

Commitente:



AUTOCAMIONALE DELLA CISA S.P.A.

Via Camboara 26/A - Frazione Ponte Taro - 43015 NOCETO (PR)



AUTOSTRADA DELLA CISA A15
RACCORDO AUTOSTRADALE A15/A22
CORRIDOIO PLURIMODALE TIRRENO-BRENNERO
RACCORDO AUTOSTRADALE FRA L' AUTOSTRADA DELLA CISA-FONTEVIVO (PR)
E L' AUTOSTRADA DEL BRENNERO-NOGAROLE ROCCA (VR). I LOTTO.

C.U.P. G61B04000060008 C.I.G. 307068161E

PROGETTO ESECUTIVO

AUTOCAMIONALE DELLA CISA S.p.A.

Il Direttore TIBRE:

Il Responsabile del Procedimento:

Il Presidente:

IMPRESA PIZZAROTTI & C. S.p.A.
Responsabile di Progetto
Il Direttore Tecnico: *ing. Luca Bondanelli*

Il Geologo:

Il Progettista:
Ing. Giovanni Piazza
Ordine degli Ingegneri della Provincia di Roma n. A-27296

Ordine degli Ingegneri della Provincia di Roma n. A-27296

A.T.I.:

idroesse
engineering
MANDATARIA

RS&S
S.p.A.
MANDATARIA

VIA
ASSISTENZA S.r.l.
MANDATARIA

Consulenza specialistica a cura di:

Coordinatore per la Sicurezza in fase di Progettazione:
Ing. Giovanni Maria Cepparotti
Ordine degli Ingegneri della Provincia di Viterbo n. 392

Progettista Responsabile Integrazione Prestazioni Specialistiche:

Impresa Pizzarotti & C. S.p.A. MAZZOLI
Ing. Pietro Mazzoli
Ordine degli Ingegneri della Provincia di Parma n. 324

Titolo Elaborato:

**Asse Principale
Cavalcavia**

Data Emissione Progetto:

18/03/2014

**Allargamento ponte A1 sul torrente Recchio (ramo D)
Relazione tecnica e di calcolo - Impalcato**

Scala:

Identif. Elaborato:

N.R.O IDENTIFICATIVO	CODICE COMMESSA	LOTTO	FASE	ENTE	AMBITO	CAT OPERA	N OPERA	PARTI OP	TIPO DOC	N Progr. Doc.	REV.
	RAAA	1	E	V	AP	PV	04	G	RE	001	A
A	25/06/2014	RIEMMISSIONE PROGETTO ESECUTIVO							PIAZZA		MAZZOLI
Rev.	Data	DESCRIZIONE REVISIONE							Redatto	Controllato	Approvato

SOMMARIO

1	GENERALITA'	3
1.1	Oggetto	3
1.2	Descrizione delle opere	3
1.3	Esecuzione del manufatto	4
2	NORMATIVA	5
2.1	Cemento armato e acciaio	5
2.2	Sismica	5
2.3	Carichi e sovraccarichi	5
2.4	Opere di sostegno e fondazioni	5
2.5	Ponti stradali	6
3	NORME TECNICHE	7
4	CARATTERISTICHE DEI MATERIALI	8
4.1	Calcestruzzi – Caratteristiche ai fini della durabilità	8
4.2	Calcestruzzi – parametri di calcolo	9
4.2.1	Calcestruzzo per soletta d'impalcato	9
4.2.2	Calcestruzzo per travi prefabbricate	9
4.3	Acciaio	10
4.3.1	Acciaio ordinario per armature c.a.	10
4.3.2	Acciaio armonico per travi prefabbricate	10
5	CALCOLI STATICI STRUTTURE D'IMPALCATO	11
5.1	Analisi soletta d'impalcato	11
5.1.1	Sollecitazioni	11
5.1.2	Verifiche	12
6	GIUDIZIO MOTIVATO DI ACCETTABILITA' DEI RISULTATI	15
6.1	CALCOLO DIRETTO DELLE SOLLECITAZIONI	15
7	CONCLUSIONI	17
8	ALLEGATO 1 – IMPALCATO LC=27.50M	18

1 GENERALITA'

1.1 OGGETTO

La presente relazione è relativa al Progetto Esecutivo dei lavori per la realizzazione del "Raccordo autostradale A15/A22 Corridoio plurimodale Tirreno-Brennero Raccordo autostradale tra l'Autostrada della Cisa – Fontevivo (PR) e l'Autostrada del Brennero – Nogarole Rocca (VR) – I Lotto da Fontevivo (PR) all'autostazione "Trecasali – Terre Verdiane" e opere accessorie".

In particolare, sono illustrati i calcoli e le verifiche statiche relative all'impalcato del [Ponte Svincolo A1 sul Torrente Recchio \(ramo D\)](#).

La struttura è del tipo a travate rettilinee semplicemente appoggiate, in c.a.p. prefabbricate e precomprese in stabilimento con armature a fili aderenti.

E' previsto il getto in opera di collegamento dei trasversi e della soletta soprastante in cao.

La luce di calcolo è pari a **27.5 m**.

Le Azioni Variabili da Traffico sono state valutate con riferimento ad un Ponte di 1° Categoria ai sensi del DM 04/05/1990.

1.2 DESCRIZIONE DELLE OPERE

La larghezza complessiva dell'impalcato è pari a **9.51 m**, costituito da **8.25 m** di piattaforma stradale fiancheggiata da due cordoli laterali di larghezza pari a **0.63 m**.

L'impalcato è costituito da **cinque** travi in c.a.p. a cassone (H = **1.30 m**), poste ad interasse **1.64 m** e solidarizzate dalla soletta di completamento in c.a. di spessore medio pari a **0.30 m**. In senso trasversale le travi sono collegate da trasversi di testata.

E' previsto che il getto della soletta avvenga su lamiera grecata.

Lo schema statico, con riferimento ai carichi verticali, è di travi appoggiate alle estremità.

Nella figura seguente è riportata la sezione rappresentativa dell'impalcato:

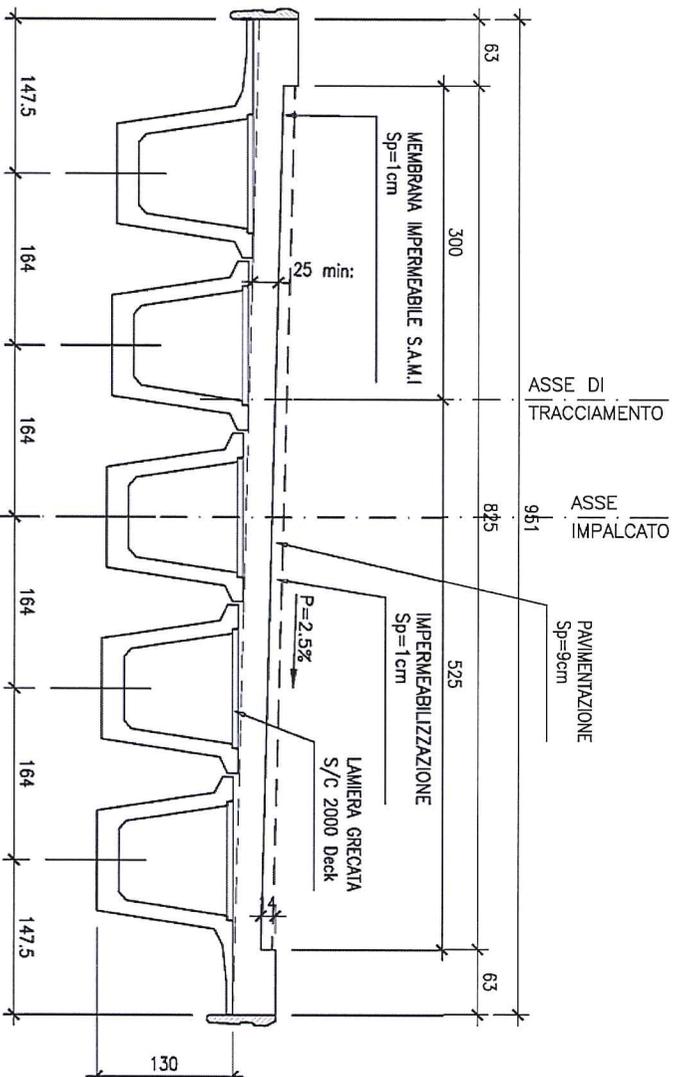


Figura 1 – Sezione trasversale corrente

2 NORMATIVA

I calcoli sono stati svolti in ottemperanza alla normativa posta a base del progetto definitivo a base d'appalto, antecedente alla entrata in vigore delle Norme Tecniche per le Costruzioni di cui al DM 14/01/2008 e relative Istruzioni applicative.

2.1 CEMENTO ARMATO E ACCIAIO

- 1 - Legge 5-11-1971 n° 1086: "Norme per la disciplina delle opere di conglomerato cementizio armato, normale e precompresso, ed a struttura metallica".
- 2 - D.M. 9-1-1996: "Norme tecniche per il calcolo, l'esecuzione e il collaudo delle strutture in cemento armato, normale e precompresso e per le strutture metalliche", per quanto riguarda le prescrizioni sui materiali.
- 3 - Circ. Ministeriale protocollo n° 252/DD.GG./STC del 15-10-1996: "Istruzioni relative alle norme tecniche per l'esecuzione delle opere in cemento armato".
- 4 - CNR 1001/1/97: "Costruzioni di Acciaio – Istruzioni per il calcolo, l'esecuzione, il collaudo e la manutenzione".
- 5 - CNR 10016/2000: "Strutture composte di acciaio e calcestruzzo istruzioni per l'impiego nelle costruzioni".
- 6 - UNI EN 206-1:2001: "Calcestruzzo – Specificazione, prestazione, produzione e conformità".
- 7 - UNI 11104: "Calcestruzzo: specificazione, prestazione, produzione e conformità, Istruzioni complementari per l'applicazione della EN 206-1".

