN	Resistenza "taglio trazione"
V_{Rcd}	=	3194.6736	3194.6736	kN	Resistenza "taglio compressione"
V_{Rd}	=	3194.6736	3194.6736	kN	Resistenza a taglio
V_{Ed}	=	1102	228.5	kN	taglio di caloclo
FS	=	2.90	13.98		se >1 verifica soddisfatta
		ok	ok		

Verifica capacità a Torsione

\emptyset_w	=	12	12	mm	diametro armatura resistente a taglio
α	=	90.00	90.00	°	angolo di inclinazione armatura trasversale
s	=	150	150	mm	passo staffe
n_{br}	=	2	2		numero bracci armatura trasversale
A_s	=	226.19	226.19	mmq	area armatura trasversale posta nell'interasse s
A_s/s	=	1.51	1.51	mmq/m	
ΣA_l	=	5001	5001	mmq	area complessiva barre longitudinali
A_c	=	1734000	1734000	mmq	area sezione
t	=	157	157	mm	spessore sezione cava
Ω	=	1930000	1930000	mmq	area racchiusa dalla fibra media
u_m	=	5800	5800	mm	perimetro medio del nucleo resistente
ω_{sw}	=	0.15	0.15		% meccanica di armatura trasversale
ω_{sl}	=	0.08	0.08		% meccanica di armatura longitudinale
ν	=	0.5	0.5		coeff. di riduzione f_{cd}
f'_{cd}	=	12.93	12.93	MPa	resistenza a compressione del cls ridotta
σ_{cp}	=	0.000	0.000	MPa	tensione media calcestruzzo $\leq 0,2f_{cd}$
α_C	=	1.0000	1.0000		
$\cot(\Theta)$	=	1.56	1.56		Valore di calcolo ($0.4 \leq \cot(\Theta) \leq 2,5$)
T_{Rcd}	=	3558.86	3558.86	kNm	resistenza offerta dal calcestruzzo
T_{Rsd}	=	3558.86	3558.86	kNm	resistenza offerta dall'armatura trasversale
T_{Rld}	=	833.58	833.58	kNm	resistenza offerta dall'armatura longitudinale
T_{Rd}	=	833.58	833.58	kNm	Resistenza a torsione
T_{Sd}	=	20	355.87	kN	Torsione di caloclo
FS	=	41.68	2.34		
		ok	ok		

Verifica interazione Taglio - Torsione

Sollecitazioni

CORRIDOIO PLURIMODALE TIRRENICO-NORD EUROPA ITINERARIO AGRIGENTO -CALTANISSETTA-A19 S.S. N° 640 "DI PORTO EMPEDOCLE" AMMODERNAMENTO E ADEGUAMENTO ALLA CAT. B DEL D.M. 5.11.2001 DAL KM 44+000 ALLO SVINCOLO CON L'A19 Progetto Esecutivo	Opera: Viadotto Arenella III		
	Relazione di Calcolo Impalcato - Carreggiata DX		
	Pagina 44		
	Nome file: VI15-F- CL003_C.00_relazione_calcolo_impalcato_DX.doc.		

$\cot\theta$	=	1.562	1.562		valore di calcolo
V_{Ed}	=	1102	228.5	kN	taglio di calocolo
T_{Ed}	=	20	355.87	kN	torsione di calocolo
Resistenze					
V_{Rcd}	=	3194.67	3194.67	kN	Resistenza a taglio lato cls
T_{Rcd}	=	3558.86	3558.86	kNm	Resistenza a torsione lato cls
Verifica					
$T_{Ed}/T_{Rcd} + V_{Ed}/V_{Rcd}$	=	0.35	0.17		se <1 verifica soddisfatta
		ok	ok		

7.2.2 Sezione SD-c (trave centrale)

Campata:	P05-P06	P08-P09
Trave:	TRAVE CENTRALE	TRAVE CENTRALE
Sezione:	SD (a 9m da testata)	SD (a 9m da testata)
COMB	VEd,max - TEd	VEd - TEd,max

Sollecitazioni

V_{Ed}	=	743	119	kN	taglio di calocolo
T_{Ed}	=	16	321	kN	torsione di calocolo
N_{Ed}	=	0	0	kN	sforzo normale i calcolo

Materiali

Calcestruzzo

R_{ck}	=	55	55	MPa	resistenza caratteristica cubica
f_{ck}	=	45.7	45.7	MPa	resistenza caratteristica cilindrica
α_{cc}	=	0.85	0.85		coefficiente riduttivo per resistenze di lunga durata
γ_c	=	1.50	1.50		coefficiente parziale di sicurezza
f_{cd}	=	25.87	25.87	MPa	resistenza di calcolo a compressione

Acciaio

f_{yk}	=	450	450	MPa	tensione caratteristica di snervamento
γ_s	=	1.15	1.15		coefficiente parziale di sicurezza
f_{yd}	=	391.30	391.30	MPa	tensione di snervamento di calcolo

Verifica capacità a taglio

Verifica per elementi sprovvisti di armatura a taglio

b_w	=	314	314	mm	larghezza minima sezione
d	=	1925	1925	mm	altezza utile
\varnothing_w	=	14	14	mm	diametro ferri long. tesi
n	=	25	25		numero
A_{sl}	=	3848	3848	mm ²	armatura longitudinale
A_c	=	1734000	1734000	mm ²	area sezione cls
k	=	1.32	1.32		
σ_{cp}	=	0.0000	0.0000	MPa	tensione media calcestruzzo $\leq 0,2f_{cd}$
ρ_1	=	0.00637	0.00637		rapporto geometrico di armatura longitudinale $\leq 0,02$
v_{min}	=	0.360	0.360		

CORRIDOIO PLURIMODALE TIRRENICO-NORD EUROPA ITINERARIO AGRIGENTO -CALTANISSETTA-A19 S.S. N° 640 "DI PORTO EMPEDOCLE" AMMODERNAMENTO E ADEGUAMENTO ALLA CAT. B DEL D.M. 5.11.2001 DAL KM 44+000 ALLO SVINCOLO CON L'A19 Progetto Esecutivo	Opera: Viadotto Arenella III	
	Relazione di Calcolo Impalcato - Carreggiata DX	
	Pagina 45	
	Nome file: VI15-F- CL003_C.00_relazione_calcolo_impalcato_DX.doc.	

V_{Rd}	=	294.90	294.90	kN	taglio resistente
V _{Ed}	=	742.65	118.95	kN	taglio di calocolo
FS	=	0.40	2.48		se >1 verifica soddisfatta
		no	ok		
Verifica per elementi provvisti di armatura a taglio					
Ø _w	=	12	12	mm	diametro armatura resistente a taglio
α	=	90.00	90.00	°	angolo di inclinazione armatura trasversale
s	=	400.00	400.00	mm	passo staffe
n _{br}	=	4.0	4.0		numero bracci armatura trasversale
A _{sw}	=	452.39	452.39	mmq	area armatura trasversale posta nell'interasse s
b _w	=	314.00	314.00	mm	larghezza minima sezione
f _{cd}	=	25.87	25.87	MPa	
ν	=	0.5	0.5		coeff. di riduzione f _{cd}
f _{cd}	=	12.93	12.93	MPa	resistenza a compressione del cls ridotta
ω _{sw}	=	0.05448	0.05448		% meccanica di armatura trasversale
α _C	=	1.00000	1.00000		
cot(θ)	=	1.235	1.235		valore di calcolo check 1≤cot(θ)*≤2,5
V _{Rsd}	=	946.7679	946.7679	kN	Resistenza "taglio trazione"
V _{Rcd}	=	3441.2916	3441.2916	kN	Resistenza "taglio compressione"
V_{Rd}	=	946.7679	946.7679	kN	Resistenza a taglio
V _{Ed}	=	742.65	118.95	kN	taglio di calocolo
FS	=	1.27	7.96		se >1 verifica soddisfatta
		ok	ok		
Verifica capacità a Torsione					
Ø _w	=	12	12	mm	diametro armatura resistente a taglio
α	=	90.00	90.00	°	angolo di inclinazione armatura trasversale
s	=	400	400	mm	passo staffe
n _{br}	=	2	2		numero bracci armatura trasversale
A _s	=	226.19	226.19	mmq	area armatura trasversale posta nell'interasse s
A _s /s	=	0.57	0.57	mmq/mm	
ΣA _l	=	5001	5001	mmq	area complessiva barre longitudinali
A _c	=	1734000	1734000	mmq	area sezione
t	=	157	157	mm	spessore sezione cava
A	=	1930000	1930000	mmq	area racchiusa dalla fibra media
u _m	=	5800	5800	mm	perimetro medio del nucleo resistente
ω _{sw}	=	0.05	0.05		% meccanica di armatura trasversale
ω _{sl}	=	0.08	0.08		% meccanica di armatura longitudinale
ν	=	0.5	0.5		coeff. di riduzione f _{cd}
f _{cd}	=	12.93	12.93	MPa	resistenza a compressione del cls ridotta
σ _{cp}	=	0.000	0.000	MPa	tensione media calcestruzzo ≤0,2f _{cd}
α _C	=	1.0000	1.0000		
cot(θ)	=	1.23	1.23		Valore di calcolo (0.4≤cot(θ)*≤2,5)
T _{Rcd}	=	3833.59	3833.59	kNm	resistenza offerta dal calcestruzzo

CORRIDOIO PLURIMODALE TIRRENICO-NORD EUROPA ITINERARIO AGRIGENTO -CALTANISSETTA-A19 S.S. N° 640 "DI PORTO EMPEDOCLE" AMMODERNAMENTO E ADEGUAMENTO ALLA CAT. B DEL D.M. 5.11.2001 DAL KM 44+000 ALLO SVINCOLO CON L'A19 Progetto Esecutivo	Opera: Viadotto Arenella III	
	Relazione di Calcolo Impalcato - Carreggiata DX	
	Pagina 46	
	Nome file: VI15-F- CL003_C.00_relazione_calcolo_impalcato_DX.doc.	

T_{Rsd}	=	1054.70	1054.70	kNm	resistenza offerta dall'armatura trasversale
T_{Rld}	=	1054.70	1054.70	kNm	resistenza offerta dall'armatura longitudinale
T_{Rd}	=	1054.70	1054.70	kNm	Resistenza a torsione
T_{Sd}	=	15.5	321.42	kN	Torsione di calcolo
FS	=	68.04	3.28		
		ok	ok		

Verifica interazione Taglio - Torsione

Sollecitazioni

$\cot(\theta)$	=	1.235	1.235		valore di calcolo
V_{Ed}	=	742.65	118.95	kN	taglio di calcolo
T_{Ed}	=	15.5	321.42	kN	torsione di calcolo

Resistenze

V_{Rcd}	=	3441.29	3441.29	kN	Resistenza a taglio lato cls
T_{Rcd}	=	3833.59	3833.59	kNm	Resistenza a torsione lato cls

Verifica

$T_{Ed}/T_{Rcd} + V_{Ed}/V_{Rcd}$	=	0.22	0.12		se <1 verifica soddisfatta
		ok	ok		

7.2.3 Sezione SE-c (trave centrale)

Campata:	P05-P06	P07-P08
Trave:	TRAVE CENTRALE	TRAVE CENTRALE
Sezione:	SE (a 3.225m da testata)	SE (a 3.225m da testata)
COMB	$V_{Ed,max} - T_{Ed}$	$V_{Ed} - T_{Ed,max}$

Sollecitazioni

V_{Ed}	=	1473	765	kN	taglio di calcolo
T_{Ed}	=	245	341	kN	torsione di calcolo
N_{Ed}	=	0	0	kN	sforzo normale i calcolo

Materiali

Calcestruzzo

R_{ck}	=	55	55	MPa	resistenza caratteristica cubica
f_{ck}	=	45.7	45.7	MPa	resistenza caratteristica cilindrica
α_{cc}	=	0.85	0.85		coefficiente riduttivo per resistenze di lunga durata
γ_c	=	1.50	1.50		coefficiente parziale di sicurezza
f_{cd}	=	25.87	25.87	MPa	resistenza di calcolo a compressione

Acciaio

f_{yk}	=	450	450	MPa	tensione caratteristica di snervamento
γ_s	=	1.15	1.15		coefficiente parziale di sicurezza
f_{yd}	=	391.30	391.30	MPa	tensione di snervamento di calcolo

Verifica capacità a taglio

Verifica per elementi sprovvisti di armatura a taglio

b_w	=	314	314	mm	larghezza minima sezione
d	=	1925	1925	mm	altezza utile
\varnothing_w	=	14	14	mm	diametro ferri long. tesi

CORRIDOIO PLURIMODALE TIRRENICO-NORD EUROPA ITINERARIO AGRIGENTO -CALTANISSETTA-A19 S.S. N° 640 "DI PORTO EMPEDOCLE" AMMODERNAMENTO E ADEGUAMENTO ALLA CAT. B DEL D.M. 5.11.2001 DAL KM 44+000 ALLO SVINCOLO CON L'A19 Progetto Esecutivo	Opera: Viadotto Arenella III		
	Relazione di Calcolo Impalcato - Carreggiata DX		
	Pagina 47		
	Nome file: VI15-F- CL003_C.00_relazione_calcolo_impalcato_DX.doc.		

n	=	25	25		numero
A _{sl}	=	3848	3848	mm ²	armatura longitudinale
A _c	=	1734000	1734000	mm ²	area sezione cls
k	=	1.32	1.32		
σ _{cp}	=	0.0000	0.0000	MPa	tensione media calcestruzzo ≤0,2f _{cd}
ρ ₁	=	0.00637	0.00637		rapporto geometrico di armatura longitudinale ≤0,02
v _{min}	=	0.360	0.360		
V_{Rd}	=	294.90	294.90	kN	taglio resistente
V _{Ed}	=	1472.88	764.83	kN	taglio di calcolo
FS	=	0.20	0.39		se >1 verifica soddisfatta
		no	no		
Verifica per elementi provvisti di armatura a taglio					
Ø _w	=	12	12	mm	diametro armatura resistente a taglio
α	=	90.00	90.00	°	angolo di inclinazione armatura trasversale
s	=	200.00	200.00	mm	passo staffe
n _{br}	=	4.0	4.0		numero bracci armatura trasversale
A _{sw}	=	452.39	452.39	mmq	area armatura trasversale posta nell'interasse s
b _w	=	314.00	314.00	mm	larghezza minima sezione
f _{cd}	=	25.87	25.87	MPa	
ν	=	0.5	0.5		coeff. di riduzione f _{cd}
f _{cd}	=	12.93	12.93	MPa	resistenza a compressione del cls ridotta
ω _{sw}	=	0.10897	0.10897		% meccanica di armatura trasversale
α _C	=	1.00000	1.00000		
cot(θ)	=	1.000	1.000		valore di calcolo 1≤cot(θ)*≤2,5
V _{Rsd}	=	1533.4524	1533.4524	kN	Resistenza "taglio trazione"
V _{Rcd}	=	3518.1257	3518.1257	kN	Resistenza "taglio compressione"
V_{Rd}	=	3518.1257	3518.1257	kN	Resistenza a taglio
V _{Ed}	=	1472.88	764.83	kN	taglio di calcolo
FS	=	2.39	4.60		se >1 verifica soddisfatta
		ok	ok		
Calcolo della Resistenza a Torsione					
Ø _w	=	12	12	mm	diametro armatura resistente a taglio
α	=	90.00	90.00	°	angolo di inclinazione armatura trasversale
s	=	200	200	mm	passo staffe
n _{br}	=	2	2		numero bracci armatura trasversale
A _s	=	226.19	226.19	mmq	area armatura trasversale posta nell'interasse s
A _s /s	=	1.13	1.13	mmq/mm	
ΣA _l	=	5001	5001	mmq	area complessiva barre longitudinali
A _c	=	1734000	1734000	mmq	area sezione
t	=	157	157	mm	spessore sezione cava
A	=	1930000	1930000	mmq	area racchiusa dalla fibra media
u _m	=	5800	5800	mm	perimetro medio del nucleo resistente
ω _{sw}	=	0.11	0.11		% meccanica di armatura trasversale
ω _{sl}	=	0.08	0.08		% meccanica di armatura longitudinale

CORRIDOIO PLURIMODALE TIRRENICO-NORD EUROPA ITINERARIO AGRIGENTO -CALTANISSETTA-A19 S.S. N° 640 "DI PORTO EMPEDOCLE" AMMODERNAMENTO E ADEGUAMENTO ALLA CAT. B DEL D.M. 5.11.2001 DAL KM 44+000 ALLO SVINCOLO CON L'A19 Progetto Esecutivo	Opera: Viadotto Arenella III		
	Relazione di Calcolo Impalcato - Carreggiata DX		
	Pagina 48		
	Nome file: VI15-F- CL003_C.00_relazione_calcolo_impalcato_DX.doc.		

V	=	0.5	0.5		coeff. di riduzione f_{cd}
f_{cd}	=	12.93	12.93	MPa	resistenza a compressione del cls ridotta
σ_{cp}	=	0.000	0.000	MPa	tensione media calcestruzzo $\leq 0,2f_{cd}$
α_C	=	1.0000	1.0000		
$\cot(\theta)$	=	1.00	1.00		Valore di calcolo ($0,4 \leq \cot(\theta) \leq 2,5$)
T_{Rcd}	=	3919.18	3919.18	kNm	resistenza offerta dal calcestruzzo
T_{Rsd}	=	1708.26	1708.26	kNm	resistenza offerta dall'armatura trasversale
T_{Rld}	=	1302.36	1302.36	kNm	resistenza offerta dall'armatura longitudinale
T_{Rd}	=	1302.36	1302.36	kNm	Resistenza a torsione
T_{Sd}	=	244.69	340.98	kN	Torsione di calcolo
FS	=	5.32	3.82		
		ok	ok		

Verifica interazione Taglio - Torsione

Sollecitazioni

$\cot(\theta)$	=	1.000	1.000		valore di calcolo
V_{Ed}	=	1472.88	764.83	kN	taglio di calcolo
T_{Ed}	=	244.69	340.98	kN	torsione di calcolo

Resistenze

V_{Rcd}	=	3518.13	3518.13	kN	Resistenza a taglio lato cls
T_{Rcd}	=	3919.18	3919.18	kNm	Resistenza a torsione lato cls

Verifica

$T_{Ed}/T_{Rcd} + V_{Ed}/V_{Rcd}$	=	0.48	0.30		se < 1 verifica soddisfatta
		ok	ok		

7.2.4 Sezione SC-c (trave centrale)

Campata:	P05	P05
Trave:	TRAVE CENTRALE	TRAVE CENTRALE
Sezione:	SC (testata)	SC (testata)
COMB	$V_{Ed,max} - T_{Ed}$	$V_{Ed} - T_{Ed,max}$

Sollecitazioni

V_{Ed}	=	1614	718	kN	taglio di calcolo
T_{Ed}	=	56	353	kN	torsione di calcolo
N_{Ed}	=	0	0	kN	sforzo normale i calcolo

Materiali

Calcestruzzo

R_{ck}	=	55	55	MPa	resistenza caratteristica cubica
f_{ck}	=	45.7	45.7	MPa	resistenza caratteristica cilindrica
α_{cc}	=	0.85	0.85		coefficiente riduttivo per resistenze di lunga durata
γ_c	=	1.50	1.50		coefficiente parziale di sicurezza
f_{cd}	=	25.87	25.87	MPa	resistenza di calcolo a compressione

Acciaio

f_{yk}	=	450	450	MPa	tensione caratteristica di snervamento
----------	---	-----	-----	-----	--

CORRIDOIO PLURIMODALE TIRRENICO-NORD EUROPA ITINERARIO AGRIGENTO -CALTANISSETTA-A19 S.S. N° 640 "DI PORTO EMPEDOCLE" AMMODERNAMENTO E ADEGUAMENTO ALLA CAT. B DEL D.M. 5.11.2001 DAL KM 44+000 ALLO SVINCOLO CON L'A19 Progetto Esecutivo	Opera: Viadotto Arenella III		
	Relazione di Calcolo Impalcato - Carreggiata DX		
	Pagina 49		
	Nome file: VI15-F- CL003_C.00_relazione_calcolo_impalcato_DX.doc.		

γ_s	=	1.15	1.15		coefficiente parziale di sicurezza
f_{yd}	=	391.30	391.30	MPa	tensione di snervamento di calcolo
Verifica capacità a taglio					
Verifica per elementi sprovvisti di armatura a taglio					
b_w	=	829.2	829.2	mm	larghezza minima sezione
d	=	1925	1925	mm	altezza utile
\varnothing_w	=	14	14	mm	diametro ferri long. tesi
n	=	24	24		numero
A_{sl}	=	3695	3695	mm ²	armatura longitudinale
A_c	=	1734000	1734000	mm ²	area sezione cls
k	=	1.32	1.32		
σ_{cp}	=	0.0000	0.0000	MPa	tensione media calcestruzzo $\leq 0,2f_{cd}$
ρ_1	=	0.00231	0.00231		rapporto geometrico di armatura longitudinale $\leq 0,02$
v_{min}	=	0.360	0.360		
V_{Rd}	=	573.97	573.97	kN	taglio resistente
V_{Ed}	=	1613.88	718.02	kN	taglio di calcolo
FS	=	0.36	0.80		se >1 verifica soddisfatta
		no	no		
Verifica per elementi provvisti di armatura a taglio					
\varnothing_w	=	12	12	mm	diametro armatura resistente a taglio
α	=	90.00	90.00	°	angolo di inclinazione armatura trasversale
s	=	300.00	300.00	mm	passo staffe
n_{br}	=	4.0	4.0		numero bracci armatura trasversale
A_{sw}	=	452.39	452.39	mmq	area armatura trasversale posta nell'interasse s
b_w	=	829.20	829.20	mm	larghezza minima sezione
f_{cd}	=	25.87	25.87	MPa	
ν	=	0.5	0.5		coeff. di riduzione f_{cd}
f_{cd}	=	12.93	12.93	MPa	resistenza a compressione del cls ridotta
ω_{sw}	=	0.02751	0.02751		% meccanica di armatura trasversale
α_C	=	1.00000	1.00000		
$\cot(\theta)$	=	2.500	2.500		valore di calcolo $1 \leq \cot(\theta) \leq 2,5$
V_{Rsd}	=	2555.7539	2555.7539	kN	Resistenza "taglio trazione"
V_{Rcd}	=	6407.2695	6407.2695	kN	Resistenza "taglio compressione"
V_{Rd}	=	2555.7539	2555.7539	kN	Resistenza a taglio
V_{Ed}	=	1613.88	718.02	kN	taglio di calcolo
FS	=	1.58	3.56		se >1 verifica soddisfatta
		ok	ok		
Calcolo della Resistenza a Torsione					
\varnothing_w	=	14	14	mm	diametro armatura resistente a taglio
α	=	90.00	90.00	°	angolo di inclinazione armatura trasversale
s	=	100	100	mm	passo staffe
n_{br}	=	2	2		numero bracci armatura trasversale
A_s	=	307.88	307.88	mmq	area armatura trasversale posta nell'interasse s
A_s/s	=	3.08	3.08	mmq/mm	

CORRIDOIO PLURIMODALE TIRRENICO-NORD EUROPA ITINERARIO AGRIGENTO -CALTANISSETTA-A19 S.S. N° 640 "DI PORTO EMPEDOCLE" AMMODERNAMENTO E ADEGUAMENTO ALLA CAT. B DEL D.M. 5.11.2001 DAL KM 44+000 ALLO SVINCOLO CON L'A19 Progetto Esecutivo	Opera: Viadotto Arenella III		
	Relazione di Calcolo Impalcato - Carreggiata DX		
	Pagina 50		
	Nome file: VI15-F- CL003_C.00_relazione_calcolo_impalcato_DX.doc.		

ΣA_l	=	9557	9557	mmq	area complessiva barre longitudinali
A_c	=	1734000	1734000	mmq	area sezione
u	=	5520	5520	mm	perimetro della sezione
t	=	314	314.1	mm	spessore sezione cava
Ω	=	1940000.00	1940000.00	mmq	area racchiusa dalla fibra media
u_m	=	4280	4280	mm	perimetro medio del nucleo resistente
ω_{sw}	=	0.15	0.15		% meccanica di armatura trasversale
ω_{sl}	=	0.11	0.11		% meccanica di armatura longitudinale
ν	=	0.5	0.5		coeff. di riduzione f_{cd}
f_{cd}	=	12.93	12.93	MPa	resistenza a compressione del cls ridotta
σ_{cp}	=	0.000	0.000	MPa	tensione media calcestruzzo $\leq 0,2f_{cd}$
α_C	=	1.0000	1.0000		
$\cot(\theta)$	=	2.50	2.50		Valore di calcolo ($0.4 \leq \cot(\theta) \leq 2,5$)
T_{Rcd}	=	5436.03	5436.03	kNm	resistenza offerta dal calcestruzzo
T_{Rsd}	=	11685.91	11685.91	kNm	resistenza offerta dall'armatura trasversale
T_{Rld}	=	1356.04	1356.04	kNm	resistenza offerta dall'armatura longitudinale
T_{Rd}	=	1356.04	1356.04	kNm	Resistenza a torsione
T_{Sd}	=	56.12	352.65	kN	Torsione di calocolo
FS	=	24.16	3.85		
		ok	ok		

Verifica interazione Taglio - Torsione

Sollecitazioni

$\cot(\theta)$	=	2.500	2.500		valore di calcolo
V_{Ed}	=	1613.88	718.02	kN	taglio di calocolo
T_{Ed}	=	56.12	352.65	kN	torsione di calocolo

Resistenze

V_{Rcd}	=	6407.27	6407.27	kN	Resistenza a taglio lato cls
T_{Rcd}	=	5436.03	5436.03	kNm	Resistenza a torsione lato cls

Verifica

$T_{Ed}/T_{Rcd} + V_{Ed}/V_{Rcd}$	=	0.26	0.18		se < 1 verifica soddisfatta
		ok	ok		

7.2.5 Sezione SB-b (trave di bordo)

Campata:	P02-P03	P08-P09
Trave:	TRAVE BORDO	TRAVE BORDO
Sezione:	SB (filo riempimento)	SB (filo riempimento)
COMB	VEd,max - TEd	VEd - TEd,max

Sollecitazioni

V_{Ed}	=	2096	2070	kN	taglio di calocolo
T_{Ed}	=	1047	1048	kN	torsione di calocolo
N_{Ed}	=	0	0	kN	sforzo normale i calocolo

CORRIDOIO PLURIMODALE TIRRENICO-NORD EUROPA ITINERARIO AGRIGENTO -CALTANISSETTA-A19 S.S. N° 640 "DI PORTO EMPEDOCLE" AMMODERNAMENTO E ADEGUAMENTO ALLA CAT. B DEL D.M. 5.11.2001 DAL KM 44+000 ALLO SVINCOLO CON L'A19 Progetto Esecutivo	Opera: Viadotto Arenella III	
	Relazione di Calcolo Impalcato - Carreggiata DX	
	Pagina 51	
	Nome file: VI15-F- CL003_C.00_relazione_calcolo_impalcato_DX.doc.	

