



ANAS S.p.A.

Direzione Centrale Programmazione Progettazione

CORRIDOIO PLURIMODALE TIRRENICO-NORD EUROPA ITINERARIO AGRIGENTO –CALTANISSETTA–A19

S.S. N° 640 "DI PORTO EMPEDOCLE"

AMMODERNAMENTO E ADEGUAMENTO ALLA CAT. B DEL D.M. 5.11.2001
Dal km 44+000 allo svincolo con l'A19

PROGETTO DEFINITIVO

GRUPPO DI PROGETTAZIONE

ATI:
TECHNITAL s.p.a. (mandataria)
S.I.S. Studio di Ingegneria Stradale s.r.l.
DELTA Ingegneria s.r.l.
INFRATEC s.r.l Consulting Engineering
PROGIN s.p.a.

I RESPONSABILI DI PROGETTO

Dott. Ing. M. Raccosta
Ordine Ing. Verona n° A1665
Prof. Ing. A. Bevilacqua
Ordine Ing. Palermo n° 4058
Dott. Ing. M. Carlino
Ordine Ing. Agrigento n° A628
Dott. Ing. N. Troccoli
Ordine Ing. Potenza n° 836
Dott. Ing. S. Esposito
Ordine Ing. Roma n° 20837

IL GEOLOGO

INTEGRAZIONE PRESTAZIONI
SPECIALISTICHE

Dott. Ing. M. Raccosta

VISTO: IL RESPONSABILE
DEL PROCEDIMENTO

Dott. Ing. Massimiliano Fidenzi

VISTO: IL RESPONSABILE DEL
SERVIZIO PROGETTAZIONE

Dott. Ing. Antonio Valente

DATA

PROTOCOLLO

OPERE D'ARTE MAGGIORI – VIADOTTI OPERE SULL'ASSE PRINCIPALE

VIADOTTO S.F. NERI

RELAZIONE PRELIMINARE DI CALCOLO – IMPALCATO

CODICE PROGETTO		NOME FILE	REVISIONE	FOGLIO	SCALA:
L0407B D 0501		P01V105STRRE01A.pdf			
CODICE ELAB.		P01V105STRRE01	A	DI	
D					
C					
B					
A	EMISSIONE	Ottobre 2006	P. Polani	F. Arciuli	C. Marro
REV.	DESCRIZIONE	DATA	VERIFICATO RESP. TECNICO	CONTROLLATO RESP. D'ITINERARIO	APPROVATO RESP. DI SETTORE

INDICE

RELAZIONE TECNICA

1 Generalità	3
2 Criteri di calcolo	5
2.1 Impalcato	5
2.1.1 Statica longitudinale	5
2.1.2 Statica trasversale	6
3 Riferimenti normativi	7

RELAZIONE SUI MATERIALI

1 Conglomerati cementizi	8
2 Acciaio ad aderenza migliorata	10
3 Acciaio da carpenteria	10
4 Controventi	10
5 Bulloni ad alta resistenza	11
6 Pioli con testa tipo “Nelson”	11
7 Saldature	11

CALCOLI STATICI

PARTE I - IMPALCATO

1 Generalità	12
2 Analisi dei carichi	12
3 Modelli di calcolo	19
4 Analisi strutturale	19
4.1 Criteri generali	19
4.2 Sollecitazioni di progetto	20
5 Verifiche dell' impalcato	26
5.1 Verifica di resistenza travi principali	26
5.2 Verifica di stabilità dei pannelli d'anima delle travi principali	32
5.3 Soletta	36
5.3.1 Verifica di resistenza della soletta	36
5.4 Verifica a fessurazione	39

PARTE II : APPOGGI, GIUNTI E RITEGNI SISMICI

1 Dimensionamento degli appoggi	45
2 Ritegni sismici	46
3 Giunti di dilatazione	47

APPENDICE A: Sollecitazioni di calcolo dell'impalcato

APPENDICE B: Modelli di calcolo dell'impalcato

RELAZIONE TECNICA

1 Generalità

Nel presente elaborato sono riportati i calcoli statici del Viadotto S. F. NERI, inserito nei lavori per l' ammodernamento e l' adeguamento alla cat. B del D.M. 5.11.2001 della S.S. 640 "di Porto Empedocle" nel tratto dal km 44+000 allo svincolo con l' A19.

Il viadotto presenta due carreggiate separate. La sezione dell'impalcato è costituita da due travi a doppio T, collegate da traversi ad anima piena posti circa a metà altezza delle travi.

Le caratteristiche geometriche della sezione corrente sono riportate in figura 1.1.

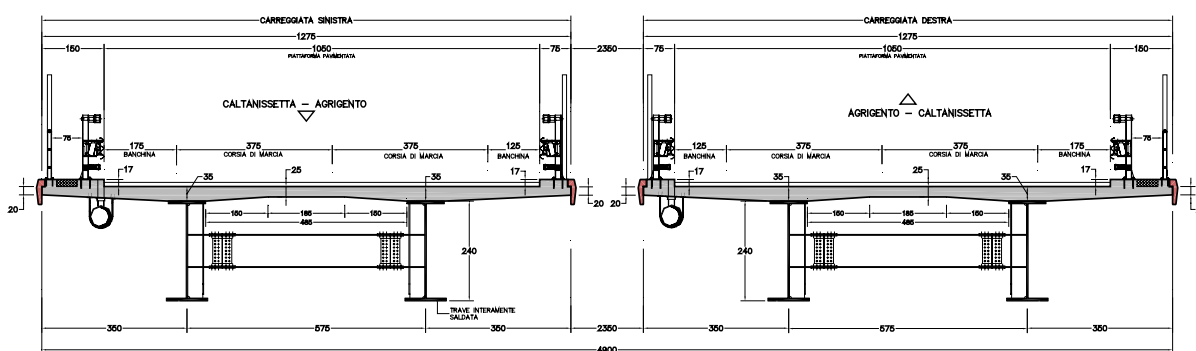


Figura 1.1 - Sezione trasversale impalcato

Ciascun impalcato ha una larghezza complessiva di 12,75 m così suddivisa:

- due corsie di marcia da 3,75 m e due banchine da 1,75 m e 1,25 m che costituiscono la sede stradale;
- un cordolo da 1,50 m per l'alloggiamento della barriera di sicurezza, del parapetto e del marciapiede di servizio di 0,75 m;
- un cordolo da 0,75 m per l'alloggiamento della barriera di sicurezza.

Le travi metalliche, poste ad interasse di 5,75 m, sono collegate da traversi ad anima piena posti ad interasse di circa 6 m. Gli sbalzi laterali hanno lunghezza di 3,50 m.

La soletta ha spessore variabile da 35 cm in corrispondenza delle travi a 25 cm in mezzzeria e 20 cm all' estremità degli sbalzi.

Di seguito si riportano le caratteristiche principali del viadotto:

- Altezza max da terra: 28 m circa;
- Carreggiata SX: 4 campate di luce 43 + 45 + 60 + 40 m per uno sviluppo complessivo di 188 m;
- Carreggiata DX: 4 campate di luce 25 + 45 + 60 + 40 m per uno sviluppo complessivo di 170 m;
- Altezza delle travi costante e pari a 2,40 m;
- Ritegni sismici costituiti da 2 dispositivi di ritegno elastico a doppio effetto da 250 t ubicati sulla spalla SA, per ogni impalcato.

2 Criteri di calcolo

2.1 Impalcato

2.1.1 Statica longitudinale

Lo schema statico adottato è quello di un bitrave continuo a più campate ad asse rettilineo con luci pari agli interassi delle pile misurati sull'asse stradale.

L'analisi strutturale è condotta su una singola trave composta, sottoposta al peso proprio, ai sovraccarichi permanenti, alle distorsioni e all'aliquota dei carichi mobili che discende dalla ripartizione trasversale dei carichi.

La trave continua composta è discretizzata in conci di sezione costante, tenendo conto quindi delle variazioni geometriche, della fessurazione della soletta e delle azioni concentrate.

Nell'analisi strutturale si tiene conto delle fasi transitorie e di esercizio e si opera con i seguenti modelli:

Modello 1: ottenuto considerando le proprietà inerziali delle sole travi metalliche ed utilizzato per la valutazione degli effetti indotti dal peso proprio dell'acciaio.

Modello 2: ottenuto considerando le proprietà inerziali ideali della sezione composta con soletta collaborante omogeneizzata all'acciaio mediante coefficiente 6. Il modello è utilizzato per la valutazione degli effetti indotti dalle azioni di breve durata.

Modello 3: ottenuto considerando le proprietà inerziali ideali della sezione mista con soletta collaborante omogeneizzata all'acciaio mediante coefficiente 20. Il modello è utilizzato per la valutazione degli effetti indotti dalle azioni di lunga durata e dal ritiro.

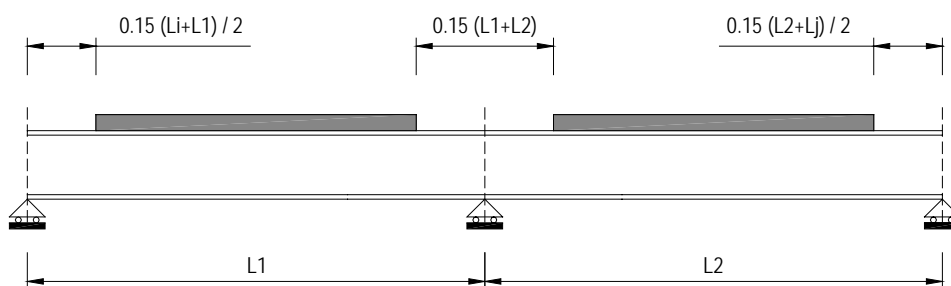


Figura 2.1 - Modellazione degli effetti dovuti alla fessurazione

Nei modelli 2 e 3 si tiene conto della riduzione di rigidità della sezione composta in prossimità degli appoggi interni per la fessurazione della soletta, trascurando il contributo inerziale del calcestruzzo su un tratto di lunghezza pari al 15 % delle luci delle due campate adiacenti e mettendo comunque in conto il contributo inerziale delle armature presenti entro la larghezza collaborante (fig. 2.1).

Per le verifiche di sicurezza, si considerano le seguenti quattro sezioni tipo:

Sezione Tipo 1: proprietà inerziali della sola membratura metallica soggetta alle sollecitazioni dovute al peso proprio dell'acciaio e della soletta di calcestruzzo.

Sezione Tipo 2: proprietà inerziali ideali della sezione mista con calcestruzzo omogeneizzato all'acciaio con coefficiente di omogeneizzazione $n = 6$. La sezione è utilizzata per le sollecitazioni prodotte dalle azioni di breve durata nelle regioni a momento flettente positivo.

Sezione Tipo 3: proprietà inerziali ideali della sezione mista con calcestruzzo omogeneizzato all'acciaio con coefficiente di omogeneizzazione $n = 20$. La sezione è utilizzata per le sollecitazioni prodotte dai sovraccarichi permanenti e dal ritiro nelle regioni a momento flettente positivo.

Sezione Tipo 4: proprietà inerziali della sezione costituita dalla membratura metallica e dalle barre di armatura con esclusione del calcestruzzo. La sezione è utilizzata nelle regioni a momento flettente negativo.

2.1.2 Statica trasversale

Il calcolo della soletta è stato effettuato su un tratto di sezione di lunghezza unitaria. Le sollecitazioni dei carichi permanenti sono riferite al metro. Per i carichi da traffico è stata considerata una diffusione a 45° del carico fino all'appoggio. Il coefficiente di amplificazione dinamica per i carichi da traffico è pari ad 1,4.

Il dimensionamento dei traversi di campata è stato effettuato su schemi semplificati che consentono la valutazione della rigidità necessaria a garantire la stabilità delle piattabande compresse delle travi principali, sia nelle fasi transitorie che in quelle di esercizio.

3 Riferimenti normativi

Le analisi delle azioni e le verifiche di sicurezza sono state condotte facendo riferimento alle seguenti normative:

- D.M. 16/01/96 “Criteri generali per la verifica di sicurezza delle costruzioni e dei carichi e sovraccarichi.”
- D.M. 16/01/96 “Norme tecniche per l’esecuzione delle opere in cemento armato normale e precompresso e per le strutture metalliche.”
- D.M. 16/01/96 “Norme tecniche per le costruzioni in zone sismiche.”
- D.M. 04/05/90 “Criteri generali e prescrizioni tecniche per la progettazione, esecuzione e collaudo dei ponti stradali.”
- CNR 10011/97 “Costruzioni di Acciaio – Istruzioni per il calcolo, l’esecuzione, il collaudo e la manutenzione.”
- CNR 10016/85 “Strutture composte di acciaio e calcestruzzo istruzioni per l’impiego nelle costruzioni.”
- CNR 10018/85 “Apparecchi di appoggio in gomma e PTFE nelle costruzioni. Istruzioni per il calcolo e l’impiego.”



RELAZIONE SUI MATERIALI

1 Conglomerati cementizi

I conglomerati cementizi da porre in opera saranno composti da:

- aggregato (UNI 8520 - parti 2,11,12,14,15,20,22);
- acqua (UNI 8981/7);
- cemento (UNI/ENV 197/1);
- additivi superfluidificanti (UNI 8145 - ASTM C494/G) e ritardanti, se occorrenti per garantire le prestazioni del calcestruzzo in base al tempo di trasporto;

ed avranno le seguenti caratteristiche:

- calcestruzzo per soletta e marciapiedi: $R_{ck} \geq 40$ MPa

Nella tabella seguente sono riportate, per ogni singola classe di esposizione ambientale (UNI EN 206-1 2001), le prescrizioni per il calcestruzzo che ne garantiscano la durabilità.

Elemento strutturale	Classe di esposizione (UNI EN 206-1)	Descrizione condizioni ambientali	Situazioni possibili per l'applicazione della classe
Calcestruzzo per opere non armate (magri)	-		-
Calcestruzzo per pali	XC2	Ambiente bagnato, raramente asciutto	Elementi strutturali le cui superfici siano a contatto con acqua per lungo tempo
Calcestruzzo per zattere di pile e spalle	XC2 - XF3	Ambiente bagnato, raramente asciutto - Elevata saturazione d'acqua, senza agente antigelo	Elementi strutturali le cui superfici siano a contatto con acqua per lungo tempo - Superfici di calcestruzzo esposte alla pioggia ed al gelo
Calcestruzzo per elevazione spalle	XC2 - XF3	Ambiente bagnato, raramente asciutto - Elevata saturazione d'acqua, senza agente antigelo	Elementi strutturali le cui superfici siano a contatto con acqua per lungo tempo - Superfici di calcestruzzo esposte alla pioggia ed al gelo
Calcestruzzo per elevazione pile	XC4 - XF1	Ambiente ciclicamente bagnato ed asciutto - Moderata saturazione d'acqua, senza uso di agente antigelo	Elementi strutturali le cui superfici siano a contatto con acqua - Superfici di calcestruzzo esposte alla pioggia ed al gelo
Calcestruzzo per soletta, cordoli e marciapiedi	XC4 - XD3 - XF4	Ambiente ciclicamente bagnato ed asciutto - Elevata saturazione d'acqua, con limitato uso di agente antigelo	Elementi strutturali le cui superfici siano a contatto con acqua - Parti di ponti esposte agli agenti antigelo e soggette a spruzzi contenenti cloruri
Calcestruzzo per baggioli	XC4 - XF1	Ambiente ciclicamente bagnato ed asciutto - Moderata saturazione d'acqua, senza uso di agente antigelo	Elementi strutturali le cui superfici siano a contatto con acqua per lungo tempo - Superfici di calcestruzzo esposte alla pioggia ed al gelo

Prescrizioni per il calcestruzzo in relazione alla durabilità ed alla resistenza necessaria per le verifiche strutturali					
Elemento strutturale	Rapporto massimo A/C	Dosaggio minimo di cemento	Classe di resistenza Rck (N/mm ²)	Copriferr o min (mm)	Informazioni aggiuntive
		(kg/m ³)			
Calcestruzzo per opere non armate (magri)	-	-	15	-	
Calcestruzzo per pali	0,60	280	30	60	E' da prevedersi l'uso di additivi fluidificanti e/o superfluidificanti
Calcestruzzo per zattere di pile e spalle	0,50	320	30	40	E' da prevedersi l'uso di additivi superfluidificanti e/o aeranti - E' necessario un controllo della percentuale minima di aria in funzione del diametro massimo dell'aggregato - Utilizzo di aggregati resistenti al gelo
Calcestruzzo per elevazione spalle	0,50	320	35	35	E' da prevedersi l'uso di additivi superfluidificanti e/o aeranti - E' necessario un controllo della percentuale minima di aria in funzione del diametro massimo dell'aggregato - Utilizzo di aggregati resistenti al gelo
Calcestruzzo per elevazione pile	0,50	300	35	35	E' da prevedersi l'uso di additivi superfluidificanti e/o aeranti - E' necessario un controllo della percentuale minima di aria in funzione del diametro massimo dell'aggregato - Utilizzo di aggregati resistenti al gelo
Calcestruzzo per soletta, cordoli e marciapiedi	0,45	340	40	30	E' da prevedersi l'uso di additivi superfluidificanti e/o aeranti - E' necessario un controllo della percentuale minima di aria in funzione del diametro massimo dell'aggregato - Utilizzo di aggregati resistenti al gelo
Calcestruzzo per banchi	0,50	300	45	30	E' da prevedersi l'uso di additivi superfluidificanti e/o aeranti - E' necessario un controllo della percentuale minima di aria in funzione del diametro massimo dell'aggregato - Utilizzo di aggregati resistenti al gelo

2 Acciaio ad aderenza migliorata

Le armature da porre in opera non dovranno presentare tracce di ossidazione, corrosione e di qualsiasi altra sostanza che possa ridurre l'aderenza al conglomerato; dovranno inoltre presentare sezione integra e priva di qualsiasi difetto.

Si utilizzeranno barre ad aderenza migliorata tipo FeB44 k controllato in stabilimento, aventi le seguenti caratteristiche:

- tensione caratteristica di snervamento $f_{yk} \geq 430 \text{ MPa}$
- tensione caratteristica di rottura $f_{tk} \geq 540 \text{ MPa}$
- allungamento percentuale $A_{10} \geq 12\%$
- modulo elastico $E_s = 206.000 \text{ MPa}$

3 Acciaio da carpenteria

La carpenteria metallica sarà realizzata in acciaio tipo Fe 510 (grado C), conforme alle prescrizioni del D.M. 9.1.1996 e delle Istruzioni CNR 10011, avente le seguenti caratteristiche:

- tensione di rottura a trazione $f_t \geq 510 \text{ MPa}$
- tensione di snervamento $f_y \geq 355 \text{ MPa}$
- resilienza $KV \geq 27 \text{ J a } -20 \text{ }^\circ\text{C}$
- allungamento (lamiera) $\varepsilon_t \geq 21\%$

Nei tratti a direttrice curva la carpenteria metallica dovrà presentare curvatura continua. E' esclusa la realizzazione per tratti rettilinei consecutivi (spezzata) approssimanti la curva.

Tutte le giunzioni per l'assemblaggio dei conci delle travi portanti, sia quelle da eseguire in officina che quelle in cantiere, saranno di tipo saldato a completa penetrazione.

I traversi intermedi, di pila e di spalla saranno collegati alle travi principali attraverso giunzioni bullonate.

La carpenteria metallica sarà protetta con tre mani di vernice, due applicate in officina e la terza in opera, a conferire il colore finale.



4 Controventi

Le aste del controvento orizzontale ed i relativi elementi di collegamento, saranno realizzati in acciaio tipo Fe 510, conforme alle prescrizioni del D.M. 09.01.1996 e alle Istruzioni CNR 10011, avente le seguenti caratteristiche:

- tensione di rottura a trazione $f_t \geq 510 \text{ MPa}$
- tensione di snervamento $f_y \geq 355 \text{ MPa}$
- resilienza $KV \geq 27 \text{ J a } -20 \text{ }^\circ\text{C}$
- allungamento (lamiera) $\epsilon_t \geq 21\%$

5 Bulloni ad alta resistenza

Le giunzioni bullonate saranno realizzate con bulloni ad alta resistenza aventi le seguenti caratteristiche (UNI 3740):

- vite classe 10.9 (UNI5712)
- tensione di rottura a trazione $f_t \geq 1000 \text{ MPa}$
- tensione di snervamento $f_y \geq 900 \text{ MPa}$
- tensione caratteristica $f_{K,N} \geq 7000 \text{ MPa}$
- dado classe 10 (UNI 5713)
- rosette C50 (UNI 5714)
- forza di serraggio $N_s = 0,8 f_{K,N} A_{res}$
- coppia di serraggio $T_s = 0,2 N_s d$

6 Pioli con testa tipo “Nelson”

- materiale base ST37-3K – DIN 17100
- tensione di snervamento $f_{yk} \geq 355 \text{ Mpa}$
- tensione di rottura a trazione $f_u \geq 510 \text{ Mpa}$

7 Saldature

Le saldature dovranno essere realizzate secondo le indicazioni delle Norme CNR 10011/97. Tutte le giunzioni per l'unione dei conci delle travi principali e dei traversi saranno eseguite con saldature testa a testa a completa penetrazione di 1^a classe.

CALCOLI STATICI

PARTE I - IMPALCATO

1 Generalità

I calcoli sono condotti con riferimento alla geometria dell'asse sinistro utilizzando uno schema statico a trave continua su 4 campate con luci 43 + 45 + 60 + 40 m. Per quanto riguarda l'asse della carreggiata destra si farà riferimento all'asse sinistro in quanto le luci delle campate sono le medesime tranne per la prima di luce 25 m anziché 43 m.

2 Analisi dei carichi

Peso proprio della struttura (g₁)

- Carpenteria metallica (g_{1,1}):

trave continua..... = da geometria conci
elementi secondari: traversi, controventi, pioli = 4,46 kN/m

- Soletta (g_{1,2})..... 25 kN/m³ × 3,6700 m² = 91,75 kN/m

Carichi permanenti (g₂)

- Pavimentazione stradale..... 20 kN/m³ × 0,11 m × 10,50 m = 23,10 kN/m

- Cordoli..... 25 kN/m³ × 0,17 m × (1,50 + 0,75) m = 9,56 kN/m

- Barriere, parapetti, elementi di bordo = 7,80 kN/m

- Totale carichi permanenti g₂ = 40,46 kN/m

Ritiro del calcestruzzo (ε₂)

Il ritiro del calcestruzzo è stato schematizzato con le seguenti azioni statiche equivalenti:

- Forze assiali di estremità: $N_{c,r\infty} = \epsilon_{c,r,\infty} E_a A_c/n_r = -8229,5 \text{ kN}$

- Coppie flettenti di estremità: $M_{c,r\infty} = N_{c,r\infty} e_r = 6855,2 \text{ kNm}$

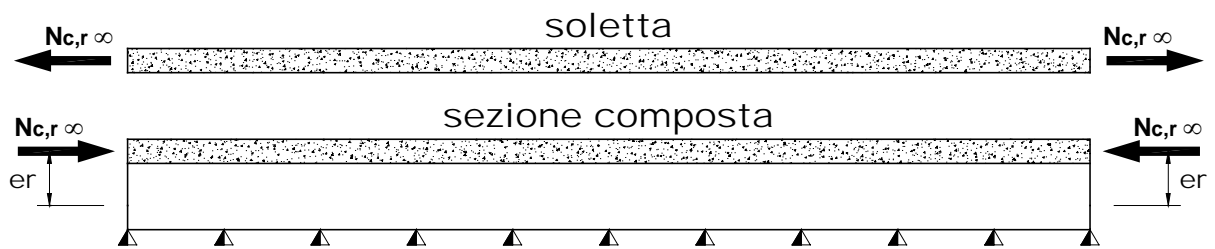


Figura 2.1 - Azioni statiche equivalenti al ritiro

avendo assunto:

deformazione finale da ritiro: $\epsilon_{c,r,\infty} = 0,000210$

coefficiente di omogeneizzazione a t_0 : $n_0 = E_a / E_c = 6$

coefficiente di omogeneizzazione a t_∞ : $n_r = n_0 (1 + \phi) = 20$

modulo elastico acciaio: $E_a = 206000 \text{ N/mm}^2$

area soletta: $A_c = 3,6700 \times 10^6 \text{ mm}^2$

distanza tra i baricentri nella sezione terminale (ossia fra il baricentro della soletta in c.a. e quello della sezione composta a t_∞): $e_r = 0,833 \text{ m}$

Variazione termica (ϵ_3)

Gli effetti prodotti dalle variazioni termiche differenziali fra soletta in c.a. e travi metalliche sono stati valutati attraverso azioni statiche equivalenti concentrate alle estremità dell'impalcato.

