

COMMITTENTE:



PROGETTAZIONE:



U.O. INFRASTRUTTURE SUD

PROGETTO DEFINITIVO

LINEA SALERNO – PONTECAGNANO AEROPORTO
COMPLETAMENTO METROPOLITANA DI SALERNO
TRATTA ARECHI – PONTECAGNANO AEROPORTO

IV VIADOTTI IN INTERFERENZE

IV01 - CAVALCAFERROVIA VIA WENNER Km 1+828
IMPALCATO – RELAZIONE DI CALCOLO

SCALA:

-

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

NN1X 00 D 78 CL IV0100 003 A

Rev.	Descrizione	Redatto	Data	Verificato	Data	Approvato	Data	Autorizzato Data
A	Emissione Esecutiva	A. Polastri	Sett 2020	G. Romano	Sett 2020	M. D'Avino	Sett 2020	D. Tiberti Sett 2020

File: NN1X00D78CLIV0100003A.doc

n. Elab.:

ITALFERR S.p.A.
Direzione Generale
UO Infrastrutture Sud
Dott. Ing. Dario Tiberti
Ordine degli Ingegneri Prov. di Napoli n. 10876

INDICE

1	PREMESSA.....	8
2	NORMATIVA DI RIFERIMENTO	9
3	MATERIALI	10
	CALCESTRUZZO SOLETTA	10
	CALCESTRUZZO PER TRAVI E TRASVERSI PREFABBRICATI – TEMPO T_{∞} (FASE FINALE IN ESERCIZIO).....	10
	ACCIAIO PER C.A. (ARMATURA ORDINARIA).....	11
	ACCIAIO PER ARMATURE DI PRECOMPRESSIONE.....	12
4	CARATTERIZZAZIONE SISMICA DEL SITO.....	13
	VITA NOMINALE E CLASSE D’USO.....	13
	PARAMETRI DI PERICOLOSITÀ SISMICA.....	13
	SPETTRI DI PROGETTO	15
5	DESCRIZIONE DELL’OPERA.....	17
	ESECUZIONE DEL MANUFATTO.....	20
6	ANALISI DEI CARICHI.....	22
	PESO PROPRIO (G1).....	22
	PERMANENTI PORTATI (G2)	22
	<i>Pavimentazione – G2,1</i>	23
	<i>Parapetto e cordolo e barriere di sicurezza – G2,2</i>	23
	<i>Veletta in c.a. – G2,3</i>	23
	<i>Impianti – G2,4</i>	23
	<i>Marciapiedi gettati in seconda fase – G2,5</i>	23
	PRESOLLECITAZIONI DI PROGETTO (P)	24
	RITIRO (E1) E VISCOSITÀ (E4).....	25
	AZIONI VARIABILI DA TRAFFICO.....	28
	<i>Carico mobile stradale</i>	28

<i>Entità dei carichi mobili – Schema di carico 1</i>	29
<i>Disposizione trasversale dei carichi mobili</i>	30
<i>Disposizione longitudinale dei carichi mobili</i>	32
<i>Carichi sui marciapiedi</i>	32
<i>Frenatura (Q3)</i>	32
<i>Forza centrifuga (Q4)</i>	33
VENTO (Q5)	33
AZIONE DELLA NEVE (Q2)	36
AZIONI DELLA TEMPERATURA (Q7)	37
<i>Variatione termica uniforme (ε_2)</i>	37
<i>Variatione termica differenziale (ε_3)</i>	37
URTO DEL VEICOLO IN SVIO SULLA BARRIERA SICURVIA (Q8)	37
AZIONI PARASSITE DEI VINCOLI (Q9)	38
AZIONI SISMICHE (E)	40
7 COMBINAZIONI DI CARICO	41
8 CALCOLO DELLE SOLLECITAZIONI	46
UNITA' DI MISURA E CONVENZIONI DI SEGNO	46
METODO ED IPOTESI DI CALCOLO	46
DATI IMPALCATO	48
<i>Dati geometrici</i>	48
<i>Traversi in campata</i>	49
<i>Traversi in testata</i>	49
<i>Trave prefabbricata V140x210</i>	49
<i>Geometria getto in opera</i>	50
<i>Sezione in campata</i>	51
PARAMETRI DEI MATERIALI	52
RIPARTIZIONE TRASVERSALE DEI CARICHI	52
<i>Parametri di Massonnet</i>	52
<i>Coefficienti</i>	53

ANALISI DEI CARICHI	53
<i>Valori caratteristici delle azioni permanenti</i>	54
<i>Valori caratteristici delle azioni variabili</i>	55
APPLICAZIONE DEL METODO DI MASSONNET	57
<i>peso marciapiede</i>	57
<i>Lineari per trave</i>	57
<i>Carichi mobili per massimo effetto sulla trave 1</i>	57
<i>Carichi mobili per calcolo M max su traverso</i>	58
<i>Carichi mobili per calcolo M min su traverso</i>	58
COEFFICIENTI DI COMBINAZIONE	58
SOLLECITAZIONI SULLA TRAVE ESTERNA	60
<i>Valori caratteristici</i>	60
<i>Valori di combinazione</i>	73
<i>Combinazioni SLU</i>	73
<i>Combinazioni SLE</i>	78
SOLLECITAZIONI SUL TRAVERSO IN CAMPATA	88
<i>Valori caratteristici momenti flettenti</i>	88
<i>Valori di combinazione</i>	93
<i>Combinazioni SLE</i>	95
SOLLECITAZIONI SULLA SOLETTA	99
<i>Valori caratteristici</i>	99
COMBINAZIONI SLU	101
<i>Persistenti/Transitorie</i>	101
COMBINAZIONI SLE.....	102
<i>Combinazioni Rare</i>	102
<i>Combinazioni Frequenti</i>	102
<i>Combinazioni Quasi Permanenti</i>	102
REAZIONI MASSIME AGLI APPOGGI	102
<i>Valori caratteristici reazioni verticali</i>	103

<i>Valori caratteristici reazioni orizzontali</i>	108
<i>Combinazioni</i>	109
DEFORMAZIONI.....	112
<i>Abbassamenti - Prima fase</i>	113
<i>Abbassamenti - Seconda fase</i>	113
<i>Rotazioni agli appoggi</i>	115
AZIONE SISMICA.....	115
<i>Parametri per la determinazione dell'azione sismica</i>	115
<i>Spettro di risposta in accelerazione</i>	116
<i>Azioni sismiche SLE</i>	117
<i>Azione sismica caratteristica</i>	123
<i>Azioni sismiche SLU</i>	124
9 VERIFICA TRAVE ESTERNA.....	132
MODELLO DI CALCOLO	132
CODICE DI CALCOLO	132
DATI DI CALCOLO.....	133
<i>Dati geometrici</i>	133
<i>Armature trave prefabbricata</i>	133
<i>Armature getto in opera</i>	135
<i>Materiali - resistenze di calcolo</i>	137
<i>Cadute di tensione</i>	140
STATI LIMITE DI ESERCIZIO	142
<i>Stato Limite delle tensioni in esercizio - procedimento di calcolo</i>	142
<i>Stato limite di fessurazione travi prefabbricate</i>	142
<i>Stato Limite di deformazione</i>	143
STATI LIMITE ULTIMI.....	144
<i>Stato Limite Ultimo per sollecitazioni flettenti</i>	144
<i>Stato Limite Ultimo per sollecitazioni taglianti e torcenti</i>	144
<i>Stato Limite Ultimo per scorrimento tra i getti</i>	145

VERIFICA DELLE SEZIONI	146
<i>Verifica sezione X=0.00 - Sezione all'appoggio</i>	146
<i>Verifica sezione X=10.66 - Sezione di mezzeria</i>	153
<i>Diagrammi</i>	164
10 VERIFICA DEL TRAVERSO DI CAMPATA	168
VERIFICA DEL TRAVERSO DI TESTATA	177
11 SOLETTA	183
CAMPO INTERMEDIO	183
SBALZO 186	
VERIFICA SBALZO LONGITUDINALE	190
12 VALUTAZIONE ESCURSIONE GIUNTO DI DILATAZIONE	194
13 INCIDENZA ARMATURE	196



LINEA SALERNO – PONTECAGNANO AEROPORTO
COMPLETAMENTO METROPOLITANA DI SALERNO
TRATTA ARECHI – PONTECAGNANO AEROPORTO

IMPALCATO – RELAZIONE DI CALCOLO

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
NN1X	00	D78CL	IV 01 00 003	A	7 di 196

1 PREMESSA

Il presente documento si inserisce nell'ambito della redazione degli elaborati tecnici di progetto definitivo del corpo stradale ferroviario, delle opere d'arte e delle opere interferite relative alla tratta Arechi - Pontecagnano Aeroporto per il completamento della Metropolitana di Salerno Linea Salerno - Pontecagnano Aeroporto.

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

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

L'opera in oggetto è progettata per una vita nominale VN pari a 75 anni. Gli si attribuisce inoltre una classe d'uso III ai sensi del D. M. 14/01/2018, da cui scaturisce un coefficiente d'uso CU = 1.5.

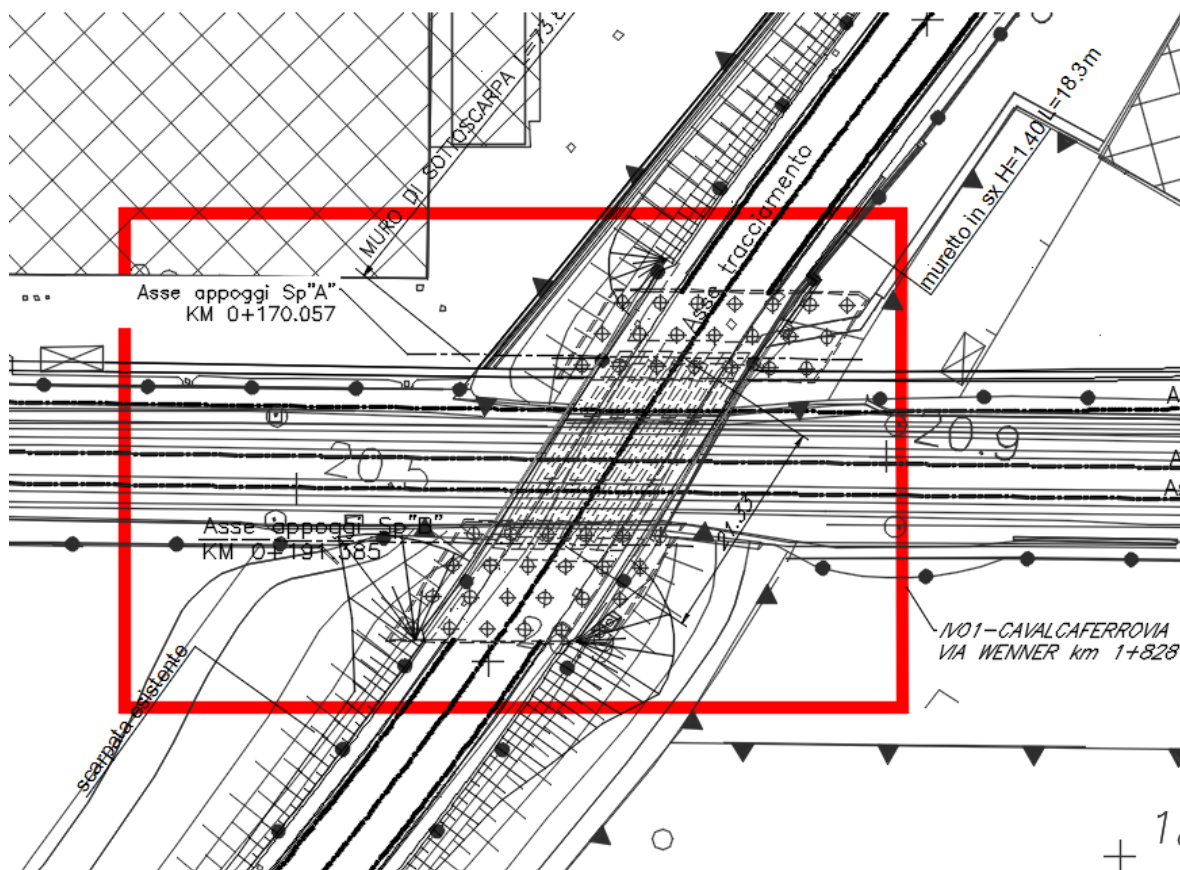


Figura 1 – Stralcio planimetrico

2 **NORMATIVA DI RIFERIMENTO**

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

1. Norme Tecniche per le Costruzioni - D.M. 17-01-18 (NTC-2018);
2. Circolare n. 7 del 21 gennaio 2019 - Istruzioni per l'Applicazione dell'aggiornamento delle Norme Tecniche per le Costruzioni di cui al Decreto Ministeriale 17 gennaio 2018;
3. Regolamento (UE) N. 1299/2014 della Commissione del 18 novembre 2014 relativo alle specifiche tecniche di interoperabilità per il sottosistema «infrastruttura» del sistema ferroviario dell'Unione europea, modificato dal Regolamento di esecuzione (UE) N° 2019/776 della Commissione del 16 maggio 2019;
4. Eurocodici EN 1991-2: 2003/AC:2010 – Eurocodice 1 – Parte 2;
5. RFI DTC SI MA IFS 001 D Dicembre 2019 - Manuale di Progettazione delle Opere Civili.

3 MATERIALI

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

Calcestruzzo soletta

Classe	C32/40		
$R_{ck} =$	40	MPa	resistenza caratteristica cubica
$f_{ck} =$	32	MPa	resistenza caratteristica cilindrica
$f_{cm} =$	40	MPa	valor medio resistenza cilindrica
$\alpha_{cc} =$	0,85		coeff. rid. Per carichi di lunga durata
$\gamma_M =$	1,5	-	coefficiente parziale di sicurezza SLU
$f_{cd} =$	18,13	MPa	resistenza di progetto
$f_{ctm} =$	3,02	MPa	resistenza media a trazione semplice
$f_{ctfm} =$	3,63	MPa	resistenza media a trazione per flessione
$f_{ctk} =$	2,12	MPa	valore caratteristico resistenza a trazione
$E_{cm} =$	33346	MPa	Modulo elastico di progetto
$\nu =$	0,2		Coefficiente di Poisson
$G_c =$	13894	MPa	Modulo elastico Tangenziale di progetto
$c =$	40	mm	Copriferro minimo
XS1			Classe di esposizione

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

Classe	C45/55		
$R_{ck} =$	55	MPa	resistenza caratteristica cubica
$f_{ck} =$	45	MPa	resistenza caratteristica cilindrica
$f_{cm} =$	53	MPa	valor medio resistenza cilindrica
$\alpha_{cc} =$	0,85		coeff. rid. per carichi di lunga durata
$\gamma_M =$	1,5	-	coefficiente parziale di sicurezza SLU
$f_{cd} =$	25,50	MPa	resistenza di progetto

IMPALCATO – RELAZIONE DI CALCOLO

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
NN1X	00	D78CL	IV 01 00 003	A	11 di 196

$f_{ctm} =$	3,79	MPa	resistenza media a trazione semplice
$f_{cfm} =$	4,55	MPa	resistenza media a trazione per flessione
$f_{ctk} =$	2,65	MPa	valore caratteristico resistenza a trazione
$E_{cm} =$	36283	MPa	Modulo elastico di progetto
$\nu =$	0,2		Coefficiente di Poisson
$G_c =$	15118	MPa	Modulo elastico Tangenziale di progetto
$c =$	35	mm	Copriferro minimo armatura ordinaria
XS1			Classe di esposizione
$\sigma_c < 0.60 \times f_{ck} =$	27	MPa	Tensione massima di compressione in esercizio per combinazioni RARE
$\sigma_c < 0.45 \times f_{ck} =$	20,25	MPa	Tensione massima di compressione in esercizio per combinazioni QUASI PERMANENTI
$\sigma_t < 0.35 \times f_{ctk} =$	0.9275	MPa	Tensione massima di trazione per combinazioni RARE (RFI DTC SI PS MA IFS 001 A – par. 2.6.2.2.2)
$\sigma_t < 0.045 \times f_{ck} =$	2.025	MPa	Tensione principale di trazione nella fibra baricentrica per combinazioni RARE (RFI DTC SI PS MA IFS 001 A – par. 2.6.2.2.2)

Acciaio per c.a. (armatura ordinaria)

B450C

$f_{yk} \geq$	450	MPa	tensione caratteristica di snervamento
$f_{tk} \geq$	540	MPa	tensione caratteristica di rottura
$(f_t/f_y)_k \geq$	1,15		
$(f_t/f_y)_k <$	1,35		
$\gamma_s =$	1,15	-	coefficiente parziale di sicurezza SLU
$f_{yd} =$	391,3	MPa	tensione caratteristica di snervamento
$E_s =$	200000	MPa	Modulo elastico di progetto
$\epsilon_{yd} =$	0,196%		deformazione di progetto a snervamento

$\varepsilon_{uk} = (A_{gt})_k$ 7,50% deformazione caratteristica ultima

Acciaio per armature di precompressione

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

4 CARATTERIZZAZIONE SISMICA DEL SITO

Nel seguente paragrafo è riportata la valutazione dei parametri di pericolosità sismica utili alla determinazione delle azioni sismiche di progetto dell'opera cui si riferisce il presente documento, in accordo a quanto specificato a riguardo dal D.M. 14 gennaio 2008 e relativa circolare applicativa.

Vita nominale e classe d'uso

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

Per l'opera in oggetto si considera una vita nominale: $VN = 75$ anni (categoria 2: "Altre opere nuove a velocità $V < 250$ Km/h"). Riguardo invece la Classe d'Uso, all' opera in oggetto corrisponde una Classe III a cui è associato un coefficiente d'uso pari a (NTC – Tabella 2.4.II): $C_u = 1.5$.

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

$$V_R = V_N \cdot C_U$$

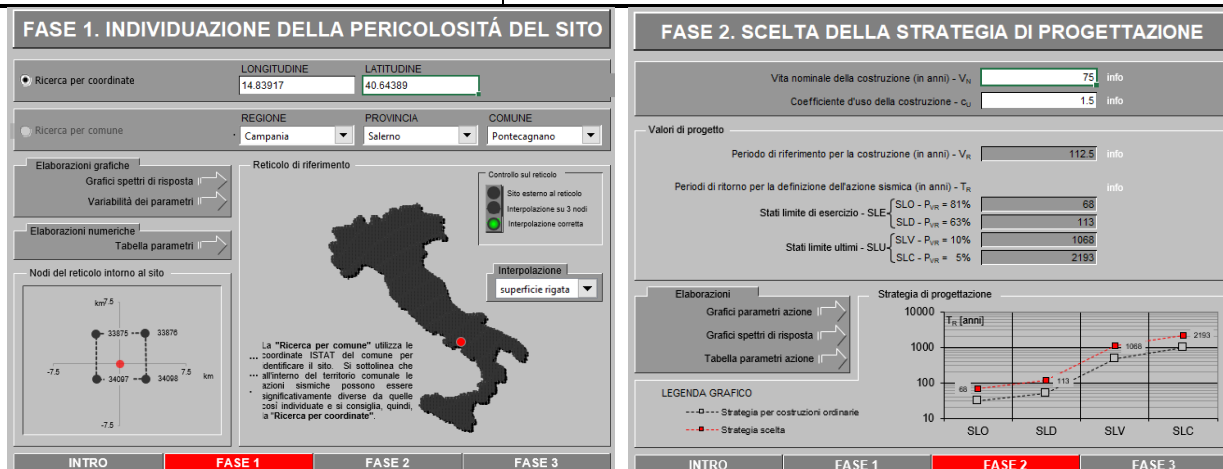
Pertanto, per l'opera in oggetto, il periodo di riferimento è pari a $V_R = 75 \times 1.5 = 112.5$ anni

Parametri di pericolosità sismica

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

- Categoria sottosuolo **C**

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



SLATO LIMITE	T_R [anni]	a_g [g]	F_0 [-]	T_C^* [s]
SLO	68	0.052	2.433	0.343
SLD	113	0.063	2.502	0.369
SLV	1068	0.127	2.724	0.476
SLC	2193	0.152	2.814	0.517

Tabella 1: valori dei funzionali dello spettro di risposta sismica

In cui:

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

Stato Limite

Stato Limite considerato **SLO** info

Risposta sismica locale

Categoria di sottosuolo **C** info

Categoria topografica **T1** info

$S_S = 1.500$ info

$C_C = 1.495$ info

$h/H = 0.000$ info

$S_T = 1.000$ info

(h=quota sito, H=altezza rilievo topografico)

IMPALCATO – RELAZIONE DI CALCOLO

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
NN1X	00	D78CL	IV 01 00 003	A	15 di 196

Stato Limite
 Stato Limite considerato **SLD** info

Risposta sismica locale
 Categoria di sottosuolo **C** info
 Categoria topografica **T1** info

$S_S = 1.500$ $C_C = 1.458$ info
 $h/H = 0.000$ $S_T = 1.000$ info
(h=quota sito, H=altezza rilievo topografico)

Stato Limite
 Stato Limite considerato **SLV** info

Risposta sismica locale
 Categoria di sottosuolo **C** info
 Categoria topografica **T1** info

$S_S = 1.493$ $C_C = 1.341$ info
 $h/H = 0.000$ $S_T = 1.000$ info
(h=quota sito, H=altezza rilievo topografico)

Stato Limite
 Stato Limite considerato **SLC** info

Risposta sismica locale
 Categoria di sottosuolo **C** info
 Categoria topografica **T1** info

$S_S = 1.443$ $C_C = 1.305$ info
 $h/H = 0.000$ $S_T = 1.000$ info
(h=quota sito, H=altezza rilievo topografico)

Spettri di progetto

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

In Tabella 2 si riportano i valori dei funzionali e le coordinate dei punti del solo spettro di risposta sismica relativo allo stato limite di salvaguardia della vita (SLV):

Parametri indipendenti

STATO LIMITE	SLV
a_g	0.127 g
$F_{0.5}$	2.724
T_C	0.476 s
S_S	1.493
C_C	1.341
S_T	1.000
q	1.000

Parametri dipendenti

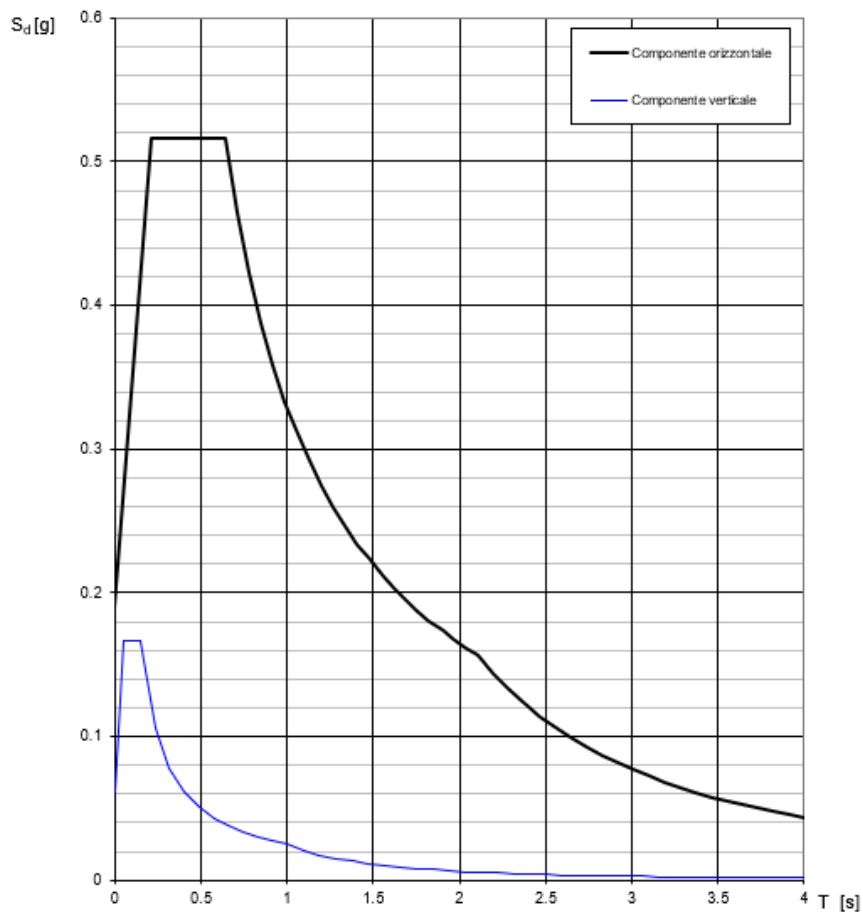
S	1.493
η	1.000
T_B	0.213 s
T_C	0.639 s
T_D	2.108 s

Punti dello spettro di risposta

	T [s]	Se [g]
	0.000	0.190
T_B ←	0.213	0.516
T_C ←	0.639	0.516
	0.709	0.465
	0.779	0.423
	0.849	0.388
	0.918	0.359
	0.988	0.333
	1.058	0.311
	1.128	0.292
	1.198	0.275
	1.268	0.260
	1.338	0.246
	1.408	0.234
	1.478	0.223
	1.548	0.213

Tabella 2: Parametri spettro di risposta sismica allo SLV

Spettri di risposta (componenti orizz. e vert.) per lo stato li SLV



Il calcolo viene eseguito con il metodo pseudo statico, si eseguirà un calcolo elastico assumendo un fattore di struttura unitario. In queste condizioni l'azione sismica è rappresentata da una forza statica equivalente pari al prodotto delle forze di gravità per un opportuno coefficiente sismico.

5 DESCRIZIONE DELL'OPERA

L'impalcato del cavalcaferrovia stradale oggetto della presente relazione è realizzato con un sistema di travi prefabbricate in calcestruzzo armato precompresso. Lo schema statico è quello di una trave semplicemente appoggiata alle estremità di luce netta pari a 21.33 m (asse appoggio - asse appoggio). L'impalcato risulta sghembo di un angolo pari a 58° rispetto all'asse longitudinale; è caratterizzato da una larghezza complessiva in retto pari a 12.90 m (di cui 8.00 m relativi alla carreggiata stradale).

La struttura dell'impalcato si compone con 5 cassoncini prefabbricati in c.a.p., aventi un interasse in retto di 2,10 m e lunghezza pari a 22.51 m. Le travi principali sono solidarizzate da 4 traversi (2 sull'asse appoggi e 2 in campata) prefabbricati insieme alle travi.

Le travi hanno un'altezza costante pari a 1.40 m, una larghezza superiore di 2.10 m ed inferiore di 1.00 m. Lo spessore minimo della controsoletta è di 0.23 m mentre quello delle anime è di 0.14 m. La soletta di completamento in calcestruzzo armato ha uno spessore variabile tra 0.27÷0.37 m, comprensivo di predalles dello spessore 0.05m. Sullo sbalzo lo spessore minimo è pari a 0.422 m e un massimo di 0.431 m, al lordo delle predalle, in corrispondenza dell'attacco del cordolo, quest'ultimo di larghezza pari a 0.33 m in retto.

La precompressione è data da 46 trefoli con sezione da 0,6" (1,39cm²), parte dei quali opportunamente inguainati, tesati alla tensione iniziale di 1375 MPa.

I trasversi saranno armati in opera con barre tipo Dywidag.

Il cavalcaferrovia in oggetto è composto da n°1 campata con spalle classiche in c.a.

Nelle figure seguenti si riportano alcuni stralci di planimetrie e sezioni dell'impalcato.

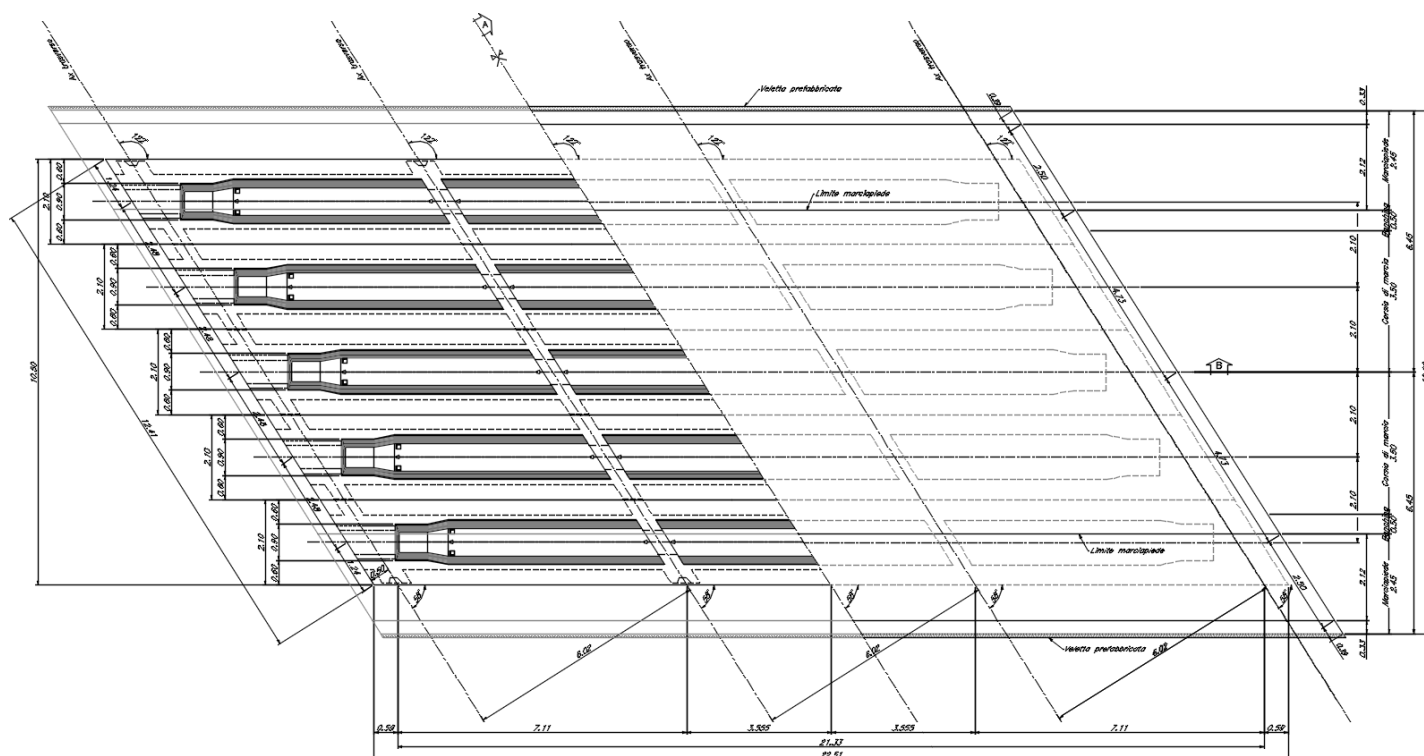


Figura 2 – Pianta dell'impalcato

Sezione longitudinale "B"
Scala 1:30

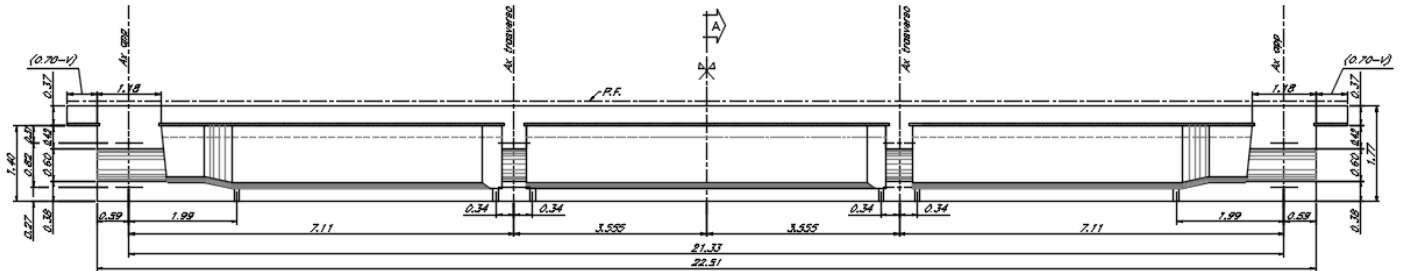


Figura 3 – Sezione longitudinale

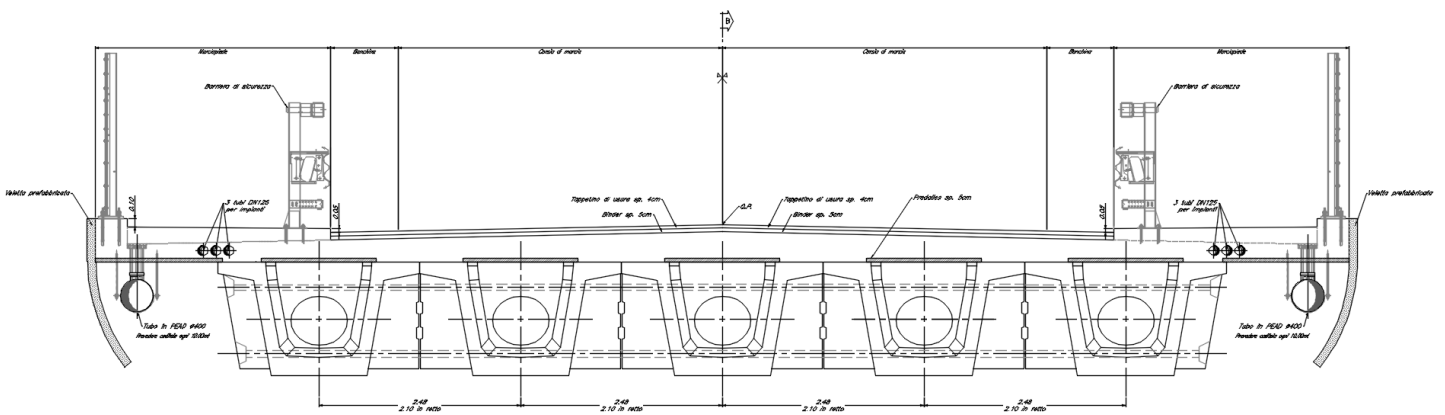
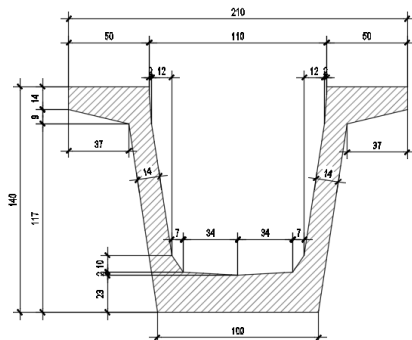


Figura 4 – Sezione tipica trasversale dell'impalcato

SEZIONE TRAVE IN CAMPATA



SEZIONE TRAVE SU APPOGGI

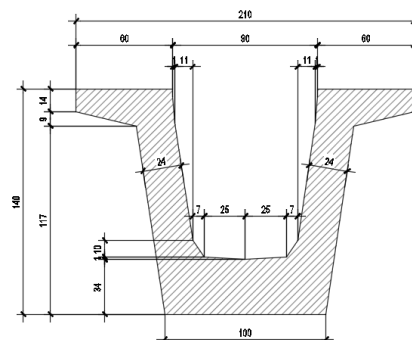


Figura 5 – Sezione della trave in c.a.p.

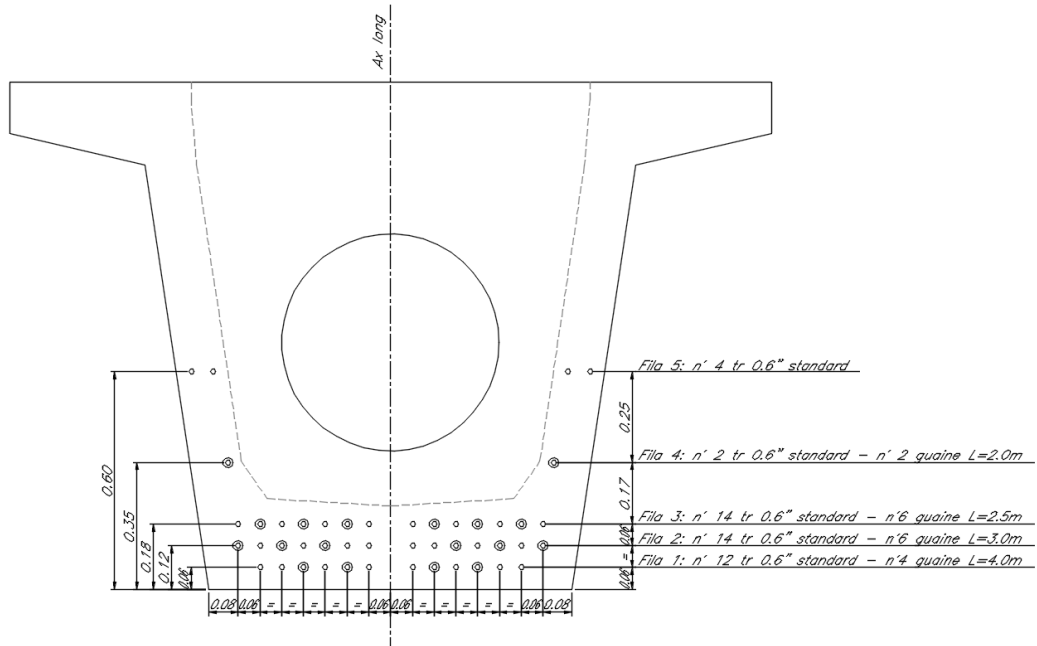


Figura 6 – Dima posizione trifoli

Lo schema di vincolo dell'impalcato prevede cinque apparecchi di appoggio, per ognuna delle estremità, con schema globale di tipo fisso — unidirezionale.

SCHEMA APPARECCHI DI APPOGGIO

SCALA 1:100

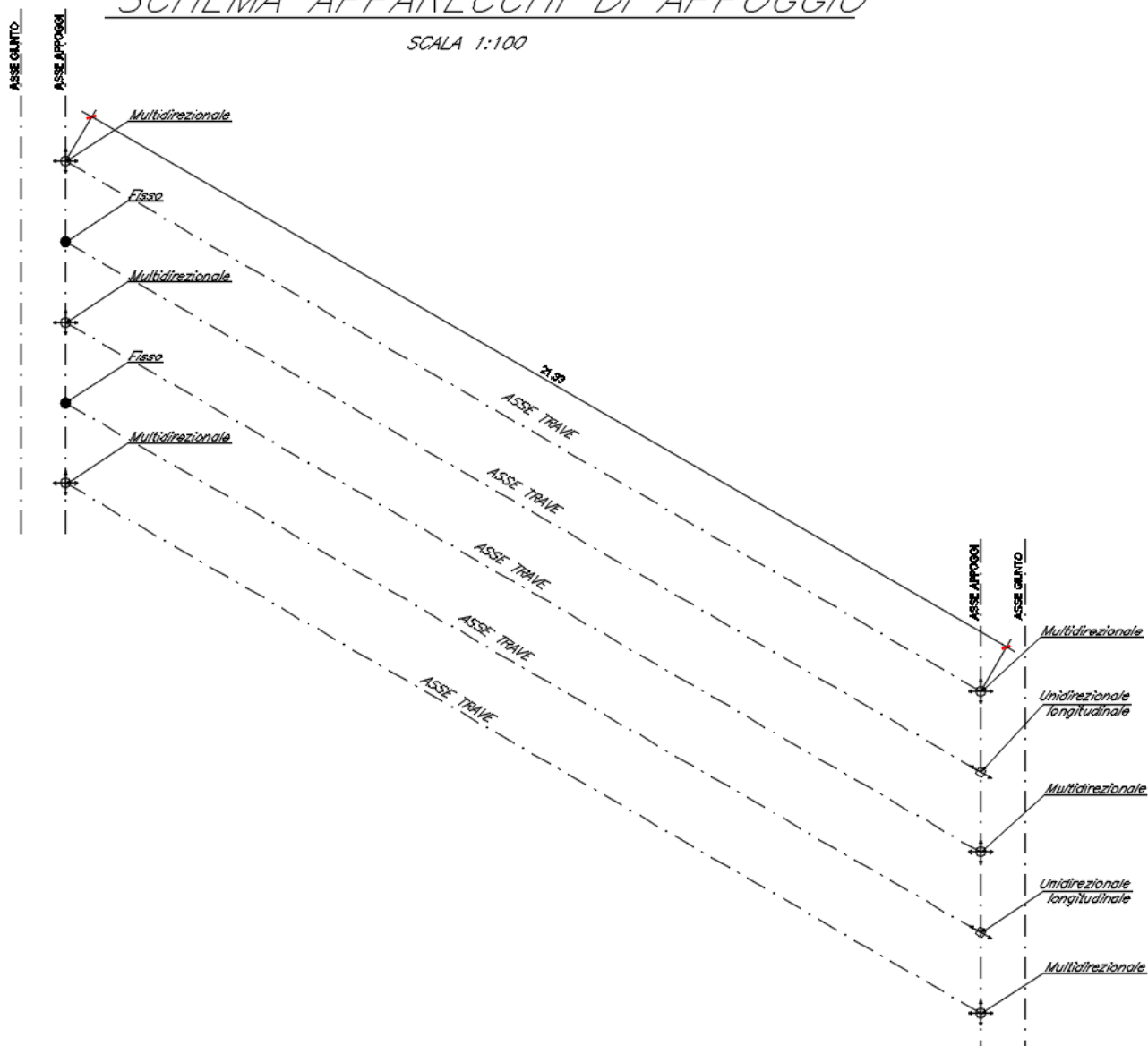


Figura 7 – Schema degli apparecchi di appoggio

Esecuzione del manufatto

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

I traversi vengono armati in opera con barre tipo Dywidag.

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



LINEA SALERNO – PONTECAGNANO AEROPORTO
COMPLETAMENTO METROPOLITANA DI SALERNO
TRATTA ARECHI – PONTECAGNANO AEROPORTO

IMPALCATO – RELAZIONE DI CALCOLO

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
NN1X	00	D78CL	IV 01 00 003	A	21 di 196

6 ANALISI DEI CARICHI

Peso proprio (G1)

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

Fase 1: travi prefabbricate

Peso trave (a metro lineare-sezione corrente) $P_{tra} = 25 \times A_{corr-trave} = 25 \times 0.7186 = 17.97 \text{ KN/m}$

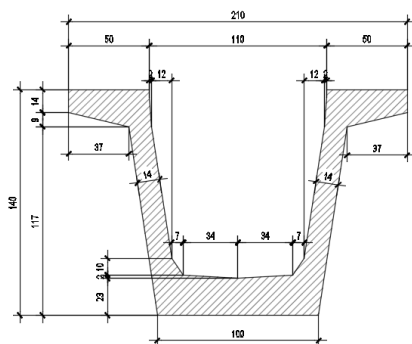
Peso trave (a metro lineare-sezione testata) $P_{tra} = 25 \times A_{media-trave} = 25 \times 1.0174 = 25.44 \text{ KN/m}$

Peso soletta (a metro quadro sp. medio = 0.32m) $P_{sol} = 25 \times S_{soletta} = 25 \times 0.32 = 8.00 \text{ KN/m}^2$

Peso trasversi intermedi (a metro lineare) $P_{tra} = 25 \times A_{trasverso-campata} = 25 \times 1.13 \times 0.40 = 11.30 \text{ KN/m}$

Peso trasversi testata (a metro lineare) $P_{tra} = 25 \times A_{trasverso-testata} = 25 \times 1.13 \times 1.10 = 31.07 \text{ KN/m}$

SEZIONE TRAVE IN CAMPATA



SEZIONE TRAVE SU APPOGGI

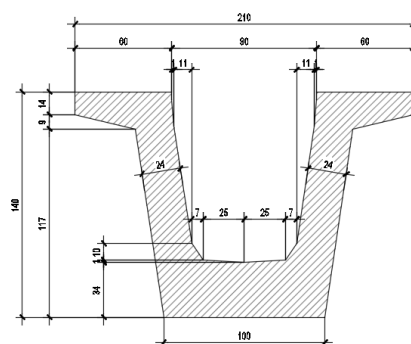


Figura 8 – Sezioni trave in c.a.p.

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

Il peso della soletta è in parte calcolato dal programma, in ragione dello spessore, inserito ai fini delle verifiche, della soletta al netto delle predelle. I restanti 5 cm sono stati applicati come carico distribuito sull'impalcato.

Permanenti portati (G2)

Fase 2: travi prefabbricate + soletta collaborante

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

Pavimentazione – G2,1

Si considera il peso specifico medio della pavimentazione pari a 20 kN/m^3 e uno spessore di 9 cm, così definito:



Il peso al metro quadrato è pari a $21 \times 0.05 + 18.5 \times 0.04 = 1.8 \text{ kN/m}^2$.

Parapetto e cordolo e barriere di sicurezza – G2,2

Si considera il peso del parapetto pari a 1.0 kN/m , cui si aggiunge il peso del cordolo pari a $A \times \gamma = 0.033 \times 25 = 0.825 \text{ kN/m}$.

Si considera il peso della barriera di sicurezza pari a 2 kN/m .

Veletta in c.a. – G2,3

Si considera il peso della veletta in c.a pari a $25 \times 0.1894 = 4.74 \text{ kN/m}$.

Impianti – G2,4

Si considera il carico degli impianti pari a 1.00 kN/m .

Marciapiedi gettati in seconda fase – G2,5

I marciapiedi vengono realizzati con getto di seconda fase sulla soletta. Lo spessore medio del getto di seconda fase è indicato nella figura seguente.