Materiali

Calcestruzzo

R_{ck}	=	55	55	MPa	resistenza caratteristica cubica
f_{ck}	=	45.7	45.7	MPa	resistenza caratteristica cilindrica
α_{cc}	=	0.85	0.85		coefficiente riduttivo per resistenze di lunga durata
γ_c	=	1.50	1.50		coefficiente parziale di sicurezza
f_{cd}	=	25.87	25.87	MPa	resistenza di calcolo a compressione

Acciaio

f_{yk}	=	450	450	MPa	tensione caratteristica di snervamento
γ_s	=	1.15	1.15		coefficiente parziale di sicurezza
f_{yd}	=	391.30	391.30	MPa	tensione di snervamento di calcolo

Verifica capacità a Taglio

Verifica per elementi sprovvisti di armatura a taglio

b_w	=	314	314	mm	larghezza minima sezione
d	=	1925	1925	mm	altezza utile
\varnothing_w	=	14	14	mm	diametro ferri long. tesi
n	=	25	25		numero
A_{sl}	=	3848	3848	mm ²	armatura longitudinale
A_c	=	1460327	1460327	mm ²	area sezione cls
k	=	1.32	1.32		
σ_{cp}	=	0.0000	0.0000	MPa	tensione media calcestruzzo $\leq 0,2f_{cd}$
ρ_1	=	0.00637	0.00637		rapporto geometrico di armatura longitudinale $\leq 0,02$
v_{min}	=	0.360	0.360		
V_{Rd}	=	294.90	294.90	kN	taglio resistente
V_{Ed}	=	2096.01	2069.93	kN	taglio di calcolo
FS	=	0.14	0.14		se >1 verifica soddisfatta
		no	no		

Verifica per elementi provvisti di armatura a taglio

\varnothing_w	=	12	12	mm	diametro armatura resistente a taglio
α	=	90.00	90.00	°	angolo di inclinazione armatura trasversale
s	=	150.00	150.00	mm	passo staffe
n_{br}	=	4.0	4.0		numero bracci armatura trasversale
A_{sw}	=	452.39	452.39	mmq	area armatura trasversale posta nell'interasse s
b_w	=	314.00	314.00	mm	larghezza minima sezione
f_{cd}	=	25.87	25.87	MPa	
ν	=	0.5	0.5		coeff. di riduzione f_{cd}
f'_{cd}	=	12.93	12.93	MPa	resistenza a compressione del cls ridotta
ω_{sw}	=	0.14529	0.14529		% meccanica di armatura trasversale
α_C	=	1.00000	1.00000		
$\cot(\theta)$	=	1.200	1.200		valore di calcolo $1 \leq \cot(\theta) \leq 2,5$
V_{Rsd}	=	2453.5238	2453.5238	kN	Resistenza "taglio trazione"
V_{Rcd}	=	3460.4515	3460.4515	kN	Resistenza "taglio compressione"
V_{Rd}	=	2453.5238	2453.5238	kN	Resistenza a taglio
V_{Ed}	=	2096.01	2069.93	kN	taglio di calcolo

CORRIDOIO PLURIMODALE TIRRENICO-NORD EUROPA ITINERARIO AGRIGENTO -CALTANISSETTA-A19 S.S. N° 640 "DI PORTO EMPEDOCLE" AMMODERNAMENTO E ADEGUAMENTO ALLA CAT. B DEL D.M. 5.11.2001 DAL KM 44+000 ALLO SVINCOLO CON L'A19 Progetto Esecutivo	Opera: Viadotto Arenella III	
	Relazione di Calcolo Impalcato - Carreggiata DX	
	Pagina 52	
	Nome file: VI15-F- CL003_C.00_relazione_calcolo_impalcato_DX.doc.	

FS	=	1.17	1.19		se >1 verifica soddisfatta
		ok	ok		
Verifica capacità a Torsione					
\varnothing_w	=	12	12	mm	diametro armatura resistente a taglio
α	=	90.00	90.00	°	angolo di inclinazione armatura trasversale
s	=	150	150	mm	passo staffe
n_{br}	=	2	2		numero bracci armatura trasversale
A_s	=	226.19	226.19	mmq	area armatura trasversale posta nell'interasse s
A_s/s	=	1.51	1.51	mmq/mm	
$\sum A_l$	=	5001	5001	mmq	area complessiva barre longitudinali
A_c	=	1734000	1734000	mmq	area sezione
t	=	157	157	mm	spessore sezione cava
Ω	=	1930000	1930000	mmq	area racchiusa dalla fibra media
u_m	=	5800	5800	mm	perimetro medio del nucleo resistente
ω_{sw}	=	0.15	0.15		% meccanica di armatura trasversale
ω_{sl}	=	0.08	0.08		% meccanica di armatura longitudinale
ν	=	0.5	0.5		coeff. di riduzione f_{cd}
f_{cd}	=	12.93	12.93	MPa	resistenza a compressione del cls ridotta
σ_{cp}	=	0.000	0.000	MPa	tensione media calcestruzzo $\leq 0,2f_{cd}$
α_C	=	1.0000	1.0000		
$\cot(\theta)$	=	1.20	1.20		Valore di calcolo ($0.4 \leq \cot(\theta) \leq 2,5$)
T_{Rcd}	=	3854.93	3854.93	kNm	resistenza offerta dal calcestruzzo
T_{Rsd}	=	2733.22	2733.22	kNm	resistenza offerta dall'armatura trasversale
T_{Rld}	=	1085.39	1085.39	kNm	resistenza offerta dall'armatura longitudinale
T_{Rd}	=	1085.39	1085.39	kNm	Resistenza a torsione
T_{Sd}	=	1047.33	1048.29	kN	Torsione di caloclo
FS	=	1.04	1.04		
		ok	ok		
Verifica interazione Taglio - Torsione					
Sollecitazioni					
$\cot(\theta)$	=	1.200	1.200		valore di calcolo
V_{Ed}	=	2096.01	2069.93	kN	taglio di caloclo
T_{Ed}	=	1047.33	1048.29	kN	torsione di caloclo
Reistenze					
V_{Rcd}	=	3460.45	3460.45	kN	Resistenza a taglio lato cls
T_{Rcd}	=	3854.93	3854.93	kNm	Resistenza a torsione lato cls
Verifica					
$T_{Ed}/T_{Rcd} + V_{Ed}/V_{Rcd}$	=	0.88	0.87		se <1 verifica soddisfatta
		ok	ok		

7.2.6 Sezione SD-b (trave di bordo)

Campata:	P05-P06	P08-P09
Trave:	TRAVE BORDO	TRAVE BORDO

CORRIDOIO PLURIMODALE TIRRENICO-NORD EUROPA ITINERARIO AGRIGENTO -CALTANISSETTA-A19 S.S. N° 640 "DI PORTO EMPEDOCLE" AMMODERNAMENTO E ADEGUAMENTO ALLA CAT. B DEL D.M. 5.11.2001 DAL KM 44+000 ALLO SVINCOLO CON L'A19 Progetto Esecutivo	Opera: Viadotto Arenella III	
	Relazione di Calcolo Impalcato - Carreggiata DX	
	Pagina 53	
	Nome file: VI15-F- CL003_C.00_relazione_calcolo_impalcato_DX.doc.	

Sezione:		SD (a 9m da testata)	SD (a 9m da testata)		
COMB		VEd,max - TE _d	VE _d - TE _{d,max}		
Sollecitazioni					
V _{Ed}	=	928	687	kN	taglio di calocolo
T _{Ed}	=	685	946	kN	torsione di calocolo
N _{Ed}	=	0	0	kN	sforzo normale i calocolo
Materiali					
Calcestruzzo					
R _{ck}	=	55	55	MPa	resistenza caratteristica cubica
f _{ck}	=	45.7	45.7	MPa	resistenza caratteristica cilindrica
α _{cc}	=	0.85	0.85		coefficiente riduttivo per resistenze di lunga durata
γ _c	=	1.50	1.50		coefficiente parziale di sicurezza
f _{cd}	=	25.87	25.87	MPa	resistenza di calcolo a compressione
Acciaio					
f _{yk}	=	450	450	MPa	tensione caratteristica di snervamento
γ _s	=	1.15	1.15		coefficiente parziale di sicurezza
f _{yd}	=	391.30	391.30	MPa	tensione di snervamento di calcolo
Verifica capacità a taglio					
Verifica per elementi sprovvisti di armatura a taglio					
b _w	=	314	314	mm	larghezza minima sezione
d	=	1925	1925	mm	altezza utile
Ø _w	=	14	14	mm	diametro ferri long. tesi
n	=	25	25		numero
A _{sl}	=	3848	3848	mm ²	armatura longitudinale
A _c	=	1734000	1734000	mm ²	area sezione cls
k	=	1.32	1.32		
σ _{cp}	=	0.0000	0.0000	MPa	tensione media calcestruzzo ≤0,2f _{cd}
ρ ₁	=	0.00637	0.00637		rapporto geometrico di armatura longitudinale ≤0,02
v _{min}	=	0.360	0.360		
V_{Rd}	=	294.90	294.90	kN	taglio resistente
V _{Ed}	=	927.8	687.26	kN	taglio di calocolo
FS		0.32	0.43		se >1 verifica soddisfatta
		no	no		
Verifica per elementi provvisti di armatura a taglio					
Ø _w	=	12	12	mm	diametro armatura resistente a taglio
α	=	90.00	90.00	°	angolo di inclinazione armatura trasversale
s	=	400.00	400.00	mm	passo staffe
n _{br}	=	4.0	4.0		numero bracci armatura trasversale
A _{sw}	=	452.39	452.39	mmq	area armatura trasversale posta nell'interasse s
b _w	=	314.00	314.00	mm	larghezza minima sezione
f _{cd}	=	25.87	25.87	MPa	
ν	=	0.5	0.5		coeff. di riduzione f _{cd}
f _{cd}	=	12.93	12.93	MPa	resistenza a compressione del cls ridotta
ω _{sw}	=	0.05448	0.05448		% meccanica di armatura trasversale

CORRIDOIO PLURIMODALE TIRRENICO-NORD EUROPA ITINERARIO AGRIGENTO -CALTANISSETTA-A19 S.S. N° 640 "DI PORTO EMPEDOCLE" AMMODERNAMENTO E ADEGUAMENTO ALLA CAT. B DEL D.M. 5.11.2001 DAL KM 44+000 ALLO SVINCOLO CON L'A19 Progetto Esecutivo	Opera: Viadotto Arenella III	
	Relazione di Calcolo Impalcato - Carreggiata DX	
	Pagina 54	
	Nome file: VI15-F- CL003_C.00_relazione_calcolo_impalcato_DX.doc.	

αC	=	1.00000	1.00000		
$\cot(\theta)$	=	1.235	1.235		valore di calcolo $1 \leq \cot(\theta) \leq 2,5$
V_{Rsd}	=	946.7679	946.7679	kN	Resistenza "taglio trazione"
V_{Rcd}	=	3441.2916	3441.2916	kN	Resistenza "taglio compressione"
V_{Rd}	=	946.7679	946.7679	kN	Resistenza a taglio
V_{Ed}	=	927.8	687.26	kN	taglio di calcolo
FS	=	1.02	1.38		se >1 verifica soddisfatta
		ok	ok		
Verifica capacità a Torsione					
\varnothing_w	=	12	12	mm	diametro armatura resistente a taglio
α	=	90.00	90.00	°	angolo di inclinazione armatura trasversale
s	=	400	400	mm	passo staffe
n_{br}	=	2	2		numero bracci armatura trasversale
A_s	=	226.19	226.19	mmq	area armatura trasversale posta nell'interasse s
A_s/s	=	0.57	0.57	mmq/mm	
ΣA_l	=	5001	5001	mmq	area complessiva barre longitudinali
A_c	=	1734000	1734000	mmq	area sezione
t	=	157	157	mm	spessore sezione cava
A	=	1930000	1930000	mmq	area racchiusa dalla fibra media
u_m	=	5800	5800	mm	perimetro medio del nucleo resistente
ω_{sw}	=	0.05	0.05		% meccanica di armatura trasversale
ω_{sl}	=	0.08	0.08		% meccanica di armatura longitudinale
ν	=	0.5	0.5		coeff. di riduzione f_{cd}
f_{cd}	=	12.93	12.93	MPa	resistenza a compressione del cls ridotta
σ_{cp}	=	0.000	0.000	MPa	tensione media calcestruzzo $\leq 0,2f_{cd}$
αC	=	1.0000	1.0000		
$\cot(\theta)$	=	1.23	1.23		Valore di calcolo ($0.4 \leq \cot(\theta) \leq 2,5$)
T_{Rcd}	=	3833.59	3833.59	kNm	resistenza offerta dal calcestruzzo
T_{Rsd}	=	1054.70	1054.70	kNm	resistenza offerta dall'armatura trasversale
T_{Rld}	=	1054.70	1054.70	kNm	resistenza offerta dall'armatura longitudinale
T_{Rd}	=	1054.70	1054.70	kNm	Resistenza a torsione
T_{Sd}	=	685.38	946.43	kN	Torsione di calcolo
FS	=	1.54	1.11		
		ok	ok		
Verifica interazione Taglio - Torsione					
Sollecitazioni					
$\cot(\theta)$	=	1.235	1.235		valore di calcolo
V_{Ed}	=	927.8	687.26	kN	taglio di calcolo
T_{Ed}	=	685.38	946.43	kN	torsione di calcolo
Resistenze					
V_{Rcd}	=	3441.29	3441.29	kN	Resistenza a taglio lato cls
T_{Rcd}	=	3833.59	3833.59	kNm	Resistenza a torsione lato cls
Verifica					
$T_{Ed}/T_{Rcd} + V_{Ed}/V_{Rcd}$	=	0.45	0.45		se <1 verifica soddisfatta

CORRIDOIO PLURIMODALE TIRRENICO-NORD EUROPA ITINERARIO AGRIGENTO -CALTANISSETTA-A19 S.S. N° 640 "DI PORTO EMPEDOCLE" AMMODERNAMENTO E ADEGUAMENTO ALLA CAT. B DEL D.M. 5.11.2001 DAL KM 44+000 ALLO SVINCOLO CON L'A19 Progetto Esecutivo	Opera: Viadotto Arenella III
	Relazione di Calcolo Impalcato - Carreggiata DX
	Pagina 55
	Nome file: VI15-F- CL003_C.00_relazione_calcolo_impalcato_DX.doc.

ok

ok

7.2.7 Sezione SE-b (trave di bordo)

Campata:	P02-P03	P08-P09		
Trave:	TRAVE BORDO	TRAVE BORDO		
Sezione:	SE (a 3.225m da testata)	SE (a 3.225m da testata)		
COMB	VEd,max - TEd	VEd - TEd,max		
Sollecitazioni				
V_{Ed}	=	1452	1386	kN taglio di caloclo
T_{Ed}	=	894	976	kN torsione di caloclo
N_{Ed}	=	0	0	kN sforzo normale i calcolo
Materiali				
Calcestruzzo				
R_{ck}	=	55	55	MPa resistenza caratteristica cubica
f_{ck}	=	45.7	45.7	MPa resistenza caratteristica cilindrica
α_{cc}	=	0.85	0.85	coefficiente riduttivo per resistenze di lunga durata
γ_c	=	1.50	1.50	coefficiente parziale di sicurezza
f_{cd}	=	25.87	25.87	MPa resistenza di calcolo a compressione
Acciaio				
f_{yk}	=	450	450	MPa tensione caratteristica di snervamento
γ_s	=	1.15	1.15	coefficiente parziale di sicurezza
f_{yd}	=	391.30	391.30	MPa tensione di snervamento di calcolo
Verifica capacità a taglio				
Verifica per elementi sprovvisti di armatura a taglio				
b_w	=	314	314	mm larghezza minima sezione
d	=	1925	1925	mm altezza utile
\varnothing_w	=	14	14	mm diametro ferri long. tesi
n	=	25	25	numero
A_{sl}	=	3848	3848	mm ² armatura longitudinale
A_c	=	1734000	1734000	mm ² area sezione cls
k	=	1.32	1.32	
σ_{cp}	=	0.0000	0.0000	MPa tensione media calcestruzzo $\leq 0,2f_{cd}$
ρ_1	=	0.00637	0.00637	rapporto geometrico di armatura longitudinale $\leq 0,02$
v_{min}	=	0.360	0.360	
V_{Rd}	=	294.90	294.90	kN taglio resistente
V_{Ed}	=	1451.62	1385.74	kN taglio di caloclo
FS	=	0.20	0.21	se >1 verifica soddisfatta
		no	no	
Verifica per elementi provvisti di armatura a taglio				
\varnothing_w	=	12	12	mm diametro armatura resistente a taglio
α	=	90.00	90.00	° angolo di inclinazione armatura trasversale
s	=	200.00	200.00	mm passo staffe

CORRIDOIO PLURIMODALE TIRRENICO-NORD EUROPA ITINERARIO AGRIGENTO -CALTANISSETTA-A19 S.S. N° 640 "DI PORTO EMPEDOCLE" AMMODERNAMENTO E ADEGUAMENTO ALLA CAT. B DEL D.M. 5.11.2001 DAL KM 44+000 ALLO SVINCOLO CON L'A19 Progetto Esecutivo	Opera: Viadotto Arenella III		
	Relazione di Calcolo Impalcato - Carreggiata DX		
	Pagina 56		
	Nome file: VI15-F- CL003_C.00_relazione_calcolo_impalcato_DX.doc.		

n_{br}	=	4.0	4.0		numero bracci armatura trasversale
A_{sw}	=	452.39	452.39	mmq	area armatura trasversale posta nell'interasse s
b_w	=	314.00	314.00	mm	larghezza minima sezione
f_{cd}	=	25.87	25.87	MPa	
ν	=	0.5	0.5		coeff. di riduzione f_{cd}
f'_{cd}	=	12.93	12.93	MPa	resistenza a compressione del cls ridotta
ω_{sw}	=	0.10897	0.10897		% meccanica di armatura trasversale
α_C	=	1.00000	1.00000		
$\cot(\theta)$	=	1.000	1.000		valore di calcolo $1 \leq \cot(\theta) \leq 2,5$
V_{Rsd}	=	1533.4524	1533.4524	kN	Resistenza "taglio trazione"
V_{Rcd}	=	3518.1257	3518.1257	kN	Resistenza "taglio compressione"
V_{Rd}	=	3518.1257	3518.1257	kN	Resistenza a taglio
V_{Ed}	=	1451.62	1385.74	kN	taglio di caloclo
FS	=	2.42	2.54		se >1 verifica soddisfatta
		ok	ok		
Calcolo della Reaisitenza a Torsione					
\emptyset_w	=	12	12	mm	diametro armatura resistente a taglio
α	=	90.00	90.00	°	angolo di inclinazione armatura trasversale
s	=	200	200	mm	passo staffe
n_{br}	=	2	2		numero bracci armatura trasversale
A_s	=	226.19	226.19	mmq	area armatura trasversale posta nell'interasse s
A_s/s	=	1.13	1.13	mmq/mm	
ΣA_l	=	5001	5001	mmq	area complessiva barre longitudinali
A_c	=	1734000	1734000	mmq	area sezione
t	=	157	157	mm	spessore sezione cava
A	=	1930000	1930000	mmq	area racchiusa dalla fibra media
u_m	=	5800	5800	mm	perimetro medio del nucleo resistente
ω_{sw}	=	0.11	0.11		% meccanica di armatura trasversale
ω_{sl}	=	0.08	0.08		% meccanica di armatura longitudinale
ν	=	0.5	0.5		coeff. di riduzione f_{cd}
f_{cd}	=	12.93	12.93	MPa	resistenza a compressione del cls ridotta
σ_{cp}	=	0.000	0.000	MPa	tensione media calcestruzzo $\leq 0,2f_{cd}$
α_C	=	1.0000	1.0000		
$\cot(\theta)$	=	1.00	1.00		Valore di calcolo ($0.4 \leq \cot(\theta) \leq 2,5$)
T_{Rcd}	=	3919.18	3919.18	kNm	resistenza offerta dal calcestruzzo
T_{Rsd}	=	1708.26	1708.26	kNm	resistenza offerta dall'armatura trasversale
T_{Rld}	=	1302.36	1302.36	kNm	resistenza offerta dall'armatura longitudinale
T_{Rd}	=	1302.36	1302.36	kNm	Resistenza a torsione
T_{Sd}	=	893.64	975.92	kN	Torsione di caloclo
FS	=	1.46	1.33		
		ok	ok		

Verifica interazione Taglio - Torsione

Sollecitazioni

CORRIDOIO PLURIMODALE TIRRENICO-NORD EUROPA ITINERARIO AGRIGENTO -CALTANISSETTA-A19 S.S. N° 640 "DI PORTO EMPEDOCLE" AMMODERNAMENTO E ADEGUAMENTO ALLA CAT. B DEL D.M. 5.11.2001 DAL KM 44+000 ALLO SVINCOLO CON L'A19 Progetto Esecutivo	Opera: Viadotto Arenella III	
	Relazione di Calcolo Impalcato - Carreggiata DX	
	Pagina 57	
	Nome file: VI15-F- CL003_C.00_relazione_calcolo_impalcato_DX.doc.	

$\cot\theta$	=	1.000	1.000		valore di calcolo
V_{Ed}	=	1451.62	1385.74	kN	taglio di calocolo
T_{Ed}	=	893.64	975.92	kN	torsione di calocolo
Reistenze					
V_{Rcd}	=	3518.13	3518.13	kN	Resistenza a taglio lato cls
T_{Rcd}	=	3919.18	3919.18	kNm	Resistenza a torsione lato cls
Verifica					
$T_{Ed}/T_{Rcd} + V_{Ed}/V_{Rcd}$	=	0.64	0.64		se <1 verifica soddisfatta
		ok	ok		

7.2.8 Sezione SC-b (trave di bordo)

Campata:	P05	P09
Trave:	TRAVE BORDO	TRAVE BORDO
Sezione:	SC (testata)	SC (testata)
COMB	VEd,max - TEd	VEd - TEd,max

Sollecitazioni

V_{Ed}	=	2244	1977	kN	taglio di calocolo
T_{Ed}	=	112	1377	kN	torsione di calocolo
N_{Ed}	=	0	0	kN	sforzo normale i calcolo

Materiali

Calcestruzzo

R_{ck}	=	55	55	MPa	resistenza caratteristica cubica
f_{ck}	=	45.7	45.7	MPa	resistenza caratteristica cilindrica
α_{cc}	=	0.85	0.85		coefficiente riduttivo per resistenze di lunga durata
γ_c	=	1.50	1.50		coefficiente parziale di sicurezza
f_{cd}	=	25.87	25.87	MPa	resistenza di calcolo a compressione

Acciaio

f_{yk}	=	450	450	MPa	tensione caratteristica di snervamento
γ_s	=	1.15	1.15		coefficiente parziale di sicurezza
f_{yd}	=	391.30	391.30	MPa	tensione di snervamento di calcolo

Verifica capacità a taglio

Verifica per elementi sprovvisti di armatura a taglio

b_w	=	829.2	829.2	mm	larghezza minima sezione
d	=	1925	1925	mm	altezza utile
\varnothing_w	=	14	14	mm	diametro ferri long. tesi
n	=	24	24		numero
A_{sl}	=	3695	3695	mm ²	armatura longitudinale
A_c	=	1734000	1734000	mm ²	area sezione cls
k	=	1.32	1.32		
σ_{cp}	=	0.0000	0.0000	MPa	tensione media calcestruzzo $\leq 0,2f_{cd}$
ρ_1	=	0.00231	0.00231		rapporto geometrico di armatura longitudinale $\leq 0,02$
v_{min}	=	0.360	0.360		
V_{Rd}	=	573.97	573.97	kN	taglio resistente

CORRIDOIO PLURIMODALE TIRRENICO-NORD EUROPA ITINERARIO AGRIGENTO -CALTANISSETTA-A19 S.S. N° 640 "DI PORTO EMPEDOCLE" AMMODERNAMENTO E ADEGUAMENTO ALLA CAT. B DEL D.M. 5.11.2001 DAL KM 44+000 ALLO SVINCOLO CON L'A19 Progetto Esecutivo	Opera: Viadotto Arenella III		
	Relazione di Calcolo Impalcato - Carreggiata DX		
	Pagina 58		
	Nome file: VI15-F- CL003_C.00_relazione_calcolo_impalcato_DX.doc.		

V_{Ed}	=	2244	1977.17	kN	taglio di calcolo
FS		0.26	0.29		se >1 verifica soddisfatta
		no	no		
Verifica per elementi provvisti di armatura a taglio					
\varnothing_w	=	12	12	mm	diametro armatura resistente a taglio
α	=	90.00	90.00	°	angolo di inclinazione armatura trasversale
s	=	300.00	300.00	mm	passo staffe
n_{br}	=	4.0	4.0		numero bracci armatura trasversale
A_{sw}	=	452.39	452.39	mmq	area armatura trasversale posta nell'interasse s
b_w	=	829.20	829.20	mm	larghezza minima sezione
f_{cd}	=	25.87	25.87	MPa	
ν	=	0.5	0.5		coeff. di riduzione f_{cd}
f'_{cd}	=	12.93	12.93	MPa	resistenza a compressione del cls ridotta
ω_{sw}	=	0.02751	0.02751		% meccanica di armatura trasversale
α_C	=	1.00000	1.00000		
$\cot(\theta)$	=	2.200	2.200		valore di calcolo $1 \leq \cot(\theta) \leq 2,5$
V_{Rsd}	=	2249.0634	2249.0634	kN	Resistenza "taglio trazione"
V_{Rcd}	=	6999.7225	6999.7225	kN	Resistenza "taglio compressione"
V_{Rd}	=	2249.0634	2249.0634	kN	Resistenza a taglio
V_{Ed}	=	2244	1977.17	kN	taglio di calcolo
FS	=	1.00	1.14		se >1 verifica soddisfatta
		ok	ok		
Calcolo della Reistenza a Torsione					
\varnothing_w	=	12	12	mm	diametro armatura resistente a taglio
α	=	90.00	90.00	°	angolo di inclinazione armatura trasversale
s	=	100	100	mm	passo staffe
n_{br}	=	2	2		numero bracci armatura trasversale
A_s	=	226.19	226.19	mmq	area armatura trasversale posta nell'interasse s
A_s/s	=	2.26	2.26	mmq/mm	
ΣA_l	=	9557	9557	mmq	area complessiva barre longitudinali
A_c	=	1734000	1734000	mmq	area sezione
u	=	5520	5520	mm	perimetro della sezione
t	=	314	314.1	mm	spessore sezione cava
Ω	=	1940000.00	1940000.00	mmq	area racchiusa dalla fibra media
u_m	=	4280	4280	mm	perimetro medio del nucleo resistente
ω_{sw}	=	0.11	0.11		% meccanica di armatura trasversale
ω_{sl}	=	0.11	0.11		% meccanica di armatura longitudinale
ν	=	0.5	0.5		coeff. di riduzione f_{cd}
f'_{cd}	=	12.93	12.93	MPa	resistenza a compressione del cls ridotta
σ_{cp}	=	0.000	0.000	MPa	tensione media calcestruzzo $\leq 0,2f_{cd}$
α_C	=	1.0000	1.0000		
$\cot(\theta)$	=	2.20	2.20		Valore di calcolo ($0.4 \leq \cot(\theta) \leq 2,5$)
T_{Rcd}	=	5938.68	5938.68	kNm	resistenza offerta dal calcestruzzo

CORRIDOIO PLURIMODALE TIRRENICO-NORD EUROPA ITINERARIO AGRIGENTO -CALTANISSETTA-A19 S.S. N° 640 "DI PORTO EMPEDOCLE" AMMODERNAMENTO E ADEGUAMENTO ALLA CAT. B DEL D.M. 5.11.2001 DAL KM 44+000 ALLO SVINCOLO CON L'A19 Progetto Esecutivo	Opera: Viadotto Arenella III		
	Relazione di Calcolo Impalcato - Carreggiata DX		
	Pagina 59		
	Nome file: VI15-F- CL003_C.00_relazione_calcolo_impalcato_DX.doc.		

T_{Rsd}	=	7555.30	7555.30	kNm	resistenza offerta dall'armatura trasversale
T_{Rld}	=	1540.95	1540.95	kNm	resistenza offerta dall'armatura longitudinale
T_{Rd}	=	1540.95	1540.95	kNm	Resistenza a torsione
T_{Sd}	=	111.52	1377.31	kN	Torsione di calocolo
FS	=	13.82	1.12		
		ok	ok		

Verifica interazione Taglio - Torsione

Sollecitazioni

$\cot(\theta)$	=	2.200	2.200		valore di calcolo
V_{Ed}	=	2244	1977.17	kN	taglio di calocolo
T_{Ed}	=	111.52	1377.31	kN	torsione di calocolo

Reistenze

V_{Rcd}	=	6999.72	6999.72	kN	Resistenza a taglio lato cls
T_{Rcd}	=	5938.68	5938.68	kNm	Resistenza a torsione lato cls

Verifica

$T_{Ed}/T_{Rcd} + V_{Ed}/V_{Rcd}$	=	0.34	0.51		se <1 verifica soddisfatta
		ok	ok		

7.2.9 Verifica del trasferimento del taglio all' interfaccia cassoncino/nucleo gettato in opera

Si verifica che tutto il taglio a filo trasverso possa essere trasferito alle travi mediante la resistenza a taglio di staffe di connessione disposte lungo il perimetro interno dei cassoncini. Si trascura il contributo dell'aderenza fra i due getti di calcestruzzo.

V_{Ed}	=	2244	kN	taglio massimo di progetto a filo trasverso
ϕ	=	12	mm	diametro barre
n_b	=	8		numero di bracci lungo il perimetro interno
n_f	=	14		numero di file a passo 100 mm
n_{tot}	=	112		numero totale
A_s	=	12666.9	mmq	area armatura trasversale
f_{yd}	=	391.3	MPa	tensione di snervamento di calcolo
$f_{yd}/3^{1/2}$	=	226		tensione ideale
V_{Rd}	=	2862	kN	resistenza offerta dall'armatura trasversale
V_{Rd}/V_{Ed}	=	1.28		se >1 verifica soddisfatta
		ok		

CORRIDOIO PLURIMODALE TIRRENICO-NORD EUROPA ITINERARIO AGRIGENTO -CALTANISSETTA-A19 S.S. N° 640 "DI PORTO EMPEDOCLE" AMMODERNAMENTO E ADEGUAMENTO ALLA CAT. B DEL D.M. 5.11.2001 DAL KM 44+000 ALLO SVINCOLO CON L'A19 Progetto Esecutivo	Opera: Viadotto Arenella III
	Relazione di Calcolo Impalcato - Carreggiata DX
	Pagina 60
	Nome file: VI15-F- CL003_C.00_relazione_calcolo_impalcato_DX.doc.

