

COMMITTENTE:



PROGETTAZIONE:



**DIRETTRICE FERROVIARIA MESSINA-CATANIA-PALERMO
NODO DI CATANIA**

U.O. INFRASTRUTTURE SUD

PROGETTO DEFINITIVO

**INTERRAMENTO LINEA PER IL PROLUNGAMENTO DELLA PISTA
DELL'AEROPORTO DI FONTANAROSSA E PER LA MESSA A STI DEL
TRATTO DI LINEA INTERESSATO.**

MACROFASE FUNZIONALE 2

LOTTO 3

Bretella PA-CT - OPERE CIVILI

CVF e ponti stradali - NW03 - NW04 Elaborati generali - Relazione di calcolo impalcato

SCALA:

-

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

RS3H 03 D 78 CL NW0008 001 A

Rev.	Descrizione	Redatto	Data	Verificato	Data	Approvato	Data	Autorizzato Data
A	Emissione esecutiva	L.Nani	Febbraio 2020	G. Giustino	Febbraio 2020	S. Vanfiori	Febbraio 2020	D. Tiberti
								Febbraio 2020

File: RS3H.0.3.D.78.CL.NW.00.0.8.001.A

n. Elab.:

ITAN FERRO S.p.A.
Gruppo Ferrovie dello Stato
Direzione Centrale
UO Infrastrutture Sud
Dott. Ing. Danilo Tiberti

Ordine degli Ingegneri Prov. di Napoli n. 10876

INDICE

1	PREMESSA	6
2	NORMATIVA DI RIFERIMENTO.....	7
3	MATERIALI.....	8
3.1	CALCESTRUZZO SOLETTA.....	8
3.2	CALCESTRUZZO PER TRAVI E TRASVERSI PREFABBRICATI – TEMPO T_{∞} (FASE FINALE IN ESERCIZIO)	8
3.3	ACCIAIO PER C.A. (ARMATURA ORDINARIA)	9
3.4	ACCIAIO PER ARMATURE DI PRECOMPRESSIONE	10
4	CARATTERIZZAZIONE SISMICA DEL SITO	11
4.1	VITA NOMINALE E CLASSE D'USO	11
4.2	PARAMETRI DI PERICOLOSITÀ SISMICA	11
5	DESCRIZIONE DELL'OPERA	15
5.1	ESECUZIONE DEL MANUFATTO	18
6	ANALISI DEI CARICHI.....	19
6.1	PESI STRUTTURALI G1	19
6.2	PERMANENTI PORTATI G2	20
6.3	RITIRO (E1) E VISCOSITÀ (E4)	20
6.4	AZIONI VARIABILI (Q)	22
6.4.1.1	Carico mobile stradale (Q1,1 – Q1,2)	22
6.4.1.2	Entità dei carichi mobili – Schema di carico 1.....	22
6.4.1.3	Disposizione trasversale dei carichi mobili.....	23
6.4.1.4	Disposizione longitudinale dei carichi mobili.....	24
6.4.1.5	Carichi sui marciapiedi (Q5).....	24
6.4.1.6	Forza centrifuga (Q3).....	26
6.4.1.7	Frenatura (Q4).....	26
6.4.1.8	Urto del veicolo in svio sulla barriera sicurvia (Q6)	27
6.5	AZIONI CLIMATICHE	27
6.5.1.1	Variazione termica uniforme (ϵ_3)	27
6.5.1.2	Variazione termica differenziale (ϵ_3).....	27
6.6	AZIONE DEL VENTO (Q5)	28
7	COMBINAZIONI DI CARICO	33

8	CRITERI DI VERIFICA.....	54
9	MODELLAZIONE NUMERICA	58
9.1	CODICE DI CALCOLO.....	61
9.2	TIPO DI ANALISI SVOLTA (PARAGRAFO 10.2 DEL DM 17-01-18).....	61
9.3	AFFIDABILITÀ DEI CODICI DI CALCOLO.....	62
9.4	GIUDIZIO MOTIVATO DI ACCETTABILITÀ DEI RISULTATI	62
9.5	CARICHI APPLICATI	63
9.6	SOLLECITAZIONI DI PROGETTO	68
9.7	REAZIONI MASSIME AGLI APPOGGI	79
9.8	VERIFICA DEFORMABILITÀ IMPALCATO.....	89
10	VERIFICA TRAVE IN C.A.P.	90
10.1	REPORT DI CALCOLO TRAVE 1	91
10.2	PREMESSA	91
10.3	NORMATIVE, CONVENZIONI ED IPOTESI DI BASE	91
10.4.1.1	Schemi statici.....	93
10.4.1.2	Armature di precompressione pretesate	94
10.4.1.3	Armatura lenta	95
10.4.1.4	Armatura lenta	96
10.4.1.5	Calcestruzzo delle travi prefabbricate	97
10.4.1.6	Calcestruzzo gettato in opera	99
10.4.1.7	Acciaio per c.a.p.	100
10.4.1.8	Acciaio per armatura lenta	101
10.4.1.9	Rilassamento dell'acciaio da precompressione.....	101
10.4.1.10	Ritiro del calcestruzzo	102
10.4.1.12	Sviluppo nel tempo delle cadute di tensione	103
10.5	STATI LIMITE DI ESERCIZIO	104
10.6	STATI LIMITE ULTIMI	105
10.7	VERIFICA DELLE SEZIONI.....	107
10.7.1.1	Prima fase: sola trave	107
10.7.1.2	Seconda fase: trave + getto in opera.....	110
10.7.1.3	Prima fase: sola trave	118
10.7.1.4	Seconda fase: trave + getto in opera.....	122
10.7.1.5	Prima fase: sola trave	131
10.7.1.6	Seconda fase: trave + getto in opera.....	135
10.7.1.7	Prima fase: sola trave	144
10.7.1.8	Seconda fase: trave + getto in opera.....	148
10.8	REPORT DI CALCOLO TRAVE 2	157

10.9	PREMESSA	157
10.10	NORMATIVE, CONVENZIONI ED IPOTESI DI BASE	157
10.11	DATI DI CALCOLO	158
10.11.1.1	Schemi statici	158
10.11.1.2	Armature di precompressione pretesate	159
10.11.1.3	Armatura lenta.....	161
10.11.1.4	Armatura lenta.....	162
10.11.1.5	Calcestruzzo delle travi prefabbricate	162
10.11.1.6	Calcestruzzo gettato in opera	164
10.11.1.7	Acciaio per c.a.p.....	165
10.11.1.8	Acciaio per armatura lenta	166
10.11.1.9	Rilassamento dell'acciaio da precompressione.....	166
10.11.1.10	Ritiro del calcestruzzo	167
10.11.1.11	Viscosità del calcestruzzo	168
10.11.1.12	Sviluppo nel tempo delle cadute di tensione	168
10.12	STATI LIMITE DI ESERCIZIO	169
10.13	STATI LIMITE ULTIMI	170
10.14	VERIFICA DELLE SEZIONI.....	172
10.14.1.1	Prima fase: sola trave	172
10.14.1.2	Seconda fase: trave + getto in opera.....	175
10.14.1.3	Prima fase: sola trave	182
10.14.1.4	Seconda fase: trave + getto in opera.....	187
10.14.1.5	Prima fase: sola trave	195
10.14.1.6	Seconda fase: trave + getto in opera.....	199
10.14.1.7	Prima fase: sola trave	208
10.14.1.8	Seconda fase: trave + getto in opera.....	212
11	VERIFICA DEL TRAVERSO DI CAMPATA	222
12	VERIFICA DEL TRAVERSO DI TESTATA	229
13	VERIFICA SBALZO LONGITUDINALE SOLETTA.....	236
14	VERIFICHE SOLETTA	238
14.1	CARICHI	238
14.2	COMBINAZIONI.....	239
14.3	MODELLO.....	239
14.4	SOLLECITAZIONI.....	240
14.5	VERIFICA DI RESISTENZA.....	246
14.5.1.1	Verifica a taglio V23.....	247
14.5.1.2	Verifica a taglio V13.....	248
14.5.1.3	Verifica a flessione - M22.....	249
14.5.1.4	Verifica a flessione - M11.....	252



DIRETTRICE FERROVIARIA MESSINA – CATANIA – PALERMO NODO DI CATANIA
INTERRAMENTO LINEA PER IL PROLUNGAMENTO DELLA PISTA DELL' AEROPORTO
DI FONTANAROSSA E PER LA MESSA A STI DEL TRATTO DI LINEA INTERESSATO.
MACROFASE FUNZIONALE 2
LOTTO 03

Viadotto NW03-04
Relazione di calcolo impalcato

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
RS3H	03	D 78	CL NW0008 001	A	5 di 265

14.6	VERIFICA SBALZO	256
15	VALUTAZIONE ESCURSIONE GIUNTO	ERRORE. IL SEGNALIBRO NON È DEFINITO.

1 PREMESSA

Il presente documento si inserisce nell'ambito della redazione degli elaborati tecnici di progetto definitivo delle opere d'arte e delle opere interferite relative al Nodo di Catania ed in particolare al progetto definitivo di Interramento linea dal km 231+631, tra le stazioni di Catania Acquicella e Bicocca, al km 237+139, tra le stazioni di Bicocca e Lentini Diramazione, per il prolungamento della pista dell'aeroporto Vincenzo Bellini di Catania-Fontanarossa.

In particolare, ha per oggetto le verifiche secondo il metodo semiprobabilistico agli Stati Limite (S.L.) delle sovrastrutture dell'impalcato da ponte di prima categoria del cavalcavia stradale NW03-NW04.

Le analisi strutturali e le verifiche di sicurezza sono state effettuate in accordo con le disposizioni vigenti in Italia e con riferimento alla nuova classificazione sismica del territorio nazionale, secondo il DM 17 gennaio 2018.

L'opera in oggetto è progettata per una vita nominale VN pari a 75 anni. Gli si attribuisce inoltre una classe d'uso III ai sensi del DM 17 gennaio 2018 da cui scaturisce un coefficiente d'uso CU=1.5.

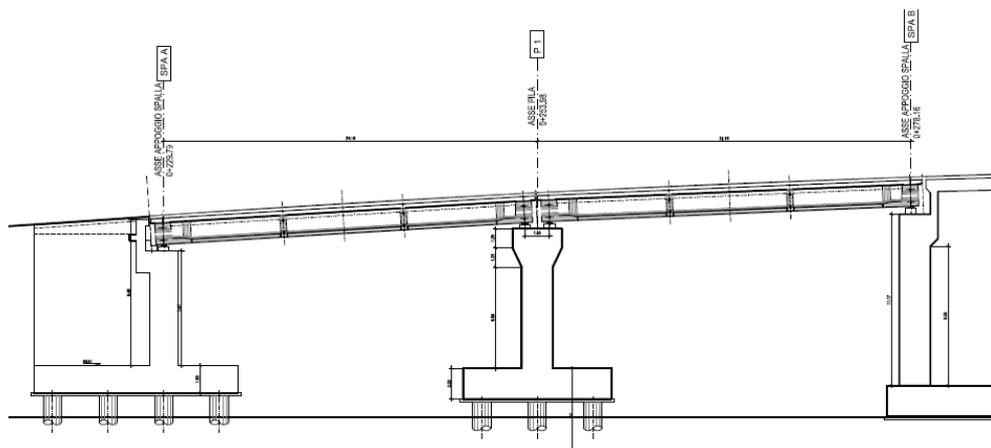


Figura 1 – Viadotto NW03

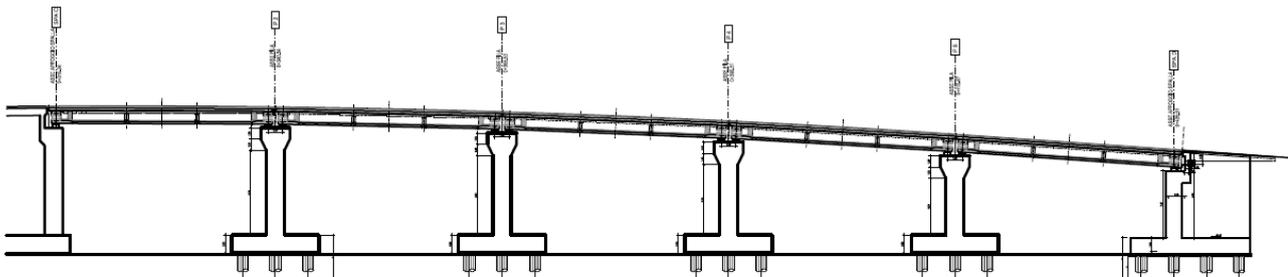


Figura 2 – Viadotto NW04

2 NORMATIVA DI RIFERIMENTO

Le analisi strutturali e le verifiche di sicurezza sono state effettuate in accordo con le prescrizioni contenute nelle seguenti normative ed è conforme alle normative vigenti nonché alle istruzioni dell'Ente FF.SS:

[N.1]. Norme Tecniche per le Costruzioni - D.M. 17-01-18 (NTC-2018);

[N.2]. Circolare n. 7 del 21 gennaio 2019 - Istruzioni per l'Applicazione dell'aggiornamento delle Norme Tecniche per le Costruzioni di cui al Decreto Ministeriale 17 gennaio 2018;

[N.3]. Regolamento (UE) N. 1299/2014 della Commissione del 18 novembre 2014 relativo alle specifiche tecniche di interoperabilità per il sottosistema «infrastruttura» del sistema ferroviario dell'Unione europea, modificato dal Regolamento di esecuzione (UE) N° 2019/776 della Commissione del 16 maggio 2019

[N.4]. Eurocodici EN 1991-2: 2003/AC:2010 – Eurocodice 1 – Parte 2

[N.5]. RFI DTC SI MA IFS 001 C del 21-12-18 - Manuale di Progettazione delle Opere Civili

[N.6]. CNR-DT207/2008 Istruzioni per la valutazione delle azioni e degli effetti del vento sulle costruzioni.

3 MATERIALI

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

3.1 Calcestruzzo soletta

Classe	C32/40		
$R_{ck} =$	40	MPa	resistenza caratteristica cubica
$f_{ck} =$	32	MPa	resistenza caratteristica cilindrica
$f_{cm} =$	40	MPa	valor medio resistenza cilindrica
$\alpha_{cc} =$	0,85		coeff. rid. Per carichi di lunga durata
$\gamma_M =$	1,5	-	coefficiente parziale di sicurezza SLU
$f_{cd} =$	18,13	MPa	resistenza di progetto
$f_{ctm} =$	3,02	MPa	resistenza media a trazione semplice
$f_{ctfm} =$	3,63	MPa	resistenza media a trazione per flessione
$f_{ctk} =$	2,12	MPa	valore caratteristico resistenza a trazione
$E_{cm} =$	33346	MPa	Modulo elastico di progetto
$\nu =$	0,2		Coefficiente di Poisson
$G_c =$	13894	MPa	Modulo elastico Tangenziale di progetto
$c =$	40	mm	Copriferro minimo
XC4			Classe di esposizione
$\sigma_c < 0.60 \times f_{ck} =$	19.2	MPa	Tensione massima di compressione in esercizio per combinazioni RARE
$\sigma_c < 0.45 \times f_{ck} =$	14.4	MPa	Tensione massima di compressione in esercizio per combinazioni QUASI PERMANENTI
$\sigma_t = f_{ctm} / 1.2 =$	2.52	MPa	Tensione limite di fessurazione

3.2 Calcestruzzo per travi e trasversi prefabbricati – tempo t_{∞} (fase finale in esercizio)

Classe	C45/55		
$R_{ck} =$	55	MPa	resistenza caratteristica cubica
$f_{ck} =$	45	MPa	resistenza caratteristica cilindrica
$f_{cm} =$	53	MPa	valor medio resistenza cilindrica
$\alpha_{cc} =$	0,85		coeff. rid. per carichi di lunga durata
$\gamma_M =$	1,5	-	coefficiente parziale di sicurezza SLU

$f_{cd} =$	25,50	MPa	resistenza di progetto
$f_{ctm} =$	3,79	MPa	resistenza media a trazione semplice
$f_{cfm} =$	4,55	MPa	resistenza media a trazione per flessione
$f_{ctk} =$	2,65	MPa	valore caratteristico resistenza a trazione
$E_{cm} =$	36283	MPa	Modulo elastico di progetto
$\nu =$	0.2		Coefficiente di Poisson
$G_c =$	15118	MPa	Modulo elastico Tangenziale di progetto
$c =$	35	mm	Copriferro minimo armatura ordinaria
XC3			Classe di esposizione
$\sigma_c < 0.55 \times f_{ck} =$	27	MPa	Tensione massima di compressione in esercizio per combinazioni RARE
$\sigma_c < 0.40 \times f_{ck} =$	20,25	MPa	Tensione massima di compressione in esercizio per combinazioni QUASI PERMANENTI
$\sigma_t < 0.35 \times f_{ctk} =$	0.9275	MPa	Tensione massima di trazione per combinazioni RARE (RFI DTC SI PS MA IFS 001 A – par. 2.6.2.2.2)
$\sigma_t < 0.045 \times f_{ck} =$	2.025	MPa	Tensione principale di trazione nella fibra baricentrica per combinazioni RARE (RFI DTC SI PS MA IFS 001 A – par. 2.6.2.2.2)

3.3 Acciaio per c.a. (armatura ordinaria)

B450C

$f_{yk} \geq$	450	MPa	tensione caratteristica di snervamento
$f_{tk} \geq$	540	MPa	tensione caratteristica di rottura
$(f_t/f_y)_k \geq$	1,15		
$(f_t/f_y)_k <$	1,35		
$\gamma_s =$	1,15	-	coefficiente parziale di sicurezza SLU
$f_{yd} =$	391,3	MPa	tensione caratteristica di snervamento
$E_s =$	200000	MPa	Modulo elastico di progetto
$\epsilon_{yd} =$	0,196%		deformazione di progetto a snervamento
$\epsilon_{uk} = (A_{gt})_k$	7,50%		deformazione caratteristica ultima
$\sigma_s < 0.80 \times f_{yk} =$	360	MPa	Tensione massima di trazione

3.4 Acciaio per armature di precompressione

$f_{ptk} \geq$	1860 MPa	tensione caratteristica di rottura
$f_{p(1)k} \geq$	1670 MPa	tensione caratteristica allo 1% di deformazione
$\gamma_s =$	1,15 -	coefficiente parziale di sicurezza SLU
$E_s =$	195000 MPa	Modulo elastico di progetto
$\sigma_s < 0.90 \times f_{p(1)k} =$	1503 MPa	Tensione massima trefolo in fase iniziale
$\sigma_s < 0.80 \times f_{ptk} =$	1488 MPa	Tensione massima trefolo in fase iniziale
$\sigma_s < 0.80 \times f_{ptk} =$	1488 MPa	Tensione massima trefolo in fase finale con cadute di tensione

Per il calcestruzzo si adotta il diagramma parabola rettangolo definito da un arco di parabola con la seguente equazione:

$$\sigma_c = f_{cd} \cdot \left[2 \cdot \left(\frac{\varepsilon_c}{\varepsilon_0} \right) - \left(\frac{\varepsilon_c}{\varepsilon_0} \right)^2 \right]; \quad \text{per: } \varepsilon_c \leq \varepsilon_{c2}$$

$$\sigma_c = 0.85 \cdot f_{cd}; \quad \text{per: } \varepsilon_{c2} \leq \varepsilon_c \leq \varepsilon_{cu2}$$

in cui ε_{c2} e ε_{cu2} assumono i seguenti valori:

deformazione in corrispondenza del valore massimo della tensione $\varepsilon_{c2} = 2.0\%$

deformazione unitaria a rottura $\varepsilon_{cu2} = 3.5\%$

Per l'acciaio B450C Si adotta il diagramma elastico perfettamente plastico considerando, in favore di sicurezza, un limite della deformazione unitaria ultima " ε_{ud} " pari a: deformazione unitaria ultima $\varepsilon_{ud} = 0.9 \times \varepsilon_{uk} = 6.75\%$.

Per l'acciaio armonico si adotta il diagramma elasto-plastico incrudente considerando, in favore di sicurezza, un limite della deformazione unitaria ultima " ε_{ud} " pari a:

deformazione unitaria ultima $\varepsilon_{ud} = 1.0\%$.

La tensione limite del primo tratto è assunta pari a $(0.9 \times f_{ptk}) / \gamma_s = f_{p(1)k} / \gamma_s$ mentre la tensione limite di rottura è assunta pari a f_{ptk} / γ_s .

4 CARATTERIZZAZIONE SISMICA DEL SITO

Nel seguente paragrafo è riportata la valutazione dei parametri di pericolosità sismica utili alla determinazione delle azioni sismiche di progetto dell'opera cui si riferisce il presente documento, in accordo a quanto specificato a riguardo dal D.M. 17 gennaio 2018 e relativa circolare applicativa.

4.1 Vita nominale e classe d'uso

Per la valutazione dei parametri di pericolosità sismica è necessario definire, oltre alla localizzazione geografica del sito, la Vita nominale dell'opera strutturale (VN), intesa come il numero di anni nel quale la struttura, purché soggetta alla manutenzione ordinaria, deve potere essere usata per lo scopo al quale è destinata, e la Classe d'Uso a cui è associato un coefficiente d'uso (CU)

Per l'opera in oggetto si considera una vita nominale: $VN = 75$ anni. Riguardo invece la Classe d'Uso, all' opera in oggetto corrisponde una Classe III a cui è associato un coefficiente d'uso pari a (NTC – Tabella 2.4.II): $C_u = 1.5$.

I parametri di pericolosità sismica vengono quindi valutate in relazione ad un periodo di riferimento V_R che si ricava per ciascun tipo di costruzione, moltiplicando la vita nominale V_n per il coefficiente d'uso C_u , ovvero:

$$V_R = V_N \cdot C_U$$

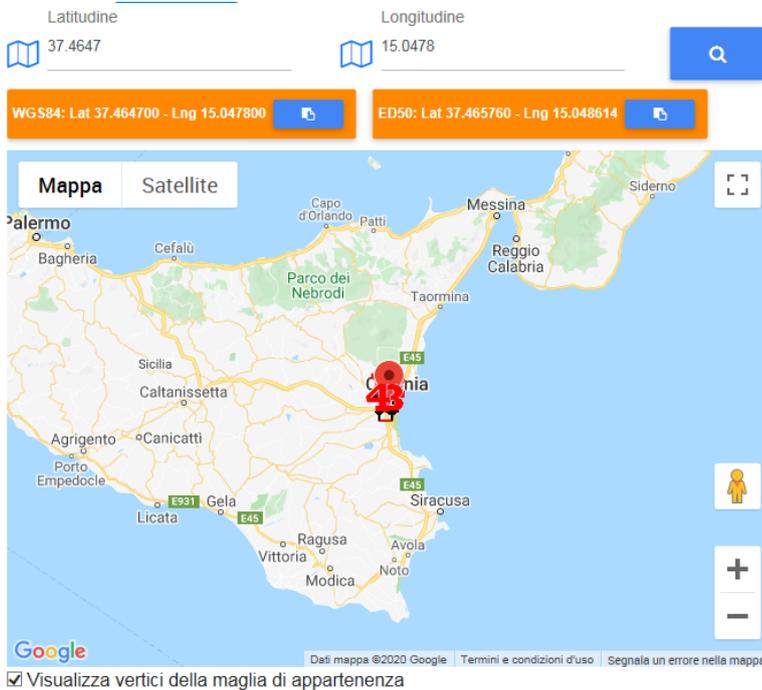
Pertanto, per l'opera in oggetto, il periodo di riferimento è pari a $V_R = 75 \times 1.5 = 112.5$ anni

4.2 Parametri di pericolosità sismica

La valutazione dei parametri di pericolosità sismica, che ai sensi del D.M. 17-01-2018, costituiscono il dato base per la determinazione delle azioni sismiche di progetto su una costruzione (forme spettrali e/o forze inerziali) dipendono, come già in parte anticipato in precedenza, dalla localizzazione geografica del sito, dalle caratteristiche della costruzione (Periodo di riferimento per valutazione azione sismica / V_R) oltre che dallo Stato Limite di riferimento/Periodo di ritorno dell'azione sismica.

- Categoria sottosuolo **C**

I valori delle caratteristiche sismiche (a_g, F_0, T_c^*) per gli stati limite di normativa sono dunque:



Stati limite

Classe Edificio	
III. Affollamento significativo...	
Vita Nominale	75
Interpolazione	Media ponderata

CU = 1.5

Stato Limite	Tr [anni]	a_g [g]	F_0	T_c^* [s]
Operatività (SLO)	68	0.080	2.493	0.281
Danno (SLD)	113	0.103	2.500	0.290
Salvaguardia vita (SLV)	1068	0.321	2.357	0.466
Prevenzione collasso (SLC)	2193	0.458	2.355	0.526
Periodo di riferimento per l'azione sismica:	112.5			

Cat. Sottosuolo	C
Cat. Topografica	T1

	SLO	SLD	SLV	SLC
SS Amplificazione stratigrafica	1,50	1,50	1,25	1,05
CC Coeff. funz categoria	1,60	1,58	1,35	1,30
ST Amplificazione topografica	1,00	1,00	1,00	1,00

- a_g → accelerazione orizzontale massima del terreno, espressa come frazione dell'accelerazione di gravità;
- F_0 → valore massimo del fattore di amplificazione dello spettro in accelerazione orizzontale;
- T_c^* → periodo di inizio del tratto a velocità costante dello spettro in accelerazione orizzontale;
- S → coefficiente che comprende l'effetto dell'amplificazione stratigrafica (S_S) e dell'amplificazione topografica (S_T).

Spettri di progetto

Di seguito si forniscono gli spettri di risposta elastici per lo SLV

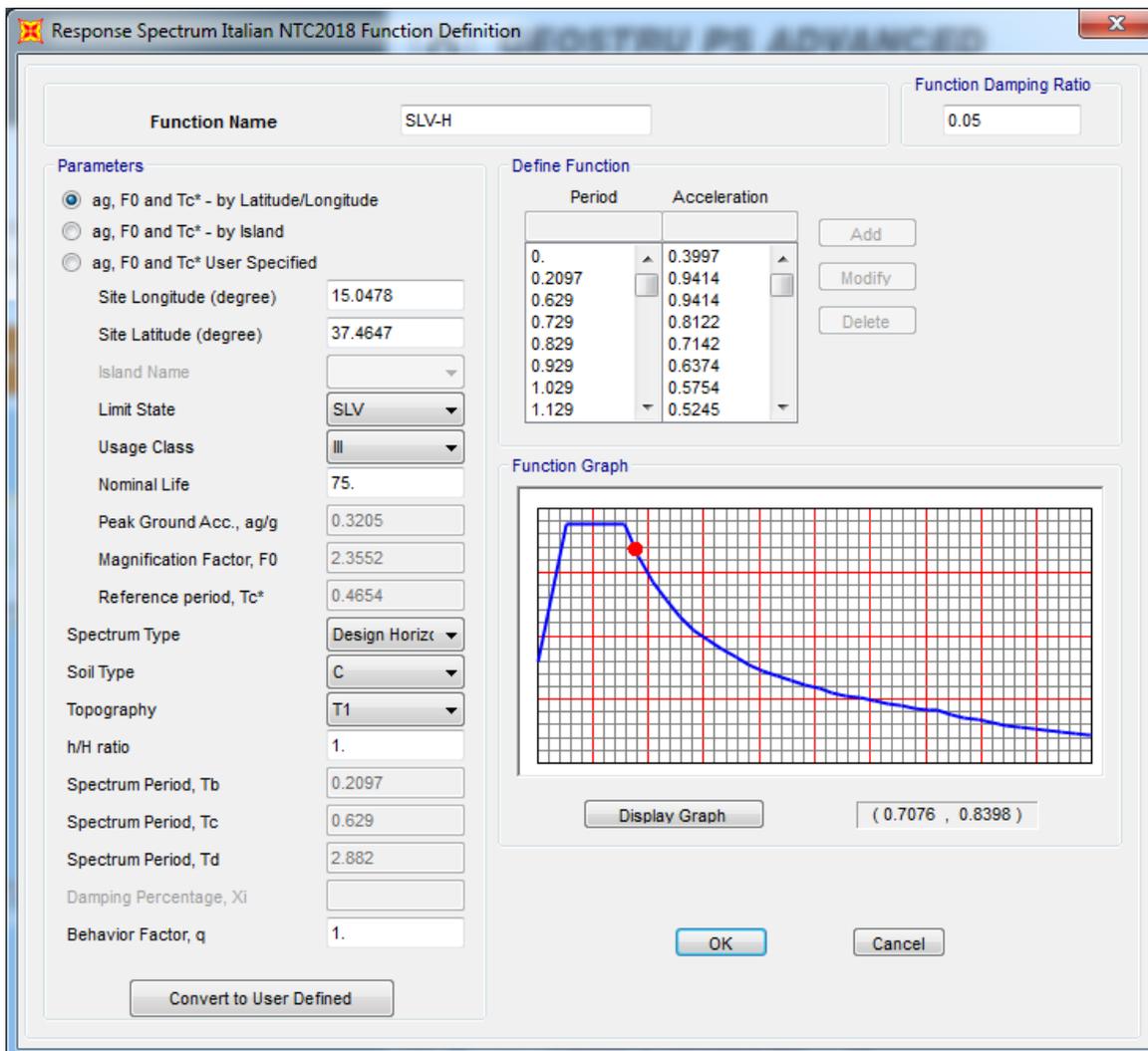
Lat 37.464721 Long 15.047788

Categoria di sottosuolo tipo C

Classe d'uso : III

Vita nominale VN = 75 anni

$q=1$



Response Spectrum Italian NTC2018 Function Definition

Function Name: Function Damping Ratio:

Parameters

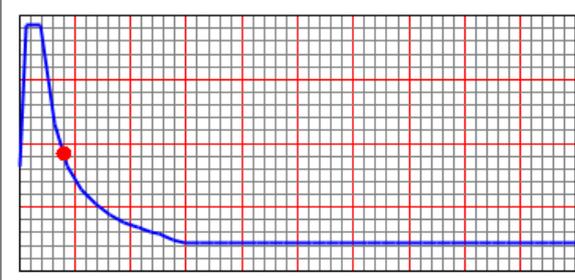
- ag, F0 and Tc* - by Latitude/Longitude
- ag, F0 and Tc* - by Island
- ag, F0 and Tc* User Specified

Site Longitude (degree):
 Site Latitude (degree):
 Island Name:
 Limit State:
 Usage Class:
 Nominal Life:
 Peak Ground Acc., ag/g:
 Magnification Factor, F0:
 Reference period, Tc*:
 Spectrum Type:
 Soil Type:
 Topography:
 h/H ratio:
 Spectrum Period, Tb:
 Spectrum Period, Tc:
 Spectrum Period, Td:
 Damping Percentage, Xi:
 Behavior Factor, q:

Define Function

Period	Acceleration
0.	0.2449
0.05	0.5769
0.15	0.5769
0.25	0.3461
0.35	0.2472
0.45	0.1923
0.55	0.1573
0.65	0.1331

Function Graph



(0.3221 , 0.2748)

5 DESCRIZIONE DELL'OPERA

L' impalcato oggetto della presente relazione, è realizzato con un sistema di travi prefabbricate in cemento armato precompresso. Lo schema statico è quello di una trave semplicemente appoggiata alle estremità di luce netta pari a circa 23.40 m (asse appoggio - asse appoggio). L'impalcato calcolato è caratterizzato da una larghezza complessiva pari a 14.20 m (di cui 10.50 m relativi alla carreggiata stradale).

La struttura dell'impalcato si compone con 6 travi prefabbricate a V in c.a.p., aventi un interasse di 2.10 m e lunghezza pari a 24.40 m. Le travi principali sono solidarizzate da 4 traversi (2 sull'asse-appoggi e 2 in campata) post-tesi e gettati in opera.

Le travi hanno un'altezza costante pari a 1.40 m, una larghezza superiore di 2.10 m e inferiore di 1.0 m. Lo spessore minimo della parte inferiore della trave è di 0.23 m mentre quello delle anime è di 0.14 m. La soletta di completamento in cemento armato ha uno spessore variabile tra 0.25÷0.35 m al netto delle predalle mentre sullo sbalzo è pari a 0.44 m.

La precompressione è data da 46 trefoli con sezione da 0,6" (1,39cmq), alcuni opportunamente inguainati, tesati alla tensione iniziale di 1400 MPa.

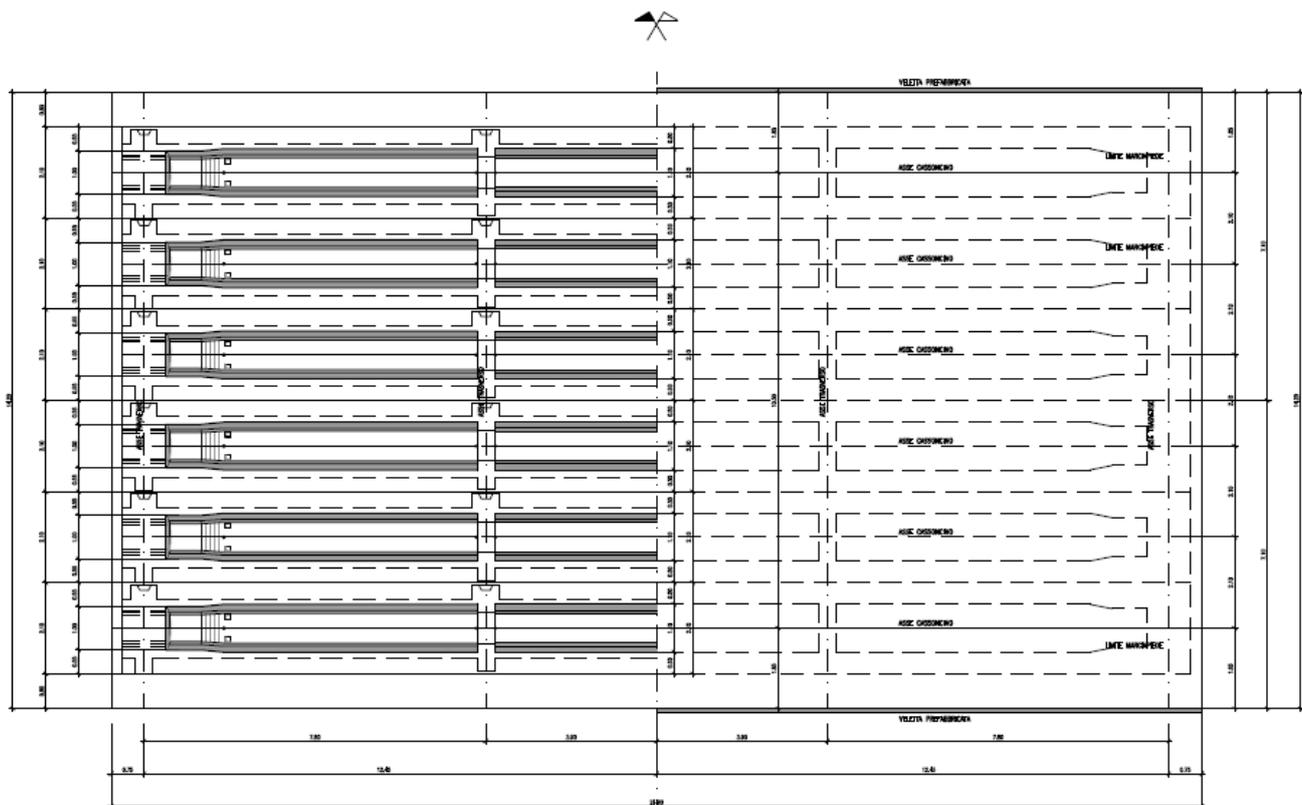


Figura 3 – Pianta dell'impalcato

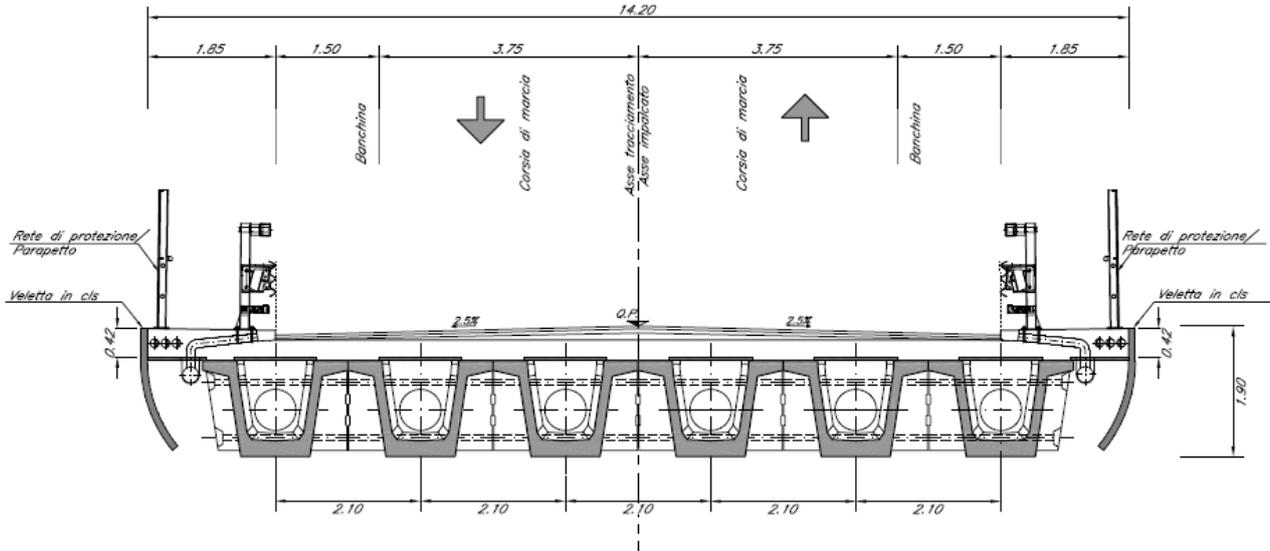


Figura 4 – Sezione trasversale dell'impalcato in campata

SEZIONE TRAVE
 IN CAMPATA
 scala 1:20

SEZIONE TRAVE
 SU APPOGGI
 scala 1:20

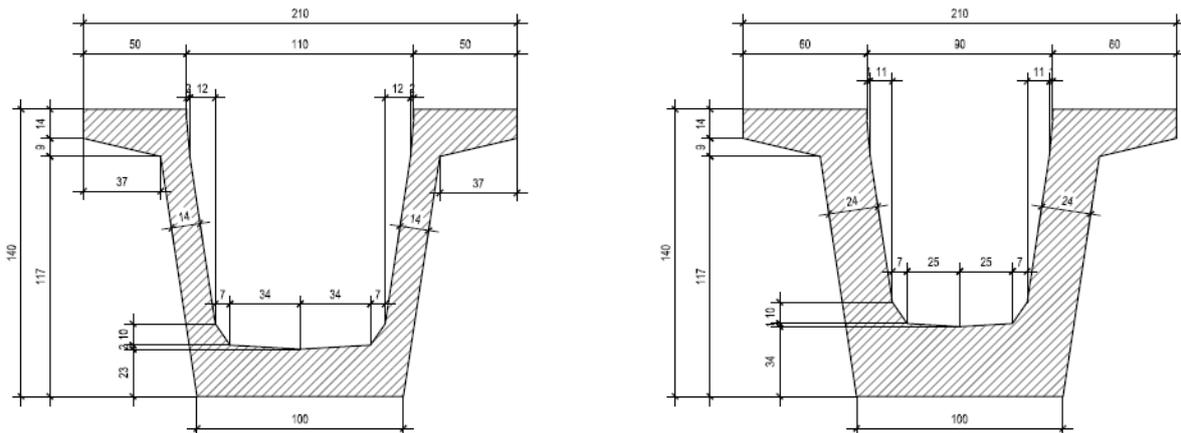


Figura 5 – Sezione della trave in c.a.p.

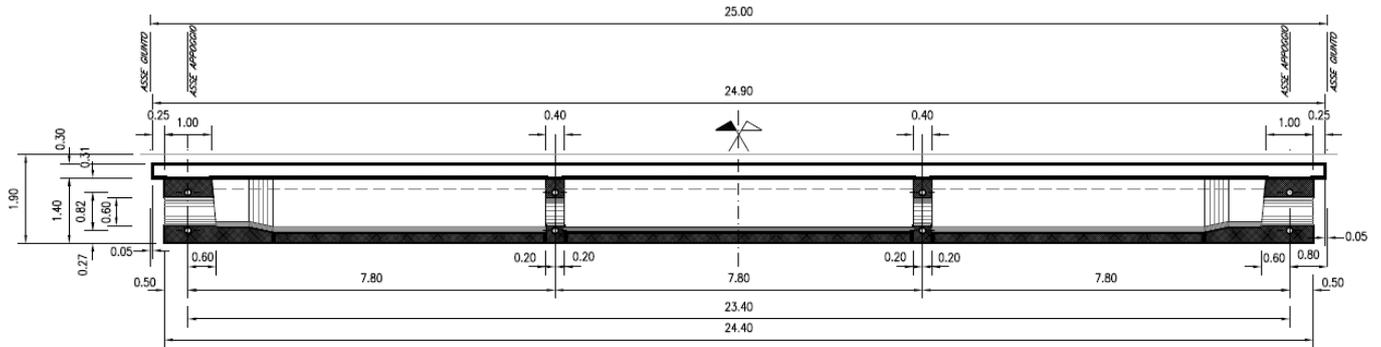


Figura 6 – Sezione longitudinale della trave in c.a.p.

Lo schema di vincolo dell'impalcato prevede sei apparecchi di appoggio per ognuna delle estremità, con schema globale di tipo fisso — unidirezionale long. ; multidirezionale - multidirezionale

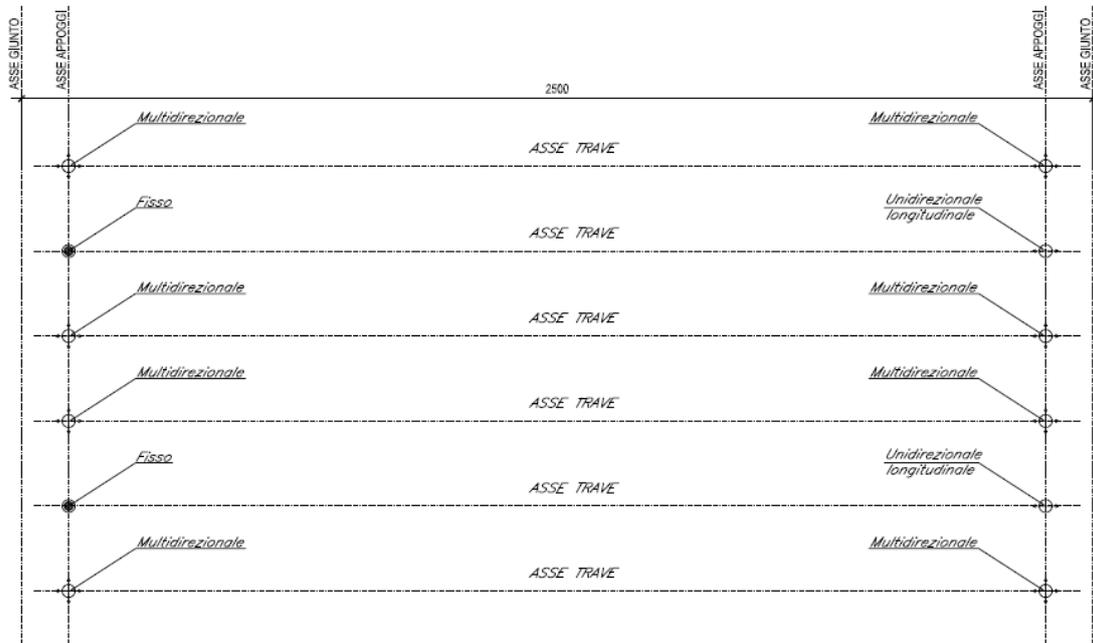


Figura 7 – Schema degli apparecchi di appoggio

5.1 Esecuzione del manufatto

Le travi vengono realizzati in stabilimento mediante il getto del calcestruzzo in casseforme metalliche, vibrato ad alta frequenza per la compattazione e trattato con ciclo termico. La precompressione delle travi è realizzata mediante la pretensione di trefoli, a tiro multiplo, sulle piste di confezionamento prevedendo la posa in opera di guaine per la quota parte dei trefoli che verranno in seguito tagliati: si provvederà inoltre a sfilare da apposite cassette i tratti di armatura non aderente, con successiva iniezione dei condotti e sigillatura delle cassette.

I traversi vengono armati e gettati in opera.

La soletta in cemento armato è prevista gettata in opera utilizzando alle estremità delle predalle in c.a. aventi spessore di 5 cm. Una volta disposte le predalle si provvede alla posa dell'armatura trasversale integrativa e dell'armatura longitudinale di ripartizione e quindi si esegue il getto a spessore definitivo.

6 ANALISI DEI CARICHI

6.1 Pesì strutturali G1

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

Fase 1 – Travi prefabbricate

- P.P. travi in campata $25 \cdot 0.7186 = 17.97 \text{ kN/m}$
- P.P. travi in testata $25 \cdot 1.0174 = 25.435 \text{ kN/m}$
- P.P. trasversi intermedi $25 \cdot 0.40 = 10 \text{ kN/m}$
- P.P. trasversi appoggi $25 \cdot 1.0 = 25 \text{ kN/m}$

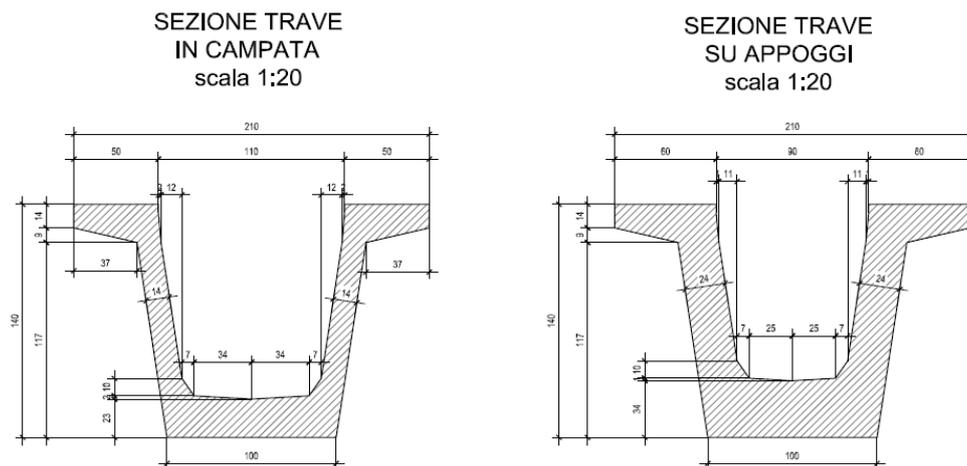


Figura 8 – Sezioni trave in c.a.p.

Il peso delle travi e dei trasversi è calcolato automaticamente dal programma di calcolo.

Il peso della soletta è applicato come carico distribuito sugli elementi “frame” del modello agli elementi finiti dell’impalcato.

- Soletta sp. var. 30-40 cm $25 \cdot 0.35 = 8.75 \text{ kN/m}^2$
- Soletta sp. cost. 44 cm $25 \cdot 0.44 = 11.0 \text{ kN/m}^2$

su Travi interne = $8.75 \cdot 2.1 = 18.375 \text{ KN/m}$

su Travi di bordo = $8.75 \cdot 1.05 + 11 \cdot 1.85 = 29.538 \text{ KN/m}$

Fase 2 – Travi con soletta collaborante

6.2 Permanenti portati G2

Sono stati considerati i seguenti contributi da applicare alle travi di competenza.

-	Pavimentazione 10 cm	$20 \cdot 0.10 = 2.0 \text{ kN/m}^2$
-	Barriera	2.0 kN/m
-	Veletta	$25 \cdot 0.1864 = 4.7 \text{ kN/m}$
-	Parapetto	1.0 kN/m
-	Impianti	1.0 kN/m

6.3 Ritiro (ϵ_1) e Viscosità (ϵ_4)

Il calcolo delle deformazioni da ritiro e viscosità nelle travi e nella soletta è stato eseguito secondo quanto specificato nel Decreto Ministeriale 17 gennaio 2018 e nella UNI EN 192-1-1.

I valori di seguito calcolati sono assegnati rispettivamente alla trave e alla soletta ai fini del calcolo sia delle perdite legate al ritiro che agli effetti del ritiro differenziale trave-soletta

Trave a V (sezione corrente)

Calcolo ritiro secondo Eurocodice 2 UNI EN 1992-1-1

Calcolo dell'azione prodotta da ritiro

	Rck	55	
	f _{ck}	45.65 N/mm ²	
resistenza a compressione media	f _{cm}	53.65 N/mm ²	
modulo elastico secante	E _{cm}	36416.11 N/mm ²	
coefficiente di dilatazione termica	α	0.00001	
classe del cemento	cls tipo	R	
età del cls all'inizio del ritiro	t _s	10 gg	
età del cls al momento del carico	t ₀	10 gg	
età del cls	t	25550 gg	
larghezza inferiore sezione	B1	100 cm	
larghezza superiore sezione	B2	210 cm	
altezza sezione	H	140 cm	
sezione trasversale dell'elemento	A _c	718600 mmq	
perimetro a contatto con l'atmosfera	u	4418 mm	
dimensione convenz. elemento di cls	h ₀ =2A _c /u	325 mm	
umidità relativa percentuale	RH	75 %	

Calcolo del modulo elastico

coeff. del tipo di cemento	α	1	
tempo t ₀ corretto in funz del tipo di cem	t ₀	15.042 gg	> 0.5
coeff. della resistenza del cls	β _c (f _{cm})	2.29	
coeff. della viscosità nel tempo	β _c (t ₀)	0.550	
coeff. della resistenza del cls	α ₁	0.742	
coeff. della resistenza del cls	α ₂	0.918	
coeff. della resistenza del cls	α ₃	0.808	

coeff. che tiene conto dell'umidità relativa	β _H	763	
coeff. della variabilità viscosità nel tempo	β _c (t, t ₀)	0.991	

coeff. che tiene conto dell'umidità	φ _{RH}	1.247	
coeff. nominale della viscosità	φ ₀	1.572	
coeff. di viscosità	φ(t, t ₀)	1.56	

Modulo elastico al tempo t	E _{cm} (t, t ₀)	14233.2 N/mm ²	
----------------------------	--------------------------------------	---------------------------	--

Calcolo della deformazione di ritiro

parametro fusione di h ₀	k _n	0.744	PROSPETTO 3.3
coeff. variabilità deformazione nel tempo	β _{cs} (t, t _s)	0.991	
def. di ritiro per essiccamento	ε _{cs} (t)	0.000274	
deformazione di base	ε _{cs,0}	0.000371	
coeff. per il tipo di cemento	α _{ds1}	6	
coeff. per il tipo di cemento	α _{ds2}	0.11	
	β _{RH}	0.896094	
	β _{as} (t)	1	
	ε _{ca,∞}	8.91E-05	
deformazione dovuta al ritiro autogeno	ε _{ca}	8.91E-05	
deformazione di ritiro	ε _s (t, t ₀)	0.000363	
Variazione termica uniforme	ΔT _{ritiro}	-14.2 °C	

6.4 Azioni variabili (Q)

6.4.1.1 Carico mobile stradale (Q1,1 – Q1,2)

In accordo con la normativa vigente le azioni variabili da traffico, comprensive degli effetti dinamici, sono definite dallo schema di carico 1 ovvero lo schema costituito da carichi concentrati su due assi in tandem, applicati su impronte di pneumatico di forma quadrata e lato 0.40m, e da carichi uniformemente distribuiti. Si considera un solo carico tandem (non segmentabile) per corsia disposto in asse alla stessa.

6.4.1.2 Entità dei carichi mobili – Schema di carico 1

In accordo con la normativa vigente i carichi mobili associati allo schema di carico in esame sono:

- **Corsia 1** ⇒ colonna di carico costituita da un carico tandem “ $2 \times Q_{1k}$ ” da **600 kN** totali su due assi aventi le caratteristiche indicate nella figura sottostante e da uno o più tratti di carico superficiale uniformemente distribuito “ $q_{1,k}$ ” da **9.0 kPa** disposti, ai fini del calcolo delle strutture principali, in asse alla corsia nel modo più sfavorevole;
- **Corsia 2** ⇒ colonna di carico costituita da un carico tandem “ $2 \times Q_{2k}$ ” da **400 kN** totali su due assi aventi le caratteristiche indicate nella figura sottostante e da uno o più tratti di carico superficiale uniformemente distribuito “ $q_{2,k}$ ” da **2.5 kPa** disposti, ai fini del calcolo delle strutture principali, in asse alla corsia nel modo più sfavorevole;
- **Corsia 3** ⇒ colonna di carico costituita da un carico tandem “ $2 \times Q_{3k}$ ” da **200 kN** totali su due assi aventi le caratteristiche indicate nella figura sottostante e da uno o più tratti di carico superficiale uniformemente distribuito “ $q_{3,k}$ ” da **2.5 kPa** disposti, ai fini del calcolo delle strutture principali, in asse alla corsia nel modo più sfavorevole;
- **Corsia 4** ⇒ area rimanente della carreggiata caricata solo con uno o più tratti di carico superficiale uniformemente distribuito “ $q_{4,k}$ ” da **2.5 kPa** disposto, ai fini del calcolo delle strutture principali, in asse all’area caricata nel modo più sfavorevole.

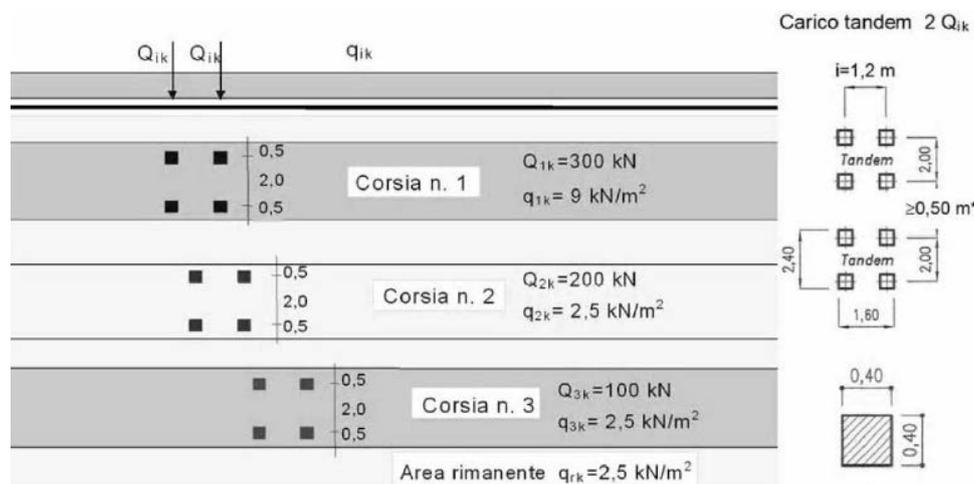


Figura 9 – Corsie: Corsia n°1, corsia n°2 e corsia n°3 – Colonne di carico

Esclusivamente per le verifiche locali, si utilizza lo Schema 2, costituito da un singolo asse applicato su specifiche impronte di pneumatico di forma rettangolare, di larghezza 0,60 m e di altezza 0,35 m. Nel caso sia più gravoso, si considera il peso di una singola ruota da 200 kN.

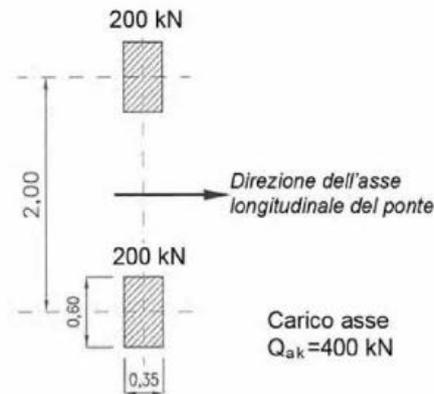


Figura 10: Schema di carico 2 per verifiche locali

Si considerano i carichi verticali associati agli schemi di carico 1 già amplificati con coefficiente dinamico pari a 1.

6.4.1.3 Disposizione trasversale dei carichi mobili

Il numero massimo delle colonne di carichi mobili considerato nel calcolo del ponte è quello massimo compatibile con la larghezza della carreggiata w secondo le indicazioni della tabella 5.1.I del DM 2008 di seguito riportata.

Tab. 5.1.I - Numero e larghezza delle corsie

Larghezza della superficie carrabile " w "	Numero di corsie convenzionali	Larghezza di una corsia convenzionale [m]	Larghezza della zona rimanente [m]
$w < 5,40$ m	$n_1 = 1$	3,00	$(w - 3,00)$
$5,4 \leq w < 6,0$ m	$n_1 = 2$	$w/2$	0
$6,0$ m $\leq w$	$n_1 = \text{Int}(w/3)$	3,00	$w - (3,00 \times n_1)$

La larghezza della carreggiata è pari a 10.5 metri, la larghezza di una corsia convenzionale è pari a 3.0 m pertanto il numero massimo delle corsie convenzionali è pari a 3 e la larghezza della zona rimanente è pari a 1.50m.

6.4.1.4 Disposizione longitudinale dei carichi mobili

Per il calcolo delle sollecitazioni massime sull'impalcato si considerano i carichi accidentali viaggianti secondo il criterio delle linee d'influenza.

6.4.1.5 Carichi sui marciapiedi (Q5)

I marciapiedi non aperti al pubblico sono utilizzati solo dal personale autorizzato. I carichi accidentali sono schematizzati da un carico uniformemente ripartito del valore di 5 kN/m² con valore di combinazione pari a 2.5 kN/m² (§ 5.1.3.3.3 NTC08).

Si riportano di seguito le configurazioni di carico effettuate

Configurazioni di carico

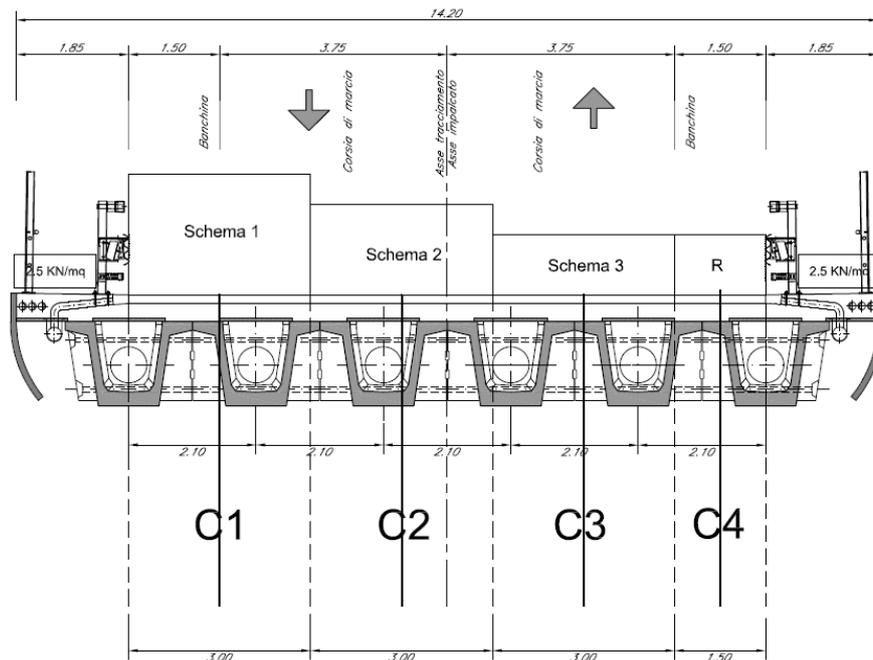


Figura 11 - (Configurazione 0)

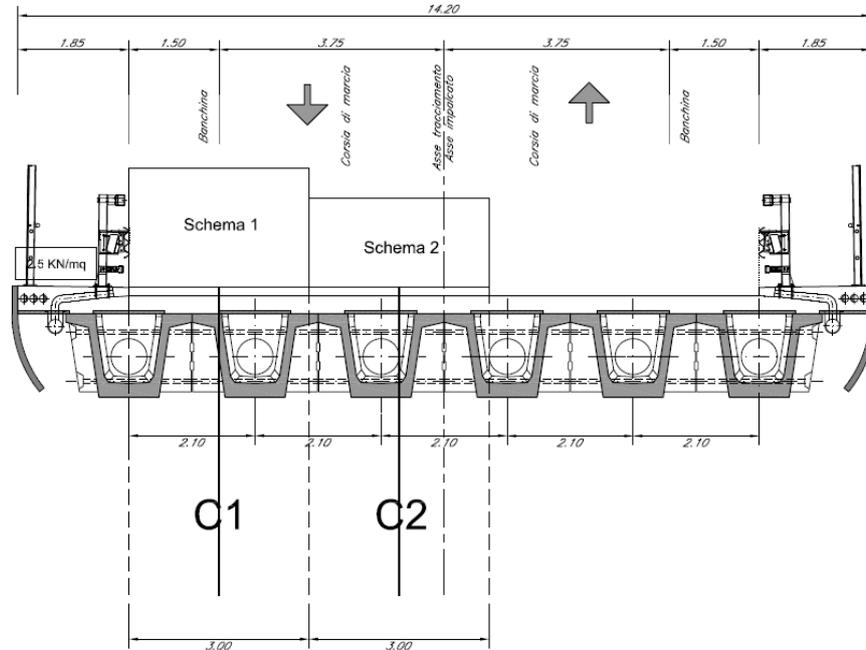


Figura 12 - (Configurazione a)

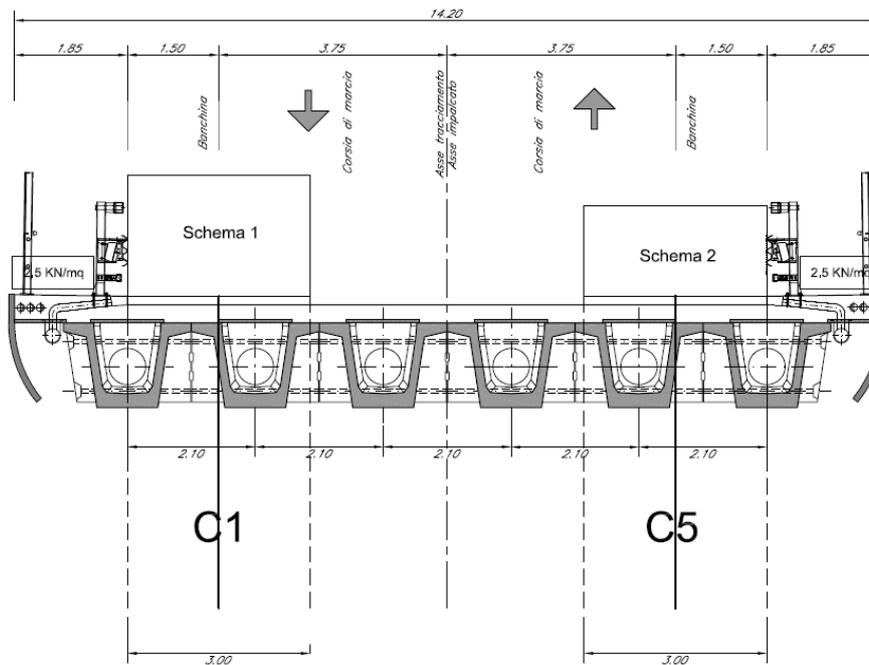


Figura 13 - (Configurazione b)

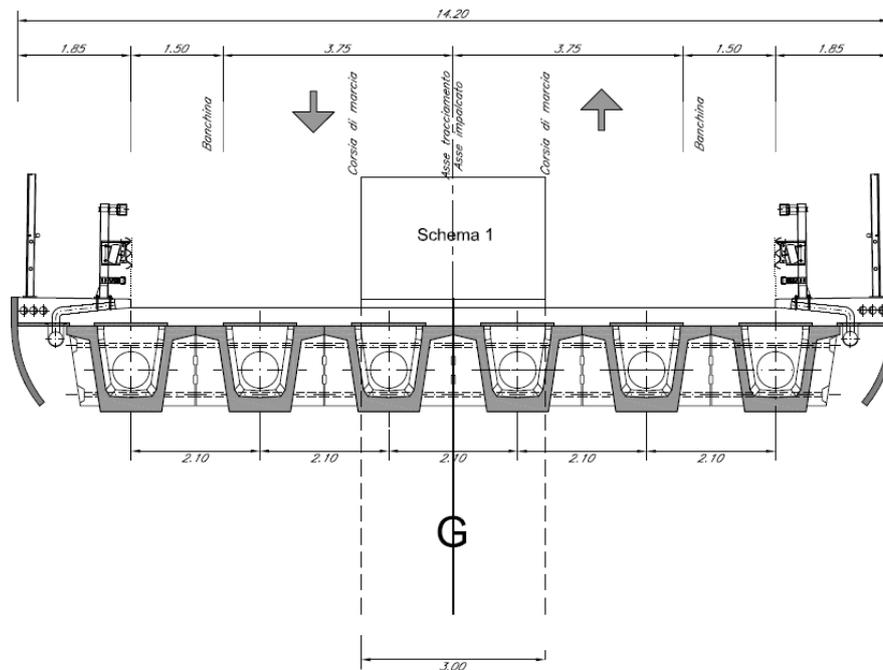


Figura 14 - (Configurazione c)

6.4.1.6 Forza centrifuga (Q3)

Non si considera la forza centrifuga poiché l'impalcato è in rettilo.

6.4.1.7 Frenatura (Q4)

In accordo al *DM 2018* la forza di frenatura o accelerazione per i ponti di prima categoria con riferimento alla corsia convenzionale n.1 si ha:

$$180\text{kN} \leq q_3 = 0.6 \cdot (2Q_{1k}) + 0.10q_{1k} \cdot w_1 \cdot L \leq 900\text{kN}$$

Per la struttura in esame risulta:

$$q_{3-1} = 0.6 \cdot 2Q_{1k} + (0.10) q_{1k} \cdot w_1 \cdot L = 0.6 \cdot 2 \cdot 300 + (0.1) \cdot 9.00 \cdot 3 \cdot 25 = 427.5 \text{ kN} = 17.10 \text{ KN/m}$$

con

$$Q_{1k} = 300 \text{ kN};$$

$$w_1 = 3.0 \text{ m};$$

$$q_{1k} = 9.0 \text{ kN/m}^2;$$

$$L = 25 \text{ m}.$$

L'azione di frenatura è applicata a livello della pavimentazione lungo l'asse della corsia ed è assunta uniformemente distribuita sulla lunghezza caricata.

6.4.1.8 Urto del veicolo in svio sulla barriera sicurvia (Q6)

Sulla base delle prescrizioni normative (§ 5.1.3.10 e § 3.6.3.3.2 – NTC18), l'urto di un veicolo stradale sulle barriere sicurvia è stato modellato come un sistema di forze orizzontale applicate in corrispondenza delle barriere ad un'altezza pari alla minore tra:

h_1 =altezza della barriera (pari a 1.5 m) -0.10 m =1.40 m;

h_2 =1.0 m;

quindi h =1.0 m.

La forza orizzontale è pari a 100 kN.

Momento flettente riportato al baricentro delle travi = $100 \cdot 2.13 = 213 \text{ KNm} = 213/23.40 = 9.10 \text{ KNm/m}$

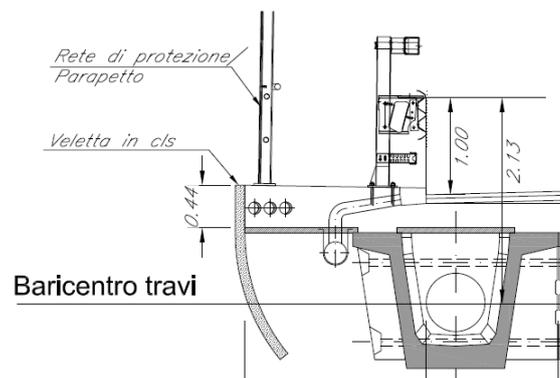


Figura 15 - schema per calcolo urto sulla barriera

6.5 Azioni climatiche

6.5.1.1 Variazione termica uniforme ($\epsilon 3$)

La variazione termica uniforme è valutata secondo il § 5.2.2.5.2 delle NTC18. Si prevede una variazione termica pari a $\pm 15 \text{ }^\circ\text{C}$. Per l'escursione giunti e appoggi si incrementa la variazione termica del 50%.

6.5.1.2 Variazione termica differenziale ($\epsilon 3$)

È stata considerata un gradiente di temperatura tra intradosso ed estradosso dell'impalcato pari a $\pm 5 \text{ }^\circ\text{C}$

6.6 Azione del Vento (Q5)

L'azione del vento è valutata in accordo alla normativa vigente NTC2018.

La risposta dinamica alle azioni del vento, le azioni e gli effetti dinamici e aeroelastici dovuti al distacco dei vortici e altri fenomeni aeroelastici non caratterizzano l'opera in esame e sono pertanto ritenuti trascurabili in relazione alla tipologia strutturale in esame di impalcato "standard" con un peso ragguardevole, sagoma "tozza" e staticamente ben vincolata.

L'azione del vento è assimilata ad un carico orizzontale statico, diretto ortogonalmente al piano longitudinale del ponte ad un carico verticale statico e ad un momento intorno all'asse dell'impalcato.

Di seguito si riporta il foglio di calcolo utilizzato per calcolare l'azione del vento

4) Sicilia e provincia di Reggio Calabria

Zona	$v_{b,0}$ [m/s]	a_0 [m]	k_a [1/s]
4	28	500	0.02

a_s (altitudine sul livello del mare [m])	7
---	---

$v_b = v_{b,0}$ per $a_s \leq a_0$
$v_b = v_{b,0} + k_a (a_s - a_0)$ per $a_0 < a_s \leq 1500$ m

v_b (velocità di riferimento [m/s])	28
---------------------------------------	----

p (pressione del vento [N/mq]) = $q_b c_e c_p c_d$
q_b (pressione cinetica di riferimento [N/mq])
c_e (coefficiente di esposizione)
c_p (coefficiente di forma)
c_d (coefficiente dinamico)



Figura 3.3.1 – Mappa delle zone in cui è suddiviso il territorio italiano

Pressione cinetica di riferimento

$$q_b = 1/2 \cdot \rho \cdot v_b^2 \quad (\rho = 1,25 \text{ kg/mc})$$

q_b [N/mq]	490.00
--------------	--------

Coefficiente di forma

È il coefficiente di forma (o coefficiente aerodinamico), funzione della tipologia e della geometria della costruzione e del suo orientamento rispetto alla direzione del vento. Il suo valore può essere ricavato da dati suffragati da opportuna documentazione o da prove sperimentali in galleria del vento.

Coefficiente dinamico

Esso può essere assunto autelativamente pari ad 1 nelle costruzioni di tipologia ricorrente, quali gli edifici di forma regolare non eccedenti 80 m di altezza ed i capannoni industriali, oppure può essere determinato mediante analisi specifiche o facendo riferimento a dati di comprovata affidabilità.



DIRETTRICE FERROVIARIA MESSINA – CATANIA – PALERMO NODO DI CATANIA
 INTERRAMENTO LINEA PER IL PROLUNGAMENTO DELLA PISTA DELL' AEROPORTO DI FONTANAROSSA E PER LA MESSA A STI DEL TRATTO DI LINEA INTERESSATO.
 MACROFASE FUNZIONALE 2
 LOTTO 03

Viadotto NW03-04
 Relazione di calcolo impalcato

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
RS3H	03	D 78	CL NW0008 001	A	29 di 265

Coefficiente di esposizione

Classe di rugosità del terreno

B) Aree urbane (non di classe A), suburbane, industriali e boschive

Categoria di esposizione

ZONE 1,2,3,4,5						
	costa		500m		750m	
	mare					
	2 km	10 km	30 km			
A	--	IV	IV	V	V	V
B	--	III	III	IV	IV	IV
C	--	*	III	III	IV	IV
D	I	II	II	II	III	**
* Categoria II in zona 1,2,3,4 Categoria III in zona 5						
** Categoria III in zona 2,3,4,5 Categoria IV in zona 1						

ZONA 6					
	costa		500m		
	mare				
	2 km	10 km	30 km		
A	--	III	IV	V	V
B	--	II	III	IV	IV
C	--	II	III	III	IV
D	I	I	II	II	III

ZONE 7,8			
	costa		
	mare		
	1.5 km	0.5 km	
A	--	--	IV
B	--	--	IV
C	--	--	III
D	I	II	*
* Categoria II in zona 8 Categoria III in zona 7			

ZONA 9		
	costa	
	mare	
A	--	I
B	--	I
C	--	I
D	I	I

Z altezza edif. [m]	Zona	Classe di rugosità	a _s [m]
15	4	B	7

$$c_e(z) = k_r^2 \cdot c_t \cdot \ln(z/z_0) [7 + c_t \cdot \ln(z/z_0)] \quad \text{per } z \geq z_{\min}$$

$$c_e(z) = c_e(z_{\min}) \quad \text{per } z < z_{\min}$$

Cat. Esposiz.	k _r	z ₀ [m]	z _{min} [m]	c _t
III	0.2	0.1	5	1

c _e	2.41
----------------	------

La pressione del vento a meno del coefficiente di forma vale: 1179.55 N/mq (1.1795 kN/mq)

Coefficiente di forma impalcato
CNR DT 207/2008 PAR. G.10.3 - G11

larghezza impalcato	d=	14.20	m
altezza impalcato	h=	1.900	m
altezza carichi mobili esposta al vento	hf =	3.0	m
altezza totale esposta al vento	htot = b=	4.90	m
	d/b=	2.90	

 se $d/b \geq 2$ OK

$$c_{fx} = \frac{1.85}{d/h_{tot}} - 0.10 = 0.54 \quad 2 \leq d/b \leq 5 \quad \text{OK}$$

$$c_{fx} = \frac{1.35}{d/h_{tot}} = 0.47 \quad d/b > 5 \quad \text{NON OK}$$

 se $d/b < 2$ NON OK

Nel caso di azione del vento sugli elementi di sezione rettangolare:

$c_{fx} = 2$	$0.1 \leq d/b \leq 0.2$	NON OK
$c_{fx} = 0.73 \cdot \log_{10}(d/b) + 3.15 = 3.49$	$0.2 \leq d/b \leq 0.7$	NON OK
$c_{fx} = -1.64 \cdot \log_{10}(d/b) + 2.15 = 1.39$	$0.7 \leq d/b \leq 5$	OK
$c_{fx} = -0.33 \cdot \log_{10}(d/b) + 1.23 = 1.08$	$5 \leq d/b \leq 10$	NON OK
$c_{fx} = 0.9$	$10 \leq d/b \leq 50$	NON OK

dove d e b sono le dimensioni del rettangolo nella direzione parallela e ortogonale alla direzione del vento

$$c_{fy} = \pm \left(0.7 + 0.1 \cdot \frac{d}{h_{tot}} \right) = 0.99 \quad 0 \leq d/b \leq 5 \quad \text{OK}$$

$$c_{fy} = 2 \quad d/b > 5 \quad \text{NON OK}$$

$$cmz = 0.2$$

$c_{fx} =$	0.54
$c_{fy} =$	0.99
$cmz =$	0.20

pressione vento orizzontale $q_{px} =$	637.0	N/mq	\Rightarrow	0.64	KN/mq
pressione vento verticale $q_{py} =$	1167.8	N/mq	\Rightarrow	1.17	KN/mq
momento intorno all'asse $mz =$	235.9	N/mq	\Rightarrow	0.24	KN/mq

Si considera pertanto:

- una pressione orizzontale del vento di **0.64** kN/m², agente sull'impalcato, sui mezzi (piano verticale h=3m sopra pavimentazione);
- una pressione verticale del vento di **1.17** kN/m², agente sull'impalcato
- un momento intorno all'asse del ponte indotto da una pressione orizzontale del vento di **0.24** kN/m²

Il caso di ponte carico, per cui l'altezza della superficie di impatto del vento è pari all'altezza dell'impalcato più tre metri, è evidentemente il più gravoso per gli effetti sulle travi che per le reazioni agli appoggi.