2.2 SISMIKA

- 8 - Ordinanza 20-3-2003 n. 3274 della Presidenza del Consiglio dei Ministri pubblicata sul supplemento Ordinario G.U. n° 105 del 08/05/2003: "Primi elementi in materia di criteri generali per la classificazione sismica del territorio nazionale e di normativa tecnica per la costruzione in zona sismica – Norme tecniche per il progetto, la valutazione e l'adeguamento sismico degli edifici".
- 9 – Dipartimento della Protezione Civile - Ufficio Servizio Sismico Nazionale 04/06/2003: "Nota esplicativa dell'Ordinanza 20 marzo 2003 n. 3274 della Presidenza del Consiglio dei Ministri".
- 10 - Ordinanza 2-10-2003 n. 3316 della Presidenza del Consiglio dei Ministri: "Modifiche ed integrazioni all'ordinanza del Presidente del Consiglio dei Ministri n. 3274 del 20 marzo 2003"

2.3 CARICHI E SOVRACCARICHI

- 11 - D.M. 16-1-1996: "Norme tecniche relative ai "Criteri generali per la verifica di sicurezza delle costruzioni e dei carichi e sovraccarichi".
- 12 – Circ. LL.PP. protocollo n. 156 AA.GG/STC del 4-7-1996: "Istruzioni per l'applicazione delle Norme tecniche relative ai criteri generali per la verifica di sicurezza delle costruzioni e dei carichi e sovraccarichi di cui al D.M. 16-01-1996".

2.4 OPERE DI SOSTEGNO E FONDAZIONI

- 13 - D.M. 11-3-1988: "Norme tecniche riguardanti le indagini sui terreni e sulle rocce, la stabilità dei pendii naturali e delle scarpate, ed i criteri generali e le prescrizioni per la progettazione, l'esecuzione ed il collaudo delle opere di sostegno delle terre e delle opere di fondazione".
- 14 - Circ. LL.PP. 24-9-1988 n° 30483: "Istruzioni relative alle Norme Tecniche del D.M. 11.3.88" citato al punto 13.
- 15 – Eurocodice 7 UNI ENV 1977-1, Aprile 1997
- 16 – Eurocodice 7 prEN 1977-1, Gennaio 2004

2.5 PONTI STRADALI

17 - D.M. 4-5-1990: "Aggiornamento delle norme tecniche per la progettazione, la esecuzione e il collaudo dei ponti stradali".

18 - Circ. Min. LL.PP. n° 34233 del 25-2-1991: "Istruzioni relative alla Normativa tecnica dei ponti stradali".

3 NORME TECNICHE

I calcoli e le verifiche di resistenza relative alle sezioni più sollecitate vengono condotte nel rispetto del metodo degli stati limite secondo quanto previsto nella Sezione II del D.M. 09-01-1996.

4 CARATTERISTICHE DEI MATERIALI

Di seguito si riepilogano le caratteristiche di resistenza considerate in sede di calcolo:

4.1 CALCESTRUZZI – CARATTERISTICHE AI FINI DELLA DURABILITÀ

Al fine di valutare le caratteristiche vincolanti delle miscele di calcestruzzo nei confronti della durabilità viene fatto riferimento alla norma EN 206-1 ed alla norma UNI 11104.

Di seguito, per ciascun elemento viene riportata la classe di esposizione che risulta vincolante ai fini delle caratteristiche della miscela. Inoltre, sono riportati la classe di resistenza, la classe di contenuto in cloruri, la dimensione massima degli aggregati, la classe di consistenza ed il copriferro nominale delle armature:

Calcestruzzo per travi prefabbricate *:

Classe di esposizione	XC4+XD3+XF4
Classe di resistenza caratteristica a compressione	C45/55
Classe di resistenza caratteristica al taglio dei trefoli	50 MPa
Classe di contenuto in cloruri	0.20
Dimensione nominale max aggregati	20/25 mm
Classe di consistenza	S4/S5
Rapporto A/C	0.45
Contenuto minimo di cemento	360
Copriferro nominale	55 mm

Calcestruzzo per soletta impalcato (getti in opera) *:

Classe di esposizione	XC4+XD3+XF4
Classe di resistenza caratteristica a compressione	C35/45
Classe di contenuto in cloruri	0.20
Dimensione nominale max aggregati	25 mm
Classe di consistenza	S4/S5
Rapporto A/C	0.45
Contenuto minimo di cemento	360
Copriferro nominale	60 mm

*Calcestruzzi confezionati con additivi tali da garantire un ritiro igrometrico inferiore a 90 μ m/metro.

4.2 CALCESTRUZZI – PARAMETRI DI CALCOLO

4.2.1 CALCESTRUZZO PER SOLETTA D'IMPALCATO

Resistenza a compressione caratteristica cubica	Rck	Mpa	45
Resistenza a compressione caratteristica cilindrica	fck	Mpa	37.35
Resistenza caratteristica a trazione semplice	$f_{ctk}=0.70 \times 0.27 \times (Rck^2)^{1/3}$	Mpa	2.39
Resistenza caratteristica a trazione per flessione	$f_{ctfk}=1.2 \times f_{ctk}$	Mpa	2.87
Modulo elastico	$E_c=5700 \times (Rck)^{1/2}$	Mpa	38237

STATI LIMITE ULTIMI

coefficiente γ_c	Var	unità	1.60
Resistenza a compressione di calcolo	$f_{cd}=f_{ck}/\gamma_c$	Mpa	23.34
Resistenza a trazione di calcolo	$f_{ctd}=f_{ctk}/\gamma_c$	Mpa	1.49

STATI LIMITE DI ESERCIZIO

oc max - gruppi a,b - combinazione di carico rara	ocmax=0.60fck	Mpa	22.41
oc max - gruppi a,b - combinazione di carico q.pern.	ocmax=0.45fck	Mpa	16.81

ANCORAGGIO DELLE BARRE

Tensione tangenziale ultima di aderenza - acc. A.d.	$f_{bd}=2.25 f_{ctk}/\gamma_c$	Mpa	3.36
---	--------------------------------	-----	------

Per le verifiche a fessurazione si considerano:

- condizioni di ambiente "aggressivo",

La tabella seguente riepiloga il valore limite di apertura delle fessure previsto dalle [17] per le combinazioni di carico Fill ed FIII, il coefficiente maggiorativo previsto dalle [2] in relazione al rapporto tra copriferro realmente adottato e copriferro minimo di normativa ed infine il valore di apertura limite di progetto considerato:

Membratura	Ambiente	Combinazione	Wk,lim [mm]	c / cmin	Wk,lim [mm]
					Wk,lim [mm]
Soletta – getti in opera	Aggressivo	Fill	0.20	60 / 20 = 3 > 1.5	0.20 x 1.5 = 0.30
					FIII
		FIII	0.10		0.10 x 1.5 = 0.15
					FIII

4.2.2 CALCESTRUZZO PER TRAVI PREFABBRICATE

In ottemperanza alla normativa di riferimento, le tensioni normali di esercizio non devono superare i seguenti valori:

Tensione ammissibile a compressione ($0.5 \times f_{ck} = 0.5 \times 0.83 \times R_{ck}$)	= 228.3 Mpa
Tensione ammissibile a trazione ($0.03 \times f_{ck} = 0.03 \times 0.83 \times R_{ck}$)	= -13.7 Mpa
Tensione ammissibile a trazione (con armatura sussidiaria) ($0.07 \times f_{ck} = 0.07 \times 0.83 \times R_{ck}$)	= -32.0 Mpa

In ottemperanza alla normativa di riferimento, le tensioni normali al taglio dei trefoli non devono superare i seguenti valori:

Tensione ammissibile a compressione ($0.6 \times f_{ck} = 0.6 \times 0.83 \times R_{ck}$) = 199.2 Mpa
 Tensione ammissibile a trazione ($0.05 \times f_{ck} = 0.05 \times 0.83 \times R_{ck}$) = -16.6 Mpa
 Tensione ammissibile a trazione (con armatura sussidiaria) ($0.1 \times f_{ck} = 0.1 \times 0.83 \times R_{ck}$) = -33.2 Mpa

4.3 ACCIAIO

4.3.1 ACCIAIO ORDINARIO PER ARMATURE C.A.

Tipo di acciaio

B450C

Ai fini del calcolo in accordo al quadro normativo di riferimento per le analisi e le verifiche statiche si considerano le tensioni di calcolo indicate dal DM96 per acciaio FeB44K ($\phi \leq 26$ mm) e per acciaio FeB38K ($\phi > 26$ mm):

Per armature di diametro $\phi \leq 26$ mm:

Tensione caratteristica di snervamento	f_{yk}	Mpa	430
Modulo elastico	E_s	Mpa	206000

STATI LIMITE ULTIMI	Var	unità	
coefficiente γ_s	γ_s		1.15
Resistenza di calcolo	$f_{yd}=f_{yk}/\gamma_s$	Mpa	373.9

STATI LIMITE DI ESERCIZIO	Var	unità	
σ_y max - combinazione di carico rara	$\sigma_y \text{ max}=0.70f_{yk}$	Mpa	301

Per armature di diametro $\phi > 26$ mm:
 Tensione caratteristica di snervamento f_{yk} Mpa 375
 Modulo elastico E_s Mpa 206000

STATI LIMITE ULTIMI	Var	unità	
coefficiente γ_s	γ_s		1.15
Resistenza di calcolo	$f_{yd}=f_{yk}/\gamma_s$	Mpa	326.1

STATI LIMITE DI ESERCIZIO	Var	unità	
σ_y max - combinazione di carico rara	$\sigma_y \text{ max}=0.70f_{yk}$	Mpa	262.5

4.3.2 ACCIAIO ARMONICO PER TRAVI PREFABBRICATE

Tensione caratteristica di rottura	f_{p0k}	1860 MPa
Tensione caratteristica all'1% di deformazione	$f_{p0.1k}$	1670 MPa
Tensione iniziale di tesatura al martinetto	σ_{spi}	1420 MPa

5 CALCOLI STATICI STRUTTURE D'IMPALCATO

Il calcolo dell'impalcato è stato effettuato con il software PONTI 2001 prodotto da Sigmaccsoft.