7.3 Verifica della connessione trave soletta

La connessione trave-soletta è verificata a partire dal taglio massimo.

Da 0 a 3.2 m

Sollecitazioni

V_{Ed}	=	1662385.2 N	taglio massimo in testata
S_{sol}	=	3.87E+08 mm ³	momento statico della soletta
J_{yo}	=	8.39E+11 mm ⁴	momento di inerzia intera sezione
q_{Ed}	=	767 N/mm	scorrimento di calcolo

Calcolo resistenza

ϕ_1	=	12 mm	diametro
n_{b1}	=	4	numero di bracci
A_{s1}	=	452 mmq	area armatura trasversali
s_1	=	75 mm	passo
A_{s1}/s_1	=	6.03	
ϕ_2	=	12 mm	diametro
n_{b2}	=	4	numero di bracci
A_{s2}	=	452 mmq	area armatura trasversali
s_2	=	150 mm	passo
A_{s2}/s_2	=	3.02	
f_{yd}	=	391.3 MPa	tensione di snervamento di calcolo
$f_{yd}/3^{1/2}$	=	226 MPa	tensione ideale
q_{Rd}	=	2044 N/mm	scorrimento resistente
q_{Rd}/q_{Ed}	=	2.66	se >1 verifica soddisfatta
		ok	

Da 3.2 a 9 m

Sollecitazioni

V_{Ed}	=	1074814.8 kN	taglio massimo in testata
S_{sol}	=	387375833 mm ³	momento statico della soletta
J_{yo}	=	8.39E+11 mm ⁴	momento di inerzia intera sezione
q_{Ed}	=	496 N/mm	scorrimento di calcolo

Calcolo resistenza

ϕ_1	=	12 mm	diametro
n_{b1}	=	4	numero di bracci
A_{s1}	=	452 mmq	area armatura trasversali
s_1	=	100 mm	passo
A_{s1}/s_1	=	4.52	
ϕ_2	=	12 mm	diametro
n_{b2}	=	4	numero di bracci
A_{s2}	=	452 mmq	area armatura trasversali
s_2	=	200 mm	passo
A_{s2}/s_2	=	2.26	
f_{yd}	=	391.3 MPa	tensione di snervamento di calcolo

CORRIDOIO PLURIMODALE TIRRENICO-NORD EUROPA ITINERARIO AGRIGENTO -CALTANISSETTA-A19 S.S. N° 640 "DI PORTO EMPEDOCLE" AMMODERNAMENTO E ADEGUAMENTO ALLA CAT. B DEL D.M. 5.11.2001 DAL KM 44+000 ALLO SVINCOLO CON L'A19 Progetto Esecutivo	Opera: Viadotto Arenella III
	Relazione di Calcolo Impalcato - Carreggiata DX
	Pagina 61
	Nome file: V115-F- CL003_C.00_relazione_calcolo_impalcato_DX.doc.

$f_{yd}/3^{1/2}$	=	226 MPa	tensione ideale
q_{Rd}	=	1533 N/mm	scorrimento resistente
q_{Rd}/q_{Ed}	=	3.09 ok	se >1 verifica soddisfatta

7.4 S.L.E. rara - limitazione delle tensioni

Si riportano nei paragrafi successivi le tensioni nelle fibre più sollecitate della trave, della soletta, delle armature di precompressione ed ordinaria; sono indicate anche le sollecitazioni agenti nelle varie fasi sulle sezioni verificate. Le tensioni sono state calcolate nell'ipotesi di calcestruzzo reagente e laddove, in soletta, sono state riscontrate trazioni del calcestruzzo, evenienza che si verifica nelle vicinanze degli assi pila, si è fatta una seconda verifica semplificata, trascurando tutto il contributo della soletta; tale verifica si ritiene soddisfatta se al lembo superiore teso di trave compaiono compressioni o trazioni modeste inferiori alla resistenza stessa a trazione del calcestruzzo.

Le perdite di precompressione sono state introdotte in termini di sollecitazioni equivalenti.

I limiti tensionali per le combinazioni rara sono:

Combinazione rara (fondamentale)

- $\sigma_c = 27.4$ MPa massima compressione in esercizio cap
- $\sigma_c = 19.9$ MPa massima compressione in esercizio cao
- $\sigma_p = 1336$ MPa massima trazione in esercizio trefoli
- $\sigma_s = 360$ MPa massima trazione in esercizio armatura lenta

Mentre al taglio trefoli:

al taglio trefoli (tensioni iniziali)

- $\sigma_{ci} = 26.1$ MPa massima compressione iniziale cap
- $\sigma_{cti} = 1.79$ MPa massima trazione iniziale cap
- $\sigma_{ci} = 23.2$ MPa massima compressione iniziale cao
- $\sigma_{pi} = 1488$ MPa massima trazione iniziale trefoli
- $\sigma_{si} = 360$ MPa massima trazione iniziale armatura lenta

Nei paragrafi successivi si riportano le verifiche di sicurezza delle sezioni più significative della trave e indicate nel seguente modo:

- SA-c: sezione di mezzeria trave centrale
- SB-c: sezione a x=1.5m (filo riempimento) trave centrale
- SD-c: sezione a 9.0m dalla testata della trave centrale

- SA-b: sezione di mezzeria trave di bordo
- SB-b: sezione a x=1.5m (filo riempimento) trave di bordo
- SD-b: sezione a 9.0m dalla testata della trave di bordo

Inoltre con:

CORRIDOIO PLURIMODALE TIRRENICO-NORD EUROPA ITINERARIO AGRIGENTO -CALTANISSETTA-A19 S.S. N° 640 "DI PORTO EMPEDOCLE" AMMODERNAMENTO E ADEGUAMENTO ALLA CAT. B DEL D.M. 5.11.2001 DAL KM 44+000 ALLO SVINCOLO CON L'A19 Progetto Esecutivo	Opera: Viadotto Arenella III
	Relazione di Calcolo Impalcato - Carreggiata DX
	Pagina 62
	Nome file: VI15-F- CL003_C.00_relazione_calcolo_impalcato_DX.doc.

SF1, SF2, SF3, SF4 si sono indicate le caratteristiche geometriche delle sezioni calcolate nelle varie fasi e riportate nel paragrafo 2.3.3 Caratteristiche geometriche delle sezioni

7.4.1 Verifiche Sezione SA-c

Caratteristiche precompressione

id_cavo	n. trefoli	area singolo trefolo	area trefoli	distanza da intradosso	presoll.	precompressione iniziale
	np	A_{pt}	A_p	Y_p	σ_{pi}	N_{pi}
		mm ²	mm ²	mm	MPa	kN
1	12	139.0	1668	50	1350	2252
2	8	139.0	1112	100	1350	1501
3	6	139.0	834	150	1350	1126
4	4	139.0	556	200	1350	751
5	4	139.0	556	250	1350	751
6	4	139.0	556	300	1350	751
7	4	139.0	556	450	1350	751
8	2	139.0	278	500.2	1350	375
9	2	139.0	278	600.2	1350	375
10	4	139.0	556	800	1350	751
11	4	139.0	556	1000	1350	751
12	4	139.0	556	1300	1350	751
13	2	139.0	278	1750	1350	375
TOT	60		8340.0	420.01		11259

Simbologia e unità di misura

N_k	= kN	valore caratteristico sforzo normale
M_k	= kNm	valore caratteristico momento flettente
Ψ_0	=	coefficiente per combinazione rara
Ψ_1	=	coefficiente per combinazione frequente
Ψ_2	=	coefficiente per combinazione quasi permanente
σ_{cs}	= MPa	tensione estradosso soletta
σ_{ci}	= MPa	tensione intradosso soletta
σ_s	= MPa	tensione estradosso trave prefabbricata
σ_i	= MPa	tensione intradosso trave prefabbricata
σ_{eq}	= MPa	tensione a livello trefolo equivalente
σ_{cp}	= MPa	tensione media nel calcestruzzo
σ_{ps}	= MPa	tensione nel trefolo superiore
σ_{pi}	= MPa	tensione nel trefolo inferiore
σ_{ss}	= MPa	tensione nell'armatura lenta superiore

Calcolo Delle Tensioni Nelle Condizioni Elementari Di Carico

Azione	coazione al netto delle cadute istantanee (isostatico)	coazione al netto delle cadute istantanee (isostatico)	coazione al netto delle cadute istantanee (iperstatico)	peso proprio trave (isostatico)	peso proprio trave (isostatico)	peso proprio trave (iperstatico)	peso soletta (isostatico)
--------	---	---	--	---------------------------------------	---------------------------------------	--	---------------------------------

CORRIDOIO PLURIMODALE TIRRENICO-NORD EUROPA ITINERARIO AGRIGENTO -CALTANISSETTA-A19 S.S. N° 640 "DI PORTO EMPEDOCLE" AMMODERNAMENTO E ADEGUAMENTO ALLA CAT. B DEL D.M. 5.11.2001 DAL KM 44+000 ALLO SVINCOLO CON L'A19 Progetto Esecutivo	Opera: Viadotto Arenella III
	Relazione di Calcolo Impalcato - Carreggiata DX
	Pagina 63
	Nome file: VI15-F- CL003_C.00_relazione_calcolo_impalcato_DX.doc.

Fase	SF1	SF3	SF3	SF1	SF3	SF3	SF1
N_k	10186.4	10186.4	8982.2	0.0	0.0	0.5	0.0
M_k	-4299.2	-8497.5	-4882.4	1975.87	1975.9	1358.7	3098.87
Ψ_0	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00
Ψ_1	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00
Ψ_2	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00
σ_{cs}	0.0	-1.6	1.0	0.0	1.9	1.3	0.0
σ_{ci}	0.0	0.9	2.5	0.0	1.3	0.9	0.0
σ_s	-0.6	0.9	2.5	5.5	1.3	0.9	8.6
σ_i	21.9	19.1	12.9	-4.8	-3.0	-2.0	-7.6
σ_{eq}	16.6	14.9	10.5	-2.4	-2.0	-1.3	-3.8
σ_{cp}	11.35	6.41	5.65	0.00	0.00	0.00	0.00
σ_{ps}	0.13	20.21	40.27	36.47	16.99	11.69	57.19
σ_{pi}	148.69	270.76	184.23	-31.81	-41.27	-28.37	-49.89
σ_{ss}	0.00	-5.58	25.45	0.00	22.99	15.81	0.00

Azione	peso soletta (isostatico)	peso soletta (iperstatico)	permanenti portati	ritiro isostatico + ritiro locale	ritiro iperstatico	carichi mobili max	carichi mobili min
Fase	SF3	SF3	SF3	SF3	SF3	SF4	SF4
N_k	0.0	0.0	0.0	1583	474.9	0.0	0.0
M_k	3098.9	1440.0	528.4	1061.6	-844.7	3301.8	-530.9
Ψ_0	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00
Ψ_1	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	0.75	0.75
Ψ_2	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	0.00	0.00
σ_{cs}	2.9	1.4	0.5	-0.5	-0.5	3.4	-0.5
σ_{ci}	2.0	0.9	0.3	-0.8	-0.3	2.3	-0.4
σ_s	2.0	0.9	0.3	1.7	-0.3	2.3	-0.4
σ_i	-4.6	-2.2	-0.8	-0.6	1.6	-5.6	0.9
σ_{eq}	-3.1	-1.4	-0.5	-0.1	1.1	-3.8	0.6
σ_{cp}	0.00	0.00	0.00	1.00	0.30	0.00	0.00
σ_{ps}	26.65	12.38	4.54	23.62	-2.91	10.72	-1.72
σ_{pi}	-64.72	-30.07	-11.04	-7.68	21.99	-28.21	4.54
σ_{ss}	36.05	16.75	6.15	26.84	-5.48	14.73	-2.37

CORRIDOIO PLURIMODALE TIRRENICO-NORD EUROPA ITINERARIO AGRIGENTO -CALTANISSETTA-A19 S.S. N° 640 "DI PORTO EMPEDOCLE" AMMODERNAMENTO E ADEGUAMENTO ALLA CAT. B DEL D.M. 5.11.2001 DAL KM 44+000 ALLO SVINCOLO CON L'A19 Progetto Esecutivo	Opera: Viadotto Arenella III
	Relazione di Calcolo Impalcato - Carreggiata DX
	Pagina 64
	Nome file: VI15-F- CL003_C.00_relazione_calcolo_impalcato_DX.doc.

Azione	termico vento	termico MAX	termico MIN	cadute differite a tempo infinito	ridistribuzione coazione al netto cadute istantanee e differite	ridistribuzione peso proprio trave	ridistribuzione peso soletta
Fase	SF4	SF4	SF4	SF3			
N_k	0.0	-45.3	59.0	-1391.5	-	-	-
M_k	-7.2	651.5	-329.9	1160.8	-	-	-
Ψ_0	0.60	0.60	0.60	1.00	1.00	1.00	1.00
Ψ_1	0.00	0.50	0.50	1.00	1.00	1.00	1.00
Ψ_2	0.00	0.50	0.50	1.00	1.00	1.00	1.00
σ_{cs}	0.0	0.6	-0.3	0.2	-1.2	2.5	3.8
σ_{ci}	0.0	0.4	-0.2	-0.1	1.9	1.7	2.6
σ_s	0.0	0.4	-0.2	-0.1	1.5	4.7	5.9
σ_i	0.0	-1.1	0.6	-2.6	36.1	-6.5	-8.9
σ_{eq}	0.0	-0.8	0.4	-2.0	28.0	-3.9	-5.4
σ_{cp}	0.00	-0.03	0.04	-0.88	14.8	0.0	0.0
σ_{ps}	-0.02	1.96	-0.86	-2.76	36.2	42.1	56.5
σ_{pi}	0.06	-5.73	3.03	-36.99	424.2	-71.5	-102.5
σ_{ss}	-0.03	2.75	-1.26	0.76	4.5	30.2	46.3

SLE - Verifica del Livello Tensionale

	verifica al taglio trefoli	verifica a fine fase 2 a t=infinito	verifica a fine fase 3 a t=0 (max mobili + max termico)	verifica a fine fase 3 a t=0 (max mobili + min termico)	verifica a fine fase 3 a t=0 (min mobili + max termico)	verifica a fine fase 3 a t=0 (min mobili + min termico)		
Combinazione RARA (Fondamentale)								
σ_{cs}	0.0	4.68	8.43	7.87	4.51	3.96	MPa	tensione estradosso soletta
σ_{ci}	0.0	5.26	7.78	7.42	5.14	4.78	MPa	tensione intradosso soletta
σ_s	4.9	13.81	16.33	15.97	13.69	13.33	MPa	tensione estradosso
σ_i	17.0	18.25	11.95	13.00	18.48	19.53	MPa	tensione intradosso
σ_{eq}	14.2	17.22	12.97	13.69	17.36	18.08	MPa	tensione a livello trefolo equivalente
σ_{cp}	11.4	15.22	15.20	15.24	15.20	15.24	MPa	tensione media nel calcestruzzo
σ_{ps}	-1184.8	-1064.09	-1052.21	-1053.90	-1064.65	-1066.34	MPa	tensione nel trefolo superiore
σ_{pi}	-1104.5	-1004.95	-1036.56	-1031.31	-1003.81	-998.56	MPa	tensione nel trefolo inferiore
σ_{ss}	0.0	109.23	125.58	123.18	108.49	106.08	MPa	tensione nell'armatura lenta superiore
check1	OK	OK	OK	OK	OK	OK		check compressione cap
check2	OK	OK	OK	OK	OK	OK		check trazione cap
check3	OK	OK	OK	OK	OK	OK		check trefoli

Le perdite di precompressione per ritiro, viscosità e rilassamento sono calcolate nelle tabelle seguenti a partire dalla tensione al netto delle perdite elastiche

CORRIDOIO PLURIMODALE TIRRENICO-NORD EUROPA ITINERARIO AGRIGENTO -CALTANISSETTA-A19 S.S. N° 640 "DI PORTO EMPEDOCLE" AMMODERNAMENTO E ADEGUAMENTO ALLA CAT. B DEL D.M. 5.11.2001 DAL KM 44+000 ALLO SVINCOLO CON L'A19 Progetto Esecutivo	Opera: Viadotto Arenella III
	Relazione di Calcolo Impalcato - Carreggiata DX
	Pagina 65
	Nome file: VI15-F- CL003_C.00_relazione_calcolo_impalcato_DX.doc.

Cadute di tensione istantanee

Cadute per deformazione elastica

N_{pi}	=	11259.00	kN	sforzo di precompressione iniziale
			kN	
M_{pi}	=	-4751.94	m	momento coattivo iniziale
			MP	
σ_{eq}	=	18.37	a	tensione nel cls a quota trefolo equivalente
			MP	
$\Delta\sigma_{el}$	=	128.61	a	caduta di tensione per deformazione elastica
ΔN_{el}	=	1072.6	kN	caduta di precompressione per deformazione elastica
f	=	0.095		frazione caduta di precompressione

Cadute di tensione differite nel tempo

t	=	1440	ore	istante in cui vengono valutate le cadute di tensione
$t=\infty$	=	438000	ore	tempo infinito (inserire numero sufficientemente grande)

Cadute per ritiro

$\epsilon_{cs}(t)$	=	0.00014		deformazione per ritiro a tempo t
$\epsilon_{cs}(\infty)$	=	0.00035		deformazione totale per ritiro a tempo infinito
			MP	
$\Delta\sigma_{s,t}$	=	26.60	a	perdita per ritiro a tempo t
			MP	
$\Delta\sigma_{s,inf}$	=	66.50	a	perdita per ritiro a tempo infinito

Cadute per viscosità

$\varphi(t,t_0)$	=	0.89		coefficiente di viscosità al tempo t e applicazione del carico al tempo t_0
$\varphi(\infty,t_0)$	=	1.7900		coefficiente di viscosità a tempo infinito e applicazione del carico al tempo t_0
N_p	=	10186	kN	precompressione iniziale con cadute istantanee scontate
			kN	
M_p	=	-8921.80	m	momento coattivo
			kN	
M_g	=	3200	m	momento flettente (prodotto dai carichi permanenti)
			MP	
σ_{eq}	=	14.18	a	tensione calcestruzzo a livello cavo risultante
			MP	
$\Delta\sigma_{c,t}$	=	65.87	a	perdita di tensione per viscosità al tempo t
			MP	
$\Delta\sigma_{c,inf}$	=	132.47	a	perdita di tensione per viscosità a tempo infinito

Cadute per rilassamento

clp	=	2		classe dell'acciaio da precompresso (1=fili o trefoli a rilassamento ordinario; =2 fili o trefoli a basso rilassamento, =3 barre)
ρ_{1000}	=	2.5	%	perdita per rilassamento a 1000 ore dopo la messa in tensione (=8%, 2.5%, 4% rispettivamente per acciaio di classe 1, 2, 3)
			MP	
σ_{pm0}	=	1221	a	valore assoluto della precompressione iniziale al netto delle cadute istantanee
P_{m0}	=	10186	kN	precompressione iniziale al netto delle cadute istantanee
			kN	
M_{pm0}	=	-8922	m	momento coattivo di precompressione
			kN	
M_g	=	3200	m	momento flettente (prodotto dai carichi permanenti)
			MP	
σ_{eq}	=	14.18	a	tensione nel calcestruzzo a livello del cavo equivalente
				rapporto tra tensione di precompressione iniziale (al netto delle cadute istantanee) e tensione di rottura
μ	=	0.657		
t	=	1440	ore	tempo dopo la messa in tensione (istante in cui vengono valutate le cadute di tensione)
			MP	
$\Delta\sigma_{pr}(t)$	=	8.72	a	caduta di tensione per rilassamento al tempo t
			MP	
$\Delta\sigma_{pr}(\infty)$	=	37.99	a	caduta di tensione per rilassamento a tempo $t=\infty$

Interazione tra le cadute di tensione per effetti differiti

$\epsilon_{cs}(\infty)$	=	0.00035		deformazione totale per ritiro a tempo infinito
-------------------------	---	---------	--	---

CORRIDOIO PLURIMODALE TIRRENICO-NORD EUROPA ITINERARIO AGRIGENTO -CALTANISSETTA-A19 S.S. N° 640 "DI PORTO EMPEDOCLE" AMMODERNAMENTO E ADEGUAMENTO ALLA CAT. B DEL D.M. 5.11.2001 DAL KM 44+000 ALLO SVINCOLO CON L'A19 Progetto Esecutivo	Opera: Viadotto Arenella III
	Relazione di Calcolo Impalcato - Carreggiata DX
	Pagina 66
	Nome file: V115-F- CL003_C.00_relazione_calcolo_impalcato_DX.doc.

$\Delta\sigma_{pr}(\infty)$	=	37.99	MP	a	caduta di tensione per rilassamento a tempo t=infinito
$\sigma_{c,QP}$	=	14.18	MP	a	tensione nel cls a quota livello del trefolo equivalente prodotto dai carichi permanenti
A_p	=	8340	m	m ²	area totale cavi precompressione
A_c	=	847168	m	m ²	area sezione trave
J_c	=	325000000	m	m ⁴	momento d'inerzia trave
J_c	=	000	m ⁴		
Z_{cp}	=	0.876	m		distanza fra baricentro sezione cls e baricentro cavi
$\Delta\sigma_{p,c+s+(t)}$	=	87.8	MP	a	cadute di tensioni totali a tempo t
$\Delta\sigma_{p,c+s+(\infty)}$	=	166.85	MP	a	cadute di tensioni totali a tempo infinito

7.4.2 Verifiche Sezione SB-c

Caratteristiche precompressione

id_cavo	n. trefoli np	area	area	distanza da	presoll.	precompressione
		singolo trefolo	area trefoli	intradosso		iniziale
		A_{pt} mm ²	A_p mm ²	Y_p mm	σ_{pi} MPa	N_{pi} kN
1	8	139.0	1112	50	1350	1501
2	6	139.0	834	100	1350	1126
3	0	139.0	0	150	1350	0
4	0	139.0	0	200	1350	0
5	0	139.0	0	250	1350	0
6	2	139.0	278	300	1350	375
7	2	139.0	278	450	1350	375
8	2	139.0	278	500.2	1350	375
9	2	139.0	278	600.2	1350	375
10	4	139.0	556	800	1350	751
11	4	139.0	556	1000	1350	751
12	4	139.0	556	1300	1350	751
13	2	139.0	278	1750	1350	375
	36		5004.0	572.24		6755

Calcolo Delle Tensioni Nelle Condizioni Elementari Di Carico

Azione	coazione al netto delle cadute istantanee (isostatico)	coazione al netto delle cadute istantanee (isostatico)	coazione al netto delle cadute istantanee (iperstatico)	peso proprio trave (isostatico)	peso proprio trave (isostatico)	peso proprio trave (iperstatico)	peso soletta (isostatico)
--------	---	---	--	---------------------------------------	---------------------------------------	--	---------------------------------

CORRIDOIO PLURIMODALE TIRRENICO-NORD EUROPA ITINERARIO AGRIGENTO -CALTANISSETTA-A19 S.S. N° 640 "DI PORTO EMPEDOCLE" AMMODERNAMENTO E ADEGUAMENTO ALLA CAT. B DEL D.M. 5.11.2001 DAL KM 44+000 ALLO SVINCOLO CON L'A19 Progetto Esecutivo	Opera: Viadotto Arenella III
	Relazione di Calcolo Impalcato - Carreggiata DX
	Pagina 67
	Nome file: VI15-F- CL003_C.00_relazione_calcolo_impalcato_DX.doc.

Fase	SF1	SF3	SF3	SF1	SF3	SF3	SF1
N_k	6428.5	6428.5	5091.4	0.0	0.0	0.5	0.0
M_k	-1830.0	-4584.1	6450.3	426.3	426.3	-1364.8	699.6
Ψ_0	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00
Ψ_1	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00
Ψ_2	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00
σ_{cs}	0.0	-0.3	9.6	0.0	0.4	-1.3	0.0
σ_{ci}	0.0	1.2	7.5	0.0	0.3	-0.9	0.0
σ_s	2.2	1.2	7.5	1.2	0.3	-0.9	2.0
σ_i	12.0	11.7	-7.2	-1.1	-0.7	2.2	-1.8
σ_{eq}	8.9	8.3	-2.6	-0.4	-0.4	1.2	-0.6
σ_{cp}	7.33	4.16	3.30	0.00	0.00	0.00	0.00
σ_{ps}	17.20	21.16	103.48	7.94	3.67	-11.74	13.04
σ_{pi}	82.11	165.44	-99.54	-7.18	-9.75	31.22	-11.78
σ_{ss}	0.00	6.30	124.38	0.00	5.05	-16.16	0.00

Azione	peso soletta (isostatico)	peso soletta (iperstatico)	permanenti portati	ritiro isostatico + ritiro locale	ritiro iperstatico	carichi mobili max	carichi mobili min
Fase	SF3	SF3	SF3	SF3	SF3	SF4	SF4
N_k	0.0	0.0	0.0	1583	511.2	0.0	0.0
M_k	699.6	-1384.7	-507.7	1012.4	-2201.7	644.9	-2228.7
Ψ_0	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00
Ψ_1	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	0.75	0.75
Ψ_2	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	0.00	0.00
σ_{cs}	0.7	-1.3	-0.5	-0.5	-1.8	0.7	-2.3
σ_{ci}	0.5	-0.9	-0.3	-0.8	-1.1	0.4	-1.5
σ_s	0.5	-0.9	-0.3	1.7	-1.1	0.4	-1.5
σ_i	-1.1	2.3	0.8	-0.6	3.9	-1.1	3.9
σ_{eq}	-0.6	1.3	0.5	0.1	2.3	-0.6	2.2
σ_{cp}	0.00	0.00	0.00	1.02	0.33	0.00	0.00
σ_{ps}	6.02	-11.91	-4.37	23.63	-14.12	2.09	-7.24
σ_{pi}	-16.00	31.67	11.61	-8.24	55.18	-5.69	19.65
σ_{ss}	8.29	-16.40	-6.01	26.91	-21.26	2.90	-10.01

CORRIDOIO PLURIMODALE TIRRENICO-NORD EUROPA ITINERARIO AGRIGENTO -CALTANISSETTA-A19 S.S. N° 640 "DI PORTO EMPEDOCLE" AMMODERNAMENTO E ADEGUAMENTO ALLA CAT. B DEL D.M. 5.11.2001 DAL KM 44+000 ALLO SVINCOLO CON L'A19 Progetto Esecutivo	Opera: Viadotto Arenella III
	Relazione di Calcolo Impalcato - Carreggiata DX
	Pagina 68
	Nome file: V115-F- CL003_C.00_relazione_calcolo_impalcato_DX.doc.