Vento orizzontale

Vento sull'impalcato (travi + soletta)

$$F_{y,w} = 0.64 \cdot 1.90 = 1.216 \text{ kN/m}$$

Vento sui mezzi

$$F_{y,w} = 0.64 \cdot 3.00 = 1.92 \text{ kN/m}$$

Il carico orizzontale complessivo, distribuito sulle 6 travi, è:

$$f_{y,w} = (1.216 + 1.92) / 6 = 0.523 \text{ kN/m}$$

Vento verticale

$$F_{z,w} = 1.17 \text{ kN/mq}$$

Momento rispetto al baricentro

Vento sull'impalcato (travi + soletta)

$$F_{y,w} = 0.24 \cdot 1.90 = 0.456 \text{ kN/m}$$

Eccentricità rispetto al baricentro delle travi = 0.29 m

Vento sui mezzi

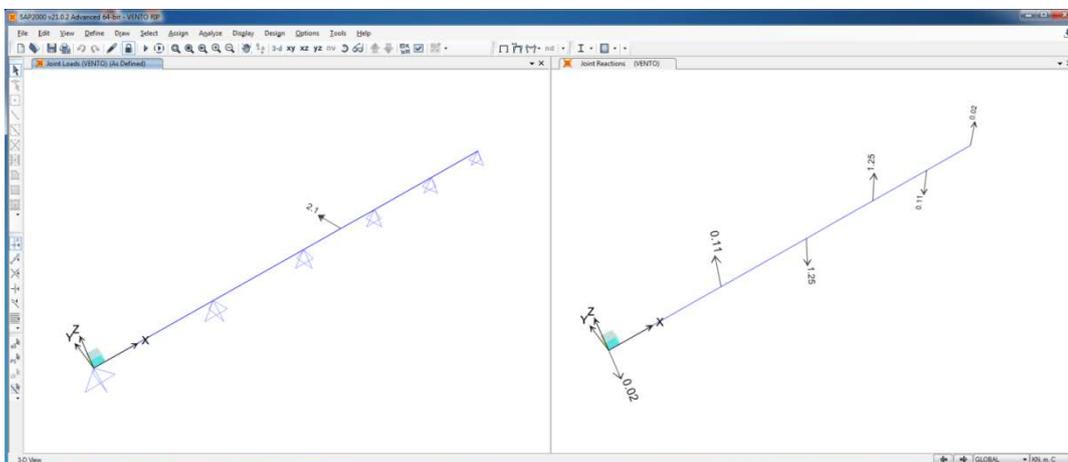
$$F_{y,w} = 0.24 \cdot 3.00 = 0.72 \text{ kN/m}$$

Eccentricità rispetto al baricentro delle travi = 2.74 m

Il momento complessivo rispetto al baricentro delle travi è:

$$m_{x,w} = 0.456 \cdot 0.29 + 0.72 \cdot 2.74 = 2.10 \text{ kNm/m}$$

Il momento viene assegnato alle cinque travi sotto forma di carichi verticali:



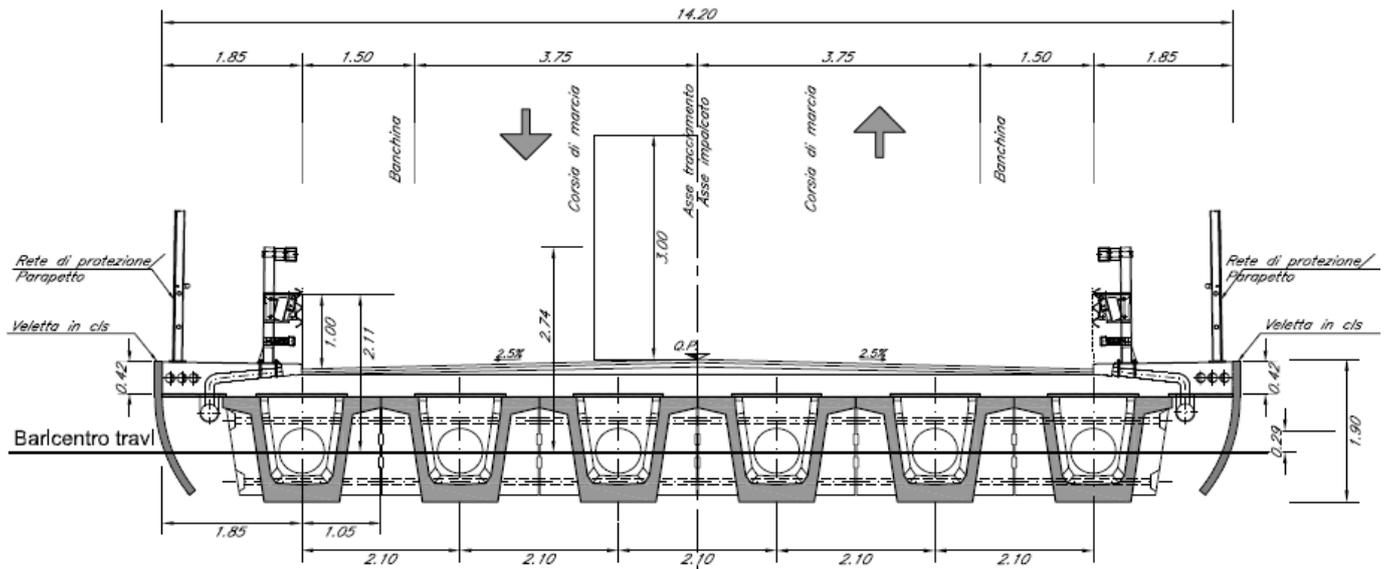


Figura 16 - schema per calcolo azione del vento

7 Combinazioni di carico

Le azioni considerate sono le seguenti:

Le azioni considerate sono le seguenti:

- g1: peso proprio degli elementi strutturali;
- g2: carichi permanenti portati;
- ε3: variazioni termiche uniformi e differenziali;
- q1: carichi mobili;
- q3: azione longitudinale di frenamento;
- q4: azione centrifuga;
- q5: azione trasversale del vento;
- q6: azioni sismiche;

Ai fini della determinazione dei valori caratteristici delle azioni dovute al traffico, in osservanza ai punti 5.1.3.12 e 5.2.3 del D.M. 14 gennaio 2018, si dovranno considerare, generalmente, le combinazioni riportate in Tab. 5.1.IV, combinate considerando gli stati limite di esercizio, gli stati limite ultimi e le condizioni sismiche.

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 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 kN/m ²
4 ^(**)			Schema di carico 5 con valore caratteristico 5,0 kN/m ²			Schema di carico 5 con valore caratteristico 5,0 kN/m ²
5 ^(***)	Da definirsi per il singolo progetto	Valore caratteristico o nominale				

^(*) Ponti di 3^a categoria
^(**) Da considerare solo se richiesto dal particolare progetto (ad es. ponti in zona urbana)
^(***) Da considerare solo se si considerano veicoli speciali

La Tab. 5.1.V fornisce i valori dei coefficienti parziali delle azioni da assumere nell'analisi per la determinazione degli effetti delle azioni nelle verifiche agli stati limite ultimi, il significato dei simboli è il seguente:

γ_{G1} coefficiente parziale del peso proprio della struttura, del terreno e dell'acqua, quando pertinente;

γ_{G2} coefficiente parziale dei pesi propri degli elementi non strutturali;

γ_Q coefficiente parziale delle azioni variabili da traffico;

γ_{Qi} coefficiente parziale delle azioni variabili.

Il coefficiente parziale della precompressione si assume pari a $\gamma_P = 1$.

I valori dei coefficienti ψ_{0j} , ψ_{1j} e ψ_{2j} per le diverse categorie di azioni sono riportati nella Tab. 5.1.VI.

Tabella 5.1.VI - Coefficienti ψ per le azioni variabili per ponti stradali e pedonali

Azioni	Gruppo di azioni (Tabella 5.1.IV)	Coefficiente ψ_0 di combinazione	Coefficiente ψ_1 (valori frequenti)	Coefficiente ψ_2 (valori quasi permanenti)
Azioni da traffico (Tabella 5.1.IV)	Schema 1 (Carichi tandem)	0,75	0,75	0,0
	Schemi 1, 5 e 6 (Carichi distribuiti)	0,40	0,40	0,0
	Schemi 3 e 4 (carichi concentrati)	0,40	0,40	0,0
	Schema 2	0,0	0,75	0,0
	2	0,0	0,0	0,0
	3	0,0	0,0	0,0
	4 (folla)	----	0,75	0,0
	5	0,0	0,0	0,0
Vento q_5	Vento a ponte scarico SLU e SLE	0,6	0,2	0,0
	Esecuzione	0,8	----	0,0
	Vento a ponte carico	0,6		
Neve q_3	SLU e SLE	0,0	0,0	0,0
	esecuzione	0,8	0,6	0,5
Temperatura	T_k	0,6	0,6	0,5

Tabella 5.1.V - Coefficienti parziali di sicurezza per le combinazioni di carico agli SLU

		Coefficiente	EQU ⁽¹⁾	A1 STR	A2 GEO
Carichi permanenti	favorevoli	γ_{G1}	0,90	1,00	1,00
	sfavorevoli		1,10	1,35	1,00
Carichi permanenti non strutturali ⁽²⁾	favorevoli	γ_{G2}	0,00	0,00	0,00
	sfavorevoli		1,50	1,50	1,30
Carichi variabili da traffico	favorevoli	γ_Q	0,00	0,00	0,00
	sfavorevoli		1,35	1,35	1,15
Carichi variabili	favorevoli	γ_{Qi}	0,00	0,00	0,00
	sfavorevoli		1,50	1,50	1,30
Distorsioni e presollecitazioni di progetto	favorevoli	γ_{e1}	0,90	1,00	1,00
	sfavorevoli		1,00 ⁽³⁾	1,00 ⁽⁴⁾	1,00
Ritiro e viscosità, Variazioni termiche, Cedimenti vincolari	favorevoli	$\gamma_{e2}, \gamma_{e3}, \gamma_{e4}$	0,00	0,00	0,00
	sfavorevoli		1,20	1,20	1,00

⁽¹⁾ Equilibrio che non coinvolga i parametri di deformabilità e resistenza del terreno; altrimenti si applicano i valori di GEO.
⁽²⁾ Nel caso in cui i carichi permanenti non strutturali (ad es. carichi permanenti portati) siano compiutamente definiti si potranno adottare gli stessi coefficienti validi per le azioni permanenti.
⁽³⁾ 1,30 per instabilità in strutture con precompressione esterna
⁽⁴⁾ 1,20 per effetti locali

SLU: $\gamma_{G1} \cdot G_1 + \gamma_{G2} \cdot G_2 + \gamma_P \cdot P + \gamma_{Q1} \cdot Q_{k1} + \gamma_{Q2} \cdot \Psi_{02} \cdot Q_{k2} + \gamma_{Q3} \cdot \Psi_{03} \cdot Q_{k3} + \dots$

SLE RARA: $G_1 + G_2 + P + Q_{k1} + \Psi_{02} \cdot Q_{k2} + \Psi_{03} \cdot Q_{k3} + \dots$

SLE QUASI PERMANENTE: $G_1 + G_2 + P + \Psi_{21} \cdot Q_{k1} + \Psi_{22} \cdot Q_{k2} + \Psi_{23} \cdot Q_{k3} + \dots$

SLE FREQUENTE: $G_1 + G_2 + P + \Psi_{11} \cdot Q_{k1} + \Psi_{22} \cdot Q_{k2} + \Psi_{23} \cdot Q_{k3} + \dots$

In accordo con il paragrafo 7.3.5. del D.M. 17.01.2018, gli effetti sulla struttura (sollecitazioni, deformazioni, spostamenti, ecc.) sono combinati secondo le seguenti espressioni:

- Sisma in direzione longitudinale "X" $\Rightarrow 1.0 \times E_X + 0.3 \times E_Y + 0.3 \times E_Z;$

- Sisma in direzione trasversale "Y" $\Rightarrow 0.3 \times E_X + 1.0 \times E_Y + 0.3 \times E_Z;$

- Sisma in direzione verticale "Z" $\Rightarrow 0.3 \times E_X + 0.3 \times E_Y + 1.0 \times E_Z.$

Per ciascuna delle precedenti relazioni, gli effetti del sisma sono stati combinati facendo variare opportunamente il segno delle singole sollecitazioni al fine di massimizzare gli sforzi nella struttura.

In accordo con il D.M. 17/01/2018 paragrafo 3.2.4, i carichi sismici vanno combinati con le altre azioni secondo la seguente espressione:

$$G_1 + G_2 + E + \sum_j \Psi_{2j} \cdot Q_{kj}$$

dove:

$G_1 \Rightarrow$ peso proprio degli elementi strutturali e non strutturali;

$G_2 \Rightarrow$ carichi permanenti portati;

$E \Rightarrow$ azioni derivanti dai terremoti;

$Q_{kj} \Rightarrow$ azioni variabili sulla struttura.

Gli effetti dell'azione sismica saranno valutati tenendo conto delle masse associate ai seguenti carichi gravitazionali:

$$G_1 + G_2 + \sum_j \Psi_{2j} \cdot Q_{kj}$$

Nel caso in esame per i carichi dovuti al transito dei mezzi si assumerà $\Psi_{2j} = 0.0$.

Viadotto NW03-04
 Relazione di calcolo impalcato

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
RS3H	03	D 78	CL NW0008 001	A	37 di 265

Combination Definitions

ComboName	ComboType	CaseName	ScaleFactor
SLU-01	Linear Add	G1	1.35
SLU-01		G2	1.5
SLU-01		C1-SCHEMA-1	1.35
SLU-01		C2-SCHEMA-2	1.35
SLU-01		C3-SCHEMA-3	1.35
SLU-01		Qr	1.35
SLU-01		C1-FRE	1.35
SLU-01		C2-FRE	1.35
SLU-01		C3-FRE	1.35
SLU-01		Q5	1.35
SLU-01		Qw	0.9
SLU-01		TEMP+	0.9
SLU-01		Ritiro	1.2
SLU-02	Linear Add	G1	1.35
SLU-02		G2	1.5
SLU-02		C1-SCHEMA-1	1.35
SLU-02		C2-SCHEMA-2	1.35
SLU-02		C3-SCHEMA-3	1.35
SLU-02		Qr	1.35
SLU-02		C1-FRE	1.35
SLU-02		C2-FRE	1.35
SLU-02		C3-FRE	1.35
SLU-02		Q5	1.35
SLU-02		Qw	0.9
SLU-02		TEMP-	0.9
SLU-02		Ritiro	1.2
SLU-03	Linear Add	G1	1.35
SLU-03		G2	1.5
SLU-03		C1-SCHEMA-1	1.0125
SLU-03		C2-SCHEMA-2	1.0125
SLU-03		C3-SCHEMA-3	1.0125
SLU-03		Qr	1.0125
SLU-03		C1-FRE	1.0125
SLU-03		C2-FRE	1.0125
SLU-03		C3-FRE	1.0125
SLU-03		Q5	0
SLU-03		Qw	1.5
SLU-03		TEMP+	0.9
SLU-03		Ritiro	1.2
SLU-04	Linear Add	G1	1.35
SLU-04		G2	1.5
SLU-04		C1-SCHEMA-1	1.0125
SLU-04		C2-SCHEMA-2	1.0125
SLU-04		C3-SCHEMA-3	1.0125
SLU-04		Qr	1.0125
SLU-04		C1-FRE	1.0125
SLU-04		C2-FRE	1.0125
SLU-04		C3-FRE	1.0125
SLU-04		Q5	0
SLU-04		Qw	1.5
SLU-04		TEMP-	0.9
SLU-04		Ritiro	1.2

SLU-05	Linear Add	G1	1.35
SLU-05		G2	1.5
SLU-05		C1-SCHEMA-1	1.0125
SLU-05		C2-SCHEMA-2	1.0125
SLU-05		C3-SCHEMA-3	1.0125
SLU-05		Qr	1.0125
SLU-05		C1-FRE	1.0125
SLU-05		C2-FRE	1.0125
SLU-05		C3-FRE	1.0125
SLU-05		Q5	0
SLU-05		Qw	0.9
SLU-05		TEMP+	1.5
SLU-05		Ritiro	1.2
SLU-06	Linear Add	G1	1.35
SLU-06		G2	1.5
SLU-06		C1-SCHEMA-1	1.0125
SLU-06		C2-SCHEMA-2	1.0125
SLU-06		C3-SCHEMA-3	1.0125
SLU-06		Qr	1.0125
SLU-06		C1-FRE	1.0125
SLU-06		C2-FRE	1.0125
SLU-06		C3-FRE	1.0125
SLU-06		Q5	0
SLU-06		Qw	0.9
SLU-06		TEMP-	1.5
SLU-06		Ritiro	1.2
SLU-07	Linear Add	G1	1.35
SLU-07		G2	1.5
SLU-07		C1-SCHEMA-1	1.35
SLU-07		C2-SCHEMA-2	1.35
SLU-07		C3-SCHEMA-3	1.35
SLU-07		Qr	1.35
SLU-07		C1-FRE	-1.35
SLU-07		C2-FRE	-1.35
SLU-07		C3-FRE	-1.35
SLU-07		Q5	1.35
SLU-07		Qw	0.9
SLU-07		TEMP+	0.9
SLU-07		Ritiro	1.2
SLU-08	Linear Add	G1	1.35
SLU-08		G2	1.5
SLU-08		C1-SCHEMA-1	1.35
SLU-08		C2-SCHEMA-2	1.35
SLU-08		C3-SCHEMA-3	1.35
SLU-08		Qr	1.35
SLU-08		C1-FRE	-1.35
SLU-08		C2-FRE	-1.35
SLU-08		C3-FRE	-1.35
SLU-08		Q5	1.35
SLU-08		Qw	0.9
SLU-08		TEMP-	0.9
SLU-08		Ritiro	1.2

SLU-09	Linear Add	G1	1.35				
SLU-09		G2	1.5				
SLU-09		C1-SCHEMA-1	1.0125				
SLU-09		C2-SCHEMA-2	1.0125				
SLU-09		C3-SCHEMA-3	1.0125				
SLU-09		Qr	1.0125				
SLU-09		C1-FRE	-1.0125				
SLU-09		C2-FRE	-1.0125				
SLU-09		C3-FRE	-1.0125				
SLU-09		Q5	0				
SLU-09		Qw	1.5				
SLU-09		TEMP+	0.9				
SLU-09		Ritiro	1.2				
SLU-10	Linear Add	G1	1.35				
SLU-10		G2	1.5				
SLU-10		C1-SCHEMA-1	1.0125				
SLU-10		C2-SCHEMA-2	1.0125				
SLU-10		C3-SCHEMA-3	1.0125				
SLU-10		Qr	1.0125				
SLU-10		C1-FRE	-1.0125				
SLU-10		C2-FRE	-1.0125				
SLU-10		C3-FRE	-1.0125				
SLU-10		Q5	0				
SLU-10		Qw	1.5				
SLU-10		TEMP-	0.9				
SLU-10		Ritiro	1.2				
SLU-11	Linear Add	G1	1.35				
SLU-11		G2	1.5				
SLU-11		C1-SCHEMA-1	1.0125				
SLU-11		C2-SCHEMA-2	1.0125				
SLU-11		C3-SCHEMA-3	1.0125				
SLU-11		Qr	1.0125				
SLU-11		C1-FRE	-1.0125				
SLU-11		C2-FRE	-1.0125				
SLU-11		C3-FRE	-1.0125				
SLU-11		Q5	0				
SLU-11		Qw	0.9				
SLU-11		TEMP+	1.5				
SLU-11		Ritiro	1.2				
SLU-12	Linear Add	G1	1.35				
SLU-12		G2	1.5				
SLU-12		C1-SCHEMA-1	1.0125				
SLU-12		C2-SCHEMA-2	1.0125				
SLU-12		C3-SCHEMA-3	1.0125				
SLU-12		Qr	1.0125				
SLU-12		C1-FRE	-1.0125				
SLU-12		C2-FRE	-1.0125				
SLU-12		C3-FRE	-1.0125				
SLU-12		Q5	0	SLU-URTO	Linear Add	G1	1.35
SLU-12		Qw	0.9	SLU-URTO		G2	1.5
SLU-12		TEMP-	1.5	SLU-URTO		C5-SCHEMA ISOLATO	1.35
SLU-12		Ritiro	1.2	SLU-URTO		URTO	1.5

SLU-01a	Linear Add	G1	1.35	SLU-07a	Linear Add	G1	1.35
SLU-01a		G2	1.5	SLU-07a		G2	1.5
SLU-01a		C1-SCHEMA-1	1.35	SLU-07a		C1-SCHEMA-1	1.35
SLU-01a		C2-SCHEMA-2	1.35	SLU-07a		C2-SCHEMA-2	1.35
SLU-01a		C1-FRE	1.35	SLU-07a		C1-FRE	-1.35
SLU-01a		C2-FRE	1.35	SLU-07a		C2-FRE	-1.35
SLU-01a		Q5_s	1.35	SLU-07a		Q5_s	1.35
SLU-01a		Qw	0.9	SLU-07a		Qw	0.9
SLU-01a		TEMP+	0.9	SLU-07a		TEMP+	0.9
SLU-01a		Ritiro	1.2	SLU-07a		Ritiro	1.2
SLU-02a	Linear Add	G1	1.35	SLU-08a	Linear Add	G1	1.35
SLU-02a		G2	1.5	SLU-08a		G2	1.5
SLU-02a		C1-SCHEMA-1	1.35	SLU-08a		C1-SCHEMA-1	1.35
SLU-02a		C2-SCHEMA-2	1.35	SLU-08a		C2-SCHEMA-2	1.35
SLU-02a		C1-FRE	1.35	SLU-08a		C1-FRE	-1.35
SLU-02a		C2-FRE	1.35	SLU-08a		C2-FRE	-1.35
SLU-02a		Q5_s	1.35	SLU-08a		Q5_s	1.35
SLU-02a		Qw	0.9	SLU-08a		Qw	0.9
SLU-02a		TEMP-	0.9	SLU-08a		TEMP-	0.9
SLU-02a		Ritiro	1.2	SLU-08a		Ritiro	1.2
SLU-03a	Linear Add	G1	1.35	SLU-09a	Linear Add	G1	1.35
SLU-03a		G2	1.5	SLU-09a		G2	1.5
SLU-03a		C1-SCHEMA-1	1.0125	SLU-09a		C1-SCHEMA-1	1.0125
SLU-03a		C2-SCHEMA-2	1.0125	SLU-09a		C2-SCHEMA-2	1.0125
SLU-03a		C1-FRE	1.0125	SLU-09a		C1-FRE	-1.0125
SLU-03a		C2-FRE	1.0125	SLU-09a		C2-FRE	-1.0125
SLU-03a		Q5_s	0	SLU-09a		Q5_s	0
SLU-03a		Qw	1.5	SLU-09a		Qw	1.5
SLU-03a		TEMP+	0.9	SLU-09a		TEMP+	0.9
SLU-03a		Ritiro	1.2	SLU-09a		Ritiro	1.2
SLU-04a	Linear Add	G1	1.35	SLU-10a	Linear Add	G1	1.35
SLU-04a		G2	1.5	SLU-10a		G2	1.5
SLU-04a		C1-SCHEMA-1	1.0125	SLU-10a		C1-SCHEMA-1	1.0125
SLU-04a		C2-SCHEMA-2	1.0125	SLU-10a		C2-SCHEMA-2	1.0125
SLU-04a		C1-FRE	1.0125	SLU-10a		C1-FRE	-1.0125
SLU-04a		C2-FRE	1.0125	SLU-10a		C2-FRE	-1.0125
SLU-04a		Q5_s	0	SLU-10a		Q5_s	0
SLU-04a		Qw	1.5	SLU-10a		Qw	1.5
SLU-04a		TEMP-	0.9	SLU-10a		TEMP-	0.9
SLU-04a		Ritiro	1.2	SLU-10a		Ritiro	1.2
SLU-05a	Linear Add	G1	1.35	SLU-11a	Linear Add	G1	1.35
SLU-05a		G2	1.5	SLU-11a		G2	1.5
SLU-05a		C1-SCHEMA-1	1.0125	SLU-11a		C1-SCHEMA-1	1.0125
SLU-05a		C2-SCHEMA-2	1.0125	SLU-11a		C2-SCHEMA-2	1.0125
SLU-05a		C1-FRE	1.0125	SLU-11a		C1-FRE	-1.0125
SLU-05a		C2-FRE	1.0125	SLU-11a		C2-FRE	-1.0125
SLU-05a		Q5_s	0	SLU-11a		Q5_s	0
SLU-05a		Qw	0.9	SLU-11a		Qw	0.9
SLU-05a		TEMP+	1.5	SLU-11a		TEMP+	1.5
SLU-05a		Ritiro	1.2	SLU-11a		Ritiro	1.2
SLU-06a	Linear Add	G1	1.35	SLU-12a	Linear Add	G1	1.35
SLU-06a		G2	1.5	SLU-12a		G2	1.5
SLU-06a		C1-SCHEMA-1	1.0125	SLU-12a		C1-SCHEMA-1	1.0125
SLU-06a		C2-SCHEMA-2	1.0125	SLU-12a		C2-SCHEMA-2	1.0125
SLU-06a		C1-FRE	1.0125	SLU-12a		C1-FRE	-1.0125
SLU-06a		C2-FRE	1.0125	SLU-12a		C2-FRE	-1.0125
SLU-06a		Q5_s	0	SLU-12a		Q5_s	0
SLU-06a		Qw	0.9	SLU-12a		Qw	0.9
SLU-06a		TEMP-	1.5	SLU-12a		TEMP-	1.5
SLU-06a		Ritiro	1.2	SLU-12a		Ritiro	1.2

SLU-01b	Linear Add	G1	1.35	SLU-07b	Linear Add	G1	1.35
SLU-01b		G2	1.5	SLU-07b		G2	1.5
SLU-01b		C1-SCHEMA-1	1.35	SLU-07b		C1-SCHEMA-1	1.35
SLU-01b		C5-SCHEMA-2	1.35	SLU-07b		C5-SCHEMA-2	1.35
SLU-01b		C1-FRE	1.35	SLU-07b		C1-FRE	-1.35
SLU-01b		C5-FRE	1.35	SLU-07b		C5-FRE	-1.35
SLU-01b		Q5_s	1.35	SLU-07b		Q5_s	1.35
SLU-01b		Qw	0.9	SLU-07b		Qw	0.9
SLU-01b		TEMP+	0.9	SLU-07b		TEMP+	0.9
SLU-01b		Ritiro	1.2	SLU-07b		Ritiro	1.2
SLU-02b	Linear Add	G1	1.35	SLU-08b	Linear Add	G1	1.35
SLU-02b		G2	1.5	SLU-08b		G2	1.5
SLU-02b		C1-SCHEMA-1	1.35	SLU-08b		C1-SCHEMA-1	1.35
SLU-02b		C5-SCHEMA-2	1.35	SLU-08b		C5-SCHEMA-2	1.35
SLU-02b		C1-FRE	1.35	SLU-08b		C1-FRE	-1.35
SLU-02b		C5-FRE	1.35	SLU-08b		C5-FRE	-1.35
SLU-02b		Q5_s	1.35	SLU-08b		Q5_s	1.35
SLU-02b		Qw	0.9	SLU-08b		Qw	0.9
SLU-02b		TEMP-	0.9	SLU-08b		TEMP-	0.9
SLU-02b		Ritiro	1.2	SLU-08b		Ritiro	1.2
SLU-03b	Linear Add	G1	1.35	SLU-09b	Linear Add	G1	1.35
SLU-03b		G2	1.5	SLU-09b		G2	1.5
SLU-03b		C1-SCHEMA-1	1.0125	SLU-09b		C1-SCHEMA-1	1.0125
SLU-03b		C5-SCHEMA-2	1.0125	SLU-09b		C5-SCHEMA-2	1.0125
SLU-03b		C1-FRE	1.0125	SLU-09b		C1-FRE	-1.0125
SLU-03b		C5-FRE	1.0125	SLU-09b		C5-FRE	-1.0125
SLU-03b		Q5_s	0	SLU-09b		Q5_s	0
SLU-03b		Qw	1.5	SLU-09b		Qw	1.5
SLU-03b		TEMP+	0.9	SLU-09b		TEMP+	0.9
SLU-03b		Ritiro	1.2	SLU-09b		Ritiro	1.2
SLU-04b	Linear Add	G1	1.35	SLU-10b	Linear Add	G1	1.35
SLU-04b		G2	1.5	SLU-10b		G2	1.5
SLU-04b		C1-SCHEMA-1	1.0125	SLU-10b		C1-SCHEMA-1	1.0125
SLU-04b		C5-SCHEMA-2	1.0125	SLU-10b		C5-SCHEMA-2	1.0125
SLU-04b		C1-FRE	1.0125	SLU-10b		C1-FRE	-1.0125
SLU-04b		C5-FRE	1.0125	SLU-10b		C5-FRE	-1.0125
SLU-04b		Q5_s	0	SLU-10b		Q5_s	0
SLU-04b		Qw	1.5	SLU-10b		Qw	1.5
SLU-04b		TEMP-	0.9	SLU-10b		TEMP-	0.9
SLU-04b		Ritiro	1.2	SLU-10b		Ritiro	1.2
SLU-05b	Linear Add	G1	1.35	SLU-11b	Linear Add	G1	1.35
SLU-05b		G2	1.5	SLU-11b		G2	1.5
SLU-05b		C1-SCHEMA-1	1.0125	SLU-11b		C1-SCHEMA-1	1.0125
SLU-05b		C5-SCHEMA-2	1.0125	SLU-11b		C5-SCHEMA-2	1.0125
SLU-05b		C1-FRE	1.0125	SLU-11b		C1-FRE	-1.0125
SLU-05b		C5-FRE	1.0125	SLU-11b		C5-FRE	-1.0125
SLU-05b		Q5_s	0	SLU-11b		Q5_s	0
SLU-05b		Qw	0.9	SLU-11b		Qw	0.9
SLU-05b		TEMP+	1.5	SLU-11b		TEMP+	1.5
SLU-05b		Ritiro	1.2	SLU-11b		Ritiro	1.2
SLU-06b	Linear Add	G1	1.35	SLU-12b	Linear Add	G1	1.35
SLU-06b		G2	1.5	SLU-12b		G2	1.5
SLU-06b		C1-SCHEMA-1	1.0125	SLU-12b		C1-SCHEMA-1	1.0125
SLU-06b		C5-SCHEMA-2	1.0125	SLU-12b		C5-SCHEMA-2	1.0125
SLU-06b		C1-FRE	1.0125	SLU-12b		C1-FRE	-1.0125
SLU-06b		C5-FRE	1.0125	SLU-12b		C5-FRE	-1.0125
SLU-06b		Q5_s	0	SLU-12b		Q5_s	0
SLU-06b		Qw	0.9	SLU-12b		Qw	0.9
SLU-06b		TEMP-	1.5	SLU-12b		TEMP-	1.5
SLU-06b		Ritiro	1.2	SLU-12b		Ritiro	1.2

Viadotto NW03-04
Relazione di calcolo impalcato

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
RS3H	03	D 78	CL NW0008 001	A	41 di 265

SLU-01c	Linear Add	G1	1.35	SLU-07c	Linear Add	G1	1.35
SLU-01c		G2	1.5	SLU-07c		G2	1.5
SLU-01c		G-SCHEMA-1	1.35	SLU-07c		G-SCHEMA-1	1.35
SLU-01c		G-FRE	1.35	SLU-07c		G-FRE	-1.35
SLU-01c		Qw	0.9	SLU-07c		Qw	0.9
SLU-01c		TEMP+	0.9	SLU-07c		TEMP+	0.9
SLU-01c		Ritiro	1.2	SLU-07c		Ritiro	1.2
SLU-02c	Linear Add	G1	1.35	SLU-08c	Linear Add	G1	1.35
SLU-02c		G2	1.5	SLU-08c		G2	1.5
SLU-02c		G-SCHEMA-1	1.35	SLU-08c		G-SCHEMA-1	1.35
SLU-02c		G-FRE	1.35	SLU-08c		G-FRE	-1.35
SLU-02c		Qw	0.9	SLU-08c		Qw	0.9
SLU-02c		TEMP-	0.9	SLU-08c		TEMP-	0.9
SLU-02c		Ritiro	1.2	SLU-08c		Ritiro	1.2
SLU-03c	Linear Add	G1	1.35	SLU-09c	Linear Add	G1	1.35
SLU-03c		G2	1.5	SLU-09c		G2	1.5
SLU-03c		G-SCHEMA-1	1.0125	SLU-09c		G-SCHEMA-1	1.0125
SLU-03c		G-FRE	1.0125	SLU-09c		G-FRE	-1.0125
SLU-03c		Qw	1.5	SLU-09c		Qw	1.5
SLU-03c		TEMP+	0.9	SLU-09c		TEMP+	0.9
SLU-03c		Ritiro	1.2	SLU-09c		Ritiro	1.2
SLU-04c	Linear Add	G1	1.35	SLU-10c	Linear Add	G1	1.35
SLU-04c		G2	1.5	SLU-10c		G2	1.5
SLU-04c		G-SCHEMA-1	1.0125	SLU-10c		G-SCHEMA-1	1.0125
SLU-04c		G-FRE	1.0125	SLU-10c		G-FRE	-1.0125
SLU-04c		Qw	1.5	SLU-10c		Qw	1.5
SLU-04c		TEMP-	0.9	SLU-10c		TEMP-	0.9
SLU-04c		Ritiro	1.2	SLU-10c		Ritiro	1.2
SLU-05c	Linear Add	G1	1.35	SLU-11c	Linear Add	G1	1.35
SLU-05c		G2	1.5	SLU-11c		G2	1.5
SLU-05c		G-SCHEMA-1	1.0125	SLU-11c		G-SCHEMA-1	1.0125
SLU-05c		G-FRE	1.0125	SLU-11c		G-FRE	-1.0125
SLU-05c		Qw	0.9	SLU-11c		Qw	0.9
SLU-05c		TEMP+	1.5	SLU-11c		TEMP+	1.5
SLU-05c		Ritiro	1.2	SLU-11c		Ritiro	1.2
SLU-06c	Linear Add	G1	1.35	SLU-12c	Linear Add	G1	1.35
SLU-06c		G2	1.5	SLU-12c		G2	1.5
SLU-06c		G-SCHEMA-1	1.0125	SLU-12c		G-SCHEMA-1	1.0125
SLU-06c		G-FRE	1.0125	SLU-12c		G-FRE	-1.0125
SLU-06c		Qw	0.9	SLU-12c		Qw	0.9
SLU-06c		TEMP-	1.5	SLU-12c		TEMP-	1.5
SLU-06c		Ritiro	1.2	SLU-12c		Ritiro	1.2

Viadotto NW03-04
Relazione di calcolo impalcato

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
RS3H	03	D 78	CL NW0008 001	A	42 di 265

Combination Definitions

ComboName	ComboType	CaseName	ScaleFactor
SLUSIS-01	Linear Add	G1	1
SLUSIS-01		G2	1
SLUSIS-01		SISMA_X	1
SLUSIS-01		SISMA_Y	0.3
SLUSIS-01		SISMA_Z	0.3
SLUSIS-01		TEMP+	0.5
SLUSIS-02	Linear Add	G1	1
SLUSIS-02		G2	1
SLUSIS-02		SISMA_X	1
SLUSIS-02		SISMA_Y	0.3
SLUSIS-02		SISMA_Z	0.3
SLUSIS-02		TEMP-	0.5
SLUSIS-03	Linear Add	G1	1
SLUSIS-03		G2	1
SLUSIS-03		SISMA_X	0.3
SLUSIS-03		SISMA_Y	1
SLUSIS-03		SISMA_Z	0.3
SLUSIS-03		TEMP+	0.5
SLUSIS-04	Linear Add	G1	1
SLUSIS-04		G2	1
SLUSIS-04		SISMA_X	0.3
SLUSIS-04		SISMA_Y	1
SLUSIS-04		SISMA_Z	0.3
SLUSIS-04		TEMP-	0.5
SLUSIS-05	Linear Add	G1	1
SLUSIS-05		G2	1
SLUSIS-05		SISMA_X	0.3
SLUSIS-05		SISMA_Y	0.3
SLUSIS-05		SISMA_Z	1
SLUSIS-05		TEMP+	0.5
SLUSIS-06	Linear Add	G1	1
SLUSIS-06		G2	1
SLUSIS-06		SISMA_X	0.3
SLUSIS-06		SISMA_Y	0.3
SLUSIS-06		SISMA_Z	1
SLUSIS-06		TEMP-	0.5

SLERA-01	Linear Add	G1	1	SLERA-05	Linear Add	G1	1
SLERA-01		G2	1	SLERA-05		G2	1
SLERA-01		C1-SCHEMA-1	1	SLERA-05		C1-SCHEMA-1	0.75
SLERA-01		C2-SCHEMA-2	1	SLERA-05		C2-SCHEMA-2	0.75
SLERA-01		C3-SCHEMA-3	1	SLERA-05		C3-SCHEMA-3	0.75
SLERA-01		Qr	1	SLERA-05		Qr	0.75
SLERA-01		C1-FRE	1	SLERA-05		C1-FRE	0.75
SLERA-01		C2-FRE	1	SLERA-05		C2-FRE	0.75
SLERA-01		C3-FRE	1	SLERA-05		C3-FRE	0.75
SLERA-01		Q5	1	SLERA-05		Q5	0.75
SLERA-01		Qw	0.6	SLERA-05		Qw	0.6
SLERA-01		TEMP+	0.6	SLERA-05		TEMP+	1
SLERA-01		Ritiro	0.6	SLERA-05		Ritiro	1
SLERA-02	Linear Add	G1	1	SLERA-06	Linear Add	G1	1
SLERA-02		G2	1	SLERA-06		G2	1
SLERA-02		C1-SCHEMA-1	1	SLERA-06		C1-SCHEMA-1	0.75
SLERA-02		C2-SCHEMA-2	1	SLERA-06		C2-SCHEMA-2	0.75
SLERA-02		C3-SCHEMA-3	1	SLERA-06		C3-SCHEMA-3	0.75
SLERA-02		Qr	1	SLERA-06		Qr	0.75
SLERA-02		C1-FRE	1	SLERA-06		C1-FRE	0.75
SLERA-02		C2-FRE	1	SLERA-06		C2-FRE	0.75
SLERA-02		C3-FRE	1	SLERA-06		C3-FRE	0.75
SLERA-02		Q5	1	SLERA-06		Q5	0.75
SLERA-02		Qw	0.6	SLERA-06		Qw	0.6
SLERA-02		TEMP-	0.6	SLERA-06		TEMP-	1
SLERA-02		Ritiro	0.6	SLERA-06		Ritiro	1
SLERA-03	Linear Add	G1	1	SLERA-07	Linear Add	G1	1
SLERA-03		G2	1	SLERA-07		G2	1
SLERA-03		C1-SCHEMA-1	0.75	SLERA-07		C1-SCHEMA-1	1
SLERA-03		C2-SCHEMA-2	0.75	SLERA-07		C2-SCHEMA-2	1
SLERA-03		C3-SCHEMA-3	0.75	SLERA-07		C3-SCHEMA-3	1
SLERA-03		Qr	0.75	SLERA-07		Qr	1
SLERA-03		C1-FRE	0.75	SLERA-07		C1-FRE	-1
SLERA-03		C2-FRE	0.75	SLERA-07		C2-FRE	-1
SLERA-03		C3-FRE	0.75	SLERA-07		C3-FRE	-1
SLERA-03		Q5	0.75	SLERA-07		Q5	1
SLERA-03		Qw	1	SLERA-07		Qw	0.6
SLERA-03		TEMP+	0.6	SLERA-07		TEMP+	0.6
SLERA-03		Ritiro	0.6	SLERA-07		Ritiro	0.6
SLERA-04	Linear Add	G1	1	SLERA-08	Linear Add	G1	1
SLERA-04		G2	1	SLERA-08		G2	1
SLERA-04		C1-SCHEMA-1	0.75	SLERA-08		C1-SCHEMA-1	1
SLERA-04		C2-SCHEMA-2	0.75	SLERA-08		C2-SCHEMA-2	1
SLERA-04		C3-SCHEMA-3	0.75	SLERA-08		C3-SCHEMA-3	1
SLERA-04		Qr	0.75	SLERA-08		Qr	1
SLERA-04		C1-FRE	0.75	SLERA-08		C1-FRE	-1
SLERA-04		C2-FRE	0.75	SLERA-08		C2-FRE	-1
SLERA-04		C3-FRE	0.75	SLERA-08		C3-FRE	-1
SLERA-04		Q5	0.75	SLERA-08		Q5	1
SLERA-04		Qw	1	SLERA-08		Qw	0.6
SLERA-04		TEMP-	0.6	SLERA-08		TEMP-	0.6
SLERA-04		Ritiro	0.6	SLERA-08		Ritiro	0.6

Viadotto NW03-04
 Relazione di calcolo impalcato

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
RS3H	03	D 78	CL NW0008 001	A	44 di 265

SLERA-09	Linear Add	G1	1				
SLERA-09		G2	1				
SLERA-09		C1-SCHEMA-1	0.75				
SLERA-09		C2-SCHEMA-2	0.75				
SLERA-09		C3-SCHEMA-3	0.75				
SLERA-09		Qr	0.75				
SLERA-09		C1-FRE	-0.75				
SLERA-09		C2-FRE	-0.75				
SLERA-09		C3-FRE	-0.75				
SLERA-09		Q5	0.75				
SLERA-09		Qw	1				
SLERA-09		TEMP+	0.6				
SLERA-09		Ritiro	0.6				
SLERA-10	Linear Add	G1	1	SLERA-01a	Linear Add	G1	1
SLERA-10		G2	1	SLERA-01a		G2	1
SLERA-10		C1-SCHEMA-1	0.75	SLERA-01a		C1-SCHEMA-1	1
SLERA-10		C2-SCHEMA-2	0.75	SLERA-01a		C2-SCHEMA-2	1
SLERA-10		C3-SCHEMA-3	0.75	SLERA-01a		C1-FRE	1
SLERA-10		Qr	0.75	SLERA-01a		C2-FRE	1
SLERA-10		C1-FRE	-0.75	SLERA-01a		Q5_s	1
SLERA-10		C2-FRE	-0.75	SLERA-01a		Qw	0.6
SLERA-10		C3-FRE	-0.75	SLERA-01a		TEMP+	0.6
SLERA-10		Q5	0.75	SLERA-01a		Ritiro	0.6
SLERA-10		Qw	1	SLERA-02a	Linear Add	G1	1
SLERA-10		TEMP-	0.6	SLERA-02a		G2	1
SLERA-10		Ritiro	0.6	SLERA-02a		C1-SCHEMA-1	1
SLERA-11	Linear Add	G1	1	SLERA-02a		C2-SCHEMA-2	1
SLERA-11		G2	1	SLERA-02a		C1-FRE	1
SLERA-11		C1-SCHEMA-1	0.75	SLERA-02a		C2-FRE	1
SLERA-11		C2-SCHEMA-2	0.75	SLERA-02a		Q5_s	1
SLERA-11		C3-SCHEMA-3	0.75	SLERA-02a		Qw	0.6
SLERA-11		Qr	0.75	SLERA-02a		TEMP-	0.6
SLERA-11		C1-FRE	-0.75	SLERA-02a		Ritiro	0.6
SLERA-11		C2-FRE	-0.75	SLERA-03a	Linear Add	G1	1
SLERA-11		C3-FRE	-0.75	SLERA-03a		G2	1
SLERA-11		Q5	0.75	SLERA-03a		C1-SCHEMA-1	0.75
SLERA-11		Qw	0.6	SLERA-03a		C2-SCHEMA-2	0.75
SLERA-11		TEMP+	1	SLERA-03a		C1-FRE	0.75
SLERA-11		Ritiro	1	SLERA-03a		C2-FRE	0.75
SLERA-12	Linear Add	G1	1	SLERA-03a		Q5_s	0.75
SLERA-12		G2	1	SLERA-03a		Qw	1
SLERA-12		C1-SCHEMA-1	0.75	SLERA-03a		TEMP+	0.6
SLERA-12		C2-SCHEMA-2	0.75	SLERA-04a	Linear Add	Ritiro	0.6
SLERA-12		C3-SCHEMA-3	0.75	SLERA-04a		G1	1
SLERA-12		Qr	0.75	SLERA-04a		G2	1
SLERA-12		C1-FRE	-0.75	SLERA-04a		C1-SCHEMA-1	0.75
SLERA-12		C2-FRE	-0.75	SLERA-04a		C2-SCHEMA-2	0.75
SLERA-12		C3-FRE	-0.75	SLERA-04a		C1-FRE	0.75
SLERA-12		Q5	0.75	SLERA-04a		C2-FRE	0.75
SLERA-12		Qw	0.6	SLERA-04a		Q5_s	0.75
SLERA-12		TEMP-	1	SLERA-04a		Qw	1
SLERA-12		Ritiro	1	SLERA-04a		TEMP-	0.6
SLERA-12				SLERA-04a		Ritiro	0.6

Viadotto NW03-04
Relazione di calcolo impalcato

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
RS3H	03	D 78	CL NW0008 001	A	45 di 265

SLERA-05a	Linear Add	G1	1	SLERA-09a	Linear Add	G1	1
SLERA-05a		G2	1	SLERA-09a		G2	1
SLERA-05a		C1-SCHEMA-1	0.75	SLERA-09a		C1-SCHEMA-1	0.75
SLERA-05a		C2-SCHEMA-2	0.75	SLERA-09a		C2-SCHEMA-2	0.75
SLERA-05a		C1-FRE	0.75	SLERA-09a		C1-FRE	-0.75
SLERA-05a		C2-FRE	0.75	SLERA-09a		C2-FRE	-0.75
SLERA-05a		Q5_s	0.75	SLERA-09a		Q5_s	0.75
SLERA-05a		Qw	0.6	SLERA-09a		Qw	1
SLERA-05a		TEMP+	1	SLERA-09a		TEMP+	0.6
SLERA-05a		Ritiro	1	SLERA-09a		Ritiro	0.6
SLERA-06a	Linear Add	G1	1	SLERA-10a	Linear Add	G1	1
SLERA-06a		G2	1	SLERA-10a		G2	1
SLERA-06a		C1-SCHEMA-1	0.75	SLERA-10a		C1-SCHEMA-1	0.75
SLERA-06a		C2-SCHEMA-2	0.75	SLERA-10a		C2-SCHEMA-2	0.75
SLERA-06a		C1-FRE	0.75	SLERA-10a		C1-FRE	-0.75
SLERA-06a		C2-FRE	0.75	SLERA-10a		C2-FRE	-0.75
SLERA-06a		Q5_s	0.75	SLERA-10a		Q5_s	0.75
SLERA-06a		Qw	0.6	SLERA-10a		Qw	1
SLERA-06a		TEMP-	1	SLERA-10a		TEMP-	0.6
SLERA-06a		Ritiro	1	SLERA-10a		Ritiro	0.6
SLERA-07a	Linear Add	G1	1	SLERA-11a	Linear Add	G1	1
SLERA-07a		G2	1	SLERA-11a		G2	1
SLERA-07a		C1-SCHEMA-1	1	SLERA-11a		C1-SCHEMA-1	0.75
SLERA-07a		C2-SCHEMA-2	1	SLERA-11a		C2-SCHEMA-2	0.75
SLERA-07a		C1-FRE	-1	SLERA-11a		C1-FRE	-0.75
SLERA-07a		C2-FRE	-1	SLERA-11a		C2-FRE	-0.75
SLERA-07a		Q5_s	1	SLERA-11a		Q5_s	0.75
SLERA-07a		Qw	0.6	SLERA-11a		Qw	0.6
SLERA-07a		TEMP+	0.6	SLERA-11a		TEMP+	1
SLERA-07a		Ritiro	0.6	SLERA-11a		Ritiro	1
SLERA-08a	Linear Add	G1	1	SLERA-12a	Linear Add	G1	1
SLERA-08a		G2	1	SLERA-12a		G2	1
SLERA-08a		C1-SCHEMA-1	1	SLERA-12a		C1-SCHEMA-1	0.75
SLERA-08a		C2-SCHEMA-2	1	SLERA-12a		C2-SCHEMA-2	0.75
SLERA-08a		C1-FRE	-1	SLERA-12a		C1-FRE	-0.75
SLERA-08a		C2-FRE	-1	SLERA-12a		C2-FRE	-0.75
SLERA-08a		Q5_s	1	SLERA-12a		Q5_s	0.75
SLERA-08a		Qw	0.6	SLERA-12a		Qw	0.6
SLERA-08a		TEMP-	0.6	SLERA-12a		TEMP-	1
SLERA-08a		Ritiro	0.6	SLERA-12a		Ritiro	1

SLERA-01b	Linear Add	G1	1	SLERA-05b	Linear Add	G1	1
SLERA-01b		G2	1	SLERA-05b		G2	1
SLERA-01b		C1-SCHEMA-1	1	SLERA-05b		C1-SCHEMA-1	0.75
SLERA-01b		C5-SCHEMA-2	1	SLERA-05b		C5-SCHEMA-2	0.75
SLERA-01b		C1-FRE	1	SLERA-05b		C1-FRE	0.75
SLERA-01b		C5-FRE	1	SLERA-05b		C5-FRE	0.75
SLERA-01b		Q5_s	1	SLERA-05b		Q5_s	0.75
SLERA-01b		Qw	0.6	SLERA-05b		Qw	0.6
SLERA-01b		TEMP+	0.6	SLERA-05b		TEMP+	1
SLERA-01b		Ritiro	0.6	SLERA-05b		Ritiro	1
SLERA-02b	Linear Add	G1	1	SLERA-06b	Linear Add	G1	1
SLERA-02b		G2	1	SLERA-06b		G2	1
SLERA-02b		C1-SCHEMA-1	1	SLERA-06b		C1-SCHEMA-1	0.75
SLERA-02b		C5-SCHEMA-2	1	SLERA-06b		C5-SCHEMA-2	0.75
SLERA-02b		C1-FRE	1	SLERA-06b		C1-FRE	0.75
SLERA-02b		C5-FRE	1	SLERA-06b		C5-FRE	0.75
SLERA-02b		Q5_s	1	SLERA-06b		Q5_s	0.75
SLERA-02b		Qw	0.6	SLERA-06b		Qw	0.6
SLERA-02b		TEMP-	0.6	SLERA-06b		TEMP-	1
SLERA-02b		Ritiro	0.6	SLERA-06b		Ritiro	1
SLERA-03b	Linear Add	G1	1	SLERA-07b	Linear Add	G1	1
SLERA-03b		G2	1	SLERA-07b		G2	1
SLERA-03b		C1-SCHEMA-1	0.75	SLERA-07b		C1-SCHEMA-1	1
SLERA-03b		C5-SCHEMA-2	0.75	SLERA-07b		C5-SCHEMA-2	1
SLERA-03b		C1-FRE	0.75	SLERA-07b		C1-FRE	-1
SLERA-03b		C5-FRE	0.75	SLERA-07b		C5-FRE	-1
SLERA-03b		Q5_s	0.75	SLERA-07b		Q5_s	1
SLERA-03b		Qw	1	SLERA-07b		Qw	0.6
SLERA-03b		TEMP+	0.6	SLERA-07b		TEMP+	0.6
SLERA-03b		Ritiro	0.6	SLERA-07b		Ritiro	0.6
SLERA-04b	Linear Add	G1	1	SLERA-08b	Linear Add	G1	1
SLERA-04b		G2	1	SLERA-08b		G2	1
SLERA-04b		C1-SCHEMA-1	0.75	SLERA-08b		C1-SCHEMA-1	1
SLERA-04b		C5-SCHEMA-2	0.75	SLERA-08b		C5-SCHEMA-2	1
SLERA-04b		C1-FRE	0.75	SLERA-08b		C1-FRE	-1
SLERA-04b		C5-FRE	0.75	SLERA-08b		C5-FRE	-1
SLERA-04b		Q5_s	0.75	SLERA-08b		Q5_s	1
SLERA-04b		Qw	1	SLERA-08b		Qw	0.6
SLERA-04b		TEMP-	0.6	SLERA-08b		TEMP-	0.6
SLERA-04b		Ritiro	0.6	SLERA-08b		Ritiro	0.6

Viadotto NW03-04
Relazione di calcolo impalcato

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
RS3H	03	D 78	CL NW0008 001	A	47 di 265

SLERA-09b	Linear Add	G1	1				
SLERA-09b		G2	1				
SLERA-09b		C1-SCHEMA-1	0.75				
SLERA-09b		C5-SCHEMA-2	0.75				
SLERA-09b		C1-FRE	-0.75				
SLERA-09b		C5-FRE	-0.75				
SLERA-09b		Q5_s	0.75				
SLERA-09b		Qw	1				
SLERA-09b		TEMP+	0.6				
SLERA-09b		Ritiro	0.6				
SLERA-10b	Linear Add	G1	1	SLERA-01c	Linear Add	G1	1
SLERA-10b		G2	1	SLERA-01c		G2	1
SLERA-10b		C1-SCHEMA-1	0.75	SLERA-01c		G-SCHEMA-1	1
SLERA-10b		C5-SCHEMA-2	0.75	SLERA-01c		G-FRE	1
SLERA-10b		C1-FRE	-0.75	SLERA-01c		Qw	0.6
SLERA-10b		C5-FRE	-0.75	SLERA-01c		TEMP+	0.6
SLERA-10b		Q5_s	0.75	SLERA-01c		Ritiro	0.6
SLERA-10b		Qw	1	SLERA-02c	Linear Add	G1	1
SLERA-10b		TEMP-	0.6	SLERA-02c		G2	1
SLERA-10b		Ritiro	0.6	SLERA-02c		G-SCHEMA-1	1
SLERA-11b	Linear Add	G1	1	SLERA-02c		G-FRE	1
SLERA-11b		G2	1	SLERA-02c		Qw	0.6
SLERA-11b		C1-SCHEMA-1	0.75	SLERA-02c		TEMP-	0.6
SLERA-11b		C5-SCHEMA-2	0.75	SLERA-02c		Ritiro	0.6
SLERA-11b		C1-FRE	-0.75	SLERA-03c	Linear Add	G1	1
SLERA-11b		C5-FRE	-0.75	SLERA-03c		G2	1
SLERA-11b		Q5_s	0.75	SLERA-03c		G-SCHEMA-1	0.75
SLERA-11b		Qw	0.6	SLERA-03c		G-FRE	0.75
SLERA-11b		TEMP+	1	SLERA-03c		Qw	1
SLERA-11b		Ritiro	1	SLERA-03c		TEMP+	0.6
SLERA-12b	Linear Add	G1	1	SLERA-03c		Ritiro	0.6
SLERA-12b		G2	1	SLERA-04c	Linear Add	G1	1
SLERA-12b		C1-SCHEMA-1	0.75	SLERA-04c		G2	1
SLERA-12b		C5-SCHEMA-2	0.75	SLERA-04c		G-SCHEMA-1	0.75
SLERA-12b		C1-FRE	-0.75	SLERA-04c		G-FRE	0.75
SLERA-12b		C5-FRE	-0.75	SLERA-04c		Qw	1
SLERA-12b		Q5_s	0.75	SLERA-04c		TEMP-	0.6
SLERA-12b		Qw	0.6	SLERA-04c		Ritiro	0.6
SLERA-12b		TEMP-	1	SLERA-04c			
SLERA-12b		Ritiro	1	SLERA-04c			

SLERA-05c	Linear Add	G1	1	SLERA-09c	Linear Add	G1	1
SLERA-05c		G2	1	SLERA-09c		G2	1
SLERA-05c		G-SCHEMA-1	0.75	SLERA-09c		G-SCHEMA-1	0.75
SLERA-05c		G-FRE	0.75	SLERA-09c		G-FRE	-0.75
SLERA-05c		Qw	0.6	SLERA-09c		Qw	1
SLERA-05c		TEMP+	1	SLERA-09c		TEMP+	0.6
SLERA-05c		Ritiro	1	SLERA-09c		Ritiro	0.6
SLERA-06c	Linear Add	G1	1	SLERA-10c	Linear Add	G1	1
SLERA-06c		G2	1	SLERA-10c		G2	1
SLERA-06c		G-SCHEMA-1	0.75	SLERA-10c		G-SCHEMA-1	0.75
SLERA-06c		G-FRE	0.75	SLERA-10c		G-FRE	-0.75
SLERA-06c		Qw	0.6	SLERA-10c		Qw	1
SLERA-06c		TEMP-	1	SLERA-10c		TEMP-	0.6
SLERA-06c		Ritiro	1	SLERA-10c		Ritiro	0.6
SLERA-07c	Linear Add	G1	1	SLERA-11c	Linear Add	G1	1
SLERA-07c		G2	1	SLERA-11c		G2	1
SLERA-07c		G-SCHEMA-1	1	SLERA-11c		G-SCHEMA-1	0.75
SLERA-07c		G-FRE	-1	SLERA-11c		G-FRE	-0.75
SLERA-07c		Qw	0.6	SLERA-11c		Qw	0.6
SLERA-07c		TEMP+	0.6	SLERA-11c		TEMP+	1
SLERA-07c		Ritiro	0.6	SLERA-11c		Ritiro	1
SLERA-08c	Linear Add	G1	1	SLERA-12c	Linear Add	G1	1
SLERA-08c		G2	1	SLERA-12c		G2	1
SLERA-08c		G-SCHEMA-1	1	SLERA-12c		G-SCHEMA-1	0.75
SLERA-08c		G-FRE	-1	SLERA-12c		G-FRE	-0.75
SLERA-08c		Qw	0.6	SLERA-12c		Qw	0.6
SLERA-08c		TEMP-	0.6	SLERA-12c		TEMP-	1
SLERA-08c		Ritiro	0.6	SLERA-12c		Ritiro	1

SLEFRE-01	Linear Add	G1	1	SLEFRE-05	Linear Add	G1	1
SLEFRE-01		G2	1	SLEFRE-05		G2	1
SLEFRE-01		C1-SCHEMA-1	0.75	SLEFRE-05		C1-SCHEMA-1	0
SLEFRE-01		C2-SCHEMA-2	0.75	SLEFRE-05		C2-SCHEMA-2	0
SLEFRE-01		C3-SCHEMA-3	0.75	SLEFRE-05		C3-SCHEMA-3	0
SLEFRE-01		Qr	0.75	SLEFRE-05		Qr	0
SLEFRE-01		C1-FRE	0.75	SLEFRE-05		C1-FRE	0
SLEFRE-01		C2-FRE	0.75	SLEFRE-05		C2-FRE	0
SLEFRE-01		C3-FRE	0.75	SLEFRE-05		C3-FRE	0
SLEFRE-01		Q5	0.75	SLEFRE-05		Q5	0
SLEFRE-01		Qw	0	SLEFRE-05		Qw	0
SLEFRE-01		TEMP+	0.5	SLEFRE-05		TEMP+	0.6
SLEFRE-01		Ritiro	0.5	SLEFRE-05		Ritiro	0.6
SLEFRE-02	Linear Add	G1	1	SLEFRE-06	Linear Add	G1	1
SLEFRE-02		G2	1	SLEFRE-06		G2	1
SLEFRE-02		C1-SCHEMA-1	0.75	SLEFRE-06		C1-SCHEMA-1	0
SLEFRE-02		C2-SCHEMA-2	0.75	SLEFRE-06		C2-SCHEMA-2	0
SLEFRE-02		C3-SCHEMA-3	0.75	SLEFRE-06		C3-SCHEMA-3	0
SLEFRE-02		Qr	0.75	SLEFRE-06		Qr	0
SLEFRE-02		C1-FRE	0.75	SLEFRE-06		C1-FRE	0
SLEFRE-02		C2-FRE	0.75	SLEFRE-06		C2-FRE	0
SLEFRE-02		C3-FRE	0.75	SLEFRE-06		C3-FRE	0
SLEFRE-02		Q5	0.75	SLEFRE-06		Q5	0
SLEFRE-02		Qw	0	SLEFRE-06		Qw	0
SLEFRE-02		TEMP-	0.5	SLEFRE-06		TEMP-	0.6
SLEFRE-02		Ritiro	0.5	SLEFRE-06		Ritiro	0.6
SLEFRE-03	Linear Add	G1	1	SLEFRE-07	Linear Add	G1	1
SLEFRE-03		G2	1	SLEFRE-07		G2	1
SLEFRE-03		C1-SCHEMA-1	0	SLEFRE-07		C1-SCHEMA-1	0.75
SLEFRE-03		C2-SCHEMA-2	0	SLEFRE-07		C2-SCHEMA-2	0.75
SLEFRE-03		C3-SCHEMA-3	0	SLEFRE-07		C3-SCHEMA-3	0.75
SLEFRE-03		Qr	0	SLEFRE-07		Qr	0.75
SLEFRE-03		C1-FRE	0	SLEFRE-07		C1-FRE	-0.75
SLEFRE-03		C2-FRE	0	SLEFRE-07		C2-FRE	-0.75
SLEFRE-03		C3-FRE	0	SLEFRE-07		C3-FRE	-0.75
SLEFRE-03		Q5	0	SLEFRE-07		Q5	0.75
SLEFRE-03		Qw	0.6	SLEFRE-07		Qw	0
SLEFRE-03		TEMP+	0.5	SLEFRE-07		TEMP+	0.5
SLEFRE-03		Ritiro	0.5	SLEFRE-07		Ritiro	0.5
SLEFRE-04	Linear Add	G1	1	SLEFRE-08	Linear Add	G1	1
SLEFRE-04		G2	1	SLEFRE-08		G2	1
SLEFRE-04		C1-SCHEMA-1	0	SLEFRE-08		C1-SCHEMA-1	0.75
SLEFRE-04		C2-SCHEMA-2	0	SLEFRE-08		C2-SCHEMA-2	0.75
SLEFRE-04		C3-SCHEMA-3	0	SLEFRE-08		C3-SCHEMA-3	0.75
SLEFRE-04		Qr	0	SLEFRE-08		Qr	0.75
SLEFRE-04		C1-FRE	0	SLEFRE-08		C1-FRE	-0.75
SLEFRE-04		C2-FRE	0	SLEFRE-08		C2-FRE	-0.75
SLEFRE-04		C3-FRE	0	SLEFRE-08		C3-FRE	-0.75
SLEFRE-04		Q5	0	SLEFRE-08		Q5	0.75
SLEFRE-04		Qw	0.6	SLEFRE-08		Qw	0
SLEFRE-04		TEMP-	0.5	SLEFRE-08		TEMP-	0.5
SLEFRE-04		Ritiro	0.5	SLEFRE-08		Ritiro	0.5

SLEFRE-01a	Linear Add	G1	1	SLEFRE-05a	Linear Add	G1	1
SLEFRE-01a		G2	1	SLEFRE-05a		G2	1
SLEFRE-01a		C1-SCHEMA-1	0.75	SLEFRE-05a		C1-SCHEMA-1	0
SLEFRE-01a		C2-SCHEMA-2	0.75	SLEFRE-05a		C2-SCHEMA-2	0
SLEFRE-01a		C1-FRE	0.75	SLEFRE-05a		C1-FRE	0
SLEFRE-01a		C2-FRE	0.75	SLEFRE-05a		C2-FRE	0
SLEFRE-01a		Q5_s	0.75	SLEFRE-05a		Q5_s	0
SLEFRE-01a		Qw	0	SLEFRE-05a		Qw	0
SLEFRE-01a		TEMP+	0.5	SLEFRE-05a		TEMP+	0.6
SLEFRE-01a		Ritiro	0.5	SLEFRE-05a		Ritiro	0.6
SLEFRE-02a	Linear Add	G1	1	SLEFRE-06a	Linear Add	G1	1
SLEFRE-02a		G2	1	SLEFRE-06a		G2	1
SLEFRE-02a		C1-SCHEMA-1	0.75	SLEFRE-06a		C1-SCHEMA-1	0
SLEFRE-02a		C2-SCHEMA-2	0.75	SLEFRE-06a		C2-SCHEMA-2	0
SLEFRE-02a		C1-FRE	0.75	SLEFRE-06a		C1-FRE	0
SLEFRE-02a		C2-FRE	0.75	SLEFRE-06a		C2-FRE	0
SLEFRE-02a		Q5_s	0.75	SLEFRE-06a		Q5_s	0
SLEFRE-02a		Qw	0	SLEFRE-06a		Qw	0
SLEFRE-02a		TEMP-	0.5	SLEFRE-06a		TEMP-	0.6
SLEFRE-02a		Ritiro	0.5	SLEFRE-06a		Ritiro	0.6
SLEFRE-03a	Linear Add	G1	1	SLEFRE-07a	Linear Add	G1	1
SLEFRE-03a		G2	1	SLEFRE-07a		G2	1
SLEFRE-03a		C1-SCHEMA-1	0	SLEFRE-07a		C1-SCHEMA-1	0.75
SLEFRE-03a		C2-SCHEMA-2	0	SLEFRE-07a		C2-SCHEMA-2	0.75
SLEFRE-03a		C1-FRE	0	SLEFRE-07a		C1-FRE	-0.75
SLEFRE-03a		C2-FRE	0	SLEFRE-07a		C2-FRE	-0.75
SLEFRE-03a		Q5_s	0	SLEFRE-07a		Q5_s	0.75
SLEFRE-03a		Qw	0.6	SLEFRE-07a		Qw	0
SLEFRE-03a		TEMP+	0.5	SLEFRE-07a		TEMP+	0.5
SLEFRE-03a		Ritiro	0.5	SLEFRE-07a		Ritiro	0.5
SLEFRE-04a	Linear Add	G1	1	SLEFRE-08a	Linear Add	G1	1
SLEFRE-04a		G2	1	SLEFRE-08a		G2	1
SLEFRE-04a		C1-SCHEMA-1	0	SLEFRE-08a		C1-SCHEMA-1	0.75
SLEFRE-04a		C2-SCHEMA-2	0	SLEFRE-08a		C2-SCHEMA-2	0.75
SLEFRE-04a		C1-FRE	0	SLEFRE-08a		C1-FRE	-0.75
SLEFRE-04a		C2-FRE	0	SLEFRE-08a		C2-FRE	-0.75
SLEFRE-04a		Q5_s	0	SLEFRE-08a		Q5_s	0.75
SLEFRE-04a		Qw	0.6	SLEFRE-08a		Qw	0
SLEFRE-04a		TEMP-	0.5	SLEFRE-08a		TEMP-	0.5
SLEFRE-04a		Ritiro	0.5	SLEFRE-08a		Ritiro	0.5

Viadotto NW03-04
Relazione di calcolo impalcato

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
RS3H	03	D 78	CL NW0008 001	A	51 di 265

SLEFRE-01b	Linear Add	G1	1	SLEFRE-05b	Linear Add	G1	1
SLEFRE-01b		G2	1	SLEFRE-05b		G2	1
SLEFRE-01b		C1-SCHEMA-1	0.75	SLEFRE-05b		C1-SCHEMA-1	0
SLEFRE-01b		C5-SCHEMA-2	0.75	SLEFRE-05b		C5-SCHEMA-2	0
SLEFRE-01b		C1-FRE	0.75	SLEFRE-05b		C1-FRE	0
SLEFRE-01b		C5-FRE	0.75	SLEFRE-05b		C5-FRE	0
SLEFRE-01b		Q5_s	0.75	SLEFRE-05b		Q5_s	0
SLEFRE-01b		Qw	0	SLEFRE-05b		Qw	0
SLEFRE-01b		TEMP+	0.5	SLEFRE-05b		TEMP+	0.6
SLEFRE-01b		Ritiro	0.5	SLEFRE-05b		Ritiro	0.6
SLEFRE-02b	Linear Add	G1	1	SLEFRE-06b	Linear Add	G1	1
SLEFRE-02b		G2	1	SLEFRE-06b		G2	1
SLEFRE-02b		C1-SCHEMA-1	0.75	SLEFRE-06b		C1-SCHEMA-1	0
SLEFRE-02b		C5-SCHEMA-2	0.75	SLEFRE-06b		C5-SCHEMA-2	0
SLEFRE-02b		C1-FRE	0.75	SLEFRE-06b		C1-FRE	0
SLEFRE-02b		C5-FRE	0.75	SLEFRE-06b		C5-FRE	0
SLEFRE-02b		Q5_s	0.75	SLEFRE-06b		Q5_s	0
SLEFRE-02b		Qw	0	SLEFRE-06b		Qw	0
SLEFRE-02b		TEMP-	0.5	SLEFRE-06b		TEMP-	0.6
SLEFRE-02b		Ritiro	0.5	SLEFRE-06b		Ritiro	0.6
SLEFRE-03b	Linear Add	G1	1	SLEFRE-07b	Linear Add	G1	1
SLEFRE-03b		G2	1	SLEFRE-07b		G2	1
SLEFRE-03b		C1-SCHEMA-1	0	SLEFRE-07b		C1-SCHEMA-1	0.75
SLEFRE-03b		C5-SCHEMA-2	0	SLEFRE-07b		C5-SCHEMA-2	0.75
SLEFRE-03b		C1-FRE	0	SLEFRE-07b		C1-FRE	-0.75
SLEFRE-03b		C5-FRE	0	SLEFRE-07b		C5-FRE	-0.75
SLEFRE-03b		Q5_s	0	SLEFRE-07b		Q5_s	0.75
SLEFRE-03b		Qw	0.6	SLEFRE-07b		Qw	0
SLEFRE-03b		TEMP+	0.5	SLEFRE-07b		TEMP+	0.5
SLEFRE-03b		Ritiro	0.5	SLEFRE-07b		Ritiro	0.5
SLEFRE-04b	Linear Add	G1	1	SLEFRE-08b	Linear Add	G1	1
SLEFRE-04b		G2	1	SLEFRE-08b		G2	1
SLEFRE-04b		C1-SCHEMA-1	0	SLEFRE-08b		C1-SCHEMA-1	0.75
SLEFRE-04b		C5-SCHEMA-2	0	SLEFRE-08b		C5-SCHEMA-2	0.75
SLEFRE-04b		C1-FRE	0	SLEFRE-08b		C1-FRE	-0.75
SLEFRE-04b		C5-FRE	0	SLEFRE-08b		C5-FRE	-0.75
SLEFRE-04b		Q5_s	0	SLEFRE-08b		Q5_s	0.75
SLEFRE-04b		Qw	0.6	SLEFRE-08b		Qw	0
SLEFRE-04b		TEMP-	0.5	SLEFRE-08b		TEMP-	0.5
SLEFRE-04b		Ritiro	0.5	SLEFRE-08b		Ritiro	0.5

Viadotto NW03-04
Relazione di calcolo impalcato

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
RS3H	03	D 78	CL NW0008 001	A	52 di 265

SLEFRE-01c	Linear Add	G1	1	SLEFRE-05c	Linear Add	G1	1
SLEFRE-01c		G2	1	SLEFRE-05c		G2	1
SLEFRE-01c		G-SCHEMA-1	0.75	SLEFRE-05c		G-SCHEMA-1	0
SLEFRE-01c		G-FRE	0.75	SLEFRE-05c		G-FRE	0
SLEFRE-01c		Qw	0	SLEFRE-05c		Qw	0
SLEFRE-01c		TEMP+	0.5	SLEFRE-05c		TEMP+	0.6
SLEFRE-01c		Ritiro	0.5	SLEFRE-05c		Ritiro	0.6
SLEFRE-02c	Linear Add	G1	1	SLEFRE-06c	Linear Add	G1	1
SLEFRE-02c		G2	1	SLEFRE-06c		G2	1
SLEFRE-02c		G-SCHEMA-1	0.75	SLEFRE-06c		G-SCHEMA-1	0
SLEFRE-02c		G-FRE	0.75	SLEFRE-06c		G-FRE	0
SLEFRE-02c		Qw	0	SLEFRE-06c		Qw	0
SLEFRE-02c		TEMP-	0.5	SLEFRE-06c		TEMP-	0.6
SLEFRE-02c		Ritiro	0.5	SLEFRE-06c		Ritiro	0.6
SLEFRE-03c	Linear Add	G1	1	SLEFRE-07c	Linear Add	G1	1
SLEFRE-03c		G2	1	SLEFRE-07c		G2	1
SLEFRE-03c		G-SCHEMA-1	0	SLEFRE-07c		G-SCHEMA-1	0.75
SLEFRE-03c		G-FRE	0	SLEFRE-07c		G-FRE	-0.75
SLEFRE-03c		Qw	0.6	SLEFRE-07c		Qw	0
SLEFRE-03c		TEMP+	0.5	SLEFRE-07c		TEMP+	0.5
SLEFRE-03c		Ritiro	0.5	SLEFRE-07c		Ritiro	0.5
SLEFRE-04c	Linear Add	G1	1	SLEFRE-08c	Linear Add	G1	1
SLEFRE-04c		G2	1	SLEFRE-08c		G2	1
SLEFRE-04c		G-SCHEMA-1	0	SLEFRE-08c		G-SCHEMA-1	0.75
SLEFRE-04c		G-FRE	0	SLEFRE-08c		G-FRE	-0.75
SLEFRE-04c		Qw	0.6	SLEFRE-08c		Qw	0
SLEFRE-04c		TEMP-	0.5	SLEFRE-08c		TEMP-	0.5
SLEFRE-04c		Ritiro	0.5	SLEFRE-08c		Ritiro	0.5

SLEQP-01	Linear Add	G1	1				
SLEQP-01		G2	1				
SLEQP-01		C1-SCHEMA-1	0				
SLEQP-01		C2-SCHEMA-2	0				
SLEQP-01		C3-SCHEMA-3	0				
SLEQP-01		Qr	0				
SLEQP-01		C1-FRE	0				
SLEQP-01		C2-FRE	0				
SLEQP-01		C3-FRE	0				
SLEQP-01		Q5	0				
SLEQP-01		Qw	0	SLEQP-01b	Linear Add	G1	1
SLEQP-01		TEMP+	0.5	SLEQP-01b		G2	1
SLEQP-01		Ritiro	0.5	SLEQP-01b		C1-SCHEMA-1	0
SLEQP-02	Linear Add	G1	1	SLEQP-01b		C5-SCHEMA-2	0
SLEQP-02		G2	1	SLEQP-01b		C1-FRE	0
SLEQP-02		C1-SCHEMA-1	0	SLEQP-01b		C5-FRE	0
SLEQP-02		C2-SCHEMA-2	0	SLEQP-01b		Q5_s	0
SLEQP-02		C3-SCHEMA-3	0	SLEQP-01b		Qw	0
SLEQP-02		Qr	0	SLEQP-01b		TEMP+	0.5
SLEQP-02		C1-FRE	0	SLEQP-01b		Ritiro	0.5
SLEQP-02		C2-FRE	0	SLEQP-02b	Linear Add	G1	1
SLEQP-02		C3-FRE	0	SLEQP-02b		G2	1
SLEQP-02		Q5	0	SLEQP-02b		C1-SCHEMA-1	0
SLEQP-02		Qw	0	SLEQP-02b		C5-SCHEMA-2	0
SLEQP-02		TEMP-	0.5	SLEQP-02b		C1-FRE	0
SLEQP-02		Ritiro	0.5	SLEQP-02b		C5-FRE	0
SLEQP-01a	Linear Add	G1	1	SLEQP-02b		Q5_s	0
SLEQP-01a		G2	1	SLEQP-02b		Qw	0
SLEQP-01a		C1-SCHEMA-1	0	SLEQP-02b		TEMP-	0.5
SLEQP-01a		C2-SCHEMA-2	0	SLEQP-02b		Ritiro	0.5
SLEQP-01a		C1-FRE	0	SLEQP-01c	Linear Add	G1	1
SLEQP-01a		C2-FRE	0	SLEQP-01c		G2	1
SLEQP-01a		Q5_s	0	SLEQP-01c		G-SCHEMA-1	0
SLEQP-01a		Qw	0	SLEQP-01c		G-FRE	0
SLEQP-01a		TEMP+	0.5	SLEQP-01c		Qw	0
SLEQP-01a		Ritiro	0.5	SLEQP-01c		TEMP+	0.5
SLEQP-02a	Linear Add	G1	1	SLEQP-01c		Ritiro	0.5
SLEQP-02a		G2	1	SLEQP-02c	Linear Add	G1	1
SLEQP-02a		C1-SCHEMA-1	0	SLEQP-02c		G2	1
SLEQP-02a		C2-SCHEMA-2	0	SLEQP-02c		G-SCHEMA-1	0
SLEQP-02a		C1-FRE	0	SLEQP-02c		G-FRE	0
SLEQP-02a		C2-FRE	0	SLEQP-02c		Qw	0
SLEQP-02a		Q5_s	0	SLEQP-02c		TEMP-	0.5
SLEQP-02a		Qw	0	SLEQP-02c		Ritiro	0.5
SLEQP-02a		TEMP-	0.5	SLEQP-02c			
SLEQP-02a		Ritiro	0.5	SLEQP-02c			

8 Criteri di verifica

Si riportano di seguito i criteri di verifica per il dimensionamento degli elementi strutturali che compongono la spalla.