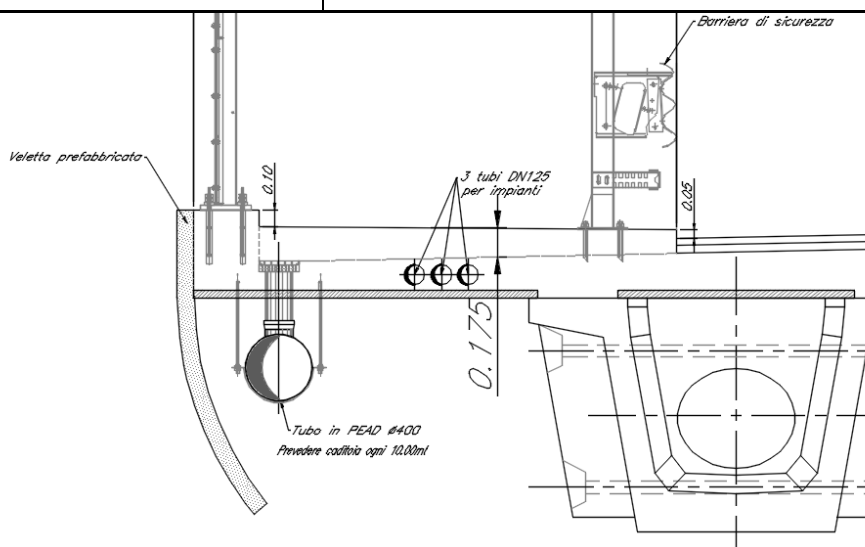
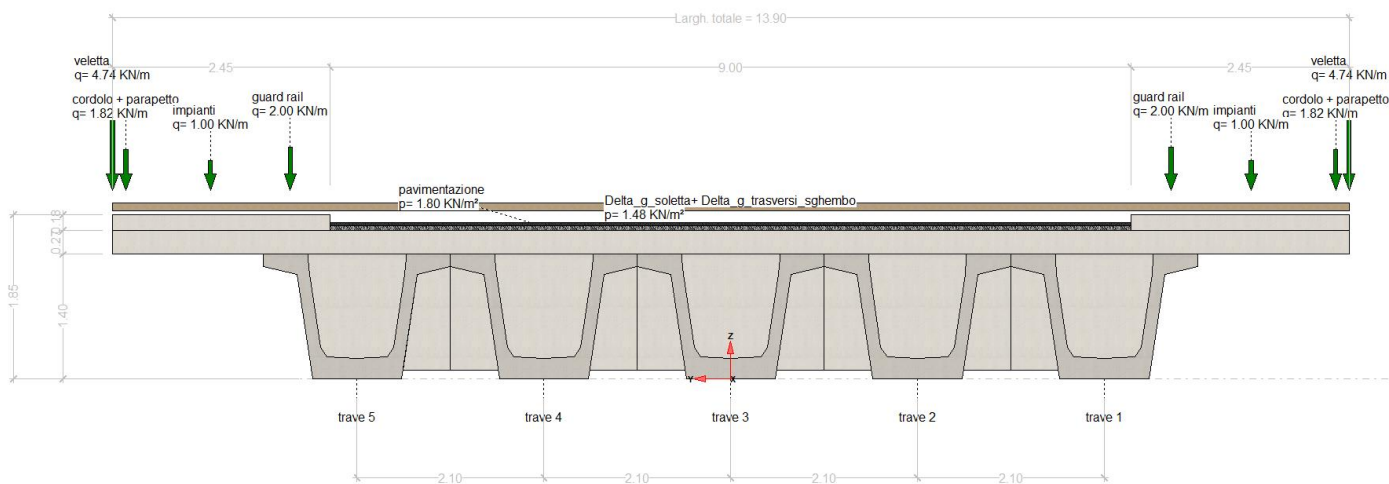


Figura 9 – Marciapiede gettato in seconda fase

Il carico dei marciapiedi risulta:

$$F_{\text{marciapiede}} = 0.175 \times 25 = 4.375 \text{ kN/mq}$$

Nella figura seguente sono ricapitolati i carichi permanenti agenti:



Presollecitazioni di progetto (P)

La precompressione è data da 46 trefoli con sezione da 0,6" (1,39cmq) , alcuni opportunamente inguainati, tesati alla tensione iniziale di 1375 MPa.

trefoli : 6/10" area = 139.00 mm²

acciaio : prec.fpk=1860 MPa

tensione di tesatura = 1375.00 MPa

$A_p = 63.94 \text{ cmq}$; $N_p = 8791.75 \text{ kN}$

Ritiro (ϵ_1) e viscosità (ϵ_4)

Il calcolo delle deformazioni da ritiro e viscosità nelle travi e nella soletta è stato eseguito secondo quanto specificato nel Decreto Ministeriale 17 gennaio 2018 e nella UNI EN 1992-1-1.

I valori di seguito calcolati sono utilizzati ai fini del calcolo sia delle perdite legate al ritiro che agli effetti del ritiro differenziale trave-soletta.

Trave (sezione corrente)

CALCOLO VISCOSITA NEL TEMPO - EC 2-1-1 punto 3.1.4 e app.B

DATI

Resistenza cilindrica caratteristica a compressione a 28 giorni	f_{ck}	45 MPa
Resistenza cilindrica media a compressione a 28 giorni	f_{cm}	53 MPa
Coefficiente funzione della resistenza del calcestruzzo	$\beta(f_{cm})$	2.31 -
Coefficiente funzione della resistenza del calcestruzzo	α_1	0.75 -
Coefficiente funzione della resistenza del calcestruzzo	α_2	0.92 -
Coefficiente funzione della resistenza del calcestruzzo	α_3	0.81 -
Umidità relativa	RH	75 %
Dimensione convenzionale	h_o	325 mm
Coefficiente funzione dell'umidità relativa	φ_{RH}	1.25 -
Età del calcestruzzo al momento di applicazione del carico	t_0	7 gg
Coefficiente funzione del momento di applicazione del carico	$\beta(t_0)$	0.63 -
Coefficiente nominale di viscosità	$\varphi_0 = \varphi(\infty, t_0)$	1.83 -

SVILUPPO NEL TEMPO

Età del calcestruzzo al momento considerato	t	27'375 gg
Coefficiente funzione dell'umidità relativa e della dimensione fittiza	β_H	764 -
Coefficiente atto a descrivere l'evoluzione della viscosità nel tempo	$\beta_c(t-t_0)$	0.99 -
Coefficiente di viscosità al tempo t	$\phi(t, t_0)$	1.82 -
Percentuale sviluppo viscosità, al tempo considerato		99%

Modulo elastico secante	E_{cm}	36283 MPa
Modulo elastico ridotto	$E_{cm}(t, t_0)$	12885 MPa
	rapporto	0.36

CALCOLO RITIRO NEL TEMPO - EC 2-1-1 punto 3.1.4 e app.B

DATI

Resistenza cilindrica caratteristica a compressione a 28 giorni	f_{ck}	45 MPa
Resistenza cilindrica media a compressione a 28 giorni	f_{cm}	53 MPa
Classe di resistenza del cemento	cl. cemento	52.5 N -
Classe del calcestruzzo	classe cls	R -
Coefficiente funzione del tipo di cemento	α_{ds1}	6 -
Coefficiente funzione del tipo di cemento	α_{ds2}	0.11 -
Umidità relativa	RH	75 %
Coefficiente funzione dell'umidità relativa	β_{RH}	0.90 -
	ϵ_{cd}	0.37 x1000
Dimensione convenzionale	h_o	325 mm
Coefficiente che dipende dalla dimensione convenzionale	k_h	0.74 -
Deformazione totale da ritiro per essiccamento, a tempo infinito	$\epsilon_{cd}(\infty)$	0.278 x1000
Deformazione totale da ritiro per autogeno, a tempo infinito	$\epsilon_{ca}(\infty)$	0.09 x1000
Deformazione totale da ritiro, a tempo infinito	$\epsilon_{cs}(\infty)$	0.37 x1000

SVILUPPO NEL TEMPO

Età del calcestruzzo all'inizio del ritiro per essiccamento	t_s	1 giorni
Età del calcestruzzo al momento considerato	t	27'375 giorni
	$\beta_{ds}(t, t_s)$	0.99 -
	$\beta_{as}(t)$	1.00 -
Deformazione da ritiro per essiccamento, al tempo considerato	$\epsilon_{cd}(t)$	0.28 x1000
Deformazione da ritiro autogeno, al tempo considerato	$\epsilon_{ca}(t)$	0.09 x1000
Deformazione da ritiro, al tempo considerato	$\epsilon_{cs}(t, t_s)$	0.363 x1000
Percentuale sviluppo ritiro, al tempo considerato		99%
Variazione termica uniforme equivalente	Δt_{rit}	36 °C
Riduzione per rigidità fessurata		0.5
Variazione termica uniforme	Δt_{rit}	18 °C

Soletta impalcato

CALCOLO VISCOSITA NEL TEMPO - EC 2-1-1 punto 3.1.4 e app.B

DATI

Resistenza cilindrica caratteristica a compressione a 28 giorni	f_{ck}	32 MPa
Resistenza cilindrica media a compressione a 28 giorni	f_{cm}	40 MPa
Coefficiente funzione della resistenza del calcestruzzo	$\beta(f_{cm})$	2.66 -
Coefficiente funzione della resistenza del calcestruzzo	α_1	0.91 -
Coefficiente funzione della resistenza del calcestruzzo	α_2	0.97 -
Coefficiente funzione della resistenza del calcestruzzo	α_3	0.94 -
Umidità relativa	RH	75 %
Dimensione convenzionale	h_o	309 mm
Coefficiente funzione dell'umidità relativa	φ_{RH}	1.33 -
Età del calcestruzzo al momento di applicazione del carico	t_0	7 gg
Coefficiente funzione del momento di applicazione del carico	$\beta(t_0)$	0.63 -
Coefficiente nominale di viscosità	$\varphi_0 = \varphi(\infty, t_0)$	2.24 -

SVILUPPO NEL TEMPO

Età del calcestruzzo al momento considerato	t	27'375 gg
Coefficiente funzione dell'umidità relativa e della dimensione fittiza	β_H	767 -
Coefficiente atto a descrivere l'evoluzione della viscosità nel tempo	$\beta_c(t-t_0)$	0.99 -
Coefficiente di viscosità al tempo t	$\phi(t, t_0)$	2.22 -
Percentuale sviluppo viscosità, al tempo considerato		99%

Modulo elastico secante	E_{cm}	33346 MPa
Modulo elastico ridotto	$E_{cm}(t, t_0)$	10356 MPa
	rapporto	0.31

IMPALCATO – RELAZIONE DI CALCOLO

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
NN1X	00	D78CL	IV 01 00 003	A	28 di 196

CALCOLO RITIRO NEL TEMPO - EC 2-1-1 punto 3.1.4 e app.B
DATI

Resistenza cilindrica caratteristica a compressione a 28 giorni	f_{ck}	32 MPa
Resistenza cilindrica media a compressione a 28 giorni	f_{cm}	40 MPa
Classe di resistenza del cemento	cl. cemento	52.5 N -
Classe del calcestruzzo	classe cls	R -
Coefficiente funzione del tipo di cemento	α_{ds1}	6 -
Coefficiente funzione del tipo di cemento	α_{ds2}	0.11 -
Umidità relativa	RH	75 %
Coefficiente funzione dell'umidità relativa	β_{RH}	0.90 -
	ε_{cd}	0.43 x1000
Dimensione convenzionale	h_o	309 mm
Coefficiente che dipende dalla dimensione convenzionale	k_h	0.75 -
Deformazione totale da ritiro per essiccamento, a tempo infinito	$\varepsilon_{cd}(\infty)$	0.323 x1000
Deformazione totale da ritiro per autogeno, a tempo infinito	$\varepsilon_{ca}(\infty)$	0.06 x1000
Deformazione totale da ritiro, a tempo infinito	$\varepsilon_{cs}(\infty)$	0.38 x1000

SVILUPPO NEL TEMPO

Età del calcestruzzo all'inizio del ritiro per essiccamento	t_s	1 giorni
Età del calcestruzzo al momento considerato	t	27'375 giorni
	$\beta_{ds}(t, t_s)$	0.99 -
	$\beta_{as}(t)$	1.00 -
Deformazione da ritiro per essiccamento, al tempo considerato	$\varepsilon_{cd}(t)$	0.32 x1000
Deformazione da ritiro autogeno, al tempo considerato	$\varepsilon_{ca}(t)$	0.05 x1000
Deformazione da ritiro, al tempo considerato	$\varepsilon_{cs}(t, t_s)$	0.375 x1000
Percentuale sviluppo ritiro, al tempo considerato		99%
Variatione termica uniforme equivalente	Δt_{rit}	38 °C
Riduzione per rigidità fessurata		0.5
Variatione termica uniforme	Δt_{rit}	19 °C

Azioni variabili da traffico
Carico mobile stradale

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

Entità dei carichi mobili – Schema di carico 1

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

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

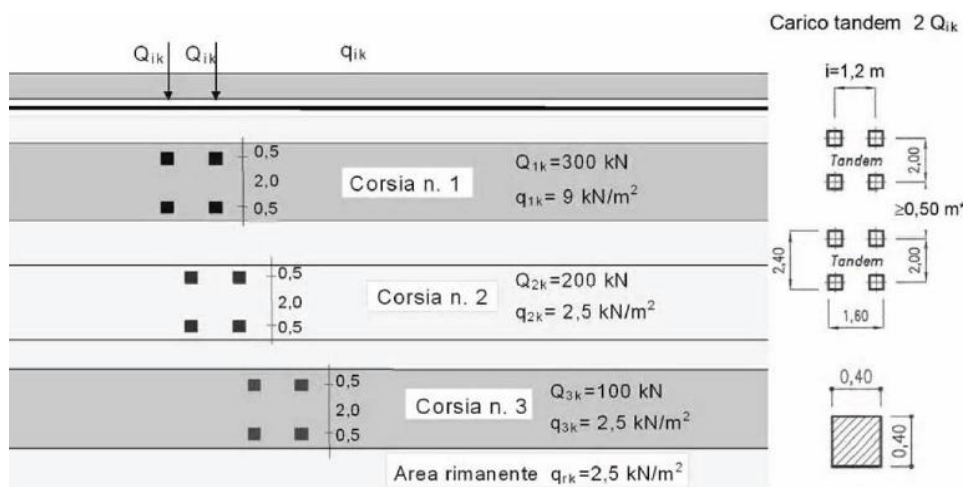


Figura 10 – Corsie: Corsia n°1, corsia n°2 e corsia n°3 – Colonne di carico

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

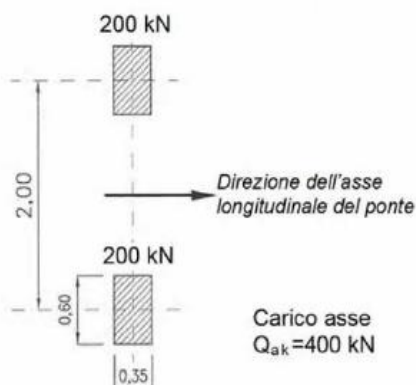


Figura 11: Schema di carico 2 per verifiche locali

Disposizione trasversale dei carichi mobili

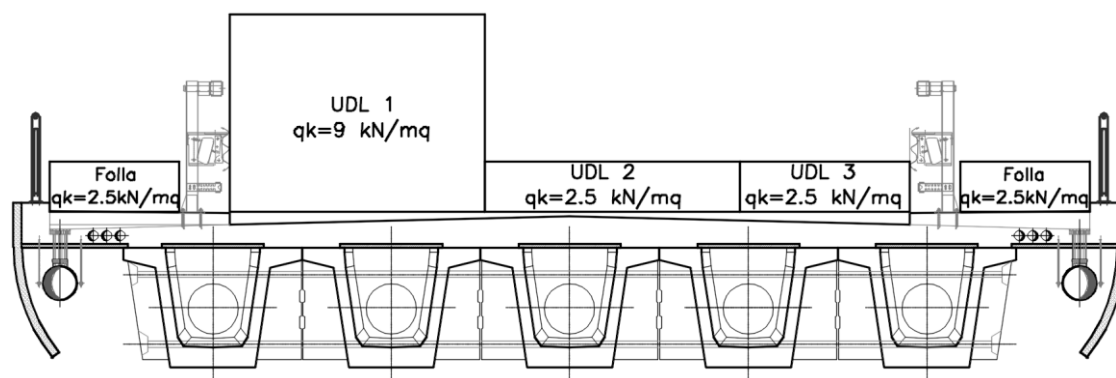
Il numero massimo delle colonne di carichi mobili considerato nel calcolo del ponte è quello massimo compatibile con la larghezza della carreggiata w secondo le indicazioni della tabella 5.1.I del DM 2008 di seguito riportata.

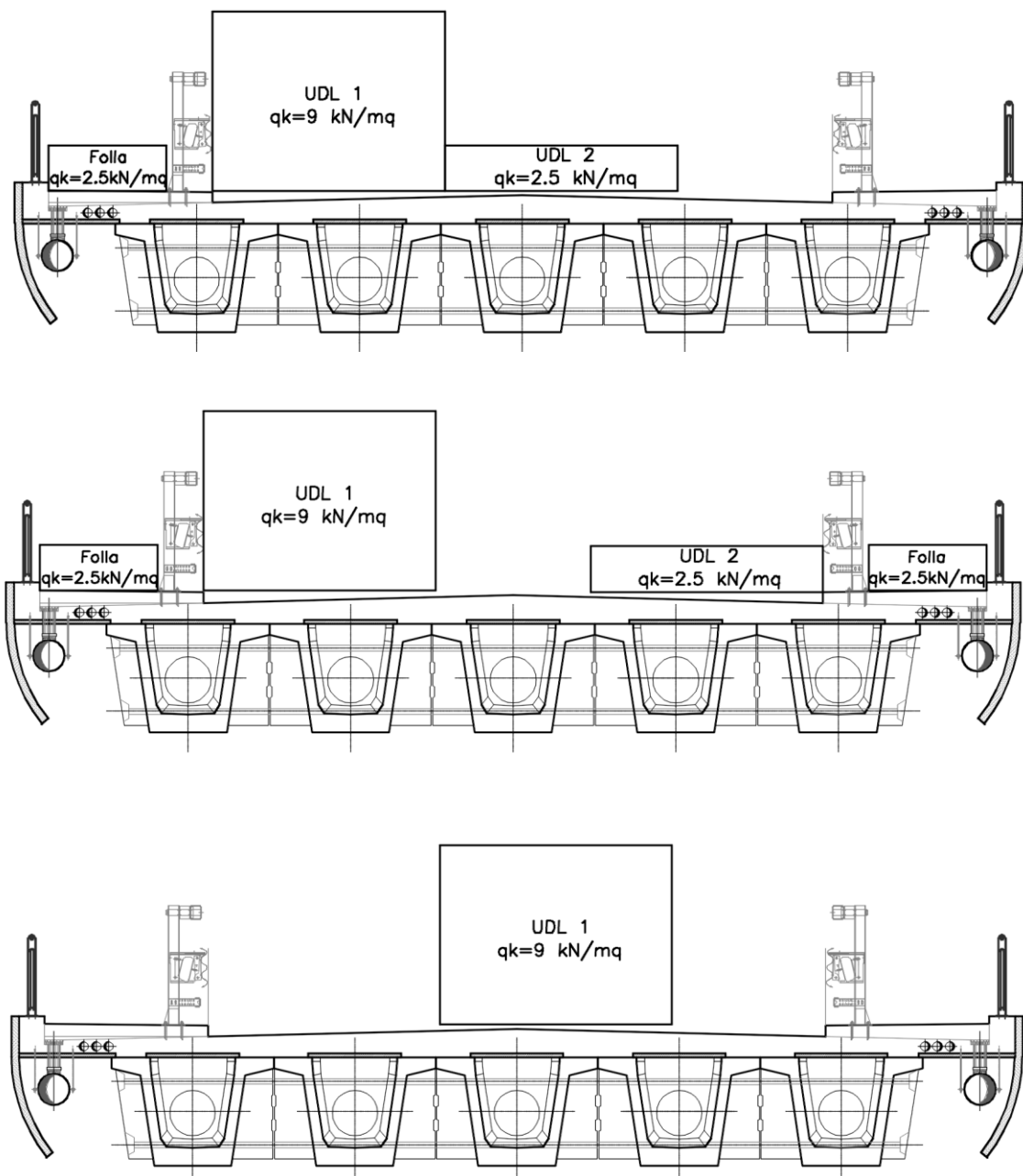
Tab. 5.1.I - Numero e larghezza delle corsie

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

La larghezza della carreggiata è pari a 8 metri, la larghezza di una corsia convenzionale è pari a 3.0 m pertanto il numero massimo delle corsie convenzionali è pari a 2. L'area rimanente ha larghezza 2.0m.

Definita la trave da verificare, le massime sollecitazioni sono calcolate, a partire dalla configurazione iniziale (Figura 12) traslando le corsie in senso trasversale con un passo pari a 10 cm, e disponendo nel modo più sfavorevole le colonne a disposizione. Alle configurazioni così ottenute si aggiungono i seguenti ulteriori casi:





Si riporta di seguito la disposizione più gravosa per la trave più sollecitata (indicata con una freccia rossa).

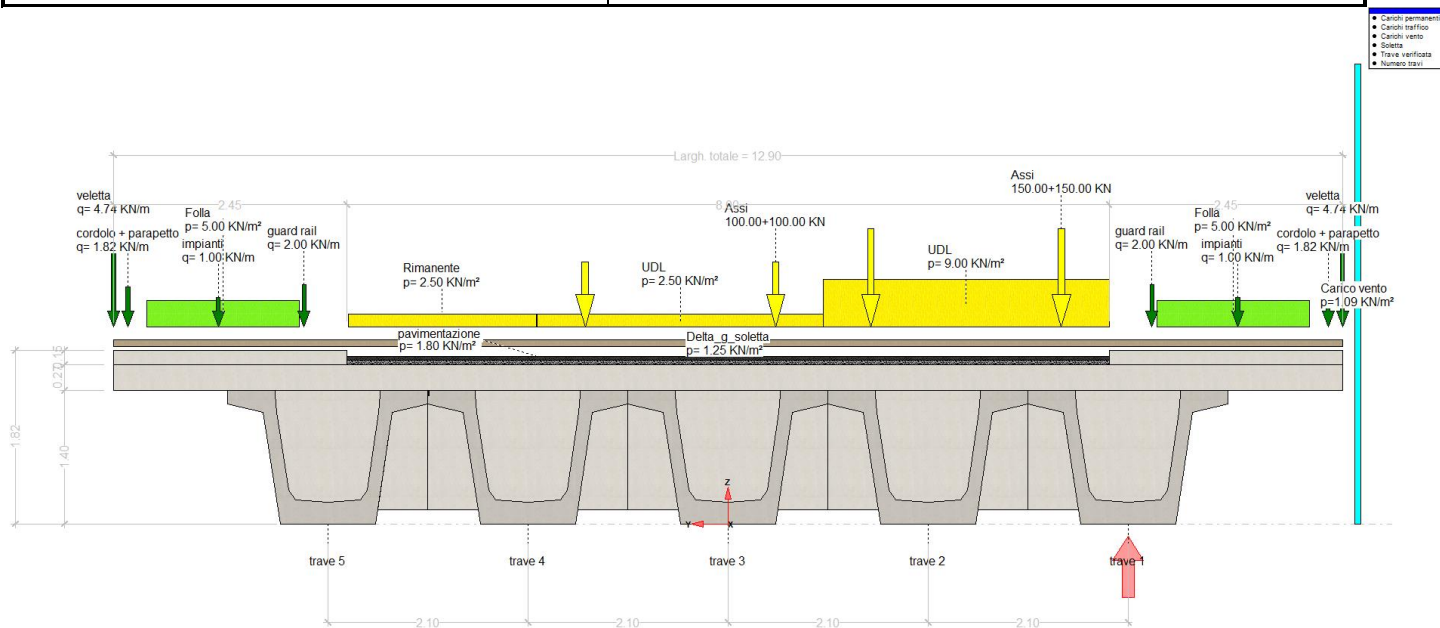


Figura 12 – Carichi agenti

Disposizione longitudinale dei carichi mobili

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

Carichi sui marciapiedi

I marciapiedi non aperti al pubblico sono utilizzati solo dal personale autorizzato. I carichi accidentali sono schematizzati da un carico uniformemente ripartito del valore di 5 kN/m² con valore di combinazione pari a 2,5 kN/m² (§ 5.1.3.3.3 NTC18).

Frenatura (Q3)

In accordo al DM2018 (p.to 5.1.3.5) la forza di frenatura o accelerazione per i ponti di prima categoria è assumere pari a:

$$180 \text{ kN} \leq F_{\text{fren}} = 0.6 \times (2 \times Q_{1k}) + 0.1 \times (q_{1k} \times w_1 \times L) \cong 0.6 \times 2 \times 300 + 0.1 \times (9 \times 3 \times 25) = 427.5 \text{ kN} = 17.10 \text{ KN/m} < 900 \text{ kN}$$

con

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

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

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

$$L = 24.0 \text{ m}.$$

La forza, applicata a livello della pavimentazione ed agente lungo l'asse della corsia, si assume uniformemente distribuita sulla larghezza caricata e include gli effetti di interazione.

Tale forza applicata in asse all'impalcato e ad estradosso pavimentazione, genera sollecitazioni trascurabili sull'impalcato; per tale ragione è considerata solo per il dimensionamento degli apparecchi di appoggio.

Forza centrifuga (Q4)

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

Vento (Q5)

L'azione del vento è valutata in accordo alla normativa vigente NTC-2018.

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

L'azione del vento è assimilata ad un carico orizzontale statico, diretto ortogonalmente al piano longitudinale del ponte

In accordo con il *DM2018* ed in relazione alle seguenti figure tabelle si ha:

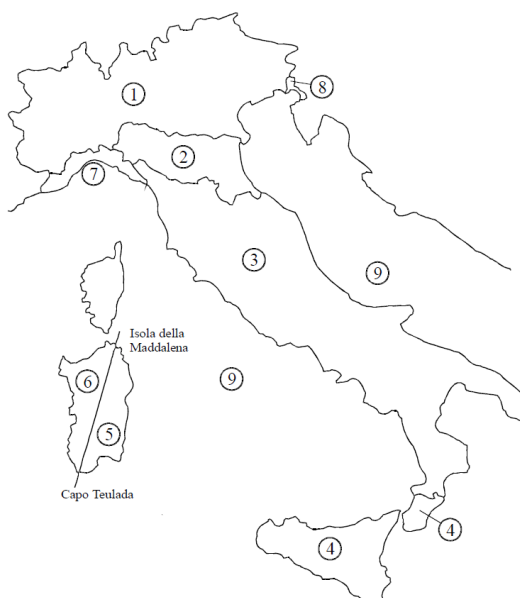


Tabella 3.3.I - Valori dei parametri $v_{b,0}$, a_0 , k_s

Zona	Descrizione	$v_{b,0}$ [m/s]	a_0 [m]	k_s [1/s]
1	Valle d'Aosta, Piemonte, Lombardia, Trentino Alto Adige, Veneto, Friuli Venezia Giulia (con l'eccezione della provincia di Trieste)	25	1000	0,010
2	Emilia Romagna	25	750	0,015
3	Toscana, Marche, Umbria, Lazio, Abruzzo, Molise, Puglia, Campania, Basilicata, Calabria (esclusa la provincia di Reggio Calabria)	27	500	0,020
4	Sicilia e provincia di Reggio Calabria	28	500	0,020
5	Sardegna (zona a oriente della retta congiungente Capo Teulada con l'Isola di Maddalena)	28	750	0,015
6	Sardegna (zona a occidente della retta congiungente Capo Teulada con l'Isola di Maddalena)	28	500	0,020
7	Liguria	28	1000	0,015
8	Provincia di Trieste	30	1500	0,010
9	Isole (con l'eccezione di Sicilia e Sardegna) e mare aperto	31	500	0,020

Tabella 3.3.III - Classi di rugosità del terreno

Classe di rugosità del terreno	Descrizione
A	Aree urbane in cui almeno il 15% della superficie sia coperto da edifici la cui altezza media superi i 15m
B	Aree urbane (non di classe A), suburbane, industriali e boschive
C	Aree con ostacoli diffusi (alberi, case, muri, recinzioni,...); aree con rugosità non riconducibile alle classi A, B, D
D	Aree prive di ostacoli (aperta campagna, aeroporti, aree agricole, pascoli, zone paludose o sabbiose, superfici innevate o ghiacciate, mare, laghi,...)

L'assegnazione della classe di rugosità non dipende dalla conformazione orografica e topografica del terreno. Affinché una costruzione possa dirsi ubicata in classe A o B è necessario che la situazione che contraddistingue la classe permanga intorno alla costruzione per non meno di 1 km e comunque non meno di 20 volte l'altezza della costruzione. Laddove sussistano dubbi sulla scelta della classe di rugosità, a meno di analisi dettagliate, verrà assegnata la classe più sfavorevole.

Tabella 3.3.II - Parametri per la definizione del coefficiente di esposizione

Categoria di esposizione del sito	k_r	z_0 [m]	z_{min} [m]
I	0,17	0,01	2
II	0,19	0,05	4
III	0,20	0,10	5
IV	0,22	0,30	8
V	0,23	0,70	12

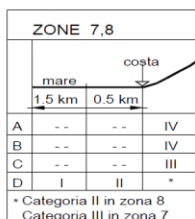
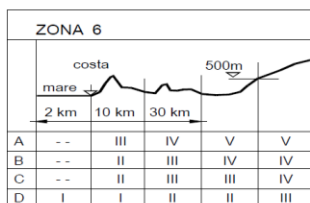
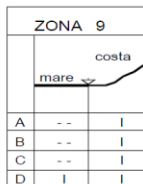
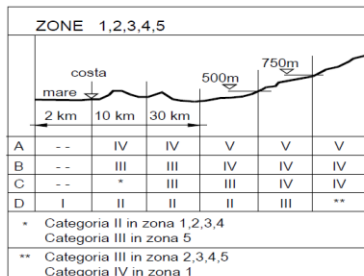


Figura 3.3.2 - Definizione delle categorie di esposizione

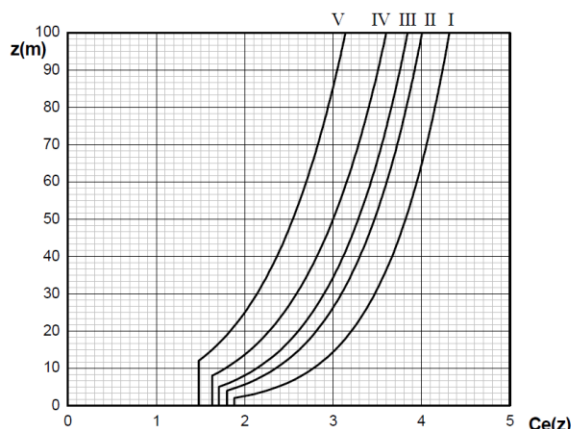


Figura 3.3.3 - Andamento del coefficiente di esposizione c_e con la quota (per $c_r = 1$)

CALCOLO DELLA PRESSIONE DEL VENTO - DM08 e NORME ANAS

altitudine sul livello del mare	as	20 m
zona		3
parametri	$v_{b,0}$	27 m/s
parametri	a_0	500 m
parametri	k_a	0.020 1/s
velocità di riferimento (Tr=50 anni)	$v_b = v_{b0} + k_a * (a_s - a_0)$	27 m/s
Vita nominale	VN=	50
	α_r	1.00
velocità di riferimento	v_b	27.0 m/s
densità dell'aria	ρ	1.25 kg/m ³
pressione cinetica di riferimento	$q_b = 0.5 * \rho * v_b^2$	0.46 kN/m²
Categoria di esposizione del sito	Cat	1
Altezza della costruzione rispetto al suolo	z	8 m
parametri	k_r	0.17
parametri	z_0	0.01 m
parametri	z_{min}	2 m
parametri	z_{max}	200 m
Coefficiente di topografia	c_t	1
coeff. di esposizione ($z \leq z_{min}$)	$c_e(z_{min})$	1.88
coeff. di esposizione (z)	$c_e(z)$	2.64
coeff. di esposizione	$c_e(z)$	2.64
coefficiente di esposizione	c_e	2.64
coefficiente di forma	c_p	1.4
coefficiente dinamico	c_d	1
pressione del vento	p	1.69 kN/m²
	totale	1.69 kN/m ²

IMPALCATO – RELAZIONE DI CALCOLO

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
NN1X	00	D78CL	IV 01 00 003	A	36 di 196

Impalcato		PS	PC
Altezza totale impalcato		1.77	1.77
cordolo/pavimentazione		0.15	0.09
barriera sx		1	
barriera dx		1	
traffico			3
totale	H (m)	3.92	4.86
pressione	p (kPa)	1.69	1.69
forza statica equivalente	f (kN/ml)	6.62	8.21
momento statico equiv (+ concorde con f)	m (kN/ml)	2.65	11.24
altezza superficie investita		2.92	4.86
baricentro da intradosso impalcato		1.06	1.06
braccio azione del vento (+ se sopra baricen)		0.4	1.37

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

Azione della neve (Q2)

Le azioni della neve sono definite al capitolo 3.4 delle NTC18. Il carico provocato dalla neve è definito dall'espressione seguente:

$$q_s = \mu_i C_e C_t q_{sk}$$

dove:

μ_i - Coefficiente di forma della superficie;

C_e - Coefficiente di esposizione;

C_t - Coefficiente termico;

q_{sk} - Valore di riferimento del carico neve al suolo.

Per la valutazione di q_{sk} si è fatto riferimento ad un sito posto in zona III, con altezza sul livello del mare $a_s < 200m$ e pari a 28 m s.l.m.m.:

$$q_{sk} = 0.60 \text{ kN/m}^2$$

Il coefficiente di esposizione C_e può essere utilizzato per modificare il valore del carico neve in funzione delle caratteristiche specifiche dell'area in cui sorge l'opera. Valori del coefficiente di esposizione per diverse classi di topografia sono forniti in tabella 3.4.I. NTC-2018. Per il caso in esame, si assume $C_e = 1.0$.

Il coefficiente termico C_t può essere utilizzato per tener conto della riduzione del carico neve a causa dello scioglimento della stessa, causata dalla perdita di calore della costruzione. Tale coefficiente tiene conto delle proprietà di isolamento

termico del materiale utilizzato sulla superficie. In assenza di uno specifico e documentato studio, deve essere utilizzato $C_t = 1.0$ (3.4.4 – NTC-2018).

Il coefficiente di forma della superficie dipende dall'angolo di inclinazione della falda, i valori proposti dalla normativa vigente vengono riportati nella Tab.3.4.II (NTC-2018):

Coefficiente di forma	$0^\circ \leq \alpha \leq 30^\circ$	$30^\circ < \alpha < 60^\circ$	$\alpha \geq 60^\circ$
μ_1	0,8	$0,8 \cdot \frac{(60 - \alpha)}{30}$	0,0

Nel caso in esame si ha $\alpha = 0^\circ$ circa, pertanto:

$$\mu_1(0^\circ) = 0.8$$

tuttavia, in virtù della presenza dei cordoli aggettanti rispetto alla pavimentazione, si tiene conto del fatto che la neve sia impedita di scivolare e, pertanto, si assume:

$$\mu_1(0^\circ) = 1.0$$

In definitiva, il carico da neve per la copertura piana risulta pari a:

$$q_s = 1 \cdot 0.60 \cdot 1.00 \cdot 1.00 = \mathbf{0.60 \text{ kN/m}^2}.$$

Il carico da neve è da considerarsi non concomitante con i carichi da traffico, pertanto escluso dall'analisi in quanto mai dimensionante.

Azioni della temperatura (Q7)

Variatione termica uniforme (ϵ_2)

La variazione termica uniforme è valutata secondo il § 5.2.2.5.2 delle NTC-2018. Si prevede una variazione termica pari a $\pm 15^\circ\text{C}$. Per l'escursione giunti e appoggi si incrementa la variazione termica del 50%.

Variatione termica differenziale (ϵ_3)

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

Urto del veicolo in svio sulla barriera sicurvia (Q8)

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

$$h_1 = \text{altezza della barriera (pari a 1.5 m)} - 0.10 \text{ m} = 1.40 \text{ m};$$

$$h_2 = 1.0 \text{ m};$$

quindi $h=1.0$ m. La forza orizzontale è pari a 100 kN.

Il momento flettente riportato al baricentro delle travi è dato da $100 * 1.67 = 167$ KNm

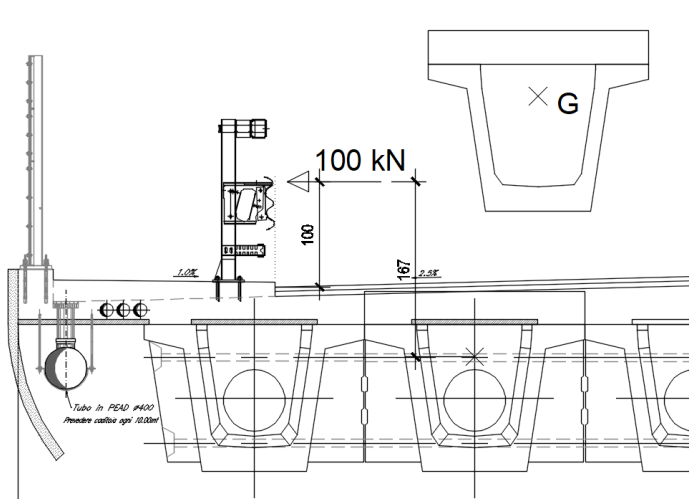


Figura 13 - Schema per calcolo urto sulla barriera

Azioni parassite dei vincoli (Q_9)

Le azioni parassite dei vincoli sono stimate come forze orizzontali pari allo 3% delle reazioni dovute ai carichi verticali:

IMPALCATO – RELAZIONE DI CALCOLO

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
NN1X	00	D78CL	IV 01 00 003	A	39 di 196

Calcolo resistenze passive dei vincoli q9
Carichi di 1a fase

Trave	peso trave [KN]	peso soletta+traversi [KN]
1	217.36	328.94
2	217.36	199.79
3	217.36	199.79
4	217.36	199.79
5	217.36	328.94

Carichi permanenti di 2a fase

Trave	peso marciapiedi [KN]	permanenti portati [KN]+extra2
1	53.35	132.46
2	45.49	124.51
3	42.67	121.76
4	45.49	124.51
5	53.35	132.46

Carichi da traffico

Trave	Tandem-TS [KN]	Distribuito-UDL [KN]	Folla Marciapiedi [KN]
1	283.02	117.6	37.48
2	263.09	104.91	31.74
3	237.3	90.07	29.69
4	207.24	75.04	31.74
5	176.16	60.43	37.48

Carichi sugli appoggi

Trave	Gk+0.2 Qk	γ_G Gk+0.2	γ_Q Qk	RPV (q9)
1	819.7	1134.5		34.0
2	667.1	926.1		27.8
3	653.0	906.2		27.2
4	650.0	902.9		27.1
5	786.9	1090.2		32.7



LINEA SALERNO – PONTECAGNANO AEROPORTO
COMPLETAMENTO METROPOLITANA DI SALERNO
TRATTA ARECHI – PONTECAGNANO AEROPORTO

IMPALCATO – RELAZIONE DI CALCOLO

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
NN1X	00	D78CL	IV 01 00 003	A	40 di 196

Azioni sismiche (E)

L'azione sismica risulta non essere dimensionante per le verifiche dell'impalcato; non essendo il ponte isolato sismicamente, l'azione che si trasmette alle sottostrutture tramite gli apparecchi di appoggio fissi longitudinali e trasversali è proporzionale alla massa dell'impalcato attraverso il prodotto $a_g \cdot S$.

7 COMBINAZIONI DI CARICO

Le azioni considerate sono le seguenti:

- g1: peso proprio degli elementi strutturali;
- g2 : carichi permanenti portati;
- ε2: variazioni termiche uniformi
- ε3 : variazioni termiche differenziali;
- q1: carichi mobili;
- q3: azione longitudinale di frenamento;
- q5: azione trasversale del vento;
- E: azioni sismiche;

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

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

Carichi sulla carreggiata							Carichi su marciapiedi e piste ciclabili
Carichi verticali				Carichi orizzontali		Carichi verticali	
Gruppo di azioni	Modello principale (Schemi di carico 1, 2, 3, 4, 6)	Veicoli speciali	Folla (Schema di carico 5)	Frenatura q ₃	Forza centrifuga q ₄	Carico uniformemente distribuito	
1	Valore caratteristico					Schema di carico 5 con valore di combinazione 2,5 kN/m ²	
2 a	Valore frequente			Valore caratteristico			
2 b	Valore frequente				Valore caratteristico		
3 ^(*)						Schema di carico 5 con valore caratteristico 5,0 kN/m ²	
4 ^(**)			Schema di carico 5 con valore caratteristico 5,0 kN/m ²			Schema di carico 5 con valore caratteristico 5,0 kN/m ²	
5 ^(***)	Da definirsi per il singolo progetto	Valore caratteristico o nominale					

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

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

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

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

γ_Q coefficiente parziale delle azioni variabili da traffico;

γ_{Qi} coefficiente parziale delle azioni variabili.

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

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

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

Azioni	Gruppo di azioni (Tabella 5.1.IV)	Coefficiente Ψ_0 di combinazione	Coefficiente Ψ_1 (valori frequenti)	Coefficiente Ψ_2 (valori quasi permanenti)
Azioni da traffico (Tabella 5.1.IV)	Schema 1 (Carichi tandem)	0,75	0,75	0,0
	Schemi 1, 5 e 6 (Carichi distribuiti)	0,40	0,40	0,0
	Schemi 3 e 4 (carichi concentrati)	0,40	0,40	0,0
	Schema 2	0,0	0,75	0,0
	2	0,0	0,0	0,0
	3	0,0	0,0	0,0
	4 (folla)	----	0,75	0,0
Vento q_s	Vento a ponte scarico			
	SLU e SLE	0,6	0,2	0,0
	Esecuzione	0,8	----	0,0
	Vento a ponte carico	0,6		
Neve q_s	SLU e SLE	0,0	0,0	0,0
	esecuzione	0,8	0,6	0,5
Temperatura	T_k	0,6	0,6	0,5

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

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

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

SLU:

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

SLE RARA:

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

SLE QUASI PERMANENTE:

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

SLE FREQUENTE:

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

Della simultaneità delle componenti uniforme e differenziale di temperatura si tiene conto mediante le seguenti combinazioni (cfr. UNIEN 1991-1-5):

$$\Delta T_{M,heat} \text{ (oppure } \Delta T_{M,cool}) + \omega_N \Delta T_{N,exp} \text{ (oppure } \Delta T_{N,con}) \quad (6.3)$$

oppure

$$\omega_N \Delta T_{M,heat} \text{ (oppure } \Delta T_{M,cool}) + \Delta T_{N,exp} \text{ (oppure } \Delta T_{N,con}) \quad (6.4)$$

i valori raccomandati per ω_N e ω_M sono:

$$\omega_N = 0,35$$

$$\omega_M = 0,75$$

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

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

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

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

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

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

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

dove:

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

G_2 \Rightarrow carichi permanenti portati;

E \Rightarrow azioni derivanti dai terremoti;

Q_{kj} \Rightarrow azioni variabili sulla struttura.

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

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

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

Le possibili combinazioni sono definite dai coefficienti riportati nelle tabelle che seguono:

SLU:

IMPALCATO – RELAZIONE DI CALCOLO

COMMESSA LOTTO CODIFICA DOCUMENTO REV. FOGLIO
NN1X 00 D78CL IV 01 00 003 A 45 di 196

Descrizione azione elementare	A1	ψ0	sigla	SLU1	SLU2	SLU3	SLU4	SLU5	SLU6	SLU7	SLU8	SLU9	SLU10
<i>Peso proprio</i>	1.35	1	G1	1.35	1.35	1.35	1.35	1.35	1	1	1	1	1
<i>Carichi permanenti portati</i>	1.35	1	G2	1.35	1.35	1.35	1.35	1.35	1	1	1	1	1
<i>variazioni termiche</i>	1.5	0.6	Q7	0.9	0.9	0.9	0.9	1.5	0.9	0.9	0.9	0.9	1.5
<i>azioni da traffico gruppo 1</i>	1.35	0	GR1	1.35	0	0	0	0	1.35	0	0	0	0
<i>azioni da traffico gruppo 2a frenatura</i>	1.35	0	GR2a	0	1.35	0	0	0	0	1.35	0	0	0
<i>azioni da traffico gruppo 1 frequente</i>	1.35	0.75	GR1Freq	0	0	0	1.0125	1.0125	0	0	0	1.0125	1.0125
<i>azione del vento</i>	1.5	0.6	Q5	0	0	1.5	0	0	0	0	1.5	0	0
<i>azione del vento con ponte carico</i>	1.5	0.6	Q5q	0.9	0.9	0	1.5	0.9	0.9	0.9	0	1.5	0.9
<i>resistenze passive dei vincoli</i>	1.35	0.6	Q9	0	1.35	0	0	0	0	1.35	0	0	0
<i>azione sismica X prevalente</i>	1	0	Sx_SLV	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
<i>azione sismica X prevalente</i>	1	0	Sy_SLV	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
<i>azione sismica Y prevalente</i>	1	0	Sz_SLV	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0

SISMICA:

Descrizione azione elementare	A1	ψ0	sigla	SIS_SLV1	SIS_SLV2	SIS_SLV3	SIS_SLV4	SIS_SLV5	SIS_SLV6
<i>Peso proprio</i>	1.35	1	G1	1	1	1	1	1	1
<i>Carichi permanenti portati</i>	1.35	1	G2	1	1	1	1	1	1
<i>variazioni termiche differenziali impalcato</i>	1.5	0.6	ε2	0.175	0.175	0.5	0.5	0.5	0.175
<i>variazioni termiche uniformi esercizio</i>	1.5	0.6	ε3	0.5	0.5	0.375	0.375	0.375	0.5
<i>azioni da traffico gruppo 1</i>	1.35	0	GR1	0	0	0	0	0	0
<i>azioni da traffico gruppo 2a frenatura</i>	1.35	0	GR2a	0	0	0	0	0	0
<i>azioni da traffico gruppo 1 frequente</i>	1.35	0.75	GR1Freq	0	0	0	0	0	0
<i>azione del vento</i>	1.5	0.6	Q5	0	0	0	0	0	0
<i>azione del vento con ponte carico</i>	1.5	0.6	Q5q	0	0	0	0	0	0
<i>resistenze passive dei vincoli</i>	1.5	0.6	Q9	0	0	0	0	0	0
<i>azione sismica X prevalente</i>	1	0	Sx_SLV	0	1	0	1	0	0
<i>azione sismica X prevalente</i>	1	0	Sy_SLV	1	0	1	0	0	0
<i>azione sismica Y prevalente</i>	1	0	Sz_SLV	0	0	0	0	1	1

SLE:

Descrizione azione elementare	A1	ψ0	sigla	SLE_r1	SLE_r2	SLE_r3	SLE_r4	SLE_r5	SLE_f1	SLE_f2	SLE_f3	SLE_f4	SLE_qp1
<i>peso proprio</i>	1	1	G1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
<i>carichi permanenti portati</i>	1	1	G2	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
<i>variazioni termiche differenziali impalcato</i>	1	0.6	Q7	0.6	0.6	0.6	0.6	1	0.6	0.6	0.6	1	1
<i>azioni da traffico gruppo 1</i>	1	0	GR1	1	0	0	0	0	1	0	0	0	0
<i>azioni da traffico gruppo 2a frenatura</i>	1	0	GR2a	0	1	0	0	0	0	1	0	0	0
<i>azioni da traffico gruppo 1 frequente</i>	1	0.75	GR1Freq	0	0	0	0.75	0.75	0	0	0	0.75	0
<i>azione del vento a ponte scarico</i>	1	0.6	Q5	0	0	1	0	0	0	0	1	0	0
<i>azione del vento con ponte carico</i>	1	0.6	Q5q	0.6	0.6	0	1	0.6	0	0	0	0	0
<i>resistenze passive dei vincoli</i>	1	0.6	Q9	0	1	0	0	0	0	1	0	0	0



LINEA SALERNO – PONTECAGNANO AEROPORTO
COMPLETAMENTO METROPOLITANA DI SALERNO
TRATTA ARECHI – PONTECAGNANO AEROPORTO

IMPALCATO – RELAZIONE DI CALCOLO

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
NN1X	00	D78CL	IV 01 00 003	A	46 di 196

8 CALCOLO DELLE SOLLECITAZIONI

Nei paragrafi che seguono si descrive dettagliatamente l'iter di calcolo delle sollecitazioni, esplicitando input/output del software utilizzato ENG9, commercializzato dalla SIGMA c – ed. 9.4 – specificatamente dedicato al calcolo di impalcato con travi in c.a.p e soletta collaborante.