Azione	vento	termico MAX	termico MIN	cadute differite a tempo infinito	ridistribuzione coazione al netto cadute istantanee e differite	ridistribuzione peso proprio trave	ridistribuzione peso soletta
Fase	SF4	SF4	SF4	SF3			
N _k	0.0	-81.7	106.6	-678.9	-	-	-
M _k	12.6	1537.2	-769.8	484.1	-	-	-
Ψ ₀	0.60	0.60	0.60	1.00	1.00	1.00	1.00
Ψ ₁	0.00	0.50	0.50	1.00	1.00	1.00	1.00
Ψ ₂	0.00	0.50	0.50	1.00	1.00	1.00	1.00
σ _{cs}	0.0	1.5	-0.7	0.0	3.6	-0.2	-0.1
σ _{ci}	0.0	1.0	-0.5	-0.1	4.2	-0.1	-0.1
σ _s	0.0	1.0	-0.5	-0.1	5.4	0.5	0.7
σ _i	0.0	-2.8	1.4	-1.2	15.2	-0.3	-0.5
σ _{eq}	0.0	-1.6	0.8	-0.9	12.1	0.0	-0.1
σ _{cp}	0.00	-0.06	0.07	-0.44	9.5	0.0	0.0
σ _{ps}	0.04	4.70	-2.12	-2.23	72.8	2.6	3.8
σ _{pi}	-0.11	-13.85	7.17	-17.47	169.3	0.6	-1.3
σ _{ss}	0.06	6.61	-3.08	-0.67	57.1	-2.3	-1.7

SLE - Verifica del Livello Tensionale

	verifica al taglio trefoli	verifica a fine fase 2 a t=infinito	verifica a fine fase 3 a t=0 (max mobili + max termico)	verifica a fine fase 3 a t=0 (max mobili + min termico)	verifica a fine fase 3 a t=0 (min mobili + max termico)	verifica a fine fase 3 a t=0 (min mobili + min termico)		
Combinazione RARA (Fondamentale)								
σ _{cs}	0.0	0.49	2.08	0.73	-0.88	-2.23	MPa	tensione estradosso soletta
σ _{ci}	0.0	1.60	2.65	1.78	0.67	-0.21	MPa	tensione intradosso soletta
σ _s	3.4	6.74	7.79	6.91	5.81	4.93	MPa	tensione estradosso
σ _i	10.9	17.38	14.58	17.09	19.63	22.14	MPa	tensione intradosso
σ _{eq}	8.5	14.00	12.42	13.85	15.23	16.67	MPa	tensione a livello trefolo equivalente
σ _{cp}	7.3	10.40	10.37	10.45	10.37	10.45	MPa	tensione media nel calcestruzzo
σ _{ps}	-1259.5	-1202.52	-1197.58	-1201.68	-1206.92	-1211.01	MPa	tensione nel trefolo superiore
σ _{pi}	-1209.7	-1074.90	-1088.97	-1076.36	-1063.63	-1051.02	MPa	tensione nel trefolo inferiore
σ _{ss}	0.0	52.06	58.96	53.14	46.05	40.24	MPa	tensione nell'armatura lenta superiore
check1	OK	OK	OK	OK	OK	OK		check compressione cap
check2	OK	OK	OK	OK	OK	OK		check trazione cap
check3	OK	OK	OK	OK	OK	OK		check trefoli

CORRIDOIO PLURIMODALE TIRRENICO-NORD EUROPA ITINERARIO AGRIGENTO -CALTANISSETTA-A19 S.S. N° 640 "DI PORTO EMPEDOCLE" AMMODERNAMENTO E ADEGUAMENTO ALLA CAT. B DEL D.M. 5.11.2001 DAL KM 44+000 ALLO SVINCOLO CON L'A19 Progetto Esecutivo	Opera: Viadotto Arenella III
	Relazione di Calcolo Impalcato - Carreggiata DX
	Pagina 69
	Nome file: VI15-F- CL003_C.00_relazione_calcolo_impalcato_DX.doc.

Le perdite di precompressione per ritiro, viscosità e rilassamento sono calcolate nelle tabelle seguenti a partire dalla tensione al netto delle perdite elastiche.

Cadute di tensione istantanee

Cadute per deformazione elastica

N_{pi}	=	6755.40	kN	sforzo di precompressione iniziale
M_{pi}	=	-1923.04	m	momento coattivo iniziale
σ_{eq}	=	9.33	Pa	tensione nel cls a quota trefolo equivalente
$\Delta\sigma_{el}$	=	65.33	Pa	caduta di tensione per deformazione elastica
ΔN_{el}	=	326.9	kN	caduta di precompressione per deformazione elastica
f	=	0.048		frazione caduta di precompressione

Cadute di tensione differite nel tempo

t	=	1440	ore	istante in cui vengono valutate le cadute di tensione
$t=\infty$	=	438000	ore	tempo infinito (inserire numero sufficientemente grande)

Cadute per ritiro

$\epsilon_{cs}(t)$	=	0.00014		deformazione per ritiro a tempo t
$\epsilon_{cs}(\infty)$	=	0.00035		deformazione totale per ritiro a tempo infinito
$\Delta\sigma_{s,t}$	=	26.60	Pa	perdita per ritiro a tempo t
$\Delta\sigma_{s,inf}$	=	66.50	Pa	perdita per ritiro a tempo infinito

Cadute per viscosità

$\varphi(t, t_0)$	=	0.89		coefficiente di viscosità al tempo t e applicazione del carico al tempo t_0
$\varphi(\infty, t_0)$	=	1.7900		coefficiente di viscosità a tempo infinito e applicazione del carico al tempo t_0
N_p	=	6428	kN	precompressione iniziale con cadute istantanee scontate
M_p	=	-4651.81	m	momento coattivo
M_g	=	3200	m	momento flettente (prodotto dai carichi permanenti)
σ_{eq}	=	5.99	Pa	tensione calcestruzzo a livello cavo risultante
$\Delta\sigma_{c,t}$	=	27.80	Pa	perdita di tensione per viscosità al tempo t
$\Delta\sigma_{c,inf}$	=	55.91	Pa	perdita di tensione per viscosità a tempo infinito

Cadute per rilassamento

clp	=	2		classe dell'acciaio da precompresso (1=fili o trefoli a rilassamento ordinario; =2 fili o trefoli a basso rilassamento, =3 barre)
ρ_{1000}	=	2.5	%	perdita per rilassamento a 1000 ore dopo la messa in tensione (=8%, 2.5%, 4% ripetutamente per acciaio di classe 1, 2, 3)
σ_{pm0}	=	1285	Pa	valore assoluto della precompressione iniziale al netto delle cadute istantanee
P_{m0}	=	6428	kN	precompressione iniziale al netto delle cadute istantanee
M_{pm0}	=	-4652	m	momento coattivo di precompressione
M_g	=	3200	m	momento flettente (prodotto dai carichi permanenti)
σ_{eq}	=	5.99	Pa	tensione nel calcestruzzo a livello del cavo equivalente
μ	=	0.691		rapporto tra tensione di precompressione iniziale (al netto delle cadute istantanee) e tensione di rottura
t	=	1440	ore	tempo dopo la messa in tensione (istante in cui vengono valutate le cadute di tensione)
$\Delta\sigma_{pr}(t)$	=	12.38	Pa	caduta di tensione per rilassamento al tempo t
$\Delta\sigma_{pr}(\infty)$	=	46.63	Pa	caduta di tensione per rilassamento a tempo t=infinito

Interazione tra le cadute di tensione per effetti differiti

CORRIDOIO PLURIMODALE TIRRENICO-NORD EUROPA ITINERARIO AGRIGENTO -CALTANISSETTA-A19 S.S. N° 640 "DI PORTO EMPEDOCLE" AMMODERNAMENTO E ADEGUAMENTO ALLA CAT. B DEL D.M. 5.11.2001 DAL KM 44+000 ALLO SVINCOLO CON L'A19 Progetto Esecutivo	Opera: Viadotto Arenella III
	Relazione di Calcolo Impalcato - Carreggiata DX
	Pagina 71
	Nome file: VI15-F- CL003_C.00_relazione_calcolo_impalcato_DX.doc.

Ψ_2	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00
σ_{cs}	0.0	-1.1	6.4	0.0	1.5	0.6	0.0	0.0
σ_{ci}	0.0	1.0	6.4	0.0	1.0	0.4	0.0	0.0
σ_s	0.5	1.0	6.4	4.3	1.0	0.4	6.7	6.7
σ_i	18.0	16.3	6.2	-3.8	-2.4	-1.0	-6.0	-6.0
σ_{eq}	13.5	12.3	6.2	-1.7	-1.5	-0.6	-2.7	-2.7
σ_{cp}	9.76	5.52	6.34	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
σ_{ps}	6.87	20.61	93.21	28.41	13.19	5.42	44.73	44.73
σ_{pi}	122.68	230.97	90.06	-25.15	-33.23	-13.63	-39.59	-39.59
σ_{ss}	0.00	-1.05	93.54	0.00	17.97	7.38	0.00	0.00

Azione	peso soletta (isostatico)	peso soletta (iperstatico)	permanenti portati	ritiro isostatico + ritiro locale	ritiro iperstatico	carichi mobili max	carichi mobili min
Fase	SF3	SF3	SF3	SF3	SF3	SF4	SF4
N_k	0.0	0.0	0.0	1583	506.6	0.0	0.0
M_k	2413.2	653.9	242.1	1041.4	-1480.8	2511.7	-881.4
Ψ_0	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00
Ψ_1	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	0.75	0.75
Ψ_2	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	0.00	0.00
σ_{cs}	2.3	0.6	0.2	-0.5	-1.1	2.6	-0.9
σ_{ci}	1.6	0.4	0.2	-0.8	-0.6	1.7	-0.6
σ_s	1.6	0.4	0.2	1.7	-0.6	1.7	-0.6
σ_i	-3.7	-1.0	-0.4	-0.6	2.6	-4.3	1.5
σ_{eq}	-2.4	-0.6	-0.2	0.0	1.8	-2.8	1.0
σ_{cp}	0.00	0.00	0.00	1.01	0.32	0.00	0.00
σ_{ps}	20.76	5.63	2.08	23.63	-8.05	8.16	-2.86
σ_{pi}	-52.31	-14.18	-5.25	-7.91	36.80	-21.75	7.63
σ_{ss}	28.28	7.66	2.84	26.87	-12.66	11.24	-3.94

Azione	termico vento	termico MAX	termico MIN	cadute differite a tempo infinito	ridistribuzione coazione al netto cadute istantanee e differite	ridistribuzione peso proprio trave	ridistribuzione peso soletta
Fase	SF4	SF4	SF4	SF3			

CORRIDOIO PLURIMODALE TIRRENICO-NORD EUROPA ITINERARIO AGRIGENTO -CALTANISSETTA-A19 S.S. N° 640 "DI PORTO EMPEDOCLE" AMMODERNAMENTO E ADEGUAMENTO ALLA CAT. B DEL D.M. 5.11.2001 DAL KM 44+000 ALLO SVINCOLO CON L'A19 Progetto Esecutivo	Opera: Viadotto Arenella III
	Relazione di Calcolo Impalcato - Carreggiata DX
	Pagina 72
	Nome file: VI15-F- CL003_C.00_relazione_calcolo_impalcato_DX.doc.

N_k	0.0	-51.2	66.7	-1076.6	-	-	-
M_k	-5.6	1063.6	-532.0	862.3	-	-	-
Ψ_0	0.60	0.60	0.60	1.00	1.00	1.00	1.00
Ψ_1	0.00	0.50	0.50	1.00	1.00	1.00	1.00
Ψ_2	0.00	0.50	0.50	1.00	1.00	1.00	1.00
σ_{cs}	0.0	1.1	-0.5	0.1	1.4	1.7	2.7
σ_{ci}	0.0	0.7	-0.3	-0.1	3.6	1.2	1.8
σ_s	0.0	0.7	-0.3	-0.1	3.8	3.5	4.5
σ_i	0.0	-1.9	1.0	-2.0	28.5	-4.9	-6.7
σ_{eq}	0.0	-1.2	0.6	-1.5	22.1	-2.7	-3.8
σ_{cp}	0.00	-0.03	0.05	-0.69	13.4	0.0	0.0
σ_{ps}	-0.02	3.27	-1.49	-2.56	61.6	31.1	41.6
σ_{pi}	0.05	-9.39	4.84	-28.67	333.6	-53.1	-76.4
σ_{ss}	-0.02	4.58	-2.14	0.13	36.4	21.3	33.0

SLE - Verifica del Livello Tensionale

	verifica al taglio trefoli	verifica a fine fase 2 a t=infinito	verifica a fine fase 3 a t=0 (max mobili + max termico)	verifica a fine fase 3 a t=0 (max mobili + min termico)	verifica a fine fase 3 a t=0 (min mobili + max termico)	verifica a fine fase 3 a t=0 (min mobili + min termico)	
Combinazione RARA (Fondamentale)							
σ_{cs}	0.0	4.63	7.83	6.90	4.36	3.42	MPa tensione estradosso soletta
σ_{ci}	0.0	5.12	7.27	6.66	4.93	4.32	MPa tensione intradosso soletta
σ_s	4.8	12.88	15.03	14.42	12.69	12.08	MPa tensione estradosso
σ_i	14.2	16.56	11.11	12.81	16.96	18.66	MPa tensione intradosso
σ_{eq}	11.8	15.61	12.12	13.22	15.86	16.96	MPa tensione a livello trefolo equivalente
σ_{cp}	9.8	14.00	13.98	14.03	13.98	14.03	MPa tensione media nel calcestruzzo
σ_{ps}	-1212.7	-1098.46	-1088.35	156.74	148.58	145.72	MPa tensione nel trefolo superiore
σ_{pi}	-1150.4	-1048.86	-1076.21	180.28	201.11	209.65	MPa tensione nel trefolo inferiore
σ_{ss}	0.0	107.87	121.84	117.81	106.66	102.63	MPa tensione nell'armatura lenta superiore
check1	OK	OK	OK	OK	OK	OK	check compressione cap
check2	OK	OK	OK	OK	OK	OK	check trazione cap
check3	OK	OK	OK	OK	OK	OK	check trefoli

Le perdite di precompressione per ritiro, viscosità e rilassamento sono calcolate nelle tabelle seguenti a partire dalla tensione al netto delle perdite elastiche.

Cadute di tensione istantanee

Cadute per deformazione elastica

N_{pi}	=	9382.50	kN	sforzo di precompressione iniziale
M_{pi}	=	-3585.73	kNm	momento coattivo iniziale
σ_{eq}	=	14.58	MPa	tensione nel cls a quota trefolo equivalente
$\Delta\sigma_{el}$	=	102.05	MPa	caduta di tensione per deformazione elastica

CORRIDOIO PLURIMODALE TIRRENICO-NORD EUROPA ITINERARIO AGRIGENTO -CALTANISSETTA-A19 S.S. N° 640 "DI PORTO EMPEDOCLE" AMMODERNAMENTO E ADEGUAMENTO ALLA CAT. B DEL D.M. 5.11.2001 DAL KM 44+000 ALLO SVINCOLO CON L'A19 Progetto Esecutivo	Opera: Viadotto Arenella III
	Relazione di Calcolo Impalcato - Carreggiata DX
	Pagina 73
	Nome file: VI15-F- CL003_C.00_relazione_calcolo_impalcato_DX.doc.

ΔN_{el}	= 709.3	kN	caduta di precompressione per deformazione elastica
f	= 0.076		frazione caduta di precompressione
Cadute di tensione differite nel tempo			
t	= 1440	ore	istante in cui vengono valutate le cadute di tensione
t=∞	= 438000	ore	tempo infinito (inserire numero sufficientemente grande)
Cadute per ritiro			
$\epsilon_{cs}(t)$	= 0.00014		deformazione per ritiro a tempo t
$\epsilon_{cs}(\infty)$	= 0.00035		deformazione totale per ritiro a tempo infinito
$\Delta\sigma_{s,t}$	= 26.60	MPa	perdita per ritiro a tempo t
$\Delta\sigma_{s,inf}$	= 66.50	MPa	perdita per ritiro a tempo infinito
Cadute per viscosità			
$\varphi(t,t_0)$	= 0.89		coefficiente di viscosità al tempo t e applicazione del carico al tempo t_0
$\varphi(\infty,t_0)$	= 1.7900		coefficiente di viscosità a tempo infinito e applicazione del carico al tempo t_0
N_p	= 8673	kN	precompressione iniziale con cadute istantanee scontate
M_p	= -7197.49	kNm	momento coattivo
M_g	= 3200	kNm	momento flettente (prodotto dai carichi permanenti)
σ_{eq}	= 10.74	MPa	tensione calcestruzzo a livello cavo risultante
$\Delta\sigma_{c,t}$	= 49.89	MPa	perdita di tensione per viscosità al tempo t
$\Delta\sigma_{c,inf}$	= 100.35	MPa	perdita di tensione per viscosità a tempo infinito
Cadute per rilassamento			
clp	= 2		classe dell'acciaio da precompresso (1=fili o trefoli a rilassamento ordinario; =2 fili o trefoli a basso rilassamento, =3 barre)
ρ_{1000}	= 2.5	%	perdita per rilassamento a 1000 ore dopo la messa in tensione (=8%, 2.5%, 4% ripetitivamente per acciaio di classe 1, 2, 3)
σ_{pm0}	= 1248	MPa	valore assoluto della precompressione iniziale al netto delle cadute istantanee
P_{m0}	= 8673	kN	precompressione iniziale al netto delle cadute istantanee
M_{pm0}	= -7197	kNm	momento coattivo di precompressione
M_g	= 3200	kNm	momento flettente (prodotto dai carichi permanenti)
σ_{eq}	= 10.74	MPa	tensione nel calcestruzzo a livello del cavo equivalente
μ	= 0.671		rapporto tra tensione di precompressione iniziale (al netto delle cadute istantanee) e tensione di rottura
t	= 1440	ore	tempo dopo la messa in tensione (istante in cui vengono valutate le cadute di tensione)
$\Delta\sigma_{pr}(t)$	= 10.10	MPa	caduta di tensione per rilassamento al tempo t
$\Delta\sigma_{pr}(\infty)$	= 41.42	MPa	caduta di tensione per rilassamento a tempo t=infinito
Interazione tra le cadute di tensione per effetti differiti			
$\epsilon_{cs}(\infty)$	= 0.00035		deformazione totale per ritiro a tempo infinito
$\Delta\sigma_{pr}(\infty)$	= 41.42	MPa	caduta di tensione per rilassamento a tempo t=infinito
$\sigma_{c,QP}$	= 10.74	MPa	tensione nel cls a quota livello del trefolo equivalente prodotto dai carichi permanenti
A_p	= 6950	mm ²	area totale cavi precompressione
A_c	= 847168	mm ²	area sezione trave
J_c	= 325000000000	mm ⁴	momento d'inerzia trave
Z_{cp}	= 0.830	m	distanza fra baricentro sezione cls e baricentro cavi
$\Delta\sigma_{p,c+s+tr}(t)$	= 76.6	MPa	cadute di tensioni totali a tempo t
$\Delta\sigma_{p,c+s+tr}(\infty)$	= 154.91	MPa	cadute di tensioni totali a tempo infinito
f2	= 0.057		frazione caduta di precompressione al tempo t

CORRIDOIO PLURIMODALE TIRRENICO-NORD EUROPA ITINERARIO AGRIGENTO -CALTANISSETTA-A19 S.S. N° 640 "DI PORTO EMPEDOCLE" AMMODERNAMENTO E ADEGUAMENTO ALLA CAT. B DEL D.M. 5.11.2001 DAL KM 44+000 ALLO SVINCOLO CON L'A19 Progetto Esecutivo	Opera: Viadotto Arenella III
	Relazione di Calcolo Impalcato - Carreggiata DX
	Pagina 74
	Nome file: VI15-F- CL003_C.00_relazione_calcolo_impalcato_DX.doc.

7.4.4 Verifiche Sezione SA-b

Caratteristiche precompressione

id_cavo	n. trefoli np	area singolo trefolo	area trefoli	distanza da intradosso	presoll. σ_{pi} MPa	precompressione iniziale N_{pi} kN
		A_{pt} mm ²	A_p mm ²	Y_p mm		
1	12	139.0	1668	50	1350	2252
2	8	139.0	1112	100	1350	1501
3	6	139.0	834	150	1350	1126
4	4	139.0	556	200	1350	751
5	4	139.0	556	250	1350	751
6	4	139.0	556	300	1350	751
7	4	139.0	556	450	1350	751
8	2	139.0	278	500.2	1350	375
9	2	139.0	278	600.2	1350	375
10	4	139.0	556	800	1350	751
11	4	139.0	556	1000	1350	751
12	4	139.0	556	1300	1350	751
13	2	139.0	278	1750	1350	375
TOT	60		8340.0	420.01		11259

Calcolo Delle Tensioni Nelle Condizioni Elementari Di Carico

Azione	coazione al netto delle cadute istantanee (isostatico)	coazione al netto delle cadute istantanee (isostatico)	coazione al netto delle cadute istantanee (iperstatico)	peso proprio trave (isostatico)	peso proprio trave (isostatico)	peso proprio trave (iperstatico)	peso soletta (isostatico)
	SF1	SF3	SF3	SF1	SF3	SF3	SF1
N_k	10186.4	10186.4	11389.4	0.0	0.0	0.6	0.0
M_k	-4299.2	-9656.8	5643.6	2126	2126.0	790.0	3331
Ψ_0	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00
Ψ_1	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00
Ψ_2	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00
σ_{cs}	0.0	-1.5	9.9	0.0	1.5	0.6	0.0
σ_{ci}	0.0	1.0	8.5	0.0	1.0	0.4	0.0
σ_s	-0.6	1.0	8.5	5.9	1.0	0.4	9.3
σ_i	21.9	19.0	-2.1	-5.2	-3.0	-1.1	-8.1
σ_{eq}	16.6	14.8	0.4	-2.6	-2.1	-0.8	-4.1
σ_{cp}	11.35	5.32	5.95	0.00	0.00	0.00	0.00
σ_{ps}	0.13	21.65	119.22	39.24	12.29	4.57	61.48
σ_{pi}	148.69	270.01	-25.93	-34.23	-42.39	-15.75	-53.63
σ_{ss}	0.00	-3.91	134.16	0.00	17.91	6.66	0.00

CORRIDOIO PLURIMODALE TIRRENICO-NORD EUROPA ITINERARIO AGRIGENTO -CALTANISSETTA-A19 S.S. N° 640 "DI PORTO EMPEDOCLE" AMMODERNAMENTO E ADEGUAMENTO ALLA CAT. B DEL D.M. 5.11.2001 DAL KM 44+000 ALLO SVINCOLO CON L'A19 Progetto Esecutivo	Opera: Viadotto Arenella III
	Relazione di Calcolo Impalcato - Carreggiata DX
	Pagina 75
	Nome file: VI15-F- CL003_C.00_relazione_calcolo_impalcato_DX.doc.

Azioni	peso soletta (isostatico)	peso soletta (iperstatico)	permanentemente portati	ritiro isostatico + ritiro locale	ritiro iperstatico	carichi mobili max
Fasi	SF3	SF3	SF3	SF3	SF3	SF4
N_k	0.0	0.0	0.0	2399	-562.4	0.0
M_k	3331.0	952.5	463.7	1336.4	-2587.2	4054.7
Ψ_0	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00
Ψ_1	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	0.75
Ψ_2	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	0.00
σ_{cs}	2.4	0.7	0.3	-0.3	-2.1	3.1
σ_{ci}	1.5	0.4	0.2	-0.7	-1.5	1.9
σ_s	1.5	0.4	0.2	1.9	-1.5	1.9
σ_i	-4.7	-1.4	-0.7	-0.6	3.4	-6.6
σ_{eq}	-3.3	-0.9	-0.5	-0.1	2.3	-4.6
σ_{cp}	0.00	0.00	0.00	1.25	-0.29	0.00
σ_{ps}	19.25	5.50	2.68	25.97	-19.23	8.81
σ_{pi}	-66.42	-18.99	-9.25	-8.40	47.31	-33.08
σ_{ss}	28.07	8.03	3.91	29.50	-26.08	13.12

Azioni	vento	termico MAX	termico MIN	cadute differite a tempo infinito	ridistribuzione coazione al netto cadute istantanee e differite	ridistribuzione peso proprio trave	ridistribuzione peso soletta
Fasi	SF4	SF4	SF4	SF3			
N_k	0.0	-120.2	156.9	-1328.7	-	-	-
M_k	25.6	1604.0	-802.2	1259.7	-	-	-
Ψ_0	0.60	0.60	0.60	1.00	1.00	1.00	1.00
Ψ_1	0.00	0.50	0.50	1.00	1.00	1.00	1.00
Ψ_2	0.00	0.50	0.50	1.00	1.00	1.00	1.00
σ_{cs}	0.0	1.2	-0.5	0.2	2.4	1.8	2.8
σ_{ci}	0.0	0.7	-0.3	-0.1	4.4	1.1	1.8
σ_s	0.0	0.7	-0.3	-0.1	4.0	4.3	5.4

CORRIDOIO PLURIMODALE TIRRENICO-NORD EUROPA ITINERARIO AGRIGENTO -CALTANISSETTA-A19 S.S. N° 640 "DI PORTO EMPEDOCLE" AMMODERNAMENTO E ADEGUAMENTO ALLA CAT. B DEL D.M. 5.11.2001 DAL KM 44+000 ALLO SVINCOLO CON L'A19 Progetto Esecutivo	Opera: Viadotto Arenella III
	Relazione di Calcolo Impalcato - Carreggiata DX
	Pagina 76
	Nome file: VI15-F- CL003_C.00_relazione_calcolo_impalcato_DX.doc.

σ_i	0.0	-2.7	1.4	-2.5	30.1	-6.4	-8.7
σ_{eq}	0.0	-1.9	1.0	-1.9	24.0	-3.9	-5.4
σ_{cp}	0.00	-0.07	0.09	-0.69	13.8	0.0	0.0
σ_{ps}	0.06	3.13	-1.28	-2.82	69.1	35.7	46.6
σ_{pi}	-0.21	-13.44	7.00	-35.22	340.4	-68.2	-98.9
σ_{ss}	0.08	4.84	-2.14	0.51	49.4	21.0	33.0

SLE - Verifica del Livello Tensionale

	verifica al taglio trefoli	verifica a fine fase 2 a t=infinito	verifica a fine fase 3 a t=0 (max mobili + max termico)	verifica a fine fase 3 a t=0 (max mobili + min termico)	verifica a fine fase 3 a t=0 (min mobili + max termico)	verifica a fine fase 3 a t=0 (min mobili + min termico)		
Combinazione RARA (Fondamentale)								
σ_{cs}	0.0	5.03	8.84	7.83	5.05	4.04	MPa	tensione estradosso soletta
σ_{ci}	0.0	5.17	7.52	6.93	5.17	4.58	MPa	tensione intradosso soletta
σ_s	5.3	14.20	16.55	15.96	14.20	13.60	MPa	tensione estradosso
σ_i	16.7	14.59	6.40	8.83	14.43	16.87	MPa	tensione intradosso
σ_{eq}	14.0	14.50	8.77	10.49	14.38	16.11	MPa	tensione a livello trefolo equivalente
σ_{cp}	11.4	14.11	14.07	14.17	14.07	14.17	MPa	tensione media nel calcestruzzo
σ_{ps}	-1182.0	-1063.44	-1052.71	-1055.36	-1063.49	-1066.14	MPa	tensione nel trefolo superiore
σ_{pi}	-1106.9	-1053.60	-1094.86	-1082.60	-1054.41	-1042.15	MPa	tensione nel trefolo inferiore
σ_{ss}	0.0	111.17	127.24	123.06	111.19	107.01	MPa	tensione nell'armatura lenta superiore
check1	OK	OK	OK	OK	OK	OK		check compressione cap
check2	OK	OK	OK	OK	OK	OK		check trazione cap
check3	OK	OK	OK	OK	OK	OK		check trefoli

Le perdite di precompressione per ritiro, viscosità e rilassamento sono calcolate nelle tabelle seguenti a partire dalla tensione al netto delle perdite elastiche.

Cadute di tensione istantanee

Cadute per deformazione elastica

N_{pi}	=	11259.00	kN	sforzo di precompressione iniziale
M_{pi}	=	-4751.94	m	momento coattivo iniziale
σ_{eq}	=	18.37	MPa	tensione nel cls a quota trefolo equivalente
$\Delta\sigma_{el}$	=	128.61	MPa	caduta di tensione per deformazione elastica
ΔN_{el}	=	1072.6	kN	caduta di precompressione per deformazione elastica
f	=	0.095		frazione caduta di precompressione

Cadute di tensione differite nel tempo

t	=	1440	ore	istante in cui vengono valutate le cadute di tensione
t=∞	=	438000	ore	tempo infinito (inserire numero sufficientemente grande)
Cadute per ritiro				
$\epsilon_{cs}(t)$	=	0.00014		deformazione per ritiro a tempo t

CORRIDOIO PLURIMODALE TIRRENICO-NORD EUROPA ITINERARIO AGRIGENTO -CALTANISSETTA-A19 S.S. N° 640 "DI PORTO EMPEDOCLE" AMMODERNAMENTO E ADEGUAMENTO ALLA CAT. B DEL D.M. 5.11.2001 DAL KM 44+000 ALLO SVINCOLO CON L'A19 Progetto Esecutivo	Opera: Viadotto Arenella III
	Relazione di Calcolo Impalcato - Carreggiata DX
	Pagina 77
	Nome file: VI15-F- CL003_C.00_relazione_calcolo_impalcato_DX.doc.