ELEMENTI IN C.A.

Verifiche allo slU

Verifiche a pressoflessione

Le verifiche a pressoflessione vengono condotte confrontando le resistenze ultime e le sollecitazioni massime agenti, valutando il corrispondente fattore di sicurezza (CS) come rapporto tra la sollecitazione resistente e la massima agente.

Le verifiche flessionali allo SLU sono state eseguite adottando le seguenti ipotesi:

- Conservazione delle sezioni piane;
- Perfetta aderenza tra acciaio e calcestruzzo;
- Resistenza a trazione del calcestruzzo nulla;
- Rottura del calcestruzzo determinata dal raggiungimento della sua capacità deformativa ultima a compressione;
- Rottura dell'armatura tesa determinata dal raggiungimento della sua capacità deformativa ultima;

Le tensioni nel calcestruzzo e nell'armatura sono state dedotte a partire dalle deformazioni utilizzando i rispettivi diagrammi tensione-deformazione.

Per quanto attiene la legge σ - ϵ del calcestruzzo si è utilizzata una curva parabola-rettangolo, considerando solo la porzione compressa e con $\epsilon_{c2}=0,2\%$ ed $\epsilon_{cu}=0,35\%$.

Per quanto riguarda l'acciaio si è assunto un diagramma bilineare elastico-perfettamente elastico finito con $\epsilon_{cu}=1,0\%$.

Verifiche a taglio

La verifica allo stato limite ultimo per azioni di taglio è condotta secondo quanto prescritto dalla norma UNI EN 1992-1-1:2005, per elementi con armatura a taglio verticali.

Si fa, pertanto, riferimento ai seguenti valori della resistenza di calcolo:

- $V_{Rd,c} = \max \left\{ C_{Rd,c} \cdot k \cdot (100 \cdot \rho_1 \cdot f_{ck})^{1/3} + k_1 \cdot \sigma_{cp} \right\} \cdot b_w \cdot d; (v_{min} + k_1 \cdot \sigma_{cp}) \cdot b_w \cdot d$, resistenza di calcolo dell'elemento privo di armatura a taglio
- $V_{Rd,s} = \frac{A_{sw}}{s} \cdot z \cdot f_{ywd} \cdot \cot \theta$, valore di progetto dello sforzo di taglio che può essere sopportato dall'armatura a taglio alla tensione di snervamento
- $V_{Rd,max} = \frac{\alpha_{cw} \cdot b_w \cdot z \cdot v_1 \cdot f_{cd}}{\cot \theta + \tan \theta}$, valore di progetto del massimo sforzo di taglio che può essere sopportato dall'elemento, limitato dalla rottura delle bielle compresse.

Nelle espressioni precedenti, i simboli hanno i seguenti significati:

- $k = 1 + \sqrt{\frac{200}{d}} \leq 2,0$ con d in mm
- $\rho_1 = \frac{A_{sl}}{b_w \cdot d} \leq 0,02$
- A_{sl} è l'area dell'armatura tesa
- b_w è la larghezza minima della sezione in zona tesa
- $\sigma_{cp} = \frac{N_{Ed}}{A_c} < 0,2 \cdot f_{cd}$
- N_{Ed} è la forza assiale nella sezione dovuta ai carichi
- A_c è l'area della sezione di calcestruzzo

- $C_{Rd,c} = \frac{0,18}{\gamma_c}$
- $k_1 = 0,15$
- $v_{min} = 0,035 \cdot k^{3/2} \cdot f_{ck}^{1/2}$
- $v = 0,5$ per calcestruzzi fino a C70/85
- $1 \leq \cot\theta \leq 2,5$
- A_{sw} è l'area della sezione trasversale dell'armatura a taglio
- s è il passo delle staffe
- f_{ywd} è la tensione di snervamento di progetto dell'armatura a taglio
- $v_1 = v$ è il coefficiente di riduzione della resistenza del calcestruzzo fessurato per taglio
- α_{cw} è un coefficiente che tiene conto dell'interazione tra la tensione nel corrente compresso e qualsiasi tensione di compressione assiale.

Verifiche allo sle

CAVALCAFERROVIA:

Verifiche tensionali par. 2.6.2.2.1 MdP RFI

2.6.2.2.1 Verifiche delle tensioni in esercizio

Nel dimensionamento degli elementi in C.A.P., devono rispettarsi i seguenti limiti tensionali:

- La massima tensione di trazione ai lembi della sezione di verifica, nella combinazione di carico caratteristica (rara), deve risultare $\leq 0,35 f_{ctk}$;
- La tensione principale di trazione nella fibra baricentrica nella combinazione di carico caratteristica (rara), deve risultare $\leq 0,045 f_{ctk}$.

Verifiche tensionali par. 2.5.1.8.3.2.1 MdP RFI

2.5.1.8.3.2.1 Valori limite delle tensioni

Strutture in C.A.

Tensioni di compressione del calcestruzzo

Devono essere rispettati i seguenti limiti per le tensioni di compressione nel calcestruzzo:

- Per combinazione di carico caratteristica (rara): $0,55 f_{ck}$;
- Per combinazioni di carico quasi permanente: $0,40 f_{ck}$;
- Per spessori minori di 5 cm, le tensioni normali limite di esercizio sono ridotte del 30%.

Tensioni di trazione nell'acciaio

Per le armature ordinarie, la massima tensione di trazione sotto la combinazione di carico caratteristica (rara)

non deve superare $0,75 f_{yk}$.

Verifiche a fessurazione par. 2.6.2.2.3 MdP RFI

2.6.2.2.2 Stato limite di fessurazione

Per tutte le strutture in cemento armato normale e precompresso, le verifiche a fessurazione saranno eseguite adottando i criteri definiti al p.to 4.1.2.2.4.4 del DM 17.01.2018, con le seguenti ulteriori prescrizioni:

- i valori limite di apertura delle fessure, per la combinazione frequente e per armature poco sensibili, sono i seguenti:
 - a. $\delta_f \leq w_1$ per strutture in condizioni ambientali aggressive e molto aggressive, così come identificate nel par. 4.1.2.2.4.2 del DM 17.01.2018, per tutte le strutture a permanente contatto con il terreno e per le zone non ispezionabili di tutte le strutture;
 - b. $\delta_f \leq w_2$ per strutture in condizioni ambientali ordinarie secondo il citato paragrafo del DM 17.01.2018.

In ogni caso devono essere condotte le verifiche a fessurazione mediante “calcolo diretto”, ai sensi del DM 17.01.2018, p.to 4.1.2.2.4.5.

9 MODELLAZIONE NUMERICA

Il calcolo dell'impalcato è stato svolto utilizzando il programma di calcolo SAP2000 vers. 21, schematizzandolo con un modello tridimensionale.

Sono stati implementati due modelli rappresentanti della Fase 1 e della Fase 2.

Fase 1: L'impalcato viene analizzato considerando solo le aste longitudinali che rappresentano le travi precomprese. Si considerano solo il peso delle travi precomprese ed il getto della soletta come carico permanente. La sezione reagente è solo quella della trave precompressa.

Fase 2: L'impalcato viene analizzato assimilandolo ad una griglia piana, le cui aste trasversali sono costituite dai traversi di testa ed intermedi e da un opportuno numero di strisce di soletta mentre le aste longitudinali rappresentano le travi precomprese. Si considerano tutti gli altri carichi permanenti portati, mobili, termico, vento e sisma. La sezione reagente è quella della trave precompressa + la soletta collaborante.

Nelle figure di seguito riportatano i modelli tridimensionali implementati.

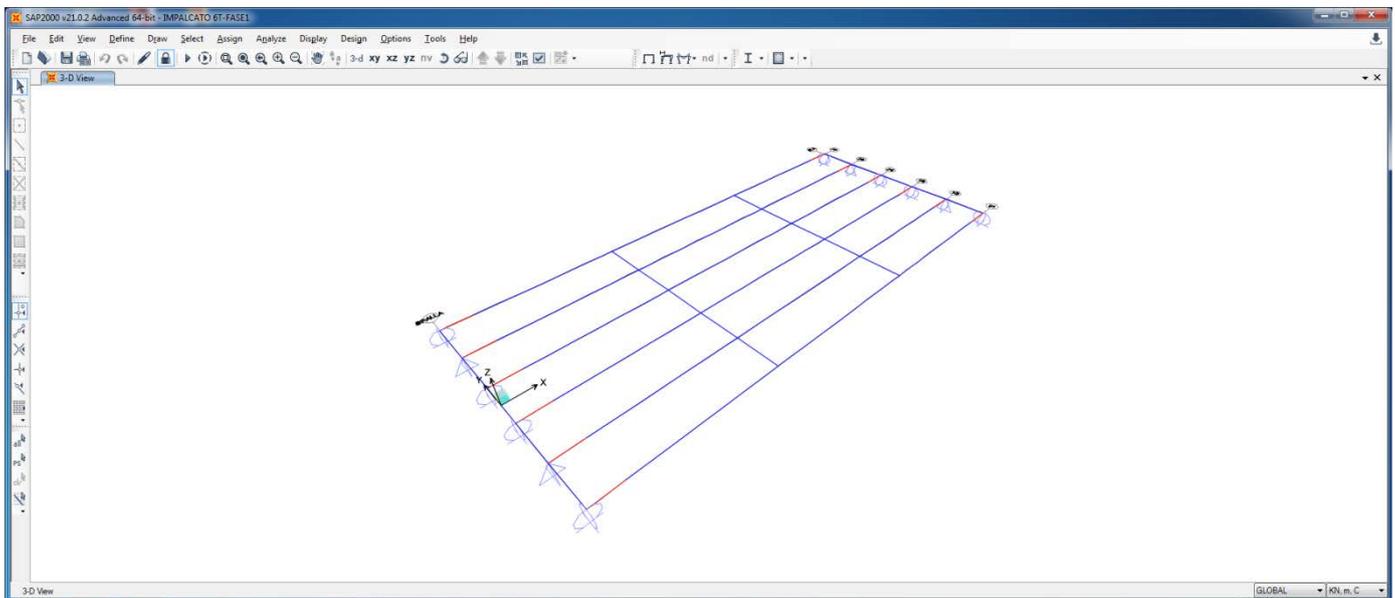


Figura 17: Modello impalcato L=23.40 m - FASE 1

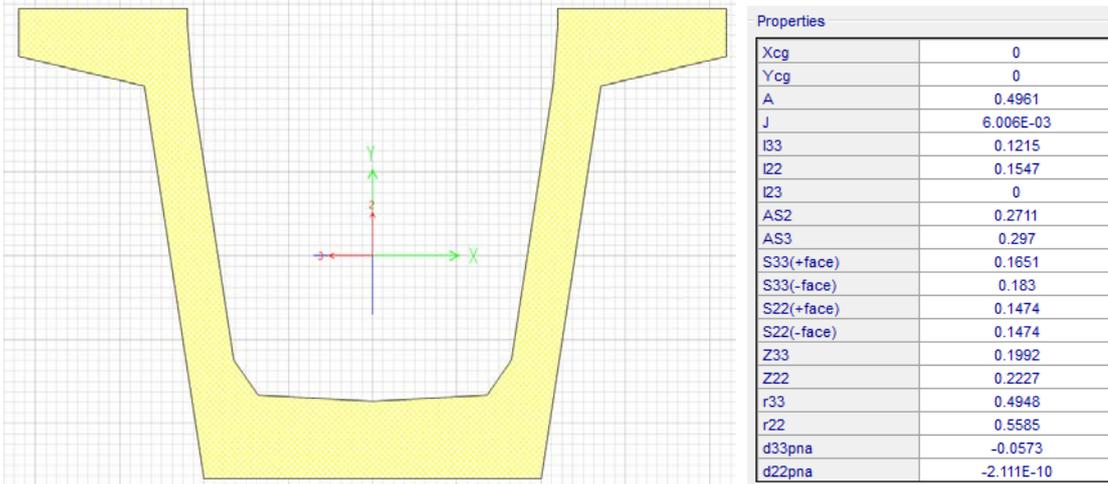


Figura 18: Sezione trave in campata - FASE 1

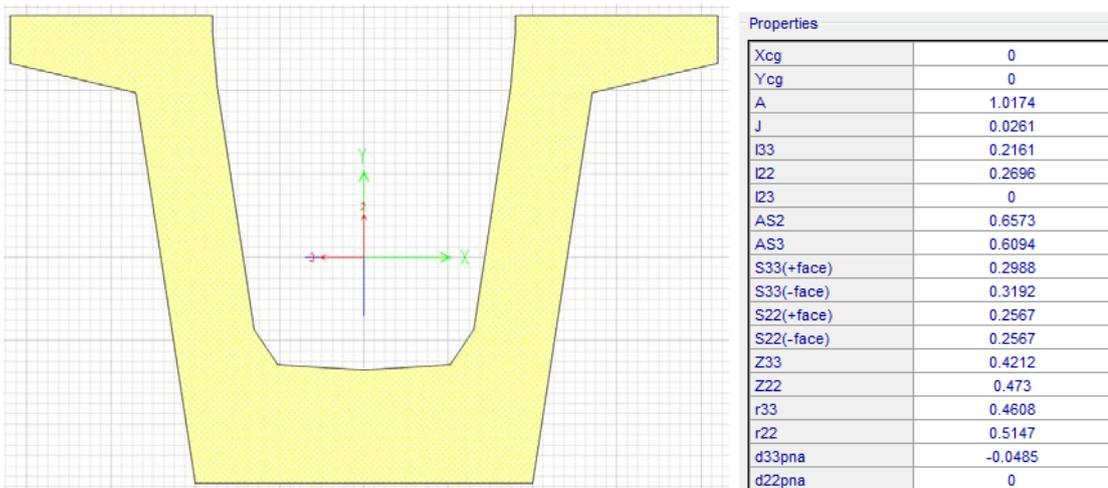


Figura 19: Sezione trave testata- FASE 1

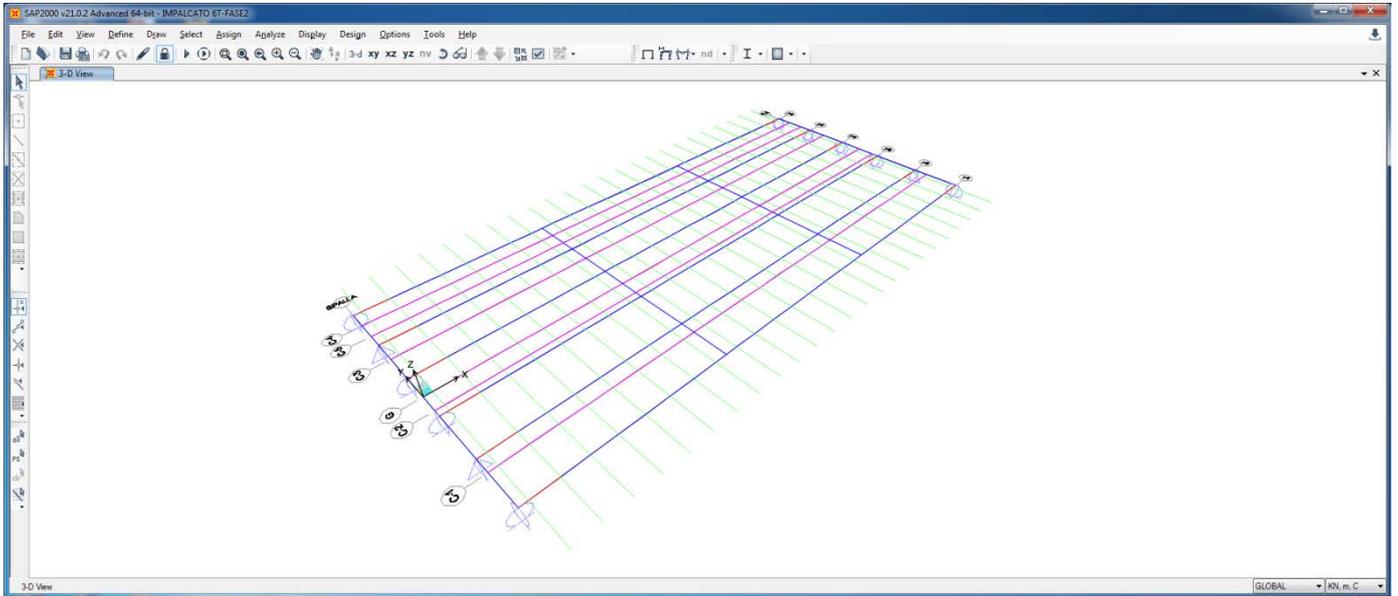


Figura 20: Modello impalcato L=23.40 m - FASE 2

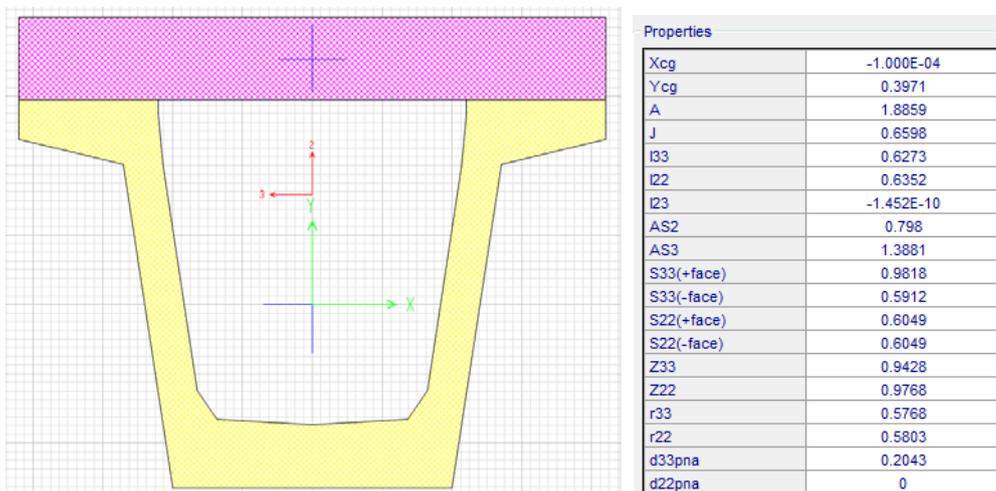


Figura 21: Sezione trave in campata - FASE 2

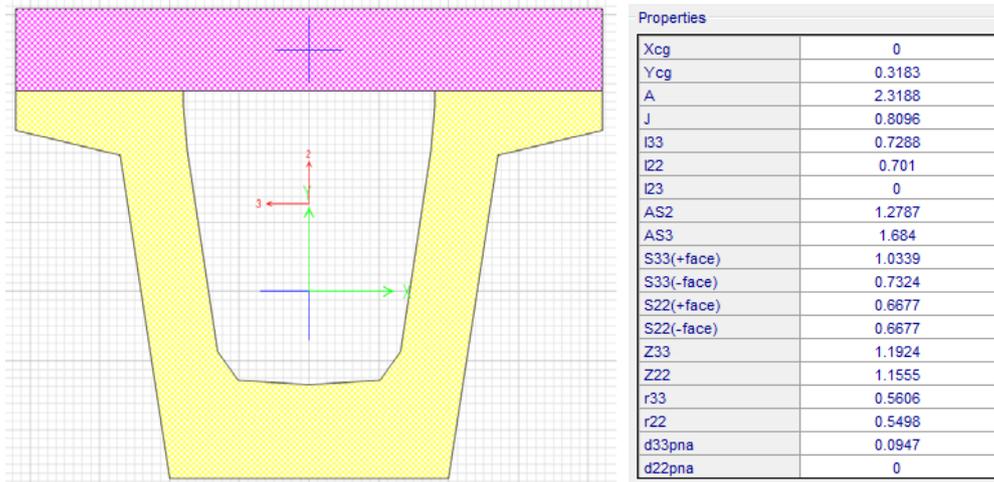


Figura 22: Sezione trave testata- FASE 2

9.1 Codice di calcolo

L'analisi della struttura scatolare è stata condotta con un programma agli elementi finiti:

Titolo SAP2000

Versione 21.0.2 advanced

Distributore CSI Italia

9.2 Tipo di analisi svolta (paragrafo 10.2 del DM 17-01-18)

L'analisi strutturale è condotta con l'ausilio di un codice di calcolo automatico SAP 2000 v21.0.2.

Gli elementi costituenti la struttura dell'impalcato sono stati modellati utilizzando elementi *frame* e sono stati definiti avvalendo l'ipotesi di materiale elastico lineare isotropo in un campo di piccoli spostamenti e deformazioni.

Il calcolo statico della struttura e la verifica delle strutture è stato eseguito secondo *i metodi della scienza e della tecnica delle costruzioni*.

L'analisi strutturale sotto le azioni sismiche è condotta con il metodo dell'analisi dinamica lineare con spettro secondo le disposizioni del capitolo 7 del DM 2018.

La verifica delle sezioni degli elementi strutturali è eseguita con il metodo degli Stati Limite. Le combinazioni di carico adottate sono esaustive relativamente agli scenari di carico più gravosi cui l'opera sarà soggetta.

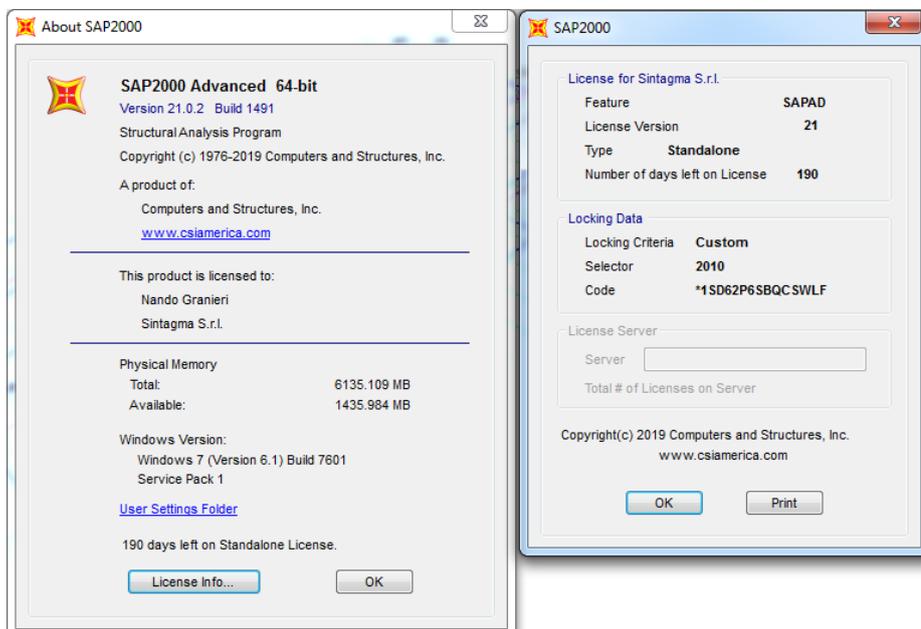
Il codice di calcolo SAP è fornito dalla C.S.I. Italia e correttamente licenziato nella versione 21.0.2.

9.3 Affidabilità dei codici di calcolo

Un attento esame preliminare della documentazione a corredo del software ha consentito di valutarne l'affidabilità. La documentazione fornita dal produttore del software contiene un'esauriente descrizione delle basi teoriche, degli algoritmi impiegati e l'individuazione dei campi d'impiego.

Come detto, per la risoluzione del modello di calcolo si è fatto uso del programma di calcolo SAP2000 NL

Di seguito si riporta una schermata con tutte le informazioni del programma, del produttore e della licenza d'uso:



Il produttore fornisce idonea documentazione utile al corretto uso del programma. Sul sito del produttore è inoltre possibile scaricare la necessaria documentazione utile alla validazione del programma.

9.4 Giudizio motivato di accettabilità dei risultati

I risultati delle elaborazioni sono stati sottoposti a controlli dal sottoscritto utente del software. Tale valutazione ha compreso il confronto con i risultati di semplici calcoli eseguiti con metodi tradizionali. Inoltre sulla base di considerazioni riguardanti gli stati tensionali e deformativi determinati si è valutata la validità delle scelte operate in sede di schematizzazione e di modellazione della struttura e delle azioni.

9.5 Carichi applicati

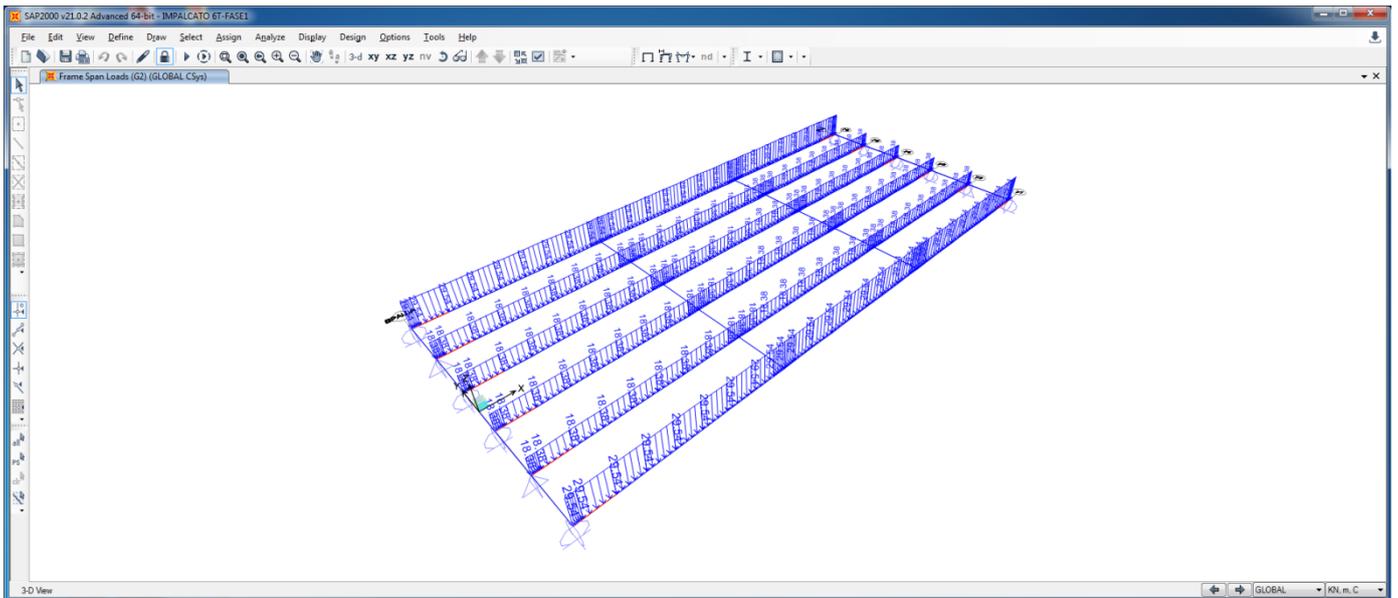


Figura 23: Permanente - FASE 1

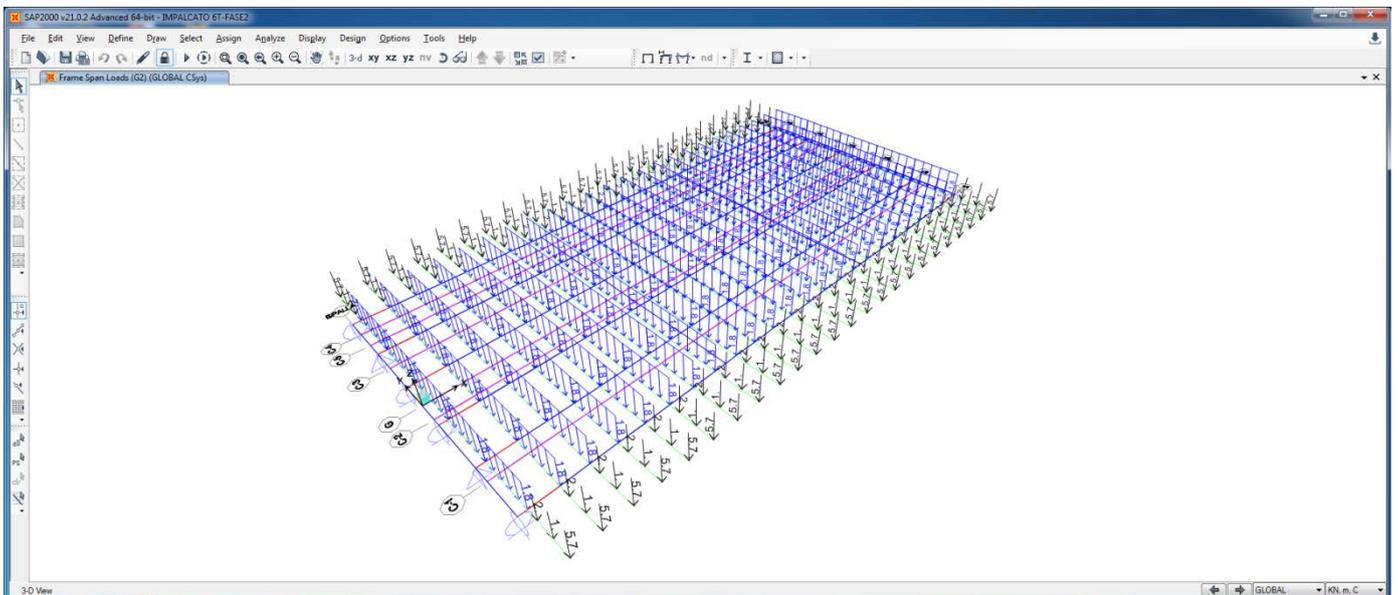


Figura 24: Permanente - FASE 2

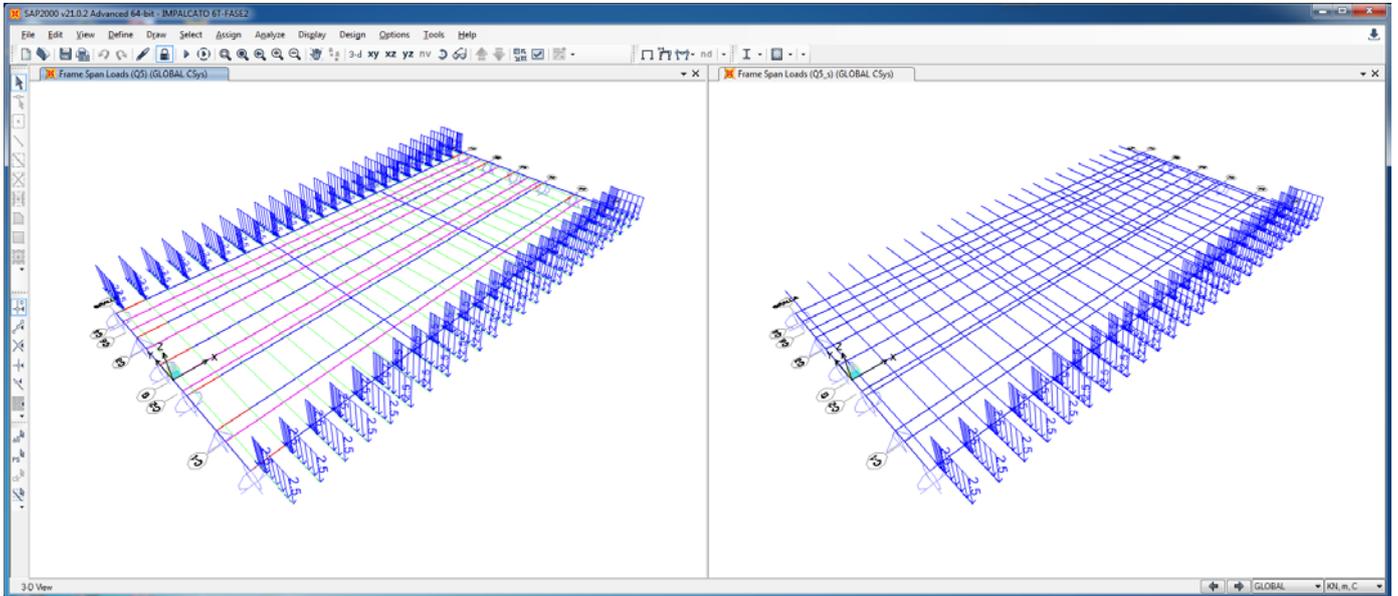


Figura 25: Carico marciapiede - FASE 2

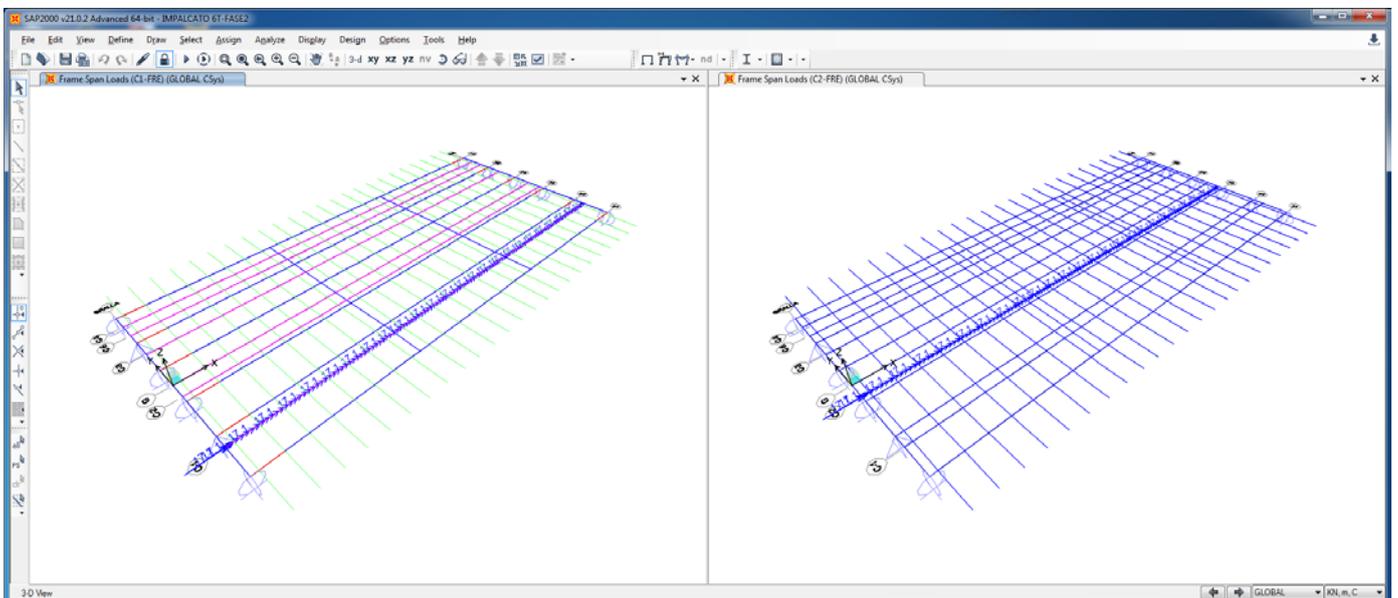


Figura 26: Frenatura corsia C1,C2 - FASE 2

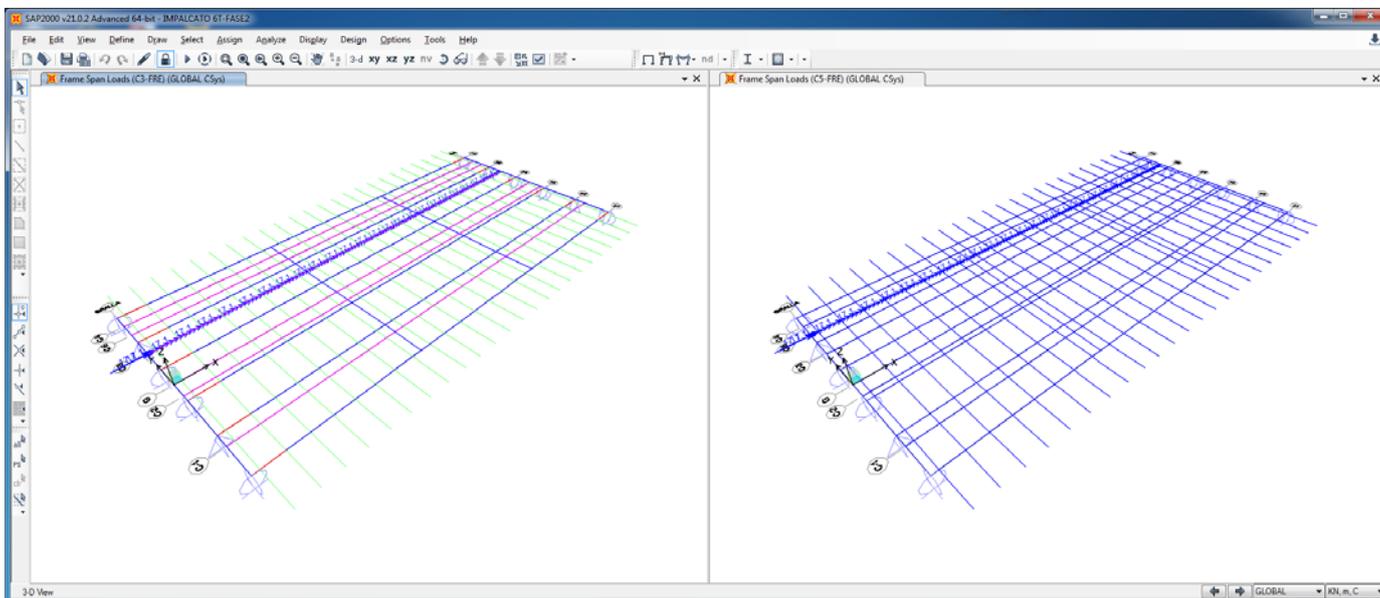


Figura 27: Frenatura corsia C3,C5 - FASE 2

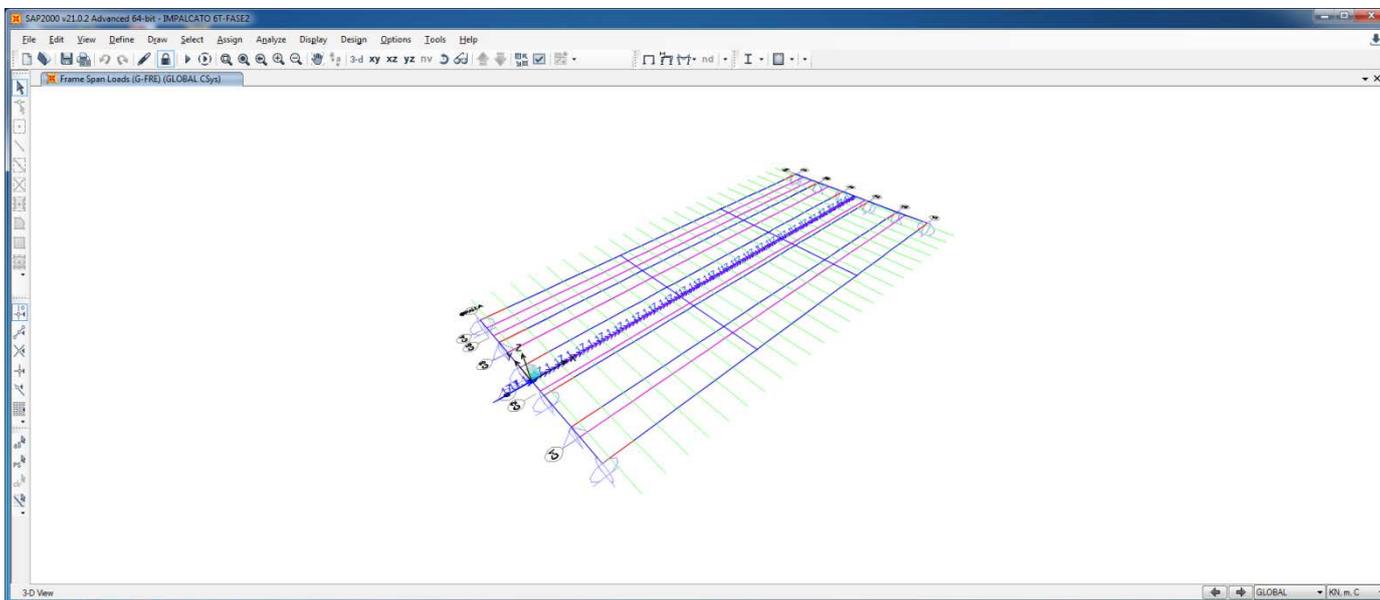


Figura 28: Frenatura corsia G - FASE 2

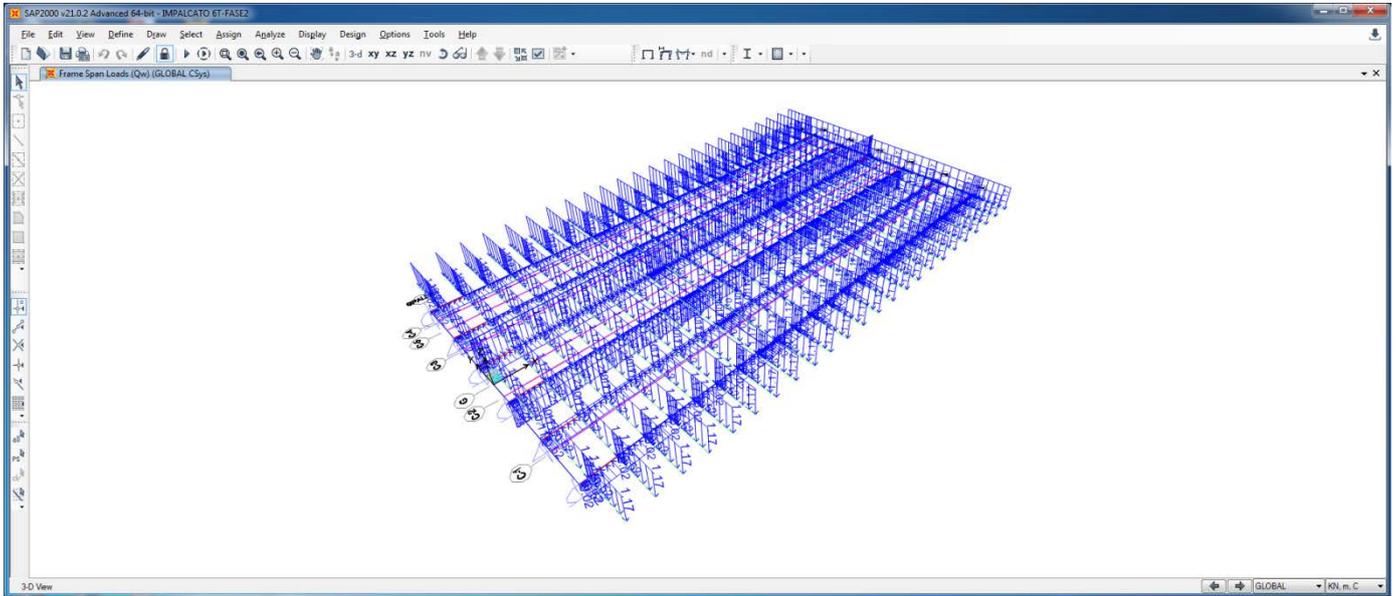


Figura 29: Vento - FASE 2

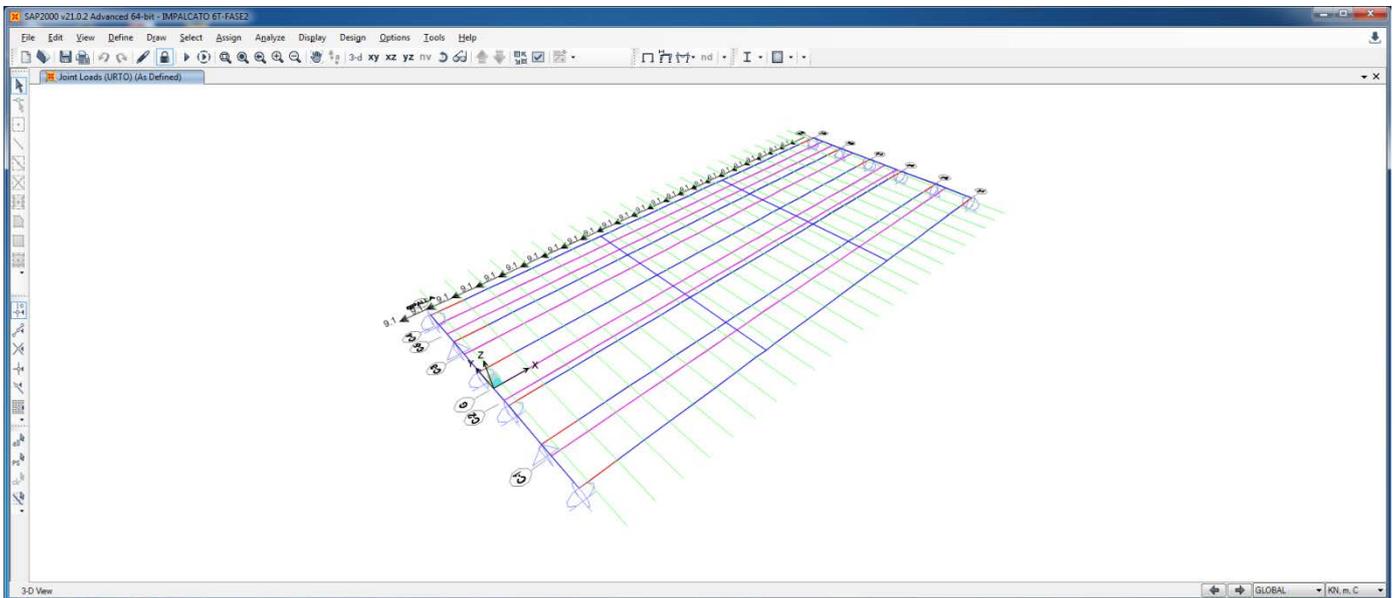


Figura 30: Urto - FASE 2

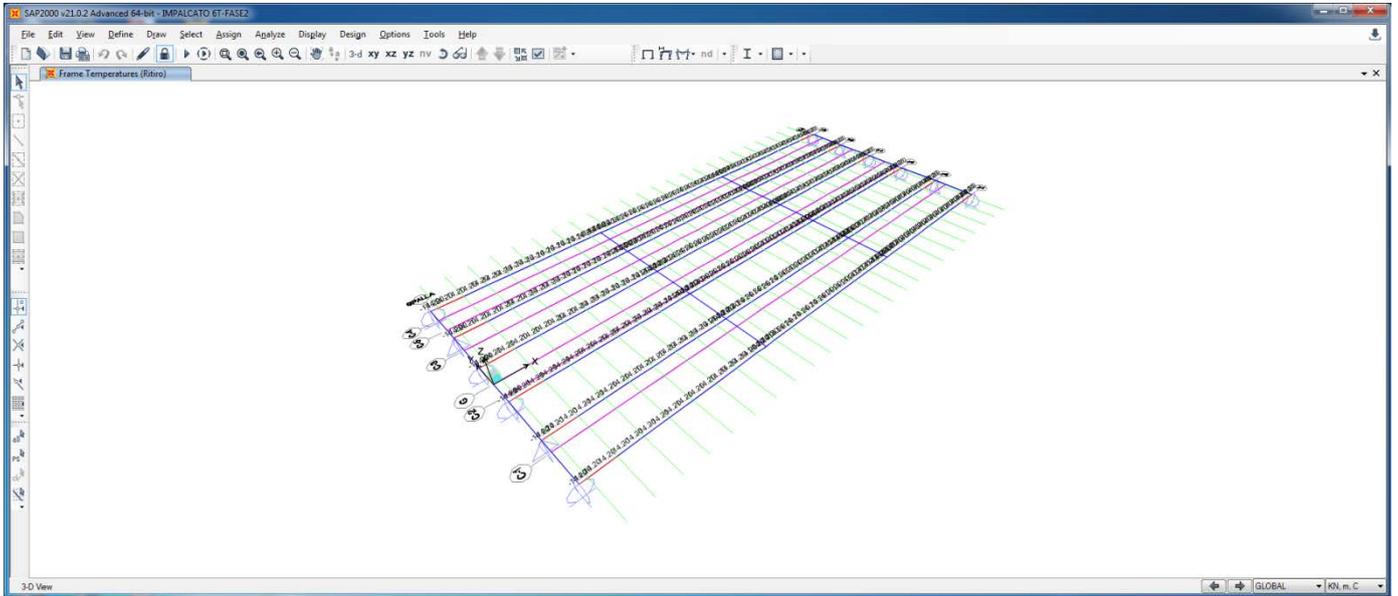


Figura 31: Ritiro Travi - FASE 2

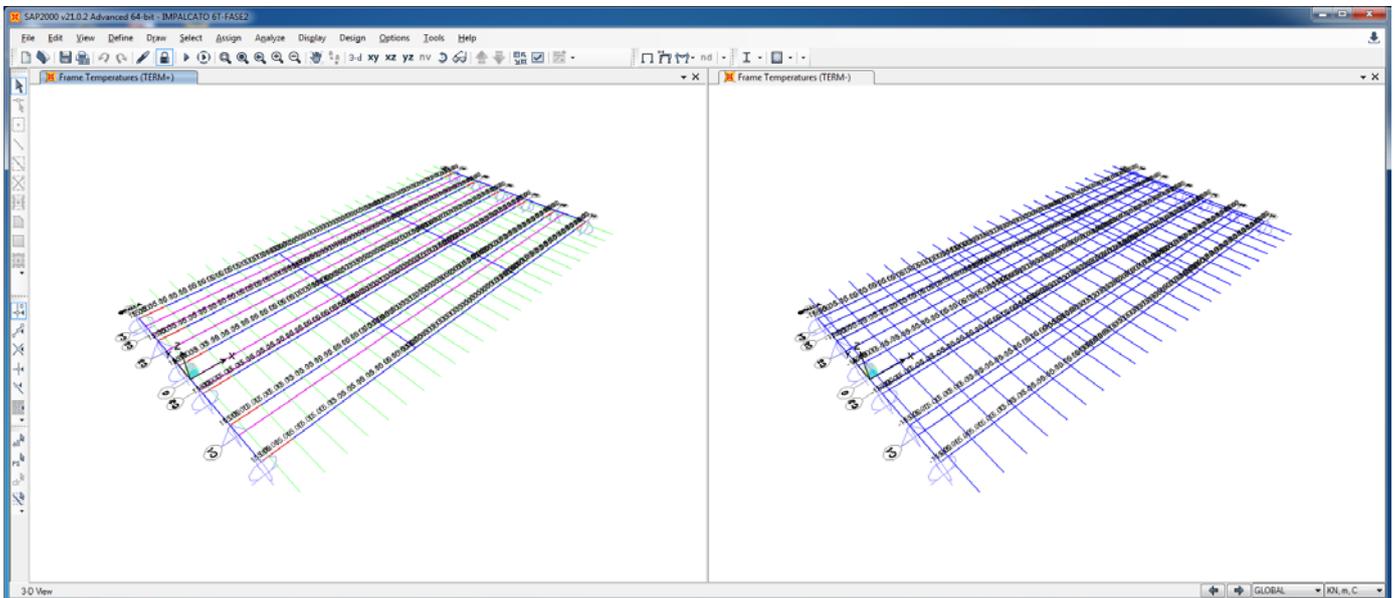


Figura 32: Temico uniforme - FASE 2

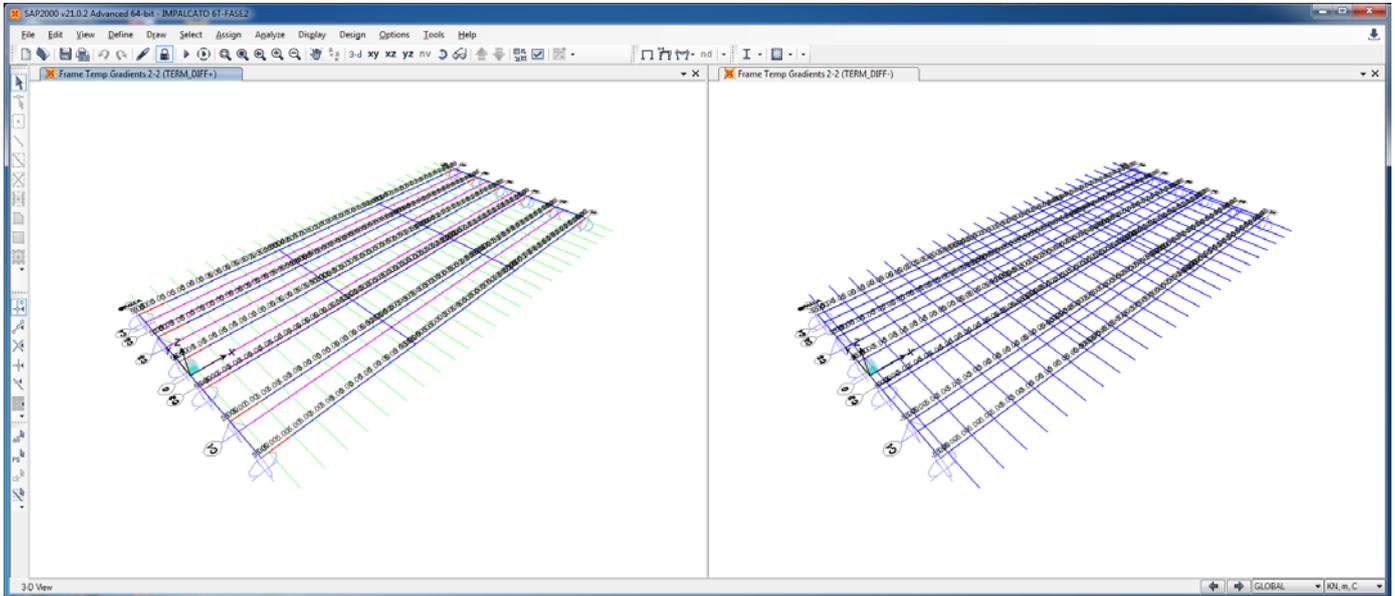


Figura 33: Temico differenziale - FASE 2

9.6 Sollecitazioni di progetto

Di seguito si riportano i diagrammi di sollecitazione massimi ottenuti dal modello di calcolo.