Il programma risolve il problema strutturale della determinazione delle sollecitazioni nei vari elementi con il metodo di Massonet. Per la valutazione dell'evolvere dello stato tensionale delle travi prefabbricate e degli altri elementi strutturali nel tempo vengono fissate delle fasi di costruzione dell'impalcato. Ciò permette di controllare la rispondenza delle verifiche anche delle fasi transitorie, che possono essere più limitative delle verifiche di esercizio.

Un'ipotesi fondamentale nello svolgimento dei calcoli è quella della conservazione delle sezioni piane per tutti gli elementi strutturali verificati. Da ciò ne consegue che è sufficiente verificare le tensioni dei materiali nei punti più distanti dall'asse baricentrico, risultando le tensioni nei punti intermedi contenute tra la massima ad un lembo e la minima all'altro.

In allegato 1 si riporta il tabulato prodotto dal programma utilizzato.

Oltre alle verifiche di resistenza sono anche riportate le verifiche a rottura e fessurazione delle travi prefabbricate.

Inoltre, sono effettuate anche le verifiche di deformabilità.

Come è possibile evincere tutte le verifiche forniscono esito positivo.

5.1 ANALISI SOLETTA D'IMPALCATO

5.1.1 SOLLECITAZIONI

Secondo quanto riportato nell'Allegato 1, le sollecitazioni agenti sulla soletta sono le seguenti:

	Momento massimo	Momento minimo
effetto locale perm.	239.2031	-159.4688
acc.	2275.0000	-1412.9629
effetto globale	2341.3587	-2107.7666

M totale (Kgcm/cm)	4855.5618	-3680.1983

Di seguito si riportano le sollecitazioni combinate secondo il DM96 per le verifiche allo SLU e allo SLE, riferite a una sezione di profondità unitaria.

FII: Le sollecitazioni sono ottenute tramite la seguente: $M = M_{perm} + M_{acc}$

Momento **positivo** per le verifiche alle SLE – Combinazioni FII $M_{+SLE_FII} = 48.56$ kNm

Momento **negativo** per le verifiche alle SLE – Combinazioni FII $M_{-SLE_FII} = -36.80$ kNm

FIII: Le sollecitazioni sono ottenute tramite la seguente: $M = M_{perm} + 0.7 M_{acc}$

Momento **positivo** per le verifiche alle SLE – Combinazioni FIII $M_{+SLE_FIII} = 34.70$ kNm

Momento **negativo** per le verifiche alle SLE – Combinazioni FIII $M_{-SLE_FIII} = -26.24$ kNm

FIII: Le sollecitazioni sono ottenute tramite la seguente: $M = 1.5 M_{perm} + 1.5 M_{acc}$

Momento **positivo** per le verifiche alle SLU $M_{+SLU} = 72.84$ kNm

Momento negativo per le verifiche alle SLU

M-SLU = -55.20 KNM

5.1.2 VERIFICHE

In via cautelativa si considera una sezione di altezza pari a 25cm.

L'armatura è costituita da barre $\phi 20/20$ in intradosso e in estradosso.

DATI GENERALI SEZIONE IN C.A.

NOME SEZIONE: soletta_B100-sp25
(Percorso File: Y:\PROGETTI\Pizzarotti\TIBRE\PE\Rel\PV - Ponti_Viadotti\PV_04\PV04_Impalcato\SEZ-CA\soletta_B100-sp25.sez)

Descrizione Sezione:

Metodo di calcolo resistenza: Stati Limite Ultimi
 Tipologia sezione: Sezione generica
 Percorso sollecitazione: A Sforzo Norm. costante
 Condizioni Ambientali: Moderat. aggressive
 Riferimento Sforzi assegnati: Assi x,y principali d'inerzia
 Riferimento alla sismicità: Zona non classificata sismica
 Posizione sezione nell'asta: In prossimità dell'attacco a nodo

CARATTERISTICHE DI RESISTENZA DEI MATERIALI IMPIEGATI

CONGLOMERATO - Classe: Rck450
 Resist. compr. di calcolo fcd : 198.39 dan/cm²
 Resist. trazz. di calcolo fctd: 14.90 dan/cm²
 Modulo Elastico Normale Ec : 3823676 dan/cm²
 Coeff. di Poisson : 0.20
 Resist. media a trazione fctm: 34.20 dan/cm²
 Coeff. Omogen. S.L.E. : 15.0
 Combinazioni Frequenti in Esercizio (Tens.Limite):
 Sc Limite : 224.10 dan/cm²
 Apert.Fess.Limite : 0.200 mm
 Combinazioni Quasi Permanenti in Esercizio (Tens.Limite):
 Sc Limite : 168.08 dan/cm²
 Apert.Fess.Limite : 0.100 mm

ACCIAIO - Tipo: FEB44k
 Resist. caratt. snervam. fyk: 4300.0 dan/cm²
 Resist. caratt. rottura ftk: 5400.0 dan/cm²
 Resist. snerv. di calcolo fyd: 3739.1 dan/cm²
 Resist. ultima di calcolo ftd: 3739.1 dan/cm²
 Deform. ultima di calcolo Epu: 0.020
 Modulo Elastico Ef : 200000 dan/cm²
 Coeff. Aderenza ist. A1A2 : 1.00 dan/cm²
 Coeff. Aderenza diff. A1A2 : 0.50 dan/cm²

CARATTERISTICHE DOMINI CONGLOMERATO

DOMINIO N° 1
 Forma del Dominio: Poligonale
 Classe Conglomerato: Rck450

N.vertice	Ascissa X, cm	Ordinata Y, cm
1	-50.00	0.00
2	-50.00	25.00
3	50.00	25.00
4	50.00	0.00

DATI BARRE ISOLATE

N.Barra Numero assegnato alle singole barre isolate e nei vertici dei domini
 Ascissa X Ascissa in cm del baricentro della barra nel sistema di rif. gen. X, Y, 0
 Ordinata Y Ordinata in cm del baricentro della barra nel sistema di rif. gen. X, Y, 0
 Diam. Diametro in mm della barra

N.Barra	Ascissa X, cm	Ordinata Y, cm	Diam.Ø,mm
1	-40.00	8.20	20
2	40.00	8.20	20
3	-40.00	16.80	20
4	40.00	16.80	20

DATI GENERAZIONI LINEARI DI BARRE

N.Gen. Numero assegnato alla singola generazione lineare di barre
 N.Barra In. Numero della barra iniziale cui si riferisce la gener.
 N.Barra Fin. Numero della barra finale cui si riferisce la gener.
 N.Barre Numero di barre generate equidist. inserite tra la barra iniz. e fin.
 Diam. Diametro in mm della singola barra generata

N.Gen.	N.Barra In.	N.Barra Fin.	N.Barre	Diam.Ø,mm
1	1	2	3	20
2	3	4	3	20

ST. LIM. ULTIMI - SFORZI PER OGNI COMBINAZIONE ASSEGNATA

N Sforzo normale in dan applicato nel Baric. (+ se di compressione)
 Mx Coppia concentrata in danm applicata all'asse x princ. d'inerzia
 con verso positivo se tale da comprimere il lembo sup. della sez.
 My Coppia concentrata in danm applicata all'asse y princ. d'inerzia
 con verso positivo se tale da comprimere il lembo destro della sez.
 Vy Componente del Taglio [dan] paralleli all'asse princ.d'inerzia y
 Vx Componente del Taglio [dan] paralleli all'asse princ.d'inerzia x

N.Comb.	N	Mx	My	Vy	Vx
1	0	7284	0	0	0
2	0	-5520	0	0	0

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

N Sforzo normale in dan applicato nel Baricentro (+ se di compressione)
 Mx Coppia concentrata in danm applicata all'asse x princ. d'inerzia
 con verso positivo se tale da comprimere il lembo superiore della sez.
 My Coppia concentrata in danm applicata all'asse y princ. d'inerzia
 con verso positivo se tale da comprimere il lembo destro della sez.

N.Comb.	N	Mx	My
1	0	4856	0
2	0	-3680	0

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

N Sforzo normale in dan applicato nel Baricentro (+ se di compressione)
 Mx Coppia concentrata in danm applicata all'asse x princ. d'inerzia
 con verso positivo se tale da comprimere il lembo superiore della sez.
 My Coppia concentrata in danm applicata all'asse y princ. d'inerzia
 con verso positivo se tale da comprimere il lembo destro della sez.

N.Comb.	N	Mx	My
1	0	3470	0
2	0	-2624	0

RISULTATI DEL CALCOLO

Copriferro netto minimo barre longitudinali: 7.2 cm
 Interferro netto minimo barre longitudinali: 6.6 cm

METODO AGLI STATI LIMITE ULTIMI - RISULTATI PRESSO-TENSO FLESSIONE

Ver S = combinazione verificata / N = combin. non verificata
 N Sforzo normale assegnato [in dan] (positivo se di compressione)
 Mx Momento flettente assegnato [in danm] riferito all'asse x princ. d'inerzia
 My Momento flettente assegnato [in danm] riferito all'asse y princ. d'inerzia
 N Sforzo normale ultimo [in dan] nella sezione (positivo se di compress.)
 Mx ult Momento flettente ultimo [in danm] riferito all'asse x princ. d'inerzia
 My ult Momento flettente ultimo [in danm] riferito all'asse y princ. d'inerzia
 Mis.Sic. Misura sicurezza = rapporto vettoriale tra (N ult/Mx ult/My ult) e (N/Mx/My)
 Verifica positiva se tale rapporto risulta >1.000

N.Comb.	Ver	N	Mx	My	N ult	Mx ult	My ult	Mis.Sic.
1	S	0	7284	0	0	10582	0	1.453
2	S	0	-5520	0	0	-10582	0	1.917

METODO AGLI STATI LIMITE ULTIMI - DEFORMAZIONI UNITARIE ALLO STATO ULTIMO

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

N.Comb.	Ver	Sc max	ec max	ec 3/7	Xc max	Yc max	ef min	Xf min	Yf min	ef max	Xf max	Yf max
1	S	0.00350	-0.00268	-50.0	25.0	-0.00123	-40.0	16.8	-0.00620	-40.0	8.2	
2	S	0.00350	-0.00268	-50.0	0.0	-0.00123	-40.0	8.2	-0.00620	40.0	16.8	