$\epsilon_{cs}(\infty)$	=	0.00035		deformazione totale per ritiro a tempo infinito
$\Delta\sigma_{s,t}$	=	26.60	MP	perdita per ritiro a tempo t
$\Delta\sigma_{s,inf}$	=	66.50	a MP	perdita per ritiro a tempo infinito
Cadute per viscosità				
$\varphi(t,t_0)$	=	0.89		coefficiente di viscosità al tempo t e applicazione del carico al tempo t_0
$\varphi(\infty,t_0)$	=	1.7900		coefficiente di viscosità a tempo infinito e applicazione del carico al tempo t_0
N_p	=	10186	kN	precompressione iniziale con cadute istantanee scontate
M_p	=	-10001.79	kN m	momento coattivo
M_g	=	3200	kN m	momento flettente (prodotto dai carichi permanenti)
σ_{eq}	=	14.20	MP	tensione calcestruzzo a livello cavo risultante
$\Delta\sigma_{c,t}$	=	65.94	a MP	perdita di tensione per viscosità al tempo t
$\Delta\sigma_{c,inf}$	=	132.63	a	perdita di tensione per viscosità a tempo infinito
Cadute per rilassamento				
clp	=	2		classe dell'acciaio da precompresso (1=fili o trefoli a rilassamento ordinario; =2 fili o trefoli a basso rilassamento, =3 barre)
ρ_{1000}	=	2.5	% MP	perdita per rilassamento a 1000 ore dopo la messa in tensione (=8%, 2.5%, 4% ripettivamente per acciaio di classe 1, 2, 3)
σ_{pm0}	=	1221	a	valore assoluto della precompressione iniziale al netto delle cadute istantanee
P_{m0}	=	10186	kN	precompressione iniziale al netto delle cadute istantanee
M_{pm0}	=	-10002	kN m	momento coattivo di precompressione
M_g	=	3200	kN m	momento flettente (prodotto dai carichi permanenti)
σ_{eq}	=	14.20	MP	tensione nel calcestruzzo a livello del cavo equivalente
μ	=	0.657		rapporto tra tensione di precompressione iniziale (al netto delle cadute istantanee) e tensione di rottura
t	=	1440	ore	tempo dopo la messa in tensione (istante in cui vengono valutate le cadute di tensione)
$\Delta\sigma_{pr}(t)$	=	8.72	MP	caduta di tensione per rilassamento al tempo t
$\Delta\sigma_{pr}(\infty)$	=	37.99	a MP	caduta di tensione per rilassamento a tempo t=infinito
Interazione tra le cadute di tensione per effetti differiti				
$\epsilon_{cs}(\infty)$	=	0.00035		deformazione totale per ritiro a tempo infinito
$\Delta\sigma_{pr}(\infty)$	=	37.99	MP	caduta di tensione per rilassamento a tempo t=infinito
$\sigma_{c,QP}$	=	14.20	a	tensione nel cls a quota livello del trefolo equivalente prodotto dai carichi permanenti
A_p	=	8340	m ²	area totale cavi precompressione
A_c	=	847168	m ²	area sezione trave
J_c	=	325000000	m ⁴	momento d'inerzia trave
J_c	=	000	m ⁴	momento d'inerzia trave
Z_{cp}	=	0.982	m	distanza fra baricentro sezione cls e baricentro cavi
$\Delta\sigma_{p,c+s+r}(t)$	=	87.9	MP	cadute di tensioni totali a tempo t
$\Delta\sigma_{p,c+s+r}(\infty)$	=	159.52	a MP	cadute di tensioni totali a tempo infinito

CORRIDOIO PLURIMODALE TIRRENICO-NORD EUROPA ITINERARIO AGRIGENTO -CALTANISSETTA-A19 S.S. N° 640 "DI PORTO EMPEDOCLE" AMMODERNAMENTO E ADEGUAMENTO ALLA CAT. B DEL D.M. 5.11.2001 DAL KM 44+000 ALLO SVINCOLO CON L'A19 Progetto Esecutivo	Opera: Viadotto Arenella III
	Relazione di Calcolo Impalcato - Carreggiata DX
	Pagina 78
	Nome file: V115-F- CL003_C.00_relazione_calcolo_impalcato_DX.doc.

7.4.5 Verifiche Sezione SB-b

Caratteristiche precompressione

id_cavo	n. trefoli	area singolo trefolo	area trefoli	distanza da intradosso	presoll.	precompressione iniziale
	np	A_{pt}	A_p	Y_p	σ_{pi}	N_{pi}
		mm ²	mm ²	mm	MPa	kN
1	8	139.0	1112	50	1350	1501
2	6	139.0	834	100	1350	1126
3	0	139.0	0	150	1350	0
4	0	139.0	0	200	1350	0
5	0	139.0	0	250	1350	0
6	2	139.0	278	300	1350	375
7	2	139.0	278	450	1350	375
8	2	139.0	278	500.2	1350	375
9	2	139.0	278	600.2	1350	375
10	4	139.0	556	800	1350	751
11	4	139.0	556	1000	1350	751
12	4	139.0	556	1300	1350	751
13	2	139.0	278	1750	1350	375
TOT	36		5004.0	572.24		6755

Calcolo Delle Tensioni Nelle Condizioni Elementari Di Carico

Azioni	coazione al netto delle cadute istantanee (isostatico)	coazione al netto delle cadute istantanee (isostatico)	coazione al netto delle cadute istantanee (iperstatico)	peso proprio trave (isostatico)	peso proprio trave (isostatico)	peso proprio trave (iperstatico)	peso soletta (isostatico)
Fase	SF1	SF3	SF3	SF1	SF3	SF3	SF1
N_k	6428.5	6428.5	7625.4	0.0	0.0	0.6	0.0
M_k	-1830.0	-5298.7	-5345.5	121.0	121.0	-17.6	206.0
Ψ_0	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00
Ψ_1	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00
Ψ_2	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00
σ_{cs}	0.0	-0.4	0.2	0.0	0.1	0.0	0.0
σ_{ci}	0.0	1.1	1.7	0.0	0.1	0.0	0.0
σ_s	2.2	1.1	1.7	0.3	0.1	0.0	0.6
σ_i	12.0	11.7	12.4	-0.3	-0.2	0.0	-0.5
σ_{eq}	8.9	8.3	9.0	-0.1	-0.1	0.0	-0.2
σ_{cp}	7.33	3.44	4.08	0.00	0.00	0.00	0.00
σ_{ps}	17.20	19.69	28.74	2.25	0.69	-0.10	3.84
σ_{pi}	82.11	165.77	176.11	-2.04	-2.64	0.39	-3.47
σ_{ss}	0.00	4.65	13.57	0.00	1.04	-0.15	0.00

CORRIDOIO PLURIMODALE TIRRENICO-NORD EUROPA ITINERARIO AGRIGENTO -CALTANISSETTA-A19 S.S. N° 640 "DI PORTO EMPEDOCLE" AMMODERNAMENTO E ADEGUAMENTO ALLA CAT. B DEL D.M. 5.11.2001 DAL KM 44+000 ALLO SVINCOLO CON L'A19 Progetto Esecutivo	Opera: Viadotto Arenella III
	Relazione di Calcolo Impalcato - Carreggiata DX
	Pagina 79
	Nome file: V115-F- CL003_C.00_relazione_calcolo_impalcato_DX.doc.

Azioni	peso soletta (isostatico)	peso soletta (iperstatico)	permanenti portati	ritiro isostatico + ritiro locale	ritiro iperstatico	carichi mobili max	carichi mobili min
Fasi	SF3	SF3	SF3	SF3	SF3	SF4	SF4
N_k	0.0	0.0	0.0	2399	-561.4	0.0	0.0
M_k	206.0	43.1	11.1	1268.1	8.0	100.2	669.2
Ψ_0	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00
Ψ_1	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	0.75	0.75
Ψ_2	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	0.00	0.00
σ_{cs}	0.1	0.0	0.0	-0.3	-0.3	0.1	0.5
σ_{ci}	0.1	0.0	0.0	-0.7	-0.3	0.0	0.3
σ_s	0.1	0.0	0.0	1.9	-0.3	0.0	0.3
σ_i	-0.3	-0.1	0.0	-0.7	-0.3	-0.2	-1.1
σ_{eq}	-0.2	0.0	0.0	0.1	-0.3	-0.1	-0.7
σ_{cp}	0.00	0.00	0.00	1.28	-0.30	0.00	0.00
σ_{ps}	1.18	0.25	0.06	25.96	-4.33	0.22	1.45
σ_{pi}	-4.50	-0.94	-0.24	-9.01	-4.55	-0.84	-5.63
σ_{ss}	1.77	0.37	0.09	29.55	-4.30	0.33	2.18

Azioni	vento	termico MAX	termico MIN	cadute differite a tempo infinito	ridistribuzione coazione al netto cadute istantanee e differite	ridistribuzione peso proprio trave	ridistribuzione peso soletta
Fasi	SF4	SF4	SF4	SF3			
N_k	0.0	-123.3	160.9	-658.5	-	-	-
M_k	3.6	2.6	-5.0	542.8	-	-	-
Ψ_0	0.60	0.60	0.60	1.00	1.00	1.00	1.00
Ψ_1	0.00	0.50	0.50	1.00	1.00	1.00	1.00
Ψ_2	0.00	0.50	0.50	1.00	1.00	1.00	1.00
σ_{cs}	0.0	-0.1	0.1	0.0	-0.3	0.1	0.2
σ_{ci}	0.0	-0.1	0.1	-0.1	1.7	0.1	0.1
σ_s	0.0	-0.1	0.1	-0.1	2.9	0.2	0.3
σ_i	0.0	-0.1	0.1	-1.2	23.3	-0.3	-0.6
σ_{eq}	0.0	-0.1	0.1	-0.9	16.8	-0.2	-0.3
σ_{cp}	0.00	-0.07	0.09	-0.35	9.1	0.0	0.0

CORRIDOIO PLURIMODALE TIRRENICO-NORD EUROPA ITINERARIO AGRIGENTO -CALTANISSETTA-A19 S.S. N° 640 "DI PORTO EMPEDOCLE" AMMODERNAMENTO E ADEGUAMENTO ALLA CAT. B DEL D.M. 5.11.2001 DAL KM 44+000 ALLO SVINCOLO CON L'A19 Progetto Esecutivo	Opera: Viadotto Arenella III
	Relazione di Calcolo Impalcato - Carreggiata DX
	Pagina 80
	Nome file: VI15-F- CL003_C.00_relazione_calcolo_impalcato_DX.doc.

σ_{ps}	0.01	-0.36	0.46	-2.02	40.8	1.9	2.8
σ_{pi}	-0.03	-0.39	0.52	-16.98	282.6	-3.6	-6.4
σ_{ss}	0.01	-0.36	0.46	-0.48	10.2	1.0	2.0

SLE - Verifica del Livello Tensionale

	verifica al taglio trefoli	verifica a fine fase 2 a t=infinito	verifica a fine fase 3 a t=0 (max mobili + max termico)	verifica a fine fase 3 a t=0 (max mobili + min termico)	verifica a fine fase 3 a t=0 (min mobili + max termico)	verifica a fine fase 3 a t=0 (min mobili + min termico)		
Combinazione RARA (Fondamentale)								
σ_{cs}	0.0	-0.66	-0.62	-0.53	-0.18	-0.09	MPa	tensione estradosso soletta
σ_{ci}	0.0	0.82	0.83	0.92	1.10	1.19	MPa	tensione intradosso soletta
σ_s	2.5	4.95	4.96	5.05	5.23	5.32	MPa	tensione estradosso
σ_i	11.7	20.16	19.94	20.04	18.99	19.09	MPa	tensione intradosso
σ_{eq}	8.8	15.32	15.18	15.28	14.61	14.71	MPa	tensione a livello trefolo equivalente
σ_{cp}	7.3	9.72	9.68	9.78	9.68	9.78	MPa	tensione media nel calcestruzzo
σ_{ps}	-1265.2	-1219.48	-1219.47	-1218.98	-1218.24	-1217.74	MPa	tensione nel trefolo superiore
σ_{pi}	-1204.6	-1042.84	-1043.94	-1043.39	-1048.73	-1048.18	MPa	tensione nel trefolo inferiore
σ_{ss}	0.0	38.04	38.16	38.65	40.02	40.51	MPa	tensione nell'armatura lenta superiore
check1	OK	OK	OK	OK	OK	OK		check compressione cap
check2	OK	OK	OK	OK	OK	OK		check trazione cap
check3	OK	OK	OK	OK	OK	OK		check trefoli

Le perdite di precompressione per ritiro, viscosità e rilassamento sono calcolate nelle tabelle seguenti a partire dalla tensione al netto delle perdite elastiche.

Cadute di tensione istantanee

Cadute per deformazione elastica

N_{pi}	=	6755.40	kN	sforzo di precompressione iniziale
M_{pi}	=	-1923.04	m	momento coattivo iniziale
σ_{eq}	=	9.33	a	tensione nel cls a quota trefolo equivalente
$\Delta\sigma_{el}$	=	65.33	a	caduta di tensione per deformazione elastica
ΔN_{el}	=	326.9	kN	caduta di precompressione per deformazione elastica
f	=	0.048		frazione caduta di precompressione

Cadute di tensione differite nel tempo

t	=	1440	ore	istante in cui vengono valutate le cadute di tensione
t= ∞	=	438000	ore	tempo infinito (inserire numero sufficientemente grande)
Cadute per ritiro				
$\epsilon_{cs}(t)$	=	0.00014		deformazione per ritiro a tempo t
$\epsilon_{cs}(\infty)$	=	0.00035		deformazione totale per ritiro a tempo infinito
$\Delta\sigma_{s,t}$	=	26.60	MPa	perdita per ritiro a tempo t
$\Delta\sigma_{s,inf}$	=	66.50	MPa	perdita per ritiro a tempo infinito

Cadute per viscosità

CORRIDOIO PLURIMODALE TIRRENICO-NORD EUROPA ITINERARIO AGRIGENTO -CALTANISSETTA-A19 S.S. N° 640 "DI PORTO EMPEDOCLE" AMMODERNAMENTO E ADEGUAMENTO ALLA CAT. B DEL D.M. 5.11.2001 DAL KM 44+000 ALLO SVINCOLO CON L'A19 Progetto Esecutivo	Opera: Viadotto Arenella III
	Relazione di Calcolo Impalcato - Carreggiata DX
	Pagina 81
	Nome file: VI15-F- CL003_C.00_relazione_calcolo_impalcato_DX.doc.

$\varphi(t, t_0)$	= 0.89		coefficiente di viscosità al tempo t e applicazione del carico al tempo t_0
$\varphi(\infty, t_0)$	= 1.7900		coefficiente di viscosità a tempo infinito e applicazione del carico al tempo t_0
N_p	= 6428	kN	precompressione iniziale con cadute istantanee scontate
M_p	= -5333.37	kN m	momento coattivo
M_g	= 3200	kN m	momento flettente (prodotto dai carichi permanenti)
σ_{eq}	= 5.94	MP a	tensione calcestruzzo a livello cavo risultante
$\Delta\sigma_{c,t}$	= 27.58	MP a	perdita di tensione per viscosità al tempo t
$\Delta\sigma_{c,inf}$	= 55.47	MP a	perdita di tensione per viscosità a tempo infinito
Cadute per rilassamento			
clp	= 2		classe dell'acciaio da precompresso (1=fili o trefoli a rilassamento ordinario; =2 fili o trefoli a basso rilassamento, =3 barre)
ρ_{1000}	= 2.5	% MP	perdita per rilassamento a 1000 ore dopo la messa in tensione (=8%, 2.5%, 4% ripetitivamente per acciaio di classe 1, 2, 3)
σ_{pm0}	= 1285	a	valore assoluto della precompressione iniziale al netto delle cadute istantanee
P_{m0}	= 6428	kN	precompressione iniziale al netto delle cadute istantanee
M_{pm0}	= -5333	kN m	momento coattivo di precompressione
M_g	= 3200	kN m	momento flettente (prodotto dai carichi permanenti)
σ_{eq}	= 5.94	MP a	tensione nel calcestruzzo a livello del cavo equivalente
μ	= 0.691		rapporto tra tensione di precompressione iniziale (al netto delle cadute istantanee) e tensione di rottura
t	= 1440	ore	tempo dopo la messa in tensione (istante in cui vengono valutate le cadute di tensione)
$\Delta\sigma_{pr}(t)$	= 12.38	MP a	caduta di tensione per rilassamento al tempo t
$\Delta\sigma_{pr}(\infty)$	= 46.63	MP a	caduta di tensione per rilassamento a tempo t=infinito
Interazione tra le cadute di tensione per effetti differiti			
$\epsilon_{cs}(\infty)$	= 0.00035		deformazione totale per ritiro a tempo infinito
$\Delta\sigma_{pr}(\infty)$	= 46.63	MP a	caduta di tensione per rilassamento a tempo t=infinito
$\sigma_{c,QP}$	= 5.94	MP a	tensione nel cls a quota livello del trefolo equivalente prodotto dai carichi permanenti
A_p	= 5004	m ²	area totale cavi precompressione
A_c	= 847168	m ²	area sezione trave
J_c	= 325000000000	m ⁴	momento d'inerzia trave
z_{cp}	= 0.830	m	distanza fra baricentro sezione cls e baricentro cavi
$\Delta\sigma_{p,c+s+r}(t)$	= 60.2	MP a	cadute di tensioni totali a tempo t
$\Delta\sigma_{p,c+s+r}(\infty)$	= 131.70	MP a	cadute di tensioni totali a tempo infinito

7.4.6 Verifiche Sezione SD-b

Caratteristiche precompressione

id_cavo	n. trefoli	area singolo trefolo	area trefoli	distanza da intradosso	presoll.	precompressione iniziale
---------	------------	----------------------------	-----------------	---------------------------	----------	--------------------------

CORRIDOIO PLURIMODALE TIRRENICO-NORD EUROPA ITINERARIO AGRIGENTO -CALTANISSETTA-A19 S.S. N° 640 "DI PORTO EMPEDOCLE" AMMODERNAMENTO E ADEGUAMENTO ALLA CAT. B DEL D.M. 5.11.2001 DAL KM 44+000 ALLO SVINCOLO CON L'A19 Progetto Esecutivo	Opera: Viadotto Arenella III
	Relazione di Calcolo Impalcato - Carreggiata DX
	Pagina 82
	Nome file: V115-F- CL003_C.00_relazione_calcolo_impalcato_DX.doc.

	np	A _{pt} mm ²	A _p mm ²	Y _p mm	σ _{pi} MPa	N _{pi} kN
1	8	139.0	1112	50	1350	1501
2	6	139.0	834	100	1350	1126
3	6	139.0	834	150	1350	1126
4	4	139.0	556	200	1350	751
5	4	139.0	556	250	1350	751
6	2	139.0	278	300	1350	375
7	2	139.0	278	450	1350	375
8	2	139.0	278	500.2	1350	375
9	2	139.0	278	600.2	1350	375
10	4	139.0	556	800	1350	751
11	4	139.0	556	1000	1350	751
12	4	139.0	556	1300	1350	751
13	2	139.0	278	1750	1350	375
14	0	139.0	0	50	1350	0
15	0	139.0	0	50	1350	0
TOT	50		6950.0	466.02		9383

Calcolo Delle Tensioni Nelle Condizioni Elementari Di Carico

Azioni	coazione al netto delle cadute istantanee (isostatico)	coazione al netto delle cadute istantanee (isostatico)	coazione al netto delle cadute istantanee (iperstatico)	peso proprio trave (isostatico)	peso proprio trave (isostatico)	peso proprio trave (iperstatico)	peso soletta (isostatico)
Fasi	SF1	SF3	SF3	SF1	SF3	SF3	SF1
N _k	8673.2	8673.2	9698.6	0.0	0.0	0.8	0.0
M _k	-3314.7	-7924.9	-1481.2	1595.0	1595.0	1479.8	2509.0
Ψ ₀	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00
Ψ ₁	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00
Ψ ₂	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00
σ _{cs}	0.0	-1.1	4.1	0.0	1.1	1.1	0.0
σ _{ci}	0.0	1.0	4.4	0.0	0.7	0.7	0.0
σ _s	0.5	1.0	4.4	4.5	0.7	0.7	7.0
σ _i	18.0	16.3	7.3	-4.0	-2.4	-2.2	-6.2
σ _{eq}	13.5	12.3	6.6	-1.8	-1.6	-1.4	-2.8
σ _{cp}	9.76	4.57	5.12	0.00	0.00	0.00	0.00
σ _{ps}	6.87	20.94	65.94	29.56	9.19	8.53	46.50
σ _{pi}	122.68	230.61	105.13	-26.17	-33.01	-30.62	-41.16
σ _{ss}	0.00	-0.65	61.91	0.00	13.54	12.56	0.00

CORRIDOIO PLURIMODALE TIRRENICO-NORD EUROPA ITINERARIO AGRIGENTO -CALTANISSETTA-A19 S.S. N° 640 "DI PORTO EMPEDOCLE" AMMODERNAMENTO E ADEGUAMENTO ALLA CAT. B DEL D.M. 5.11.2001 DAL KM 44+000 ALLO SVINCOLO CON L'A19 Progetto Esecutivo	Opera: Viadotto Arenella III
	Relazione di Calcolo Impalcato - Carreggiata DX
	Pagina 83
	Nome file: V115-F- CL003_C.00_relazione_calcolo_impalcato_DX.doc.

Azioni	peso soletta (isostatico)	peso soletta (iperstatico)	permanentemente portati	ritiro isostatico + ritiro locale	ritiro iperstatico	carichi mobili max	carichi mobili min
Fasi	SF3	SF3	SF3	SF3	SF3	SF4	SF4
N_k	0.0	0.0	0.0	2399	-460.1	0.0	0.0
M_k	2509.0	1733.6	632.2	1308.3	-975.3	3868.2	-1097.4
Ψ_0	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00
Ψ_1	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	0.75	0.75
Ψ_2	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	0.00	0.00
σ_{cs}	1.8	1.2	0.5	-0.3	-0.9	3.0	-0.8
σ_{ci}	1.1	0.8	0.3	-0.7	-0.7	1.8	-0.5
σ_s	1.1	0.8	0.3	1.9	-0.7	1.8	-0.5
σ_i	-3.7	-2.6	-0.9	-0.7	1.2	-6.4	1.8
σ_{eq}	-2.5	-1.7	-0.6	0.0	0.7	-4.2	1.2
σ_{cp}	0.00	0.00	0.00	1.27	-0.24	0.00	0.00
σ_{ps}	14.46	9.99	3.64	25.96	-9.15	8.40	-2.38
σ_{pi}	-51.92	-35.88	-13.08	-8.65	16.65	-31.97	9.07
σ_{ss}	21.29	14.71	5.37	29.53	-11.81	12.55	-3.56

Azioni	vento	termico MAX	termico MIN	cadute differite a tempo infinito	ridistribuzione coazione al netto cadute istantanee e differite	ridistribuzione peso proprio trave	ridistribuzione peso soletta
Fasi	SF4	SF4	SF4	SF3			
N_k	0.0	-64.8	84.3	-1035.0	-	-	-
M_k	17.0	567.4	-292.1	945.7	-	-	-
Ψ_0	0.60	0.60	0.60	1.00	1.00	1.00	1.00
Ψ_1	0.00	0.50	0.50	1.00	1.00	1.00	1.00
Ψ_2	0.00	0.50	0.50	1.00	1.00	1.00	1.00
σ_{cs}	0.0	0.4	-0.2	0.1	0.5	1.6	2.6
σ_{ci}	0.0	0.2	-0.1	-0.1	2.8	1.0	1.6
σ_s	0.0	0.2	-0.1	-0.1	3.1	3.4	4.3
σ_i	0.0	-1.0	0.5	-1.9	29.0	-5.5	-7.7
σ_{eq}	0.0	-0.7	0.4	-1.5	22.3	-3.2	-4.6
σ_{cp}	0.00	-0.04	0.05	-0.55	11.9	0.0	0.0
σ_{ps}	0.04	1.04	-0.39	-2.50	51.2	29.1	38.7

CORRIDOIO PLURIMODALE TIRRENICO-NORD EUROPA ITINERARIO AGRIGENTO -CALTANISSETTA-A19 S.S. N° 640 "DI PORTO EMPEDOCLE" AMMODERNAMENTO E ADEGUAMENTO ALLA CAT. B DEL D.M. 5.11.2001 DAL KM 44+000 ALLO SVINCOLO CON L'A19 Progetto Esecutivo	Opera: Viadotto Arenella III
	Relazione di Calcolo Impalcato - Carreggiata DX
	Pagina 84
	Nome file: V115-F- CL003_C.00_relazione_calcolo_impalcato_DX.doc.

σ_{pi}	-0.14	-4.88	2.66	-27.52	339.5	-61.2	-89.9
σ_{ss}	0.06	1.65	-0.70	0.08	24.3	19.3	30.3

SLE - Verifica del Livello Tensionale

	verifica al taglio trefoli	verifica a fine fase 2 a t=infinito	verifica a fine fase 3 a t=0 (max mobili + max termico)	verifica a fine fase 3 a t=0 (max mobili + min termico)	verifica a fine fase 3 a t=0 (min mobili + max termico)	verifica a fine fase 3 a t=0 (min mobili + min termico)		
Combinazione RARA (Fondamentale)								
σ_{cs}	0.0	4.02	7.25	6.90	3.43	3.08	MPa	tensione estradosso soletta
σ_{ci}	0.0	4.23	6.21	6.02	3.85	3.66	MPa	tensione intradosso soletta
σ_s	5.0	12.19	14.17	13.97	11.81	11.62	MPa	tensione estradosso
σ_i	14.0	13.44	6.49	7.38	14.64	15.54	MPa	tensione intradosso
σ_{eq}	11.7	13.11	8.47	9.09	13.91	14.52	MPa	tensione a livello trefolo equivalente
σ_{cp}	9.8	12.41	12.39	12.44	12.39	12.44	MPa	tensione media nel calcestruzzo
σ_{ps}	-1211.5	-1110.95	-1101.91	-1102.76	-1112.69	-1113.54	MPa	tensione nel trefolo superiore
σ_{pi}	-1151.4	-1092.08	-1127.06	-1122.54	-1086.02	-1081.50	MPa	tensione nel trefolo inferiore
σ_{ss}	0.0	96.97	110.55	109.14	94.44	93.02	MPa	tensione nell'armatura lenta superiore
check1	OK	OK	OK	OK	OK	OK		check compressione cap
check2	OK	OK	OK	OK	OK	OK		check trazione cap
check3	OK	OK	OK	OK	OK	OK		check trefoli

Le perdite di precompressione per ritiro, viscosità e rilassamento sono calcolate nelle tabelle seguenti a partire dalla tensione al netto delle perdite elastiche.

Cadute di tensione istantanee

Cadute per deformazione elastica

N_{pi}	=	9382.50	kN	sforzo di precompressione iniziale
M_{pi}	=	-3585.73	m	momento coattivo iniziale
σ_{eq}	=	14.58	MPa	tensione nel cls a quota trefolo equivalente
$\Delta\sigma_{el}$	=	102.05	MPa	caduta di tensione per deformazione elastica
ΔN_{el}	=	709.3	kN	caduta di precompressione per deformazione elastica
f	=	0.076		frazione caduta di precompressione

Cadute di tensione differite nel tempo

t	=	1440	ore	istante in cui vengono valutate le cadute di tensione
t=∞	=	438000	ore	tempo infinito (inserire numero sufficientemente grande)

Cadute per ritiro

$\epsilon_{cs}(t)$	=	0.00014		deformazione per ritiro a tempo t
$\epsilon_{cs}(\infty)$	=	0.00035		deformazione totale per ritiro a tempo infinito
$\Delta\sigma_{s,t}$	=	26.60	MPa	perdita per ritiro a tempo t
$\Delta\sigma_{s,inf}$	=	66.50	MPa	perdita per ritiro a tempo infinito

Cadute per viscosità

$\varphi(t,t_0)$	=	0.89		coefficiente di viscosità al tempo t e applicazione del carico al tempo t_0
$\varphi(\infty,t_0)$	=	1.7900		coefficiente di viscosità a tempo infinito e applicazione del carico al tempo t_0
N_p	=	8673	kN	precompressione iniziale con cadute istantanee scontate

CORRIDOIO PLURIMODALE TIRRENICO-NORD EUROPA ITINERARIO AGRIGENTO -CALTANISSETTA-A19 S.S. N° 640 "DI PORTO EMPEDOCLE" AMMODERNAMENTO E ADEGUAMENTO ALLA CAT. B DEL D.M. 5.11.2001 DAL KM 44+000 ALLO SVINCOLO CON L'A19 Progetto Esecutivo	Opera: Viadotto Arenella III
	Relazione di Calcolo Impalcato - Carreggiata DX
	Pagina 85
	Nome file: VI15-F- CL003_C.00_relazione_calcolo_impalcato_DX.doc.