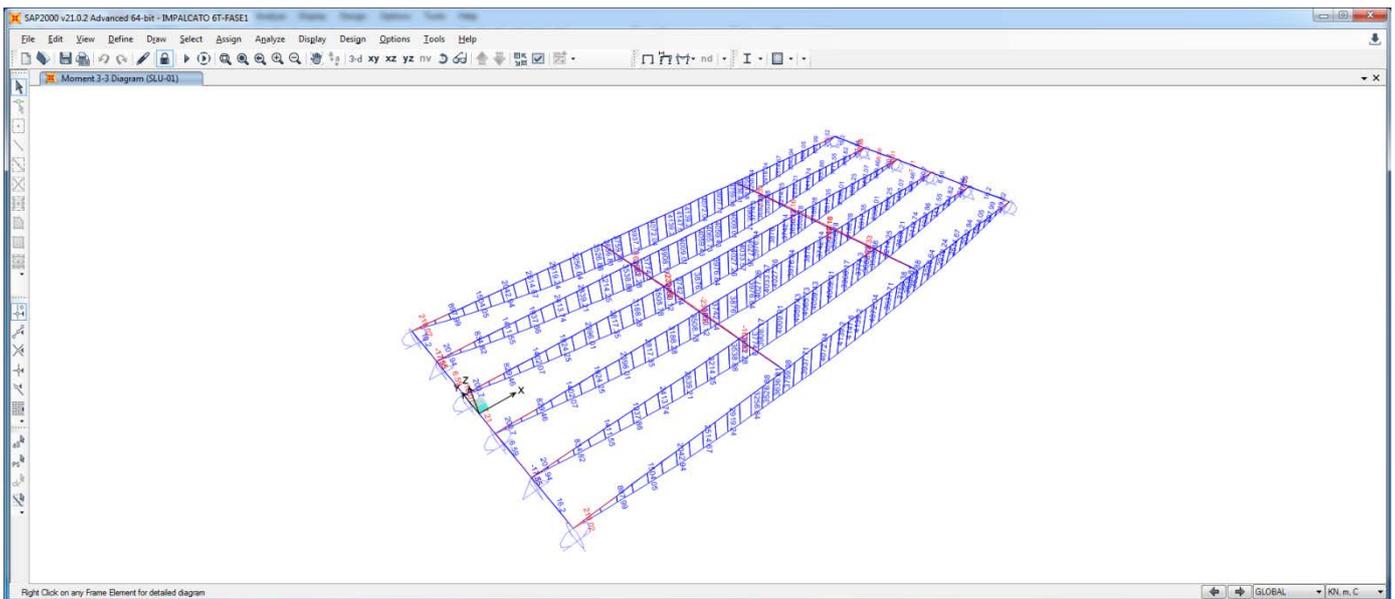


Figura 34: Momento flettente M33 Combo SLU- FASE 1

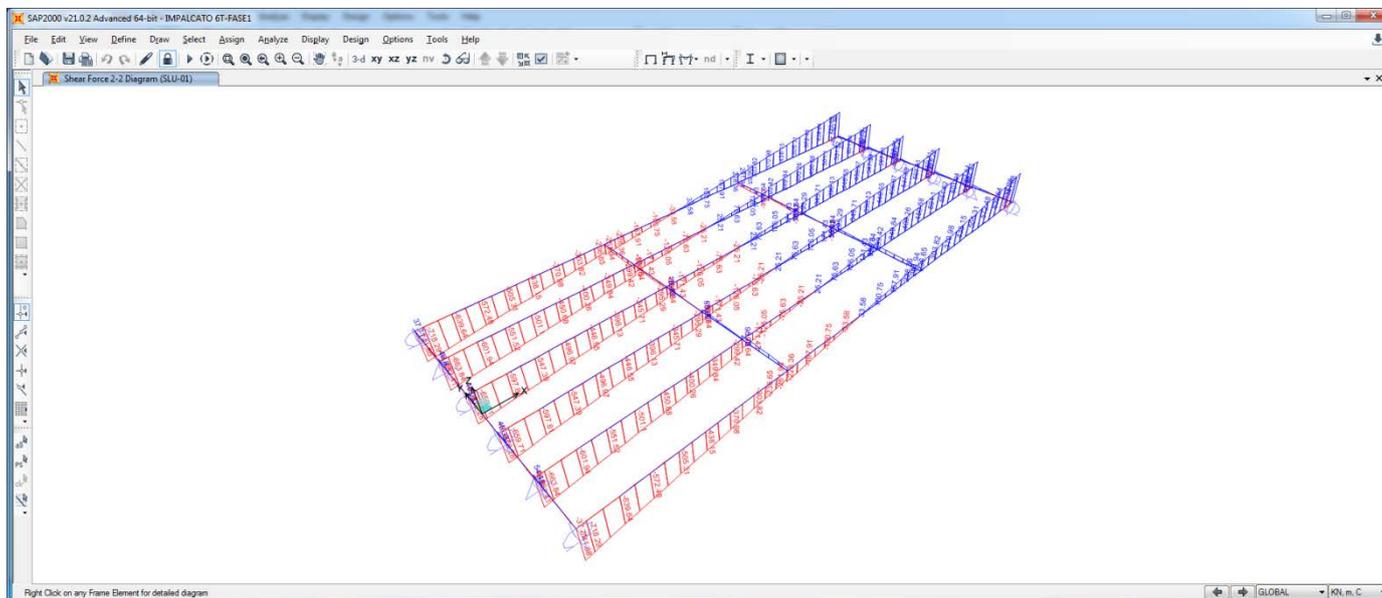


Figura 35: Teglio V22 Combo SLU- FASE 1

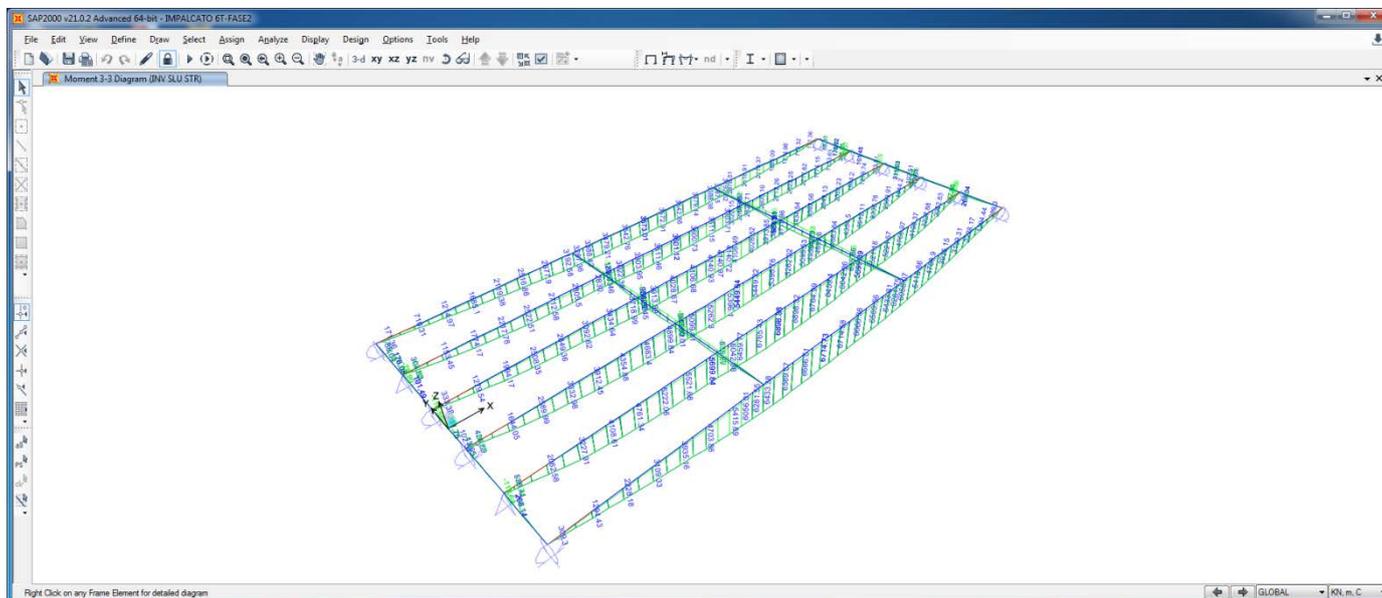


Figura 36: Momento flettente M33 Combo INVSLU STR- FASE 2

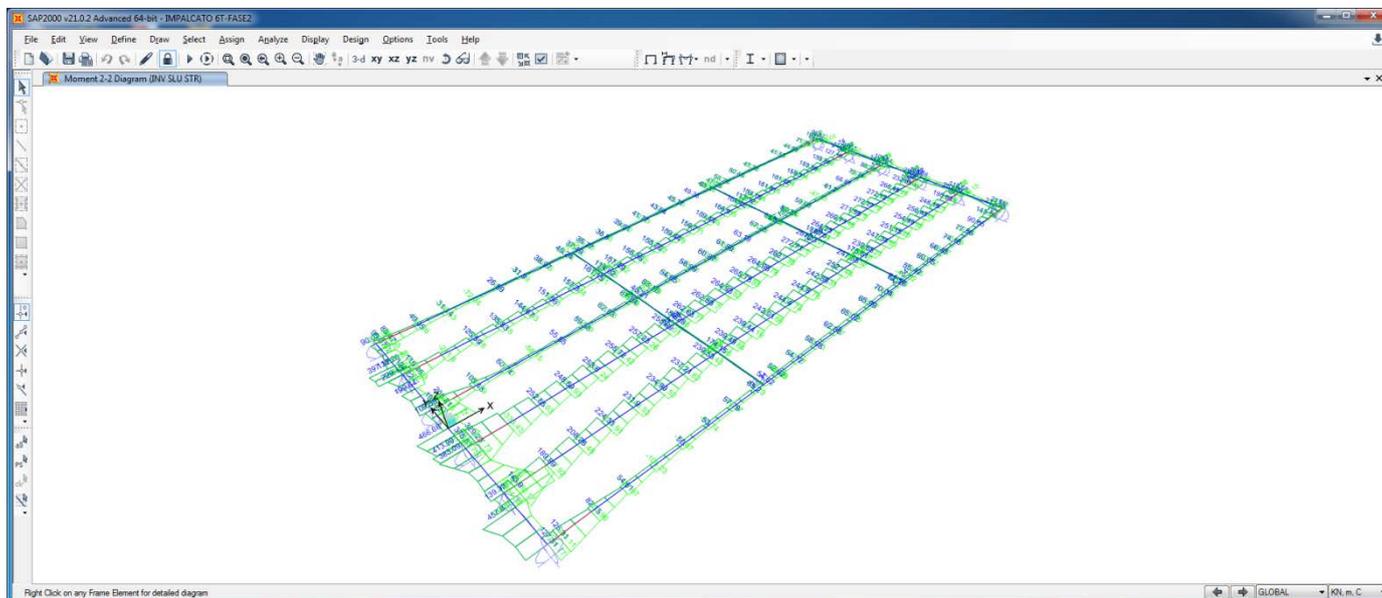


Figura 37: Momento flettente M22 Combo INVSLU STR- FASE 2

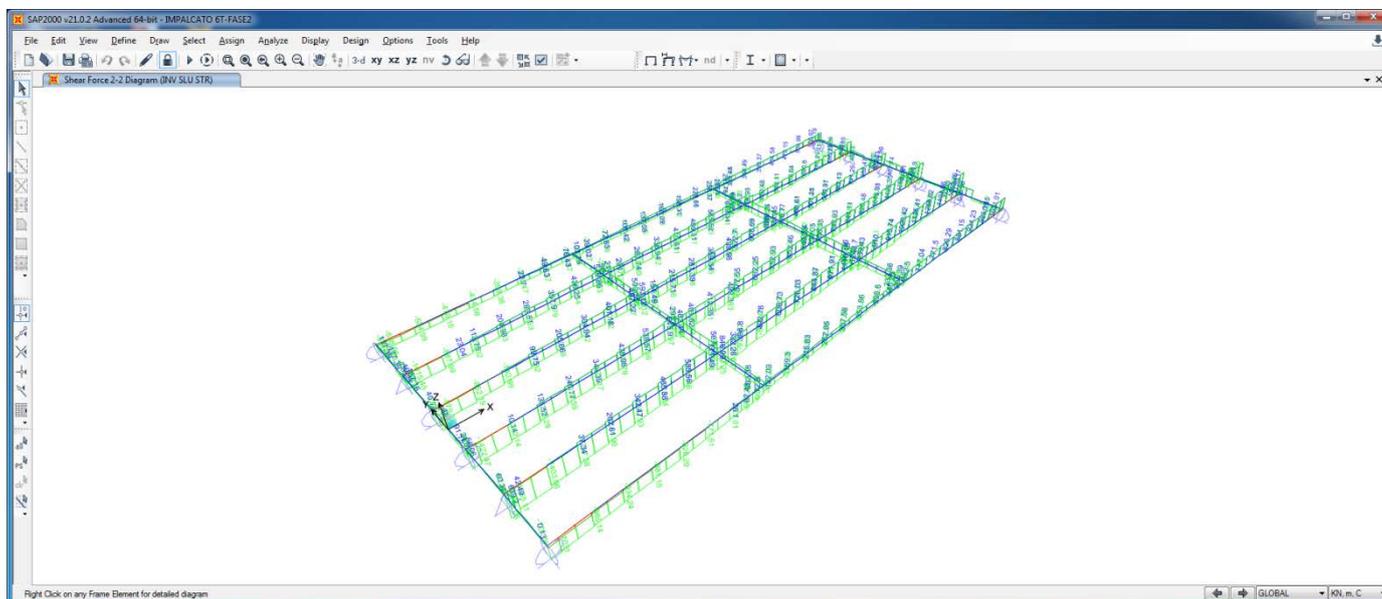


Figura 38: Taglio V22 Combo INVSLU STR- FASE 2

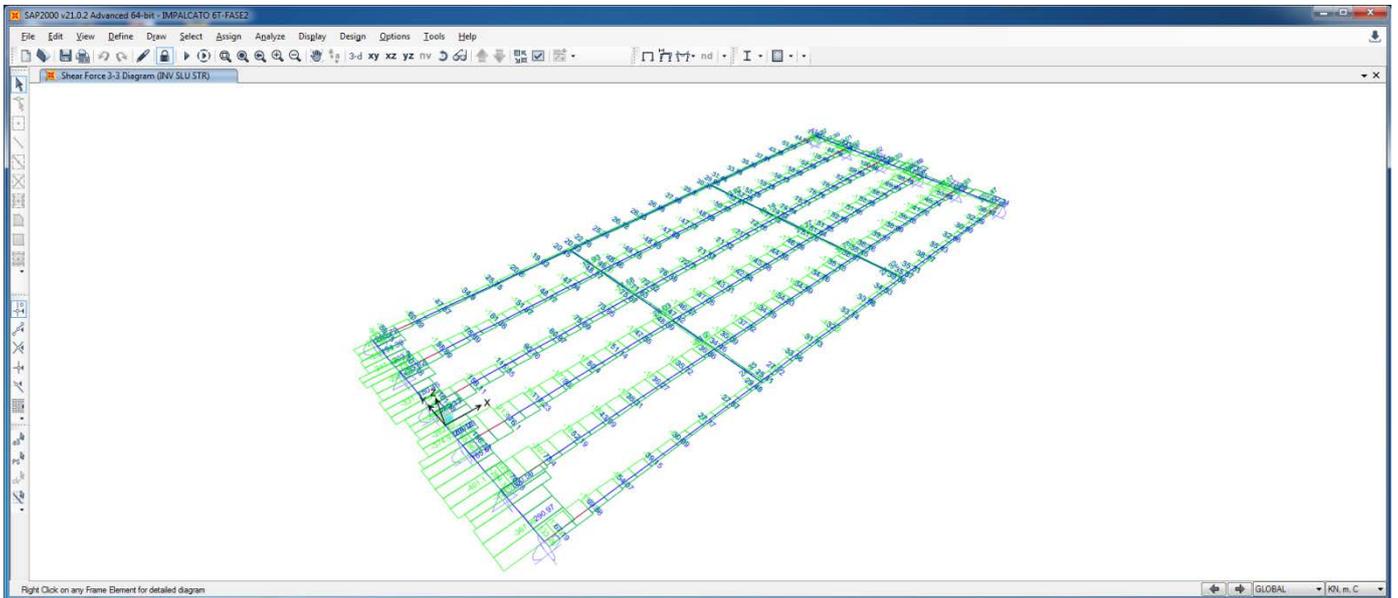


Figura 39: Taglio V33 Combo INVSLU STR- FASE 2

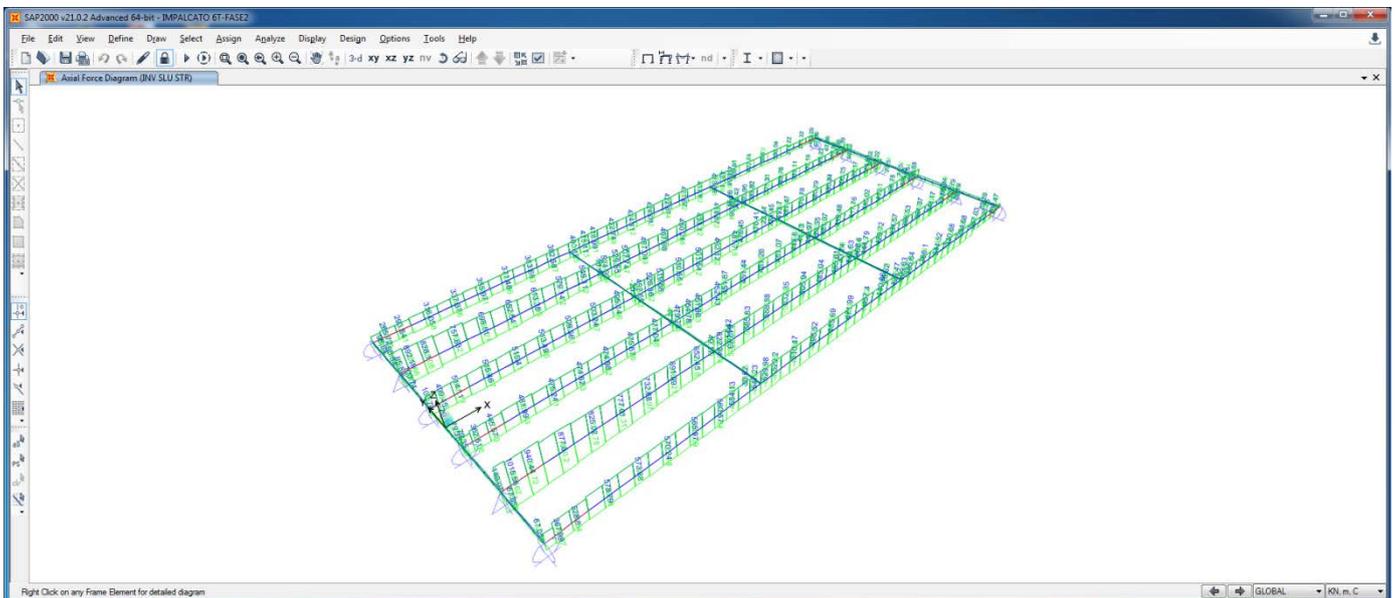


Figura 40: Sforzo assiale P Combo INVSLU STR- FASE 2

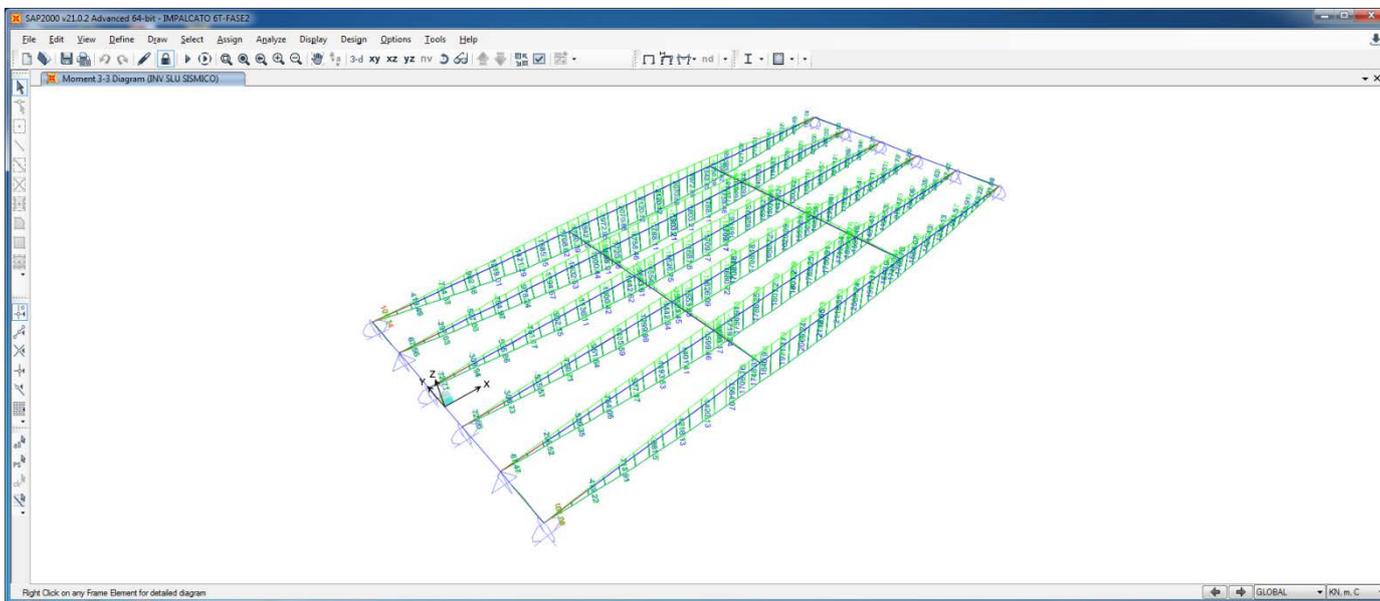


Figura 41: Momento flettente M33 Combo INVSLU SISMICO- FASE 2

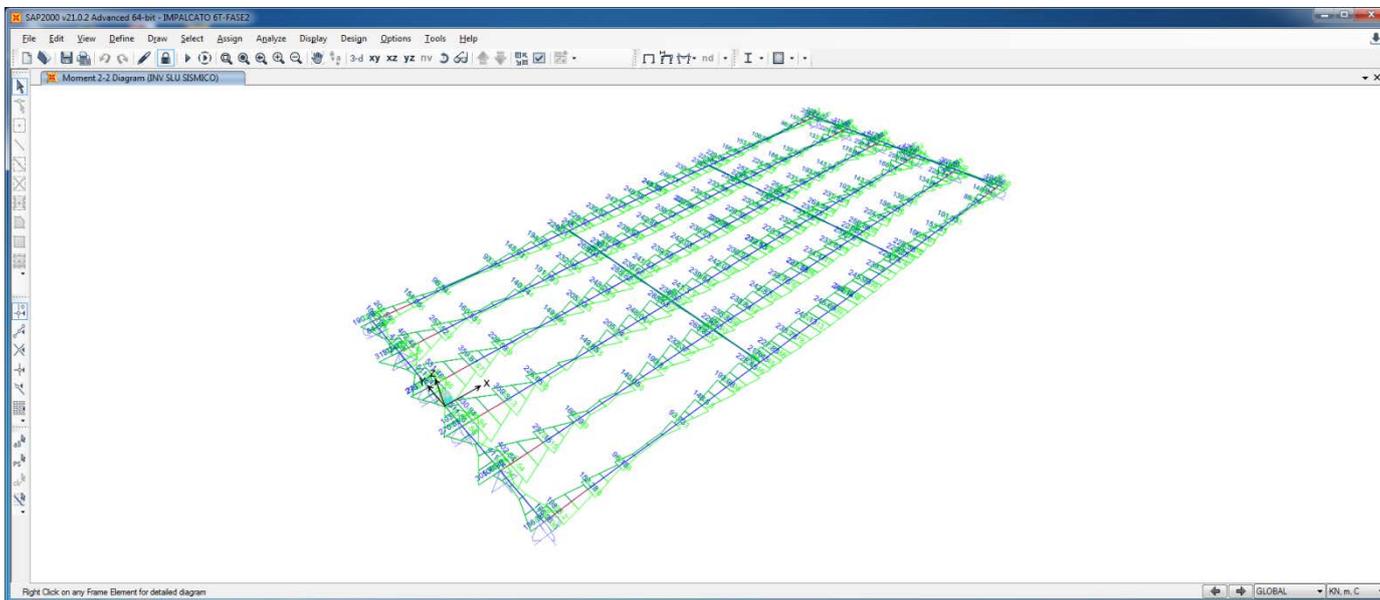


Figura 42: Momento flettente M22 Combo INVSLU SISMICO - FASE 2

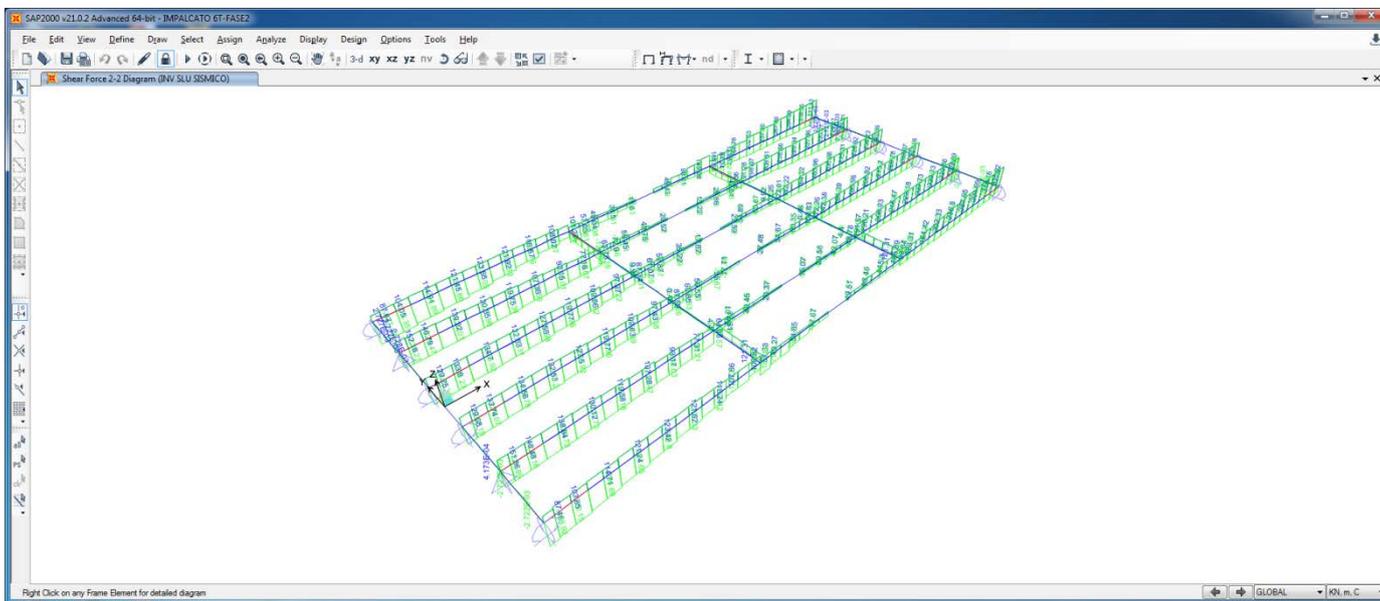


Figura 43: Taglio V22 Combo INVSLU SISMICO - FASE 2

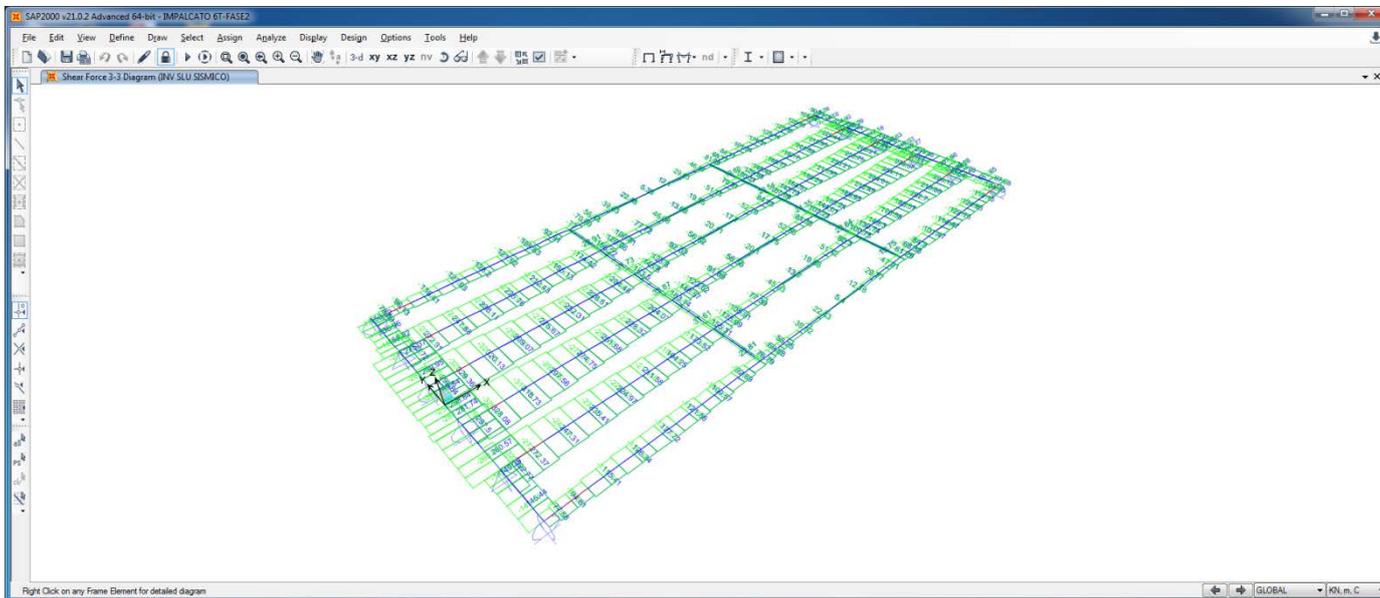


Figura 44: Taglio V33 Combo INVSLU SISMICO - FASE 2

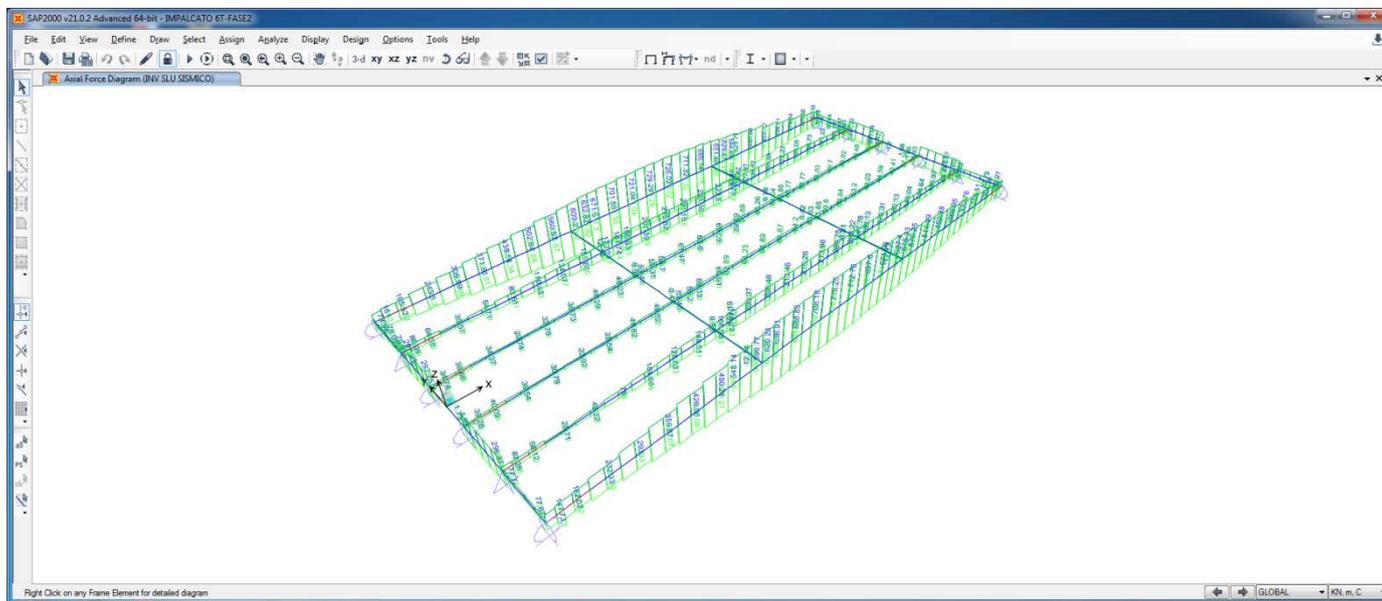


Figura 45: Sforzo assiale P Combo INVSLU SISMICO - FASE 2

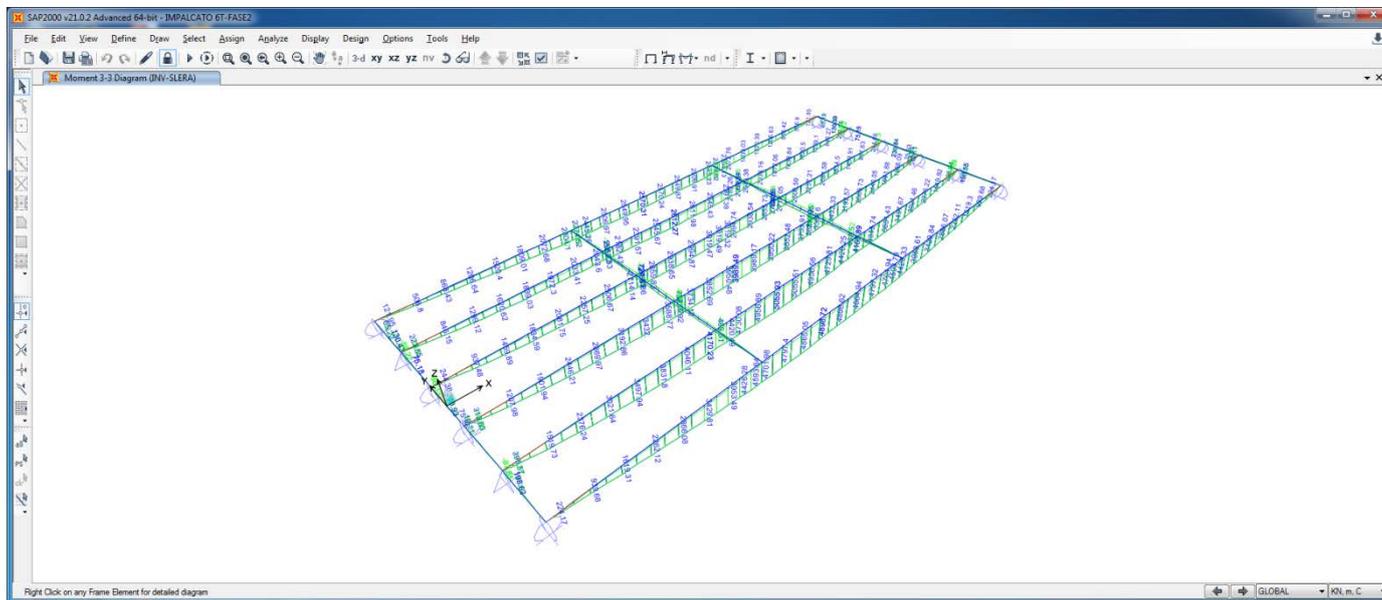


Figura 46: Momento flettente M33 Combo INVSLERA - FASE 2

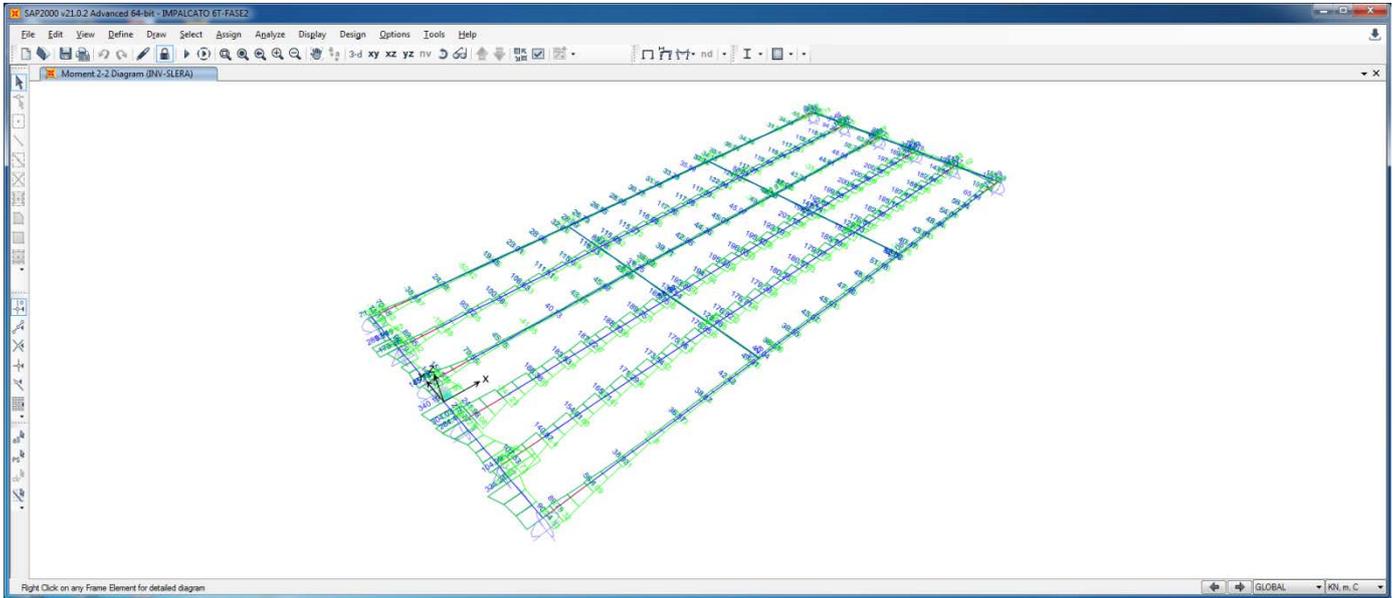


Figura 47: Momento flettente M22 Combo INVSLEA - FASE 2

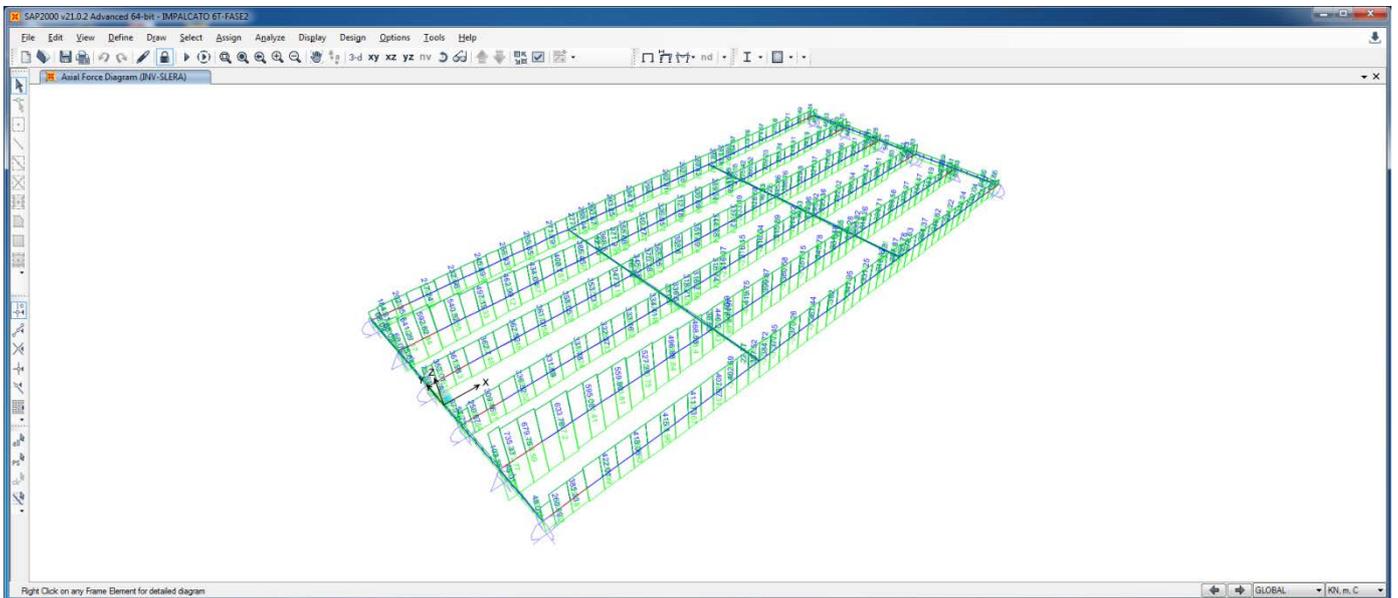


Figura 48: Sforzo assiale P Combo INVSLEA - FASE 2

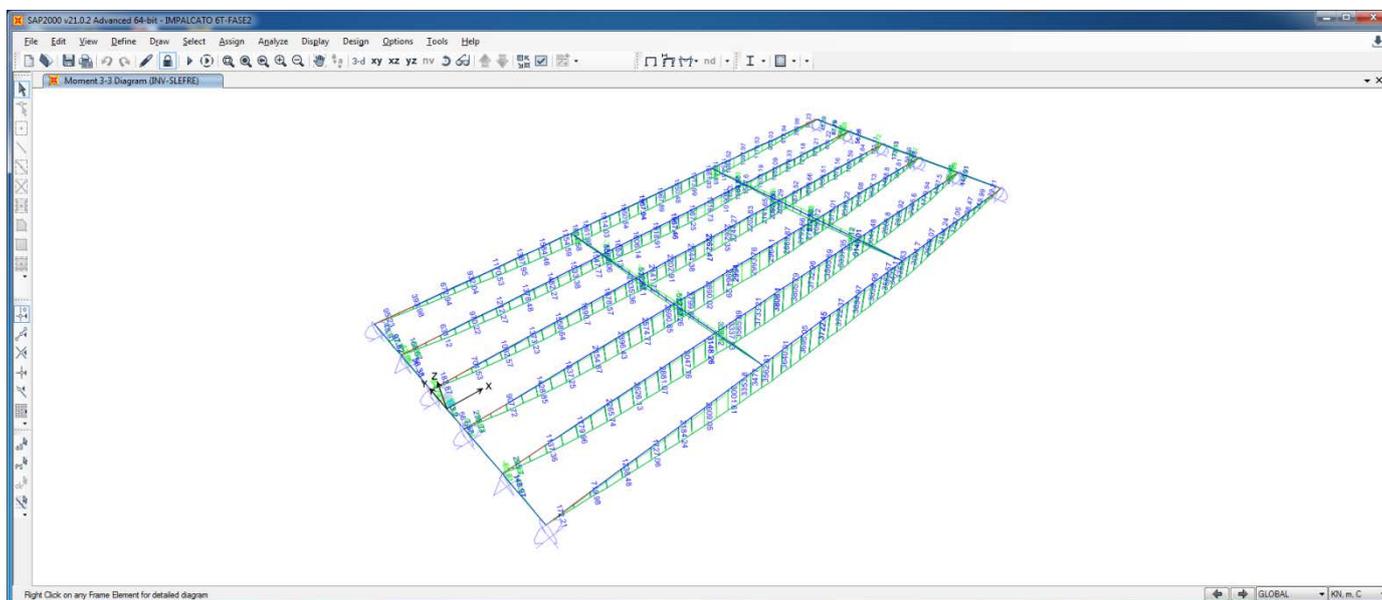


Figura 49: Momento flettente M33 Combo INVSLEFRE - FASE 2

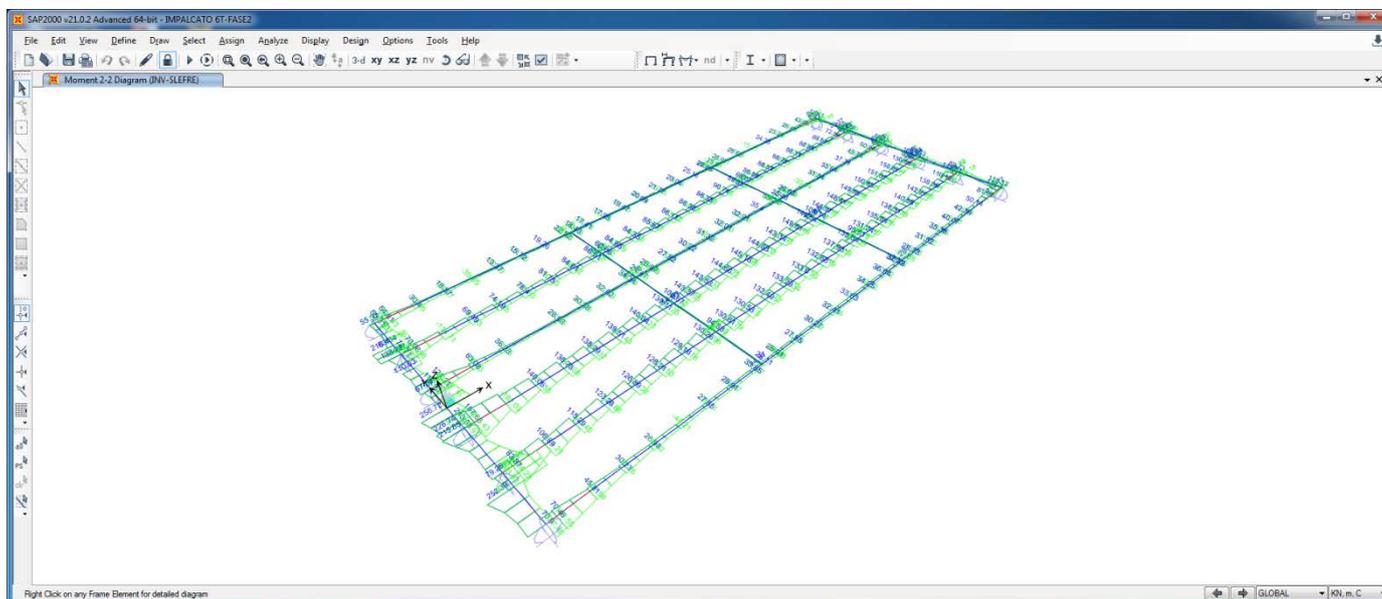


Figura 50: Momento flettente M22 Combo INVSLEFRE - FASE 2

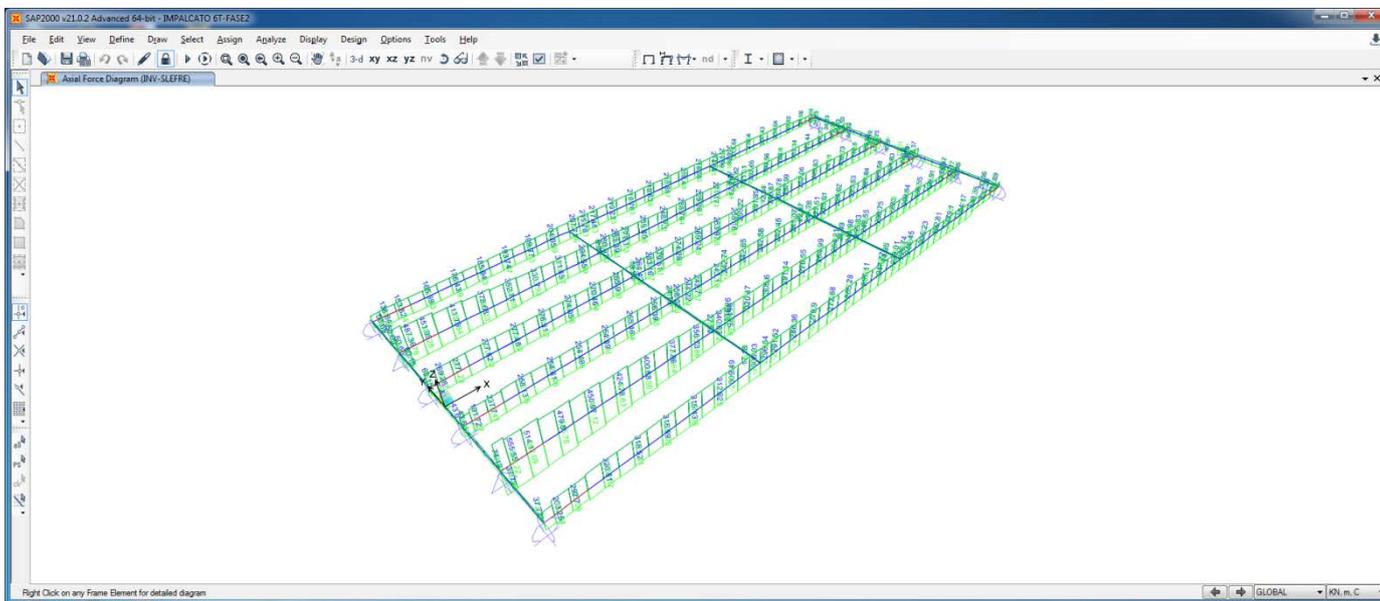


Figura 51: Sforzo assiale P Combo INV-SLEFRE - FASE 2

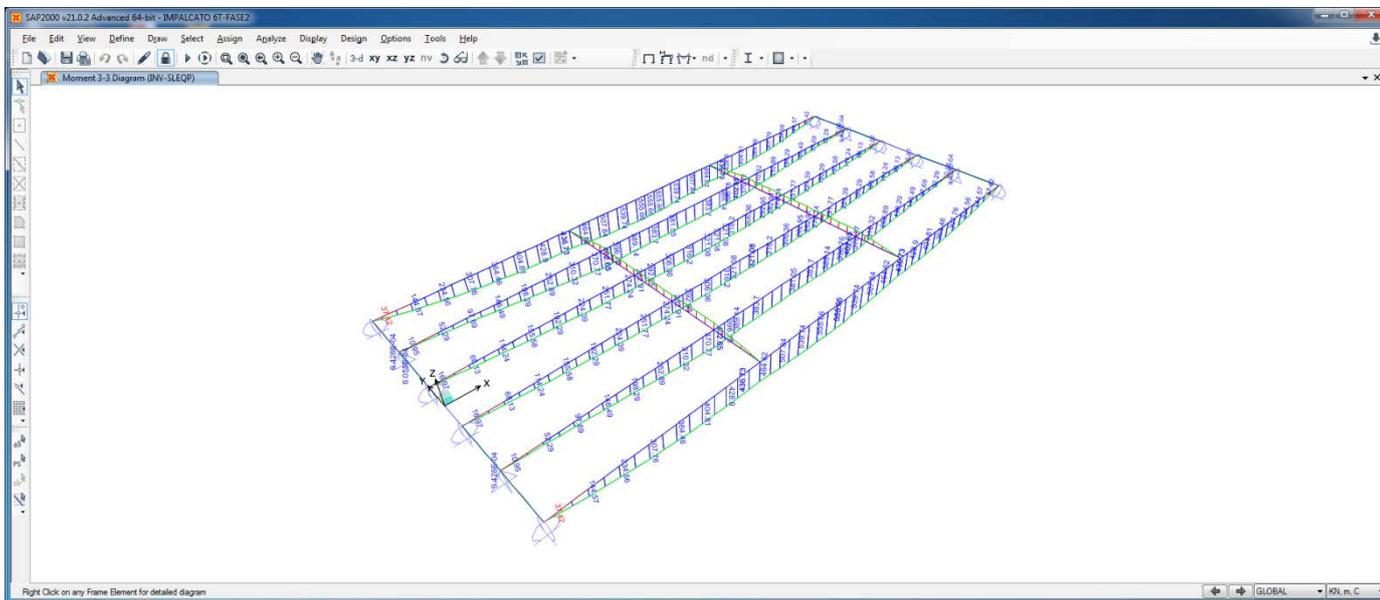


Figura 52: Momento flettente M33 Combo INV-SLEQP - FASE 2

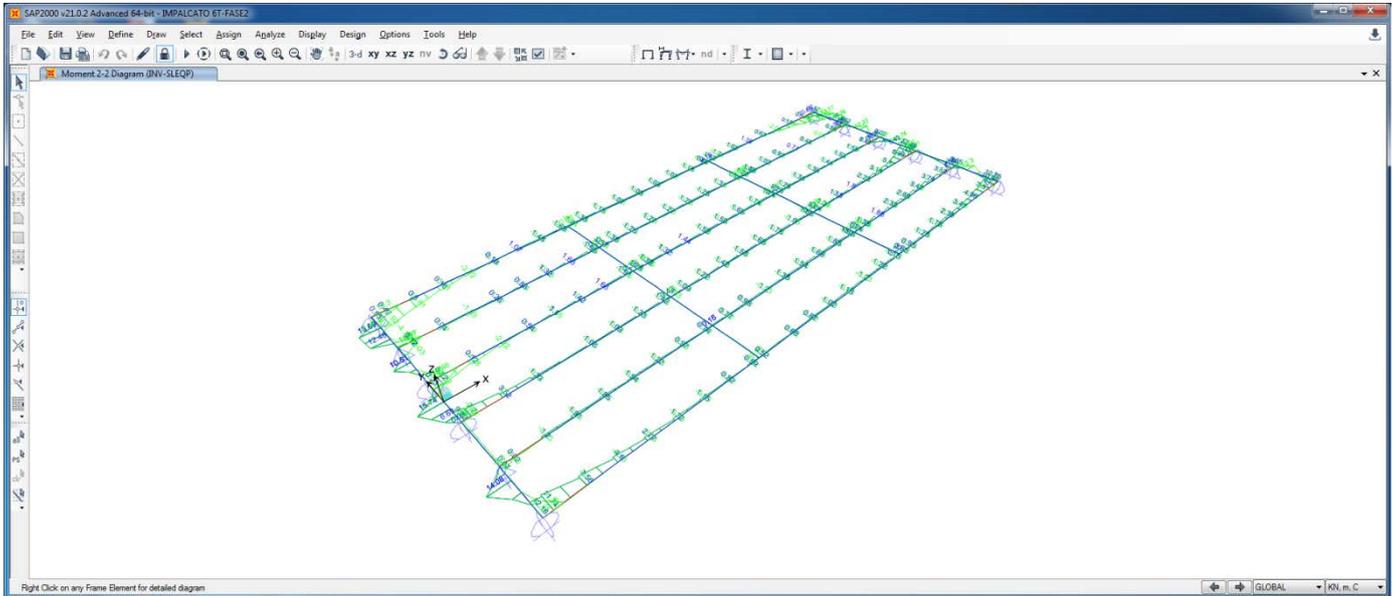


Figura 53: Momento flettente M22 Combo INVSLEQP - FASE 2

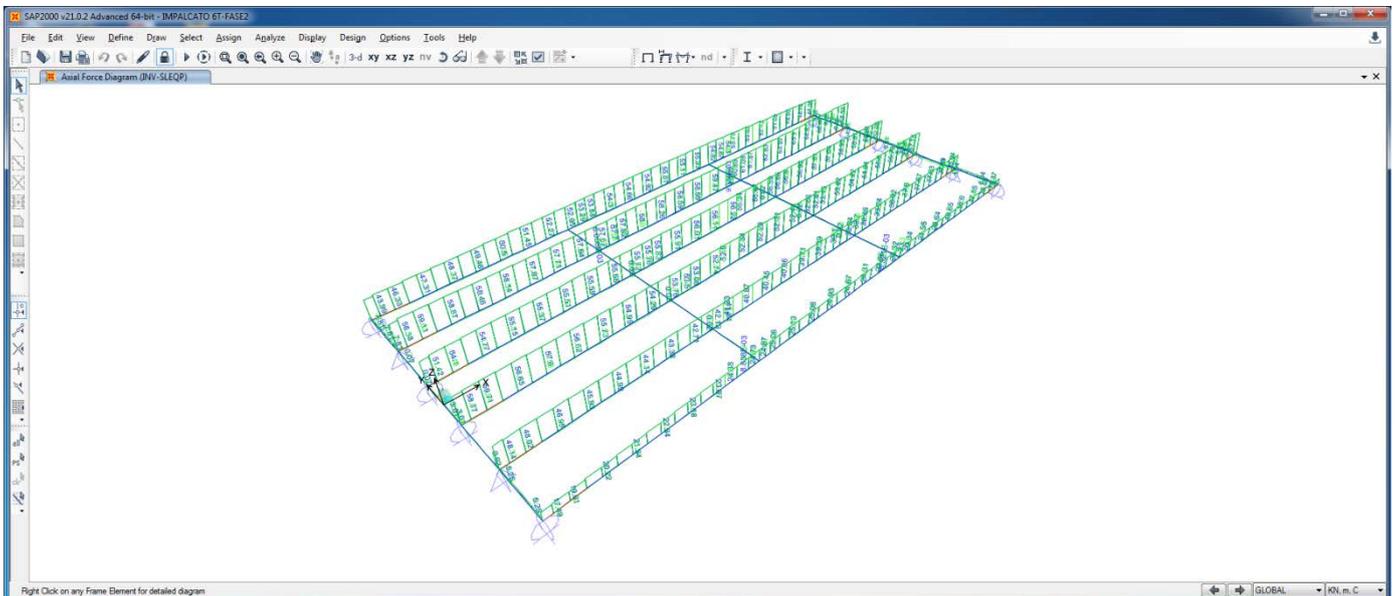
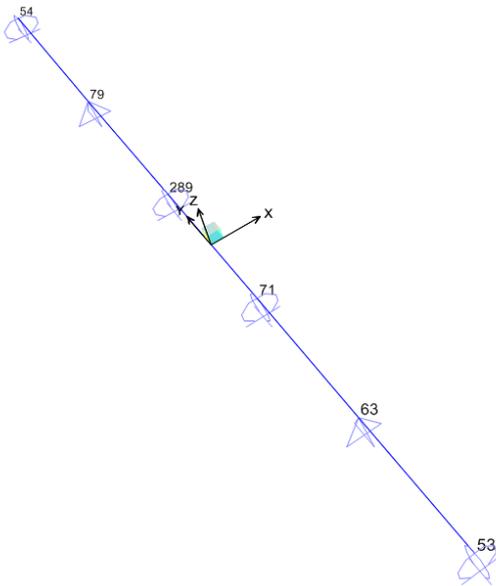


Figura 54: Sforzo assiale P Combo INVSLEQP - FASE 2

9.7 REAZIONI MASSIME AGLI APPOGGI

Con riferimento alla figura seguente si riportano gli scarichi massimi dell'impalcato agenti sulla spalla fissa:



SPALLA - LATO APPOGGI FISSI

FASE 1

TABLE: Joint Reactions SLU-01

Joint	OutputCase	CaseType	F1	F2	F3
Text	Text	Text	KN	KN	KN
53	SLU-01	Combination	0	0	779.592
54	SLU-01	Combination	0	0	779.592
63	SLU-01	Combination	0	0	783.635
71	SLU-01	Combination	0	0	769.687
79	SLU-01	Combination	0	0	783.635
289	SLU-01	Combination	0	0	769.687

TABLE: Joint Reactions SLE

Joint	OutputCase	CaseType	F1	F2	F3
Text	Text	Text	KN	KN	KN
53	SLE	Combination	0	0	545.632
54	SLE	Combination	0	0	545.632
63	SLE	Combination	0	0	553.125
71	SLE	Combination	0	0	543.153
79	SLE	Combination	0	0	553.125
289	SLE	Combination	0	0	543.153

Viadotto NW03-04
 Relazione di calcolo impalcato

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
RS3H	03	D 78	CL NW0008 001	A	80 di 265

FASE 2

TABLE: Joint Reactions INV SLU STR

Joint	OutputCase	CaseType	StepType	F1	F2	F3
Text	Text	Text	Text	KN	KN	KN
53	INV SLU STR	Combination	Max	0	0	1032.202
53	INV SLU STR	Combination	Min	0	0	158.647
54	INV SLU STR	Combination	Max	0	0	571.57
54	INV SLU STR	Combination	Min	0	0	120.155
63	INV SLU STR	Combination	Max	1181.167	94.386	1804.832
63	INV SLU STR	Combination	Min	-957.858	-291.567	-43.132
71	INV SLU STR	Combination	Max	0	0	1454.049
71	INV SLU STR	Combination	Min	0	0	-56.931
79	INV SLU STR	Combination	Max	783.519	135.37	1024.753
79	INV SLU STR	Combination	Min	-1006.83	-216.433	-41.617
289	INV SLU STR	Combination	Max	0	0	1131
289	INV SLU STR	Combination	Min	0	0	20.993

FASE 1 + FASE 2

TABLE: Joint Reactions

Joint	OutputCase	F1	F2	F3
Text	Text	KN	KN	KN
53	G1+G2	0.0	0.0	-670.4
54	G1+G2	0.0	0.0	-670.4
63	G1+G2	0.0	0.0	-589.6
71	G1+G2	0.0	0.0	-599.7
79	G1+G2	0.0	0.0	-589.6
289	G1+G2	0.0	0.0	-599.7

SPALLA FISSA

SOMMA F3	PESO TOT	a_max	N° FISSI	F1 MAX	F2 MAX
3719.4	7438.8	0.58	2	2157.3	1078.6

TABLE: Joint Reactions INV SLU SISMICO

Joint	OutputCase	CaseType	StepType	F1	F2	F3
Text	Text	Text	Text	KN	KN	KN
53	INV SLU SISMICO	Combination	Max	0	0	336.921
53	INV SLU SISMICO	Combination	Min	0	0	-87.458
54	INV SLU SISMICO	Combination	Max	0	0	337.129
54	INV SLU SISMICO	Combination	Min	0	0	-87.665
63	INV SLU SISMICO	Combination	Max	2157.264	1078.6318	224.887
63	INV SLU SISMICO	Combination	Min	-2157.26	-1078.632	-151.861
71	INV SLU SISMICO	Combination	Max	0	0	242.195
71	INV SLU SISMICO	Combination	Min	0	0	-129.084
79	INV SLU SISMICO	Combination	Max	2157.264	1078.6318	225.207
79	INV SLU SISMICO	Combination	Min	-2157.26	-1078.632	-152.181
289	INV SLU SISMICO	Combination	Max	0	0	242.359
289	INV SLU SISMICO	Combination	Min	0	0	-129.249

TABLE: Joint Reactions INV-SLERA

Joint	OutputCase	CaseType	StepType	F1	F2	F3
Text	Text	Text	Text	KN	KN	KN
53	INV-SLERA	Combination	Max	0	0	748.131
53	INV-SLERA	Combination	Min	0	0	148.169
54	INV-SLERA	Combination	Max	0	0	406.767
54	INV-SLERA	Combination	Min	0	0	72.386
63	INV-SLERA	Combination	Max	879.339	69.367	1331.017
63	INV-SLERA	Combination	Min	-702.481	-215.814	-37.846
71	INV-SLERA	Combination	Max	0	0	1068.961
71	INV-SLERA	Combination	Min	0	0	-50.283
79	INV-SLERA	Combination	Max	573.341	103.744	753.068
79	INV-SLERA	Combination	Min	-750.199	-155.428	-36.835
289	INV-SLERA	Combination	Max	0	0	829.184
289	INV-SLERA	Combination	Min	0	0	9.644

Viadotto NW03-04
 Relazione di calcolo impalcato

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
RS3H	03	D 78	CL NW0008 001	A	81 di 265

TABLE: Joint Reactions INV-SLEFRE

Joint	OutputCase	CaseType	StepType	F1	F2	F3
Text	Text	Text	Text	KN	KN	KN
53	INV-SLEFRE	Combination	Max	0	0	574.703
53	INV-SLEFRE	Combination	Min	0	0	124.732
54	INV-SLEFRE	Combination	Max	0	0	317.637
54	INV-SLEFRE	Combination	Min	0	0	66.851
63	INV-SLEFRE	Combination	Max	661.581	61.076	994.977
63	INV-SLEFRE	Combination	Min	-526.766	-153.342	-31.67
71	INV-SLEFRE	Combination	Max	0	0	803.52
71	INV-SLEFRE	Combination	Min	0	0	-35.913
79	INV-SLEFRE	Combination	Max	429.911	86.371	560.758
79	INV-SLEFRE	Combination	Min	-564.726	-109.075	-31.67
289	INV-SLEFRE	Combination	Max	0	0	620.436
289	INV-SLEFRE	Combination	Min	0	0	5.782

TABLE: Joint Reactions INV-SLEQP

Joint	OutputCase	CaseType	StepType	F1	F2	F3
Text	Text	Text	Text	KN	KN	KN
53	INV-SLEQP	Combination	Max	0	0	124.732
53	INV-SLEQP	Combination	Min	0	0	124.732
54	INV-SLEQP	Combination	Max	0	0	124.732
54	INV-SLEQP	Combination	Min	0	0	124.732
63	INV-SLEQP	Combination	Max	0.529	5.186	36.513
63	INV-SLEQP	Combination	Min	-19.296	-0.142	36.513
71	INV-SLEQP	Combination	Max	0	0	56.555
71	INV-SLEQP	Combination	Min	0	0	56.555
79	INV-SLEQP	Combination	Max	19.296	0.284	36.513
79	INV-SLEQP	Combination	Min	-0.529	-10.382	36.513
289	INV-SLEQP	Combination	Max	0	0	56.555
289	INV-SLEQP	Combination	Min	0	0	56.555

SCARICHI FINALI

FASE 1 + FASE 2

TABLE: Joint Reactions

Joint	OutputCase	F1	F2	F3
Text	Text	KN	KN	KN
53	INV SLU STR	0.0	0.0	-1811.8
54	INV SLU STR	0.0	0.0	-1351.2
63	INV SLU STR	1181.2	291.6	-2588.5
71	INV SLU STR	0.0	0.0	-2223.7
79	INV SLU STR	1006.8	216.4	-1808.4
289	INV SLU STR	0.0	0.0	-1900.7

TABLE: Joint Reactions

Joint	OutputCase	F1	F2	F3
Text	Text	KN	KN	KN
53	INV SLU SISMICO	0.0	0.0	-882.6
54	INV SLU SISMICO	0.0	0.0	-882.8
63	INV SLU SISMICO	2157.3	1078.6	-778.0
71	INV SLU SISMICO	0.0	0.0	-785.3
79	INV SLU SISMICO	2157.3	1078.6	-778.3
289	INV SLU SISMICO	0.0	0.0	-785.5

Viadotto NW03-04
 Relazione di calcolo impalcato

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
RS3H	03	D 78	CL NW0008 001	A	82 di 265

TABLE: Joint Reactions

Joint	OutputCase	F1	F2	F3
Text	Text	KN	KN	KN
53	INV-SLERA	0.0	0.0	-1293.8
54	INV-SLERA	0.0	0.0	-952.4
63	INV-SLERA	879.3	215.8	-1884.1
71	INV-SLERA	0.0	0.0	-1612.1
79	INV-SLERA	750.2	155.4	-1306.2
289	INV-SLERA	0.0	0.0	-1372.3

TABLE: Joint Reactions

Joint	OutputCase	F1	F2	F3
Text	Text	KN	KN	KN
53	INV-SLEFRE	0.0	0.0	-1120.3
54	INV-SLEFRE	0.0	0.0	-863.3
63	INV-SLEFRE	661.6	153.3	-1548.1
71	INV-SLEFRE	0.0	0.0	-1346.7
79	INV-SLEFRE	564.7	109.1	-1113.9
289	INV-SLEFRE	0.0	0.0	-1163.6

TABLE: Joint Reactions

Joint	OutputCase	F1	F2	F3
Text	Text	KN	KN	KN
53	INV-SLEQP	0.0	0.0	-670.4
54	INV-SLEQP	0.0	0.0	-670.4
63	INV-SLEQP	19.3	5.2	-589.6
71	INV-SLEQP	0.0	0.0	-599.7
79	INV-SLEQP	19.3	10.4	-589.6
289	INV-SLEQP	0.0	0.0	-599.7

PILA - LATO APPOGGI MOBILI UNIDIREZIONALI

FASE 1

TABLE: Joint Reactions SLU-01

Joint	OutputCase	CaseType	F1	F2	F3
Text	Text	Text	KN	KN	KN
51	SLU-01	Combination	0	0	779.592
52	SLU-01	Combination	0	0	779.592
65	SLU-01	Combination	0	0	783.635
73	SLU-01	Combination	0	0	769.687
81	SLU-01	Combination	0	0	783.635
290	SLU-01	Combination	0	0	769.687

TABLE: Joint Reactions SLE

Joint	OutputCase	CaseType	F1	F2	F3
Text	Text	Text	KN	KN	KN
51	SLE	Combination	0	0	545.632
52	SLE	Combination	0	0	545.632
65	SLE	Combination	0	0	553.125
73	SLE	Combination	0	0	543.153
81	SLE	Combination	0	0	553.125
290	SLE	Combination	0	0	543.153

FASE 2

TABLE: Joint Reactions INV SLU STR

Joint	OutputCase	CaseType	StepType	F1	F2	F3
Text	Text	Text	Text	KN	KN	KN
51	INV SLU STR	Combination	Max	0	0	1032.206
51	INV SLU STR	Combination	Min	0	0	158.647
52	INV SLU STR	Combination	Max	0	0	571.567
52	INV SLU STR	Combination	Min	0	0	120.149
65	INV SLU STR	Combination	Max	0	264.361	1804.854
65	INV SLU STR	Combination	Min	0	-90.823	-43.079
73	INV SLU STR	Combination	Max	0	0	1454.063
73	INV SLU STR	Combination	Min	0	0	-56.877
81	INV SLU STR	Combination	Max	0	134.966	1024.769
81	INV SLU STR	Combination	Min	0	-187.597	-41.563
290	INV SLU STR	Combination	Max	0	0	1131.009
290	INV SLU STR	Combination	Min	0	0	20.954

FASE 1 + FASE 2

TABLE: Joint Reactions

Joint	OutputCase	F1	F2	F3
Text	Text	KN	KN	KN
51	G1+G2	0.0	0.0	-670.4
52	G1+G2	0.0	0.0	-670.4
65	G1+G2	0.0	0.0	-589.6
73	G1+G2	0.0	0.0	-599.7
81	G1+G2	0.0	0.0	-589.6
290	G1+G2	0.0	0.0	-599.7

SOMMA F3	PESO TOT	a_max_X	a_max_Y	N° FISSI	N° UNI	F1 MAX	F2 MAX
3719.4	7438.8	0.63	0.57	2	4	2343.2	1060.0

TABLE: Joint Reactions INV SLU SISMICO

Joint	OutputCase	CaseType	StepType	F1	F2	F3
Text	Text	Text	Text	KN	KN	KN
51	INV SLU SISMICO	Combination	Max	0	0	336.921
51	INV SLU SISMICO	Combination	Min	0	0	-87.458
52	INV SLU SISMICO	Combination	Max	0	0	337.129
52	INV SLU SISMICO	Combination	Min	0	0	-87.666
65	INV SLU SISMICO	Combination	Max	0	1060	224.887
65	INV SLU SISMICO	Combination	Min	0	-1060	-151.861
73	INV SLU SISMICO	Combination	Max	0	0	242.195
73	INV SLU SISMICO	Combination	Min	0	0	-129.084
81	INV SLU SISMICO	Combination	Max	0	1060	225.206
81	INV SLU SISMICO	Combination	Min	0	-1060	-152.18
290	INV SLU SISMICO	Combination	Max	0	0	242.359
290	INV SLU SISMICO	Combination	Min	0	0	-129.249

Viadotto NW03-04
 Relazione di calcolo impalcato

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
RS3H	03	D 78	CL NW0008 001	A	84 di 265

TABLE: Joint Reactions INV-SLERA

Joint	OutputCase	CaseType	StepType	F1	F2	F3
Text	Text	Text	Text	KN	KN	KN
51	INV-SLERA	Combination	Max	0	0	748.134
51	INV-SLERA	Combination	Min	0	0	148.169
52	INV-SLERA	Combination	Max	0	0	406.766
52	INV-SLERA	Combination	Min	0	0	72.382
65	INV-SLERA	Combination	Max	0	193.379	1331.033
65	INV-SLERA	Combination	Min	0	-68.299	-37.806
73	INV-SLERA	Combination	Max	0	0	1068.971
73	INV-SLERA	Combination	Min	0	0	-50.243
81	INV-SLERA	Combination	Max	0	102.26	753.08
81	INV-SLERA	Combination	Min	0	-135.965	-36.796
290	INV-SLERA	Combination	Max	0	0	829.191
290	INV-SLERA	Combination	Min	0	0	9.666

TABLE: Joint Reactions INV-SLEFRE

Joint	OutputCase	CaseType	StepType	F1	F2	F3
Text	Text	Text	Text	KN	KN	KN
51	INV-SLEFRE	Combination	Max	0	0	574.705
51	INV-SLEFRE	Combination	Min	0	0	124.732
52	INV-SLEFRE	Combination	Max	0	0	317.638
52	INV-SLEFRE	Combination	Min	0	0	66.851
65	INV-SLEFRE	Combination	Max	0	154.059	994.99
65	INV-SLEFRE	Combination	Min	0	-43.265	-31.64
73	INV-SLEFRE	Combination	Max	0	0	803.527
73	INV-SLEFRE	Combination	Min	0	0	-35.883
81	INV-SLEFRE	Combination	Max	0	84.698	560.767
81	INV-SLEFRE	Combination	Min	0	-94.503	-31.64
290	INV-SLEFRE	Combination	Max	0	0	620.441
290	INV-SLEFRE	Combination	Min	0	0	5.798

TABLE: Joint Reactions INV-SLEQP

Joint	OutputCase	CaseType	StepType	F1	F2	F3
Text	Text	Text	Text	KN	KN	KN
51	INV-SLEQP	Combination	Max	0	0	124.732
51	INV-SLEQP	Combination	Min	0	0	124.732
52	INV-SLEQP	Combination	Max	0	0	124.732
52	INV-SLEQP	Combination	Min	0	0	124.732
65	INV-SLEQP	Combination	Max	0	10.381	36.513
65	INV-SLEQP	Combination	Min	0	-0.284	36.513
73	INV-SLEQP	Combination	Max	0	0	56.555
73	INV-SLEQP	Combination	Min	0	0	56.555
81	INV-SLEQP	Combination	Max	0	0.142	36.513
81	INV-SLEQP	Combination	Min	0	-5.186	36.513
290	INV-SLEQP	Combination	Max	0	0	56.555
290	INV-SLEQP	Combination	Min	0	0	56.555

SCARICHI FINALI

FASE 1 + FASE 2

TABLE: Joint Reactions

Joint	OutputCase	F1	F2	F3
Text	Text	KN	KN	KN
51	INV SLU STR	0.0	0.0	-1811.8
52	INV SLU STR	0.0	0.0	-1351.2
65	INV SLU STR	0.0	264.4	-2588.5
73	INV SLU STR	0.0	0.0	-2223.8
81	INV SLU STR	0.0	187.6	-1808.4
290	INV SLU STR	0.0	0.0	-1900.7

TABLE: Joint Reactions

Joint	OutputCase	F1	F2	F3
Text	Text	KN	KN	KN
51	INV SLU SISMICO	0.0	0.0	-882.6
52	INV SLU SISMICO	0.0	0.0	-882.8
65	INV SLU SISMICO	0.0	1060.0	-778.0
73	INV SLU SISMICO	0.0	0.0	-785.3
81	INV SLU SISMICO	0.0	1060.0	-778.3
290	INV SLU SISMICO	0.0	0.0	-785.5

TABLE: Joint Reactions

Joint	OutputCase	F1	F2	F3
Text	Text	KN	KN	KN
51	INV-SLERA	0.0	0.0	-1293.8
52	INV-SLERA	0.0	0.0	-952.4
65	INV-SLERA	0.0	193.4	-1884.2
73	INV-SLERA	0.0	0.0	-1612.1
81	INV-SLERA	0.0	136.0	-1306.2
290	INV-SLERA	0.0	0.0	-1372.3

TABLE: Joint Reactions

Joint	OutputCase	F1	F2	F3
Text	Text	KN	KN	KN
51	INV-SLEFRE	0.0	0.0	-1120.3
52	INV-SLEFRE	0.0	0.0	-863.3
65	INV-SLEFRE	0.0	154.1	-1548.1
73	INV-SLEFRE	0.0	0.0	-1346.7
81	INV-SLEFRE	0.0	94.5	-1113.9
290	INV-SLEFRE	0.0	0.0	-1163.6

TABLE: Joint Reactions

Joint	OutputCase	F1	F2	F3
Text	Text	KN	KN	KN
51	INV-SLEQP	0.0	0.0	-670.4
52	INV-SLEQP	0.0	0.0	-670.4
65	INV-SLEQP	0.0	10.4	-589.6
73	INV-SLEQP	0.0	0.0	-599.7
81	INV-SLEQP	0.0	5.2	-589.6
290	INV-SLEQP	0.0	0.0	-599.7

PILA - LATO APPOGGI FISSI

FASE 1

TABLE: Joint Reactions SLU-01

Joint	OutputCase	CaseType	F1	F2	F3
Text	Text	Text	KN	KN	KN
53	SLU-01	Combination	0	0	779.592
54	SLU-01	Combination	0	0	779.592
63	SLU-01	Combination	0	0	783.635
71	SLU-01	Combination	0	0	769.687
79	SLU-01	Combination	0	0	783.635
289	SLU-01	Combination	0	0	769.687

TABLE: Joint Reactions SLE

Joint	OutputCase	CaseType	F1	F2	F3
Text	Text	Text	KN	KN	KN
53	SLE	Combination	0	0	545.632
54	SLE	Combination	0	0	545.632
63	SLE	Combination	0	0	553.125
71	SLE	Combination	0	0	543.153
79	SLE	Combination	0	0	553.125
289	SLE	Combination	0	0	543.153

FASE 2

TABLE: Joint Reactions INV SLU STR

Joint	OutputCase	CaseType	StepType	F1	F2	F3
Text	Text	Text	Text	KN	KN	KN
53	INV SLU STR	Combination	Max	0	0	1032.202
53	INV SLU STR	Combination	Min	0	0	158.647
54	INV SLU STR	Combination	Max	0	0	571.57
54	INV SLU STR	Combination	Min	0	0	120.155
63	INV SLU STR	Combination	Max	1181.167	94.386	1804.832
63	INV SLU STR	Combination	Min	-957.858	-291.567	-43.132
71	INV SLU STR	Combination	Max	0	0	1454.049
71	INV SLU STR	Combination	Min	0	0	-56.931
79	INV SLU STR	Combination	Max	783.519	135.37	1024.753
79	INV SLU STR	Combination	Min	-1006.83	-216.433	-41.617
289	INV SLU STR	Combination	Max	0	0	1131
289	INV SLU STR	Combination	Min	0	0	20.993

FASE 1 + FASE 2

TABLE: Joint Reactions

Joint	OutputCase	F1	F2	F3
Text	Text	KN	KN	KN
51	G1+G2	0.0	0.0	-670.4
52	G1+G2	0.0	0.0	-670.4
65	G1+G2	0.0	0.0	-589.6
73	G1+G2	0.0	0.0	-599.7
81	G1+G2	0.0	0.0	-589.6
290	G1+G2	0.0	0.0	-599.7

SOMMA F3	PESO TOT	a_max_X	a_max_Y	N° FISSI	N° UNI	F1 MAX	F2 MAX
3719.4	7438.8	0.63	0.57	2	4	2343.2	1060.0

Viadotto NW03-04
 Relazione di calcolo impalcato

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
RS3H	03	D 78	CL NW0008 001	A	87 di 265

TABLE: Joint Reactions INV SLU SISMICO

Joint	OutputCase	CaseType	StepType	F1	F2	F3
Text	Text	Text	Text	KN	KN	KN
53	INV SLU SISMICO	Combination	Max	0	0	336.921
53	INV SLU SISMICO	Combination	Min	0	0	-87.458
54	INV SLU SISMICO	Combination	Max	0	0	337.129
54	INV SLU SISMICO	Combination	Min	0	0	-87.665
63	INV SLU SISMICO	Combination	Max	2343.235	1060.0347	224.887
63	INV SLU SISMICO	Combination	Min	-2343.23	-1060.035	-151.861
71	INV SLU SISMICO	Combination	Max	0	0	242.195
71	INV SLU SISMICO	Combination	Min	0	0	-129.084
79	INV SLU SISMICO	Combination	Max	2343.235	1060.0347	225.207
79	INV SLU SISMICO	Combination	Min	-2343.23	-1060.035	-152.181
289	INV SLU SISMICO	Combination	Max	0	0	242.359
289	INV SLU SISMICO	Combination	Min	0	0	-129.249

TABLE: Joint Reactions INV-SLERA

Joint	OutputCase	CaseType	StepType	F1	F2	F3
Text	Text	Text	Text	KN	KN	KN
53	INV-SLERA	Combination	Max	0	0	748.131
53	INV-SLERA	Combination	Min	0	0	148.169
54	INV-SLERA	Combination	Max	0	0	406.767
54	INV-SLERA	Combination	Min	0	0	72.386
63	INV-SLERA	Combination	Max	879.339	69.367	1331.017
63	INV-SLERA	Combination	Min	-702.481	-215.814	-37.846
71	INV-SLERA	Combination	Max	0	0	1068.961
71	INV-SLERA	Combination	Min	0	0	-50.283
79	INV-SLERA	Combination	Max	573.341	103.744	753.068
79	INV-SLERA	Combination	Min	-750.199	-155.428	-36.835
289	INV-SLERA	Combination	Max	0	0	829.184
289	INV-SLERA	Combination	Min	0	0	9.644

TABLE: Joint Reactions INV-SLEFRE

Joint	OutputCase	CaseType	StepType	F1	F2	F3
Text	Text	Text	Text	KN	KN	KN
53	INV-SLEFRE	Combination	Max	0	0	574.703
53	INV-SLEFRE	Combination	Min	0	0	124.732
54	INV-SLEFRE	Combination	Max	0	0	317.637
54	INV-SLEFRE	Combination	Min	0	0	66.851
63	INV-SLEFRE	Combination	Max	661.581	61.076	994.977
63	INV-SLEFRE	Combination	Min	-526.766	-153.342	-31.67
71	INV-SLEFRE	Combination	Max	0	0	803.52
71	INV-SLEFRE	Combination	Min	0	0	-35.913
79	INV-SLEFRE	Combination	Max	429.911	86.371	560.758
79	INV-SLEFRE	Combination	Min	-564.726	-109.075	-31.67
289	INV-SLEFRE	Combination	Max	0	0	620.436
289	INV-SLEFRE	Combination	Min	0	0	5.782

TABLE: Joint Reactions INV-SLEQP

Joint	OutputCase	CaseType	StepType	F1	F2	F3
Text	Text	Text	Text	KN	KN	KN
53	INV-SLEQP	Combination	Max	0	0	124.732
53	INV-SLEQP	Combination	Min	0	0	124.732
54	INV-SLEQP	Combination	Max	0	0	124.732
54	INV-SLEQP	Combination	Min	0	0	124.732
63	INV-SLEQP	Combination	Max	0.529	5.186	36.513
63	INV-SLEQP	Combination	Min	-19.296	-0.142	36.513
71	INV-SLEQP	Combination	Max	0	0	56.555
71	INV-SLEQP	Combination	Min	0	0	56.555
79	INV-SLEQP	Combination	Max	19.296	0.284	36.513
79	INV-SLEQP	Combination	Min	-0.529	-10.382	36.513
289	INV-SLEQP	Combination	Max	0	0	56.555
289	INV-SLEQP	Combination	Min	0	0	56.555

Viadotto NW03-04
 Relazione di calcolo impalcato

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
RS3H	03	D 78	CL NW0008 001	A	88 di 265

SCARICHI FINALI

FASE 1 + FASE 2

TABLE: Joint Reactions

Joint	OutputCase	F1	F2	F3
Text	Text	KN	KN	KN
53	INV SLU STR	0.0	0.0	-1811.8
54	INV SLU STR	0.0	0.0	-1351.2
63	INV SLU STR	1181.2	291.6	-2588.5
71	INV SLU STR	0.0	0.0	-2223.7
79	INV SLU STR	1006.8	216.4	-1808.4
289	INV SLU STR	0.0	0.0	-1900.7

TABLE: Joint Reactions

Joint	OutputCase	F1	F2	F3
Text	Text	KN	KN	KN
53	INV SLU SISMICO	0.0	0.0	-882.6
54	INV SLU SISMICO	0.0	0.0	-882.8
63	INV SLU SISMICO	2343.2	1060.0	-778.0
71	INV SLU SISMICO	0.0	0.0	-785.3
79	INV SLU SISMICO	2343.2	1060.0	-778.3
289	INV SLU SISMICO	0.0	0.0	-785.5

TABLE: Joint Reactions

Joint	OutputCase	F1	F2	F3
Text	Text	KN	KN	KN
53	INV-SLERA	0.0	0.0	-1293.8
54	INV-SLERA	0.0	0.0	-952.4
63	INV-SLERA	879.3	215.8	-1884.1
71	INV-SLERA	0.0	0.0	-1612.1
79	INV-SLERA	750.2	155.4	-1306.2
289	INV-SLERA	0.0	0.0	-1372.3

TABLE: Joint Reactions

Joint	OutputCase	F1	F2	F3
Text	Text	KN	KN	KN
53	INV-SLEFRE	0.0	0.0	-1120.3
54	INV-SLEFRE	0.0	0.0	-863.3
63	INV-SLEFRE	661.6	153.3	-1548.1
71	INV-SLEFRE	0.0	0.0	-1346.7
79	INV-SLEFRE	564.7	109.1	-1113.9
289	INV-SLEFRE	0.0	0.0	-1163.6

TABLE: Joint Reactions

Joint	OutputCase	F1	F2	F3
Text	Text	KN	KN	KN
53	INV-SLEQP	0.0	0.0	-670.4
54	INV-SLEQP	0.0	0.0	-670.4
63	INV-SLEQP	19.3	5.2	-589.6
71	INV-SLEQP	0.0	0.0	-599.7
79	INV-SLEQP	19.3	10.4	-589.6
289	INV-SLEQP	0.0	0.0	-599.7

9.8 VERIFICA DEFORMABILITÀ IMPALCATO

La deformazione è verificata secondo i criteri contenuti nel paragrafo 2.6.2.2.3 delle norme RFI DTC SI PS MA IFS 001 C. La verifica è soddisfatta se sotto l'azione dei carichi accidentali (valori caratteristici) la freccia in mezzeria è inferiore a $L/700$.

Si riporta la deformata dovuta ai carichi accidentali.

