

COMMITTENTE:



ALTA SORVEGLIANZA:



GENERAL CONTRACTOR:



**INFRASTRUTTURE FERROVIARIE STRATEGICHE DEFINITE DALLA LEGGE
OBIETTIVO N. 443/01
LINEA AV/AC TORINO – VENEZIA Tratta VERONA – PADOVA
Lotto funzionale Verona – Bivio Vicenza
PROGETTO ESECUTIVO
NV56 - NUOVO CALVACAVIA DI SVINCOLO CASELLO VERONA EST
CAVALCAVIA
RELAZIONE DI CALCOLO IMPALCATO**

GENERAL CONTRACTOR		DIRETTORE LAVORI		SCALA
IL PROGETTISTA INTEGRATORE	Consorzio Iricav Due ing. Guido Fratini Data: Febbraio 2021	Valido per costruzione ing. Luca ZACCARIA iscritto all'ordine degli ingegneri di Ravenna n. A1206 Data: Febbraio 2021		

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

I N 1 7 1 0 Y I 2 C L N V 5 6 0 0 0 0 1 A - - - Di - - -

	VISTO CONSORZIO IRICAV DUE	
	Firma	Data
	ing. Luca RANDOLFI	Febbraio 2021

Progettazione:

Rev.	Descrizione	Redatto	Data	Verificato	Data	Approvato	Data	IL PROGETTISTA
A	Recepimento prescrizioni Del. CIPE n. 84/2017	ing. Luca RANDOLFI	Febbraio 2021	ing. Luca RANDOLFI	Febbraio 2021	ing. Giovanni MALAVENDA	Febbraio 2021	
								Data: Febbraio 2021

CIG. 8377957CD1	CUP: J41E91000000009	File: IN1710YI2CLNV5600001A
		Cod. origine:



Progetto cofinanziato
dalla Unione Europea

GENERAL CONTRACTOR 		ALTA SORVEGLIANZA 				
NV56 - NUOVO CALVALCAVIA DI SVINCOLO CASELLO VERONA EST CAVALCAVIA RELAZIONE DI CALCOLO IMPALCATO	Progetto IN17	Lotto 10	Codifica Documento Y12 CL NV 56 0 0 001	Rev. A	Foglio 2 di 104	

INDICE

1	PREMESSA	4
1.1	OGGETTO	4
2	DESCRIZIONE DELLE OPERE	5
2.1	DATI GENERALI	7
3	ELABORATI DI RIFERIMENTO	8
4	NORMATIVE	9
5	MATERIALI	11
5.1	CALCESTRUZZO	11
5.2	ACCIAIO	11
5.3	ISOLATORI	12
6	ANALISI DEI CARICHI	14
6.1	PERMANENTI STRUTTURALI	14
6.2	PERMANENTI PORTATI	15
6.3	VENTO	17
6.4	TEMPERATURA	20
6.5	AZIONE SISMICA	21
6.6	AZIONE DA TRAFFICO – CARICHI VERTICALI	23
6.7	AZIONE DA TRAFFICO – CARICHI ORIZZONTALI	23
6.7.1	ACCELERAZIONE / FRENATURA	24
6.8	AZIONE ACCIDENTALE – URTO	25
6.9	AZIONE ECCEZIONALE – ROTTURA DEI PENDINI	26
6.10	AZIONE A LUNGO TERMINE	26
6.10.1	RITIRO	27
6.10.2	VISCOSITÀ	29
7	COMBINAZIONE DELLE AZIONI	31
7.1	GRUPPI DI CARICO	32
7.2	COMBINAZIONI	33
8	MODELLO DI CALCOLO	34
8.1	MODELLO EF	34
8.2	SEZIONI ELEMENTI MONODIMENSIONALI	37
8.3	CONVENZIONE DEI SEGNI	38
8.4	METODOLOGIA DI ANALISI E VERIFICA	39
8.5	ANALISI MODALE	39
9	VERIFICHE	46
9.1	VERIFICA SLU MEMBRATURE PRINCIPALI	46
9.1.1	VERIFICA SEZIONE ARCO SUPERIORE	47

GENERAL CONTRACTOR 		ALTA SORVEGLIANZA 				
NV56 - NUOVO CALVACAVIA DI SVINCOLO CASELLO VERONA EST CAVALCAVIA RELAZIONE DI CALCOLO IMPALCATO	Progetto IN17	Lotto 10	Codifica Documento Y12 CL NV 56 0 0 001	Rev. A	Foglio 3 di 104	

9.1.2	VERIFICA TRAVE PRINCIPALE	55
9.1.3	VERIFICA PENDINI E MONTANTI	59
9.1.4	VERIFICA CONTROVENTI ARCO	65
9.2	VERIFICA SLU TRAVERSI.....	69
9.3	VERIFICA SLU ROTTURA PENDINI.....	80
9.4	VERIFICHE A FATICA.....	82
9.5	ANALISI TRASVERSALE DELLA SOLETTA.....	88
9.5.1	PREDALLA IN FASE DI GETTO	88
9.5.2	CARICHI SOLETTA	89
9.5.3	ANALISI DELLE SOLLECITAZIONI.....	92
9.5.4	VERIFICA SLU	94
9.5.5	VERIFICA SLE	96
9.6	VERIFICA DEGLI ISOLATORI	101
9.7	VERIFICA A DEFORMABILITÀ DELLA TRAVE PRINCIPALE	102
9.8	VERIFICA DI BUCKLING	103

GENERAL CONTRACTOR 		ALTA SORVEGLIANZA 				
NV56 - NUOVO CALVACAVIA DI SVINCOLO CASELLO VERONA EST CAVALCAVIA RELAZIONE DI CALCOLO IMPALCATO	Progetto IN17	Lotto 10	Codifica Documento Y12 CL NV 56 0 0 001	Rev. A	Foglio 4 di 104	

1 PREMESSA

Il presente documento è stato redatto in seguito al recepimento del quadro prescrittivo a seguito dell'approvazione del Progetto Definitivo da parte del Cipe con Delibera n.84 del 22.12.2017, in particolare è stata recepita le Prescrizioni n. 51, 52, 53, 54, 55, 56, 57 vedi Allegato 1.

Il presente documento inoltre si riferisce all'intero 1° Lotto Funzionale Verona-Bivio Vicenza ricompreso tra le progressive pk. 0+000 e pk. 44+250.

Il suddetto Lotto Funzionale Verona-Bivio Vicenza, fino alla pk. 44+250, è costituito dall'unione dei sublotti: il primo (SL01) da Verona (pk. 0+000) a Montebello Vicentino (pk. 32+525) a Bivio Vicenza (pk. 44+250) al fine di consentire l'innesto della linea AV/AC sulla linea storica esistente.

1.1 OGGETTO

La presente relazione ha per oggetto la verifica strutturale delle opere previste per la realizzazione del Cavalcavia di svincolo verona est, nell'ambito della progettazione definitiva del collegamento ferroviario della linea AV/AC Verona – Padova, relativo al 1° Sub-lotto Montebello Vicentino - Vicenza.

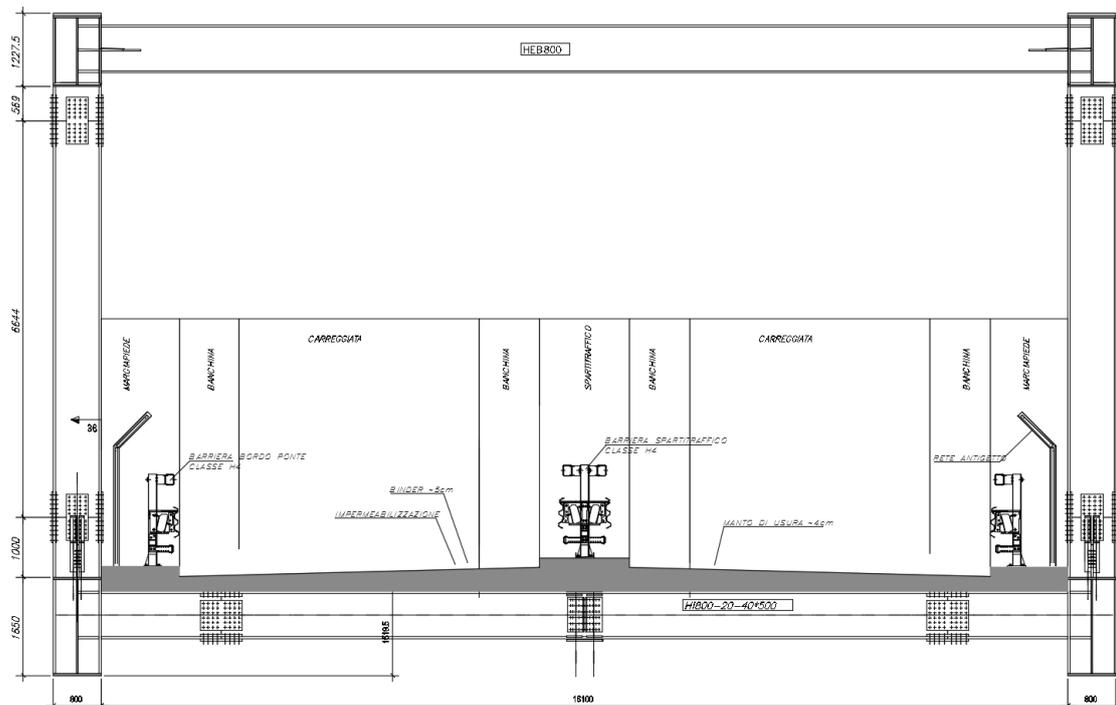
GENERAL CONTRACTOR 	ALTA SORVEGLIANZA 				
NV56 - NUOVO CALVACAVIA DI SVINCOLO CASELLO VERONA EST CAVALCAVIA RELAZIONE DI CALCOLO IMPALCATO	Progetto IN17	Lotto 10	Codifica Documento Y12 CL NV 56 0 0 001	Rev. A	Foglio 5 di 104

2 DESCRIZIONE DELLE OPERE

L'impalcato ha una luce di 60 m è costituito da 2 archi reticolari metallici collegati tra di loro tramite controventi (posizionati sull'arco superiore), traversi (posizionati sulla trave inferiore) e dal getto di completamento in opera della soletta in c.a.

Le travi sono in composizione saldata, divise per conci poi saldati in opera. L'assemblamento dei traversi è garantito tramite collegamento bullonato con giunto e coprigiunto.

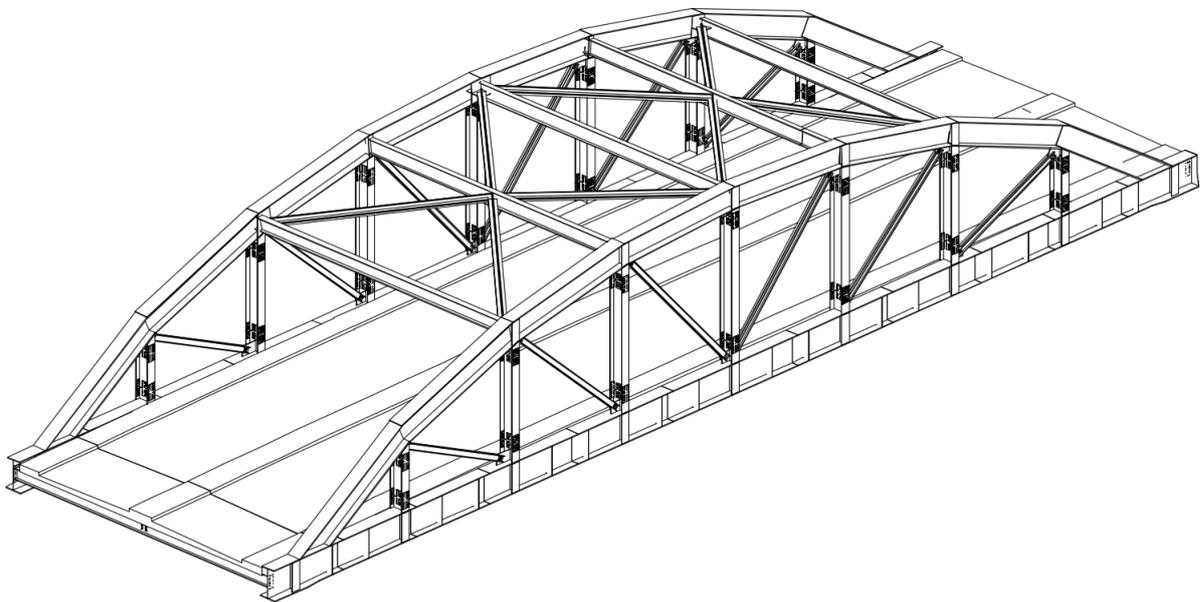
La soletta in c.a. ha uno spessore che varia tra i 25cm a 40cm, ed è prevista gettata su predelle tralicciate di spessore 5 cm.



Il sistema di connessione tra i trasversi e la soletta è costituito da pioli tipo Nelson disposti ad interasse di 15 cm lungo tutta luce dei trasversi, che sono disposti perpendicolari alle travi principali e lunghi 14 m.

L'impalcato è vincolato alle sottostrutture mediante isolatori elastomerici sulle spalle A e B. Di seguito si ripota nella figura il solo impalcato metallico.

3d



GENERAL CONTRACTOR 	ALTA SORVEGLIANZA 				
NV56 - NUOVO CALVACAVIA DI SVINCOLO CASELLO VERONA EST CAVALCAVIA RELAZIONE DI CALCOLO IMPALCATO	Progetto IN17	Lotto 10	Codifica Documento Y12 CL NV 56 0 0 001	Rev. A	Foglio 7 di 104

2.1 DATI GENERALI

Longitudine	11.09007
Latitudine	45.4111278
Altitudine media	40 m.s.l.m
Vita nominale dell'opera	Vn = 100 anni
Classe d'uso	III
Coefficiente d'uso	C _U = 1.5
Periodo di riferimento	V _R = 150 anni

GENERAL CONTRACTOR 	ALTA SORVEGLIANZA 				
NV56 - NUOVO CALVACAVIA DI SVINCOLO CASELLO VERONA EST CAVALCAVIA RELAZIONE DI CALCOLO IMPALCATO	Progetto IN17	Lotto 10	Codifica Documento Y12 CL NV 56 0 0 001	Rev. A	Foglio 8 di 104

3 ELABORATI DI RIFERIMENTO

CAVALCAVIA

I N 0 D 0 0 D I 2 R H N V 5 6 0 0 0 0 2	A	RELAZIONE TECNICA E DESCRITTIVA
I N 0 D 0 0 D I 2 C L N V 5 6 0 0 0 0 1	A	RELAZIONE DI CALCOLO IMPALCATO
I N 0 D 0 0 D I 2 C L N V 5 6 0 0 0 0 3	A	RELAZIONEDI CALCOLO SPALLE E MURI
I N 0 D 0 0 D I 2 R B N V 5 6 0 0 0 0 2	A	RELAZIONE GEOTECNICA
I N 0 D 0 0 D I 2 P Z N V 5 6 0 0 0 0 1	A	PIANTA, PROSPETTO E SEZIONE TIPO
I N 0 D 0 0 D I 2 B B N V 5 6 0 0 0 0 1	A	CARPENTERIA SPALLA A
I N 0 D 0 0 D I 2 B B N V 5 6 0 0 0 0 2	A	CARPENTERIA SPALLA B
I N 0 D 0 0 D I 2 B Z N V 5 6 0 0 0 0 1	A	CARPENTERIA METALLICA
I N 0 D 0 0 D I 2 B Z N V 5 6 0 0 0 0 2	A	CARPENTERIE MURI
I N 0 D 0 0 D I 2 B Z N V 5 6 0 0 0 0 3	A	PARTICOLARI COSTRUTTIVI E DETTAGLI DI PIATTAFORMA
I N 0 D 0 0 D I 2 D Z N V 5 6 0 0 0 0 1	A	FASI COSTRUTTIVE
I N 0 D 0 0 D I 2 D Z N V 5 6 0 0 0 0 2	A	PIANTA FONDAZIONI E OPERE PROVVISORIALI

GENERAL CONTRACTOR 		ALTA SORVEGLIANZA 				
NV56 - NUOVO CALVACAVIA DI SVINCOLO CASELLO VERONA EST CAVALCAVIA RELAZIONE DI CALCOLO IMPALCATO	Progetto IN17	Lotto 10	Codifica Documento Y12 CL NV 56 0 0 001	Rev. A	Foglio 9 di 104	

4 NORMATIVE

Nell'esecuzione dei calcoli si fa riferimento alla legislazione vigente con particolare riferimento alle seguenti normative:

LEGGE n. 1086 05.11.1971

Norme per la disciplina delle opere in conglomerato cementizio armato, normale e precompresso e a struttura metallica.

LEGGE n. 64 02.02.1974

Provvedimenti per le costruzioni con particolare prescrizione per le zone sismiche.

DPR n. 301 20.10.2001

Testo unico in materia edilizia

Ministero dei LL.PP – D.M. 14.01.2008

Norme tecniche per le costruzioni.

Circolare 2 Febbraio 2009 n.617

Istruzioni per l'applicazione delle "Nuove norme tecniche per le costruzioni" di cui al D.M. 14 Gennaio 2008.

CNR – DT 207/2008

Istruzioni per la valutazione delle azioni e degli effetti del vento sulle costruzioni.

UNI EN 1993-1-1:2005

Progettazione delle strutture in acciaio – Parte 1-1: Regole generali e regole per gli edifici.

UNI EN 1993-2

Progettazione delle strutture in acciaio – Parte 2: Ponti in acciaio.

UNI EN 1992-2

Progettazione delle strutture di calcestruzzo – Parte 2: Ponti in calcestruzzo.

RFI DTC INC PO SP IFS 001 B

<p>GENERAL CONTRACTOR</p> 		<p>ALTA SORVEGLIANZA</p> 				
<p>NV56 - NUOVO CALVACAVIA DI SVINCOLO CASELLO VERONA EST CAVALCAVIA RELAZIONE DI CALCOLO IMPALCATO</p>	<p>Progetto IN17</p>	<p>Lotto 10</p>	<p>Codifica Documento Y12 CL NV 56 0 0 001</p>	<p>Rev. A</p>	<p>Foglio 10 di 104</p>	

Specifica per la progettazione e l'esecuzione dei ponti ferroviari e di altre opere minori sotto binario.

RFI DTC SI PS MA IFS 001 B

Manuale di progettazione delle opere civili. Parte II-sezione 2. Ponti e Strutture

GENERAL CONTRACTOR 		ALTA SORVEGLIANZA 			
NV56 - NUOVO CALVALCAVIA DI SVINCOLO CASELLO VERONA EST CAVALCAVIA RELAZIONE DI CALCOLO IMPALCATO	Progetto IN17	Lotto 10	Codifica Documento Y12 CL NV 56 0 0 001	Rev. A	Foglio 11 di 104

5 MATERIALI

5.1 CALCESTRUZZO

Soletta

Classe di resistenza	C32/40	
	XC4-	
Classe di esposizione	XF4	
Classe di consistenza	S4-S5	
Max Rapporto a/c	0.5	
Diametro max. Aggregato	25	mm
Modulo elastico $E_{cm} = 22000[f_{cm}/10]^{0.3}$	33346	N/mm ²
Resistenza media a traz. semplice $f_{ctm} = 0,30f_{ck}^{2/3}$	3.02	N/mm ²
Resistenza caratt. a traz. semplice $f_{ctk} = 0,7f_{ctm}$	2.12	N/mm ²
Resistenza di progetto a traz. semplice $f_{ctk}/1,5$	1.41	N/mm ²
Resistenza media a traz. per flessione $f_{cfm} = 1,2f_{ctm}$	3.63	N/mm ²
Resistenza caratt. a traz. Per flessione $f_{cfk} = 0,7f_{cfm}$	2.54	N/mm ²
Resistenza di calcolo a comp. $f_{cd} = \alpha_{cc}f_{cfk}/1,5$	18.13	N/mm ²
Tipo cemento	CEM III-V*	
Copriferro	45	mm

5.2 ACCIAIO

Armatura lenta

Tipo di acciaio	B450C
Resistenza caratteristica di snervamento f_{yk}	450 N/mm ²
Resistenza caratteristica di rottura f_{tk}	540 N/mm ²
Modulo Elastico	210000 N/mm ²

Carpenteria Metallica

GENERAL CONTRACTOR 	ALTA SORVEGLIANZA 				
NV56 - NUOVO CALVACAVIA DI SVINCOLO CASELLO VERONA EST CAVALCAVIA RELAZIONE DI CALCOLO IMPALCATO	Progetto IN17	Lotto 10	Codifica Documento Y12 CL NV 56 0 0 001	Rev. A	Foglio 12 di 104

Tipo di acciaio travi saldate	S355 K2 G1 W
Tipo di acciaio profili commerciali	S355 J2 G1 W
Resistenza caratteristica di snervamento f_{yk}	355 N/mm ²
Resistenza caratteristica di rottura f_{tk}	510 N/mm ²
Modulo Elastico	210000 N/mm ²

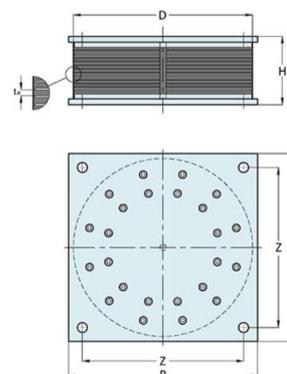
5.3 ISOLATORI

Per l'isolamento sismico dell'impalcato metallico si prevede l'utilizzo di n° 4 isolatori elastomerici.

Sono stati scelti isolatori elastomerici con piastre di ancoraggio rettangolari provviste di zanche per la connessione con il profilato metallico della trave.

Le caratteristiche geometriche sono riportate nella tabella sottostante.

Diametro D	800	mm
Altezza H	241	mm
Larghezza piastra rettangolare B	850	mm
Interasse fori ancoraggi Z	637.5	mm



GENERAL CONTRACTOR 	ALTA SORVEGLIANZA 				
NV56 - NUOVO CALVACAVIA DI SVINCOLO CASELLO VERONA EST CAVALCAVIA RELAZIONE DI CALCOLO IMPALCATO	Progetto IN17	Lotto 10	Codifica Documento Y12 CL NV 56 0 0 001	Rev. A	Foglio 13 di 104

Le caratteristiche tecniche sono riportate nella tabella sottostante.

Rigidezza orizzontale K_r	4.19	kN/mm
Rigidezza verticale K_v	2000	kN/mm
Massima azione verticale SLU	10900	kN
Massima azione verticale Sismica	10900	kN
Massimo spostamento orizzontale	200	mm

GENERAL CONTRACTOR 	ALTA SORVEGLIANZA 				
NV56 - NUOVO CALVACAVIA DI SVINCOLO CASELLO VERONA EST CAVALCAVIA RELAZIONE DI CALCOLO IMPALCATO	Progetto IN17	Lotto 10	Codifica Documento Y12 CL NV 56 0 0 001	Rev. A	Foglio 14 di 104

6 ANALISI DEI CARICHI

Di seguito si riporta l'analisi dei carichi presi in considerazione per la struttura in esame.

6.1 PERMANENTI STRUTTURALI

La valutazione dei carichi permanenti strutturali in acciaio è condotta mediante l'ausilio del software di calcolo impostando come densità del materiale $\rho=7850+10\%$ kg/m³, in modo da poter tenere in conto anche del peso dovuto alla presenza dei giunti, fazzoletti, bulloni.

L'effetto di tali carichi sarà indicato nel seguito con G_s .

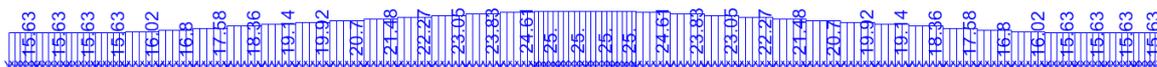
Il peso proprio della soletta è invece valutato come carico uniformemente distribuito sulle travi calcolate in base all'area di influenza della singola trave, considerando il momento torcente dovuto allo sbalzo della soletta sulle travi di bordo.

Peso del getto della soletta gravante sui trasversi

Spessore medio	0.315 m
Area soletta	$63.0 \times 16.9 = 1064.7 \text{ m}^2$
Peso soletta	$1064.7 \times 0.315 \times 25 = 8384.5 \text{ kN}$

Il peso distribuito della soletta sui trasversi viene disposto triangolarmente in modo da cogliere l'effettiva disposizione del carico:

Trasverso campata:



GENERAL CONTRACTOR 	ALTA SORVEGLIANZA 					
NV56 - NUOVO CALVACAVIA DI SVINCOLO CASELLO VERONA EST CAVALCAVIA RELAZIONE DI CALCOLO IMPALCATO	<table border="1"> <tr> <td data-bbox="837 235 965 286">Progetto IN17</td> <td data-bbox="965 235 1061 286">Lotto 10</td> <td data-bbox="1061 235 1348 286">Codifica Documento Y12 CL NV 56 0 0 001</td> <td data-bbox="1348 235 1428 286">Rev. A</td> <td data-bbox="1428 235 1541 286">Foglio 16 di 104</td> </tr> </table>	Progetto IN17	Lotto 10	Codifica Documento Y12 CL NV 56 0 0 001	Rev. A	Foglio 16 di 104
Progetto IN17	Lotto 10	Codifica Documento Y12 CL NV 56 0 0 001	Rev. A	Foglio 16 di 104		

	N°	Larghezza	Spessore	Area	Densità	Carico
	-	m	m	m ²	kN/(m ³ ,m ²)	kN/m
Cordolo centrale	1	1.5	0.21	0.32	25.00	7.875
Cordolo laterale	2	1.3	0.21	0.4	25.00	6.82x2
Sicurvia	4					1.50x4
Barriera	2					1.50x2
Pavimentazione stradale	2	6.00			3.00	18.0x2
Massetto	2	6.00	0,05		20.00	6.0x2
Impianti	2					1.00x2
					Totale =	80.52

L'effetto di tali carichi sarà indicato nel seguito con G_p . Questi saranno applicati al modello come carichi sulla soletta in calcestruzzo.

GENERAL CONTRACTOR 	ALTA SORVEGLIANZA 				
NV56 - NUOVO CALVACAVIA DI SVINCOLO CASELLO VERONA EST CAVALCAVIA RELAZIONE DI CALCOLO IMPALCATO	Progetto IN17	Lotto 10	Codifica Documento Y12 CL NV 56 0 0 001	Rev. A	Foglio 17 di 104

6.3 VENTO

L'azione del vento agente sulla struttura in direzione trasversale è valutata secondo quanto previsto in NTC 2008. In favore di sicurezza si considera anche l'azione del vento nella direzione orizzontale, verticale ed il suo conseguente effetto torcente.

Zona	1	Tab.3.3.I
a_s	40	m

Da Tab. 3.3.I		
v_{b0}	a_0	k_a
m/s	m	1/s
25	1000	0,01

T_R
100

v_b	25,98	m/s	(3.3.1) Par. 3.3.2
q_b	421,88	N/m ²	(3.3.4) Par. 3.3.6

Cl. Rugosità	C	Tab. 3.3.III
Cat. Expo	II	Fig. 3.3.2

Tab. 3.3.II		
k_r	z_0	z_{min}
-	m	m
0,19	0,05	4

z	10	m
-----	----	---

C_t	1	3.3.7
C_e	2,35	(3.3.5)
C_p	1	3.3.4
C_d	1	3.3.8

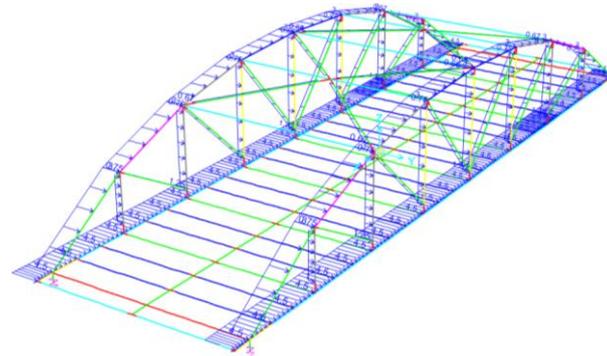
Pressione cinetica del vento (3.3.2) Par. 3.3.4		
	N/m ²	kN/m ²
p	992,39	0,99

Vento Y:

Per l'azione orizzontale da vento in direzione trasversale all'impalcato sono stati considerati 2,5 kN/m² agenti su tutte le membrature del ponte: arco, trave principale, montanti, pendini e controventi.

Nella figura seguente si mostra il modello dell'impalcato con i carichi orizzontali da vento applicati sui frame

GENERAL CONTRACTOR 	ALTA SORVEGLIANZA 				
NV56 - NUOVO CALVACAVIA DI SVINCOLO CASELLO VERONA EST CAVALCAVIA RELAZIONE DI CALCOLO IMPALCATO	Progetto IN17	Lotto 10	Codifica Documento Y12 CL NV 56 0 0 001	Rev. A	Foglio 18 di 104



E' stato inoltre considerato il contributo del vento orizzontale in condizione di "ponte carico" utilizzando una sagoma del veicolo avente altezza 3 metri. Il taglio ed il momento dato da questi sono ripartiti sulla soletta

Vento Z:

Per l'azione del vento in direzione z si è considerata una pressione sulla soletta pari a 1 kN/m² ed una coppia di forze applicata sulle 2 travi principali che genera un momento torcente pari a:

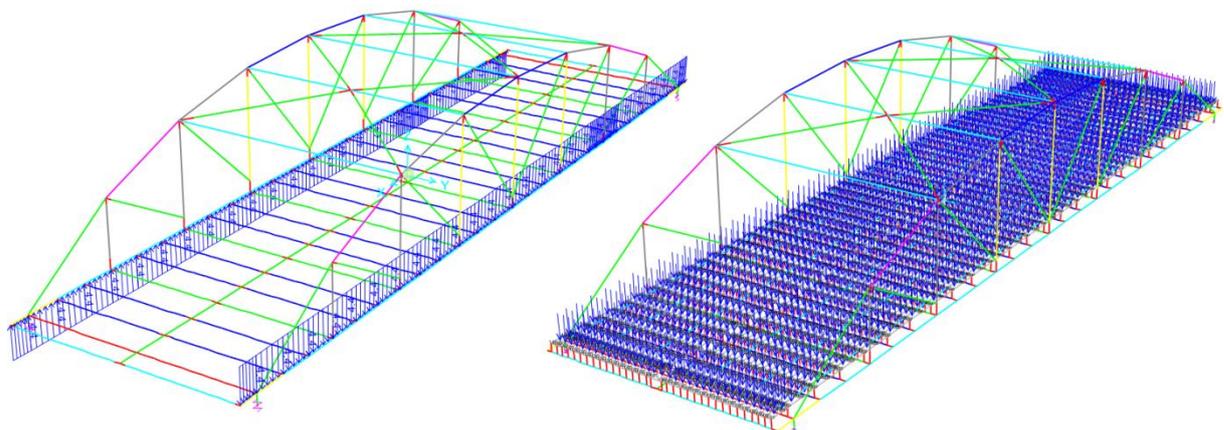
$$M_t = F_{tot} \cdot b/4$$

Con:

F_{tot} = forza totale del vento in direzione z

b = larghezza impalcato

Nella figura seguente si mostrano i carichi del vento in direzione z caricati sul modello, rispettivamente momento torcente e pressione unitaria sulla soletta.



<p>GENERAL CONTRACTOR</p>  <p>Consorzio IricAV Due</p>	<p>ALTA SORVEGLIANZA</p>  <p>ITALFERR GRUPPO FERROVIE DELLO STATO ITALIANE</p>				
<p>NV56 - NUOVO CALVACAVIA DI SVINCOLO CASELLO VERONA EST CAVALCAVIA RELAZIONE DI CALCOLO IMPALCATO</p>	<p>Progetto IN17</p>	<p>Lotto 10</p>	<p>Codifica Documento Y12 CL NV 56 0 0 001</p>	<p>Rev. A</p>	<p>Foglio 19 di 104</p>

GENERAL CONTRACTOR 		ALTA SORVEGLIANZA 				
NV56 - NUOVO CALVACAVIA DI SVINCOLO CASELLO VERONA EST CAVALCAVIA RELAZIONE DI CALCOLO IMPALCATO	Progetto IN17	Lotto 10	Codifica Documento Y12 CL NV 56 0 0 001	Rev. A	Foglio 20 di 104	

6.4 TEMPERATURA

Gli effetti termici sono suddivisi in una variazione uniforme di temperatura agente su tutti gli elementi strutturali ed una gradiente termico.