M_p	=	-8117.05	kN	m	momento coattivo
M_g	=	3200	kN	m	momento flettente (prodotto dai carichi permanenti)
σ_{eq}	=	10.75	MP	a	tensione calcestruzzo a livello cavo risultante
$\Delta\sigma_{c,t}$	=	49.92	MP	a	perdita di tensione per viscosità al tempo t
$\Delta\sigma_{c,inf}$	=	100.40	MP	a	perdita di tensione per viscosità a tempo infinito
Cadute per rilassamento					
clp	=	2			classe dell'acciaio da precompresso (1=fili o trefoli a rilassamento ordinario; =2 fili o trefoli a basso rilassamento, =3 barre)
ρ_{1000}	=	2.5	%		perdita per rilassamento a 1000 ore dopo la messa in tensione (=8%, 2.5%, 4% ripettivamente per acciaio di classe 1, 2, 3)
σ_{pm0}	=	1248	MP	a	valore assoluto della precompressione iniziale al netto delle cadute istantanee
P_{m0}	=	8673	kN		precompressione iniziale al netto delle cadute istantanee
M_{pm0}	=	-8117	kN	m	momento coattivo di precompressione
M_g	=	3200	kN	m	momento flettente (prodotto dai carichi permanenti)
σ_{eq}	=	10.75	MP	a	tensione nel calcestruzzo a livello del cavo equivalente
μ	=	0.671			rapporto tra tensione di precompressione iniziale (al netto delle cadute istantanee) e tensione di rottura
t	=	1440	ore		tempo dopo la messa in tensione (istante in cui vengono valutate le cadute di tensione)
$\Delta\sigma_{pr}(t)$	=	10.10	MP	a	caduta di tensione per rilassamento al tempo t
$\Delta\sigma_{pr}(\infty)$	=	41.42	MP	a	caduta di tensione per rilassamento a tempo t=infinito
Interazione tra le cadute di tensione per effetti differiti					
$\epsilon_{cs}(\infty)$	=	0.00035			deformazione totale per ritiro a tempo infinito
$\Delta\sigma_{pr}(\infty)$	=	41.42	MP	a	caduta di tensione per rilassamento a tempo t=infinito
$\sigma_{c,QP}$	=	10.75	MP	a	tensione nel cls a quota livello del trefolo equivalente prodotto dai carichi permanenti
A_p	=	6950	m ²		area totale cavi precompressione
A_c	=	847168	m ²		area sezione trave
J_c	=	325000000	m ⁴		momento d'inerzia trave
Z_{cp}	=	0.936	m		distanza fra baricentro sezione cls e baricentro cavi
$\Delta\sigma_{p,c+s+fr}(t)$	=	76.7	MP	a	cadute di tensioni totali a tempo t
$\Delta\sigma_{p,c+s+fr}(\infty)$	=	149.09	MP	a	cadute di tensioni totali a tempo infinito

7.5 S.L.E. – quasi permanente

Si riportano nei paragrafi successivi le tensioni nelle fibre più sollecitate della trave, della soletta, delle armature di precompressione ed ordinaria; sono indicate anche le sollecitazioni agenti nelle varie fasi sulle sezioni verificate. Le tensioni sono state calcolate nell'ipotesi di calcestruzzo reagente e laddove, in soletta, sono state riscontrate trazioni del calcestruzzo, evenienza che si verifica nelle vicinanze degli assi pila, si è fatta una seconda verifica semplificata, trascurando tutto il contributo della soletta; tale verifica si ritiene

CORRIDOIO PLURIMODALE TIRRENICO-NORD EUROPA ITINERARIO AGRIGENTO -CALTANISSETTA-A19 S.S. N° 640 "DI PORTO EMPEDOCLE" AMMODERNAMENTO E ADEGUAMENTO ALLA CAT. B DEL D.M. 5.11.2001 DAL KM 44+000 ALLO SVINCOLO CON L'A19 Progetto Esecutivo	Opera: Viadotto Arenella III
	Relazione di Calcolo Impalcato - Carreggiata DX
	Pagina 86
	Nome file: V115-F- CL003_C.00_relazione_calcolo_impalcato_DX.doc.

soddisfatta se al lembo superiore teso di trave compaiono compressioni o trazioni modeste inferiori alla resistenza stessa a trazione del calcestruzzo.

Le perdite di precompressione sono state introdotte in termini di sollecitazioni equivalenti.

I limiti tensionali per le combinazioni quasi permanente sono:

Combinazione quasi permanente

- $\sigma_c = 20.5$ MPa massima compressione in esercizio cap
- $\sigma_c = 14.9$ MPa massima compressione in esercizio cao
- $\sigma_p = 1336$ MPa massima trazione in esercizio trefoli
- $\sigma_s = 360$ MPa massima trazione in esercizio armatura lenta

Mentre al taglio trefoli:

al taglio trefoli (tensioni iniziali)

- $\sigma_{ci} = 26.1$ MPa massima compressione iniziale cap
- $\sigma_{cti} = 1.79$ MPa massima trazione iniziale cap
- $\sigma_{ci} = 23.2$ MPa massima compressione iniziale cao
- $\sigma_{pi} = 1488$ MPa massima trazione iniziale trefoli
- $\sigma_{si} = 360$ MPa massima trazione iniziale armatura lenta

Nei paragrafi successivi si riportano le verifiche di sicurezza delle sezioni più significative della trave e indicate nel seguente modo:

- SA-c: sezione di mezzeria trave centrale
- SB-c: sezione a x=1.5m (filo riempimento) trave centrale
- SD-c: sezione a 9.0m dalla testata della trave centrale

- SA-b: sezione di mezzeria trave di bordo
- SB-b: sezione a x=1.5m (filo riempimento) trave di bordo
- SD-b: sezione a 9.0m dalla testata della trave di bordo

Inoltre con:

SF1, SF2, SF3, SF4 si sono indicate le caratteristiche geometriche delle sezioni calcolate nelle varie fasi e riportate nel paragrafo 2.3.3 Caratteristiche geometriche delle sezioni

Il calcolo delle tensioni nelle condizioni elementari di carico e le caratteristiche della precompressione non vengono qui riportate in quanto sono le stesse di quelle calcolate per la combinazione rara e indicate nel paragrafo precedente (7.4 S.L.E. rara - limitazione delle tensioni).

7.5.1 Verifiche Sezione SA-c

SLE - Verifica del Livello Tensionale

verifica al taglio trefoli	verifica a fine fase 2 a t=infinito	verifica a fine fase 3 a t=0 (max mobili + max termico)	verifica a fine fase 3 a t=0 (max mobili + min termico)
-------------------------------	--	--	--

CORRIDOIO PLURIMODALE TIRRENICO-NORD EUROPA ITINERARIO AGRIGENTO -CALTANISSETTA-A19 S.S. N° 640 "DI PORTO EMPEDOCLE" AMMODERNAMENTO E ADEGUAMENTO ALLA CAT. B DEL D.M. 5.11.2001 DAL KM 44+000 ALLO SVINCOLO CON L'A19 Progetto Esecutivo	Opera: Viadotto Arenella III
	Relazione di Calcolo Impalcato - Carreggiata DX
	Pagina 87
	Nome file: VI15-F- CL003_C.00_relazione_calcolo_impalcato_DX.doc.

Combinazione QUASI PERMANENTE

σ_{cs}	0.00	4.68	5.00	5.00	MPa	tensione estradosso soletta
σ_{ci}	0.00	5.26	5.47	5.47	MPa	tensione intradosso soletta
σ_s	4.89	13.81	14.02	14.02	MPa	tensione estradosso
σ_i	17.03	18.25	17.68	17.68	MPa	tensione intradosso
σ_{eq}	14.20	17.22	16.83	16.83	MPa	tensione a livello trefolo equivalente
σ_{cp}	11.35	15.22	15.20	15.20	MPa	tensione media nel calcestruzzo
σ_{ps}	-1'184.79	-1'064.09	-1'063.11	-1'063.11	MPa	tensione nel trefolo superiore
σ_{pi}	-1'104.51	-1'004.95	-1'007.81	-1'007.81	MPa	tensione nel trefolo inferiore
σ_{ss}	0.00	109.23	110.60	110.60	MPa	tensione nell'armatura lenta superiore
check1	OK	OK	OK	OK		check compressione cap
check2	OK	OK	OK	OK		check trazione cap
check3	OK	OK	OK	OK		verifica trefoli

7.5.2 Verifiche Sezione SB-c

SLE - Verifica del Livello Tensionale

	verifica al taglio trefoli	verifica a fine fase 2 a t=infinito	verifica a fine fase 3 a t=0 (max mobili + max termico)	verifica a fine fase 3 a t=0 (max mobili + min termico)		
Combinazione QUASI PERMANENTE						
σ_{cs}	0.00	0.49	1.25	1.25	MPa	tensione estradosso soletta
σ_{ci}	0.00	1.60	2.10	2.10	MPa	tensione intradosso soletta
σ_s	3.38	6.74	7.24	7.24	MPa	tensione estradosso
σ_i	10.91	17.38	16.00	16.00	MPa	tensione intradosso
σ_{eq}	8.52	14.00	13.22	13.22	MPa	tensione a livello trefolo equivalente
σ_{cp}	7.33	10.40	10.38	10.38	MPa	tensione media nel calcestruzzo
σ_{ps}	-1'259.53	-1'202.52	-1'200.17	-1'200.17	MPa	tensione nel trefolo superiore
σ_{pi}	-1'209.74	-1'074.90	-1'081.83	-1'081.83	MPa	tensione nel trefolo inferiore
σ_{ss}	0.00	52.06	55.36	55.36	MPa	tensione nell'armatura lenta superiore
check1	OK	OK	OK	OK		check compressione cap
check2	OK	OK	OK	OK		check trazione cap
check3	OK	OK	OK	OK		verifica trefoli

7.5.3 Verifiche Sezione SD-c

SLE - Verifica del Livello Tensionale

	verifica al taglio trefoli	verifica a fine fase 2 a t=infinito	verifica a fine fase 3 a t=0 (max mobili + max termico)	verifica a fine fase 3 a t=0 (max mobili + min termico)		
Combinazione QUASI PERMANENTE						
σ_{cs}	0.00	4.63	5.16	5.16	MPa	tensione estradosso soletta

CORRIDOIO PLURIMODALE TIRRENICO-NORD EUROPA ITINERARIO AGRIGENTO -CALTANISSETTA-A19 S.S. N° 640 "DI PORTO EMPEDOCLE" AMMODERNAMENTO E ADEGUAMENTO ALLA CAT. B DEL D.M. 5.11.2001 DAL KM 44+000 ALLO SVINCOLO CON L'A19 Progetto Esecutivo	Opera: Viadotto Arenella III				
	Relazione di Calcolo Impalcato - Carreggiata DX				
	Pagina 88				
	Nome file: VI15-F- CL003_C.00_relazione_calcolo_impalcato_DX.doc.				

σ_{ci}	0.00	5.12	5.47	5.47	MPa	tensione intradosso soletta
σ_s	4.78	12.88	13.23	13.23	MPa	tensione estradosso
σ_i	14.19	16.56	15.62	15.62	MPa	tensione intradosso
σ_{eq}	11.76	15.61	15.00	15.00	MPa	tensione a livello trefolo equivalente
σ_{cp}	9.76	14.00	13.98	13.98	MPa	tensione media nel calcestruzzo
σ_{ps}	-1'212.67	-1'098.46	-1'096.82	-1'096.82	MPa	tensione nel trefolo superiore
σ_{pi}	-1'150.41	-1'048.86	-1'053.55	-1'053.55	MPa	tensione nel trefolo inferiore
σ_{ss}	0.00	107.87	110.16	110.16	MPa	tensione nell'armatura lenta superiore
check1	OK	OK	OK	OK		check compressione cap
check2	OK	OK	OK	OK		check trazione cap
check3	OK	OK	OK	OK		verifica trefoli

7.5.4 Verifiche Sezione SA-b

SLE - Verifica del Livello Tensionale

	verifica al taglio trefoli	verifica a fine fase 2 a t=infinito	verifica a fine fase 3 a t=0 (max mobili + max termico)	verifica a fine fase 3 a t=0 (max mobili + min termico)		
Combinazione QUASI PERMANENTE						
σ_{cs}	0.00	4.02	4.22	4.22	MPa	tensione estradosso soletta
σ_{ci}	0.00	4.23	4.35	4.35	MPa	tensione intradosso soletta
σ_s	4.95	12.19	12.30	12.30	MPa	tensione estradosso
σ_i	14.04	13.44	12.95	12.95	MPa	tensione intradosso
σ_{eq}	11.69	13.11	12.78	12.78	MPa	tensione a livello trefolo equivalente
σ_{cp}	9.76	12.41	12.39	12.39	MPa	tensione media nel calcestruzzo
σ_{ps}	-1211.52	-1110.95	-1110.43	-1110.43	MPa	tensione nel trefolo superiore
σ_{pi}	-1151.43	-1092.08	-1094.52	-1094.52	MPa	tensione nel trefolo inferiore
σ_{ss}	0.00	96.97	97.80	97.80	MPa	tensione nell'armatura lenta superiore
check1	OK	OK	OK	OK		check compressione cap
check2	OK	OK	OK	OK		check trazione cap
check3	OK	OK	OK	OK		verifica trefoli

7.5.5 Verifiche Sezione SB-b

SLE - Verifica del Livello Tensionale

	verifica al taglio trefoli	verifica a fine fase 2 a t=infinito	verifica a fine fase 3 a t=0 (max mobili + max termico)	verifica a fine fase 3 a t=0 (max mobili + min termico)		
Combinazione QUASI PERMANENTE						
σ_{cs}	0.00	0.49	1.01	1.01	MPa	tensione estradosso soletta
σ_{ci}	0.00	1.53	1.84	1.84	MPa	tensione intradosso soletta
σ_s	2.87	6.07	6.38	6.38	MPa	tensione estradosso

CORRIDOIO PLURIMODALE TIRRENICO-NORD EUROPA ITINERARIO AGRIGENTO -CALTANISSETTA-A19 S.S. N° 640 "DI PORTO EMPEDOCLE" AMMODERNAMENTO E ADEGUAMENTO ALLA CAT. B DEL D.M. 5.11.2001 DAL KM 44+000 ALLO SVINCOLO CON L'A19 Progetto Esecutivo	Opera: Viadotto Arenella III				
	Relazione di Calcolo Impalcato - Carreggiata DX				
	Pagina 89				
	Nome file: V115-F- CL003_C.00_relazione_calcolo_impalcato_DX.doc.				

σ_i	11.38	17.33	16.11	16.11	MPa	tensione intradosso
σ_{eq}	8.67	13.75	13.01	13.01	MPa	tensione a livello trefolo equivalente
σ_{cp}	7.33	9.72	9.69	9.69	MPa	tensione media nel calcestruzzo
σ_{ps}	-1'262.92	-1'207.67	-1'206.31	-1'206.31	MPa	tensione nel trefolo superiore
σ_{pi}	-1'206.67	-1'079.76	-1'085.92	-1'085.92	MPa	tensione nel trefolo inferiore
σ_{ss}	0.00	51.60	53.74	53.74	MPa	tensione nell'armatura lenta superiore
check1	OK	OK	OK	OK		check compressione cap
check2	OK	OK	OK	OK		check trazione cap
check3	OK	OK	OK	OK		verifica trefoli

7.5.6 Verifiche Sezione SD-b

SLE - Verifica del Livello Tensionale

	verifica al taglio trefoli	verifica a fine fase 2 a t=infinito	verifica a fine fase 3 a t=0 (max mobili + max termico)	verifica a fine fase 3 a t=0 (max mobili + min termico)		
Combinazione QUASI PERMANENTE						
σ_{cs}	0.00	4.02	4.22	4.22	MPa	tensione estradosso soletta
σ_{ci}	0.00	4.23	4.35	4.35	MPa	tensione intradosso soletta
σ_s	4.95	12.19	12.30	12.30	MPa	tensione estradosso
σ_i	14.04	13.44	12.95	12.95	MPa	tensione intradosso
σ_{eq}	11.69	13.11	12.78	12.78	MPa	tensione a livello trefolo equivalente
σ_{cp}	9.76	12.41	12.39	12.39	MPa	tensione media nel calcestruzzo
σ_{ps}	-1211.52	-1110.95	-1110.43	-1110.43	MPa	tensione nel trefolo superiore
σ_{pi}	-1151.43	-1092.08	-1094.52	-1094.52	MPa	tensione nel trefolo inferiore
σ_{ss}	0.00	96.97	97.80	97.80	MPa	tensione nell'armatura lenta superiore
check1	OK	OK	OK	OK		check compressione cap
check2	OK	OK	OK	OK		check trazione cap
check3	OK	OK	OK	OK		verifica trefoli

7.6 S.L.E. – Frequente (limitazione ampiezza fessure)

Si riportano i risultati relativi alla sola combinazione frequente in quanto quelli relativi alla combinazione quasi permanente sono già stati riportati nei paragrafi precedenti.

7.6.1 Verifiche Sezione SA-c

	verifica al taglio trefoli	verifica a fine fase 2 a t=infinito	verifica a fine fase 3 a t=0 (max mobili + max termico)	verifica a fine fase 3 a t=0 (max mobili + min termico)		
Combinazione FREQUENTE						
σ_{cs}	0.00	4.68	7.52	4.59	MPa	tensione estradosso soletta

CORRIDOIO PLURIMODALE TIRRENICO-NORD EUROPA ITINERARIO AGRIGENTO -CALTANISSETTA-A19 S.S. N° 640 "DI PORTO EMPEDOCLE" AMMODERNAMENTO E ADEGUAMENTO ALLA CAT. B DEL D.M. 5.11.2001 DAL KM 44+000 ALLO SVINCOLO CON L'A19 Progetto Esecutivo	Opera: Viadotto Arenella III
	Relazione di Calcolo Impalcato - Carreggiata DX
	Pagina 90
	Nome file: VI15-F- CL003_C.00_relazione_calcolo_impalcato_DX.doc.

σ_{ci}	0.00	5.26	7.17	5.19	MPa	tensione intradosso soletta
σ_s	4.89	13.81	15.72	13.74	MPa	tensione estradosso
σ_i	17.03	18.25	13.46	18.36	MPa	tensione intradosso
σ_{eq}	14.20	17.22	13.99	17.28	MPa	tensione a livello trefolo equivalente
σ_{cp}	11.35	15.22	15.20	15.20	MPa	tensione media nel calcestruzzo
σ_{ps}	-1184.79	-1064.09	-1055.07	-1064.40	MPa	tensione nel trefolo superiore
σ_{pi}	-1104.51	-1004.95	-1028.97	-1004.41	MPa	tensione nel trefolo inferiore
σ_{ss}	0.00	109.23	121.65	108.82	MPa	tensione nell'armatura lenta superiore

La trave precompressa nella sezione in oggetto mantiene sempre uno stato di compressione, (sia per la combinazione frequente che per quella quasi permanente) anche in presenza di carichi da traffico e pertanto si ritiene soddisfatto sia lo stato limite di fessurazione che di decompressione.

7.6.2 Verifiche Sezione SB-c

	verifica al taglio trefoli	verifica a fine fase 2 a t=infinito	verifica a fine fase 3 a t=0 (max mobili + max termico)	verifica a fine fase 3 a t=0 (max mobili + min termico)		
Combinazione FREQUENTE						
σ_{cs}	0.00	0.49	1.75	-0.47	MPa	tensione estradosso soletta
σ_{ci}	0.00	1.60	2.44	0.95	MPa	tensione intradosso soletta
σ_s	3.38	6.74	7.57	6.08	MPa	tensione estradosso
σ_i	10.91	17.38	15.15	18.94	MPa	tensione intradosso
σ_{eq}	8.52	14.00	12.74	14.85	MPa	tensione a livello trefolo equivalente
σ_{cp}	7.33	10.40	10.38	10.38	MPa	tensione media nel calcestruzzo
σ_{ps}	-1259.53	-1202.52	-1198.60	-1205.60	MPa	tensione nel trefolo superiore
σ_{pi}	-1209.74	-1074.90	-1086.09	-1067.09	MPa	tensione nel trefolo inferiore
σ_{ss}	0.00	52.06	57.54	47.86	MPa	tensione nell'armatura lenta superiore

La trave precompressa nella sezione in oggetto mantiene sempre uno stato di compressione, (sia per la combinazione frequente che per quella quasi permanente) anche in presenza di carichi da traffico e pertanto si ritiene soddisfatto sia lo stato limite di fessurazione che di decompressione.

7.6.3 Verifiche Sezione SD-c

	verifica al taglio trefoli	verifica a fine fase 2 a t=infinito	verifica a fine fase 3 a t=0 (max mobili + max termico)	verifica a fine fase 3 a t=0 (max mobili + min termico)		
Combinazione FREQUENTE						
σ_{cs}	0.00	4.63	7.09	4.48	MPa	tensione estradosso soletta
σ_{ci}	0.00	5.12	6.77	5.02	MPa	tensione intradosso soletta
σ_s	4.78	12.88	14.53	12.77	MPa	tensione estradosso

CORRIDOIO PLURIMODALE TIRRENICO-NORD EUROPA ITINERARIO AGRIGENTO -CALTANISSETTA-A19 S.S. N° 640 "DI PORTO EMPEDOCLE" AMMODERNAMENTO E ADEGUAMENTO ALLA CAT. B DEL D.M. 5.11.2001 DAL KM 44+000 ALLO SVINCOLO CON L'A19 Progetto Esecutivo	Opera: Viadotto Arenella III					
	Relazione di Calcolo Impalcato - Carreggiata DX					
	Pagina 91					
	Nome file: V115-F- CL003_C.00_relazione_calcolo_impalcato_DX.doc.					

σ_i	14.19	16.56	12.37	16.76	MPa	tensione intradosso
σ_{eq}	11.76	15.61	12.93	15.73	MPa	tensione a livello trefolo equivalente
σ_{cp}	9.76	14.00	13.98	13.98	MPa	tensione media nel calcestruzzo
σ_{ps}	-1212.67	-1098.46	-1090.70	-1098.97	MPa	tensione nel trefolo superiore
σ_{pi}	-1150.41	-1048.86	-1069.86	-1047.83	MPa	tensione nel trefolo inferiore
σ_{ss}	0.00	107.87	118.59	107.20	MPa	tensione nell'armatura lenta superiore

La trave precompressa nella sezione in oggetto mantiene sempre uno stato di compressione, (sia per la combinazione frequente che per quella quasi permanente) anche in presenza di carichi da traffico e pertanto si ritiene soddisfatto sia lo stato limite di fessurazione che di decompressione.

7.6.4 Verifiche Sezione SA-b

	verifica al taglio trefoli	verifica a fine fase 2 a t=infinito	verifica a fine fase 3 a t=0 (max mobili + max termico)	verifica a fine fase 3 a t=0 (max mobili + min termico)		
Combinazione FREQUENTE						
σ_{cs}	0.00	5.03	7.94	5.09	MPa	tensione estradosso soletta
σ_{ci}	0.00	5.17	6.96	5.20	MPa	tensione intradosso soletta
σ_s	5.31	14.20	15.99	14.23	MPa	tensione estradosso
σ_i	16.67	14.59	8.33	14.36	MPa	tensione intradosso
σ_{eq}	14.02	14.50	10.12	14.33	MPa	tensione a livello trefolo equivalente
σ_{cp}	11.35	14.11	14.08	14.08	MPa	tensione media nel calcestruzzo
σ_{ps}	-1182.02	-1063.44	-1055.26	-1063.34	MPa	tensione nel trefolo superiore
σ_{pi}	-1106.93	-1053.60	-1085.12	-1054.79	MPa	tensione nel trefolo inferiore
σ_{ss}	0.00	111.17	123.43	111.39	MPa	tensione nell'armatura lenta superiore

La trave precompressa nella sezione in oggetto mantiene sempre uno stato di compressione, (sia per la combinazione frequente che per quella quasi permanente) anche in presenza di carichi da traffico e pertanto si ritiene soddisfatto sia lo stato limite di fessurazione che di decompressione.

7.6.5 Verifiche Sezione SB-b

	verifica al taglio trefoli	verifica a fine fase 2 a t=infinito	verifica a fine fase 3 a t=0 (max mobili + max termico)	verifica a fine fase 3 a t=0 (max mobili + min termico)		
Combinazione FREQUENTE						
σ_{cs}	0.00	-0.66	-0.64	0.00	MPa	tensione estradosso soletta
σ_{ci}	0.00	0.82	0.82	0.00	MPa	tensione intradosso soletta
σ_s	2.52	4.95	4.95	2.52	MPa	tensione estradosso
σ_i	11.69	20.16	19.99	11.69	MPa	tensione intradosso

CORRIDOIO PLURIMODALE TIRRENICO-NORD EUROPA ITINERARIO AGRIGENTO -CALTANISSETTA-A19 S.S. N° 640 "DI PORTO EMPEDOCLE" AMMODERNAMENTO E ADEGUAMENTO ALLA CAT. B DEL D.M. 5.11.2001 DAL KM 44+000 ALLO SVINCOLO CON L'A19 Progetto Esecutivo	Opera: Viadotto Arenella III	
	Relazione di Calcolo Impalcato - Carreggiata DX	
	Pagina 92	
	Nome file: VI15-F- CL003_C.00_relazione_calcolo_impalcato_DX.doc.	

σ_{eq}	8.78	15.32	15.21	8.78	MPa	tensione a livello trefolo equivalente
σ_{cp}	7.33	9.72	9.69	7.33	MPa	tensione media nel calcestruzzo
σ_{ps}	-1265.22	-1219.48	-1219.49	-1265.22	MPa	tensione nel trefolo superiore
σ_{pi}	-1204.60	-1042.84	-1043.67	-1204.60	MPa	tensione nel trefolo inferiore
σ_{ss}	0.00	38.04	38.11	0.00	MPa	tensione nell'armatura lenta superiore

In questo caso, in cui si riscontrano delle tensioni di trazione all' estradosso della soletta, nella combinazione frequente, si procede alla verifica dell'ampiezza di fessurazione per via indiretta, così come riportata nell'ultimo capoverso del punto 4.1.2.2.4.6 delle NTC, riferendosi ai limiti di tensione nell'acciaio d'armatura definiti nelle tabelle seguenti. La tensione σ_{ss} è quella nell'acciaio d'armatura prossimo al lembo teso della sezione calcolata nella sezione parzializzata per la combinazione di carico pertinente.

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

- **condizioni ambientali aggressive;**
- **armature poco sensibili.**

Tabella 7.2: Tensioni di riferimento

	FREQUENTE
Diametri massimi delle barre per il controllo della fessurazione	
σ_s	w2=0.30 mm
[MPa]	Ø
160	32
200	25
240	16
280	12
320	10
360	8
Spaziatura massima delle barre per il controllo della fessurazione	
σ_s	w2=0.30 mm
[MPa]	Ø
160	300
200	250
240	200
280	150
320	100
360	50

Dalla Tabella 7.2 la massima tensione ammissibile nelle barre di acciaio è pari a 240 MPa, superiore alla tensioni calcolate per la combinazione frequente, la verifica risulta quindi soddisfatta.

7.6.6 Verifiche Sezione SD-b

			verifica a fine fase 3 a t=0 (max mobili + min termico)
verifica al taglio trefoli	verifica a fine fase 2 a t=infinito	verifica a fine fase 3 a t=0 (max mobili + max termico)	

CORRIDOIO PLURIMODALE TIRRENICO-NORD EUROPA ITINERARIO AGRIGENTO -CALTANISSETTA-A19 S.S. N° 640 "DI PORTO EMPEDOCLE" AMMODERNAMENTO E ADEGUAMENTO ALLA CAT. B DEL D.M. 5.11.2001 DAL KM 44+000 ALLO SVINCOLO CON L'A19 Progetto Esecutivo	Opera: Viadotto Arenella III
	Relazione di Calcolo Impalcato - Carreggiata DX
	Pagina 93
	Nome file: VI15-F- CL003_C.00_relazione_calcolo_impalcato_DX.doc.

Combinazione FREQUENTE

σ_{cs}	0.00	4.14	6.30	3.93	MPa	tensione estradosso soletta
σ_{ci}	0.00	4.37	5.70	4.23	MPa	tensione intradosso soletta
σ_s	5.52	12.59	13.92	12.45	MPa	tensione estradosso
σ_i	13.53	13.56	8.91	13.91	MPa	tensione intradosso
σ_{eq}	11.46	13.31	10.21	13.53	MPa	tensione a livello trefolo equivalente
σ_{cp}	9.76	12.61	12.58	12.58	MPa	tensione media nel calcestruzzo
σ_{ps}	-1207.74	-1107.06	-1101.00	-1107.73	MPa	tensione nel trefolo superiore
σ_{pi}	-1154.78	-1088.49	-1111.91	-1086.74	MPa	tensione nel trefolo inferiore
σ_{ss}	0.00	98.85	107.94	97.93	MPa	tensione nell'armatura lenta superiore

La trave precompressa nella sezione in oggetto mantiene sempre uno stato di compressione, anche in presenza di carichi da traffico e pertanto si ritiene soddisfatto sia lo stato limite di fessurazione che di decompressione.