Si prendono in esame le seguenti variazioni termiche:

- *Variazione termica differenziale positiva*: $\Delta T = +10^\circ \text{ C}$

- Forze assiali di estremità: $N_{c,\Delta T} = \alpha E_a A_c \Delta T / n_0 = 12699,8 \text{ kN}$

- Coppie flettenti di estremità: $M_{c,\Delta T} = N_{c,\Delta T} e_T = -5511,7 \text{ kNm}$

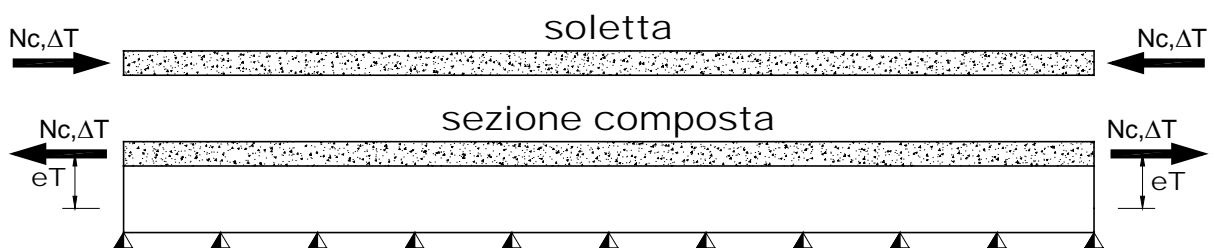


Figura 2.2 – Azioni statiche equivalenti alla variazione termica positiva

avendo assunto:

coefficiente di dilatazione termica: $\alpha = 0.00001$

coefficiente di omogeneizzazione a t_0 $n_0 = E_a / E_c = 6$

modulo elastico acciaio: $E_a = 206000 \text{ N/mm}^2$

area soletta: $A_c = 3,6700 \times 10^6 \text{ mm}^2$

distanza tra i baricentri nella sezione terminale (ossia fra il baricentro della soletta in c.a. e quello della sezione composta a t_0): $e_T = 0,434 \text{ m}$

- *Variazione termica differenziale negativa*: $\Delta T = -5^\circ \text{ C}$

- Forze assiali di estremità: $N_{c,\Delta T} = \alpha E_a A_c \Delta T / n_0 = -6349,9 \text{ kN}$

- Coppie flettenti di estremità: $M_{c,\Delta T} = N_{c,\Delta T} e_T = 2755,9 \text{ kNm}$

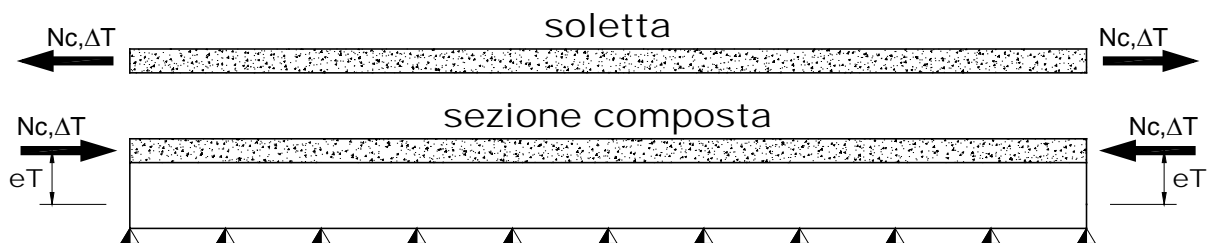


Figura 2.3 - Azioni statiche equivalenti alla variazione termica negativa

avendo assunto:

coefficiente di dilatazione termica: $\alpha = 0.00001$

coefficiente di omogeneizzazione a t_0 $n_0 = E_a / E_c = 6$

modulo elastico acciaio: $E_a = 206000 \text{ N/mm}^2$

area soletta: $A_c = 3,6700 \times 10^6 \text{ mm}^2$

distanza tra i baricentri nella sezione terminale (ossia fra il baricentro della soletta in c.a. e quello della sezione composta a t_0): $e_T = 0,434 \text{ m}$



Carichi mobili (q_1)

Si considerano i seguenti carichi mobili:

- $q_{1,a}$: mezzo convenzionale da 600 kN a 3 assi avente ingombro longitudinale di 15 m
- $q_{1,b}$: carico di 30 kN/m uniformemente distribuito al di fuori dell'ingombro del $q_{1,a}$

In senso trasversale i carichi $q_{1,a}$ e $q_{1,b}$ sono stati distribuiti su corsie convenzionali di larghezza pari a 3,50 m in modo tale da ottenere la distribuzione trasversale più gravosa per la singola trave (Figura 2.4).

Il carico sulla trave maggiormente sollecitata risulta (Figura 2.5):

carico d'asse: = 292,00 kN
 carico uniforme: = 43,80 kN/m

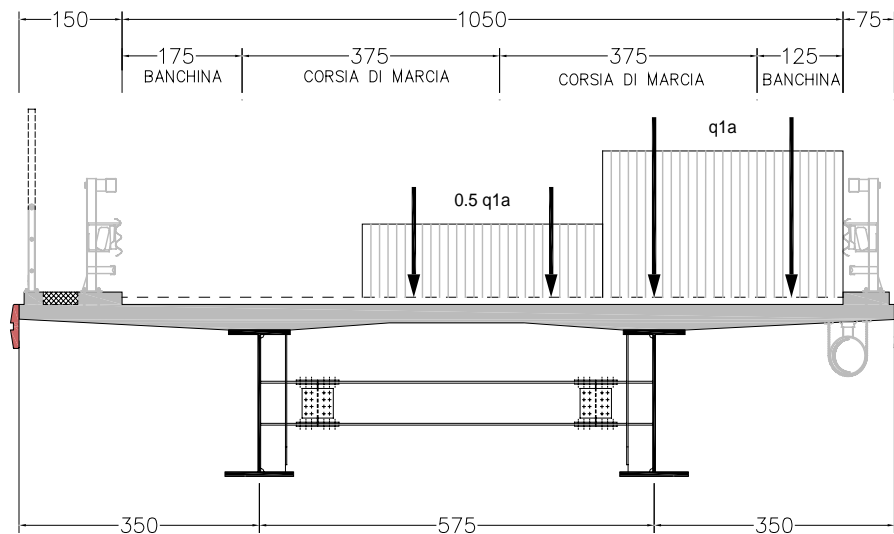


Figura 2.4 - Distribuzione trasversale dei carichi da traffico

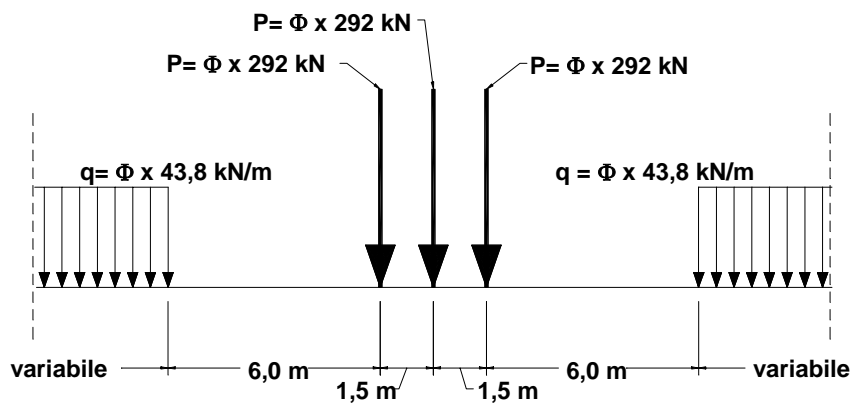


Figura 2.5 - Carico mobile agente sulla trave più sollecitata

Effetto dinamico dei carichi mobili (q_2)

$$\Phi = 1.4 - (L - 10) / 150 = 1,18$$

per L = 43 m

$$\Phi = 1.4 - (L - 10) / 150 = 1,16$$

per L = 45 m

$$\Phi = 1.4 - (L - 10) / 150 = 1,06$$

per L = 60 m

$$\Phi = 1.4 - (L - 10) / 150 = 1,20$$

per L = 40 m

Azione del vento (q_5)

L'azione del vento è riconducibile ad un carico orizzontale uniforme di $2,50 \text{ kN/m}^2$, diretto ortogonalmente all'asse longitudinale del ponte, agente sulla proiezione, nel piano verticale, delle superfici direttamente investite dal vento. La superficie dei carichi transitanti sul ponte esposta al vento è assimilata ad una parete rettangolare continua di altezza costante pari a $3,00 \text{ m}$ dalla pavimentazione stradale.

Tale azione dà luogo ad una sollecitazione torcente che provoca una flessione differenziale dalle due travi portanti.

Con riferimento allo schema riportato in Figura 2.6, risulta:

$$q_5 = \frac{R \cdot b_v}{i} = \frac{2,50 \cdot 5,86 \cdot (5,86/2)}{5,75} = 7,47 \text{ kN/m}$$

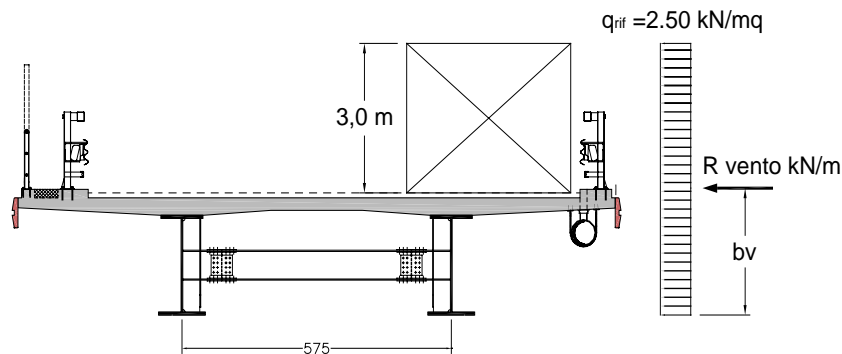


Figura 2.6 - Schematizzazione delle azioni dovute al vento

Azione del sisma (q_6)

L'azione sismica orizzontale (longitudinale e trasversale) è valutata mediante la seguente espressione:

$$F_h = C \cdot R \cdot I \cdot \varepsilon \cdot \beta \cdot W$$

essendo:

$$C = (S-2)/100 = 0,07$$

coefficiente di intensità sismica

$$R = 1$$

coefficiente di risposta

$$I = 1$$

coefficiente di protezione sismica

$$\varepsilon = 1,2$$

coefficiente di fondazione

$$\beta = 2,5$$

coefficiente di struttura (appoggi e ritegni sismici)

$$W$$

peso proprio e carichi permanenti



RIEPILOGO DEI CARICHI AGENTI SULLA TRAVE MAGGIORMENTE SOLLECITATA			
CARPENTERIA METALLICA [g _{1,1}]			
Peso trave continua	=	da geometria conci	
Peso elementi secondari	=	2,44	kNm ⁻¹
PESO DELLA SOLETTA IN C.A. [g _{1,2}]			
.....	=	45,81	kNm ⁻¹
CARICHI PERMANENTI [g ₂]			
.....	=	16,68	kNm ⁻¹
RITIRO DEL CALCESTRUZZO [ε ₂]			
Forza assiale N	=	-4114,74	kN
Momento flettente in corrispondenza di SA	=	3427,58	kNm
Momento flettente in corrispondenza di SB	=	3427,58	kNm
VARIAZIONE TERMICA NEGATIVA [ε ₃]			
Forza assiale N	=	-3174,96	kN
Momento flettente in corrispondenza di SA	=	1377,93	kNm
Momento flettente in corrispondenza di SB	=	1377,93	kNm
VARIAZIONE TERMICA POSITIVA [ε ₃]			
Forza assiale N	=	6349,91	kN
Momento flettente in corrispondenza di SA	=	-2755,86	kNm
Momento flettente in corrispondenza di SB	=	-2755,86	kNm
AZIONE DEL VENTO [q ₅]			
.....	=	7,47	kNm ⁻¹
CARICHI MOBILI CON EFFETTO DINAMICO [q ₁ + q ₂]			
Carico dovuto al sistema Tridem [P]	=	292 x φ	kN
Carico uniforme [q]	=	43,8 x φ	kNm ⁻¹

Figura 2.7 – Riepilogo dei carichi sulla trave più sollecitata

3 Modelli di calcolo

Nelle analisi strutturali si fa riferimento alla trave maggiormente sollecitata soggetta ai carichi individuati al paragrafo precedente.

Le analisi sono eseguite per le fasi costruttive (varo e getto della soletta) e per le condizioni di esercizio della struttura (a breve termine e a lungo termine).

La larghezza collaborante della soletta per la definizione delle caratteristiche inerziali della sezione, sia per l'analisi strutturale che per la verifica, è stata valutata secondo le indicazioni della norma CNR 10016.



4 Analisi strutturale

4.1 Criteri generali

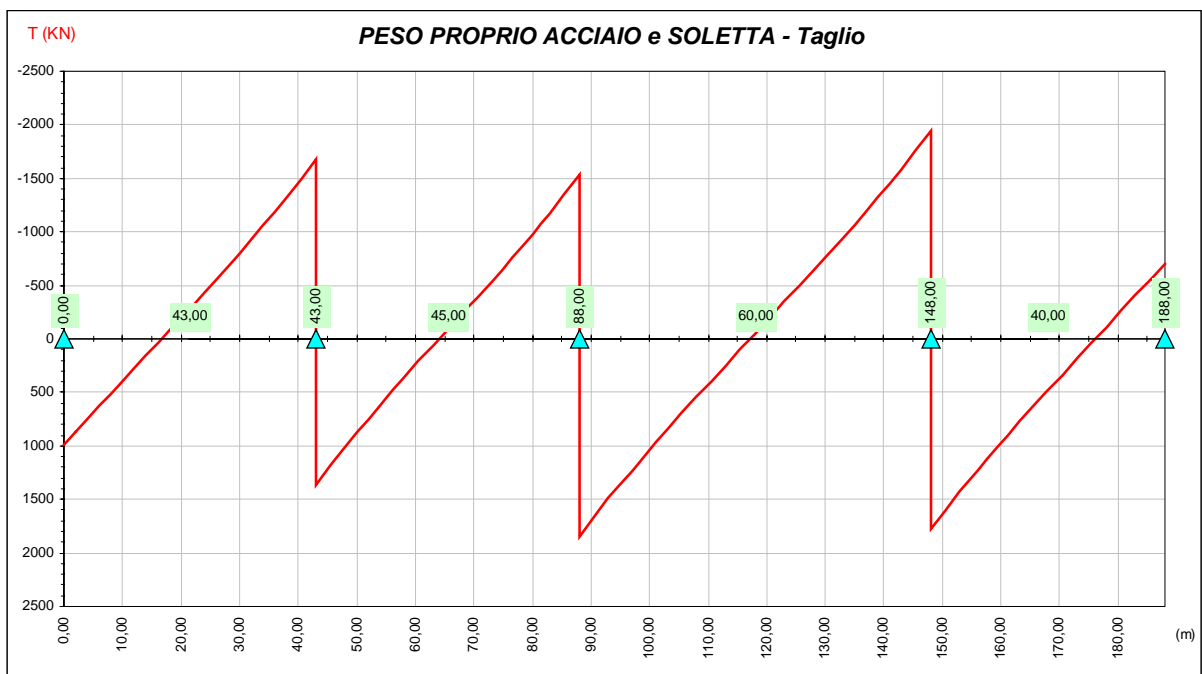
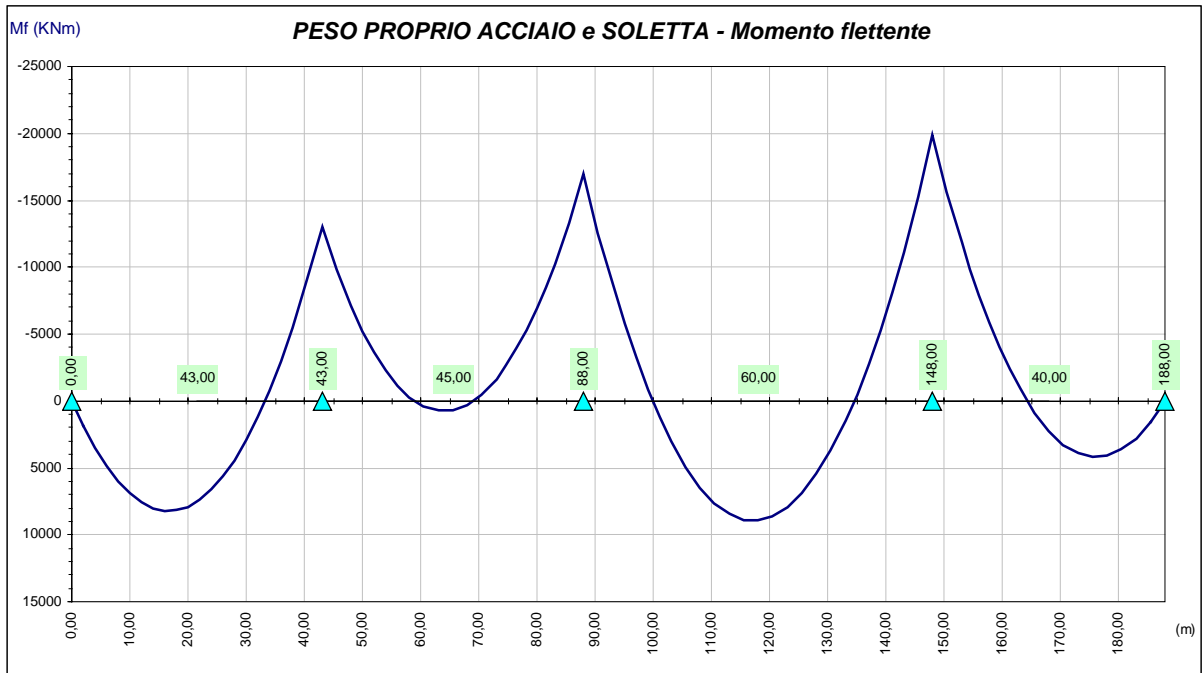
Il calcolo delle sollecitazioni è stato effettuato con riferimento alla trave maggiormente sollecitata, su un modello agli elementi finiti ottenuto discretizzando la struttura in conci di caratteristiche geometriche ed inerziali costanti. Le analisi sono state eseguite per le seguenti condizioni di carico:

- a. Peso proprio della carpenteria metallica e della soletta.
- b. Carichi permanenti.
- c. Ritiro.
- d. Variazione termica differenziale.
- e. Carichi mobili.
- f. Vento.

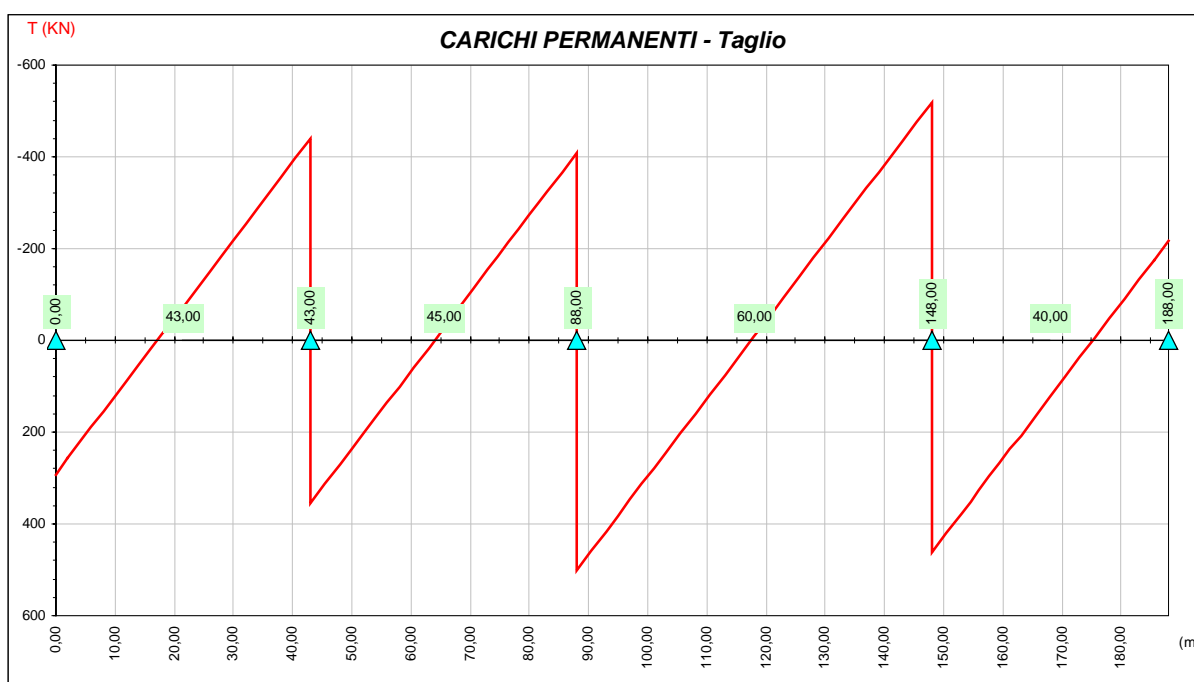
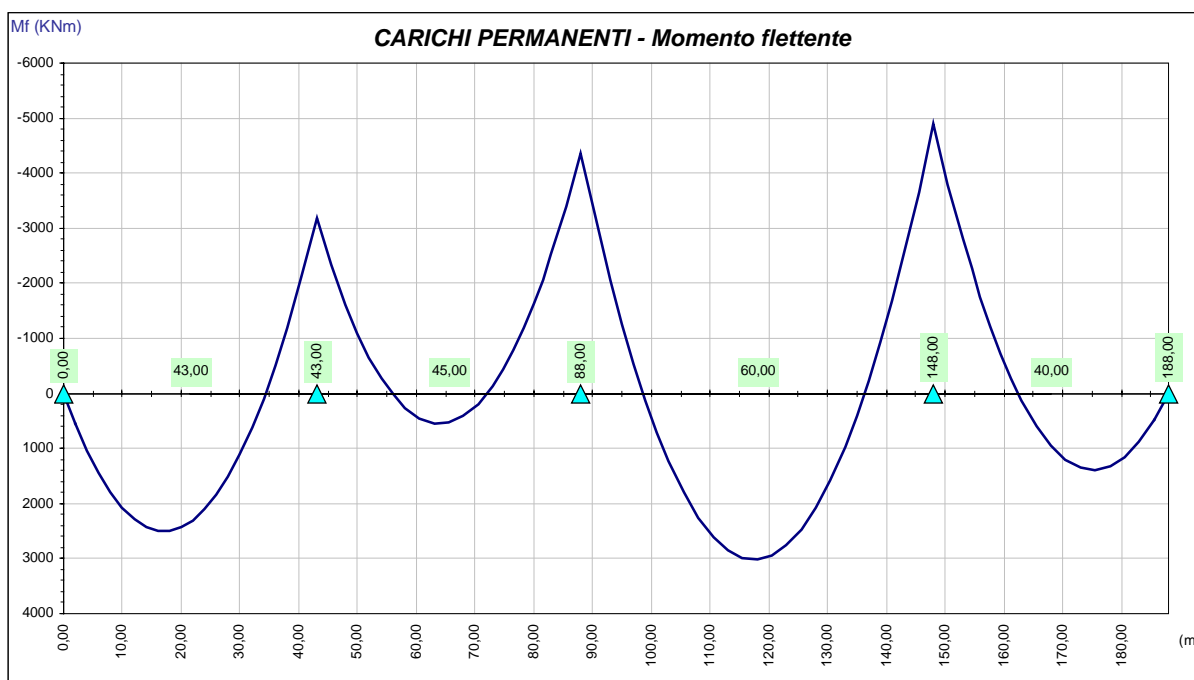
Ai fini delle verifiche di resistenza, per quanto riguarda la prima condizione di carico, la soletta è stata considerata realizzata in un unico getto. Con tale ipotesi si sovrastimano le tensioni sulle travi metalliche e quindi si perviene ad una verifica conservativa della sicurezza.