- **Variazione di temperatura uniforme**

Il valore di delta termico è:

$$\Delta T = \pm 20 \text{ }^{\circ}\text{C}$$

- **Gradiente termico**

Secondo quanto prescritto dalla normativa vigente si considera anche un gradiente termico agente tra estradosso e intradosso dell'impalcato pari a $\pm 5 \text{ }^{\circ}\text{C}$.

In questo caso si introduce una variazione di temperatura uniforme agente esclusivamente nella soletta.

Tali effetti sono indicati con T_{unif} e T_{grad} , rispettivamente. L'effetto globale della temperatura sarà invece indicato genericamente con T .

GENERAL CONTRACTOR 	ALTA SORVEGLIANZA 				
NV56 - NUOVO CALVALCAVIA DI SVINCOLO CASELLO VERONA EST CAVALCAVIA RELAZIONE DI CALCOLO IMPALCATO	Progetto IN17	Lotto 10	Codifica Documento Y12 CL NV 56 0 0 001	Rev. A	Foglio 21 di 104

6.5 AZIONE SISMICA

L'analisi dell'azione sismica è condotta mediante l'ausilio degli spettri di risposta calcolati secondo la normativa NTC 2008.

Si riportano gli spettri di progetto SLV e SLC adottati per la struttura e per gli appoggi rispettivamente.

STATO LIMITE	T_R [anni]	a_g [g]	F_o [-]	T_C^* [s]
SLO	90	0.072	2.489	0.261
SLD	151	0.093	2.432	0.266
SLV	1424	0.227	2.435	0.284
SLC	2475	0.278	2.379	0.290

Parametri indipendenti

STATO LIMITE	SLV
a_g	0.227 g
F_o	2.435
T_C	0.284 s
S_s	1.368
C_C	1.591
S_T	1.000
q	1.000

Parametri indipendenti

STATO LIMITE	SLC
a_g	0.278 g
F_o	2.379
T_C	0.290 s
S_s	1.303
C_C	1.579
S_T	1.000
q	1.000

Parametri dipendenti

S	1.368
η	1.000
T_B	0.151 s
T_C	0.452 s
T_D	2.508 s

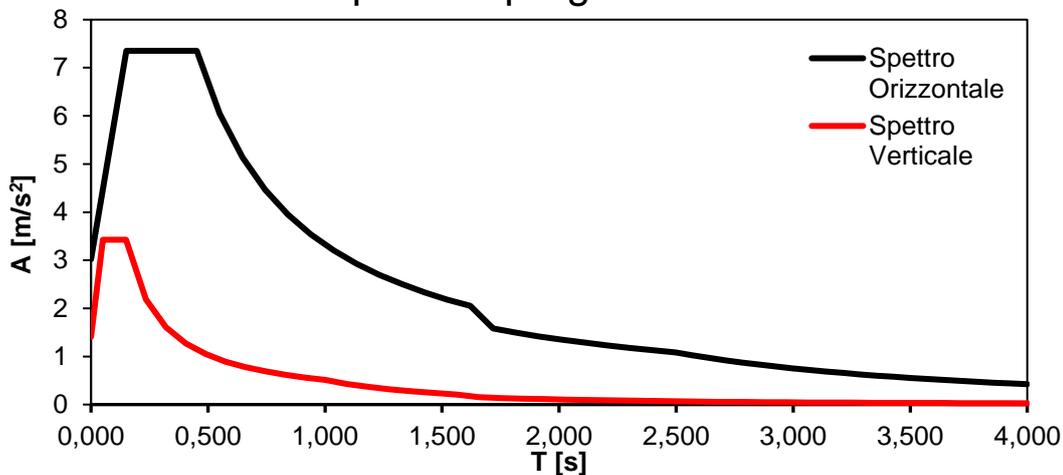
Parametri dipendenti

S	1.303
η	1.000
T_B	0.153 s
T_C	0.459 s
T_D	2.714 s

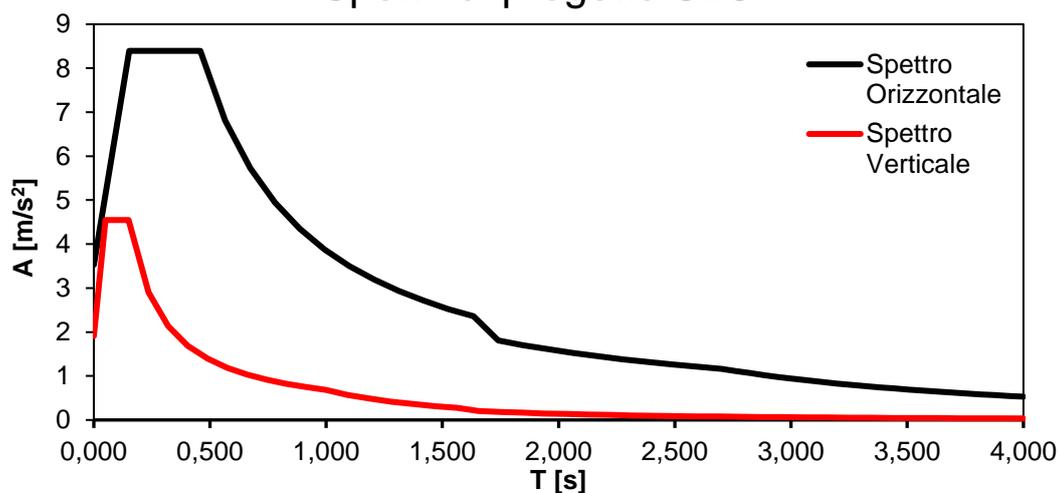
L'impalcato è isolato mediante l'uso di isolatori elastomerici con miscela normale, lo smorzamento da associare è pari a $\xi = 10\%$. Il cambio di valore del coefficiente di smorzamento si traduce in un salto nel grafico dello spettro in accelerazione in corrispondenza di un valore di periodo pari a $0,8 T_{is}$, così come indicato al par. 7.10.5.3.2 delle NTC2008.

Le verifiche degli isolatori vengono effettuate allo SLC con fattore di struttura $q=1$, mentre le verifiche della sovrastruttura e della sottostruttura sono state eseguite allo SLV con $q=1$.

Spettri di progetto SLV



Spettri di progetto SLC



L'azione sismica sarà quindi considerata agente separatamente nella direzione degli assi del sistema di riferimento X,Y,Z.

Lo spettro orizzontale è adottato per valutare l'azione sismica nel piano orizzontale (Ex, Ey), mentre lo spettro verticale per l'analisi dell'azione sismica lungo Z (Ez).

GENERAL CONTRACTOR 	ALTA SORVEGLIANZA 				
NV56 - NUOVO CALVACAVIA DI SVINCOLO CASELLO VERONA EST CAVALCAVIA RELAZIONE DI CALCOLO IMPALCATO	Progetto IN17	Lotto 10	Codifica Documento Y12 CL NV 56 0 0 001	Rev. A	Foglio 23 di 104

6.6 AZIONE DA TRAFFICO – CARICHI VERTICALI

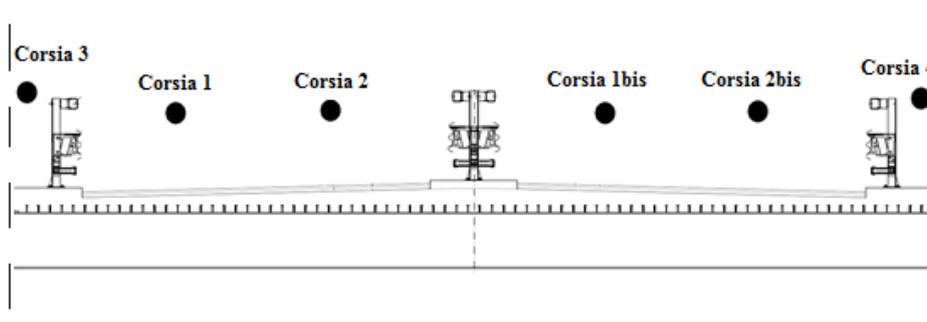
L'azione del traffico è valutata secondo quanto prescritto da NTC2008.

Si sottolinea che essendo il ponte diviso da una barriera di sicurezza fissa, ciascuna parte, incluse le banchine, è autonomamente divisa in corsie convenzionali. Pertanto si farà riferimento alle corsie 1,2 e 1bis, 2bis per intendere che saranno entrambe convenzionalmente caricate come Corsia n.1 e Corsia n.2 da NTC2008 p.to 5.1.3.3.5

Le corsie adibite al transito dei modelli di carico sono definite di seguito:

Larghezza carreggiata, w	12	m
Numero corsie, n_1	4	
Larghezza corsia, w_1	3.0	m
Area rimanente	0.0	m

		Larghezza	Eccentricità
		m	m
Corsia 1	L1	3	+5.25
Corsia 2	L2	3	+2.25
Corsia 1bis	L3	3	-2.25
Corsia 2bis	L4	3	-5.25
Corsia 3	L5	0.6	+7.65
Corsia 4	L6	0.6	-7.65



Gli schemi di carico adottati sono identificati dalla normativa, nello specifico si considerando lo schema 1, 2 e 5. I valori caratteristici adottati sono quelli indicati in normativa, in particolare, riguardo lo schema 1 si sono considerati i valori relativi a ponti di prima categoria.

6.7 AZIONE DA TRAFFICO – CARICHI ORIZZONTALI

GENERAL CONTRACTOR 		ALTA SORVEGLIANZA 				
NV56 - NUOVO CALVACAVIA DI SVINCOLO CASELLO VERONA EST CAVALCAVIA RELAZIONE DI CALCOLO IMPALCATO	Progetto IN17	Lotto 10	Codifica Documento Y12 CL NV 56 0 0 001	Rev. A	Foglio 24 di 104	

Gli effetti delle azioni orizzontali dovuti al traffico sono determinati dalle azioni di frenatura e dalla forza centrifuga conseguente all'andamento non rettilineo del tracciato.

6.7.1 ACCELERAZIONE / FRENATURA

Il valore caratteristico di questa azione è definita dalla formula seguente:

$$144 \text{ kN} \leq q_3 = 0,6 \cdot (2Q_{1k}) + 0,10q_{1k} \cdot w_1 \cdot L \leq 900 \text{ kN}$$

L 63x2 m

q₃ 530x2 kN < 900x2 = 530x2 kN

Tali azioni sono applicate alla quota del piano ferro pertanto trasmettono all'impalcato non solo un carico distribuito ma anche un momento. Questi sono applicati ai nodi della soletta in corrispondenza delle corsie di carico.

GENERAL CONTRACTOR 		ALTA SORVEGLIANZA 				
NV56 - NUOVO CALVACAVIA DI SVINCOLO CASELLO VERONA EST CAVALCAVIA RELAZIONE DI CALCOLO IMPALCATO	Progetto IN17	Lotto 10	Codifica Documento Y12 CL NV 56 0 0 001	Rev. A	Foglio 25 di 104	

6.8 AZIONE ACCIDENTALE – URTO

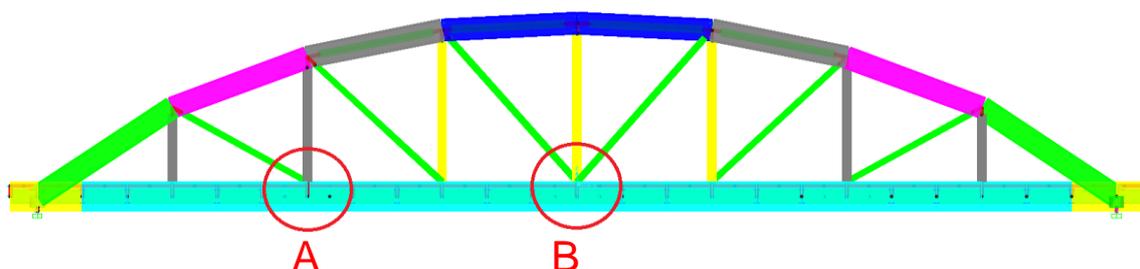
Per la verifica locale della soletta lungo la direzione trasversale, è stata prevista come condizione eccezionale, l'urto di un veicolo in svio. La condizione di carico fa riferimento al capitolo 3.6.3.3.2 dove viene prescritto che "In assenza di specifiche prescrizioni, nel progetto strutturale dei ponti si può tener conto delle forze causate dalle collisioni accidentali sugli elementi di sicurezza attraverso una forza orizzontale equivalente di collisione di 100 kN. Essa deve essere considerata agente trasversalmente ed orizzontalmente 100 mm sotto la sommità dell'elemento o 1,0 m sopra il livello del piano di marcia, a seconda di quale valore sia il più piccolo. Questa forza deve essere applicata su una linea lunga 0,5 m."

GENERAL CONTRACTOR 	ALTA SORVEGLIANZA 				
NV56 - NUOVO CALVACAVIA DI SVINCOLO CASELLO VERONA EST CAVALCAVIA RELAZIONE DI CALCOLO IMPALCATO	Progetto IN17	Lotto 10	Codifica Documento Y12 CL NV 56 0 0 001	Rev. A	Foglio 26 di 104

6.9 AZIONE ECCEZIONALE – ROTTURA DEI PENDINI

Si è considerata come azione eccezionale la possibile rottura di alcuni pendini dovuta ad un urto sugli stessi di un veicolo.

In figura sono mostrate le due differenti configurazioni di rottura.



La combinazione utilizzata per questa verifica è la condizione eccezionale (NTC08 p.to 2.5.6), dove con il termine A_d si è considerato il carico unitario da traffico unito alla diversa configurazione strutturale della struttura.

6.10 AZIONE A LUNGO TERMINE

Si considerano come effetti a lungo termine le azioni dovute al ritiro e alla viscosità del calcestruzzo in soletta. I due stati di sollecitazione sono stati valutati in maniera diversa, in quanto il primo è stato assegnato al modello di calcolo con un delta termico equivalente, mentre il secondo con un abbattimento del modulo elastico del calcestruzzo.

GENERAL CONTRACTOR 	ALTA SORVEGLIANZA 				
NV56 - NUOVO CALVACAVIA DI SVINCOLO CASELLO VERONA EST CAVALCAVIA RELAZIONE DI CALCOLO IMPALCATO	Progetto IN17	Lotto 10	Codifica Documento Y12 CL NV 56 0 0 001	Rev. A	Foglio 27 di 104

6.10.1 RITIRO

Il ritiro del calcestruzzo è stato considerato lungo tutta la lunghezza dell'impalcato a favore di sicurezza poiché si prevedono dei giunti di dilatazione sull'impalcato.

Dati di input:

Età in giorni al momento considerato	t =	10000000.00	gg
Età in giorni dall'inizio dell'essiccamento (fine maturazione)	t _s =	0	gg
Umidità relativa in percentuale	RH =	60	%

Ritiro per essiccamento, ε_{cd}

Parametri e calcolo:

Dimensione fittizia dell'elemento	h ₀ =	442.3	mm
Coefficiente	$\beta_{ds}(t, t_s) = (t - t_s) / [(t - t_s) + 0.04 * (h_0^3)^{0.5}] =$	1.0	
Coefficiente che dipende da h ₀	K _h =	0.715	
Resistenza media del cls	f _{cm} =	40	Mpa
Resistenza di riferimento	f _{cm 0} =	10	Mpa
Coefficienti dipendenti dal tipo di cls	α _{ds1} =	4	
	α _{ds2} =	0.12	
Coefficiente dipendente dall'umidità relativa	β _{RH} =	1.22	
Deformazione di base dovuta al ritiro per essiccamento	ε _{cd0} =	0.00042184	
Deformazione totale da ritiro	ε_{cd(t)} = β_{ds(t, t_s)} * k_h * ε_{cd0} =	0.00030136	

Dove:

$$\varepsilon_{cd0} = 0.85 * [(220 + 110 * \alpha_{ds1}) * e^{(-\alpha_{ds2} * (f_{cm}/10))] * 10^{(-6)} * \beta_{RH}$$

$$b_{RH} = 1.55 [1 - (RH/100)^3]$$

Ritiro autogeno, $\varepsilon_{ca}(t)$

GENERAL CONTRACTOR 		ALTA SORVEGLIANZA 				
NV56 - NUOVO CALVACAVIA DI SVINCOLO CASELLO VERONA EST CAVALCAVIA RELAZIONE DI CALCOLO IMPALCATO	Progetto IN17	Lotto 10	Codifica Documento Y12 CL NV 56 0 0 001	Rev. A	Foglio 28 di 104	

Parametri e calcolo:

Coefficiente per il calcolo ritiro autogeno	$\beta_{sa}(t) = 1 - e^{(-0.2 \cdot t^{0.5})} =$	1
Deformazione da ritiro al tempo t	$\varepsilon_{ca}(t) = \beta_{as}(t) \cdot \varepsilon_{ca}(\infty) =$	0.000055
Deformazione da ritiro autogeno a tempo infinito	$\varepsilon_{ca}(\infty) = 2.5 \cdot (f_{ck} - 10) \cdot 10^{-6} =$	0.000055
Ritiro totale	$\varepsilon_{cs}(t) = \varepsilon_{cd} + \varepsilon_{ca} =$	0.00035636

GENERAL CONTRACTOR 		ALTA SORVEGLIANZA 				
NV56 - NUOVO CALVACAVIA DI SVINCOLO CASELLO VERONA EST CAVALCAVIA RELAZIONE DI CALCOLO IMPALCATO	Progetto IN17	Lotto 10	Codifica Documento Y12 CL NV 56 0 0 001	Rev. A	Foglio 29 di 104	

6.10.2 VISCOSITÀ

Dati di input:

Resistenza caratteristica cilindrica del cls	$f_{ck} =$	32 Mpa
Età cls in giorni	$t =$	10000000 gg
Età cls al momento dell'applicazione del carico (giorni)	$t_0 =$	3.4 gg
Umidità relativa in percentuale	$RH =$	60 %

Parametri e calcolo:

Classe del cls utilizzato		<input type="text" value="Classe N"/>
Coeff che tiene conto dell'umidità relativa	$\varphi_{RH} =$	1.47
Area della sezione trasversale di calcestruzzo	$A_c =$	3870000 mm ²
Perimetro della parte di sezione trasversale esposta all'aria	$u =$	17500 mm
Dimensione fittizia dell'elemento	$h_0 =$	442.285714 mm
Resistenza media del cls	$f_{cm} =$	40 Mpa
Coeff. effetto resistenza cls	$\beta(f_{cm}) = 16.8/(f_{cm}^{0.5}) =$	2.65631323
Età cls al momento dell'applicazione del carico corretta	$t'_0 =$	3 gg
Considerare gli effetti della temperatura?		<input type="text" value="NO"/>
Temperatura in gradi centigradi durante il periodo Δt_i	$T(\Delta t_i) =$	20 C°
Numero di giorni in cui risultava prevalente la T	$\Delta t_i =$	7 gg
Età cls al momento dell'applicazione del carico corretta con T°	$t_{0,T} =$	7 gg
Coefficienti che considerano la resistenza del cls	$\alpha_1 = (35/f_{cm})^{0.7} =$	0.91
	$\alpha_2 = (35/f_{cm})^{0.2} =$	0.97
	$\alpha_3 = (35/f_{cm})^{0.5} =$	0.94
Coeff dipendente da RH e h_0	$\beta_H =$	899.1
	$\beta_c(t, t_0) = [(t-t_0)/(\beta_H+t-t_0)]^{0.3} =$	1.00
Coeff per l'effetto dell'età del cls all'applicazione del carico	$\beta(t_0) =$	0.73
Coefficiente nominale di viscosità	$\varphi_0 = \varphi_{RH} * \beta(f_{cm}) * \beta(t_0) =$	2.83
Coefficiente di viscosità	$\varphi(t, t_0) = \varphi_0 * \beta_c(t, t_0) =$	2.83

<p>GENERAL CONTRACTOR</p>  <p>Consorzio IricAV Due</p>	<p>ALTA SORVEGLIANZA</p>  <p>ITALFERR GRUPPO FERROVIE DELLO STATO ITALIANE</p>				
<p>NV56 - NUOVO CALVACAVIA DI SVINCOLO CASELLO VERONA EST CAVALCAVIA RELAZIONE DI CALCOLO IMPALCATO</p>	<p>Progetto IN17</p>	<p>Lotto 10</p>	<p>Codifica Documento Y12 CL NV 56 0 0 001</p>	<p>Rev. A</p>	<p>Foglio 30 di 104</p>

GENERAL CONTRACTOR 		ALTA SORVEGLIANZA 			
NV56 - NUOVO CALVACAVIA DI SVINCOLO CASELLO VERONA EST CAVALCAVIA RELAZIONE DI CALCOLO IMPALCATO	Progetto IN17	Lotto 10	Codifica Documento Y12 CL NV 56 0 0 001	Rev. A	Foglio 31 di 104

7 COMBINAZIONE DELLE AZIONI

Le azioni considerate sono di seguito riassunte:

Carichi permanenti	$G = G_s + G_p$
Temperatura	T
Vento	V
Sisma	E (Ex, Ey, Ez)
Carico verticale LM1	LM1
Carico verticale LM2	LM2
Marciapiedi	LM5
Frenatura/Accelerazione	FREN
Carichi eccezionali	URTO

GENERAL CONTRACTOR 		ALTA SORVEGLIANZA 				
NV56 - NUOVO CALVACAVIA DI SVINCOLO CASELLO VERONA EST CAVALCAVIA RELAZIONE DI CALCOLO IMPALCATO		Progetto IN17	Lotto 10	Codifica Documento Y12 CL NV 56 0 0 001	Rev. A	Foglio 32 di 104

7.1 GRUPPI DI CARICO

L'azione da traffico deve considerare la concomitanza dei diversi schemi di carico ed effetti associati, a tal fine si introducono i seguenti gruppi:

		LM1	LM2	LM5	FREN
Gr1	Gr11	Corsia 1, 2, 1bis, 2bis		Corsia 3, 4	
	Gr12		Corsia 1,1bis	Corsia 3, 4	
Gr2	Gr21	Corsia 1, 2, 1bis, 2bis		Corsia 3, 4	Corsia 1, 1bis
Gr4	Gr4			Corsia 1, 2,1 bis, 2bis,3,4	

Le singole azioni dei gruppi Gr1, Gr2 e Gr4, sono combinate all'interno dei sottogruppi secondo i coefficienti della tabella sottostante:

Tabella 5.1.IV – Valori caratteristici delle azioni dovute al traffico

Gruppo di azioni	Carichi sulla carreggiata					Carichi su marciapiedi e piste ciclabili
	Carichi verticali			Carichi orizzontali		Carichi verticali
	Modello principale (Schemi di carico 1, 2, 3, 4, 6)	Veicoli speciali	Folla (Schema di carico 5)	Frenatura q_3	Forza centrifuga q_4	Carico uniformemente distribuito
1	Valore caratteristico					Schema di carico 5 con valore di combinazione $2,5 \text{ kN/m}^2$
2 a	Valore frequente			Valore caratteristico		
2 b	Valore frequente				Valore caratteristico	
3 (*)						Schema di carico 5 con valore caratteristico $5,0 \text{ kN/m}^2$
4 (**)			Schema di carico 5 con valore caratteristico $5,0 \text{ kN/m}^2$			Schema di carico 5 con valore caratteristico $5,0 \text{ kN/m}^2$

L'effetto globale dei gruppi così definiti sarà indicato con "Traff-Inv".

GENERAL CONTRACTOR 	ALTA SORVEGLIANZA 				
NV56 - NUOVO CALVACAVIA DI SVINCOLO CASELLO VERONA EST CAVALCAVIA RELAZIONE DI CALCOLO IMPALCATO	Progetto IN17	Lotto 10	Codifica Documento Y12 CL NV 56 0 0 001	Rev. A	Foglio 33 di 104

7.2 COMBINAZIONI

Combinazioni allo stato limite ultimo SLU

	G	Traff-Inv	T	V	Ex	Ey	Ez	COLL
SLU-TRAFF	1.35	1.35	0.9	0.9	0	0	0	0
SLU-TEMP	1.35	1.35*	1.5	0.9	0	0	0	0
SLU-VENTO	1.35	1.35*	0.9	1.5	0	0	0	0
SLU-Sx	1	0	0.5	0	1	0.3	0.3	0
SLU-Sy	1	0	0.5	0	0.3	1	0.3	0
SLU-Sz	1	0	0.5	0	0.3	0.3	1	0
SLU-COLL	1	0	0.5	0	0	0	0	1

Le precedenti combinazioni si valutano sia a breve che a lungo termine, incorporando gli effetti dovuti al ritiro e alla viscosità della soletta.

Combinazioni allo stato limite di esercizio SLE

	G	Traff-Inv	T	V
SLE-CAR-1	1	1	0.6	0.6
SLE-CAR-2	1	1	1	0.6
SLE-CAR-3	1	1	0.6	1
SLE-QP	1	0	0.5	0

*I valori utilizzati nelle tabelle si riferiscono all'involuppo dato dai gruppi di carico da traffico già combinati con i coefficienti ψ_0 .

GENERAL CONTRACTOR 	ALTA SORVEGLIANZA 				
NV56 - NUOVO CALVACAVIA DI SVINCOLO CASELLO VERONA EST CAVALCAVIA RELAZIONE DI CALCOLO IMPALCATO	Progetto IN17	Lotto 10	Codifica Documento Y12 CL NV 56 0 0 001	Rev. A	Foglio 34 di 104

8 MODELLO DI CALCOLO

Il calcolo è stato eseguito attraverso l'impiego del software Sap2000 v19.2.

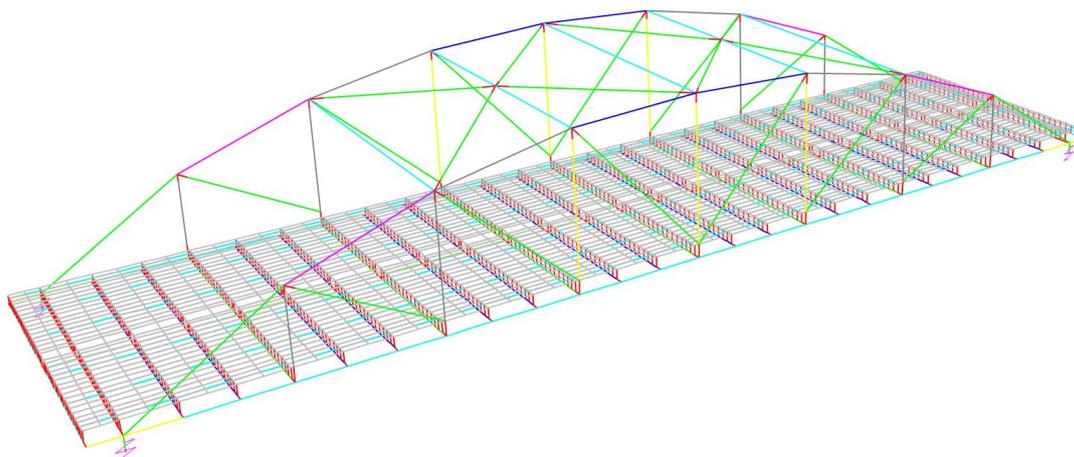
La struttura è rappresentata tridimensionalmente considerando tutti gli elementi strutturali con la loro effettiva geometria ed eccentricità.

Il comportamento a piastra della soletta di calcestruzzo è stato considerato con degli elementi shell thin mentre le travi sono state schematizzate tramite elementi frame. La soletta è stata considerata esclusivamente per le verifiche di deformabilità della struttura, per le verifiche di fatica e per le verifiche di rottura del pendino. Le connessioni tra i nodi dei trasversi con quelli della soletta sono stati effettuate mediante link rigidi. Si è prestata attenzione a discretizzare gli elementi shell in corrispondenza dei punti in cui è prevista una discontinuità sia di carico che geometrica. Infine, per tener conto degli effetti a lungo termine dovuti alla viscosità, si è ridotto il modulo elastico del calcestruzzo per un fattore proporzionale al coefficiente di viscosità, ovvero $(1+\phi)$.

Le sezioni delle travi principali sono state modellate per conci ad altezza costante, dove l'altezza considerata è la minore delle 2 altezze del relativo tratto paraboloidale.

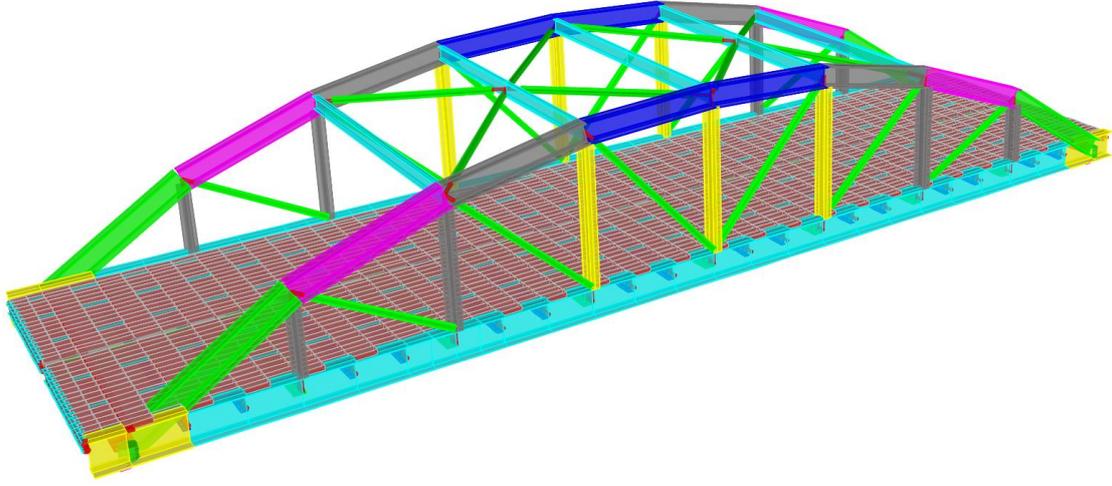
8.1 MODELLO EF

Vista 3D

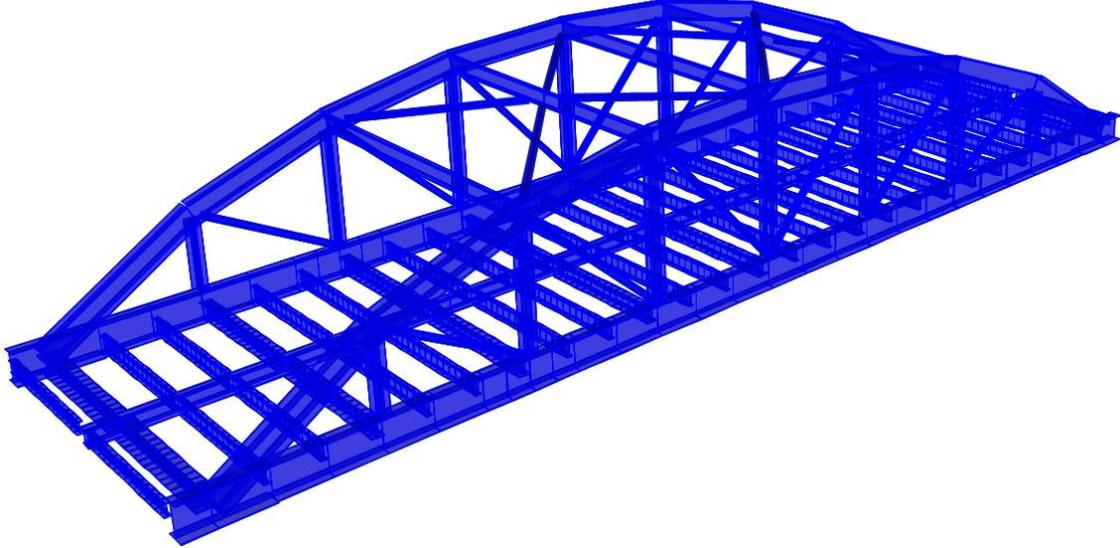


Le travi principali sono state opportunamente posizionate utilizzando *Assign > Frame > Insertion point* in maniera tale da considerare opportunamente l'eccentricità di ogni coniglio di trave.