Unita' di misura e convenzioni di segno

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

lunghezza : m

forza : KN

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

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

Le tensioni sono positive se di trazione, sia per quanto riguarda il calcestruzzo che l'acciaio.

Metodo ed ipotesi di calcolo

L'impalcato viene realizzato con travi in semplice appoggio collaboranti tra loro grazie all'azione della soletta.

Esso si presenta quindi come una lastra appoggiata sui lati opposti e che presenta una forte ortotropia.

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

Questo metodo fu proposto da Guyon nel 1946 per un grigliato di travi prive di rigidità torsionale, ripreso da Massonnet nel 1950 per tener conto della torsione, infine esteso da Bares; questi ultimi Autori hanno sistemato in modo definitivo la materia in un libro ("Les calculs des grillages de pontes et dalles orthotropes selon la Method Guyon - Massonnet - Bares", Dunod, Parigi, 1966) che fornisce un gran numero di tabelle direttamente utilizzabili dal progettista e che ne ha agevolato una larga diffusione.

Nel grigliato ortotropo il procedimento di Massonnet trae origine dallo studio di un graticcio appoggiato in corrispondenza degli estremi delle travi principali longitudinali e libero sugli altri estremi; graticcio che si suppone equivalente ad una piastra ortotropa.

Se si osserva un graticcio di travi si constata che si tratta di una struttura a travi bidirezionali a direzioni per lo più ortogonali.

Il comportamento dell'impalcato dipende essenzialmente dalle rigidità flessionali e torsionali dei due ordini di travi e dalla loro reciproca influenza.



LINEA SALERNO – PONTECAGNANO AEROPORTO
COMPLETAMENTO METROPOLITANA DI SALERNO
TRATTA ARECHI – PONTECAGNANO AEROPORTO

IMPALCATO – RELAZIONE DI CALCOLO

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
NN1X	00	D78CL	IV 01 00 003	A	47 di 196

Si può, pertanto, pensare di assimilare l'impalcato ad una piastra ortotropa nella quale la caratterizzazione di comportamento nelle due direzioni sia data dalle rigidezze flessionali e torsionali anziché dai legami costitutivi dei materiali.

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

$$2 \cdot B = n \cdot i$$

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

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

Si considera una condizione di carico

$$p(x;e) = P_m \text{ sen } (\pi x/l)$$

variabile con legge sinusoidale ed agente parallelamente all'asse x con eccentricità e ; per tale carico la deformata ha una legge $w(x,y;e)$ che si ottiene integrando l'equazione di Huber. Esprimendo in serie di Levy, la deformata assume la forma

$$w(x,y;e) = w(1/2,y;e) \text{ sen } (\pi x/l)$$

considerando una condizione di carico avente la stessa legge di variazione e lo stesso P_m ma distribuito su tutta la larghezza dell'impalcato

$$p(x;e) = (P_m/2b) \text{ sen } (\pi x/l)$$

si avrà una deformata cilindrica che può assumere la forma

$$w(x) = w(1/2) \text{ sen } (\pi x/l)$$

Si può, quindi, definire per una trave di ordinata y e carico di eccentricità e , il coefficiente di ripartizione trasversale (adimensionale)

$$K(y;e) = w(x,y;e) / w(x) = w(1/2,y;e) / w(1/2)$$

Si ha, pertanto, per il carico unitario di eccentricità e , il rapporto fra il carico su una trave di ordinata y e il carico medio $1/n$ dove n è il numero delle travi.

Il valore di $K(y;e)$ è stato calcolato dal Massonnet e tabellato in base ai parametri dai quali dipende e precisamente:

- dal rapporto y/b rappresentante la posizione della trave longitudinale presa in considerazione (e lungo la quale y ha sempre lo stesso valore);
- dal rapporto e/b che rappresenta la posizione del carico;
- dal rapporto di rigidezza torsionale (compreso tra 0 e 1);
- dal rapporto adimensionale di rigidezza flessionale;

Si assume che l'azione orizzontale del vento produca non generi sollecitazioni flessionali sulle travi ma venga trasferita agli appoggi in termini di azioni orizzontali e incremento/decremento azioni verticali.

Gli effetti di ritiro, ritiro differenziale e variazione termica differenziale sono valutati per singola trave nel capitolo successivo.

Dati impalcato

Tipo di impalcato: travi prefabbricate più soletta collaborante

Dati geometrici

Luce di calcolo	21.33
Larghezza marciapiede sinistro	2.45
Larghezza carreggiata	8.00
Larghezza marciapiede destro	2.45
Larghezza fuori tutto impalcato	12.90
Numero travi	5
Tipo trave	V140x210
Interasse travi	2.10
Larghezza travi	2.10
Lunghezza retrotrave	0.59
Lunghezza ringrosso	1.18
Lunghezza svasatura	0.50
Eccentricità travi-soletta	0.00
Spessore medio soletta	0.27
Spessore minimo soletta	0.22
Luce di calcolo soletta	1.25
Larghezza marciapiede sinistro	1.60
Dist. marciapiede sinistro	0.60
Larghezza marciapiede destro	1.60
Dist. marciapiede destro	0.60
Spessore medio cordoli	0.10

Traversi in campata

Numero traversi	2
Altezza sezione traversi	1.30
Spessore sezione traversi	0.40
n.	X [m]
1	6.86
2	14.47

Traversi in testata

Altezza sezione traversi	1.30
Spessore sezione traversi	0.40
n.	X [m]
1	0.00
2	21.33

Trave prefabbricata V140x210

Per la descrizione geometrica delle sezioni della trave viene utilizzato un sistema di riferimento x,y locale, avente asse x allineato con l'asse Y globale ma di direzione discorde, ed asse y concorde con asse Z globale.

Vertice n.	Sezione in campata		Sezione in testata	
	x	y	x	y
1	-0.50	0.00	-0.50	0.00
2	-0.68	1.17	-0.68	1.17
3	-1.05	1.26	-1.05	1.26
4	-1.05	1.40	-1.05	1.40
5	-0.55	1.40	-0.45	1.40

IMPALCATO – RELAZIONE DI CALCOLO

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
NN1X	00	D78CL	IV 01 00 003	A	50 di 196

Vertice n.	Sezione in campata		Sezione in testata	
	x	y	x	y
6	-0.55	1.35	-0.45	1.35
7	-0.53	1.17	-0.43	1.17
8	-0.41	0.35	-0.33	0.45
9	-0.34	0.25	-0.25	0.35
10	0.00	0.23	0.00	0.34
11	0.34	0.25	0.25	0.35
12	0.41	0.35	0.33	0.45
13	0.53	1.17	0.43	1.17
14	0.55	1.35	0.45	1.35
15	0.55	1.40	0.45	1.40
16	1.05	1.40	1.05	1.40
17	1.05	1.26	1.05	1.26
18	0.68	1.17	0.68	1.17
19	0.50	0.00	0.50	0.00

	in campata	in testata	
Altezza della sezione	1.40	1.40	[m]
Spessore complessivo anime	0.28	0.48	[m]
Area sezione di calcestruzzo	0.72	1.01	[m ²]
Ordinata y baricentro	0.66	0.68	[m]
Ascissa x baricentro	0.00	0.00	[m]
J baricentro	0.18	0.22	[m ⁴]
Coefficiente torsionale	0.14	0.19	[m ⁴]

Geometria getto in opera

La geometria del volume di calcestruzzo gettato in opera viene descritta nel sistema di riferimento X,Y,Z globale

dell'impalcato.

Sezione in campata

Vertice n.	Sezione in campata		Sezione in testata	
	x	y	x	y
1	6.95	1.40	6.95	1.40
2	6.95	1.67	6.95	1.67
3	0.00	1.67	0.00	1.67
4	-6.95	1.67	-6.95	1.67
5	-6.95	1.40	-6.95	1.40
6	-0.55	1.35	-0.45	1.35

TRATTO IN CAMPATA		
X iniziale	1.71	[m]
X finale	19.62	[m]
Lunghezza in direz. X	17.91	[m]
Altezza della sezione	0.27	[m]
Area sezione	3.75	[m ²]
Z baricentro	1.54	[m]
J baricentrico	0.02	[m ⁴]
TRATTI ALLE ESTREMITA'		
Lunghezza in direz. X (2 testate)	3.60	[m]
Altezza della sezione	0.27	[m]
Area sezione	3.75	[m ²]
Z baricentro	1.54	[m ²]
J baricentrico	0.02	[m ⁴]

Parametri dei materiali

Di seguito sono riportati i soli parametri dei materiali necessari per la determinazione delle sollecitazioni e delle deformazioni agenti sugli elementi costitutivi l'impalcato. Per una descrizione completa dei materiali utilizzati e delle loro caratteristiche si rimanda ai capitoli relativi alle verifiche.

Ritiro differenziale trave - soletta	0.00037	[-]
Coeff. omogen. E cls soletta / E cls trave	0.92	[-]
Modulo elastico trave e soletta (calcolo frecce)	3.6283E7	[KN/m ²]
Peso specifico trave prefabbricata	25.0000	[KN/m ³]
Peso specifico calcestruzzo getto in opera	25.0000	[KN/m ³]

Ripartizione trasversale dei carichi

Parametri di Massonnet

Eccentricità trave verificata (n.1)	Y	-4.20	[m]
Luce di calcolo travi principali	L	21.33	[m]
Interasse traversi	L1	7.11	[m]
Semilarghezza teorica impalcato	B	5.25	[m]
Interasse travi	B1	2.10	[m]

TRAVE			
area sezione cls trave+soletta	Ap	1.41	[m ²]
quota baricentro	Dp	1.09	[m]
momento d'inerzia flessionale	Jp	0.4473	[m ⁴]
coefficiente di torsione	Cp	0.1398	[m ⁴]

TRAVERSO			
----------	--	--	--

IMPALCATO – RELAZIONE DI CALCOLO

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
NN1X	00	D78CL	IV 01 00 003	A	53 di 196

area sezione cls traverso+soletta	Ae	1.30	[m ²]
quota baricentro da base sezione	De	1.08	[m]
momento d'inerzia flessionale	Je	0.2851	[m ⁴]
coefficiente di torsione	Ce	0.0198	[m ⁴]

Larghezza soletta collaborante con il traverso = 2.65 [m]

Coeff. omogen. E cls soletta / E cls trave = 0.92 [-]

Teta = 0.382 Radice alfa = 0.624

Coefficienti

Si calcolano i coefficienti d'influenza della 1^a trave che ha una eccentricità $Y = 4.2$ [m] e che risulta essere la più sollecitata:

Y	5.25	3.94	2.63	1.31	0.00	-1.31	-2.63	-3.94	-5.25
K ₀	-1.275	-0.744	-0.209	0.342	0.919	1.532	2.182	2.858	3.538
K ₁	0.601	0.671	0.750	0.845	0.959	1.092	1.238	1.387	1.523
K _α	-0.103	0.139	0.390	0.656	0.944	1.257	1.593	1.940	2.280

Vengono riportati di seguito i coefficienti μ_a relativi alla sezione $Y = 0.00$ del traverso, ed alla prima armonica.

Y	5.25	3.94	2.63	1.31	0.00	-1.31	-2.63	-3.94	-5.25
μ_a	-0.155	-0.084	-0.009	0.080	0.190	0.080	-0.009	-0.084	-0.155

Analisi dei carichi

In questo capitolo si valutano i carichi da ripartire secondo il metodo di Massonet; gli effetti di ritiro, ritiro differenziale e variazione termica differenziale sono valutati per singola trave nel capitolo successivo

Valori caratteristici delle azioni permanenti
Fase 1

Pesì gravanti sulla trave singola:

Lunghezza trave in asse	22.51	[m]
Peso trave (sezione filante)	17.96	[KN/m]
Peso trave (sezione ringrossata)	25.36	[KN/m]
Peso totale trave prefabbricata	434.72	[KN]
Peso soletta gravante sulla trave	25.65	[KN/m]
Peso trasverso in testata	18.95	[KN]
Peso trasverso in campata	21.29	[KN]

Fase 2
Pavimentazione

La larghezza della carreggiata viene suddivisa in 20 intervalli uguali e per ciascuno di essi si determina il valore del coefficiente K_α di Massonnet in corrispondenza del proprio baricentro. Si procede poi alla somma di tali effetti in modo da ottenere la porzione del carico pavimentazione agente sulla trave più sollecitata

Peso pavimentazione per unità di superficie	1.80	[KN/m ²)
Carico gravante sulla trave da verificare	3.20	[KN/m]

Delta_g_soletta

Questo carico viene considerato carico uniformemente ripartito tra le travi.

Delta_g_soletta	1.25	[KN/m ²)
Carico gravante sulla trave da verificare	3.23	[KN/m]

Delta_g_soletta+ Delta_g_trasversi_sghembo

Questo carico viene considerato carico uniformemente ripartito tra le travi.

Delta_g_soletta+ Delta_g_trasversi_sghembo	1.54	[KN/m ²)
Carico gravante sulla trave da verificare	4.28	[KN/m]

Peso del marciapiede

Il peso viene applicato al modello di calcolo come carico lineare uniforme distribuito su tutta la luce e posizionato in sezione trasversale con data eccentricità rispetto al baricentro dell'impalcato.

	peso lineare [KN/m]	ecc.Y [m]	peso totale [KN]
marciapiede sinistro	10.72	5.72	228.63
marciapiede destro	10.72	-5.72	228.63

Carichi lineari di 2a fase sull'impalcato

A questi carichi viene applicato il metodo di Massonnet calcolandone il relativo coefficiente di ripartizione trasversale per la trave in esame.

n.	Descrizione	q [KN/m]	ecc.Y	X'i	Rif.X'i	X'f	Rif.X'f
1	guard rail	2.00	4.95	-0.50	Appoggio iniziale	-0.50	Appoggio finale
2	guard rail	2.00	-4.95	-0.50	Appoggio iniziale	-0.50	Appoggio finale
3	cordolo + parapetto	1.82	6.80	-0.50	Appoggio iniziale	-0.50	Appoggio finale
4	cordolo + parapetto	1.82	-6.80	-0.50	Appoggio iniziale	-0.50	Appoggio finale
5	veletta	4.74	-6.95	-0.50	Appoggio iniziale	-0.50	Appoggio finale
6	veletta	4.74	6.95	-0.50	Appoggio iniziale	-0.50	Appoggio finale
7	impianti	1.00	-5.85	-0.50	Appoggio iniziale	-0.50	Appoggio finale
8	impianti	1.00	5.85	-0.50	Appoggio iniziale	-0.50	Appoggio finale

Valori caratteristici delle azioni variabili

Il numero delle colonne di carichi mobili da considerare nel calcolo dei ponti è quello massimo compatibile con la larghezza della carreggiata, comprese le eventuali banchine di rispetto e per sosta di emergenza, nonché gli eventuali marciapiedi non protetti e di altezza inferiore a 20 cm, tenuto conto che la larghezza di ingombro convenzionale è stabilita per ciascuna colonna in 3.00 m. In ogni caso il numero delle colonne non deve essere inferiore a 2, a meno che la larghezza della sede stradale sia inferiore a 5,40 m.

La disposizione dei carichi ed il numero delle colonne sulla carreggiata saranno volta per volta quelli che determinano le condizioni più sfavorevoli di sollecitazione per la struttura, membratura o sezione considerata.

Categoria ponte : *Stradale 1a categoria*

IMPALCATO – RELAZIONE DI CALCOLO

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
NN1X	00	D78CL	IV 01 00 003	A	56 di 196

Numero assi per corsia: 2

corsia	Nome	carico asse Q	p	α_Q	α_q
1	Corsia 1	300,00	9,00	1,00	1,00
2	Corsia 2	200,00	2,50	1,00	1,00
3	Corsia 3	100,00	2,50	1,00	1,00

Carico folla sui marciapiedi= 5,00 [KN/m2]

IMPALCATO – RELAZIONE DI CALCOLO

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
NN1X	00	D78CL	IV 01 00 003	A	57 di 196

Applicazione del metodo di massonnet
peso marciapiede

Descrizione	[KN/m]	ecc.Y	K Massonnet	μ Massonnet
sinistro	10.72	5.72	-0.191	-0.180
destro	10.72	-5.72	2.402	-0.180

Lineari per trave

Vengono considerati concentrati in direzione y e uniformemente distribuiti in direzione x.

n.	Descrizione	q [KN/m]	ecc.Y	K Massonnet	μ Massonnet
1	guard rail	2.00	4.95	-0.048	-0.139
2	guard rail	2.00	-4.95	2.203	-0.139
3	cordolo + parapetto	1.82	6.80	-0.390	-0.238
4	cordolo + parapetto	1.82	-6.80	2.680	-0.238
5	veletta	4.74	-6.95	2.719	-0.246
6	veletta	4.74	6.95	-0.418	-0.246
7	impianti	1.00	-5.85	2.434	-0.187
8	impianti	1.00	5.85	-0.214	-0.187

Carichi mobili per massimo effetto sulla trave 1

Descrizione	$Q \cdot \alpha$ [KN]	$q \cdot \alpha$ [KN/m]	ecc.Y	Larghezza	Ka
Corsia 1	300.00	27.00	-3.00	3.00	1.692
Corsia 2	200.00	7.50	0.00	3.00	0.944
Corsia 3	100.00	7.50	3.00	3.00	0.317

Descrizione	q [KN/m]	ecc.Y	Larghezza	Ka
Folla marc. dx	7.50	-5.85	1.50	2.434

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

Carichi mobili per calcolo M_{max} su traverso

La ricerca del massimo momento flettente (che tende le fibre inferiori) viene effettuata spostando i carichi mobili in senso longitudinale in modo da individuare la posizione più sfavorevole per il singolo traverso o per la soletta e in senso trasversale in modo da individuare la posizione più sfavorevole per la singola sezione del traverso o della soletta.

A titolo esemplificativo si riporta il diagramma del coefficiente di influenza del traverso/soletta in corrispondenza della sezione di eccentricità $Y=0$

Descrizione	$Q \cdot \alpha$ [KN]	$q \cdot \alpha$ [KN/m]	ecc.Y	Larghezza	μ
Corsia 1	300.00	27.00	0.00	3.00	0.191

Carichi mobili per calcolo M_{min} su traverso

La ricerca del minimo momento flettente (che tende le fibre superiori) viene effettuata spostando i carichi mobili in senso longitudinale in modo da individuare la posizione più sfavorevole per il singolo traverso o per la soletta, e in senso trasversale in modo da individuare la posizione più sfavorevole per la singola sezione del traverso o della soletta.

A titolo esemplificativo si riporta il diagramma del coefficiente di influenza del traverso/soletta in corrispondenza della sezione di eccentricità $Y=0$

Descrizione	$Q \cdot \alpha$ [KN]	$q \cdot \alpha$ [KN/m]	ecc.Y	Larghezza	μ
Corsia 1	300.00	27.00	-3.00	3.00	-0.031
Corsia 2	200.00	7.50	3.00	3.00	-0.031

Descrizione	q [KN/m]	ecc.Y	Larghezza	μ
Folla SX	7.50	5.85	1.50	-0.187
Folla DX	7.50	-5.85	1.50	-0.187

Le combinazioni di carico considerate sono quelle indicate dal D.M. 17 gennaio 2018 al punto 5.1.3

I coefficienti parziali di sicurezza per le combinazioni di carico agli SLU (A1 STR) valgono:

	$\gamma_{sup.}$	$\gamma_{inf.}$
Coeff. sicurezza carichi permanenti strutturali	1.35	1.00
Coeff. sicurezza carichi permanenti non strutturali	1.50	0.00
Coeff. sicurezza carichi traffico	1.35	0.00
Coeff. sicurezza carichi variabili	1.50	0.00

I coefficienti ψ per le azioni variabili per ponti stradali da utilizzare nelle combinazioni di carico agli SLE valgono:

Carico	ψ_0	ψ_1	ψ_2
gruppo 1 - Schema 1 - carichi distribuiti	0.40	0.40	0.00
gruppo 1 - Schema 1 - carichi tandem	0.75	0.75	0.00
gruppi 2 - frenatura/centrifuga	0.00	0.00	0.00
gruppo 3 - Schema 5	0.00	0.00	0.00
gruppo 4 - Schema 5 (folla)	0.00	0.75	0.00
gruppo 5 - veicoli speciali	0.00	0.00	0.00
gruppo 1 - Schema 2 (asse singolo)	0.00	0.75	0.00
vento a ponte scarico	0.60	0.20	0.00
termico	0.60	0.60	0.50

I coefficienti ψ si riferiscono ai gruppi di azioni 1,2a,2b come specificato dalla tabella 5.1.IV del D.M. 17 gennaio 2018

Ai fini delle verifiche degli stati limite vengono prese in considerazione le seguenti combinazioni delle azioni:

Verifiche agli stati limite ultimi

situazioni persistenti e transitorie EQU/STR/GEO

$$F_d = \gamma_{G1} \cdot G_1 + \gamma_{G2} \cdot G_2 + \gamma_P \cdot P + \gamma_{Q1} \cdot Q_{k,1} + \sum_{i>1} \gamma_{Qi} \cdot \psi_{0,i} \cdot Q_{k,i}$$

Verifiche agli stati limite di esercizio

combinazione caratteristica (rara):

$$F_d = G_1 + G_2 + P + Q_{k,1} + \sum_{i>1} \psi_{0,i} \cdot Q_{k,i}$$

combinazione frequente:

$$F_d = G_1 + G_2 + P + \psi_{1,1} \cdot Q_{k,1} + \sum_{i>1} \psi_{2,i} \cdot Q_{k,i}$$

combinazione quasi permanente:

$$F_d = G_1 + G_2 + P + \psi_{2,1} \cdot Q_{k,1} + \sum_{i>1} \psi_{2,i} \cdot Q_{k,i}$$

combinazione sismica, impiegata per gli stati limite ultimi e di esercizio connessi all'azione sismica E:

$$F_d = E + G_1 + G_2 + P + \sum \psi_{2,i} \cdot Q_{k,i}$$

Sollecitazioni sulla trave esterna

In questo capitolo si valutano le sollecitazioni ripartire secondo il metodo di Massonet; gli effetti di precompressione, ritiro, ritiro differenziale e variazione termica differenziale sono valutati per singola trave nel capitolo successivo

Valori caratteristici

Prima fase - al taglio trefoli ed in opera

X	Descrizione	peso trave		peso soletta+traversi	
		M [KN·m]	V [KN]	M [KN·m]	V [KN]
0.00	appoggio	0.00	202.39	0.00	294.85
1.00		189.21	177.05	281.52	269.20
2.00		354.81	155.66	537.82	243.55
3.00		501.73	137.70	768.89	217.90
4.00		630.35	119.73	973.83	192.25
5.00		740.94	101.77	1153.02	166.60
6.00		833.86	83.80	1307.00	140.95
7.00		908.85	65.84	1432.37	94.01
8.00		965.43	47.88	1513.16	68.36

IMPALCATO – RELAZIONE DI CALCOLO

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
NN1X	00	D78CL	IV 01 00 003	A	61 di 196

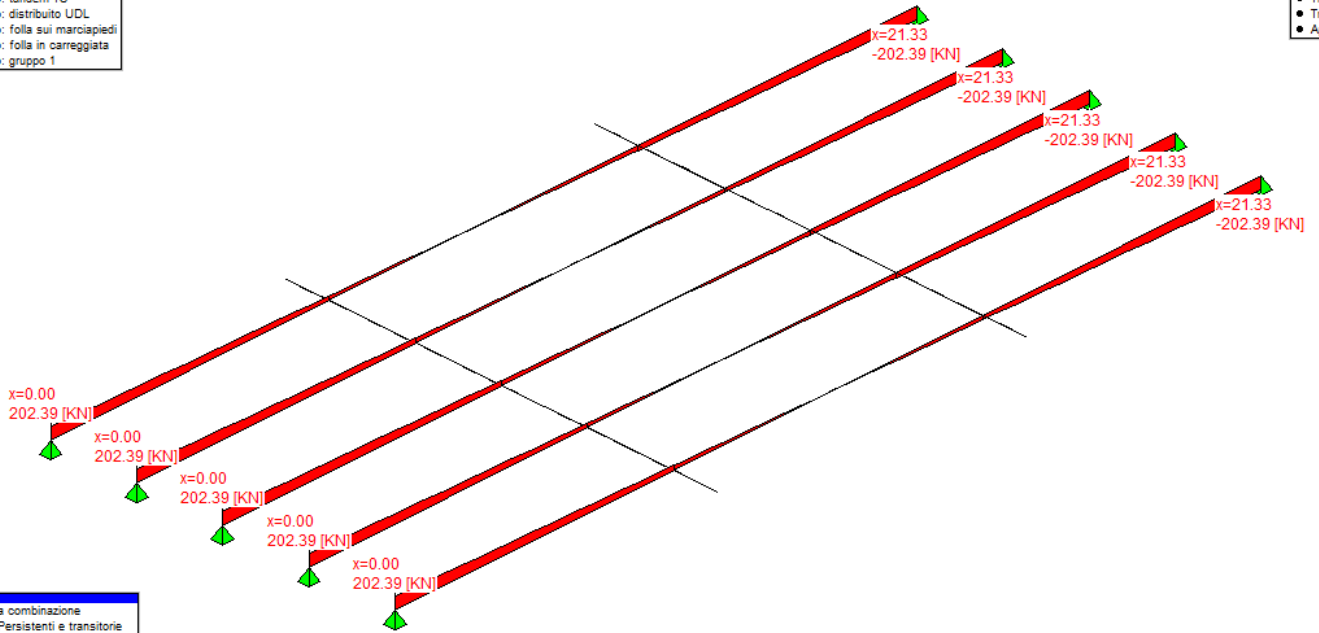
X	Descrizione	peso trave		peso soletta+traversi	
		M [KN·m]	V [KN]	M [KN·m]	V [KN]
9.00		1004.35	29.91	1568.73	42.71
10.00		1025.61	11.95	1599.08	17.06
10.66	mezzeria	1029.63	0.00	1604.82	0.00
11.00		1028.29	-6.02	1602.90	-8.59
11.40		1024.52	-13.20	1597.52	-18.85
12.00		1013.20	-23.98	1581.37	-34.24
13.00		980.45	-41.95	1534.61	-59.89
14.00		929.50	-59.91	1461.85	-85.54
15.00		860.41	-77.88	1351.92	-132.49
16.00		773.66	-95.84	1206.76	-158.14
17.00		669.06	-113.81	1036.13	-183.79
18.00		545.97	-131.77	839.09	-209.44
19.00		405.22	-149.73	616.82	-235.09
20.00		246.50	-169.98	369.34	-260.74
21.00		64.97	-194.02	95.46	-286.39
21.33	appoggio	0.00	-202.39	0.00	-294.85

IMPALCATO – RELAZIONE DI CALCOLO

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
NN1X	00	D78CL	IV 01 00 003	A	62 di 196

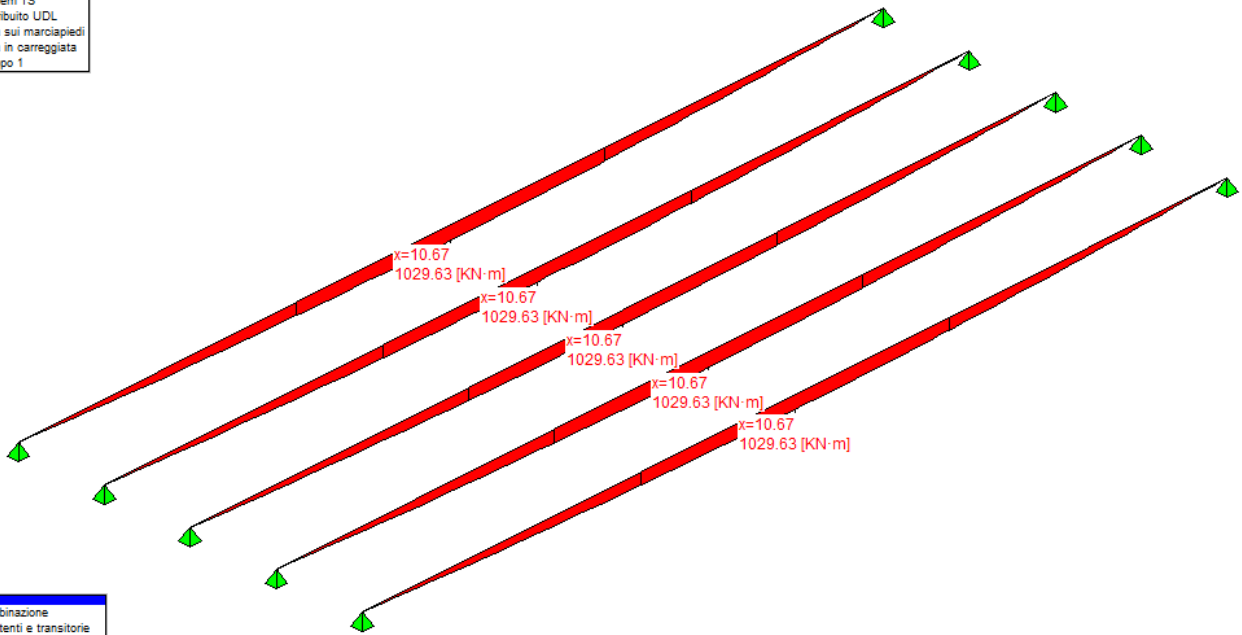
- peso trave
- peso soletta+traversi
- fase 1 - lineari per trave
- peso cordoli
- permanenti portati
- Traffico: tandem TS
- Traffico: distribuito UDL
- Traffico: folla sui marciapiedi
- Traffico: folla in carreggiata
- Traffico: gruppo 1

- Trave 1
- Trave 2
- Trave 3
- Trave 4
- Trave 5
- Traverso 1
- Traverso 2
- Appoggi



- nessuna combinazione
- S.L.U. Persistenti e transitorie
- S.L.U. Situazioni Accidentali
- S.L.E. Rara 2^a fase
- S.L.E. Frequente 2^a fase
- S.L.E. Quasi permanente 2^a fase
- S.L.U. Sismica

- Trave 1
- Trave 2
- Trave 3
- Trave 4
- Trave 5
- Traverso 1
- Traverso 2
- Appoggi



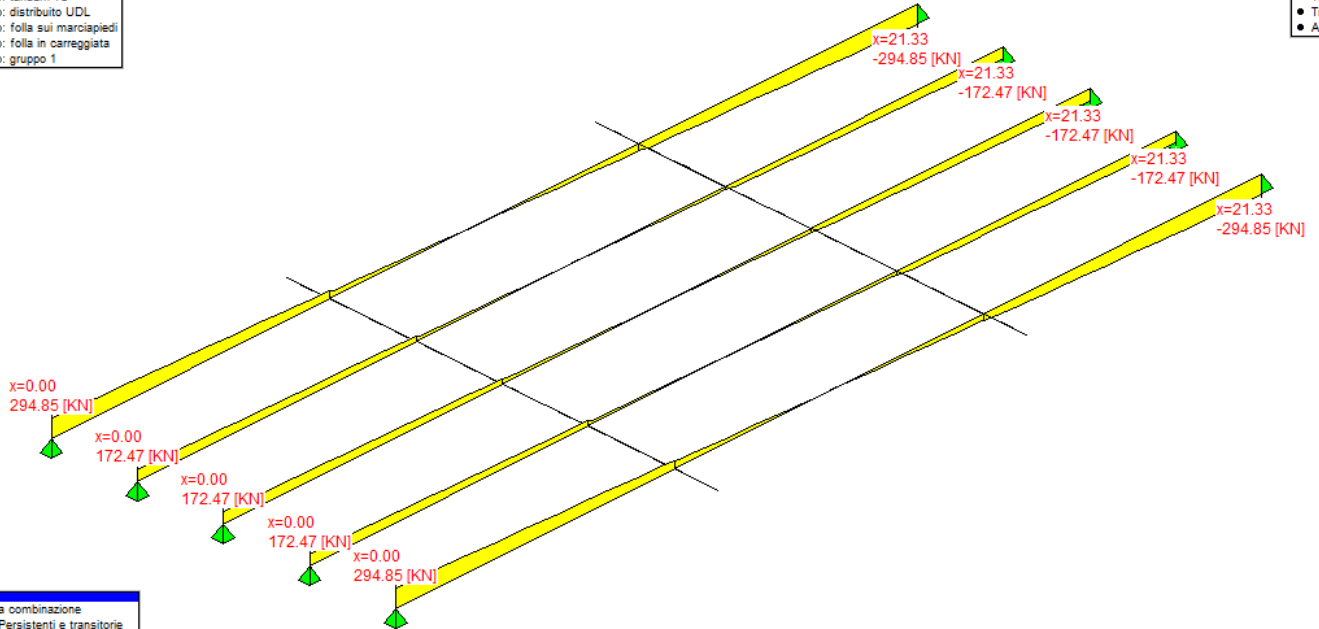
- nessuna combinazione
- S.L.U. Persistenti e transitorie
- S.L.U. Situazioni Accidentali
- S.L.E. Rara 2^a fase
- S.L.E. Frequente 2^a fase
- S.L.E. Quasi permanente 2^a fase
- S.L.U. Sismica

IMPALCATO – RELAZIONE DI CALCOLO

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
NN1X	00	D78CL	IV 01 00 003	A	63 di 196

- peso trave
- peso soletta+traversi
- fase 1 - lineari per trave
- peso cordoli
- permanenti portati
- Traffico: tandem TS
- Traffico: distribuito UDL
- Traffico: folla sui marciapiedi
- Traffico: folla in carreggiata
- Traffico: gruppo 1

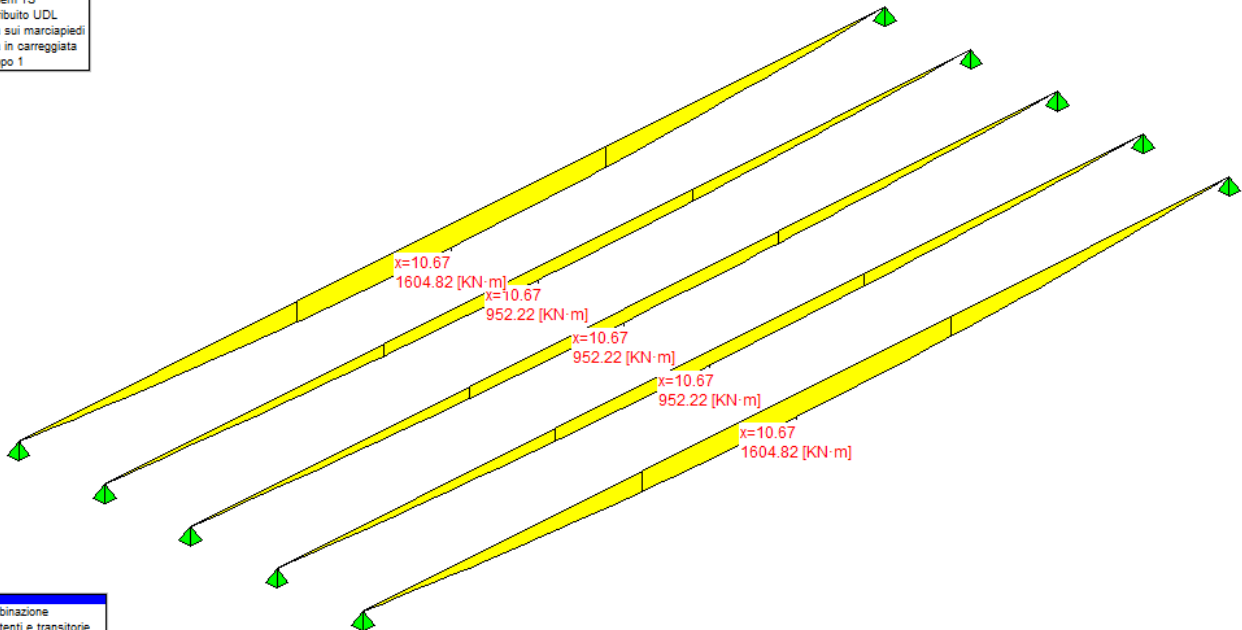
- Trave 1
- Trave 2
- Trave 3
- Trave 4
- Trave 5
- Traverso 1
- Traverso 2
- Appoggi



- nessuna combinazione
- S.L.U. Persistenti e transitorie
- S.L.U. Situazioni Accidentali
- S.L.E. Rara 2^a fase
- S.L.E. Frequente 2^a fase
- S.L.E. Quasi permanente 2^a fase
- S.L.U. Sismica

- peso trave
- peso soletta+traversi
- fase 1 - lineari per trave
- peso cordoli
- permanenti portati
- Traffico: tandem TS
- Traffico: distribuito UDL
- Traffico: folla sui marciapiedi
- Traffico: folla in carreggiata
- Traffico: gruppo 1

- Trave 1
- Trave 2
- Trave 3
- Trave 4
- Trave 5
- Traverso 1
- Traverso 2
- Appoggi



- nessuna combinazione
- S.L.U. Persistenti e transitorie
- S.L.U. Situazioni Accidentali
- S.L.E. Rara 2^a fase
- S.L.E. Frequente 2^a fase
- S.L.E. Quasi permanente 2^a fase
- S.L.U. Sismica

Seconda fase - carichi permanenti

Sez.X	Descrizione	peso marciapiedi
-------	-------------	------------------

IMPALCATO – RELAZIONE DI CALCOLO

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
NN1X	00	D78CL	IV 01 00 003	A	64 di 196

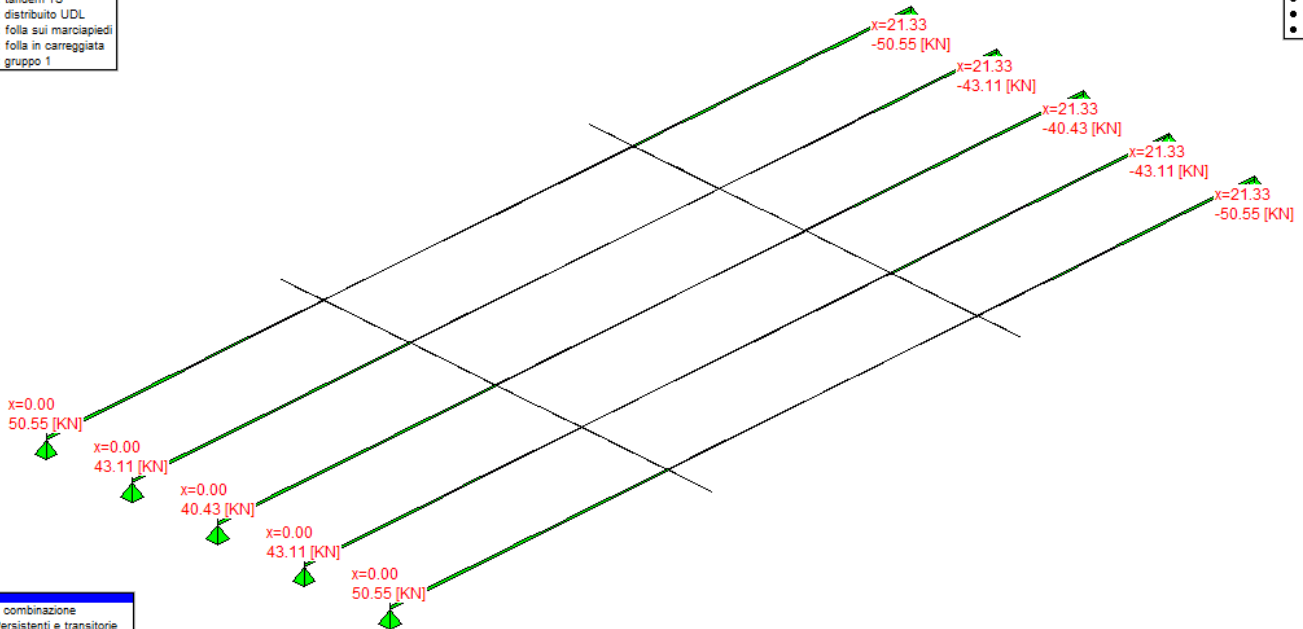
		M [KN·m]	V [KN]	T [KN·m]
0.00	appoggio	0.00	50.55	-68.23
1.00		48.09	45.81	-66.67
2.00		91.52	41.07	-62.33
3.00		130.29	36.33	-55.71
4.00		164.22	31.59	-47.47
5.00		193.40	26.85	-38.51
6.00		217.92	22.11	-29.63
7.00		237.71	17.37	-21.45
8.00		252.64	12.63	-14.36
9.00		262.90	7.89	-8.35
10.00		268.51	3.15	-3.18
10.66	mezzeria	269.57	0.00	0.00
11.00		269.22	-1.59	1.60
11.40		268.22	-3.48	3.53
12.00		265.24	-6.33	6.58
13.00		256.60	-11.07	12.25
14.00		243.15	-15.81	18.99
15.00		224.92	-20.55	26.84
16.00		202.03	-25.29	35.54
17.00		174.44	-30.03	44.56
18.00		141.96	-34.77	53.11
19.00		104.82	-39.51	60.37
20.00		63.02	-44.25	65.57
21.00		16.34	-48.99	68.01
21.33	appoggio	0.00	-50.55	68.23

IMPALCATO – RELAZIONE DI CALCOLO

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
NN1X	00	D78CL	IV 01 00 003	A	65 di 196

- peso trave
- peso soletta+traversi
- fase 1 - lineari per trave
- peso cordoli
- permanenti portati
- Traffico: tandem TS
- Traffico: distribuito UDL
- Traffico: folla sui marciapiedi
- Traffico: folla in carreggiata
- Traffico: gruppo 1

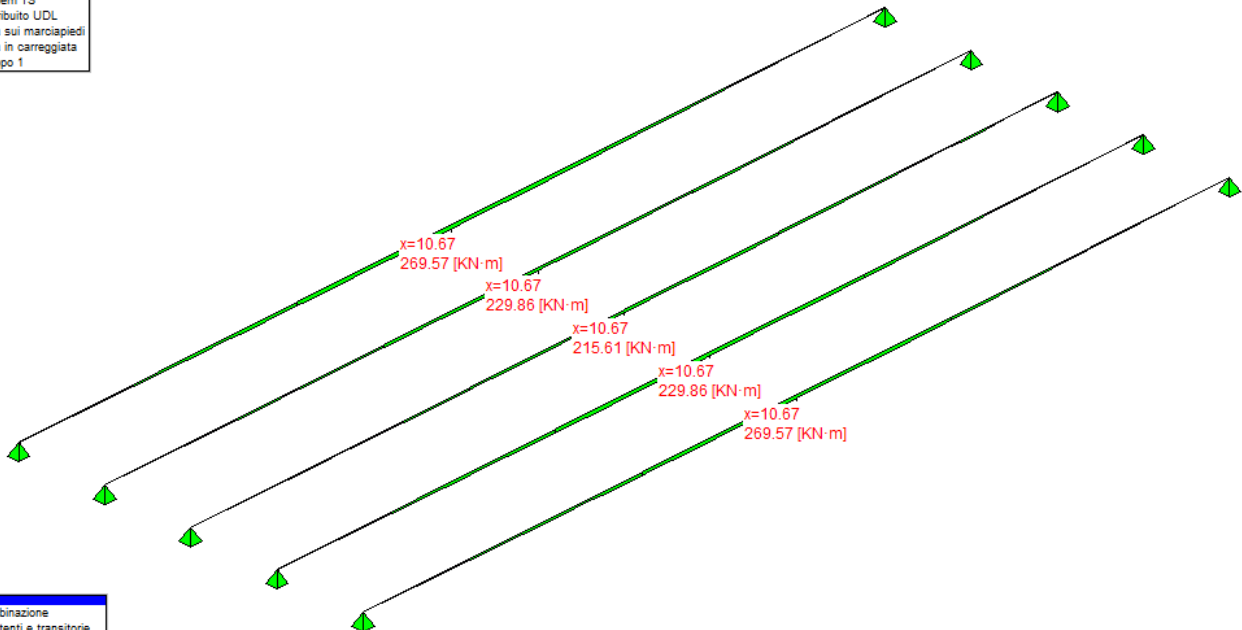
- Trave 1
- Trave 2
- Trave 3
- Trave 4
- Trave 5
- Traverso 1
- Traverso 2
- Appoggi