4.2 Sollecitazioni di progetto

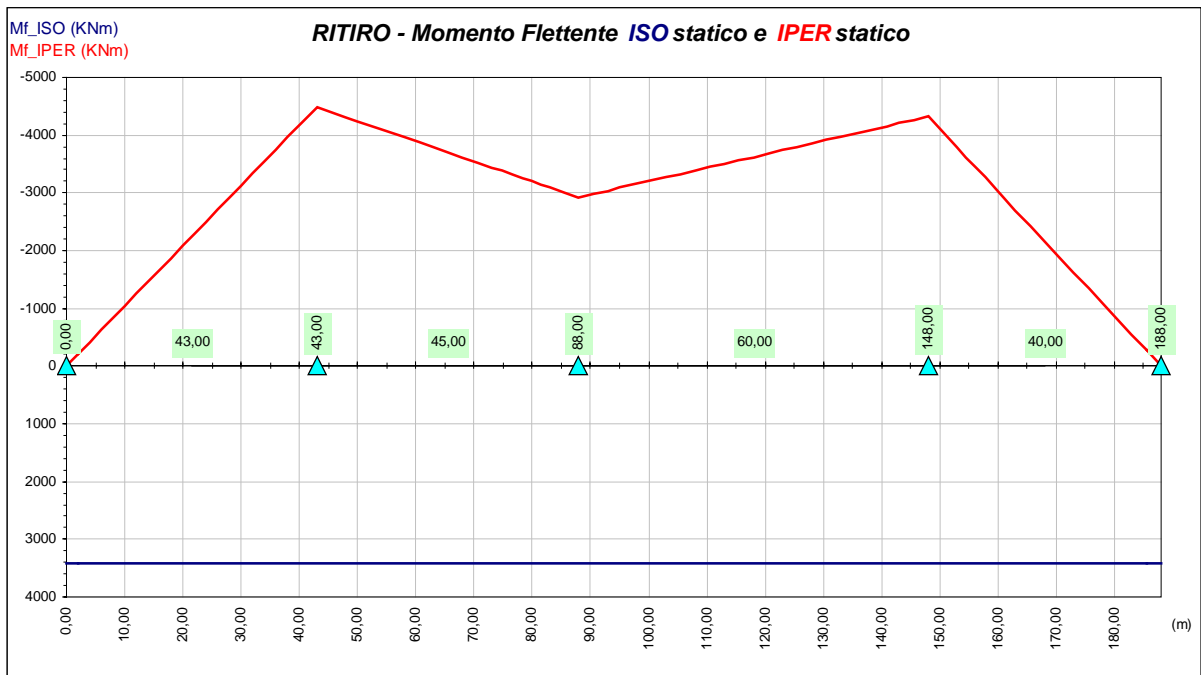
a) *Peso proprio della carpenteria metallica e della soletta (Modello 1)*



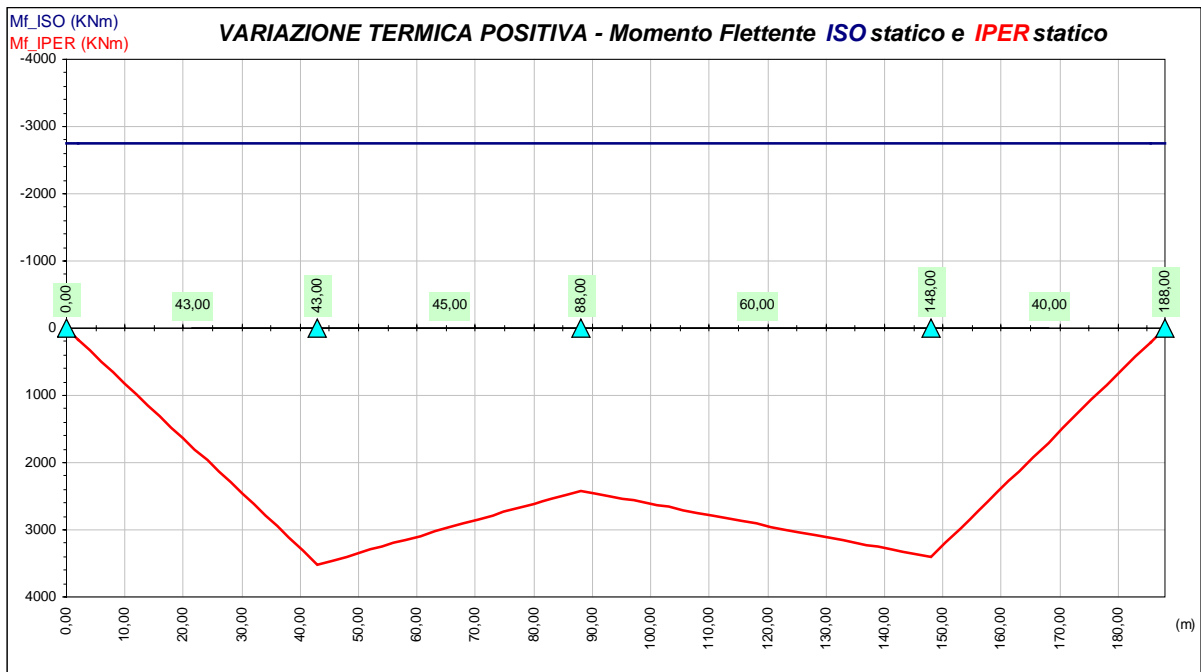
b) Carichi permanenti (Modello 3 n = 20)



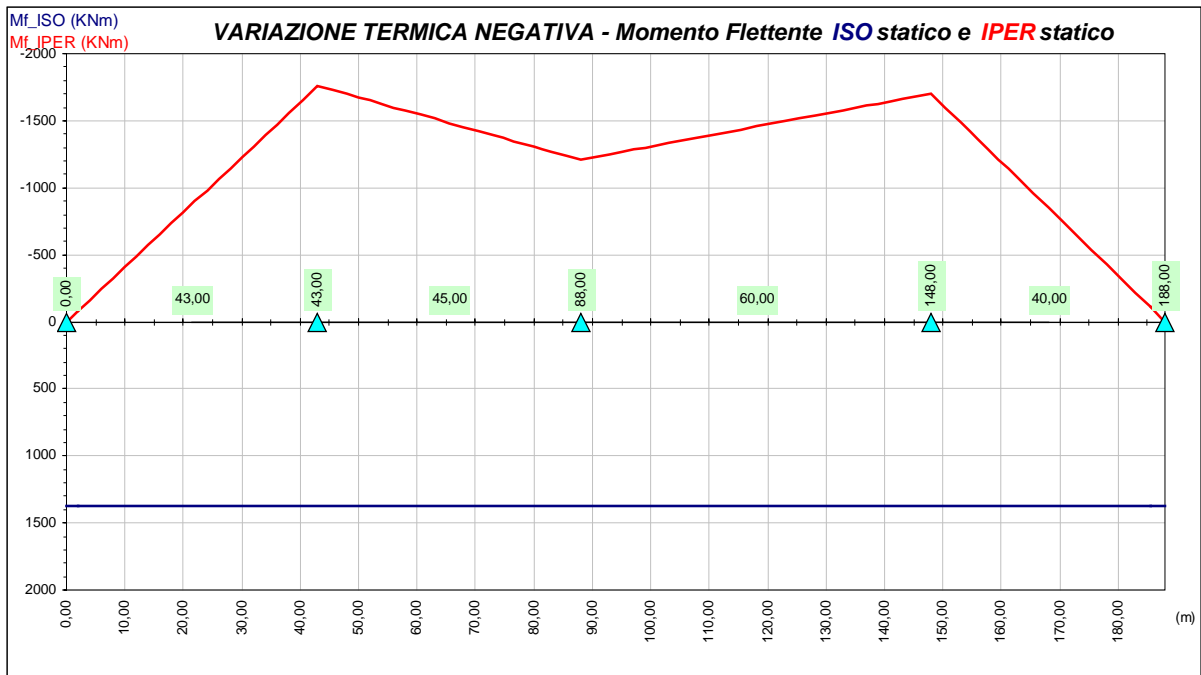
c) Ritiro (Modello 3 n = 20)



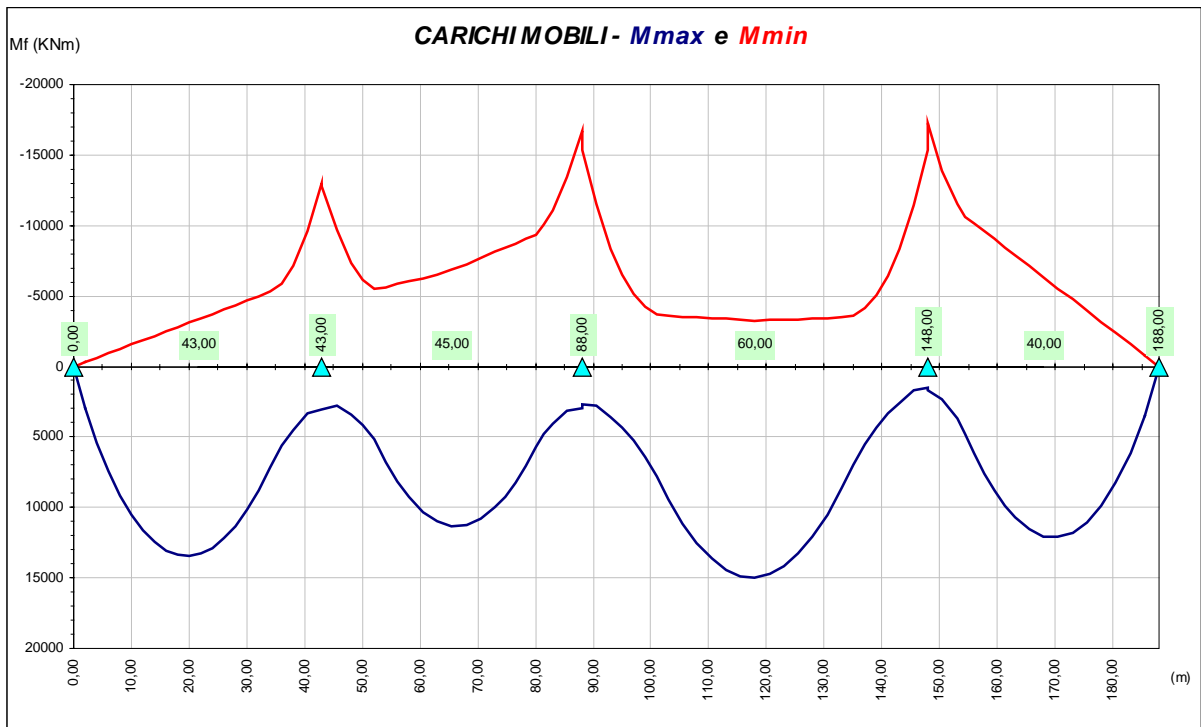
d) Variazione termica differenziale positiva $\Delta T = +10\text{ }^{\circ}\text{C}$ (Modello 2 n = 6)

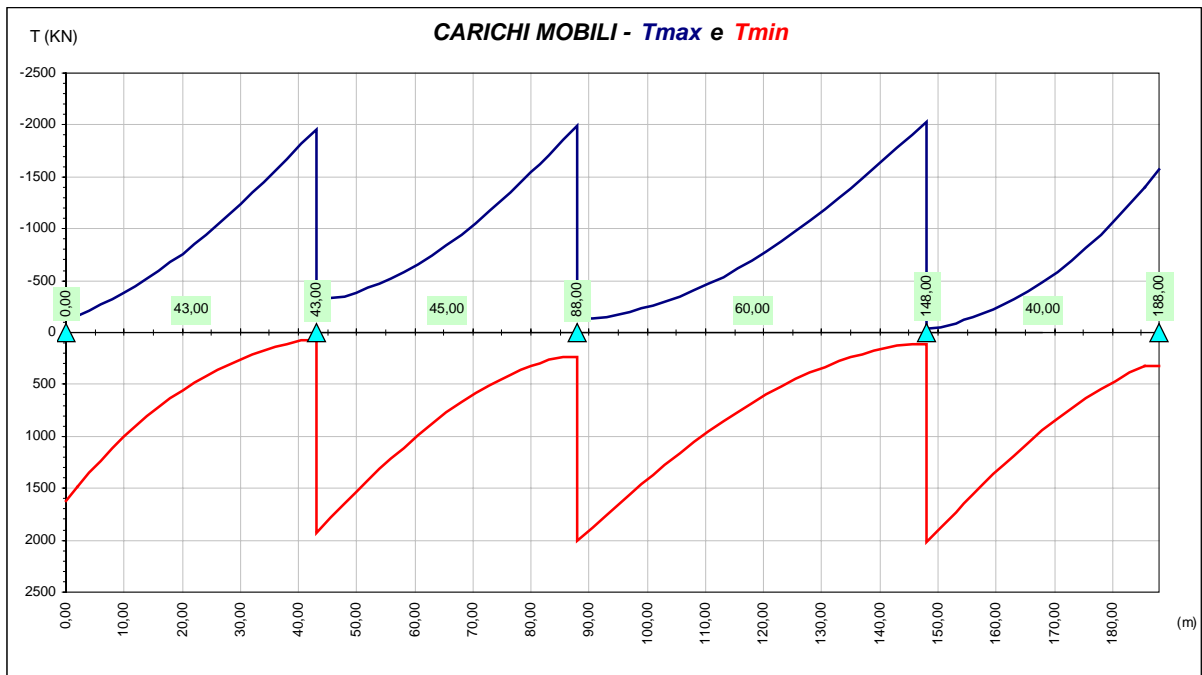


d) *Variazione termica differenziale negativa* $\Delta T = -5 \text{ }^\circ\text{C}$ (Modello 2 n = 6)

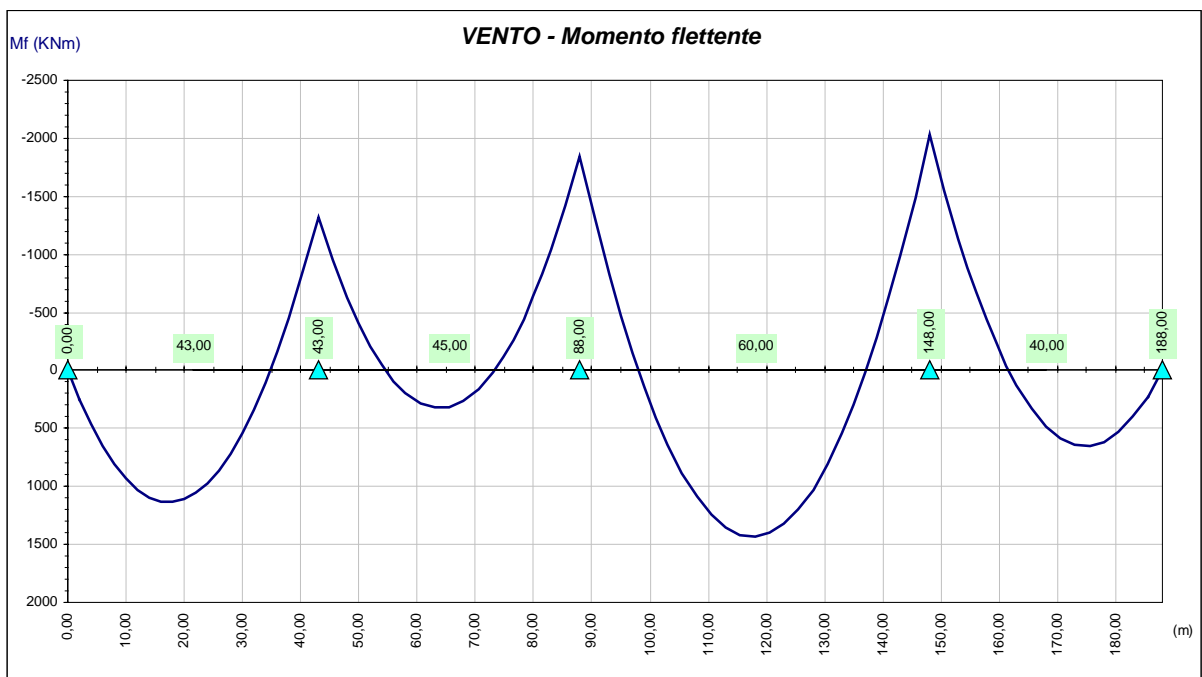


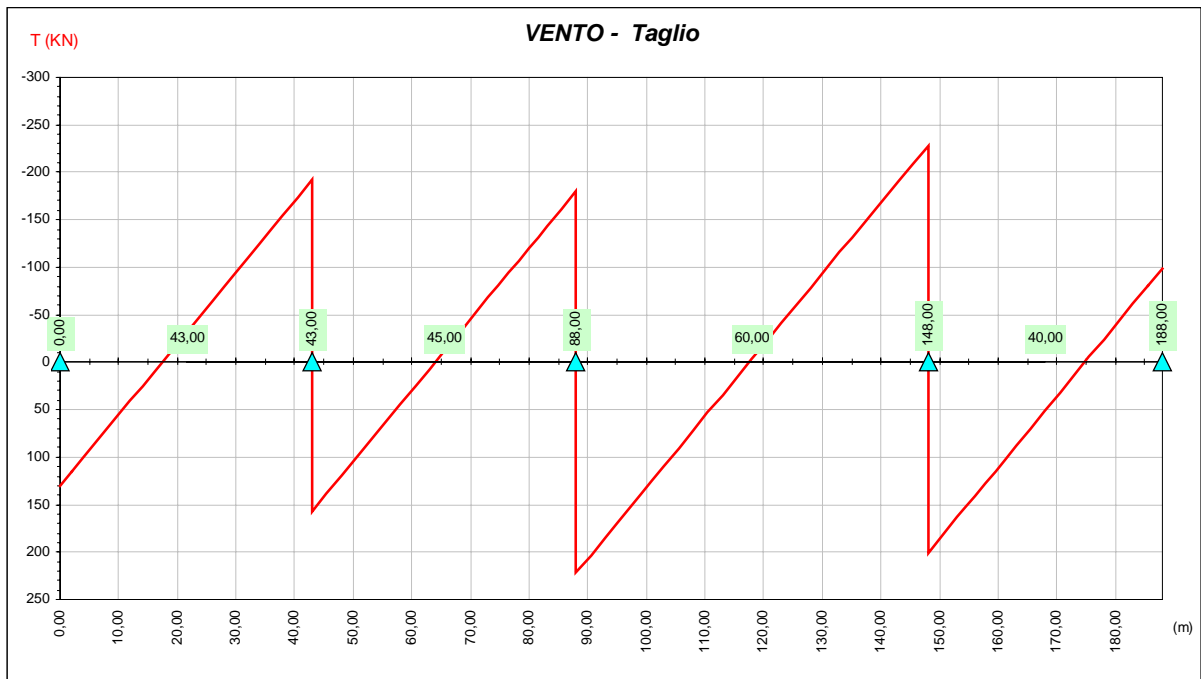
e) *Carichi mobili* (Modello 2 n = 6)





f) Azione del vento





5 Verifiche dell' impalcato

5.1 Verifica di resistenza travi principali

Le verifiche sono condotte per le seguenti combinazioni di carico:

$$I) F_d = G_k + Q_k + 0,6 Q_5 + \varepsilon_2 + \varepsilon_3$$

essendo

- G_k pesi propri e carichi permanenti ($g_1 + g_2$)
- Q_k carichi mobili ($q_1 + q_2$)
- Q_5 azione del vento (q_5)
- ε_2 ritiro del calcestruzzo
- $\varepsilon_3 = (-5 \text{ }^\circ\text{C})$ variazione termica differenziale negativa

$$II) F_d = G_k + Q_k + 0,6 Q_5 + \varepsilon_3$$

con

- $\varepsilon_3 = (+10 \text{ }^\circ\text{C})$ variazione termica differenziale positiva

Per quanto riguarda i carichi mobili, sezione per sezione, sono considerati i massimi e minimi del momento flettente con i valori del taglio concomitante e i tagli massimi e minimi con i concomitanti momenti flettenti, al fine di determinare la più gravosa condizione di verifica.

Nelle verifiche di resistenza è omessa (per il solo sisma verticale) la combinazione AV definita al punto 3.9 del DM 04 maggio 1990 riguardante i ponti stradali, in quanto non dimensionante e non significativa in rapporto alle combinazioni analizzate, con carichi accidentali come condizione dominante. Secondo il punto 3.9, le azioni sismiche verticali devono essere calcolate in assenza di carico accidentale, considerando le sole masse corrispondenti ai pesi propri ed ai sovraccarichi permanenti, ed in accordo con le vigenti "Norme tecniche per le costruzioni in zona sismica" (DM 16 gennaio 1996). Le azioni verticali da applicare alle strutture mediante analisi statica sono equivalenti ad un sistema di forze uniformemente distribuite, proporzionali alle masse presenti, con valore pari a:

$$F_v = m \cdot C \cdot I \cdot W$$

essendo

- C il coefficiente di intensità sismica (0,07 per zona zone di II categoria – 0,04 per zone di III categoria);
- $m = 2$;
- $I = 1$ il coefficiente di protezione sismica
- W peso complessivo masse.

I viadotti presentano impalcati di larghezza pari a 12,75 m ed un peso complessivo a metro lineare di 153 kN/m. Nella combinazione di sisma verticale andrebbe considerato un carico uniformemente distribuito che nel caso più sfavorevole (zone di II categoria) può essere pari al 14% delle masse verticali ovvero pari circa a 22 kN/m.