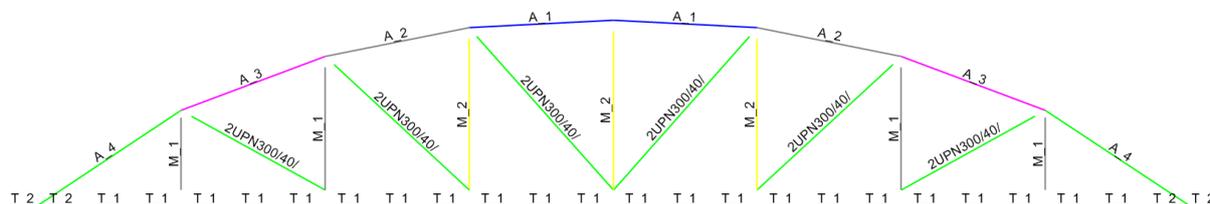
Vista estrusa



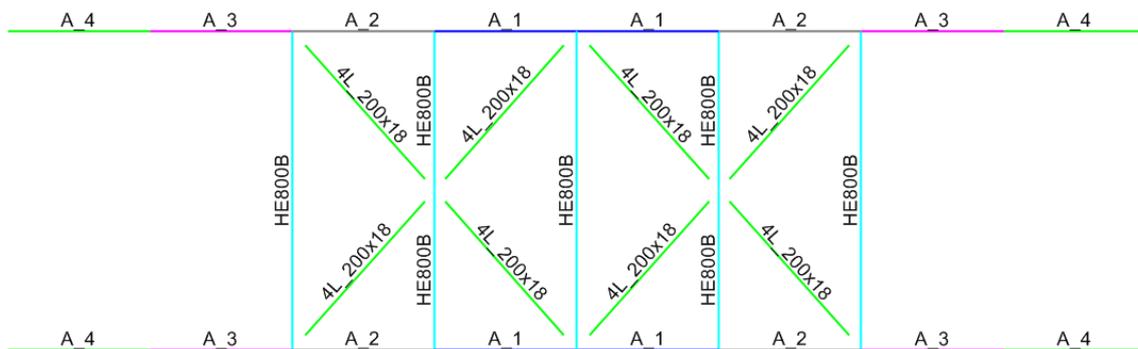
Vista struttura metallica



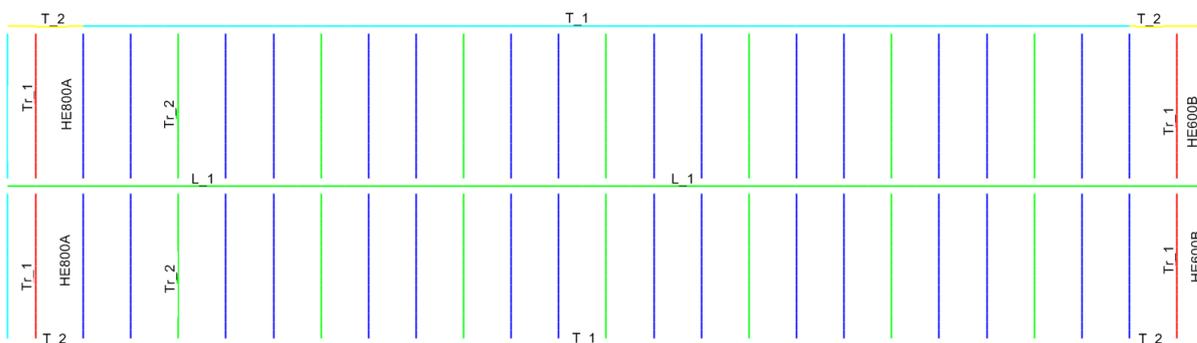
Prospetto longitudinale della trave principale:



Vista dall'alto dell'arco



Vista dall'alto delle travi e dei traversi



GENERAL CONTRACTOR 		ALTA SORVEGLIANZA 				
NV56 - NUOVO CALVACAVIA DI SVINCOLO CASELLO VERONA EST CAVALCAVIA RELAZIONE DI CALCOLO IMPALCATO	Progetto IN17	Lotto 10	Codifica Documento Y12 CL NV 56 0 0 001	Rev. A	Foglio 37 di 104	

8.2 SEZIONI ELEMENTI MONODIMENSIONALI

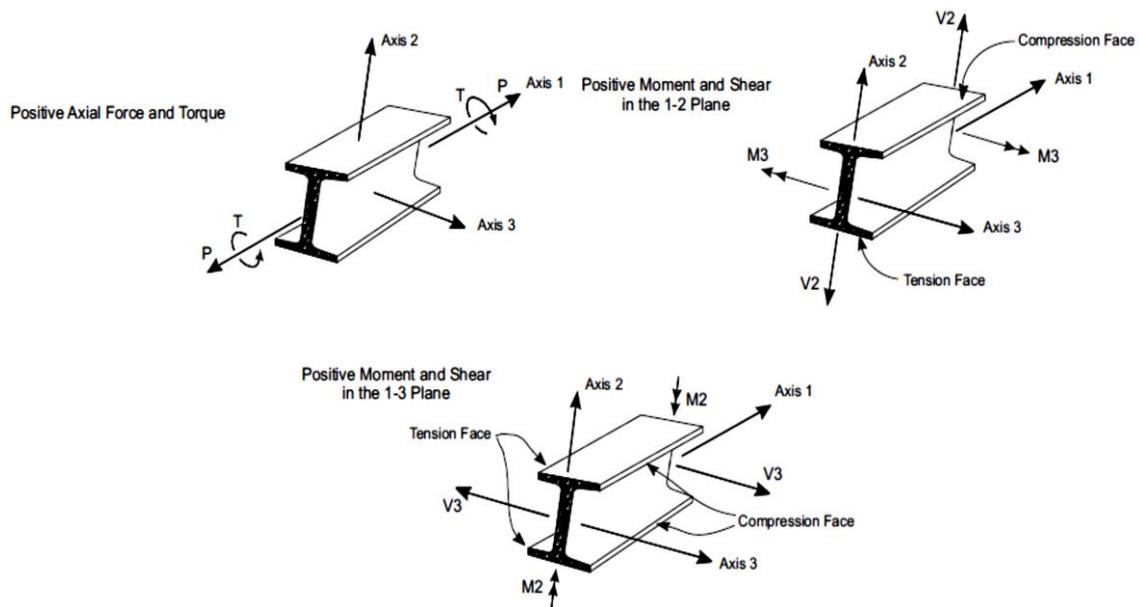
Di seguito si riportano le schede delle sezioni adottate per gli elementi monodimensionali, con le relative proprietà geometriche (dimensioni in m).

SectionName	t3	t2	tf	tw	t2b	tfb	Area	TorsConst	I33	I22
Text	m	m	m	m	m	m	m2	m4	m4	m4
Profili utilizzati per l'arco										
A_1	1.2	0.8	0.035	0.03	0.8	0.035	8.99E-02	3.20E-05	2.26E-02	2.99E-03
A_2	1.2	0.8	0.045	0.035	0.8	0.045	1.11E-01	6.20E-05	2.80E-02	3.84E-03
A_3	1.2	0.8	0.045	0.035	0.8	0.045	1.11E-01	6.20E-05	2.80E-02	3.84E-03
A_4	1.2	0.8	0.055	0.045	0.8	0.055	1.37E-01	1.17E-04	3.37E-02	4.70E-03
Profili utilizzati per trave principale										
T_1	1.65	0.8	0.03	0.02	0.8	0.03	7.98E-02	1.80E-05	3.82E-02	2.56E-03
T_2	1.65	0.8	0.035	0.02	1	0.035	9.46E-02	2.90E-05	4.73E-02	4.41E-03
Profili utilizzati per pendini e montanti										
M_1	0.8	0.5	0.035	0.02	0.5	0.035	4.96E-02	1.60E-05	5.77E-03	7.30E-04
M_2	0.8	0.5	0.03	0.015	0.5	0.03	4.11E-02	9.48E-06	4.96E-03	6.25E-04
2UPN300/40/	0.3	0.24	0.016	0.01			1.18E-02	7.25E-07	1.60E-04	3.60E-05
Profili utilizzato per l'impalcato										
L_1	0.8	0.6	0.04	0.02	0.6	0.04	6.24E-02	2.60E-05	7.56E-03	1.44E-03
Tr_1	0.8	0.9	0.06	0.03	0.9	0.06	1.28E-01	1.30E-04	1.56E-02	7.29E-03
Tr_2	0.8	0.6	0.04	0.02	0.6	0.04	6.24E-02	2.60E-05	7.56E-03	1.44E-03
HE800A	0.79	0.3	0.028	0.015	0.3	0.028	2.86E-02	6.09E-06	3.03E-03	1.26E-04
HE600B	0.6	0.3	0.03	0.0155	0.3	0.03	2.70E-02	6.77E-06	1.71E-03	1.35E-04
Profilo controventi e montanti sull'arco										
4L_200x18							2.75E-02	2.94E-06	2.39E-04	2.46E-04
HE800B	0.8	0.3	0.033	0.0175	0.3	0.033	3.34E-02	9.59E-06	3.59E-03	1.49E-04

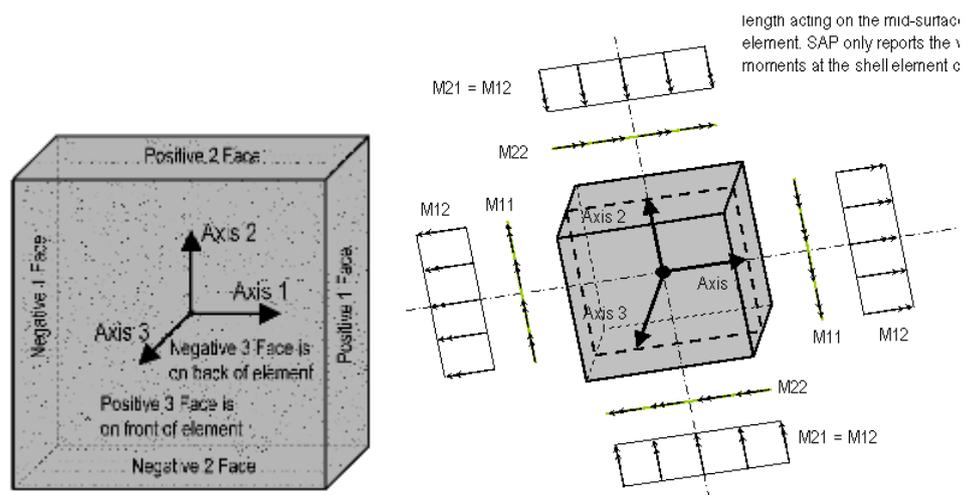
<p>GENERAL CONTRACTOR</p> 	<p>ALTA SORVEGLIANZA</p> 				
<p>NV56 - NUOVO CALVACAVIA DI SVINCOLO CASELLO VERONA EST CAVALCAVIA RELAZIONE DI CALCOLO IMPALCATO</p>	<p>Progetto IN17</p>	<p>Lotto 10</p>	<p>Codifica Documento Y12 CL NV 56 0 0 001</p>	<p>Rev. A</p>	<p>Foglio 38 di 104</p>

8.3 CONVENZIONE DEI SEGNI

La figura sottostante rappresenta le convenzioni adottate per le sollecitazioni sugli elementi trave:



La figura sottostante rappresenta le convenzioni adottate per le sollecitazioni sugli elementi piastra:



GENERAL CONTRACTOR 		ALTA SORVEGLIANZA 				
NV56 - NUOVO CALVACAVIA DI SVINCOLO CASELLO VERONA EST CAVALCAVIA RELAZIONE DI CALCOLO IMPALCATO	Progetto IN17	Lotto 10	Codifica Documento Y12 CL NV 56 0 0 001	Rev. A	Foglio 39 di 104	

8.4 METODOLOGIA DI ANALISI E VERIFICA

Le verifiche di sicurezza sulle varie parti dell'opera, per le varie combinazioni di carico e per le diverse fasi costruttive, vengono effettuate sulla base dei criteri definiti dalle vigenti norme tecniche ("Norme tecniche per le costruzioni" D.M. 14 gennaio 2008), tenendo inoltre conto delle integrazioni riportate nella "Specificazione per la progettazione e l'esecuzione di calcolata e passerelle pedonali sulla sede ferroviaria"- *RFI*, sostitutiva dell'Istruzione Tecnica "FS 44 A" del Settembre 1971, relativa alla progettazione e all'esecuzione di calcolata stradali e passerelle pedonali sovrappassanti la sede ferroviaria.

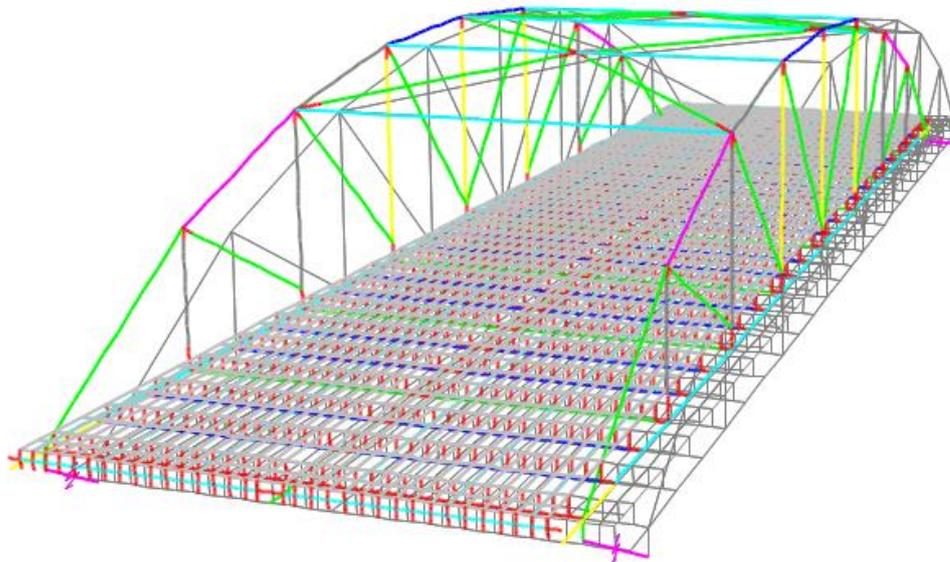
In particolare vengono effettuate le verifiche agli stati limite di servizio, riguardanti gli stati di fessurazione e di deformazione, ed allo stato limite ultimo, ivi compresa la verifica allo stato limite di fatica. Le combinazioni di carico da considerare ai fini delle verifiche sono quelle stabilite, secondo quanto definito nei criteri generali enunciati al Cap. 2 delle nuove norme tecniche per le costruzioni, nei precedenti paragrafi.

8.5 ANALISI MODALE

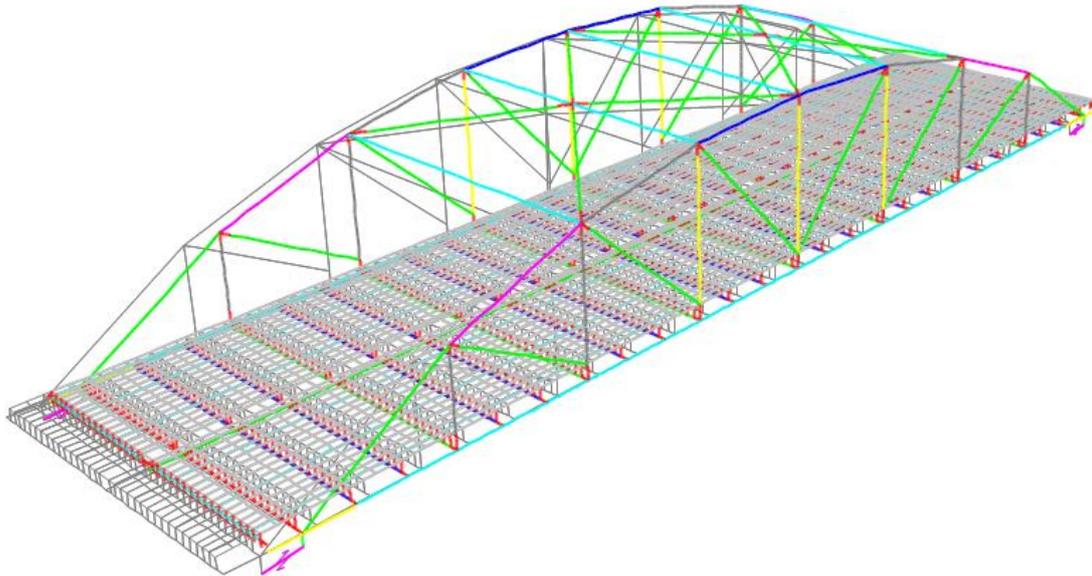
Avendo modellato gli isolatori elastomerici nel programma di calcolo come elementi elastici con rigidità opportunamente tarata, per quanto suggerito nella norma NTC08 al punto 7.10.5.3.2 si è verificato che il periodo del primo modo fosse prossimo a 2,0 s. Di seguito vengono riportate le prime cinque deformate modali con i rispettivi valori del periodo proprio di vibrazione:

TABLE: Modal Participating Mass Ratios									
OutputCase	StepType	StepNum	Period	UX	UY	SumUX	SumUY	RZ	SumRX
Text	Text	Unitless	Sec	Unitless	Unitless	Unitless	Unitless	Unitless	Unitless
Modale	Mode	1	2.115	0.00%	100.00%	0.00%	100.00%	0.00%	0.00%
Modale	Mode	2	2.108	100.00%	0.00%	100.00%	100.00%	0.00%	0.00%
Modale	Mode	3	1.289	0.00%	0.00%	100.00%	100.00%	100.00%	0.00%
Modale	Mode	4	0.370	0.00%	0.00%	100.00%	100.00%	0.00%	0.00%
Modale	Mode	5	0.284	0.00%	0.00%	100.00%	100.00%	0.00%	0.00%
Modale	Mode	6	0.272	0.00%	0.00%	100.00%	100.00%	0.00%	73.33%
Modale	Mode	7	0.259	0.00%	0.00%	100.00%	100.00%	0.00%	73.33%
Modale	Mode	8	0.259	0.00%	0.00%	100.00%	100.00%	0.00%	73.33%
Modale	Mode	9	0.253	0.00%	0.00%	100.00%	100.00%	0.00%	73.33%
Modale	Mode	10	0.199	0.00%	0.00%	100.00%	100.00%	0.00%	73.33%

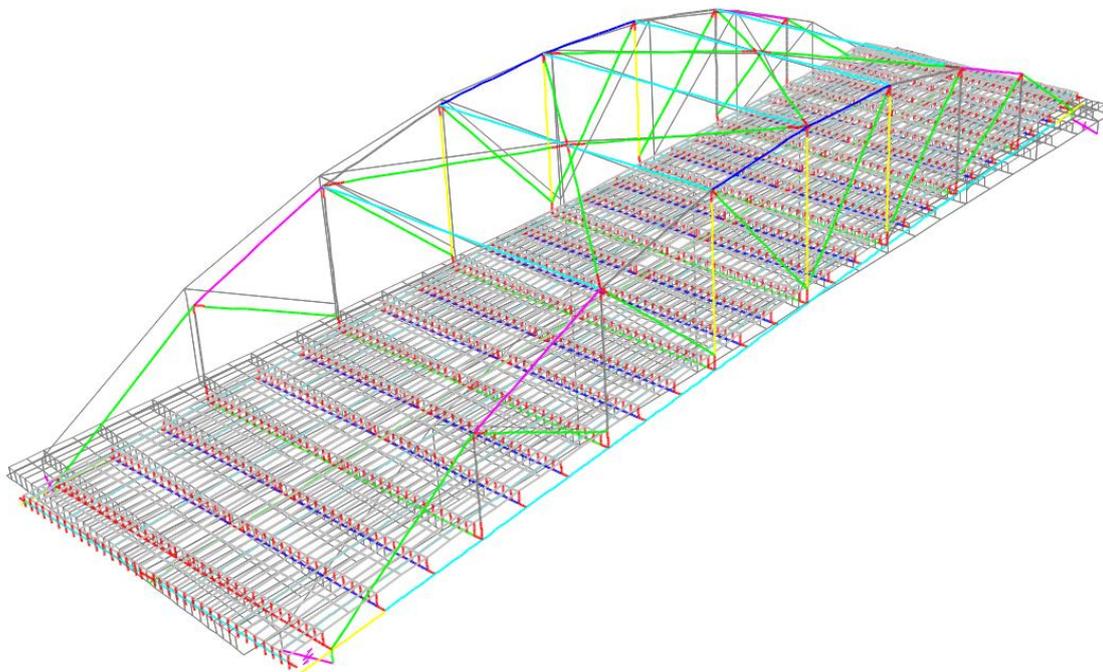
Il primo modo è traslazionale in direzione y con periodo T=2,12s:



Il secondo modo è puramente traslazionale in x con periodo $T=2.11s$:



Il terzo modo è rotazionale in z con periodo $T=1,29s$:



GENERAL CONTRACTOR 	ALTA SORVEGLIANZA 				
NV56 - NUOVO CALVACAVIA DI SVINCOLO CASELLO VERONA EST CAVALCAVIA RELAZIONE DI CALCOLO IMPALCATO	Progetto IN17	Lotto 10	Codifica Documento Y12 CL NV 56 0 0 001	Rev. A	Foglio 42 di 104

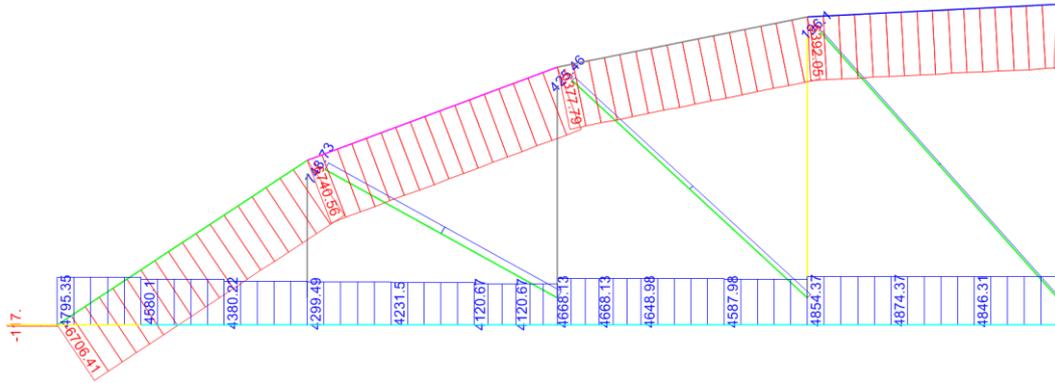
Stato di Sollecitazione

Vengono riportati i diagrammi di sollecitazione dello sforzo normale, taglio e momento della trave di riva maggiormente caricata riproducendo le fasi costruttive con cui viene realizzato il ponte. I casi a cui si fa riferimento sono:

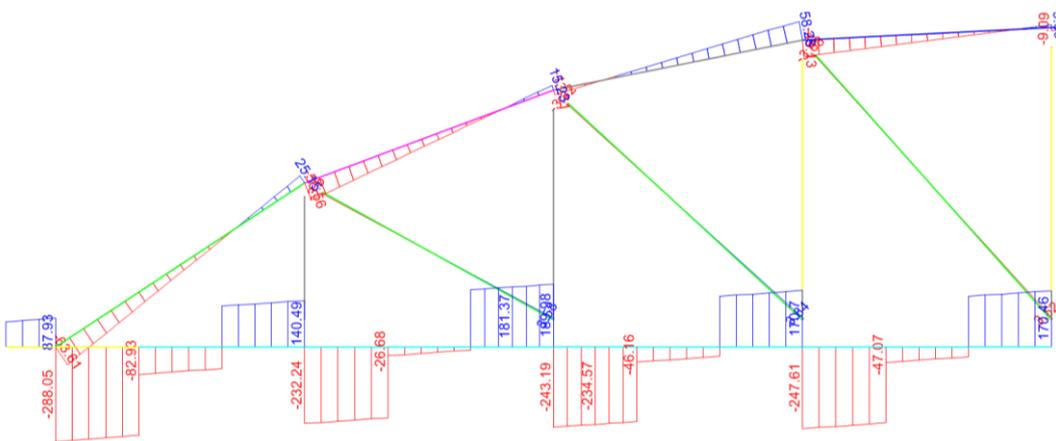
- 1) Breve termine: struttura caricata con G1 e G2;
- 2) Componente relativa al solo traffico in combinazione RARA;
- 3) Sollecitazione dovuta al modello di carico per fatica FLM3.

Breve termine: struttura caricata con G1 e G2:

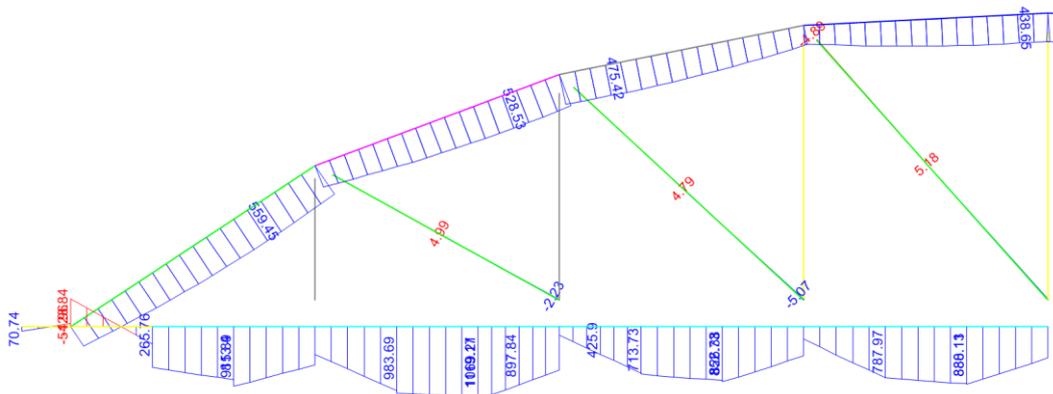
Azione assiale [kN]



Azione di Taglio [kN]

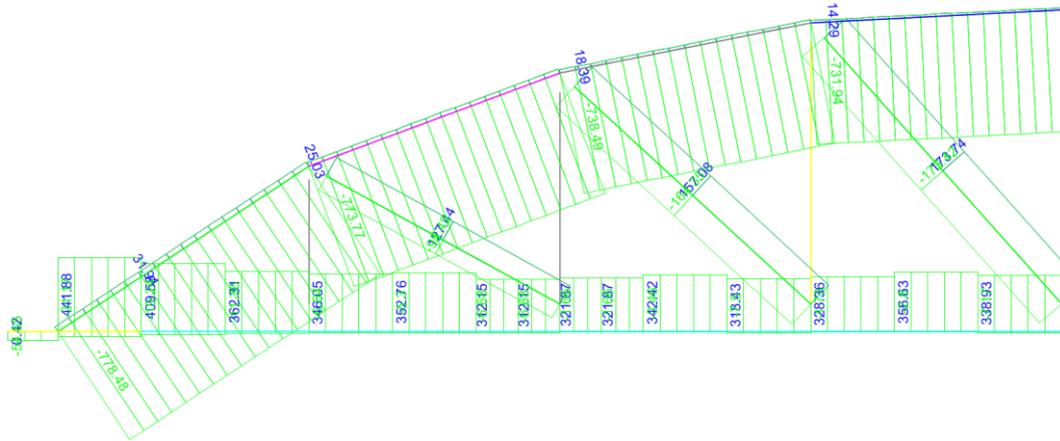


Momento Flettente [kNm]

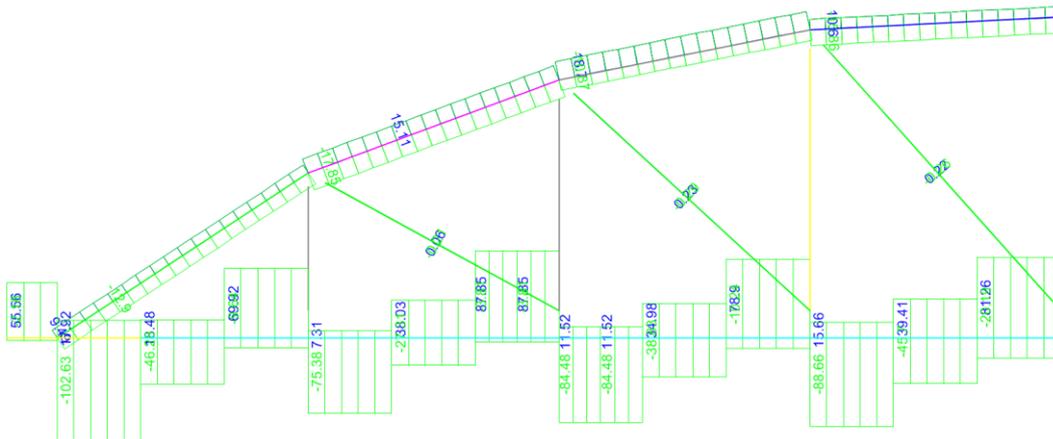


Sollecitazione dovuta al modello di carico per fatica FLM3

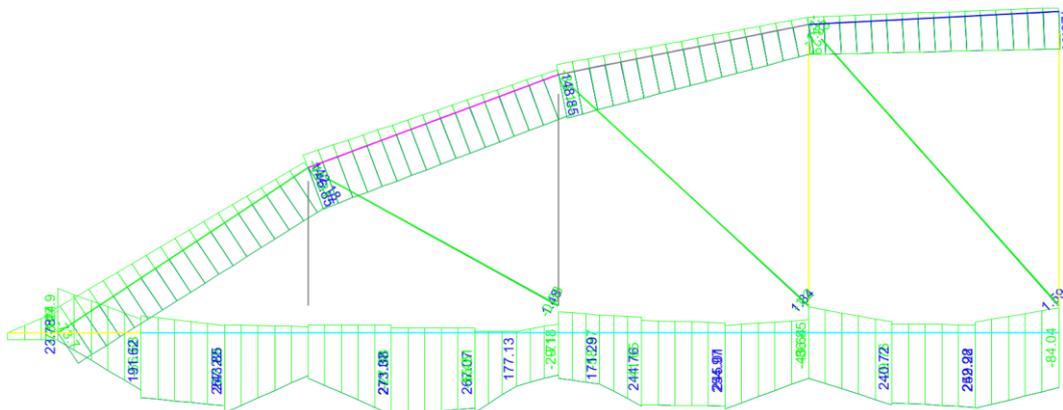
Azione assiale [kN]



Azione di Taglio [kN]



Momento Flettente [kNm]



GENERAL CONTRACTOR 	ALTA SORVEGLIANZA 				
NV56 - NUOVO CALVACAVIA DI SVINCOLO CASELLO VERONA EST CAVALCAVIA RELAZIONE DI CALCOLO IMPALCATO	Progetto IN17	Lotto 10	Codifica Documento Y12 CL NV 56 0 0 001	Rev. A	Foglio 46 di 104

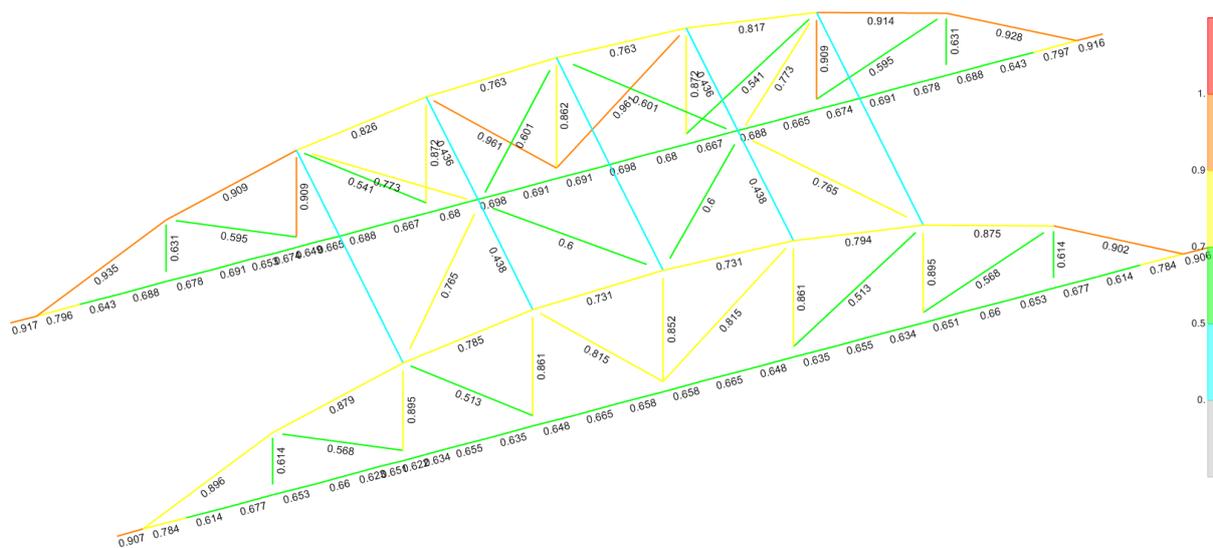
9 VERIFICHE

Si riportano in questo capitolo tutte le verifiche attinenti alle travi principali ed ai trasversi in acciaio. Le verifiche di resistenza sono effettuate per mezzo del post-processore del software sap2000, che include tutte le prescrizioni delle NTC 08.