POSIZIONE ASSE NEUTRO PER OGNI COMB. DI RESISTENZA

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

N.Comb.	Ver	Sc max	Xc max	Yc max	Sf min	Xf min	Yf min	Ac eff.	D fess.	K3	Ap.Fess.
1	S	0.000000000	0.000577172	-0.010929300	0.361	1.000					
2	S	0.000000000	-0.000577172	0.003500000	0.361	1.000					

COMBINAZIONI FREQUENTI IN ESERCIZIO - MASSIME TENSIONI NORMALI ED APERTURA FESSURE

S = combinazione verificata / N = combin. non verificata
 Massima tensione positiva di compressione nel conglomerato [dan/cm²]
 Sc max Ascissa in cm della fibra corisp. a Sc max (sistema rif. X,Y,O)
 Xc max Ordinata in cm della fibra corisp. a Sc max (sistema rif. X,Y,O)
 Yc max Minima tensione negativa di trazione nell'acciaio [dan/cm²]
 Sf min Ascissa in cm della barra corisp. a Sf min (sistema rif. X,Y,O)
 Xf min Ordinata in cm della barra corisp. a Sf min (sistema rif. X,Y,O)
 Yf min Area di conglomerato [cm²] in zona tesa considerata aderente alle barre
 Ac eff. Distanza calcolata tra le fessure espressa in mm
 D fess. Coeff. di normativa dipendente dalla forma del diagramma delle tensioni
 K3 Apertura calcolata delle fessure espressa in mm

N.Comb.	Ver	Sc max	Xc max	Yc max	Sf min	Xf min	Yf min	Ac eff.	D fess.	K3	Ap.Fess.
1	S	100.6	-50.0	25.0	-2051	20.0	8.2	900	218	0.125	0.264
2	S	76.2	0.0	0.0	-1554	20.0	16.8	900	218	0.125	0.135

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

N.Comb.	Ver	Sc max	Xc max	Yc max	Sf min	Xf min	Yf min	Ac eff.	D fess.	K3	Ap.Fess.
1	S	71.9	-50.0	25.0	-1465	20.0	8.2	900	218	0.125	0.109
2	S	54.3	50.0	0.0	-1108	20.0	16.8	900	218	0.125	0.082

I fattori di sicurezza allo SLU sono maggiori di 1 e i valori di apertura delle fessure sono inferiori ai limiti prescritti dalla normativa.

6 GIUDIZIO MOTIVATO DI ACCETTABILITA' DEI RISULTATI

Nel presente paragrafo è riportato un esempio numerico atto a confermare le ipotesi di calcolo assunte ed i risultati ottenuti.

6.1 CALCOLO DIRETTO DELLE SOLLECITAZIONI

Nel caso in esame sono stati confrontati i valori delle sollecitazioni di taglio all'appoggio e momento massimo in campata ricavate dal programma di calcolo sulla trave di verifica per effetto dei carichi permanenti (peso proprio trave, soletta, cordoli e pavimentazione).

L'analisi è effettuata con riferimento ai valori nominali dei carichi.

Peso proprio trave

La trave ha un peso pari a:

- 21.695 kN/m da $x=0$ a $x=1.5$ e da 26.00 a 27.50 L=3.0m
- 17.840 kN/m da $x=1.5$ a $x=1.8$ e da 25.70 a 26.00 L=0.6m
- 13.985 kN/m da $x=1.8$ a $x=25.70$ L=23.90 m

Con riferimento allo schema di trave appoggiata il taglio massimo è pari a:

$$T_{g1} = (21.695 \times 3 + 17.84 \times 0.6 + 13.985 \times 23.90) / 2 = 205.02 \text{ KN}$$

Con riferimento allo schema di trave appoggiata il momento massimo è pari a:

$$M_{g1} = 21.695 \times 1.5 \wedge 2 / 2 + 17.84 \times 0.3 \times (1.5 + 0.3 / 2) + (13.985 \times 23.90) \times 27.5 / 4 - (13.985 \times 23.90) \times 23.90 / 8 = 1332 \text{ kNm}$$

I valori sono gli stessi riportati dal software.

Peso proprio soletta

La soletta presenta spessore medio pari a 30cm. Il tratto di soletta che grava sulla trave di bordo ha estensione pari a 2.295m, pertanto il peso della soletta è pari a:

$$g_{sol} = 25 \times 0.3 \times 2.295 = 17.21 \text{ kN/m}$$

Con riferimento allo schema di trave appoggiata il taglio massimo è pari a:

$$T_{gsol} = 17.21 \times 27.50 / 2 = 236.64 \text{ KN}$$

Con riferimento allo schema di trave appoggiata il momento massimo è pari a:

$$M_{gsol} = 17.21 \times 27.5 \wedge 2 / 8 = 1627 \text{ kNm}$$

I valori sono gli stessi riportati dal software.

Peso pavimentazione e cordoli

La pavimentazione ha un peso per unità di superficie pari a 3kPa e si estende su tutta la pavimentazione, larga 8.25m. Considerando il carico uniformemente ripartito sulle 5 travi, si ha, sulla singola trave:

$$g_{pav} = 3 \times 8.25 / 5 = 4.95 \text{ kN/m}$$

I 2 cordoli sono alti 15cm e larghi 63cm ciascuno. Ipotizzando che gravino allo stesso modo sulle 5 travi si ha:

$$g_{cordoli} = 25 \times 0.15 \times 0.63 \times 2 / 5 = 0.945 \text{ kN/m}$$

Complessivamente si ha un carico pari a 5.895 kN/m.

Con riferimento allo schema di trave appoggiata il taglio massimo è pari a:

$$T_{pav+cordoli} = 5.895 \times 27.5 / 2 = 81.06 \text{ KN}$$

Con riferimento allo schema di trave appoggiata il momento massimo è pari a:

$$M_{pav+cordoli} = 5.895 \times 27.5 \wedge 2 / 8 = 557 \text{ kNm}$$

I valori sono gli stessi riportati dal software.



	CODIFICA DOCUMENTO RAAA1EVAPPV04GRE001A.doc	REV. A	FOGLIO 16 di 52
--	--	-----------	--------------------

In definitiva, pertanto, i risultati ottenuti dal programma di calcolo possono ritenersi validi.

7 CONCLUSIONI

La presente relazione riguarda l'**impalcato del ponte PV04 - Ponte svincolo A1 sul torrente Recchio (ramo E)**.

La struttura è del tipo a travate rettilinee semplicemente appoggiate. in c.a.p. prefabbricate e precomprese in stabilimento con armature a fili aderenti.

Sono state effettuate l'analisi globale dell'impalcato per la determinazione delle sollecitazioni sulle travi prefabbricate e le relative verifiche, e l'analisi locale della soletta per la determinazione delle sollecitazioni e relative verifiche.

I calcoli e le relative verifiche statiche sono stati svolti in ottemperanza alla normativa posta a base del progetto definitivo a base d'appalto, antecedente alla entrata in vigore delle Norme Tecniche per le Costruzioni di cui al DM 14/01/2008 e relative Istruzioni applicative.

Di seguito sono riepilogati i risultati delle verifiche strutturali delle strutture analizzate:

Travi

Fattore di sicurezza a rottura della trave prefabbricata:

1.864

Tensione massima di compressione nel cls al taglio dei trefoili

189.88 kg/cm²

Tensione massima di trazione nel cls al taglio dei trefoili

0 kg/cm²

Tensione massima di compressione nel cls in esercizio

203.24 kg/cm²

Tensione massima di trazione nel cls in esercizio

-19.41 kg/cm²

Soletta

Fattore di sicurezza allo SLU della soletta:

1.453

Massimo valore di apertura delle fessure per la soletta allo SLE-F:

0.264mm

Massimo valore di apertura delle fessure per la soletta allo SLE-QP:

0.109mm

Tensione massima di compressione nel cls allo SLE

100.6 kg/cm²

Tensione massima di trazione nell'acciaio allo SLE

2050.5 kg/cm²

8 ALLEGATO 1 – IMPALCATO LC=27.50M

Pag. 1

PIZZAROTTI – TIBRE – PV04

PV04

pv04

RELAZIONE DI CALCOLO DELL'IMPALCATO

SIGMAC - Calcolo impalcati stradali in c.a.p. - rel. 4.4 10/2005
SIGMAC SOFT s.n.c. - via della Croce Rossa 42 - Padova

PV04

Documento stampato il 14-03-2013

Archivio : ..\DATAENG\PROG2\PROB1

INDICE

Pag. 3	- Unità' di misura e convenzioni di segno Dati geometrici dell'impalcato
Pag. 4	- Modalità' di costruzione dell'impalcato Modalità' di costruzione delle travi
Pag. 5	- Sovraccarichi adottati e norme di calcolo
Pag. 6	- Caratteristiche dei materiali
Pag. 7	- Metodo ed ipotesi di calcolo Sistema di riferimento
Pag. 8	- Ripartizione trasversale dei carichi
Pag. 9	- Analisi dei carichi
Pag. 11	- Parametri di sollecitazione sulla trave prefabbricata
Pag. 12	- Parametri di sollecitazione sulla soletta

Pag. 2

Pag. 13	- Sezione della trave prefabbricata TIBRE_130
Pag. 14	- Armature di precompressione
Pag. 15	- Cadute di tensione
Pag. 17	- Calcolo delle tensioni nella trave prefabb.
Pag. 23	- Tensioni nella trave prefabbricata Tensioni nelle armature di precompressione
Pag. 24	- Verifica delle armature a taglio
Pag. 25	- Verifica a rottura per la sezione di mezzeria
Pag. 26	- Verifica delle deformazioni
Pag. 27	- Verifiche in fase transitoria
Pag. 28	- Verifica della soletta
Pag. 29	- Indice analitico

PIZZAROTTI - TIBRE - PV04

PV04

pv04

UNITA' DI MISURA E CONVENZIONI DI SEGNO

Ove non sia diversamente specificato, le grandezze contenute nella presente relazione sono espresse nelle seguenti unita' di misura :

lunghezza : cm
forza : Kg

I diametri delle barre di armatura lenta sono sempre espressi in millimetri, i diametri dei trefoli di precompressione sono invece espressi in pollici (=25.4 mm).