Gli impalcati sono stati calcolati considerando nell'ingombro della carreggiata due corsie convenzionali di carico, per un carico totale di 1,50 volte la singola colonna di carico nominale ($q_{1a} + q_{1b}$), da maggiorare successivamente in base al coefficiente di amplificazione dinamica. Di conseguenza, il carico accidentale medio uniformemente distribuito è sicuramente uguale o superiore a 45 kN/m ovvero almeno pari al 30% delle masse della struttura. Inoltre, i carichi accidentali sono posizionati in base alle linee di influenza, in modo da ottenere le massime sollecitazioni, mentre il carico sismico uniformemente distribuito agisce sull'intera struttura così da non poter massimizzare gli effetti. Quanto già detto vale a maggior ragione per gli sbalzi della sezione trasversale, i quali vengono verificati nei confronti del carico q_{1a} per un totale di $600 \times 1,40 = 840$ kN (1,4 è il coefficiente di amplificazione dinamica) disposto in una area di $3,00 \times 1,50$ metri nelle posizioni più sfavorevoli. Appare quindi lecita la scelta di trascurare la combinazione AV per il sisma verticale, in rapporto alle combinazioni di verifica I) e II) sopra descritte.

Resistenze di progetto dei materiali costituenti la sezione:

Acciaio da carpenteria Fe 510:

$$\text{per elementi di spessore } t \leq 40 \text{ mm} \quad \Rightarrow \quad \sigma_{a,amm} = 240 \text{ MPa}$$

$$\text{per elementi di spessore } t > 40 \text{ mm} \quad \Rightarrow \quad \sigma_{a,amm} = 210 \text{ MPa}$$

$$\text{Calcestruzzo } R_{ck} 40: \quad \Rightarrow \quad \sigma_{c,amm} = 12,25 \text{ MPa}$$

$$\text{Acciaio per armature FeB44K:} \quad \Rightarrow \quad \sigma_{s,amm} = 255 \text{ MPa}$$

Nelle zone a momento negativo si trascura il contributo del calcestruzzo teso e si considera agente il solo effetto iperstatico del ritiro e/o della variazione termica.

Le verifiche sono condotte con l'ausilio di un codice di calcolo automatico sulle sezioni più significative dell'impalcato. Le grandezze geometriche ed inerziali delle sezioni tengono conto delle fasi costruttive e di esercizio a breve e a lungo termine.

Il calcolo delle tensioni è stato effettuato sezione per sezione, con le proprietà inerziali della sezione tipo associata all'azione presa in considerazione.

In presenza di stati di sollecitazione pluriassiali la tensione ideale di confronto è determinata mediante l'espressione indicata nella CNR - UNI 10011.

Le tensioni ideali calcolate in riferimento a ciascuna sezione tipo sono state sommate fra loro e quindi confrontate con le tensioni di progetto.

Si riportano nel seguito le rappresentazioni grafiche delle verifiche per le combinazioni di carico precedentemente individuate (confronto tra tensioni ideali di calcolo e tensioni di progetto).

Le curve di colore blu (grigio scuro) rappresentano l'involuppo delle tensioni ideali di calcolo per le combinazioni di carico precedentemente individuate, mentre quelle rosse (grigio chiaro) le tensioni resistenti di progetto.

La verifica è stata effettuata nelle 5 fibre di riferimento della sezione composta specificate nella figura seguente e sull'armatura superiore della soletta.

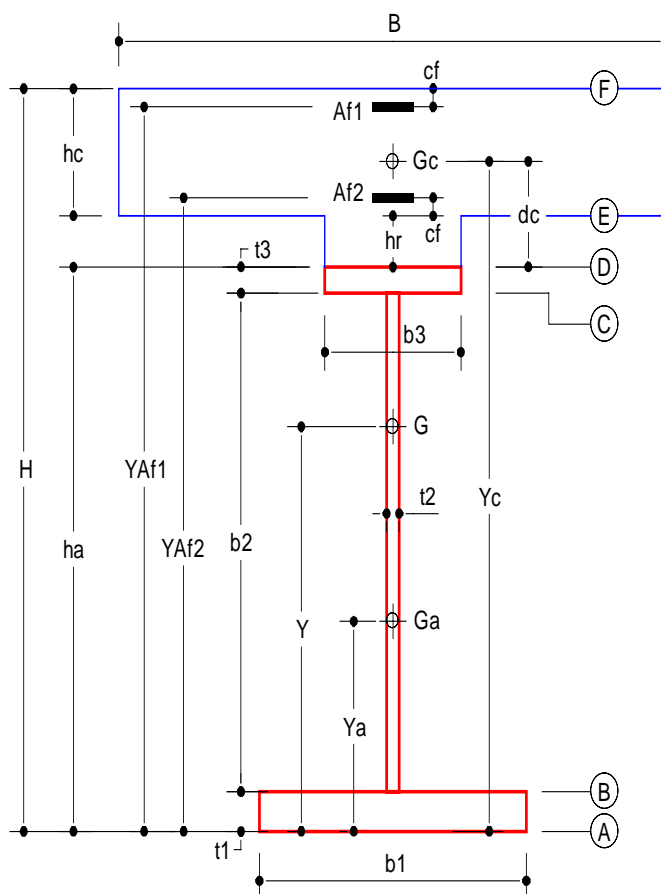
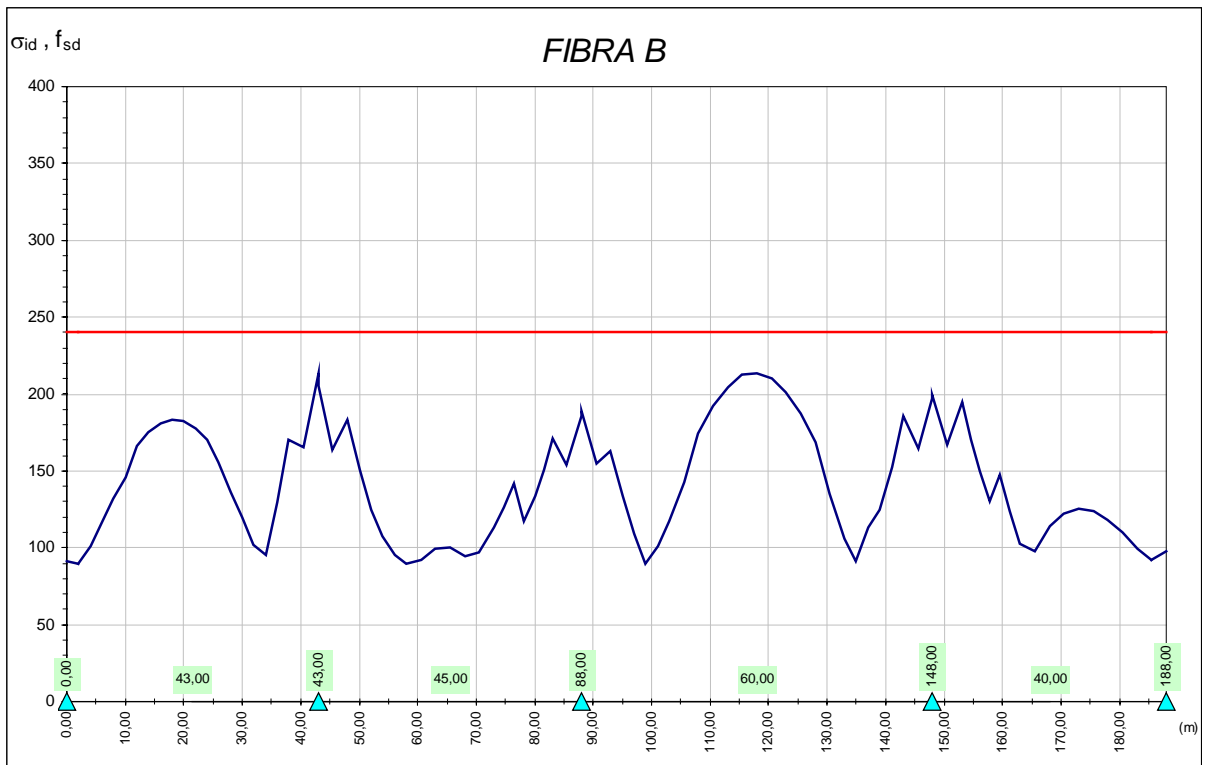
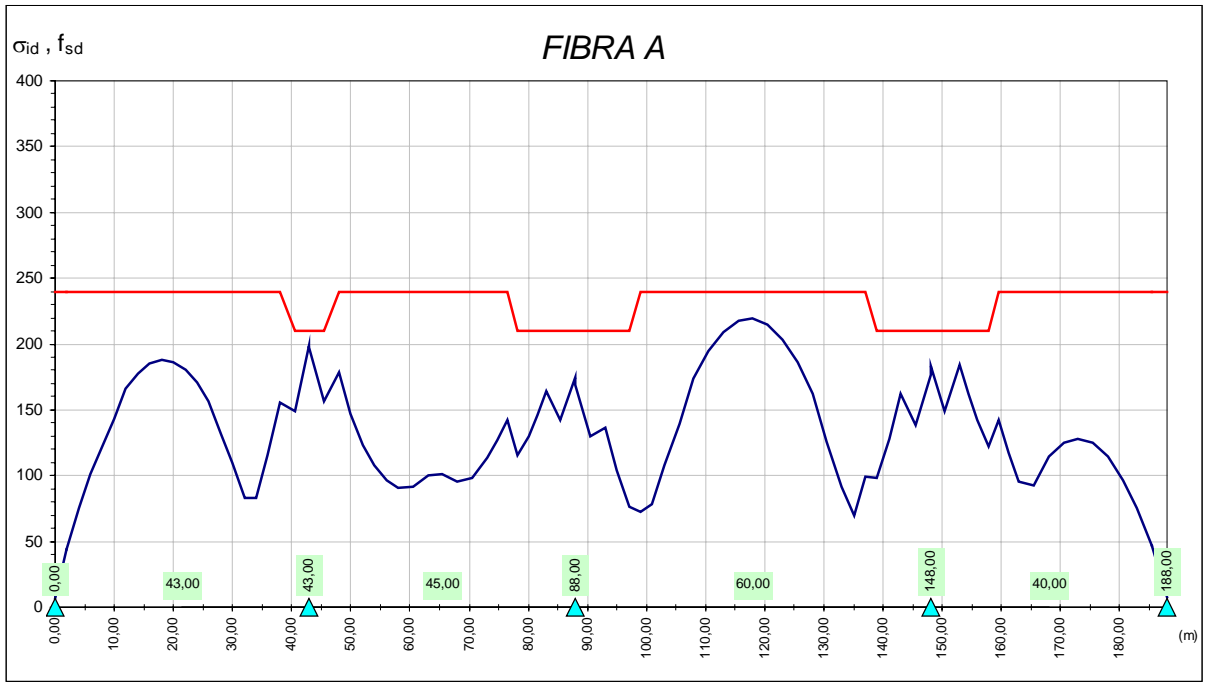
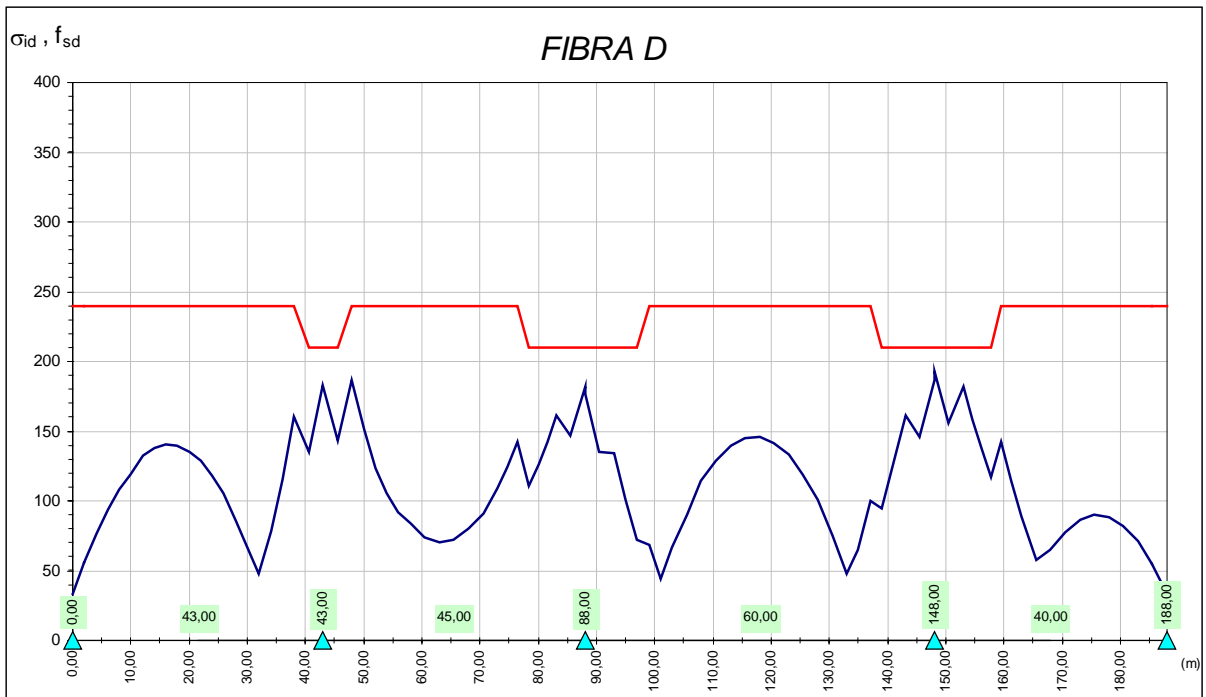
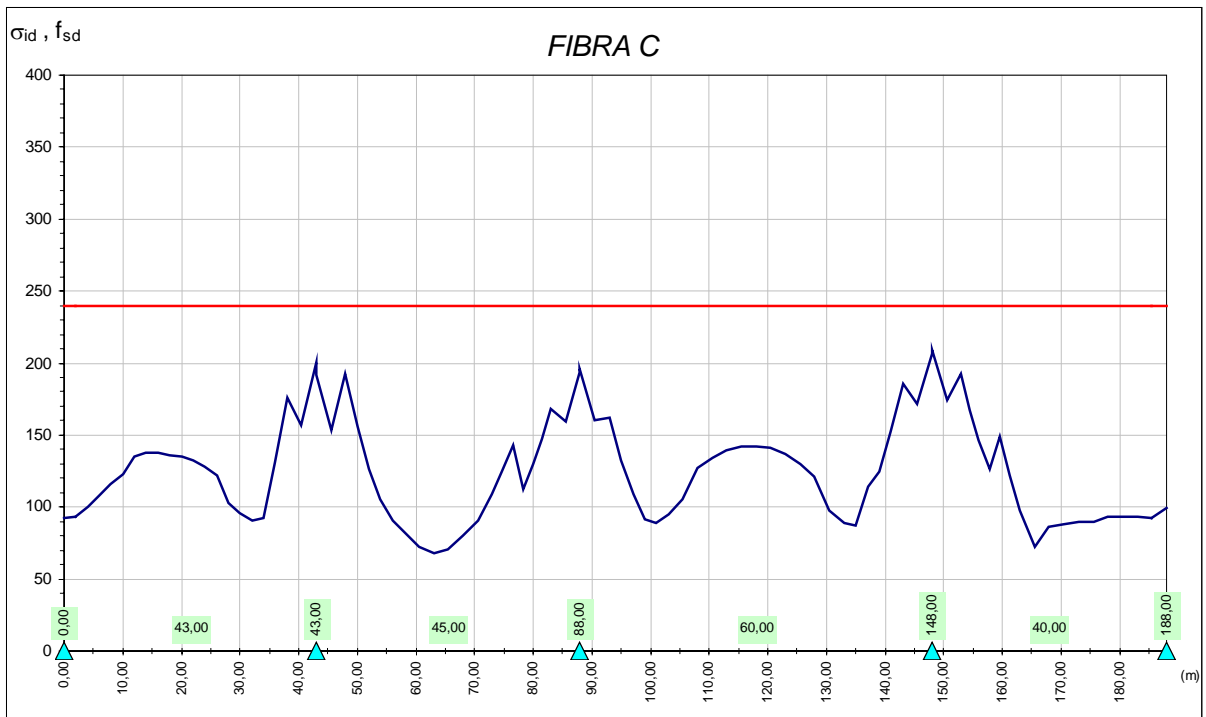
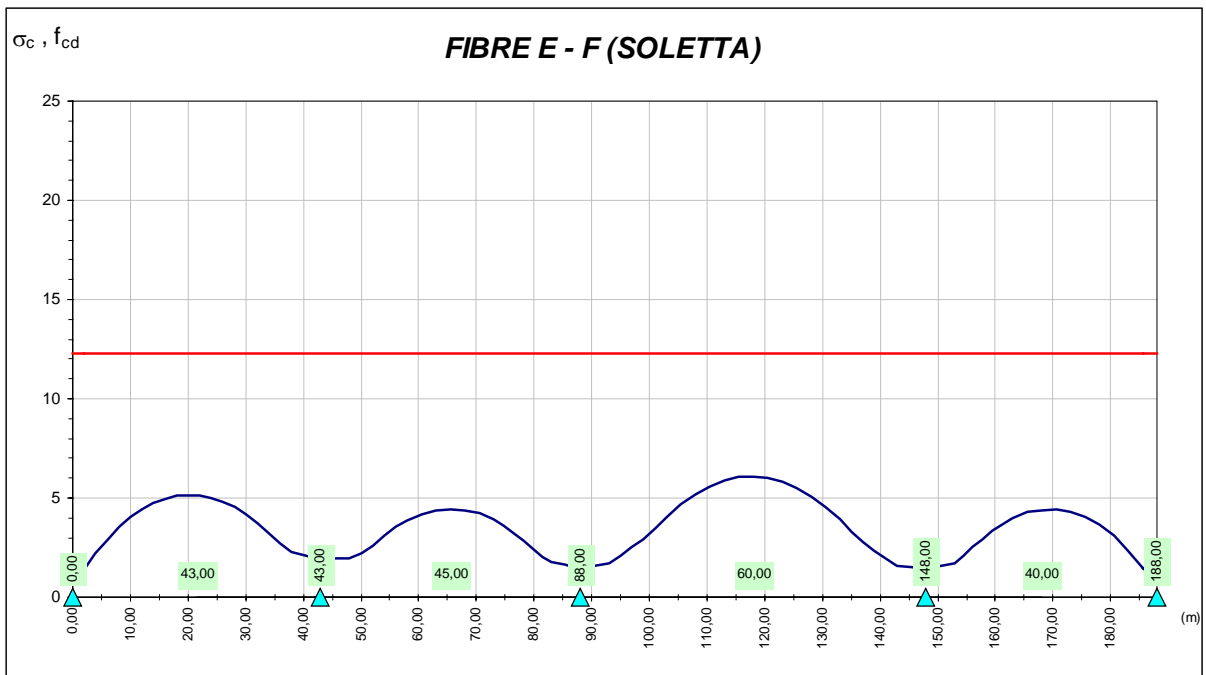
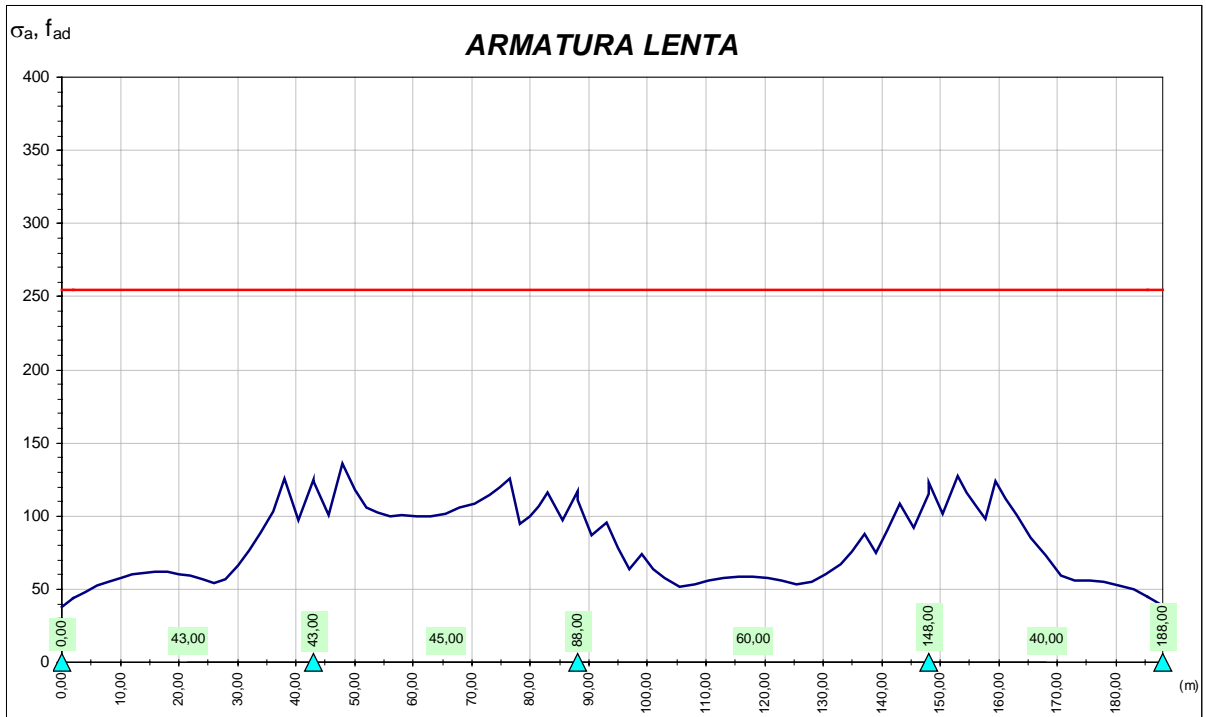


Figura 5.1 – Fibre di riferimento per le verifiche di resistenza







5.2 Verifica di stabilità dei pannelli d'anima delle travi principali

Le verifiche sono state effettuate per le combinazioni di carico precedentemente espone facendo riferimento ai criteri suggeriti dalle CNR 10011.

L'anima delle travi metalliche è stata considerata suddivisa in pannelli rettangolari, compresi fra due montanti verticali di irrigidimento successivi, soggetti alle tensioni normali e tangenziali di calcolo dovute alle combinazioni I e II già menzionate. La distribuzione delle tensioni è riportata in appendice. I pannelli sono stati considerati incernierati lungo i bordi.