9.1 VERIFICA SLU MEMBRATURE PRINCIPALI

Per le verifiche agli stati limite ultimi delle membrature principali in acciaio della struttura non è stato considerato il contributo alla portanza della soletta.

Le lane sono state posizionate in modo da avere la maggior eccentricità possibile.

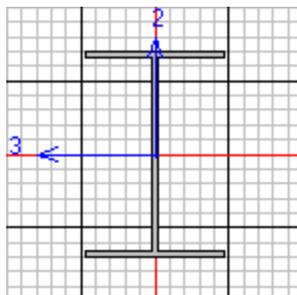


Di seguito si riporta l'output del post-processore per i frame più sollecitati per ogni sezione

GENERAL CONTRACTOR 		ALTA SORVEGLIANZA 				
NV56 - NUOVO CALVACAVIA DI SVINCOLO CASELLO VERONA EST CAVALCAVIA RELAZIONE DI CALCOLO IMPALCATO		Progetto IN17	Lotto 10	Codifica Documento YI2 CL NV 56 0 0 001	Rev. A	Foglio 47 di 104

9.1.1 VERIFICA SEZIONE ARCO SUPERIORE

Sezione arco A_1



Italian NTC 2008 STEEL SECTION CHECK (Summary for Combo and Station)
 Units : KN, m, C

Frame : 2634 X Mid: -3.750 Combo: SLU-TRAF-LT Design Type: Brace
 Length: 7.510 Y Mid: 8.450 Shape: A_1 Frame Type: DCH-CBF
 Loc : 0.000 Z Mid: 8.880 Class: Class 3 Rolled : No

Interaction=Method B MultiResponse=Envelopes P-Delta Done? No
 Ignore Seismic Code? No Ignore Special EQ Load? No D/P Plug Welded? Yes

GammaM0=1.05 GammaM1=1.10 GammaM2=1.25
 q0=1.00 Omega=1.00 GammaRd=1.10
 An/Ag=1.00 RLLF=1.000 PLLF=0.750 D/C Lim=0.990

Aeff=0.090 eNy=0.000 eNz=0.000
 A=0.090 Iyy=0.023 iyy=0.502 Wel, yy=0.038 Weff, yy=0.038
 It=3.224E-05 Izz=0.003 izz=0.182 Wel, zz=0.007 Weff, zz=0.007
 Iw=0.001 Iyz=0.000 h=1.200 Wpl, yy=0.042 Av, y=0.056
 E=210000000.0 fy=355000.000 fu=510000.000 Wpl, zz=0.011 Av, z=0.034

STRESS CHECK FORCES & MOMENTS

Location	Ned	Med, yy	Med, zz	Ved, z	Ved, y	Ted
0.000	-13381.578	1072.016	-428.292	-143.322	-21.551	-0.572

PMM DEMAND/CAPACITY RATIO (Governing Equation NTC Eq C4.2.38)

D/C Ratio: 0.763 = 0.562 + 0.104 + 0.097 < 0.990 OK

$$= \frac{NEd}{(\chi_z NRk / \Gamma_{M1})} + k_{zy} \frac{(M_y, Ed + NEd e_{Ny})}{(\chi_{LT} M_y, Rk / \Gamma_{M1})} + k_{zz} \frac{(M_z, Ed + NEd e_{Nz})}{(M_z, Rk / \Gamma_{M1})}$$
 (NTC Eq C4.2.38)

AXIAL FORCE DESIGN

	Ned	Nc, Rd	Nt, Rd		
	Force	Capacity	Capacity		
Axial	-13381.578	30394.762	30394.762		
	Npl, Rd	Nu, Rd	Ncr, T	Ncr, TF	An/Ag
	30394.762	33011.280	140028.724	140028.724	1.000

Curve	Alpha	Ncr	LambdaBar	Phi	Chi	Nb, Rd
Major (y-y)	b	0.340	831117.724	0.196	0.519	1.000
MajorB (y-y)	b	0.340	831117.724	0.196	0.519	1.000
Minor (z-z)	c	0.490	109859.942	0.539	0.728	0.821
MinorB (z-z)	c	0.490	109859.942	0.539	0.728	0.821
Torsional TF	c	0.490	140028.724	0.477	0.682	0.856

MOMENT DESIGN

	Med	Med, span	Mm, Ed	Meq, Ed
	Moment	Moment	Moment	Moment

GENERAL CONTRACTOR



ALTA SORVEGLIANZA



NV56 - NUOVO CALVACAVIA DI SVINCOLO CASELLO VERONA EST
CAVALCAVIA
RELAZIONE DI CALCOLO IMPALCATO

Progetto
IN17

Lotto
10

Codifica Documento
Y12 CL NV 56 0 0 001

Rev.
A

Foglio
48 di 104

Major (y-y)	1072.016	1290.920	1072.016	1290.920
Minor (z-z)	-428.292	-428.292	-428.292	-428.292

	Mc, Rd	Mv, Rd	Mn, Rd	Mb, Rd
	Capacity	Capacity	Capacity	Capacity
Major (y-y)	12742.871	12742.871	8789.993	12163.650
Minor (z-z)	2526.593	2526.593	2500.607	

	Curve	AlphaLT	LambdaBarLT	PhiLT	ChiLT	psi	Mcr
LTB	c	0.490	0.443	0.584	1.000	1.029	68142.100

	kyy	kyz	kzy	kzz
Factors	1.032	0.549	0.979	0.549

SHEAR DESIGN

	Ved	Vc, Rd	Stress	Status	Ted
	Force	Capacity	Ratio	Check	Torsion
Major (z)	143.322	6617.256	0.022	OK	0.710
Minor (y)	92.089	10931.160	0.008	OK	0.710

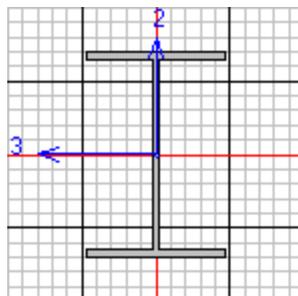
	Vpl, Rd	Eta	LambdabarW
Reduction	6617.256	1.000	0.508

BRACE MAXIMUM AXIAL LOADS

	P	P
	Comp	Tens
Axial	-13381.578	0.000

GENERAL CONTRACTOR 		ALTA SORVEGLIANZA 				
NV56 - NUOVO CALVALCAVIA DI SVINCOLO CASELLO VERONA EST CAVALCAVIA RELAZIONE DI CALCOLO IMPALCATO		Progetto IN17	Lotto 10	Codifica Documento YI2 CL NV 56 0 0 001	Rev. A	Foglio 49 di 104

Sezione arco A_2



Italian NTC 2008 STEEL SECTION CHECK (Summary for Combo and Station)

Units : KN, m, C

Frame : 2633 X Mid: -11.250 Combo: SLU-TRAF-LT Design Type: Brace
 Length: 7.650 Y Mid: 8.450 Shape: A_2 Frame Type: DCH-CBF
 Loc : 0.000 Z Mid: 7.935 Class: Class 2 Rolled : No

Interaction=Method B MultiResponse=Envelopes P-Delta Done? No
 Ignore Seismic Code? No Ignore Special EQ Load? No D/P Plug Welded? Yes

GammaM0=1.05 GammaM1=1.10 GammaM2=1.25
 q0=1.00 Omega=1.00 GammaRd=1.17
 An/Ag=1.00 RLLF=1.000 PLLF=0.750 D/C Lim=0.990

Aeff=0.111 eNy=0.000 eNz=0.000
 A=0.111 Iyy=0.028 iyy=0.503 Wel,yy=0.047 Weff,yy=0.047
 It=6.243E-05 Izz=0.004 izz=0.186 Wel,zz=0.010 Weff,zz=0.010
 Iw=0.001 Iyz=0.000 h=1.200 Wpl,yy=0.052 Av,y=0.072
 E=210000000.0 fy=335000.000 fu=470000.000 Wpl,zz=0.015 Av,z=0.039

STRESS CHECK FORCES & MOMENTS

Location	Ned	Med,yy	Med,zz	Ved,z	Ved,y	Ted
0.000	-13377.935	1610.238	1373.345	93.078	228.513	-1.856

PMM DEMAND/CAPACITY RATIO (Governing Equation NTC Eq C4.2.38)

D/C Ratio: 0.826 = 0.519 + 0.097 + 0.210 < 0.990 OK
 = NEd / (Chi_z NRk / GammaM1) + kzy (My,Ed + NED eNy) / (Chi_LT My,Rk / GammaM1)
 + kzz (Mz,Ed + NED eNz) / (Mz,Rk / GammaM1) (NTC Eq C4.2.38)

AXIAL FORCE DESIGN

	Ned Force	Nc,Rd Capacity	Nt,Rd Capacity	Npl,Rd 35366.429	Nu,Rd 37511.640	Ncr,T 175504.492	Ncr,TF 175504.492	An/Ag 1.000
Axial	-13377.935	35366.429	35366.429					

Curve	Alpha	Ncr	LambdaBar	Phi	Chi	Nb,Rd
Major (y-y)	c	0.490	991990.505	0.193	0.517	1.000 33758.864
MajorB (y-y)	c	0.490	991990.505	0.193	0.517	1.000 33758.864
Minor (z-z)	d	0.760	136119.174	0.522	0.759	0.764 25781.454
MinorB (z-z)	d	0.760	136119.174	0.522	0.759	0.764 25781.454
Torsional TF	d	0.760	175504.492	0.460	0.705	0.808 27262.037

MOMENT DESIGN

	Med Moment	Med,span Moment	Mm,Ed Moment	Meq,Ed Moment
Major (y-y)	1610.238	1610.238	1610.238	1610.238
Minor (z-z)	1373.345	1373.345	614.234	766.056



NV56 - NUOVO CALVACAVIA DI SVINCOLO CASELLO VERONA EST CAVALCAVIA RELAZIONE DI CALCOLO IMPALCATO		Progetto IN17	Lotto 10	Codifica Documento Y12 CL NV 56 0 0 001	Rev. A	Foglio 50 di 104
--	--	------------------	-------------	--	-----------	---------------------

	Mc, Rd Capacity	Mv, Rd Capacity	Mn, Rd Capacity	Mb, Rd Capacity
Major (y-y)	16705.613	16705.613	12593.238	15946.266
Minor (z-z)	4702.742	4702.742	4694.132	

	Curve c	AlphaLT	LambdaBarLT	PhiLT	ChiLT	psi	Mcr
LTB		0.490	0.438	0.581	1.000	1.104	91518.180

	kyy	kyz	kzy	kzz
Factors	0.910	0.412	0.959	0.686

SHEAR DESIGN

	Ved Force	Vc, Rd Capacity	Stress Ratio	Status Check	Ted Torsion
Major (z)	93.078	7156.253	0.013	OK	0.724
Minor (y)	228.513	13262.554	0.017	OK	0.724

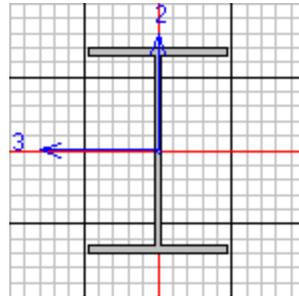
	Vpl, Rd	Eta	LambdabarW
Reduction	7156.253	1.000	0.416

BRACE MAXIMUM AXIAL LOADS

	P Comp	P Tens
Axial	-13377.935	0.000

GENERAL CONTRACTOR 		ALTA SORVEGLIANZA 				
NV56 - NUOVO CALVACAVIA DI SVINCOLO CASELLO VERONA EST CAVALCAVIA RELAZIONE DI CALCOLO IMPALCATO		Progetto IN17	Lotto 10	Codifica Documento YI2 CL NV 56 0 0 001	Rev. A	Foglio 51 di 104

Sezione arco A_3



Italian NTC 2008 STEEL SECTION CHECK (Summary for Combo and Station)
 Units : KN, m, C

Frame : 2637 X Mid: 18.750 Combo: SLU-TRAF-LT Design Type: Brace
 Length: 8.009 Y Mid: 8.450 Shape: A_3 Frame Type: DCH-CBF
 Loc : 8.009 Z Mid: 5.775 Class: Class 2 Rolled : No

Interaction=Method B MultiResponse=Envelopes P-Delta Done? No
 Ignore Seismic Code? No Ignore Special EQ Load? No D/P Plug Welded? Yes

GammaM0=1.05 GammaM1=1.10 GammaM2=1.25
 q0=1.00 Omega=1.00 GammaRd=1.17
 An/Ag=1.00 RLLF=1.000 PLLF=0.750 D/C Lim=0.990

Aeff=0.111 eNy=0.000 eNz=0.000
 A=0.111 Iyy=0.028 iyy=0.503 Wel,yy=0.047 Weff,yy=0.047
 It=6.243E-05 Izz=0.004 izz=0.186 Wel,zz=0.010 Weff,zz=0.010
 Iw=0.001 Iyz=0.000 h=1.200 Wpl,yy=0.052 Av,y=0.072
 E=210000000.0 fy=335000.000 fu=470000.000 Wpl,zz=0.015 Av,z=0.039

STRESS CHECK FORCES & MOMENTS

Location	Ned	Med,yy	Med,zz	Ved,z	Ved,y	Ted
8.009	-13982.453	1501.742	-1756.577	-20.368	422.475	2.900

PMM DEMAND/CAPACITY RATIO (Governing Equation NTC Eq C4.2.38)

D/C Ratio: 0.914 = 0.555 + 0.104 + 0.255 < 0.990 OK

$$= \frac{NEd}{(\chi_{z,NRk}/\Gamma_{M1})} + k_{zy} \frac{(M_{y,Ed} + NEd e_{Ny})}{(\chi_{LT,M_{y,Rk}}/\Gamma_{M1})} + k_{zz} \frac{(M_{z,Ed} + NEd e_{Nz})}{(M_{z,Rk}/\Gamma_{M1})}$$
 (NTC Eq C4.2.38)

AXIAL FORCE DESIGN

	Ned Force	Nc,Rd Capacity	Nt,Rd Capacity	Npl,Rd	Nu,Rd	Ncr,T	Ncr,TF	An/Ag
Axial	-13982.453	35366.429	35366.429	35366.429	37511.640	161675.063	161675.063	1.000

Curve	Alpha	Ncr	LambdaBar	Phi	Chi	Nb,Rd
Major (y-y)	c	0.490	905141.598	0.203	0.521	0.999 33714.939
MajorB (y-y)	c	0.490	905141.598	0.203	0.521	0.999 33714.939
Minor (z-z)	d	0.760	124201.921	0.547	0.781	0.747 25206.091
MinorB (z-z)	d	0.760	124201.921	0.547	0.781	0.747 25206.091
Torsional TF	d	0.760	161675.063	0.479	0.721	0.794 26801.917

MOMENT DESIGN

	Med Moment	Med,span Moment	Mm,Ed Moment	Meq,Ed Moment
Major (y-y)	1501.742	1667.911	1577.753	1592.956
Minor (z-z)	-1756.577	-1756.577	-685.348	-899.594



NV56 - NUOVO CALVACAVIA DI SVINCOLO CASELLO VERONA EST CAVALCAVIA RELAZIONE DI CALCOLO IMPALCATO		Progetto IN17	Lotto 10	Codifica Documento Y12 CL NV 56 0 0 001	Rev. A	Foglio 52 di 104
--	--	------------------	-------------	--	-----------	---------------------

	Mc, Rd Capacity	Mv, Rd Capacity	Mn, Rd Capacity	Mb, Rd Capacity
Major (y-y)	16705.613	16705.613	12247.019	15406.970
Minor (z-z)	4702.742	4702.742	4680.284	

	Curve c	AlphaLT	LambdaBarLT	PhiLT	ChiLT	psi	Mcr
LTB		0.490	0.481	0.606	0.966	1.000	75966.760

	kyy	kyz	kzy	kzz
Factors	0.964	0.391	0.957	0.652

SHEAR DESIGN

	Ved Force	Vc, Rd Capacity	Stress Ratio	Status Check	Ted Torsion
Major (z)	161.066	7156.253	0.023	OK	7.020
Minor (y)	422.475	13262.554	0.032	OK	7.020

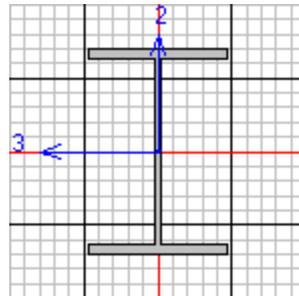
	Vpl, Rd	Eta	LambdaBarW
Reduction	7156.253	1.000	0.417

BRACE MAXIMUM AXIAL LOADS

	P Comp	P Tens
Axial	-13982.453	0.000

GENERAL CONTRACTOR 	ALTA SORVEGLIANZA 
NV56 - NUOVO CALVACAVIA DI SVINCOLO CASELLO VERONA EST CAVALCAVIA RELAZIONE DI CALCOLO IMPALCATO	Progetto IN17 Lotto 10 Codifica Documento YI2 CL NV 56 0 0 001 Rev. A Foglio 53 di 104

Sezione arco A_4



Italian NTC 2008 STEEL SECTION CHECK (Summary for Combo and Station)
 Units : KN, m, C

Frame : 2631 X Mid: -26.250 Combo: SLU-TRAF-LT Design Type: Brace
 Length: 8.997 Y Mid: 8.450 Shape: A_4 Frame Type: DCH-CBF
 Loc : 0.000 Z Mid: 1.885 Class: Class 1 Rolled : No

Interaction=Method B MultiResponse=Envelopes P-Delta Done? No
 Ignore Seismic Code? No Ignore Special EQ Load? No D/P Plug Welded? Yes

GammaM0=1.05 GammaM1=1.10 GammaM2=1.25
 q0=1.00 Omega=1.00 GammaRd=1.17
 An/Ag=1.00 RLLF=1.000 PLLF=0.750 D/C Lim=0.990

Aeff=0.137 eNy=0.000 eNz=0.000
 A=0.137 Iyy=0.034 iyy=0.496 Wel,yy=0.056 Weff,yy=0.056
 It=1.171E-04 Izz=0.005 izz=0.185 Wel,zz=0.012 Weff,zz=0.012
 Iw=0.002 Iyz=0.000 h=1.200 Wpl,yy=0.064 Av,y=0.088
 E=210000000.0 fy=335000.000 fu=470000.000 Wpl,zz=0.018 Av,z=0.049

STRESS CHECK FORCES & MOMENTS

Location	Ned	Med,yy	Med,zz	Ved,z	Ved,y	Ted
0.000	-13801.490	757.391	-1032.395	-216.108	375.775	-4.296

PMM DEMAND/CAPACITY RATIO (Governing Equation NTC Eq C4.2.38)

D/C Ratio: 0.935 = 0.474 + 0.087 + 0.374 < 0.990 OK

$$= \frac{Ned}{\chi_z \cdot N_{Rk} / \gamma_{M1}} + k_{zy} \left(\frac{M_y, Ed + Ned \cdot e_{Ny}}{\chi_{LT} \cdot M_y, Rk / \gamma_{M1}} \right) + k_{zz} \left(\frac{M_z, Ed + Ned \cdot e_{Nz}}{M_z, Rk / \gamma_{M1}} \right)$$
 (NTC Eq C4.2.38)

AXIAL FORCE DESIGN

	Ned	Nc,Rd	Nt,Rd				
Axial	Force	Capacity	Capacity				
	-13801.490	43725.476	43725.476				
	Npl,Rd	Nu,Rd	Ncr,T	Ncr,TF	An/Ag		
	43725.476	46377.720	174476.704	174476.704	1.000		
Curve	Alpha	Ncr	LambdaBar	Phi	Chi	Nb,Rd	
Major (y-y)	c	0.490	863374.047	0.231	0.534	0.984	41087.816
MajorB (y-y)	c	0.490	863374.047	0.231	0.534	0.984	41087.816
Minor (z-z)	d	0.760	120377.136	0.618	0.849	0.698	29136.213
MinorB (z-z)	d	0.760	120377.136	0.618	0.849	0.698	29136.213
Torsional TF	d	0.760	174476.704	0.513	0.750	0.770	32147.636

MOMENT DESIGN

	Med	Med, span	Mm, Ed	Meq, Ed
	Moment	Moment	Moment	Moment
Major (y-y)	757.391	1771.646	757.391	1328.734
Minor (z-z)	-1032.395	-1959.339	-1495.867	-1588.561
	Mc, Rd	Mv, Rd	Mn, Rd	Mb, Rd

GENERAL CONTRACTOR



ALTA SORVEGLIANZA



NV56 - NUOVO CALVACAVIA DI SVINCOLO CASELLO VERONA EST
CAVALCAVIA
RELAZIONE DI CALCOLO IMPALCATO

Progetto
IN17

Lotto
10

Codifica Documento
Y12 CL NV 56 0 0 001

Rev.
A

Foglio
54 di 104

	Capacity	Capacity	Capacity	Capacity
Major (y-y)	20338.049	20338.049	16952.128	19266.251
Minor (z-z)	5791.293	5791.293	5791.293	

	Curve	AlphaLT	LambdaBarLT	PhiLT	ChiLT	psi	Mcr
LTB	c	0.490	0.477	0.604	0.992	1.225	94024.928

	kyy	kzy	kzy	kzz
Factors	0.834	0.633	0.949	1.055

SHEAR DESIGN

	Ved	Vc,Rd	Stress	Status	Ted
	Force	Capacity	Ratio	Check	Torsion
Major (z)	216.108	9035.115	0.024	OK	2.728
Minor (y)	375.775	16209.789	0.023	OK	2.728

	Vpl,Rd	Eta	LambdaBarW
Reduction	9035.115	1.000	0.320

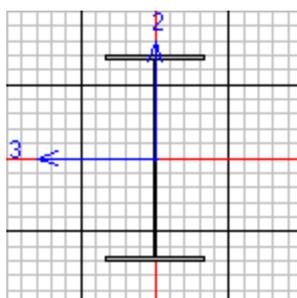
BRACE MAXIMUM AXIAL LOADS

	P	P
	Comp	Tens
Axial	-13801.490	0.000

GENERAL CONTRACTOR 		ALTA SORVEGLIANZA 				
NV56 - NUOVO CALVACAVIA DI SVINCOLO CASELLO VERONA EST CAVALCAVIA RELAZIONE DI CALCOLO IMPALCATO		Progetto IN17	Lotto 10	Codifica Documento YI2 CL NV 56 0 0 001	Rev. A	Foglio 55 di 104

9.1.2 VERIFICA TRAVE PRINCIPALE

Sezione trave T_1



Italian NTC 2008 STEEL SECTION CHECK (Summary for Combo and Station)
 Units : KN, m, C

Frame : 2617 X Mid: 3.750 Combo: SLU-TRAF-LT Design Type: Beam
 Length: 2.500 Y Mid: 8.450 Shape: T_1 Frame Type: DCH-CBF
 Loc : 0.000 Z Mid: -0.600 Class: Class 4 Rolled : No

Interaction=Method B MultiResponse=Envelopes P-Delta Done? No
 Ignore Seismic Code? No Ignore Special EQ Load? No D/P Plug Welded? Yes

GammaM0=1.05 GammaM1=1.10 GammaM2=1.25
 q0=1.00 Omega=1.00 GammaRd=1.10
 An/Ag=1.00 RLLF=1.000 PLLF=0.750 D/C Lim=0.990

Aeff=0.080 eNy=0.000 eNz=0.000
 A=0.080 Iyy=0.038 iyy=0.692 Wel,yy=0.046 Weff,yy=0.045
 It=1.827E-05 Izz=0.003 izz=0.179 Wel,zz=0.006 Weff,zz=0.006
 Iw=0.002 Iyz=0.000 h=1.650 Wpl,yy=0.052 Av,y=0.048
 E=210000000.0 fy=355000.000 fu=510000.000 Wpl,zz=0.010 Av,z=0.032

STRESS CHECK FORCES & MOMENTS

Location	Ned	Med,yy	Med,zz	Ved,z	Ved,y	Ted
0.000	13089.514	2814.393	-63.064	-249.898	13.627	11.872

PMM DEMAND/CAPACITY RATIO (Governing Equation EC3 6.2.9.3(2))

D/C Ratio: 0.698 = 0.485 + 0.184 + 0.029 < 0.990 OK

$$= \frac{N_{Ed}}{A_{eff} f_y / \Gamma_{M0}} + \frac{(M_{y,Ed} + N_{Ed} e_{Ny})}{(W_{eff,y,min} f_y / \Gamma_{M0})} + \frac{(M_{z,Ed} + N_{Ed} e_{Nz})}{(W_{eff,z,min} f_y / \Gamma_{M0})}$$
 (EC3 6.2.9.3(2))

AXIAL FORCE DESIGN

	Ned	Nc,Rd	Nt,Rd
Axial	Force	Capacity	Capacity
	13089.514	26980.000	26980.000

	Npl,Rd	Nu,Rd	Ncr,T	Ncr,TF	An/Ag
	26980.000	29302.560	1093902.583	1093902.583	1.000

Curve	Alpha	Ncr	LambdaBar	Phi	Chi	Nb,Rd
Major (y-y)	b	0.340	1407384.822	0.142	0.500	1.000
MajorB (y-y)	b	0.340	1407384.822	0.142	0.500	1.000
Minor (z-z)	c	0.490	849295.408	0.183	0.512	1.000
MinorB (z-z)	c	0.490	849295.408	0.183	0.512	1.000
Torsional TF	c	0.490	1093902.583	0.161	0.503	1.000

MOMENT DESIGN

GENERAL CONTRACTOR



ALTA SORVEGLIANZA



NV56 - NUOVO CALVACAVIA DI SVINCOLO CASELLO VERONA EST
CAVALCAVIA
RELAZIONE DI CALCOLO IMPALCATO

Progetto
IN17

Lotto
10

Codifica Documento
Y12 CL NV 56 0 0 001

Rev.
A

Foglio
56 di 104

	Med Moment	Med, span Moment	Mm, Ed Moment	Meq, Ed Moment
Major (y-y)	2814.393	2814.393	2713.972	2734.056
Minor (z-z)	-63.064	-63.064	-63.064	-63.064

	Mc, Rd Capacity	Mv, Rd Capacity	Mn, Rd Capacity	Mb, Rd Capacity
Major (y-y)	15283.614	15283.614	9826.607	14588.904
Minor (z-z)	2164.705	2164.705	2119.773	

	Curve d	AlphaLT	LambdaBarLT	PhiLT	ChiLT	psi	Mcr
LTB		0.760	0.150	0.414	1.000	1.034	712012.666

	kyy	kyz	kzy	kzz
Factors	0.971	0.894	1.000	0.894

SHEAR DESIGN

	Ved Force	Vc, Rd Capacity	Stress Ratio	Status Check	Ted Torsion
Major (z)	348.474	5287.316	0.066	OK	11.872
Minor (y)	19.676	9369.566	0.002	OK	11.872

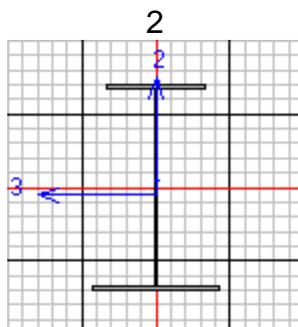
	Vpl, Rd	Eta	LambdabarW
Reduction	6207.337	1.000	0.930

CONNECTION SHEAR FORCES FOR BEAMS

	VMajor Left	VMajor Right
Major (V2)	348.474	368.269

GENERAL CONTRACTOR 		ALTA SORVEGLIANZA 				
NV56 - NUOVO CALVACAVIA DI SVINCOLO CASELLO VERONA EST CAVALCAVIA RELAZIONE DI CALCOLO IMPALCATO		Progetto IN17	Lotto 10	Codifica Documento Y12 CL NV 56 0 0 001	Rev. A	Foglio 57 di 104

Sezione trave T_2



Italian NTC 2008 STEEL SECTION CHECK (Summary for Combo and Station)

Units : KN, m, C

Frame : 2628 X Mid: -30.750 Combo: SLU-TRAF-LT Design Type: Beam
 Length: 1.500 Y Mid: 8.450 Shape: T_2 Frame Type: DCH-CBF
 Loc : 1.500 Z Mid: -0.600 Class: Class 3 Rolled : No

Interaction=Method B MultiResponse=Envelopes P-Delta Done? No
 Ignore Seismic Code? No Ignore Special EQ Load? No D/P Plug Welded? Yes

GammaM0=1.05 GammaM1=1.10 GammaM2=1.25
 q0=1.00 Omega=1.00 GammaRd=1.10
 An/Ag=1.00 RLLF=1.000 PLLF=0.750 D/C Lim=0.990

Aeff=0.095 eNy=0.000 eNz=0.000
 A=0.095 Iyy=0.047 iyy=0.707 Wel,yy=0.053 Weff,yy=0.053
 It=2.927E-05 Izz=0.004 izz=0.216 Wel,zz=0.009 Weff,zz=0.009
 Iw=0.003 Iyz=0.000 h=1.650 Wpl,yy=0.063 Av,y=0.063
 E=210000000.0 fy=355000.000 fu=510000.000 Wpl,zz=0.015 Av,z=0.032

STRESS CHECK FORCES & MOMENTS

Location	Ned	Med,yy	Med,zz	Ved,z	Ved,y	Ted
1.500	-62.360	-951.023	-2573.303	116.866	385.689	-15.182

PMM DEMAND/CAPACITY RATIO (Governing Equation EC3 6.2.1(7), 6.2.9.2(1))

D/C Ratio: 0.917 = 0.002 + 0.053 + 0.863 < 0.990 OK
 = (Ned/NRd) + (My,Ed/My,Rd) + (Mz,Ed/Mz,Rd) (EC3 6.2.1(7), 6.2.9.2(1))

AXIAL FORCE DESIGN

	Ned	Nc,Rd	Nt,Rd
Axial	Force	Capacity	Capacity
	-62.360	31983.810	31983.810

	Npl,Rd	Nu,Rd	Ncr,T	Ncr,TF	An/Ag
	31983.810	34737.120	4045061.346	3212131.806	1.000