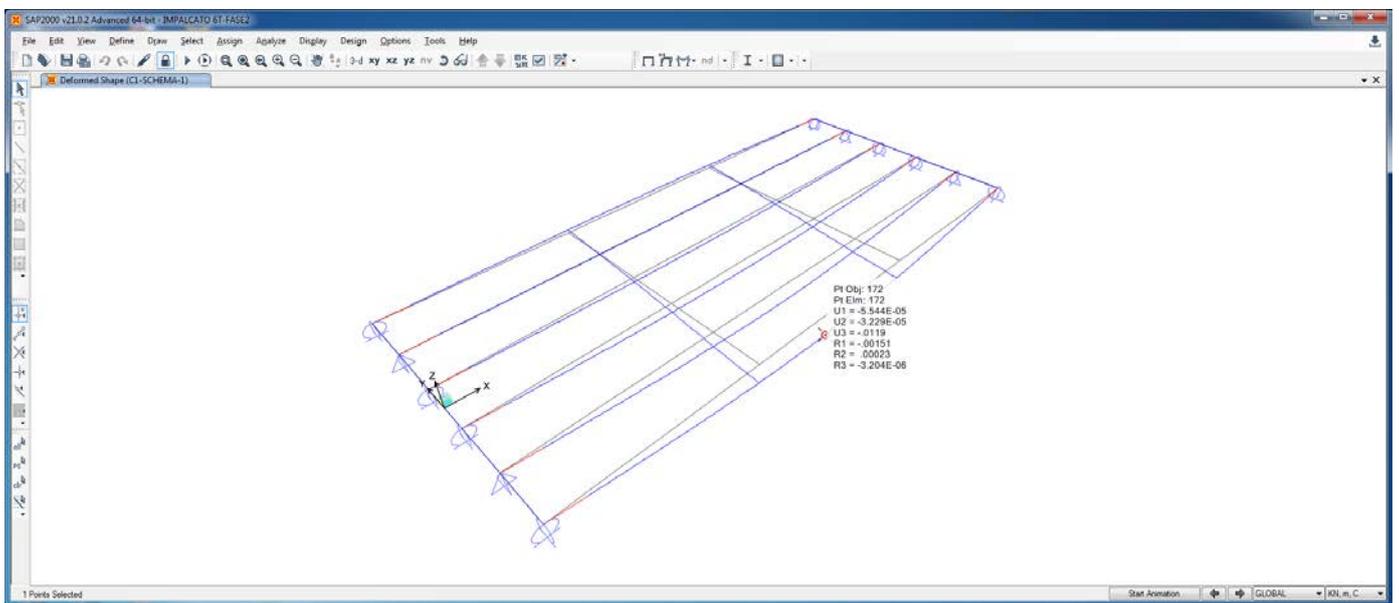
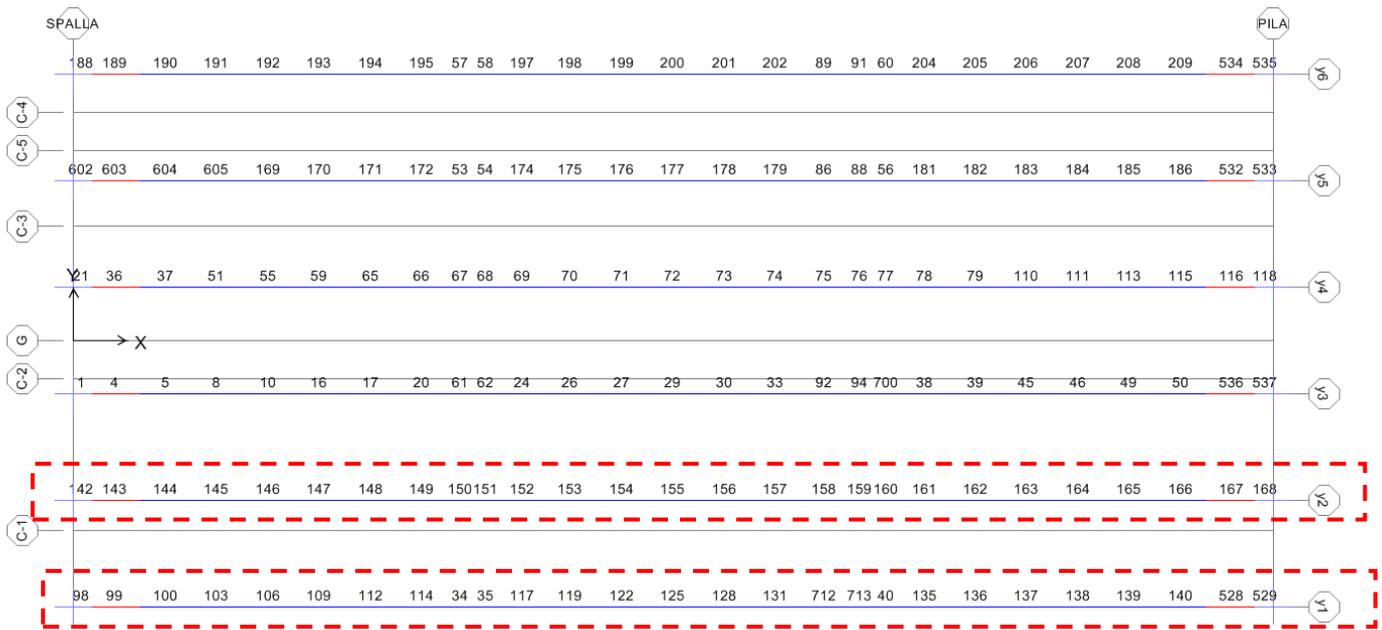


Figura 55 – Deformata per carichi accidentali

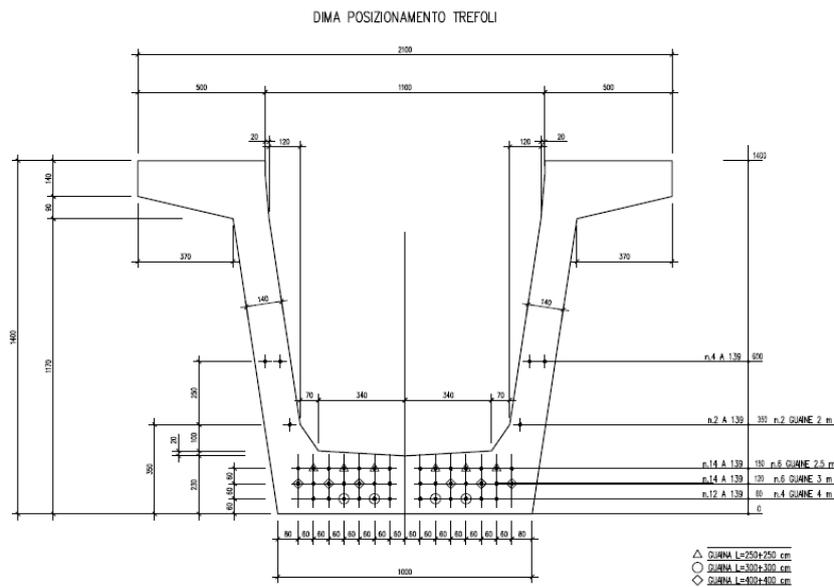
La freccia massima è pari a 11.9 mm, la freccia ammissibile è $23.4/700 \cdot 1000 = 33.43$ mm, la verifica è pertanto soddisfatta.

10 VERIFICA TRAVE IN C.A.P.

Di seguito si riporta la verifica delle travi prefabbricate più sollecitate effettuata con il software di calcolo T-CAP.



TRAVE TIPO V 140/210/100
 n° 46 TREFOLI DA 0,6" (SC 1:10)



TREFOLI STABILIZZATI

- $f_{ptk} = 1860 \text{ MPa}$
- $f_{p(1)k} = 1670 \text{ MPa}$
- tensione di tesatura = 1400 MPa

RESISTENZA CLS AL TAGLIO CAVI

- $R_{ckj} = 40 \text{ MPa}$

ARMATURA LENTA

- 3 $\varnothing 24$ TUTTA LUNGH. A 6cm (CON SOVR.)
- 1 $\varnothing 24$ L=12m A CAVALLO DELLA MEZZ. A 12cm
- 1 $\varnothing 24$ L=12m A CAVALLO DELLA MEZZ. A 18cm
- 2 $\varnothing 20$ TUTTA LUNGH. A 134cm (CON SOVR.)
- 2+2 $\varnothing 20$ L=6m ALLE ESTR. A 134cm
- 12+12 $\varnothing 26$ L=4m AGLI APP. A 9cm
- ST. $\varnothing 12/10$ 4br. PER 4m ALLE ESTR. - $\varnothing 12/20$ 4br. CENTRALI

Si riporta il report di calcolo ottenuto dal software T-CAP.

10.1 REPORT DI CALCOLO TRAVE 1

10.2 Premessa

La presente relazione espone la verifica di una struttura lineare continua soggetta a forze esterne contenute nel piano verticale longitudinale alla struttura stessa e vincolata nel medesimo piano.

La struttura è in calcestruzzo armato precompresso, realizzata per fasi utilizzando travi prefabbricate in c.a.p. e getto successivo eseguito in opera per realizzare traversi di collegamento e soletta collaborante.

10.3 Normative, convenzioni ed ipotesi di base

Sistema di riferimento

Il sistema di riferimento delle grandezze geometriche e delle forze è una terna sinistrogira con l'asse X parallelo all'asse longitudinale della struttura, l'asse Z contenuto nel piano verticale e l'asse Y ortogonale a tale piano e orientato verso l'osservatore che veda le X positive a destra e le Z positive in alto.

I carichi agenti sulla struttura e le reazioni dei vincoli sono positivi se sono diretti verso l'alto e verso destra. I momenti flettenti sulla trave sono positivi quando tendono la fibra inferiore della sezione.

Tensioni e deformazioni sono positive se di trazione, sia per il calcestruzzo che per l'acciaio.

Normativa

Sono rispettate le seguenti normative:

- Legge 05/11/1971 n. 1086: *Norme per la disciplina delle opere di conglomerato cementizio armato, normale e precompresso ed a struttura metallica.*

- D.M. 17/01/2018: *Norme tecniche per le costruzioni - NTC 2018*

Unità di misura

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

lunghezza	[m]
forza	[KN]
angolo	[rad]

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

Modello di calcolo

Il codice di calcolo TCAP riceve le combinazioni di carico della struttura dal programma di calcolo delle sollecitazioni ed esegue le verifiche nelle situazioni agli Stati Limite Ultimi e agli Stati Limite di Esercizio inserendo nelle combinazioni l'effetto della precompressione.

Per valutare l'effetto della precompressione nelle varie sezioni viene assunto un modello di calcolo appropriato che riproduce le condizioni iperstatiche della struttura reale.

La struttura è considerata lineare e rettilinea, soggetta a deformazione longitudinale assiale generata dalla precompressione e deformazione trasversale per inflessione nel piano verticale. Essa viene schematizzata come una struttura a telaio piano che discretizza i tratti a sezione (e quindi baricentro) costante con aste orizzontali e i tratti a geometria variabile con aste inclinate.

Le forze di precompressione sono rappresentate da forze longitudinali e da coppie di trasporto delle forze stesse alla quota del baricentro locale.

Per il calcolo dei momenti flettenti resistenti a rottura viene utilizzata la procedura FindLim ed. TCAP/1.0 05/10 - SIGMAcSOFT che tiene conto, oltre al contributo del calcestruzzo, del contributo delle armature lente (stesso stato deformativo del calcestruzzo) e del contributo delle armature di precompressione nello stato deformativo effettivo (pretensione).

Codice di calcolo

La verifica è stata condotta con il codice di calcolo automatico TCAP ed. 9.4 - 02/2019 sviluppato da SIGMAC SOFT - Padova.

Procedura di calcolo tensionale per flessione: PREFLErett vers. TCAP/3.0 09/11 - SIGMACSOFT

Procedura di calcolo a rottura per flessione: FindLim ed. TCAP/1.0 05/10 - SIGMACSOFT

Procedura di calcolo a rottura per taglio: VrdCalc ed. TCAP/1.0 06/10 - SIGMACSOFT

Modello iperstatico: TRSP ed. TCAP/1.0 04/10 - SIGMACSOFT

10.4 Dati di calcolo

Dati geometrici

10.4.1.1 Schemi statici

L'impalcato viene realizzato con travi prefabbricate in c.a.p. e getto eseguito in opera di traversi e soletta collaborante. Si distinguono due fasi successive di lavoro:

PRIMA FASE: Le travi semplicemente appoggiate agli estremi resistono al peso proprio ed a quello del getto eseguito in opera.

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

10.4.1.1.1 Prima fase

Nella prima fase i prefabbricati sono soggetti alle seguenti condizioni di vincolo:

In opera al momento del getto di 2a fase:

Sbalzo sinistro = 0,50

Sbalzo destro = 0,50

In fase di sollevamento:

Sbalzo sinistro = 0,80

Sbalzo sinistro = 0,80

10.4.1.1.2 Seconda fase

In seconda fase la struttura è vincolata sugli appoggi definitivi:

appoggio	descrizione	X	luce campata
		X	

appoggio	descrizione	X	luce campata
1	asse 1	0,50	
2	asse 2	23,90	23,40

Armature trave prefabbricata

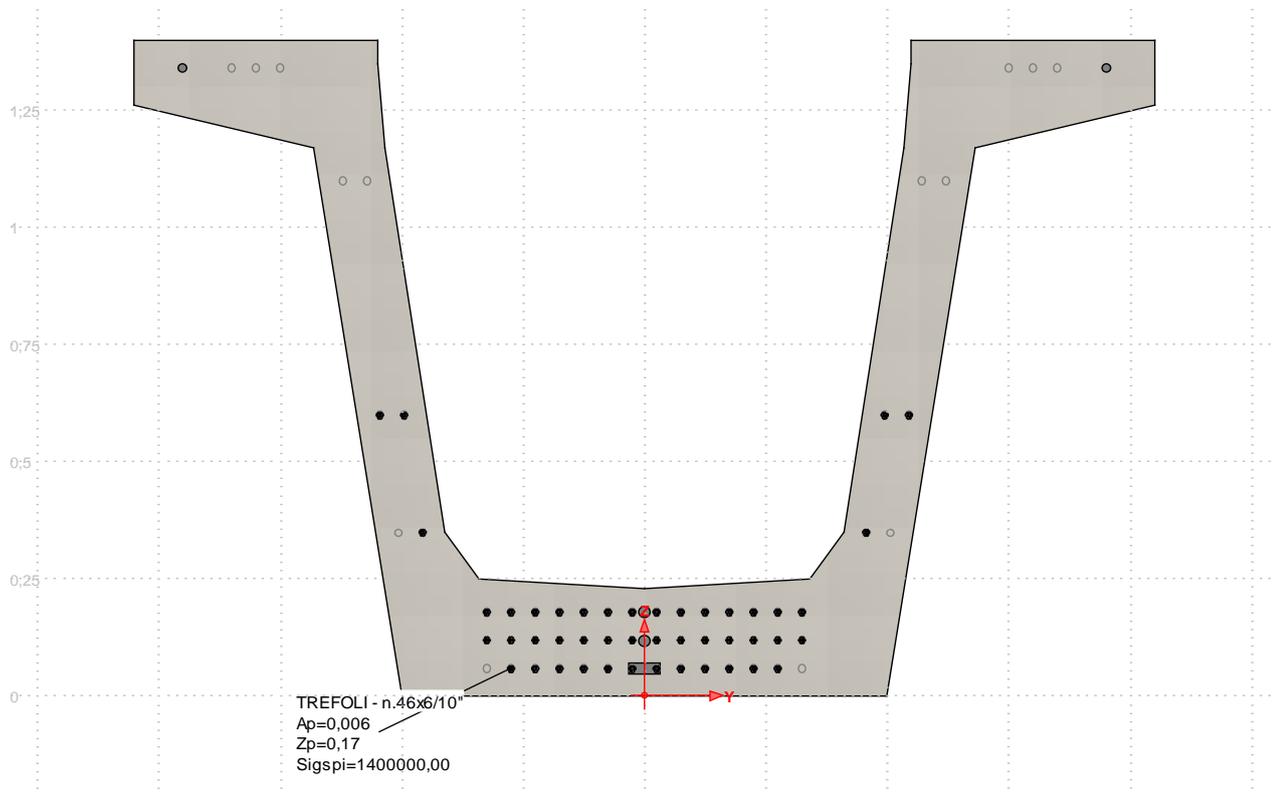
10.4.1.2 Armature di precompressione pretesate

TREFOLI

trefoli :	6/10"	
area trefolo =	139,000	[mm ²]
acciaio :	prec.fpk=1860	
tensione di tesatura =	1400000,00	[KN/m ²]
area totale A _p =	0,006	[m ²]
precompressione totale N _p =	8951,60	[KN]
quota baricentro Z _{g,p} =	0,17	[m]

quota Z	n. trefoli	n. guaine	L guaine
1,34			
1,10			
0,60	4		
0,35	2		
0,18	14	6	2,50
0,12	14	6	3,00
0,06	12	4	4,00

quota Z	n. trefoli	n. guaine	L guaine
N. trefoli=	46	L tot guaine=	49,00



10.4.1.3 Armatura lenta

Armatura longitudinale :

pos.	armatura	y	z	x iniziale	x finale
P1-L1	3Ø24	0,00	0,06	1,01	23,39
P1-L2	1Ø24	0,00	0,12	7,16	17,24
P1-L3	1Ø24	0,00	0,18	7,16	17,24
P1-L4	1Ø20	-0,95	1,34	0,60	23,80
P1-L5	1Ø20	0,95	1,34	0,60	23,80

pos.		armatura	y	z	x iniziale	x finale
P1-L6		2Ø20	-0,70	1,34	0,60	5,00
P1-L6	(simmetrica)				19,40	23,80
P1-L7		2Ø20	0,70	1,34	0,60	5,00
P1-L7	(simmetrica)				19,40	23,80

Armatura trasversale :

pos.		armatura	x iniziale	x finale	
P1-S1		4Ø12/0,10	0,00	4,00	trave+colleg. con soletta
P1-S2		4Ø12/0,20	4,00	20,40	trave+colleg. con soletta
P1-S3		4Ø12/0,10	20,40	24,40	trave+colleg. con soletta

armatura longit. appoggio :

n. barre	Ø	lunghezza	quota z
12	26	2,20	0,09

Armature getto in opera

10.4.1.4 Armatura lenta

Armatura longitudinale :

pos.		armatura	Y	Z	X iniziale	X finale
S-L1		10Ø16	0,00	1,50	0,44	23,96
S-L2		10Ø16	0,00	1,65	0,44	23,96

Materiali - resistenze di calcolo

In questo paragrafo non valgono le convezioni di segno precedentemente riportate: per il calcestruzzo tutte le grandezze sono indicate con segno positivo e contestualmente viene specificato se si tratta di valori di compressione o di trazione.

10.4.1.5 Calcestruzzo delle travi prefabbricate

Ai fini del calcolo le caratteristiche rilevanti del calcestruzzo sono date dalla resistenza a rottura, dal modulo elastico e dall'entità dei fenomeni differiti nel tempo.

Le travi prefabbricate in c.a.p. sono precomprese a trefoli aderenti e devono perciò rispettare delle limitazioni tensionali già in fase iniziale, al rilascio dei trefoli.

Data l'entità delle sollecitazioni iniziali si raccomanda di eseguire il trasferimento della precompressione con opportuna gradualità. Nel seguito della relazione si indicherà sinteticamente tale operazione come "taglio dei trefoli".

Calcestruzzo	C45/55
resistenza caratteristica $R_{ck28,cub}$	55000,00
resistenza al taglio dei trefoli $R_{ckj,cub}$	40000,00
coefficiente sicurezza verifiche a rottura	1,500
modulo elastico	36416000,00
peso specifico	25,0000
ritiro totale	-0,00046
% ritiro prima del taglio trefoli	25,5%
% ritiro taglio trefoli-getto soletta	25,5%
% ritiro da getto soletta a t=inf.	49%
coeff. di viscosità	2,300
% viscosità taglio trefoli-getto soletta	33%
% viscosità da getto soletta a t=inf.	67%

Resistenza caratteristica cilindrica a compressione :

a tempo infinito	f_{ck}	$= 0.83 \cdot R_{ck}$	$= 0.83 \cdot 55000,00 = 45650,00$	KN/m ²
------------------	----------	-----------------------	------------------------------------	-------------------

al taglio dei trefoli	f_{ckj}	$= 0.83 \cdot R_{ckj}$	$= 0.83 \cdot 40000,00 = 33200,00$	KN/m ²
-----------------------	-----------	------------------------	------------------------------------	-------------------

Resistenza di calcolo a compressione :

a tempo infinito	f_{cd}	$= a_{cc} \cdot f_{ck} / g_c$	$= 0.85 \cdot 45650,00 / 1,5 = 25868,33$	KN/m ²
al taglio dei trefoli	f_{cdj}	$= a_{cc} \cdot f_{ckj} / g_c$	$= 0.85 \cdot 33200,00 / 1,5 = 18813,33$	KN/m ²

Nel calcolo a rottura delle sezioni si utilizza il diagramma parabola-rettangolo con tensione massima a tempo infinito pari a :

$$f_{cd} = 25868,33 \text{ KN/m}^2$$

Resistenza di calcolo a trazione per flessione (formazione delle fessure) :

a tempo infinito	f_{ct}	$= f_{ctm} / 1.2$	$= 3831,91 / 1.2 = 3193,26$
al taglio dei trefoli	f_{ctj}	$= f_{ctmj} / 1.2$	$= 3098,94 / 1.2 = 2582,45$

Nelle condizioni di esercizio la massima tensione di compressione nel calcestruzzo deve rispettare le seguenti limitazioni:

al taglio dei trefoli :

s_{cj}	$< 0.70 \cdot f_{ckj}$	$= 23240,00$	KN/m ²
----------	------------------------	--------------	-------------------

a cadute avvenute :

s_c	$< 0.6 \cdot f_{ck}$	$= 27390,00$	KN/m ²	(per comb. caratteristica rara)
s_c	$< 0.45 \cdot f_{ck}$	$= 20542,50$	KN/m ²	(per comb. quasi permanente)

10.4.1.6 Calcestruzzo gettato in opera

Calcestruzzo	C32/40
resistenza caratteristica $R_{ck,cub}$	40000,00
coefficiente sicurezza del materiale	1,5
modulo elastico	33643000,00
peso specifico	25,0000
coeff. di omogeneizzazione con cls travi	0,924

Resistenza caratteristica cilindrica a compressione :

a tempo infinito	f_{ck}	$= 0.83 \cdot R_{ck}$	$= 0.83 \cdot 40000,00 = 33200,00$	KN/m ²
------------------	----------	-----------------------	------------------------------------	-------------------

Resistenza di calcolo a compressione :

a tempo infinito	f_{cd}	$= a_{cc} \cdot f_{ck} / g_c$	$= 0.85 \cdot 33200,00 / 1,5 = 18813,33$	KN/m ²
------------------	----------	-------------------------------	--	-------------------

Nel diagramma parabola-rettangolo la tensione massima è pari a :

$$f_{cd} = 18813,33$$

Resistenza di calcolo a trazione per flessione (formazione delle fessure) :

a tempo infinito	f_{ct}	$= f_{ctm} / 1.2$	$= 3098,94 / 1.2 = 2582,45$
------------------	----------	-------------------	-----------------------------

Nelle condizioni di esercizio la massima tensione di compressione del calcestruzzo deve rispettare le seguenti limitazioni:

S_c	$< 0.6 \cdot f_{ck}$	= 19920,00	KN/m ²	(per comb. caratteristica rara)
S_c	$< 0.45 \cdot f_{ck}$	= 14940,00	KN/m ²	(per comb. quasi permanente)

10.4.1.7 Acciaio per c.a.p.

Acciaio prec.fpk=1860 :

tensione all'1% deform. residua $f_{p(1)k}$	1670000,00
Modulo elastico	195000000,00
coeff. di omogeneizzazione a cls travi	-6
coefficiente di sicurezza	1,15
% rilassam. prima del taglio trefoli	41,4%
% rilassam. taglio trefoli-getto soletta	25,9%
% rilassam. da getto soletta a t=inf.	32,7%

In base al punto 4.1.8.1.5 del D.M. 14/01/2008 le tensioni iniziali all'atto della tesatura dei cavi pre-tesi deve rispettare la più restrittiva delle seguenti limitazioni:

S_{spi}	$\leq 0.80 \cdot f_{ptk}$	= $0.80 \cdot 1837000,00 = 1469600,00$	KN/m ²
S_{spi}	$\leq 0.90 \cdot f_{p(1)k}$	= $0.90 \cdot 1670000,00 = 1503000,00$	KN/m ²

E' ammessa una sovratensione iniziale pari a $0.05 f_{p(1)k}$.

La tensione massima in esercizio nella combinazione caratteristica (rara) deve rispettare la seguente limitazione (4.1.8.1.2 e 4.1.2.2.5.2 D.M.14/01/2008):

S_{sp}	$\leq 0.80 \cdot f_{p(1)k}$	1336000,00	KN/m ²
----------	-----------------------------	------------	-------------------

Nel calcolo a rottura si utilizza il diagramma triangolo-rettangolo con tensione massima pari a:

f_{ptd}	$= f_{p(1)k}/g_s$	$= \frac{1670000,00}{1,15}$	$=$	$1452173,91$	KN/m^2
-----------	-------------------	-----------------------------	-----	--------------	-----------------

10.4.1.8 Acciaio per armatura lenta

Questo tipo di acciaio costituisce l'armatura destinata ad assorbire gli sforzi di taglio (staffe) ed altri sforzi locali di trazione nel calcestruzzo.

tipo acciaio	B450C
tensione di snervamento f_{yk}	450000,00
coefficiente sicurezza verifiche a rottura	1,15
modulo elastico	210000000,00
coeff. di omogeneizzazione a cls travi	-6

La tensione massima consentita (4.1.2.2.5.2 DM 17/01/2018) nella combinazione rara deve rispettare la seguente limitazione:

s_s	$\leq 0.80 \cdot f_{yk}$	$= 0.80 \cdot 450000,00 = 360000,00$	KN/m^2
-------	--------------------------	--------------------------------------	-----------------

Nel calcolo a rottura si utilizza il diagramma triangolo-rettangolo con tensione massima pari a:

f_{yd}	$= f_{yk}/g_s$	$= 450000,00/1,15 = 391304,35$	KN/m^2
----------	----------------	--------------------------------	-----------------

Cadute di tensione

10.4.1.9 Rilassamento dell'acciaio da precompressione

La valutazione del rilassamento dell'acciaio da precompressione avviene con la formulazione indicata dalla normativa e con i dati forniti dal produttore.

Ad una temperatura costante di 20 [°C] la caduta di tensione $D_{s_{pr}}$ per rilassamento al tempo t è:

classe	tipo	caduta
--------	------	--------

classe	tipo	caduta
2	trecce e trefoli stabilizzati	$D_{S_{pr}} = S_{pi} \cdot [0.66 \cdot r_{1000} \cdot e^{9.1m} \cdot (t/1000)^{0.75(1-m)} \cdot 10^{-5}]$

dove:

- s_{pi} è la tensione iniziale nel cavo;

- r_{1000} è la perdita per rilassamento (in percentuale) a 1000 ore dopo la messa in tensione, a 20 [°C] e a partire da una tensione iniziale pari a 0.7 della resistenza f_p del campione provato:

Acciaio	classe	r_{1000}
1	2	2.5

- $m = s_{pi}/f_{pk}$;

- f_{pk} è la resistenza caratteristica a trazione dell'acciaio;

- t è il tempo misurato in ore dalla messa in tensione.

La caduta finale per rilassamento può essere valutata con le formule sopra scritte ed inserendo un tempo di 500000 ore. Si ottiene così:

Armatura	classe	m	$D_{S_{pr}}/S_{pi}$	
Trave 1 - gruppo 1	2	0,762	0,051	5,14%

10.4.1.10 Ritiro del calcestruzzo

L'accorciamento dovuto al ritiro viene assunto pari a :

prefabbricati $e_{cs1} = -0,00046$

getto in opera $e_{cs2} = -0,00031$

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

Armatura	$D_{S_{ps}}$		
Trave 1 - gruppo 1	-0,00046·195000000,00=	- 89700,0 0	6,41%

10.4.1.11 Viscosità del calcestruzzo

Il valore della deformazione lenta del calcestruzzo (viscosità) si assume, ai fini del calcolo delle cadute di tensione nell'acciaio, secondo quanto indicato dalle norme (11.2.10.7 D.M.14/01/2008), pari a :

$$j_{inf,1} = 2,3 \quad (\text{cavi pretesi nei prefabbricati})$$

10.4.1.12 Sviluppo nel tempo delle cadute di tensione

Per i cavi pretesi, che agiscono sugli elementi prefabbricati, i valori totali dei fenomeni differiti esposti ai paragrafi precedenti vengono ripartiti nelle diverse fasi tenendo conto delle diverse condizioni ambientali e tensionali.

	% rilassamento	% ritiro	% viscosità
dalla posa in tensione al taglio trefoli	41,40	25,50	0,00
dal taglio trefoli al getto in opera	25,90	25,50	33,00
dal getto in opera a tempo infinito	32,70	49,00	67,00

Sollecitazioni esterne

n.	carico distribuito	intensità [KN/m]	x iniziale	x finale	inserimento
1	sbalzi	-6,50	0,00	24,40	getto soletta
2	predalle	-1,50	0,00	24,40	getto soletta

n.	carico concentrato	intensità [KN]	x	inserimento
1	traverso	-18,40	8,30	getto soletta

n.	carico concentrato	intensità [KN]	x	inserimento
2	traverso	-18,40	16,10	getto soletta

10.5 Stati limite di esercizio

Stato Limite delle tensioni in esercizio - procedimento di calcolo

Per valutare lo stato tensionale nelle sezioni di verifica distingueremo le seguenti fasi :

PRIMA FASE

- a) al manifestarsi della precompressione
- b) prima del getto in opera
- c) subito dopo il getto in opera

SECONDA FASE

- d) impalcato scarico
- e) impalcato carico

In tutte le fasi la determinazione dello stato tensionale degli elementi da verificare avviene in base alla combinazione caratteristica (rara) :

$$S = G_1 + G_2 + P + Q$$

dove:

- G_1 = permanenti strutturali
- G_2 = permanenti non strutturali
- P = precompressione
- Q = azioni variabili

Stato limite di fessurazione travi prefabbricate

Per garantire la durabilità della struttura il calcolo di verifica tensionale agli Stati Limite di esercizio viene condotto con opportune limitazioni che preservano le travi principali da una eccessiva fessurazione.

A questo scopo, facendo riferimento alla normativa (tab. 4.1.IV) ed adottando le limitazioni relative alle armature *sensibili* nel caso di ambiente molto aggressivo, andrebbero verificate le seguenti condizioni:

classi di esposizione	comb. rare	comb. frequenti	comb. quasi perm.
XD2, XD3, XS2, XS3, XA3, XF4	<nessuna verifica>	formazione fessure	decompressione

Per una maggiore tutela della durabilità dell'opera vengono invece rispettate nelle verifiche le seguenti limitazioni:

classi di esposizione	comb. rare	comb. frequenti	comb. quasi perm.
XD2, XD3, XS2, XS3, XA3, XF4	formazione fessure	decompressione	<nessuna verifica>
	$s_{traz.} \leq f_{ctm}/1.2$		

10.6 Stati limite ultimi

Stato Limite Ultimo per sollecitazioni flettenti

Il calcolo dei momenti ultimi delle sezioni viene eseguito tenendo conto del diagramma s-e parabola-rettangolo per il calcestruzzo, con deformazione limite pari a -0.0035 in compressione, e deformazione indefinita a trazione con tensione nulla (sezione fessurata).

Per gli acciai si utilizza un diagramma tensioni-deformazioni linearmente elastico fino alla tensione di rottura e lineare orizzontale fino alla deformazione 0.01, sia in trazione che in compressione.

Si rimanda al capitolo dei materiali per i valori dei moduli elastici e delle tensioni di calcolo.

Nel calcolo del momento ultimo si tiene conto del delta di deformazione e_{sp} dell'acciaio da precompressione rispetto agli altri materiali.

Stato Limite Ultimo per sollecitazioni taglianti e torcenti

Per valutare i tagli e momenti torcenti resistenti viene utilizzata la formulazione indicata dalle norme:

$$V_{Rd} = [0.18/g_c \cdot k \cdot (100 \cdot r_1 \cdot f_{ck})^{1/3} + 0.15 \cdot s_{cp}] \cdot b_w \cdot d \quad (\text{taglio ultimo in assenza di armatura trasversale})$$

$$V_{Rcd} = 0.9 \cdot d \cdot b_w \cdot a_c \cdot 0.5 \cdot f_{cd} \cdot (\cot \alpha_n + \cot \alpha_q) / (1 + \cot^2 \alpha_q) \quad (\text{taglio ultimo per rottura delle bielle compresse})$$

$$V_{Rsd} = 0.9 \cdot d \cdot (A_{sw}/s) \cdot f_{yd} \cdot (\cot \alpha_n + \cot \alpha_q) \cdot \sin \alpha \quad (\text{taglio ultimo per rottura delle staffe})$$

$$T_{Rcd} = 2 \cdot A_k \cdot 0.5 \cdot f_{cd} \cdot \cot \alpha_q / (1 + \cot^2 \alpha_q) \quad (\text{momento torcente ultimo per rottura delle bielle compresse})$$

$$T_{Rsd} = 2 \cdot A_k \cdot (A_{sw,parete}/s) \cdot f_{yd} \cdot \cot \alpha_q \quad (\text{momento torcente ultimo per rottura delle staffe})$$

Dove:

d: altezza utile della sezione

b_w : larghezza minima della sezione

A_{sw} : area armatura trasversale nella sezione

$A_{sw,parete}$: area armatura trasversale minima nelle pareti

s: passo staffe

α : inclinazione risp. all'orizzontale delle armature trasversali (90 [deg])

α_q : inclinazione bielle compresse in cls

a_c : coeff. maggiorativo dovuto alla presenza dello sforzo assiale

A_{st} : area acciaio in zona tesa

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

$$s_{cp} = N_{Ed} / A_{cls}$$

$$r_1 = A_{st} / (b_w \cdot d)$$

A_k : area racchiusa dalla fibra media del profilo periferico della sezione

Nel modello a traliccio a rottura si considerano inclinate a 45 [deg] le bielle compresse di calcestruzzo in sezioni non precomprese, mentre si tiene conto dell'effetto benefico della precompressione valutando una minore inclinazione delle bielle in base alla tensione principale di trazione presente nella sezione a quota baricentrica.

L'inclinazione così determinata viene comunque limitata come indicato nelle norme citate.

Stato Limite Ultimo per scorrimento tra i getti

Viene calcolato lo sforzo di scorrimento di progetto S_{Edi} tra il calcestruzzo delle travi prefabbricate e quello gettato in opera, e viene confrontato con quello ultimo di interfaccia S_{Rdi} , utilizzando le indicazioni della normativa EN1991-1-1-6.2.5

$$S_{Edi} = b \cdot V_{Ed}/z$$

in cui:

- b è il rapporto tra la forza longitudinale nell'ultimo getto di calcestruzzo e la forza longitudinale totale in zona compressa o tesa, entrambe calcolate nella sezione considerata, assunto = 1.0
- V_{Ed} è la forza di taglio trasversale di 2^a fase
- z è il braccio della coppia interna della sezione composta

$$S_{Rdi} = b_i \cdot (c \cdot f_{ctd} + m \cdot s_n) + A_{sw}/s \cdot f_{yd} \cdot m \quad \square \quad 0,5 \cdot b \cdot \square \cdot f$$

in cui:

Fattore di coesione tra le superfici	c	0,350	[-]
Resistenza a trazione di progetto	f_{ctd}	1446,17	[KN/m ²]
Coefficiente di attrito tra le superfici	\square	0,600	[-]
Compressione normale alle superfici di contatto	\square	0,00	[KN/m ²]
Area complessiva staffa di collegamento	A_{sw}	<variabile>	[m ²]
Passo staffe di collegamento	s	<variabile>	[m]
Resistenza calcestruzzo più debole	f_{cd}	18813,33	[KN/m ²]

10.7 Verifica delle sezioni

Verifica sezione X=0,55 - Appoggio

10.7.1.1 Prima fase: sola trave

Sezione di calcestruzzo :

n.	Y	Z	
1	-0,50	0,00	prefabb.:
2	-0,68	1,17	non reag.trazione

n.	Y	Z	
3	-1,05	1,26	
4	-1,05	1,40	
5	-0,45	1,40	
6	-0,45	1,35	
7	-0,43	1,17	
8	-0,32	0,45	
9	-0,25	0,35	
10	0,00	0,34	
11	0,25	0,35	
12	0,32	0,45	
13	0,43	1,17	
14	0,45	1,35	
15	0,45	1,40	
16	1,05	1,40	
17	1,05	1,26	
18	0,68	1,17	
19	0,50	0,00	fine prefabb.

A	J _f	Z _g
1,023	0,2162	0,68

<nessuna armatura di precompressione pretesa>

Armature lente longitudinali :

n.	Z	area	
1	0,09	0,006	armatura longit. appoggio 12Ø26

Sezione ideale (n=15,000)	A _{id}	J _{f, id}	Z _{g, id}
	1,118	0,2463	0,63

Sollecitazioni	M _{esterno}
prima del getto in opera	0,00
dopo getto 2a fase	136,56

10.7.1.1.1 Tensioni nei materiali in prima fase

Tensioni sul calcestruzzo	S _{e, max}	S _{i, max}	
prima del getto in opera	0,00	0,00	
dopo getto 2a fase	-556,82	0,00	

Tensioni sugli acciai	S _{sp}	S _{long, max}	pos.	S _{long, min}	pos.
prima del getto in opera	0,00	0,00		0,00	
dopo getto 2a fase	0,00	0,00		0,00	

10.7.1.1.2 Verifica a rottura per flessione dopo getto 2a fase

Presollecitazione armature pretese : $e_{sp, z=0,00}=0,00000$

fless.	Z asse neutro	Mr	e _{sup}	Z _{e, sup}	e _{inf}	Z _{e, inf}

fless.	Z asse neutro	Mr	e _{sup}	Z _{esup}	e _{inf}	Z _{einf}
(+)	1,25	3128,13	-0,00134	1,40	0,01000	0,09
(-)	0,07	-88,93	0,00108	0,09	-0,00350	0,00

$$M_{d,max} = 184,36 < 3128,13 \quad K_r = 16,967$$

10.7.1.1.3 Verifica a rottura per taglio dopo getto 2a fase

Calcestruzzo:	q [rad]	b _w	Staffe:	A _{sw}
	0,785	0,48		0,00452

d	K	A _{sl}	r _l	s _{ep}	a _c
1,31	1,391	0,006	0,0101	0,00	1,000

V _{Rd}	V _{Rsd}	V _{Rcd}
376,69	2087,09	3659,85

$$V_{Ed,max} = 674,43 < 2087,09$$

10.7.1.2 Seconda fase: trave + getto in opera

10.7.1.2.1 dopo cambio vincoli

- scassero / cambio vincoli

Sezione di calcestruzzo :

n.	Y	Z

n.	Y	Z	
1	-0,50	0,00	prefabb.:
2	-0,68	1,17	non reag.trazione
3	-1,05	1,26	
4	-1,05	1,40	
5	-0,45	1,40	
6	-0,45	1,35	
7	-0,43	1,17	
8	-0,32	0,45	
9	-0,25	0,35	
10	0,00	0,34	
11	0,25	0,35	
12	0,32	0,45	
13	0,43	1,17	
14	0,45	1,35	
15	0,45	1,40	
16	1,05	1,40	
17	1,05	1,26	
18	0,68	1,17	
19	0,50	0,00	fine prefabb.
20	-0,50	0,00	
21	-1,05	1,40	getto in opera
22	-1,05	1,70	(m=0,924)
23	1,05	1,70	non reag.trazione

n.	Y	Z	
24	1,05	1,40	
25	0,60	1,40	
26	0,60	1,45	
27	-0,60	1,45	
28	-0,60	1,40	
29	-0,60	1,40	
30	-1,05	1,40	

A	J _f	Z _g
1,549	0,4925	0,98

<nessuna armatura di precompressione pretesa>

Armature lente longitudinali :

n.	Z	area	
1	1,50	0,002	10Ø16
2	1,65	0,002	10Ø16
3	0,09	0,006	armatura longit. appoggio 12Ø26

Sezione ideale (n=15,000)	A _{id}	J _{f,id}	Z _{g,id}
	1,705	0,5883	0,95

Sollecitazioni e frecce :

	N	M	V	freccia
cambio vincoli	0,00	0,00	0,00	0,0000

Tensioni sul calcestruzzo dopo 28gg dal getto + scassero/cambio vincoli :

	$S_{e,max}$	$S_{i,max}$	
trave prefabbricata	-556,82	0,00	
getto in opera	0,00	0,00	

Cadute di tensione da maturazione soletta a t=inf. :

	%	$D_{S_{sp}}$	$D_{S_{sp}}/S_{spi}$
ritiro cls	48,9%	43829,41	3,1%
rilassamento acciaio	32,6%	23464,10	1,7%
viscosità cls	100,0 %	97844,82	7,0%

10.7.1.2.2 Verifiche in esercizio

10.7.1.2.2.1 Verifica tensionale

Sezione di calcestruzzo :

n.	Y	Z	
1	-0,50	0,00	prefabb.:
2	-0,68	1,17	non reag.trazione
3	-1,05	1,26	
4	-1,05	1,40	
5	-0,45	1,40	

n.	Y	Z	
6	-0,45	1,35	
7	-0,43	1,17	
8	-0,32	0,45	
9	-0,25	0,35	
10	0,00	0,34	
11	0,25	0,35	
12	0,32	0,45	
13	0,43	1,17	
14	0,45	1,35	
15	0,45	1,40	
16	1,05	1,40	
17	1,05	1,26	
18	0,68	1,17	
19	0,50	0,00	fine prefabb.
20	-0,50	0,00	
21	-1,05	1,40	getto in opera
22	-1,05	1,70	(m=0,924)
23	1,05	1,70	non reag.trazione
24	1,05	1,40	
25	0,60	1,40	
26	0,60	1,45	
27	-0,60	1,45	
28	-0,60	1,40	

n.	Y	Z	
29	-0,60	1,40	
30	-1,05	1,40	

A	J _f	Z _g
1,549	0,4925	0,98

<nessuna armatura di precompressione pretesa>

Armature lente longitudinali :

n.	Z	area	
1	1,50	0,002	10Ø16
2	1,65	0,002	10Ø16
3	0,09	0,006	armatura longit. appoggio 12Ø26

Sezione ideale (n=15,000)	A _{id}	J _{f,id}	Z _{g,id}
	1,705	0,5883	0,95

Tensioni sul cls - TRAVE PREF. VSh140 :

	S _{e,max}	S _{e,min}	S _{i,max}	S _{i,min}
dopo maturazione getto in opera	-556,82	-556,82	0,00	0,00
t=inf.-senza carichi	-556,82	-556,82	0,00	0,00
t=inf.-SLE Rare	-96,04	-738,62	0,00	0,00

	$S_{e,max}$	$S_{e,min}$	$S_{i,max}$	$S_{i,min}$
t=inf.-SLE Quasi Permanenti	-531,65	-557,66	0,00	0,00

Tensioni sul cls - getto in opera :

	$S_{e,max}$	$S_{e,min}$	$S_{i,max}$	$S_{i,min}$
dopo maturazione getto in opera	0,00	0,00	0,00	0,00
t=inf.-senza carichi	0,00	0,00	0,00	0,00
t=inf.-SLE Rare	0,00	-72,13	0,00	-167,96
t=inf.-SLE Quasi Permanenti	-0,15	-8,57	0,00	-0,78

Tensioni sugli acciai	S_{sp}	$S_{sl,max}$	pos.	$S_{sl,min}$	pos.
dopo maturazione getto in opera	0,00	17890,94		0,00	
t=inf.-senza carichi	0,00	17890,94		0,00	
t=inf.-SLE Rare	0,00	37126,92		-2208,38	
t=inf.-SLE Quasi Permanenti	0,00	19376,64		-101,29	

10.7.1.2.2.2 Verifica a rottura per flessione t=inf.

presollecitazione nelle armature di precompressione :

	Z cavo risult.	$D_{e,sp}$
TREFOLI	0,00	0,00000

fless.	Z asse neutro	Mr	e_{sup}	$Z_{e,sup}$	e_{inf}	$Z_{e,inf}$
(+)	1,57	3658,75	-0,00091	1,70	0,01000	0,09

fless.	Z asse neutro	Mr	e _{sup}	Z _{e^{sup}}	e _{inf}	Z _{e^{inf}}
(-)	0,11	-2019,32	0,01000	1,65	-0,00074	0,00

$$M_{d,max} = 244,36 < 3658,75 \quad K_r = 14,973$$

10.7.1.2.2.3 Verifica rottura per taglio $t=inf$.

Calcestruzzo:	q [rad]	b _w	Staffe:	A _{sw}
	0,785	0,48		0,00452

d	K	A _{sl}	r _l	s _{cp}	a _c
1,65	1,348	0,006	0,0080	0,00	1,000

V _{Rd}	V _{Rsd}	V _{Rcd}
425,88	2628,78	4609,74

$$V_{Ed,max} = 1874,43 < 2628,78$$

10.7.1.2.2.4 Forze di scorrimento tra i getti

Con riferimento ad una area di interfaccia tra i getti di 1,200 [m²] (lunghezza unitaria), gli sforzi di scorrimento tra i getti alla sezione X=0,55 risultano:

max valore di progetto scorrimento interfaccia	808,08	[KN/m]
min valore di progetto scorrimento interfaccia	-60,61	[KN/m]
scorrimento ultimo per coesione ed attrito	±607,39	[KN/m]
staffe di collegamento	0,0045	[m ² /m]

scorrimento ultimo per coesione, attrito, staffe	±1669,52	[KN/m]
--	----------	--------

Verifica sezione X=1,85 - Fine ringrosso

10.7.1.3 Prima fase: sola trave

Sezione di calcestruzzo :

n.	Y	Z	
1	-0,50	0,00	prefabb.:
2	-0,68	1,17	reag.trazione
3	-1,05	1,26	
4	-1,05	1,40	
5	-0,46	1,40	
6	-0,46	1,35	
7	-0,45	1,17	
8	-0,33	0,44	
9	-0,26	0,34	
10	0,00	0,33	
11	0,26	0,34	
12	0,33	0,44	
13	0,45	1,17	
14	0,46	1,35	
15	0,46	1,40	
16	1,05	1,40	

Viadotto NW03-04
Relazione di calcolo impalcato

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
RS3H	03	D 78	CL NW0008 001	A	119 di 265

n.	Y	Z	
17	1,05	1,26	
18	0,68	1,17	
19	0,50	0,00	fine prefabb.

A	J _f	Z _g
0,995	0,2127	0,68

Armature di precompressione :

n.	Z	area
1	0,60	0,001
2	0,35	0,000
3	0,18	0,001
4	0,12	0,001
5	0,06	0,001

Z _{g,p}	A _p
0,20	0,004

Armature lente longitudinali :

n.	Z	area	
1	0,06	0,001	3Ø24
2	1,34	0,000	1Ø20

n.	Z	area	
3	1,34	0,000	1Ø20
4	1,34	0,001	2Ø20
5	1,34	0,001	2Ø20

Sezione ideale (n=5,355)	A _{id}	J _{f,id}	Z _{g,id}
	1,034	0,2256	0,67

Cadute di tensione prima del taglio trefoli :

	%	D _{S_{sp}}	D _{S_{sp}} /S _{S_{pi}}
ritiro cls	25,5%	22873,50	1,6%
rilassamento acciaio	41,4%	29790,61	2,1%

Sollecitazioni	M _{esterno}	N _{precomp.}	M _{precomp.}
t=0 dopo taglio trefoli	392,84	-5618,39	-2677,52
prima del getto in opera	0,00	-5274,54	-2513,67
dopo getto 2a fase	746,00	-5272,91	-2512,89

10.7.1.3.1 Tensioni nei materiali in prima fase

Tensioni sul calcestruzzo	S _{e,max}	S _{i,max}
t=0 dopo taglio trefoli	1827,45	-12050,82
prima del getto in opera	0,00	0,00
dopo getto 2a fase	490,62	-10197,76

Tensioni sugli acciai	S _{sp}	S _{long,max}	pos.	S _{long,min}	pos.
t=0 dopo taglio trefoli	1293387,3 4	7108,43		-66063,50	
prima del getto in opera	0,00	0,00		0,00	
dopo getto 2a fase	1218420,4 8	187,70		-56165,83	

Cadute di tensione dal taglio trefoli al getto soletta :

	%	D _{S_{sp}}	D _{S_{sp}/S_{spi}}
ritiro cls	25,5%	22873,50	1,6%
rilassamento acciaio	25,9%	18637,12	1,3%
viscosità cls	29,5%	40946,94	2,9%

Cadute di tensione durante maturazione soletta :

	%	D _{S_{sp}}	D _{S_{sp}/S_{spi}}
ritiro cls	0,1%	123,59	0,0%
rilassamento acciaio	0,1%	66,16	0,0%
viscosità cls	0,1%	201,30	0,0%

10.7.1.3.2 Verifica a rottura per flessione dopo getto 2a fase

Presollecitazione armature pretese : $e_{sp,z=0,20}=0,00649$

fless.	Z asse neutro	Mr	e _{sup}	Z _{e_{sup}}	e _{inf}	Z _{e_{inf}}
(+)	1,11	7348,92	-0,00273	1,40	0,01000	0,06
(-)	0,26	-1513,60	0,01000	1,34	-0,00243	0,00

$$M_{d,max} = 1007,10 < 7348,92 \quad K_r = 7,297$$

10.7.1.3.3 Verifica a rottura per taglio dopo getto 2a fase

Calcestruzzo:	q [rad]	b _w	Staffe:	A _{sw}
	0,381	0,46		0,00452

d	K	A _{sl}	r _l	s _{ep}	a _c
1,34	1,386	0,004	0,0062	-5313,70	1,205

V _{Rd}	V _{Rsd}	V _{Rcd}
802,66	5337,20	2981,20

$$V_{Ed,max} = 590,54 < 2981,20$$

10.7.1.4 Seconda fase: trave + getto in opera

10.7.1.4.1 dopo cambio vincoli

- scassero / cambio vincoli

Sezione di calcestruzzo :

n.	Y	Z	
1	-0,50	0,00	prefabb.:
2	-0,68	1,17	reag.trazione
3	-1,05	1,26	
4	-1,05	1,40	

Viadotto NW03-04
Relazione di calcolo impalcato

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
RS3H	03	D 78	CL NW0008 001	A	123 di 265

n.	Y	Z	
5	-0,46	1,40	
6	-0,46	1,35	
7	-0,45	1,17	
8	-0,33	0,44	
9	-0,26	0,34	
10	0,00	0,33	
11	0,26	0,34	
12	0,33	0,44	
13	0,45	1,17	
14	0,46	1,35	
15	0,46	1,40	
16	1,05	1,40	
17	1,05	1,26	
18	0,68	1,17	
19	0,50	0,00	fine prefabb.
20	-0,50	0,00	
21	-1,05	1,40	getto in opera
22	-1,05	1,70	(m=0,924)
23	1,05	1,70	non reag.trazione
24	1,05	1,40	
25	0,60	1,40	
26	0,60	1,45	
27	-0,60	1,45	

Viadotto NW03-04
Relazione di calcolo impalcato

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
RS3H	03	D 78	CL NW0008 001	A	124 di 265

n.	Y	Z	
28	-0,60	1,40	
29	-0,60	1,40	
30	-1,05	1,40	

A	J _f	Z _g
1,521	0,4876	0,98

Armature di precompressione :

n.	Z	area
1	0,60	0,001
2	0,35	0,000
3	0,18	0,001
4	0,12	0,001
5	0,06	0,001

Z _{g,p}	A _p
0,20	0,004

Armature lente longitudinali :

n.	Z	area	
1	0,06	0,001	3Ø24
2	1,34	0,000	1Ø20

n.	Z	area	
3	1,34	0,000	1Ø20
4	1,34	0,001	2Ø20
5	1,34	0,001	2Ø20
6	1,50	0,002	10Ø16
7	1,65	0,002	10Ø16

Sezione ideale (n=5,355)	A _{id}	J _{f,id}	Z _{g,id}
	1,583	0,5170	0,98

Sollecitazioni e frecce :

	N	M	V	frecce
cambio vincoli	0,00	0,00	0,00	0,0000

Tensioni sul calcestruzzo dopo 28gg dal getto + scassero/cambio vincoli :

	S _{e,max}	S _{i,max}	
trave prefabbricata	470,25	-10197,42	
getto in opera	0,00	0,00	

Cadute di tensione da maturazione soletta a t=inf. :

	%	D _{S_{sp}}	D _{S_{sp}} /S _{S_{pi}}
ritiro cls	48,9%	43829,41	3,1%
rilassamento acciaio	32,6%	23464,10	1,7%

	%	D _{Ssp}	D _{Ssp} /S _{Spi}
viscosità cls	70,4%	97844,82	7,0%

10.7.1.4.2 Verifiche in esercizio

10.7.1.4.2.1 Verifica tensionale

Sezione di calcestruzzo :

n.	Y	Z	
1	-0,50	0,00	prefabb.:
2	-0,68	1,17	reag.trazione
3	-1,05	1,26	
4	-1,05	1,40	
5	-0,46	1,40	
6	-0,46	1,35	
7	-0,45	1,17	
8	-0,33	0,44	
9	-0,26	0,34	
10	0,00	0,33	
11	0,26	0,34	
12	0,33	0,44	
13	0,45	1,17	
14	0,46	1,35	
15	0,46	1,40	
16	1,05	1,40	
17	1,05	1,26	

Viadotto NW03-04
Relazione di calcolo impalcato

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
RS3H	03	D 78	CL NW0008 001	A	127 di 265

n.	Y	Z	
18	0,68	1,17	
19	0,50	0,00	fine prefabb.
20	-0,50	0,00	
21	-1,05	1,40	getto in opera
22	-1,05	1,70	(m=0,924)
23	1,05	1,70	non reag.trazione
24	1,05	1,40	
25	0,60	1,40	
26	0,60	1,45	
27	-0,60	1,45	
28	-0,60	1,40	
29	-0,60	1,40	
30	-1,05	1,40	

A	J _f	Z _g
1,521	0,4876	0,98

Armature di precompressione :

n.	Z	area
1	0,60	0,001
2	0,35	0,000
3	0,18	0,001
4	0,12	0,001

Viadotto NW03-04
 Relazione di calcolo impalcato

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
RS3H	03	D 78	CL NW0008 001	A	128 di 265

n.	Z	area
5	0,06	0,001

Z _{g,p}	A _p
0,20	0,004

Armature lente longitudinali :

n.	Z	area	
1	0,06	0,001	3Ø24
2	1,34	0,000	1Ø20
3	1,34	0,000	1Ø20
4	1,34	0,001	2Ø20
5	1,34	0,001	2Ø20
6	1,50	0,002	10Ø16
7	1,65	0,002	10Ø16

Sezione ideale (n=5,355)	A _{id}	J _{f,id}	Z _{g,id}
	1,583	0,5170	0,98

Tensioni sul cls - TRAVE PREF. VSh140 :

	S _{e,max}	S _{e,min}	S _{i,max}	S _{i,min}
dopo maturazione getto in opera	470,25	470,25	-10197,42	-10197,42
t=inf.-senza carichi	479,02	479,02	-8757,87	-8757,87

	$S_{e,max}$		$S_{e,min}$		$S_{i,max}$		$S_{i,min}$
t=inf.-SLE Rare	302,68		-166,31		-6330,69		-8918,64
t=inf.-SLE Quasi Permanenti	478,36	*	367,83		-8454,04		-8758,46

Tensioni sul cls - getto in opera :

	$S_{e,max}$		$S_{e,min}$		$S_{i,max}$		$S_{i,min}$
dopo maturazione getto in opera	0,00		0,00		0,00		0,00
t=inf.-senza carichi	-275,15		-275,15		0,00		0,00
t=inf.-SLE Rare	-441,14		-1479,59		-154,81		-588,09
t=inf.-SLE Quasi Permanenti	-275,77		-460,03		0,00		-94,62

Tensioni sugli acciai	S_{sp}	$S_{sl,max}$	pos.	$S_{sl,min}$	pos.
dopo maturazione getto in opera	1217968,3 6	75,34		-56168,95	
t=inf.-senza carichi	1034447,5 8	479,51		-48221,13	
t=inf.-SLE Rare	1005247,8 9	-533,52		-49152,07	
t=inf.-SLE Quasi Permanenti	0,00	475,74		-48224,57	

10.7.1.4.2.2 Verifica a rottura per flessione t=inf.

presollecitazione nelle armature di precompressione :

	Z cavo risult.	$D_{e,sp}$
TREFOLI	0,20	0,00551

fless.	Z asse neutro	Mr	e _{sup}	Z _{e^{sup}}	e _{inf}	Z _{e^{inf}}
(+)	1,46	9133,60	-0,00169	1,70	0,01000	0,06
(-)	0,29	-3234,59	0,01000	1,65	-0,00209	0,00

$$M_{d,max} = 2567,20 < 9133,60 \quad K_t = 3,558$$

10.7.1.4.2.3 Verifica rottura per taglio $t=inf$.

Calcestruzzo:	q [rad]	b _w	Staffe:	A _{sw}
	0,596	0,46		0,00452

d	K	A _{sl}	r _l	s _{cp}	a _c
1,65	1,348	0,007	0,0100	-2642,47	1,102

V _{Rd}	V _{Rsd}	V _{Rcd}
732,79	3872,99	4516,29

$$V_{Ed,max} = 1673,54 < 3799,60$$

10.7.1.4.2.4 Forze di scorrimento tra i getti

Con riferimento ad una area di interfaccia tra i getti di 1,150 [m²] (lunghezza unitaria), gli sforzi di scorrimento tra i getti alla sezione X=1,85 risultano:

max valore di progetto scorrimento interfaccia	767,47	[KN/m]
min valore di progetto scorrimento interfaccia	-73,54	[KN/m]
scorrimento ultimo per coesione ed attrito	±506,16	[KN/m]
staffe di collegamento	0,0045	[m ² /m]
scorrimento ultimo per coesione, attrito, staffe	±1568,30	[KN/m]

Verifica sezione X=4,05 - Fine staffe passo 10cm

10.7.1.5 Prima fase: sola trave

Sezione di calcestruzzo :

n.	Y	Z	
1	-0,50	0,00	prefabb.:
2	-0,68	1,17	reag.trazione
3	-1,05	1,26	
4	-1,05	1,40	
5	-0,55	1,40	
6	-0,55	1,35	
7	-0,54	1,17	
8	-0,41	0,35	
9	-0,34	0,25	
10	0,00	0,23	
11	0,34	0,25	
12	0,41	0,35	

Viadotto NW03-04
Relazione di calcolo impalcato

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
RS3H	03	D 78	CL NW0008 001	A	132 di 265

n.	Y	Z	
13	0,54	1,17	
14	0,55	1,35	
15	0,55	1,40	
16	1,05	1,40	
17	1,05	1,26	
18	0,68	1,17	
19	0,50	0,00	fine prefabb.

A	J _f	Z _g
0,723	0,1762	0,66

Armature di precompressione :

n.	Z	area
1	0,60	0,001
2	0,35	0,000
3	0,18	0,002
4	0,12	0,002
5	0,06	0,001

Z _{g,p}	A _p
0,19	0,006

Armature lente longitudinali :

n.	Z	area	

n.	Z	area	
1	0,06	0,001	3Ø24
2	1,34	0,000	1Ø20
3	1,34	0,000	1Ø20
4	1,34	0,001	2Ø20
5	1,34	0,001	2Ø20

Sezione ideale (n=5,355)	A _{id}	J _{f, id}	Z _{g, id}
	0,772	0,1912	0,65

Cadute di tensione prima del taglio trefoli :

	%	D _{Ssp}	D _{Ssp} /S _{Spi}
ritiro cls	25,5%	22873,50	1,6%
rilassamento acciaio	41,4%	29790,61	2,1%

Sollecitazioni	M _{esterno}	N _{precomp.}	M _{precomp.}
t=0 dopo taglio trefoli	760,81	-7865,75	-3767,50
prima del getto in opera	0,00	-7216,98	-3456,75
dopo getto 2a fase	1606,75	-7214,04	-3455,35

10.7.1.5.1 Tensioni nei materiali in prima fase

Tensioni sul calcestruzzo	S _{e, max}	S _{i, max}	
t=0 dopo taglio trefoli	1123,71	-19912,47	

Tensioni sul calcestruzzo	$S_{e,max}$	$S_{i,max}$	
prima del getto in opera	0,00	0,00	
dopo getto 2a fase	-2531,80	-15197,95	

Tensioni sugli acciai	S_{sp}	$S_{long,max}$	pos.	$S_{long,min}$	pos.
t=0 dopo taglio trefoli	1255613,08	1281,10		-109630,22	
prima del getto in opera	0,00	0,00		0,00	
dopo getto 2a fase	1163799,93	0,00		-84511,57	

Cadute di tensione dal taglio trefoli al getto soletta :

	%	$D_{S_{sp}}$	$D_{S_{sp}/S_{spi}}$
ritiro cls	25,5%	22873,50	1,6%
rilassamento acciaio	25,9%	18637,12	1,3%
viscosità cls	41,5%	69617,61	5,0%

Cadute di tensione durante maturazione soletta :

	%	$D_{S_{sp}}$	$D_{S_{sp}/S_{spi}}$
ritiro cls	0,1%	123,59	0,0%
rilassamento acciaio	0,1%	66,16	0,0%
viscosità cls	0,2%	313,74	0,0%

10.7.1.5.2 Verifica a rottura per flessione dopo getto 2a fase

Presollecitazione armature pretese : $e_{sp,z=0,19}=0,00634$

fless.	Z asse neutro	Mr	e_{sup}	$Z_{e_{sup}}$	e_{inf}	$Z_{e_{inf}}$
(+)	0,61	9028,65	-0,00350	1,40	0,00244	0,06
(-)	0,32	-1464,77	0,01000	1,34	-0,00316	0,00

$$M_{d,max} = 2169,11 < 9028,65 \quad K_r=4,162$$

10.7.1.5.3 Verifica a rottura per taglio dopo getto 2a fase

Calcestruzzo:	q [rad]	b_w	Staffe:	A_{sw}
	0,381	0,28		0,00226

d	K	A_{sl}	r_l	s_{cp}	a_c
1,34	1,386	0,005	0,0124	-9977,85	1,250

V_{Rd}	V_{Rsd}	V_{Red}
801,43	2668,60	1882,59

$$V_{Ed,max} = 468,60 < 1882,59$$

10.7.1.6 Seconda fase: trave + getto in opera

10.7.1.6.1 dopo cambio vincoli

- scassero / cambio vincoli

Sezione di calcestruzzo :

Viadotto NW03-04
Relazione di calcolo impalcato

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
RS3H	03	D 78	CL NW0008 001	A	136 di 265

n.	Y	Z	
1	-0,50	0,00	prefabb.:
2	-0,68	1,17	reag.trazione
3	-1,05	1,26	
4	-1,05	1,40	
5	-0,55	1,40	
6	-0,55	1,35	
7	-0,54	1,17	
8	-0,41	0,35	
9	-0,34	0,25	
10	0,00	0,23	
11	0,34	0,25	
12	0,41	0,35	
13	0,54	1,17	
14	0,55	1,35	
15	0,55	1,40	
16	1,05	1,40	
17	1,05	1,26	
18	0,68	1,17	
19	0,50	0,00	fine prefabb.
20	-0,50	0,00	
21	-1,05	1,40	getto in opera
22	-1,05	1,70	(m=0,924)
23	1,05	1,70	non reag.trazione

n.	Y	Z	
24	1,05	1,40	
25	0,60	1,40	
26	0,60	1,45	
27	-0,60	1,45	
28	-0,60	1,40	
29	-0,60	1,40	
30	-1,05	1,40	

A	J _f	Z _g
1,250	0,4259	1,04

Armature di precompressione :

n.	Z	area
1	0,60	0,001
2	0,35	0,000
3	0,18	0,002
4	0,12	0,002
5	0,06	0,001

Z _{g,p}	A _p
0,19	0,006

Armature lente longitudinali :

n.	Z	area	
1	0,06	0,001	3Ø24
2	1,34	0,000	1Ø20
3	1,34	0,000	1Ø20
4	1,34	0,001	2Ø20
5	1,34	0,001	2Ø20
6	1,50	0,002	10Ø16
7	1,65	0,002	10Ø16

Sezione ideale (n=5,355)	A _{id}	J _{f, id}	Z _{g, id}
	1,320	0,4634	1,03

Sollecitazioni e frecce :

	N	M	V	frecce
cambio vincoli	0,00	0,00	0,00	0,0000

Tensioni sul calcestruzzo dopo 28gg dal getto + scassero/cambio vincoli :

	S _{e, max}	S _{i, max}	
trave prefabbricata	-2533,33	-15189,54	
getto in opera	0,00	0,00	

Cadute di tensione da maturazione soletta a t=inf. :

	%	D _{S_{sp}}	D _{S_{sp}} /S _{spi}
ritiro cls	48,9%	43829,41	3,1%

	%	D _{Ssp}	D _{Ssp} /S _{Spi}
rilassamento acciaio	32,6%	23464,10	1,7%
viscosità cls	58,3%	97844,82	7,0%

10.7.1.6.2 Verifiche in esercizio

10.7.1.6.2.1 Verifica tensionale

Sezione di calcestruzzo :

n.	Y	Z	
1	-0,50	0,00	prefabb.:
2	-0,68	1,17	reag.trazione
3	-1,05	1,26	
4	-1,05	1,40	
5	-0,55	1,40	
6	-0,55	1,35	
7	-0,54	1,17	
8	-0,41	0,35	
9	-0,34	0,25	
10	0,00	0,23	
11	0,34	0,25	
12	0,41	0,35	
13	0,54	1,17	
14	0,55	1,35	
15	0,55	1,40	
16	1,05	1,40	

Viadotto NW03-04
Relazione di calcolo impalcato

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
RS3H	03	D 78	CL NW0008 001	A	140 di 265

n.	Y	Z	
17	1,05	1,26	
18	0,68	1,17	
19	0,50	0,00	fine prefabb.
20	-0,50	0,00	
21	-1,05	1,40	getto in opera
22	-1,05	1,70	(m=0,924)
23	1,05	1,70	non reag.trazione
24	1,05	1,40	
25	0,60	1,40	
26	0,60	1,45	
27	-0,60	1,45	
28	-0,60	1,40	
29	-0,60	1,40	
30	-1,05	1,40	

A	J _f	Z _g
1,250	0,4259	1,04

Armature di precompressione :

n.	Z	area
1	0,60	0,001
2	0,35	0,000
3	0,18	0,002

Viadotto NW03-04
Relazione di calcolo impalcato

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
RS3H	03	D 78	CL NW0008 001	A	141 di 265

n.	Z	area
4	0,12	0,002
5	0,06	0,001

Z _{g,p}	A _p
0,19	0,006

Armature lente longitudinali :

n.	Z	area	
1	0,06	0,001	3Ø24
2	1,34	0,000	1Ø20
3	1,34	0,000	1Ø20
4	1,34	0,001	2Ø20
5	1,34	0,001	2Ø20
6	1,50	0,002	10Ø16
7	1,65	0,002	10Ø16

Sezione ideale (n=5,355)	A _{id}	J _{f,id}	Z _{g,id}
	1,320	0,4634	1,03

Tensioni sul cls - TRAVE PREF. VSh140 :

	S _{e,max}	S _{e,min}	S _{i,max}	S _{i,min}
dopo maturazione getto in opera	-2533,33	-2533,33	-15189,54	-15189,54

	$S_{e,max}$	$S_{e,min}$	$S_{i,max}$	$S_{i,min}$
t=inf.-senza carichi	-2438,87	-2438,87	-12697,90	-12697,90
t=inf.-SLE Rare	-2697,65	-4327,12	-6183,68	-12922,48
t=inf.-SLE Quasi Permanenti	-2439,70	-2686,00	-11963,17	-12698,58

Tensioni sul cls - getto in opera :

	$S_{e,max}$	$S_{e,min}$	$S_{i,max}$	$S_{i,min}$
dopo maturazione getto in opera	0,00	0,00	0,00	0,00
t=inf.-senza carichi	-387,30	-387,30	0,00	0,00
t=inf.-SLE Rare	-633,14	-3795,19	-151,81	-1657,20
t=inf.-SLE Quasi Permanenti	-388,09	-809,98	0,00	-141,04

Tensioni sugli acciai	S_{sp}	$S_{sl,max}$	pos.	$S_{sl,min}$	pos.
dopo maturazione getto in opera	1163334,38	0,00		-84465,57	
t=inf.-senza carichi	965386,19	-442,71		-70689,47	
t=inf.-SLE Rare	933589,26	-1949,09		-71993,00	
t=inf.-SLE Quasi Permanenti	0,00	-447,54		-70693,43	

10.7.1.6.2.2 Verifica a rottura per flessione t=inf.

presollecitazione nelle armature di precompressione :

	Z cavo risult.	$D_{e,sp}$
TREFOLI	0,19	0,00526

fless.	Z asse neutro	Mr	e _{sup}	Z _{esup}	e _{inf}	Z _{einf}
(+)	1,41	12498,82	-0,00211	1,70	0,01000	0,06
(-)	0,33	-3151,48	0,01000	1,65	-0,00247	0,00

$$M_{d,max} = 6009,61 < 12498,82 \quad K_f = 2,080$$

10.7.1.6.2.3 Verifica rottura per taglio $t=inf$.

Calcestruzzo:	q [rad]	b _w	Staffe:	A _{sw}
	0,538	0,28		0,00226

d	K	A _{sl}	r _l	s _{cp}	a _c
1,65	1,348	0,009	0,0197	-4504,35	1,174

V _{Rd}	V _{Rsd}	V _{Rcd}
646,75	2204,10	2777,75

$$V_{Ed,max} = 1417,60 < 2204,10$$

10.7.1.6.2.4 Forze di scorrimento tra i getti

Con riferimento ad una area di interfaccia tra i getti di 0,700 [m²] (lunghezza unitaria), gli sforzi di scorrimento tra i getti alla sezione X=4,05 risultano:

max valore di progetto scorrimento interfaccia	639,06	[KN/m]
min valore di progetto scorrimento interfaccia	-87,54	[KN/m]
scorrimento ultimo per coesione ed attrito	±506,16	[KN/m]

staffe di collegamento	0,0023	[m ² /m]
scorrimento ultimo per coesione, attrito, staffe	±1037,23	[KN/m]

Verifica sezione X=12,20 - Mezzeria

10.7.1.7 Prima fase: sola trave

Sezione di calcestruzzo :

n.	Y	Z	
1	-0,50	0,00	prefabb.:
2	-0,68	1,17	reag.trazione
3	-1,05	1,26	
4	-1,05	1,40	
5	-0,55	1,40	
6	-0,55	1,35	
7	-0,54	1,17	
8	-0,41	0,35	
9	-0,34	0,25	
10	0,00	0,23	
11	0,34	0,25	
12	0,41	0,35	
13	0,54	1,17	
14	0,55	1,35	
15	0,55	1,40	

n.	Y	Z	
16	1,05	1,40	
17	1,05	1,26	
18	0,68	1,17	
19	0,50	0,00	fine prefabb.