La verifica consiste nel provare che:

$$\sqrt{\sigma^2 + 3\tau^2} \leq \sigma_{cr,id}$$

oppure nel caso risulti $\sigma_{cr,id} > 0,8 f_d$

$$\sqrt{\sigma^2 + 3\tau^2} \leq \sigma_{cr,red}$$

dove:

$$\sigma_{cr,id} = \frac{\sqrt{\sigma^2 + 3\tau^2}}{\frac{1+\psi}{4} + \frac{\sigma}{\sigma_{cr}} + \sqrt{\left(\frac{3-\psi}{4} \frac{\sigma}{\sigma_{cr}}\right)^2 + \left(\frac{\tau}{\tau_{cr}}\right)^2}}$$

e

$$\sigma_{cr,red} = f_d \frac{20 + \sqrt{25 - 15(f_y / \sigma_{cr,id})^2}}{25 + (f_y / \sigma_{cr,id})^2}$$

con il seguente significato dei simboli:

lunghezza del pannello	a	
altezza netta del pannello	h	
spessore del pannello	t	
rapporto fra i lati del pannello	$\alpha = a / h$	
tensione normale di compressione	σ	
tensione normale di trazione	$\psi\sigma$	
coefficiente di distribuzione lineare delle tensioni normali	ψ	
tensione tangenziale media	τ	
coefficiente di imbozzamento per le tensioni normali		
$-1 < \psi < 0$	$K_\sigma = (1+K_1) - \psi K_2 + 10 \psi (1+\psi)$	$(K_1 = 7,636, K_2 = 23,9)$
$\psi \leq -1$	$K_\sigma = 23,9$	
coefficiente di imbozzamento per le tensioni tangenziali	$K_\tau = 0,8 (5,34 + 4/\alpha^2)$	

tensione di riferimento

$$\sigma_{cr,0} = 186200 \text{ (t/h}^2\text{) N/mm}^2$$

tensioni ideali di imbozzamento

$$\sigma_{cr} = K_{\sigma} \sigma_{cr,0}$$

$$\tau_{cr} = K_{\tau} \sigma_{cr,0}$$

Nelle tabelle seguenti sono riportate sinteticamente le verifiche di tutti i pannelli e in dettaglio quelle relative al pannello maggiormente sollecitato.

Pann. n°	Campata n°	Ascissa iniziale (m)	Sez n°	Ascissa finale (m)	Sez n°	Lungh. Pannello (m)	ALA SUPERIORE		ALA INFERIORE		ANIMA	
							b3 (cm)	t3 (cm)	b1 (cm)	t1 (cm)	b2 (cm)	t2 (cm)
1	1	0,00	1	5,38	4	5,38	90,0	3,000	110,0	4,000	233,0	2,500
2	1	5,38	4	10,76	8	5,38	90,0	3,000	110,0	4,000	233,0	2,429
3	1	10,76	8	16,14	12	5,38	90,0	3,000	110,0	4,000	233,0	2,000
4	1	16,14	12	21,51	15	5,37	90,0	3,000	110,0	4,000	233,0	2,000
5	1	21,51	15	26,89	19	5,38	90,0	3,000	110,0	4,000	233,0	2,000
6	1	26,89	19	32,26	23	5,37	90,0	3,000	110,0	4,000	233,0	2,397
7	1	32,26	23	37,63	26	5,37	90,0	3,000	110,0	4,000	233,0	2,500
8	1	37,63	26	43,00	29	5,37	90,0	5,793	110,0	5,862	228,3	2,966
9	2	43,00	30	48,63	33	5,63	90,0	5,664	110,0	5,776	228,6	2,944
10	2	48,63	33	54,26	37	5,63	90,0	3,000	110,0	4,000	233,0	2,500
11	2	54,26	37	59,88	40	5,62	90,0	3,000	110,0	4,000	233,0	2,333
12	2	59,88	40	65,51	44	5,63	90,0	3,000	110,0	4,000	233,0	2,000
13	2	65,51	44	71,14	47	5,63	90,0	3,000	110,0	4,000	233,0	2,279
14	2	71,14	47	76,76	51	5,62	90,0	3,000	110,0	4,000	233,0	2,500
15	2	76,76	51	82,39	55	5,63	90,0	3,735	110,0	5,471	230,8	2,500
16	2	82,39	55	88,00	58	5,61	90,0	7,565	110,0	8,674	223,8	2,946
17	3	88,00	59	93,45	62	5,45	90,0	7,670	110,0	8,752	223,6	2,959
18	3	93,45	62	98,90	65	5,45	90,0	3,651	110,0	5,303	231,0	2,500
19	3	98,90	65	104,35	69	5,45	90,0	3,000	110,0	4,000	233,0	2,500
20	3	104,35	69	109,80	72	5,45	90,0	3,000	110,0	4,000	233,0	2,106
21	3	109,80	72	115,25	75	5,45	90,0	3,000	110,0	4,000	233,0	2,000
22	3	115,25	75	120,70	79	5,45	90,0	3,000	110,0	4,000	233,0	2,000
23	3	120,70	79	126,15	82	5,45	90,0	3,000	110,0	4,000	233,0	2,000
24	3	126,15	82	131,60	85	5,45	90,0	3,000	110,0	4,000	233,0	2,101
25	3	131,60	85	137,05	89	5,45	90,0	3,000	110,0	4,000	233,0	2,500
26	3	137,05	89	142,50	92	5,45	90,0	4,927	110,0	5,284	229,8	2,500
27	3	142,50	92	148,00	95	5,50	90,0	8,727	110,0	9,636	221,6	2,955
28	4	148,00	96	153,71	99	5,71	90,0	8,627	110,0	9,503	221,9	2,938
29	4	153,71	99	159,42	103	5,71	90,0	5,123	110,0	5,415	229,5	2,500
30	4	159,42	103	165,13	107	5,71	90,0	3,000	110,0	4,000	233,0	2,500
31	4	165,13	107	170,84	111	5,71	90,0	3,000	110,0	4,000	233,0	2,032
32	4	170,84	111	176,55	114	5,71	90,0	3,000	110,0	4,000	233,0	2,000
33	4	176,55	114	182,26	117	5,71	90,0	3,000	110,0	4,000	233,0	2,000
34	4	182,26	117	188,00	120	5,74	90,0	3,000	110,0	4,000	233,0	2,000

Tabella 5.1 - Caratteristiche geometriche dei pannelli d'anima

Pann. n°	$\sigma_{cr,id} / \sigma_{id}$	$\beta \cdot v$	Esito della verifica	Comb.	Condiz. Car. Mobili	Posiz. verifica	Sollecitazioni		
							N (kN)	M (kNm)	V (kN)
1	2,862	1,500	Pannello verificato	1	V min	Sinistra	-662	3604	2661
2	2,770	1,500	Pannello verificato	1	V min	Destra	3049	12476	1472
3	2,011	1,500	Pannello verificato	1	M min	Destra	-1843	9609	-152
4	1,827	1,500	Pannello verificato	1	M min	Destra	-2467	8636	-587
5	1,886	1,500	Pannello verificato	1	V max	Destra	608	9112	-1891
6	2,411	1,500	Pannello verificato	1	V max	Destra	-1465	3392	-2614
7	2,152	1,500	Pannello verificato	1	V max	Destra	-1749	-9261	-3367
8	1,758	1,500	Pannello verificato	1	M min	Destra	-3359	-26809	-3652
9	1,786	1,500	Pannello verificato	1	M min	Sinistra	-3388	-27395	2997
10	2,156	1,500	Pannello verificato	1	M min	Sinistra	-2270	-15676	1741
11	2,361	1,500	Pannello verificato	1	V min	Sinistra	-2182	-144	1996
12	2,944	1,500	Pannello verificato	1	V min	Sinistra	-563	2365	1252
13	3,027	1,500	Pannello verificato	1	V max	Destra	-1612	778	-1472
14	2,532	1,500	Pannello verificato	1	M min	Destra	-2305	-13653	-1076
15	2,066	1,500	Pannello verificato	1	M min	Destra	-2491	-21196	-1968
16	1,935	1,500	Pannello verificato	1	V max	Destra	-3131	-32139	-3831
17	1,912	1,500	Pannello verificato	1	V min	Sinistra	-2930	-30679	4297
18	2,051	1,500	Pannello verificato	1	V min	Sinistra	-1813	-13347	3524
19	2,534	1,500	Pannello verificato	1	V min	Sinistra	-1792	1946	2790
20	2,061	1,500	Pannello verificato	1	V min	Sinistra	370	7944	2085
21	1,932	1,500	Pannello verificato	1	M min	Destra	-2529	8019	249
22	1,690	1,500	Pannello verificato	1	M min	Sinistra	-2961	9078	52
23	2,022	1,500	Pannello verificato	1	M min	Sinistra	-2463	7245	-418
24	1,949	1,500	Pannello verificato	1	V max	Destra	128	6428	-2280
25	2,112	1,500	Pannello verificato	1	V max	Destra	-2279	-196	-2985
26	1,836	1,500	Pannello verificato	1	V max	Destra	-1878	-17570	-3720
27	1,810	1,500	Pannello verificato	1	V max	Destra	-3014	-35877	-4500
28	1,770	1,500	Pannello verificato	1	V min	Sinistra	-3230	-37351	4369
29	1,835	1,500	Pannello verificato	1	V min	Sinistra	-1613	-19818	3518
30	2,501	1,500	Pannello verificato	1	M min	Sinistra	-2193	-12810	1715
31	1,990	1,500	Pannello verificato	1	V min	Sinistra	-903	3278	1948
32	2,495	1,500	Pannello verificato	1	M min	Destra	-2345	4039	505
33	2,356	1,500	Pannello verificato	1	M min	Sinistra	-2491	4850	316
34	1,709	1,500	Pannello verificato	2	V max	Destra	1241	1187	-2465

Tabella 5.2 - Verifica sintetica dei pannelli d'anima

<i>Caratteristiche del pannello</i>			
Pannello	N_pan	28	
Ascissa inizio	Inizio	148,00	m
Ascissa fine	Fine	153,71	m
Lunghezza del pannello	a	571,0	cm
Campata	n°	4	

<i>Sollecitazioni di verifica</i>			
Combinazione	n°	1	
Condizione carichi mobili		V min	
Forza assiale	N	-3230	kN
Momento flettente	M	-37351	kNm
Taglio	V	4369	kN
Tensione punto C (bordo superiore)	σ_c	160,6	N/mm ²
Tensione punto B (bordo inferiore)	σ_b	-151,0	N/mm ²
Tensione tangenziale	τ	67,0	N/mm ²

<i>Verifica di stabilità</i>			
Tensione di compressione massima (σ_1)	σ_1	-151,0	N/mm ²
Tensione all'altro estremo (σ_2)	$\psi \cdot \sigma_1$	160,6	N/mm ²
Tensione tangenziale	τ	67,0	N/mm ²
Tensione dovuta ad N	$\sigma_N =$	4,8	N/mm ²
Tensione dovuta ad M	$\sigma_M =$	-155,8	N/mm ²
Coefficiente ψ ($\psi = \sigma_2 / \sigma_1$)	ψ	-1,06	
Coefficiente α ($\alpha = a / b_{an}$)	α	2,57	
Modulo elastico dell'acciaio	$E_{acciaio}$	206000	N/mm ²
Tensione di snervamento (fsy)	f_{sy}	355	N/mm ²
Resistenza di calcolo fsd (fsd = fsy/γm)	f_{sd}	355	N/mm ²
Coefficiente di imbozzamento	$K_{\sigma} =$	30,11	
Coefficiente di imbozzamento	$K_{\tau} =$	5,99	
Coefficiente correttivo di k_{σ} e k_{τ}		1,26	
Tensione di riferimento	$\sigma_{cr,0} =$	32,6	N/mm ²
	$\sigma_{cr} =$	-983,1	N/mm ²
	$\tau_{cr} =$	195,6	N/mm ²
Tensione critica ideale	$\sigma_{cr,id} =$	337,2	N/mm ²
Tensione ideale	$\sigma_{id} =$	190,5	N/mm ²
Coefficiente per metodo di verifica	$\nu =$	1,5	
	$\beta =$	1,00	
VERIFICA	$(\sigma_{cr,id} / \sigma_{id}) \geq \beta \times \nu$	SODDISFATTA	
	$\sigma_{cr,id} / \sigma_{id} =$	1,770	> 1,50

Tabella 5.3 – Verifica dettagliata del pannello n°28

5.3 Soletta

La soletta ha una larghezza complessiva di 12,75 m e spessore variabile da 25 cm in campata a 35 cm sugli appoggi in corrispondenza delle travi metalliche. Gli sbalzi, destro e sinistro, hanno lunghezza pari a 350 cm e l'interasse delle travi principali è di 575 cm. Il getto viene eseguito per tratti con l'utilizzo di casseri mobili seguendo uno schema di getto con sequenze ottimizzate che prevedono prima l'esecuzione dei conci in campata, poi quelli sugli appoggi.

5.3.1 Verifica di resistenza della soletta

Per il getto della soletta è previsto l'utilizzo di cls con R_{ck} 40 MPa e di acciaio tipo FeB44k; le caratteristiche meccaniche dei materiali sono le seguenti:

- cls R_{ck} 40: $\sigma_{c adm} = 12,25$ MPa
- acciaio Fe B 44K: $\sigma_{s adm} = 260$ MPa

La verifica è condotta su una striscia di soletta di larghezza unitaria, avente schema statico di trave appoggiata sulle due travi metalliche, con due sbalzi laterali. Per i carichi da traffico è stata considerata:

- il carico $q_{1,a}$ posto a 15 cm di distanza dal cordolo, per il calcolo delle sollecitazioni sui due sbalzi;
- il carico $q_{1,a}$ posta a cavallo della mezzeria della soletta, per il calcolo delle sollecitazioni in campata.

Le sollecitazioni dei carichi permanenti sono riferite al metro lineare.

Le sollecitazioni dei carichi da traffico, trattandosi di carichi localizzati, sono state riportate al metro lineare diffondendo il carico a 45° fino all'appoggio. Il coefficiente di amplificazione dinamica per i carichi da traffico è pari ad 1,4.

Verifica sbalzo

Le sollecitazioni per la sezione di appoggio sono:

- peso proprio soletta $\Rightarrow M = -39,4 \text{ kNm/m} \quad T = 24,9 \text{ kN/m}$
- permanenti $\Rightarrow M = -27,9 \text{ kNm/m} \quad T = 12,1 \text{ kN/m}$
- carichi mobili (con eff. dinamico) $\Rightarrow \underline{M = -193,2 \text{ kNm/m} \quad T = 151,2 \text{ kN/m}}$
 $M = -260,5 \text{ kNm/m} \quad T = 188,2 \text{ kN/m}$

Considerando un'armatura superiore di $5\phi 20 + 5\phi 26$ al metro (area $42,25 \text{ cm}^2$), una inferiore di $5\phi 20$ al metro (area $15,7 \text{ cm}^2$) ed un copriferro medio di 4 cm , si ha la seguente verifica di resistenza della sezione 100×35 :

VERIFICA SEZIONE			
Base:	B	100	cm
Altezza:	H	35	cm
Armatura compressa:	Asc	15,71	cm^2
Copriferro superiore:	ds	4	cm
Armatura tesa:	Ast	42,26	cm^2
Copriferro inferiore:	di	4	cm
Coefficiente di omogenizzazione:	n	15	
Momento flettente:	M	26050	Kgm
Forza di taglio:	T	18821	Kg
Posizione asse neutro:	X	13,5	cm
Momento d'inerzia:	J	295989	cm^4
Momento statico per il taglio:	Sx	11125	cm^3
Tensione nel cls:	σ_c	118,4	Kg/cm^2
Tensione nell'acciaio:	σ_s	2317	Kg/cm^2
Tensione tangenziale:	τ_{max}	7,1	Kg/cm^2

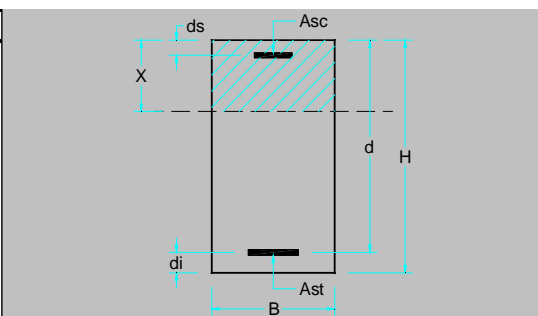


Figura 5.2 - Verifica di resistenza della sezione d'appoggio destra

Verifica campata

Le sollecitazioni per la sezione di campata sono:

$$\Rightarrow M = -81,4 \text{ kNm/m} \quad T = -1,7 \text{ kN/m}$$

Considerando un'armatura superiore di $5\phi 20$ al metro (area $15,7 \text{ cm}^2$) e inferiore di $5\phi 20 + 2,5\phi 26$ al metro (area $28,98 \text{ cm}^2$), una ed un copriferro medio di 4 cm , si ha la seguente verifica di resistenza della sezione 100×25 :

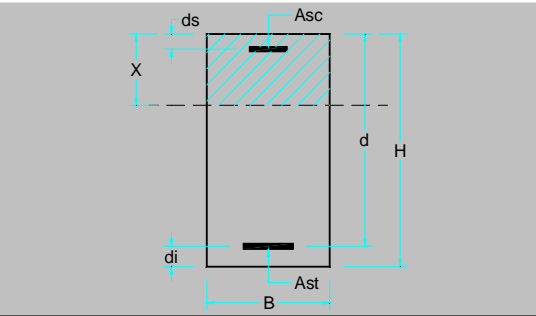
VERIFICA SEZIONE			
Base:	B	100	cm
Altezza:	H	25	cm
Armatura compressa:	Asc	15,71	cm^2
Copriferro superiore:	ds	4	cm
Armatura tesa:	Ast	28,98	cm^2
Copriferro inferiore:	di	4	cm
Coefficiente di omogenizzazione:	n	15	
Momento flettente:	M	8140	Kgm
Forza di taglio:	T	174	Kg
Posizione asse neutro:	X	9,0	cm
Momento d' inerzia:	J	92392	cm^4
Momento statico per il taglio:	Sx	5198	cm^3
			
Tensione nel cls: $\sigma_c =$ 79,7 Kg/cm^2			
Tensione nell' acciaio: $\sigma_s =$ 1580 Kg/cm^2			
Tensione tangenziale: $\tau_{max} =$ 0,1 Kg/cm^2			

Figura 5.3 - Verifica di resistenza della sezione di campata

5.4 Verifica a fessurazione

Nel presente capitolo si riportano le verifiche a fessurazione per la soletta in c.a. effettuate in direzione longitudinale e trasversale in accordo con le normative:

- D.M. 4-5-1990 Norme tecniche per i ponti stradali
- CNR 10016/85 Travi composte in acciaio calcestruzzo
- D.M. 9-01-1996 Norme tecniche per il calcolo delle strutture in c.a.
- Circolare Ministeriale 15-10-96 n. 252

Il valore caratteristico di apertura delle fessure nell'area di efficacia delle armature non deve superare i seguenti limiti:

- $w_k = 0,2$ mm per la combinazione di carico FII;
- $w_k = 0,1$ mm per la combinazione di carico FIII.

Il valore caratteristico è dato da:

$$w_k = 1,7 w_m$$

in cui w_m , che rappresenta il valor medio dell'apertura calcolata in base alla deformazione media ε_{am} del tratto s_m pari alla distanza media fra le fessure vale:

$$w_m = 1,7 \varepsilon_{am} s_m.$$

La distanza media fra le fessure può essere calcolata attraverso l'espressione:

$$s_m = 2 \left(c + \frac{s}{10} \right) + k_1 k_2 \frac{\phi}{\rho_t}$$

nella quale:

- c è il ricoprimento dell'armatura;
- s è la distanza fra le barre;
- ϕ il diametro delle barre;
- k_2 è il coefficiente che caratterizza l'aderenza del calcestruzzo alle barre che vale 0,4 nel caso di barre ad aderenza migliorata;
- k_3 è il coefficiente della forma del diagramma delle tensioni prima della fessurazione, da assumersi pari a: 0,125 nel caso in cui l'asse neutro sia interno alla soletta,

$0,125(1+\sigma_1/\sigma_2)$ nel caso in cui l'asse neutro sia esterno, essendo σ_1 e σ_2 le tensioni nominali ai lembi estremi della soletta;

- ρ_t è il rapporto A_a/A_{cef} ;
- A_{cef} è l'area di calcestruzzo entro la quale le barre di acciaio possono effettivamente influenzare l'apertura delle fessure;
- A_a è l'area di acciaio contenuta nell'area A_{cef} .

La deformazione unitaria media ε_{am} può valutarsi invece con la formula:

$$\varepsilon_{am} = \frac{\sigma_o}{E_a} \left[1 - \beta_1 \beta_2 \left(\frac{\sigma_{ar}}{\sigma_o} \right)^2 \right] \quad (\varepsilon_{am} \geq 0,4 \frac{\sigma_o}{E_a})$$

essendo:

- σ_o la tensione nell'acciaio calcolata nella sezione fessurata per la combinazione di carico considerata, tenuto conto del ritiro;
- σ_{ar} la tensione nell'acciaio calcolata nella sezione fessurata per la sollecitazione corrispondente al raggiungimento della resistenza a trazione f_{ctm} nella fibra di calcestruzzo più sollecitata in sezione interamente reagente, compresa nell'area efficace;
- β_1 il coefficiente rappresentativo dell'aderenza acciaio calcestruzzo che assume il valore unitario nel caso di barre ad aderenza migliorata;
- β_2 il coefficiente che tiene conto delle condizioni di sollecitazione: 1,0 nel caso di prima applicazione di un azione di breve durata, 0,5 nel caso di azioni di lunga durata o nel caso di azioni ripetute.

Verifica in direzione longitudinale

La verifica a fessurazione della soletta in direzione longitudinale è stata condotta per le sezioni soggette a momento negativo nelle zone a cavallo degli appoggi interni.

Nella tabella seguente è riportato in dettaglio il calcolo effettuato per la sezione maggiormente sollecitata.



Combinazione FII

Verifica a fessurazione secondo CNR 10016/85 e DM 04/05/90				
	Sezione n.	72	Ascissa (m)	148
Combinazione di carico (DM 04/05/90)				
Luce campata			F II	
			40	m
Coefficienti ψ_1	ψ_1		0,67	
Coefficienti ψ_2	ψ_2		0,45	
Valore limite di apertura fessure w_{limite}	w_{limite}		0,3	mm
Ricoprimento armatura c				
	c		6,3	cm
Diametro barre ϕ				
	ϕ		26	mm
Interasse barre s				
	s		20	cm
Larghezza efficace b_{c_ef}				
	b_{c_ef}		20	cm
Larghezza efficace d_{c_ef}				
	d_{c_ef}		14	cm
Tipo di barre				
			am	
Coefficiente k_2				
	k_2		0,4	
Tensione σ_1				
	σ_1		58,29	kg/cm ²
Tensione σ_2				
	σ_2		47,72	kg/cm ²
Coefficiente k_3				
	k_3		0,23	
Area efficace A_{c_ef}				
	A_{c_ef}		280	cm ²
Area acciaio A_a				
	A_a		5,31	cm ²
Coefficiente ρ_t				
	ρ_t		0,02	
Distanza media tra le fessure s_{rm}				
	s_{rm}		29,07	cm
Tensione σ_0				
	σ_0		937,1	kg/cm ²
Tensione di trazione media nel cls f_{cfm}				
	f_{cfm}		37,78	kg/cm ²
Coefficiente β_1				
	β_1		1	
Coefficiente β_2				
	β_2		0,5	
Tensione σ_{ar}				
	σ_{ar}		730,4	kg/cm ²
Deformazione media unitaria ε_{am}				
	ε_{am}		0,00031	
Distanza media tra le fessure w_m				
	w_m		0,09035	mm
Distanza caratteristica di apertura delle fessure w_k				
	w_k		0,15359	mm
Esito della verifica			Verificato	

Combinazione FIII

Verifica a fessurazione secondo CNR 10016/85 e DM 04/05/90				
	Sezione n.	72	Ascissa (m)	148
Combinazione di carico (DM 04/05/90)				
Luce campata			F III 40	m
Coefficienti ψ_1	ψ_1		0,67	
Coefficienti ψ_2	ψ_2		0,45	
Valore limite di apertura fessure w_{limite}	w_{limite}		0,15	mm
Ricoprimento armatura c				
Diametro barre ϕ	ϕ		6,3	cm
Interasse barre s	s		26	mm
Larghezza efficace b_{c_ef}	b_{c_ef}		20	cm
Larghezza efficace d_{c_ef}	d_{c_ef}		14	cm
Tipo di barre			am	
Coefficiente k_2	k_2		0,4	
Tensione σ_1	σ_1		50,24	kg/cm ²
Tensione σ_2	σ_2		42,46	kg/cm ²
Coefficiente k_3	k_3		0,23	
Area efficace A_{c_ef}	A_{c_ef}		280	cm ²
Area acciaio A_a	A_a		5,31	cm ²
Coefficiente ρ_t	ρ_t		0,02	
Distanza media tra le fessure s_{rm}	s_{rm}		29,25	cm
Tensione σ_0	σ_0		781,3	kg/cm ²
Tensione di trazione media nel cls f_{cfm}	f_{cfm}		37,78	kg/cm ²
Coefficiente β_1	β_1		1	
Coefficiente β_2	β_2		0,5	
Tensione σ_{ar}	σ_{ar}		730,4	kg/cm ²
Deformazione media unitaria ε_{am}	ε_{am}		0,00021	
Distanza media tra le fessure w_m	w_m		0,06130	mm
Distanza caratteristica di apertura delle fessure w_k	w_k		0,10421	mm
Esito della verifica			Verificato	

Verifica in direzione trasversale

La verifica a fessurazione della soletta in direzione trasversale è stata effettuata per la zona di appoggio sulle travi metalliche. I carichi considerati sono: il peso della soletta, i carichi permanenti ed i carichi mobili. Nelle tabelle seguenti sono riportate in dettaglio le verifiche relative agli sbalzi destro e sinistro, nel caso in cui il carico accidentale q_{1a} sia posizionato in modo tale da massimizzare il momento flettente.