Curve	Alpha	Ncr	LambdaBar	Phi	Chi	Nb,Rd
Major (y-y)	b	0.340	43591355.1	0.028	0.471	1.000
MajorB (y-y)	b	0.340	43591355.1	0.028	0.471	1.000
Minor (z-z)	c	0.490	4063299.463	0.091	0.477	1.000
MinorB (z-z)	c	0.490	4063299.463	0.091	0.477	1.000
Torsional TF	c	0.490	3212131.806	0.102	0.481	1.000

MOMENT DESIGN

	Med	Med,span	Mm,Ed	Meq,Ed
	Moment	Moment	Moment	Moment
Major (y-y)	-951.023	-951.023	-474.805	-570.049
Minor (z-z)	-2573.303	-2573.303	-1278.825	-1537.721

GENERAL CONTRACTOR



Consorzio IricAV Due

ALTA SORVEGLIANZA



ITALFERR
GRUPPO FERROVIE DELLO STATO ITALIANE

NV56 - NUOVO CALVACAVIA DI SVINCOLO CASELLO VERONA EST CAVALCAVIA RELAZIONE DI CALCOLO IMPALCATO	Progetto IN17	Lotto 10	Codifica Documento Y12 CL NV 56 0 0 001	Rev. A	Foglio 58 di 104
--	------------------	-------------	--	-----------	---------------------

	Mc, Rd Capacity	Mv, Rd Capacity	Mn, Rd Capacity	Mb, Rd Capacity
Major (y-y)	18083.461	18083.461	18083.461	17261.485
Minor (z-z)	2982.712	2982.712	2982.712	

	Curve d	AlphaLT 0.760	LambdaBarLT 0.059	PhiLT 0.372	ChiLT 1.000	psi 1.752	Mcr 5441566.958
LTB							

	kyy 0.599	kyz 0.598	kzy 1.000	kzz 0.598
Factors				

SHEAR DESIGN

	Ved Force	Vc, Rd Capacity	Stress Ratio	Status Check	Ted Torsion
Major (z)	650.196	5820.220	0.112	OK	5.247
Minor (y)	1791.310	12297.555	0.146	OK	5.247

	Vpl, Rd 6168.297	Eta 1.000	LambdaBarW 0.840
Reduction			

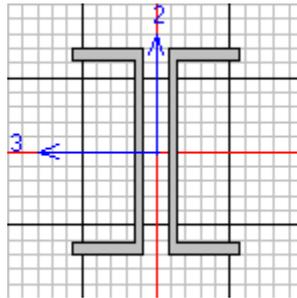
CONNECTION SHEAR FORCES FOR BEAMS

	VMajor Left 627.714	VMajor Right 650.196
Major (V2)		

GENERAL CONTRACTOR 		ALTA SORVEGLIANZA 				
NV56 - NUOVO CALVACAVIA DI SVINCOLO CASELLO VERONA EST CAVALCAVIA RELAZIONE DI CALCOLO IMPALCATO		Progetto IN17	Lotto 10	Codifica Documento YI2 CL NV 56 0 0 001	Rev. A	Foglio 59 di 104

9.1.3 VERIFICA PENDINI E MONTANTI

Pendino sezione 2UPN300/40



Italian NTC 2008 STEEL SECTION CHECK (Summary for Combo and Station)
 Units : KN, m, C

Frame : 248 X Mid: -3.551 Combo: SLU-TRAF-LT Design Type: Brace
 Length: 10.710 Y Mid: 8.450 Shape: 2UPN300/40/ Frame Type: DCH-CBF
 Loc : 10.710 Z Mid: 4.233 Class: Class 1 Rolled : Yes

Interaction=Method B MultiResponse=Envelopes P-Delta Done? No
 Ignore Seismic Code? No Ignore Special EQ Load? No D/P Plug Welded? Yes

GammaM0=1.05 GammaM1=1.10 GammaM2=1.25
 q0=1.00 Omega=1.00 GammaRd=1.10
 An/Ag=1.00 RLLF=1.000 PLLF=0.750 D/C Lim=0.990

Aeff=0.012 eNy=0.000 eNz=0.000
 A=0.012 Iyy=1.604E-04 iyy=0.117 Wel, yy=0.001 Weff, yy=0.001
 It=0.000 Izz=3.569E-05 izz=0.055 Wel, zz=2.974E-04 Weff, zz=2.974E-04
 Iw=0.000 Iyz=0.000 h=0.300 Wpl, yy=0.001 Av, y=0.006
 E=210000000.0 fy=355000.000 fu=510000.000 Wpl, zz=5.507E-04 Av, z=0.006

STRESS CHECK FORCES & MOMENTS

Location	Ned	Med, yy	Med, zz	Ved, z	Ved, y	Ted
10.710	-484.109	1.326	-23.305	3.706	5.555	0.017

PMM DEMAND/CAPACITY RATIO (Governing Equation NTC Eq C4.2.38)

D/C Ratio: 0.961 = 0.670 + 0.090 + 0.201 < 0.990 OK

$$= \frac{NEd}{(\chi_z N Rk / \Gamma M1) + kzy (My, Ed + NEd eNy) / (\chi_{LT} My, Rk / \Gamma M1)} + \frac{kzz (Mz, Ed + NEd eNz) / (Mz, Rk / \Gamma M1)}{(\text{NTC Eq C4.2.38})}$$

AXIAL FORCE DESIGN

	Ned Force	Nc, Rd Capacity	Nt, Rd Capacity				
Axial	-484.109	3972.619	3972.619				
	Npl, Rd	Nu, Rd	Ncr, T	Ncr, TF	An/Ag		
	3972.619	4314.600	3978.492	3978.492	1.000		
	Curve	Alpha	Ncr	LambdaBar	Phi	Chi	Nb, Rd
Major (y-y)	c	0.490	4528.975	0.960	1.147	0.564	2137.413
MajorB (y-y)	c	0.490	4528.975	0.960	1.147	0.564	2137.413
Minor (z-z)	c	0.490	1007.725	2.035	3.019	0.190	722.334
MinorB (z-z)	c	0.490	1007.725	2.035	3.019	0.190	722.334
Torsional TF	c	0.490	3978.492	1.024	1.226	0.526	1995.275

GENERAL CONTRACTOR



ALTA SORVEGLIANZA



NV56 - NUOVO CALVACAVIA DI SVINCOLO CASELLO VERONA EST
CAVALCAVIA
RELAZIONE DI CALCOLO IMPALCATO

Progetto
IN17

Lotto
10

Codifica Documento
Y12 CL NV 56 0 0 001

Rev.
A

Foglio
60 di 104

MOMENT DESIGN

	Med Moment	Med, span Moment	Mm, Ed Moment	Meq, Ed Moment
Major (y-y)	1.326	13.890	13.890	13.890
Minor (z-z)	-23.305	-23.305	-14.305	-14.305

	Mc, Rd Capacity	Mv, Rd Capacity	Mn, Rd Capacity	Mb, Rd Capacity
Major (y-y)	428.705	428.705	428.705	141.194
Minor (z-z)	186.189	186.189	186.189	

	Curve d	AlphaLT 0.760	LambdaBarLT 1.319	PhiLT 1.795	ChiLT 0.345	psi 1.000	Mcr 258.666
LTB							

	kyy	kyz	kzy	kzz
Factors	1.172	0.922	0.911	1.536

SHEAR DESIGN

	Ved Force	Vc, Rd Capacity	Stress Ratio	Status Check	Ted Torsion
Major (z)	5.924	1206.722	0.005	OK	0.042
Minor (y)	5.555	1247.323	0.004	OK	0.042

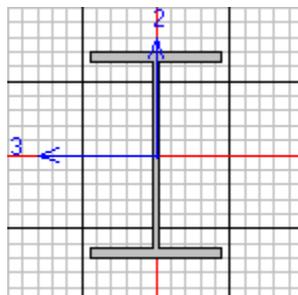
	Vpl, Rd	Eta	LambdabarW
Reduction	1206.722	1.000	0.377

BRACE MAXIMUM AXIAL LOADS

	P Comp	P Tens
Axial	-484.109	1167.724

GENERAL CONTRACTOR 	ALTA SORVEGLIANZA 
NV56 - NUOVO CALVALCAVIA DI SVINCOLO CASELLO VERONA EST CAVALCAVIA RELAZIONE DI CALCOLO IMPALCATO	Progetto IN17 Lotto 10 Codifica Documento YI2 CL NV 56 0 0 001 Rev. A Foglio 61 di 104

Montante sezione M_1



Italian NTC 2008 STEEL SECTION CHECK (Summary for Combo and Station)
 Units : KN, m, C

Frame : 155 X Mid: -15.000 Combo: SLU-TRAF-LT Design Type: Column
 Length: 6.375 Y Mid: 8.450 Shape: M_1 Type: DCH-CBF
 Loc : 6.375 Z Mid: 3.413 Class: Class 1 Rolled : No

Interaction=Method B MultiResponse=Envelopes P-Delta Done? No
 Ignore Seismic Code? No Ignore Special EQ Load? No D/P Plug Welded? Yes

GammaM0=1.05 GammaM1=1.10 GammaM2=1.25
 q0=1.00 Omega=1.00 GammaRd=1.10
 An/Ag=1.00 RLLF=1.000 PLLF=0.750 D/C Lim=0.990

Aeff=0.050 eNy=0.000 eNz=0.000
 A=0.050 Iyy=0.006 iyy=0.341 Wel,yy=0.014 Weff,yy=0.014
 It=1.557E-05 Izz=7.297E-04 izz=0.121 Wel,zz=0.003 Weff,zz=0.003
 Iw=1.068E-04 Iyz=0.000 h=0.800 Wpl,yy=0.016 Av,y=0.035
 E=210000000.0 fy=355000.000 fu=510000.000 Wpl,zz=0.004 Av,z=0.015

STRESS CHECK FORCES & MOMENTS

Location	Ned	Med,yy	Med,zz	Ved,z	Ved,y	Ted
6.375	600.399	284.232	22.233	685.527	40.574	0.074

PMM DEMAND/CAPACITY RATIO (Governing Equation NTC Eq C4.2.38)

D/C Ratio: 0.909 = 0.000 + 0.849 + 0.060 < 0.990 OK

$$= \frac{Ned}{\chi_z Rk / \Gamma_{M1}} + k_{zy} \frac{(M_y, Ed + Ned \ eNy)}{\chi_{LT} M_y, Rk / \Gamma_{M1}} + k_{zz} \frac{(M_z, Ed + Ned \ eNz)}{(M_z, Rk / \Gamma_{M1})}$$
 (NTC Eq C4.2.38)

AXIAL FORCE DESIGN

	Ned	Nc,Rd	Nt,Rd			
Axial	Force	Capacity	Capacity			
	600.399	16769.524	16769.524			
	Npl,Rd	Nu,Rd	Ncr,T	Ncr,TF	An/Ag	
	16769.524	18213.120	51124.712	51124.712	1.000	
Curve	Alpha	Ncr	LambdaBar	Phi	Chi	Nb,Rd
Major (y-y)	b 0.340	294397.515	0.245	0.537	0.984	15753.663
MajorB (y-y)	b 0.340	294397.515	0.245	0.537	0.984	15753.663
Minor (z-z)	c 0.490	37211.333	0.688	0.856	0.732	11720.090
MinorB (z-z)	c 0.490	37211.333	0.688	0.856	0.732	11720.090
Torsional TF	c 0.490	51124.712	0.587	0.767	0.793	12696.027

MOMENT DESIGN

	Med	Med,span	Mm,Ed	Meq,Ed
	Moment	Moment	Moment	Moment
Major (y-y)	284.232	4397.160	2340.696	2751.989
Minor (z-z)	22.233	129.860	76.047	86.809

GENERAL CONTRACTOR



Consorzio IricAV Due

ALTA SORVEGLIANZA



ITALFERR
GRUPPO FERROVIE DELLO STATO ITALIANE

NV56 - NUOVO CALVACAVIA DI SVINCOLO CASELLO VERONA EST CAVALCAVIA RELAZIONE DI CALCOLO IMPALCATO	Progetto IN17	Lotto 10	Codifica Documento Y12 CL NV 56 0 0 001	Rev. A	Foglio 62 di 104
--	------------------	-------------	--	-----------	---------------------

	Mc, Rd	Mv, Rd	Mn, Rd	Mb, Rd
	Capacity	Capacity	Capacity	Capacity
Major (y-y)	5427.105	5427.105	5427.105	5180.418
Minor (z-z)	1503.848	1503.848	1503.848	

	Curve	AlphaLT	LambdaBarLT	PhiLT	ChiLT	psi	Mcr
LTB	c	0.490	0.463	0.596	1.000	1.683	26584.501

	kyy	kyz	kzy	kzz
Factors	0.626	0.401	1.000	0.668

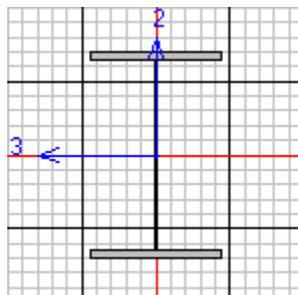
SHEAR DESIGN

	Ved	Vc, Rd	Stress	Status	Ted
	Force	Capacity	Ratio	Check	Torsion
Major (z)	685.527	2849.910	0.241	OK	0.561
Minor (y)	40.574	6831.975	0.006	OK	0.561

	Vpl, Rd	Eta	LambdaBarW
Reduction	2849.910	1.000	0.498

GENERAL CONTRACTOR 		ALTA SORVEGLIANZA 				
NV56 - NUOVO CALVACAVIA DI SVINCOLO CASELLO VERONA EST CAVALCAVIA RELAZIONE DI CALCOLO IMPALCATO		Progetto IN17	Lotto 10	Codifica Documento YI2 CL NV 56 0 0 001	Rev. A	Foglio 63 di 104

Montante sezione M_2



Italian NTC 2008 STEEL SECTION CHECK (Summary for Combo and Station)
 Units : KN, m, C

Frame : 4162 X Mid: -7.500 Combo: SLU-TRAF-LT Design Type: Column
 Length: 7.865 Y Mid: 8.450 Shape: M_2 Frame Type: DCH-CBF
 Loc : 7.865 Z Mid: 4.158 Class: Class 1 Rolled : No

Interaction=Method B MultiResponse=Envelopes P-Delta Done? No
 Ignore Seismic Code? No Ignore Special EQ Load? No D/P Plug Welded? Yes

GammaM0=1.05 GammaM1=1.10 GammaM2=1.25
 q0=1.00 Omega=1.00 GammaRd=1.10
 An/Ag=1.00 RLLF=1.000 PLLF=0.750 D/C Lim=0.990

Aeff=0.041 eNy=0.000 eNz=0.000
 A=0.041 Iyy=0.005 iyy=0.347 Wel,yy=0.012 Weff,yy=0.012
 It=9.482E-06 Izz=6.252E-04 izz=0.123 Wel,zz=0.003 Weff,zz=0.003
 Iw=9.267E-05 Iyz=0.000 h=0.800 Wpl,yy=0.014 Av,y=0.030
 E=210000000.0 fy=355000.000 fu=510000.000 Wpl,zz=0.004 Av,z=0.011

STRESS CHECK FORCES & MOMENTS

Location	Ned	Med,yy	Med,zz	Ved,z	Ved,y	Ted
7.865	563.417	175.321	-82.856	172.485	21.124	-0.154

PMM DEMAND/CAPACITY RATIO (Governing Equation NTC Eq C4.2.38)

D/C Ratio: 0.872 = 0.000 + 0.816 + 0.057 < 0.990 OK

$$= \frac{Ned}{\chi_z Rk / \Gamma_{M1}} + k_{zy} \frac{(M_y, Ed + Ned \ eNy)}{\chi_{LT} M_y, Rk / \Gamma_{M1}} + k_{zz} \frac{(M_z, Ed + Ned \ eNz)}{(M_z, Rk / \Gamma_{M1})}$$
 (NTC Eq C4.2.38)

AXIAL FORCE DESIGN

	Ned Force	Nc,Rd Capacity	Nt,Rd Capacity			
Axial	563.417	13895.714	13895.714			
	Npl,Rd	Nu,Rd	Ncr,T	Ncr,TF	An/Ag	
	13895.714	15091.920	28507.479	28507.479	1.000	
Curve	Alpha	Ncr	LambdaBar	Phi	Chi	Nb,Rd
Major (y-y)	b 0.340	166039.607	0.296	0.560	0.965	12805.312
MajorB (y-y)	b 0.340	166039.607	0.296	0.560	0.965	12805.312
Minor (z-z)	c 0.490	20948.175	0.835	1.004	0.640	8495.256
MinorB (z-z)	c 0.490	20948.175	0.835	1.004	0.640	8495.256
Torsional TF	c 0.490	28507.479	0.715	0.882	0.715	9485.508

MOMENT DESIGN

	Med Moment	Med,span Moment	Mm,Ed Moment	Meq,Ed Moment
Major (y-y)	175.321	3581.000	1878.160	2218.728
Minor (z-z)	-82.856	-82.856	-66.185	-69.519

GENERAL CONTRACTOR



Consorzio IricAV Due

ALTA SORVEGLIANZA



ITALFERR
GRUPPO FERROVIE DELLO STATO ITALIANE

NV56 - NUOVO CALVACAVIA DI SVINCOLO CASELLO VERONA EST CAVALCAVIA RELAZIONE DI CALCOLO IMPALCATO	Progetto IN17	Lotto 10	Codifica Documento Y12 CL NV 56 0 0 001	Rev. A	Foglio 64 di 104
--	------------------	-------------	--	-----------	---------------------

	Mc, Rd	Mv, Rd	Mn, Rd	Mb, Rd
	Capacity	Capacity	Capacity	Capacity
Major (y-y)	4599.279	4599.279	4599.279	4390.220
Minor (z-z)	1281.930	1281.930	1281.930	

	Curve	AlphaLT	LambdaBarLT	PhiLT	ChiLT	psi	Mcr
LTB	c	0.490	0.562	0.658	1.000	1.699	15302.088

	kyy	kyz	kzy	kzz
Factors	0.620	0.503	1.000	0.839

SHEAR DESIGN

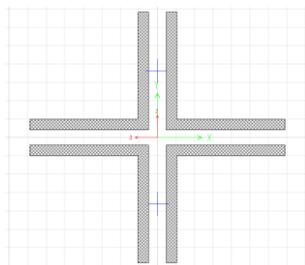
	Ved	Vc, Rd	Stress	Status	Ted
	Force	Capacity	Ratio	Check	Torsion
Major (z)	462.895	2166.712	0.214	OK	0.017
Minor (y)	21.124	5855.979	0.004	OK	0.017

	Vpl, Rd	Eta	LambdaBarW
Reduction	2166.712	1.000	0.678

GENERAL CONTRACTOR 		ALTA SORVEGLIANZA 				
NV56 - NUOVO CALVACAVIA DI SVINCOLO CASELLO VERONA EST CAVALCAVIA RELAZIONE DI CALCOLO IMPALCATO		Progetto IN17	Lotto 10	Codifica Documento Y12 CL NV 56 0 0 001	Rev. A	Foglio 65 di 104

9.1.4 VERIFICA CONTROVENTI ARCO

Sezione 4L_200x18



Italian NTC 2008 STEEL SECTION CHECK (Summary for Combo and Station)
 Units : KN, m, C

Frame : 191 X Mid: -11.182 Combo: SLU-TRAF-LT Design Type: Brace
 Length: 9.600 Y Mid: 4.149 Shape: 4L_200x18 Frame Type: DCH-CBF
 Loc : 0.000 Z Mid: 7.963 Class: Class 3 Rolled : No

Interaction=Method B MultiResponse=Envelopes P-Delta Done? No
 Ignore Seismic Code? No Ignore Special EQ Load? No D/P Plug Welded? Yes

GammaM0=1.05 GammaM1=1.10 GammaM2=1.25
 q0=1.00 Omega=1.00 GammaRd=1.10
 An/Ag=1.00 RLLF=1.000 PLLF=0.750 D/C Lim=0.990

Aeff=0.028 eNy=0.000 eNz=0.000
 A=0.028 Iyy=2.386E-04 iyy=0.093 Wel, yy=0.001 Weff, yy=0.001
 It=2.935E-06 Izz=2.463E-04 izz=0.095 Wel, zz=0.001 Weff, zz=0.001
 Iw=0.000 Iyz=0.000 h=0.426 Wpl, yy=0.002 Av, y=0.019
 E=210000000.0 fy=355000.000 fu=510000.000 Wpl, zz=0.002 Av, z=0.018

Iyz=0.000 Imax=2.463E-04 imax=0.095 Wel, zz, maj=0.001
 Rot= 90 deg Imin=2.386E-04 imin=0.093 Wel, zz, min=0.001

STRESS CHECK FORCES & MOMENTS

Location	Ned	Med, yy	Med, zz	Ved, z	Ved, y	Ted
0.000	-1267.167	0.000	74.631	-14.978	9.075	0.185

PMM DEMAND/CAPACITY RATIO (Governing Equation NTC Eq C4.2.38)

D/C Ratio: 0.773 = 0.491 + 0.131 + 0.151 < 0.990 OK

$$= \frac{NEd}{(\chi_z N_{Rk} / \Gamma_{M1})} + k_{zy} \frac{(M_y, Ed + NEd e_{Ny})}{(\chi_{LT} M_y, R_k / \Gamma_{M1})} + k_{zz} \frac{(M_z, Ed + NEd e_{Nz})}{(M_z, R_k / \Gamma_{M1})}$$
 (NTC Eq C4.2.38)

AXIAL FORCE DESIGN

	Ned Force	Nc, Rd Capacity	Nt, Rd Capacity	Npl, Rd	Nu, Rd	Ncr, T	Ncr, TF	An/Ag
Axial	-1267.167	9298.971	9298.971	9298.971	10099.469	13444.980	3929.514	1.000

Curve	Alpha	Ncr	LambdaBar	Phi	Chi	Nb, Rd
Major (y-y)	c 0.490	5365.274	1.349	1.691	0.369	3273.255
MajorB (y-y)	c 0.490	5365.274	1.349	1.691	0.369	3273.255
Minor (z-z)	c 0.490	3929.514	1.576	2.080	0.291	2583.319
MinorB (z-z)	c 0.490	3929.514	1.576	2.080	0.291	2583.319
Torsional TF	c 0.490	3929.514	1.576	2.080	0.291	2583.319

GENERAL CONTRACTOR



ALTA SORVEGLIANZA



NV56 - NUOVO CALVACAVIA DI SVINCOLO CASELLO VERONA EST
CAVALCAVIA
RELAZIONE DI CALCOLO IMPALCATO

Progetto IN17	Lotto 10	Codifica Documento Y12 CL NV 56 0 0 001	Rev. A	Foglio 66 di 104
------------------	-------------	--	-----------	---------------------

MOMENT DESIGN

	Med Moment	Med, span Moment	Mm, Ed Moment	Meq, Ed Moment
Major (y-y)	0.000	37.298	0.000	27.974
Minor (z-z)	74.631	74.631	74.631	74.631

	Mc, Rd Capacity	Mv, Rd Capacity	Mn, Rd Capacity	Mb, Rd Capacity
Major (y-y)	378.682	378.682	378.682	361.469
Minor (z-z)	387.381	387.381	387.381	

	Curve d	AlphaLT 0.760	LambdaBarLT 0.560	PhiLT 0.793	ChiLT 0.758	psi 1.316	Mcr 1269.899
LTB							

	kyy	kyz	kzy	kzz
Factors	1.171	0.748	0.965	0.748

SHEAR DESIGN

	Ved Force	Vc, Rd Capacity	Stress Ratio	Status Check	Ted Torsion
Major (z)	15.541	3547.182	0.004	OK	0.364
Minor (y)	9.075	3679.583	0.002	OK	0.364

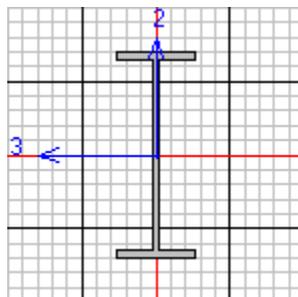
	Vpl, Rd	Eta	LambdaBarW
Reduction	3547.182	1.000	0.000

BRACE MAXIMUM AXIAL LOADS

	P Comp	P Tens
Axial	-1267.167	0.000

GENERAL CONTRACTOR 	ALTA SORVEGLIANZA 					
NV56 - NUOVO CALVACAVIA DI SVINCOLO CASELLO VERONA EST CAVALCAVIA RELAZIONE DI CALCOLO IMPALCATO	<table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <tr> <td style="width: 15%;">Progetto IN17</td> <td style="width: 15%;">Lotto 10</td> <td style="width: 30%;">Codifica Documento YI2 CL NV 56 0 0 001</td> <td style="width: 10%;">Rev. A</td> <td style="width: 20%;">Foglio 67 di 104</td> </tr> </table>	Progetto IN17	Lotto 10	Codifica Documento YI2 CL NV 56 0 0 001	Rev. A	Foglio 67 di 104
Progetto IN17	Lotto 10	Codifica Documento YI2 CL NV 56 0 0 001	Rev. A	Foglio 67 di 104		

Sezione HEB800



Italian NTC 2008 STEEL SECTION CHECK (Summary for Combo and Station)
 Units : KN, m, C

Frame : 6	X Mid: -7.500	Combo: SLU-TRAF-LT	Design Type: Beam
Length: 8.450	Y Mid: -4.225	Shape: HE800B	Frame Type: DCH-CBF
Loc : 8.450	Z Mid: 8.690	Class: Class 1	Rolled : Yes

Interaction=Method B	MultiResponse=Envelopes	P-Delta Done? No
Ignore Seismic Code? No	Ignore Special EQ Load? No	D/P Plug Welded? Yes

GammaM0=1.05	GammaM1=1.10	GammaM2=1.25	
q0=1.00	Omega=1.00	GammaRd=1.10	
An/Ag=1.00	RLLF=1.000	PLLF=0.750	D/C Lim=0.990

Aeff=0.033	eNy=0.000	eNz=0.000		
A=0.033	Iyy=0.004	iyz=0.328	Wel, yy=0.009	Weff, yy=0.009
It=9.590E-06	Izz=1.490E-04	izz=0.067	Wel, zz=9.933E-04	Weff, zz=9.933E-04
Iw=2.191E-05	Iyz=0.000	h=0.800	Wpl, yy=0.010	Av, y=0.021
E=210000000.0	fy=355000.000	fu=510000.000	Wpl, zz=0.002	Av, z=0.016

STRESS CHECK FORCES & MOMENTS

Location	Ned	Med, yy	Med, zz	Ved, z	Ved, y	Ted
8.450	-359.189	-645.090	2.859	84.107	-0.089	-1.497

PMM DEMAND/CAPACITY RATIO (Governing Equation NTC Eq C4.2.38)

D/C Ratio: 0.438 = 0.115 + 0.298 + 0.025 < 0.990 OK

$$= \frac{Ned}{(Chi_z NRk / GammaM1) + kzy (My, Ed + Ned eNy) / (Chi_LT My, Rk / GammaM1) + kzz (Mz, Ed + Ned eNz) / (Mz, Rk / GammaM1)} \quad \text{(NTC Eq C4.2.38)}$$

AXIAL FORCE DESIGN

	Ned Force	Nc, Rd Capacity	Nt, Rd Capacity				
Axial	-359.189	11292.381	11292.381				
	Npl, Rd	Nu, Rd	Ncr, T	Ncr, TF	An/Ag		
	11292.381	12264.480	12597.987	12597.987	1.000		
	Curve	Alpha	Ncr	LambdaBar	Phi	Chi	Nb, Rd
Major (y-y)	a	0.210	26059.198	0.675	0.777	0.859	9263.263
MajorB (y-y)	a	0.210	26059.198	0.675	0.777	0.859	9263.263
Minor (z-z)	b	0.340	4325.058	1.656	2.118	0.291	3134.074
MinorB (z-z)	b	0.340	4325.058	1.656	2.118	0.291	3134.074
Torsional TF	b	0.340	12597.987	0.970	1.102	0.616	6640.641

MOMENT DESIGN

	Med Moment	Med, span Moment	Mm, Ed Moment	Meq, Ed Moment
Major (y-y)	-645.090	-645.090	-645.090	-645.090
Minor (z-z)	2.859	15.904	9.381	10.686

GENERAL CONTRACTOR



Consorzio IricAV Due

ALTA SORVEGLIANZA



ITALFERR
GRUPPO FERROVIE DELLO STATO ITALIANE

NV56 - NUOVO CALVACAVIA DI SVINCOLO CASELLO VERONA EST CAVALCAVIA RELAZIONE DI CALCOLO IMPALCATO	Progetto IN17	Lotto 10	Codifica Documento Y12 CL NV 56 0 0 001	Rev. A	Foglio 68 di 104
--	------------------	-------------	--	-----------	---------------------

	Mc, Rd Capacity	Mv, Rd Capacity	Mn, Rd Capacity	Mb, Rd Capacity
Major (y-y)	3458.714	3458.714	3458.714	2109.018
Minor (z-z)	525.062	525.062	525.062	

	Curve c	AlphaLT 0.490	LambdaBarLT 1.043	PhiLT 1.065	ChiLT 0.639	psi 1.352	Mcr 3340.246
LTB							

	kyy 0.735	kyz 0.468	kzy 0.976	kzz 0.780
Factors				

SHEAR DESIGN

	Ved Force	Vc, Rd Capacity	Stress Ratio	Status Check	Ted Torsion
Major (z)	84.107	3153.932	0.027	OK	0.757
Minor (y)	2.838	4012.321	0.001	OK	0.757

	Vpl, Rd 3153.932	Eta 1.000	LambdaBarW 0.578
Reduction			

CONNECTION SHEAR FORCES FOR BEAMS

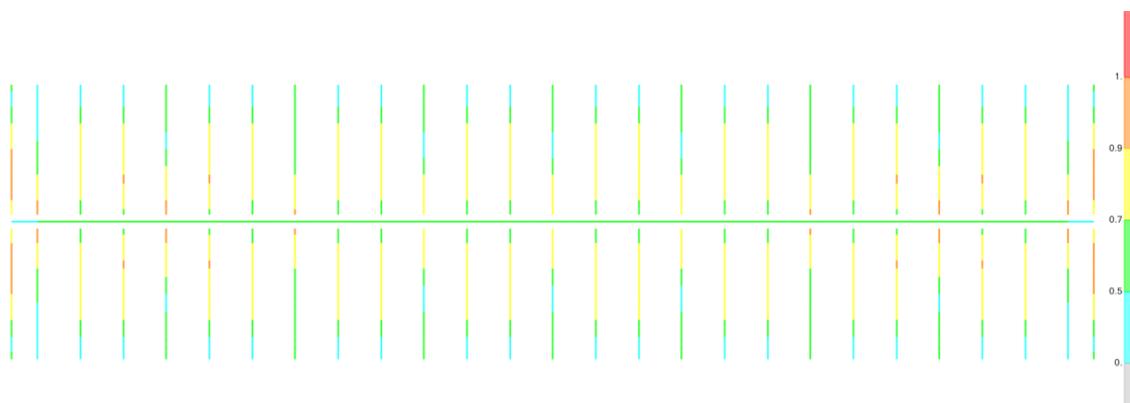
	VMajor Left	VMajor Right
Major (V2)	51.207	84.107

GENERAL CONTRACTOR 	ALTA SORVEGLIANZA 				
NV56 - NUOVO CALVACAVIA DI SVINCOLO CASELLO VERONA EST CAVALCAVIA RELAZIONE DI CALCOLO IMPALCATO	Progetto IN17	Lotto 10	Codifica Documento Y12 CL NV 56 0 0 001	Rev. A	Foglio 69 di 104

9.2 VERIFICA SLU TRAVERSI

Per le verifiche agli stati limite ultimi dei trasversi in acciaio della struttura è stata modellata una soletta avente rigidezza nulla, questa ipotesi, a favore di sicurezza, è stata fatta per cautelarsi da un eventuale rottura della soletta.