- nessuna combinazione
- S.L.U. Persistenti e transitorie
- S.L.U. Situazioni Accidentali
- S.L.E. Rara 2^a fase
- S.L.E. Frequente 2^a fase
- S.L.E. Quasi permanente 2^a fase
- S.L.U. Sismica

- peso trave
- peso soletta+traversi
- fase 1 - lineari per trave
- peso cordoli
- permanenti portati
- Traffico: tandem TS
- Traffico: distribuito UDL
- Traffico: folla sui marciapiedi
- Traffico: folla in carreggiata
- Traffico: gruppo 1

- Trave 1
- Trave 2
- Trave 3
- Trave 4
- Trave 5
- Traverso 1
- Traverso 2
- Appoggi



- nessuna combinazione
- S.L.U. Persistenti e transitorie
- S.L.U. Situazioni Accidentali
- S.L.E. Rara 2^a fase
- S.L.E. Frequente 2^a fase
- S.L.E. Quasi permanente 2^a fase
- S.L.U. Sismica

Sez.X	Descrizione	permanentemente portati

IMPALCATO – RELAZIONE DI CALCOLO

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
NN1X	00	D78CL	IV 01 00 003	A	66 di 196

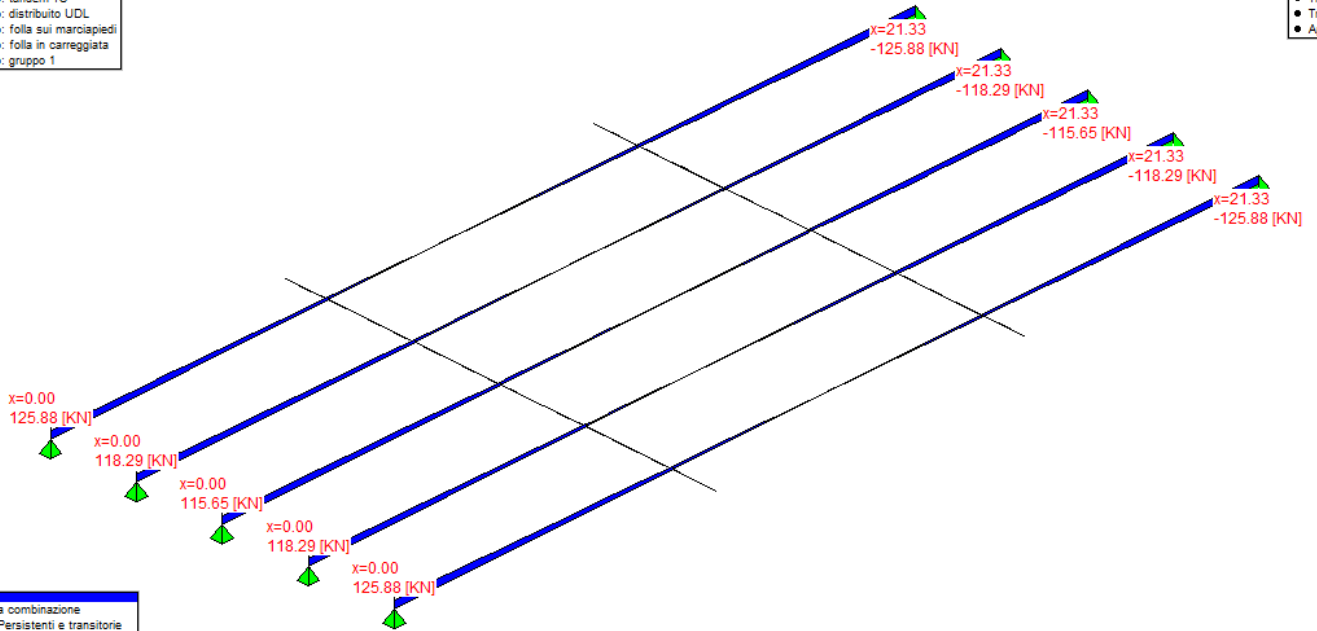
		M [KN·m]	V [KN]	T [KN·m]
0.00	appoggio	0.00	125.88	-74.04
1.00		119.75	114.08	-72.24
2.00		227.89	102.28	-67.26
3.00		324.43	90.47	-59.67
4.00		408.94	78.67	-50.30
5.00		481.60	66.87	-40.22
6.00		542.65	55.06	-30.37
7.00		591.92	43.26	-21.49
8.00		629.10	31.46	-14.05
9.00		654.67	19.65	-7.99
10.00		668.63	7.85	-3.00
10.66	mezzeria	671.27	0.00	0.00
11.00		670.39	-3.95	1.50
11.40		667.91	-8.68	3.33
12.00		660.48	-15.76	6.25
13.00		638.97	-27.56	11.89
14.00		605.48	-39.36	18.87
15.00		560.09	-51.17	27.32
16.00		503.09	-62.97	36.90
17.00		434.37	-74.77	47.01
18.00		353.49	-86.58	56.71
19.00		261.01	-98.38	65.00
20.00		156.93	-110.19	70.98
21.00		40.69	-121.99	73.79
21.33	appoggio	0.00	-125.88	74.04

IMPALCATO – RELAZIONE DI CALCOLO

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
NN1X	00	D78CL	IV 01 00 003	A	67 di 196

- peso trave
- peso soletta+traversi
- fase 1 - lineari per trave
- peso cordoli
- permanenti portati
- Traffico: tandem TS
- Traffico: distribuito UDL
- Traffico: folla sui marciapiedi
- Traffico: folla in carreggiata
- Traffico: gruppo 1

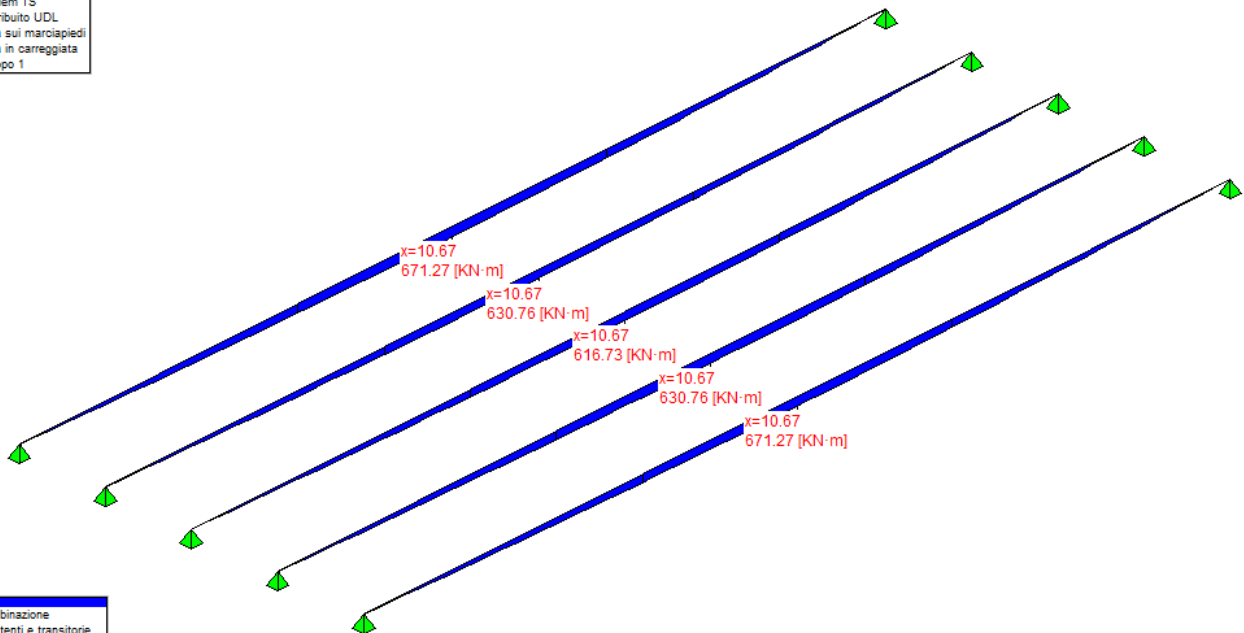
- Trave 1
- Trave 2
- Trave 3
- Trave 4
- Trave 5
- Traverso 1
- Traverso 2
- Appoggi



- nessuna combinazione
- S.L.U. Persistenti e transitorie
- S.L.U. Situazioni Accidentali
- S.L.E. Rara 2ª fase
- S.L.E. Frequente 2ª fase
- S.L.E. Quasi permanente 2ª fase
- S.L.U. Sismica

- peso trave
- peso soletta+traversi
- fase 1 - lineari per trave
- peso cordoli
- permanenti portati
- Traffico: tandem TS
- Traffico: distribuito UDL
- Traffico: folla sui marciapiedi
- Traffico: folla in carreggiata
- Traffico: gruppo 1

- Trave 1
- Trave 2
- Trave 3
- Trave 4
- Trave 5
- Traverso 1
- Traverso 2
- Appoggi



- nessuna combinazione
- S.L.U. Persistenti e transitorie
- S.L.U. Situazioni Accidentali
- S.L.E. Rara 2ª fase
- S.L.E. Frequente 2ª fase
- S.L.E. Quasi permanente 2ª fase
- S.L.U. Sismica

Seconda fase - carichi da traffico

Sez.X	Descrizione	Tandem-TS
-------	-------------	-----------

IMPALCATO – RELAZIONE DI CALCOLO

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
NN1X	00	D78CL	IV 01 00 003	A	68 di 196

		M [KN·m]	V [KN]	T [KN·m]
0.00	appoggio	0.00	283.02	7.63
1.00		268.83	269.37	17.09
2.00		510.80	255.71	17.29
3.00		725.93	242.06	7.66
4.00		913.24	228.41	-6.39
5.00		1073.13	214.76	-16.71
6.00		1206.18	201.10	-18.48
7.00		1311.96	187.45	-12.31
8.00		1389.77	173.80	-3.49
9.00		1440.74	160.15	2.47
10.00		1464.86	146.49	3.97
10.66	mezzeria	1465.52	-137.41	3.68
11.00		1466.22	-141.99	-3.83
11.40		1463.76	-147.45	-3.95
12.00		1451.48	-155.64	-3.38
13.00		1409.90	-169.29	0.98
14.00		1340.64	-182.94	9.35
15.00		1243.82	-196.60	17.05
16.00		1120.16	-210.25	18.37
17.00		969.37	-223.90	10.65
18.00		790.47	-237.56	-3.07
19.00		584.72	-251.21	-15.04
20.00		352.13	-264.86	-18.53
21.00		91.43	-278.51	-11.45
21.33	appoggio	0.00	-283.02	-7.63

IMPALCATO – RELAZIONE DI CALCOLO

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
NN1X	00	D78CL	IV 01 00 003	A	69 di 196

Sez.X	Descrizione	Distribuito-UDL		
		M [KN·m]	V [KN]	T [KN·m]
0.00	appoggio	0.00	117.60	-22.90
1.00		111.87	106.84	-23.04
2.00		212.89	96.59	-23.16
3.00		303.07	86.85	-22.63
4.00		382.02	77.63	-20.83
5.00		449.90	68.94	-17.65
6.00		506.93	60.75	-13.56
7.00		552.96	53.08	-9.22
8.00		587.69	45.94	-5.24
9.00		611.58	39.31	-1.78
10.00		624.62	33.18	1.28
10.66	mezzeria	627.09	26.18	3.14
11.00		626.27	-31.29	-2.23
11.40		623.95	-33.60	-1.07
12.00		617.01	-37.23	0.74
13.00		596.91	-43.69	4.04
14.00		565.63	-50.67	7.85
15.00		523.22	-58.17	12.12
16.00		469.98	-66.18	16.38
17.00		405.78	-74.70	19.94
18.00		330.23	-83.76	22.18
19.00		243.83	-93.32	23.09
20.00		146.60	-103.39	23.11
21.00		38.02	-114.00	22.93
21.33	appoggio	0.00	-117.60	22.90

Sez.X	Descrizione	Folla marciapiedi		
		M [KN·m]	V [KN]	T [KN·m]
0.00	appoggio	0.00	38.94	-68.05
1.00		37.04	35.28	-66.69
2.00		70.49	31.63	-62.90
3.00		100.34	27.98	-57.05
4.00		126.48	24.33	-49.67
5.00		148.96	20.68	-41.43
6.00		167.84	17.03	-32.98
7.00		183.08	13.38	-24.82
8.00		194.58	9.73	-17.27
9.00		202.49	6.08	-10.39
10.00		206.81	2.43	-4.05
10.66	mezzeria	207.62	0.00	0.00
11.00		207.35	-1.22	2.04
11.40		206.58	-2.68	4.49
12.00		204.28	-4.87	8.26
13.00		197.63	-8.52	14.92
14.00		187.27	-12.18	22.25
15.00		173.23	-15.83	30.24
16.00		155.60	-19.48	38.64
17.00		134.35	-23.13	47.02
18.00		109.33	-26.78	54.74
19.00		80.73	-30.43	61.17
20.00		48.54	-34.08	65.73
21.00		12.59	-37.73	67.86

IMPALCATO – RELAZIONE DI CALCOLO

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
NN1X	00	D78CL	IV 01 00 003	A	71 di 196

Sez.X	Descrizione	Folla marciapiedi		
		M [KN·m]	V [KN]	T [KN·m]
21.33	appoggio	0.00	-38.94	68.05

Sez.X	Descrizione	gruppo1 (tab. 5.1.IV)		
		M [KN·m]	V [KN]	T [KN·m]
0.00	appoggio	0.00	420.08	-49.29
1.00		399.21	393.85	-39.30
2.00		758.94	368.12	-37.33
3.00		1079.18	342.90	-43.49
4.00		1358.50	318.21	-52.05
5.00		1597.51	294.04	-55.08
6.00		1797.03	270.37	-48.52
7.00		1956.46	247.22	-33.94
8.00		2074.75	224.60	-17.37
9.00		2153.56	202.49	-4.51
10.00		2192.88	180.89	3.22
10.66	mezzeria	2196.42	-111.23	6.82
11.00		2196.16	-173.88	-5.03
11.40		2191.01	-182.39	-2.78
12.00		2170.63	-195.31	1.49
13.00		2105.62	-217.24	12.48
14.00		1999.90	-239.70	28.32
15.00		1853.66	-262.68	44.29
16.00		1667.94	-286.17	54.07
17.00		1442.32	-310.17	54.09
18.00		1175.36	-334.70	46.47

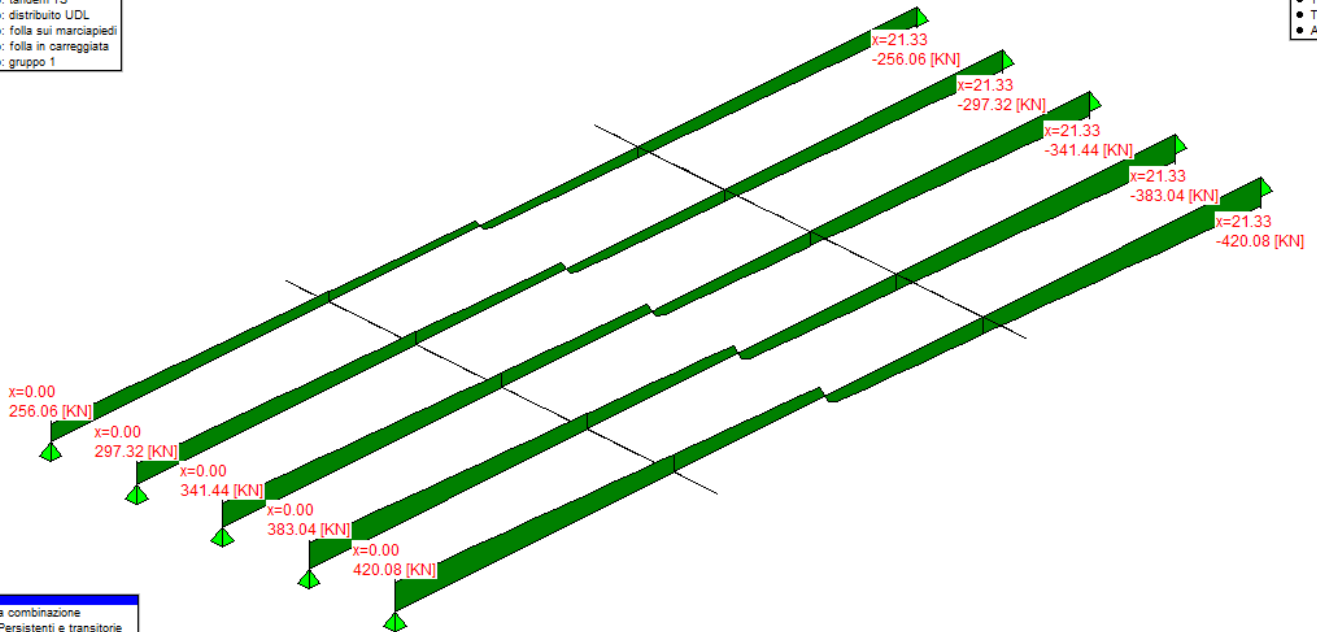
IMPALCATO – RELAZIONE DI CALCOLO

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
NN1X	00	D78CL	IV 01 00 003	A	72 di 196

Sez.X		gruppo1 (tab. 5.1.IV)		
		M [KN·m]	V [KN]	T [KN·m]
19.00		868.92	-359.74	38.64
20.00		523.00	-385.29	37.45
21.00		135.74	-411.37	45.41
21.33	appoggio	0.00	-420.08	49.29

- peso trave
- peso soletta+traversi
- fase 1 - lineari per trave
- peso cordoli
- permanenti portati
- Traffico: tandem TS
- Traffico: distribuito UDL
- Traffico: folla sui marciapiedi
- Traffico: folla in carreggiata
- Traffico: gruppo 1

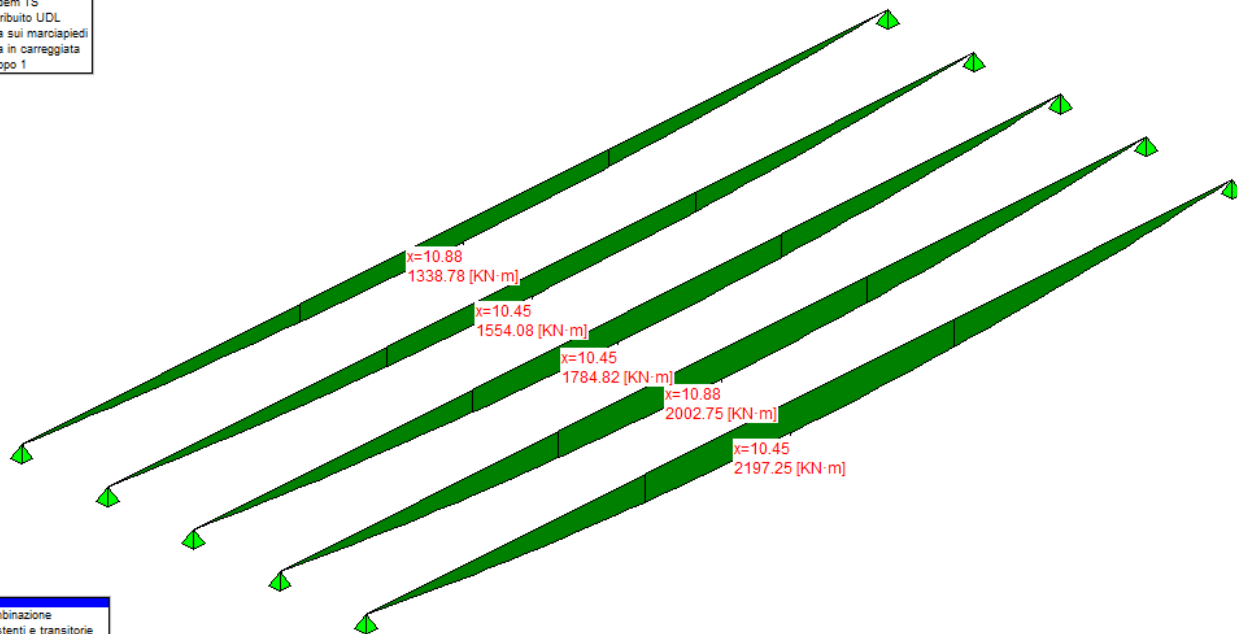
- Trave 1
- Trave 2
- Trave 3
- Trave 4
- Trave 5
- Traverso 1
- Traverso 2
- Appoggi



- nessuna combinazione
- S.L.U. Persistenti e transitorie
- S.L.U. Situazioni Accidentali
- S.L.E. Rara 2ª fase
- S.L.E. Frequente 2ª fase
- S.L.E. Quasi permanente 2ª fase
- S.L.U. Sismica

- peso trave
- peso soletta+traversi
- fase 1 - lineari per trave
- peso cordoli
- permanenti portati
- Traffico: tandem TS
- Traffico: distribuito UDL
- Traffico: folla sui marciapiedi
- Traffico: folla in carreggiata
- Traffico: gruppo 1

- Trave 1
- Trave 2
- Trave 3
- Trave 4
- Trave 5
- Traverso 1
- Traverso 2
- Appoggi



- nessuna combinazione
- S.L.U. Persistenti e transitorie
- S.L.U. Situazioni Accidentali
- S.L.E. Rara 2ª fase
- S.L.E. Frequente 2ª fase
- S.L.E. Quasi permanente 2ª fase
- S.L.U. Sismica

Valori di combinazione

Combinazioni SLU

Prima fase - al taglio dei trefoli

$$E_d = E\{ \gamma_{G,sup} \cdot G_{k,1} \}$$

$$E_d = E\{ \gamma_{G,inf} \cdot G_{k,1} \}$$

Sez.X	Descrizione	M [kN·m]	V [kN]
0.00	appoggio	0.00	273.23
1.00		255.44	239.02
2.00		478.99	210.15
3.00		677.34	185.89
4.00		850.98	161.64
5.00		1000.27	137.39
6.00		1125.72	113.14
7.00		1226.95	88.88

IMPALCATO – RELAZIONE DI CALCOLO

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
NN1X	00	D78CL	IV 01 00 003	A	74 di 196

Sez.X	Descrizione	M [KN·m]	V [KN]
8.00		1303.34	64.63
9.00		1355.88	40.38
10.00		1384.57	16.13
10.66	mezzeria	1390.00	0.00
11.00		1388.18	-8.12
11.40		1383.10	-17.83
12.00		1367.82	-32.38
13.00		1323.61	-56.63
14.00		1254.82	-80.88
15.00		1161.55	-105.13
16.00		1044.44	-129.39
17.00		903.24	-153.64
18.00		737.06	-177.89
19.00		547.05	-202.14
20.00		332.77	-229.48
21.00		87.71	-261.93
21.33	appoggio	0.00	-273.23

1.1.1.1 Prima fase - al getto soletta

$$E_d = E\{ \sum \gamma_{G,sup} \cdot G_{k,i} \}$$

$$E_d = E\{ \sum \gamma_{G,inf} \cdot G_{k,i} \}$$

Sez.X	Descrizione	M [KN·m]	V [KN]
0.00	appoggio	0.00	671.28
1.00		635.49	602.44

Sez.X	Descrizione	M [KN·m]	V [KN]
2.00		1205.04	538.94
3.00		1715.35	480.06
4.00		2165.65	421.18
5.00		2556.85	362.30
6.00		2890.16	303.42
7.00		3160.65	215.79
8.00		3346.11	156.91
9.00		3473.67	98.03
10.00		3543.34	39.15
10.66	mezzeria	3556.51	0.00
11.00		3552.10	-19.72
11.40		3539.75	-43.28
12.00		3502.67	-78.60
13.00		3395.34	-137.48
14.00		3228.32	-196.36
15.00		2986.65	-283.99
16.00		2673.57	-342.87
17.00		2302.01	-401.75
18.00		1869.83	-460.63
19.00		1379.76	-519.51
20.00		831.38	-581.47
21.00		216.58	-648.56
21.33	appoggio	0.00	-671.28

1.1.1.2 Seconda fase - Persistenti Transitorie (P/T)

$$E_d = E\{ \sum \gamma_{G,sup} \cdot G_{k,i} \}$$

IMPALCATO – RELAZIONE DI CALCOLO

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
NN1X	00	D78CL	IV 01 00 003	A	76 di 196

$$E_d = E\{ \sum \gamma_{G,inf} \cdot G_{k,i} \}$$

$$E_d = E\{ \sum \gamma_{G,sup} \cdot G_{k,i} + \gamma_{Q,traffico} \cdot Q_{k,gruppo 1} \}$$

$$E_d = E\{ \sum \gamma_{G,inf} \cdot G_{k,i} + \gamma_{Q,traffico} \cdot Q_{k,gruppo 1} \}$$

Sez.X	Descrizione	M [KN·m]	V [KN]	T [KN·m]
0.00	appoggio	0.00	1495.47	-269.72
1.00		1418.96	1367.10	-251.42
2.00		2694.99	1244.77	-235.42
3.00		3834.76	1127.74	-223.43
4.00		4834.73	1011.42	-209.81
5.00		5696.97	895.80	-186.68
6.00		6424.32	780.87	-151.07
7.00		7010.65	637.89	-107.03
8.00		7431.72	524.36	-63.91
9.00		7717.90	411.53	-29.35
10.00		7869.17	299.38	-8.80
10.66	mezzeria	7892.50	-150.16	9.20
11.00		7885.95	-262.54	-5.20
11.40		7861.59	-307.22	9.76
12.00		7781.82	-374.45	20.27
13.00		7542.79	-487.04	51.22
14.00		7164.66	-600.35	92.18
15.00		6632.87	-743.10	137.01
16.00		5952.67	-857.79	176.33
17.00		5136.19	-973.18	203.69
18.00		4178.46	-1089.28	219.49

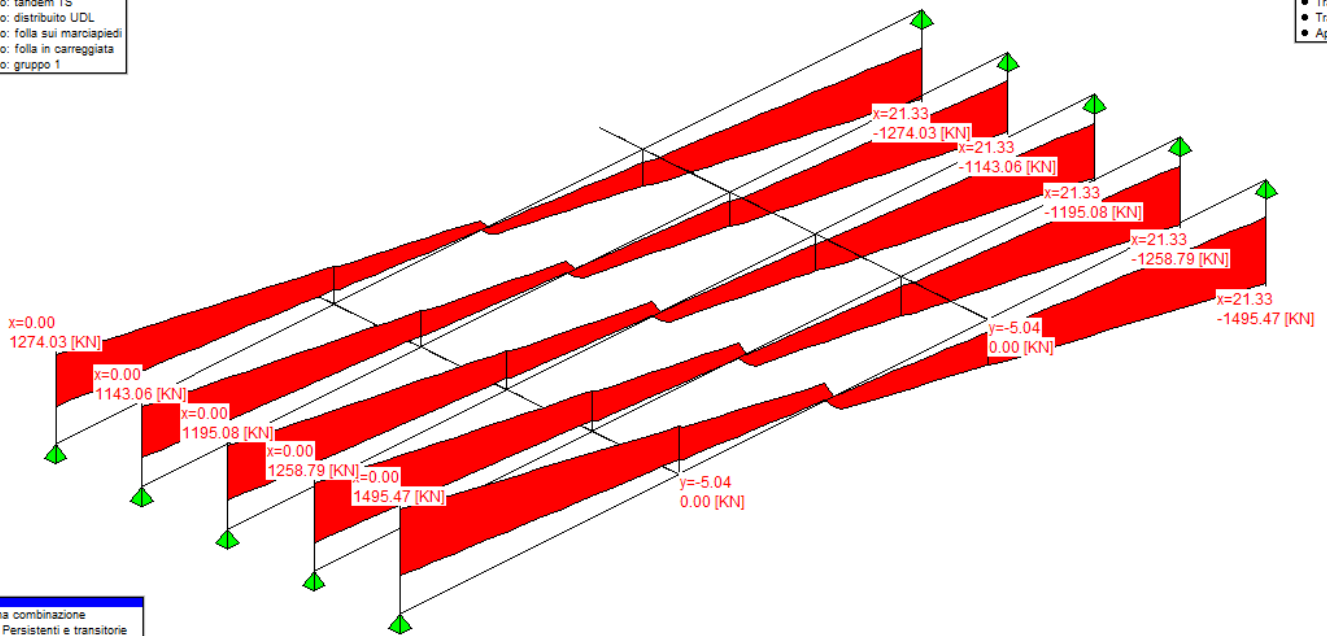
IMPALCATO – RELAZIONE DI CALCOLO

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
NN1X	00	D78CL	IV 01 00 003	A	77 di 196

Sez.X	Descrizione	M [KN·m]	V [KN]	T [KN·m]
19.00		3085.83	-1206.07	231.16
20.00		1857.89	-1326.63	245.55
21.00		482.93	-1453.03	263.80
21.33	appoggio	0.00	-1495.47	269.72

- peso trave
- peso soletta+traversi
- fase 1 - lineari per trave
- peso cordoli
- permanenti portati
- Traffico: tandem TS
- Traffico: distribuito UDL
- Traffico: folla sui marciapiedi
- Traffico: folla in carreggiata
- Traffico: gruppo 1

- Trave 1
- Trave 2
- Trave 3
- Trave 4
- Trave 5
- Traverso 1
- Traverso 2
- Appoggi



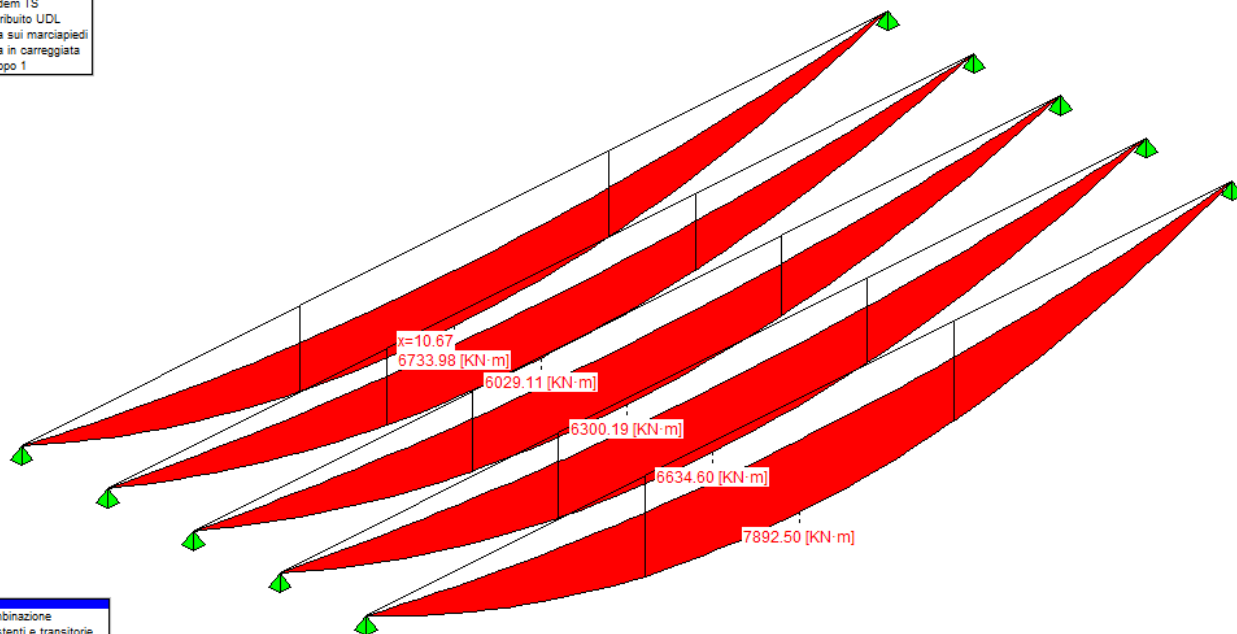
- nessuna combinazione
- S.L.U. Persistenti e transitorie
- S.L.U. Situazioni Accidentali
- S.L.E. Rara 2ª fase
- S.L.E. Frequente 2ª fase
- S.L.E. Quasi permanente 2ª fase
- S.L.U. Sismica

IMPALCATO – RELAZIONE DI CALCOLO

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
NN1X	00	D78CL	IV 01 00 003	A	78 di 196

- peso trave
- peso soletta+traversi
- fase 1 - lineari per trave
- peso cordoli
- permanenti portati
- Traffico: tandem TS
- Traffico: distribuito UDL
- Traffico: folla sui marciapiedi
- Traffico: folla in carreggiata
- Traffico: gruppo 1

- Trave 1
- Trave 2
- Trave 3
- Trave 4
- Trave 5
- Traverso 1
- Traverso 2
- Appoggi



- nessuna combinazione
- S.L.U. Persistenti e transitorie
- S.L.U. Situazioni Accidentali
- S.L.E. Rara 2ª fase
- S.L.E. Frequente 2ª fase
- S.L.E. Quasi permanente 2ª fase
- S.L.U. Sismica

Combinazioni SLE

Prima fase - al taglio dei trefoli

$$E_d = E\{ G_{k,1} \}$$

Sez.X	Descrizione	M [kN·m]	V [kN]
0.00	appoggio	0.00	202.39
1.00		189.21	177.05
2.00		354.81	155.66
3.00		501.73	137.70
4.00		630.35	119.73
5.00		740.94	101.77
6.00		833.86	83.80
7.00		908.85	65.84
8.00		965.43	47.88

Sez.X	Descrizione	M [KN·m]	V [KN]
9.00		1004.35	29.91
10.00		1025.61	11.95
10.66	mezzeria	1029.63	0.00
11.00		1028.29	-6.02
11.40		1024.52	-13.20
12.00		1013.20	-23.98
13.00		980.45	-41.95
14.00		929.50	-59.91
15.00		860.41	-77.88
16.00		773.66	-95.84
17.00		669.06	-113.81
18.00		545.97	-131.77
19.00		405.22	-149.73
20.00		246.50	-169.98
21.00		64.97	-194.02
21.33	appoggio	0.00	-202.39

Prima fase - al getto soletta

$$E_d = E\{ \sum G_{k,i} \}$$

Sez.X	Descrizione	M [KN·m]	V [KN]
0.00	appoggio	0.00	497.25
1.00		470.73	446.25
2.00		892.62	399.21
3.00		1270.63	355.60
4.00		1604.19	311.99
5.00		1893.97	268.37

IMPALCATO – RELAZIONE DI CALCOLO

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
NN1X	00	D78CL	IV 01 00 003	A	80 di 196

Sez.X	Descrizione	M [KN·m]	V [KN]
6.00		2140.86	224.76
7.00		2341.22	159.85
8.00		2478.60	116.23
9.00		2573.09	72.62
10.00		2624.69	29.00
10.66	mezzeria	2634.45	0.00
11.00		2631.19	-14.61
11.40		2622.04	-32.06
12.00		2594.57	-58.23
13.00		2515.07	-101.84
14.00		2391.34	-145.45
15.00		2212.33	-210.36
16.00		1980.42	-253.98
17.00		1705.19	-297.59
18.00		1385.06	-341.21
19.00		1022.04	-384.82
20.00		615.83	-430.72
21.00		160.43	-480.41
21.33	appoggio	0.00	-497.25

Seconda fase - combinazione Caratteristica (Rara)

$$E_d = E\{ \sum G_{k,2}^{a_{fase}} + Q_{k,gruppo 1} \}$$

Sez.X	Descrizione	M [KN·m]	V [KN]	T [KN·m]
0.00	appoggio	0.00	596.52	-142.27
1.00		567.05	553.74	-138.91

IMPALCATO – RELAZIONE DI CALCOLO

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
NN1X	00	D78CL	IV 01 00 003	A	81 di 196

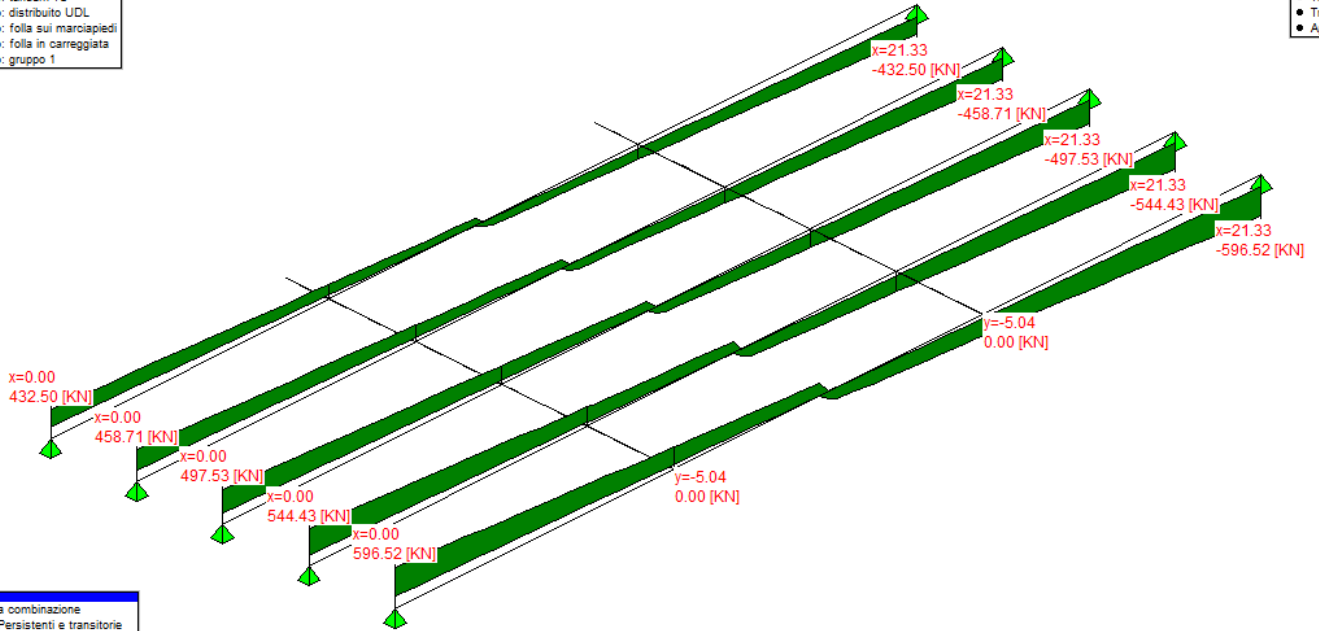
Sez.X	Descrizione	M [KN·m]	V [KN]	T [KN·m]
2.00		1078.34	511.47	-129.59
3.00		1533.89	469.71	-115.38
4.00		1931.65	428.47	-97.78
5.00		2272.50	387.75	-78.73
6.00		2557.60	347.55	-60.00
7.00		2786.08	307.85	-42.95
8.00		2956.48	268.69	-28.41
9.00		3071.13	230.04	-16.34
10.00		3130.03	191.89	-2.96
10.66	mezzeria	3137.26	-111.23	6.82
11.00		3135.77	-179.43	3.10
11.40		3127.15	-194.55	6.86
12.00		3096.35	-217.39	14.32
13.00		3001.19	-255.87	36.62
14.00		2848.54	-294.87	66.19
15.00		2638.68	-334.40	98.46
16.00		2373.06	-374.43	126.51
17.00		2051.13	-414.97	145.66
18.00		1670.82	-456.05	156.29
19.00		1234.76	-497.63	164.01
20.00		742.94	-539.73	174.00
21.00		192.78	-582.35	187.21
21.33	appoggio	0.00	-596.52	191.56

IMPALCATO – RELAZIONE DI CALCOLO

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
NN1X	00	D78CL	IV 01 00 003	A	82 di 196

- peso trave
- peso soletta+traversi
- fase 1 - lineari per trave
- peso cordoli
- permanenti portati
- Traffico: tandem TS
- Traffico: distribuito UDL
- Traffico: folla sui marciapiedi
- Traffico: folla in carreggiata
- Traffico: gruppo 1

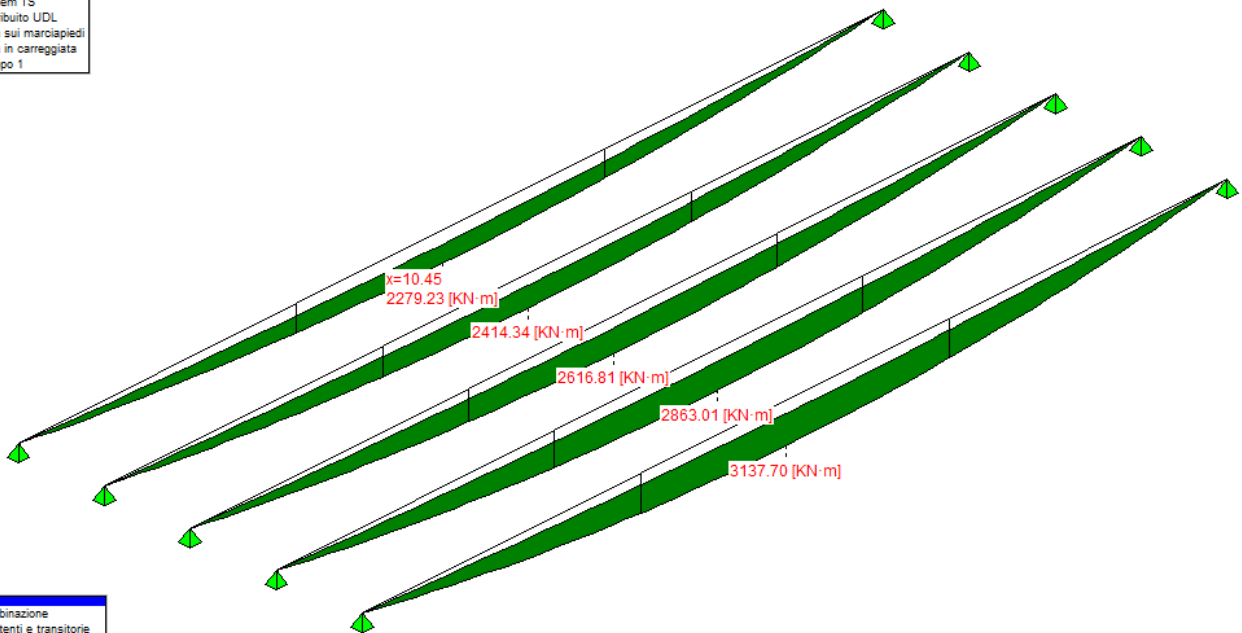
- Trave 1
- Trave 2
- Trave 3
- Trave 4
- Trave 5
- Traverso 1
- Traverso 2
- Appoggi



- nessuna combinazione
- S.L.U. Persistenti e transitorie
- S.L.U. Situazioni Accidentali
- S.L.E. Rara 2^a fase
- S.L.E. Frequente 2^a fase
- S.L.E. Quasi permanente 2^a fase
- S.L.U. Sismica

- peso trave
- peso soletta+traversi
- fase 1 - lineari per trave
- peso cordoli
- permanenti portati
- Traffico: tandem TS
- Traffico: distribuito UDL
- Traffico: folla sui marciapiedi
- Traffico: folla in carreggiata
- Traffico: gruppo 1

- Trave 1
- Trave 2
- Trave 3
- Trave 4
- Trave 5
- Traverso 1
- Traverso 2
- Appoggi



- nessuna combinazione
- S.L.U. Persistenti e transitorie
- S.L.U. Situazioni Accidentali
- S.L.E. Rara 2^a fase
- S.L.E. Frequente 2^a fase
- S.L.E. Quasi permanente 2^a fase
- S.L.U. Sismica

Seconda fase - combinazione Frequente

$$E_d = E\{ \sum G_{k,2}^{a_{fase}} + \psi_1 \cdot Q_{k,grupp1} \}$$

Sez.X	Descrizione	M [KN·m]	V [KN]	T [KN·m]
0.00	appoggio	0.00	455.21	-142.27
1.00		432.72	422.30	-138.91
2.00		822.91	389.59	-129.59
3.00		1170.56	357.08	-115.38
4.00		1474.13	324.79	-97.78
5.00		1734.28	292.70	-78.73
6.00		1951.90	260.82	-60.00
7.00		2126.32	229.14	-42.95
8.00		2256.43	197.68	-28.41
9.00		2344.00	166.42	-16.34
10.00		2389.04	135.36	-4.72
10.66	mezzeria	2394.63	-92.59	4.01
11.00		2393.46	-125.16	3.10
11.40		2386.84	-137.53	6.86
12.00		2363.28	-156.15	14.72
13.00		2290.57	-187.34	33.95
14.00		2174.00	-218.74	59.14
15.00		2013.79	-250.34	86.92
16.00		1811.04	-282.16	112.09
17.00		1565.32	-314.17	131.03
18.00		1275.06	-346.41	143.75
19.00		942.27	-378.84	153.91
20.00		566.95	-411.48	164.77
21.00		147.11	-444.33	176.31