--- **Verifica a fessurazione secondo D.M. 09/01/1996** ---

GEOMETRIA DELLA SEZIONE E CARATTERISTICHE MATERIALI

Calcestruzzo Rck [daNcm ⁻²]	400
Tipo acciaio	FeB44k
Modulo elastico acciaio [daNcm ⁻²]	2100000
Tensione ammissibile cls σ_{camm} [daNcm ⁻²]	122,5
Resistenza a trazione del cls f_{ctk} [daNcm ⁻²]	26,53
Tensione ammissibile acciaio σ_{samm} [daNcm ⁻²]	2600
Altezza della sezione h [cm]	35
Larghezza della sezione b [cm]	100
Spaziatura verticale delle barre S [cm]	0,00
Spaziatura orizzontale delle barre s [cm]	10,00
Ricoprimento dell'armatura c [cm]	2,70

SOLLECITAZIONI DI PROGETTO

Forza assiale di progetto [daN]	0
Momento flettente di progetto [daN]	26050

CALCOLO DISTANZA MEDIA FRA LE FESSURE

Coefficiente k2	0,4
Coefficiente k3	0,125
Altezza efficace d_{eff} [cm]	8,13
Larghezza efficace b_{eff} [cm]	100,00
Area efficace $A_{c,eff}$ [cm ²]	813,49
Area efficace A_s [cm ²]	42,25
Coefficiente ρ_r	0,052
	9,90

CALCOLO DELLA DEFORMAZIONE MEDIA DELL'ARMATURA

Tensione σ_s [daNcm ⁻²]	2321,35
Tensione σ_r [daNcm ⁻²]	880,61
Coefficiente β_1	1
Coefficiente β_2	0,5
Deformazione unitaria media ϵ_{sm}	1,03E-03

CALCOLO AMPIEZZA FESSURE

Ampiezza delle fessure w_k [mm]	0,173
Coefficiente di riduzione	0,74
Ampiezza delle fessure ridotta w_{rid} [mm]	0,128
Ampiezza massima ammissibile w [mm]	0,200

--- Verifica a fessurazione secondo D.M. 09/01/1996 ---	
GEOMETRIA DELLA SEZIONE E CARATTERISTICHE MATERIALI	
Calcestruzzo R_{ck} [daNcm^{-2}]	400
Tipo acciaio	FeB44k
Modulo elastico acciaio [daNcm^{-2}]	2100000
Tensione ammissibile cls σ_{camm} [daNcm^{-2}]	122,5
Resistenza a trazione del cls f_{ctk} [daNcm^{-2}]	26,53
Tensione ammissibile acciaio σ_{samm} [daNcm^{-2}]	2600
Altezza della sezione h [cm]	35
Larghezza della sezione b [cm]	100
Spaziatura verticale delle barre S [cm]	0,00
Spaziatura orizzontale delle barre s [cm]	10,00
Ricoprimento dell'armatura c [cm]	2,70
SOLLECITAZIONI DI PROGETTO	
Forza assiale di progetto [daN]	0
Momento flettente di progetto [daN]	20252
CALCOLO DISTANZA MEDIA FRA LE FESSURE	
Coefficiente k_2	0,4
Coefficiente k_3	0,125
Altezza efficace d_{eff} [cm]	8,13
Larghezza efficace b_{eff} [cm]	100,00
Area efficace $A_{c,eff}$ [cm^2]	813,49
Area efficace A_s [cm^2]	42,25
Coefficiente ρ_r	0,052
	9,90
CALCOLO DELLA DEFORMAZIONE MEDIA DELL'ARMATURA	
Tensione σ_s [daNcm^{-2}]	1804,68
Tensione σ_r [daNcm^{-2}]	880,61
Coefficiente β_1	1
Coefficiente β_2	0,5
Deformazione unitaria media ϵ_{sm}	7,57E-04
CALCOLO AMPIEZZA FESSURE	
Ampiezza delle fessure w_k [mm]	0,127
Coefficiente di riduzione	0,74
Ampiezza delle fessure ridotta w_{rid} [mm]	0,094
Ampiezza massima ammissibile w [mm]	0,100

PARTE II : APPOGGI, GIUNTI E RITEGNI SISMICI

1 Dimensionamento degli appoggi

Nelle tabelle seguenti è riportato il dettaglio delle reazioni verticali per ogni singolo appoggio ed il calcolo dell'azione sismica in direzione trasversale; con queste azioni è stata dimensionata la capacità orizzontale e verticale di ogni appoggio in PTFE (fissi, unidirezionali e multidirezionali), come riportato anche nelle tavole progettuali. Nella determinazione delle reazioni verticali degli appoggi verranno considerate due condizioni di carico:

- 1) P.p. acciaio + p.p. soletta + permanenti + ritiro + vento + ΔT_{neg} + carichi mobili;
- 2) P.p. acciaio + p.p. soletta + permanenti + vento + ΔT_{pos} + carichi mobili.

	Acciaio	Soletta	Perm.	Ritiro	Vento	Δt Neg.	Δt Pos.	Mobili	Coeff. Din.	Rv Comb. 1	Rv Comb. 2	V
	(kN)	(kN)	(kN)	(kN)	(kN)	(kN)	(kN)	(kN)	(kN)	(kN)	(kN)	(kN)
Spalla A	227,98	760,96	291,71	-104,20	130,59	-40,90	81,81	1616	1,18	2882	3109	3500
Pila 1	861,83	2172,22	795,45	138,79	348,97	53,15	-106,30	3033	1,18	7403	7105	9000
Pila 2	945,69	2432,87	909,68	-57,91	402,23	-20,50	41,01	3345	1,17	7957	8076	9000
Pila 3	1019,69	2701,48	981,87	131,37	429,14	50,84	-101,68	3420	1,20	8735	8451	9000
Spalla B	163,02	542,88	217,30	-108,06	99,07	-42,58	85,16	1567	1,20	2439	2675	3500

- Reazioni (Rv) e capacità verticale (V) appoggi carreggiata sinistra -

	W (massa appoggio)	C	R	ϵ	Rh (sisma)	HT
	(kN)				(kN)	(kN)
Spalla A	2561	0,04	1	1,2	307	400
Pila 1	7659	0,04	1	1,2	919	1300
Pila 2	8576	0,04	1	1,2	1029	1300
Pila 3	9406	0,04	1	1,2	1129	1300
Spalla B	1846	0,04	1	1,2	222	400

- Azione sismica trasversale (Rh) e capacità orizzontale (HT) appoggi carreggiata sinistra -

I valori delle capacità verticali e orizzontali degli appoggi della carreggiata destra sono stati estrapolati per analogia dal calcolo della carreggiata sinistra in quanto le luci delle campate delle due carreggiate sono simili tranne per la prima campata della carreggiata destra che risulta più corta.

2 Ritegni sismici

L'azione sismica longitudinale del viadotto è riportata alla spalla SA mediante dispositivi di ritegno elastico. La forza sul ritegno è stata calcolata schematizzando il viadotto come un oscillatore semplice in cui la massa è rappresentata dall'impalcato e la molla dal ritegno elastico.

Per determinare la forza sismica longitudinale da affidare al ritegno è stato calcolato il periodo proprio di oscillazione mediante la formula $t = 2\pi \cdot \sqrt{\frac{m}{k}}$.

Nella tabella seguente viene riportato il calcolo della forza sismica longitudinale da affidare ad ogni ritegno e il relativo spostamento:

CALCOLO RITEGNI SISMICI VIADOTTO:		4 - CARR. SX	
Peso Viadotto	30050	(kN)	
Massa	3063		
N° Ritegni	2		
Periodo	1,229	sec	
COEFFICIENTI SISMICI			
Categoria zona sismica	3°		
Grado di sismicità S =	6		
Coefficiente di intensità C =	0,04		
Coefficiente di fondazione ϵ =	1,2		
Coefficiente di protezione I =	1		
Coefficiente di struttura β =	2,5		
Coefficiente di risposta R =	0,751		
Coeff. Sismico totale $C \cdot \epsilon \cdot I \cdot \beta \cdot R$ =	0,090		
Azione su un ritegno	1360	(kN)	
Spostamento	± 35	(mm)	



3 Giunti di dilatazione

I giunti di dilatazione in gomma armata sono dimensionati considerando, a favore di sicurezza, una variazione termica di ± 40 °C sull'intero impalcato. Con tale valore si intendono inglobati anche gli effetti del ritiro della soletta in cls.

L'escursione del giunto sulla spalla SA è stata dimensionata in modo tale da consentire lo spostamento elastico del viadotto sotto l'effetto del sisma.

L'escursione del giunto sulla spalla SB è stata dimensionata in modo tale da consentire lo spostamento elastico del viadotto sotto l'effetto del sisma + una variazione termica di ± 40 °C.

Le caratteristiche geometriche dei giunti adottati sono riportate nelle tavole di progetto.



APPENDICE A: Sollecitazioni di Calcolo dell'Impalcato



Sezione	Ascissa (m)	Sez. tipo	g1		g2		q1 + q2 (Carichi Mobili + Effetto Dinamico)						VENTO		e2 - RITIRO				e3 - VARIAZIONE TERMICA POSITIVA				e3 - VARIAZIONE TERMICA NEGATIVA								
			acciaio + soletta		permanenti portati		Tmin		Tmax		Mmin		Mmax		q5		EFFETTI ISOSTATICI		EFFETTI IPERSTATICI		EFFETTI ISOSTATICI		EFFETTI IPERSTATICI		EFFETTI ISOSTATICI		EFFETTI IPERSTATICI				
			T (KN)	M (KNm)	T (KN)	M (KNm)	T (KN)	M (KNm)	T (KN)	M (KNm)	T (KN)	M (KNm)	T (KN)	M (KNm)	T (KN)	M (KNm)	N (KN)	N (KN)	M (KNm)	T (KN)	M (KNm)	N (KN)	N (KN)	M (KNm)	T (KN)	M (KNm)	N (KN)	N (KN)	M (KNm)	T (KN)	M (KNm)
1	0,00	1	989	0	292	0	1616	0	-156	0	0	0	0	0	131	0	4115	-4115	3427	-104	0	-6350	6350	-2756	82	0	3175	-3175	1378	-41	0
2	2,00	1	870	1859	258	549	1482	2964	-159	-214	-156	-311	1137	2964	116	246	4115	-4115	3427	-104	-208	-6350	6350	-2756	82	164	3175	-3175	1378	-41	-82
3	4,00	1	752	3481	224	1031	1354	5416	-207	-1758	-156	-622	1010	5416	101	462	4115	-4115	3427	-104	-417	-6350	6350	-2756	82	327	3175	-3175	1378	-41	-164
4	6,00	1	633	4865	190	1444	1233	7395	-267	-3050	-156	-933	634	7422	86	649	4115	-4115	3427	-104	-625	-6350	6350	-2756	82	491	3175	-3175	1378	-41	-245
5	8,00	1	514	6012	156	1790	1117	8937	-327	-4105	-156	-1244	514	9113	71	805	4115	-4115	3427	-104	-834	-6350	6350	-2756	82	654	3175	-3175	1378	-41	-327
6	10,00	1	395	6922	122	2067	1008	10080	-387	-4944	-156	-1555	740	10490	56	931	4115	-4115	3427	-104	-1042	-6350	6350	-2756	82	818	3175	-3175	1378	-41	-409
7	12,00	7	277	7594	88	2277	905	10862	-452	-5668	-156	-1866	602	11603	41	1027	4115	-4115	3427	-104	-1250	-6350	6350	-2756	82	982	3175	-3175	1378	-41	-491
8	14,00	7	158	8029	54	2418	809	11320	-521	-6268	-156	-2177	524	12454	26	1093	4115	-4115	3427	-104	-1459	-6350	6350	-2756	82	1145	3175	-3175	1378	-41	-573
9	16,00	7	39	8226	20	2491	718	11492	-596	-6717	-156	-2488	386	13045	11	1129	4115	-4115	3427	-104	-1667	-6350	6350	-2756	82	1309	3175	-3175	1378	-41	-654
10	18,00	7	-79	8186	-14	2497	634	11414	-676	-6988	-156	-2799	-75	13378	-4	1136	4115	-4115	3427	-104	-1876	-6350	6350	-2756	82	1473	3175	-3175	1378	-41	-736
11	20,00	7	-198	7909	-48	2434	556	11123	-760	-7058	-156	-3110	-192	13457	-19	1112	4115	-4115	3427	-104	-2084	-6350	6350	-2756	82	1636	3175	-3175	1378	-41	-818
12	22,00	7	-317	7394	-82	2304	484	10655	-848	-6905	-156	-3421	-309	13284	-34	1058	4115	-4115	3427	-104	-2292	-6350	6350	-2756	82	1800	3175	-3175	1378	-41	-900
13	24,00	7	-435	6642	-116	2105	419	10047	-940	-6512	-156	-3732	-425	12865	-49	974	4115	-4115	3427	-104	-2501	-6350	6350	-2756	82	1963	3175	-3175	1378	-41	-982
14	26,00	7	-554	5652	-150	1838	359	9332	-1036	-5860	-156	-4044	-195	12205	-64	860	4115	-4115	3427	-104	-2709	-6350	6350	-2756	82	2127	3175	-3175	1378	-41	-1064
15	28,00	1	-673	4425	-184	1504	305	8541	-1135	-4937	-156	-4355	-655	11309	-79	717	4115	-4115	3427	-104	-2918	-6350	6350	-2756	82	2291	3175	-3175	1378	-41	-1145
16	30,00	1	-802	2951	-218	1101	256	7693	-1238	-3729	-156	-4666	-769	10176	-94	543	4115	-4115	3427	-104	-3126	-6350	6350	-2756	82	2454	3175	-3175	1378	-41	-1227
17	32,00	1	-930	1219	-252	631	213	6808	-1343	-2217	-156	-4977	-883	8800	-109	339	4115	-4115	3427	-104	-3334	-6350	6350	-2756	82	2618	3175	-3175	1378	-41	-1309
18	34,00	1	-1059	-771	-286	92	174	5916	-1452	-388	-156	-5288	-997	7178	-124	105	4115	-4115	3427	-104	-3543	-6350	6350	-2756	82	2781	3175	-3175	1378	-41	-1391
19	36,00	1	-1188	-3018	-320	-514	140	5025	-1563	-1767	-484	-5914	-782	5636	-139	-159	4115	-4115	3427	-104	-3751	-6350	6350	-2756	82	2945	3175	-3175	1378	-41	-1473
20	38,00	1	-1317	-5523	-354	-1189	109	4132	-1676	-4221	-786	-7192	-248	4485	-154	-452	4115	-4115	3427	-104	-3960	-6350	6350	-2756	82	3109	3175	-3175	1378	-41	-1554
21	40,50	4	-1496	-9038	-397	-2128	77	3115	-1816	-7574	-1134	-9602	-594	3321	-173	-862	4115	-4115	3427	-104	-4220	-6350	6350	-2756	82	3313	3175	-3175	1378	-41	-1657
22	43,00	4	-1675	-13001	-439	-3173	71	3065	-1953	-11222	-1560	-12957	71	3065	-192	-1318	4115	-4115	3427	-104	-4481	-6350	6350	-2756	82	3518	3175	-3175	1378	-41	-1759
23	43,00	4	1359	-13001	356	-3173	1925	-11079	-335	3030	1395	-12811	-335	3030	157	-1318	4115	-4115	3427	35	-4481	-6350	6350	-2756	-24	3518	3175	-3175	1378	12	-1759
24	45,50	4	1180	-9828	314	-2336	1786	-7466	-338	2276	1101	-9680	8	2786	138	-949	4115	-4115	3427	35	-4394	-6350	6350	-2756	-24	3457	3175	-3175	1378	12	-1728
25	48,00	1	1001	-7101	271	-1605	1645	-4161	-350	3013	749	-7366	384	3413	120	-627	4115	-4115	3427	35	-4308	-6350	6350	-2756	-24	3395	3175	-3175	1378	12	-1698
26	50,00	1	872	-5228	237	-1096	1532	-1753	-387	3439	469	-6147	207	4140	105	-403	4115	-4115	3427	35	-4238	-6350	6350	-2756	-24	3346	3175	-3175	1378	12	-1673
27	52,00	1	743	-3613	203	-656	1421	-348	-428	3832	232	-5469	326	5139	90	-208	4115	-4115	3427	35	-4169	-6350	6350	-2756	-24	3297	3175	-3175	1378	12	-1649
28	54,00	1	615	-2255	169	-284	1313	-2121	-474	4194	-95	-5645	543	6749	75	-44	4115	-4115	3427	35	-4100	-6350	6350	-2756	-24	3248	3175	-3175	1378	12	-1624
29	56,00	1	486	-1154	135	21	1208	-3580	-525	4517	-95	-5835	428	8123	60	90	4115	-4115	3427	35	-4031	-6350	6350	-2756	-24	3199	3175	-3175	1378	12	-1600
30	58,00	7	357	-312	101	257	1108	-4744	-581	4770	-95	-6025	654	9250	45	194	4115	-4115	3427	35	-3962	-6350	6350	-2756	-24	3150	3175	-3175	1378	12	-1575
31	60,50	7	209	396	59	457	988	-5817	-659	4959	-95	-6263	169	10321	26	282	4115	-4115	3427	35	-3875	-6350	6350	-2756	-24	3089	3175	-3175	1378	12	-1545
32	63,00	7	60	732	16	550	876	-6505	-746	4968	-95	-6501	366	11017	7	323	4115	-4115	3427	35	-3789	-6350	6350	-2756	-24	3028	3175	-3175	1378	12	-1514
33	65,50	7	-88	697	-26	538	770	-6849	-841	4745	-171	-6844	-120	11335	-12	317	4115	-4115	3427	35	-3702	-6350	6350	-2756	-24	2967	3175	-3175	1378	12	-1483
34	68,00	7	-236	292	-69	419	673	-6896	-944	4236	-171	-7271	76	11273	-30	264	4115	-4115	3427	35	-3616	-6350	6350	-2756	-24	2905	3175	-3175	1378	12	-1453
35	70,50	1	-385	-485	-111	193	584	-6697	-1055	3389	-171	-7698	-409	10832	-49	165	4115	-4115	3427	35	-3529	-6350	6350	-2756	-24	2844	3175	-3175	1378	12	-1422
36	73,00	1	-533	-1632	-154	-138	504	-6301	-1174	2160	-171	-8124	-213	10012	-68	19	4115	-4115	3427	35	-3443	-6350	6350	-2756	-24	2783	3175	-3175	1378	12	-1391
37	74,75	1	-646	-2664	-184	-433	452	-5929	-1261	1047	-171	-8423	-654	9210	-81	-112	4115	-4115	3427	35	-3382	-6350	6350	-2756	-24	2740	3175	-3175	1378	12	-1370
38	76,50	1	-758	-3893	-213	-781	405	-5491	-1352	-293	-171	-8722	-755	8218	-94	-265	4115	-4115	3427	35	-3322	-6350	6350	-2756	-24	2697	3175	-3175	1378	12	-1349
39	78,25	2	-871	-5319	-243	-1180	362	-5010	-1445	-1873	-171	-9021	-515	7029	-107	-441	4115	-4115	3427	35	-3261	-6350	6350	-2756	-24	2654	3175	-3175	1378	12	-1327
40	80,00	2	-984	-6942	-273	-1632	323	-4508	-1542	-3706	-356	-9371	-431	5699	-120	-641	4115	-4115	3427	35	-3200	-6350	6350	-2756	-24	2611	3175	-3175	1378	12	-1306
41	81,50	2	-1080	-8490	-298	-2060	292	-4060	-1626	-5480	-554	-10042	-659	4786	-132	-830	4115	-4115	3427	35	-3149	-6350	6350	-2756	-24	2575	3175	-3175	1378	12	-1287
42	83,00	2	-1177	-10183	-324	-2527	263	-3589	-1712	-7417	-775	-11040	-184	4046	-143	-1036	4115	-4115	3427	35	-3097	-6350	6350	-2756	-24	2538	3175	-3175	1378	12	-1269
43	85,50	5	-1356	-13349	-366	-3389	237	-2456	-1853	-10880	-1161	-13459	-437	3119	-162	-1417	4115	-4115	3427	35	-3010	-6350	6350	-2756	-24	2477	3175	-			

80	163,00	1	778	-900	208	120	1184	1841	-322	8038	317	-7915	224	10693	88	133	4115	-4115	3427	108	-2702	-6350	6350	-2756	-85	2129	3175	-3175	1378	43	-1065
81	165,50	1	629	860	165	586	1060	3020	-400	9005	317	-7123	426	11562	70	331	4115	-4115	3427	108	-2431	-6350	6350	-2756	-85	1916	3175	-3175	1378	43	-958
82	168,00	7	481	2248	123	946	942	3779	-489	9776	317	-6332	-72	12039	51	481	4115	-4115	3427	108	-2161	-6350	6350	-2756	-85	1703	3175	-3175	1378	43	-852
83	170,50	7	333	3265	80	1200	832	4157	-588	10282	317	-5540	-222	12115	32	585	4115	-4115	3427	108	-1891	-6350	6350	-2756	-85	1490	3175	-3175	1378	43	-745
84	173,00	7	184	3912	38	1347	729	4198	-697	10449	317	-4749	-372	11784	13	642	4115	-4115	3427	108	-1621	-6350	6350	-2756	-85	1277	3175	-3175	1378	43	-639
85	175,50	7	36	4187	-5	1388	634	3954	-816	10199	317	-3957	-522	11038	-5	652	4115	-4115	3427	108	-1351	-6350	6350	-2756	-85	1065	3175	-3175	1378	43	-532
86	178,00	7	-112	4091	-47	1323	548	3480	-946	9456	317	-3166	-323	9873	-24	616	4115	-4115	3427	108	-1081	-6350	6350	-2756	-85	852	3175	-3175	1378	43	-426
87	180,50	7	-261	3625	-90	1152	469	2791	-1086	8143	317	-2374	-824	8284	-43	532	4115	-4115	3427	108	-810	-6350	6350	-2756	-85	639	3175	-3175	1378	43	-319
88	183,00	7	-409	2788	-132	874	389	1732	-1236	6180	317	-1583	-886	6180	-62	402	4115	-4115	3427	108	-540	-6350	6350	-2756	-85	426	3175	-3175	1378	43	-213
89	185,50	7	-558	1579	-175	490	322	-640	-1397	3491	317	-791	-1046	3491	-80	224	4115	-4115	3427	108	-270	-6350	6350	-2756	-85	213	3175	-3175	1378	43	-106
90	188,00	7	-706	0	-217	0	317	0	-1567	0	0	0	0	0	-99	0	4115	-4115	3427	108	0	-6350	6350	-2756	-85	0	3175	-3175	1378	43	0





APPENDICE B: Modelli di Calcolo dell'Impalcato

Generalità

Nella presente appendice si riportano per esteso i listati di input, in formato SAP 2000, per i modelli di calcolo utilizzati:

- *Modello 1*: ottenuto considerando le proprietà inerziali delle sole travi metalliche ed utilizzato per la valutazione degli effetti indotti dal peso proprio della carpenteria metallica e della soletta;
- *Modello 2*: ottenuto considerando le proprietà inerziali ideali della sezione composta con soletta collaborante omogeneizzata all'acciaio mediante coefficiente 6. Il modello è utilizzato per la valutazione degli effetti indotti dalle azioni di breve durata (azione del vento, carichi mobili, variazioni termiche);
- *Modello 3*: ottenuto considerando le proprietà inerziali ideali della sezione mista con soletta collaborante omogeneizzata all'acciaio mediante coefficiente 20. Il modello è utilizzato per la valutazione degli effetti indotti dalle azioni di lunga durata (carichi permanenti, ritiro).