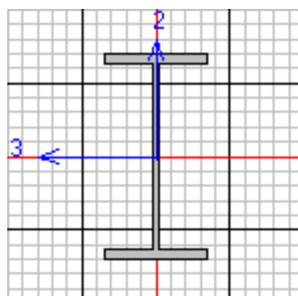
Le lane sono state posizionate in modo avere maggior momento possibile sui trasversi, quindi la corsia 1 e la corsia 1bis sono state posizionate centralmente.



Di seguito si riportano i dati postprocessati dei trasversi con verifica più gravosa:

GENERAL CONTRACTOR 	ALTA SORVEGLIANZA 
NV56 - NUOVO CALVACAVIA DI SVINCOLO CASELLO VERONA EST CAVALCAVIA RELAZIONE DI CALCOLO IMPALCATO	Progetto IN17 Lotto 10 Codifica Documento YI2 CL NV 56 0 0 001 Rev. A Foglio 70 di 104

Trasverso retrotrave HEB600



Italian NTC 2008 STEEL SECTION CHECK (Summary for Combo and Station)
 Units : KN, m, C

Frame : 4111 X Mid: -31.500 Combo: SLU-TRAF-LT Design Type: Beam
 Length: 0.500 Y Mid: -2.500 Shape: HE600B Frame Type: DCH-CBF
 Loc : 0.500 Z Mid: -0.600 Class: Class 1 Rolled : Yes

Interaction=Method B MultiResponse=Envelopes P-Delta Done? No
 Ignore Seismic Code? No Ignore Special EQ Load? No D/P Plug Welded? Yes

GammaM0=1.05 GammaM1=1.10 GammaM2=1.25
 q0=1.00 Omega=1.00 GammaRd=1.10
 An/Ag=1.00 RLLF=1.000 PLLF=0.750 D/C Lim=0.990

Aeff=0.027 eNy=0.000 eNz=0.000
 A=0.027 Iyy=0.002 iyy=0.252 Wel,yy=0.006 Weff,yy=0.006
 It=6.770E-06 Izz=1.353E-04 izz=0.071 Wel,zz=9.020E-04 Weff,zz=9.020E-04
 Iw=1.099E-05 Iyz=0.000 h=0.600 Wpl,yy=0.006 Av,y=0.019
 E=210000000.0 fy=355000.000 fu=510000.000 Wpl,zz=0.001 Av,z=0.011

STRESS CHECK FORCES & MOMENTS

Location	Ned	Med,yy	Med,zz	Ved,z	Ved,y	Ted
0.500	-1778.196	1584.775	-29.826	-278.798	26.494	-1.880

PMM DEMAND/CAPACITY RATIO (Governing Equation NTC Eq C4.2.37)

D/C Ratio: 0.963 = 0.204 + 0.724 + 0.035 < 0.990 OK

$$= \frac{Ned}{\chi_y N_{Rk}/\Gamma_{M1}} + k_{yy} \left(\frac{M_y, Ed + NEd e_{Ny}}{\chi_{LT} M_y, Rk/\Gamma_{M1}} \right) + k_{yz} \left(\frac{M_z, Ed + NEd e_{Nz}}{M_z, Rk/\Gamma_{M1}} \right)$$
 (NTC Eq C4.2.37)

AXIAL FORCE DESIGN

	Ned	Nc,Rd	Nt,Rd				
Axial	Force	Capacity	Capacity				
	-1778.196	9128.571	9128.571				
	Npl,Rd	Nu,Rd	Ncr,T	Ncr,TF	An/Ag		
	9128.571	9914.400	6.651E+19	6.651E+19	1.000		
Curve	Alpha	Ncr	LambdaBar	Phi	Chi	Nb,Rd	
Major (y-y)	a	0.210	14176699.76	0.026	0.482	1.000	8713.636
MajorB (y-y)	a	0.210	14176699.76	0.026	0.482	1.000	8713.636
Minor (z-z)	b	0.340	5.596E+19	0.000	0.466	1.000	8713.636
MinorB (z-z)	b	0.340	5.596E+19	0.000	0.466	1.000	8713.636
Torsional TF	b	0.340	6.651E+19	0.000	0.466	1.000	8713.636

MOMENT DESIGN

	Med	Med, span	Mm, Ed	Meq, Ed
	Moment	Moment	Moment	Moment
Major (y-y)	1584.775	1584.775	1584.775	1556.918
Minor (z-z)	-29.826	-29.826	-29.826	-10.636

GENERAL CONTRACTOR



Consorzio IricAV Due

ALTA SORVEGLIANZA



ITALFERR
GRUPPO FERROVIE DELLO STATO ITALIANE

NV56 - NUOVO CALVACAVIA DI SVINCOLO CASELLO VERONA EST CAVALCAVIA RELAZIONE DI CALCOLO IMPALCATO	Progetto IN17	Lotto 10	Codifica Documento Y12 CL NV 56 0 0 001	Rev. A	Foglio 71 di 104
--	------------------	-------------	--	-----------	---------------------

	Mc, Rd Capacity	Mv, Rd Capacity	Mn, Rd Capacity	Mb, Rd Capacity
Major (y-y)	2172.262	2172.262	2098.941	2073.523
Minor (z-z)	470.290	470.290	470.290	

	Curve b	AlphaLT 0.340	LambdaBarLT 0.000	PhiLT 0.432	ChiLT 1.000	psi 1.000	Mcr 1.595E+19
LTB							

	kyy 0.948	kyz 0.527	kzy 0.600	kzz 0.878
Factors				

SHEAR DESIGN

	Ved Force	Vc, Rd Capacity	Stress Ratio	Status Check	Ted Torsion
Major (z)	278.798	2163.784	0.129	OK	0.979
Minor (y)	26.494	3636.563	0.007	OK	0.979

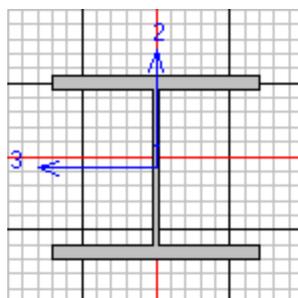
	Vpl, Rd 2163.784	Eta 1.000	LambdaBarW 0.368
Reduction			

CONNECTION SHEAR FORCES FOR BEAMS

	VMajor Left	VMajor Right
Major (V2)	284.881	278.798

GENERAL CONTRACTOR 	ALTA SORVEGLIANZA 					
NV56 - NUOVO CALVACAVIA DI SVINCOLO CASELLO VERONA EST CAVALCAVIA RELAZIONE DI CALCOLO IMPALCATO	<table border="1"> <tr> <td>Progetto IN17</td> <td>Lotto 10</td> <td>Codifica Documento YI2 CL NV 56 0 0 001</td> <td>Rev. A</td> <td>Foglio 72 di 104</td> </tr> </table>	Progetto IN17	Lotto 10	Codifica Documento YI2 CL NV 56 0 0 001	Rev. A	Foglio 72 di 104
Progetto IN17	Lotto 10	Codifica Documento YI2 CL NV 56 0 0 001	Rev. A	Foglio 72 di 104		

Trasverso appoggio Tr_1



Italian NTC 2008 STEEL SECTION CHECK (Summary for Combo and Station)
 Units : KN, m, C

Frame : 4094 X Mid: -30.000 Combo: SLU-TRAF-LT Design Type: Beam
 Length: 0.350 Y Mid: 0.575 Shape: Tr_1 Frame Type: DCH-CBF
 Loc : 0.000 Z Mid: -0.600 Class: Class 1 Rolled : No

Interaction=Method B MultiResponse=Envelopes P-Delta Done? No
 Ignore Seismic Code? No Ignore Special EQ Load? No D/P Plug Welded? Yes

GammaM0=1.05 GammaM1=1.10 GammaM2=1.25
 q0=1.00 Omega=1.00 GammaRd=1.17
 An/Ag=1.00 RLLF=1.000 PLLF=0.750 D/C Lim=0.990

Aeff=0.128 eNy=0.000 eNz=0.000
 A=0.128 Iyy=0.016 iyy=0.349 Wel,yy=0.039 Weff,yy=0.039
 It=1.301E-04 Izz=0.007 izz=0.238 Wel,zz=0.016 Weff,zz=0.016
 Iw=9.982E-04 Iyz=0.000 h=0.800 Wpl,yy=0.043 Av,y=0.108
 E=210000000.0 fy=335000.000 fu=470000.000 Wpl,zz=0.024 Av,z=0.020

STRESS CHECK FORCES & MOMENTS

Location	Ned	Med,yy	Med,zz	Ved,z	Ved,y	Ted
0.000	106.425	10123.116	-2318.505	-239.541	-249.686	-28.233

PMM DEMAND/CAPACITY RATIO (Governing Equation NTC Eq C4.2.37)

D/C Ratio: 0.945 = 0.000 + 0.758 + 0.187 < 0.990 OK

$$= \frac{Ned}{(\chi_y NRk / \Gamma M1)} + k_{yy} (M_y, Ed + Ned) eNy / (\chi_{LT} M_y, Rk / \Gamma M1) + k_{yz} (M_z, Ed + Ned) eNz / (M_z, Rk / \Gamma M1)$$
 (NTC Eq C4.2.37)

AXIAL FORCE DESIGN

	Ned	Nc,Rd	Nt,Rd				
Axial	Force	Capacity	Capacity				
	106.425	40965.714	40965.714				
	Npl,Rd	Nu,Rd	Ncr,T	Ncr,TF	An/Ag		
	40965.714	43450.560	2.043E+20	2.043E+20	1.000		
Curve	Alpha	Ncr	LambdaBar	Phi	Chi	Nb,Rd	
Major (y-y)	c	0.490	264003683.7	0.013	0.454	1.000	39103.636
MajorB (y-y)	c	0.490	264003683.7	0.013	0.454	1.000	39103.636
Minor (z-z)	d	0.760	2.661E+20	0.000	0.424	1.000	39103.636
MinorB (z-z)	d	0.760	2.661E+20	0.000	0.424	1.000	39103.636
Torsional TF	d	0.760	2.043E+20	0.000	0.424	1.000	39103.636

MOMENT DESIGN

	Med	Med, span	Mm, Ed	Meq, Ed
	Moment	Moment	Moment	Moment
Major (y-y)	10123.116	10123.116	10123.116	10030.971
Minor (z-z)	-2318.505	-2318.505	-2318.505	-71.714

GENERAL CONTRACTOR 	ALTA SORVEGLIANZA 				
NV56 - NUOVO CALVACAVIA DI SVINCOLO CASELLO VERONA EST CAVALCAVIA RELAZIONE DI CALCOLO IMPALCATO	Progetto IN17	Lotto 10	Codifica Documento Y12 CL NV 56 0 0 001	Rev. A	Foglio 73 di 104

	Mc, Rd Capacity	Mv, Rd Capacity	Mn, Rd Capacity	Mb, Rd Capacity
Major (y-y)	13855.600	13855.600	13855.600	13225.800
Minor (z-z)	7801.671	7801.671	7801.671	

	Curve c	AlphaLT 0.490	LambdaBarLT 0.000	PhiLT 0.402	ChiLT 1.000	psi 1.000	Mcr 9.847E+19
LTB							

	kyy 0.991	kyy 0.600	kzy 0.600	kzz 1.000
Factors				

SHEAR DESIGN

	Ved Force	Vc, Rd Capacity	Stress Ratio	Status Check	Ted Torsion
Major (z)	933.801	3757.724	0.249	OK	10.252
Minor (y)	610.166	19893.831	0.031	OK	10.252

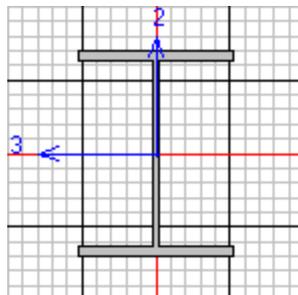
	Vpl, Rd 3757.724	Eta 1.000	LambdaBarW 0.200
Reduction			

CONNECTION SHEAR FORCES FOR BEAMS

	VMajor Left 933.801	VMajor Right 948.489
Major (V2)		

GENERAL CONTRACTOR 		ALTA SORVEGLIANZA 				
NV56 - NUOVO CALVACAVIA DI SVINCOLO CASELLO VERONA EST CAVALCAVIA RELAZIONE DI CALCOLO IMPALCATO		Progetto IN17	Lotto 10	Codifica Documento YI2 CL NV 56 0 0 001	Rev. A	Foglio 74 di 104

Trasverso prtante di campata Tr_2



Italian NTC 2008 STEEL SECTION CHECK (Summary for Combo and Station)
 Units : KN, m, C

Frame : 3954 X Mid: -22.500 Combo: SLU-TRAF-LT Design Type: Beam
 Length: 0.350 Y Mid: 0.575 Shape: Tr_2 Frame Type: DCH-CBF
 Loc : 0.000 Z Mid: -0.600 Class: Class 1 Rolled : No

Interaction=Method B MultiResponse=Envelopes P-Delta Done? No
 Ignore Seismic Code? No Ignore Special EQ Load? No D/P Plug Welded? Yes

GammaM0=1.05 GammaM1=1.10 GammaM2=1.25
 q0=1.00 Omega=1.00 GammaRd=1.10
 An/Ag=1.00 RLLF=1.000 PLLF=0.750 D/C Lim=0.990

Aeff=0.062 eNy=0.000 eNz=0.000
 A=0.062 Iyy=0.008 iyy=0.348 Wel,yy=0.019 Weff,yy=0.019
 It=2.641E-05 Izz=0.001 izz=0.152 Wel,zz=0.005 Weff,zz=0.005
 Iw=2.080E-04 Iyz=0.000 h=0.800 Wpl,yy=0.021 Av,y=0.048
 E=210000000.0 fy=355000.000 fu=510000.000 Wpl,zz=0.007 Av,z=0.014

STRESS CHECK FORCES & MOMENTS

Location	Ned	Med,yy	Med,zz	Ved,z	Ved,y	Ted
0.000	166.122	5649.675	-503.562	-247.769	1.156	-8.780

PMM DEMAND/CAPACITY RATIO (Governing Equation NTC Eq C4.2.37)

D/C Ratio: 0.957 = 0.000 + 0.828 + 0.129 < 0.990 OK

$$= \frac{Ned}{(Chi_y NRk/GammaM1) + kyy (My,Ed+NEd eNy) / (Chi_LT My,Rk/GammaM1)} + \frac{kzz (Mz,Ed+NEd eNz) / (Mz,Rk/GammaM1)}{(NTC Eq C4.2.37)}$$

AXIAL FORCE DESIGN

	Ned	Nc,Rd	Nt,Rd				
Axial	Force	Capacity	Capacity				
	166.122	21097.143	21097.143				
	Npl,Rd	Nu,Rd	Ncr,T	Ncr,TF	An/Ag		
	21097.143	22913.280	1.295E+20	1.295E+20	1.000		
Curve	Alpha	Ncr	LambdaBar	Phi	Chi	Nb,Rd	
Major (y-y)	b	0.340	127904658.9	0.013	0.468	1.000	20138.182
MajorB (y-y)	b	0.340	127904658.9	0.013	0.468	1.000	20138.182
Minor (z-z)	c	0.490	1.293E+20	0.000	0.451	1.000	20138.182
MinorB (z-z)	c	0.490	1.293E+20	0.000	0.451	1.000	20138.182
Torsional TF	c	0.490	1.295E+20	0.000	0.451	1.000	20138.182

MOMENT DESIGN

	Med	Med, span	Mm, Ed	Meq, Ed
	Moment	Moment	Moment	Moment
Major (y-y)	5649.675	5649.675	5649.675	5567.904
Minor (z-z)	-503.562	-503.562	-503.562	-71.714

GENERAL CONTRACTOR



Consorzio IricAV Due

ALTA SORVEGLIANZA



ITALFERR
GRUPPO FERROVIE DELLO STATO ITALIANE

NV56 - NUOVO CALVACAVIA DI SVINCOLO CASELLO VERONA EST CAVALCAVIA RELAZIONE DI CALCOLO IMPALCATO	Progetto IN17	Lotto 10	Codifica Documento Y12 CL NV 56 0 0 001	Rev. A	Foglio 75 di 104
--	------------------	-------------	--	-----------	---------------------

	Mc, Rd	Mv, Rd	Mn, Rd	Mb, Rd
	Capacity	Capacity	Capacity	Capacity
Major (y-y)	7043.200	7043.200	7043.200	6723.055
Minor (z-z)	2458.629	2458.629	2458.629	

	Curve	AlphaLT	LambdaBarLT	PhiLT	ChiLT	psi	Mcr
LTB	c	0.490	0.000	0.402	1.000	1.000	4.915E+19

	kyy	kyz	kzy	kzz
Factors	0.986	0.600	0.600	1.000

SHEAR DESIGN

	Ved	Vc, Rd	Stress	Status	Ted
	Force	Capacity	Ratio	Check	Torsion
Major (z)	800.423	2810.870	0.285	OK	2.961
Minor (y)	148.912	9369.566	0.016	OK	2.961

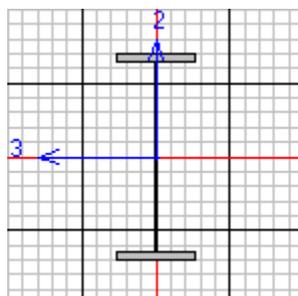
	Vpl, Rd	Eta	LambdaBarW
Reduction	2810.870	1.000	0.321

CONNECTION SHEAR FORCES FOR BEAMS

	VMajor	VMajor
	Left	Right
Major (V2)	800.423	814.781

GENERAL CONTRACTOR 	ALTA SORVEGLIANZA 
NV56 - NUOVO CALVACAVIA DI SVINCOLO CASELLO VERONA EST CAVALCAVIA RELAZIONE DI CALCOLO IMPALCATO	Progetto IN17 Lotto 10 Codifica Documento YI2 CL NV 56 0 0 001 Rev. A Foglio 76 di 104

Trasverso di campata secondario HEA800



Italian NTC 2008 STEEL SECTION CHECK (Summary for Combo and Station)
 Units : KN, m, C

Frame : 3901 X Mid: -20.000 Combo: SLU-TRAF-LT Design Type: Beam
 Length: 0.500 Y Mid: -2.500 Shape: HE800A Frame Type: DCH-CBF
 Loc : 0.500 Z Mid: -0.600 Class: Class 1 Rolled : Yes

Interaction=Method B MultiResponse=Envelopes P-Delta Done? No
 Ignore Seismic Code? No Ignore Special EQ Load? No D/P Plug Welded? Yes

GammaM0=1.05 GammaM1=1.10 GammaM2=1.25
 q0=1.00 Omega=1.00 GammaRd=1.10
 An/Ag=1.00 RLLF=1.000 PLLF=0.750 D/C Lim=0.990

Aeff=0.029 eNy=0.000 eNz=0.000
 A=0.029 Iyy=0.003 iyy=0.326 Wel,yy=0.008 Weff,yy=0.008
 It=6.090E-06 Izz=1.264E-04 izz=0.066 Wel,zz=8.427E-04 Weff,zz=8.427E-04
 Iw=1.835E-05 Iyz=0.000 h=0.790 Wpl,yy=0.009 Av,y=0.018
 E=210000000.0 fy=355000.000 fu=510000.000 Wpl,zz=0.001 Av,z=0.014

STRESS CHECK FORCES & MOMENTS

Location	Ned	Med,yy	Med,zz	Ved,z	Ved,y	Ted
0.500	30.288	2444.581	-25.230	-247.505	23.228	-0.663

PMM DEMAND/CAPACITY RATIO (Governing Equation NTC Eq C4.2.37)

D/C Ratio: 0.902 = 0.000 + 0.867 + 0.036 < 0.990 OK

$$= \frac{Ned}{(Chi_y NRk / GammaM1)} + k_{yy} \frac{(My, Ed + Ned eNy)}{(Chi_LT My, Rk / GammaM1)} + k_{yz} \frac{(Mz, Ed + Ned eNz)}{(Mz, Rk / GammaM1)}$$
 (NTC Eq C4.2.37)

AXIAL FORCE DESIGN

	Ned	Nc,Rd	Nt,Rd			
Axial	Force	Capacity	Capacity			
	30.288	9669.524	9669.524			
	Npl,Rd	Nu,Rd	Ncr,T	Ncr,TF	An/Ag	
	9669.524	10501.920	7.787E+19	7.787E+19	1.000	
Curve	Alpha	Ncr	LambdaBar	Phi	Chi	Nb,Rd
Major (y-y)	a	0.210 25153277.93	0.020	0.481	1.000	9230.000
MajorB (y-y)	a	0.210 25153277.93	0.020	0.481	1.000	9230.000
Minor (z-z)	b	0.340 5.928E+19	0.000	0.466	1.000	9230.000
MinorB (z-z)	b	0.340 5.928E+19	0.000	0.466	1.000	9230.000
Torsional TF	b	0.340 7.787E+19	0.000	0.466	1.000	9230.000

MOMENT DESIGN

	Med	Med, span	Mm, Ed	Meq, Ed
Major (y-y)	Moment	Moment	Moment	Moment
	2444.581	2444.581	2444.581	2433.171

GENERAL CONTRACTOR



ALTA SORVEGLIANZA



NV56 - NUOVO CALVACAVIA DI SVINCOLO CASELLO VERONA EST
CAVALCAVIA
RELAZIONE DI CALCOLO IMPALCATO

Progetto
IN17

Lotto
10

Codifica Documento
Y12 CL NV 56 0 0 001

Rev.
A

Foglio
77 di 104

Minor (z-z)	-25.230	-25.230	-25.230	-71.714
	Mc, Rd Capacity	Mv, Rd Capacity	Mn, Rd Capacity	Mb, Rd Capacity
Major (y-y)	2941.090	2941.090	2941.090	2807.405
Minor (z-z)	443.581	443.581	443.581	

LTB	Curve c	AlphaLT 0.490	LambdaBarLT 0.000	PhiLT 0.402	ChiLT 1.000	psi 1.000	Mcr 2.258E+19
-----	------------	------------------	----------------------	----------------	----------------	--------------	------------------

Factors	kyy 0.995	kyz 0.600	kzy 0.600	kzz 1.000
---------	--------------	--------------	--------------	--------------

SHEAR DESIGN

	Ved Force	Vc, Rd Capacity	Stress Ratio	Status Check	Ted Torsion
Major (z)	298.321	2713.270	0.110	OK	0.078
Minor (y)	23.228	3433.555	0.007	OK	0.078

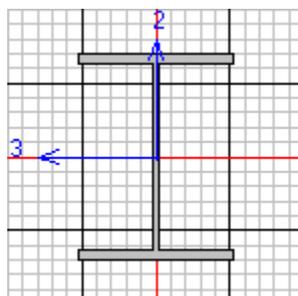
Reduction	Vpl, Rd 2713.270	Eta 1.000	LambdabarW 0.480
-----------	---------------------	--------------	---------------------

CONNECTION SHEAR FORCES FOR BEAMS

	VMajor Left	VMajor Right
Major (V2)	281.625	298.321

GENERAL CONTRACTOR 	ALTA SORVEGLIANZA  GRUPPO FERROVIE DELLO STATO ITALIANE
NV56 - NUOVO CALVACAVIA DI SVINCOLO CASELLO VERONA EST CAVALCAVIA RELAZIONE DI CALCOLO IMPALCATO	Progetto IN17 Lotto 10 Codifica Documento YI2 CL NV 56 0 0 001 Rev. A Foglio 78 di 104

Longherina di ripartizione L_1



Italian NTC 2008 STEEL SECTION CHECK (Summary for Combo and Station)
 Units : KN, m, C

Frame : 103 X Mid: -26.250 Combo: SLU-TRAF-LT Design Type: Beam
 Length: 2.500 Y Mid: 0.000 Shape: L_1 Frame Type: DCH-CBF
 Loc : 0.000 Z Mid: -0.600 Class: Class 1 Rolled : No

Interaction=Method B MultiResponse=Envelopes P-Delta Done? No
 Ignore Seismic Code? No Ignore Special EQ Load? No D/P Plug Welded? Yes

GammaM0=1.05 GammaM1=1.10 GammaM2=1.25
 q0=1.00 Omega=1.00 GammaRd=1.10
 An/Ag=1.00 RLLF=1.000 PLLF=0.750 D/C Lim=0.990

Aeff=0.062 eNy=0.000 eNz=0.000
 A=0.062 Iyy=0.008 iyy=0.348 Wel,yy=0.019 Weff,yy=0.019
 It=2.641E-05 Izz=0.001 izz=0.152 Wel,zz=0.005 Weff,zz=0.005
 Iw=2.080E-04 Iyz=0.000 h=0.800 Wpl,yy=0.021 Av,y=0.048
 E=210000000.0 fyd=355000.000 fu=510000.000 Wpl,zz=0.007 Av,z=0.014

STRESS CHECK FORCES & MOMENTS

Location	Ned	Med,yy	Med,zz	Ved,z	Ved,y	Ted
0.000	695.584	3558.947	-104.850	-738.237	71.971	-5.452

PMM DEMAND/CAPACITY RATIO (Governing Equation NTC Eq C4.2.37)

D/C Ratio: 0.589 = 0.000 + 0.562 + 0.027 < 0.990 OK

$$= \frac{NED}{\chi_y N_{Rk}/\gamma_{M1}} + k_{yy} \left(\frac{M_y, Ed+NED}{\chi_y N_{Rk}/\gamma_{M1}} + \frac{eNy}{\chi_y N_{Rk}/\gamma_{M1}} \right) + k_{yz} \left(\frac{M_z, Ed+NED}{\chi_z N_{Rk}/\gamma_{M1}} + \frac{eNz}{\chi_z N_{Rk}/\gamma_{M1}} \right)$$
 (NTC Eq C4.2.37)

AXIAL FORCE DESIGN

	Ned	Nc,Rd	Nt,Rd			
Axial	Force	Capacity	Capacity			
	695.584	21097.143	21097.143			
	Npl,Rd	Nu,Rd	Ncr,T	Ncr,TF	An/Ag	
	21097.143	22913.280	1.295E+20	1.295E+20	1.000	
Curve	Alpha	Ncr	LambdaBar	Phi	Chi	Nb,Rd
Major (y-y)	b 0.340	2506931.314	0.094	0.486	1.000	20138.182
MajorB (y-y)	b 0.340	2506931.314	0.094	0.486	1.000	20138.182
Minor (z-z)	c 0.490	1.293E+20	0.000	0.451	1.000	20138.182
MinorB (z-z)	c 0.490	1.293E+20	0.000	0.451	1.000	20138.182
Torsional TF	c 0.490	1.295E+20	0.000	0.451	1.000	20138.182

MOMENT DESIGN

	Med	Med, span	Mm, Ed	Meq, Ed
Major (y-y)	Moment	Moment	Moment	Moment
	3558.947	3926.583	3558.947	3779.529

GENERAL CONTRACTOR



Consorzio IricAV Due

ALTA SORVEGLIANZA



ITALFERR
GRUPPO FERROVIE DELLO STATO ITALIANE

NV56 - NUOVO CALVACAVIA DI SVINCOLO CASELLO VERONA EST CAVALCAVIA RELAZIONE DI CALCOLO IMPALCATO	Progetto IN17	Lotto 10	Codifica Documento Y12 CL NV 56 0 0 001	Rev. A	Foglio 79 di 104
--	------------------	-------------	--	-----------	---------------------

Minor (z-z)	-104.850	-104.850	-104.850	-10.636
	Mc, Rd	Mv, Rd	Mn, Rd	Mb, Rd
	Capacity	Capacity	Capacity	Capacity
Major (y-y)	7043.200	7043.200	7043.200	6723.055
Minor (z-z)	2458.629	2458.629	2458.629	

LTB	Curve AlphaLT c	LambdaBarLT	PhiLT	ChiLT	psi	Mcr
	0.490	0.000	0.402	1.000	1.000	4.915E+19

Factors	kyy	kyz	kzy	kzz
	0.963	0.600	0.600	1.000

SHEAR DESIGN

	Ved	Vc, Rd	Stress	Status	Ted
	Force	Capacity	Ratio	Check	Torsion
Major (z)	738.237	2810.870	0.263	OK	5.421
Minor (y)	71.971	9369.566	0.008	OK	5.421

Reduction	Vpl, Rd	Eta	LambdabarW
	2810.870	1.000	0.464

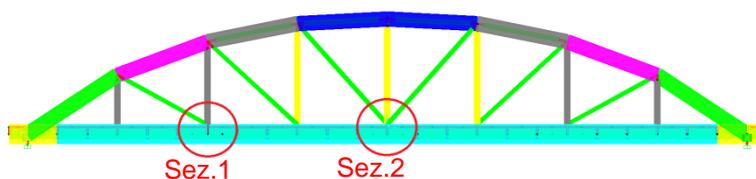
CONNECTION SHEAR FORCES FOR BEAMS

	VMajor	VMajor
	Left	Right
Major (V2)	738.237	720.051

GENERAL CONTRACTOR 	ALTA SORVEGLIANZA 				
NV56 - NUOVO CALVACAVIA DI SVINCOLO CASELLO VERONA EST CAVALCAVIA RELAZIONE DI CALCOLO IMPALCATO	Progetto IN17	Lotto 10	Codifica Documento Y12 CL NV 56 0 0 001	Rev. A	Foglio 80 di 104

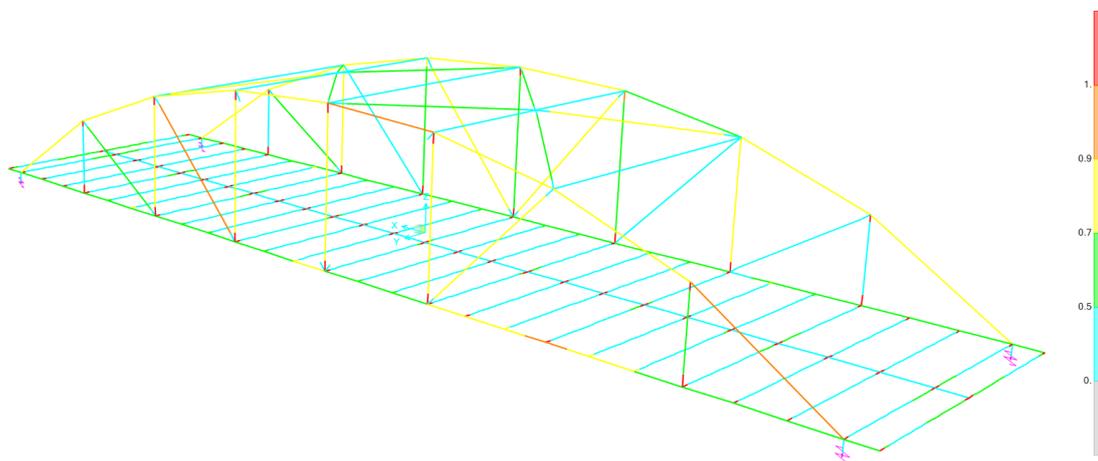
9.3 VERIFICA SLU ROTTURA PENDINI

Per valutare le sollecitazioni indotte dalla rottura dei pendini sono stati creati 2 modelli differenti. In questi due modelli la soletta viene considerata collaborante, e le lane con carico maggiore sono posizionate con la distanza più vicina possibile dall'arco su cui avvengono le rotture dei pendini.



Nelle figure seguenti si rappresentano per semplicità e sintesi le direttamente gli output grafici delle verifiche, sottolineando il fatto che nessuna membratura risulta avere un coefficiente di utilizzo maggiore di 1.