A	J _f	Z _g
0,723	0,1762	0,66

Armature di precompressione :

n.	Z	area
1	0,60	0,001
2	0,35	0,000
3	0,18	0,002
4	0,12	0,002
5	0,06	0,002

Z _{g,p}	A _p
0,17	0,006

Armature lente longitudinali :

n.	Z	area	
1	0,06	0,001	3Ø24

n.	Z	area	
2	0,12	0,000	1Ø24
3	0,18	0,000	1Ø24
4	1,34	0,000	1Ø20
5	1,34	0,000	1Ø20

Sezione ideale (n=5,355)	A _{id}	J _{f, id}	Z _{g, id}
	0,773	0,1901	0,64

Cadute di tensione prima del taglio trefoli :

	%	D _{S_{sp}}	D _{S_{sp}} /S _{S_{pi}}
ritiro cls	25,5%	22873,50	1,6%
rilassamento acciaio	41,4%	29790,61	2,1%

Sollecitazioni	M _{esterno}	N _{precomp.}	M _{precomp.}
t=0 dopo taglio trefoli	1361,81	-8614,87	-4220,12
prima del getto in opera	0,00	-7895,44	-3867,70
dopo getto 2a fase	3025,45	-7892,49	-3866,26

10.7.1.7.1 Tensioni nei materiali in prima fase

Tensioni sul calcestruzzo	S _{e, max}	S _{i, max}	
t=0 dopo taglio trefoli	-635,12	-19865,23	
prima del getto in opera	0,00	0,00	

Tensioni sul calcestruzzo	$S_{e,max}$	$S_{i,max}$
dopo getto 2a fase	-7709,47	-12270,65

Tensioni sugli acciai	S_{sp}	$S_{long,max}$	pos.	$S_{long,min}$	pos.
t=0 dopo taglio trefoli	1253785,47	0,00		-109804,11	
prima del getto in opera	0,00	0,00		0,00	
dopo getto 2a fase	1172155,42	0,00		-69633,81	

Cadute di tensione dal taglio trefoli al getto soletta :

	%	$D_{S_{sp}}$	$D_{S_{sp}/S_{spi}}$
ritiro cls	25,5%	22873,50	1,6%
rilassamento acciaio	25,9%	18637,12	1,3%
viscosità cls	42,0%	71004,77	5,1%

Cadute di tensione durante maturazione soletta :

	%	$D_{S_{sp}}$	$D_{S_{sp}/S_{spi}}$
ritiro cls	0,1%	123,59	0,0%
rilassamento acciaio	0,1%	66,16	0,0%
viscosità cls	0,2%	271,53	0,0%

10.7.1.7.2 Verifica a rottura per flessione dopo getto 2a fase

Presollecitazione armature pretese : $e_{sp,z=0,17}=0,00633$

fless.	Z asse neutro	Mr	e_{sup}	$Z_{e_{sup}}$	e_{inf}	$Z_{e_{inf}}$
(+)	0,41	9154,28	-0,00350	1,40	0,00125	0,06
(-)	0,31	-849,62	0,01000	1,34	-0,00303	0,00

$$M_{d,max} = 4084,35 < 9154,28 \quad K_f=2,241$$

10.7.1.7.3 Verifica a rottura per taglio dopo getto 2a fase

Calcestruzzo:	q [rad]	b_w	Staffe:	A_{sw}
	0,381	0,28		0,00226

d	K	A_{sl}	r_l	s_{cp}	a_c
1,34	1,386	0,006	0,0167	-10915,86	1,250

V_{Rd}	V_{Rsd}	V_{Red}
878,92	2668,60	1882,59

$$V_{Ed,max} = 0,00 < 1882,59$$

10.7.1.8 Seconda fase: trave + getto in opera

10.7.1.8.1 dopo cambio vincoli

- scassero / cambio vincoli

Sezione di calcestruzzo :

n.	Y	Z	
1	-0,50	0,00	prefabb.:
2	-0,68	1,17	reag.trazione
3	-1,05	1,26	
4	-1,05	1,40	
5	-0,55	1,40	
6	-0,55	1,35	
7	-0,54	1,17	
8	-0,41	0,35	
9	-0,34	0,25	
10	0,00	0,23	
11	0,34	0,25	
12	0,41	0,35	
13	0,54	1,17	
14	0,55	1,35	
15	0,55	1,40	
16	1,05	1,40	
17	1,05	1,26	
18	0,68	1,17	
19	0,50	0,00	fine prefabb.
20	-0,50	0,00	
21	-1,05	1,40	getto in opera
22	-1,05	1,70	(m=0,924)
23	1,05	1,70	non reag.trazione

Viadotto NW03-04
Relazione di calcolo impalcato

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
RS3H	03	D 78	CL NW0008 001	A	150 di 265

n.	Y	Z	
24	1,05	1,40	
25	0,60	1,40	
26	0,60	1,45	
27	-0,60	1,45	
28	-0,60	1,40	
29	-0,60	1,40	
30	-1,05	1,40	

A	J _f	Z _g
1,250	0,4259	1,04

Armature di precompressione :

n.	Z	area
1	0,60	0,001
2	0,35	0,000
3	0,18	0,002
4	0,12	0,002
5	0,06	0,002

Z _{g,p}	A _p
0,17	0,006

Armature lente longitudinali :

n.	Z	area	
1	0,06	0,001	3Ø24
2	0,12	0,000	1Ø24
3	0,18	0,000	1Ø24
4	1,34	0,000	1Ø20
5	1,34	0,000	1Ø20
6	1,50	0,002	10Ø16
7	1,65	0,002	10Ø16

Sezione ideale (n=5,355)	A _{id}	J _{f, id}	Z _{g, id}
	1,321	0,4692	1,02

Sollecitazioni e frecce :

	N	M	V	frecce
cambio vincoli	0,00	0,00	0,00	0,0000

Tensioni sul calcestruzzo dopo 28gg dal getto + scassero/cambio vincoli :

	S _{e, max}	S _{i, max}	
trave prefabbricata	-7711,13	-12262,29	
getto in opera	0,00	0,00	

Cadute di tensione da maturazione soletta a t=inf. :

	%	D _{S_{sp}}	D _{S_{sp}} /S _{spi}
ritiro cls	48,9%	43829,41	3,1%

	%	D _{Ssp}	D _{Ssp} /S _{Spi}
rilassamento acciaio	32,6%	23464,10	1,7%
viscosità cls	57,9%	97844,82	7,0%

10.7.1.8.2 Verifiche in esercizio

10.7.1.8.2.1 Verifica tensionale

Sezione di calcestruzzo :

n.	Y	Z	
1	-0,50	0,00	prefabb.:
2	-0,68	1,17	reag.trazione
3	-1,05	1,26	
4	-1,05	1,40	
5	-0,55	1,40	
6	-0,55	1,35	
7	-0,54	1,17	
8	-0,41	0,35	
9	-0,34	0,25	
10	0,00	0,23	
11	0,34	0,25	
12	0,41	0,35	
13	0,54	1,17	
14	0,55	1,35	
15	0,55	1,40	
16	1,05	1,40	

n.	Y	Z	
17	1,05	1,26	
18	0,68	1,17	
19	0,50	0,00	fine prefabb.
20	-0,50	0,00	
21	-1,05	1,40	getto in opera
22	-1,05	1,70	(m=0,924)
23	1,05	1,70	non reag.trazione
24	1,05	1,40	
25	0,60	1,40	
26	0,60	1,45	
27	-0,60	1,45	
28	-0,60	1,40	
29	-0,60	1,40	
30	-1,05	1,40	

A	J _f	Z _g
1,250	0,4259	1,04

Armature di precompressione :

n.	Z	area
1	0,60	0,001
2	0,35	0,000
3	0,18	0,002

n.	Z	area
4	0,12	0,002
5	0,06	0,002

Z _{g,p}	A _p
0,17	0,006

Armature lente longitudinali :

n.	Z	area	
1	0,06	0,001	3Ø24
2	0,12	0,000	1Ø24
3	0,18	0,000	1Ø24
4	1,34	0,000	1Ø20
5	1,34	0,000	1Ø20
6	1,50	0,002	10Ø16
7	1,65	0,002	10Ø16

Sezione ideale (n=5,355)	A _{id}	J _{f,id}	Z _{g,id}
	1,321	0,4692	1,02

Tensioni sul cls - TRAVE PREF. VSh140 :

	S _{e,max}	S _{e,min}	S _{i,max}	S _{i,min}
dopo maturazione getto in opera	-7711,13	-7711,13	-12262,29	-12262,29

	$S_{e,max}$	$S_{e,min}$	$S_{i,max}$	$S_{i,min}$
t=inf.-senza carichi	-7616,30	-7616,30	-9564,19	-9564,19
t=inf.-SLE Rare	-7922,34	-11811,00	2797,23	-9822,73
t=inf.-SLE Quasi Permanenti	-7617,13	-8045,52	-8356,92	-9564,85

Tensioni sul cls - getto in opera :

	$S_{e,max}$	$S_{e,min}$	$S_{i,max}$	$S_{i,min}$
dopo maturazione getto in opera	0,00	0,00	0,00	0,00
t=inf.-senza carichi	-427,77	-427,77	0,00	0,00
t=inf.-SLE Rare	-719,89	-7580,64	-195,13	-3787,68
t=inf.-SLE Quasi Permanenti	-428,56	-1148,28	0,00	-308,94

Tensioni sugli acciai	S_{sp}	$S_{sl,max}$	pos.	$S_{sl,min}$	pos.
dopo maturazione getto in opera	1171732,2 2	0,00		-69588,09	
t=inf.-senza carichi	983604,17	-525,50		-54672,35	
t=inf.-SLE Rare	988841,19	12520,44		-64500,13	
t=inf.-SLE Quasi Permanenti	0,00	-530,33		-54676,23	

10.7.1.8.2.2 Verifica a rottura per flessione t=inf.

presollecitazione nelle armature di precompressione :

	Z cavo risult.	$D_{e,sp}$
TREFOLI	0,17	0,00530

fless.	Z asse neutro	Mr	e _{sup}	Z _{e^{sup}}	e _{inf}	Z _{e^{inf}}
(+)	1,39	14086,32	-0,00231	1,70	0,01000	0,06
(-)	0,31	-2464,79	0,01000	1,65	-0,00234	0,00

$$M_{d,max} = 11716,35 < 14086,32 \quad K_r=1,202$$

10.7.1.8.2.3 Verifica rottura per taglio $t=inf$.

Calcestruzzo:	q [rad]	b _w	Staffe:	A _{sw}
	0,381	0,28		0,00226

d	K	A _{sl}	r ₁	s _{cp}	a _c
1,65	1,348	0,009	0,0200	-4896,89	1,189

V _{Rd}	V _{Rsd}	V _{Rcd}
675,91	3285,97	2205,55

$$V_{Ed,max} = 334,00 < 2205,55$$

10.7.1.8.2.4 Forze di scorrimento tra i getti

Con riferimento ad una area di interfaccia tra i getti di 0,700 [m²] (lunghezza unitaria), gli sforzi di scorrimento tra i getti alla sezione X=12,20 risultano:

max valore di progetto scorrimento interfaccia	224,92	[KN/m]
min valore di progetto scorrimento interfaccia	-224,92	[KN/m]
scorrimento ultimo per coesione ed attrito	±506,16	[KN/m]
staffe di collegamento	0,0023	[m ² /m]
scorrimento ultimo per coesione, attrito, staffe	±1037,23	[KN/m]

10.8 REPORT DI CALCOLO TRAVE 2

10.9 Premessa

La presente relazione espone la verifica di una struttura lineare continua soggetta a forze esterne contenute nel piano verticale longitudinale alla struttura stessa e vincolata nel medesimo piano.

La struttura è in calcestruzzo armato precompresso, realizzata per fasi utilizzando travi prefabbricate in c.a.p. e getto successivo eseguito in opera per realizzare traversi di collegamento e soletta collaborante.

10.10 Normative, convenzioni ed ipotesi di base

Sistema di riferimento

Il sistema di riferimento delle grandezze geometriche e delle forze è una terna sinistrogira con l'asse X parallelo all'asse longitudinale della struttura, l'asse Z contenuto nel piano verticale e l'asse Y ortogonale a tale piano e orientato verso l'osservatore che veda le X positive a destra e le Z positive in alto.

I carichi agenti sulla struttura e le reazioni dei vincoli sono positivi se sono diretti verso l'alto e verso destra. I momenti flettenti sulla trave sono positivi quando tendono la fibra inferiore della sezione.

Tensioni e deformazioni sono positive se di trazione, sia per il calcestruzzo che per l'acciaio.

Normativa

Sono rispettate le seguenti normative:

- Legge 05/11/1971 n. 1086: *Norme per la disciplina delle opere di conglomerato cementizio armato, normale e precompresso ed a struttura metallica.*
- D.M. 17/01/2018: *Norme tecniche per le costruzioni - NTC 2018*

Unità di misura

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

lunghezza	[m]
forza	[KN]
angolo	[rad]

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

Modello di calcolo

Il codice di calcolo TCAP riceve le combinazioni di carico della struttura dal programma di calcolo delle sollecitazioni ed esegue le verifiche nelle situazioni agli Stati Limite Ultimi e agli Stati Limite di Esercizio inserendo nelle combinazioni l'effetto della precompressione.

Per valutare l'effetto della precompressione nelle varie sezioni viene assunto un modello di calcolo appropriato che riproduce le condizioni iperstatiche della struttura reale.

La struttura è considerata lineare e rettilinea, soggetta a deformazione longitudinale assiale generata dalla precompressione e deformazione trasversale per inflessione nel piano verticale. Essa viene schematizzata come una struttura a telaio piano che discretizza i tratti a sezione (e quindi baricentro) costante con aste orizzontali e i tratti a geometria variabile con aste inclinate.

Le forze di precompressione sono rappresentate da forze longitudinali e da coppie di trasporto delle forze stesse alla quota del baricentro locale.

Per il calcolo dei momenti flettenti resistenti a rottura viene utilizzata la procedura FindLim ed. TCAP/1.0 05/10 - SIGMAcSOFT che tiene conto, oltre al contributo del calcestruzzo, del contributo delle armature lente (stesso stato deformativo del calcestruzzo) e del contributo delle armature di precompressione nello stato deformativo effettivo (pretensione).

Codice di calcolo

La verifica è stata condotta con il codice di calcolo automatico TCAP ed. 9.4 - 02/2019 sviluppato da SIGMAcSOFT - Padova.

Procedura di calcolo tensionale per flessione: PREFLErett vers. TCAP/3.0 09/11 - SIGMAcSOFT

Procedura di calcolo a rottura per flessione: FindLim ed. TCAP/1.0 05/10 - SIGMAcSOFT

Procedura di calcolo a rottura per taglio: VrdCalc ed. TCAP/1.0 06/10 - SIGMAcSOFT

Modello iperstatico: TRSP ed. TCAP/1.0 04/10 - SIGMAcSOFT

10.11 Dati di calcolo

Dati geometrici

10.11.1.1 Schemi statici

L'impalcato viene realizzato con travi prefabbricate in c.a.p. e getto eseguito in opera di traversi e soletta collaborante. Si distinguono due fasi successive di lavoro:

PRIMA FASE: Le travi semplicemente appoggiate agli estremi resistono al peso proprio ed a quello del getto eseguito in opera.

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

10.11.1.1.1 Prima fase

Nella prima fase i prefabbricati sono soggetti alle seguenti condizioni di vincolo:

In opera al momento del getto di 2a fase:

Sbalzo sinistro = 0,50

Sbalzo destro = 0,50

In fase di sollevamento:

Sbalzo sinistro = 0,80

Sbalzo sinistro = 0,80

10.11.1.1.2 Seconda fase

In seconda fase la struttura è vincolata sugli appoggi definitivi:

appoggio	descrizione	X	luce campata
1	asse 1	0,50	
2	asse 2	23,90	23,40

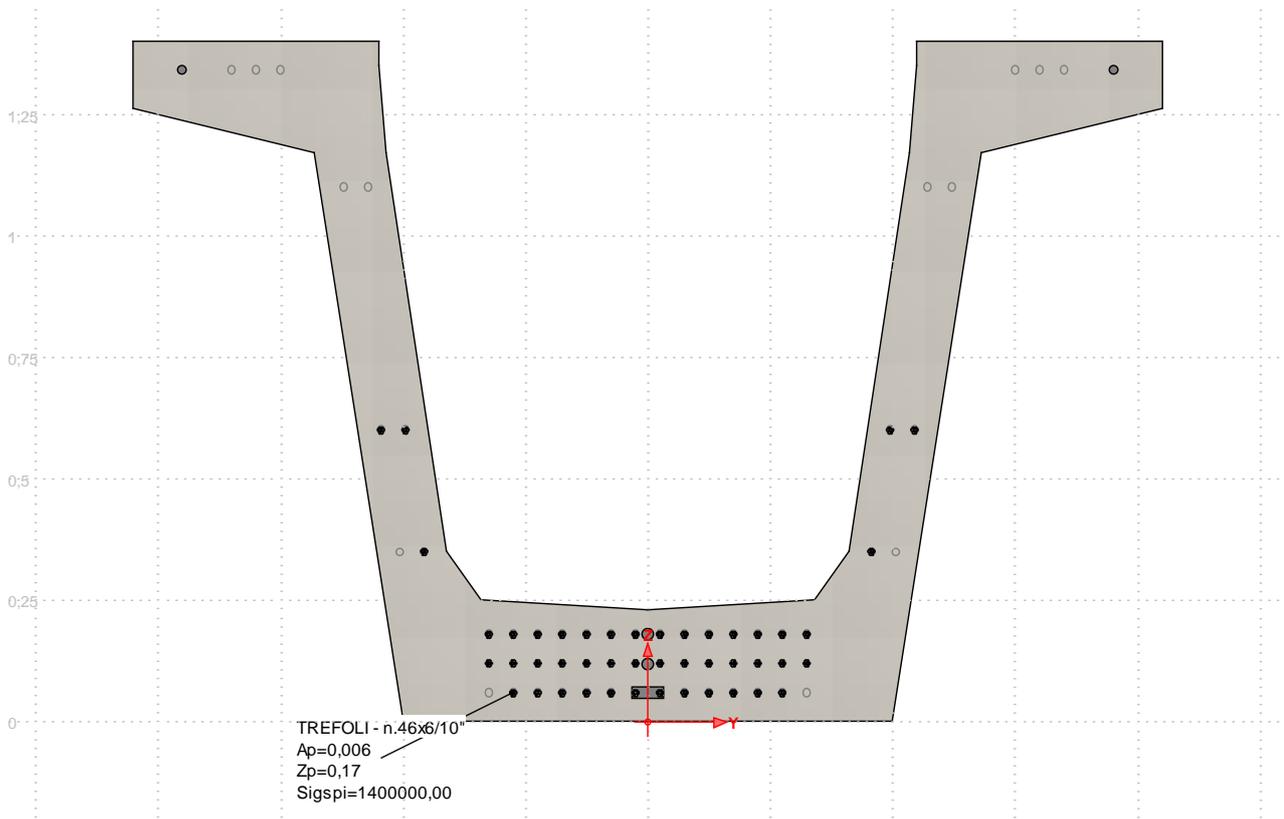
Armature trave prefabbricata

10.11.1.2 Armature di precompressione pretesate

TREFOLI

trefoli :	6/10"	
area trefolo =	139,000	[mm ²]
acciaio :	prec.fpk=1860	
tensione di tesatura =	1400000,00	[KN/m ²]
area totale A_p =	0,006	[m ²]
precompressione totale N_p =	8951,60	[KN]
quota baricentro $Z_{g,p}$ =	0,17	[m]

quota Z	n. trefoli	n. guaine	L guaine
1,34			
1,10			
0,60	4		
0,35	2		
0,18	14	6	2,50
0,12	14	6	3,00
0,06	12	4	4,00
N. trefoli=	46	L tot guaine=	49,00



10.11.1.3 Armatura lenta

Armatura longitudinale :

pos.		armatura	y	z	x iniziale	x finale
P1-L1		3Ø24	0,00	0,06	1,01	23,39
P1-L2		1Ø24	0,00	0,12	7,16	17,24
P1-L3		1Ø24	0,00	0,18	7,16	17,24
P1-L4		1Ø20	-0,95	1,34	0,60	23,80
P1-L5		1Ø20	0,95	1,34	0,60	23,80
P1-L6		2Ø20	-0,70	1,34	0,60	5,00
P1-L6	(simmetrica)				19,40	23,80
P1-L7		2Ø20	0,70	1,34	0,60	5,00
P1-L7	(simmetrica)				19,40	23,80

Armatura trasversale :

pos.		armatura	x iniziale	x finale	
P1-S1		4Ø12/0,10	0,00	4,00	trave+colleg. con soletta
P1-S2		4Ø12/0,20	4,00	20,40	trave+colleg. con soletta
P1-S3		4Ø12/0,10	20,40	24,40	trave+colleg. con soletta

armatura longit. appoggio :

n. barre	Ø	lunghezza	quota z
12	26	2,20	0,09

Armature getto in opera

10.11.1.4 Armatura lenta

Armatura longitudinale :

pos.	armatura	Y	Z	X iniziale	X finale
S-L1	10Ø16	0,00	1,50	0,44	23,96
S-L2	10Ø16	0,00	1,65	0,44	23,96

Materiali - resistenze di calcolo

In questo paragrafo non valgono le convezioni di segno precedentemente riportate: per il calcestruzzo tutte le grandezze sono indicate con segno positivo e contestualmente viene specificato se si tratta di valori di compressione o di trazione.

10.11.1.5 Calcestruzzo delle travi prefabbricate

Ai fini del calcolo le caratteristiche rilevanti del calcestruzzo sono date dalla resistenza a rottura, dal modulo elastico e dall'entità dei fenomeni differiti nel tempo.

Le travi prefabbricate in c.a.p. sono precomprese a trefoli aderenti e devono perciò rispettare delle limitazioni tensionali già in fase iniziale, al rilascio dei trefoli.

Data l'entità delle sollecitazioni iniziali si raccomanda di eseguire il trasferimento della precompressione con opportuna gradualità. Nel seguito della relazione si indicherà sinteticamente tale operazione come "taglio dei trefoli".

Calcestruzzo	C45/55
resistenza caratteristica $R_{ck28,cub}$	55000,00
resistenza al taglio dei trefoli $R_{ckj,cub}$	40000,00
coefficiente sicurezza verifiche a rottura	1,500
modulo elastico	36416000,00
peso specifico	25,0000
ritiro totale	-0,00046
% ritiro prima del taglio trefoli	25,5%
% ritiro taglio trefoli-getto soletta	25,5%

% ritiro da getto soletta a t=inf.	49%
coeff. di viscosità	2,300
% viscosità taglio trefoli-getto soletta	33%
% viscosità da getto soletta a t=inf.	67%

Resistenza caratteristica cilindrica a compressione :

a tempo infinito	f_{ck}	$= 0.83 \cdot R_{ck}$	$= 0.83 \cdot 55000,00 = 45650,00$	KN/m ²
al taglio dei trefoli	f_{ckj}	$= 0.83 \cdot R_{ckj}$	$= 0.83 \cdot 40000,00 = 33200,00$	KN/m ²

Resistenza di calcolo a compressione :

a tempo infinito	f_{cd}	$= a_{cc} \cdot f_{ck} / g_c$	$= 0.85 \cdot 45650,00 / 1,5 = 25868,33$	KN/m ²
al taglio dei trefoli	f_{cdj}	$= a_{cc} \cdot f_{ckj} / g_c$	$= 0.85 \cdot 33200,00 / 1,5 = 18813,33$	KN/m ²

Nel calcolo a rottura delle sezioni si utilizza il diagramma parabola-rettangolo con tensione massima a tempo infinito pari a :

$$f_{cd} = 25868,33 \text{ KN/m}^2$$

Resistenza di calcolo a trazione per flessione (formazione delle fessure) :

a tempo infinito	f_{ct}	$= f_{ctm} / 1.2$	$= 3831,91 / 1.2 = 3193,26$
al taglio dei trefoli	f_{ctj}	$= f_{ctmj} / 1.2$	$= 3098,94 / 1.2 = 2582,45$

Nelle condizioni di esercizio la massima tensione di compressione nel calcestruzzo deve rispettare le seguenti limitazioni:

al taglio dei trefoli :

s_{cj}	$< 0.70 \cdot f_{ckj}$	$= 23240,00$	KN/m ²
----------	------------------------	--------------	-------------------

a cadute avvenute :

S_c	$< 0.6 \cdot f_{ck}$	= 27390,00	KN/m ²	(per comb. caratteristica rara)
S_c	$< 0.45 \cdot f_{ck}$	= 20542,50	KN/m ²	(per comb. quasi permanente)

10.11.1.6 Calcestruzzo gettato in opera

Calcestruzzo	C32/40
resistenza caratteristica $R_{ck,cub}$	40000,00
coefficiente sicurezza del materiale	1,5
modulo elastico	33643000,00
peso specifico	25,0000
coeff. di omogeneizzazione con cls travi	0,924

Resistenza caratteristica cilindrica a compressione :

a tempo infinito	f_{ck}	= $0.83 \cdot R_{ck}$	= $0.83 \cdot 40000,00 = 33200,00$	KN/m ²
------------------	----------	-----------------------	------------------------------------	-------------------

Resistenza di calcolo a compressione :

a tempo infinito	f_{cd}	= $a_{cc} \cdot f_{ck} / g_c$	= $0.85 \cdot 33200,00 / 1,5 = 18813,33$	KN/m ²
------------------	----------	-------------------------------	--	-------------------

Nel diagramma parabola-rettangolo la tensione massima è pari a :

$$f_{cd} = 18813,33$$

Resistenza di calcolo a trazione per flessione (formazione delle fessure) :

a tempo infinito	f_{ct}	= $f_{ctm} / 1.2$	= $3098,94 / 1.2 = 2582,45$
------------------	----------	-------------------	-----------------------------

Nelle condizioni di esercizio la massima tensione di compressione del calcestruzzo deve rispettare le seguenti limitazioni:

s_c	$< 0.6 \cdot f_{ck}$	$= 19920,00$	KN/m ²	(per comb. caratteristica rara)
s_c	$< 0.45 \cdot f_{ck}$	$= 14940,00$	KN/m ²	(per comb. quasi permanente)

10.11.1.7 Acciaio per c.a.p.

Acciaio prec.fpk=1860 :

tensione all'1% deform. residua $f_{p(1)k}$	1670000,00
Modulo elastico	195000000,00
coeff. di omogeneizzazione a cls travi	-6
coefficiente di sicurezza	1,15
% rilassam. prima del taglio trefoli	41,4%
% rilassam. taglio trefoli-getto soletta	25,9%
% rilassam. da getto soletta a t=inf.	32,7%

In base al punto 4.1.8.1.5 del D.M. 14/01/2008 le tensioni iniziali all'atto della tesatura dei cavi pre-tesi deve rispettare la più restrittiva delle seguenti limitazioni:

s_{spi}	$\leq 0.80 \cdot f_{ptk}$	$= 0.80 \cdot 1837000,00 = 1469600,00$	KN/m ²
s_{spi}	$\leq 0.90 \cdot f_{p(1)k}$	$= 0.90 \cdot 1670000,00 = 1503000,00$	KN/m ²

E' ammessa una sovratensione iniziale pari a $0.05 f_{p(1)k}$.

La tensione massima in esercizio nella combinazione caratteristica (rara) deve rispettare la seguente limitazione (4.1.8.1.2 e 4.1.2.2.5.2 D.M.14/01/2008):

s_{sp}	$\leq 0.80 \cdot f_{p(1)k}$	1336000,00	KN/m ²
----------	-----------------------------	------------	-------------------

Nel calcolo a rottura si utilizza il diagramma triangolo-rettangolo con tensione massima pari a:

f_{ptd}	$= f_{p(1)k}/g_s$	$= \frac{1670000,00}{1,15}$	$= \text{KN/m}^2$
		1452173,91	

10.11.1.8 Acciaio per armatura lenta

Questo tipo di acciaio costituisce l'armatura destinata ad assorbire gli sforzi di taglio (staffe) ed altri sforzi locali di trazione nel calcestruzzo.

tipo acciaio	B450C
tensione di snervamento f_{yk}	450000,00
coefficiente sicurezza verifiche a rottura	1,15
modulo elastico	210000000,00
coeff. di omogeneizzazione a cls travi	-6

La tensione massima consentita (4.1.2.2.5.2 DM 17/01/2018) nella combinazione rara deve rispettare la seguente limitazione:

s_s	$\leq 0.80 \cdot f_{yk}$	$= 0.80 \cdot 450000,00 = 360000,00$	KN/m^2
-------	--------------------------	--------------------------------------	-----------------

Nel calcolo a rottura si utilizza il diagramma triangolo-rettangolo con tensione massima pari a:

f_{yd}	$= f_{yk}/g_s$	$= 450000,00/1,15 = 391304,35$	KN/m^2
----------	----------------	--------------------------------	-----------------

Cadute di tensione

10.11.1.9 Rilassamento dell'acciaio da precompressione

La valutazione del rilassamento dell'acciaio da precompressione avviene con la formulazione indicata dalla normativa e con i dati forniti dal produttore.

Ad una temperatura costante di 20 [°C] la caduta di tensione $D_{s_{pr}}$ per rilassamento al tempo t è:

classe	tipo	caduta
2	trecce e trefoli stabilizzati	$D_{s_{pr}} = s_{pi} \cdot [0.66 \cdot r_{1000} \cdot e^{9.1m} \cdot (t/1000)^{0.75(1-m)} \cdot 10^{-5}]$

dove:

- s_{pi} è la tensione iniziale nel cavo;

- r_{1000} è la perdita per rilassamento (in percentuale) a 1000 ore dopo la messa in tensione, a 20 [°C] e a partire da una tensione iniziale pari a 0.7 della resistenza f_p del campione provato:

Acciaio	classe	r_{1000}
1	2	2.5

- $m = s_{pi}/f_{pk}$;

- f_{pk} è la resistenza caratteristica a trazione dell'acciaio;

- t è il tempo misurato in ore dalla messa in tensione.

La caduta finale per rilassamento può essere valutata con le formule sopra scritte ed inserendo un tempo di 500000 ore. Si ottiene così:

Armatura	classe	m	Ds_{pr}/s_{pi}	
Trave 1 - gruppo 1	2	0,762	0,051	5,14%

10.11.1.10 Ritiro del calcestruzzo

L'accorciamento dovuto al ritiro viene assunto pari a :

prefabbricati $e_{cs1} = -0,00046$

getto in opera $e_{cs2} = -0,00031$

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

Armatura	Ds_{ps}		
Trave 1 - gruppo 1	$-0,00046 \cdot 195000000,00 =$	- 89700,0	6,41%

Armatura	$D_{S_{ps}}$		
		0	

10.11.1.11 Viscosità del calcestruzzo

Il valore della deformazione lenta del calcestruzzo (viscosità) si assume, ai fini del calcolo delle cadute di tensione nell'acciaio, secondo quanto indicato dalle norme (11.2.10.7 D.M.14/01/2008), pari a :

$$j_{inf,1} = 2,3 \quad (\text{cavi pretesi nei prefabbricati})$$

10.11.1.12 Sviluppo nel tempo delle cadute di tensione

Per i cavi pretesi, che agiscono sugli elementi prefabbricati, i valori totali dei fenomeni differiti esposti ai paragrafi precedenti vengono ripartiti nelle diverse fasi tenendo conto delle diverse condizioni ambientali e tensionali.

	% rilassamento	% ritiro	% viscosità
dalla posa in tensione al taglio trefoli	41,40	25,50	0,00
dal taglio trefoli al getto in opera	25,90	25,50	33,00
dal getto in opera a tempo infinito	32,70	49,00	67,00

Sollecitazioni esterne

n.	carico distribuito	intensità [KN/m]	x iniziale	x finale	inserimento
1	sbalzi	-6,50	0,00	24,40	getto soletta
2	predalle	-1,50	0,00	24,40	getto soletta

n.	carico concentrato	intensità [KN]	x	inserimento
1	traverso	-18,40	8,30	getto soletta
2	traverso	-18,40	16,10	getto soletta

10.12 Stati limite di esercizio

Stato Limite delle tensioni in esercizio - procedimento di calcolo

Per valutare lo stato tensionale nelle sezioni di verifica distingueremo le seguenti fasi :

PRIMA FASE

- a) al manifestarsi della precompressione
- b) prima del getto in opera
- c) subito dopo il getto in opera

SECONDA FASE

- d) impalcato scarico
- e) impalcato carico

In tutte le fasi la determinazione dello stato tensionale degli elementi da verificare avviene in base alla combinazione caratteristica (rara) :

$$S = G_1 + G_2 + P + Q$$

dove:

- G_1 = permanenti strutturali
 G_2 = permanenti non strutturali
 P = precompressione
 Q = azioni variabili

Stato limite di fessurazione travi prefabbricate

Per garantire la durabilità della struttura il calcolo di verifica tensionale agli Stati Limite di esercizio viene condotto con opportune limitazioni che preservano le travi principali da una eccessiva fessurazione.

A questo scopo, facendo riferimento alla normativa (tab. 4.1.IV) ed adottando le limitazioni relative alle armature *sensibili* nel caso di ambiente molto aggressivo, andrebbero verificate le seguenti condizioni:

classi di esposizione	comb. rare	comb. frequenti	comb. quasi perm.
XD2, XD3, XS2, XS3, XA3, XF 4	<nessuna verifica>	formazione fessure	decompressione

Per una maggiore tutela della durabilità dell'opera vengono invece rispettate nelle verifiche le seguenti limitazioni:

classi di esposizione	comb. rare	comb. frequenti	comb. quasi perm.
XD2, XD3, XS2, XS3, XA3, XF 4	formazione fessure	decompressione	<nessuna verifica>
	$s_{traz.} \leq f_{ctm}/1.2$		

10.13 Stati limite ultimi

Stato Limite Ultimo per sollecitazioni flettenti

Il calcolo dei momenti ultimi delle sezioni viene eseguito tenendo conto del diagramma s-e parabola-rettangolo per il calcestruzzo, con deformazione limite pari a -0.0035 in compressione, e deformazione indefinita a trazione con tensione nulla (sezione fessurata).

Per gli acciai si utilizza un diagramma tensioni-deformazioni linearmente elastico fino alla tensione di rottura e lineare orizzontale fino alla deformazione 0.01, sia in trazione che in compressione.

Si rimanda al capitolo dei materiali per i valori dei moduli elastici e delle tensioni di calcolo.

Nel calcolo del momento ultimo si tiene conto del delta di deformazione e_{sp} dell'acciaio da precompressione rispetto agli altri materiali.

Stato Limite Ultimo per sollecitazioni taglienti e torcenti

Per valutare i tagli e momenti torcenti resistenti viene utilizzata la formulazione indicata dalle norme:

$$V_{Rd} = [0.18/g_c \cdot k \cdot (100 \cdot r_1 \cdot f_{ck})^{1/3} + 0.15 \cdot s_{cp}] \cdot b_w \cdot d \quad (\text{taglio ultimo in assenza di armatura trasversale})$$

$$V_{Rcd} = 0.9 \cdot d \cdot b_w \cdot a_c \cdot 0.5 \cdot f_{cd} \cdot (\cot \alpha + \cot \alpha_q) / (1 + \cot \alpha^2 q) \quad (\text{taglio ultimo per rottura delle bielle compresse})$$

$$V_{Rsd} = 0.9 \cdot d \cdot (A_{sw}/s) \cdot f_{yd} \cdot (\cot \alpha + \cot \alpha_q) \cdot \sin \alpha \quad (\text{taglio ultimo per rottura delle staffe})$$

$$T_{Rcd} = 2 \cdot A_k \cdot 0.5 \cdot f_{cd} \cdot \cot \alpha_q / (1 + \cot \alpha^2 q) \quad (\text{momento torcente ultimo per rottura delle bielle compresse})$$

$$T_{Rsd} = 2 \cdot A_k \cdot (A_{sw,parete}/s) \cdot f_{yd} \cdot \cot \alpha_q \quad (\text{momento torcente ultimo per rottura delle staffe})$$

Dove:

d: altezza utile della sezione

b_w : larghezza minima della sezione

A_{sw} : area armatura trasversale nella sezione

$A_{sw,parete}$: area armatura trasversale minima nelle pareti

s: passo staffe

α : inclinazione risp. all'orizzontale delle armature trasversali (90 [deg])

q: inclinazione bielle compresse in cls

a_c : coeff. maggiorativo dovuto alla presenza dello sforzo assiale

A_{sl} : area acciaio in zona tesa

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

$$s_{cp} = N_{Ed}/A_{cls}$$

$$r_1 = A_{sl}/(b_w \cdot d)$$

A_k : area racchiusa dalla fibra media del profilo periferico della sezione

Nel modello a traliccio a rottura si considerano inclinate a 45 [deg] le bielle compresse di calcestruzzo in sezioni non precomprese, mentre si tiene conto dell'effetto benefico della precompressione valutando una minore inclinazione delle bielle in base alla tensione principale di trazione presente nella sezione a quota baricentrica.

L'inclinazione così determinata viene comunque limitata come indicato nelle norme citate.

Stato Limite Ultimo per scorrimento tra i getti

Viene calcolato lo sforzo di scorrimento di progetto S_{Edi} tra il calcestruzzo delle travi prefabbricate e quello gettato in opera, e viene confrontato con quello ultimo di interfaccia S_{Rdi} , utilizzando le indicazioni della normativa EN1991-1-1-6.2.5

$$S_{Edi} = b \cdot V_{Ed}/z$$

in cui:

- b è il rapporto tra la forza longitudinale nell'ultimo getto di calcestruzzo e la forza longitudinale totale in zona compressa o tesa, entrambe calcolate nella sezione considerata, assunto = 1.0

- V_{Ed} è la forza di taglio trasversale di 2^a fase

- z è il braccio della coppia interna della sezione composta

$$S_{Rdi} = b_i \cdot (c \cdot f_{ctd} + m \cdot S_n) + A_{sw} / s \cdot f_{yd} \cdot m \quad \square \cdot 0.5 \cdot b \cdot \square_{td} \cdot f$$

in cui:

Fattore di coesione tra le superfici	c	0,350	[-]
Resistenza a trazione di progetto	f _{ctd}	1446,17	[KN/m ²]
Coefficiente di attrito tra le superfici	□	0,600	[-]
Compressione normale alle superfici di contatto	□ _h	0,00	[KN/m ²]
Area complessiva staffa di collegamento	A _{sw}	<variabile>	[m ²]
Passo staffe di collegamento	s	<variabile>	[m]
Resistenza calcestruzzo più debole	f _{cd}	18813,33	[KN/m ²]

10.14 Verifica delle sezioni

Verifica sezione X=0,55 - Appoggio

10.14.1.1 Prima fase: sola trave

Sezione di calcestruzzo :

n.	Y	Z	
1	-0,50	0,00	prefabb.:
2	-0,68	1,17	non reag.trazione
3	-1,05	1,26	
4	-1,05	1,40	
5	-0,45	1,40	
6	-0,45	1,35	
7	-0,43	1,17	

Viadotto NW03-04
 Relazione di calcolo impalcato

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
RS3H	03	D 78	CL NW0008 001	A	173 di 265

n.	Y	Z	
8	-0,32	0,45	
9	-0,25	0,35	
10	0,00	0,34	
11	0,25	0,35	
12	0,32	0,45	
13	0,43	1,17	
14	0,45	1,35	
15	0,45	1,40	
16	1,05	1,40	
17	1,05	1,26	
18	0,68	1,17	
19	0,50	0,00	fine prefabb.

A	J _f	Z _g
1,023	0,2162	0,68

<nessuna armatura di precompressione pretesa>

Armature lente longitudinali :

n.	Z	area	
1	0,09	0,006	armatura longit. appoggio 12Ø26

Sezione ideale (n=15,000)	A_{id}	$J_{f,id}$	$Z_{g,id}$
	1,118	0,2463	0,63

Sollecitazioni	$M_{esterno}$
prima del getto in opera	0,00
dopo getto 2a fase	136,56

10.14.1.1.1 Tensioni nei materiali in prima fase

Tensioni sul calcestruzzo	$S_{e,max}$	$S_{i,max}$
prima del getto in opera	0,00	0,00
dopo getto 2a fase	-556,82	0,00

Tensioni sugli acciai	S_{sp}	$S_{long,max}$	pos.	$S_{long,min}$	pos.
prima del getto in opera	0,00	0,00		0,00	
dopo getto 2a fase	0,00	0,00		0,00	

10.14.1.1.2 Verifica a rottura per flessione dopo getto 2a fase

Presollecitazione armature pretese : $e_{sp,z=0,00}=0,00000$

fless.	Z asse neutro	Mr	e_{sup}	Z_{esup}	e_{inf}	Z_{einf}
(+)	1,25	3128,13	-0,00134	1,40	0,01000	0,09
(-)	0,07	-88,93	0,00108	0,09	-0,00350	0,00

$$M_{d,max} = 184,36 < 3128,13 \quad K_r=16,967$$

10.14.1.1.3 Verifica a rottura per taglio dopo getto 2a fase

Calcestruzzo:	q [rad]	b _w	Staffe:	A _{sw}
	0,785	0,48		0,00452

d	K	A _{sl}	r ₁	s _{ep}	a _c
1,31	1,391	0,006	0,0101	0,00	1,000

V _{Rd}	V _{Rsd}	V _{Rcd}
376,69	2087,09	3659,85

$$V_{Ed,max} = 674,43 < 2087,09$$

10.14.1.2 Seconda fase: trave + getto in opera

10.14.1.2.1 dopo cambio vincoli

- scassero / cambio vincoli

Sezione di calcestruzzo :

n.	Y	Z	
1	-0,50	0,00	prefabb.:
2	-0,68	1,17	non reag.trazione
3	-1,05	1,26	
4	-1,05	1,40	
5	-0,45	1,40	
6	-0,45	1,35	

n.	Y	Z	
7	-0,43	1,17	
8	-0,32	0,45	
9	-0,25	0,35	
10	0,00	0,34	
11	0,25	0,35	
12	0,32	0,45	
13	0,43	1,17	
14	0,45	1,35	
15	0,45	1,40	
16	1,05	1,40	
17	1,05	1,26	
18	0,68	1,17	
19	0,50	0,00	fine prefabb.
20	-0,50	0,00	
21	-1,05	1,40	getto in opera
22	-1,05	1,70	(m=0,924)
23	1,05	1,70	non reag.trazione
24	1,05	1,40	
25	0,60	1,40	
26	0,60	1,45	
27	-0,60	1,45	
28	-0,60	1,40	
29	-0,60	1,40	

Viadotto NW03-04
 Relazione di calcolo impalcato

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
RS3H	03	D 78	CL NW0008 001	A	177 di 265

n.	Y	Z	
30	-1,05	1,40	

A	J _f	Z _g
1,549	0,4925	0,98

<nessuna armatura di precompressione pretesa>

Armature lente longitudinali :

n.	Z	area	
1	1,50	0,002	10Ø16
2	1,65	0,002	10Ø16
3	0,09	0,006	armatura longit. appoggio 12Ø26

Sezione ideale (n=15,000)	A _{id}	J _{f, id}	Z _{g, id}
	1,705	0,5883	0,95

Sollecitazioni e frecce :

	N	M	V	freccia
cambio vincoli	0,00	0,00	0,00	0,0000

Tensioni sul calcestruzzo dopo 28gg dal getto + scassero/cambio vincoli :

	S _{e, max}	S _{i, max}	
trave prefabbricata	-556,82	0,00	
getto in opera	0,00	0,00	

Cadute di tensione da maturazione soletta a t=inf. :

	%	D _{Ssp}	D _{Ssp} /S _{spi}
ritiro cls	48,9%	43829,41	3,1%
rilassamento acciaio	32,6%	23464,10	1,7%
viscosità cls	100,0 %	97844,82	7,0%

10.14.1.2.2 Verifiche in esercizio

10.14.1.2.2.1 Verifica tensionale

Sezione di calcestruzzo :

n.	Y	Z	
1	-0,50	0,00	prefabb.:
2	-0,68	1,17	non reag.trazione
3	-1,05	1,26	
4	-1,05	1,40	
5	-0,45	1,40	
6	-0,45	1,35	
7	-0,43	1,17	
8	-0,32	0,45	
9	-0,25	0,35	
10	0,00	0,34	
11	0,25	0,35	
12	0,32	0,45	
13	0,43	1,17	

n.	Y	Z	
14	0,45	1,35	
15	0,45	1,40	
16	1,05	1,40	
17	1,05	1,26	
18	0,68	1,17	
19	0,50	0,00	fine prefabb.
20	-0,50	0,00	
21	-1,05	1,40	getto in opera
22	-1,05	1,70	(m=0,924)
23	1,05	1,70	non reag.trazione
24	1,05	1,40	
25	0,60	1,40	
26	0,60	1,45	
27	-0,60	1,45	
28	-0,60	1,40	
29	-0,60	1,40	
30	-1,05	1,40	

A	J _f	Z _g
1,549	0,4925	0,98

<nessuna armatura di precompressione pretesa>

Viadotto NW03-04
 Relazione di calcolo impalcato

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
RS3H	03	D 78	CL NW0008 001	A	180 di 265

Armature lente longitudinali :

n.	Z	area	
1	1,50	0,002	10Ø16
2	1,65	0,002	10Ø16
3	0,09	0,006	armatura longit. appoggio 12Ø26

Sezione ideale (n=15,000)	A _{id}	J _{f, id}	Z _{g, id}
	1,705	0,5883	0,95

Tensioni sul cls - TRAVE PREF. VSh140 :

	S _{e, max}	S _{e, min}	S _{i, max}	S _{i, min}
dopo maturazione getto in opera	-556,82	-556,82	0,00	0,00
t=inf.-senza carichi	-556,82	-556,82	0,00	0,00
t=inf.-SLE Rare	0,00	-946,41	0,00	0,00
t=inf.-SLE Quasi Permanenti	-517,61	-557,66	0,00	0,00

Tensioni sul cls - getto in opera :

	S _{e, max}	S _{e, min}	S _{i, max}	S _{i, min}
dopo maturazione getto in opera	0,00	0,00	0,00	0,00
t=inf.-senza carichi	0,00	0,00	0,00	0,00
t=inf.-SLE Rare	0,00	-209,00	0,00	-359,92
t=inf.-SLE Quasi Permanenti	0,00	-0,31	0,00	-0,78

Tensioni sugli acciai	S_{sp}	$S_{sl,max}$	pos.	$S_{sl,min}$	pos.
dopo maturazione getto in opera	0,00	17890,94		0,00	
t=inf.-senza carichi	0,00	17890,94		0,00	
t=inf.-SLE Rare	0,00	75654,95		-5027,03	
t=inf.-SLE Quasi Permanenti	0,00	18955,38		-10,05	

10.14.1.2.2.2 Verifica a rottura per flessione t=inf.

presollecitazione nelle armature di precompressione :

	Z cavo risult.	$D_{e_{sp}}$
TREFOLI	0,00	0,00000

fless.	Z asse neutro	Mr	e_{sup}	$Z_{e_{sup}}$	e_{inf}	$Z_{e_{inf}}$
(+)	1,58	3305,24	-0,00078	1,70	0,01000	0,09
(-)	0,09	-1498,36	0,01000	1,65	-0,00058	0,00

$$M_{d,max} = 265,53 < 3305,24 \quad K_r = 12,448$$

10.14.1.2.2.3 Verifica rottura per taglio t=inf.

Calcestruzzo:	q [rad]	b_w	Staffe:	A_{sw}
	0,785	0,48		0,00452

d	K	A_{sl}	r_1	s_{cp}	a_c
1,65	1,348	0,006	0,0080	0,00	1,000

V_{Rd}	V_{Rsd}	V_{Rcd}
425,88	2628,78	4609,74

$$V_{Ed,max} = 2297,59 < 2628,78$$

10.14.1.2.2.4 Forze di scorrimento tra i getti

Con riferimento ad una area di interfaccia tra i getti di 1,200 [m²] (lunghezza unitaria), gli sforzi di scorrimento tra i getti alla sezione X=0,55 risultano:

max valore di progetto scorrimento interfaccia	1093,04	[KN/m]
min valore di progetto scorrimento interfaccia	-109,76	[KN/m]
scorrimento ultimo per coesione ed attrito	±607,39	[KN/m]
staffe di collegamento	0,0045	[m ² /m]
scorrimento ultimo per coesione, attrito, staffe	±1669,52	[KN/m]

Verifica sezione X=1,85 - Fine ringrosso

10.14.1.3 Prima fase: sola trave

Sezione di calcestruzzo :

n.	Y	Z	
1	-0,50	0,00	prefabb.:
2	-0,68	1,17	reag.trazione
3	-1,05	1,26	
4	-1,05	1,40	
5	-0,46	1,40	

n.	Y	Z	
6	-0,46	1,35	
7	-0,45	1,17	
8	-0,33	0,44	
9	-0,26	0,34	
10	0,00	0,33	
11	0,26	0,34	
12	0,33	0,44	
13	0,45	1,17	
14	0,46	1,35	
15	0,46	1,40	
16	1,05	1,40	
17	1,05	1,26	
18	0,68	1,17	
19	0,50	0,00	fine prefabb.

A	J _f	Z _g
0,995	0,2127	0,68

Armature di precompressione :

n.	Z	area
1	0,60	0,001
2	0,35	0,000
3	0,18	0,001

Viadotto NW03-04
Relazione di calcolo impalcato

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
RS3H	03	D 78	CL NW0008 001	A	184 di 265

n.	Z	area
4	0,12	0,001
5	0,06	0,001

Z _{g,p}	A _p
0,20	0,004

Armature lente longitudinali :

n.	Z	area	
1	0,06	0,001	3Ø24
2	1,34	0,000	1Ø20
3	1,34	0,000	1Ø20
4	1,34	0,001	2Ø20
5	1,34	0,001	2Ø20

Sezione ideale (n=5,355)	A _{id}	J _{f,id}	Z _{g,id}
	1,034	0,2256	0,67

Cadute di tensione prima del taglio trefoli :

	%	D _{Ssp}	D _{Ssp} /S _{spi}
ritiro cls	25,5%	22873,50	1,6%
rilassamento acciaio	41,4%	29790,61	2,1%

Sollecitazioni	$M_{esterno}$	$N_{precomp.}$	$M_{precomp.}$
t=0 dopo taglio trefoli	392,84	-5618,39	-2677,52
prima del getto in opera	0,00	-5274,54	-2513,67
dopo getto 2a fase	746,00	-5272,91	-2512,89

10.14.1.3.1 Tensioni nei materiali in prima fase

Tensioni sul calcestruzzo	$S_{e,max}$	$S_{i,max}$
t=0 dopo taglio trefoli	1827,45	-12050,82
prima del getto in opera	0,00	0,00
dopo getto 2a fase	490,62	-10197,76

Tensioni sugli acciai	S_{sp}	$S_{long,max}$	pos.	$S_{long,min}$	pos.
t=0 dopo taglio trefoli	1293387,34	7108,43		-66063,50	
prima del getto in opera	0,00	0,00		0,00	
dopo getto 2a fase	1218420,48	187,70		-56165,83	

Cadute di tensione dal taglio trefoli al getto soletta :

	%	DS_{sp}	DS_{sp}/S_{spi}
ritiro cls	25,5%	22873,50	1,6%
rilassamento acciaio	25,9%	18637,12	1,3%
viscosità cls	29,5%	40946,94	2,9%

Cadute di tensione durante maturazione soletta :

	%	$D_{S_{sp}}$	$D_{S_{sp}}/S_{spi}$
ritiro cls	0,1%	123,59	0,0%
rilassamento acciaio	0,1%	66,16	0,0%
viscosità cls	0,1%	201,30	0,0%

10.14.1.3.2 Verifica a rottura per flessione dopo getto 2a fase

Presollecitazione armature pretese : $e_{sp,z=0,20}=0,00649$

fless.	Z asse neutro	Mr	e_{sup}	$Z_{e_{sup}}$	e_{inf}	$Z_{e_{inf}}$
(+)	1,11	7348,92	-0,00273	1,40	0,01000	0,06
(-)	0,26	-1513,60	0,01000	1,34	-0,00243	0,00

$$M_{d,max} = 1007,10 < 7348,92 \quad K_r=7,297$$

10.14.1.3.3 Verifica a rottura per taglio dopo getto 2a fase

Calcestruzzo:	q [rad]	b_w	Staffe:	A_{sw}
	0,381	0,46		0,00452

d	K	A_{sl}	r_1	s_{ep}	a_c
1,34	1,386	0,004	0,0062	-5313,70	1,205

V_{Rd}	V_{Rsd}	V_{Rcd}
802,66	5337,20	2981,20

Viadotto NW03-04
Relazione di calcolo impalcato

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
RS3H	03	D 78	CL NW0008 001	A	187 di 265

$$V_{Ed,max} = 590,54 < 2981,20$$

10.14.1.4 Seconda fase: trave + getto in opera

10.14.1.4.1 dopo cambio vincoli

- scassero / cambio vincoli

Sezione di calcestruzzo :

n.	Y	Z	
1	-0,50	0,00	prefabb.:
2	-0,68	1,17	reag.trazione
3	-1,05	1,26	
4	-1,05	1,40	
5	-0,46	1,40	
6	-0,46	1,35	
7	-0,45	1,17	
8	-0,33	0,44	
9	-0,26	0,34	
10	0,00	0,33	
11	0,26	0,34	
12	0,33	0,44	
13	0,45	1,17	
14	0,46	1,35	
15	0,46	1,40	
16	1,05	1,40	
17	1,05	1,26	

Viadotto NW03-04
Relazione di calcolo impalcato

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
RS3H	03	D 78	CL NW0008 001	A	188 di 265

n.	Y	Z	
18	0,68	1,17	
19	0,50	0,00	fine prefabb.
20	-0,50	0,00	
21	-1,05	1,40	getto in opera
22	-1,05	1,70	(m=0,924)
23	1,05	1,70	non reag.trazione
24	1,05	1,40	
25	0,60	1,40	
26	0,60	1,45	
27	-0,60	1,45	
28	-0,60	1,40	
29	-0,60	1,40	
30	-1,05	1,40	

A	J _f	Z _g
1,521	0,4876	0,98

Armature di precompressione :

n.	Z	area
1	0,60	0,001
2	0,35	0,000
3	0,18	0,001
4	0,12	0,001

Viadotto NW03-04
 Relazione di calcolo impalcato

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
RS3H	03	D 78	CL NW0008 001	A	189 di 265

n.	Z	area
5	0,06	0,001

Z _{g,p}	A _p
0,20	0,004

Armature lente longitudinali :

n.	Z	area	
1	0,06	0,001	3Ø24
2	1,34	0,000	1Ø20
3	1,34	0,000	1Ø20
4	1,34	0,001	2Ø20
5	1,34	0,001	2Ø20
6	1,50	0,002	10Ø16
7	1,65	0,002	10Ø16

Sezione ideale (n=5,355)	A _{id}	J _{f,id}	Z _{g,id}
	1,583	0,5170	0,98

Sollecitazioni e frecce :

	N	M	V	frecce
cambio vincoli	0,00	0,00	0,00	0,0000

Tensioni sul calcestruzzo dopo 28gg dal getto + scassero/cambio vincoli :

	$S_{e,max}$	$S_{i,max}$	
trave prefabbricata	470,25	-10197,42	
getto in opera	0,00	0,00	

Cadute di tensione da maturazione soletta a $t=inf.$:

	%	$D_{S_{sp}}$	$D_{S_{sp}}/S_{spi}$
ritiro cls	48,9%	43829,41	3,1%
rilassamento acciaio	32,6%	23464,10	1,7%
viscosità cls	70,4%	97844,82	7,0%

10.14.1.4.2 Verifiche in esercizio

10.14.1.4.2.1 Verifica tensionale

Sezione di calcestruzzo :

n.	Y	Z	
1	-0,50	0,00	prefabb.:
2	-0,68	1,17	reag.trazione
3	-1,05	1,26	
4	-1,05	1,40	
5	-0,46	1,40	
6	-0,46	1,35	
7	-0,45	1,17	
8	-0,33	0,44	
9	-0,26	0,34	
10	0,00	0,33	

n.	Y	Z	
11	0,26	0,34	
12	0,33	0,44	
13	0,45	1,17	
14	0,46	1,35	
15	0,46	1,40	
16	1,05	1,40	
17	1,05	1,26	
18	0,68	1,17	
19	0,50	0,00	fine prefabb.
20	-0,50	0,00	
21	-1,05	1,40	getto in opera
22	-1,05	1,70	(m=0,924)
23	1,05	1,70	non reag.trazione
24	1,05	1,40	
25	0,60	1,40	
26	0,60	1,45	
27	-0,60	1,45	
28	-0,60	1,40	
29	-0,60	1,40	
30	-1,05	1,40	

A	J _f	Z _g
1,521	0,4876	0,98

Armature di precompressione :

n.	Z	area
1	0,60	0,001
2	0,35	0,000
3	0,18	0,001
4	0,12	0,001
5	0,06	0,001

Z _{g,p}	A _p
0,20	0,004

Armature lente longitudinali :

n.	Z	area	
1	0,06	0,001	3Ø24
2	1,34	0,000	1Ø20
3	1,34	0,000	1Ø20
4	1,34	0,001	2Ø20
5	1,34	0,001	2Ø20
6	1,50	0,002	10Ø16
7	1,65	0,002	10Ø16

Sezione ideale (n=5,355)	A _{id}	J _{f,id}	Z _{g,id}
	1,583	0,5170	0,98

Tensioni sul cls - TRAVE PREF. VSh140 :

	S _{e,max}		S _{e,min}		S _{i,max}		S _{i,min}
dopo maturazione getto in opera	470,25		470,25		-10197,42		-10197,42
t=inf.-senza carichi	479,02		479,02		-8757,87		-8757,87
t=inf.-SLE Rare	93,59		-266,44		-5604,55		-9109,61
t=inf.-SLE Quasi Permanenti	478,36	*	452,95		-8647,68		-8758,46

Tensioni sul cls - getto in opera :

	S _{e,max}		S _{e,min}		S _{i,max}		S _{i,min}
dopo maturazione getto in opera	0,00		0,00		0,00		0,00
t=inf.-senza carichi	-275,15		-275,15		0,00		0,00
t=inf.-SLE Rare	-637,90		-1735,68		-347,98		-680,59
t=inf.-SLE Quasi Permanenti	-275,77		-326,21		0,00		-19,31

Tensioni sugli acciai	S _{sp}	S _{sl,max}	pos.	S _{sl,min}	pos.
dopo maturazione getto in opera	1217968,36	75,34		-56168,95	
t=inf.-senza carichi	1034447,58	479,51		-48221,13	
t=inf.-SLE Rare	1008506,27	-1734,81		-50257,84	
t=inf.-SLE Quasi Permanenti	0,00	475,74		-48224,57	

10.14.1.4.2.2 Verifica a rottura per flessione $t=inf$.

presollecitazione nelle armature di precompressione :

	Z cavo risult.	De _{sp}
TREFOLI	0,20	0,00551

fless.	Z asse neutro	Mr	e _{sup}	Z _{e^{sup}}	e _{inf}	Z _{e^{inf}}
(+)	1,47	8958,26	-0,00164	1,70	0,01000	0,06
(-)	0,28	-2971,61	0,01000	1,65	-0,00202	0,00

$$M_{d,max} = 2967,50 < 8958,26 \quad K_r=3,019$$

10.14.1.4.2.3 Verifica rottura per taglio $t=inf$.

Calcestruzzo:	q [rad]	b _w	Staffe:	A _{sw}
	0,635	0,46		0,00452

d	K	A _{sl}	r _l	s _{cp}	a _c
1,65	1,348	0,007	0,0100	-2434,09	1,094

V _{Rd}	V _{Rsd}	V _{Rcd}
708,89	3566,08	4610,65

$$V_{Ed,max} = 1910,64 < 3514,17$$

10.14.1.4.2.4 Forze di scorrimento tra i getti

Con riferimento ad una area di interfaccia tra i getti di 1,150 [m²] (lunghezza unitaria), gli sforzi di scorrimento tra i getti alla sezione X=1,85 risultano:

max valore di progetto scorrimento interfaccia	976,84	[KN/m]
min valore di progetto scorrimento interfaccia	-103,77	[KN/m]
scorrimento ultimo per coesione ed attrito	±506,16	[KN/m]
staffe di collegamento	0,0045	[m ² /m]
scorrimento ultimo per coesione, attrito, staffe	±1568,30	[KN/m]

Verifica sezione X=4,05 - Fine staffe passo 10cm

10.14.1.5 Prima fase: sola trave

Sezione di calcestruzzo :

n.	Y	Z	
1	-0,50	0,00	prefabb.:
2	-0,68	1,17	reag.trazione
3	-1,05	1,26	
4	-1,05	1,40	
5	-0,55	1,40	
6	-0,55	1,35	
7	-0,54	1,17	
8	-0,41	0,35	
9	-0,34	0,25	
10	0,00	0,23	
11	0,34	0,25	

Viadotto NW03-04
Relazione di calcolo impalcato

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
RS3H	03	D 78	CL NW0008 001	A	196 di 265

n.	Y	Z	
12	0,41	0,35	
13	0,54	1,17	
14	0,55	1,35	
15	0,55	1,40	
16	1,05	1,40	
17	1,05	1,26	
18	0,68	1,17	
19	0,50	0,00	fine prefabb.

A	J _f	Z _g
0,723	0,1762	0,66

Armature di precompressione :

n.	Z	area
1	0,60	0,001
2	0,35	0,000
3	0,18	0,002
4	0,12	0,002
5	0,06	0,001

Z _{g,p}	A _p
0,19	0,006

Armature lente longitudinali :

n.	Z	area	
1	0,06	0,001	3Ø24
2	1,34	0,000	1Ø20
3	1,34	0,000	1Ø20
4	1,34	0,001	2Ø20
5	1,34	0,001	2Ø20

Sezione ideale (n=5,355)	A _{id}	J _{f, id}	Z _{g, id}
	0,772	0,1912	0,65

Cadute di tensione prima del taglio trefoli :

	%	D _{S_{sp}}	D _{S_{sp}} /S _{S_{pi}}
ritiro cls	25,5%	22873,50	1,6%
rilassamento acciaio	41,4%	29790,61	2,1%

Sollecitazioni	M _{esterno}	N _{precomp.}	M _{precomp.}
t=0 dopo taglio trefoli	760,81	-7865,75	-3767,50
prima del getto in opera	0,00	-7216,98	-3456,75
dopo getto 2a fase	1606,75	-7214,04	-3455,35

10.14.1.5.1 Tensioni nei materiali in prima fase

Tensioni sul calcestruzzo	$S_{e,max}$	$S_{i,max}$
t=0 dopo taglio trefoli	1123,71	-19912,47
prima del getto in opera	0,00	0,00
dopo getto 2a fase	-2531,80	-15197,95

Tensioni sugli acciai	S_{sp}	$S_{long,max}$	pos.	$S_{long,min}$	pos.
t=0 dopo taglio trefoli	1255613,08	1281,10		-109630,22	
prima del getto in opera	0,00	0,00		0,00	
dopo getto 2a fase	1163799,93	0,00		-84511,57	

Cadute di tensione dal taglio trefoli al getto soletta :

	%	$D_{S_{sp}}$	$D_{S_{sp}/S_{spi}}$
ritiro cls	25,5%	22873,50	1,6%
rilassamento acciaio	25,9%	18637,12	1,3%
viscosità cls	41,5%	69617,61	5,0%

Cadute di tensione durante maturazione soletta :

	%	$D_{S_{sp}}$	$D_{S_{sp}/S_{spi}}$
ritiro cls	0,1%	123,59	0,0%
rilassamento acciaio	0,1%	66,16	0,0%
viscosità cls	0,2%	313,74	0,0%

10.14.1.5.2 Verifica a rottura per flessione dopo getto 2a fase

Presollecitazione armature pretese : $e_{sp,z=0,19}=0,00634$

fless.	Z asse neutro	Mr	e_{sup}	$Z_{e_{sup}}$	e_{inf}	$Z_{e_{inf}}$
(+)	0,61	9028,65	-0,00350	1,40	0,00244	0,06
(-)	0,32	-1464,77	0,01000	1,34	-0,00316	0,00

$$M_{d,max} = 2169,11 < 9028,65 \quad K_r=4,162$$

10.14.1.5.3 Verifica a rottura per taglio dopo getto 2a fase

Calcestruzzo:	q [rad]	b_w	Staffe:	A_{sw}
	0,381	0,28		0,00226

d	K	A_{sl}	r_1	s_{cp}	a_c
1,34	1,386	0,005	0,0124	-9977,85	1,250

V_{Rd}	V_{Rsd}	V_{Rcd}
801,43	2668,60	1882,59

$$V_{Ed,max} = 468,60 < 1882,59$$

10.14.1.6 Seconda fase: trave + getto in opera

10.14.1.6.1 dopo cambio vincoli

- scassero / cambio vincoli

Sezione di calcestruzzo :

n.	Y	Z	
1	-0,50	0,00	prefabb.:
2	-0,68	1,17	reag.trazione
3	-1,05	1,26	
4	-1,05	1,40	
5	-0,55	1,40	
6	-0,55	1,35	
7	-0,54	1,17	
8	-0,41	0,35	
9	-0,34	0,25	
10	0,00	0,23	
11	0,34	0,25	
12	0,41	0,35	
13	0,54	1,17	
14	0,55	1,35	
15	0,55	1,40	
16	1,05	1,40	
17	1,05	1,26	
18	0,68	1,17	
19	0,50	0,00	fine prefabb.
20	-0,50	0,00	
21	-1,05	1,40	getto in opera
22	-1,05	1,70	(m=0,924)
23	1,05	1,70	non reag.trazione

n.	Y	Z	
24	1,05	1,40	
25	0,60	1,40	
26	0,60	1,45	
27	-0,60	1,45	
28	-0,60	1,40	
29	-0,60	1,40	
30	-1,05	1,40	

A	J _f	Z _g
1,250	0,4259	1,04

Armature di precompressione :

n.	Z	area
1	0,60	0,001
2	0,35	0,000
3	0,18	0,002
4	0,12	0,002
5	0,06	0,001

Z _{g,p}	A _p
0,19	0,006

Armature lente longitudinali :

n.	Z	area	
1	0,06	0,001	3Ø24
2	1,34	0,000	1Ø20
3	1,34	0,000	1Ø20
4	1,34	0,001	2Ø20
5	1,34	0,001	2Ø20
6	1,50	0,002	10Ø16
7	1,65	0,002	10Ø16

Sezione ideale (n=5,355)	A _{id}	J _{f, id}	Z _{g, id}
	1,320	0,4634	1,03

Sollecitazioni e frecce :

	N	M	V	frecchia
cambio vincoli	0,00	0,00	0,00	0,0000

Tensioni sul calcestruzzo dopo 28gg dal getto + scassero/cambio vincoli :

	S _{e, max}	S _{i, max}	
trave prefabbricata	-2533,33	-15189,54	
getto in opera	0,00	0,00	

Cadute di tensione da maturazione soletta a t=inf. :

	%	D _{S_{sp}}	D _{S_{sp}} /S _{spi}
ritiro cls	48,9%	43829,41	3,1%

	%	D _{S_{sp}}	D _{S_{sp}} /S _{S_{pi}}
rilassamento acciaio	32,6%	23464,10	1,7%
viscosità cls	58,3%	97844,82	7,0%

10.14.1.6.2 Verifiche in esercizio

10.14.1.6.2.1 Verifica tensionale

Sezione di calcestruzzo :

n.	Y	Z	
1	-0,50	0,00	prefabb.:
2	-0,68	1,17	reag.trazione
3	-1,05	1,26	
4	-1,05	1,40	
5	-0,55	1,40	
6	-0,55	1,35	
7	-0,54	1,17	
8	-0,41	0,35	
9	-0,34	0,25	
10	0,00	0,23	
11	0,34	0,25	
12	0,41	0,35	
13	0,54	1,17	
14	0,55	1,35	
15	0,55	1,40	
16	1,05	1,40	

n.	Y	Z	
17	1,05	1,26	
18	0,68	1,17	
19	0,50	0,00	fine prefabb.
20	-0,50	0,00	
21	-1,05	1,40	getto in opera
22	-1,05	1,70	(m=0,924)
23	1,05	1,70	non reag.trazione
24	1,05	1,40	
25	0,60	1,40	
26	0,60	1,45	
27	-0,60	1,45	
28	-0,60	1,40	
29	-0,60	1,40	
30	-1,05	1,40	

A	J _f	Z _g
1,250	0,4259	1,04

Armature di precompressione :

n.	Z	area
1	0,60	0,001
2	0,35	0,000
3	0,18	0,002

Viadotto NW03-04
 Relazione di calcolo impalcato

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
RS3H	03	D 78	CL NW0008 001	A	205 di 265

n.	Z	area
4	0,12	0,002
5	0,06	0,001

Z _{g,p}	A _p
0,19	0,006

Armature lente longitudinali :

n.	Z	area	
1	0,06	0,001	3Ø24
2	1,34	0,000	1Ø20
3	1,34	0,000	1Ø20
4	1,34	0,001	2Ø20
5	1,34	0,001	2Ø20
6	1,50	0,002	10Ø16
7	1,65	0,002	10Ø16

Sezione ideale (n=5,355)	A _{id}	J _{f,id}	Z _{g,id}
	1,320	0,4634	1,03

Tensioni sul cls - TRAVE PREF. VSh140 :

	S _{e,max}	S _{e,min}	S _{i,max}	S _{i,min}
dopo maturazione getto in opera	-2533,33	-2533,33	-15189,54	-15189,54

	$S_{e,max}$	$S_{e,min}$	$S_{i,max}$	$S_{i,min}$
t=inf.-senza carichi	-2438,87	-2438,87	-12697,90	-12697,90
t=inf.-SLE Rare	-2860,15	-4420,91	-5633,25	-13065,06
t=inf.-SLE Quasi Permanenti	-2439,70	-2550,91	-12334,49	-12698,58

Tensioni sul cls - getto in opera :

	$S_{e,max}$	$S_{e,min}$	$S_{i,max}$	$S_{i,min}$
dopo maturazione getto in opera	0,00	0,00	0,00	0,00
t=inf.-senza carichi	-387,30	-387,30	0,00	0,00
t=inf.-SLE Rare	-787,21	-4009,37	-301,93	-1743,85
t=inf.-SLE Quasi Permanenti	-388,09	-584,93	0,00	-16,24

Tensioni sugli acciai	S_{sp}	$S_{sl,max}$	pos.	$S_{sl,min}$	pos.
dopo maturazione getto in opera	1163334,38	0,00		-84465,57	
t=inf.-senza carichi	965386,19	-442,71		-70689,47	
t=inf.-SLE Rare	936080,25	-2894,36		-72820,14	
t=inf.-SLE Quasi Permanenti	0,00	-447,54		-70693,43	

10.14.1.6.2.2 Verifica a rottura per flessione t=inf.

presollecitazione nelle armature di precompressione :

	Z cavo risult.	$D_{e,sp}$
TREFOLI	0,19	0,00526

fless.	Z asse neutro	Mr	e _{sup}	Z _{e^{sup}}	e _{inf}	Z _{e^{inf}}
(+)	1,42	12434,58	-0,00208	1,70	0,01000	0,06
(-)	0,32	-3029,13	0,01000	1,65	-0,00242	0,00

$$M_{d,max} = 6274,61 < 12434,58 \quad K_f = 1,982$$

10.14.1.6.2.3 Verifica rottura per taglio $t=inf$.

Calcestruzzo:	q [rad]	b _w	Staffe:	A _{sw}
	0,564	0,28		0,00226

d	K	A _{sl}	r ₁	s _{cp}	a _c
1,65	1,348	0,009	0,0197	-4392,34	1,170

V _{Rd}	V _{Rsd}	V _{Rcd}
638,99	2079,02	2841,61

$$V_{Ed,max} = 1573,10 < 2079,02$$

10.14.1.6.2.4 Forze di scorrimento tra i getti

Con riferimento ad una area di interfaccia tra i getti di 0,700 [m²] (lunghezza unitaria), gli sforzi di scorrimento tra i getti alla sezione X=4,05 risultano:

max valore di progetto scorrimento interfaccia	743,77	[KN/m]
min valore di progetto scorrimento interfaccia	-163,30	[KN/m]
scorrimento ultimo per coesione ed attrito	±506,16	[KN/m]

staffe di collegamento	0,0023	[m ² /m]
scorrimento ultimo per coesione, attrito, staffe	±1037,23	[KN/m]

Verifica sezione X=12,20 - Mezzeria

10.14.1.7 Prima fase: sola trave

Sezione di calcestruzzo :

n.	Y	Z	
1	-0,50	0,00	prefabb.:
2	-0,68	1,17	reag.trazione
3	-1,05	1,26	
4	-1,05	1,40	
5	-0,55	1,40	
6	-0,55	1,35	
7	-0,54	1,17	
8	-0,41	0,35	
9	-0,34	0,25	
10	0,00	0,23	
11	0,34	0,25	
12	0,41	0,35	
13	0,54	1,17	
14	0,55	1,35	
15	0,55	1,40	

Viadotto NW03-04
Relazione di calcolo impalcato

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
RS3H	03	D 78	CL NW0008 001	A	209 di 265

n.	Y	Z	
16	1,05	1,40	
17	1,05	1,26	
18	0,68	1,17	
19	0,50	0,00	fine prefabb.