Nei modelli 2 e 3 si tiene conto della riduzione di rigidità della sezione composta in prossimità degli appoggi interni per la fessurazione della soletta, trascurando il contributo inerziale del calcestruzzo su un tratto di lunghezza pari al 15 % delle luci delle due campate adiacenti e mettendo comunque in conto il contributo inerziale delle armature presenti entro la larghezza collaborante.

Nelle tabelle delle pagine successive tali modelli sono espressi con le seguenti sigle:

- ACC+CLS BT = sezione mista acciaio-calcestruzzo per azioni di breve termine;
- ACC+CLS LT = sezione mista acciaio-calcestruzzo per azioni di lungo termine;
- SOLO ACC = sezione con solo acciaio;
- ACC+ARM = sezione con acciaio ed armature metalliche (per le sezioni d'appoggio).

Viadotto 4

DESCRIZIONE DEL MODELLO:

modello con le proprietà geometriche della sola sezione in acciaio

SYSTEM
DOF=UX,UY,UZ,RX,RY,RZ LENGTH=m FORCE=KN LINES=59

JOINT

1	X=0.00	Y=0.00	Z=0.00
2	X=0.00	Y=10.00	Z=0.00
3	X=0.00	Y=28.00	Z=0.00
4	X=0.00	Y=36.00	Z=0.00
5	X=0.00	Y=38.00	Z=0.00
6	X=0.00	Y=43.00	Z=0.00
7	X=0.00	Y=48.00	Z=0.00
8	X=0.00	Y=50.00	Z=0.00
9	X=0.00	Y=58.00	Z=0.00
10	X=0.00	Y=63.00	Z=0.00
11	X=0.00	Y=68.00	Z=0.00
12	X=0.00	Y=73.00	Z=0.00
13	X=0.00	Y=80.00	Z=0.00
14	X=0.00	Y=83.00	Z=0.00
15	X=0.00	Y=88.00	Z=0.00
16	X=0.00	Y=93.00	Z=0.00
17	X=0.00	Y=95.00	Z=0.00
18	X=0.00	Y=103.00	Z=0.00
19	X=0.00	Y=108.00	Z=0.00
20	X=0.00	Y=113.00	Z=0.00
21	X=0.00	Y=118.00	Z=0.00
22	X=0.00	Y=123.00	Z=0.00
23	X=0.00	Y=128.00	Z=0.00
24	X=0.00	Y=133.00	Z=0.00
25	X=0.00	Y=141.00	Z=0.00
26	X=0.00	Y=143.00	Z=0.00
27	X=0.00	Y=148.00	Z=0.00
28	X=0.00	Y=153.00	Z=0.00
29	X=0.00	Y=156.00	Z=0.00
30	X=0.00	Y=163.00	Z=0.00
31	X=0.00	Y=168.00	Z=0.00
32	X=0.00	Y=173.00	Z=0.00
33	X=0.00	Y=178.00	Z=0.00
34	X=0.00	Y=183.00	Z=0.00
35	X=0.00	Y=188.00	Z=0.00

RESTRAINT

ADD=1	DOF=U1,U2,U3,R2,R3
ADD=2	DOF=U1,R2,R3
ADD=3	DOF=U1,R2,R3
ADD=4	DOF=U1,R2,R3
ADD=5	DOF=U1,R2,R3
ADD=6	DOF=U1,U3,R2,R3
ADD=7	DOF=U1,R2,R3
ADD=8	DOF=U1,R2,R3
ADD=9	DOF=U1,R2,R3
ADD=10	DOF=U1,R2,R3
ADD=11	DOF=U1,R2,R3
ADD=12	DOF=U1,R2,R3
ADD=13	DOF=U1,R2,R3
ADD=14	DOF=U1,R2,R3
ADD=15	DOF=U1,U3,R2,R3
ADD=16	DOF=U1,R2,R3
ADD=17	DOF=U1,R2,R3
ADD=18	DOF=U1,R2,R3
ADD=19	DOF=U1,R2,R3
ADD=20	DOF=U1,R2,R3
ADD=21	DOF=U1,R2,R3
ADD=22	DOF=U1,R2,R3
ADD=23	DOF=U1,R2,R3
ADD=24	DOF=U1,R2,R3
ADD=25	DOF=U1,R2,R3
ADD=26	DOF=U1,R2,R3
ADD=27	DOF=U1,U3,R2,R3
ADD=28	DOF=U1,R2,R3
ADD=29	DOF=U1,R2,R3
ADD=30	DOF=U1,R2,R3
ADD=31	DOF=U1,R2,R3
ADD=32	DOF=U1,R2,R3
ADD=33	DOF=U1,R2,R3
ADD=34	DOF=U1,R2,R3

ADD=35 DOF=U1,U3,R2,R3

PATTERN
NAME=TEMP
NAME=PRES

MATERIAL
NAME=1FR IDES=N
T=0 E=206000000 U=0.0 A=0
NAME=2FR IDES=N
T=0 E=206000000 U=0.0 A=0
NAME=3FR IDES=N
T=0 E=206000000 U=0.0 A=0
NAME=4FR IDES=N
T=0 E=206000000 U=0.0 A=0
NAME=5FR IDES=N
T=0 E=206000000 U=0.0 A=0
NAME=6FR IDES=N
T=0 E=206000000 U=0.0 A=0
NAME=7FR IDES=N
T=0 E=206000000 U=0.0 A=0
NAME=8FR IDES=N
T=0 E=206000000 U=0.0 A=0
NAME=9FR IDES=N
T=0 E=206000000 U=0.0 A=0
NAME=10FR IDES=N
T=0 E=206000000 U=0.0 A=0
NAME=11FR IDES=N
T=0 E=206000000 U=0.0 A=0
NAME=12FR IDES=N
T=0 E=206000000 U=0.0 A=0
NAME=STEEL IDES=S M=7.8271 W=76.81954
T=0 E=1.99948E+08 U=.3 A=.0000117
NAME=CONC IDES=C M=2.40068 W=23.56161
T=0 E=2.482113E+07 U=.2 A=.0000099

FRAME SECTION
; Elenco MATERIALI (ST = Sezione Tipo GEOMETRICA)
NAME=1 MAT=1FR A=0.4496 J=0 I=0.3519347,0 AS=0,0 T=1,1 ; ST=1 (Acc+Cls BT)
NAME=2 MAT=2FR A=0.2340 J=0 I=0.2724244,0 AS=0,0 T=1,1 ; ST=1 (Acc+Cls LT)
NAME=3 MAT=3FR A=0.1416 J=0 I=0.1657169,0 AS=0,0 T=1,1 ; ST=1 (Acc+Arm)
NAME=4 MAT=4FR A=0.1216 J=0 I=0.1209402,0 AS=0,0 T=1,1 ; ST=1 (Solo Acc)
NAME=5 MAT=5FR A=0.5137 J=0 I=0.4807965,0 AS=0,0 T=1,1 ; ST=2 (Acc+Cls BT)
NAME=6 MAT=6FR A=0.2981 J=0 I=0.3594915,0 AS=0,0 T=1,1 ; ST=2 (Acc+Cls LT)
NAME=7 MAT=7FR A=0.2057 J=0 I=0.2306857,0 AS=0,0 T=1,1 ; ST=2 (Acc+Arm)
NAME=8 MAT=8FR A=0.1857 J=0 I=0.1855619,0 AS=0,0 T=1,1 ; ST=2 (Solo Acc)
NAME=9 MAT=9FR A=0.6202 J=0 I=0.6687209,0 AS=0,0 T=1,1 ; ST=3 (Acc+Cls BT)
NAME=10 MAT=10FR A=0.4046 J=0 I=0.5048040,0 AS=0,0 T=1,1 ; ST=3 (Acc+Cls LT)
NAME=11 MAT=11FR A=0.3122 J=0 I=0.3659165,0 AS=0,0 T=1,1 ; ST=3 (Acc+Arm)
NAME=12 MAT=12FR A=0.2784 J=0 I=0.2914210,0 AS=0,0 T=1,1 ; ST=3 (Solo Acc)

FRAME
; Elenco ASTE (L = Lunghezza; ST = Sezione Tipo GEOMETRICA)
1 J=1,2 SEC=4 NSEG=5 ANG=0 ; L=10,00 - ST=1 (Solo Acc) - q=13,55
2 J=2,3 SEC=4 NSEG=9 ANG=0 ; L=18,00 - ST=1 (Solo Acc) - q=13,55
3 J=3,4 SEC=8 NSEG=4 ANG=0 ; L=8,00 - ST=2 (Solo Acc) - q=18,58
4 J=4,5 SEC=8 NSEG=1 ANG=0 ; L=2,00 - ST=2 (Solo Acc) - q=18,58
5 J=5,6 SEC=12 NSEG=2 ANG=0 ; L=5,00 - ST=3 (Solo Acc) - q=25,85
6 J=6,7 SEC=12 NSEG=2 ANG=0 ; L=5,00 - ST=3 (Solo Acc) - q=25,85
7 J=7,8 SEC=8 NSEG=1 ANG=0 ; L=2,00 - ST=2 (Solo Acc) - q=18,58
8 J=8,9 SEC=8 NSEG=4 ANG=0 ; L=8,00 - ST=2 (Solo Acc) - q=18,58
9 J=9,10 SEC=4 NSEG=2 ANG=0 ; L=5,00 - ST=1 (Solo Acc) - q=13,55
10 J=10,11 SEC=4 NSEG=2 ANG=0 ; L=5,00 - ST=1 (Solo Acc) - q=13,55
11 J=11,12 SEC=4 NSEG=2 ANG=0 ; L=5,00 - ST=1 (Solo Acc) - q=13,55
12 J=12,13 SEC=8 NSEG=4 ANG=0 ; L=7,00 - ST=2 (Solo Acc) - q=18,58
13 J=13,14 SEC=8 NSEG=2 ANG=0 ; L=3,00 - ST=2 (Solo Acc) - q=18,58
14 J=14,15 SEC=12 NSEG=2 ANG=0 ; L=5,00 - ST=3 (Solo Acc) - q=25,85
15 J=15,16 SEC=12 NSEG=2 ANG=0 ; L=5,00 - ST=3 (Solo Acc) - q=25,85
16 J=16,17 SEC=8 NSEG=1 ANG=0 ; L=2,00 - ST=2 (Solo Acc) - q=18,58
17 J=17,18 SEC=8 NSEG=4 ANG=0 ; L=8,00 - ST=2 (Solo Acc) - q=18,58
18 J=18,19 SEC=4 NSEG=2 ANG=0 ; L=5,00 - ST=1 (Solo Acc) - q=13,55
19 J=19,20 SEC=4 NSEG=2 ANG=0 ; L=5,00 - ST=1 (Solo Acc) - q=13,55
20 J=20,21 SEC=4 NSEG=2 ANG=0 ; L=5,00 - ST=1 (Solo Acc) - q=13,55
21 J=21,22 SEC=4 NSEG=2 ANG=0 ; L=5,00 - ST=1 (Solo Acc) - q=13,55
22 J=22,23 SEC=4 NSEG=2 ANG=0 ; L=5,00 - ST=1 (Solo Acc) - q=13,55
23 J=23,24 SEC=4 NSEG=2 ANG=0 ; L=5,00 - ST=1 (Solo Acc) - q=13,55
24 J=24,25 SEC=8 NSEG=4 ANG=0 ; L=8,00 - ST=2 (Solo Acc) - q=18,58
25 J=25,26 SEC=8 NSEG=1 ANG=0 ; L=2,00 - ST=2 (Solo Acc) - q=18,58
26 J=26,27 SEC=12 NSEG=2 ANG=0 ; L=5,00 - ST=3 (Solo Acc) - q=25,85
27 J=27,28 SEC=12 NSEG=2 ANG=0 ; L=5,00 - ST=3 (Solo Acc) - q=25,85
28 J=28,29 SEC=8 NSEG=2 ANG=0 ; L=3,00 - ST=2 (Solo Acc) - q=18,58
29 J=29,30 SEC=8 NSEG=4 ANG=0 ; L=7,00 - ST=2 (Solo Acc) - q=18,58
30 J=30,31 SEC=4 NSEG=2 ANG=0 ; L=5,00 - ST=1 (Solo Acc) - q=13,55

```
31 J=31,32 SEC=4 NSEG=2 ANG=0 ; L=5,00 - ST=1 (Solo Acc) - q=13,55
32 J=32,33 SEC=4 NSEG=2 ANG=0 ; L=5,00 - ST=1 (Solo Acc) - q=13,55
33 J=33,34 SEC=4 NSEG=2 ANG=0 ; L=5,00 - ST=1 (Solo Acc) - q=13,55
34 J=34,35 SEC=4 NSEG=2 ANG=0 ; L=5,00 - ST=1 (Solo Acc) - q=13,55
```

; Elenco CARICHI

LOAD

NAME=1

TYPE=DISTRIBUTED SPAN

```
ADD=1 RD=0,1 U2=-13.55,-13.55
ADD=2 RD=0,1 U2=-13.55,-13.55
ADD=3 RD=0,1 U2=-18.58,-18.58
ADD=4 RD=0,1 U2=-18.58,-18.58
ADD=5 RD=0,1 U2=-25.85,-25.85
ADD=6 RD=0,1 U2=-25.85,-25.85
ADD=7 RD=0,1 U2=-18.58,-18.58
ADD=8 RD=0,1 U2=-18.58,-18.58
ADD=9 RD=0,1 U2=-13.55,-13.55
ADD=10 RD=0,1 U2=-13.55,-13.55
ADD=11 RD=0,1 U2=-13.55,-13.55
ADD=12 RD=0,1 U2=-18.58,-18.58
ADD=13 RD=0,1 U2=-18.58,-18.58
ADD=14 RD=0,1 U2=-25.85,-25.85
ADD=15 RD=0,1 U2=-25.85,-25.85
ADD=16 RD=0,1 U2=-18.58,-18.58
ADD=17 RD=0,1 U2=-18.58,-18.58
ADD=18 RD=0,1 U2=-13.55,-13.55
ADD=19 RD=0,1 U2=-13.55,-13.55
ADD=20 RD=0,1 U2=-13.55,-13.55
ADD=21 RD=0,1 U2=-13.55,-13.55
ADD=22 RD=0,1 U2=-13.55,-13.55
ADD=23 RD=0,1 U2=-13.55,-13.55
ADD=24 RD=0,1 U2=-18.58,-18.58
ADD=25 RD=0,1 U2=-18.58,-18.58
ADD=26 RD=0,1 U2=-25.85,-25.85
ADD=27 RD=0,1 U2=-25.85,-25.85
ADD=28 RD=0,1 U2=-18.58,-18.58
ADD=29 RD=0,1 U2=-18.58,-18.58
ADD=30 RD=0,1 U2=-13.55,-13.55
ADD=31 RD=0,1 U2=-13.55,-13.55
ADD=32 RD=0,1 U2=-13.55,-13.55
ADD=33 RD=0,1 U2=-13.55,-13.55
ADD=34 RD=0,1 U2=-13.55,-13.55
```

OUTPUT

```
ELEM=JOINT TYPE=DISP LOAD=1
ELEM=JOINT TYPE=APPL LOAD=1
ELEM=JOINT TYPE=REAC LOAD=1
ELEM=FRAME TYPE=FORCE LOAD=1
```

END



Viadotto 4

DESCRIZIONE DEL MODELLO:

modello con le proprietà geometriche della sezione mista per azioni di lunga durata con soletta fessurata in appoggio

SYSTEM
DOF=UX,UY,UZ,RX,RY,RZ LENGTH=m FORCE=KN LINES=59

JOINT

1	X=0.00	Y=0.00	Z=0.00
2	X=0.00	Y=10.00	Z=0.00
3	X=0.00	Y=28.00	Z=0.00
4	X=0.00	Y=36.00	Z=0.00
5	X=0.00	Y=38.00	Z=0.00
6	X=0.00	Y=43.00	Z=0.00
7	X=0.00	Y=48.00	Z=0.00
8	X=0.00	Y=50.00	Z=0.00
9	X=0.00	Y=58.00	Z=0.00
10	X=0.00	Y=63.00	Z=0.00
11	X=0.00	Y=68.00	Z=0.00
12	X=0.00	Y=73.00	Z=0.00
13	X=0.00	Y=80.00	Z=0.00
14	X=0.00	Y=83.00	Z=0.00
15	X=0.00	Y=88.00	Z=0.00
16	X=0.00	Y=93.00	Z=0.00
17	X=0.00	Y=95.00	Z=0.00
18	X=0.00	Y=103.00	Z=0.00
19	X=0.00	Y=108.00	Z=0.00
20	X=0.00	Y=113.00	Z=0.00
21	X=0.00	Y=118.00	Z=0.00
22	X=0.00	Y=123.00	Z=0.00
23	X=0.00	Y=128.00	Z=0.00
24	X=0.00	Y=133.00	Z=0.00
25	X=0.00	Y=141.00	Z=0.00
26	X=0.00	Y=143.00	Z=0.00
27	X=0.00	Y=148.00	Z=0.00
28	X=0.00	Y=153.00	Z=0.00
29	X=0.00	Y=156.00	Z=0.00
30	X=0.00	Y=163.00	Z=0.00
31	X=0.00	Y=168.00	Z=0.00
32	X=0.00	Y=173.00	Z=0.00
33	X=0.00	Y=178.00	Z=0.00
34	X=0.00	Y=183.00	Z=0.00
35	X=0.00	Y=188.00	Z=0.00

RESTRAINT

ADD=1	DOF=U1,U2,U3,R2,R3
ADD=2	DOF=U1,R2,R3
ADD=3	DOF=U1,R2,R3
ADD=4	DOF=U1,R2,R3
ADD=5	DOF=U1,R2,R3
ADD=6	DOF=U1,U3,R2,R3
ADD=7	DOF=U1,R2,R3
ADD=8	DOF=U1,R2,R3
ADD=9	DOF=U1,R2,R3
ADD=10	DOF=U1,R2,R3
ADD=11	DOF=U1,R2,R3
ADD=12	DOF=U1,R2,R3
ADD=13	DOF=U1,R2,R3
ADD=14	DOF=U1,R2,R3
ADD=15	DOF=U1,U3,R2,R3
ADD=16	DOF=U1,R2,R3
ADD=17	DOF=U1,R2,R3
ADD=18	DOF=U1,R2,R3
ADD=19	DOF=U1,R2,R3
ADD=20	DOF=U1,R2,R3
ADD=21	DOF=U1,R2,R3
ADD=22	DOF=U1,R2,R3
ADD=23	DOF=U1,R2,R3
ADD=24	DOF=U1,R2,R3
ADD=25	DOF=U1,R2,R3
ADD=26	DOF=U1,R2,R3
ADD=27	DOF=U1,U3,R2,R3
ADD=28	DOF=U1,R2,R3
ADD=29	DOF=U1,R2,R3
ADD=30	DOF=U1,R2,R3

ADD=31 DOF=U1,R2,R3
ADD=32 DOF=U1,R2,R3
ADD=33 DOF=U1,R2,R3
ADD=34 DOF=U1,R2,R3
ADD=35 DOF=U1,U3,R2,R3

PATTERN
NAME=TEMP
NAME=PRES

MATERIAL
NAME=1FR IDES=N
T=0 E=206000000 U=0.0 A=0
NAME=2FR IDES=N
T=0 E=206000000 U=0.0 A=0
NAME=3FR IDES=N
T=0 E=206000000 U=0.0 A=0
NAME=4FR IDES=N
T=0 E=206000000 U=0.0 A=0
NAME=5FR IDES=N
T=0 E=206000000 U=0.0 A=0
NAME=6FR IDES=N
T=0 E=206000000 U=0.0 A=0
NAME=7FR IDES=N
T=0 E=206000000 U=0.0 A=0
NAME=8FR IDES=N
T=0 E=206000000 U=0.0 A=0
NAME=9FR IDES=N
T=0 E=206000000 U=0.0 A=0
NAME=10FR IDES=N
T=0 E=206000000 U=0.0 A=0
NAME=11FR IDES=N
T=0 E=206000000 U=0.0 A=0
NAME=12FR IDES=N
T=0 E=206000000 U=0.0 A=0
NAME=STEEL IDES=S M=7.8271 W=76.81954
T=0 E=1.99948E+08 U=.3 A=.0000117
NAME=CONC IDES=C M=2.40068 W=23.56161
T=0 E=2.482113E+07 U=.2 A=.0000099