Verifiche rottura pendino sezione1:

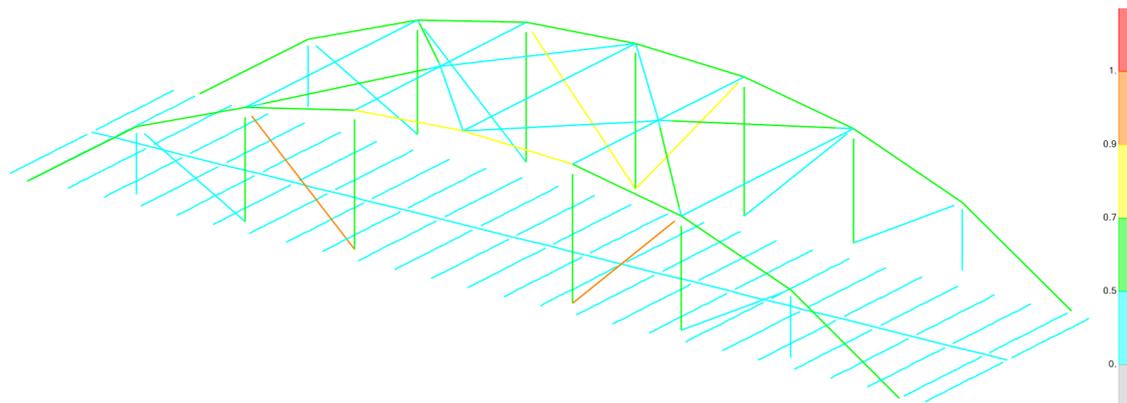


Nella verifica sono stati eliminati anche i pendini centrali poiché durante l'applicazione del carico da traffico tendevano ad instabilizzarsi, quindi anche non tenendo conto della resistenza di questi la verifica viene soddisfatta.

GENERAL CONTRACTOR 	ALTA SORVEGLIANZA 				
NV56 - NUOVO CALVACAVIA DI SVINCOLO CASELLO VERONA EST CAVALCAVIA RELAZIONE DI CALCOLO IMPALCATO	Progetto IN17	Lotto 10	Codifica Documento Y12 CL NV 56 0 0 001	Rev. A	Foglio 81 di 104

Verifiche rottura pendino sezione2:

In figura si mostra l'output grafico della verifica che rappresenta i coefficienti di utilizzo con leggenda di fianco.



La verifica risulta soddisfatta.

GENERAL CONTRACTOR 		ALTA SORVEGLIANZA 				
NV56 - NUOVO CALVACAVIA DI SVINCOLO CASELLO VERONA EST CAVALCAVIA RELAZIONE DI CALCOLO IMPALCATO	Progetto IN17	Lotto 10	Codifica Documento Y12 CL NV 56 0 0 001	Rev. A	Foglio 82 di 104	

9.4 VERIFICHE A FATICA

Le verifiche a fatica sono stata condotte in confrontando il delta ideale di tensione di progetto $\Delta\sigma_{E,D}$ con la classe del particolare consistono nel verificare che nel dettaglio considerato lo spettro di carico produca un danneggiamento Δs_c , nell'ipotesi che il delta di tensione $\Delta s_{E,D}$ sia in grado di produrre in 2×10^6 cicli, lo stesso danneggiamento prodotto dallo spettro di tensione di progetto.

Il delta di tensione $\Delta\sigma_{E,D}$ è fornito dalla seguente relazione:

$$\Delta\sigma_{E,D} = \lambda \Phi_2 \Delta\sigma_p$$

dove :

λ è il fattore di equivalenza del danneggiamento.

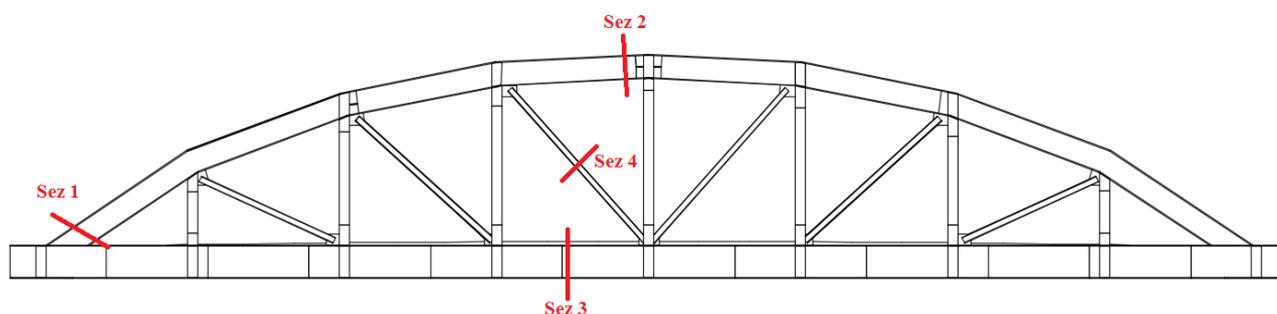
Φ_2 è il afftore dinamico equivalente di danneggiamento., assunto pari ad 1 (ENV 1993-2).

$\Delta s_p = |\sigma_{pmax} - \sigma_{pmin}|$ = è il massimo delta di tensione indotto nel dettaglio in esame dal modello di carico da fatica 3.

Le verifiche saranno condotte considerando lo spettro di tensione indotto nel dettaglio dal "Modello di carico a fatica n.3" (NTC08 Figura 5.1.5) costituito da un veicolo di fatica simmetrico a 4 assi, ciascuno di peso 120kN, e vista la lunghezza del ponte (maggiore di 40 metri) viene aggiunto un altro veicolo a 4 assi, ciascuno di peso 36 kN.

Dall'analisi della struttura, considerando i carichi dallo schema di fatica n.3, si individuano, per differenza tra le sollecitazioni massime e minime nelle varie sezioni di indagine, i Δ di Momento flettente, taglio e momento torcente in ogni sezione della struttura.

GENERAL CONTRACTOR 	ALTA SORVEGLIANZA 				
NV56 - NUOVO CALVACAVIA DI SVINCOLO CASELLO VERONA EST CAVALCAVIA RELAZIONE DI CALCOLO IMPALCATO	Progetto IN17	Lotto 10	Codifica Documento Y12 CL NV 56 0 0 001	Rev. A	Foglio 83 di 104



In figura sono state evidenziate le sezioni di maggiormente sollecitate dal carico di fatica
 Per la verifica a danneggiamento si considererà sulla corsia lenta il flusso annuo di veicoli superiori a 100kN, rilevanti ai fini della verifica a fatica dedotto dalla tabella seguente:

da [NTC2008, Tab 5.1.X - *Flusso annuo di veicoli pesanti sulla corsia lenta*]

Categorie di traffico	Flusso annuo di veicoli di peso superiore a 100 kN sulla corsia lenta (N_{Obs})
1 - Strade ed autostrade con 2 o più corsie per senso di marcia, caratterizzate da intenso traffico pesante	$2,0 \times 10^6$
2 - Strade ed autostrade caratterizzate da traffico pesante di media intensità	$0,5 \times 10^6$
3 - Strade principali caratterizzate da traffico pesante di modesta intensità	$0,125 \times 10^6$
4 - Strade locali caratterizzate da traffico pesante di intensità molto ridotta	$0,05 \times 10^6$

Si è scelta per la strada optata dalla struttura la categoria 1
 $N_{obs} = 2.00E+06$

Il coefficiente λ è ottenuto dalla seguente relazione:

$$\lambda = \lambda_1 \times \lambda_2 \times \lambda_3 \times \lambda_4 \quad \lambda \leq \lambda_{max}$$

dove:

- λ_1 è un parametro che dipende dalla lunghezza della superficie di influenza
- λ_2 è un parametro che porta in conto il volume di traffico,
- λ_3 è un parametro che tiene conto della vita di progetto del ponte,

GENERAL CONTRACTOR 	ALTA SORVEGLIANZA 				
NV56 - NUOVO CALVACAVIA DI SVINCOLO CASELLO VERONA EST CAVALCAVIA RELAZIONE DI CALCOLO IMPALCATO	Progetto IN17	Lotto 10	Codifica Documento Y12 CL NV 56 0 0 001	Rev. A	Foglio 84 di 104

λ_4 è un fattore che tiene conto del traffico pesante sulle altre corsie.

λ_{\max} è il massimo valore di λ .

-Coefficiente λ_1

da [UNI EN 1993-2, p.to 9.5.2(2)]

Momento

Taglio

$$L = 60 \text{ m}$$

$$L_i = 60 \text{ m}$$

$$\text{Mezzeria} \quad 2,55 - 0,7 \times (L_i - 10) / 70$$

$$L_i < 30 \text{ m} \quad 2,0 - 0,3 \times (L_i - 10) / 20$$

Appoggio

$$L_i \geq 30 \text{ m} \quad 1,7 - 0,5 \times (L_i - 30) / 50$$

$$\lambda_1 = 2.05 \quad [-]$$

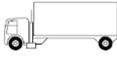
GENERAL CONTRACTOR 		ALTA SORVEGLIANZA 				
NV56 - NUOVO CALVACAVIA DI SVINCOLO CASELLO VERONA EST CAVALCAVIA RELAZIONE DI CALCOLO IMPALCATO		Progetto IN17	Lotto 10	Codifica Documento Y12 CL NV 56 0 0 001	Rev. A	Foglio 85 di 104

- Coefficiente

da [UNI EN 1993-2, p.to

λ_2

9.5.2(3)]

	 $Q_1=200\text{kN}$	 $Q_1=310\text{kN}$	 $Q_1=490\text{kN}$	 $Q_1=390\text{kN}$	 $Q_1=450\text{kN}$	
<input checked="" type="radio"/>	20%	5%	50%	15%	10%	Lunga distanza
<input type="radio"/>	40%	10%	30%	15%	5%	Media distanza
<input type="radio"/>	80%	5%	5%	5%	5%	Traffico locale

Per la strada in oggetto si è scelta una percorrenza di: **Lunga distanza**

$$\begin{aligned}
 N_{\text{obs}} &= 2.00\text{E}+06 & Q_{ml} &= \left(\frac{\sum n_i Q_i^5}{\sum n_i} \right)^{1/5} \\
 N_o &= 2000000 & Q_{mlv} &= \left(\frac{\sum n_i Q_i^8}{\sum n_i} \right)^{1/8} \\
 Q_o &= 480.0 \text{ kN} & \text{da FLM3} & \\
 Q_{ml} &= 445.4 \text{ kN} & \lambda_2 &= \frac{Q_{ml}}{Q_o} \left(\frac{N_{\text{obs}}}{N_o} \right)^{1/5} \\
 Q_{mlv} &= 457.4 \text{ kN} & \lambda_{v2} &= \frac{Q_{mlv}}{Q_o} \left(\frac{N_{\text{obs}}}{N_o} \right)^{1/8} \\
 \lambda_2 &= 0.93 \quad [-] & \lambda_{v2} &= 0.95 \quad [-]
 \end{aligned}$$

- Coefficiente λ_3

da [UNI EN 1993-2, p.to 9.5.2(5)]

$t_{ld} = 100$ Anni Vita prevista dell'opera

$$\lambda_3 = 1 \quad \lambda_3 = \left(\frac{t_{Ld}}{100} \right)^{1/5}$$

- Coefficiente λ_4

da [UNI EN 1993-2, p.to 9.5.2(6)]

GENERAL CONTRACTOR 	ALTA SORVEGLIANZA 				
NV56 - NUOVO CALVACAVIA DI SVINCOLO CASELLO VERONA EST CAVALCAVIA RELAZIONE DI CALCOLO IMPALCATO	Progetto IN17	Lotto 10	Codifica Documento Y12 CL NV 56 0 0 001	Rev. A	Foglio 86 di 104

- Coefficiente λ_4

da [UNI EN 1993-2, p.to 9.5.2(6)]

$n^\circ = 4$ Numero corsie

$\eta_1 = 13.7$ m

$\eta_2 = 10.7$ m

$\eta_3 = 6.2$ m

$\eta_4 = 3.2$ m

$N_1 = N_{2,3,4}$

$Q_{m1} = Q_{m2}$

$$\lambda_4 = \left[1 + \frac{N_2}{N_1} \left(\frac{\eta_2 Q_{m2}}{\eta_1 Q_{m1}} \right)^5 + \frac{N_3}{N_1} \left(\frac{\eta_3 Q_{m3}}{\eta_1 Q_{m1}} \right)^5 + \dots + \frac{N_k}{N_1} \left(\frac{\eta_k Q_{mk}}{\eta_1 Q_{m1}} \right)^5 \right]^{1/5}$$

$\lambda_4 = 1.06$

- Coefficiente λ_{\max}

$\lambda_{\max} = 2.00$

- Coefficiente λ

$\lambda = 2.00$

Riportati i coefficienti si esegue la verifica sulle flange superiori ed inferiori delle sezioni indicate:

In particolare quest'analisi viene eseguita sui lembi di giunzione di ogni concio, ove si hanno coefficienti tabulati per $\Delta\sigma_c$ molto più restrittivi. Nella seguente tabella vengono riportati i risultati:

	X	γ_{Mf}	γ_{Ff}	t [mm]	K_s	$\Delta\sigma_c$	λ	$\Delta\phi_{fat}$	$\Delta\sigma_{FLM}$	Eq. 8.2 EN1993-1-9
Sez 1	3.5	1.35	1.00	55	0.82	71	2.00	1.15	17.8	0.95
Sez 2	30	1.35	1.00	40	0.89	71	2.00	1.00	11.9	0.51

GENERAL CONTRACTOR 	ALTA SORVEGLIANZA 				
NV56 - NUOVO CALVACAVIA DI SVINCOLO CASELLO VERONA EST CAVALCAVIA RELAZIONE DI CALCOLO IMPALCATO	Progetto IN17	Lotto 10	Codifica Documento Y12 CL NV 56 0 0 001	Rev. A	Foglio 87 di 104

Sez 3	30	1.35	1.00	40	0.89	71	2.00	1.00	12.1	0.52
Sez 4	30	1.35	1.00	16	1.00	160	2.00	1.00	31.5	0.53

Come si evince dalle tabelle la verifica risulta soddisfatta.

GENERAL CONTRACTOR 		ALTA SORVEGLIANZA 			
NV56 - NUOVO CALVALCAVIA DI SVINCOLO CASELLO VERONA EST CAVALCAVIA RELAZIONE DI CALCOLO IMPALCATO	Progetto IN17	Lotto 10	Codifica Documento Y12 CL NV 56 0 0 001	Rev. A	Foglio 88 di 104

9.5 ANALISI TRASVERSALE DELLA SOLETTA

L'analisi delle sollecitazioni flettenti e taglianti nella direzione trasversale della soletta, è stata sviluppata svolgendo un'analisi localizzata all'interno del modello globale tridimensionale.

La soletta è sollecitata dal peso proprio, dai carichi permanenti, e dalle azioni variabili da traffico. Pertanto sono state considerate le azioni Q_{ik} con gli schemi di carico 1 e 2, così come definiti dal D.M. 14/01/08.

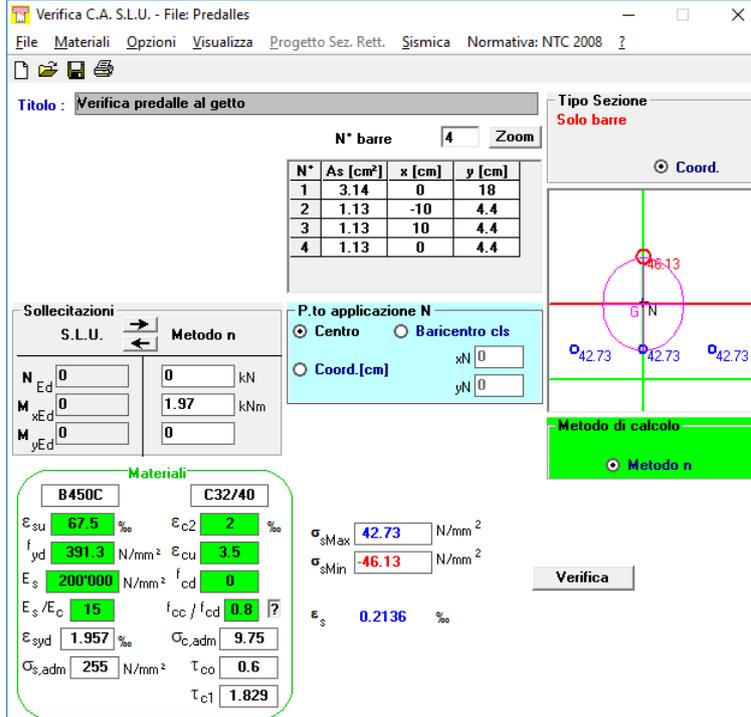
9.5.1 PREDALLA IN FASE DI GETTO

Viene riportata la verifica strutturale allo SLU della predalle sollecitata a flessione durante la fase di getto, in particolare l'oggetto della verifica è l'armatura longitudinale superiore che si trova compressa e soggetta ad una possibile instabilità.

Nella tabella sottostante si riportano i dati geometrici della sezione considerata, le relative sollecitazioni e le verifiche di sicurezza.

Verifica al getto dell'armatura longitudinale compressa:

interasse ferri longitudinali compressi		0,3	m	
Diametro barra longitudinale in compressione		20	mm	
Spessore soletta		0,25	m	
distanza utile ferri longitudinali compressi		0,07	m	
peso calcestruzzo		25	kN/m ³	
interasse tra i traversi		2.5	m	
peso al metro lineare al getto		1,88	kN/m	
momento in mezzeria al getto(SLE)		1.47	kNm	
momento in mezzeria al getto (SLU)		1.98	kNm	
lunghezza libera inflessione tondino compresso		0,5	m	
tensione di compressione ferri longitudinali superiori	σ_{min}	-46.1	MPa	
raggio di inerzia asta	ρ	0,5	cm	R/2
snellezza metodo omega	λ	100	-	L_0/ρ
omega da tavole	$\omega(\lambda)$	2,53	-	
tensione incrementata nell'acciaio	$\omega\sigma_{min}$	-116.6	MPa	
tensione di snervamento di progetto	f_{yd}	-391	MPa	
Verifica	$\omega\sigma_{min}/f_{myd}$	0,30	<1	ok



Verifica predalle al getto

N° barre: 4 Zoom

N°	As [cm²]	x [cm]	y [cm]
1	3.14	0	18
2	1.13	-10	4.4
3	1.13	10	4.4
4	1.13	0	4.4

Sollecitazioni
S.L.U. Metodo n

N_{Ed}: 0 kN
M_{xEd}: 0 kNm
M_{yEd}: 0 kNm

Materiali
B450C C32/40

ϵ_{su} : 67.5 % ϵ_{c2} : 2 %
 f_{yd} : 391.3 N/mm² ϵ_{cu} : 3.5 %
 E_s : 200'000 N/mm² f_{cd} : 0
 E_s/E_c : 15 f_{cc}/f_{cd} : 0.8
 ϵ_{syd} : 1.957 % $\sigma_{c,adm}$: 9.75
 $\sigma_{s,adm}$: 255 N/mm² τ_{co} : 0.6
 τ_{c1} : 1.829

P.to applicazione N
 Centro Baricentro cls
 Coord.[cm] xN: 0 yN: 0

Metodo di calcolo
 Metodo n

σ_{sMax} : 42.73 N/mm²
 σ_{sMin} : -46.13 N/mm²
 ϵ_s : 0.2136 %

Verifica

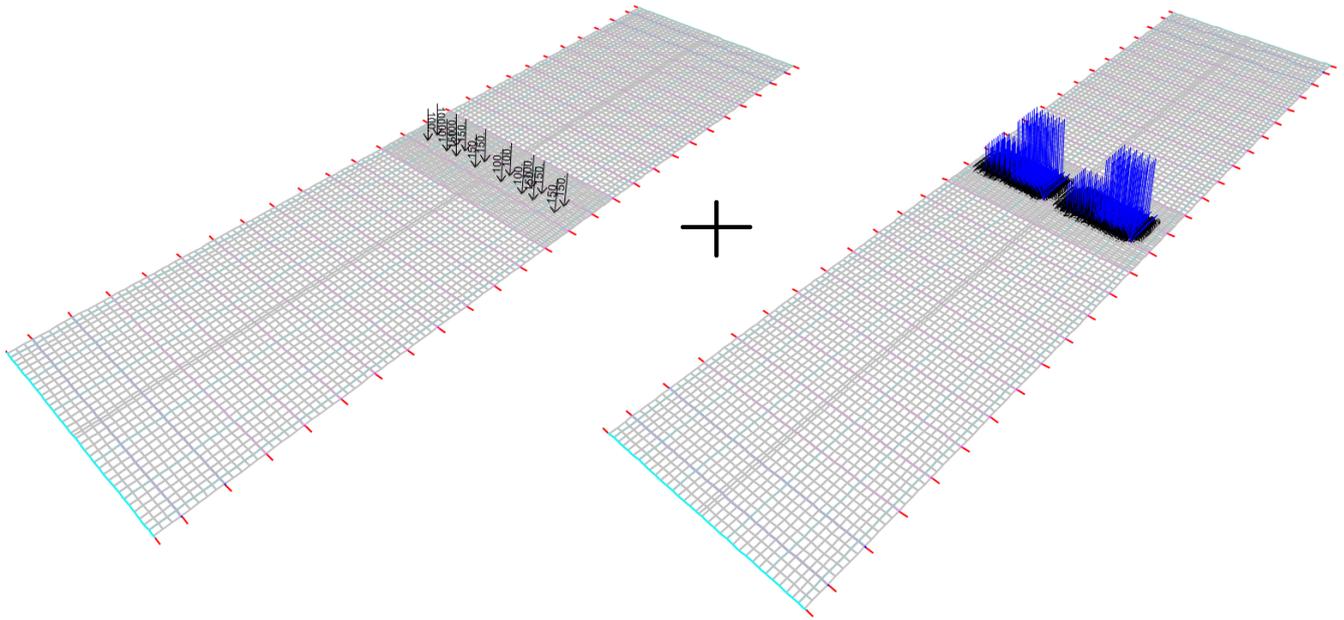
9.5.2 CARICHI SOLETTA

Per il computo delle sollecitazioni locali sulla soletta si farà riferimento allo *schema di carico 1* ed allo *schema di carico 2* opportunamente collocati nel modello di calcolo per massimizzare momento flettente e taglio longitudinali.

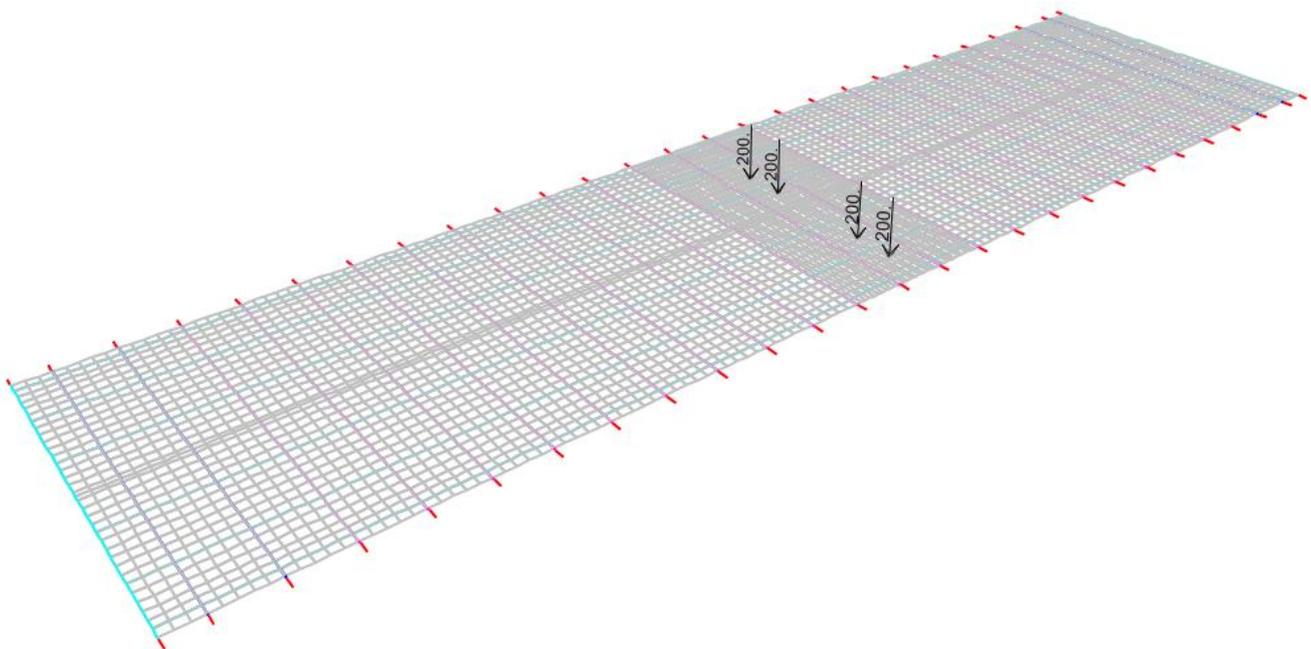
Il modello di calcolo è lo stesso utilizzato ai fini delle verifiche globali, più opportune raffinzioni della mesh che riguarda la soletta.

<p>GENERAL CONTRACTOR</p> 	<p>ALTA SORVEGLIANZA</p> 				
<p>NV56 - NUOVO CALVACAVIA DI SVINCOLO CASELLO VERONA EST CAVALCAVIA RELAZIONE DI CALCOLO IMPALCATO</p>	<p>Progetto IN17</p>	<p>Lotto 10</p>	<p>Codifica Documento Y12 CL NV 56 0 0 001</p>	<p>Rev. A</p>	<p>Foglio 90 di 104</p>

Si riporta nelle figure la collocazione dei carichi per la massimizzazione del momento:

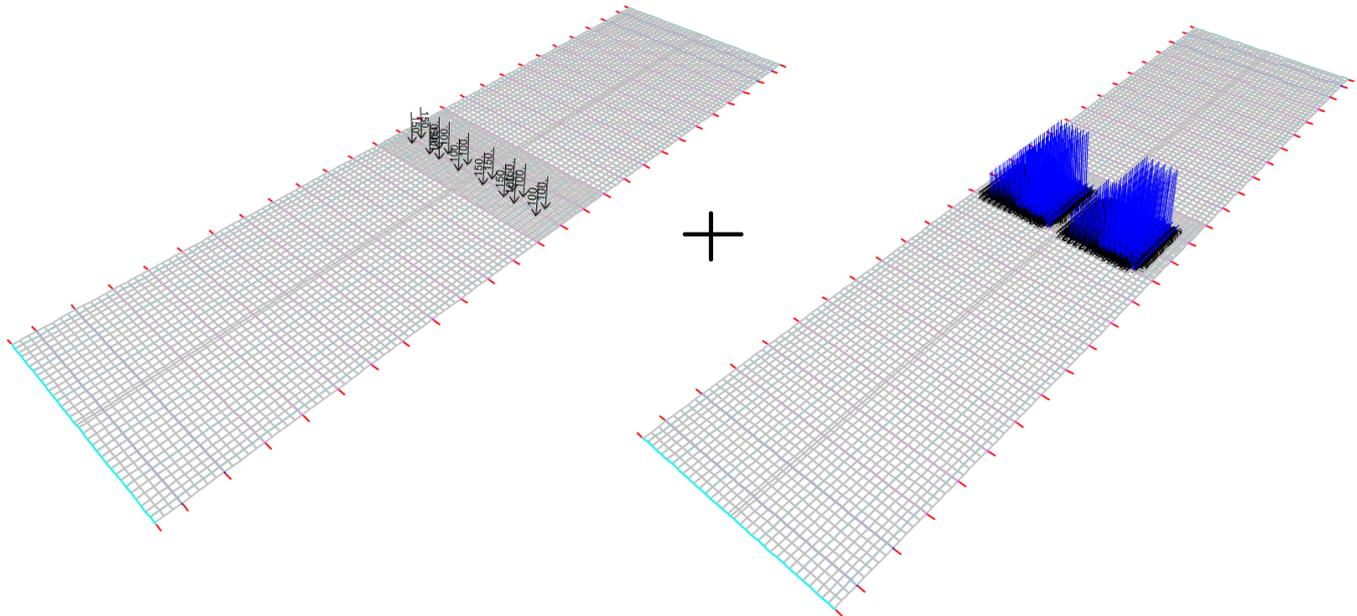


Massimizzazione momento flettente schema di carico 1

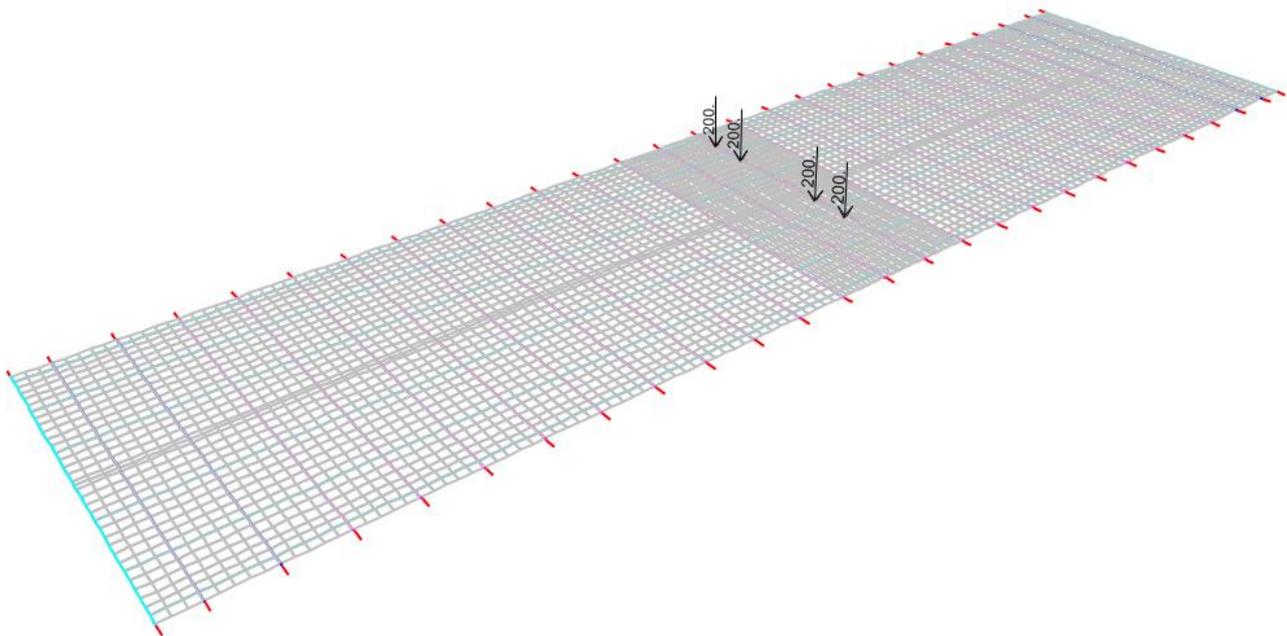


Massimizzazione momento flettente schema di carico 2

Si riporta nelle figure la collocazione dei carichi per la massimizzazione del taglio:



Massimizzazione taglio longitudinale schema di carico 1



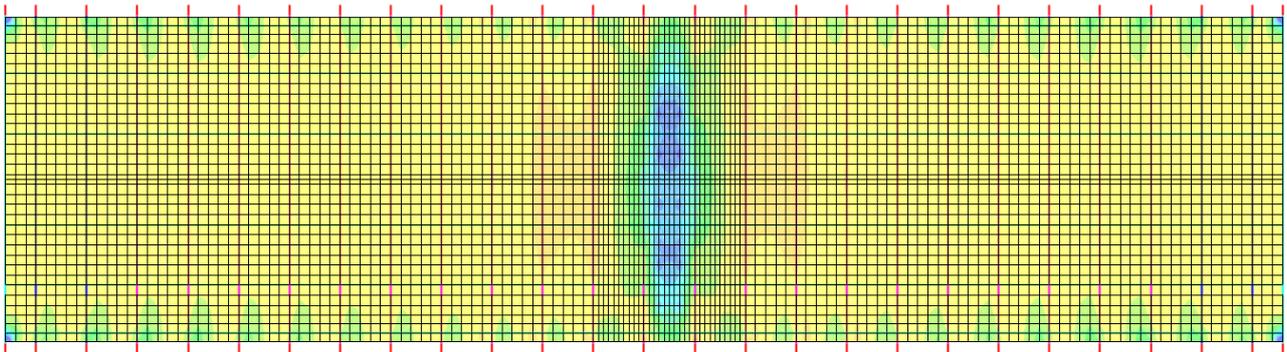
Massimizzazione taglio schema di carico 2

GENERAL CONTRACTOR 	ALTA SORVEGLIANZA 				
NV56 - NUOVO CALVACAVIA DI SVINCOLO CASELLO VERONA EST CAVALCAVIA RELAZIONE DI CALCOLO IMPALCATO	Progetto IN17	Lotto 10	Codifica Documento Y12 CL NV 56 0 0 001	Rev. A	Foglio 92 di 104

9.5.3 ANALISI DELLE SOLLECITAZIONI

Definiti gli schemi di carico, sopra citati, si procede alla determinazione delle sollecitazioni agli SLU di momento e taglio. Di seguito si riportano le immagini con la rappresentazione della distribuzione delle sollecitazioni sulla mesh.