I carichi agenti sull'impalcato sono, come e' naturale assumere, positivi se diretti verso il basso.

Le tensioni sono positive se di compressione nel calcestruzzo, e positive se di trazione per quanto riguarda l'acciaio.

DATI GEOMETRICI IMPALCATO

Luce di calcolo	2750.000
Larghezza cordolo sinistro	63.000
Larghezza carreggiata	825.000
Larghezza cordolo destro	63.000
Larghezza fuori tutto	951.000
Tipo travi	TIBRE_130
Larghezza sezione	160.000
Lunghezza retrotrave	66.000
Lunghezza ringrosso	216.000
Lunghezza svasatura	30.000
Numero travi	5
Interasse travi	164.000
Eccentricita' travi-soletta	0.000
Spessore medio soletta	30.000
Spessore minimo soletta	25.000
Luce di calcolo soletta	135.000
Spessore medio cordoli	15.000
Spessore pavimentazione	10.000

MODALITA' DI COSTRUZIONE DELL'IMPALCATO

L'impalcato viene realizzato con travi prefabbricate in c.a.p. e getto in opera di traversi e soletta collaboranti.
Le travi sono autoportanti, non necessitano quindi di alcun rompitratta o puntellamento provvisorio durante l'esecuzione dell'impalcato.
Si distinguono due fasi successive di lavoro:

Prima fase :

Le travi semplicemente appoggiate agli estremi resistono da sole al peso proprio ed a quello della soletta gettata in opera.

Seconda fase:

Il sistema misto travi precomprese e soletta gettata in opera, divenuto solidale dopo la maturazione del calcestruzzo, resiste al peso delle sovrastrutture e dei carichi accidentali.

MODALITA' DI COSTRUZIONE DELLE TRAVI

Le travi vengono costruite in uno stabilimento di prefabbricazione e successivamente trasportate a pie' d'opera e varate.

Il sistema di precompressione e' del tipo a fili aderenti. I trefoli che costituiscono l'armatura di precompressione vengono tesati sino alla tensione s spi prevista nella presente relazione.

Disposta l'armatura lenta per gli sforzi di taglio (staffe), ultima la tesatura e fissata la cassetatura, si procede al getto del calcestruzzo.

La maturazione del calcestruzzo avviene con ciclo termico a vapore opportunamente tarato in funzione del mix-design e della resistenza Rckj che e' richiesta al momento del taglio dei trefoli.

Una volta raggiunta la resistenza Rckj si procede all'allentamento delle armature di precompressione ed allo stoccaggio del manufatto.

SOVRACCARICHI ADOTTATI E NORME DI CALCOLO

Nella stesura del calcolo sono rispettate le seguenti norme:

Normative sui ponti stradali :

- D.M. 04.05.1990 - Criteri generali e prescrizioni tecniche per la progettazione, esecuzione e collaudo di ponti stradali.
- Circ. Min. Ll.PP. 25.02.1991 - Istruzioni relative alla normativa tecnica dei ponti stradali.

Normative sulle strutture in c.a. e c.a.p. :

- Legge 05.11.1971 n.1086 - Norme per la disciplina delle opere di conglomerato cementizio armato, normale e precompresso ed a struttura metallica.
- D.M. 09.01.1996 e D.M. 14.02.1992 - Norme tecniche per l'esecuzione delle opere in cemento armato, normale e precompresso e per le strutture metalliche.
- Circ. Min. Ll.PP. 04.07.1996 - Istruzioni relative alle norme tecniche per l'esecuzione delle opere in cemento armato, normale e precompresso e per le strutture metalliche.

Normative sulle costruzioni prefabbricate :

- D.M. 03.12.1987 - Norme tecniche per la progettazione, esecuzione e collaudo delle costruzioni prefabbricate.
- Circ. Min. Ll.PP. 16.03.1989 - Istruzioni in merito alle norme tecniche per la progettazione, esecuzione e collaudo delle costruzioni prefabbricate.

Per la stesura della presente relazione si sono inoltre seguite le indicazioni contenute nel documento CNR 10024/84 - Analisi di strutture mediante elaboratore: impostazione e redazione delle relazioni di calcolo.

CARATTERISTICHE DEI MATERIALI

Calcestruzzo per le travi prefabbricate:

Confezionato con proveniente da cava
e con inerte vagliato e lavato 400 kg/mc di cemento Portland.

Rck a tempo infinito >= 550.00 Kg/cm2

Rckj al taglio trefoli >= 400.00 Kg/cm2

Calcestruzzo per il getto integrativo (soletta e traversi):

Rck a tempo infinito >= 450.00 Kg/cm2

Acciaio per c.a.p.:

L'acciaio usato per la precompressione delle travi e' trefolo
da 6/10" stabilizzato.

carico a rottura fptk >= 18600.00 Kg/cm2
carico caratteristico all'1% fp(1)k >= 16700.00 Kg/cm2

cadute di tensione per rilassamento
a 1000 ore (s spi = 0.75 fptk) = 2.20 %
cadute di tensione per rilassamento
a 5000 ore (s spi = 0.75 fptk) = 2.80 %

Acciaio FeB44K

Questo tipo di acciaio costituisce l'armatura per assorbire
gli sforzi di taglio nella trave, gli sforzi di aderenza tra
la trave prefabbricata e la soletta gettata in opera ed altri
sforzi locali di trazione nei manufatti.
Costituisce l'armatura della soletta e dei traversi.



CODIFICA DOCUMENTO

RAAA1EVAPPV04GRE001A.doc

REV.
A

FOGLIO
24 di 52

tensione di snervamento fyk

>= 4400.00 Kg/cm2

METODO ED IPOTESI DI CALCOLO

L'impalcato viene realizzato con 5 travi in semplice appoggio collaboranti tra loro grazie all'azione della soletta. Esso si presenta quindi come una lastra appoggiata sui lati opposti e che presenta una forte ortotropia.

Per la ricerca delle sollecitazioni nei vari elementi componenti l'impalcato si ricorre al metodo di Massonet che permette, mediante l'ausilio di opportuni coefficienti, di risolvere la ripartizione dei carichi e conoscere le sollecitazioni.

Il metodo di Massonet considera l'impalcato reale come una lastra rettangolare di larghezza teorica

$$2 \times B = n \times i$$

$n = n \cdot \text{travi}$, $i = \text{interasse travi}$

e lunghezza pari alla luce di calcolo; tiene conto della differente deformabilita' della lastra in senso longitudinale e in senso trasversale.

Non viene considerato nel calcolo l'effetto dei traversi di testata.

Le verifiche vengono condotte con il metodo delle Tensioni Ammissibili.

SISTEMA DI RIFERIMENTO

Si considera l'impalcato come un piano in cui un sistema di assi ortogonali x, y individua ogni punto di esso.

L'asse x e' assunto longitudinalmente all'asse delle travi, l'asse y ortogonalmente.

L'origine di questo sistema di riferimento e' posizionata sulla intersezione tra l'asse di simmetria delle travi prefabbricate e un asse degli appoggi (e' indifferente quale dei due assi appoggi viene assunto come origine x).

Le grandezze y rappresentano percio' le eccentricita' dei carichi ed hanno segno negativo verso sinistra e positivo verso destra, guardando le sezioni nelle figure allegate.

Le grandezze x sono sempre positive; $x = 1375.00$ e' la mezzzeria dell'impalcato.

L'asse delle z , ortogonale al piano x, y , ha lo zero sul fondo delle travi prefabbricate ed ha valori positivi verso l'alto.

RIPARTIZIONE TRASVERSALE DEI CARICHI

Parametri di Massonnet :

Luce di calcolo travi principali L = 2750
 Interasse traversi L1 = 1
 Semilarghezza teorica impalcato B = 410
 Interasse travi B1 = 164

Trave : Traverso :

Ap = 10514 Ae = 25 cm²
 Dp = 97 De = 13 cm
 Jp = 32337799 Je = 1302 cm⁴
 Cp = 248789 Ce = 1302 cm⁴

Larghezza soletta collaborante con trave = 164.00

Coeff. di omogen. cls soletta / cls trave = 1.000

Theta = 0.523 Radice alfa = 0.297

Si calcolano i coefficienti d'influenza della 1a trave che ha una eccentricita' y = 328.000 cm e che risulta essere la piu' sollecitata :

Y	-410	-308	-205	-103	0	103	205	308	410
K0	-1.02	-0.63	-0.22	0.22	0.75	1.39	2.14	2.98	3.82
K1	0.41	0.49	0.59	0.72	0.90	1.13	1.39	1.65	1.88
Kà	-0.60	-0.30	0.02	0.37	0.80	1.31	1.92	2.59	3.24

Si calcolano i coefficienti d'influenza del traverso nella sezione
 Y = 0.00 (y=0 in asse travi).

æà -0.1584 -0.0854 -0.0080 0.0811 0.1917 0.0811 -0.0080 -0.0854 -0.1584

ANALISI DEI CARICHI

CARICHI PERMANENTI

Peso proprio trave (tratto in campata) 13.985 Kg/cm
(tratto d'estremita') 21.695 Kg/cm
Peso della soletta (1a fase) 17.212

Vengono considerati ripartiti in egual modo tra tutte le travi e distribuiti uniformemente lungo x :

Paviment. (0.030 Kg/cm2) (2a Fase) 4.950 Kg/cm/trave
Peso dei cordoli (2a fase) 0.945

Viene considerato concentrato in direzione y e uniformemente distribuito in direzione x :

carico	Kg/cm	ecc. y	K Massonnet	æ Massonnet
Valetta sx	1.3000	-475.500	-0.787	-.20482
Valetta dx	1.3000	475.500	3.662	-.20482
GR+rete sx	2.5000	-445.000	-0.698	-.18320
GR+rete dx	2.5000	445.000	3.468	-.18320

CARICHI MOBILI

Si dispongono sull'impalcato delle colonne di carico formate, come previsto dalle norme citate a pag.5, da un carico convenzionale da 60 tonnellate (qla) posizionato di volta in volta nel modo piu' sfavorevole e, allineato con questo, un carico uniformemente ripartito pari a 3 tonnellate al metro (qlb) e posto ad una distanza di rispetto di 7.50 m dall'asse del carico da 60 Ton.