8. VERIFICA DEI TRAVERSI

Per tutte le verifiche si è fatto riferimento ad una sezione rettangolare 1600x2050 mm, armata con 10 ϕ 26 sopra e sotto in corrispondenza degli apparecchi di appoggio e 10 ϕ 26 sopra con 10+10 ϕ 26 sotto in campata. A taglio e torsione sono presenti staffe ϕ 14/150 a 6 braccia; si utilizzano 4 braccia a taglio e 2 a torsione. Nel tabulato che segue si riportano le verifiche a stato limite ultimo per flessione e le verifiche di esercizio per combinazioni rara e frequente.

8.1 Sezione in campata. Flessione SLU e SLE

			$A_{res,1}$ [cm ²]				$A_{res,1}$ [cm ²]	$A_{res,TOT}$ [cm ²]	M_{Ed} [cm ²]	M_{Rd} [cm ²]	FS
Arm-sup	10	Φ 26	53.1	+	0	Φ 0	0.0	53.1	7974	9523	1.19
Arm-inf	12	Φ 26	58.4	+	12	Φ 26	63.7	127.4			

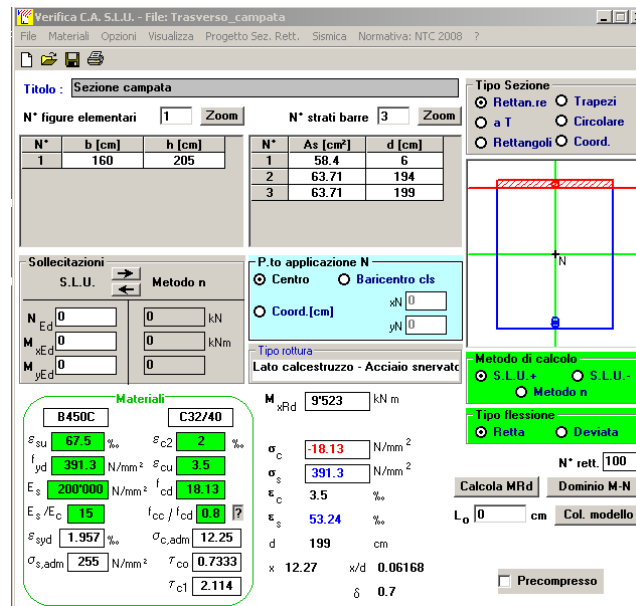


Figura 8.1: Momento resistente Sezione di campata trasverso

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

Si riportano di seguito le tabelle per le combinazioni considerate (frequente e quasi permanente), ricordando che si opera con armature poco sensibili ed in condizioni ambientali aggressive (classe di esposizione XC4).

MATERIALI		comb. FREQUENTE	comb. QUASI PERM.		
Calcestruzzo					
R_{ck}	=	40	40	MPa	resistenza caratteristica cubica
f_{ck}	=	33.20	33.20	MPa	resistenza caratteristica cilindrica
f_{cm}	=	41.20	41.20	MPa	resistenza cilindrica media
f_{ctm}	=	3.10	3.10	MPa	resistenza media a trazione semplice
f_{ctk}	=	2.17	2.17	MPa	resistenza caratteristica a trazione semplice
f_{ctm}	=	3.72	3.72	MPa	resistenza media a trazione per flessione
γ_c	=	1.50	1.50		coefficiente parziale di sicurezza
α_{cc}	=	0.85	0.85		coefficiente riduttivo per resistenze di lunga durata
f_{cd}	=	18.81	18.81	MPa	resistenza di calcolo a compressione
f_{ctd}	=	1.45	1.45	MPa	resistenza di calcolo a trazione
E_c	=	33643	33643	MPa	modulo di Young

CORRIDOIO PLURIMODALE TIRRENICO-NORD EUROPA ITINERARIO AGRIGENTO -CALTANISSETTA-A19 S.S. N° 640 "DI PORTO EMPEDOCLE" AMMODERNAMENTO E ADEGUAMENTO ALLA CAT. B DEL D.M. 5.11.2001 DAL KM 44+000 ALLO SVINCOLO CON L'A19 Progetto Esecutivo	Opera: Viadotto Arenella III		
	Relazione di Calcolo Impalcato - Carreggiata DX		
	Pagina 95		
	Nome file: VI15-F- CL003_C.00_relazione_calcolo_impalcato_DX.doc.		

Acciao

E_s	=	206000	206000	MPa	modulo di Young acciaio
γ_s	=	1.15	1.15		coefficiente parziale acciaio
f_{yk}	=	450.0	450.0	MPa	tensione caratteristica di snervamento acciaio
f_{yd}	=	391.3	391.3	MPa	tensione di snervamento di calcolo dell'acciaio
n	=	15	15		coefficiente di omogeneizzazione

GEOMETRIA SEZIONE

B	=	1600	1600	mm	larghezza
H	=	2050	2050	mm	altezza
c'	=	60	60	mm	copriferro

ARMATURA

numero barre

n1 (superiore)	=	10	10		numero barre strato 1
n2	=				numero barre strato 2
n3	=				numero barre strato 3
n4	=				numero barre strato 4
n5	=				numero barre strato 5
n6	=				numero barre strato 6
n7	=	12	12		numero barre strato 7
n8 (inferiore)	=	12	12		numero barre strato 8

diametro barre

$\varnothing 1$	=	26	26	mm	diametro barre strato 1
$\varnothing 2$	=			mm	diametro barra strato 2
$\varnothing 3$	=			mm	diametro barra strato 3
$\varnothing 4$	=			mm	diametro barra strato 4
$\varnothing 5$	=			mm	diametro barra strato 5
$\varnothing 6$	=			mm	diametro barra strato 6
$\varnothing 7$	=	26	26	mm	diametro barra strato 7
$\varnothing 8$	=	26	26	mm	diametro barra strato 8

ordinate barre

y1	=	1990	1990	mm	ordinata barre strato 1
y2	=			mm	ordinata barre strato 2
y3	=			mm	ordinata barre strato 3
y4	=			mm	ordinata barre strato 4
y5	=			mm	ordinata barre strato 5
y6	=			mm	ordinata barre strato 6
y7	=	110	110	mm	ordinata barre strato 7
y8	=	60	60	mm	ordinata barre strato 8

area barre

A_{s1}	=	5309	5309	mm ²	area barre strato 1
A_{s2}	=	0	0	mm ²	area barre strato 2
A_{s3}	=	0	0	mm ²	area barre strato 3
A_{s4}	=	0	0	mm ²	area barre strato 4
A_{s5}	=	0	0	mm ²	area barre strato 5
A_{s6}	=	0	0	mm ²	area barre strato 6
A_{s7}	=	6371	6371	mm ²	area barre strato 7
A_{s8}	=	6371	6371	mm ²	area barre strato 8

SOLLECITAZIONI

CORRIDOIO PLURIMODALE TIRRENICO-NORD EUROPA ITINERARIO AGRIGENTO -CALTANISSETTA-A19 S.S. N° 640 "DI PORTO EMPEDOCLE" AMMODERNAMENTO E ADEGUAMENTO ALLA CAT. B DEL D.M. 5.11.2001 DAL KM 44+000 ALLO SVINCOLO CON L'A19 Progetto Esecutivo	Opera: Viadotto Arenella III		
	Relazione di Calcolo Impalcato - Carreggiata DX		
	Pagina 96		
	Nome file: VI15-F- CL003_C.00_relazione_calcolo_impalcato_DX.doc.		

M	=	5368	3624	kNm	momento flettente (sempre >0 tende le fibre inferiori)
N	=	0	0	kN	sforzo normale (>0 compressione)

VERIFICA TENSIONI NEI MATERIALI

cs	=	1	1		
cs	=	flessione semplice		flessione semplice	
an	=	540.8	540.8	mm	asse neutro (distanza da lembo compresso)
Y _n	=	1509	1509	mm	ordinata asse neutro
A	=	1135985	1135985	mm ²	area sezione reagente
J	=	490571007675	490571007675	mm ⁴	momento d'inerzia sezione reagente
S	=	0	0	mm ³	momento statico sezione reagente
σ _c	=	-5.92	-3.99	MPa	tensione calcestruzzo
σ _s	=	237.88	160.59	MPa	tensione massima acciaio

VERIFICA A FESSURAZIONE

sezione tesa

M _{fess}	=	3600.9	3600.9	kNm	momento di fessurazione
FS=M _{fess} /M _{Sd}	=	0.7	1.0		check ok se >1
α _e	=	6.123	6.123	MPa	rapporto tra i moduli elastici
d	=	1965	1965	mm	altezza utile della sezione
h _{c,eff}	=	213	213	mm	altezza area efficace calcestruzzo teso
A _{c,eff}	=	340000	340000	mm ²	area efficace calcestruzzo teso
A _s	=	12742	12742	mm ²	area di armatura tesa
ρ _{eff}	=	0.0375	0.0375		
k _t	=	0.4	0.4		(=0.6 per carichi di breve durata; =0.4 per carichi di lunga durata)
ε _{sm}	=	0.00096	0.00058		deformazione unitaria media delle barre
Ø	=	26	26		diametro equivalente delle barre tese
k ₁	=	0.8	0.8		(=0.8 per barre ad aderenza migliorata; =1.6 per barre lisce)
ε ₁	=	0.000491	0.000331		deformazione massima di trazione
ε ₂	=	0.0	0.0		deformazione minima di trazione
k ₂	=	0.5	0.5		fattore di forma diagramma delle deformazioni
k ₃	=	3.4	3.4		(posto dalle NTC pari a 3.4)
k ₄	=	0.425	0.425		(posto dalle NTC pari a 0.425)
c	=	47	47	mm	ricoprimento armatura
s	=	150	150	mm	distanza tra le barre
Δ _{s,max}	=	277.7	277.7	mm	distanza massima tra le fessure
w _d	=	0.266	0.162	mm	apertura di calcolo delle fessure
w _{max}	=	0.30	0.20	mm	valore limite ampiezza fessure
FS	=	1.13	1.24		check ok se >1
		ok	ok		

8.2 Sezione in appoggio. Flessione SLU e SLE

				A _{res,TOT}	M _{Ed}	M _{Rd}	FS
				[cm ²]	[cm ²]	[cm ²]	
Arm-sup	10	Φ	26	53.1	-3126	-4058	1.30

Arm-inf

12

Φ

26

63.7

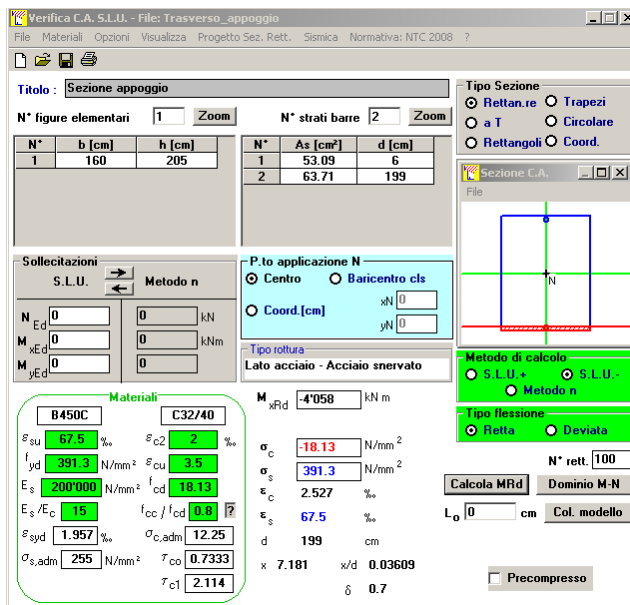


Figura 8.2: Momento resistente Sezione di appoggio trasverso

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

Si riportano di seguito le tabelle per le combinazioni considerate (frequente e quasi permanente), ricordando che si opera con armature poco sensibili ed in condizioni ambientali aggressive (classe di esposizione XC4).

MATERIALI		FREQUENTE	QUASI PERM.		
Calcestruzzo		comb.	comb.		
R_{ck}	=	40	40	MPa	resistenza caratteristica cubica
f_{ck}	=	33.20	33.20	MPa	resistenza caratteristica cilindrica
f_{cm}	=	41.20	41.20	MPa	resistenza cilindrica media
f_{ctm}	=	3.10	3.10	MPa	resistenza media a trazione semplice
f_{ctk}	=	2.17	2.17	MPa	resistenza caratteristica a trazione semplice
f_{ctm}	=	3.72	3.72	MPa	resistenza media a trazione per flessione
γ_c	=	1.50	1.50		coefficiente parziale di sicurezza
α_{cc}	=	0.85	0.85		coefficiente riduttivo per resistenze di lunga durata
f_{cd}	=	18.81	18.81	MPa	resistenza di calcolo a compressione
f_{ctd}	=	1.45	1.45	MPa	resistenza di calcolo a trazione
E_c	=	33643	33643	MPa	modulo di Young
Acciaio					
E_s	=	206000	206000	MPa	modulo di Young acciaio
γ_s	=	1.15	1.15		coefficiente parziale acciaio
f_{yk}	=	450.0	450.0	MPa	tensione caratteristica di snervamento acciaio

CORRIDOIO PLURIMODALE TIRRENICO-NORD EUROPA ITINERARIO AGRIGENTO -CALTANISSETTA-A19 S.S. N° 640 "DI PORTO EMPEDOCLE" AMMODERNAMENTO E ADEGUAMENTO ALLA CAT. B DEL D.M. 5.11.2001 DAL KM 44+000 ALLO SVINCOLO CON L'A19 Progetto Esecutivo	Opera: Viadotto Arenella III		
	Relazione di Calcolo Impalcato - Carreggiata DX		
	Pagina 98		
	Nome file: VI15-F- CL003_C.00_relazione_calcolo_impalcato_DX.doc.		

f_{yd}	=	391.3	391.3	MPa	tensione di snervamento di calcolo dell'acciaio
n	=	15	15		coefficiente di omogeneizzazione

GEOMETRIA SEZIONE

B	=	1600	1600	mm	larghezza
H	=	2050	2050	mm	altezza
c'	=	60	60	mm	copriferro

ARMATURA

numero barre

n_1 (superiore)	=	12	12		numero barre strato 1
n_2	=				numero barre strato 2
n_3	=				numero barre strato 3
n_4	=				numero barre strato 4
n_5	=				numero barre strato 5
n_6	=				numero barre strato 6
n_7	=				numero barre strato 7
n_8 (inferiore)	=	10	10		numero barre strato 8

diametro barre

$\varnothing 1$	=	26	26	mm	diametro barre strato 1
$\varnothing 2$	=			mm	diametro barra strato 2
$\varnothing 3$	=			mm	diametro barra strato 3
$\varnothing 4$	=			mm	diametro barra strato 4
$\varnothing 5$	=			mm	diametro barra strato 5
$\varnothing 6$	=			mm	diametro barra strato 6
$\varnothing 7$	=			mm	diametro barra strato 7
$\varnothing 8$	=	26	26	mm	diametro barra strato 8

ordinate barre

y_1	=	1990	1990	mm	ordinata barre strato 1
y_2	=			mm	ordinata barre strato 2
y_3	=			mm	ordinata barre strato 3
y_4	=			mm	ordinata barre strato 4
y_5	=			mm	ordinata barre strato 5
y_6	=			mm	ordinata barre strato 6
y_7	=			mm	ordinata barre strato 7
y_8	=	60	60	mm	ordinata barre strato 8

area barre

A_{s1}	=	6371	6371	mm ²	area barre strato 1
A_{s2}	=	0	0	mm ²	area barre strato 2
A_{s3}	=	0	0	mm ²	area barre strato 3
A_{s4}	=	0	0	mm ²	area barre strato 4
A_{s5}	=	0	0	mm ²	area barre strato 5
A_{s6}	=	0	0	mm ²	area barre strato 6
A_{s7}	=	0	0	mm ²	area barre strato 7
A_{s8}	=	5309	5309	mm ²	area barre strato 8

SOLLECITAZIONI

M	=	1918.8	784.3	kNm	momento flettente (sempre >0 tende le fibre inferiori)
N	=	0	0	kN	sforzo normale (>0 compressione)

VERIFICA TENSIONI NEI MATERIALI

cs	=	1	1		
------	---	---	---	--	--

CORRIDOIO PLURIMODALE TIRRENICO-NORD EUROPA ITINERARIO AGRIGENTO -CALTANISSETTA-A19 S.S. N° 640 "DI PORTO EMPEDOCLE" AMMODERNAMENTO E ADEGUAMENTO ALLA CAT. B DEL D.M. 5.11.2001 DAL KM 44+000 ALLO SVINCOLO CON L'A19 Progetto Esecutivo	Opera: Viadotto Arenella III	
	Relazione di Calcolo Impalcato - Carreggiata DX	
	Pagina 99	
	Nome file: VI15-F- CL003_C.00_relazione_calcolo_impalcato_DX.doc.	

cs	=	flessione semplice	flessione semplice		
an	=	356.6	356.6	mm	asse neutro (distanza da lembo compresso)
Y_n	=	1693	1693	mm	ordinata asse neutro
A	=	745781	745781	mm ²	area sezione reagente
J	=	245069509088	245069509088	mm ⁴	momento d'inerzia sezione reagente
S	=	0	0	mm ³	momento statico sezione reagente
σ_c	=	-2.79	-1.14	MPa	tensione calcestruzzo
σ_s	=	191.83	78.41	MPa	tensione massima acciaio

VERIFICA A FESSURAZIONE

sezione tesa

M_{fess}	=	3290.7	3290.7	kNm	momento di fessurazione
$FS=M_{fess}/M_{Sd}$	=	1.7	4.2		check ok se >1
α_e	=	6.123	6.123	MPa	rapporto tra i moduli elastici
d	=	1990	1990	mm	altezza utile della sezione
$h_{c,eff}$	=	150	150	mm	altezza area efficace calcestruzzo teso
$A_{c,eff}$	=	240000	240000	mm ²	area efficace calcestruzzo teso
A_s	=	5309	5309	mm ²	area di armatura tesa
ρ_{eff}	=	0.0221	0.0221		
k_t	=	0.4	0.4		(=0.6 per carichi di breve durata; =0.4 per carichi di lunga durata)
ε_{sm}	=	0.00062	0.00023		deformazione unitaria media delle barre
\emptyset	=	26	26		diametro equivalente delle barre tese
k_1	=	0.8	0.8		(=0.8 per barre ad aderenza migliorata; =1.6 per barre lisce)
ε_1	=	0.000394	0.000161		deformazione massima di trazione
ε_2	=	0.0	0.0		deformazione minima di trazione
k_2	=	0.5	0.5		fattore di forma diagramma delle deformazioni
k_3	=	3.4	3.4		(posto dalle NTC pari a 3.4)
k_4	=	0.425	0.425		(posto dalle NTC pari a 0.425)
c	=	47	47	mm	ricoprimento armatura
s	=	150	150	mm	distanza tra le barre
$\Delta_{s,max}$	=	359.6	359.6	mm	distanza massima tra le fessure
w_d	=	0.224	0.082	mm	apertura di calcolo delle fessure
w_{max}	=	0.30	0.20	mm	valore limite ampiezza fessure
FS	=	1.34	2.44		check ok se >1
		ok	ok		

8.3 Taglio e Torsione

A taglio e torsione sono presenti staffe $\phi 14/150$ a 6 braccia; si utilizzano 4 braccia a taglio e 2 a torsione.

Trasverso	P08	P08	P02	P01		
Sollecitazioni	$V_{Ed,max} - T_{Ed}$	$V_{Ed,max} - T_{Ed}$	$V_{Ed} - T_{Ed,max}$	$V_{Ed} - T_{Ed,max}$		
V_{Ed}	=	5132	4267	2684	3090	kN
T_{Ed}	=	37	185	2283	2293	kN
						taglio di caloclo
						torsione di caloclo

CORRIDOIO PLURIMODALE TIRRENICO-NORD EUROPA ITINERARIO AGRIGENTO -CALTANISSETTA-A19 S.S. N° 640 "DI PORTO EMPEDOCLE" AMMODERNAMENTO E ADEGUAMENTO ALLA CAT. B DEL D.M. 5.11.2001 DAL KM 44+000 ALLO SVINCOLO CON L'A19 Progetto Esecutivo	Opera: Viadotto Arenella III	
	Relazione di Calcolo Impalcato - Carreggiata DX	
	Pagina 100	
	Nome file: VI15-F- CL003_C.00_relazione_calcolo_impalcato_DX.doc.	

N_{Ed}	=	0	0	0	0	kN	sforzo normale i calcolo
Materiali							
Calcestruzzo							
R_{ck}	=	40	40	40	40	MPa	resistenza caratteristica cubica
f_{ck}	=	33.2	33.2	33.2	33.2	MPa	resistenza caratteristica cilindrica
α_{cc}	=	0.85	0.85	0.85	0.85		coefficiente riduttivo
γ_c	=	1.50	1.50	1.50	1.50		coefficiente parziale di sicurezza
f_{cd}	=	18.81	18.81	18.81	18.81	MPa	resistenza di calcolo a compressione
Acciaio							
f_{yk}	=	450	450	450	450	MPa	tensione caratteristica di snervamento
γ_s	=	1.15	1.15	1.15	1.15		coefficiente parziale di sicurezza
f_{yd}	=	391.30	391.30	391.30	391.30	MPa	tensione di snervamento di calcolo
Verifica capacità a taglio							
Verifica per elementi sprovvisti di armatura a taglio							
b_w	=	1600	1600	1600	1600	mm	larghezza minima sezione
d	=	1930	1930	1930	1930	mm	altezza utile
\emptyset_w	=	14	14	14	14	mm	diametro ferri long. tesi
n	=	24	24	24	24		numero
A_{sl}	=	3695	3695	3695	3695	mm ²	armatura longitudinale
A_c	=	3280000	3280000	3280000	3280000	mm ²	area sezione cls
k	=	1.32	1.32	1.32	1.32		
σ_{cp}	=	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	MPa	tensione media calcestruzzo $\leq 0,2f_{cd}$
ρ_1	=	0.00120	0.00120	0.00120	0.00120		rapporto geometrico di armatura long.
v_{min}	=	0.307	0.307	0.307	0.307		
V_{Rd}	=	946.49	946.49	946.49	946.49	kN	taglio resistente
V_{Ed}	=	5131.51	4267	2683.665	3089.8437	kN	taglio di calcolo
FS		0.18	0.22	0.35	0.31		se >1 verifica soddisfatta
		no	no	no	no		
Verifica per elementi provvisti di armatura a taglio							
\emptyset_w	=	14	14	14	14	mm	diametro armatura resistente a taglio
α	=	90.00	90.00	90.00	90.00	°	angolo di inclinazione armatura trasversale
s	=	150.00	150.00	150.00	150.00	mm	passo staffe
n_{br}	=	4.0	4.0	4.0	4.0		numero bracci armatura trasversale
A_{sw}	=	615.75	615.75	615.75	615.75	mmq	area armatura trasversale
b_w	=	1600.00	1600.00	1600.00	1600.00	mm	larghezza minima sezione
f_{cd}	=	18.81	18.81	18.81	18.81	MPa	
ν	=	0.5	0.5	0.5	0.5		coeff. di riduzione f_{cd}
f_{cd}	=	9.41	9.41	9.41	9.41	MPa	resistenza a compressione del cls ridotta
ω_{sw}	=	0.05336	0.05336	0.05336	0.05336		% meccanica di armatura trasversale
α_C	=	1.00000	1.00000	1.00000	1.00000		
$\cot(\theta)$	=	2.50	2.50	1.20	1.20		check $1 \leq \cot(\theta) \leq 2,5$
V_{Rsd}	=	6975.4011	6975.4011	3348.1925	3348.1925	kN	Resistenza "taglio trazione"
V_{Rcd}	=	9014.8303	9014.8303	12857.2170	12857.2170	kN	Resistenza "taglio compressione"
V_{Rd}	=	6975.4011	6975.4011	3348.1925	3348.1925	kN	Resistenza a taglio

CORRIDOIO PLURIMODALE TIRRENICO-NORD EUROPA ITINERARIO AGRIGENTO -CALTANISSETTA-A19 S.S. N° 640 "DI PORTO EMPEDOCLE" AMMODERNAMENTO E ADEGUAMENTO ALLA CAT. B DEL D.M. 5.11.2001 DAL KM 44+000 ALLO SVINCOLO CON L'A19 Progetto Esecutivo	Opera: Viadotto Arenella III					
	Relazione di Calcolo Impalcato - Carreggiata DX					
	Pagina 101					
	Nome file: VI15-F- CL003_C.00_relazione_calcolo_impalcato_DX.doc.					

V_{Ed}	=	5131.51	4267	2683.665	3089.8437	kN	taglio di caloclo
FS	=	1.36	1.63	1.25	1.08		se >1 verifica soddisfatta
		ok	ok	ok	ok		
Calcolo della Reistenza a Torsione							
\varnothing_w	=	14	14	14	14	mm	diametro armatura resistente a taglio
α	=	90.00	90.00	90.00	90.00	°	angolo di inclinazione armatura trasversale
s	=	150	150	150	150	mm	passo staffe
n_{br}	=	2	2	2	2		numero bracci armatura trasversale
A_s	=	307.88	307.88	307.88	307.88	mmq	area armatura trasversale
A_s/s	=	2.05	2.05	2.05	2.05	mmq/mm	
ΣA_l	=	13804	13804	13804	13804	mmq	area complessiva barre longitudinali
A_c	=	3.28E+06	3.28E+06	3.28E+06	3.28E+06	mmq	area sezione
u	=	7300.00	7300.00	7300.00	7300.00	mm	perimetro della sezione
t	=	449	449	449.3	449.3	mm	spessore sezione cava
Ω	=	1.84E+06	1.84E+06	1.84E+06	1.84E+06	mmq	area racchiusa dalla fibra media
u_m	=	5503	5503	5503	5503	mm	perimetro medio del nucleo resistente
ω_{sw}	=	0.10	0.10	0.10	0.10		% meccanica di armatura trasversale
ω_{sl}	=	0.12	0.12	0.12	0.12		% meccanica di armatura longitudinale
ν	=	0.5	0.5	0.5	0.5		coeff. di riduzione f_{cd}
f_{cd}	=	9.41	9.41	9.41	9.41	MPa	resistenza a compressione del cls ridotta
σ_{cp}	=	0.000	0.000	0.000	0.000	MPa	tensione media calcestruzzo $\leq 0,2f_{cd}$
α_C	=	1.0000	1.0000	1.0000	1.0000		
$\cot(\theta)$	=	2.50	2.50	1.20	1.20		Valore di calcolo ($0.4 \leq \cot(\theta) \leq 2,5$)
T_{Rcd}	=	5368.85	5368.85	7657.21	7657.21	kNm	resistenza offerta dal calcestruzzo
T_{Rsd}	=	7396.59	7396.59	3550.36	3550.36	kNm	resistenza offerta dall'armatura trasversale
T_{Rld}	=	1446.43	1446.43	3013.40	3013.40	kNm	resistenza offerta dall'armatura longitudinale
T_{Rd}	=	1446.43	1446.43	3013.40	3013.40	kNm	Resistenza a torsione
T_{Sd}	=	37.06	185.182	2282.826	2292.5966	kN	Torsione di caloclo
FS	=	39.03	7.81	1.32	1.31		
		ok	ok	ok	ok		
Verifica interazione Taglio - Torsione							
Sollecitazioni							
$\cot(\theta)$	=	2.500	2.500	1.200	1.200		valore di calcolo
V_{Ed}	=	5131.51	4267	2683.665	3089.8437	kN	taglio di caloclo
T_{Ed}	=	37.06	185.182	2282.826	2292.5966	kN	torsione di caloclo
Reistenze							
V_{Rcd}	=	9014.83	9014.83	12857.22	12857.22	kN	Resistenza a taglio lato cls
T_{Rcd}	=	5368.85	5368.85	7657.21	7657.21	kNm	Resistenza a torsione lato cls
Verifica							
$T_{Ed}/T_{Rcd} + V_{Ed}/V_{Rcd}$	=	0.58	0.51	0.51	0.54		se <1 verifica soddisfatta
		ok	ok	ok	ok		

CORRIDOIO PLURIMODALE TIRRENICO-NORD EUROPA
ITINERARIO AGRIGENTO -CALTANISSETTA-A19
S.S. N° 640 "DI PORTO EMPEDOCLE"
AMMODERNAMENTO E ADEGUAMENTO ALLA CAT. B DEL D.M. 5.11.2001
DAL KM 44+000 ALLO SVINCOLO CON L'A19
Progetto Esecutivo

Opera: **Viadotto Arenella III**

Relazione di Calcolo Impalcato - Carreggiata DX

Pagina 102

Nome file:

VI15-F-

CL003_C.00_relazione_calcolo_impalcato_DX.doc.