A	J _f	Z _g
0,723	0,1762	0,66

Armature di precompressione :

n.	Z	area
1	0,60	0,001
2	0,35	0,000
3	0,18	0,002
4	0,12	0,002
5	0,06	0,002

Z _{g,p}	A _p
0,17	0,006

Armature lente longitudinali :

n.	Z	area	
1	0,06	0,001	3Ø24

n.	Z	area	
2	0,12	0,000	1Ø24
3	0,18	0,000	1Ø24
4	1,34	0,000	1Ø20
5	1,34	0,000	1Ø20

Sezione ideale (n=5,355)	A _{id}	J _{f, id}	Z _{g, id}
	0,773	0,1901	0,64

Cadute di tensione prima del taglio trefoli :

	%	D _{S_{sp}}	D _{S_{sp}} /S _{S_{pi}}
ritiro cls	25,5%	22873,50	1,6%
rilassamento acciaio	41,4%	29790,61	2,1%

Sollecitazioni	M _{esterno}	N _{precomp.}	M _{precomp.}
t=0 dopo taglio trefoli	1361,81	-8614,87	-4220,12
prima del getto in opera	0,00	-7895,44	-3867,70
dopo getto 2a fase	3025,45	-7892,49	-3866,26

10.14.1.7.1 Tensioni nei materiali in prima fase

Tensioni sul calcestruzzo	S _{e, max}	S _{i, max}	
t=0 dopo taglio trefoli	-635,12	-19865,23	
prima del getto in opera	0,00	0,00	

Tensioni sul calcestruzzo	$S_{e,max}$	$S_{i,max}$
dopo getto 2a fase	-7709,47	-12270,65

Tensioni sugli acciai	S_{sp}	$S_{long,max}$	pos.	$S_{long,min}$	pos.
t=0 dopo taglio trefoli	1253785,47	0,00		-109804,11	
prima del getto in opera	0,00	0,00		0,00	
dopo getto 2a fase	1172155,42	0,00		-69633,81	

Cadute di tensione dal taglio trefoli al getto soletta :

	%	$D_{S_{sp}}$	$D_{S_{sp}/S_{spi}}$
ritiro cls	25,5%	22873,50	1,6%
rilassamento acciaio	25,9%	18637,12	1,3%
viscosità cls	42,0%	71004,77	5,1%

Cadute di tensione durante maturazione soletta :

	%	$D_{S_{sp}}$	$D_{S_{sp}/S_{spi}}$
ritiro cls	0,1%	123,59	0,0%
rilassamento acciaio	0,1%	66,16	0,0%
viscosità cls	0,2%	271,53	0,0%

10.14.1.7.2 Verifica a rottura per flessione dopo getto 2a fase

Presollecitazione armature pretese : $e_{sp,z=0,17}=0,00633$

fless.	Z asse neutro	Mr	e_{sup}	$Z_{e_{sup}}$	e_{inf}	$Z_{e_{inf}}$
(+)	0,41	9154,28	-0,00350	1,40	0,00125	0,06
(-)	0,31	-849,62	0,01000	1,34	-0,00303	0,00

$$M_{d,max} = 4084,35 < 9154,28 \quad K_f=2,241$$

10.14.1.7.3 Verifica a rottura per taglio dopo getto 2a fase

Calcestruzzo:	q [rad]	b_w	Staffe:	A_{sw}
	0,381	0,28		0,00226

d	K	A_{sl}	r_l	s_{cp}	a_c
1,34	1,386	0,006	0,0167	-10915,86	1,250

V_{Rd}	V_{Rsd}	V_{Red}
878,92	2668,60	1882,59

$$V_{Ed,max} = 0,00 < 1882,59$$

10.14.1.8 Seconda fase: trave + getto in opera

10.14.1.8.1 dopo cambio vincoli

- scassero / cambio vincoli

Sezione di calcestruzzo :

n.	Y	Z	
1	-0,50	0,00	prefabb.:
2	-0,68	1,17	reag.trazione
3	-1,05	1,26	
4	-1,05	1,40	
5	-0,55	1,40	
6	-0,55	1,35	
7	-0,54	1,17	
8	-0,41	0,35	
9	-0,34	0,25	
10	0,00	0,23	
11	0,34	0,25	
12	0,41	0,35	
13	0,54	1,17	
14	0,55	1,35	
15	0,55	1,40	
16	1,05	1,40	
17	1,05	1,26	
18	0,68	1,17	
19	0,50	0,00	fine prefabb.
20	-0,50	0,00	
21	-1,05	1,40	getto in opera
22	-1,05	1,70	(m=0,924)
23	1,05	1,70	non reag.trazione

Viadotto NW03-04
Relazione di calcolo impalcato

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
RS3H	03	D 78	CL NW0008 001	A	214 di 265

n.	Y	Z	
24	1,05	1,40	
25	0,60	1,40	
26	0,60	1,45	
27	-0,60	1,45	
28	-0,60	1,40	
29	-0,60	1,40	
30	-1,05	1,40	

A	J _f	Z _g
1,250	0,4259	1,04

Armature di precompressione :

n.	Z	area
1	0,60	0,001
2	0,35	0,000
3	0,18	0,002
4	0,12	0,002
5	0,06	0,002

Z _{g,p}	A _p
0,17	0,006

Armature lente longitudinali :

n.	Z	area	
1	0,06	0,001	3Ø24
2	0,12	0,000	1Ø24
3	0,18	0,000	1Ø24
4	1,34	0,000	1Ø20
5	1,34	0,000	1Ø20
6	1,50	0,002	10Ø16
7	1,65	0,002	10Ø16

Sezione ideale (n=5,355)	A _{id}	J _{f, id}	Z _{g, id}
	1,321	0,4692	1,02

Sollecitazioni e frecce :

	N	M	V	frecce
cambio vincoli	0,00	0,00	0,00	0,0000

Tensioni sul calcestruzzo dopo 28gg dal getto + scassero/cambio vincoli :

	S _{e, max}	S _{i, max}	
trave prefabbricata	-7711,13	-12262,29	
getto in opera	0,00	0,00	

Cadute di tensione da maturazione soletta a t=inf. :

	%	D _{S_{sp}}	D _{S_{sp}} /S _{spi}
ritiro cls	48,9%	43829,41	3,1%

	%	D _{Ssp}	D _{Ssp} /S _{Spi}
rilassamento acciaio	32,6%	23464,10	1,7%
viscosità cls	57,9%	97844,82	7,0%

10.14.1.8.2 Verifiche in esercizio

10.14.1.8.2.1 Verifica tensionale

Sezione di calcestruzzo :

n.	Y	Z	
1	-0,50	0,00	prefabb.:
2	-0,68	1,17	reag.trazione
3	-1,05	1,26	
4	-1,05	1,40	
5	-0,55	1,40	
6	-0,55	1,35	
7	-0,54	1,17	
8	-0,41	0,35	
9	-0,34	0,25	
10	0,00	0,23	
11	0,34	0,25	
12	0,41	0,35	
13	0,54	1,17	
14	0,55	1,35	
15	0,55	1,40	
16	1,05	1,40	

Viadotto NW03-04
Relazione di calcolo impalcato

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
RS3H	03	D 78	CL NW0008 001	A	217 di 265

n.	Y	Z	
17	1,05	1,26	
18	0,68	1,17	
19	0,50	0,00	fine prefabb.
20	-0,50	0,00	
21	-1,05	1,40	getto in opera
22	-1,05	1,70	(m=0,924)
23	1,05	1,70	non reag.trazione
24	1,05	1,40	
25	0,60	1,40	
26	0,60	1,45	
27	-0,60	1,45	
28	-0,60	1,40	
29	-0,60	1,40	
30	-1,05	1,40	

A	J _f	Z _g
1,250	0,4259	1,04

Armature di precompressione :

n.	Z	area
1	0,60	0,001
2	0,35	0,000
3	0,18	0,002

Viadotto NW03-04
 Relazione di calcolo impalcato

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
RS3H	03	D 78	CL NW0008 001	A	218 di 265

n.	Z	area
4	0,12	0,002
5	0,06	0,002

Z _{g,p}	A _p
0,17	0,006

Armature lente longitudinali :

n.	Z	area	
1	0,06	0,001	3Ø24
2	0,12	0,000	1Ø24
3	0,18	0,000	1Ø24
4	1,34	0,000	1Ø20
5	1,34	0,000	1Ø20
6	1,50	0,002	10Ø16
7	1,65	0,002	10Ø16

Sezione ideale (n=5,355)	A _{id}	J _{f,id}	Z _{g,id}
	1,321	0,4692	1,02

Tensioni sul cls - TRAVE PREF. VSh140 :

	S _{e,max}	S _{e,min}	S _{i,max}	S _{i,min}
dopo maturazione getto in opera	-7711,13	-7711,13	-12262,29	-12262,29

	$S_{e,max}$	$S_{e,min}$	$S_{i,max}$	$S_{i,min}$
t=inf.-senza carichi	-7616,30	-7616,30	-9564,19	-9564,19
t=inf.-SLE Rare	-7927,06	-11450,78	1873,25	-9826,76
t=inf.-SLE Quasi Permanenti	-7617,13	-7917,57	-8701,99	-9564,85

Tensioni sul cls - getto in opera :

	$S_{e,max}$	$S_{e,min}$	$S_{i,max}$	$S_{i,min}$
dopo maturazione getto in opera	0,00	0,00	0,00	0,00
t=inf.-senza carichi	-427,77	-427,77	0,00	0,00
t=inf.-SLE Rare	-724,39	-6993,61	-199,49	-3454,89
t=inf.-SLE Quasi Permanenti	-428,56	-936,42	0,00	-190,72

Tensioni sugli acciai	S_{sp}	$S_{sl,max}$	pos.	$S_{sl,min}$	pos.
dopo maturazione getto in opera	1171732,2 2	0,00		-69588,09	
t=inf.-senza carichi	983604,17	-525,50		-54672,35	
t=inf.-SLE Rare	984749,86	7509,52		-62740,20	
t=inf.-SLE Quasi Permanenti	0,00	-530,33		-54676,23	

10.14.1.8.2.2 Verifica a rottura per flessione t=inf.

presollecitazione nelle armature di precompressione :

	Z cavo risult.	De_{sp}
TREFOLI	0,17	0,00530

fless.	Z asse neutro	Mr	e _{sup}	Z _{e^{sup}}	e _{inf}	Z _{e^{inf}}
(+)	1,39	14162,31	-0,00235	1,70	0,01000	0,06
(-)	0,32	-2618,13	0,01000	1,65	-0,00239	0,00

$$M_{d,max} = 11109,35 < 14162,31 \quad K_t=1,275$$

10.14.1.8.2.3 Verifica rottura per taglio $t=inf$.

Calcestruzzo:	q [rad]	b _w	Staffe:	A _{sw}
	0,381	0,28		0,00226

d	K	A _{sl}	r _l	s _{cp}	a _c
1,65	1,348	0,009	0,0200	-5036,10	1,195

V _{Rd}	V _{Rsd}	V _{Rcd}
685,55	3285,97	2215,53

$$V_{Ed,max} = 666,00 < 2215,53$$

10.14.1.8.2.4 Forze di scorrimento tra i getti

Con riferimento ad una area di interfaccia tra i getti di 0,700 [m²] (lunghezza unitaria), gli sforzi di scorrimento tra i getti alla sezione X=12,20 risultano:

max valore di progetto scorrimento interfaccia	447,81	[KN/m]
min valore di progetto scorrimento interfaccia	-448,48	[KN/m]
scorrimento ultimo per coesione ed attrito	±506,16	[KN/m]
staffe di collegamento	0,0023	[m ² /m]
scorrimento ultimo per coesione, attrito, staffe	±1037,23	[KN/m]

11 VERIFICA DEL TRAVERSO DI CAMPATA

Le sollecitazioni agenti sono ottenute dal modello di calcolo:

SLU

Mx fase 1	Mx fase 2	Mx finale	Vy fase 1	Vy fase 2	Vy finale
daNm	daNm	daNm	daN	daN	daN
0.00	954.93	954.93	95.73	532.45	628.18
-239.16	-888.94	-1128.1			

SLE – Rare

Mx fase 1	Mx fase 2	Mx finale
daNm	daNm	daNm
0.00	724.61	724.61
-156.88	-640.41	-797.29

SLE – Frequenti

Mx fase 1	Mx fase 2	Mx finale
daNm	daNm	daNm
0.00	512.88	512.88
-156.88	-505.39	-662.27

SLE – Quasi permanenti

Mx fase 1	Mx fase 2	Mx finale
daNm	daNm	daNm
0.00	0.00	0.00
-156.88	-152.82	-309.7

Si verifica la sezione composta a T trasverso+soletta collaborante in corrispondenza del passo d'uomo $\Phi 60$.

La parte di soletta collaborante è pari a $b = b_0 + b_1 + b_2$, $b_1 = b_2 = (0.25 (L_1 + L_2)) / 8 = 45 \text{ cm} \Rightarrow b = 40 + 2 * 45 = 130 \text{ cm}$

Si dispongono 4+4 $\emptyset 26$ barre per asola mentre in soletta sono presenti 1+1 $\emptyset 20/20$

DATI GENERALI SEZIONE GENERICA NON DISSIPATIVA IN C.A. NOME SEZIONE: TRAVERSO intermedio

Descrizione Sezione:	
Metodo di calcolo resistenza:	Resistenze in campo sostanzialmente elastico
Tipologia sezione:	Sezione generica di Trave
Normativa di riferimento:	N.T.C.
Percorso sollecitazione:	A Sforzo Norm. costante
Condizioni Ambientali:	Moderat. aggressive
Riferimento Sforzi assegnati:	Assi x,y principali d'inerzia
Riferimento alla sismicità:	Zona non sismica

CARATTERISTICHE DI RESISTENZA DEI MATERIALI IMPIEGATI

CALCESTRUZZO -	Classe:	C45/55	
	Resis. compr. di progetto fcd:	30.000	MPa
	Resis. compr. ridotta fcd':	9.065	MPa
	Def.unit. max resistenza ec2:	0.0020	
	Def.unit. ultima ecu:	0.0035	
	Diagramma tensione-deformaz.:	Parabola-Rettangolo	
	Modulo Elastico Normale Ec:	36238.0	MPa
	Resis. media a trazione fctm:	3.800	MPa
	Coeff. Omogen. S.L.E.:	15.00	
	Coeff. Omogen. S.L.E.:	15.00	
	Sc limite S.L.E. comb. Frequenti:	270.00	daN/cm ²
	Ap.Fessure limite S.L.E. comb. Frequenti:	0.200	mm
	Sc limite S.L.E. comb. Q.Permanenti:	0.00	Mpa
Ap.Fess.limite S.L.E. comb. Q.Perm.:	0.200	mm	
CALCESTRUZZO -	Classe:	C32/40	
	Resis. compr. di progetto fcd:	18.130	MPa
	Resis. compr. ridotta fcd':	9.065	MPa
	Def.unit. max resistenza ec2:	0.0020	
	Def.unit. ultima ecu:	0.0035	
	Diagramma tensione-deformaz.:	Parabola-Rettangolo	
	Modulo Elastico Normale Ec:	33345.8	MPa
	Resis. media a trazione fctm:	3.023	MPa
	Coeff. Omogen. S.L.E.:	15.00	
	Coeff. Omogen. S.L.E.:	15.00	
	Sc limite S.L.E. comb. Frequenti:	192.00	daN/cm ²
	Ap.Fessure limite S.L.E. comb. Frequenti:	0.200	mm
	Sc limite S.L.E. comb. Q.Permanenti:	0.00	Mpa
Ap.Fess.limite S.L.E. comb. Q.Perm.:	0.200	mm	
ACCIAIO -	Tipo:	B450C	
	Resist. caratt. snervam. fyk:	450.00	MPa
	Resist. caratt. rottura ftk:	450.00	MPa
	Resist. snerv. di progetto fyd:	391.30	MPa
	Resist. ultima di progetto ftd:	391.30	MPa
	Deform. ultima di progetto Epu:	0.068	
	Modulo Elastico Ef	2000000	daN/cm ²
	Diagramma tensione-deformaz.:	Bilineare finito	
	Coeff. Aderenza istantaneo $\beta_1 \beta_2$:	1.00	
	Coeff. Aderenza differito $\beta_1 \beta_2$:	0.50	
Sf limite S.L.E. Comb. Rare:	337.50	MPa	

CARATTERISTICHE DOMINI CONGLOMERATO

DOMINIO N° 1

Forma del Dominio: Poligonale
 Classe Conglomerato: C45/55

N°vertice:	X [cm]	Y [cm]
1	-20.0	90.0
2	-20.0	130.0
3	-65.0	130.0
4	-65.0	160.0
5	65.0	160.0
6	65.0	130.0

Viadotto NW03-04
 Relazione di calcolo impalcato

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
RS3H	03	D 78	CL NW0008 001	A	224 di 265

7	20.0	130.0
8	20.0	90.0

DOMINIO N° 2

 Forma del Dominio: Poligonale
 Classe Conglomerato: C32/40

N°vertice:	X [cm]	Y [cm]
1	-20.0	0.0
2	-20.0	30.0
3	20.0	30.0
4	20.0	0.0

DATI BARRE ISOLATE

N°Barra	X [cm]	Y [cm]	DiamØ[mm]
1	-12.6	97.4	20
2	-12.6	126.0	20
3	-57.6	137.4	20
4	-57.6	152.6	20
5	57.6	152.6	20
6	57.6	137.4	20
7	12.6	126.0	20
8	12.6	97.4	20
9	-12.6	7.4	20
10	-12.6	22.6	20
11	12.6	22.6	20
12	12.6	7.4	20
13	4.0	104.0	26
14	-4.0	104.0	26
15	4.0	98.0	26
16	-4.0	98.0	26
17	4.0	13.5	26
18	-4.0	13.5	26
19	4.0	20.0	26
20	-4.0	20.0	26

DATI GENERAZIONI LINEARI DI BARRE

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

N°Gen.	N°Barra Ini.	N°Barra Fin.	N°Barre	Ø
1	4	5	5	20
2	3	6	5	20
3	9	12	2	20
4	1	2	1	20
5	7	8	1	20
6	9	10	1	20
7	11	12	1	20

ARMATURE A TAGLIO

Diametro staffe: 20 mm
Passo staffe: 15.0 cm
Staffe: Una sola staffa chiusa perimetrale

CALCOLO DI RESISTENZA - SFORZI PER OGNI COMBINAZIONE ASSEGNATA

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

N°Comb.	N	Mx	My	Vy	Vx
1	0.00	954.93	0.00	0.00	0.00
2	0.00	-1128.10	0.00	0.00	0.00
3	0.00	0.10	0.00	628.18	0.00

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

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

N°Comb.	N	Mx	My
1	0.00	724.61	0.00
2	0.00	-797.29	0.00

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

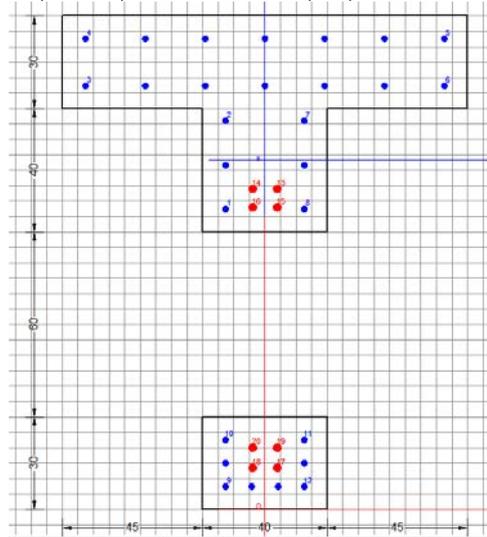
N Sforzo normale [kN] applicato nel Baricentro (+ se di compressione)
Mx Momento flettente [kNm] intorno all'asse x princ. d'inerzia (tra parentesi Mom.Fessurazione) con verso positivo se tale da comprimere il lembo superiore della sezione
My Momento flettente [kNm] intorno all'asse y princ. d'inerzia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

N°Comb.	N	Mx	My
1	0.00	512.88 (827.85)	0.00 (0.00)
2	0.00	-662.27 (-1687.43)	0.00 (0.00)

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

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

N°Comb.	N	Mx	My
1	0.00	-309.70 (-1687.43)	0.00 (0.00)



RISULTATI DEL CALCOLO

Sezione verificata

Copriferro netto minimo barre longitudinali:	6.4 cm
Interferro netto minimo barre longitudinali:	3.4 cm
Copriferro netto minimo staffe:	4.4 cm

VERIFICHE DI RESISTENZA IN PRESSO-TENSO FLESSIONE ALLO STATO LIMITE SOSTANZIALMENTE ELASTICO

Ver	S = combinazione verificata / N = combin. non verificata
N	Sforzo normale assegnato [kN] nel baricentro B sezione cls. (positivo se di compressione)
Mx	Componente del momento assegnato [kNm] riferito all'asse x princ. d'inerzia
My	Componente del momento assegnato [kNm] riferito all'asse y princ. d'inerzia
N Res	Sforzo normale resistente [kN] nel baricentro B sezione cls. (positivo se di compress.)
Mx Res	Momento flettente resistente [kNm] riferito all'asse x princ. d'inerzia
My Res	Momento flettente resistente [kNm] riferito all'asse y princ. d'inerzia
Mis.Sic.	Misura sicurezza = rapporto vettoriale tra (N r, Mx Res, My Res) e (N, Mx, My) Verifica positiva se tale rapporto risulta ≥ 1.000
As Tesa	Area armature trave [cm ²] in zona tesa. [Tra parentesi l'area minima ex (4.1.15)NTC]

N°Comb	Ver	N	Mx	My	N Res	Mx Res	My Res	Mis.Sic.	As Tesa
1	S	0.00	954.93	0.00	0.00	2501.91	0.00	2.62	63.3(15.0)
2	S	0.00	-1128.10	0.00	0.00	-2827.59	0.00	2.51	84.1(26.3)

METODO AGLI STATI LIMITE IN CAMPO SOSTANZIALMENTE ELASTICO - DEFORMAZIONI UNITARIE ALLO STATO LIMITE

ec max	Deform. unit. massima del conglomerato a compressione
x/d	Rapporto di duttilità [§ 4.1.2.1.2.1 NTC] deve essere < 0.45
Xc max	Ascissa in cm della fibra corrisp. a ec max (sistema rif. X,Y,O sez.)
Yc max	Ordinata in cm della fibra corrisp. a ec max (sistema rif. X,Y,O sez.)
es min	Deform. unit. minima nell'acciaio (negativa se di trazione)
Xs min	Ascissa in cm della barra corrisp. a es min (sistema rif. X,Y,O sez.)
Ys min	Ordinata in cm della barra corrisp. a es min (sistema rif. X,Y,O sez.)
es max	Deform. unit. massima nell'acciaio (positiva se di compress.)

Viadotto NW03-04
 Relazione di calcolo impalcato

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
RS3H	03	D 78	CL NW0008 001	A	227 di 265

Xs max Ascissa in cm della barra corrisp. a es max (sistema rif. X,Y,O sez.)
 Ys max Ordinata in cm della barra corrisp. a es max (sistema rif. X,Y,O sez.)

N°Comb	ec max	x/d	Xc max	Yc max	es min	Xs min	Ys min	es max	Xs max	Ys max
1	0.00040	0.171	-65.0	160.0	0.00029	-57.6	152.6	-0.00196	-12.6	7.4
2	0.00123	0.386	-20.0	0.0	0.00107	-12.6	7.4	-0.00196	-57.6	152.6
3	0.00040	0.171	-65.0	160.0	0.00029	-57.6	152.6	-0.00196	-12.6	7.4

POSIZIONE ASSE NEUTRO PER OGNI COMB. DI RESISTENZA

a, b, c Coeff. a, b, c nell'eq. dell'asse neutro $aX+bY+c=0$ nel rif. X,Y,O gen.
 x/d Rapp. di duttilità (travi e solette)[§ 4.1.2.1.2.1 NTC]: deve essere < 0.45
 C.Rid. Coeff. di riduz. momenti per sola flessione in travi continue

N°Comb	a	b	c	x/d	C.Rid.
1	0.000000000	0.000015458	-0.002070886	0.171	0.700
2	0.000000000	-0.000020870	0.001228212	0.386	0.922
3	0.000000000	0.000015458	-0.002070886	0.171	0.700

VERIFICHE A TAGLIO

Diam. Staffe: 20 mm
 Passo staffe: 15.0 cm [Passo massimo di normativa = 18.1 cm]

Ver S = comb. verificata a taglio / N = comb. non verificata
 Ved Taglio di progetto [kN] = proiezz. di V_x e V_y sulla normale all'asse neutro
 Vcd Taglio compressione resistente [kN] lato conglomerato [formula (4.1.28)NTC]
 Vwd Taglio resistente [kN] assorbito dalle staffe [(4.1.18) NTC]
 Dmed Altezza utile media pesata [cm] valutata lungo strisce ortog. all'asse neutro.
 Vengono prese nella media le strisce con almeno un estremo compresso.
 I pesi della media sono costituiti dalle stesse lunghezze delle strisce.
 bw Larghezza media resistente a taglio [cm] misurate parallel. all'asse neutro
 E' data dal rapporto tra l'area delle sopradette strisce resistenti e Dmed.
 Ctg Cotangente dell'angolo di inclinazione dei puntoni di conglomerato
 Acw Coefficiente maggiorativo della resistenza a taglio per compressione
 Ast Area staffe+legature strettam. necessarie a taglio per metro di pil.[cm²/m]
 A.Eff Area staffe+legature efficaci nella direzione del taglio di combinaz [cm²/m]
 Tra parentesi è indicata la quota dell'area relativa alle sole legature.
 L'area della legatura è ridotta col fattore L/d_{max} con L =lungh.legat.proietta-
 ta sulla direz. del taglio e d_{max} = massima altezza utile nella direz.del taglio.

N°Comb	Ver	Ved	Vcd	Vwd	Dmed	bw	Ctg	Acw	Ast	A.Eff
1	S	0.00	1913.93	633.79	43.0	109.2	1.000	1.000	0.0	41.9(0.0)
2	S	0.00	368.76	333.39	22.6	40.0	1.000	1.000	0.0	41.9(0.0)
3	S	628.18	1913.93	633.79	43.0	109.2	1.000	1.000	41.5	41.9(0.0)

COMBINAZIONI RARE IN ESERCIZIO - MASSIME TENSIONI NORMALI ED APERTURA FESSURE (NTC/EC2)

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

N°Comb	Ver	Sc max	Xc max	Yc max	Sf min	Xs min	Ys min	Ac eff.	As eff.
--------	-----	--------	--------	--------	--------	--------	--------	---------	---------

1	S	2.29	-65.0	160.0	-117.9	4.2	7.4	1200	46.4
2	S	4.69	-20.0	0.0	-110.3	38.4	152.6	4039	44.0

COMBINAZIONI RARE IN ESERCIZIO - APERTURA FESSURE [§ 7.3.4 EC2]

Ver.	La sezione viene assunta sempre fessurata anche nel caso in cui la trazione minima del calcestruzzo sia inferiore a f_{ctm}
e1	Esito della verifica
e2	Massima deformazione unitaria di trazione nel calcestruzzo (trazione -) valutata in sezione fessurata
k1	Minima deformazione unitaria di trazione nel calcestruzzo (trazione -) valutata in sezione fessurata = 0.8 per barre ad aderenza migliorata [eq.(7.11)EC2]
kt	= 0.4 per comb. quasi permanenti / = 0.6 per comb.frequenti [cfr. eq.(7.9)EC2]
k2	= 0.5 per flessione; $=(e1 + e2)/(2 \cdot e1)$ per trazione eccentrica [eq.(7.13)EC2]
k3	= 3.400 Coeff. in eq.(7.11) come da annessi nazionali
k4	= 0.425 Coeff. in eq.(7.11) come da annessi nazionali
Ø	Diametro [mm] equivalente delle barre tese comprese nell'area efficace $A_{c\ eff}$ [eq.(7.11)EC2]
Cf	Copriferro [mm] netto calcolato con riferimento alla barra più tesa
e sm - e cm	Differenza tra le deformazioni medie di acciaio e calcestruzzo [(7.8)EC2 e (C4.1.7)NTC] Tra parentesi: valore minimo = $0.6 \cdot S_{max} / E_s$ [(7.9)EC2 e (C4.1.8)NTC]
sr max	Massima distanza tra le fessure [mm]
wk	Apertura fessure in mm calcolata = $sr\ max \cdot (e_{sm} - e_{cm})$ [(7.8)EC2 e (C4.1.7)NTC]. Valore limite tra parentesi
Mx fess.	Componente momento di prima fessurazione intorno all'asse X [kNm]
My fess.	Componente momento di prima fessurazione intorno all'asse Y [kNm]

Comb.	Ver	e1	e2	k2	Ø	Cf	e sm - e cm	sr max	wk	Mx fess	My fess
1	S	-0.00063	0	0.500	22.4	64	0.00035 (0.00035)	316 0.112 (990.00)	827.85	0.00	
2	S	-0.00060	0	0.500	20.0	64	0.00033 (0.00033)	530 0.175 (990.00)	-1687.43	0.00	

COMBINAZIONI FREQUENTI IN ESERCIZIO - MASSIME TENSIONI NORMALI ED APERTURA FESSURE (NTC/EC2)

N°Comb	Ver	Sc max	Xc max	Yc max	Sf min	Xs min	Ys min	Ac eff.	As eff.
1	S	1.62	-65.0	160.0	-83.4	4.2	7.4	1200	46.4
2	S	3.90	-20.0	0.0	-91.6	38.4	152.6	4039	44.0

COMBINAZIONI FREQUENTI IN ESERCIZIO - APERTURA FESSURE [§ 7.3.4 EC2]

Comb.	Ver	e1	e2	k2	Ø	Cf	e sm - e cm	sr max	wk	Mx fess	My fess
1	S	-0.00044	0	0.500	22.4	64	0.00025 (0.00025)	316 0.079 (0.20)	827.85	0.00	
2	S	-0.00049	0	0.500	20.0	64	0.00027 (0.00027)	530 0.146 (0.20)	-1687.43	0.00	

COMBINAZIONI QUASI PERMANENTI IN ESERCIZIO - MASSIME TENSIONI NORMALI ED APERTURA FESSURE (NTC/EC2)

N°Comb	Ver	Sc max	Xc max	Yc max	Sf min	Xs min	Ys min	Ac eff.	As eff.
1	S	1.82	-20.0	0.0	-42.8	38.4	152.6	4039	44.0

COMBINAZIONI QUASI PERMANENTI IN ESERCIZIO - APERTURA FESSURE [§ 7.3.4 EC2]

Comb.	Ver	e1	e2	k2	Ø	Cf	e sm - e cm	sr max	wk	Mx fess	My fess
1	S	-0.00023	0	0.500	20.0	64	0.00013 (0.00013)	530 0.068 (0.20)	-1687.43	0.00	

12 VERIFICA DEL TRAVERSO DI TESTATA

Il trasverso di testata è dimensionato per il sollevamento dell'impalcato.

L'ipotesi è di utilizzare n 5 martinetti nella posizione indicata.

Le azioni agenti sono desunte dalle reazioni dell'impalcato ottenute considerando il peso proprio amplificato con il coefficiente 1.35 ed i soli carichi permanenti amplificati con il coefficiente 1.5.

Per la valutazione delle sollecitazioni in tale fase si è realizzato un modello di calcolo monodimensionale in cui il trasverso risulta appoggiato in corrispondenza dei martinetti e sollecitato da azioni concentrate rappresentanti i carichi trasmessi dalle travi.

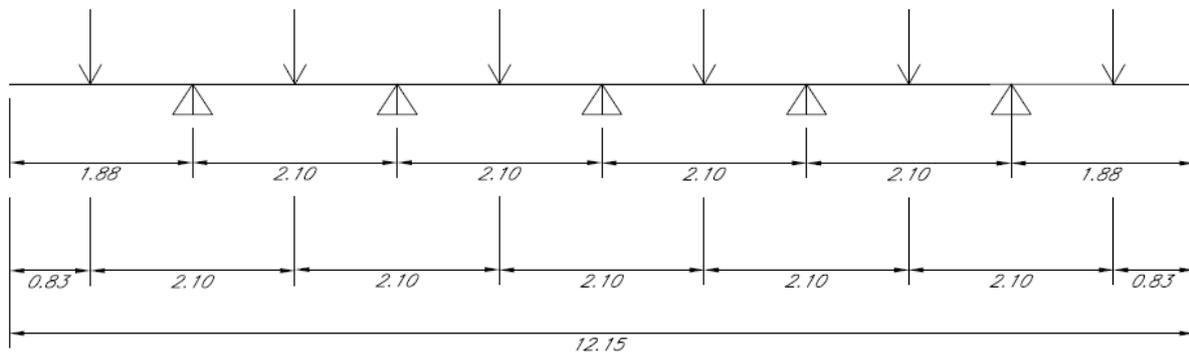


Figura 56 - Schema per il sollevamento

Dai modelli di calcolo analizzati si ottengono i valori degli scarichi delle singole travi:

FASE 1

TABLE: Joint Reactions					
Joint	OutputCase	CaseType	F1	F2	F3
Text	Text	Text	KN	KN	KN
53	SLU-01	Combination	0	0	779.592
54	SLU-01	Combination	0	0	779.592
63	SLU-01	Combination	0	0	783.635
71	SLU-01	Combination	0	0	769.687
79	SLU-01	Combination	0	0	783.635
289	SLU-01	Combination	0	0	769.687

FASE 2

TABLE: Joint Reactions					
Joint	OutputCase	CaseType	F1	F2	F3
Text	Text	Text	KN	KN	KN
53	G1+G2 SOLL	Combination	0	0	187.098
54	G1+G2 SOLL	Combination	0	0	187.098
63	G1+G2 SOLL	Combination	0	0	54.77
71	G1+G2 SOLL	Combination	0	0	84.833
79	G1+G2 SOLL	Combination	0	0	54.77
289	G1+G2 SOLL	Combination	0	0	84.833

FASE 1 + FASE 2

TABLE: Joint Reactions				
Joint	OutputCase	F1	F2	F3
Text	Text	KN	KN	KN
53	G1+G2 SOLL	0.0	0.0	-966.7
54	G1+G2 SOLL	0.0	0.0	-966.7
63	G1+G2 SOLL	0.0	0.0	-838.4
71	G1+G2 SOLL	0.0	0.0	-854.5
79	G1+G2 SOLL	0.0	0.0	-838.4
289	G1+G2 SOLL	0.0	0.0	-854.5

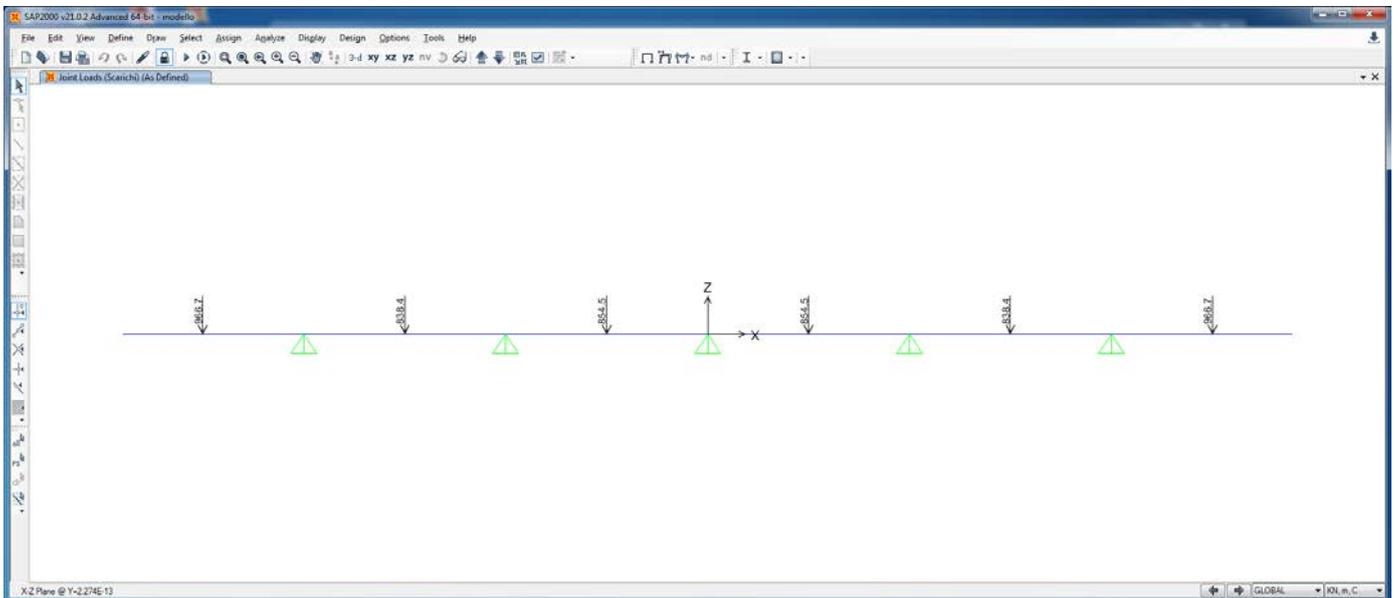
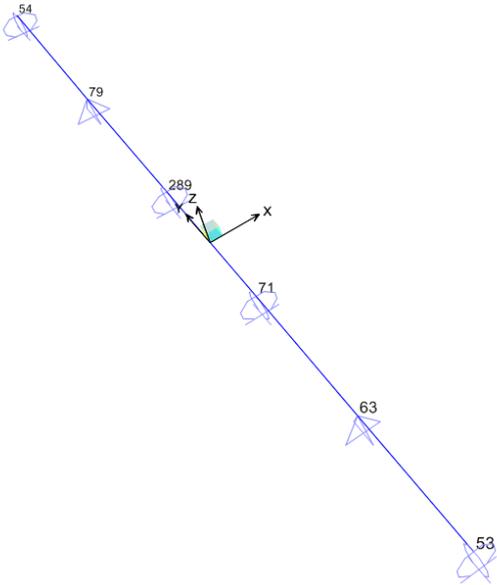


Figura 57 - Modello di calcolo

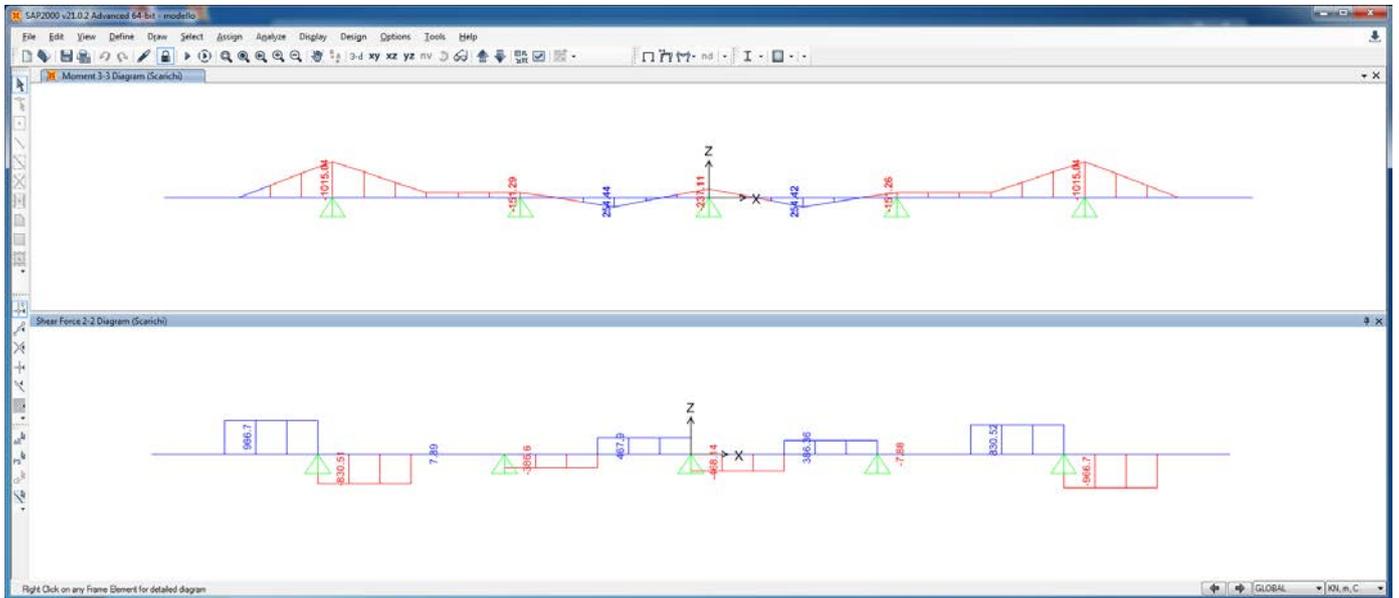


Figura 58 - Diagramma Momento flettente e Taglio

SLU

$$M_{max} = - 1015.04 \text{ KNm}$$

$$M_{min} = 254.44 \text{ KNm}$$

$$T_{max} = 966.7 \text{ KN}$$

Si verifica la sezione del trasverso in corrispondenza del passo d'uomo $\Phi 60$.

Si dispongono 4 $\Phi 26$ barre per asola mentre in soletta sono presenti 1+1 $\Phi 20/20$

DATI GENERALI SEZIONE GENERICA NON DISSIPATIVA IN C.A.

NOME SEZIONE: TRAVERSO TESTA

Descrizione Sezione:	
Metodo di calcolo resistenza:	Resistenze in campo sostanzialmente elastico
Tipologia sezione:	Sezione generica di Trave
Normativa di riferimento:	N.T.C.
Percorso sollecitazione:	A Sforzo Norm. costante
Riferimento Sforzi assegnati:	Assi x,y principali d'inerzia
Riferimento alla sismicit�:	Zona non sismica

CARATTERISTICHE DI RESISTENZA DEI MATERIALI IMPIEGATI

CALCESTRUZZO -	Classe:	C45/55
	Resis. compr. di progetto fcd:	30.000 MPa
	Resis. compr. ridotta fcd':	11.330 MPa
	Def.unit. max resistenza ec2:	0.0020
	Def.unit. ultima ecu:	0.0035
Diagramma tensione-deformaz.:	Parabola-Rettangolo	

Viadotto NW03-04
Relazione di calcolo impalcato

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
RS3H	03	D 78	CL NW0008 001	A	232 di 265

	Modulo Elastico Normale Ec:	36238.0	MPa
	Resis. media a trazione fctm:	3.800	MPa
CALCESTRUZZO -	Classe:	C40/50	
	Resis. compr. di progetto fcd:	22.660	MPa
	Resis. compr. ridotta fcd':	11.330	MPa
	Def.unit. max resistenza ec2:	0.0020	
	Def.unit. ultima ecu:	0.0035	
	Diagramma tensione-deformaz.:	Parabola-Rettangolo	
	Modulo Elastico Normale Ec:	35220.0	MPa
	Resis. media a trazione fctm:	3.500	MPa
ACCIAIO -	Tipo:	B450C	
	Resist. caratt. snervam. fyk:	450.00	MPa
	Resist. caratt. rottura ftk:	450.00	MPa
	Resist. snerv. di progetto fyd:	391.30	MPa
	Resist. ultima di progetto ftd:	391.30	MPa
	Deform. ultima di progetto Epu:	0.068	
	Modulo Elastico Ef	2000000	daN/cm ²
	Diagramma tensione-deformaz.:	Bilineare finito	

CARATTERISTICHE DOMINI CONGLOMERATO

DOMINIO N° 1

Forma del Dominio: Poligonale
Classe Conglomerato: C45/55

N°vertice:	X [cm]	Y [cm]
1	-50.0	90.0
2	-50.0	160.0
3	50.0	160.0
4	50.0	90.0

DOMINIO N° 2

Forma del Dominio: Poligonale
Classe Conglomerato: C40/50

N°vertice:	X [cm]	Y [cm]
1	-50.0	0.0
2	-50.0	30.0
3	50.0	30.0
4	50.0	0.0

DATI BARRE ISOLATE

N°Barra	X [cm]	Y [cm]	DiamØ[mm]
1	-42.0	98.0	24
2	-42.0	152.0	20
3	42.0	152.0	20
4	42.0	98.0	24
5	-42.0	8.0	24
6	-42.0	22.0	24
7	42.0	22.0	24
8	42.0	8.0	24
9	4.0	16.0	26

10	-4.0	16.0	26
11	4.0	22.0	26
12	-4.0	22.0	26
13	4.0	98.0	26
14	-4.0	98.0	26
15	4.0	104.0	26
16	-4.0	104.0	26
17	42.6	137.4	20
18	-42.6	137.4	20

DATI GENERAZIONI LINEARI DI BARRE

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

N°Gen.	N°Barra Ini.	N°Barra Fin.	N°Barre	Ø
1	5	8	3	24
2	2	3	3	20
3	1	4	2	24
4	6	7	2	24
5	18	17	3	20

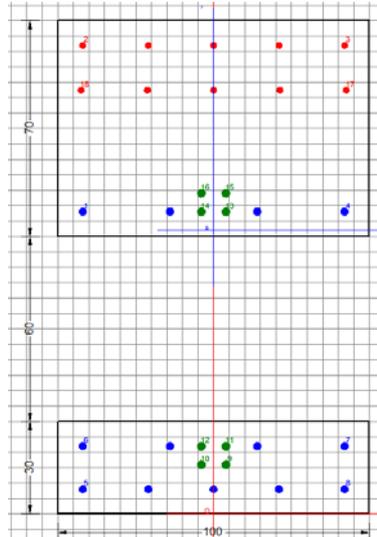
ARMATURE A TAGLIO

Diametro staffe:	20	mm
Passo staffe:	10.0	cm
Staffe:	Una sola staffa chiusa perimetrale	

CALCOLO DI RESISTENZA - SFORZI PER OGNI COMBINAZIONE ASSEGNATA

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

N°Comb.	N	Mx	My	Vy	Vx
1	0.00	-1015.04	0.00	0.00	0.00
2	0.00	254.44	0.00	0.00	0.00
3	0.00	0.10	0.00	966.70	0.00



RISULTATI DEL CALCOLO

Sezione verificata

Copriferro netto minimo barre longitudinali:	6.4	cm
Interferro netto minimo barre longitudinali:	3.4	cm
Copriferro netto minimo staffe:	4.4	cm

VERIFICHE DI RESISTENZA IN PRESSO-TENSO FLESSIONE ALLO STATO LIMITE SOSTANZIALMENTE ELASTICO

Ver	S = combinazione verificata / N = combin. non verificata
N	Sforzo normale assegnato [kN] nel baricentro B sezione cls.(positivo se di compressione)
Mx	Componente del momento assegnato [kNm] riferito all'asse x princ. d'inerzia
My	Componente del momento assegnato [kNm] riferito all'asse y princ. d'inerzia
N Res	Sforzo normale resistente [kN] nel baricentro B sezione cls.(positivo se di compress.)
Mx Res	Momento flettente resistente [kNm] riferito all'asse x princ. d'inerzia
My Res	Momento flettente resistente [kNm] riferito all'asse y princ. d'inerzia
Mis.Sic.	Misura sicurezza = rapporto vettoriale tra (N r,Mx Res,My Res) e (N,Mx,My) Verifica positiva se tale rapporto risulta >=1.000
As Tesa	Area armature trave [cm ²] in zona tesa. [Tra parentesi l'area minima ex (4.1.15)NTC]

N°Comb	Ver	N	Mx	My	N Res	Mx Res	My Res	Mis.Sic.	As Tesa
1	S	0.00	-1015.04	0.00	0.00	-2315.53	0.00	2.28	70.7(30.7)
2	S	0.00	254.44	0.00	0.00	3189.80	0.00	12.54	62.0(30.7)

METODO AGLI STATI LIMITE IN CAMPO SOSTANZIALMENTE ELASTICO - DEFORMAZIONI UNITARIE ALLO STATO LIMITE

ec max	Deform. unit. massima del conglomerato a compressione
x/d	Rapporto di duttilità [§ 4.1.2.1.2.1 NTC] deve essere < 0.45
Xc max	Ascissa in cm della fibra corrisp. a ec max (sistema rif. X,Y,O sez.)
Yc max	Ordinata in cm della fibra corrisp. a ec max (sistema rif. X,Y,O sez.)
es min	Deform. unit. minima nell'acciaio (negativa se di trazione)
Xs min	Ascissa in cm della barra corrisp. a es min (sistema rif. X,Y,O sez.)
Ys min	Ordinata in cm della barra corrisp. a es min (sistema rif. X,Y,O sez.)
es max	Deform. unit. massima nell'acciaio (positiva se di compress.)
Xs max	Ascissa in cm della barra corrisp. a es max (sistema rif. X,Y,O sez.)
Ys max	Ordinata in cm della barra corrisp. a es max (sistema rif. X,Y,O sez.)

Viadotto NW03-04
Relazione di calcolo impalcato

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
RS3H	03	D 78	CL NW0008 001	A	235 di 265

N°Comb	ec max	x/d	Xc max	Yc max	es min	Xs min	Ys min	es max	Xs max	Ys max
1	0.00052	0.209	-50.0	0.0	0.00039	-42.0	8.0	-0.00196	-42.0	152.0
2	0.00054	0.217	-50.0	160.0	0.00041	-42.0	152.0	-0.00196	-42.0	8.0
3	0.00054	0.217	-50.0	160.0	0.00041	-42.0	152.0	-0.00196	-42.0	8.0

POSIZIONE ASSE NEUTRO PER OGNI COMB. DI RESISTENZA

a, b, c Coeff. a, b, c nell'eq. dell'asse neutro $aX+bY+c=0$ nel rif. X,Y,O gen.
x/d Rapp. di duttilità (travi e solette)[§ 4.1.2.1.2.1 NTC]: deve essere < 0.45
C.Rid. Coeff. di riduz. momenti per sola flessione in travi continue

N°Comb	a	b	c	x/d	C.Rid.
1	0.000000000	-0.000016280	0.000518124	0.209	0.702
2	0.000000000	0.000016435	-0.002087983	0.217	0.711
3	0.000000000	0.000016435	-0.002087983	0.217	0.711

VERIFICHE A TAGLIO

Diam. Staffe: 20 mm
Passo staffe: 10.0 cm [Passo massimo di normativa = 17.6 cm]

Ver S = comb. verificata a taglio / N = comb. non verificata
Ved Taglio di progetto [kN] = proiezz. di V_x e V_y sulla normale all'asse neutro
Vcd Taglio compressione resistente [kN] lato conglomerato [formula (4.1.28)NTC]
Vwd Taglio resistente [kN] assorbito dalle staffe [(4.1.18) NTC]
Dmed Altezza utile media pesata [cm] valutata lungo strisce ortog. all'asse neutro.
Vengono prese nella media le strisce con almeno un estremo compresso.
I pesi della media sono costituiti dalle stesse lunghezze delle strisce.
bw Larghezza media resistente a taglio [cm] misurate parallel. all'asse neutro
E' data dal rapporto tra l'area delle sopradette strisce resistenti e Dmed.
Ctg Cotangente dell'angolo di inclinazione dei puntoni di conglomerato
Acw Coefficiente maggiorativo della resistenza a taglio per compressione
Ast Area staffe+legature strettam. necessarie a taglio per metro di pil.[cm²/m]
A.Eff Area staffe+legature efficaci nella direzione del taglio di combinaz.[cm²/m]
Tra parentesi è indicata la quota dell'area relativa alle sole legature.
L'area della legatura è ridotta col fattore L/d_{max} con L =lungh.legat.proietta-
ta sulla direz. del taglio e d_{max} = massima altezza utile nella direz.del taglio.

N°Comb	Ver	Ved	Vcd	Vwd	Dmed	bw	Ctg	Acw	Ast	A.Eff
1	S	0.00	1121.67	486.80	22.0	100.0	1.000	1.000	0.0	62.8(0.0)
2	S	0.00	3161.07	1371.90	62.0	100.0	1.000	1.000	0.0	62.8(0.0)
3	S	966.70	3161.07	1371.90	62.0	100.0	1.000	1.000	44.3	62.8(0.0)

13 VERIFICA SBALZO LONGITUDINALE SOLETTA IMPALCATO

Si riporta la verifica dello sbalzo longitudinale della soletta in corrispondenza del giunto tra impalcato e spalla. Come indicato nel punto 2.6.2.7.6 del manuale di progettazione RFI DTC SI PS MA IFS 001 B in corrispondenza delle interruzioni della continuità strutturale della soletta, come ad esempio i giunti trasversali, le verifiche locali degli sbalzi longitudinali dell'impalcato andranno effettuate adottando per il coefficiente di incremento dinamico q_2 citato al punto 5.1.3.4 del D.M. del 14.01.2008, un valore pari ad almeno 1.5. Lo schema di carico mobile considerato nelle verifiche è lo “schema di carico 2” che prevede due impronte di carico da 200 kN su area 0.35×0.6 m. Il carico considerato agente, a favore di sicurezza, interamente all'estremità della mensola longitudinale è pari quindi a $200 \times 1.5 = 300$ kN.

Nella figura seguente si riporta la geometria della mensola con il carico applicato. La larghezza della mensola direttamente interessata dal carico è assunta pari alla larghezza dell'impronta più la diffusione a 45° attraverso la pavimentazione di spessore 9 cm ($60 + 18 = 78$ cm). Inoltre, si ipotizza una diffusione del carico nel piano a 45° per la lunghezza della mensola fino alla sezione di incastro; la larghezza della mensola ideale è quindi $78 + 2 \times 25 = 128$ cm. Si effettua la verifica della mensola con altezza pari a 25 cm.

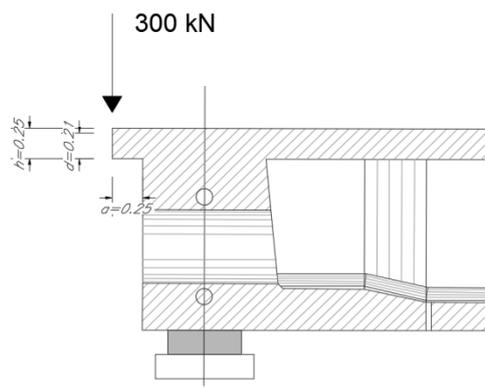


Figura 59 – Mensola longitudinale della soletta dell'impalcato

La verifica è condotta secondo quanto previsto al paragrafo C4.1.2.1.5 della Circolare 2009 secondo il seguente schema. Le armature resistenti della mensola sono costituite da $\phi 20/20$ ($6\phi 20$ su circa 130 cm).

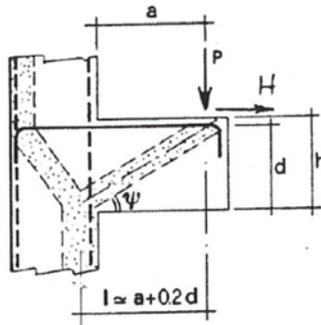


Figura 60 – Schema di calcolo dello sbalzo della soletta

Lo schema di calcolo è quello di una mensola tozza caricata dalla forza $F = 300$ kN posta ad una distanza dall'incastro $a=0.25$ m. L'altezza di calcolo è pari a $h=0.25$ m. Si assume $d=0.21$ m l'inclinazione della biella compressa è pari a:

$$\Psi = \arctan(0.9x d / (a + 0.2d)) = \arctan(0.9 \times 0.21 / (0.25 + 0.2 \times 0.21)) = \arctan(0.64726) = 32^\circ.9134$$

La forza di progetto della mensola è pari a :

$P_{Ed} = 300$ kN su 1.28 m di larghezza della mensola ideale;

Verifica armatura

Lo sforzo resistente della armatura è pari a:

$$P_{Rs} = A_S \times f_{yd} / \cot(\Psi) = 1884 \times 391 / 1.545 / 1000 = \mathbf{476.8}$$
 kN > P_{Ed} – Verifica soddisfatta;

con

$$A_S = 6 \times 3.14 = 18.84 \text{ cm}^2. (6 \phi 20)$$

Verifica calcestruzzo

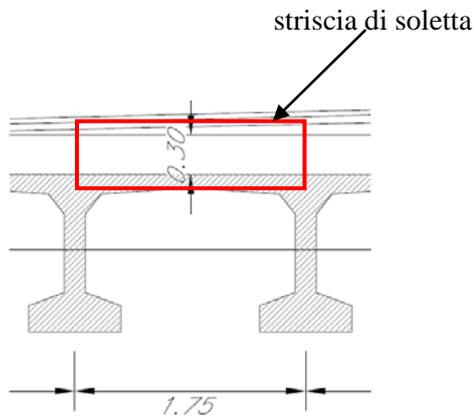
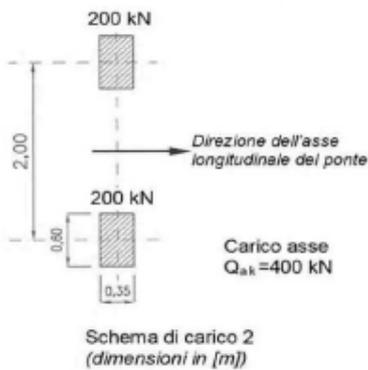
Lo sforzo resistente della biella di calcestruzzo è pari a:

$$P_{Rc} = 0.4 \times b \times d \times f_{cd} \times c / (1 + \cot^2(\Psi)) = 0.4 \times 1280 \times 210 \times 18.1 \times 1.0 / (1 + 1.545^2) / 1000 = \mathbf{574.6}$$
 kN > P_{Rs} – Verifica soddisfatta;

$c=1.0$ per sbalzi non provvisti di staffe.

14 VERIFICHE SOLETTA

Si considera una striscia di soletta a piastra incastrata al contorno in corrispondenza dell'interasse delle travi a T caricata con lo schema di carico 2 (singola ruota da 200 kN con impronta 60x35). Tale striscia viene modellata con elementi bidimensionali tipo shell.



14.1 Carichi

- Considerando la singola ruota da 200 kN con impronta 60x35 e ripartendo a 45° attraverso la pavimentazione $p=0.10$ m e la soletta $s=0.30$ m si ha:
 $Q = 200 / ((0.6 + 2p + s) * (0.35 + 2p + s)) = 214$ KN/mq
- Peso soletta $G1 = 0.30 * 25 = 7.50$ KN/mq
- Peso pavimentazione $G2 = 0.10 * 20 = 2.0$ KN/mq