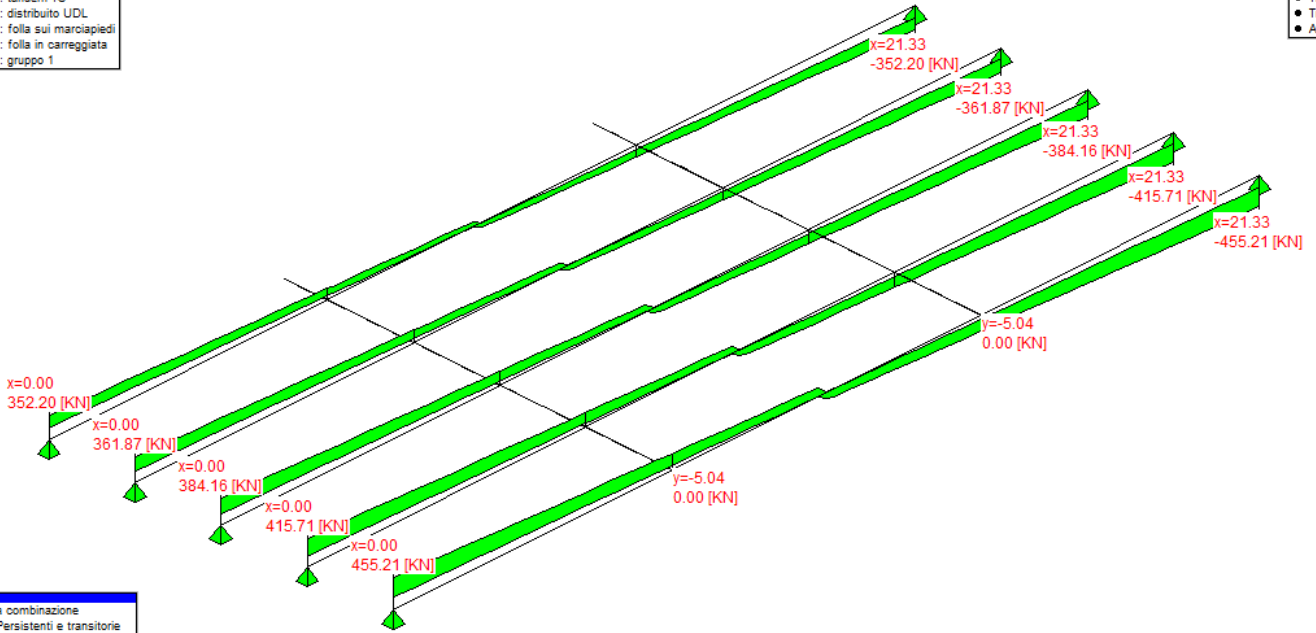
IMPALCATO – RELAZIONE DI CALCOLO

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
NN1X	00	D78CL	IV 01 00 003	A	84 di 196

Sez.X	Descrizione	M [KN·m]	V [KN]	T [KN·m]
21.33	appoggio	0.00	-455.21	179.73

- peso trave
- peso soletta+traversi
- fase 1 - lineari per trave
- peso cordoli
- permanenti portati
- Traffico: tandem TS
- Traffico: distribuito UDL
- Traffico: folla sui marciapiedi
- Traffico: folla in carreggiata
- Traffico: gruppo 1

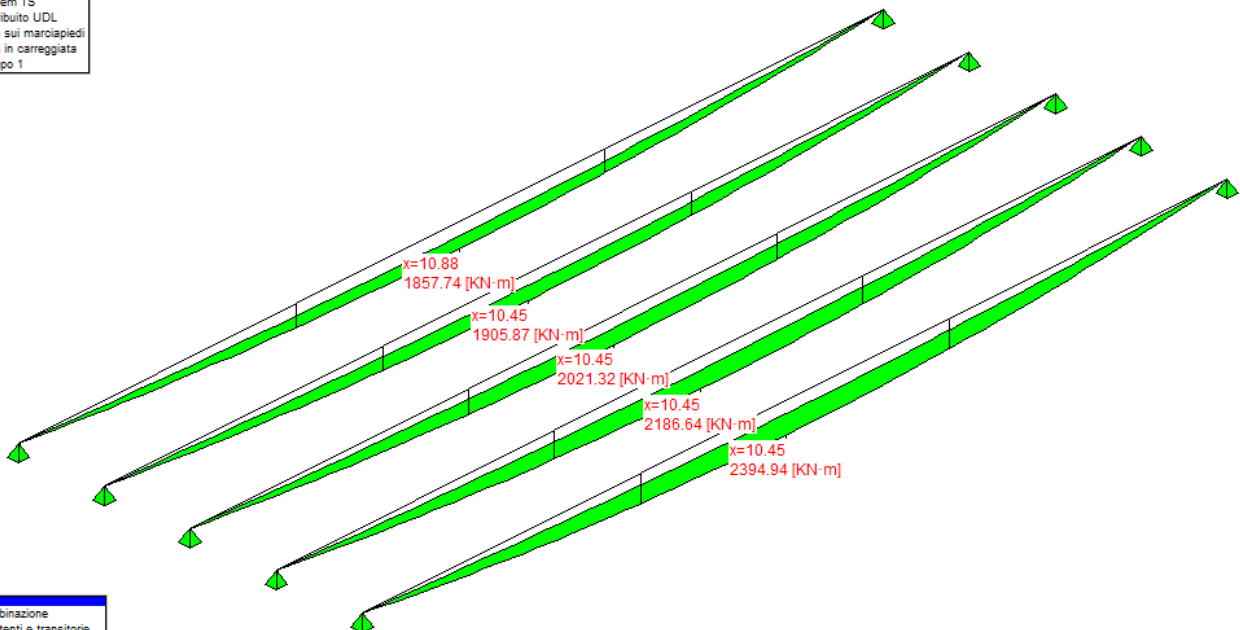
- Trave 1
- Trave 2
- Trave 3
- Trave 4
- Trave 5
- Traverso 1
- Traverso 2
- Appoggi



- nessuna combinazione
- S.L.U. Persistenti e transitorie
- S.L.U. Situazioni Accidentali
- S.L.E. Rara 2ª fase
- S.L.E. Frequente 2ª fase
- S.L.E. Quasi permanente 2ª fase
- S.L.U. Sismica

- peso trave
- peso soletta+traversi
- fase 1 - lineari per trave
- peso cordoli
- permanenti portati
- Traffico: tandem TS
- Traffico: distribuito UDL
- Traffico: folla sui marciapiedi
- Traffico: folla in carreggiata
- Traffico: gruppo 1

- Trave 1
- Trave 2
- Trave 3
- Trave 4
- Trave 5
- Traverso 1
- Traverso 2
- Appoggi



- nessuna combinazione
- S.L.U. Persistenti e transitorie
- S.L.U. Situazioni Accidentali
- S.L.E. Rara 2ª fase
- S.L.E. Frequente 2ª fase
- S.L.E. Quasi permanente 2ª fase
- S.L.U. Sismica

Seconda fase - combinazione Quasi Permanente

$$E_d = E\{ \sum G_{k,2}^{a_{fase}} + \psi_2 \cdot Q_{k,gruppo\ 1} \}$$

Sez.X	Descrizione	M [KN·m]	V [KN]	T [KN·m]
0.00	appoggio	0.00	195.90	-142.27
1.00		186.36	177.54	-138.91
2.00		354.65	159.17	-129.59
3.00		504.88	140.80	-115.38
4.00		636.40	122.43	-97.78
5.00		749.48	104.06	-78.73
6.00		844.49	85.69	-60.00
7.00		921.16	67.32	-42.95
8.00		979.02	48.95	-28.41
9.00		1018.82	30.58	-16.34
10.00		1040.55	12.22	-6.18
10.66	mezzeria	1044.66	0.00	0.00
11.00		1043.29	-6.15	4.12
11.40		1039.43	-13.50	9.11
12.00		1027.86	-24.52	16.96
13.00		994.38	-42.89	31.60
14.00		942.27	-61.26	48.99
15.00		871.63	-79.63	69.28
16.00		782.93	-98.00	91.76
17.00		675.98	-116.37	115.07
18.00		550.12	-134.74	137.18
19.00		406.20	-153.10	155.95
20.00		244.22	-171.47	169.42

IMPALCATO – RELAZIONE DI CALCOLO

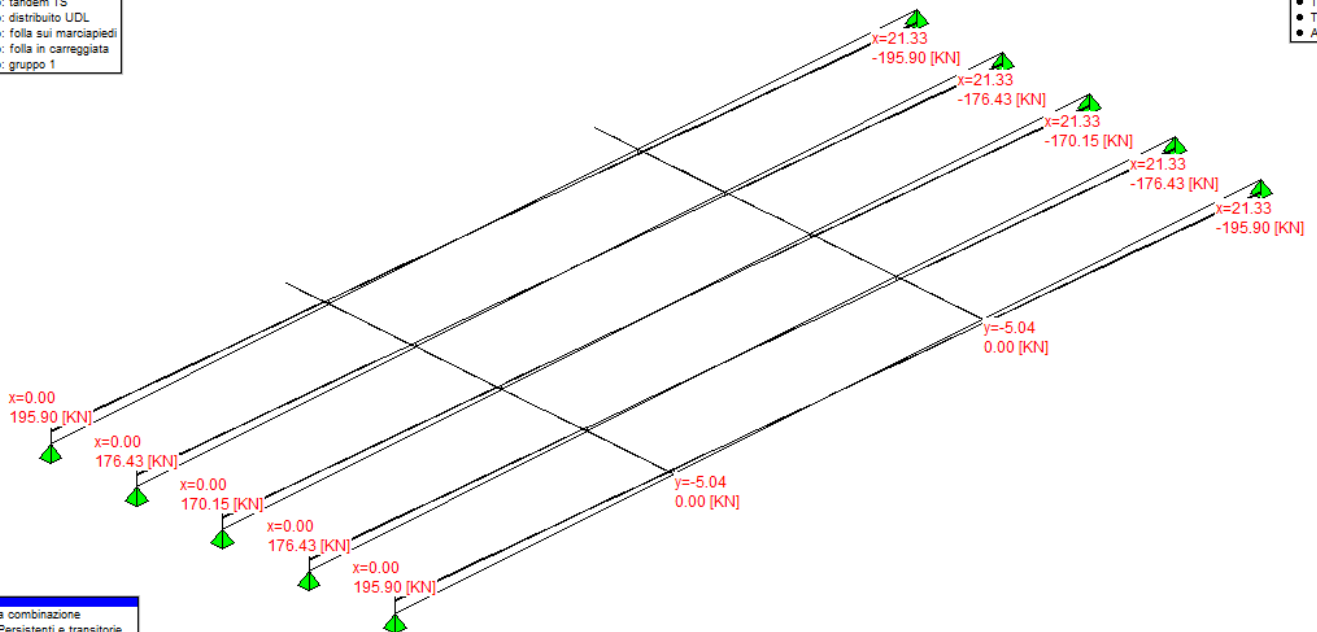
COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
NN1X	00	D78CL	IV 01 00 003	A	86 di 196

Sez.X	Descrizione	M [KN·m]	V [KN]	T [KN·m]
21.00		63.33	-189.84	175.73
21.33	appoggio	0.00	-195.90	176.29

- peso trave
- peso soletta+traversi
- fase 1 - lineari per trave
- peso cordoli
- permanenti portati
- Traffico: tandem TS
- Traffico: distribuito UDL
- Traffico: folla sui marciapiedi
- Traffico: folla in carreggiata
- Traffico: gruppo 1

- Trave 1
- Trave 2
- Trave 3
- Trave 4
- Trave 5
- Traverso 1
- Traverso 2
- Appoggi

- nessuna combinazione
- S.L.U. Persistenti e transitorie
- S.L.U. Situazioni Accidentali
- S.L.E. Rara 2ª fase
- S.L.E. Frequente 2ª fase
- S.L.E. Quasi permanente 2ª fase
- S.L.U. Sismica

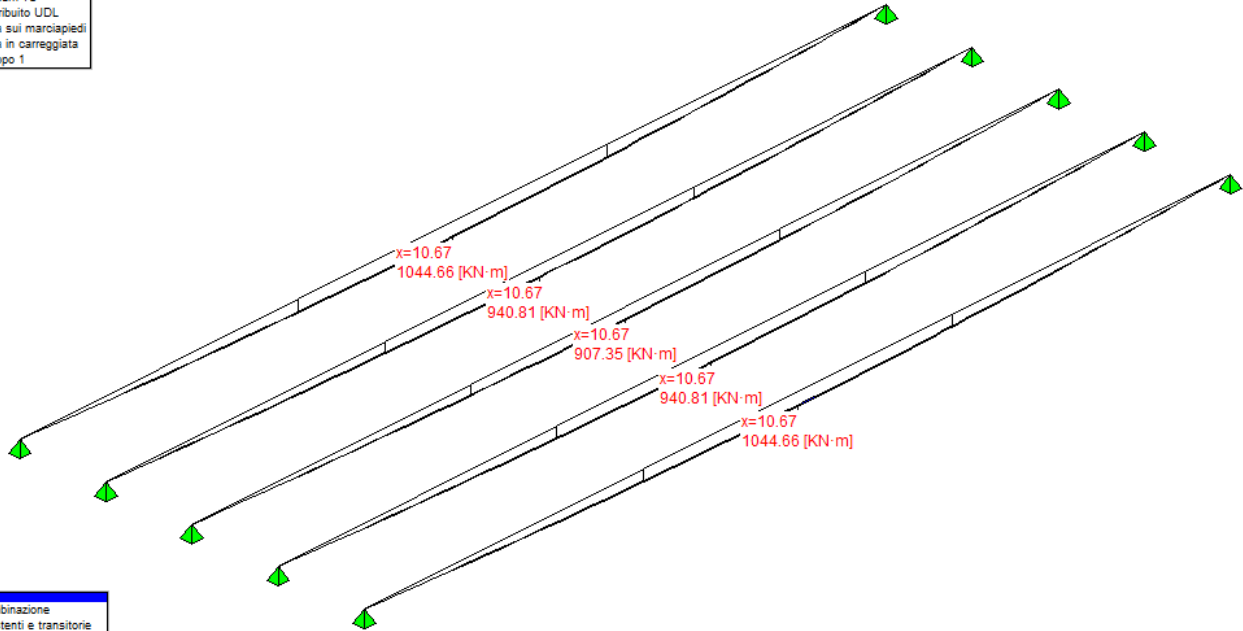


IMPALCATO – RELAZIONE DI CALCOLO

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
NN1X	00	D78CL	IV 01 00 003	A	87 di 196

- peso trave
- peso soletta+traversi
- fase 1 - lineari per trave
- peso cordoli
- permanenti portati
- Traffico: tandem TS
- Traffico: distribuito UDL
- Traffico: folla sui marciapiedi
- Traffico: folla in carreggiata
- Traffico: gruppo 1

- Trave 1
- Trave 2
- Trave 3
- Trave 4
- Trave 5
- Traverso 1
- Traverso 2
- Appoggi



- nessuna combinazione
- S.L.U. Persistenti e transitorie
- S.L.U. Situazioni Accidentali
- S.L.E. Rara 2^a fase
- S.L.E. Frequente 2^a fase
- S.L.E. Quasi permanente 2^a fase
- S.L.U. Sismica

Sollecitazioni sul traverso in campata

Vengono valutati i momenti flettenti massimi e minimi agenti sul traverso in campata per effetto dei carichi permanenti e del transito dei carichi da traffico.

Valori caratteristici momenti flettenti

Carichi permanenti

Sez.	Descrizione	peso cordoli [KN·m]	Perm Portati [KN·m]
-5.25	estremità dx	-51.87	-99.07
-5.00		-51.69	-96.12
-4.50		-74.04	-108.85
-4.00		-93.02	-119.08
-3.50		-108.83	-127.50
-3.00		-121.94	-134.42
-2.50		-132.61	-139.99
-2.00		-140.98	-144.33
-1.50		-147.34	-147.60
-1.00		-151.77	-149.86
-0.50		-154.38	-151.19
0.00	mezzeria	-155.28	-151.64
0.50		-154.38	-151.19
1.00		-151.77	-149.86
1.50		-147.34	-147.60
2.00		-140.98	-144.33
2.50		-132.61	-139.99
3.00		-121.94	-134.42
3.50		-108.83	-127.50
4.00		-93.02	-119.08
4.50		-74.04	-108.85
5.00		-51.69	-96.12

IMPALCATO – RELAZIONE DI CALCOLO

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
NN1X	00	D78CL	IV 01 00 003	A	89 di 196

5.25	estremità sx	-39.14	-90.62
------	--------------	--------	--------

Carichi da traffico

Sez.	Descrizione	Tandem-TS	
		Mmax [KN·m]	Mmin [KN·m]
-5.25	estremità dx	8.28	-8.44
-5.00		9.89	-9.47
-4.50		38.90	-24.47
-4.00		79.89	-34.09
-3.50		106.07	-45.32
-3.00		92.84	-54.46
-2.50		106.97	-61.31
-2.00		128.93	-65.32
-1.50		142.69	-66.12
-1.00		147.61	-60.90
-0.50		153.22	-70.70
0.00	mezzeria	156.14	-70.69
0.50		153.22	-70.70
1.00		147.61	-60.90
1.50		142.69	-66.12
2.00		128.93	-65.32
2.50		106.97	-61.31
3.00		78.91	-54.46
3.50		70.83	-45.32
4.00		78.92	-34.09
4.50		38.90	-24.47

IMPALCATO – RELAZIONE DI CALCOLO

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
NN1X	00	D78CL	IV 01 00 003	A	90 di 196

Sez.	Descrizione	Tandem-TS	
		Mmax [KN·m]	Mmin [KN·m]
5.00		9.89	-9.47
5.25	estremità sx	0.00	0.00

Sez.	Descrizione	Distribuito-UDL	
		Mmax [KN·m]	Mmin [KN·m]
-5.25	estremità dx	5.25	-5.23
-5.00		6.30	-10.09
-4.50		25.53	-18.70
-4.00		53.34	-25.73
-3.50		71.20	-35.47
-3.00		127.47	-40.97
-2.50		163.45	-46.95
-2.00		179.72	-49.13
-1.50		191.56	-49.61
-1.00		198.85	-49.01
-0.50		204.67	-48.01
0.00	mezzeria	206.72	-46.14
0.50		204.67	-48.96
1.00		198.85	-48.19
1.50		191.56	-49.60
2.00		179.72	-48.24
2.50		163.45	-45.29
3.00		140.16	-38.35
3.50		92.85	-32.32
4.00		53.60	-22.42

IMPALCATO – RELAZIONE DI CALCOLO

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
NN1X	00	D78CL	IV 01 00 003	A	91 di 196

Sez.	Descrizione	Distribuito-UDL	
		Mmax [KN·m]	Mmin [KN·m]
4.50		25.53	-14.59
5.00		6.30	-5.23
5.25	estremità sx	0.00	0.00

Sez.	Descrizione	Folla Marciapiedi	
		Mmax [KN·m]	Mmin [KN·m]
-5.25	estremità dx	0.00	-41.82
-5.00		0.00	-48.53
-4.50		0.00	-60.65
-4.00		0.00	-71.15
-3.50		0.00	-84.21
-3.00		0.00	-91.31
-2.50		0.00	-99.81
-2.00		0.00	-104.18
-1.50		0.00	-107.59
-1.00		0.00	-111.03
-0.50		0.00	-112.26
0.00	mezzeria	0.00	-112.57
0.50		0.00	-111.75
1.00		0.00	-110.10
1.50		0.00	-106.00
2.00		0.00	-102.11
2.50		0.00	-97.24
3.00		0.00	-87.91
3.50		0.00	-80.19

IMPALCATO – RELAZIONE DI CALCOLO

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
NN1X	00	D78CL	IV 01 00 003	A	92 di 196

Sez.	Descrizione	Folla Marciapiedi	
		Mmax [KN·m]	Mmin [KN·m]
4.00		0.00	-66.09
4.50		0.00	-54.80
5.00		0.00	-41.82
5.25	estremità sx	0.00	-34.64

Sez.	Descrizione	gruppo 1 (tab.5.1.IV)	
		Mmax [KN·m]	Mmin [KN·m]
-5.25	estremità dx	13.53	-35.67
-5.00		16.19	-37.17
-4.50		64.43	-70.48
-4.00		133.23	-95.11
-3.50		177.27	-119.46
-3.00		220.30	-139.85
-2.50		270.41	-155.50
-2.00		308.65	-165.53
-1.50		334.25	-169.41
-1.00		346.46	-164.45
-0.50		357.89	-175.11
0.00	mezzeria	362.87	-170.34
0.50		357.89	-175.11
1.00		346.46	-164.45
1.50		334.25	-169.41
2.00		308.65	-165.53
2.50		270.41	-155.50
3.00		219.07	-139.85

IMPALCATO – RELAZIONE DI CALCOLO

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
NN1X	00	D78CL	IV 01 00 003	A	93 di 196

Sez.	Descrizione	gruppo 1 (tab.5.1.IV)	
		Mmax [KN·m]	Mmin [KN·m]
3.50		163.68	-119.46
4.00		132.52	-95.11
4.50		64.43	-70.48
5.00		16.19	-37.17
5.25	estremità sx	0.00	-17.32

Valori di combinazione

Nelle combinazioni seguenti vengono sommati effetti globali ed effetti locali.

Nei grafici sono riportati solo gli effetti globali.

Stati Limite Ultimi

Persistenti/Transitorie (P/T)

$$E_d = E\{ \sum \gamma_{G,sup} \cdot G_{k,i} \}$$

$$E_d = E\{ \sum \gamma_{G,inf} \cdot G_{k,i} \}$$

$$E_d = E\{ \sum \gamma_{G,sup} \cdot G_{k,i} + \gamma_{Q,traffico} \cdot Q_{k,gruppo 1} \}$$

$$E_d = E\{ \sum \gamma_{G,inf} \cdot G_{k,i} + \gamma_{Q,traffico} \cdot Q_{k,gruppo 1} \}$$

Sez.	Descrizione	Mmax [KN·m]	Mmin [KN·m]
-5.25	estremità dx	-39.83	-213.91
-5.00		-29.83	-264.16
-4.50		12.95	-358.38
-4.00		86.84	-432.60
-3.50		130.49	-499.44
-3.00		175.47	-555.05
-2.50		232.45	-598.93
-2.00		275.70	-630.27

IMPALCATO – RELAZIONE DI CALCOLO

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
NN1X	00	D78CL	IV 01 00 003	A	94 di 196

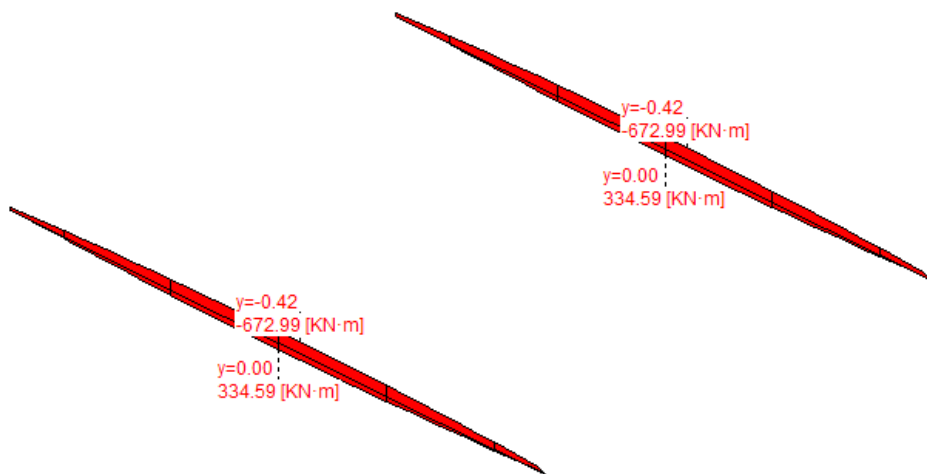
Sez.	Descrizione	Mmax [KN·m]	Mmin [KN·m]
-1.50		303.89	-649.02
-1.00		315.95	-651.68
-0.50		328.77	-671.58
0.00	mezzeria	334.59	-667.05
0.50		328.77	-671.58
1.00		315.95	-651.68
1.50		303.89	-649.02
2.00		275.70	-630.27
2.50		232.45	-598.93
3.00		173.80	-555.05
3.50		112.13	-499.44
4.00		85.89	-432.60
4.50		12.95	-358.38
5.00		-29.83	-264.16
5.25	estremità sx	-39.14	-212.15

IMPALCATO – RELAZIONE DI CALCOLO

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
NN1X	00	D78CL	IV 01 00 003	A	95 di 196

- peso trave
- peso soletta+traversi
- fase 1 - lineari per trave
- peso cordoli
- permanenti portati
- Traffico: tandem TS
- Traffico: distribuito UDL
- Traffico: folla sui marciapiedi
- Traffico: folla in carreggiata
- Traffico: gruppo 1

- Trave 1
- Trave 2
- Trave 3
- Trave 4
- Trave 5
- Traverso 1
- Traverso 2
- Appoggi



- nessuna combinazione
- S.L.U. Persistenti e transitorie
- S.L.U. Situazioni Accidentali
- S.L.E. Rara 2ª fase
- S.L.E. Frequente 2ª fase
- S.L.E. Quasi permanente 2ª fase
- S.L.U. Sismica

Combinazioni SLE

Combinazioni Rare

$$E_d = E \{ \sum G_{k,2}^a + Q_{k,gruppo 1} \}$$

Sez.	Descrizione	Mmax [KN·m]	Mmin [KN·m]
-5.25	estremità dx	-129.62	-148.48
-5.00		-131.62	-184.99
-4.50		-118.45	-253.37
-4.00		-78.87	-307.21
-3.50		-59.06	-355.79
-3.00		-36.06	-396.21
-2.50		-2.19	-428.10
-2.00		23.35	-450.83
-1.50		39.31	-464.35
-1.00		44.83	-466.08
-0.50		52.33	-480.67
0.00	mezzeria	55.94	-477.26

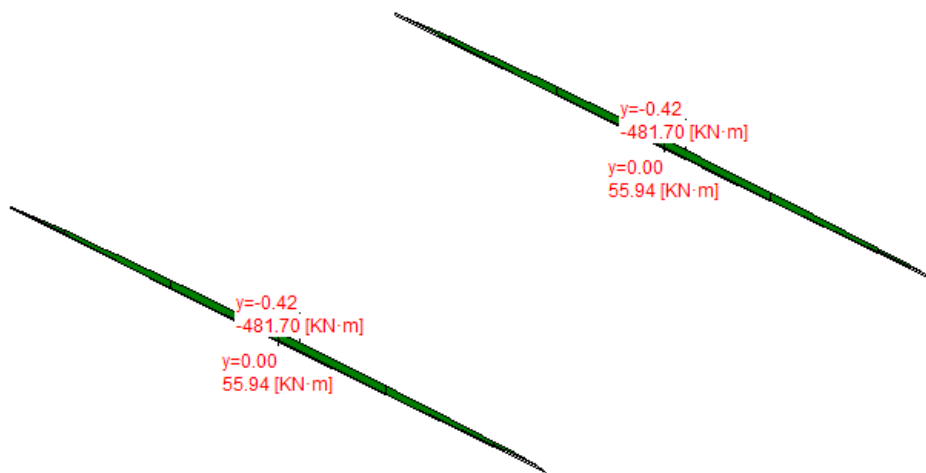
IMPALCATO – RELAZIONE DI CALCOLO

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
NN1X	00	D78CL	IV 01 00 003	A	96 di 196

0.50		52.33	-480.67
1.00		44.83	-466.08
1.50		39.31	-464.35
2.00		23.35	-450.83
2.50		-2.19	-428.10
3.00		-37.29	-396.21
3.50		-72.66	-355.79
4.00		-79.58	-307.21
4.50		-118.45	-253.37
5.00		-131.62	-184.99
5.25	estremità sx	-129.76	-147.08

- peso trave
- peso soletta+traversi
- fase 1 - lineari per trave
- peso cordoli
- permanenti portati
- Traffico: tandem TS
- Traffico: distribuito UDL
- Traffico: folla sui marciapiedi
- Traffico: folla in carreggiata
- Traffico: gruppo 1

- Trave 1
- Trave 2
- Trave 3
- Trave 4
- Trave 5
- Traverso 1
- Traverso 2
- Appoggi



- nessuna combinazione
- S.L.U. Persistenti e transitorie
- S.L.U. Situazioni Accidentali
- S.L.E. Rara 2ª fase
- S.L.E. Frequente 2ª fase
- S.L.E. Quasi permanente 2ª fase
- S.L.U. Sismica

Combinazioni Frequenti

$$E_d = E\{ \sum G_{k,2}^{a_{fase}} + \psi_1 \cdot Q_{k,gruppo 1} \}$$

Sez.	Descrizione	Mmax [KN·m]	Mmin [KN·m]
-5.25	estremità dx	-129.62	-148.02
-5.00		-137.88	-178.93

IMPALCATO – RELAZIONE DI CALCOLO

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
NN1X	00	D78CL	IV 01 00 003	A	97 di 196

-4.50		-143.50	-237.09
-4.00		-130.85	-283.35
-3.50		-128.30	-324.44
-3.00		-135.75	-358.47
-2.50		-127.00	-385.50
-2.00		-116.72	-405.30
-1.50		-111.30	-418.06
-1.00		-111.38	-421.82
-0.50		-108.78	-433.97
0.00	mezzeria	-107.13	-433.60
0.50		-108.78	-433.97
1.00		-111.38	-421.82
1.50		-111.30	-418.06
2.00		-116.72	-405.30
2.50		-127.00	-385.50
3.00		-141.12	-358.47
3.50		-146.07	-324.44
4.00		-131.47	-283.35
4.50		-143.50	-237.09
5.00		-137.88	-178.93
5.25	estremità sx	-129.76	-147.08

IMPALCATO – RELAZIONE DI CALCOLO

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
NN1X	00	D78CL	IV 01 00 003	A	98 di 196

- peso trave
- peso soletta+traversi
- fase 1 - lineari per trave
- peso cordoli
- permanenti portati
- Traffico: tandem TS
- Traffico: distribuito UDL
- Traffico: folla sui marciapiedi
- Traffico: folla in carreggiata
- Traffico: gruppo 1

- Trave 1
- Trave 2
- Trave 3
- Trave 4
- Trave 5
- Traverso 1
- Traverso 2
- Appoggi



- nessuna combinazione
- S.L.U. Persistenti e transitorie
- S.L.U. Situazioni Accidentali
- S.L.E. Rara 2^a fase
- S.L.E. Frequente 2^a fase
- S.L.E. Quasi permanente 2^a fase
- S.L.U. Sismica

Combinazioni Quasi Permanenti

$$E_d = E\{ \sum G_{k,2}^{a \text{ fase}} + \psi_2 \cdot Q_{k, \text{gruppo 1}} \}$$

Sez.	Descrizione	Mmax [KN·m]	Mmin [KN·m]
-5.25	estremità dx	-129.62	-147.17
-5.00		-147.82	-169.37
-4.50		-182.89	-211.96
-4.00		-212.10	-247.56
-3.50		-236.33	-277.10
-3.00		-256.36	-301.53
-2.50		-272.60	-321.34
-2.00		-285.30	-336.85
-1.50		-294.94	-348.62
-1.00		-301.62	-356.78
-0.50		-305.56	-361.60
0.00	mezzeria	-306.92	-363.26
0.50		-305.56	-361.60
1.00		-301.62	-356.78

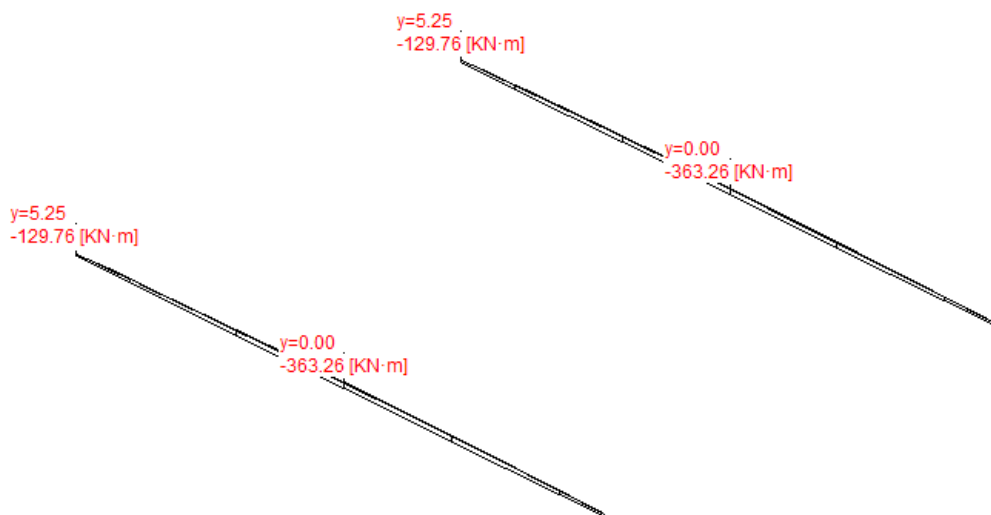
IMPALCATO – RELAZIONE DI CALCOLO

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
NN1X	00	D78CL	IV 01 00 003	A	99 di 196

1.50		-294.94	-348.62
2.00		-285.30	-336.85
2.50		-272.60	-321.34
3.00		-256.36	-301.53
3.50		-236.33	-277.10
4.00		-212.10	-247.56
4.50		-182.89	-211.96
5.00		-147.82	-169.37
5.25	estremità sx	-129.76	-147.08

- peso trave
- peso soletta+traversi
- fase 1 - lineari per trave
- peso cordoli
- permanenti portati
- Traffico: tandem TS
- Traffico: distribuito UDL
- Traffico: folla sui marciapiedi
- Traffico: folla in carreggiata
- Traffico: gruppo 1

- Trave 1
- Trave 2
- Trave 3
- Trave 4
- Trave 5
- Traverso 1
- Traverso 2
- Appoggi



- nessuna combinazione
- S.L.U. Persistenti e transitorie
- S.L.U. Situazioni Accidentali
- S.L.E. Rara 2ª fase
- S.L.E. Frequente 2ª fase
- S.L.E. Quasi permanente 2ª fase
- S.L.U. Sismica

Sollecitazioni sulla soletta

Valori caratteristici

Il momento massimo trasversale dato dall'effetto locale dei carichi sulla soletta viene determinato servendosi di uno schema semplificato di trave semi incastrata e prendendo il momento in mezzera.

I carichi permanenti considerati sono il peso proprio della soletta (G1) e della pavimentazione (G2), più Delta_g_soletta (G2).

La ricerca del massimo momento flettente generato dai carichi mobili viene condotta considerando il carico LM2 illustrato nella Normativa al punto 5.1.3.3.5.

Tale schema, considerato autonomamente e assunto a riferimento solo per verifiche locali, è costituito da un singolo asse applicato su specifiche impronte di pneumatico (di dimensioni 0.35x0.60 [m]) poste ad un interasse di 2.00 [m]: il carico totale asse è pari a 400.00 [KN]

I carichi concentrati da considerarsi ai fini delle verifiche locali si assumono uniformemente distribuiti sulla superficie della rispettiva impronta. La diffusione attraverso la pavimentazione e lo spessore della soletta si considera avvenire attraverso una diffusione a 45°, fino al piano medio della struttura della soletta sottostante.

Il momento minimo dato dall'effetto locale, invece, viene valutato come uno schema statico di trave perfettamente incastrata. In ragione della geometria dell'impalcato si può assumere che l'urto del veicolo in svio non interessi lo sbalzo laterale.

A favore di sicurezza si considerano i carichi puntuali applicati all'estremità dello sbalzo e la folla distribuita su tutta la luce.

Luce Soletta	1.25
Carico per ruota - schema 2	200.00
Interasse ruote	2.00
Dimensioni impronta ruota LX x BY	0.35x0.60
Larghezza impronta a metà spessore soletta	1.00
Lunghezza influenza	2.00

Momento flettente trasversale [KN·m/m] (positivo tende le fibre inferiori):

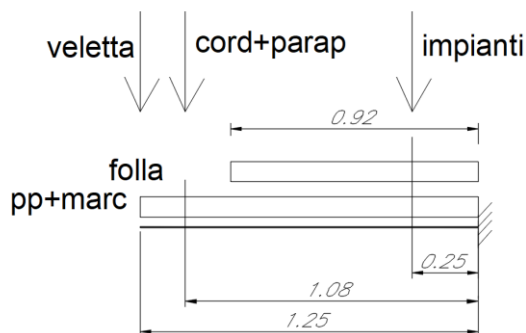
	M max	M min
effetto locale permanenti strutturali	1.32	-0.88
effetto locale permanenti non strutturali	0.60	-0.40
effetto locale LM2	12.60	-12.29

Sbalzo:

$L_{\text{calcolo}} = 1.25 \text{ m}$

IMPALCATO – RELAZIONE DI CALCOLO

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
NN1X	00	D78CL	IV 01 00 003	A	101 di 196



	Carico	Tmax	M min
permanenti strutturali	$(0.27+0.15) \times 25 = 10.5 \text{ kN/m/m}$	13.13	-8.20
permanenti non strutturali – parapetto + cordolo	1.82 kN/m (braccio = 1.09m)	1.82	-1.98
permanenti non strutturali – veletta	4.74 kN/m (braccio = 1.25m)	4.74	-5.93
permanenti non strutturali – impianti	1.00 kN/m (braccio = 0.25m)	1.00	-0.25
folla (5kN/mq)	5 kN/m (l = 0.92m)	4.60	-2.12

Combinazioni SLU

Persistenti/Transitorie

$$E_d = E\{ \sum \gamma_{G,sup} \cdot G_{k,i} \}$$

$$E_d = E\{ \sum \gamma_{G,inf} \cdot G_{k,i} \}$$

$$E_d = E\{ \sum \gamma_{G,sup} \cdot G_{k,i} + \gamma_{Q,traffico} \cdot Q_{k,gruppo 1} \}$$

$$E_d = E\{ \sum \gamma_{G,inf} \cdot G_{k,i} + \gamma_{Q,traffico} \cdot Q_{k,gruppo 1} \}$$

$$M_{max} = 19.69 \text{ [KN} \cdot \text{m/m]}$$

$$M_{min} = -18.38 \text{ [KN} \cdot \text{m/m]}$$

Sbalzo:

$$T_{max} = 35.28 \text{ [KN/m]}$$

$$M_{min} = -26.17 \text{ [KN} \cdot \text{m/m]}$$

Combinazioni SLE

Combinazioni Rare

$$E_d = E\{ \sum G_{k,2}^a + Q_{k,gruppo 1} \}$$

$$M_{max} = 14.52 \text{ [KN}\cdot\text{m/m]}$$

$$M_{min} = -13.57 \text{ [KN}\cdot\text{m/m]}$$

Sbalzo:

$$M_{min} = -18.48 \text{ [KN}\cdot\text{m/m]}$$

Combinazioni Frequenti

$$E_d = E\{ \sum G_{k,2}^a + \psi_1 \cdot Q_{k,gruppo 1} \}$$

$$M_{max} = 11.37 \text{ [KN}\cdot\text{m/m]}$$

$$M_{min} = -10.49 \text{ [KN}\cdot\text{m/m]}$$

Sbalzo:

$$M_{min} = -17.95 \text{ [KN}\cdot\text{m/m]}$$

Combinazioni Quasi Permanenti

$$E_d = E\{ \sum G_{k,2}^a + \psi_2 \cdot Q_{k,gruppo 1} \}$$

$$M_{max} = 1.91 \text{ [KN}\cdot\text{m/m]}$$

$$M_{min} = -1.28 \text{ [KN}\cdot\text{m/m]}$$

Sbalzo:

$$M_{min} = -16.36 \text{ [KN}\cdot\text{m/m]}$$

Reazioni massime agli appoggi

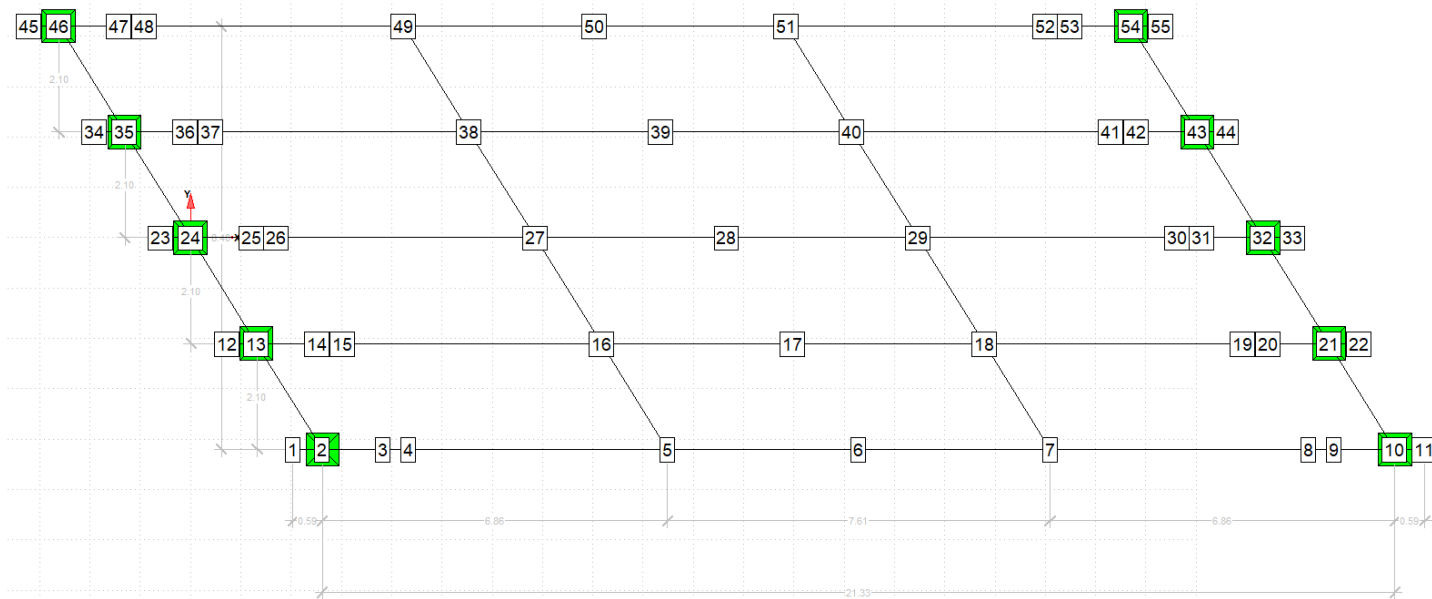
Il calcolo delle reazioni degli appoggi è condotto secondo quanto indicato in DM 17/01/2018 - Norme tecniche per le costruzioni e la relativa Circolare 21 gennaio 2019, n. 7 C.S.LL.PP. Istruzioni per l'applicazione dell'«Aggiornamento delle "Norme tecniche per le costruzioni"» di cui al decreto ministeriale 17 gennaio 2018.

I valori delle reazioni degli appoggi qui riportate sono da intendersi come valori caratteristici.