Di questi valori di carico vengono prese delle aliquote percentuali a seconda della categoria del ponte e della colonna a cui appartengono.

Tutti i carichi mobili vengono amplificati da un coefficiente di incremento dinamico determinato in base alla specifica verifica da eseguire.

Categoria ponte : 1 a

Disposizione carichi mobili per verificare la la trave :

	intensita'	eccentricita' K Massonnet	
colonna 1	q1a=100% q1b=100%	237.500	2.126
colonna 2	q1a= 50% q1b= 50%	-112.500	0.336

Coefficiente di incremento dinamico = 1.283

Le colonne di carico vengono posizionate in direzione x in modo da generare la massima sollecitazione nella specifica sezione di verifica.

Disposizione carichi mobili per verifica traverso a M max positivo :

	intensita'	eccentricita'	æ medio
colonna 1	q1a=100% q1b=100%	-0.500	0.08354

Disposizione carichi mobili per verifica traverso a M min negativo :

	intensita'	eccentricita'	æ medio
colonna 1	q1a=100% q1b=100%	-237.500	-.02908
colonna 2	q1a= 50% q1b= 50%	237.500	-.02908
gle destra	0.0000	412.500	-.16020
gle sinistra	0.0000	-412.500	-.16020

Coefficiente di incremento dinamico = 1.400

Le colonne di carico vengono posizionate in direzione x a cavallo dell'ascissa del traverso verificato.

PARAMETRI DI SOLLECITAZIONE SULLA TRAVE PREFABBRICATA

Sezione x = (cm)	1375.00	0.00	380.00	580.00	900.00
Precompressione (Kg , Kgcm)					
N iniziale	804394	0	612872	689481	804394
M iniziale	-24372099	0	-16194774	-19269056	-24372099
DN taglio tr.-getto sol.	-57099	0	-36755	-44421	-58125
DM taglio tr.-getto sol.	1730038	0	971240	1241453	1761101
DN getto sol.-tempo inf.	-77710	0	-57104	-65949	-82169
DM getto sol.-tempo inf.	62344261	0	4359097	5134635	6591989
Momento flettente (Kgcm)					
Peso proprio travi	13325252	0	6402599	8905879	11747592
Peso soletta	16271191	0	7750789	10831826	14329406
Peso sovrastuttura	5572617	0	2654518	3709723	4907587
Carichi mobili	25973695	0	13007123	18159774	23256131
Carichi lineari aggiunt.	2015487	0	960078	1341721	1774961
Taglio (Kg)					
Peso proprio travi	-0	20501	13915	11118	6643
Peso soletta	0	23667	17126	13684	8176
Peso sovrastuttura	0	8106	5866	4687	2800
Carichi mobili	14534	44396	35462	31133	24451
Carichi lineari aggiunt.	0	2932	2121	1695	1013
Momento torcente (Kgcm)					
Carichi mobili	-9669	44344	44187	44441	35278
Carichi lineari aggiunt.	0	72929	66162	57493	37656

Per cio' che riguarda le sollecitazioni relative allo stato di coazione generato dal ritiro differenziale trave-soletta, si veda a pagina 16.

PARAMETRI DI SOLLECITAZIONE SULLA SOLETTA

Il momento massimo (che tende le fibre inferiori) dato dall'effetto locale dei carichi sulla soletta viene determinato usando uno schema semplificato di trave in semplice appoggio.

I carichi permanenti considerati sono il peso proprio della soletta, la pavimentazione.

La ricerca del massimo momento flettente generato dai carichi mobili viene condotta individuando il piu' gravoso tra i carichi: q1a (6 assi da 10t) e 1/2 q1a (3 assi da 10t)

come previsto dal D.M. 4 Maggio 1990 - punto 3.4.4.4
Ogni carico da 10t ha una impronta quadrata di lato 75.000 cm. L'impronta e' data dalla diffusione a 45 gradi del carico da 10 Ton (30x30 cm) fino a meta' spessore minimo della soletta. Il carico viene amplificato del fattore di incremento dinamico pari a 1.4 e ripartito longitudinalmente su una lunghezza di 150 cm, pari all'interasse tra i carichi da 10 Ton.

Il momento minimo dato dall'effetto locale viene invece valutato, con uno schema statico di trave perfettamente incastrata.

	Momento massimo	Momento minimo
effetto locale perm.	239.2031	-159.4688
acc.	2275.0000	-1412.9629
effetto globale	2341.3587	-2107.7666
-----	-----	-----
M totale (Kgcm/cm)	4855.5618	-3680.1983

TRAVE PREFABBRICATA TIBRE_130

 Coeff. torsione (per calcolo Massonnet) = 248789.000
 Area torsionale (per calcolo tensioni) = 5096.0000

Sezione larga 160.000 cm

Vertice n.	sezione di estremita'		sezione in campata	
	Y	Z	Y	Z
1	-48.000	0.000	-48.000	0.000
2	-65.000	112.500	-65.000	112.500
3	-80.000	119.805	-80.000	119.805
4	-80.000	120.000	-80.000	120.000
5	-80.000	130.000	-80.000	130.000
6	-80.000	130.000	-80.000	130.000
7	-39.300	130.000	-53.500	130.000
8	-23.900	28.000	-38.000	28.000
9	-15.900	21.000	-30.000	21.000
10	15.900	21.000	30.000	21.000
11	23.900	28.000	38.000	28.000
12	39.300	130.000	53.500	130.000
13	80.000	130.000	80.000	130.000
14	80.000	130.000	80.000	130.000
15	80.000	120.000	80.000	120.000
16	80.000	119.805	80.000	119.805
17	65.000	112.500	65.000	112.500
18	48.000	0.000	48.000	0.000

Sezione in campata	Spessore complessivo anime	=	28.000
	Area sezione di calcestruzzo	=	5593.922
	quota z baricentro	=	53.975
	J baricentrico	=	10279858.195
Sezione di estremita'	Spessore complessivo anime	=	56.000
	Area sezione di calcestruzzo	=	8677.922
	quota z baricentro	=	61.649
	J baricentrico	=	14260246.506

I disegni delle sezioni sono riportati nelle figure allegate.

ARMATURE DI PRECOMPRESSIONE

Tipo acciaio : 6/10" stabilizzato.

Numero trefoli : 42

Per contenere le tensioni entro i limiti consentiti dalle norme vengono disposte verso le sezioni di estremità della trave 10 guaine che annullano ivi l'effetto di altrettanti trefoli. La lunghezza delle guaine (L guaine) e' quella reale, cioè misurata dalla testata del manufatto.

quota z	n.trefoli	n.guaine	L guaine
125.00	2		
120.00	2		
90.00			
85.00			
70.00			
51.00			
46.00			
41.00			
36.00			
31.00			
26.00			
21.00	2		
16.00	12		
11.00	12	4	350.00
6.00	12	6	550.00

ascissa	cavo risultante	At	sezione sola	trave	Jt
0.00	Asp				
			<sezione non precompres>		
380.00	44.480	26.500	5816.3	52.92	10738199
580.00	50.040	24.778	5844.1	52.72	10786829
900.00	58.380	22.095	5885.8	52.39	10877225
1375.00	58.380	22.095	5885.8	52.39	10877225

ascissa	sezione trave + soletta	At	Jt
0.00	At		
	<sezione non precompres>		
380.00	12701.3	102.84	37984175
580.00	12729.1	102.64	38218123
900.00	12770.8	102.32	38606261
1375.00	12770.8	102.32	38606261

Coeff. di omogeneizzazione E acc.precomp. / E cls trave = 6.00



CODIFICA DOCUMENTO

RAAA1EVAPPV04GRE001A.doc

REV.
A

FOGLIO
33 di 52

Coef. di omogeneizzazione E cls soletta / E cls trave = 1.00

Larghezza soletta collaborante con trave = 229.50

Tensione iniziale di precompressione = 14200.00

CADUTE DI TENSIONE

RIASSAMENTO DELL'ACCIAIO DA PRECOMPRESSIONE

La caduta di tensione nell'acciaio da precompressione per rilassamento dell'acciaio stesso viene calcolata in base alla tensione iniziale di precompressione s_{spi} .
Viene seguito il metodo indicato dal D.M. 09.01.96 - punto 2.3.6., applicabile qualora si disponga di prove a lunga durata.

Tensione iniziale di precompressione = 14200.00

Operando con una tensione $s_{spi} = 0.75 \text{ fptk}$ si avrebbe una caduta di tensione percentuale pari a :
(D.M. 09.01.96 - punto 2.3.6 - C=3 con prove a lunga durata)

$$2.80 + 3.00 \times (2.80 - 2.20) = 4.60 \%$$

Con una tensione iniziale di precompressione pari a 0.763 fptk, ed adottando la legge di variazione parabolica che ha ordinata nulla e tangente orizzontale per $s_{spi}=0.5\text{fptk}$, si ha invece una caduta di -725.32 pari a 5.11 % di s_{spi} .

RITIRO DEL CALCESTRUZZO

L'accorciamento dovuto al ritiro viene assunto pari a :

$$\text{Eps cs} = 0.000250$$

e la conseguente caduta di tensione nell'acciaio da precompressione viene calcolata in base al modulo elastico dell'acciaio stesso :

$$\text{Delta ssp} = -(0.000250 \times 1900000) = -475.00$$

VISCOSITA' DEL CALCESTRUZZO

Il valore della deformazione lenta del calcestruzzo (viscosita') al fine del calcolo delle cadute di tensione nell'acciaio si assume, secondo le norme (D.M. 09.01.1996 - punto 3.2.7.2), pari a 2.00 volte la deformazione elastica.