14.2 Combinazioni

$$SLU = 1.35 G1 + 1.5 G2 + 1.35 Q$$

$$SLERAR = 1.0 G1 + 1.0 G2 + 1.0 Q$$

$$SLEFRE = 1.0 G1 + 1.0 G2 + 0.75 Q$$

$$SLEQP = 1.0 G1 + 1.0 G2$$

14.3 Modello

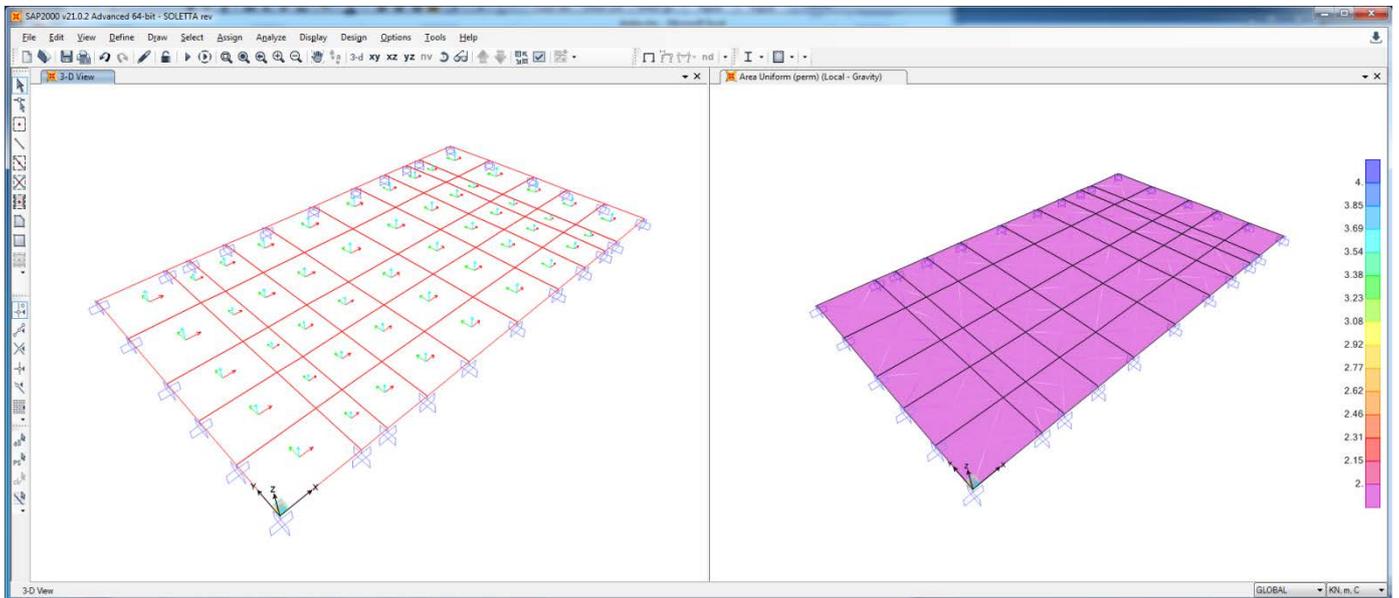


Figura 61: Modello e carico permanente

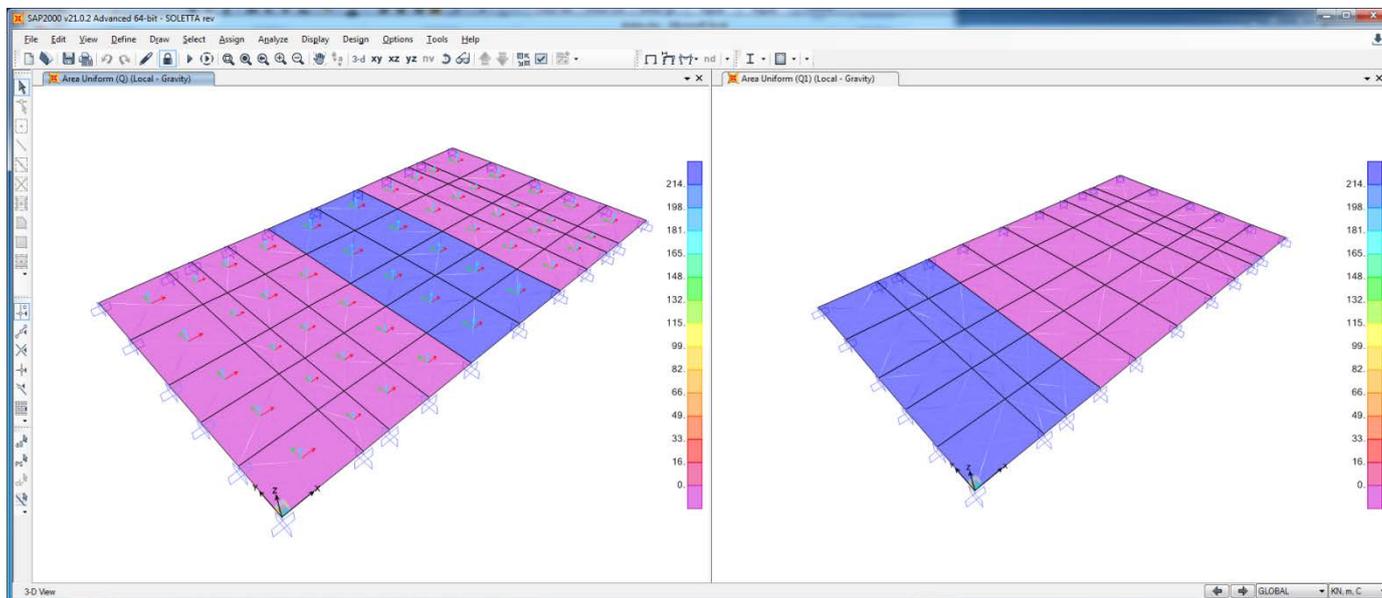


Figura 62: Carico accidentale Q e Q1 nelle due posizioni di carico

14.4 Sollecitazioni

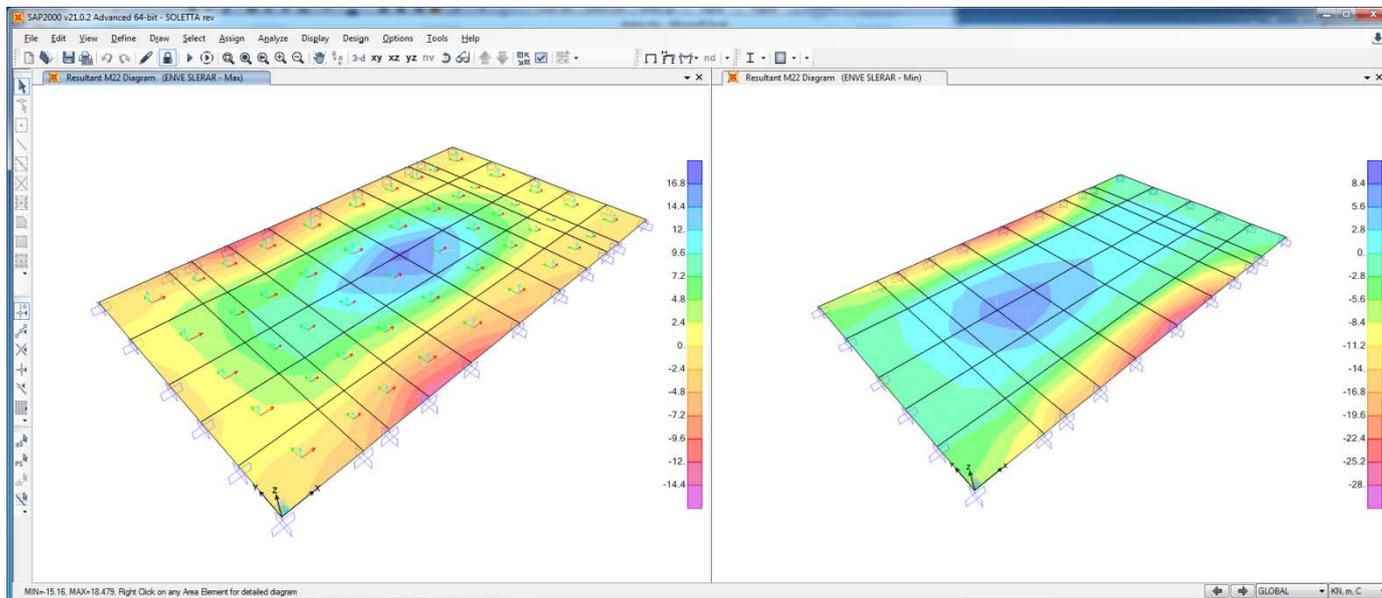


Figura 63: Momento Flettente M22 - Inviluppo SLERAR

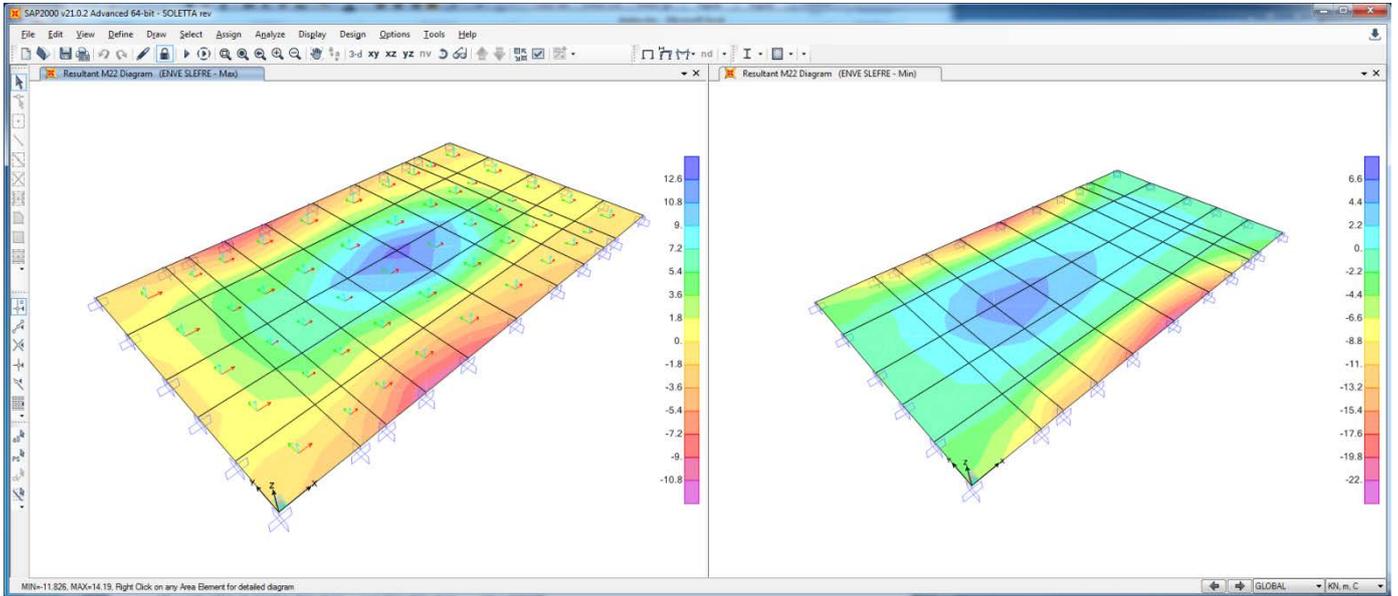


Figura 64: Momento Flettente M22 - Involuppo SLEFRE

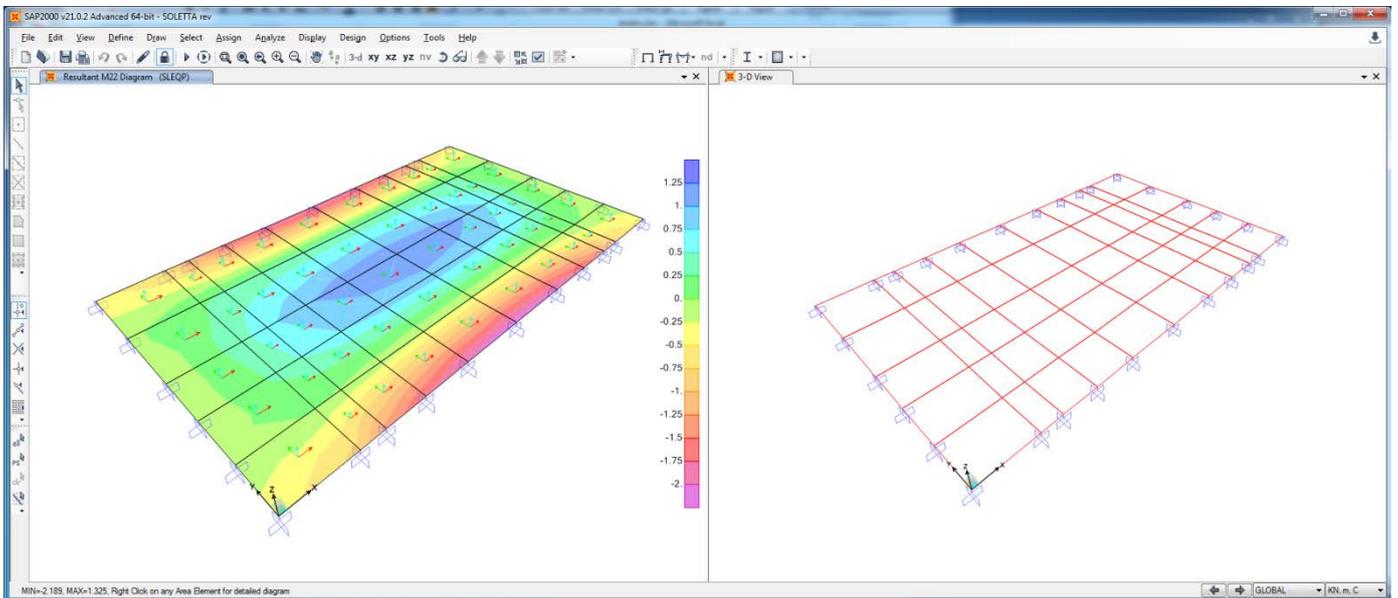


Figura 65: Momento Flettente M22 - Involuppo SLEQP

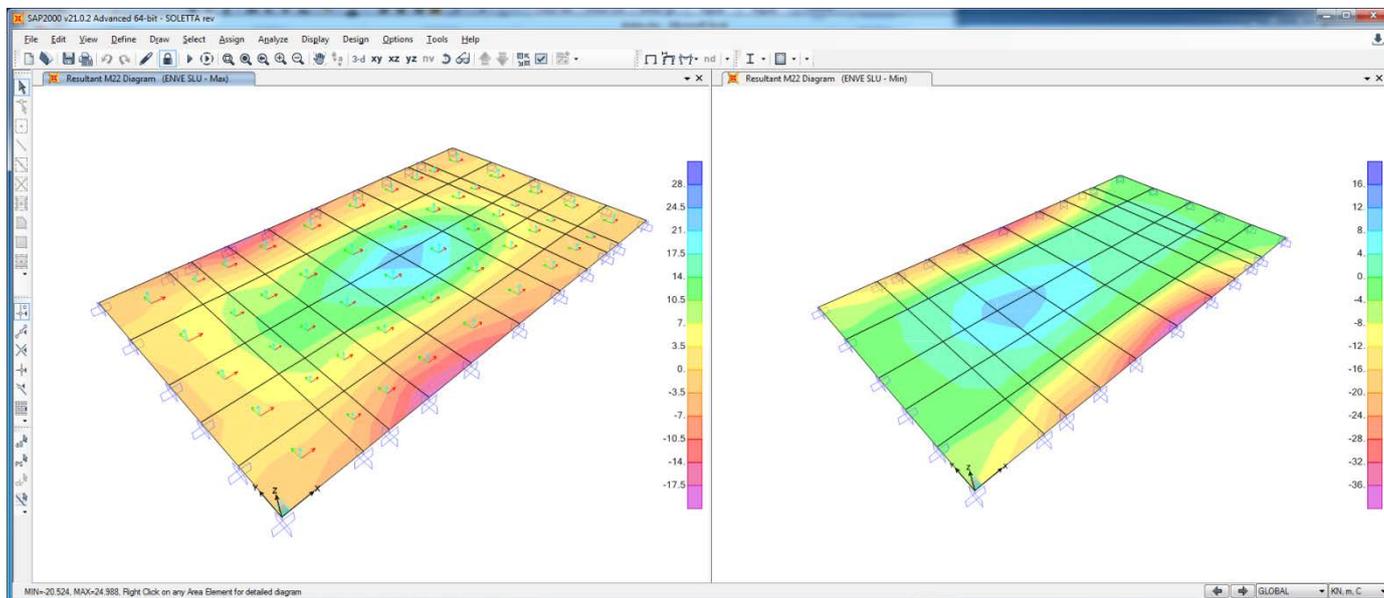


Figura 66: Momento Flettente M22 - Involuppo SLU

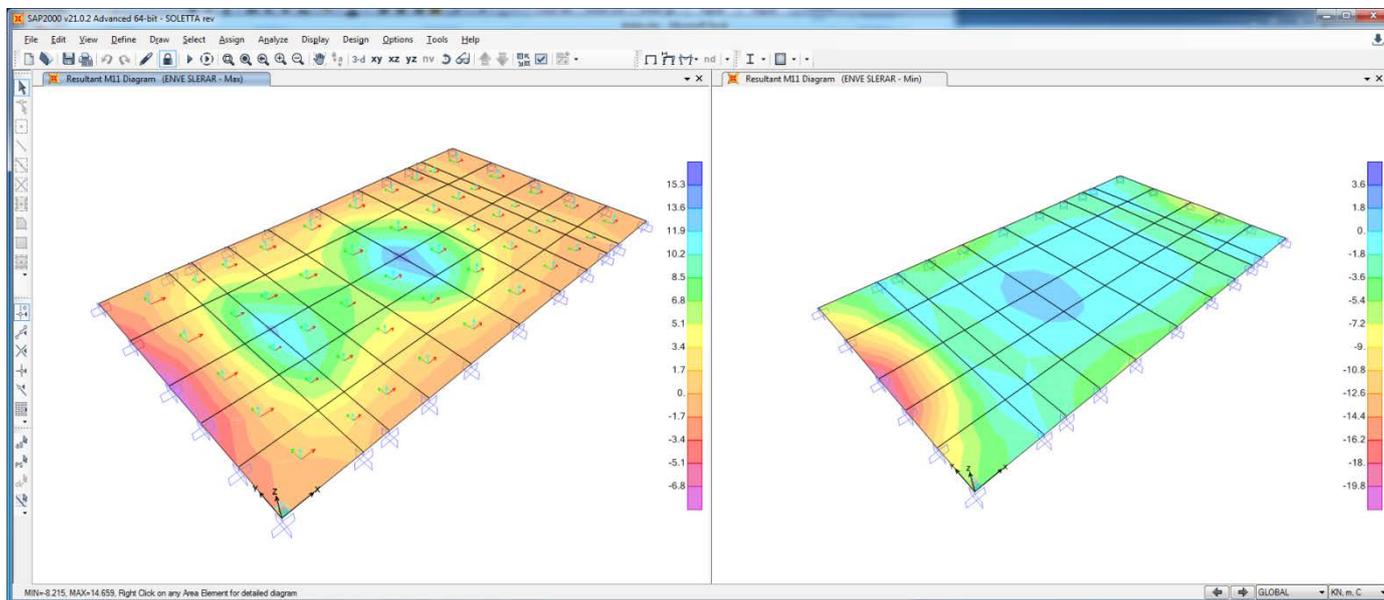


Figura 67: Momento Flettente M11 - Involuppo SLERAR

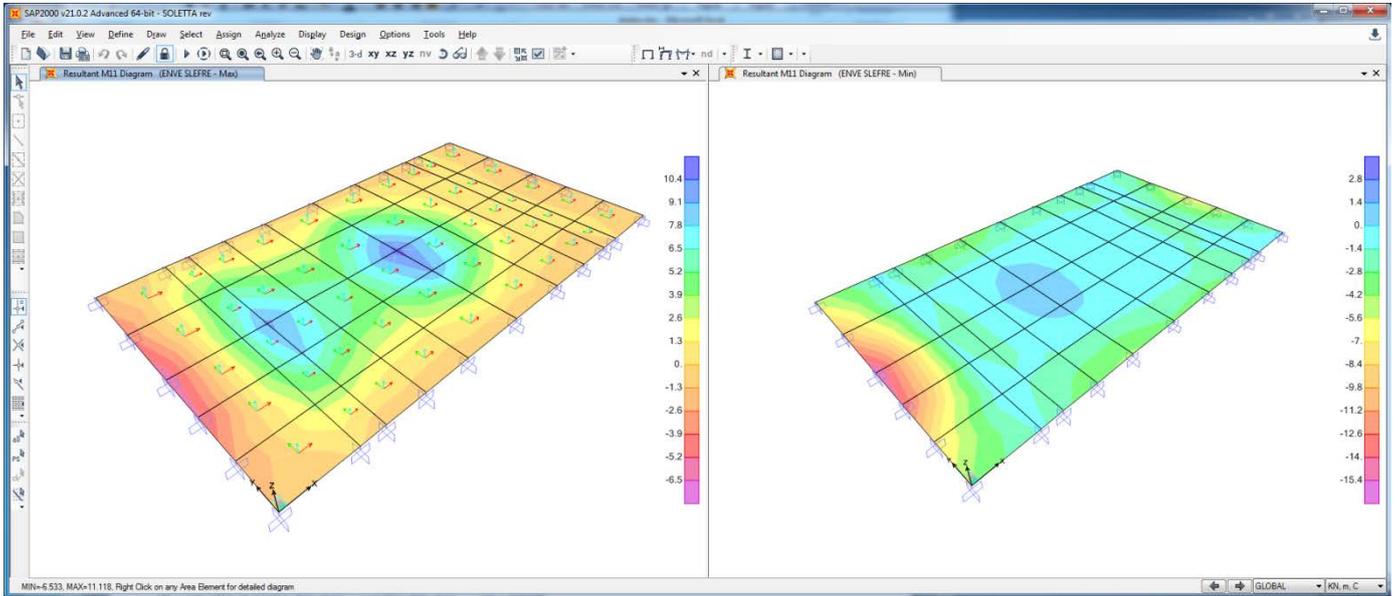


Figura 68: Momento Flettente M11 - Involuppo SLEFRE

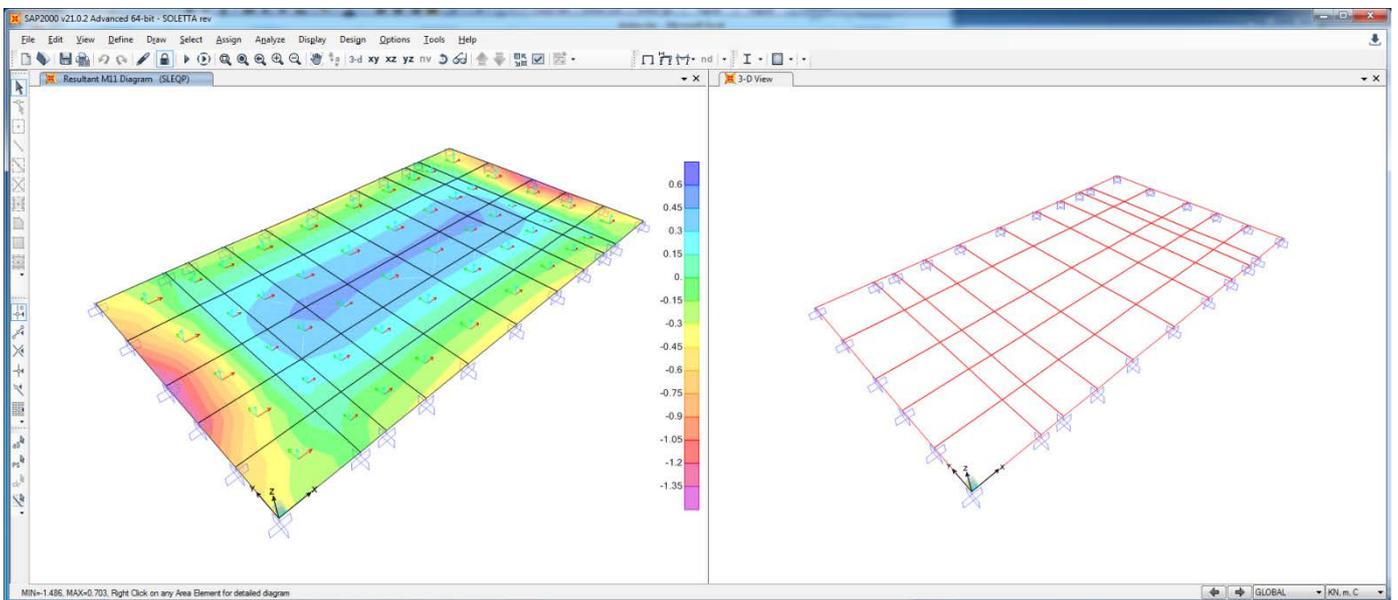


Figura 69: Momento Flettente M11 - Involuppo SLEQP

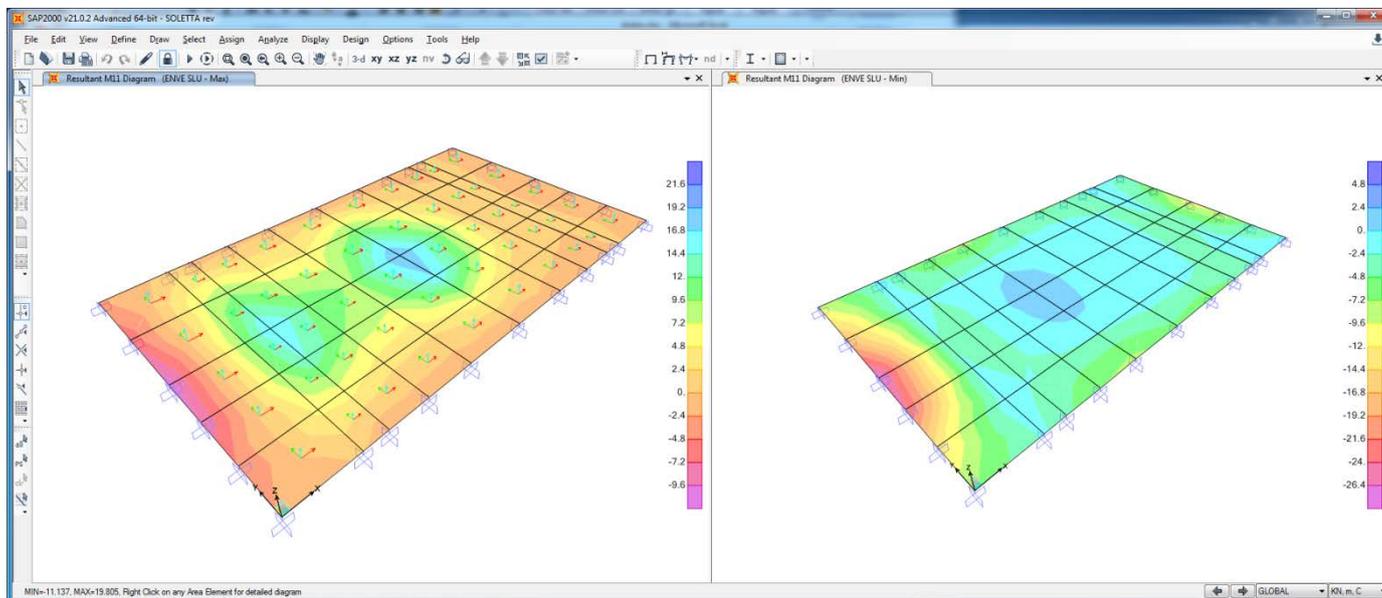


Figura 70: Momento Flettente M11 - Involuppo SLU

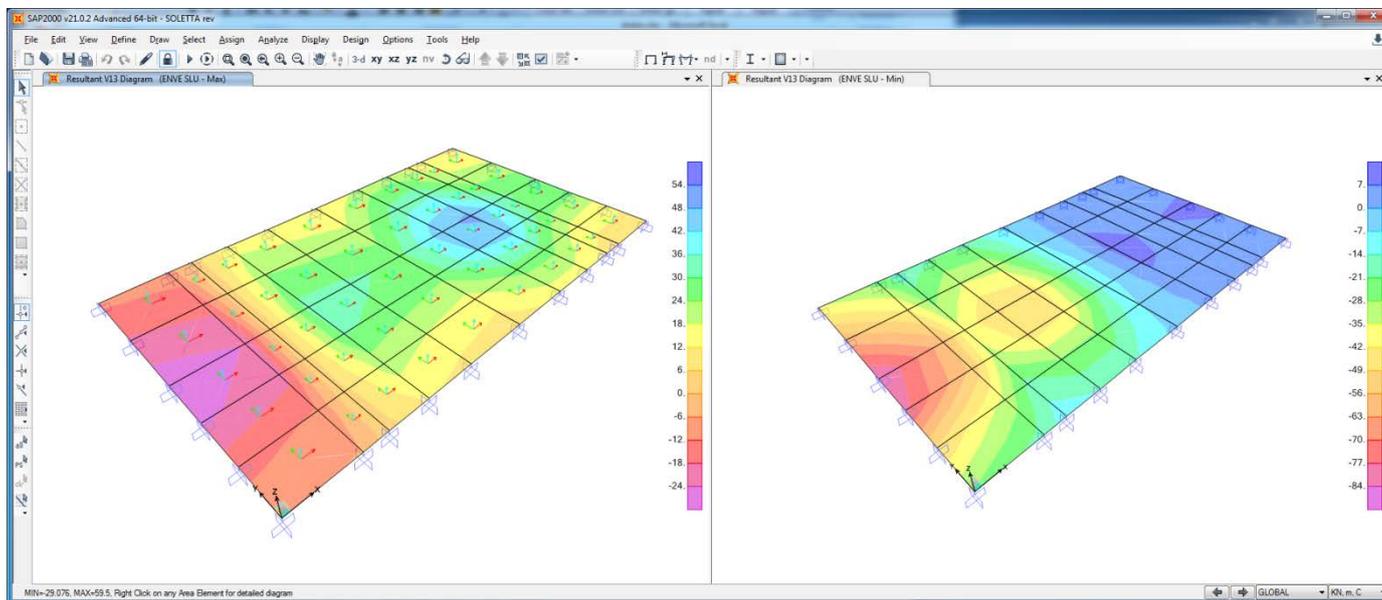


Figura 71: Sollecitazioni Taglianti V13 - Involuppo SLU

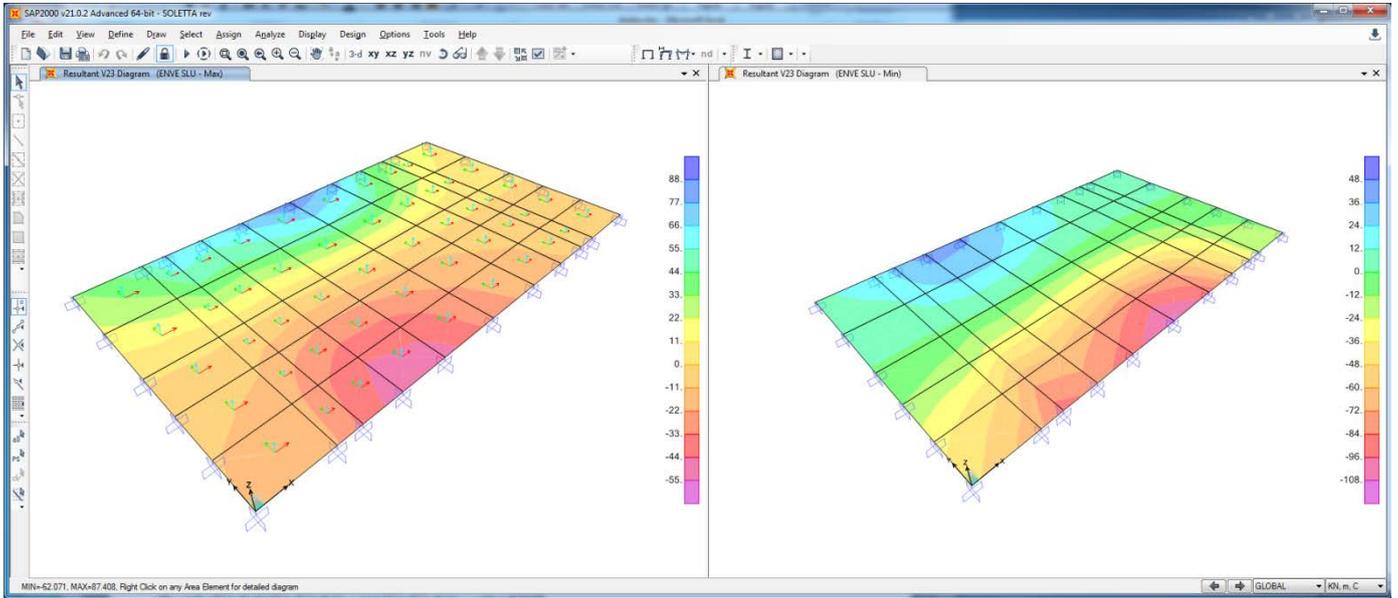


Figura 72: Sollecitazioni Taglianti V23 - Involuppo SLU

14.5 Verifica di resistenza

Le verifiche strutturali allo stato limite ultimo e allo stato limite di esercizio sono state svolte, seguendo i criteri esposti in precedenza, con il codice di calcolo RC-SEC, per le condizioni di carico più gravose.

Sollecitazioni di verifica:

Combinaz. di carico	M11 (kN·m)	M22 (kN·m)	V23 (kN·)	V13 (kN)
ENVE-SLU	26.40	35.00	108.00	84.00
ENVE-SLER	19.80	28.00		
ENVE-SLEF	15.40	22.00		
ENVE-SLEQP	1.35	2.00		

Si riassume di seguito l'armatura orizzontale adottata in entrambe le direzioni.

$$A_s = 1\Phi 20/20$$

$$A_{s'} = 1\Phi 20/20$$

La sezione risulta verificata con l'armatura prevista.

14.5.1.1 Verifica a taglio V23

Verifica elementi senza armature trasversali resistenti a taglio

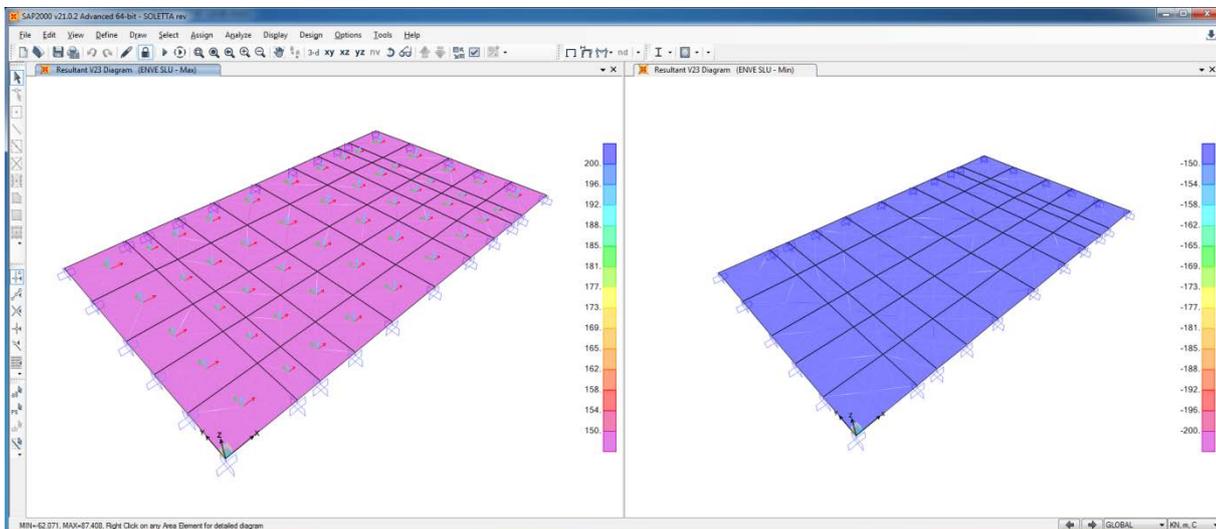
È consentito l'impiego di solai, piastre e membrature a comportamento analogo, sprovviste di armature trasversali resistenti a taglio. La resistenza a taglio V_{Rd} di tali elementi deve essere valutata, utilizzando formule di comprovata affidabilità, sulla base della resistenza a trazione del cls.

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

$$V_{Rd} = \left\{ \frac{0.18 \cdot k \cdot (100 \cdot \rho_1 \cdot f_{ck})^{1/3}}{\gamma_c} + 0.15 \cdot \sigma_{cp} \right\} \cdot b_w \cdot d \geq (v_{min} + 0.15 \cdot \sigma_{cp}) \cdot b_w \cdot d$$

Sollecitazioni Agenti:	V_{Ed}	108 kN	
	N_{Ed}	0 kN	
Calcestruzzo	C32/40	R_{ck}	40 N/mm ²
		f_{ck}	33.2 N/mm ²
Resistenza di calcolo a compressione del calcestruzzo		f_{cd}	18.81 N/mm ²
Coefficiente parziale di sicurezza relativo al calcestruzzo		γ_c	1.5
Altezza sezione		h	300 mm
Copriferro		c	70 mm
Larghezza minima della sezione (in mm)		b_w	1000 mm
Altezza utile della sezione (in mm)		d	230 mm
Area Calcestruzzo		A_c	300000 mm ²
Armatura longitudinale tesa	n 5	\emptyset	20 mm
		A_{sI}	1570 mm ²
Rapporto geometrico di armatura longitudinale		ρ_1	0.0068 ≤ 0.02 ok
Tensione media di compressione nella sezione		σ_{cp}	0.0000 ≤ 0.2 f_{cd} ok
$k = 1 + (200/d)^{1/2} \leq 2$		k	1.93 ≤ 2 ok
$v_{min} = 0.035k^{3/2}f_{ck}^{1/2}$		v_{min}	0.31
		V_{Rd}	150.94 kN
Verifica:	$V_{Rd} > V_{Ed}$		VERIFICATA

Di seguito si riporta il relativo diagramma di ricoprimento del taglio V23



14.5.1.2 Verifica a taglio V13

Verifica elementi senza armature trasversali resistenti a taglio

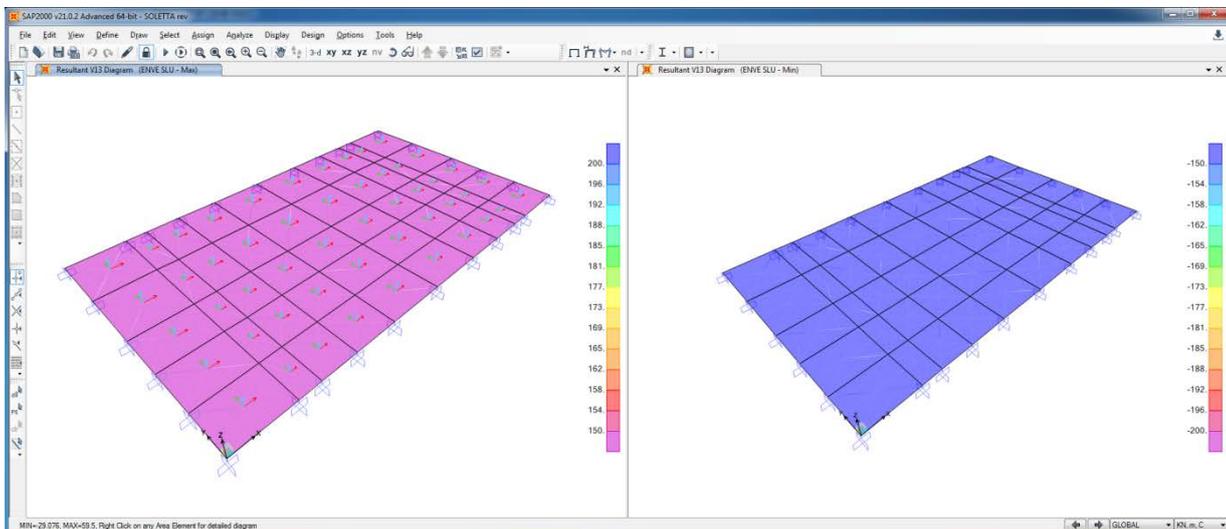
È consentito l'impiego di solai, piastre e membrature a comportamento analogo, sprovviste di armature trasversali resistenti a taglio. La resistenza a taglio V_{Rd} di tali elementi deve essere valutata, utilizzando formule di comprovata affidabilità, sulla base della resistenza a trazione del cls.

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

$$V_{Rd} = \left\{ \frac{0.18 \cdot k \cdot (100 \cdot \rho_1 \cdot f_{ck})^{1/3}}{\gamma_c} + 0.15 \cdot \sigma_{cp} \right\} \cdot b_w \cdot d \geq (v_{min} + 0.15 \cdot \sigma_{cp}) \cdot b_w \cdot d$$

Sollecitazioni Agenti:	V_{Ed}	84 kN	
	N_{Ed}	0 kN	
Calcestruzzo	C32/40	R_{ck}	40 N/mm ²
		f_{ck}	33.2 N/mm ²
Resistenza di calcolo a compressione del calcestruzzo		f_{cd}	18.81 N/mm ²
Coefficiente parziale di sicurezza relativo al calcestruzzo		γ_c	1.5
Altezza sezione		h	300 mm
Copriferro		c	70 mm
Larghezza minima della sezione (in mm)		b_w	1000 mm
Altezza utile della sezione (in mm)		d	230 mm
Area Calcestruzzo		A_c	300000 mm ²
Armatura longitudinale tesa	n	5	\emptyset 20 mm
			A_{st} 1570 mm ²
Rapporto geometrico di armatura longitudinale		ρ_1	0.0068 ≤ 0.02 ok
Tensione media di compressione nella sezione		σ_{cp}	0.0000 ≤ 0.2 f_{cd} ok
$k = 1 + (200/d)^{1/2} \leq 2$		k	1.93 ≤ 2 ok
$v_{min} = 0.035k^{3/2}f_{ck}^{1/2}$		v_{min}	0.31
		V_{Rd}	150.94 kN
Verifica:	$V_{Rd} > V_{Ed}$		VERIFICATA

Di seguito si riporta il relativo diagramma di ricoprimento del taglio V13



Come si può vedere dai diagrammi sopra riportati il valore del taglio limite non viene mai superato.

14.5.1.3 Verifica a flessione - M22

DATI GENERALI SEZIONE RETTANGOLARE DI PILASTRO IN C.A.

NOME SEZIONE: soletta 30 M22

Descrizione Sezione:	
Metodo di calcolo resistenza:	Stati Limite Ultimi
Normativa di riferimento:	N.T.C.
Tipologia sezione:	Sezione predefinita di trave (solette, nervature solai) senza staffe
Forma della sezione:	Rettangolare
Percorso sollecitazione:	A Sforzo Norm. costante
Condizioni Ambientali:	Moderat. aggressive
Riferimento Sforzi assegnati:	Assi x,y principali d'inerzia
Riferimento alla sismicità:	Zona non sismica

CARATTERISTICHE DI RESISTENZA DEI MATERIALI IMPIEGATI

CALCESTRUZZO -	Classe:	C32/40	
	Resistenza compress. di progetto fcd:	181.30	daN/cm ²
	Deform. unitaria max resistenza ec2:	0.0020	
	Deformazione unitaria ultima ecu:	0.0035	
	Diagramma tensioni-deformaz.:	Parabola-Rettangolo	
	Modulo Elastico Normale Ec:	333458	daN/cm ²
	Resis. media a trazione fctm:	30.23	daN/cm ²
	Coeff.Omogen. S.L.E.:	15.00	
	Sc limite S.L.E. comb. Rare:	176.00	daN/cm ²
	Sc limite S.L.E. comb. Frequenti:	192.00	daN/cm ²
	Ap.Fessure limite S.L.E. comb. Frequenti:	0.300	mm
	Sc limite S.L.E. comb. Q.Permanenti:	128.00	daN/cm ²
	Ap.Fess.limite S.L.E. comb. Q.Perm.:	0.200	mm
ACCIAIO -	Tipo:	B450C	
	Resist. caratt. a snervamento fyk:	4500.0	daN/cm ²
	Resist. caratt. a rottura ftk:	4500.0	daN/cm ²
	Resist. a snerv. di progetto fyd:	3913.0	daN/cm ²
	Resist. ultima di progetto ftd:	3913.0	daN/cm ²
	Deform. ultima di progetto Epu:	0.068	
	Modulo Elastico Ef:	2000000	daN/cm ²
	Diagramma tensioni-deformaz.:	Bilineare finito	
	Coeff. Aderenza istant. B1*B2:	1.00	
	Coeff. Aderenza differito B1*B2:	0.50	
Comb.Rare - Sf Limite:	3375.0	daN/cm ²	

CARATTERISTICHE GEOMETRICHE ED ARMATURE SEZIONE

Base:	100.0	cm
Altezza:	30.0	cm
Barre inferiori:	5Ø20	(15.7 cm ²)
Barre superiori:	5Ø20	(15.7 cm ²)
Coprif.Inf.(dal baric. barre):	7.0	cm
Coprif.Sup.(dal baric. barre):	7.0	cm
Coprif.Lat. (dal baric.barre):	5.0	cm

CALCOLO DI RESISTENZA - SFORZI PER OGNI COMBINAZIONE ASSEGNATA

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

N°Comb.	N	Mx	Vy	MT
1	0	3500	0	0

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

N Sforzo normale [daN] applicato nel baricentro (positivo se di compress.)
Mx Coppia [daNm] applicata all'asse x baricentrico (tra parentesi il Momento di fessurazione)
con verso positivo se tale da comprimere il lembo superiore della sezione

N°Comb.	N	Mx
1	0	2800

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

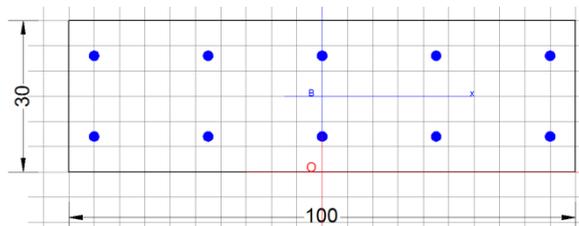
N Sforzo normale [daN] applicato nel baricentro (positivo se di compress.)
Mx Coppia [daNm] applicata all'asse x baricentrico (tra parentesi il Momento di fessurazione)
con verso positivo se tale da comprimere il lembo superiore della sezione

N°Comb.	N	Mx
1	0	2200 (5142)

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

N Sforzo normale [daN] applicato nel baricentro (positivo se di compress.)
Mx Coppia [daNm] applicata all'asse x baricentrico (tra parentesi il Momento di fessurazione)
con verso positivo se tale da comprimere il lembo superiore della sezione

N°Comb.	N	Mx
1	0	200 (5142)



RISULTATI DEL CALCOLO

Sezione verificata

Copriferro netto minimo barre longitudinali: 6.0 cm
Interferro netto minimo barre longitudinali: 14.0 cm

VERIFICHE DI RESISTENZA IN PRESSO-TENSO FLESSIONE ALLO STATO LIMITE ULTIMO

Ver	S = combinazione verificata / N = combin. non verificata
N	Sforzo normale [daN] applicato nel Baricentro (positivo se di compressione)
Mx	Momento flettente assegnato [daNm] riferito all'asse x baricentrico
N Ult	Sforzo normale ultimo [daN] nella sezione (positivo se di compress.)
Mx rd	Momento flettente ultimo [daNm] riferito all'asse x baricentrico
Mis.Sic.	Misura sicurezza = rapporto vettoriale tra (N rd, Mx rd) e (N, Mx) Verifica positiva se tale rapporto risulta ≥ 1.000
Yn	Ordinata [cm] dell'asse neutro alla massima resistenza nel sistema di rif. X,Y,O sez.
x/d	Rapp. di duttilità (travi e solette)[§ 4.1.2.1.2.1 NTC]: deve essere < 0.45
C.Rid.	Coeff. di riduz. momenti in travi continue [formula (4.1.1)NTC]
As Tesa	Area armature long. trave [cm ²] in zona tesa. (tra parentesi l'area minima di normativa)

N°Comb	Ver	N	Mx	N rd	Mx rd	Mis.Sic.	Yn	x/d	C.Rid.	As Tesa
1	S	0	3500	-22	13727	3.922	24.2	0.25	0.75	31.4 (4.0)

DEFORMAZIONI UNITARIE ALLO STATO LIMITE ULTIMO

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

N°Comb	ec max	Yc max	es min	Ys min	es max	Ys max
1	0.00350	30.0	-0.00074	23.0	-0.01043	7.0

COMBINAZIONI RARE IN ESERCIZIO - VERIFICA MASSIME TENSIONI NORMALI

Ver	S = combinazione verificata / N = combin. non verificata
Sc max	Massima tensione di compress.(+) nel conglom. in fase fessurata [(daN/cm ²)]
Yc max	Ordinata in cm della fibra corrisp. a Sc max (sistema rif. X,Y,O)
Sc min	Minima tensione di compress.(+) nel conglom. in fase fessurata [(daN/cm ²)]
Yc min	Ordinata in cm della fibra corrisp. a Sc min (sistema rif. X,Y,O)
Sf min	Minima tensione di trazione (-) nell'acciaio [daN/cm ²]
Ys min	Ordinata in cm della barra corrisp. a Sf min (sistema rif. X,Y,O)
Dw Eff.	Spessore di conglomerato [cm] in zona tesa considerata aderente alle barre
Ac eff.	Area di congl. [cm ²] in zona tesa aderente alle barre (verifica fess.)
As eff.	Area Barre tese di acciaio [cm ²] ricadente nell'area efficace(verifica fess.)
D barre	Distanza in cm tra le barre tese efficaci. (D barre = 0 indica spaziatura superiore a $5(c+\emptyset/2)$ e nel calcolo di fess. si usa la (C4.1.11)NTC/(7.14)EC2)

N°Comb	Ver	Sc max	Yc max	Sc min	Yc min	Sf min	Ys min	Dw Eff.	Ac Eff.	As Eff.	D barre
1	S	32.2	30.0	0.0	21.9	-891	23.0	7.3	731	15.7	21.5

COMBINAZIONI RARE IN ESERCIZIO - VERIFICA APERTURA FESSURE (NTC/EC2)

Ver	Esito verifica
e1	Minima deformazione unitaria (trazione: segno -) nel calcestruzzo in sez. fessurata
e2	Massima deformazione unitaria (compress.: segno +) nel calcestruzzo in sez. fessurata
K2	= 0.5 per flessione; = $(e1 + e2)/(2 \cdot e2)$ in trazione eccentrica per la (7.13)EC2 e la (C4.1.11)NTC
Kt	fattore di durata del carico di cui alla (7.9) dell'EC2
e sm	Deformazione media acciaio tra le fessure al netto di quella del cls. Tra parentesi il valore minimo = $0.6 Ss/Es$
srm	Distanza massima in mm tra le fessure
wk	Apertura delle fessure in mm fornito dalla (7.8)EC2 e dalla (C4.1.7)NTC. Tra parentesi è indicato il valore limite.

M fess.		Momento di prima fessurazione [daNm]							
N°Comb	Ver	e1	e2	K2	Kt	e sm	srm	wk	M Fess.
1	S	-0.00065	0.00024	0.50	0.60	0.000267 (0.000267)	362	0.097 (0.20)	5142

COMBINAZIONI FREQUENTI IN ESERCIZIO - VERIFICA MASSIME TENSIONI NORMALI

N°Comb	Ver	Sc max	Yc max	Sc min	Yc min	Sf min	Ys min	Dw Eff.	Ac Eff.	As Eff.	D barre
1	S	25.3	30.0	0.0	21.9	-700	23.0	7.3	731	15.7	21.5

COMBINAZIONI FREQUENTI IN ESERCIZIO - VERIFICA APERTURA FESSURE (NTC/EC2)

N°Comb	Ver	e1	e2	K2	Kt	e sm	srm	wk	M Fess.
1	S	-0.00051	0.00019	0.50	0.60	0.000210 (0.000210)	362	0.076 (0.30)	5142

COMBINAZIONI QUASI PERMANENTI IN ESERCIZIO - VERIFICA MASSIME TENSIONI NORMALI

N°Comb	Ver	Sc max	Yc max	Sc min	Yc min	Sf min	Ys min	Dw Eff.	Ac Eff.	As Eff.	D barre
1	S	2.3	30.0	0.0	21.9	-64	23.0	7.3	731	15.7	21.5

COMBINAZIONI QUASI PERMANENTI IN ESERCIZIO - VERIFICA APERTURA FESSURE (NTC/EC2)

N°Comb	Ver	e1	e2	K2	Kt	e sm	srm	wk	M Fess.
1	S	-0.00005	0.00002	0.50	0.40	0.000019 (0.000019)	362	0.007 (0.20)	5142

14.5.1.4 Verifica a flessione - M11
DATI GENERALI SEZIONE RETTANGOLARE DI PILASTRO IN C.A.
NOME SEZIONE: soletta 30 M11

Descrizione Sezione:	
Metodo di calcolo resistenza:	Stati Limite Ultimi
Normativa di riferimento:	N.T.C.
Tipologia sezione:	Sezione predefinita di trave (solette, nervature solai) senza staffe
Forma della sezione:	Rettangolare
Percorso sollecitazione:	A Sforzo Norm. costante
Condizioni Ambientali:	Poco aggressive
Riferimento Sforzi assegnati:	Assi x,y principali d'inerzia
Riferimento alla sismicità:	Zona non sismica

CARATTERISTICHE DI RESISTENZA DEI MATERIALI IMPIEGATI

CALCESTRUZZO -	Classe:	C32/40
	Resistenza compress. di progetto fcd:	181.30 daN/cm ²
	Deform. unitaria max resistenza ec2:	0.0020
	Deformazione unitaria ultima ecu:	0.0035
	Diagramma tensioni-deformaz.:	Parabola-Rettangolo
	Modulo Elastico Normale Ec:	333458 daN/cm ²
	Resis. media a trazione fctm:	30.23 daN/cm ²
	Coeff.Omogen. S.L.E.:	15.00
	Sc limite S.L.E. comb. Rare:	176.00 daN/cm ²
	Sc limite S.L.E. comb. Frequenti:	192.00 daN/cm ²

	Ap.Fessure limite S.L.E. comb. Frequenti:	0.400	mm
	Sc limite S.L.E. comb. Q.Permanenti:	128.00	daN/cm ²
	Ap.Fess.limite S.L.E. comb. Q.Perm.:	0.300	mm
ACCIAIO -	Tipo:	B450C	
	Resist. caratt. a snervamento fyk:	4500.0	daN/cm ²
	Resist. caratt. a rottura ftk:	4500.0	daN/cm ²
	Resist. a snerv. di progetto fyd:	3913.0	daN/cm ²
	Resist. ultima di progetto ftd:	3913.0	daN/cm ²
	Deform. ultima di progetto Epu:	0.068	
	Modulo Elastico Ef:	2000000	daN/cm ²
	Diagramma tensioni-deformaz.:	Bilineare finito	
	Coeff. Aderenza istant. $\beta_1 \cdot \beta_2$:	1.00	
	Coeff. Aderenza differito $\beta_1 \cdot \beta_2$:	0.50	
	Comb.Rare - Sf Limite:	3375.0	daN/cm ²

CARATTERISTICHE GEOMETRICHE ED ARMATURE SEZIONE

Base:	100.0	cm
Altezza:	30.0	cm
Barre inferiori:	5Ø20	(15.7 cm ²)
Barre superiori:	5Ø20	(15.7 cm ²)
Coprif.Inf.(dal baric. barre):	7.0	cm
Coprif.Sup.(dal baric. barre):	7.0	cm
Coprif.Lat. (dal baric.barre):	5.0	cm

CALCOLO DI RESISTENZA - SFORZI PER OGNI COMBINAZIONE ASSEGNATA

N	Sforzo normale [daN] applicato nel baricentro (posit. se di compress.)			
Mx	Momento flettente [daNm] intorno all'asse x baric. della sezione con verso positivo se tale da comprimere il lembo sup. della sezione			
Vy	Taglio [daN] in direzione parallela all'asse y baric. della sezione			
MT	Momento torcente [daN m]			
N°Comb.	N	Mx	Vy	MT
1	0	2640	0	0

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

N	Sforzo normale [daN] applicato nel baricentro (positivo se di compress.)	
Mx	Coppia [daNm] applicata all'asse x baricentrico (tra parentesi il Momento di fessurazione) con verso positivo se tale da comprimere il lembo superiore della sezione	
N°Comb.	N	Mx
1	0	1980

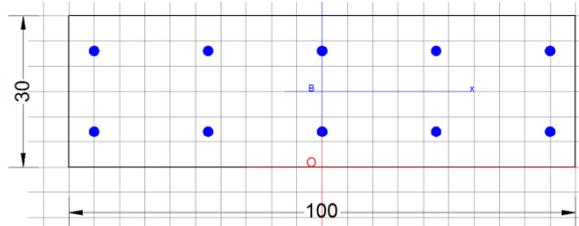
COMB. FREQUENTI (S.L.E.) - SFORZI PER OGNI COMBINAZIONE ASSEGNATA

N	Sforzo normale [daN] applicato nel baricentro (positivo se di compress.)	
Mx	Coppia [daNm] applicata all'asse x baricentrico (tra parentesi il Momento di fessurazione) con verso positivo se tale da comprimere il lembo superiore della sezione	
N°Comb.	N	Mx
1	0	1540 (5142)

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

N°Comb.	N	Mx
1	0	135 (5142)

N Sforzo normale [daN] applicato nel baricentro (positivo se di compress.)
 Mx Coppia [daNm] applicata all'asse x baricentrico (tra parentesi il Momento di fessurazione)
 con verso positivo se tale da comprimere il lembo superiore della sezione



RISULTATI DEL CALCOLO

Sezione verificata

Copriferro netto minimo barre longitudinali:	6.0	cm
Interferro netto minimo barre longitudinali:	14.0	cm

VERIFICHE DI RESISTENZA IN PRESSO-TENSO FLESSIONE ALLO STATO LIMITE ULTIMO

N°Comb	Ver	N	Mx	N rd	Mx rd	Mis.Sic.	Yn	x/d	C.Rid.	As Tesa
1	S	0	2640	-22	13727	5.200	24.2	0.25	0.75	31.4 (4.0)

Ver S = combinazione verificata / N = combin. non verificata
 N Sforzo normale [daN] applicato nel Baricentro (positivo se di compressione)
 Mx Momento flettente assegnato [daNm] riferito all'asse x baricentrico
 N Ult Sforzo normale ultimo [daN] nella sezione (positivo se di compress.)
 Mx rd Momento flettente ultimo [daNm] riferito all'asse x baricentrico
 Mis.Sic. Misura sicurezza = rapporto vettoriale tra (N rd, Mx rd) e (N, Mx)
 Verifica positiva se tale rapporto risulta >=1.000
 Yn Ordinata [cm] dell'asse neutro alla massima resistenza nel sistema di rif. X,Y,O sez.
 x/d Rapp. di duttilità (travi e solette) [S 4.1.2.1.2.1 NTC]: deve essere < 0.45
 C.Rid. Coeff. di riduz. momenti in travi continue [formula (4.1.1) NTC]
 As Tesa Area armature long. trave [cm²] in zona tesa. (tra parentesi l'area minima di normativa)

DEFORMAZIONI UNITARIE ALLO STATO LIMITE ULTIMO

N°Comb	ec max	Yc max	es min	Ys min	es max	Ys max
1	0.00350	30.0	-0.00074	23.0	-0.01043	7.0

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

COMBINAZIONI RARE IN ESERCIZIO - VERIFICA MASSIME TENSIONI NORMALI

Ver	S = combinazione verificata / N = combin. non verificata
Sc max	Massima tensione di compress.(+) nel conglom. in fase fessurata [(daN/cm ²)
Yc max	Ordinata in cm della fibra corrisp. a Sc max (sistema rif. X,Y,O)
Sc min	Minima tensione di compress.(+) nel conglom. in fase fessurata [(daN/cm ²)
Yc min	Ordinata in cm della fibra corrisp. a Sc min (sistema rif. X,Y,O)
Sf min	Minima tensione di trazione (-) nell'acciaio [(daN/cm ²)
Ys min	Ordinata in cm della barra corrisp. a Sf min (sistema rif. X,Y,O)
Dw Eff.	Spessore di conglomerato [cm] in zona tesa considerata aderente alle barre
Ac eff.	Area di congl. [cm ²] in zona tesa aderente alle barre (verifica fess.)
As eff.	Area Barre tese di acciaio [cm ²] ricadente nell'area efficace(verifica fess.)
D barre	Distanza in cm tra le barre tese efficaci. (D barre = 0 indica spaziatura superiore a 5(c+Ø/2) e nel calcolo di fess. si usa la (C4.1.11)NTC/(7.14)EC2)

N°Comb	Ver	Sc max	Yc max	Sc min	Yc min	Sf min	Ys min	Dw Eff.	Ac Eff.	As Eff.	D barre
1	S	22.7	30.0	0.0	21.9	-630	23.0	7.3	731	15.7	21.5

COMBINAZIONI RARE IN ESERCIZIO - VERIFICA APERTURA FESSURE (NTC/EC2)

Ver	Esito verifica
e1	Minima deformazione unitaria (trazione: segno -) nel calcestruzzo in sez. fessurata
e2	Massima deformazione unitaria (compress.: segno +) nel calcestruzzo in sez. fessurata
K2	= 0.5 per flessione; $=(e1 + e2)/(2 \cdot e2)$ in trazione eccentrica per la (7.13)EC2 e la (C4.1.11)NTC
Kt	fattore di durata del carico di cui alla (7.9) dell'EC2
e sm	Deformazione media acciaio tra le fessure al netto di quella del cls. Tra parentesi il valore minimo = 0.6 Ss/Es
srm	Distanza massima in mm tra le fessure
wk	Apertura delle fessure in mm fornito dalla (7.8)EC2 e dalla (C4.1.7)NTC. Tra parentesi è indicato il valore limite.
M fess.	Momento di prima fessurazione [daNm]

N°Comb	Ver	e1	e2	K2	Kt	e sm	srm	wk	M Fess.
1	S	-0.00046	0.00017	0.50	0.60	0.000189 (0.000189)	362	0.068 (0.20)	5142

COMBINAZIONI FREQUENTI IN ESERCIZIO - VERIFICA MASSIME TENSIONI NORMALI

N°Comb	Ver	Sc max	Yc max	Sc min	Yc min	Sf min	Ys min	Dw Eff.	Ac Eff.	As Eff.	D barre
1	S	17.7	30.0	0.0	21.9	-490	23.0	7.3	731	15.7	21.5

COMBINAZIONI FREQUENTI IN ESERCIZIO - VERIFICA APERTURA FESSURE (NTC/EC2)

N°Comb	Ver	e1	e2	K2	Kt	e sm	srm	wk	M Fess.
1	S	-0.00036	0.00013	0.50	0.60	0.000147 (0.000147)	362	0.053 (0.40)	5142

COMBINAZIONI QUASI PERMANENTI IN ESERCIZIO - VERIFICA MASSIME TENSIONI NORMALI

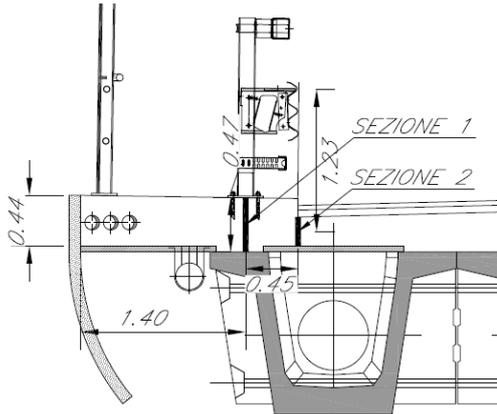
N°Comb	Ver	Sc max	Yc max	Sc min	Yc min	Sf min	Ys min	Dw Eff.	Ac Eff.	As Eff.	D barre
1	S	1.6	30.0	0.0	21.9	-43	23.0	7.3	731	15.7	21.5

COMBINAZIONI QUASI PERMANENTI IN ESERCIZIO - VERIFICA APERTURA FESSURE (NTC/EC2)

N°Comb	Ver	e1	e2	K2	Kt	e sm	srm	wk	M Fess.
1	S	-0.00003	0.00001	0.50	0.40	0.000013 (0.000013)	362	0.005 (0.30)	5142

14.6 Verifica Sbalzo

Per la verifica sullo sbalzo laterale si considerano due sezioni SEZIONE 1 e SEZIONE 2



SEZIONE 1 : si considera lo schema di trave incastrata in corrispondenza dell'asse della barriera di sicurezza.

Luce L=1,40 m

Permanenti:

-	Peso proprio	$25 \times 0.44 \times 1.0 = 11.0$ kN/m
-	Barriera	2.0 kN/m
-	Veletta	$25 \times 0.1864 = 4.7$ kN/m
-	Parapetto	1.0 kN/m
-	Impianti	1.0 kN/m

Accidentali

-	Folla	$5.0 \times 1.0 = 5.0$ kN/m
---	-------	-----------------------------

In ragione della geometria dell'impalcato si può assumere che l'urto del veicolo in svio non interessi lo sbalzo laterale.

I carichi puntuali della veletta e del parapetto si considerano applicati all'estremità dello sbalzo mentre la barriera e gli impianti si considerano applicati in mezzzeria dello sbalzo.

Peso proprio =	11	KN/m	$\gamma_{pp} =$	1.35	
Barriera=	2	KN/m	$\gamma_{perm} =$	1.5	
Veletta =	4.7	KN/m	$\gamma_{acc} =$	1.5	
Parapetto =	1	KN/m	L=	1.98	m
Impianti =	1	KN/m			
Folla =	5	KN/m			
SLU					
M=	-65.19	KNm/m			
T=	40.38	KN/m			
SLE					
M=	-45.62	KNm/m			

Si dispone armatura trasversale costituita da $\varnothing 20/20$ in zona tesa ed in zona compressa.

Verifica a flessione

DATI GENERALI SEZIONE RETTANGOLARE DI PILASTRO IN C.A.

NOME SEZIONE: soletta sbalzo

Descrizione Sezione:

Metodo di calcolo resistenza:

Normativa di riferimento:

Tipologia sezione:

Forma della sezione:

Percorso sollecitazione:

Condizioni Ambientali:

Riferimento Sforzi assegnati:

Riferimento alla sismicit :

Stati Limite Ultimi

N.T.C.

Sezione predefinita di trave (solette, nervature solai) senza staffe

Rettangolare

A Sforzo Norm. costante

Moderat. aggressive

Assi x,y principali d'inerzia

Zona non sismica

CARATTERISTICHE DI RESISTENZA DEI MATERIALI IMPIEGATI

CALCESTRUZZO -	Classe:	C32/40	
	Resistenza compress. di progetto fcd:	181.30	daN/cm ²
	Deform. unitaria max resistenza ec2:	0.0020	
	Deformazione unitaria ultima ecu:	0.0035	
	Diagramma tensioni-deformaz.:	Parabola-Rettangolo	
	Modulo Elastico Normale Ec:	333458	daN/cm ²
	Resis. media a trazione fctm:	30.23	daN/cm ²
	Coeff.Omogen. S.L.E.:	15.00	
	Sc limite S.L.E. comb. Rare:	176.00	daN/cm ²
	Sc limite S.L.E. comb. Frequenti:	192.00	daN/cm ²
	Ap.Fessure limite S.L.E. comb. Frequenti:	0.300	mm
	Sc limite S.L.E. comb. Q.Permanenti:	128.00	daN/cm ²
	Ap.Fess.limite S.L.E. comb. Q.Perm.:	0.200	mm
ACCIAIO -	Tipo:	B450C	
	Resist. caratt. a snervamento fyk:	4500.0	daN/cm ²
	Resist. caratt. a rottura ftk:	4500.0	daN/cm ²
	Resist. a snerv. di progetto fyd:	3913.0	daN/cm ²
	Resist. ultima di progetto ftd:	3913.0	daN/cm ²
	Deform. ultima di progetto Epu:	0.068	
	Modulo Elastico Ef:	2000000	daN/cm ²
	Diagramma tensioni-deformaz.:	Bilineare finito	
	Coeff. Aderenza istant. $\beta_1 \beta_2$:	1.00	

Coeff. Aderenza differito $\beta_1 \beta_2$: 0.50
Comb.Rare - Sf Limite: 3375.0 daN/cm²

CARATTERISTICHE GEOMETRICHE ED ARMATURE SEZIONE

Base:	100.0	cm
Altezza:	30.0	cm
Barre inferiori:	5Ø20	(15.7 cm ²)
Barre superiori:	5Ø20	(15.7 cm ²)
Coprif.Inf.(dal baric. barre):	7.0	cm
Coprif.Sup.(dal baric. barre):	7.0	cm
Coprif.Lat. (dal baric.barre):	5.0	cm

CALCOLO DI RESISTENZA - SFORZI PER OGNI COMBINAZIONE ASSEGNATA

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

N°Comb.	N	Mx	Vy	MT
1	0	-6519	0	0

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

N	Sforzo normale [daN] applicato nel baricentro (positivo se di compress.)
Mx	Coppia [daNm] applicata all'asse x baricentrico (tra parentesi il Momento di fessurazione) con verso positivo se tale da comprimere il lembo superiore della sezione

N°Comb.	N	Mx
1	0	-4562

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

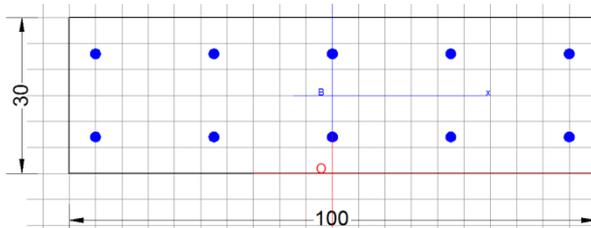
N	Sforzo normale [daN] applicato nel baricentro (positivo se di compress.)
Mx	Coppia [daNm] applicata all'asse x baricentrico (tra parentesi il Momento di fessurazione) con verso positivo se tale da comprimere il lembo superiore della sezione

N°Comb.	N	Mx
1	0	-4562 (-5142)

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

N	Sforzo normale [daN] applicato nel baricentro (positivo se di compress.)
Mx	Coppia [daNm] applicata all'asse x baricentrico (tra parentesi il Momento di fessurazione) con verso positivo se tale da comprimere il lembo superiore della sezione

N°Comb.	N	Mx
1	0	-4562 (-5142)



RISULTATI DEL CALCOLO

Sezione verificata

Copriferro netto minimo barre longitudinali: 6.0 cm
 Interferro netto minimo barre longitudinali: 14.0 cm

VERIFICHE DI RESISTENZA IN PRESSO-TENSO FLESSIONE ALLO STATO LIMITE ULTIMO

Ver S = combinazione verificata / N = combin. non verificata
 N Sforzo normale [daN] applicato nel Baricentro (positivo se di compressione)
 Mx Momento flettente assegnato [daNm] riferito all'asse x baricentrico
 N Ult Sforzo normale ultimo [daN] nella sezione (positivo se di compress.)
 Mx rd Momento flettente ultimo [daNm] riferito all'asse x baricentrico
 Mis.Sic. Misura sicurezza = rapporto vettoriale tra (N rd, Mx rd) e (N, Mx)
 Verifica positiva se tale rapporto risulta ≥ 1.000
 Yn Ordinata [cm] dell'asse neutro alla massima resistenza nel sistema di rif. X, Y, O sez.
 x/d Rapp. di duttilità (travi e solette) [§ 4.1.2.1.2.1 NTC]; deve essere < 0.45
 C.Rid. Coeff. di riduz. momenti in travi continue [formula (4.1.1) NTC]
 As Tesa Area armature long. trave [cm²] in zona tesa. (tra parentesi l'area minima di normativa)

N°Comb	Ver	N	Mx	N rd	Mx rd	Mis.Sic.	Yn	x/d	C.Rid.	As Tesa
1	S	0	-6519	-22	-13727	2.106	5.8	0.25	0.75	31.4 (4.0)

DEFORMAZIONI UNITARIE ALLO STATO LIMITE ULTIMO

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

N°Comb	ec max	Yc max	es min	Ys min	es max	Ys max
1	0.00350	0.0	-0.00074	7.0	-0.01043	23.0

COMBINAZIONI RARE IN ESERCIZIO - VERIFICA MASSIME TENSIONI NORMALI

Ver S = combinazione verificata / N = combin. non verificata
 Sc max Massima tensione di compress.(+) nel conglom. in fase fessurata [(daN/cm²)
 Yc max Ordinata in cm della fibra corrisp. a Sc max (sistema rif. X, Y, O)
 Sc min Minima tensione di compress.(+) nel conglom. in fase fessurata [(daN/cm²)
 Yc min Ordinata in cm della fibra corrisp. a Sc min (sistema rif. X, Y, O)
 Sf min Minima tensione di trazione (-) nell'acciaio [daN/cm²)
 Ys min Ordinata in cm della barra corrisp. a Sf min (sistema rif. X, Y, O)
 Dw Eff. Spessore di conglomerato [cm] in zona tesa considerata aderente alle barre
 Ac eff. Area di congl. [cm²] in zona tesa aderente alle barre (verifica fess.)
 As eff. Area Barre tese di acciaio [cm²] ricadente nell'area efficace (verifica fess.)
 D barre Distanza in cm tra le barre tese efficaci.
 (D barre = 0 indica spaziatura superiore a $5(c+\varnothing/2)$ e nel calcolo di fess. si usa la (C4.1.11)NTC/(7.14)EC2)

Viadotto NW03-04
 Relazione di calcolo impalcato

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
RS3H	03	D 78	CL NW0008 001	A	260 di 265

N°Comb	Ver	Sc max	Yc max	Sc min	Yc min	Sf min	Ys min	Dw Eff.	Ac Eff.	As Eff.	D barre
1	S	52.4	0.0	0.0	8.1	-1452	7.0	7.3	731	15.7	21.5

COMBINAZIONI RARE IN ESERCIZIO - VERIFICA APERTURA FESSURE (NTC/EC2)

Ver Esito verifica
 e1 Minima deformazione unitaria (trazione: segno -) nel calcestruzzo in sez. fessurata
 e2 Massima deformazione unitaria (compress.: segno +) nel calcestruzzo in sez. fessurata
 K2 = 0.5 per flessione; $=(e1 + e2)/(2 \cdot e2)$ in trazione eccentrica per la (7.13)EC2 e la (C4.1.11)NTC
 Kt fattore di durata del carico di cui alla (7.9) dell'EC2
 e sm Deformazione media acciaio tra le fessure al netto di quella del cls. Tra parentesi il valore minimo = 0.6 Ss/Es
 srm Distanza massima in mm tra le fessure
 wk Apertura delle fessure in mm fornito dalla (7.8)EC2 e dalla (C4.1.7)NTC. Tra parentesi è indicato il valore limite.
 M fess. Momento di prima fessurazione [daNm]

N°Comb	Ver	e1	e2	K2	Kt	e sm	srm	wk	M Fess.
1	S	-0.00107	0.00039	0.50	0.60	0.000436 (0.000436)	362	0.158 (0.20)	-5142

COMBINAZIONI FREQUENTI IN ESERCIZIO - VERIFICA MASSIME TENSIONI NORMALI

N°Comb	Ver	Sc max	Yc max	Sc min	Yc min	Sf min	Ys min	Dw Eff.	Ac Eff.	As Eff.	D barre
1	S	52.4	0.0	0.0	8.1	-1452	7.0	7.3	731	15.7	21.5

COMBINAZIONI FREQUENTI IN ESERCIZIO - VERIFICA APERTURA FESSURE (NTC/EC2)

N°Comb	Ver	e1	e2	K2	Kt	e sm	srm	wk	M Fess.
1	S	-0.00107	0.00039	0.50	0.60	0.000436 (0.000436)	362	0.158 (0.30)	-5142

COMBINAZIONI QUASI PERMANENTI IN ESERCIZIO - VERIFICA MASSIME TENSIONI NORMALI

N°Comb	Ver	Sc max	Yc max	Sc min	Yc min	Sf min	Ys min	Dw Eff.	Ac Eff.	As Eff.	D barre
1	S	52.4	0.0	0.0	8.1	-1452	7.0	7.3	731	15.7	21.5

COMBINAZIONI QUASI PERMANENTI IN ESERCIZIO - VERIFICA APERTURA FESSURE (NTC/EC2)

N°Comb	Ver	e1	e2	K2	Kt	e sm	srm	wk	M Fess.
1	S	-0.00107	0.00039	0.50	0.40	0.000436 (0.000436)	362	0.158 (0.20)	-5142

Verifica a taglio

Verifica elementi senza armature trasversali resistenti a taglio

È consentito l'impiego di solai, piastre e membrature a comportamento analogo, sprovviste di armature trasversali resistenti a taglio. La resistenza a taglio V_{Rd} di tali elementi deve essere valutata, utilizzando formule di comprovata affidabilità, sulla base della resistenza a trazione del cls.

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

$$V_{Rd} = \left\{ \frac{0.18 \cdot k \cdot (100 \cdot \rho_1 \cdot f_{ck})^{1/3}}{\gamma_c} + 0.15 \cdot \sigma_{cp} \right\} \cdot b_w \cdot d \geq (v_{\min} + 0.15 \cdot \sigma_{cp}) \cdot b_w \cdot d$$

Sollecitazioni Agenti:	V_{Ed}	40.38 kN	
	N_{Ed}	0 kN	
Calcestruzzo	C32/40	R_{ck}	40 N/mm ²
		f_{ck}	33.2 N/mm ²
Resistenza di calcolo a compressione del calcestruzzo		f_{cd}	18.81 N/mm ²
Coefficiente parziale di sicurezza relativo al calcestruzzo	γ_c		1.5
Altezza sezione	h	300 mm	
Copriferro	c	70 mm	
Larghezza minima della sezione (in mm)	b_w	1000 mm	
Altezza utile della sezione (in mm)	d	230 mm	
Area Calcestruzzo	A_c	300000 mm ²	
Armatura longitudinale tesa	n	5	
	\emptyset	20 mm	
	A_{sl}	1570 mm ²	
Rapporto geometrico di armatura longitudinale	ρ_1	0.0068 ≤ 0.02	ok
Tensione media di compressione nella sezione	σ_{cp}	0.0000 ≤ 0.2 f_{cd}	ok
$k = 1 + (200/d)^{1/2} \leq 2$	k	1.93 ≤ 2	ok
$v_{\min} = 0.035k^{3/2}f_{ck}^{1/2}$	v_{\min}	0.31	
	V_{Rd}	150.94 kN	
Verifica:	$V_{Rd} > V_{Ed}$	VERIFICATA	

SEZIONE 2 : si considera lo schema di trave incastrata con agente il momento flettente derivante dall'utro sulla barriera di sicurezza.

$$M = -F \cdot b / L = -100 \cdot 1.23 / 23.40 = -5.26 \text{ KNm/m}$$

Verifica a flessione

DATI GENERALI SEZIONE RETTANGOLARE DI PILASTRO IN C.A.

NOME SEZIONE: soletta sbalzo - sez 2

Descrizione Sezione:

Metodo di calcolo resistenza:

Normativa di riferimento:

Stati Limite Ultimi

N.T.C.

Tipologia sezione:	Sezione predefinita di trave (solette, nervature solai) senza staffe
Forma della sezione:	Rettangolare
Percorso sollecitazione:	A Sforzo Norm. costante
Condizioni Ambientali:	Moderat. aggressive
Riferimento Sforzi assegnati:	Assi x,y principali d'inerzia
Riferimento alla sismicità:	Zona non sismica

CARATTERISTICHE DI RESISTENZA DEI MATERIALI IMPIEGATI

CALCESTRUZZO -	Classe:	C32/40	
	Resistenza compress. di progetto fcd:	181.30	daN/cm ²
	Deform. unitaria max resistenza ec2:	0.0020	
	Deformazione unitaria ultima ecu:	0.0035	
	Diagramma tensioni-deformaz.:	Parabola-Rettangolo	
	Modulo Elastico Normale Ec:	333458	daN/cm ²
	Resis. media a trazione fctm:	30.23	daN/cm ²
	Coeff.Omogen. S.L.E.:	15.00	
	Sc limite S.L.E. comb. Rare:	176.00	daN/cm ²
	Sc limite S.L.E. comb. Frequenti:	192.00	daN/cm ²
	Ap.Fessure limite S.L.E. comb. Frequenti:	0.300	mm
	Sc limite S.L.E. comb. Q.Permanenti:	128.00	daN/cm ²
Ap.Fess.limite S.L.E. comb. Q.Perm.:	0.200	mm	

ACCIAIO -	Tipo:	B450C	
	Resist. caratt. a snervamento fyk:	4500.0	daN/cm ²
	Resist. caratt. a rottura ftk:	4500.0	daN/cm ²
	Resist. a snerv. di progetto fyd:	3913.0	daN/cm ²
	Resist. ultima di progetto ftd:	3913.0	daN/cm ²
	Deform. ultima di progetto Epu:	0.068	
	Modulo Elastico Ef:	2000000	daN/cm ²
	Diagramma tensioni-deformaz.:	Bilineare finito	
	Coeff. Aderenza istant. B1*B2:	1.00	
	Coeff. Aderenza differito B1*B2:	0.50	
Comb.Rare - Sf Limite:	3375.0	daN/cm ²	

CARATTERISTICHE GEOMETRICHE ED ARMATURE SEZIONE

Base:	100.0	cm
Altezza:	25.0	cm
Barre inferiori:	5Ø20	(15.7 cm ²)
Barre superiori:	5Ø20	(15.7 cm ²)
Coprif.Inf.(dal baric. barre):	7.0	cm
Coprif.Sup.(dal baric. barre):	7.0	cm
Coprif.Lat. (dal baric.barre):	5.0	cm

CALCOLO DI RESISTENZA - SFORZI PER OGNI COMBINAZIONE ASSEGNATA

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

N° Comb.	N	Mx	Vy	MT
1	0	-526	0	0

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

N	Sforzo normale [daN] applicato nel baricentro (positivo se di compress.)
Mx	Coppia [daNm] applicata all'asse x baricentrico (tra parentesi il Momento di fessurazione) con verso positivo se tale da comprimere il lembo superiore della sezione

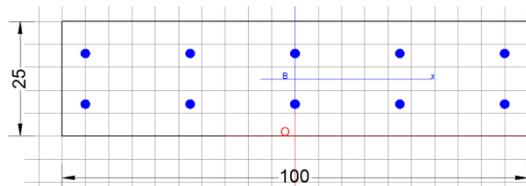
N° Comb.	N	Mx
1	0	-526

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

N	Sforzo normale [daN] applicato nel baricentro (positivo se di compress.)	
Mx	Coppia [daNm] applicata all'asse x baricentrico (tra parentesi il Momento di fessurazione) con verso positivo se tale da comprimere il lembo superiore della sezione	
N°Comb.	N	Mx
1	0	-526 (-3494)

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

N	Sforzo normale [daN] applicato nel baricentro (positivo se di compress.)	
Mx	Coppia [daNm] applicata all'asse x baricentrico (tra parentesi il Momento di fessurazione) con verso positivo se tale da comprimere il lembo superiore della sezione	
N°Comb.	N	Mx
1	0	-526 (-3494)


RISULTATI DEL CALCOLO
Sezione verificata

Copriferro netto minimo barre longitudinali:	6.0	cm
Interferro netto minimo barre longitudinali:	9.0	cm

VERIFICHE DI RESISTENZA IN PRESSO-TENSO FLESSIONE ALLO STATO LIMITE ULTIMO

Ver	S = combinazione verificata / N = combin. non verificata
N	Sforzo normale [daN] applicato nel Baricentro (positivo se di compressione)
Mx	Momento flettente assegnato [daNm] riferito all'asse x baricentrico
N Ult	Sforzo normale ultimo [daN] nella sezione (positivo se di compress.)
Mx rd	Momento flettente ultimo [daNm] riferito all'asse x baricentrico
Mis.Sic.	Misura sicurezza = rapporto vettoriale tra (N rd, Mx rd) e (N, Mx) Verifica positiva se tale rapporto risulta ≥ 1.000
Yn	Ordinata [cm] dell'asse neutro alla massima resistenza nel sistema di rif. X,Y,O sez.
x/d	Rapp. di duttilità (travi e solette) [§ 4.1.1.1 NTC]: deve essere < 0.45
C.Rid.	Coeff. di riduz. momenti in travi continue [formula (4.1.1)NTC]
As Tesa	Area armature long. trave [cm ²] in zona tesa. (tra parentesi l'area minima di normativa)

N°Comb	Ver	N	Mx	N rd	Mx rd	Mis.Sic.	Yn	x/d	C.Rid.	As Tesa
1	S	0	-526	-6	-10655	20.257	5.8	0.32	0.84	31.4 (3.1)

DEFORMAZIONI UNITARIE ALLO STATO LIMITE ULTIMO

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

N°Comb	ec max	Yc max	es min	Ys min	es max	Ys max
1	0.00350	0.0	-0.00074	7.0	-0.00740	18.0

COMBINAZIONI RARE IN ESERCIZIO - VERIFICA MASSIME TENSIONI NORMALI

Ver	S = combinazione verificata / N = combin. non verificata
Sc max	Massima tensione di compress.(+) nel conglom. in fase fessurata [(daN/cm ²)]
Yc max	Ordinata in cm della fibra corrisp. a Sc max (sistema rif. X,Y,O)
Sc min	Minima tensione di compress.(+) nel conglom. in fase fessurata [(daN/cm ²)]
Yc min	Ordinata in cm della fibra corrisp. a Sc min (sistema rif. X,Y,O)
Sf min	Minima tensione di trazione (-) nell'acciaio [daN/cm ²]
Ys min	Ordinata in cm della barra corrisp. a Sf min (sistema rif. X,Y,O)
Dw Eff.	Spessore di conglomerato [cm] in zona tesa considerata aderente alle barre
Ac eff.	Area di congl. [cm ²] in zona tesa aderente alle barre (verifica fess.)
As eff.	Area Barre tese di acciaio [cm ²] ricadente nell'area efficace(verifica fess.)
D barre	Distanza in cm tra le barre tese efficaci. (D barre = 0 indica spaziatura superiore a 5(c+Ø/2) e nel calcolo di fess. si usa la (C4.1.11)NTC/(7.14)EC2)

N°Comb	Ver	Sc max	Yc max	Sc min	Yc min	Sf min	Ys min	Dw Eff.	Ac Eff.	As Eff.	D barre
1	S	9.5	0.0	0.0	8.0	-214	7.0	6.0	595	15.7	21.5

COMBINAZIONI RARE IN ESERCIZIO - VERIFICA APERTURA FESSURE (NTC/EC2)

Ver	Esito verifica
e1	Minima deformazione unitaria (trazione: segno -) nel calcestruzzo in sez. fessurata
e2	Massima deformazione unitaria (compress.: segno +) nel calcestruzzo in sez. fessurata
K2	= 0.5 per flessione; =(e1 + e2)/(2*e2) in trazione eccentrica per la (7.13)EC2 e la (C4.1.11)NTC
Kt	fattore di durata del carico di cui alla (7.9) dell'EC2
e sm	Deformazione media acciaio tra le fessure al netto di quella del cls. Tra parentesi il valore minimo = 0.6 Ss/Es
srm	Distanza massima in mm tra le fessure
wk	Apertura delle fessure in mm fornito dalla (7.8)EC2 e dalla (C4.1.7)NTC. Tra parentesi è indicato il valore limite.
M fess.	Momento di prima fessurazione [daNm]

N°Comb	Ver	e1	e2	K2	Kt	e sm	srm	wk	M Fess.
1	S	-0.00018	0.00007	0.50	0.60	0.000064 (0.000064)	333	0.021 (0.20)	-3494

COMBINAZIONI FREQUENTI IN ESERCIZIO - VERIFICA MASSIME TENSIONI NORMALI

N°Comb	Ver	Sc max	Yc max	Sc min	Yc min	Sf min	Ys min	Dw Eff.	Ac Eff.	As Eff.	D barre
1	S	9.5	0.0	0.0	8.0	-214	7.0	6.0	595	15.7	21.5

COMBINAZIONI FREQUENTI IN ESERCIZIO - VERIFICA APERTURA FESSURE (NTC/EC2)

N°Comb	Ver	e1	e2	K2	Kt	e sm	srm	wk	M Fess.
1	S	-0.00018	0.00007	0.50	0.60	0.000064 (0.000064)	333	0.021 (0.30)	-3494

COMBINAZIONI QUASI PERMANENTI IN ESERCIZIO - VERIFICA MASSIME TENSIONI NORMALI

N°Comb	Ver	Sc max	Yc max	Sc min	Yc min	Sf min	Ys min	Dw Eff.	Ac Eff.	As Eff.	D barre
1	S	9.5	0.0	0.0	8.0	-214	7.0	6.0	595	15.7	21.5

COMBINAZIONI QUASI PERMANENTI IN ESERCIZIO - VERIFICA APERTURA FESSURE (NTC/EC2)

N°Comb	Ver	e1	e2	K2	Kt	e sm	srm	wk	M Fess.
1	S	-0.00018	0.00007	0.50	0.40	0.000064 (0.000064)	333	0.021 (0.20)	-3494

15 VALUTAZIONE ESCURSIONE GIUNTO

Gli spostamenti in corrispondenza dei giunti sono valutati secondo quanto previsto nel punto 2.5.2.1.5.1 delle norme RFI DTC SI PS MA IFS 001 C. Si riporta di seguito il dettaglio del calcolo.

L	=	24900	[mm]	Lunghezza impalcato
α	=	0.00001	[1/°C]	Coefficiente espansione termica
ΔT	=	22.5	[°C]	Variazione termica uniforme
D_t	=	5.6025	[mm]	Spostamento dovuto alla variazione termica uniforme
$E_1=2D_t$	=	11.205	[mm]	Spostamento dovuto alla variazione termica uniforme
T_C	=	0.629	[s]	Periodo corrispondente all'inizio del tratto a velocità costante dello spettro
T_D	=	2.882	[s]	Periodo corrispondente all'inizio del tratto a spostamento costante dello spettro
S	=	1.25	[-]	Fattore amplificazione stratigrafica suolo (suolo B)
a_g	=	0.32	[g]	Accelerazione sismica di sito
T_1	=	0.04	[s]	Periodo proprio della spalla
q	=	1.5	[-]	Fattore di struttura per il calcolo delle spalle
μ_d	=	3.500	[-]	Fattore amplificazione spostamento dovuto al sisma
d_{Ee}	=	27.6	[mm]	Spostamento dovuto al sisma di progetto sulla pila più flessibile (da modello per SLV)
$d_E=\pm\mu_d d_{Ee}$	=	96.6	[mm]	Spostamento elastico dovuto al sisma sulla pila più flessibile
$d_{Ed}=d_E$	=	96.6	[mm]	Spostamento relativo elastico dovuto al sisma sulla pila più flessibile
$d_{gi}=0.025x a_g x S x T_C x T_D$	=	177.8	[mm]	Spostamento massimo assoluto del suolo nel punto i
$d_{gj}=0.025x a_g x S x T_C x T_D$	=	177.8	[mm]	Spostamento massimo assoluto del suolo nel punto j
$d_{ij,max}=1.25x(d_{gi}^2+d_{gj}^2)^{0.5}$	=	314.4	[mm]	Spostamento relativo massimo tra i punti i e j
$d_{ij0}=1.25x d_{gi}-d_{gj} $	=	0	[mm]	Spostamento relativo di punti a piccola distanza
v_s	=	156	[m/s]	Velocità onde di taglio
x	=	25	[m]	Distanza tra due pile consecutive
$d_{ij}(x)=d_{ij0}+(d_{ij,max}-d_{ij0})x(1-\exp(-1.25(x/v_s)^{0.7}))$	=	92.2	[mm]	Spostamento relativo tra due pile consecutive
$d_{Eg}=d_{ij}(x)$	=	92.2	[mm]	Spostamento relativo tra due pile consecutive
k_1	=	0.45	[-]	Coefficiente che tiene conto della non contemporaneità dei valori massimi per singolo evento
k_2	=	0.55	[-]	Coefficiente che tiene conto della probabilità di moto in controfase delle pile adiacenti
$E_2=4d_{Ed} k_2$	=	212.52	[mm]	Spostamento dovuto alla risposta della struttura all'azione sismica
$E_3=2 d_{Eg}$	=	184.3	[mm]	Spostamento dovuto all'azione sismica tra le fondazioni di strutture non collegate
$E_1=k_1(E_2+E_3)$	=	183.6	[mm]	Escursione giunto
E_0	=	11.205	[mm]	Escursione termica
$E_L=\max(E_0;E_1;E_2;E_3)$	=	212.5	[mm]	Escursione giunto
$E_{L,min}=2.3 L/1000+0.073$	=	130.27	[mm]	RFI DTC SI PS MA IFS 001 C (2.5.2.1.5.1)
$E_{Ld}=\max(E_L;E_{L,min})$	=	212.5	[mm]	
$\pm(E_L/2+10 \text{ mm})$	=	116	[mm]	Escursione giunto
$\max(\pm(E_L/2+15 \text{ mm}),\pm(E_L/2+E_L/8))$	=	133	[mm]	Corsa apparecchi di appoggio mobili
CON INCREM DEL 10%		130	[mm]	Escursione giunto
CON INCREM DEL 10%		150	[mm]	Corsa apparecchi di appoggio mobili