FRAME SECTION
; Elenco MATERIALI (ST = Sezione Tipo GEOMETRICA)
NAME=1 MAT=1FR A=0.4496 J=0 I=0.3519347,0 AS=0,0 T=1,1 ; ST=1 (Acc+Cls BT)
NAME=2 MAT=2FR A=0.2340 J=0 I=0.2724244,0 AS=0,0 T=1,1 ; ST=1 (Acc+Cls LT)
NAME=3 MAT=3FR A=0.1416 J=0 I=0.1657169,0 AS=0,0 T=1,1 ; ST=1 (Acc+Arm)
NAME=4 MAT=4FR A=0.1216 J=0 I=0.1209402,0 AS=0,0 T=1,1 ; ST=1 (Solo Acc)
NAME=5 MAT=5FR A=0.5137 J=0 I=0.4807965,0 AS=0,0 T=1,1 ; ST=2 (Acc+Cls BT)
NAME=6 MAT=6FR A=0.2981 J=0 I=0.3594915,0 AS=0,0 T=1,1 ; ST=2 (Acc+Cls LT)
NAME=7 MAT=7FR A=0.2057 J=0 I=0.2306857,0 AS=0,0 T=1,1 ; ST=2 (Acc+Arm)
NAME=8 MAT=8FR A=0.1857 J=0 I=0.1855619,0 AS=0,0 T=1,1 ; ST=2 (Solo Acc)
NAME=9 MAT=9FR A=0.6202 J=0 I=0.6687209,0 AS=0,0 T=1,1 ; ST=3 (Acc+Cls BT)
NAME=10 MAT=10FR A=0.4046 J=0 I=0.5048040,0 AS=0,0 T=1,1 ; ST=3 (Acc+Cls LT)
NAME=11 MAT=11FR A=0.3122 J=0 I=0.3659165,0 AS=0,0 T=1,1 ; ST=3 (Acc+Arm)
NAME=12 MAT=12FR A=0.2784 J=0 I=0.2914210,0 AS=0,0 T=1,1 ; ST=3 (Solo Acc)

FRAME
; Elenco ASTE (L = Lunghezza; ST = Sezione Tipo GEOMETRICA)
1 J=1,2 SEC=2 NSEG=5 ANG=0 ; L=10,00 - ST=1 (Acc+Cls LT) - q=13,55
2 J=2,3 SEC=2 NSEG=9 ANG=0 ; L=18,00 - ST=1 (Acc+Cls LT) - q=13,55
3 J=3,4 SEC=6 NSEG=4 ANG=0 ; L=8,00 - ST=2 (Acc+Cls LT) - q=18,58
4 J=4,5 SEC=7 NSEG=1 ANG=0 ; L=2,00 - ST=2 (Acc+Arm) - q=18,58
5 J=5,6 SEC=11 NSEG=2 ANG=0 ; L=5,00 - ST=3 (Acc+Arm) - q=25,85
6 J=6,7 SEC=11 NSEG=2 ANG=0 ; L=5,00 - ST=3 (Acc+Arm) - q=25,85
7 J=7,8 SEC=7 NSEG=1 ANG=0 ; L=2,00 - ST=2 (Acc+Arm) - q=18,58
8 J=8,9 SEC=6 NSEG=4 ANG=0 ; L=8,00 - ST=2 (Acc+Cls LT) - q=18,58
9 J=9,10 SEC=2 NSEG=2 ANG=0 ; L=5,00 - ST=1 (Acc+Cls LT) - q=13,55
10 J=10,11 SEC=2 NSEG=2 ANG=0 ; L=5,00 - ST=1 (Acc+Cls LT) - q=13,55
11 J=11,12 SEC=2 NSEG=2 ANG=0 ; L=5,00 - ST=1 (Acc+Cls LT) - q=13,55
12 J=12,13 SEC=6 NSEG=4 ANG=0 ; L=7,00 - ST=2 (Acc+Cls LT) - q=18,58
13 J=13,14 SEC=7 NSEG=2 ANG=0 ; L=3,00 - ST=2 (Acc+Arm) - q=18,58
14 J=14,15 SEC=11 NSEG=2 ANG=0 ; L=5,00 - ST=3 (Acc+Arm) - q=25,85
15 J=15,16 SEC=11 NSEG=2 ANG=0 ; L=5,00 - ST=3 (Acc+Arm) - q=25,85
16 J=16,17 SEC=7 NSEG=1 ANG=0 ; L=2,00 - ST=2 (Acc+Arm) - q=18,58
17 J=17,18 SEC=6 NSEG=4 ANG=0 ; L=8,00 - ST=2 (Acc+Cls LT) - q=18,58
18 J=18,19 SEC=2 NSEG=2 ANG=0 ; L=5,00 - ST=1 (Acc+Cls LT) - q=13,55
19 J=19,20 SEC=2 NSEG=2 ANG=0 ; L=5,00 - ST=1 (Acc+Cls LT) - q=13,55
20 J=20,21 SEC=2 NSEG=2 ANG=0 ; L=5,00 - ST=1 (Acc+Cls LT) - q=13,55
21 J=21,22 SEC=2 NSEG=2 ANG=0 ; L=5,00 - ST=1 (Acc+Cls LT) - q=13,55
22 J=22,23 SEC=2 NSEG=2 ANG=0 ; L=5,00 - ST=1 (Acc+Cls LT) - q=13,55
23 J=23,24 SEC=2 NSEG=2 ANG=0 ; L=5,00 - ST=1 (Acc+Cls LT) - q=13,55
24 J=24,25 SEC=6 NSEG=4 ANG=0 ; L=8,00 - ST=2 (Acc+Cls LT) - q=18,58
25 J=25,26 SEC=7 NSEG=1 ANG=0 ; L=2,00 - ST=2 (Acc+Arm) - q=18,58
26 J=26,27 SEC=11 NSEG=2 ANG=0 ; L=5,00 - ST=3 (Acc+Arm) - q=25,85

```

27 J=27,28 SEC=11 NSEG=2 ANG=0 ; L=5,00 - ST=3 (Acc+Arm) - q=25,85
28 J=28,29 SEC=7 NSEG=2 ANG=0 ; L=3,00 - ST=2 (Acc+Arm) - q=18,58
29 J=29,30 SEC=6 NSEG=4 ANG=0 ; L=7,00 - ST=2 (Acc+Cls LT) - q=18,58
30 J=30,31 SEC=2 NSEG=2 ANG=0 ; L=5,00 - ST=1 (Acc+Cls LT) - q=13,55
31 J=31,32 SEC=2 NSEG=2 ANG=0 ; L=5,00 - ST=1 (Acc+Cls LT) - q=13,55
32 J=32,33 SEC=2 NSEG=2 ANG=0 ; L=5,00 - ST=1 (Acc+Cls LT) - q=13,55
33 J=33,34 SEC=2 NSEG=2 ANG=0 ; L=5,00 - ST=1 (Acc+Cls LT) - q=13,55
34 J=34,35 SEC=2 NSEG=2 ANG=0 ; L=5,00 - ST=1 (Acc+Cls LT) - q=13,55

```

```

; Elenco CARICHI

```

```

LOAD

```

```

NAME=1

```

```

TYPE=DISTRIBUTED SPAN

```

```

ADD=1 RD=0,1 U2=-13.55,-13.55
ADD=2 RD=0,1 U2=-13.55,-13.55
ADD=3 RD=0,1 U2=-18.58,-18.58
ADD=4 RD=0,1 U2=-18.58,-18.58
ADD=5 RD=0,1 U2=-25.85,-25.85
ADD=6 RD=0,1 U2=-25.85,-25.85
ADD=7 RD=0,1 U2=-18.58,-18.58
ADD=8 RD=0,1 U2=-18.58,-18.58
ADD=9 RD=0,1 U2=-13.55,-13.55
ADD=10 RD=0,1 U2=-13.55,-13.55
ADD=11 RD=0,1 U2=-13.55,-13.55
ADD=12 RD=0,1 U2=-18.58,-18.58
ADD=13 RD=0,1 U2=-18.58,-18.58
ADD=14 RD=0,1 U2=-25.85,-25.85
ADD=15 RD=0,1 U2=-25.85,-25.85
ADD=16 RD=0,1 U2=-18.58,-18.58
ADD=17 RD=0,1 U2=-18.58,-18.58
ADD=18 RD=0,1 U2=-13.55,-13.55
ADD=19 RD=0,1 U2=-13.55,-13.55
ADD=20 RD=0,1 U2=-13.55,-13.55
ADD=21 RD=0,1 U2=-13.55,-13.55
ADD=22 RD=0,1 U2=-13.55,-13.55
ADD=23 RD=0,1 U2=-13.55,-13.55
ADD=24 RD=0,1 U2=-18.58,-18.58
ADD=25 RD=0,1 U2=-18.58,-18.58
ADD=26 RD=0,1 U2=-25.85,-25.85
ADD=27 RD=0,1 U2=-25.85,-25.85
ADD=28 RD=0,1 U2=-18.58,-18.58
ADD=29 RD=0,1 U2=-18.58,-18.58
ADD=30 RD=0,1 U2=-13.55,-13.55
ADD=31 RD=0,1 U2=-13.55,-13.55
ADD=32 RD=0,1 U2=-13.55,-13.55
ADD=33 RD=0,1 U2=-13.55,-13.55
ADD=34 RD=0,1 U2=-13.55,-13.55

```

```

OUTPUT

```

```

ELEM=JOINT TYPE=DISP LOAD=1
ELEM=JOINT TYPE=APPL LOAD=1
ELEM=JOINT TYPE=REAC LOAD=1
ELEM=FRAME TYPE=FORCE LOAD=1

```

```

END

```

Viadotto 4

DESCRIZIONE DEL MODELLO:

modello con le proprietà geometriche della sezione mista per azioni di breve durata con soletta fessurata in appoggio

SYSTEM
DOF=UX,UY,UZ,RX,RY,RZ LENGTH=m FORCE=KN LINES=59

JOINT

1	X=0.00	Y=0.00	Z=0.00
2	X=0.00	Y=10.00	Z=0.00
3	X=0.00	Y=28.00	Z=0.00
4	X=0.00	Y=36.00	Z=0.00
5	X=0.00	Y=38.00	Z=0.00
6	X=0.00	Y=43.00	Z=0.00
7	X=0.00	Y=48.00	Z=0.00
8	X=0.00	Y=50.00	Z=0.00
9	X=0.00	Y=58.00	Z=0.00
10	X=0.00	Y=63.00	Z=0.00
11	X=0.00	Y=68.00	Z=0.00
12	X=0.00	Y=73.00	Z=0.00
13	X=0.00	Y=80.00	Z=0.00
14	X=0.00	Y=83.00	Z=0.00
15	X=0.00	Y=88.00	Z=0.00
16	X=0.00	Y=93.00	Z=0.00
17	X=0.00	Y=95.00	Z=0.00
18	X=0.00	Y=103.00	Z=0.00
19	X=0.00	Y=108.00	Z=0.00
20	X=0.00	Y=113.00	Z=0.00
21	X=0.00	Y=118.00	Z=0.00
22	X=0.00	Y=123.00	Z=0.00
23	X=0.00	Y=128.00	Z=0.00
24	X=0.00	Y=133.00	Z=0.00
25	X=0.00	Y=141.00	Z=0.00
26	X=0.00	Y=143.00	Z=0.00
27	X=0.00	Y=148.00	Z=0.00
28	X=0.00	Y=153.00	Z=0.00
29	X=0.00	Y=156.00	Z=0.00
30	X=0.00	Y=163.00	Z=0.00
31	X=0.00	Y=168.00	Z=0.00
32	X=0.00	Y=173.00	Z=0.00
33	X=0.00	Y=178.00	Z=0.00
34	X=0.00	Y=183.00	Z=0.00
35	X=0.00	Y=188.00	Z=0.00

RESTRAINT

ADD=1	DOF=U1,U2,U3,R2,R3
ADD=2	DOF=U1,R2,R3
ADD=3	DOF=U1,R2,R3
ADD=4	DOF=U1,R2,R3
ADD=5	DOF=U1,R2,R3
ADD=6	DOF=U1,U3,R2,R3
ADD=7	DOF=U1,R2,R3
ADD=8	DOF=U1,R2,R3
ADD=9	DOF=U1,R2,R3
ADD=10	DOF=U1,R2,R3
ADD=11	DOF=U1,R2,R3
ADD=12	DOF=U1,R2,R3
ADD=13	DOF=U1,R2,R3
ADD=14	DOF=U1,R2,R3
ADD=15	DOF=U1,U3,R2,R3
ADD=16	DOF=U1,R2,R3
ADD=17	DOF=U1,R2,R3
ADD=18	DOF=U1,R2,R3
ADD=19	DOF=U1,R2,R3
ADD=20	DOF=U1,R2,R3
ADD=21	DOF=U1,R2,R3
ADD=22	DOF=U1,R2,R3
ADD=23	DOF=U1,R2,R3
ADD=24	DOF=U1,R2,R3
ADD=25	DOF=U1,R2,R3
ADD=26	DOF=U1,R2,R3
ADD=27	DOF=U1,U3,R2,R3
ADD=28	DOF=U1,R2,R3
ADD=29	DOF=U1,R2,R3
ADD=30	DOF=U1,R2,R3
ADD=31	DOF=U1,R2,R3

ADD=32 DOF=U1,R2,R3
ADD=33 DOF=U1,R2,R3
ADD=34 DOF=U1,R2,R3
ADD=35 DOF=U1,U3,R2,R3

PATTERN
NAME=TEMP
NAME=PRES

MATERIAL
NAME=1FR IDES=N
T=0 E=206000000 U=0.0 A=0
NAME=2FR IDES=N
T=0 E=206000000 U=0.0 A=0
NAME=3FR IDES=N
T=0 E=206000000 U=0.0 A=0
NAME=4FR IDES=N
T=0 E=206000000 U=0.0 A=0
NAME=5FR IDES=N
T=0 E=206000000 U=0.0 A=0
NAME=6FR IDES=N
T=0 E=206000000 U=0.0 A=0
NAME=7FR IDES=N
T=0 E=206000000 U=0.0 A=0
NAME=8FR IDES=N
T=0 E=206000000 U=0.0 A=0
NAME=9FR IDES=N
T=0 E=206000000 U=0.0 A=0
NAME=10FR IDES=N
T=0 E=206000000 U=0.0 A=0
NAME=11FR IDES=N
T=0 E=206000000 U=0.0 A=0
NAME=12FR IDES=N
T=0 E=206000000 U=0.0 A=0
NAME=STEEL IDES=S M=7.8271 W=76.81954
T=0 E=1.99948E+08 U=.3 A=.0000117
NAME=CONC IDES=C M=2.40068 W=23.56161
T=0 E=2.482113E+07 U=.2 A=.0000099

FRAME SECTION
; Elenco MATERIALI (ST = Sezione Tipo GEOMETRICA)
NAME=1 MAT=1FR A=0.4496 J=0 I=0.3519347,0 AS=0,0 T=1,1 ; ST=1 (Acc+Cls BT)
NAME=2 MAT=2FR A=0.2340 J=0 I=0.2724244,0 AS=0,0 T=1,1 ; ST=1 (Acc+Cls LT)
NAME=3 MAT=3FR A=0.1416 J=0 I=0.1657169,0 AS=0,0 T=1,1 ; ST=1 (Acc+Arm)
NAME=4 MAT=4FR A=0.1216 J=0 I=0.1209402,0 AS=0,0 T=1,1 ; ST=1 (Solo Acc)
NAME=5 MAT=5FR A=0.5137 J=0 I=0.4807965,0 AS=0,0 T=1,1 ; ST=2 (Acc+Cls BT)
NAME=6 MAT=6FR A=0.2981 J=0 I=0.3594915,0 AS=0,0 T=1,1 ; ST=2 (Acc+Cls LT)
NAME=7 MAT=7FR A=0.2057 J=0 I=0.2306857,0 AS=0,0 T=1,1 ; ST=2 (Acc+Arm)
NAME=8 MAT=8FR A=0.1857 J=0 I=0.1855619,0 AS=0,0 T=1,1 ; ST=2 (Solo Acc)
NAME=9 MAT=9FR A=0.6202 J=0 I=0.6687209,0 AS=0,0 T=1,1 ; ST=3 (Acc+Cls BT)
NAME=10 MAT=10FR A=0.4046 J=0 I=0.5048040,0 AS=0,0 T=1,1 ; ST=3 (Acc+Cls LT)
NAME=11 MAT=11FR A=0.3122 J=0 I=0.3659165,0 AS=0,0 T=1,1 ; ST=3 (Acc+Arm)
NAME=12 MAT=12FR A=0.2784 J=0 I=0.2914210,0 AS=0,0 T=1,1 ; ST=3 (Solo Acc)

FRAME
; Elenco ASTE (L = Lunghezza; ST = Sezione Tipo GEOMETRICA)
1 J=1,2 SEC=1 NSEG=5 ANG=0 ; L=10,00 - ST=1 (Acc+Cls BT) - q=13,55
2 J=2,3 SEC=1 NSEG=9 ANG=0 ; L=18,00 - ST=1 (Acc+Cls BT) - q=13,55
3 J=3,4 SEC=5 NSEG=4 ANG=0 ; L=8,00 - ST=2 (Acc+Cls BT) - q=18,58
4 J=4,5 SEC=7 NSEG=1 ANG=0 ; L=2,00 - ST=2 (Acc+Arm) - q=18,58
5 J=5,6 SEC=11 NSEG=2 ANG=0 ; L=5,00 - ST=3 (Acc+Arm) - q=25,85
6 J=6,7 SEC=11 NSEG=2 ANG=0 ; L=5,00 - ST=3 (Acc+Arm) - q=25,85
7 J=7,8 SEC=7 NSEG=1 ANG=0 ; L=2,00 - ST=2 (Acc+Arm) - q=18,58
8 J=8,9 SEC=5 NSEG=4 ANG=0 ; L=8,00 - ST=2 (Acc+Cls BT) - q=18,58
9 J=9,10 SEC=1 NSEG=2 ANG=0 ; L=5,00 - ST=1 (Acc+Cls BT) - q=13,55
10 J=10,11 SEC=1 NSEG=2 ANG=0 ; L=5,00 - ST=1 (Acc+Cls BT) - q=13,55
11 J=11,12 SEC=1 NSEG=2 ANG=0 ; L=5,00 - ST=1 (Acc+Cls BT) - q=13,55
12 J=12,13 SEC=5 NSEG=4 ANG=0 ; L=7,00 - ST=2 (Acc+Cls BT) - q=18,58
13 J=13,14 SEC=7 NSEG=2 ANG=0 ; L=3,00 - ST=2 (Acc+Arm) - q=18,58
14 J=14,15 SEC=11 NSEG=2 ANG=0 ; L=5,00 - ST=3 (Acc+Arm) - q=25,85
15 J=15,16 SEC=11 NSEG=2 ANG=0 ; L=5,00 - ST=3 (Acc+Arm) - q=25,85
16 J=16,17 SEC=7 NSEG=1 ANG=0 ; L=2,00 - ST=2 (Acc+Arm) - q=18,58
17 J=17,18 SEC=5 NSEG=4 ANG=0 ; L=8,00 - ST=2 (Acc+Cls BT) - q=18,58
18 J=18,19 SEC=1 NSEG=2 ANG=0 ; L=5,00 - ST=1 (Acc+Cls BT) - q=13,55
19 J=19,20 SEC=1 NSEG=2 ANG=0 ; L=5,00 - ST=1 (Acc+Cls BT) - q=13,55
20 J=20,21 SEC=1 NSEG=2 ANG=0 ; L=5,00 - ST=1 (Acc+Cls BT) - q=13,55
21 J=21,22 SEC=1 NSEG=2 ANG=0 ; L=5,00 - ST=1 (Acc+Cls BT) - q=13,55
22 J=22,23 SEC=1 NSEG=2 ANG=0 ; L=5,00 - ST=1 (Acc+Cls BT) - q=13,55
23 J=23,24 SEC=1 NSEG=2 ANG=0 ; L=5,00 - ST=1 (Acc+Cls BT) - q=13,55
24 J=24,25 SEC=5 NSEG=4 ANG=0 ; L=8,00 - ST=2 (Acc+Cls BT) - q=18,58
25 J=25,26 SEC=7 NSEG=1 ANG=0 ; L=2,00 - ST=2 (Acc+Arm) - q=18,58
26 J=26,27 SEC=11 NSEG=2 ANG=0 ; L=5,00 - ST=3 (Acc+Arm) - q=25,85
27 J=27,28 SEC=11 NSEG=2 ANG=0 ; L=5,00 - ST=3 (Acc+Arm) - q=25,85

```

28 J=28,29 SEC=7 NSEG=2 ANG=0 ; L=3,00 - ST=2 (Acc+Arm) - q=18,58
29 J=29,30 SEC=5 NSEG=4 ANG=0 ; L=7,00 - ST=2 (Acc+Cls BT) - q=18,58
30 J=30,31 SEC=1 NSEG=2 ANG=0 ; L=5,00 - ST=1 (Acc+Cls BT) - q=13,55
31 J=31,32 SEC=1 NSEG=2 ANG=0 ; L=5,00 - ST=1 (Acc+Cls BT) - q=13,55
32 J=32,33 SEC=1 NSEG=2 ANG=0 ; L=5,00 - ST=1 (Acc+Cls BT) - q=13,55
33 J=33,34 SEC=1 NSEG=2 ANG=0 ; L=5,00 - ST=1 (Acc+Cls BT) - q=13,55
34 J=34,35 SEC=1 NSEG=2 ANG=0 ; L=5,00 - ST=1 (Acc+Cls BT) - q=13,55

```

; Elenco CARICHI

LOAD

NAME=1

TYPE=DISTRIBUTED SPAN

```

ADD=1 RD=0,1 U2=-13.55,-13.55
ADD=2 RD=0,1 U2=-13.55,-13.55
ADD=3 RD=0,1 U2=-18.58,-18.58
ADD=4 RD=0,1 U2=-18.58,-18.58
ADD=5 RD=0,1 U2=-25.85,-25.85
ADD=6 RD=0,1 U2=-25.85,-25.85
ADD=7 RD=0,1 U2=-18.58,-18.58
ADD=8 RD=0,1 U2=-18.58,-18.58
ADD=9 RD=0,1 U2=-13.55,-13.55
ADD=10 RD=0,1 U2=-13.55,-13.55
ADD=11 RD=0,1 U2=-13.55,-13.55
ADD=12 RD=0,1 U2=-18.58,-18.58
ADD=13 RD=0,1 U2=-18.58,-18.58
ADD=14 RD=0,1 U2=-25.85,-25.85
ADD=15 RD=0,1 U2=-25.85,-25.85
ADD=16 RD=0,1 U2=-18.58,-18.58
ADD=17 RD=0,1 U2=-18.58,-18.58
ADD=18 RD=0,1 U2=-13.55,-13.55
ADD=19 RD=0,1 U2=-13.55,-13.55
ADD=20 RD=0,1 U2=-13.55,-13.55
ADD=21 RD=0,1 U2=-13.55,-13.55
ADD=22 RD=0,1 U2=-13.55,-13.55
ADD=23 RD=0,1 U2=-13.55,-13.55
ADD=24 RD=0,1 U2=-18.58,-18.58
ADD=25 RD=0,1 U2=-18.58,-18.58
ADD=26 RD=0,1 U2=-25.85,-25.85
ADD=27 RD=0,1 U2=-25.85,-25.85
ADD=28 RD=0,1 U2=-18.58,-18.58
ADD=29 RD=0,1 U2=-18.58,-18.58
ADD=30 RD=0,1 U2=-13.55,-13.55
ADD=31 RD=0,1 U2=-13.55,-13.55
ADD=32 RD=0,1 U2=-13.55,-13.55
ADD=33 RD=0,1 U2=-13.55,-13.55
ADD=34 RD=0,1 U2=-13.55,-13.55

```

OUTPUT

```

ELEM=JOINT TYPE=DISP LOAD=1
ELEM=JOINT TYPE=APPL LOAD=1
ELEM=JOINT TYPE=REAC LOAD=1
ELEM=FRAME TYPE=FORCE LOAD=1

```

END