Pag. 16

RIPARTIZIONE PERCENTUALE DELLE CADUTE DI TENSIONE NELLE FASI :

	Rilass.	Ritiro	Viscosita'
Posa in tens. - taglio trefoli	41.40	25.50	0.00
Taglio trefoli - getto soletta	25.90	25.50	33.30
Getto soletta - tempo infinito	32.70	49.00	66.70

RITIRO DIFFERENZIALE TRAVE - SOLETTA

Quando si esegue il getto della soletta la trave in c.a.p. ha gia' subito una parte del ritiro, mentre la soletta deve ancora subirlo per intero.

Nasce cosi' uno stato di coazione per effetto del ritiro differenziale tra trave e soletta pari a :

$$\text{Epsdiff} = 0.0000500$$

Ponendo :

$\dot{\epsilon}$ = distanza tra i baricentri di trave e soletta

K = Esoletta x Jsoletta / Etrave x Jtrave

$$\begin{aligned} &1 \quad \quad \quad 1 \quad \quad \quad 1 \quad \quad \quad \dot{\epsilon}^2 \\ - = &----- + ----- + ----- \\ &\dot{\epsilon} \quad \quad \quad \text{Asol} \times \text{Esol} \quad \text{Atrave} \times \text{Etrave} \quad (1+K) \times \text{Jtrave} \times \text{Etrave} \end{aligned}$$

si ha :

Forza di compressione sulla trave e di trazione sulla soletta:

$$\text{Nepsdiff} = \dot{\epsilon} \times \text{Epsdiff} = 5344.54$$

Momento flettente agente sulla trave prefabbricata:

$$\text{Mepsdiff} = \text{Nepsdiff} \times \dot{\epsilon} / (1 + K) = 463218.26$$

Momento flettente agente sulla soletta:

$$\text{Msoldiff} = \text{Nepsdiff} \times \dot{\epsilon} \times K / (1 + K) = 23268.25$$

PROCEDIMENTO DI CALCOLO DELLE TENSIONI NELLE SEZIONI PRECOMPRESSE

L'ipotesi alla base delle verifiche dello stato tensionale della trave e' quella di considerare attiva la precompressione a partire da una sezione posta ad una distanza dalla testata pari a 70 volte il diametro dei trefoli utilizzati; nel caso in esame tale lunghezza risulta pari a 107.00 , per cui sono state considerate precompresse tutte le sezioni con $x > 41.00$ (distanza dall'asse di appoggio). Nel tratto che va dall'asse di appoggio fino a questa ascissa le verifiche sono state condotte secondo la consueta teoria del cemento armato, parzializzando le sezioni.
I valori ottenuti dal calcolo sono tabellati a pagina 23.

Per valutare lo stato di sollecitazione della trave distingueremo le seguenti fasi :

Prima fase (sola trave)

- a) al manifestarsi della precompressione
- b) prima del getto della soletta
- c) dopo il getto della soletta

Seconda fase (trave + soletta)

- d) impalcato scarico
- e) impalcato carico

CALCOLO TENSIONI LONGITUDINALI

Prima fase (sola trave)

a) al manifestarsi della precompressione

In base a quanto esposto nel capitolo precedente, le cadute di tensione maturate al momento del taglio dei trefoli sono :

per rilassamento acciaio -300.28
per ritiro calcestruzzo -121.13

Sforzo iniziale di precompressione (al taglio dei trefoli) :

$N_{pi} = A_{sp} \times (14200.00 - 421.41)$
 $M_{pi} = N_{pi} \times (D_t - D_{sp})$

N_{pi} e' costante lungo la trave, M_{pi} varia invece sezione per



CODIFICA DOCUMENTO

RAAA1EVAPPV04GRE001A.doc

REV.
A

FOGLIO
37 di 52

sezione al variare della posizione z del baricentro della
sezione omogeneizzata.

Pag. 18

Subito dopo il taglio dei trefoli, si manifesta la precompressione nella trave che, inarcandosi, risulta sollecitata dallo sforzo di precompressione e dal peso proprio.

Si calcolano le tensioni, comprensive dell'effetto della caduta istantanea per deformazione elastica :

s e all'estradosso della trave
s i all'intradosso della trave

b) prima del getto della soletta

Nello spazio di tempo che intercorre tra il taglio dei trefoli e il getto della soletta si sono verificate le ulteriori cadute di tensione nell'acciaio :

per rilassamento acciaio -187.86
per ritiro calcestruzzo -121.13

che saranno costanti lungo la trave e perciò le stesse per tutte le sezioni di verifica, mentre

per viscosità' $\Delta t_{ssp} = -(0.333 \times 2.000 \times 6.00 \times sc)$

dove sc e' la tensione nel calcestruzzo in corrispondenza del baricentro dell'armatura di precompressione.

Le cadute per viscosità' saranno perciò' :

sezione x	caduta per viscosità'
1375.00	-669.08
0.00	0.00
380.00	-517.35
580.00	-578.73
900.00	-686.64

Si calcolano quindi i valori delle cadute di sforzo totale e momento di precompressione :

$\Delta t_{Np} = \Delta s_p \times \Delta t_{ssp}$
 $\Delta t_{Mp} = \Delta t_{Np} \times (Dt - Dsp)$

che sono riportati a pag. 11.

Con questi valori si ricavano le tensioni risultanti ai lembi della trave prima del getto della soletta :

s e all'estradosso della trave
s i all'intradosso della trave

c) dopo il getto della soletta

Il momento dovuto al getto della soletta provoca un ulteriore
incremento delle tensioni nella trave prefabbricata :

s e all'estradosso della trave
s i all'intradosso della trave

Seconda fase (trave + soletta)

d) Impalcato scarico

Le residue cadute di tensione nell'acciaio sono :

per rilassamento acciaio -237.18
per ritiro calcestruzzo -232.75

che saranno ancora costanti lungo la trave, mentre

per viscosita' Delta ssp = - (0.667x2.000x 6.00 x sc)

con sc tensione nel calcestruzzo in corrispondenza del bari-
centro dei trefoli.

Le cadute per viscosita' saranno percio' :

sezione x	caduta per viscosita'
1375.00	-861.18
0.00	0.00
380.00	-813.89
580.00	-848.00
900.00	-937.56

Vengono calcolati i valori finali della precompressione :

Delta Np = Asp x Delta ssp

Delta Mp = Delta Np x (Dt-Dsp)

Le tensioni nella sezione resistente trave+soletta diventano:

s e all'estradosso della trave
s i all'intradosso della trave
s s al lembo superiore della soletta
s s al lembo inferiore della soletta

e) impalcato carico

Vengono sommate alle tensioni calcolate al punto d) le tensioni dovute alla sovrastruttura ed ai carichi mobili. Si ottiene :

s e all'estradosso della trave
s i all'intradosso della trave
s s al lembo superiore della soletta
s s al lembo inferiore della soletta

CALCOLO DELLE TENSIONI PRINCIPALI E ARMATURE A TAGLIO

Le massime tensioni principali di trazione vengono cercate in corrispondenza alla quota $z = 112.500$ cm.

Prima fase (sola trave)

c) al getto della soletta

La tensione tangenziale nella trave alla quota z vale :

$$T \times S$$
$$t = \frac{T \times S}{J \times b}$$

dove T e' il taglio, S il momento statico della parte superiore alla quota considerata rispetto al baricentro della sola trave, J il momento d'inerzia della sezione omogeneizzata della trave e b e' lo spessore dell'anima.

Seconda fase (trave + soletta)

e) impalcato carico

Con la stessa formula del punto c), riferita pero' al sistema trave + soletta, si calcola l'incremento della tensione tangenziale dovuto ai carichi applicati in questa fase :

$$T \times S$$
$$t = \frac{T \times S}{J \times b}$$

dove T e' il taglio dato dai carichi applicati in 2a fase, S e J sono riferiti alla stessa quota z vista prima ma calcolati sulla sezione composta da trave + soletta.

A questo valore si somma l'effetto dovuto ai momenti torcenti:

$$Mt$$
$$t \text{ max torcente} = \frac{Mt}{2 \times \Omega \times s}$$

dove Mt e' il momento torcente dato dai carichi applicati in seconda fase, Ω e' l'area torsionale, cioe' l'area racchiusa dal perimetro medio di trave e soletta e s e' lo spessore minimo delle pareti della sezione.

Con il valore di t totale e con quello della tensione normale sx alla stessa quota z, si valuta la massima tensione di trazione in tal punto (lo sforzo di precompressione sara' assunto intero o ridotto a 2/3, in modo da individuare la condizione piu' gravosa, D.M. 09.01.1996 - punto 3.2.9.) :

$$s_{\min} = 1/2 [s_x - SQR(s_x^2 + 4 t^2)]$$

La trazione nelle staffe della trave data dalle tensioni tangenziali nell'anima della trave sara' percio' :

```
          smin x b x i
s staffe = -----
          A staffe

i      = interasse (passo) delle staffe
A staffe = area di una staffa a 4 bracci
```

La trazione nelle staffe dovuta invece allo sforzo di scorrimento tra trave e soletta e' data da :

$$s_{\text{staffe}} = \frac{t \times b \times i}{A_{\text{staffe}}}$$

dove t e b sono ora riferiti all'asse di separazione trave-soletta.

Lo sforzo di scorrimento alla superficie di separazione trave-soletta dato dai carichi di seconda fase viene inoltre confrontato con quello generato dal ritiro differenziale trave-soletta. Per eseguire la verifica delle staffe di collegamento tra trave e soletta viene preso il piu' gravoso dei due scorrimenti.

L'interasse delle staffe lungo la trave prefabbricata viene progettato, sezione per sezione, tenendo conto degli sforzi di scorrimento valutati a questi due livelli. Verso gli appoggi risulta piu' restrittivo lo sforzo nell'anima della trave.

Nelle tabelle che seguono sono riportati i valori delle tensioni ottenuti con il procedimento appena descritto.