La numerazione dei nodi in corrispondenza degli appoggi è indicata nella figura seguente:

IMPALCATO – RELAZIONE DI CALCOLO

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
NN1X	00	D78CL	IV 01 00 003	A	103 di 196



Valori caratteristici reazioni verticali

Carichi 1a fase

Trave	peso trave [KN]	peso soletta+traversi [KN]
1	217.36	328.94
2	217.36	199.79
3	217.36	199.79
4	217.36	199.79
5	217.36	328.94

Carichi G1 (trave soletta trasversi + marciapiede)

nodo	Reaz. Rx	Reaz. Wz	Reaz. Ry
2	0	910	0
10	0	452	0
13	0	308	0
21	0	488	0
24	0	498	0
32	0	498	0
35	0	488	0
43	0	308	0

IMPALCATO – RELAZIONE DI CALCOLO

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
NN1X	00	D78CL	IV 01 00 003	A	104 di 196

nodo	Reaz. Rx	Reaz. Wz	Reaz. Ry	
46	0	452	0	
54	0	910	0	
	-----	-----	-----	
	0	5312	0	Reaz. tot. G1 + marciapiede

Carichi pavimentazione G2

nodo	Reaz. Rx	Reaz. Wz	Reaz. Ry	
2	0	45	0	
10	0	15	0	
13	0	34	0	
21	0	44	0	
24	0	35	0	
32	0	35	0	
35	0	44	0	
43	0	34	0	
46	0	15	0	
54	0	45	0	
	-----	-----	-----	
	0	346	0	Reaz. tot. Pavimentazione G2

Carichi aggiuntivi G2

nodo	Reaz. Rx	Reaz. Wz	Reaz. Ry
2	0	101	0
10	0	52	0
13	0	5	0
21	0	24	0
24	0	45	0
32	0	45	0
35	0	24	0

IMPALCATO – RELAZIONE DI CALCOLO

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
NN1X	00	D78CL	IV 01 00 003	A	105 di 196

nodo	Reaz. Rx	Reaz. Wz	Reaz. Ry	
43	0	5	0	
46	0	52	0	
54	0	101	0	
	-----	-----	-----	
	0	457	0	Reaz. tot. Carico aggiuntivo sull'impalcato G2

Carichi lineari 2° fase G2

nodo	Reaz. Rx	Reaz. Wz	Reaz. Ry	
2	0	199	0	
10	0	129	0	
13	0	-96	0	
21	0	-66	0	
24	0	48	0	
32	0	48	0	
35	0	-66	0	
43	0	-96	0	
46	0	129	0	
54	0	199	0	
	-----	-----	-----	
	0	427	0	Reaz. tot. Carichi lineari 2a fase G2

Carichi da traffico

Folla:

nodo	Reaz. Rx	Reaz. Wz	Reaz. Ry
2	0	146	0
10	0	96	0
13	0	-60	0
21	0	-30	0
24	0	16	0

IMPALCATO – RELAZIONE DI CALCOLO

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
NN1X	00	D78CL	IV 01 00 003	A	106 di 196

nodo	Reaz. Rx	Reaz. Wz	Reaz. Ry	
32	0	14	0	
35	0	0	0	
43	0	8	0	
46	0	-14	0	
54	0	-16	0	
	-----	-----	-----	
	0	160	0	Reaz. tot. Traffico - folla camp.1

Carico traffico UDL:

nodo	Reaz. Rx	Reaz. Wz	Reaz. Ry	
2	0	209	0	
10	0	96	0	
13	0	86	0	
21	0	146	0	
24	0	72	0	
32	0	75	0	
35	0	86	0	
43	0	81	0	
46	0	-7	0	
54	0	49	0	
	-----	-----	-----	
	0	893	0	Reaz. tot. Traffico - UDL camp.1

Carico assi Tandem per X = 1.68m:

nodo	Reaz. Rx	Reaz. Wz	Reaz. Ry
2	0	293	0
10	0	6	0
13	0	333	0
21	0	25	0
24	0	231	0

IMPALCATO – RELAZIONE DI CALCOLO

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
NN1X	00	D78CL	IV 01 00 003	A	107 di 196

nodo	Reaz. Rx	Reaz. Wz	Reaz. Ry	
32	0	17	0	
35	0	194	0	
43	0	15	0	
46	0	53	0	
54	0	33	0	
	-----	-----	-----	
	0	1200	0	Reaz. tot. Traffico: assi per X=1.68

Carico assi Tandem per X = 10.66m:

nodo	Reaz. Rx	Reaz. Wz	Reaz. Ry	
2	0	298	0	
10	0	95	0	
13	0	63	0	
21	0	153	0	
24	0	121	0	
32	0	123	0	
35	0	137	0	
43	0	124	0	
46	0	-20	0	
54	0	106	0	
	-----	-----	-----	
	0	1200	0	Reaz. tot. Traffico: assi per X=10.66

Carico assi Tandem per X = 19.65m

nodo	Reaz. Rx	Reaz. Wz	Reaz. Ry
2	0	64	0
10	0	200	0
13	0	1	0
21	0	392	0
24	0	18	0
32	0	240	0

IMPALCATO – RELAZIONE DI CALCOLO

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
NN1X	00	D78CL	IV 01 00 003	A	108 di 196

nodo	Reaz. Rx	Reaz. Wz	Reaz. Ry	
35	0	23	0	
43	0	191	0	
46	0	-12	0	
54	0	83	0	
	-----	-----	-----	
	0	1200	0	Reaz. tot. Traffico: assi per X=19.65

Valori caratteristici reazioni orizzontali

Azione longitudinale di frenamento o di accelerazione

Trattandosi di un ponte di 1^a categoria la forza vale [KN] :

limitazione inferiore frenatura	180.00
limitazione superiore frenatura	900.00
Azione di Frenamento - valore di confronto	417.59

Azione longitudinale totale di frenamento = 417.59 [KN]

Azione del vento :		
Altezza barriera	3.00	[m]
Pressione cinetica	1.69	[KN/m ²]
Forza totale sull'impalcato Fyw	184.31	[KN]
Azione longitudinale di frenamento q3 :		
Forza totale sull'impalcato Fxq	417.59	[KN]
Azione centrifuga: (q4 - D.M. 17 gennaio 2018 - 5.1.3.6)		
Raggio di curvatura	0.00	[m]
Forza totale sull'impalcato Fyq	0.00	[KN]

IMPALCATO – RELAZIONE DI CALCOLO

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
NN1X	00	D78CL	IV 01 00 003	A	109 di 196

Combinazioni

Combinazioni SLU P/T

$$E_d = E\{ \sum \gamma_{G,inf} \cdot G_{k,i} \}$$

$$E_d = E\{ \sum \gamma_{G,sup} \cdot G_{k,i} + \gamma_{Q,traffico} \cdot Q_{k,gruppo 1} + \psi_0 \cdot \gamma_W \cdot W_k \}$$

$$E_d = E\{ \sum \gamma_{G,sup} \cdot G_{k,i} + \gamma_W \cdot W_k + \psi_0 \cdot \gamma_{Q,traffico} \cdot Q_{k,gruppo 1} \}$$

nodo		Reaz. Rx	comb.	Reaz. Wz	comb.	Reaz. Ry	comb.
2	MAX			2147	CB17		
	MIN			910	CB4		
10	MAX			1175	CB21		
	MIN			452	CB4		
13	MAX			866	CB15		
	MIN			141	CB6		
21	MAX			1192	CB21		
	MIN			448	CB8		
24	MAX			1178	CB13		
	MIN			498	CB4		
32	MAX			1189	CB21		
	MIN			498	CB4		
35	MAX			924	CB13		
	MIN			488	CB8		
43	MAX			674	CB23		
	MIN			223	CB2		
46	MAX			976	CB13		
	MIN			425	CB20		
54	MAX			1888	CB17		
	MIN			887	CB8		

Reazione laterale su spalla Ry = 138.23

Reazione longitudinale totale Rx = 563.75

IMPALCATO – RELAZIONE DI CALCOLO

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
NN1X	00	D78CL	IV 01 00 003	A	110 di 196

SLE Rare

$$Ed = E\{ \Sigma G_{k,i} + Q_{k,gruppo\ 1} + \psi_0 \cdot W \cdot W_k \}$$

$$Ed = E\{ \Sigma G_{k,i} + W_k + \psi_0 \cdot Q_{k,gruppo\ 2} \}$$

$$Ed = E\{ \Sigma G_{k,i} + Q_{k,gruppo\ 2} + \psi_0 \cdot W \cdot W_k \}$$

nodo		Reaz. Rx	comb.	Reaz. Wz	comb.	Reaz. Ry	comb.
2	MAX			1552	CB9		
	MIN			910	CB2		
10	MAX			848	CB11		
	MIN			452	CB2		
13	MAX			641	CB8		
	MIN			191	CB3		
21	MAX			883	CB11		
	MIN			458	CB4		
24	MAX			858	CB7		
	MIN			498	CB2		
32	MAX			866	CB11		
	MIN			498	CB2		
35	MAX			684	CB7		
	MIN			488	CB4		
43	MAX			499	CB12		
	MIN			251	CB1		
46	MAX			701	CB7		
	MIN			432	CB10		
54	MAX			1360	CB9		
	MIN			893	CB4		

Reazione laterale su spalla Ry = 92.16

Reazione longitudinale totale Rx = 417.59

SLE Frequenti

$$Ed = E\{ \Sigma G_{k,i} + \psi_1 \cdot Q_{k,gruppo\ 1} + \psi_2 \cdot W \cdot W_k \}$$

IMPALCATO – RELAZIONE DI CALCOLO

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
NN1X	00	D78CL	IV 01 00 003	A	111 di 196

$$Ed = E\{ \Sigma G_{k,i} + \psi_1 \cdot W \cdot W_k + \psi_2 \cdot Q_{k, \text{gruppo } 2} \}$$

$$Ed = E\{ \Sigma G_{k,i} + \psi_1 \cdot Q_{k, \text{gruppo } 2} + \psi_2 \cdot W \cdot W_k \}$$

nodo		Reaz. Rx	comb.	Reaz. Wz	comb.	Reaz. Ry	comb.
2	MAX			1478	CB9		
	MIN			910	CB2		
10	MAX			798	CB11		
	MIN			452	CB2		
13	MAX			558	CB8		
	MIN			206	CB3		
21	MAX			785	CB11		
	MIN			466	CB4		
24	MAX			800	CB7		
	MIN			498	CB2		
32	MAX			807	CB11		
	MIN			498	CB2		
35	MAX			636	CB7		
	MIN			488	CB4		
43	MAX			452	CB12		
	MIN			251	CB1		
46	MAX			688	CB7		
	MIN			437	CB10		
54	MAX			1333	CB9		
	MIN			897	CB4		

Reazione laterale su spalla $R_y = 18.43$

Reazione longitudinale totale $R_x = 0.00$

SLE Quasi permanenti

$$Ed = E\{ \Sigma G_{k,i} + \psi_2 \cdot Q_{k, \text{gruppo } 1} + \psi_2 \cdot W \cdot W_k \}$$

$$Ed = E\{ \Sigma G_{k,i} + \psi_2 \cdot Q_{k, \text{gruppo } 2} + \psi_2 \cdot W \cdot W_k \}$$

nodo		Reaz. Rx	comb.	Reaz. Wz	comb.	Reaz. Ry	comb.
2	MAX			1254	CB1		

IMPALCATO – RELAZIONE DI CALCOLO

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
NN1X	00	D78CL	IV 01 00 003	A	112 di 196

nodo		Reaz. Rx	comb.	Reaz. Wz	comb.	Reaz. Ry	comb.
	MIN			910	CB2		
10	MAX			648	CB1		
	MIN			452	CB2		
13	MAX			308	CB2		
	MIN			251	CB1		
21	MAX			490	CB1		
	MIN			488	CB2		
24	MAX			627	CB1		
	MIN			498	CB2		
32	MAX			627	CB1		
	MIN			498	CB2		
35	MAX			490	CB1		
	MIN			488	CB2		
43	MAX			308	CB2		
	MIN			251	CB1		
46	MAX			648	CB1		
	MIN			452	CB2		
54	MAX			1254	CB1		
	MIN			910	CB2		

 Reazione laterale su spalla $R_y = 0.00$

 Reazione longitudinale totale $R_x = 0.00$

Deformazioni

Si calcolano gli abbassamenti in mezzeria delle travi e le rotazioni in asse appoggi per effetto del peso proprio e dei carichi; i valori sono concordi all'asse Z, cioè valori negativi indicano abbassamenti.

I carichi mobili sono disposti come riportato al paragrafo *Carichi mobili per massimo effetto sulla trave 1*.

Le deformazioni sono calcolate in base a:

E calcestruzzo trave 1a fase	35000000.000	[KN/m ²]
J sezione sola trave	0.176	[m ⁴]

IMPALCATO – RELAZIONE DI CALCOLO

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
NN1X	00	D78CL	IV 01 00 003	A	113 di 196

E calcestruzzo trave + getto in opera	36283000.000	[KN/m ²]
J sezione trave + getto in opera	0.447	[m ⁴]

I carichi permanenti portati di seconda fase comprendono:

- pavimentazione stradale;
- lineare di 2a fase: guard rail;
- lineare di 2a fase: guard rail;
- lineare di 2a fase: cordolo + parapetto;
- lineare di 2a fase: cordolo + parapetto;
- lineare di 2a fase: veletta;
- lineare di 2a fase: veletta;
- lineare di 2a fase: impianti;
- lineare di 2a fase: impianti;
- distribuito aggiuntivo di 2a fase: Delta_g_soletta;

Abbassamenti - Prima fase

Trave	peso trave	peso soletta+traversi	carichi aggiuntivi
1	-0.0079	-0.0124	0.0000
2	-0.0079	-0.0074	0.0000
3	-0.0079	-0.0074	0.0000
4	-0.0079	-0.0074	0.0000
5	-0.0079	-0.0124	0.0000

Abbassamenti - Seconda fase

Carichi permanenti

Trave	peso marciapiedi	permanententi portati
1	-0.0008	-0.0020
2	-0.0007	-0.0020
3	-0.0006	-0.0020
4	-0.0007	-0.0020

IMPALCATO – RELAZIONE DI CALCOLO

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
NN1X	00	D78CL	IV 01 00 003	A	114 di 196

Trave	peso marciapiedi	permanenti portati
5	-0.0008	-0.0020

Carichi da traffico

Trave	Tandem-TS	Distribuito-UDL	Folla marciapiedi	gruppo 1 (tab.5.1.IV)
1	-0.0036	-0.0018	-0.0006	-0.0057
2	-0.0034	-0.0016	-0.0005	-0.0052
3	-0.0030	-0.0014	-0.0004	-0.0046
4	-0.0026	-0.0012	-0.0005	-0.0040
5	-0.0022	-0.0009	-0.0006	-0.0035

Freccia massima dovuta ai carichi da traffico $F_{\max,gr1} = -0.0057$ [m] (= L/3730)

Combinazione SLE rara - frecce totali di 2a fase

$$E_d = E\{ \sum G_{k,2^{a}fase} + Q_{k,gruppo 1} \}$$

Trave	F max	F min
1	-0.0027	-0.0085
2	-0.0026	-0.0079
3	-0.0026	-0.0073
4	-0.0026	-0.0067
5	-0.0027	-0.0062

Freccia massima in combinazioni SLE rara = -0.0085 [m] (= L/2509)

Il valore di confronto è 0.0326 m pari a 1/700 della luce.

Rotazioni agli appoggi

Le rotazioni positive sono orarie.

	carico	rotazione X=0 [DEG]	rotazione X=L [DEG]
1a fase	peso trave	0.001174	-0.001174
	peso soletta+traversi+traversi	0.001848	-0.001848
2a fase	peso cordoli	0.000118	-0.000118
	permanenti portati	0.000266	-0.000266
	Traffico: tandem TS	0.000509	-0.000509
	Traffico: distribuito UDL	0.000206	-0.000206
	Traffico: folla in carreggiata	0.000166	-0.000166
	Traffico: folla sui marciapiedi	0.000062	-0.000062
	Traffico: gruppo 1	0.000746	-0.000746
	Traffico: gruppo 2	0.000464	-0.000464
	Traffico: gruppo 3	0.000062	-0.000062
	Traffico: gruppo 4	0.000228	-0.000228
	Delta T	0.000000	0.000000

Azione sismica

Parametri per la determinazione dell'azione sismica

Categoria di sottosuolo C

Categoria topografica T1

Coeff. di combinazione sismica carichi da traffico $\Psi_E = 0.2$

q Coefficiente di struttura

η 1/q

a_g Accelerazione orizzontale massima al sito

T_c^* Periodo di inizio del tratto a velocità costante dello spettro in accelerazione orizzontale

F_0 Valore massimo del fattore di amplificazione dello spettro in accelerazione orizzontale

Forze orizzontali :

	η	a_g/g	T_c^*	F_0
SLE	1.00	0.063	0.369	2.502
SLU	1.00	0.127	0.476	2.724

Forze verticali :

	η
SLE	1.00
SLU	1.00

Coefficiente di struttura $q = 1.00$

Spettro di risposta in accelerazione

Lo spettro di risposta elastico alle forze orizzontali, trasversali e longitudinali, viene assunto al valore massimo previsto dalla normativa, corrispondente al periodo T_B .

Valore max coeff. amplificazione topografica $S_t = 1.00$ (Tab. 3.2.VI)

Accelerazione spettrale $S_e(T) = a_g \cdot S_s \cdot S_t \cdot \eta \cdot F_0 \cdot f(T)$

Forze orizzontali

Valori per SLE :

S_s	C_c	T_B	T_C	T_D
1.500	1.459	0.179	0.538	1.852

Spettro di risposta elastico in accelerazione $S_{e\ SLE,y} = 0.2364$

Forza sismica totale esercitata sugli appoggi $F_{E\ SLE,y} = \pm 1624.61$

Valori per SLU :

S_s	C_c	T_B	T_C	T_D
1.492	1.341	0.213	0.639	2.108

Spettro di risposta elastico in accelerazione $S_{e\ SLU,y} = 0.5163$

Forza sismica totale esercitata sugli appoggi $F_{E,SLU,y} = \pm 3547.60$

Forze verticali

$T_B = 0.050$

$T_C = 0.150$

$T_D = 1.000$

Valori per SLE

$S_s = 1.000$

Fattore di amplificazione spettrale massima $F_v = 0.848$

Spettro di risposta elastico in accelerazione $S_{ve} = 0.0534$

Valori per SLU

$S_s = 1.000$

Fattore di amplificazione spettrale massima $F_v = 1.311$

Spettro di risposta elastico in accelerazione $S_{ve} = 0.1664$

Azioni sismiche SLE

Trave 1

Azione sismica caratteristica

Sez.	Descrizione	Mmax	Vmax	Tmax
0.00	appoggio	0.00	40.47	-8.13
1.00		38.37	36.58	-7.84
2.00		72.84	32.91	-7.32
3.00		103.68	29.43	-6.63
4.00		130.81	25.95	-5.78
5.00		154.28	22.48	-4.79
6.00		174.17	19.01	-3.72
7.00		190.26	14.42	-2.66
8.00		201.64	10.96	-1.70
9.00		209.45	7.51	-0.92
10.00		213.67	4.07	-0.30

IMPALCATO – RELAZIONE DI CALCOLO

COMMESSA LOTTO CODIFICA DOCUMENTO REV. FOGLIO
NN1X 00 D78CL IV 01 00 003 A 118 di 196

Sez.	Descrizione	Mmax	Vmax	Tmax
10.67	mezzeria	214.42	-1.19	0.07
11.00		214.18	-2.93	0.11
11.40		213.45	-4.31	0.34
12.00		211.21	-6.38	0.70
13.00		204.66	-9.82	1.42
14.00		194.41	-13.28	2.32
15.00		179.89	-17.87	3.37
16.00		161.26	-21.34	4.45
17.00		139.00	-24.81	5.47
18.00		113.00	-28.28	6.36
19.00		83.41	-31.76	7.11
20.00		50.23	-35.37	7.69
21.00		13.06	-39.19	8.06
21.33	appoggio	0.00	-40.47	8.13

Sez.	Descrizione	Mmin	Vmin	Tmin
0.00	appoggio	0.00	-35.98	7.60
1.00		-34.11	-32.37	7.42
2.00		-64.74	-28.98	6.92
3.00		-92.15	-25.77	6.16
4.00		-116.29	-22.55	5.22
5.00		-137.21	-19.34	4.21
6.00		-154.97	-16.13	3.20
7.00		-169.36	-11.78	2.29
8.00		-179.48	-8.56	1.52
9.00		-186.44	-5.35	0.87

IMPALCATO – RELAZIONE DI CALCOLO

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
NN1X	00	D78CL	IV 01 00 003	A	119 di 196

Sez.	Descrizione	Mmin	Vmin	Tmin
10.00		-190.24	-2.14	0.33
10.67	mezzeria	-190.96	0.00	0.00
11.00		-190.72	1.08	-0.17
11.40		-190.05	2.36	-0.37
12.00		-188.02	4.29	-0.69
13.00		-182.17	7.50	-1.29
14.00		-173.05	10.72	-2.02
15.00		-160.09	15.07	-2.89
16.00		-143.44	18.28	-3.87
17.00		-123.59	21.49	-4.89
18.00		-100.44	24.71	-5.87
19.00		-74.13	27.92	-6.70
20.00		-44.64	31.25	-7.29
21.00		-11.61	34.79	-7.57
21.33	appoggio	0.00	35.98	-7.60

Combinazione sismica

$$E_d = E\{ \sum G_{k,2}^a \text{ fase} + \psi_{2,E} \cdot Q_{k,\text{gruppo 1}} \pm E_{SLE} \}$$

Sez.	Descrizione	Mmax	Vmax	Tmax
0.00	appoggio	0.00	240.43	-154.98
1.00		228.58	217.84	-151.36
2.00		434.83	195.58	-141.54
3.00		619.01	173.60	-126.53
4.00		780.37	151.74	-107.72
5.00		919.25	129.99	-87.06

IMPALCATO – RELAZIONE DI CALCOLO

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
NN1X	00	D78CL	IV 01 00 003	A	120 di 196

Sez.	Descrizione	Mmax	Vmax	Tmax
6.00		1036.12	108.34	-66.44
7.00		1130.47	85.67	-47.45
8.00		1200.91	64.24	-31.16
9.00		1249.33	42.92	-17.62
10.00		1275.74	21.71	-6.48
10.67	mezzeria	1280.69	4.05	0.70
11.00		1279.04	-14.73	3.21
11.40		1274.38	-23.19	7.20
12.00		1260.33	-35.91	13.68
13.00		1219.60	-57.19	26.37
14.00		1156.18	-78.58	41.76
15.00		1069.55	-101.22	59.95
16.00		960.38	-122.83	80.16
17.00		828.96	-144.55	101.02
18.00		674.49	-166.38	120.61
19.00		498.01	-188.32	137.10
20.00		299.49	-210.48	148.87
21.00		77.70	-232.96	154.45
21.33	appoggio	0.00	-240.43	154.98

Sez.	Descrizione	Mmin	Vmin	Tmin
0.00	appoggio	0.00	140.45	-134.67
1.00		133.73	127.52	-131.49
2.00		254.67	114.37	-122.67
3.00		362.56	101.04	-109.22
4.00		456.86	87.71	-92.55

IMPALCATO – RELAZIONE DI CALCOLO

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
NN1X	00	D78CL	IV 01 00 003	A	121 di 196

Sez.	Descrizione	Mmin	Vmin	Tmin
5.00		537.79	74.38	-74.53
6.00		605.60	61.05	-56.80
7.00		660.27	48.86	-40.65
8.00		702.25	35.53	-26.89
9.00		731.13	22.20	-15.47
10.00		746.91	8.86	-5.85
10.67	mezzeria	749.89	-1.19	0.00
11.00		748.89	-4.47	2.77
11.40		746.09	-9.80	6.50
12.00		737.70	-17.80	12.15
13.00		713.40	-31.13	22.85
14.00		675.58	-44.46	35.84
15.00		624.92	-56.65	51.27
16.00		561.69	-69.98	68.57
17.00		485.21	-83.31	86.67
18.00		395.01	-96.64	103.95
19.00		291.70	-109.97	118.67
20.00		175.31	-123.18	129.26
21.00		45.42	-136.19	134.23
21.33	appoggio	0.00	-140.45	134.67

Traverso

Azione sismica caratteristica

Sez.	Descrizione	Mmax	Mmin
-5.25	estremità dx	-7.92	-8.44
-5.00		-7.72	-8.29

IMPALCATO – RELAZIONE DI CALCOLO

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
NN1X	00	D78CL	IV 01 00 003	A	122 di 196

Sez.	Descrizione	Mmax	Mmin
-4.00		-9.91	-12.34
-3.00		-11.34	-15.19
-2.00		-11.94	-17.01
-1.00		-12.41	-17.87
0.00	asse travi	-12.52	-18.21
1.00		-12.41	-17.87
2.00		-11.94	-17.01
3.00		-11.35	-15.19
4.00		-9.91	-12.34
5.00		-7.72	-8.29
5.25	estremità sx	-6.93	-7.12

Combinazione sismica

$$E_d = E \{ \sum G_{k,2}^a \text{ fase} + \psi_{2,E} \cdot Q_{k,\text{gruppo } 1} \pm E_{SLE} \}$$

Sez.	Descrizione	Mmax	Mmin
-5.25	estremità dx	-136.58	-136.90
-5.00		-154.28	-157.34
-4.00		-211.34	-229.56
-3.00		-242.21	-279.59
-2.00		-261.30	-312.04
-1.00		-274.26	-329.17
0.00	asse travi	-278.10	-333.80
1.00		-274.26	-329.17
2.00		-261.30	-312.04
3.00		-239.68	-279.59
4.00		-211.29	-229.56

IMPALCATO – RELAZIONE DI CALCOLO

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
NN1X	00	D78CL	IV 01 00 003	A	123 di 196

Sez.	Descrizione	Mmax	Mmin
5.00		-154.28	-157.34
5.25	estremità sx	-136.69	-136.87

Appoggi

Le forze riportate in questo paragrafo devono essere intese come reazioni degli appoggi e non come azione sismica sugli stessi.

Azione sismica caratteristica

Azione verticale [KN]

Trave	valori massimi		valori minimi	
	Permanenti	Traff. $\psi_E=0.20$	Permanenti	Traff. $\psi_E=0.20$
1	39.10	4.48	-39.10	0.00
2	31.36	4.10	-31.36	0.00
3	31.06	3.66	-31.06	0.00
4	31.36	3.18	-31.36	0.00
5	39.10	2.73	-39.10	0.00

Azione orizzontale [KN]

	trasversale su ogni spalla		longitudinale intero impalcato	
	Permanenti	Traff. $\psi_E=0.20$	Permanenti	Traff. $\psi_E=0.20$
	761.35	80.34	1522.70	105.44

Combinazione sismica

Azione verticale [KN]

Trave	Rz vert.max	Rz vert. min
1	859.56	693.00
2	699.38	555.79
3	684.74	550.51

IMPALCATO – RELAZIONE DI CALCOLO

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
NN1X	00	D78CL	IV 01 00 003	A	124 di 196

Trave	Rz vert.max	Rz vert. min
4	681.32	555.79
5	825.00	693.00

Azione orizzontale [KN]

	reazioni massime	reazioni minime
Reazione longitudinale totale	1628.15	-1628.15
Reazione trasversale su ogni pila	841.69	-841.69

Azioni sismiche SLU

Trave 1

Azione sismica caratteristica

Sez.	Descrizione	Mmax	Vmax	Tmax
0.00	appoggio	0.00	126.11	-25.32
1.00		119.57	113.99	-24.43
2.00		226.99	102.56	-22.81
3.00		323.08	91.70	-20.65
4.00		407.61	80.87	-18.01
5.00		480.74	70.05	-14.94
6.00		542.72	59.25	-11.60
7.00		592.87	44.92	-8.28
8.00		628.34	34.16	-5.31
9.00		652.66	23.41	-2.87
10.00		665.81	12.68	-0.92
10.67	mezzeria	668.17	-3.70	0.23
11.00		667.41	-9.14	0.35

IMPALCATO – RELAZIONE DI CALCOLO

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
NN1X	00	D78CL	IV 01 00 003	A	125 di 196

Sez.	Descrizione	Mmax	Vmax	Tmax
11.40		665.14	-13.43	1.05
12.00		658.16	-19.87	2.19
13.00		637.74	-30.61	4.43
14.00		605.82	-41.37	7.24
15.00		560.57	-55.69	10.49
16.00		502.49	-66.49	13.86
17.00		433.14	-77.30	17.04
18.00		352.11	-88.13	19.82
19.00		259.92	-98.97	22.15
20.00		156.51	-110.22	23.97
21.00		40.71	-122.11	25.11
21.33	appoggio	0.00	-126.11	25.32

Sez.	Descrizione	Mmin	Vmin	Tmin
0.00	appoggio	0.00	-112.12	23.68
1.00		-106.28	-100.88	23.12
2.00		-201.73	-90.30	21.57
3.00		-287.16	-80.29	19.20
4.00		-362.39	-70.28	16.27
5.00		-427.57	-60.26	13.10
6.00		-482.90	-50.25	9.99
7.00		-527.74	-36.70	7.15
8.00		-559.28	-26.68	4.73
9.00		-580.97	-16.67	2.72
10.00		-592.82	-6.66	1.03
10.67	mezzeria	-595.06	0.00	0.00

IMPALCATO – RELAZIONE DI CALCOLO

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
NN1X	00	D78CL	IV 01 00 003	A	126 di 196

Sez.	Descrizione	Mmin	Vmin	Tmin
11.00		-594.31	3.35	-0.52
11.40		-592.21	7.36	-1.14
12.00		-585.90	13.37	-2.14
13.00		-567.65	23.38	-4.02
14.00		-539.25	33.39	-6.30
15.00		-498.87	46.95	-9.01
16.00		-446.97	56.96	-12.06
17.00		-385.13	66.97	-15.24
18.00		-312.98	76.99	-18.28
19.00		-230.99	87.00	-20.87
20.00		-139.10	97.39	-22.73
21.00		-36.19	108.41	-23.60
21.33	appoggio	0.00	112.12	-23.68

Combinazione sismica

$$E_d = E\{ \sum G_{k,i} + \Psi_{2,E} \cdot Q_{k,gruppo 1} \pm E_{SLU} \}$$

Sez.	Descrizione	Mmax	Vmax	Tmax
0.00	appoggio	0.00	823.31	-172.17
1.00		780.51	741.51	-167.95
2.00		1481.60	664.44	-157.03
3.00		2109.04	591.48	-140.56
4.00		2661.36	518.64	-119.95
5.00		3139.69	445.93	-97.20
6.00		3545.54	373.33	-74.32

IMPALCATO – RELAZIONE DI CALCOLO

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
NN1X	00	D78CL	IV 01 00 003	A	127 di 196

Sez.	Descrizione	Mmax	Vmax	Tmax
7.00		3874.30	276.02	-53.07
8.00		4106.21	203.67	-34.76
9.00		4265.63	131.44	-19.57
10.00		4352.58	59.32	-7.10
10.67	mezzeria	4368.88	-3.70	0.86
11.00		4363.46	-35.55	3.45
11.40		4348.11	-64.37	7.91
12.00		4301.85	-107.63	15.16
13.00		4167.75	-179.82	29.38
14.00		3958.93	-252.13	46.68
15.00		3662.56	-349.41	67.07
16.00		3282.04	-421.96	89.57
17.00		2828.30	-494.63	112.59
18.00		2298.67	-567.43	134.07
19.00		1696.56	-640.35	152.14
20.00		1021.61	-716.05	165.15
21.00		265.78	-796.30	171.50
21.33	appoggio	0.00	-823.31	172.17

Sez.	Descrizione	Mmin	Vmin	Tmin
0.00	appoggio	0.00	561.56	-118.59
1.00		532.29	505.26	-115.79
2.00		1010.31	452.26	-108.02
3.00		1438.18	402.12	-96.18
4.00		1814.96	351.97	-81.50
5.00		2141.40	301.82	-65.63

IMPALCATO – RELAZIONE DI CALCOLO

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
NN1X	00	D78CL	IV 01 00 003	A	128 di 196

Sez.	Descrizione	Mmin	Vmin	Tmin
6.00		2418.53	251.68	-50.02
7.00		2643.10	183.78	-35.80
8.00		2801.05	133.64	-23.68
9.00		2909.69	83.49	-13.62
10.00		2969.02	33.35	-5.15
10.67	mezzeria	2980.24	1.53	0.00
11.00		2976.49	-16.80	2.58
11.40		2965.97	-36.86	5.72
12.00		2934.39	-66.94	10.70
13.00		2842.98	-117.09	20.12
14.00		2700.73	-167.24	31.56
15.00		2498.48	-235.13	45.15
16.00		2238.58	-285.28	60.38
17.00		1928.87	-335.42	76.33
18.00		1567.53	-385.57	91.54
19.00		1156.88	-435.71	104.50
20.00		696.68	-487.76	113.83
21.00		181.27	-542.97	118.20
21.33	appoggio	0.00	-561.56	118.59

Traverso

Azione sismica caratteristica

Sez.	Descrizione	Mmax	Mmin
-5.25	estremità dx	-24.67	-26.31
-5.00		-24.06	-25.84
-4.00		-30.87	-38.47

IMPALCATO – RELAZIONE DI CALCOLO

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
NN1X	00	D78CL	IV 01 00 003	A	129 di 196

Sez.	Descrizione	Mmax	Mmin
-3.00		-35.33	-47.32
-2.00		-37.21	-52.99
-1.00		-38.67	-55.68
0.00	mezzeria	-39.00	-56.75
1.00		-38.67	-55.68
2.00		-37.21	-52.99
3.00		-35.38	-47.32
4.00		-30.89	-38.47
5.00		-24.06	-25.84
5.25	estremità sx	-21.60	-22.17

Combinazione sismica

$$E_d = E\{ \sum G_{k,i} + \psi_{2,E} \cdot Q_{k,gruppo 1} \pm E_{SLU} \}$$

Sez.	Descrizione	Mmax	Mmin
-5.25	estremità dx	-151.32	-151.89
-5.00		-170.62	-174.89
-4.00		-232.30	-255.68
-3.00		-266.20	-311.73
-2.00		-286.57	-348.03
-1.00		-300.52	-366.98
0.00	mezzeria	-304.58	-372.34
1.00		-300.52	-366.98
2.00		-286.57	-348.03
3.00		-263.71	-311.73
4.00		-232.27	-255.68
5.00		-170.62	-174.89

IMPALCATO – RELAZIONE DI CALCOLO

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
NN1X	00	D78CL	IV 01 00 003	A	130 di 196

Sez.	Descrizione	Mmax	Mmin
5.25	estremità sx	-151.36	-151.93

Appoggi

Le forze riportate in questo paragrafo devono essere intese come reazioni degli appoggi e non come azione sismica sugli stessi.

Azione sismica caratteristica

Azione verticale [KN]

Trave	valori massimi		valori minimi	
	Permanenti	Traff. $\psi_E=0.20$	Permanenti	Traff. $\psi_E=0.20$
1	121.85	13.96	-121.85	0.00
2	97.72	12.78	-97.72	0.00
3	96.79	11.39	-96.79	0.00
4	97.72	9.92	-97.72	0.00
5	121.85	8.50	-121.85	0.00

Azione orizzontale [KN]

	trasversale su ogni spalla		longitudinale intero impalcato	
	Permanenti	Traff. $\psi_E=0.20$	Permanenti	Traff. $\psi_E=0.20$
	1662.54	175.43	3325.08	230.25

Combinazione sismica

Azione verticale [KN]

Trave	Rz vert.max	Rz vert. min
1	951.78	610.26
2	774.42	489.42
3	758.20	484.78
4	754.42	489.42

IMPALCATO – RELAZIONE DI CALCOLO

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
NN1X	00	D78CL	IV 01 00 003	A	131 di 196

Trave	Rz vert.max	Rz vert. min
5	913.52	610.26

Azione orizzontale [KN]

	reazioni massime	reazioni minime
Reazione longitudinale totale	3555.33	-3555.33
Reazione trasversale su ogni pila	1837.97	-1837.97

9 VERIFICA TRAVE ESTERNA

Si riporta la verifica della trave esterna, che presenta tra tutte il coefficiente di sicurezza minimo.

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

lunghezza	[m]
forza	[kN]
angolo	[rad]

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

Modello di calcolo

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

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

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

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

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

Codice di calcolo

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

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

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

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

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

Dati di calcolo

Dati geometrici

Schemi statici

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

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

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

Prima fase

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

In opera al momento del getto di 2a fase:

Sbalzo sinistro = 0.59

Sbalzo destro = 0.59

Seconda fase

In seconda fase la struttura è vincolata sugli appoggi definitivi:

appoggio	descrizione	X	luce campata
1	Spalla iniziale	0.00	
2	Spalla finale	21.33	21.33

Armature trave prefabbricata

Armature di precompressione pretesate

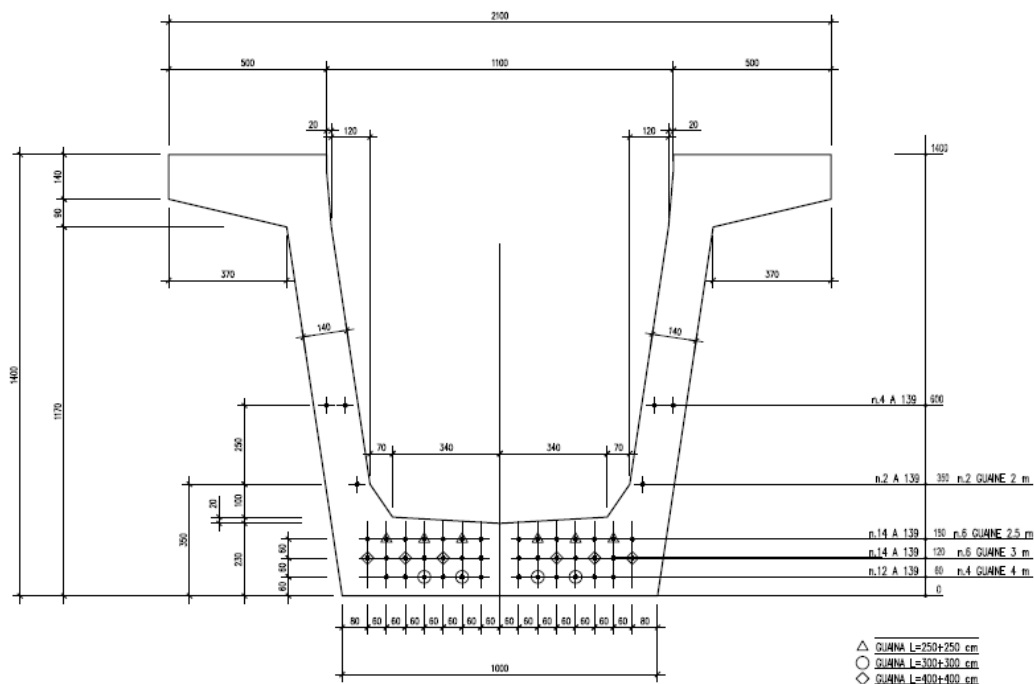
trefoli :	6/10"	
area trefolo =	139.000	[mm ²]
acciaio :	prec.fpk=1860	
tensione di tesatura =	1375000.00	[KN/m ²]
area totale A _p =	0.006	[m ²]
precompressione totale N _p =	7645.00	[KN]
quota baricentro Z _{g,p} =	0.12	[m]

quota Z	n. trefoli	n. guaine	L guaine
0.18	14	6	2.50
0.12	14	6	3.00
0.06	12	4	4.00
N. trefoli=	40	L tot guaine=	49.00

La verifica è effettuata considerando i soli 40 trefoli in controsoletta. Si aggiungono, tuttavia, in fase costruttiva, 3+3 trefoli baricentrici, al fine di evitare fessurazioni all'estradosso in fase di precompressione della trave.

TRAVE TIPO V 140/210/100
 n° 46 TREFOLI DA 0.6" (SC 1:10)

DIMA POSIZIONAMENTO TREFOLI



Armatura lenta

Armatura trasversale :

pos.		armatura	x iniziale	x finale	
P1-S1		4Ø10/0.10	0.00	4.00	trave+colleg. con soletta
P1-S1	(simmetrica)		19.80	23.80	
P1-S2		4Ø10/0.20	4.00	19.80	trave+colleg. con soletta

IMPALCATO – RELAZIONE DI CALCOLO

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
NN1X	00	D78CL	IV 01 00 003	A	135 di 196

armatura longit. appoggio :

n. barre	Ø	lunghezza	quota z
10	16	1.92	0.03

Armature getto in opera
Armatura lenta

Armatura longitudinale :

pos.	armatura	Y	Z	X iniziale	X finale
S-L1	1Ø16	-2.20	1.45	0.14	21.66
S-L2	1Ø16	-2.00	1.45	0.14	21.66
S-L3	1Ø16	-1.80	1.45	0.14	21.66
S-L4	1Ø16	-1.60	1.45	0.14	21.66
S-L5	1Ø16	-1.40	1.45	0.14	21.66
S-L6	1Ø16	-1.20	1.45	0.14	21.66
S-L7	1Ø16	-1.00	1.45	0.14	21.66
S-L8	1Ø16	-0.80	1.45	0.14	21.66
S-L9	1Ø16	-0.60	1.45	0.14	21.66
S-L10	1Ø16	-0.40	1.45	0.14	21.66
S-L11	1Ø16	-0.20	1.45	0.14	21.66
S-L12	1Ø16	0.00	1.45	0.14	21.66
S-L13	1Ø16	0.20	1.45	0.14	21.66
S-L14	1Ø16	0.40	1.45	0.14	21.66
S-L15	1Ø16	0.60	1.45	0.14	21.66
S-L16	1Ø16	0.80	1.45	0.14	21.66
S-L17	1Ø16	1.00	1.45	0.14	21.66
S-L18	1Ø16	-2.20	1.64	0.14	21.66
S-L19	1Ø16	-2.00	1.64	0.14	21.66
S-L20	1Ø16	-1.80	1.64	0.14	21.66
S-L21	1Ø16	-1.60	1.64	0.14	21.66
S-L22	1Ø16	-1.40	1.64	0.14	21.66
S-L23	1Ø16	-1.20	1.64	0.14	21.66

IMPALCATO – RELAZIONE DI CALCOLO

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
NN1X	00	D78CL	IV 01 00 003	A	136 di 196

pos.	armatura	Y	Z	X iniziale	X finale
S-L24	1Ø16	-1.00	1.64	0.14	21.66
S-L25	1Ø16	-0.80	1.64	0.14	21.66
S-L26	1Ø16	-0.60	1.64	0.14	21.66
S-L27	1Ø16	-0.40	1.64	0.14	21.66
S-L28	1Ø16	-0.20	1.64	0.14	21.66
S-L29	1Ø16	0.00	1.64	0.14	21.66
S-L30	1Ø16	0.20	1.64	0.14	21.66
S-L31	1Ø16	0.40	1.64	0.14	21.66
S-L32	1Ø16	0.60	1.64	0.14	21.66
S-L33	1Ø16	0.80	1.64	0.14	21.66
S-L34	1Ø16	1.00	1.64	0.14	21.66

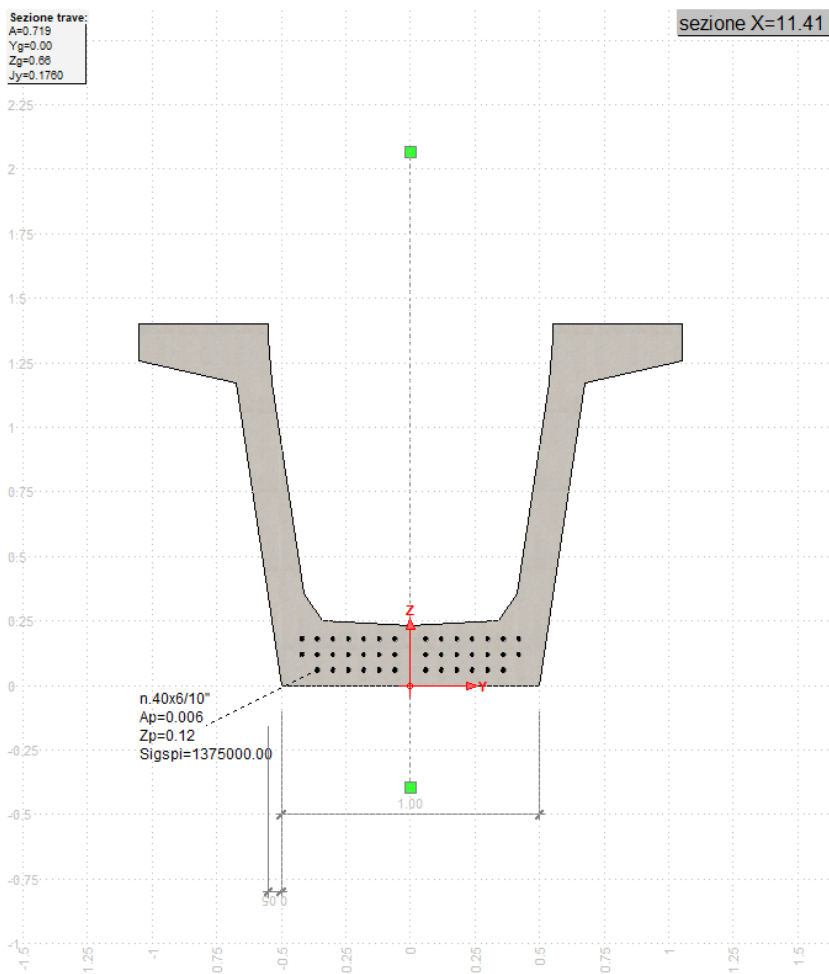


Figura 14 – Sezione corrente

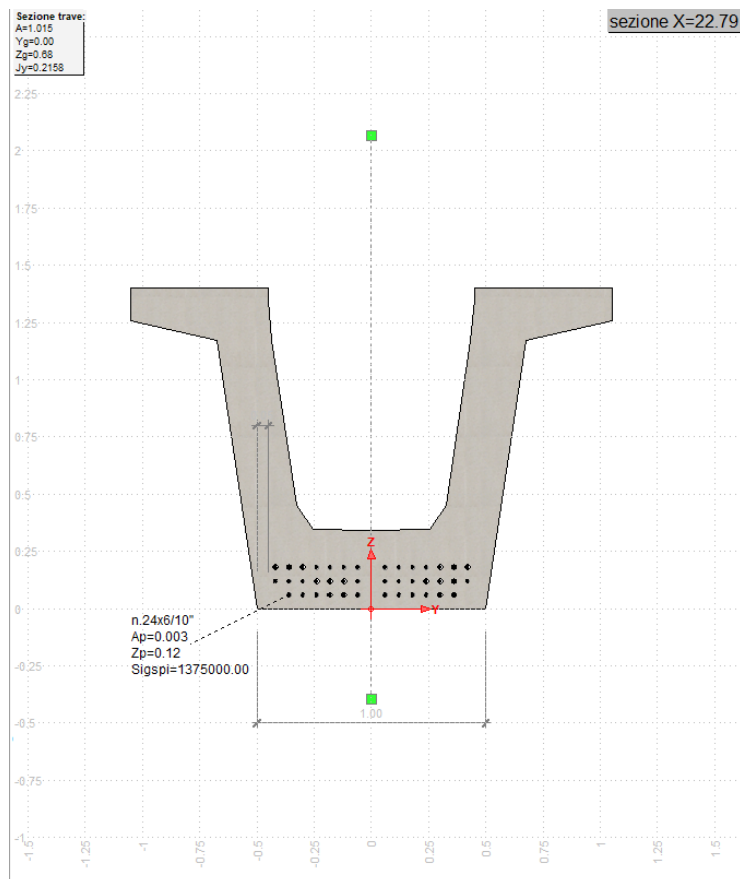


Figura 15 – Sezione ringrossata all'appoggio

Materiali - resistenze di calcolo

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

Calcestruzzo delle travi prefabbricate

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

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

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

Calcestruzzo	C45/55
resistenza caratteristica $R_{ck28,cub}$	55000.00
resistenza al taglio dei trefoli $R_{ckj,cub}$	38500.00
coefficiente sicurezza verifiche a rottura	1.500

IMPALCATO – RELAZIONE DI CALCOLO

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
NN1X	00	D78CL	IV 01 00 003	A	138 di 196

modulo elastico	36283000.00
peso specifico	25.0000
ritiro totale	-0.00036
% ritiro prima del taglio trefoli	25.5%
% ritiro taglio trefoli-getto soletta	25.5%
% ritiro da getto soletta a t=inf.	49%
coeff. di viscosità	1.820
% viscosità taglio trefoli-getto soletta	33%
% viscosità da getto soletta a t=inf.	67%

Resistenza caratteristica cilindrica a compressione :

a tempo infinito	f_{ck}	$= 0.83 \cdot R_{ck}$	$= 0.83 \cdot 55000.00 = 45650.00$	KN/m ²
al taglio dei trefoli	f_{ckj}	$= 0.83 \cdot R_{ckj}$	$= 0.83 \cdot 38500.00 = 31955.00$	KN/m ²

Resistenza di calcolo a compressione :

a tempo infinito	f_{cd}	$= \alpha_{cc} \cdot f_{ck} / \gamma_c$	$= 0.85 \cdot 45650.00 / 1.5 = 25868.33$	KN/m ²
al taglio dei trefoli	f_{cdj}	$= \alpha_{cc} \cdot f_{ckj} / \gamma_c$	$= 0.85 \cdot 31955.00 / 1.5 = 18107.83$	KN/m ²

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

$$f_{cd} = 25868.33 \text{ KN/m}^2$$

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

a tempo infinito	f_{ct}	$= f_{ctm} / 1.2$	$= 3831.91 / 1.2 = 3193.26$
al taglio dei trefoli	f_{ctj}	$= f_{ctmj} / 1.2$	$= 3020.98 / 1.2 = 2517.48$

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

al taglio dei trefoli :

σ_{cj}	$< 0.70 \cdot f_{ckj}$	$= 22368.50$	KN/m ²
---------------	------------------------	--------------	-------------------

a cadute avvenute :

σ_c	$< 0.6 \cdot f_{ck}$	$= 27390.00$	KN/m ²	(per comb. caratteristica rara)
σ_c	$< 0.45 \cdot f_{ck}$	$= 20542.50$	KN/m ²	(per comb. quasi permanente)

Calcestruzzo gettato in opera

Calcestruzzo	C32/40
--------------	--------

IMPALCATO – RELAZIONE DI CALCOLO

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
NN1X	00	D78CL	IV 01 00 003	A	139 di 196

resistenza caratteristica $R_{ck,cub}$	40000.00
coefficiente sicurezza del materiale	1.5
modulo elastico	33346000.00
peso specifico	25.0000
coeff. di omogeneizzazione con cls travi	0.919

Resistenza caratteristica cilindrica a compressione :

a tempo infinito	f_{ck}	$= 0.83 \cdot R_{ck}$	$= 0.83 \cdot 40000.00 = 33200.00$	KN/m ²
------------------	----------	-----------------------	------------------------------------	-------------------

Resistenza di calcolo a compressione :

a tempo infinito	f_{cd}	$= \alpha_{cc} \cdot f_{ck} / \gamma_c$	$= 0.85 \cdot 33200.00 / 1.5 = 18813.33$	KN/m ²
------------------	----------	---	--	-------------------

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

$$f_{cd} = 18813.33$$

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

a tempo infinito	f_{ct}	$= f_{ctm} / 1.2$	$= 3098.94 / 1.2 = 2582.45$
------------------	----------	-------------------	-----------------------------

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

σ_c	$< 0.6 \cdot f_{ck}$	$= 19920.00$	KN/m ²	(per comb. caratteristica rara)
σ_c	$< 0.45 \cdot f_{ck}$	$= 14940.00$	KN/m ²	(per comb. quasi permanente)

Acciaio per c.a.p.