CORRIDOIO PLURIMODALE TIRRENICO-NORD EUROPA ITINERARIO AGRIGENTO -CALTANISSETTA-A19 S.S. N° 640 "DI PORTO EMPEDOCLE" AMMODERNAMENTO E ADEGUAMENTO ALLA CAT. B DEL D.M. 5.11.2001 DAL KM 44+000 ALLO SVINCOLO CON L'A19 Progetto Esecutivo	Opera: Viadotto Arenella III
	Relazione di Calcolo Impalcato - Carreggiata DX
	Pagina 103
	Nome file: VI15-F- CL003_C.00_relazione_calcolo_impalcato_DX.doc.

9. VERIFICA TRASVERSALE DELLA SOLETTA

9.1 Modello locale e condizioni di carico

Per il calcolo statico della soletta è stato redatto un modello numerico considerando una porzione di impalcato lungo 10 m, ed una larghezza totale rappresentativa della prima campata, con larghezza di 13.50 m. All'interfaccia soletta-travi principali viene introdotto un vincolo di cerniera.

I carichi introdotti nel modello sono:

- il peso proprio della soletta (PP)
- i permanenti portati (PERM)
- i carichi da traffico dello schema LM1 ed LM2, posizionati in base alle superfici di influenza che determinano i momenti flettenti massimi e minimi in mezzeria dei vari campi centrali ed in prossimità dello sbalzo.

Le suddette condizioni di carico elementari sono state combinate con i coefficienti riportati nei paragrafi precedenti, per il calcolo delle sollecitazioni di progetto di Stato limite ultimo e di esercizio.

E' stato redatto anche un secondo modello locale relativo alla zona di soletta a sbalzo posta in prossimità della spalla A, dove in corrispondenza del traverso la parte a sbalzo presenta una profondità maggiore. La sezione trasversale verificata è una striscia di larghezza unitaria e di altezza 250 mm. Si utilizzano 2 tipologie di armatura:

- $\phi 20/200$ sup, $\phi 20/200$ inf armatura corrente. (TIPO 1)
- $\phi 20/100$ sup, $\phi 20/200$ inf per 5 m dal filo traverso della spalla A. (TIPO 2)

9.2 Sollecitazioni di calcolo allo SLU e allo SLE

Le sollecitazioni, agenti nelle sezioni in asse alle travi longitudinali ed in mezzeria, sono riassunte nella tabella seguente.

		Impalc. Corrente	Zona spalla	
		My / Sy	My / Sy	
SLU	App., Mmax	86.64	200	kNm
	Mezz., Mmin	-32.59		kNm
	Mezz., Mmax	22.26		kNm
	App, Vmax	261	329	kN
	Mezz, Vmax	226		kN
SLE c.	App., Mmax	64.18	148.4	kNm
	Mezz., Mmin	-24.14		kNm
	Mezz., Mmax	16.36		kNm
SLE f.	App., Mmax	52.66	119.1	kNm
	Mezz., Mmin	-17.72		kNm
	Mezz., Mmax	12.02		kNm

CORRIDOIO PLURIMODALE TIRRENICO-NORD EUROPA ITINERARIO AGRIGENTO -CALTANISSETTA-A19 S.S. N° 640 "DI PORTO EMPEDOCLE" AMMODERNAMENTO E ADEGUAMENTO ALLA CAT. B DEL D.M. 5.11.2001 DAL KM 44+000 ALLO SVINCOLO CON L'A19 Progetto Esecutivo	Opera: Viadotto Arenella III
	Relazione di Calcolo Impalcato - Carreggiata DX
	Pagina 104
	Nome file: VI15-F- CL003_C.00_relazione_calcolo_impalcato_DX.doc.

9.3 Verifiche a SLU e SLE per flessione. Armatura TIPO 1.

DATI GENERALI SEZIONE IN C.A.

NOME SEZIONE: Soletta Corrente

(Percorso File: C:\LUSAS145\Projects\Favarella\modelli\Soletta_Corrente.sez)

Descrizione Sezione: Soletta corrente
Metodo di calcolo resistenza: Stati Limite Ultimi
Normativa di riferimento: N.T.C.
Tipologia sezione: Sezione predefinita
Forma della sezione: Rettangolare
Percorso sollecitazione: A Sforzo Norm. costante
Condizioni Ambientali: Poco aggressive
Riferimento Sforzi assegnati: Assi x,y principali d'inerzia
Riferimento alla sismicità: Zona non sismica
Posizione sezione nell'asta: In zona critica

CARATTERISTICHE DI RESISTENZA DEI MATERIALI IMPIEGATI

CONGLOMERATO - Classe: C32/40
Resis. compr. di calcolo fcd : 188.00 daN/cm²
Resis. compr. ridotta fcd': 94.00 daN/cm²
Def.unit. max resistenza ec2 : 0.0020
Def.unit. ultima ecu : 0.0035
Diagramma tensione-deformaz. : Parabola-Rettangolo
Modulo Elastico Normale Ec : 336430 daN/cm²
Coeff. di Poisson : 0.20
Resis. media a trazione fctm: 31.00 daN/cm²
Coeff. Omogen. S.L.E. : 15.0
Combinazioni Rare in Esercizio
Sc Limite : 199.20 daN/cm²
Apert.Fess.Limite : Non prevista
Combinazioni Frequenti in Esercizio
Sc Limite : 199.20 daN/cm²
Apert.Fess.Limite : 0.200 mm

ACCIAIO - Tipo: B450C
Resist. caratt. snervam. fyk: 4500.0 daN/cm²
Resist. caratt. rottura ftk: 4500.0 daN/cm²
Resist. snerv. di calcolo fyd: 3913.0 daN/cm²
Resist. ultima di calcolo ftd: 3913.0 daN/cm²
Deform. ultima di calcolo Epu: 0.068
Modulo Elastico Ef : 2000000 daN/cm²
Diagramma tensione-deformaz. : Bilineare finito
Coeff. Aderenza ist. $\beta_1*\beta_2$: 1.00 daN/cm²
Coeff. Aderenza diff. $\beta_1*\beta_2$: 0.50 daN/cm²
Comb.Rare Sf Limite : 3600.0 daN/cm²

CARATTERISTICHE GEOMETRICHE ED ARMATURE SEZIONE

Base: 100.0 cm
Altezza: 25.0 cm
Barre inferiori : 5Ø20 (15.7 cm²)
Barre superiori : 5Ø20 (15.7 cm²)
Copriferro barre inf.(dal baric. barre) : 6.0 cm
Copriferro barre sup.(dal baric. barre) : 3.5 cm

ST.LIM.ULTIMI - SFORZI PER OGNI COMBINAZIONE ASSEGNATA

N	Sforzo normale [daN] applicato nel baricentro (posit. se di compress.)			
Mx	Coppia concentrata in daNm applicata all'asse x baric. della sezione con verso positivo se tale da comprimere il lembo sup. della sezione			
Vy	Taglio [daN] in direzione parallela all'asse y baric. della sezione			
N.Comb.	N	Mx	Vy	MT
1	0	-8664	10	0
2	0	3259	10	0

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

CORRIDOIO PLURIMODALE TIRRENICO-NORD EUROPA ITINERARIO AGRIGENTO -CALTANISSETTA-A19 S.S. N° 640 "DI PORTO EMPEDOCLE" AMMODERNAMENTO E ADEGUAMENTO ALLA CAT. B DEL D.M. 5.11.2001 DAL KM 44+000 ALLO SVINCOLO CON L'A19 Progetto Esecutivo	Opera: Viadotto Arenella III
	Relazione di Calcolo Impalcato - Carreggiata DX
	Pagina 105
	Nome file: VI15-F- CL003_C.00_relazione_calcolo_impalcato_DX.doc.

N Sforzo normale [daN] applicato nel baricentro (positivo se di compress.)
Mx Coppia concentrata in daNm applicata all'asse x baricentrico della sezione con verso positivo se tale da comprimere il lembo superiore della sezione
My Coppia concentrata in daNm applicata all'asse y baricentrico della sezione con verso positivo se tale da comprimere il lembo destro della sezione

N. Comb.	N	Mx
1	0	-6418
2	0	2414

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

N Sforzo normale [daN] applicato nel baricentro (positivo se di compress.)
Mx Coppia concentrata in daNm applicata all'asse x baricentrico della sezione con verso positivo se tale da comprimere il lembo superiore della sezione
My Coppia concentrata in daNm applicata all'asse y baricentrico della sezione con verso positivo se tale da comprimere il lembo destro della sezione

N. Comb.	N	Mx
1	0	-5266
2	0	1772

RISULTATI DEL CALCOLO

Copriferro netto minimo barre longitudinali: 2.5 cm
Interferro netto minimo barre longitudinali: 13.5 cm
Copriferro netto minimo staffe: 1.7 cm

METODO AGLI STATI LIMITE ULTIMI - RISULTATI PRESSO-TENSO FLESSIONE

Ver S = combinazione verificata / N = combin. non verificata
N Sforzo normale assegnato [in daN] (positivo se di compressione)
Mx Momento flettente assegnato [in daNm] riferito all'asse x baricentrico
N ult Sforzo normale ultimo [in daN] nella sezione (positivo se di compress.)
Mx ult Momento flettente ultimo [in daNm] riferito all'asse x baricentrico
Mis.Sic. Misura sicurezza = rapporto vettoriale tra (N ult, Mx ult) e (N, Mx)
Verifica positiva se tale rapporto risulta >=1.000
Yneutro Ordinata [in cm] dell'asse neutro a rottura nel sistema di rif. X,Y,0 sez.
x/d Rapp. di duttilità a rottura misurato in presenza di sola flessione (travi)
C.Rid. Coeff. di riduz. momenti per sola flessione in travi continue
Area efficace barre inf. (per presenza di torsione)= 15.7 cm²
Area efficace barre sup. (per presenza di torsione)= 15.7 cm²

N. Comb.	Ver	N	Mx	N ult	Mx ult	Mis.Sic.	Yneutro	x/d	C.Rid.
1	S	0	-8664	18	-12558	1.449	5.2	0.24	0.74
2	S	0	3259	-28	10626	3.261	21.3	0.19	0.70

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
Yc max Ordinata in cm della fibra corrisp. a ec max (sistema rif. X,Y,0 sez.)
ef min Deform. unit. minima nell'acciaio (negativa se di trazione)
Yf min Ordinata in cm della barra corrisp. a ef min (sistema rif. X,Y,0 sez.)
ef max Deform. unit. massima nell'acciaio (positiva se di compressione)
Yf max Ordinata in cm della barra corrisp. a ef max (sistema rif. X,Y,0 sez.)

N. Comb.	ec max	ec 3/7	Yc max	ef min	Yf min	ef max	Yf max
1	0.00350	-0.00373	0.0	-0.00055	6.0	-0.01102	21.5
2	0.00350	-0.00668	25.0	0.00017	21.5	-0.01455	6.0

COMBINAZIONI RARE IN ESERCIZIO - VERIFICA MASSIME TENSIONI NORMALI

CORRIDOIO PLURIMODALE TIRRENICO-NORD EUROPA ITINERARIO AGRIGENTO -CALTANISSETTA-A19 S.S. N° 640 "DI PORTO EMPEDOCLE" AMMODERNAMENTO E ADEGUAMENTO ALLA CAT. B DEL D.M. 5.11.2001 DAL KM 44+000 ALLO SVINCOLO CON L'A19 Progetto Esecutivo	Opera: Viadotto Arenella III
	Relazione di Calcolo Impalcato - Carreggiata DX
	Pagina 106
	Nome file: VI15-F- CL003_C.00_relazione_calcolo_impalcato_DX.doc.

Ver S = combinazione verificata / N = combin. non verificata
Sc max Massima tensione di compress.(+) nel conglom. in fase fessurata ([daN/cm²)
Yc max Ordinata in cm della fibra corrisp. a Sc max (sistema rif. X,Y,O)
Sc min Minima tensione di compress.(+) nel conglom. in fase fessurata ([daN/cm²)
Yc min Ordinata in cm della fibra corrisp. a Sc min (sistema rif. X,Y,O)
Sf min Minima tensione di trazione (-) nell'acciaio [daN/cm²)
Yf min Ordinata in cm della barra corrisp. a Sf min (sistema rif. X,Y,O)
Dw Eff. Spessore di conglomerato [cm] in zona tesa considerata aderente alle barre
Ac eff. Area di congl. [cm²] in zona tesa aderente alle barre (verifica fess.)
Af eff. Area Barre tese di acciaio [cm²] ricadente nell'area efficace(verifica fess.)
D barre Distanza media in cm tra le barre tese efficaci (verifica fess.)

N.Comb.	Ver	Sc max	Yc max	Sc min	Yc min	Sf min	Yf min	Dw Eff.	Ac eff.	Af eff.	Dbarre
1	S	80.4	0.0	0.0	0.0	-2201	6.0	17.5	870	15.7	22.0
2	S	33.2	25.0	0.0	25.0	-933	21.5	20.0	919	15.7	22.0

COMBINAZIONI RARE IN ESERCIZIO - VERIFICA APERTURA FESSURE

Ver S = combinazione verificata / N = combin. non verificata
ScImax Massima tensione nel conglomerato nello STATO I non fessurato [daN/cm²)
ScI_min Minima tensione nel conglomerato nello STATO I non fessurato [daN/cm²)
Sc Eff Tensione al limite dello spessore efficace nello STATO I [daN/cm²)
K3 Coeff. di normativa = 0,25 (Scmin + ScEff)/(2 Scmin)
Beta12 Prodotto dei Coeff. di aderenza Beta1*Beta2
Eps Deformazione unitaria media tra le fessure
Srm Distanza media in mm tra le fessure
Ap.fess. Apertura delle fessure in mm = 1,7*Eps*Srm

N.Comb.	Ver	ScImax	ScImin	Sc Eff	K3	Beta12	Eps	Srm	Ap.Fess.
1	S	51.2	-49.6	0.0	0.125	1.0	0.000671	149	0.170
2	S	18.7	-19.3	0.0	0.125	1.0	0.000187	203	0.064

COMBINAZIONI FREQUENTI IN ESERCIZIO - VERIFICA MASSIME TENSIONI NORMALI

N.Comb.	Ver	Sc max	Yc max	Sc min	Yc min	Sf min	Yf min	Dw Eff.	Ac eff.	Af eff.	Dbarre
1	S	65.9	0.0	0.0	0.0	-1806	6.0	8.7	870	15.7	22.0
2	S	24.4	25.0	0.0	25.0	-685	21.5	9.2	919	15.7	22.0

COMBINAZIONI FREQUENTI IN ESERCIZIO - VERIFICA APERTURA FESSURE

N.Comb.	Ver	ScImax	ScImin	Sc Eff	K3	Beta12	Eps	Srm	Ap.Fess.
1	S	42.0	-40.7	-11.9	0.162	0.5	0.000641	166	0.180
2	S	13.7	-14.1	-3.9	0.159	0.5	0.000137	219	0.051

9.4 Verifiche a SLU e SLE per flessione. Armatura TIPO 2.

DATI GENERALI SEZIONE IN C.A.

NOME SEZIONE: SolettaSpalla

(Percorso File: C:\LUSAS145\Projects\Favarella\modelli\SolettaSpalla.sez)

Descrizione Sezione: Soletta prima campata. Sbalzo.
Metodo di calcolo resistenza: Stati Limite Ultimi
Normativa di riferimento: N.T.C.
Tipologia sezione: Sezione predefinita
Forma della sezione: Rettangolare
Percorso sollecitazione: A Sforzo Norm. costante
Condizioni Ambientali: Poco aggressive
Riferimento Sforzi assegnati: Assi x,y principali d'inerzia
Riferimento alla sismicità: Zona non sismica
Posizione sezione nell'asta: In zona critica

CARATTERISTICHE DI RESISTENZA DEI MATERIALI IMPIEGATI

CONGLOMERATO - Classe: C32/40
Resis. compr. di calcolo fcd : 188.00 daN/cm²

CORRIDOIO PLURIMODALE TIRRENICO-NORD EUROPA ITINERARIO AGRIGENTO -CALTANISSETTA-A19 S.S. N° 640 "DI PORTO EMPEDOCLE" AMMODERNAMENTO E ADEGUAMENTO ALLA CAT. B DEL D.M. 5.11.2001 DAL KM 44+000 ALLO SVINCOLO CON L'A19 Progetto Esecutivo	Opera: Viadotto Arenella III
	Relazione di Calcolo Impalcato - Carreggiata DX
	Pagina 107
	Nome file: VI15-F- CL003_C.00_relazione_calcolo_impalcato_DX.doc.

```

Resis. compr. ridotta fcd': 94.00 daN/cm²
Def.unit. max resistenza ec2 : 0.0020
Def.unit. ultima ecu : 0.0035
Diagramma tensione-deformaz. : Parabola-Rettangolo
Modulo Elastico Normale Ec : 336430 daN/cm²
Coeff. di Poisson : 0.20
Resis. media a trazione fctm: 31.00 daN/cm²
Coeff. Omogen. S.L.E. : 15.0
Combinazioni Rare in Esercizio
Sc Limite : 199.20 daN/cm²
Apert.Fess.Limite : Non prevista
Combinazioni Frequenti in Esercizio
Sc Limite : 199.20 daN/cm²
Apert.Fess.Limite : 0.200 mm

```

```

ACCIAIO - Tipo: B450C
Resist. caratt. snervam. fyk: 4500.0 daN/cm²
Resist. caratt. rottura ftk: 4500.0 daN/cm²
Resist. snerv. di calcolo fyd: 3913.0 daN/cm²
Resist. ultima di calcolo ftd: 3913.0 daN/cm²
Deform. ultima di calcolo Epu: 0.068
Modulo Elastico Ef : 2000000 daN/cm²
Diagramma tensione-deformaz. : Bilineare finito
Coeff. Aderenza ist. f1*f2 : 1.00 daN/cm²
Coeff. Aderenza diff. f1*f2 : 0.50 daN/cm²
Comb.Rare Sf Limite : 3600.0 daN/cm²

```

CARATTERISTICHE GEOMETRICHE ED ARMATURE SEZIONE

```

Base: 100.0 cm
Altezza: 25.0 cm
Barre inferiori : 5Ø20 (15.7 cm²)
Barre superiori : 10Ø20 (31.4 cm²)
Copriferro barre inf.(dal baric. barre) : 6.5 cm
Copriferro barre sup.(dal baric. barre) : 3.5 cm

```

ST.LIM.ULTIMI - SFORZI PER OGNI COMBINAZIONE ASSEGNATA

```

N Sforzo normale [daN] applicato nel baricentro (posit. se di compress.)
Mx Coppia concentrata in daNm applicata all'asse x baric. della sezione
con verso positivo se tale da comprimere il lembo sup. della sezione
Vy Taglio [daN] in direzione parallela all'asse y baric. della sezione

```

N.Comb.	N	Mx	Vy	MT
1	0	-20000	10	0

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

```

N Sforzo normale [daN] applicato nel baricentro (positivo se di compress.)
Mx Coppia concentrata in daNm applicata all'asse x baricentrico della sezione
con verso positivo se tale da comprimere il lembo superiore della sezione
My Coppia concentrata in daNm applicata all'asse y baricentrico della sezione
con verso positivo se tale da comprimere il lembo destro della sezione

```

N.Comb.	N	Mx
1	0	-14837

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

```

N Sforzo normale [daN] applicato nel baricentro (positivo se di compress.)
Mx Coppia concentrata in daNm applicata all'asse x baricentrico della sezione
con verso positivo se tale da comprimere il lembo superiore della sezione
My Coppia concentrata in daNm applicata all'asse y baricentrico della sezione
con verso positivo se tale da comprimere il lembo destro della sezione

```

N.Comb.	N	Mx
1	0	-11910

CORRIDOIO PLURIMODALE TIRRENICO-NORD EUROPA ITINERARIO AGRIGENTO -CALTANISSETTA-A19 S.S. N° 640 "DI PORTO EMPEDOCLE" AMMODERNAMENTO E ADEGUAMENTO ALLA CAT. B DEL D.M. 5.11.2001 DAL KM 44+000 ALLO SVINCOLO CON L'A19 Progetto Esecutivo	Opera: Viadotto Arenella III
	Relazione di Calcolo Impalcato - Carreggiata DX
	Pagina 108
	Nome file: VI15-F- CL003_C.00_relazione_calcolo_impalcato_DX.doc.

RISULTATI DEL CALCOLO

Copriferro netto minimo barre longitudinali: 2.5 cm
Interferro netto minimo barre longitudinali: 8.3 cm
Copriferro netto minimo staffe: 1.7 cm

METODO AGLI STATI LIMITE ULTIMI - RISULTATI PRESSO-TENSO FLESSIONE

Ver S = combinazione verificata / N = combin. non verificata
N Sforzo normale assegnato [in daN] (positivo se di compressione)
Mx Momento flettente assegnato [in daNm] riferito all'asse x baricentrico
N ult Sforzo normale ultimo [in daN] nella sezione (positivo se di compress.)
Mx ult Momento flettente ultimo [in daNm] riferito all'asse x baricentrico
Mis.Sic. Misura sicurezza = rapporto vettoriale tra (N ult,Mx ult) e (N,Mx)
Verifica positiva se tale rapporto risulta ≥ 1.000
Yneutro Ordinata [in cm] dell'asse neutro a rottura nel sistema di rif. X,Y,O sez.
x/d Rapp. di duttilità a rottura misurato in presenza di sola flessione (travi)
C.Rid. Coeff. di riduz. momenti per sola flessione in travi continue
Area efficace barre inf. (per presenza di torsione)= 15.7 cm²
Area efficace barre sup. (per presenza di torsione)= 31.4 cm²

N.Comb.	Ver	N	Mx	N ult	Mx ult	Mis.Sic.	Yneutro	x/d	C.Rid.
1	S	0	-20000	19	-22287	1.114	7.3	0.34	0.86

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
Yc max Ordinata in cm della fibra corrisp. a ec max (sistema rif. X,Y,O sez.)
ef min Deform. unit. minima nell'acciaio (negativa se di trazione)
Yf min Ordinata in cm della barra corrisp. a ef min (sistema rif. X,Y,O sez.)
ef max Deform. unit. massima nell'acciaio (positiva se di compressione)
Yf max Ordinata in cm della barra corrisp. a ef max (sistema rif. X,Y,O sez.)

N.Comb.	ec max	ec 3/7	Yc max	ef min	Yf min	ef max	Yf max
1	0.00350	-0.00164	0.0	0.00038	6.5	-0.00681	21.5

COMBINAZIONI RARE IN ESERCIZIO - VERIFICA MASSIME TENSIONI NORMALI

Ver S = combinazione verificata / N = combin. non verificata
Sc max Massima tensione di compress.(+) nel conglom. in fase fessurata ([daN/cm²)
Yc max Ordinata in cm della fibra corrisp. a Sc max (sistema rif. X,Y,O)
Sc min Minima tensione di compress.(+) nel conglom. in fase fessurata ([daN/cm²)
Yc min Ordinata in cm della fibra corrisp. a Sc min (sistema rif. X,Y,O)
Sf min Minima tensione di trazione (-) nell'acciaio [daN/cm²)
Yf min Ordinata in cm della barra corrisp. a Sf min (sistema rif. X,Y,O)
Dw Eff. Spessore di conglomerato [cm] in zona tesa considerata aderente alle barre
Ac eff. Area di congl. [cm²] in zona tesa aderente alle barre (verifica fess.)
Af eff. Area Barre tese di acciaio [cm²] ricadente nell'area efficace(verifica fess.)
D barre Distanza media in cm tra le barre tese efficaci (verifica fess.)

N.Comb.	Ver	Sc max	Yc max	Sc min	Yc min	Sf min	Yf min	Dw Eff.	Ac eff.	Af eff.	Dbarre
1	S	147.2	0.0	0.0	0.0	-2654	6.5	17.5	762	31.4	9.7

COMBINAZIONI RARE IN ESERCIZIO - VERIFICA APERTURA FESSURE

Ver S = combinazione verificata / N = combin. non verificata
ScImax Massima tensione nel conglomerato nello STATO I non fessurato [daN/cm²)
ScI_min Minima tensione nel conglomerato nello STATO I non fessurato [daN/cm²)
Sc Eff Tensione al limite dello spessore efficace nello STATO I [daN/cm²)
K3 Coeff. di normativa = 0,25 (Scmin + ScEff)/(2 Scmin)
Beta12 Prodotto dei Coeff. di aderenza Beta1*Beta2
Eps Deformazione unitaria media tra le fessure
Srm Distanza media in mm tra le fessure
Ap.fess. Apertura delle fessure in mm = 1,7*Eps*Srm

CORRIDOIO PLURIMODALE TIRRENICO-NORD EUROPA
 ITINERARIO AGRIGENTO -CALTANISSETTA-A19
 S.S. N° 640 "DI PORTO EMPEDOCLE"
 AMMODERNAMENTO E ADEGUAMENTO ALLA CAT. B DEL D.M. 5.11.2001
 DAL KM 44+000 ALLO SVINCOLO CON L'A19
Progetto Esecutivo

Opera: **Viadotto Arenella III**

Relazione di Calcolo Impalcato - Carreggiata DX

Pagina 109

Nome file:

VI15-F-

CL003_C.00_relazione_calcolo_impalcato_DX.doc.

N.Comb.	Ver	ScImax	ScImin	Sc Eff	K3	Beta12	Eps	Srm	Ap.Fess.
1	S	113.9	-98.9	0.0	0.125	1.0	0.001196	94	0.190

COMBINAZIONI FREQUENTI IN ESERCIZIO - VERIFICA MASSIME TENSIONI NORMALI

N.Comb.	Ver	Sc max	Yc max	Sc min	Yc min	Sf min	Yf min	Dw	Eff. Ac	eff. Af	eff. Dbarre
1	S	118.1	0.0	0.0	0.0	-2130	6.5	7.6	762	31.4	9.7

COMBINAZIONI FREQUENTI IN ESERCIZIO - VERIFICA APERTURA FESSURE

N.Comb.	Ver	ScImax	ScImin	Sc Eff	K3	Beta12	Eps	Srm	Ap.Fess.
1	S	91.4	-79.4	-27.3	0.168	0.5	0.000984	102	0.170

9.5 Verifica a taglio

La verifica a taglio è riportata nei paragrafi seguenti.

$$\begin{aligned}
 V_{sd} &= 329.00 \text{ kN} \\
 f_{yd} &= 391.3 \text{ N/mm}^2 \\
 f_{ck} &= 33.2 \text{ N/mm}^2 && \text{C32/40} \\
 f_{cd} &= 18.81 \text{ N/mm}^2 \\
 f'_{cd} &= 9.41 \text{ N/mm}^2 \\
 \cot \theta &= 2.50 && 1 \leq \text{ctg } \theta \leq 2.5 \\
 d &= 160 \text{ mm} && \text{altezza utile minima} \\
 b_c &= 1000 \text{ mm} && \text{Base sezione} \\
 \phi_w &= 8 \text{ mm} \\
 \alpha &= 45 \\
 n \text{ bracci} &= 5 \\
 s &= 92.5 \text{ mm} \\
 A_{sw} &= 251 \text{ mm}^2 \\
 A_{sw}/s &= 2.717 \text{ mm}^2/\text{mm} \\
 \alpha_c &= 1 && \text{membrature non compresse} \\
 \phi_l &= 20 \text{ mm} \\
 n \text{ ferri long. tesi} &= 5 \\
 A_{sl} &= 1570.8 \text{ mm}^2 \\
 \rho_l = A_{sl} / (b_w d) &= 0.010 \\
 k = 1 + (200/d)^{1/2} &= 2.00 \\
 \sigma_{cp} &= 0 \text{ N/mm}^2 \\
 v_{min} = 0.035 k^{3/2} f_{ck}^{1/2} &= 0.57 \text{ N/mm}^2 \\
 V_{Rdmin} = (v_{min} + 0.15 \sigma_{cp}) b_w d &= 91.26 \text{ kN}
 \end{aligned}$$

$$V_{Rd} = \{ 0.18 k (100 \rho_l f_{ck})^{1/3} + \sigma_{cp} \} b_w d \geq V_{Rdmin} \quad 183.99 \text{ kN}$$

$$V_{Rcd} = 0.9 d b_w \alpha_c f_{cd} (\cot \alpha + \cot \theta) / (1 + \cot^2 \theta) = 653.93 \text{ kN}$$

$$V_{Rsd} = 0.9 d A_{sw} / s f_{yd} (\cot \alpha + \cot \theta) \sin \alpha = 378.90 \text{ kN}$$

$$V_{Rd} = \min(V_{Rcd}, V_{Rsd}) = 378.90 \text{ kN}$$