Mesh sollecitazioni momenti flettenti



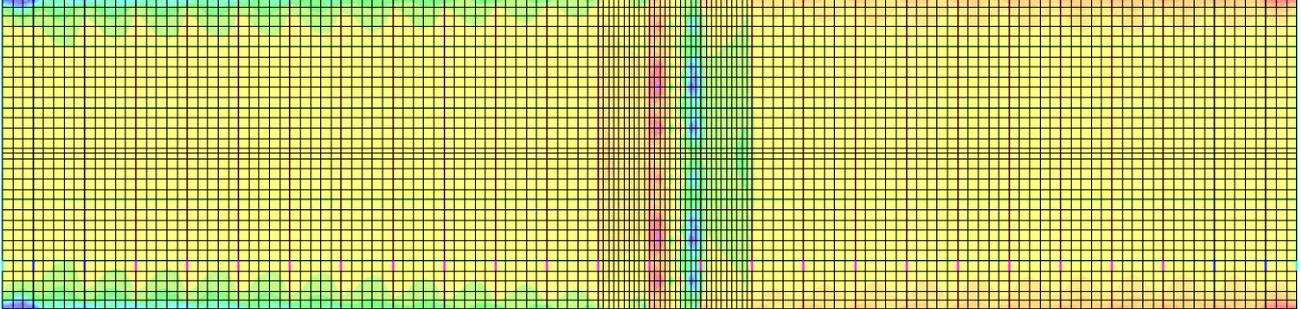
Si riportano i valori delle sollecitazioni pervenuti rispetto alla "Section cut" con momento flettente maggiore:

$$M_{sd,SLU\ traffic} = 163 \frac{kNm}{m}$$

$$N_{sd,SLU\ traffic} = -435 \frac{kN}{m}$$

GENERAL CONTRACTOR 	ALTA SORVEGLIANZA 				
NV56 - NUOVO CALVACAVIA DI SVINCOLO CASELLO VERONA EST CAVALCAVIA RELAZIONE DI CALCOLO IMPALCATO	Progetto IN17	Lotto 10	Codifica Documento Y12 CL NV 56 0 0 001	Rev. A	Foglio 93 di 104

Mesh sollecitazioni di taglio

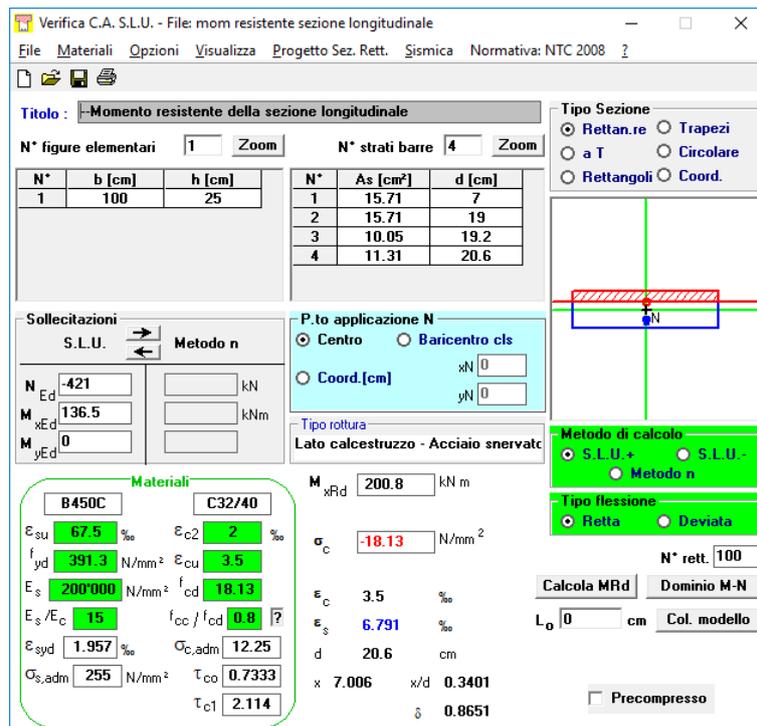


Si riportano i valori delle sollecitazioni pervenuti rispetto alla “Section cut” con sollecitazione tagliante maggiore:

$$V_{sd,SLU_traff} = 154 \frac{kN}{m} m$$

9.5.4 VERIFICA SLU

Il momento resistente della soletta con le sollecitazioni precedentemente esposte risulta essere:



Verifica C.A. S.L.U. - File: mom resistente sezione longitudinale

File | Materiali | Opzioni | Visualizza | Progetto Sez. Rett. | Sismica | Normativa: NTC 2008

Titolo: Momento resistente della sezione longitudinale

N° figure elementari: 1 | Zoom | N° strati barre: 4 | Zoom

N°	b [cm]	h [cm]	N°	As [cm²]	d [cm]
1	100	25	1	15.71	7
			2	15.71	19
			3	10.05	19.2
			4	11.31	20.6

Sollecitazioni: S.L.U. | Metodo n

N_{Ed}: -421 kN
 M_{xEd}: 136.5 kNm
 M_{yEd}: 0 kNm

Materiali: B450C | C32/40

E_{su}: 67.5 ‰ | E_{c2}: 2 ‰
 f_{yd}: 391.3 N/mm² | E_{cu}: 3.5 ‰
 E_s: 200'000 N/mm² | f_{cd}: 18.13 ‰
 E_s/E_c: 15 | f_{cc}/f_{cd}: 0.8
 E_{syd}: 1.957 ‰ | σ_{c,adm}: 12.25
 σ_{s,adm}: 255 N/mm² | τ_{co}: 0.7333
 τ_{c1}: 2.114

P.to applicazione N: Centro | Baricentro cls | Coord. [cm]: xN=0, yN=0

Momento resistente: M_{xRd}: 200.8 kNm
 σ_c: -18.13 N/mm²
 ε_c: 3.5 ‰ | ε_s: 6.791 ‰
 d: 20.6 cm
 x: 7.006 | x/d: 0.3401
 δ: 0.8651

Metodo di calcolo: S.L.U. + | Metodo n
Tipo flessione: Retta | Deviata
 N° rett.: 100
 Calcola MRd | Dominio M-N
 L₀: 0 cm | Col. modello
 Precompresso

$$M_{Rd} = 200.4 \frac{kNm}{m}$$

GENERAL CONTRACTOR 	ALTA SORVEGLIANZA 				
NV56 - NUOVO CALVACAVIA DI SVINCOLO CASELLO VERONA EST CAVALCAVIA RELAZIONE DI CALCOLO IMPALCATO	Progetto IN17	Lotto 10	Codifica Documento Y12 CL NV 56 0 0 001	Rev. A	Foglio 95 di 104

Secondo la *NTC08 4.1.2.1.3.1* è possibile calcolare la resistenza ultima a taglio della soletta senza armatura trasversale tramite una sezione adimensionalizzata larga un metro, e si ha:

γ_c	1.5	[-]
A_{sl}	5309	[mm ²]
d	187	[mm]
k	2.00	[-]
f_{ck}	32	[Mpa]
v_{min}	0.56	[-]
b_w	1000	[mm]
ρ_1	0.02	[-]
V_{rd}	184.37	[kN]

$$V_{Rd} = 180 \frac{kNm}{m}$$

VERIFICHE:

Si riportano i coefficienti di utilizzo assunti riferenti alle tre precedenti verifiche:

Momento longitudinale: $\frac{M_{sd}}{M_{rd}} = 0.68 < 1 \text{ ok}$

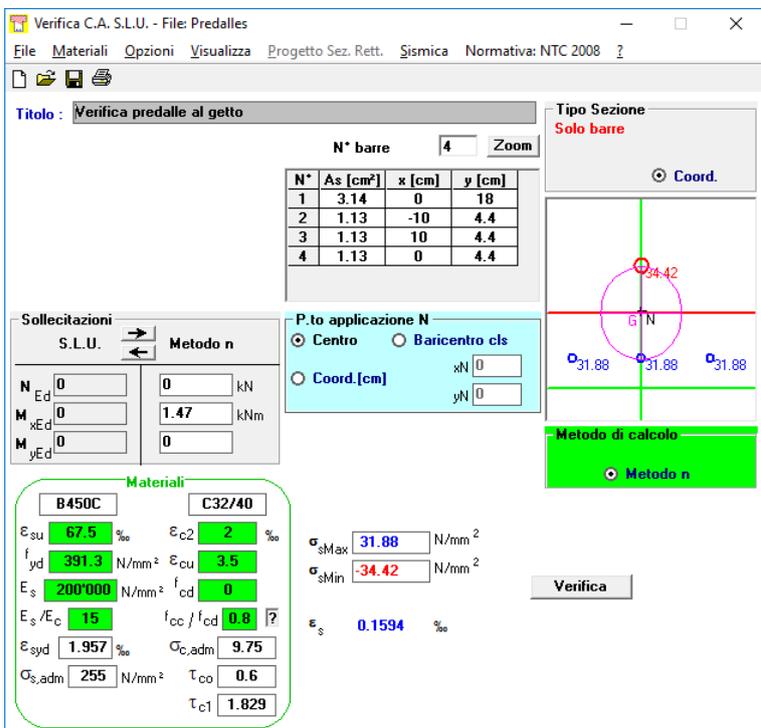
Taglio: $\frac{V_{sd}}{V_{rd}} = 0.84 < 1 \text{ ok}$

GENERAL CONTRACTOR 	ALTA SORVEGLIANZA 
NV56 - NUOVO CALVACAVIA DI SVINCOLO CASELLO VERONA EST CAVALCAVIA RELAZIONE DI CALCOLO IMPALCATO	Progetto IN17 Lotto 10 Codifica Documento Y12 CL NV 56 0 0 001 Rev. A Foglio 96 di 104

9.5.5 VERIFICA SLE

SLE RARA:

Per la valutazione della tensione nell'acciaio teso inferiore occorre sommare alla tensione data dall'analisi lineare del modello FEM, la tensione dovuta al getto. La tensione dovuta al getto viene calcolata utilizzando il momento calcolato nel punto 9.5.1 della seguente relazione.



The screenshot shows the software interface for structural verification. Key sections include:

- Titolo:** Verifica predalle al getto
- N° barre:** 4
- Table of reinforcement bars:**

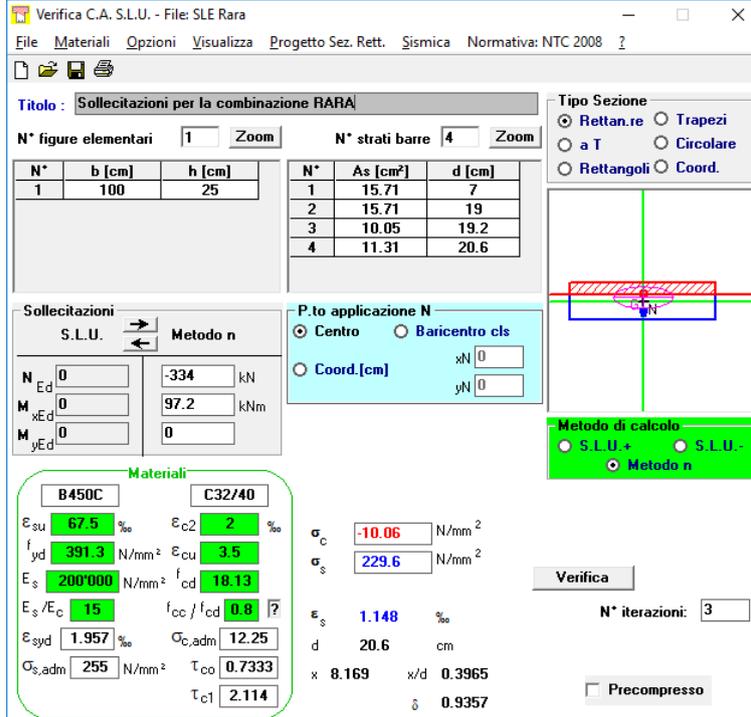
N°	As [cm²]	x [cm]	y [cm]
1	3.14	0	18
2	1.13	-10	4.4
3	1.13	10	4.4
4	1.13	0	4.4
- Materiali:** B450C and C32/40. Properties include ϵ_{su} (67.5%), f_{yd} (391.3 N/mm²), E_s (200'000 N/mm²), ϵ_{s2} (2%), ϵ_{cu} (3.5%), E_s/E_c (15), f_{cc}/f_{cd} (0.8), ϵ_{syd} (1.957%), $\sigma_{c,adm}$ (9.75), $\sigma_{s,adm}$ (255 N/mm²), τ_{co} (0.6), and τ_{c1} (1.829).
- P.to applicazione N:** Centro (selected), Baricentro cls, Coord.[cm].
- Stress Results:** σ_{sMax} = 31.88 N/mm², σ_{sMin} = -34.42 N/mm², ϵ_s = 0.1594 %.
- Metodo di calcolo:** Metodo n (selected).

$$\sigma_{s,long}^{getto} = 31.9 \text{ MPa}$$

Dalla analisi strutturale si perviene ad un momento della sezione in condizioni RARA pari a:

$$M_{Sd} = 97.2 \frac{kNm}{m}$$

$$N_{Sd} = -334 \frac{kN}{m}$$



TITOLO: Sollecitazioni per la combinazione RARA

N° figure elementari: 1 N° strati barre: 4

N°	b [cm]	h [cm]	N°	As [cm²]	d [cm]
1	100	25	1	15.71	7
			2	15.71	19
			3	10.05	19.2
			4	11.31	20.6

Sollecitazioni: S.L.U. Metodo n

N_{Ed}: 0 -334 kN
 M_{xEd}: 0 97.2 kNm
 M_{yEd}: 0 0

Materiali: B450C C32/40

E_{su}: 67.5% E_{c2}: 2%
 f_{yd}: 391.3 N/mm² E_{cu}: 3.5%
 E_s: 200'000 N/mm² f_{cd}: 18.13
 E_s/E_c: 15 f_{cc}/f_{cd}: 0.8
 E_{syd}: 1.957% σ_{c,adm}: 12.25
 σ_{s,adm}: 255 N/mm² τ_{co}: 0.7333
 τ_{c1}: 2.114

Calcolo: Metodo n

σ_c: -10.06 N/mm²
 σ_s: 229.6 N/mm²
 ε_s: 1.148%
 d: 20.6 cm
 x: 8.169 x/d: 0.3965
 δ: 0.9357

Verifica N° iterazioni: 3 Precompresso

$$\sigma_{s,qp}^{SLE} = 229.6 \text{ MPa}$$

$$\sigma_{c,qp}^{SLE} = 10.6 \text{ MPa}$$

Si riportano le verifiche tensionali per la sollecitazione di tipo RARA:

$$\sigma_{c,long}^{SLE,Rara} = 10.6 \text{ MPa} < 19.2 \text{ MPa} (0.6f_{ck}) \quad \text{ok}$$

$$\sigma_{s,long}^{SLE,Rara,tot} = \sigma_{s,long}^{SLE,Rara} + \sigma_{s,long}^{getto} = 261.5 \text{ MPa} < 360 \text{ MPa} (0.8f_{yk}) \quad \text{ok}$$

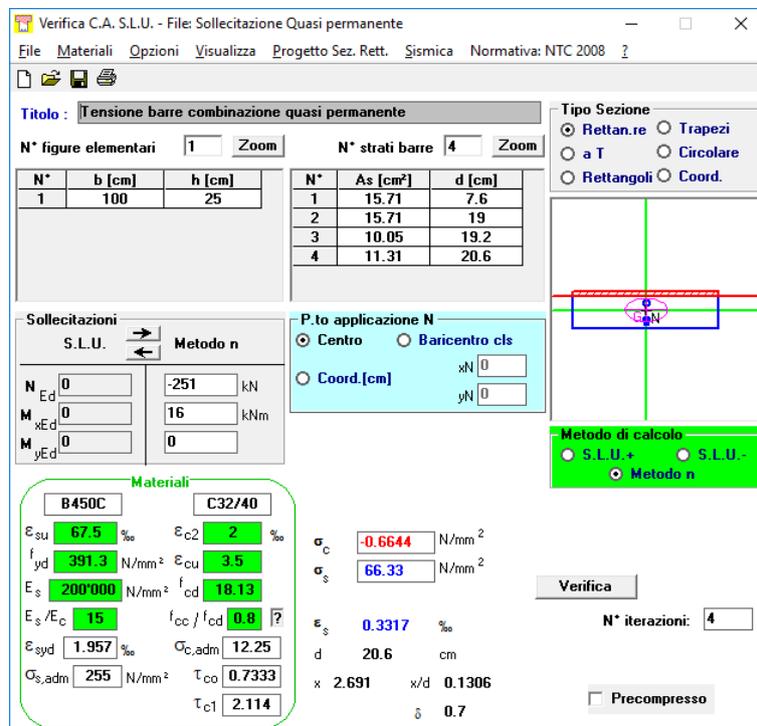
GENERAL CONTRACTOR 		ALTA SORVEGLIANZA 				
NV56 - NUOVO CALVACAVIA DI SVINCOLO CASELLO VERONA EST CAVALCAVIA RELAZIONE DI CALCOLO IMPALCATO		Progetto IN17	Lotto 10	Codifica Documento Y12 CL NV 56 0 0 001	Rev. A	Foglio 98 di 104

SLE QUASI PERMANENTE:

Dalla analisi strutturale si perviene ad un momento ed un'azione assiale della sezione in condizioni quasi permanenti pari a:

$$M_{Sd} = 16 \frac{kNm}{m}$$

$$N_{Sd} = -251 \frac{kN}{m}$$



Titolo: Tensione barre combinazione quasi permanente

N* figure elementari: 1 **N* strati barre:** 4

N*	b [cm]	h [cm]	N*	As [cm²]	d [cm]
1	100	25	1	15.71	7.6
			2	15.71	19
			3	10.05	19.2
			4	11.31	20.6

Sollecitazioni: S.L.U. Metodo n

P.to applicazione N: Centro Baricentro cls

Metodo di calcolo: S.L.U. + S.L.U. - Metodo n

Materiali: B450C C32/40

ϵ_{su} 67.5 ‰ ϵ_{c2} 2 ‰ σ_c -0.6644 N/mm²

f_{yd} 391.3 N/mm² ϵ_{cu} 3.5 ‰ σ_s 66.33 N/mm²

E_s 200'000 N/mm² f_{cd} 18.13 ‰ ϵ_s 0.3317 ‰

E_s/E_c 15 f_{cc}/f_{cd} 0.8 d 20.6 cm

ϵ_{syd} 1.957 ‰ $\sigma_{c,adm}$ 12.25 x 2.691 x/d 0.1306

$\sigma_{s,adm}$ 255 N/mm² τ_{co} 0.7333 δ 0.7

τ_{c1} 2.114

Verifica N* iterazioni: 4

Precompresso

Le tensioni valutate sull'acciaio sono quindi:

$$\sigma_{s,long}^{QP} = \sigma_{s,long}^{SLE,qp} + \sigma_{s,long}^{getto} = 98.2 \text{ MPa}$$

GENERAL CONTRACTOR 	ALTA SORVEGLIANZA 				
NV56 - NUOVO CALVALCAVIA DI SVINCOLO CASELLO VERONA EST CAVALCAVIA RELAZIONE DI CALCOLO IMPALCATO	Progetto IN17	Lotto 10	Codifica Documento Y12 CL NV 56 0 0 001	Rev. A	Foglio 99 di 104

Si procede alla verifica diretta per fessurazione:

STATO LIMITE DI APERTURA DELLE FESSURE - Rif. UNI EN 1992-1-1: 2005 Par.7.3

Altezza della sezione	h	250 [mm]
Larghezza della sezione	b	1000 [mm]
Altezza utile della sezione	d	195 [mm]
Ricoprimento dell'armatura	c	30 [mm]
<u>Armatura tesa ordinaria</u>		
Numero di ferri tesi presenti nella sezione	$n_{f,1}$	11.8 [-]
Diametro dei ferri tesi presenti nella sezione	$\phi_{f,1}$	20 [mm]
Area dei ferri tesi presenti nella sezione	$A_{sf,1}$	3707 [mm ²]
<u>Armatura tesa di infittimento</u>		
Numero di ferri tesi presenti nella sezione	$n_{f,2}$	0 [-]
Diametro dei ferri tesi presenti nella sezione	$\phi_{f,2}$	0 [mm]
Area dei ferri tesi presenti nella sezione	$A_{sf,2}$	0 [mm ²]
Resistenza caratteristica cilindrica dal calcestruzzo	f_{ck}	32 [MPa]
Resistenza a trazione media del calcestruzzo	f_{ctm}	3.02 [MPa]
Modulo di elasticità del calcestruzzo	E_{cm}	33346 [MPa]
Resistenza a snervamento dell'acciaio	f_{yk}	450 [MPa]
Modulo di elasticità dell'acciaio	E_s	200000 [MPa]
Tensione nell'armatura tesa considerando la sezione fessurata	σ_s	98.2 [MPa]
Asse neutro della sezione	x	20.6 [mm]
<div style="text-align: right; margin-right: 50px;"> <input type="text" value="Lunga"/> ▼ </div>		
Tipo e durata dei carichi applicati		
Coefficiente di omogeneizzazione	α_e	6.00 [-]
Area totale delle armature presenti nella zona tesa	A_s	3707 [mm ²]
Area efficace tesa di calcestruzzo	$A_{c,eff.1}$	137500 [mm ²]
	$A_{c,eff.2}$	76467 [mm ²]
	$A_{c,eff.3}$	125000 [mm ²]
	$A_{c,eff.min}$	76467 [mm ²]
Rapporto tra l'area di acciaio teso e quella di calcestruzzo teso	$\rho_{p,eff}$	0.024 [-]
Resistenza efficace media del calcestruzzo	$f_{ct,eff}$	3.02 [MPa]

GENERAL CONTRACTOR 	ALTA SORVEGLIANZA 				
NV56 - NUOVO CALVACAVIA DI SVINCOLO CASELLO VERONA EST CAVALCAVIA RELAZIONE DI CALCOLO IMPALCATO	Progetto IN17	Lotto 10	Codifica Documento Y12 CL NV 56 0 0 001	Rev. A	Foglio 100 di 104

Fattore di durata del carico	k_t	0.4 [-]
<u>Differenza tra la deformazione nell'acciaio e nel cls</u>		
	$[\epsilon_{sm}-\epsilon_{cm}]_{min}$	0.000295 [-]
	$[\epsilon_{sm}-\epsilon_{cm}]_{calc.}$	0.000205 [-]
	$[\epsilon_{sm}-\epsilon_{cm}]$	0.000295 [-]
Spaziatura tra le barre (calcolata tra i baricentri dei ferri)	s	100 [mm]
Diametro equivalente delle barre	ϕ_{eq}	20 [mm]
Spaziatura massima di riferimento	$s_{max,rif}$	200 [mm]
Coefficienti k per il calcolo dell'ampiezza di fessurazione	k_1	0.8 [-]
	k_2	1 [-]
	k_3	3.4 [-]
	k_4	0.425 [-]
<u>Distanza massima tra le fessure</u>		
	$s_{r,max.1}$	383 [mm]
	$s_{r,max.2}$	298 [mm]
	$s_{r,max}$	383 [mm]
Ampiezza limite delle fessure per la combinazione di calcolo pertinente	$w_{k,lim}$	0.200 [mm]
Ampiezza delle fessure (di calcolo)	w_k	0.113 [mm]

GENERAL CONTRACTOR 	ALTA SORVEGLIANZA 				
NV56 - NUOVO CALVACAVIA DI SVINCOLO CASELLO VERONA EST CAVALCAVIA RELAZIONE DI CALCOLO IMPALCATO	Progetto IN17	Lotto 10	Codifica Documento Y12 CL NV 56 0 0 001	Rev. A	Foglio 101 di 104

9.6 VERIFICA DEGLI ISOLATORI

Le verifiche degli isolatori vengono effettuate allo SLC per gli spostamenti e le sollecitazioni orizzontali e verticali e allo SLU per la sollecitazione verticale. Si riportano di seguito gli spostamenti e le sollecitazioni massimi (e minimi) orizzontali e verticali, e la tabella della resistenza degli isolatori.

Sollecitazioni e spostamenti SLU SLC		
Fx (kN)	Fy (kN)	Fz (kN)
580	540	5310
-580	-540	3870
spx (mm)	spy (mm)	spz (mm)
138	129	2.3
-138	-129	1.8

Sollecitazioni SLU-Traffico		
Fx (kN)	Fy (kN)	Fz (kN)
434	280	9815
-434	-280	4016

Rigidezza orizzontale K_r	4.19	kN/mm
Rigidezza verticale K_v	2000	kN/mm
Massima azione verticale SLU	10900	kN
Massima azione verticale Sismica	10900	kN
Massimo spostamento orizzontale	200	mm

Gli spostamenti nello SLC non superano mai gli spostamenti massimi previsti dall'isolatore, e le azioni verticali sono sempre minori delle azioni massime previste dall'isolatore. Si ritiene la verifica soddisfatta.

GENERAL CONTRACTOR 	ALTA SORVEGLIANZA 				
NV56 - NUOVO CALVACAVIA DI SVINCOLO CASELLO VERONA EST CAVALCAVIA RELAZIONE DI CALCOLO IMPALCATO	Progetto IN17	Lotto 10	Codifica Documento Y12 CL NV 56 0 0 001	Rev. A	Foglio 102 di 104

9.7 VERIFICA A DEFORMABILITÀ DELLA TRAVE PRINCIPALE

Le verifiche a deformabilità vengono eseguite secondo la prescrizione della specifica RFI DTC INC PO SP IFS 002 A punto 2.2.3 pertanto:

Freccia dovuta ai carichi permanenti comprensiva degli effetti a lungo termine (viscosità e ritiro):

$$f_{perm} = 43 \text{ [mm]} < L/300 = 200 \text{ [mm]}$$

Freccia dovuta ai carichi accidentali:

$$f_{acc} = 18 \text{ [mm]} < L/700 = 85.7 \text{ [mm]}$$

Pertanto, rispettando la prescrizione: *“Le strutture in acciaio, in c.a.p. e miste acciaio-calcestruzzo dovranno presentare una contromonta da determinare considerando per la totalità dei carichi e degli effetti lenti, nonché per il 25% dei carichi accidentali dinamizzati”* si prevede tale contrefreccia:

$$f_{premonta} = f_{perm} + 0.25 f_{acc} = 47.5 \text{ [mm]}$$

GENERAL CONTRACTOR 		ALTA SORVEGLIANZA 				
NV56 - NUOVO CALVACAVIA DI SVINCOLO CASELLO VERONA EST CAVALCAVIA RELAZIONE DI CALCOLO IMPALCATO	Progetto IN17	Lotto 10	Codifica Documento Y12 CL NV 56 0 0 001	Rev. A	Foglio 103 di 104	

9.8 VERIFICA DI BUCKLING

L'analisi globale utilizzata per la struttura in esame è stata condotta con la teoria del primo ordine, e l'arco è stato considerato come una struttura a nodi fissi.

Secondo EN 1993-1-1 Par 5.2 tale ipotesi è considerata valida se la seguente condizione risulta soddisfatta:

$$\alpha_{cr} = \lambda = \frac{F_{cr}}{F_{Ed}} \geq 10$$

dove F_{Ed} rappresenta il carico verticale totale di progetto relativo alla condizione di carico in esame e F_{cr} è l'associato carico critico di collasso elastico per spostamento laterale (ossia per deformata antisimmetrica del telaio).

Il software di calcolo utilizzato (SAP2000) ci permette di determinare i modi di collasso della struttura, attraverso un'analisi lineare di Buckling.

Infatti risolvendo l'eq:

$$[K - \lambda G(\mathbf{r})]\boldsymbol{\psi} = 0$$

Dove \mathbf{K} è la matrice delle rigidità, $\mathbf{G}(\mathbf{r})$ è la rigidità geometrica (P-delta) dovuta al vettore \mathbf{r} , λ è la matrice diagonale degli autovalori e $\boldsymbol{\psi}$ è la matrice dei corrispondenti autovettori.

Pertanto purchè l'analisi sia valida il coefficiente λ dev'essere maggiore di 10.

Il carico verticale di progetto utilizzato ai fini della determinazione di λ è determinato dalla somma dei carichi verticali permanenti strutturali (G1), non strutturali (G2), ed i carichi in combinazione rara da traffico con eccentricità massima, ed i carichi tandem posti in mezzzeria.

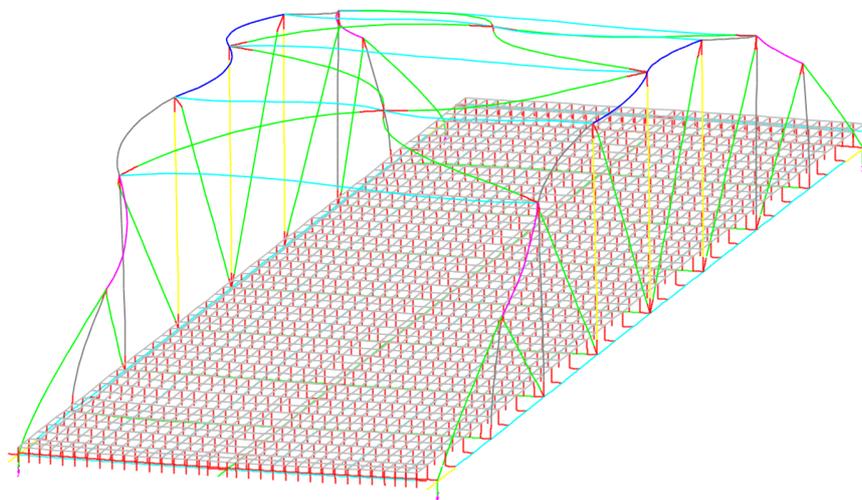
GENERAL CONTRACTOR 	ALTA SORVEGLIANZA 				
NV56 - NUOVO CALVACAVIA DI SVINCOLO CASELLO VERONA EST CAVALCAVIA RELAZIONE DI CALCOLO IMPALCATO	Progetto IN17	Lotto 10	Codifica Documento Y12 CL NV 56 0 0 001	Rev. A	Foglio 104 di 104

Si riporta la tabella con i primi 10 autovalori trovati:

TABLE: Buckling Factors			
OutputCase	StepType	StepNum	ScaleFactor
Text	Text	Unitless	Unitless
Buckling	Mode	1	-0.089098
Buckling	Mode	2	-0.089624
Buckling	Mode	3	-0.599805
Buckling	Mode	4	-0.603193
Buckling	Mode	5	-0.606597
Buckling	Mode	6	-5.251747
Buckling	Mode	7	-14.30955
Buckling	Mode	8	14.376144
Buckling	Mode	9	14.378234
Buckling	Mode	10	15.153811

Analizzando la tabella si evince che i primi 7 modi avendo un numero negativo si riferiscono ad una instabilità con inversione di carico, quindi vengono scartati.

Modo 8



Il modo 8 è il primo modo globale di buckling, pertanto si ha:

$$\lambda_{\text{modo8}} = 14.71 > 10$$