Acciaio prec.fpk=1860 :

tensione all'1% deform. residua $f_{p(1)k}$	1674000.00
Modulo elastico	195000000.00
coeff. di omogeneizzazione a cls travi	6
coefficiente di sicurezza	1.15
% rilassam. prima del taglio trefoli	41.4%
% rilassam. taglio trefoli-getto soletta	25.9%
% rilassam. da getto soletta a t=inf.	32.7%

In base al punto 4.1.8.1.5 DM 17/01/2018 le tensioni iniziali all'atto della tesatura dei cavi pre-tesi deve rispettare la più restrittiva delle seguenti limitazioni:

σ_{spi}	$\leq 0.80 \cdot f_{ptk}$	$= 0.80 \cdot 1841400.00 = 1473120.00$	KN/m ²
σ_{spi}	$\leq 0.90 \cdot f_{p(1)k}$	$= 0.90 \cdot 1674000.00 = 1506600.00$	KN/m ²

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

IMPALCATO – RELAZIONE DI CALCOLO

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
NN1X	00	D78CL	IV 01 00 003	A	140 di 196

La tensione massima in esercizio nella combinazione caratteristica (rara) deve rispettare la seguente limitazione (DM 17/01/2018- 4.1.8.1.2 e 4.1.2.2.5.2):

σ_{sp}	$\leq 0.80 \cdot f_{p(1)k}$	1339200.00	KN/m ²
---------------	-----------------------------	------------	-------------------

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

f_{ptd}	$= f_{p(1)k} / \gamma_s$	$= \frac{1674000.00}{1.15}$	$= 1455652.17$	KN/m ²
-----------	--------------------------	-----------------------------	----------------	-------------------

Acciaio per armatura lenta

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

tipo acciaio	B450C
tensione di snervamento f_{yk}	450000.00
coefficiente sicurezza verifiche a rottura	1.15
modulo elastico	210000000.00
coeff. di omogeneizzazione a cls travi	6

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

σ_s	$\leq 0.80 \cdot f_{yk}$	$= 0.80 \cdot 450000.00 = 360000.00$	KN/m ²
------------	--------------------------	--------------------------------------	-------------------

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

f_{yd}	$= f_{yk} / \gamma_s$	$= 450000.00 / 1.15 = 391304.35$	KN/m ²
----------	-----------------------	----------------------------------	-------------------

Cadute di tensione

Rilassamento dell'acciaio da precompressione

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

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

classe	tipo	caduta
2	trecce e trefoli stabilizzati	$\Delta\sigma_{pr} = \sigma_{pi} \cdot [0.66 \cdot \rho_{1000} \cdot e^{9.14} \cdot (t/1000)^{0.75(1-14)} \cdot 10^{-5}]$

dove:

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

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

IMPALCATO – RELAZIONE DI CALCOLO

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
NN1X	00	D78CL	IV 01 00 003	A	141 di 196

Acciaio	classe	ρ_{1000}
1	2	2.5

$$- \mu = \sigma_{pi} / f_{pk};$$

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

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

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

Armatura	classe	μ	$\Delta\sigma_{pr}/\sigma_{pi}$	
Trave 1 - gruppo 1	2	0.747	0.048	4.80%

Ritiro del calcestruzzo

L'accorciamento dovuto al ritiro viene assunto pari a :

$$\text{prefabbricati } \varepsilon_{cs1} = -0.00036$$

$$\text{getto in opera } \varepsilon_{cs2} = -0.00037$$

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

Armatura	$\Delta\sigma_{ps}$		
Trave 1 - gruppo 1	$-0.00036 \cdot 195000000.00 =$	-70200.00	5.11%

Viscosità del calcestruzzo

Il valore della deformazione lenta del calcestruzzo (viscosità) si assume, ai fini del calcolo delle cadute di tensione nell'acciaio, secondo quanto indicato dalle norme (DM 17/01/2018- 11.2.10.7), pari a :

$$\varphi_{inf,1} = 1.82 \quad (\text{cavi pretesi nei prefabbricati})$$

Sviluppo nel tempo delle cadute di tensione

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

	% rilassamento	% ritiro	% viscosità
dalla posa in tensione al taglio trefoli	0.00	0.00	0.00
dal taglio trefoli al getto in opera	100.00	100.00	100.00
dal getto in opera a tempo infinito	0.00	0.00	0.00

Stati limite di esercizio

Stato Limite delle tensioni in esercizio - procedimento di calcolo

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

PRIMA FASE

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

SECONDA FASE

- d) impalcato scarico
- e) impalcato carico

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

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

dove:

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

Stato limite di fessurazione travi prefabbricate

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

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

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

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

classi di esposizione	comb. rare	comb. frequenti	comb. quasi perm.
-----------------------	------------	-----------------	-------------------

IMPALCATO – RELAZIONE DI CALCOLO

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
NN1X	00	D78CL	IV 01 00 003	A	143 di 196

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

Stato Limite di deformazione

Viene valutata l'entità delle deformazioni significative degli elementi inflessi nelle varie fasi.

La valutazione di tali deformazioni viene fatta assumendo per il modulo elastico del calcestruzzo il valore:

$$E_{travi} = 36283000.00$$

$$E_{soletta} = 33346000.00$$

e, per determinare gli effetti sotto l'azione dei carichi permanenti, viene assunto un coefficiente di viscosità pari a:

$$\phi_{inf} = 1.82$$

L'effetto della viscosità viene poi ridotto moltiplicando tutte le deformazioni conseguenti per il valore 0.5

Le frecce calcolate sono positive se rappresentano uno spostamento verso l'alto, negative se verso il basso.

Prima fase

V140x210 :

	accorciamento	rotaz. testata	rotaz. testata	freccia in
	[m]	sinistra [rad]	destra [rad]	mezzeria [m]
al taglio trefoli	-0.0051	0.00464	-0.00464	0.0278
prima del getto in opera	-0.0166	0.00753	-0.00753	0.0444
al getto soletta	-0.0166	0.00592	-0.00592	0.0329
dopo maturazione	-0.0166	0.00592	-0.00592	0.0329

Seconda fase

Spostamenti X in asse appoggi [m] :

	dopo maturazione	postesi e	
	soletta	cambio vincoli	t=inf.

IMPALCATO – RELAZIONE DI CALCOLO

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
NN1X	00	D78CL	IV 01 00 003	A	144 di 196

	dopo maturazione	postesi e	
	soletta	cambio vincoli	t=inf.
Spalla iniziale	0.0000	0.0000	0.0000
Spalla finale	0.0000	0.0000	0.0000

Rotazioni in asse appoggi [rad] :

	dopo maturazione	postesi e	
	soletta	cambio vincoli	t=inf.
Spalla iniziale	0.00000	0.00000	0.00000
Spalla finale	0.00000	0.00000	0.00000

Freccie in mezzzeria [m] :

campata		dopo maturazione	postesi e	t=inf.	t=inf.
	X	soletta	cambio vincoli	comb. rara max	comb. rara min
1	10.67	0.0329	0.0329	0.0329	0.0244

Stati limite ultimi

Stato Limite Ultimo per sollecitazioni flettenti

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

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

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

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

Stato Limite Ultimo per sollecitazioni taglianti e torcenti

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

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

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

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

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

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

Dove:

d: altezza utile della sezione

b_w : larghezza minima della sezione

A_{sw} : area armatura trasversale nella sezione

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

s: passo staffe

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

θ : inclinazione bielle compresse in cls

α_c : coeff. maggiorativo dovuto alla presenza dello sforzo assiale

A_{sl} : area acciaio in zona tesa

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

$$\sigma_{cp} = N_{Ed}/A_{cls}$$

$$\rho_1 = A_{sl}/(b_w \cdot d)$$

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

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

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

Stato Limite Ultimo per scorrimento tra i getti

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

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

in cui:

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

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

- z è il braccio della coppia interna della sezione composta

$$S_{Rdi} = b_i \cdot (c \cdot f_{ctd} + \mu \cdot \sigma_n) + A_{sw}/s \cdot f_{yd} \cdot \mu \leq 0.5 \cdot b_i \cdot v \cdot f_{cd}$$

in cui:

Larghezza superficie contatto / spess. tot. anime	b_i/b_w	1.000	[-]
Fattore di coesione tra le superfici	c	0.350	[-]
Resistenza a trazione di progetto	f_{ctd}	1446.17	[KN/m ²]
Coefficiente di attrito tra le superfici	μ	0.600	[-]
Compressione normale alle superfici di contatto	σ_n	140.00	[KN/m ²]
Area complessiva staffa di collegamento	A_{sw}	<variabile>	[m ²]
Passo staffe di collegamento	s	<variabile>	[m]
Resistenza calcestruzzo più debole	f_{cd}	18813.33	[KN/m ²]

Verifica delle sezioni

Verifica sezione X=0.00 - Sezione all'appoggio

Prima fase: sola trave

Sezione di calcestruzzo :

n.	Y	Z	
1	-0.50	0.00	prefabb.:
2	-0.68	1.17	non reag.trazione
3	-1.05	1.26	
4	-1.05	1.40	
5	-0.45	1.40	
6	-0.45	1.35	
7	-0.43	1.17	
8	-0.33	0.45	
9	-0.25	0.35	
10	0.00	0.34	

IMPALCATO – RELAZIONE DI CALCOLO

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
NN1X	00	D78CL	IV 01 00 003	A	147 di 196

n.	Y	Z	
11	0.25	0.35	
12	0.33	0.45	
13	0.43	1.17	
14	0.45	1.35	
15	0.45	1.40	
16	1.05	1.40	
17	1.05	1.26	
18	0.68	1.17	
19	0.50	0.00	fine prefabb.

A	J _f	Z _g
1.015	0.2158	0.68

<nessuna armatura di precompressione pretesa>

Armature lente longitudinali :

n.	Z	area	
1	0.04	0.001	armatura longit. appoggio 4Ø16

Sezione ideale (n=15.000)	A _{id}	J _{f,id}	Z _{g,id}
	1.027	0.2207	0.67

Sollecitazioni	M _{esterno}
prima del getto in opera	160.98
dopo getto 2a fase	0.00

Tensioni nei materiali in prima fase

IMPALCATO – RELAZIONE DI CALCOLO

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
NN1X	00	D78CL	IV 01 00 003	A	148 di 196

Tensioni sul calcestruzzo	$\sigma_{e,max}$	$\sigma_{i,max}$
prima del getto in opera	0.00	0.00
dopo getto 2a fase	0.00	0.00

Tensioni sugli acciai	σ_{sp}	$\sigma_{long,max}$	pos.	$\sigma_{long,min}$	pos.
prima del getto in opera	0.00	0.00		0.00	
dopo getto 2a fase	0.00	0.00		0.00	

Verifica a rottura per flessione dopo getto 2a fase

<sollecitazioni flettenti nulle>

Verifica a rottura per taglio dopo getto 2a fase

Calcestruzzo:	θ [rad]	bw	Staffe:	A_{sw}
	0.785	0.48		0.00314

d	K	A_{sl}	ρ_l	σ_{cp}	α_c
1.36	1.383	0.001	0.0012	0.00	1.000

V_{Rd}	V_{Rsd}	V_{Rcd}
251.21	1504.69	3799.54

$$V_{Ed,max} = 671.28 < 1504.69$$

Seconda fase: trave + getto in opera

Tensioni sul calcestruzzo dopo 28gg dal getto :

IMPALCATO – RELAZIONE DI CALCOLO

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
NN1X	00	D78CL	IV 01 00 003	A	149 di 196

	$\sigma_{e,max}$	$\sigma_{i,max}$
trave prefabbricata	0.00	0.00
getto in opera	0.00	0.00

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

	%	$\Delta\sigma_{sp}$	$\Delta\sigma_{sp}/\sigma_{spi}$
ritiro cls	0.0%	0.00	0.0%
rilassamento acciaio	0.0%	0.00	0.0%
viscosità cls	-	0.00	0.0%

Verifiche in esercizio

Verifica tensionale

Sezione di calcestruzzo :

n.	Y	Z	
1	-0.50	0.00	prefabb.:
2	-0.68	1.17	non reag.trazione
3	-1.05	1.26	
4	-1.05	1.40	
5	-0.45	1.40	
6	-0.45	1.35	
7	-0.43	1.17	
8	-0.33	0.45	
9	-0.25	0.35	
10	0.00	0.34	
11	0.25	0.35	
12	0.33	0.45	

IMPALCATO – RELAZIONE DI CALCOLO

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
NN1X	00	D78CL	IV 01 00 003	A	150 di 196

n.	Y	Z	
13	0.43	1.17	
14	0.45	1.35	
15	0.45	1.40	
16	1.05	1.40	
17	1.05	1.26	
18	0.68	1.17	
19	0.50	0.00	fine prefabb.
20	-0.50	0.00	
21	-2.75	1.67	getto in opera
22	1.05	1.67	(m=0.919)
23	1.05	1.40	non reag.trazione
24	-2.75	1.40	
25	-2.75	1.67	

A	J _f	Z _g
1.957	0.5808	1.09

<nessuna armatura di precompressione pretesa>

Armature lente longitudinali :

n.	Z	area	
1	0.04	0.001	armatura longit. appoggio 4Ø16

Sezione ideale (n=15.000)	A _{id}	J _{f,id}	Z _{g,id}
	1.970	0.5940	1.08

Tensioni sul cls - V140x210 :

IMPALCATO – RELAZIONE DI CALCOLO

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
NN1X	00	D78CL	IV 01 00 003	A	151 di 196

	$\sigma_{e,max}$	$\sigma_{e,min}$	$\sigma_{i,max}$	$\sigma_{i,min}$
t=inf.-senza carichi	0.00	0.00	0.00	0.00
t=inf.-SLE Rare	0.00	0.00	0.00	0.00
t=inf.-SLE Quasi Permanenti	0.00	0.00	0.00	0.00

Tensioni sul cls - getto in opera :

	$\sigma_{e,max}$	$\sigma_{e,min}$	$\sigma_{i,max}$	$\sigma_{i,min}$
t=inf.-senza carichi	0.00	0.00	0.00	0.00
t=inf.-SLE Rare	0.00	0.00	0.00	0.00
t=inf.-SLE Quasi Permanenti	0.00	0.00	0.00	0.00

Tensioni sugli acciai	σ_{sp}	$\sigma_{sl,max}$	pos.	$\sigma_{sl,min}$	pos.
t=inf.-senza carichi	0.00	0.00		0.00	
t=inf.-SLE Rare	0.00	0.00		0.00	
t=inf.-SLE Quasi Permanenti	0.00	0.00		0.00	

Verifica a rottura per flessione t=inf.

<sollecitazioni flettenti nulle>

Verifica rottura per taglio t=inf.

Calcestruzzo:	θ [rad]	b_w	Staffe:	A_{sw}
	0.785	0.48		0.00314

d	K	A_{sl}	ρ_l	σ_{cp}	α_c
1.63	1.350	0.001	0.0010	0.00	1.000

V_{Rd}	V_{Rsd}	V_{Rcd}
----------	-----------	-----------

IMPALCATO – RELAZIONE DI CALCOLO

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
NN1X	00	D78CL	IV 01 00 003	A	152 di 196

V_{Rd}	V_{Rsd}	V_{Rcd}
290.31	1803.41	4553.86

$$V_{Ed,max} = 1495.47 < 1803.41$$

Trazione per taglio ($V=1495.47$) = 747.73 [KN]

Verifica rottura per torsione $t=inf.$

Calcestruzzo:	θ [rad]	f'_{cd}	Staffe parete:	A_{sw}
	0.785	12934.17		0.00157

A_k	t_{min}	u_k	σ_{cp}	α_c
2.378	0.24	6.43	0.00	1.000

T_{Rcd}	T_{Rsd}
7382.10	2923.44

$$T_{Ed,max} = 269.72 < 2923.44$$

Trazione per torsione ($T=2923.44$) = 3952.26 [KN]

Trazione per torsione ($T=269.72$) = 364.63 [KN]

Sforzo di precompressione presente = 0.00 [KN]

armatura longitudinale minima ($T=T_{Ed,max}=269.72$) = 0.001 [m²]

Verifica a taglio/torsione $t=inf.$

L'azione combinata di taglio e torsione impegna i materiali (bielle di calcestruzzo e staffe di acciaio) in misura superiore a quella delle azioni singole dei due parametri di sollecitazione.

Viene perciò eseguita la verifica secondo il punto 4.1.2.3.6 - [4.1.40] nella combinazione più sfavorevole.

$$T_{Ed}/T_{Rd} + V_{Ed}/V_{Rd} = |-269.72/2923.44| + |1495.47/1803.41| = 0.922$$

Forze di scorrimento tra i getti

Con riferimento ad una area di interfaccia tra i getti di 0.480 [m²] (lunghezza unitaria), gli sforzi di scorrimento tra i getti alla sezione X=0.00 risultano:

max valore di progetto scorrimento interfaccia	618.53	[KN/m]
min valore di progetto scorrimento interfaccia	0.00	[KN/m]
scorrimento ultimo per coesione ed attrito	±283.28	[KN/m]
staffe di collegamento	0.0031	[m ² /m]
scorrimento ultimo per coesione, attrito, staffe	±1020.87	[KN/m]

Verifica sezione X=10.66 - Sezione di mezzeria

Prima fase: sola trave

Sezione di calcestruzzo :

n.	Y	Z	
1	-0.50	0.00	prefabb.:
2	-0.68	1.17	reag.trazione
3	-1.05	1.26	
4	-1.05	1.40	
5	-0.55	1.40	
6	-0.55	1.35	
7	-0.53	1.17	
8	-0.41	0.35	
9	-0.34	0.25	
10	0.00	0.23	

IMPALCATO – RELAZIONE DI CALCOLO

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
NN1X	00	D78CL	IV 01 00 003	A	154 di 196

n.	Y	Z	
11	0.34	0.25	
12	0.41	0.35	
13	0.53	1.17	
14	0.55	1.35	
15	0.55	1.40	
16	1.05	1.40	
17	1.05	1.26	
18	0.68	1.17	
19	0.50	0.00	fine prefabb.

A	J _f	Z _g
0.719	0.1760	0.66

Armature di precompressione :

n.	Z	area
1	0.18	0.002
2	0.12	0.002
3	0.06	0.002

Z _{g,p}	A _p
0.12	0.006

Sezione ideale (n=6.000)	A _{id}	J _{f,id}	Z _{g,id}
	0.752	0.1854	0.64

IMPALCATO – RELAZIONE DI CALCOLO

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
NN1X	00	D78CL	IV 01 00 003	A	155 di 196

Cadute di tensione prima del taglio trefoli :

	%	$\Delta\sigma_{sp}$	$\Delta\sigma_{sp}/\sigma_{spi}$
ritiro cls	0.0%	0.00	0.0%
rilassamento acciaio	0.0%	0.00	0.0%

Sollecitazioni	$M_{esterno}$	$N_{precomp.}$	$M_{precomp.}$
t=0 dopo taglio trefoli	1029.63	-7645.00	-4135.70
prima del getto in opera	1499.49	-5775.54	-3124.38
dopo getto 2a fase	2634.45	-5775.54	-3124.38

Tensioni nei materiali in prima fase

Tensioni sul calcestruzzo	$\sigma_{e,max}$	$\sigma_{i,max}$
t=0 dopo taglio trefoli	1816.16	-20257.12
prima del getto in opera	0.00	0.00
dopo getto 2a fase	-6240.35	-8893.72

Tensioni sugli acciai	σ_{sp}	$\sigma_{long,max}$	pos.	$\sigma_{long,min}$	pos.
t=0 dopo taglio trefoli	1265093.05	0.00		0.00	
prima del getto in opera	0.00	0.00		0.00	
dopo getto 2a fase	986801.88	0.00		0.00	

Cadute di tensione dal taglio trefoli al getto soletta :

	%	$\Delta\sigma_{sp}$	$\Delta\sigma_{sp}/\sigma_{spi}$
ritiro cls	100.0%	70200.00	5.1%

IMPALCATO – RELAZIONE DI CALCOLO

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
NN1X	00	D78CL	IV 01 00 003	A	156 di 196

	%	$\Delta\sigma_{sp}$	$\Delta\sigma_{sp}/\sigma_{spi}$
rilassamento acciaio	100.0 %	66003.86	4.8%
viscosità cls	100.0 %	200030.65	14.5%

Cadute di tensione durante maturazione soletta :

	%	$\Delta\sigma_{sp}$	$\Delta\sigma_{sp}/\sigma_{spi}$
ritiro cls	0.0%	0.00	0.0%
rilassamento acciaio	0.0%	0.00	0.0%
viscosità cls	-	0.00	0.0%

Verifica a rottura per flessione dopo getto 2a fase

Presollecitazione armature pretese : $\varepsilon_{sp,z=0.12}=0.00533$

fless.	Z asse neutro	Mr	ε_{sup}	$Z_{\varepsilon_{sup}}$	ε_{inf}	$Z_{\varepsilon_{inf}}$
(+)	0.62	8512.58	-0.00350	1.40	0.00253	0.06
(-)	0.26	-111.35	-0.00110	0.18	-0.00350	0.00

$$M_{d,max} = 3556.51 < 8512.58 \quad K_r=2.394$$

Verifica a rottura per taglio dopo getto 2a fase

Calcestruzzo:	θ [rad]	bw	Staffe:	A_{sw}
	0.381	0.28		0.00157

IMPALCATO – RELAZIONE DI CALCOLO

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
NN1X	00	D78CL	IV 01 00 003	A	157 di 196

d	K	A _{sl}	ρ _l	σ _{cp}	α _c
1.34	1.386	0.004	0.0104	-8037.39	1.250

V _{Rd}	V _{Rsd}	V _{Rcd}
678.16	1853.19	1882.59

$$V_{Ed,max} = 0.00 < 1853.19$$

Seconda fase: trave + getto in opera

Tensioni sul calcestruzzo dopo 28gg dal getto :

	σ _{e,max}	σ _{i,max}
trave prefabbricata	-6240.35	-8893.72
getto in opera	0.00	0.00

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

	%	Δσ _{sp}	Δσ _{sp} /σ _{spi}
ritiro cls	0.0%	0.00	0.0%
rilassamento acciaio	0.0%	0.00	0.0%
viscosità cls	-	0.00	0.0%

Verifiche in esercizio

Verifica tensionale

Sezione di calcestruzzo :

n.	Y	Z	
1	-0.50	0.00	prefabb.:
2	-0.68	1.17	reag.trazione

IMPALCATO – RELAZIONE DI CALCOLO

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
NN1X	00	D78CL	IV 01 00 003	A	158 di 196

n.	Y	Z	
3	-1.05	1.26	
4	-1.05	1.40	
5	-0.55	1.40	
6	-0.55	1.35	
7	-0.53	1.17	
8	-0.41	0.35	
9	-0.34	0.25	
10	0.00	0.23	
11	0.34	0.25	
12	0.41	0.35	
13	0.53	1.17	
14	0.55	1.35	
15	0.55	1.40	
16	1.05	1.40	
17	1.05	1.26	
18	0.68	1.17	
19	0.50	0.00	fine prefabb.
20	-0.50	0.00	
21	-2.75	1.67	getto in opera
22	1.05	1.67	(m=0.919)
23	1.05	1.40	non reag.trazione
24	-2.75	1.40	
25	-2.75	1.67	

A	J _f	Z _g
1.662	0.4911	1.16

Armature di precompressione :

n.	Z	area
1	0.18	0.002
2	0.12	0.002
3	0.06	0.002

Z _{g,p}	A _p
0.12	0.006

Armature lente longitudinali :

n.	Z	area	
1	1.45	0.000	1Ø16
2	1.45	0.000	1Ø16
3	1.45	0.000	1Ø16
4	1.45	0.000	1Ø16
5	1.45	0.000	1Ø16
6	1.45	0.000	1Ø16
7	1.45	0.000	1Ø16
8	1.45	0.000	1Ø16
9	1.45	0.000	1Ø16
10	1.45	0.000	1Ø16
11	1.45	0.000	1Ø16
12	1.45	0.000	1Ø16
13	1.45	0.000	1Ø16
14	1.45	0.000	1Ø16

IMPALCATO – RELAZIONE DI CALCOLO

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
NN1X	00	D78CL	IV 01 00 003	A	160 di 196

n.	Z	area	
15	1.45	0.000	1Ø16
16	1.45	0.000	1Ø16
17	1.45	0.000	1Ø16
18	1.64	0.000	1Ø16
19	1.64	0.000	1Ø16
20	1.64	0.000	1Ø16
21	1.64	0.000	1Ø16
22	1.64	0.000	1Ø16
23	1.64	0.000	1Ø16
24	1.64	0.000	1Ø16
25	1.64	0.000	1Ø16
26	1.64	0.000	1Ø16
27	1.64	0.000	1Ø16
28	1.64	0.000	1Ø16
29	1.64	0.000	1Ø16
30	1.64	0.000	1Ø16
31	1.64	0.000	1Ø16
32	1.64	0.000	1Ø16
33	1.64	0.000	1Ø16
34	1.64	0.000	1Ø16

Sezione ideale (n=6.000)	A _{id}	J _{f,id}	Z _{g,id}
	1.736	0.5332	1.15

Tensioni sul cls - V140x210 :

	$\sigma_{e,max}$		$\sigma_{e,min}$		$\sigma_{i,max}$		$\sigma_{i,min}$	
--	------------------	--	------------------	--	------------------	--	------------------	--

IMPALCATO – RELAZIONE DI CALCOLO

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
NN1X	00	D78CL	IV 01 00 003	A	161 di 196

	$\sigma_{e,max}$	$\sigma_{e,min}$	$\sigma_{i,max}$	$\sigma_{i,min}$
t=inf.-senza carichi	-6240.35	-6240.35	-8893.72	-8893.72
t=inf.-SLE Rare	-6240.35	-7725.74	-2142.14	-8893.72
t=inf.-SLE Quasi Permanenti	-6240.35	-6734.96	-6645.55	-8893.72

Tensioni sul cls - getto in opera :

	$\sigma_{e,max}$	$\sigma_{e,min}$	$\sigma_{i,max}$	$\sigma_{i,min}$
t=inf.-senza carichi	0.00	0.00	0.00	0.00
t=inf.-SLE Rare	0.00	-2825.12	0.00	-1365.15
t=inf.-SLE Quasi Permanenti	0.00	-940.72	0.00	-454.57

Tensioni sugli acciai	σ_{sp}	$\sigma_{sl,max}$	pos.	$\sigma_{sl,min}$	pos.
t=inf.-senza carichi	934838.28	0.00		0.00	
t=inf.-SLE Rare	919042.06	0.00		-17384.63	
t=inf.-SLE Quasi Permanenti	0.00	0.00		-5788.81	

Verifica a rottura per flessione t=inf.

presollecitazione nelle armature di precompressione :

	Z cavo risult.	$\Delta \epsilon_{sp}$
Armature pretese	0.12	0.00506

fless.	Z asse neutro	Mr	ϵ_{sup}	$Z_{\epsilon sup}$	ϵ_{inf}	$Z_{\epsilon inf}$
(+)	1.48	12008.29	-0.00138	1.67	0.01000	0.06
(-)	0.35	-3818.80	0.01000	1.64	-0.00267	0.00

$$M_{d,max} = 7892.50 < 12008.29 \quad K_r = 1.521$$

IMPALCATO – RELAZIONE DI CALCOLO

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
NN1X	00	D78CL	IV 01 00 003	A	162 di 196

 Verifica rottura per taglio $t=inf.$

Calcestruzzo:	θ [rad]	b_w	Staffe:	A_{sw}
	0.381	0.28		0.00157

d	K	A_{sl}	ρ_l	σ_{cp}	α_c
1.64	1.349	0.009	0.0196	-3476.03	1.134

V_{Rd}	V_{Rsd}	V_{Rcd}
571.68	2268.09	2090.94

$$V_{Ed,max} = 150.16 < 2090.94$$

 Trazione per taglio ($V=150.16$) = 187.70 [KN]

 Verifica rottura per torsione $t=inf.$

Calcestruzzo:	θ [rad]	f'_{cd}	Staffe parete:	A_{sw}
	0.381	12934.17		0.00079

A_k	t_{min}	u_k	σ_{cp}	α_c
2.607	0.14	6.68	-3476.03	1.134

T_{Rcd}	T_{Rsd}
3693.57	4006.50

$$T_{Ed,max} = 9.20 < 3693.57$$

 Trazione per torsione ($T=3693.57$) = 11828.81 [KN]

Trazione per torsione ($T=9.20$) = 29.48 [KN]

Sforzo di precompressione presente = -5775.54 [KN]

<armatura longitudinale non necessaria>

Verifica a taglio/torsione $t=inf$.

L'azione combinata di taglio e torsione impegna i materiali (bielle di calcestruzzo e staffe di acciaio) in misura superiore a quella delle azioni singole dei due parametri di sollecitazione.

Viene perciò eseguita la verifica secondo il punto 4.1.2.3.6 - [4.1.40] nella combinazione più sfavorevole.

$$T_{Ed}/T_{Rd} + V_{Ed}/V_{Rd} = |9.20/3693.57| + |-150.16/2090.94| = 0.074$$

Forze di scorrimento tra i getti

Con riferimento ad una area di interfaccia tra i getti di 0.280 [m²] (lunghezza unitaria), gli sforzi di scorrimento tra i getti alla sezione X=10.66 risultano:

max valore di progetto scorrimento interfaccia	2.80	[KN/m]
min valore di progetto scorrimento interfaccia	-103.50	[KN/m]
scorrimento ultimo per coesione ed attrito	±165.24	[KN/m]
staffe di collegamento	0.0016	[m ² /m]
scorrimento ultimo per coesione, attrito, staffe	±534.04	[KN/m]

Diagrammi

SLU

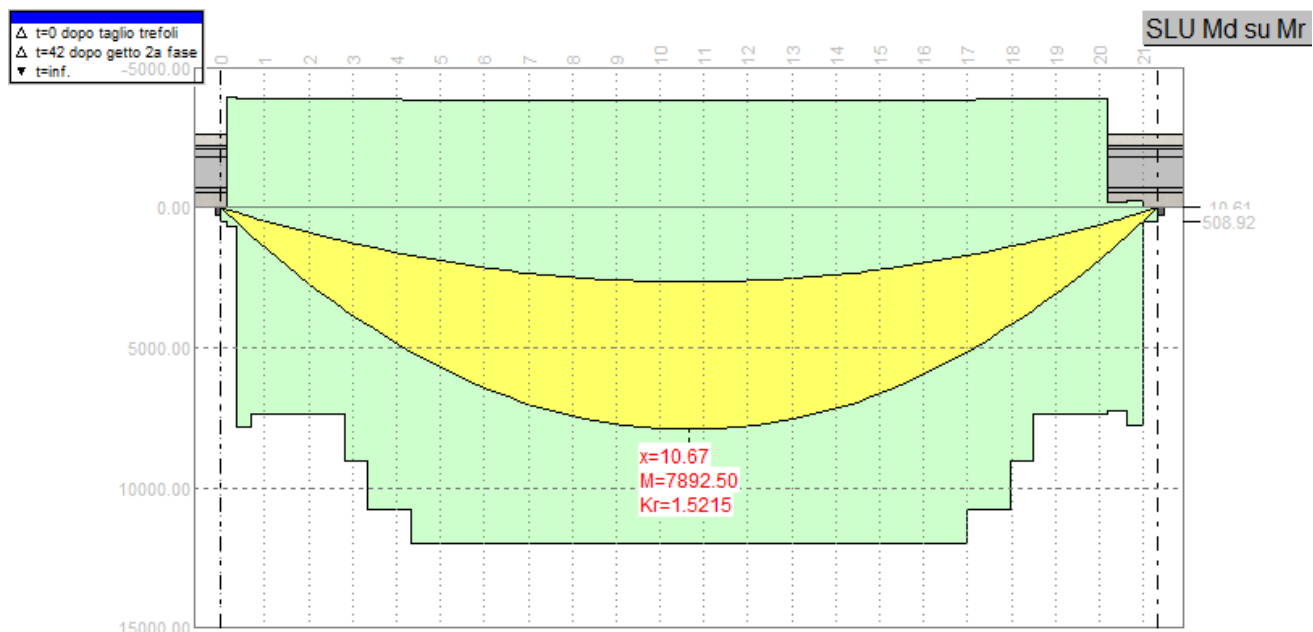


Figura 16 - Momento flettente SLU a t inf.

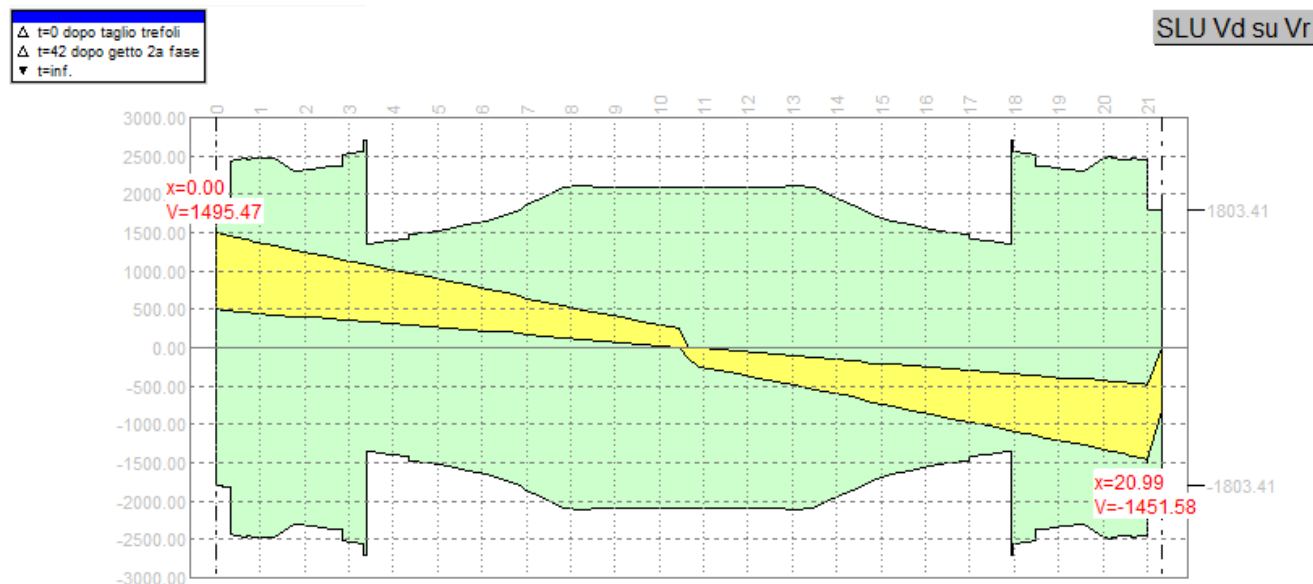


Figura 17 - Taglio SLU a t inf.

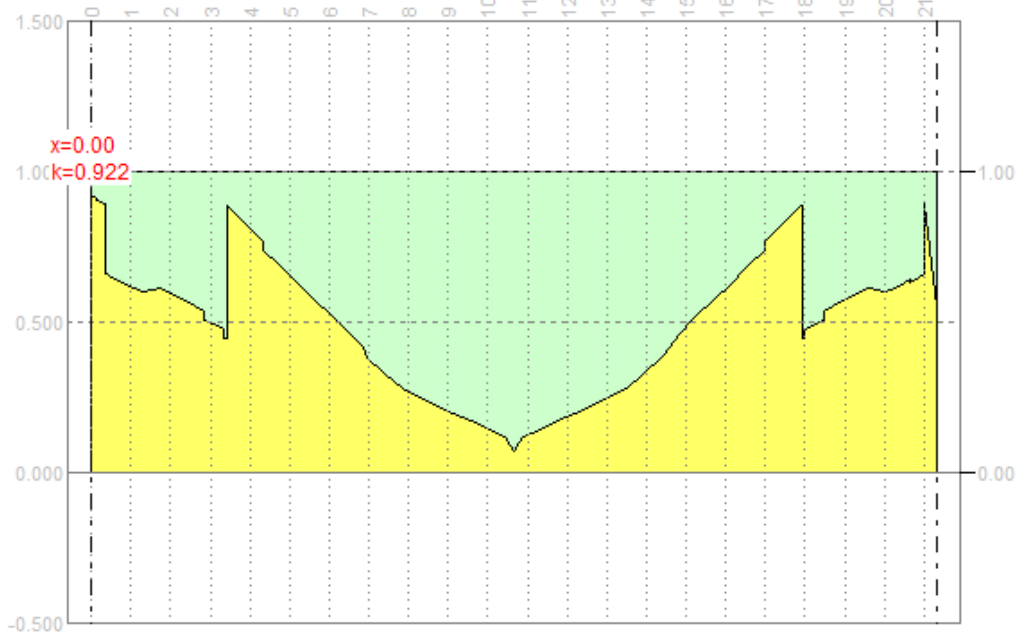


Figura 18 - Taglio – torsione SLU

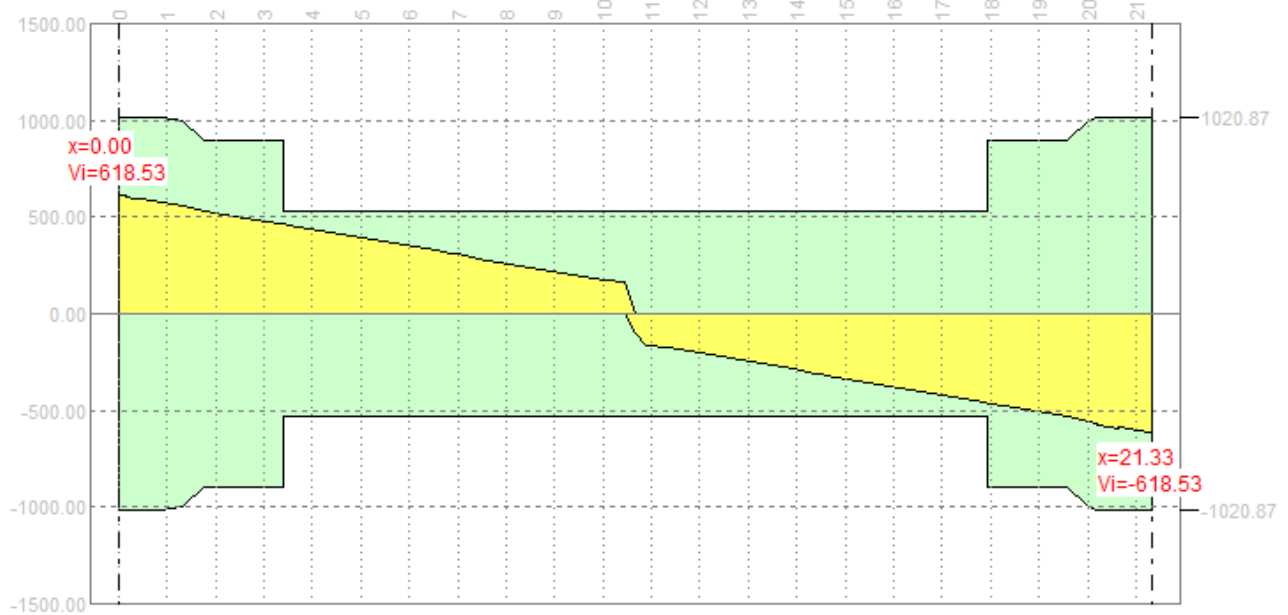


Figura 19 - Scorrimento interfaccia trave-soletta SLU

SLE

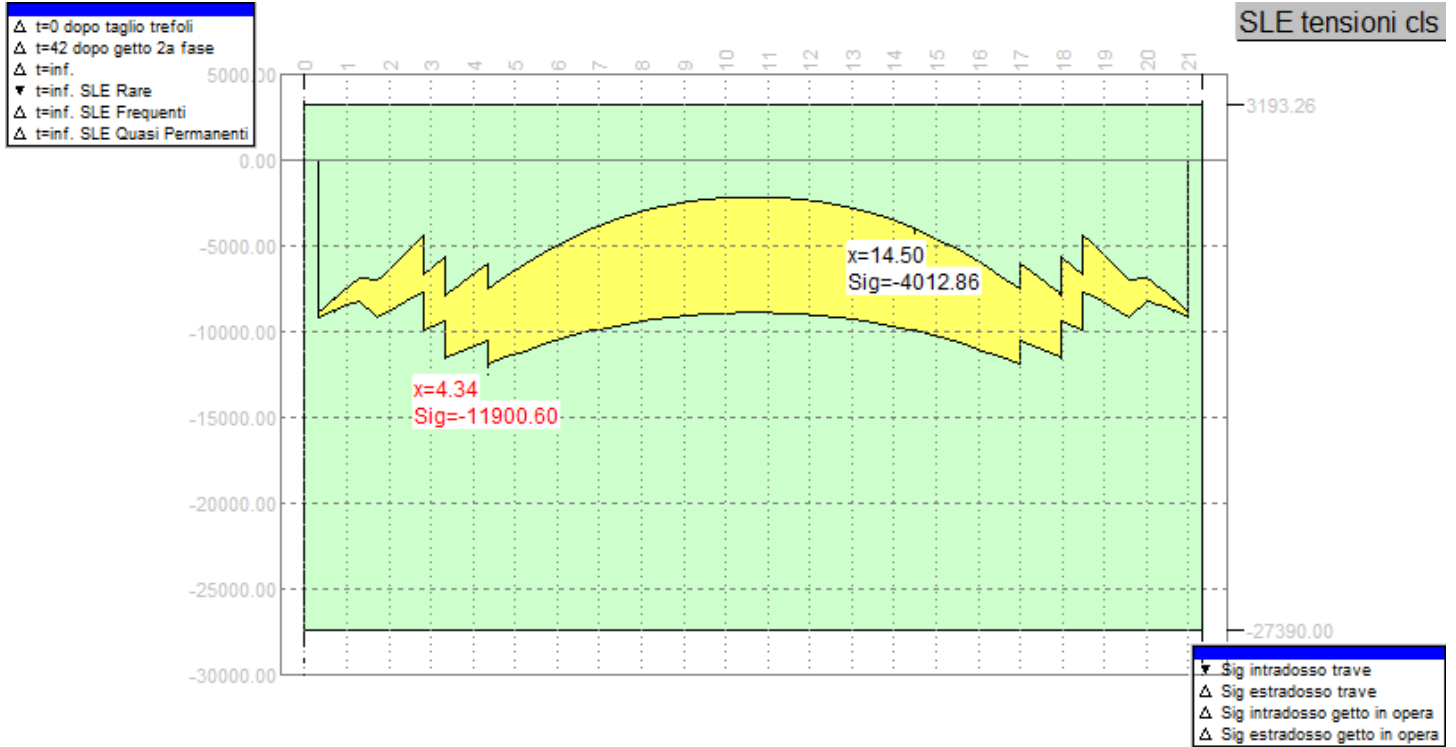


Figura 20 Tensioni cls – SLE RARA - t inf.