TENSIONI NELLA TRAVE PREFABBRICATA

Legenda :

se s cls al bordo superiore trave prefabbricata
 si s cls al bordo inferiore trave prefabbricata
 ss(sup) s cls al bordo superiore della soletta
 ss(Inf) s cls al bordo inferiore della soletta
 t t cls al lembo superiore anima trave
 smin s di massima trazione nel calcestruzzo

Sezione a	1375.00	0.00	380.00	580.00	900.00
se a)	57.85		35.09	43.74	46.59
si	189.88		153.63	168.63	197.48
se b)	60.49		35.74	45.03	49.28
si	171.84		142.53	154.96	179.12
se c)	176.58		91.37	122.63	151.52
si	93.47		104.33	102.02	110.10
se d)	179.18		94.24	125.36	154.03
si	69.54		86.66	81.70	84.87
ss(sup)	3.13		1.96	2.43	3.31
ss(Inf)	-3.07		-2.83	-2.96	-3.16
se e)	203.24		106.12	141.98	175.49
si	-19.41		41.66	19.36	5.52
ss(sup)	53.27		26.98	37.27	48.04
ss(Inf)	21.00		9.06	13.66	18.31
t c)	-0.00	6.78	6.16	4.91	2.92
t T e)	4.18	13.47	18.69	15.72	11.05
t Mt e)	0.07	0.41	0.77	0.71	0.51
smin e)	-0.10		-3.88	-2.15	-0.87

TENSIONI NELLE ARMATURE DI PRECOMPRESSIONE

sez. x	quota z	fase A	fase B	fase C	fase D	fase E
1375.00	125.00	13401.0	12840.6	12188.9	10312.6	10194.3
	6.00	12675.9	11632.5	12048.9	10812.0	11314.4
380.00	125.00	13540.7	13073.3	12761.2	11537.3	11479.1
	6.00	12889.6	11988.6	12191.8	10903.8	11158.0
580.00	125.00	13487.3	12984.4	12548.9	11085.2	11003.7
	6.00	12801.4	11841.6	12123.1	10841.0	11193.2

900.00	125.00	13464.2	12945.8	12371.9	10683.5	10577.9
	6.00	12635.5	11565.2	11931.9	10577.4	11025.5

VERIFICA DELLE ARMATURE A TAGLIO

Staffe f 10 a 4 Bracci.

Sezione x = 1375.00 (sezione di mezzzeria)

Sforzo di scorrimento alla superficie di separazione
trave-soletta : t x b = 112.523 Kg/cm

Sforzo di scorrimento massimo nell'anima della trave
prefabbricata : smin x b = -2.912 Kg/cm

Verifica : s max staffe (passo 30.000) = 1074.51 Kg/cm2

Sezione x = 0.00 (sezione all'appoggio)

Sforzo di scorrimento alla superficie di separazione
trave-soletta : t x b = 397.664 Kg/cm

Sforzo di scorrimento massimo nell'anima della trave
prefabbricata : t x b = 754.598 Kg/cm

Verifica : s max staffe (passo 10.000) = 2401.96 Kg/cm2

Sezione x = 380.00

Sforzo di scorrimento alla superficie di separazione
trave-soletta : t x b = 353.722 Kg/cm

Sforzo di scorrimento massimo nell'anima della trave
prefabbricata : smin x b = -108.677 Kg/cm

Verifica : s max staffe (passo 20.000) = 2251.86 Kg/cm2

Sezione x = 580.00

Sforzo di scorrimento alla superficie di separazione
trave-soletta : t x b = 306.311 Kg/cm

Sforzo di scorrimento massimo nell'anima della trave
prefabbricata : smin x b = -60.222 Kg/cm

Verifica : s max staffe (passo 20.000) = 1950.04 Kg/cm2

Sezione x = 900.00

Sforzo di scorrimento alla superficie di separazione
trave-soletta : t x b = 229.441 Kg/cm

Sforzo di scorrimento massimo nell'anima della trave
prefabbricata : smin x b = -24.379 Kg/cm

Verifica : s max staffe (passo 30.000) = 2191.00 Kg/cm²

VERIFICA A ROTTURURA PER LA SEZIONE DI MEZZERIA

Sezione di mezzeria x = 1375.00 cm

Calcolo armatura sussidiaria :

Posizione asse neutro = 11.335 cm dal bordo inf.
Baricentro parte soggetta a trazione = 5.701 cm
Area parte soggetta a trazione = 1107.583 cm2
Sforzo totale di trazione = -10689 Kg
Area di acciaio necessaria (s= 1800.00) = 5.938 cm2

Verifica a rottura :

Numero trefoli inferiori considerati = 38
Armatura sussidiaria considerata = 5.94 cm2 z= 8.50 cm
Momento totale = 63158243
Momento di rottura = 117720289
Sicurezza a rottura = 1.864

VERIFICA ARMATURA LONGITUDINALE ALL'APPOGGIO

Si verifica lo stato tensionale dell'armatura longitudinale inferiore all'appoggio che garantisce il funzionamento del modello a traliccio in quella zona del manufatto, soggetta alla forza concentrata rappresentata dalla reazione dell'appoggio.
La verifica viene eseguita nelle ipotesi che lo sforzo longitudinale inferiore sia pari al taglio e che tale sforzo sia mitigato dalla presenza dello sforzo di compressione longitudinale esercitato dai trefoli attivi (non inguainati).
Per valutare la compressione data dai trefoli si ipotizza una legge lineare di trasferimento del carico dai trefoli al calcestruzzo, a partire dalla testata della trave. Si adotta prudenzialmente un coefficiente riduttivo per tale compressione pari a 0.7

Taglio totale = 99602.11
Numero di trefoli attivi = 28
Tensione trefoli attivi = 5612.94
Compressione totale = 218455.77

La compressione totale indotta dai trefoli risulta maggiore del taglio totale, per cui l'armatura longitudinale inferiore non e' necessaria, in quanto lavorerebbe in compressione.

VERIFICA DELLE DEFORMAZIONI

Per il calcolo delle frecce in mezzzeria della trave prefabbricata si ritiene opportuno ridurre l'effetto della viscosita' del calcestruzzo moltiplicandolo per il coefficiente 0.5000

Al taglio dei trefoli

azioni considerate :
- Precompressione
- Peso proprio trave

Modulo di elasticita' cls = 250000.00 Kg/cm2
J trave = 10877224.8721 cm4
f1 (freccia in mezzzeria trave) = -4.6427 cm (1/ 592 L)

Dopo il getto eseguito in opera

azioni considerate :
- Viscosita' 1a fase =
= 0.333 x 2.000 x f1 x 0.500
- Peso soletta

Modulo di elasticita' cls = 300000.00 Kg/cm2
J trave = 10877224.8721 cm4
f2 (freccia dopo getto in opera) = -2.1202 cm (1/ 1297 L)

A impalcato scarico

ulteriori azioni considerate :
- Viscosita' 2a fase =
= 0.667 x 2.000 x f2 x 0.500
- Peso pavimentazione
- Peso dei cordoli
- Ritiro diff.trave-soletta

Modulo di elasticita' cls = 350000.00 Kg/cm2
J trave + soletta = 38606261.0573 cm4
f3 (freccia a impalcato scarico) = -1.9612 cm (1/ 1402 L)

Carichi mobili

Modulo di elasticita' cls = 350000.00 Kg/cm2
J trave + soletta = 38606261.0573 cm4
freccia dovuta ai carichi mobili = 1.3530 cm (1/ 2033 L)

VERIFICA IN FASE TRANSITORIA - SBALZO MASSIMO

Lunghezza tratto in testata = 216.00
Lunghezza tratto di raccordo = 30.00
Lunghezza sbalzo (compreso retrotrave) = 70.00
Peso proprio trave tratto in testata = 21.695
Peso proprio tratto in campata = 13.985
Coefficiente di incremento dinamico = 1.150

Sezione critica (dalla testata) X = 107.00

Armatura di precomp.: n. trefoli = 32
Asp = 44.480
Dsp = 26.500

Sezione omogeneizzata: At = 8900.322
Dt = 60.770
Jt = 14825017.46

Sollecitazioni: M peso proprio = 1212802
N precompressione = 612872
M precompressione = -21003385

Tensioni: sc lembo sup. = -23.56
sc lembo inf. = 149.98

VERIFICA DELLA SOLETTA

La verifica della soletta per le sollecitazioni calcolate a pagina 12 viene eseguita su una sezione rettangolare aventi le seguenti caratteristiche :

altezza = 25.000 cm
base = 100.000 cm

armatura superiore : 4 F 20
distanza asse barre superiori - lembo sez.= 8.200

armatura inferiore : 4 F 20
distanza asse barre inferiori - lembo sez.= 8.200

Verifica : M max sa = 2492.53 sc = 108.72
M min sa = 1889.17 sc = 82.41

INDICE ANALITICO

ARGOMENTO	pagina
Armatura a taglio	6, 21, 24
Acciaio FEB44K	6
Acciaio per c.a.p.	6, 14, 15
Armatura di precompressione	14
Armatura sussidiaria	6, 25
Cadute di tensione	15, 16, 17, 18, 19
Calcestruzzo	6
Carichi, permanenti, mobili	9, 10
Coefficienti di omogeneizzazione	14
Deformazioni	26
Fluage del calcestruzzo	vedi Viscosita'
Frecce	vedi Deformazioni
Guaine per annullamento trefoli	14
Luce di calcolo	3
Marciapiedi	3
Materiali, caratteristiche	6
Momenti	vedi Sollecitazioni
Normative	5
Parametri di sollecitazione	11, 12
Rilassamento dell'acciaio	6, 15, 17, 18, 19
Ritiro del calcestruzzo	6, 15, 17, 18, 19
Ritiro differenziale trave-soletta	16, 19
Sezioni di verifica	14
Sistema di riferimento	7
Soletta	3, 6, 28
Staffe	vedi Armatura a taglio
Tagli	vedi Sollecitazioni
Tensioni	23, 24, 27, 28
Trasporto e stoccaggio	27
Travi prefabbricate	4, 6, 13
Unita' di misura	3
Verifiche	23, 24, 25, 26, 27, 28
Viscosita' del calcestruzzo	15, 17, 18, 19□