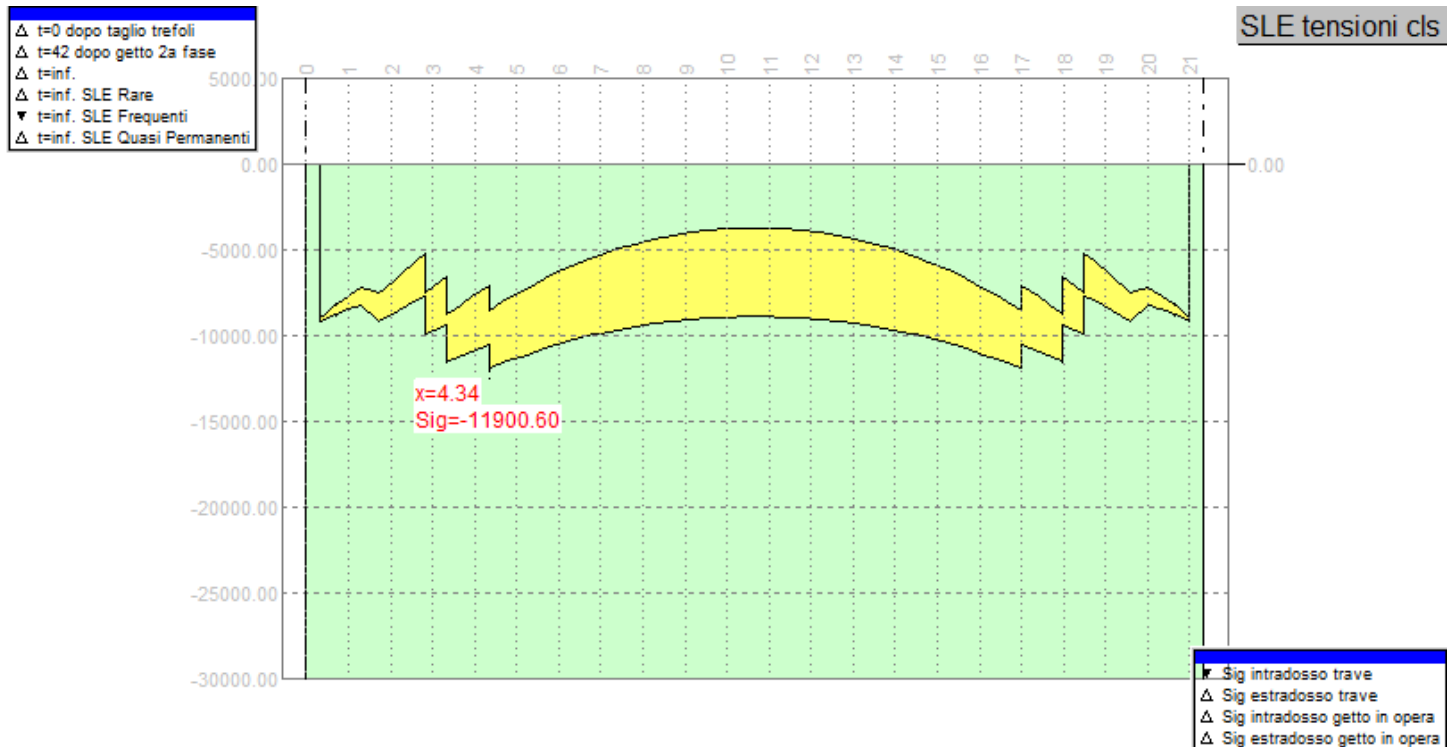


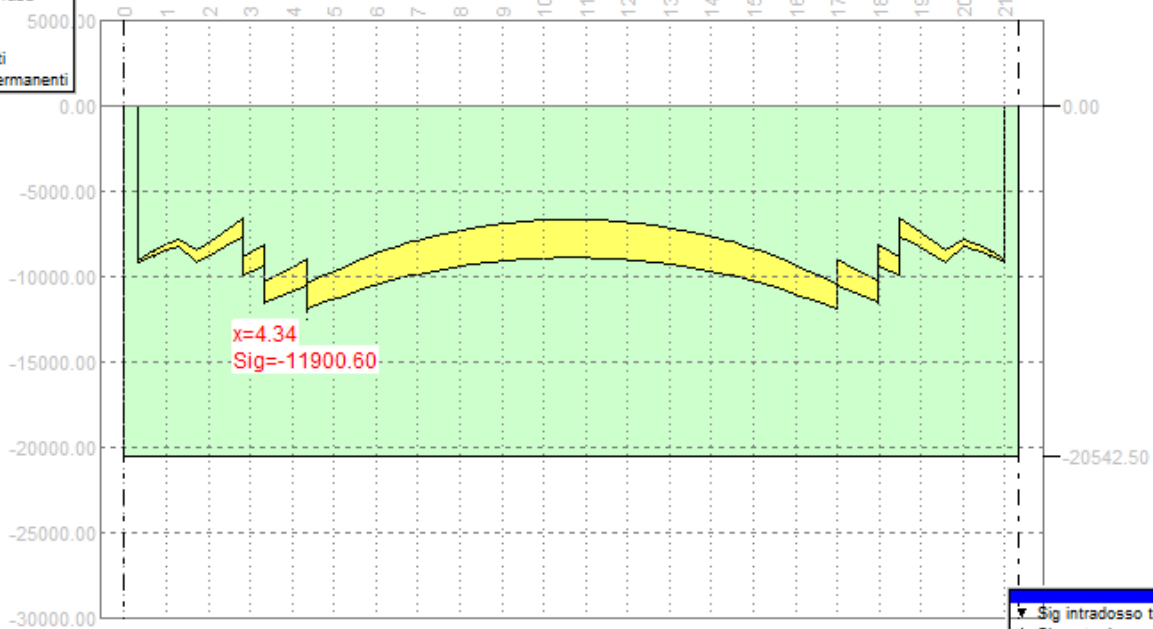
Figura 21 – Tensioni cls – SLE FREQUENTE - t inf.

IMPALCATO – RELAZIONE DI CALCOLO

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
NN1X	00	D78CL	IV 01 00 003	A	167 di 196

- △ t=0 dopo taglio trefoli
- △ t=42 dopo getto 2a fase
- △ t=inf.
- △ t=inf. SLE Rare
- △ t=inf. SLE Frequenti
- ▼ t=inf. SLE Quasi Permanenti

SLE tensioni cls



- ▼ Sig intradosso trave
- △ Sig estradosso trave
- △ Sig intradosso getto in opera
- △ Sig estradosso getto in opera

Figura 22 – Tensioni cls – SLE QUASI PERMANENTE - t inf.

10 VERIFICA DEL TRAVERSO DI CAMPATA

Le sollecitazioni agenti sono desunte dal par. 0 e di seguito sintetizzate:

SLU

Sez.	Descrizione	Mmax [KN·m]	Mmin [KN·m]
0.00	mezzeria	334.59	-667.05
0.50		328.77	-671.58

SLE RARA

Sez.	Descrizione	Mmax [KN·m]	Mmin [KN·m]
0.00	mezzeria	55.94	-477.26
0.50		52.33	-480.67
1.00		44.83	-466.08

SLE FREQUENTE

Sez.	Descrizione	Mmax [KN·m]	Mmin [KN·m]
0.00	mezzeria	-107.13	-433.60

SLE QUASI PERMANENTE

Sez.	Descrizione	Mmax [KN·m]	Mmin [KN·m]
0.00	mezzeria	-306.92	-363.26

Si verifica la sezione composta a T trasverso+soletta collaborante. La sezione in corrispondenza dell'asse travi presenta il passo d'uomo e risulta in una sezione a doppio T forata con la controsoletta collaborante del cassoncino. Ne deriva che la verifica più sfavorevole è relativa alla sezione piena del trasverso appena al di fuori del cassone. In favore di sicurezza, per detta sezione si assume, come sollecitazione flettente positiva, quella risultante in mezzeria.

La parte di soletta collaborante è pari a $b = b_0 + b_1 + b_2$, $b_1 = b_2 = (0.25 (L_1 + L_2)) / 8 = 45 \text{ cm} \Rightarrow b = 40 + 2 \cdot 45 = 130 \text{ cm}$.

Si dispone una barra Dywidag Ø 36 per ciascuna asola, mentre in soletta sono presenti Ø 12/20 inferiori e superiori.

La verifica è effettuata con un acciaio B450C, pertanto il diametro delle barre è un diametro equivalente ottenuto dall'omogeneizzazione delle barre stesse in acciaio B450C:

IMPALCATO – RELAZIONE DI CALCOLO

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
NN1X	00	D78CL	IV 01 00 003	A	169 di 196

$$d' = d \text{ radq}(f_{yd}/f_{yd}')$$

Si assume, cautelativamente, un cls C32/40 per l'intera sezione.

DATI GENERALI SEZIONE GENERICA IN C.A.

NOME SEZIONE: Trasverso_campata

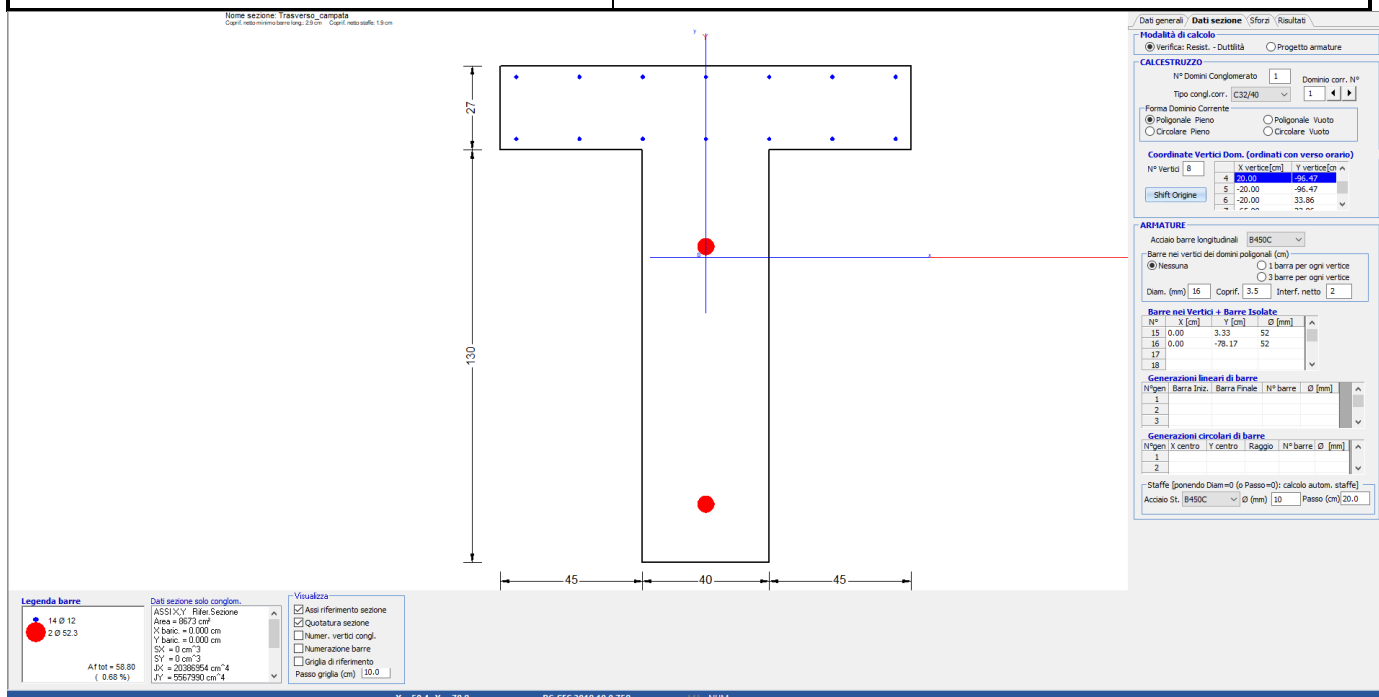
Descrizione Sezione:
 Metodo di calcolo resistenza: Resistenze agli Stati Limite Ultimi
 Tipologia sezione: Sezione generica di Trave
 Normativa di riferimento: N.T.C.
 Percorso sollecitazione: A Sforzo Norm. costante
 Condizioni Ambientali: Poco aggressive
 Riferimento Sforzi assegnati: Assi x,y principali d'inerzia
 Riferimento alla sismicità: Zona non sismica

CARATTERISTICHE DI RESISTENZA DEI MATERIALI IMPIEGATI

CALCESTRUZZO - Classe: C32/40
 Resis. compr. di progetto fcd: 18.130 MPa
 Def.unit. max resistenza ec2: 0.0020
 Def.unit. ultima ecu: 0.0035
 Diagramma tensione-deformaz.: Parabola-Rettangolo
 Modulo Elastico Normale Ec: 32308.0 MPa
 Resis. media a trazione fctm: 3.020 MPa
 Coeff. Omogen. S.L.E.: 15.00
 Coeff. Omogen. S.L.E.: 15.00
 Sc limite S.L.E. comb. Frequenti: 192.00 daN/cm²
 Ap.Fessure limite S.L.E. comb. Frequenti: 0.400 mm
 Sc limite S.L.E. comb. Q.Permanenti: 0.00 Mpa
 Ap.Fess.limite S.L.E. comb. Q.Perm.: 0.300 mm

ACCIAIO -Tipo: B450C
 Resist. caratt. snervam. fyk: 450.00 MPa
 Resist. caratt. rottura ftk: 450.00 MPa
 Resist. snerv. di progetto fyd: 391.30 MPa
 Resist. ultima di progetto ftd: 391.30 MPa
 Deform. ultima di progetto Epu: 0.068
 Modulo Elastico Ef 2100000 daN/cm²
 Diagramma tensione-deformaz.: Bilineare finito
 Coeff. Aderenza istantaneo $\beta_1 \cdot \beta_2$: 1.00
 Coeff. Aderenza differito $\beta_1 \cdot \beta_2$: 0.50
 Sf limite S.L.E. Comb. Rare: 360.00 MPa

CARATTERISTICHE DOMINIO CONGLOMERATO



Forma del Dominio: Poligonale
Classe Conglomerato: C32/40

N° vertice:	X [cm]	Y [cm]
1	65.0	60.5
2	65.0	33.9
3	20.0	33.9
4	20.0	-96.5
5	-20.0	-96.5
6	-20.0	33.9
7	-65.0	33.9
8	-65.0	60.5

DATI BARRE ISOLATE

N° Barra	X [cm]	Y [cm]	Diam Ø [mm]
1	60.0	37.4	12
2	40.0	37.4	12
3	20.0	37.4	12
4	0.0	37.4	12
5	-20.0	37.4	12
6	-40.0	37.4	12
7	-60.0	37.4	12
8	60.0	57.0	12
9	40.0	57.0	12
10	20.0	57.0	12
11	0.0	57.0	12
12	-20.0	57.0	12
13	-40.0	57.0	12
14	-60.0	57.0	12
15	0.0	3.3	52.3
16	0.0	-78.2	52.3

CALCOLO DI RESISTENZA - SFORZI PER OGNI COMBINAZIONE ASSEGNATA

N Sforzo normale [kN] applicato nel Baric. (+ se di compressione)

IMPALCATO – RELAZIONE DI CALCOLO

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
NN1X	00	D78CL	IV 01 00 003	A	171 di 196

Mx	Momento flettente [daNm] intorno all'asse x princ. d'inerzia con verso positivo se tale da comprimere il lembo sup. della sez.
My	Momento flettente [daNm] intorno all'asse y princ. d'inerzia con verso positivo se tale da comprimere il lembo destro della sez.
Vy	Componente del Taglio [kN] parallela all'asse princ.d'inerzia y
Vx	Componente del Taglio [kN] parallela all'asse princ.d'inerzia x

N°Comb.	N	Mx	My	Vy	Vx
1	0.00	344.60	0.00	0.00	0.00
2	0.00	-672.99	0.00	0.00	0.00

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

N	Sforzo normale [kN] applicato nel Baricentro (+ se di compressione)
Mx	Momento flettente [kNm] intorno all'asse x princ. d'inerzia (tra parentesi Mom.Fessurazione) con verso positivo se tale da comprimere il lembo superiore della sezione
My	Momento flettente [kNm] intorno all'asse y princ. d'inerzia (tra parentesi Mom.Fessurazione) con verso positivo se tale da comprimere il lembo destro della sezione

N°Comb.	N	Mx	My
1	0.00	55.90	0.00
2	0.00	-481.70	0.00

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

N	Sforzo normale [kN] applicato nel Baricentro (+ se di compressione)
Mx	Momento flettente [kNm] intorno all'asse x princ. d'inerzia (tra parentesi Mom.Fessurazione) con verso positivo se tale da comprimere il lembo superiore della sezione
My	Momento flettente [kNm] intorno all'asse y princ. d'inerzia (tra parentesi Mom.Fessurazione) con verso positivo se tale da comprimere il lembo destro della sezione

N°Comb.	N	Mx	My
1	0.00	-435.45 (-1118.32)	0.00 (0.00)

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

N	Sforzo normale [kN] applicato nel Baricentro (+ se di compressione)
Mx	Momento flettente [kNm] intorno all'asse x princ. d'inerzia (tra parentesi Mom.Fessurazione) con verso positivo se tale da comprimere il lembo superiore della sezione
My	Momento flettente [kNm] intorno all'asse y princ. d'inerzia (tra parentesi Mom.Fessurazione) con verso positivo se tale da comprimere il lembo destro della sezione

N°Comb.	N	Mx	My
1	0.00	-363.26 (-1118.32)	0.00 (0.00)

RISULTATI DEL CALCOLO

Copriferro netto minimo barre longitudinali:	2.9	cm
Interferro netto minimo barre longitudinali:	18.4	cm

VERIFICHE DI RESISTENZA IN PRESSO-TENSO FLESSIONE ALLO STATO LIMITE ULTIMO

Ver	S = combinazione verificata / N = combin. non verificata
N	Sforzo normale assegnato [kN] nel baricentro B sezione cls.(positivo se di compressione)
Mx	Componente del momento assegnato [kNm] riferito all'asse x princ. d'inerzia
My	Componente del momento assegnato [kNm] riferito all'asse y princ. d'inerzia
N Res	Sforzo normale resistente [kN] nel baricentro B sezione cls.(positivo se di compress.)
Mx Res	Momento flettente resistente [kNm] riferito all'asse x princ. d'inerzia
My Res	Momento flettente resistente [kNm] riferito all'asse y princ. d'inerzia
Mis.Sic.	Misura sicurezza = rapporto vettoriale tra (N r,Mx Res,My Res) e (N,Mx,My) Verifica positiva se tale rapporto risulta >=1.000
As Tesa	Area armature trave [cm²] in zona tesa. [Tra parentesi l'area minima ex (4.1.15)NTC]

IMPALCATO – RELAZIONE DI CALCOLO

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
NN1X	00	D78CL	IV 01 00 003	A	172 di 196

N°Comb	Ver	N	Mx	My	N Res	Mx Res	My Res	Mis.Sic.	As Tesa
1	S	0.00	344.60	0.00	0.00	1644.92	0.00	4.77	50.9(13.6)
2	S	0.00	-672.99	0.00	0.00	-1579.77	0.00	2.35	37.3(15.4)

METODO AGLI STATI LIMITE ULTIMI - DEFORMAZIONI UNITARIE ALLO STATO ULTIMO

ec max	Deform. unit. massima del conglomerato a compressione
x/d	Rapporto di duttilità [§ 4.1.2.1.2.1 NTC] deve essere < 0.45
Xc max	Ascissa in cm della fibra corrisp. a ec max (sistema rif. X,Y,O sez.)
Yc max	Ordinata in cm della fibra corrisp. a ec max (sistema rif. X,Y,O sez.)
es min	Deform. unit. minima nell'acciaio (negativa se di trazione)
Xs min	Ascissa in cm della barra corrisp. a es min (sistema rif. X,Y,O sez.)
Ys min	Ordinata in cm della barra corrisp. a es min (sistema rif. X,Y,O sez.)
es max	Deform. unit. massima nell'acciaio (positiva se di compress.)
Xs max	Ascissa in cm della barra corrisp. a es max (sistema rif. X,Y,O sez.)
Ys max	Ordinata in cm della barra corrisp. a es max (sistema rif. X,Y,O sez.)

N°Comb	ec max	x/d	Xc max	Yc max	es min	Xs min	Ys min	es max	Xs max	Ys max
1	0.00350	0.064	-65.0	60.5	0.00213	-60.0	57.0	-0.05089	0.0	-78.2
2	0.00350	0.138	20.0	-96.5	0.00048	0.0	-78.2	-0.02181	-60.0	57.0

POSIZIONE ASSE NEUTRO PER OGNI COMB. DI RESISTENZA

a, b, c	Coeff. a, b, c nell'eq. dell'asse neutro $aX+bY+c=0$ nel rif. X,Y,O gen.
x/d	Rapp. di duttilità (travi e solette)[§ 4.1.2.1.2.1 NTC]: deve essere < 0.45
C.Rid.	Coeff. di riduz. momenti per sola flessione in travi continue

N°Comb	a	b	c	x/d	C.Rid.
1	0.000000000		0.000392292		-0.020222295
2	0.000000000		-0.000164937		-0.012410660

COMBINAZIONI RARE IN ESERCIZIO - MASSIME TENSIONI NORMALI ED APERTURA FESSURE (NTC/EC2)

Ver	S = comb. verificata/ N = comb. non verificata
Sc max	Massima tensione (positiva se di compressione) nel conglomerato [Mpa]
Xc max, Yc max	Ascissa, Ordinata [cm] del punto corrisp. a Sc max (sistema rif. X,Y,O)
Sf min	Minima tensione (negativa se di trazione) nell'acciaio [Mpa]
Xs min, Ys min	Ascissa, Ordinata [cm] della barra corrisp. a Sf min (sistema rif. X,Y,O)
Ac eff.	Area di calcestruzzo [cm ²] in zona tesa considerata aderente alle barre
As eff.	Area barre [cm ²] in zona tesa considerate efficaci per l'apertura delle fessure

N°Comb	Ver	Sc max	Xc max	Yc max	Sf min	Xs min	Ys min	Ac eff.	As eff.
1	S	0.28	-65.0	60.5	-18.1	0.0	-78.2	1771	21.5
2	S	4.28	20.0	-96.5	-170.6	-60.0	57.0	2330	15.8

COMBINAZIONI FREQUENTI IN ESERCIZIO - MASSIME TENSIONI NORMALI ED APERTURA FESSURE (NTC/EC2)

N°Comb	Ver	Sc max	Xc max	Yc max	Sf min	Xs min	Ys min	Ac eff.	As eff.
1	S	3.87	20.0	-96.5	-154.3	-60.0	57.0	2330	15.8

COMBINAZIONI FREQUENTI IN ESERCIZIO - APERTURA FESSURE [§ 7.3.4 EC2]

Ver.	La sezione viene assunta sempre fessurata anche nel caso in cui la trazione minima del calcestruzzo sia inferiore a f_{ctm} Esito della verifica
e1	Massima deformazione unitaria di trazione nel calcestruzzo (trazione -) valutata in sezione fessurata
e2	Minima deformazione unitaria di trazione nel calcestruzzo (trazione -) valutata in sezione fessurata
k1	= 0.8 per barre ad aderenza migliorata [eq.(7.11)EC2]
kt	= 0.4 per comb. quasi permanenti / = 0.6 per comb.frequenti [cfr. eq.(7.9)EC2]
k2	= 0.5 per flessione; $=(e1 + e2)/(2 \cdot e1)$ per trazione eccentrica [eq.(7.13)EC2]
k3	= 1.750 Coeff. in eq.(7.11) come da annessi nazionali
k4	= 0.425 Coeff. in eq.(7.11) come da annessi nazionali

IMPALCATO – RELAZIONE DI CALCOLO

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
NN1X	00	D78CL	IV 01 00 003	A	173 di 196

Ø	Diametro [mm] equivalente delle barre tese comprese nell'area efficace $A_{c\text{ eff}}$ [eq.(7.11)EC2]
Cf	Copriferro [mm] netto calcolato con riferimento alla barra più tesa
e sm - e cm	Differenza tra le deformazioni medie di acciaio e calcestruzzo [(7.8)EC2 e (C4.1.7)NTC] Tra parentesi: valore minimo = $0.6 S_{\text{max}} / E_s$ [(7.9)EC2 e (C4.1.8)NTC]
sr max	Massima distanza tra le fessure [mm]
wk	Apertura fessure in mm calcolata = $sr\text{ max} * (e_{\text{ sm}} - e_{\text{ cm}})$ [(7.8)EC2 e (C4.1.7)NTC]. Valore limite tra parentesi
Mx fess.	Componente momento di prima fessurazione intorno all'asse X [kNm]
My fess.	Componente momento di prima fessurazione intorno all'asse Y [kNm]

Comb.	Ver	e1	e2	k2	Ø	Cf	e sm - e cm	sr max	wk	Mx fess	My fess
1	S	-0.00076	0	0.500	12.0	29	0.00044 (0.00044)	351	0.155 (0.40)	-1118.32	
0.00											

COMBINAZIONI QUASI PERMANENTI IN ESERCIZIO - MASSIME TENSIONI NORMALI ED APERTURA FESSURE (NTC/EC2)

N°Comb	Ver	Sc max	Xc max	Yc max	Sf min	Xs min	Ys min	Ac eff.	As eff.
1	S	3.23	20.0	-96.5	-128.7	-60.0	57.0	2330	15.8

COMBINAZIONI QUASI PERMANENTI IN ESERCIZIO - APERTURA FESSURE [§ 7.3.4 EC2]

Comb.	Ver	e1	e2	k2	Ø	Cf	e sm - e cm	sr max	wk	Mx fess	My fess
1	S	-0.00063	0	0.500	12.0	29	0.00037 (0.00037)	351	0.129 (0.30)	-1118.32	
0.00											

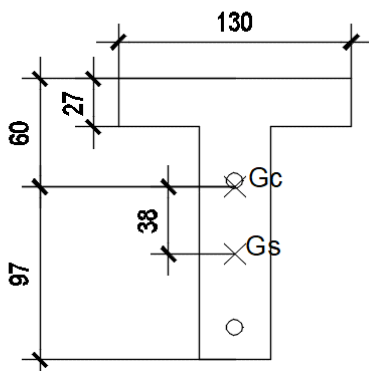
Verifica della sezione di giunto

Precompressione superiore : 1φ36 barre
 Precompressione inferiore : 1φ36 barre
 Sezione del trasverso: b = 0.4 m
 H = 1.57 m

$A_p = 10.17\text{ cm}^2$
 $A_p = 10.17\text{ cm}^2$

Area: 0.8710

Principal moments and X-Y directions about centroid:
 I: 0.2045 along [1.0000 0.0000]



IMPALCATO – RELAZIONE DI CALCOLO

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
NN1X	00	D78CL	IV 01 00 003	A	174 di 196

Verifica tensioni per $t=0$

Le verifiche sono soddisfatte in quanto la sezione è sempre compressa e le tensioni sono inferiori ai limiti ammessi dalla normativa.

\varnothing_{bar} = 36 mm diametro barra
 A_{bar} = 1018 mmq area barra
 f_{ptk} = 1050 MPa tensione di rottura barra
 f_{pyk} = 950 MPa tensione di snervamento barra

σ_{sp0} = 840 MPa tensione iniziale
 n_{bar} = 2 numero barre
 N_p = 1710 kN Forza di tiro iniziale

Sollecitazioni di calcolo SLE rara:

P	Mx
kN	kNm
0.0	44.8
0.0	-466.1

Calcolo tensioni sulla sezione completa trasverso+soletta:

Ht	Hs	H	B	Lc	Ac	Jc,x	ys	yi	$\sigma_{s,s}$	σ_s	σ_i
m	m	m	m	m	mq	m ⁴	m	m	MPa	MPa	MPa
1.3	0.27	1.57	0.4	1.3	0.871	0.2045	0.60	0.97	0.13	0.07	-0.21
1.3	0.27	1.57	0.4	1.3	0.871	0.2045	0.60	0.97	-1.37	-0.75	2.21

Sollecitazioni da Precompressione agenti sulla sezione del solo trasverso (con rif. alle fasi costruttive, la precompressione del trasverso è applicata prima del getto di completamento della soletta):

ecc (m) = 0.06

P	Mx
kN	kNm
1710.0	-102.6
1710.0	-102.6

Calcolo tensioni sulla sezione di solo trasverso:

Ht	Hs	H	B	Lc	Ac	Jc,x	ys	yi	$\sigma_{s,s}$	σ_s	σ_i
m	m	m	m	m	mq	m ⁴	m	m	MPa	MPa	MPa
1.3	0	1.3	0.4	0	0.520	0.073	0.65	0.65		2.38	4.20
1.3	0	1.3	0.4	0	0.520	0.073	0.65	0.65		2.38	4.20

Tensioni risultanti SLE + Prec:

IMPALCATO – RELAZIONE DI CALCOLO

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
NN1X	00	D78CL	IV 01 00 003	A	175 di 196

tensioni risultanti SLE + Prec

$\sigma_{s,s}$ MPa	σ_s MPa	σ_i MPa
0.97	2.45	3.99
0.97	1.63	6.41

 $\sigma_{s,s}$: tensione al lembo superiore della soletta

 σ_s : tensione al lembo inferiore della soletta

 σ_i : tensione al lembo inferiore del trasverso

(-) tensione

(+) compressione

Verifica tensioni per $t=inf$

Le verifiche sono soddisfatte in quanto la sezione è sempre compressa e le tensioni sono inferiori ai limiti ammessi dalla normativa.

Dati precompressione

\varnothing_{bar} =	36	mm	diametro barra
A_{bar} =	1018	mm ²	area barra
f_{ptk} =	1050	MPa	tensione di rottura barra
f_{pyk} =	950	MPa	tensione di snervamento barra
$\sigma_{spi} \leq$	787.5	MPa	massima tensione in esercizio a perdite avvenute
%perdite=	20%		percentuale perdite di tiro
$\sigma_{spi} =$	672	MPa	tensione in esercizio a tempo infinito
n_{bar} =	2		numero barre
N_p =	1368	kN	Forza di tiro a tempo infinito

Sollecitazioni di calcolo SLE rara:

P	Mx
kN	kNm
0.0	44.8
0.0	-466.1

Calcolo tensioni sulla sezione completa trasverso+soletta:

Ht	Hs	H	B	Lc	Ac	Jc,x	ys	yi	$\sigma_{s,s}$	σ_s	σ_i
m	m	m	m	m	m ²	m ⁴	m	m	MPa	MPa	MPa
1.3	0.27	1.57	0.4	1.3	0.871	0.205	0.60	0.97	0.13	0.07	-0.21
1.3	0.27	1.57	0.4	1.3	0.871	0.205	0.60	0.97	-1.37	-0.75	2.21

Sollecitazioni da Precompressione agenti sulla sezione del solo trasverso (con rif. alle fasi costruttive, la precompressione del trasverso è applicata prima del getto di completamento della soletta):

ecc (m) = 0.06

P	Mx
kN	kNm
1368.0	-82.1
1368.0	-82.1

Calcolo tensioni sulla sezione di solo trasverso:

IMPALCATO – RELAZIONE DI CALCOLO

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
NN1X	00	D78CL	IV 01 00 003	A	176 di 196

Ht	Hs	H	B	Lc	Ac	Jc,x	ys	yi	$\sigma_{s,s}$	σ_s	σ_i
m	m	m	m	m	m ²	m ⁴	m	m	MPa	MPa	MPa
1.3	0	1.3	0.4	0	0.520	0.073	0.65	0.65		1.90	3.36
1.3	0	1.3	0.4	0	0.520	0.073	0.65	0.65		1.90	3.36

Tensioni risultanti SLE + Prec:

$\sigma_{s,s}$	σ_s	σ_i
MPa	MPa	MPa
0.97	1.97	3.15
0.97	1.15	5.57

$\sigma_{s,s}$: tensione al lembo superiore della soletta

σ_s : tensione al lembo inferiore della soletta

σ_i : tensione al lembo inferiore del trasverso

(-) tensione

(+) compressione

VERIFICA DEL TRAVERSO DI TESTATA

Il trasverso di testata è dimensionato per il sollevamento dell'impalcato.

L'ipotesi è di utilizzare n 4 martinetti nella posizione indicata.

Le azioni agenti sono desunte dalle reazioni di cui al par.0.

Per la valutazione delle sollecitazioni in tale fase si è realizzato un modello di calcolo monodimensionale in cui il trasverso risulta appoggiato in corrispondenza dei martinetti e sollecitato da azioni concentrate rappresentanti i carichi trasmessi dalle travi.

Dette azioni, dovute ai soli permanenti, sono moltiplicate per il fattore 1.35 (cfr. prospetto seguente):

nodo	Reaz Wz G1 + marc [KN]	nodo	Reaz. Wz marciap [KN]	nodo	Reaz. Wz G1	Pd (kN)
2	910	2	53	2	857	1156
13	308	13	45	13	263	354
24	498	24	43	24	455	615
35	488	35	45	35	443	597
46	452	46	53	46	399	538
10	452	10	53	10	399	538
21	488	21	45	21	443	597
32	498	32	43	32	455	615
43	308	43	45	43	263	354
54	910	54	53	54	857	1156

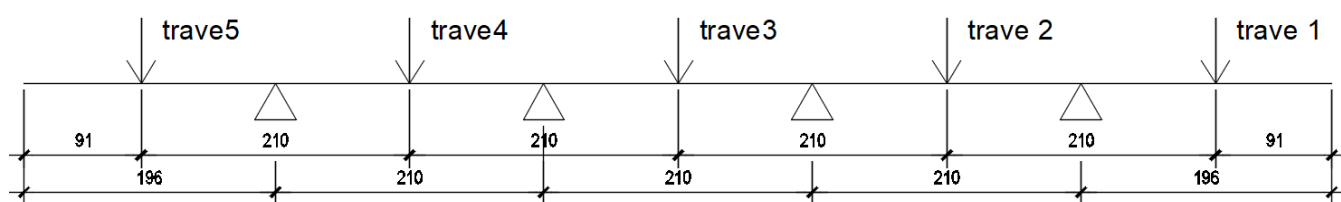


Figura 23 - Schema per il sollevamento

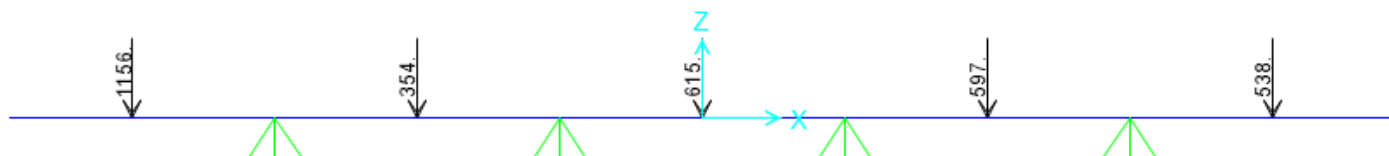


Figura 24 - Modello di calcolo

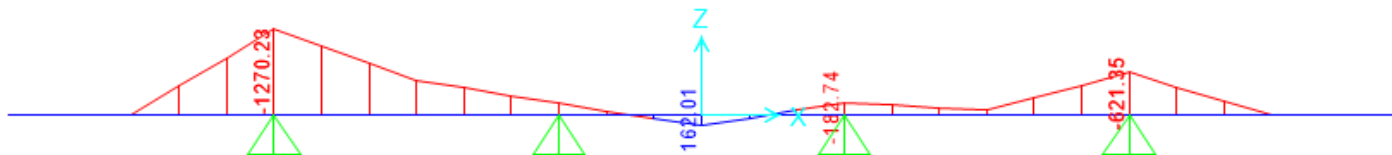


Figura 25 – Diagramma del momento flettente

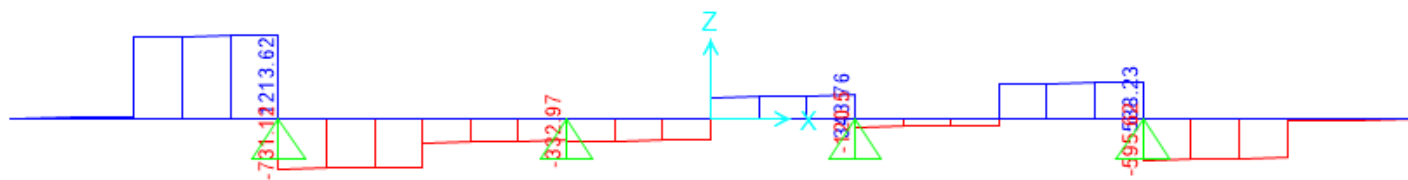


Figura 26 – Diagramma del taglio

SLU

$M_{min} = -1270.3 \text{ kNm}$

$M_{max} = 162.0 \text{ kNm}$

$T_{max} = 1213.6 \text{ kN}$

Si verifica la sezione composta a T trasverso+soletta collaborante. In favore di sicurezza, per detta sezione si assume, come sollecitazione flettente positiva, quella risultante in mezzeria.

La parte di soletta collaborante è assunta pari a $b = b_0 + \beta_1 b_{e,1} + \beta_2 b_{e,2}$, $b_{e,1} = b_{e,2} = \min(L_e/8; c) = 13 \text{ cm}$; $L_e = 0.25(L_1 + L_2) = 1.05 \text{ m}$; $\beta_i = 0.55 + 0.025 L_e/b_{e,i} = 0.75 \Rightarrow b = 40 + 2 \cdot 13 \cdot 0.75 = 60 \text{ cm}$, avendo indicato con c la lunghezza della soletta in corrispondenza del retrotrave.

Si dispone una barra Dywidag $\varnothing 36$ per ciascuna asola, mentre in soletta sono presenti $\varnothing 12/20$ inferiori e superiori.

DATI GENERALI SEZIONE GENERICA IN C.A.

NOME SEZIONE: Trasverso_testata_beff2

Descrizione Sezione:	
Metodo di calcolo resistenza:	Resistenze agli Stati Limite Ultimi
Tipologia sezione:	Sezione generica di Trave
Normativa di riferimento:	N.T.C.
Percorso sollecitazione:	A Sforzo Norm. costante
Riferimento Sforzi assegnati:	Assi x,y principali d'inerzia
Riferimento alla sismicità:	Zona non sismica

CARATTERISTICHE DI RESISTENZA DEI MATERIALI IMPIEGATI

CALCESTRUZZO -	Classe:	C32/40
	Resis. compr. di progetto f_{cd} :	18.130 MPa
	Def.unit. max resistenza e_{c2} :	0.0020
	Def.unit. ultima e_{cu} :	0.0035
	Diagramma tensione-deformaz.:	Parabola-Rettangolo
	Modulo Elastico Normale E_c :	32308.0 MPa

IMPALCATO – RELAZIONE DI CALCOLO

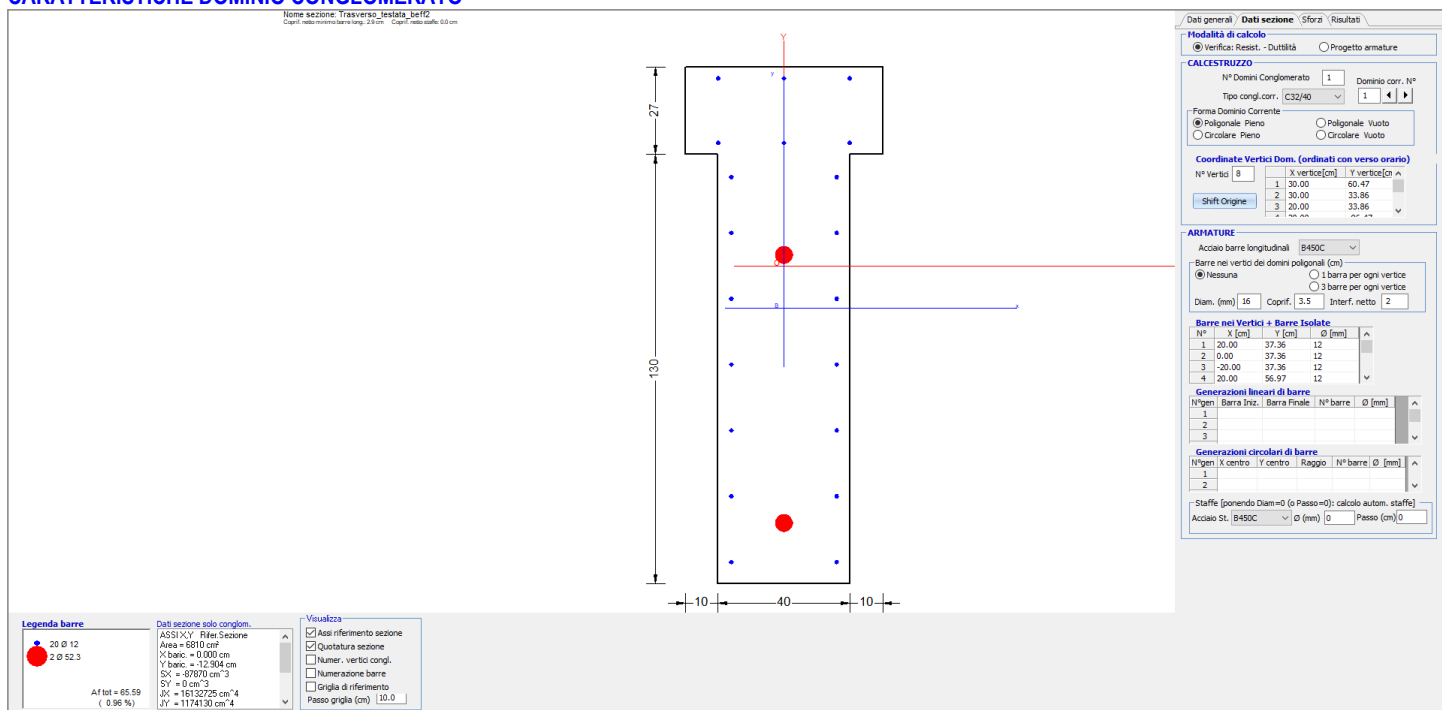
COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
NN1X	00	D78CL	IV 01 00 003	A	179 di 196

Resis. media a trazione fctm: 3.020 MPa

ACCIAIO -

Tipo: B450C
Resist. caratt. snervam. fyk: 450.00 MPa
Resist. caratt. rottura ftk: 450.00 MPa
Resist. snerv. di progetto fyd: 391.30 MPa
Resist. ultima di progetto ftd: 391.30 MPa
Deform. ultima di progetto Epu: 0.068
Modulo Elastico Ef: 2100000 daN/cm²
Diagramma tensione-deformaz.: Bilineare finito

CARATTERISTICHE DOMINIO CONGLOMERATO



Nome sezione: Trasverso_lesista_def12
Capit. retrominimo barre long.: 2.0 cm - Capit. retrominimo staffe: 0.0 cm

Legenda barre: 20 Ø 12, 2 Ø 12.3

Dati sezione solo conglom.: Area = 6810 cm², I_x base = 0.0000 cm, I_y base = -12.904 cm, S_x = 40700 cm³, S_y = 0 cm³, J_x = 16132725 cm⁴, J_y = 1174130 cm⁴

Visualizza: Assi riferimento sezione, Quotatura sezione, Numer. vertici congl., Numerazione barre, Griglia di riferimento, Passo griglia (cm) | 10.0

N° vertice	X [cm]	Y [cm]
1	30.00	60.47
2	30.00	33.86
3	20.00	33.86
4	20.00	-96.5
5	-20.00	-96.5
6	-20.00	33.86
7	-30.00	33.86
8	-30.00	60.47

N°	X [cm]	Y [cm]	Ø [mm]
1	20.00	37.36	12
2	0.00	37.36	12
3	-20.00	37.36	12
4	20.00	56.97	12

Forma del Dominio: Poligonale
Classe Conglomerato: C32/40

N° vertice:	X [cm]	Y [cm]
1	30.0	60.5
2	30.0	33.9
3	20.0	33.9
4	20.0	-96.5
5	-20.0	-96.5
6	-20.0	33.9
7	-30.0	33.9
8	-30.0	60.5

DATI BARRE ISOLATE

N° Barra	X [cm]	Y [cm]	DiamØ [mm]
1	20.0	37.4	12
2	0.0	37.4	12
3	-20.0	37.4	12
4	20.0	57.0	12
5	0.0	57.0	12
6	-20.0	57.0	12
7	0.0	3.3	52.3
8	0.0	-78.2	52.3
9	-16.0	-90.0	12

IMPALCATO – RELAZIONE DI CALCOLO

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
NN1X	00	D78CL	IV 01 00 003	A	180 di 196

10	16.0	-90.0	12
11	-16.0	-70.0	12
12	16.0	-70.0	12
13	-16.0	-50.0	12
14	16.0	-50.0	12
15	-16.0	-30.0	12
16	16.0	-30.0	12
17	-16.0	-10.0	12
18	16.0	-10.0	12
19	-16.0	10.0	12
20	16.0	10.0	12
21	-16.0	27.0	12
22	16.0	27.0	12

CALCOLO DI RESISTENZA - SFORZI PER OGNI COMBINAZIONE ASSEGNATA

N	Sforzo normale [kN] applicato nel Baric. (+ se di compressione)
Mx	Momento flettente [daNm] intorno all'asse x princ. d'inerzia con verso positivo se tale da comprimere il lembo sup. della sez.
My	Momento flettente [daNm] intorno all'asse y princ. d'inerzia con verso positivo se tale da comprimere il lembo destro della sez.
Vy	Componente del Taglio [kN] parallela all'asse princ.d'inerzia y
Vx	Componente del Taglio [kN] parallela all'asse princ.d'inerzia x

N°Comb.	N	Mx	My	Vy	Vx
1	0.00	162.00	0.00	0.00	0.00
2	0.00	-1270.30	0.00	0.00	0.00

RISULTATI DEL CALCOLO

Copriferro netto minimo barre longitudinali:	2.9 cm
Interferro netto minimo barre longitudinali:	9.9 cm

VERIFICHE DI RESISTENZA IN PRESSO-TENSO FLESSIONE ALLO STATO LIMITE ULTIMO

Ver	S = combinazione verificata / N = combin. non verificata
N	Sforzo normale assegnato [kN] nel baricentro B sezione cls.(positivo se di compressione)
Mx	Componente del momento assegnato [kNm] riferito all'asse x princ. d'inerzia
My	Componente del momento assegnato [kNm] riferito all'asse y princ. d'inerzia
N Res	Sforzo normale resistente [kN] nel baricentro B sezione cls.(positivo se di compress.)
Mx Res	Momento flettente resistente [kNm] riferito all'asse x princ. d'inerzia
My Res	Momento flettente resistente [kNm] riferito all'asse y princ. d'inerzia
Mis.Sic.	Misura sicurezza = rapporto vettoriale tra (N r,Mx Res,My Res) e (N,Mx,My) Verifica positiva se tale rapporto risulta >=1.000
As Tesa	Area armature trave [cm²] in zona tesa. [Tra parentesi l'area minima ex (4.1.15)NTC]

N°Comb	Ver	N	Mx	My	N Res	Mx Res	My Res	Mis.Sic.	As Tesa
1	S	0.00	162.00	0.00	0.00	1978.37	0.00	12.21	58.8(10.8)
2	S	0.00	-1270.30	0.00	0.00	-1448.56	0.00	1.14	41.8(11.7)

METODO AGLI STATI LIMITE ULTIMI - DEFORMAZIONI UNITARIE ALLO STATO ULTIMO

ec max	Deform. unit. massima del conglomerato a compressione
x/d	Rapporto di duttilità [§ 4.1.2.1.2.1 NTC] deve essere < 0.45
Xc max	Ascissa in cm della fibra corrisp. a ec max (sistema rif. X,Y,O sez.)
Yc max	Ordinata in cm della fibra corrisp. a ec max (sistema rif. X,Y,O sez.)
es min	Deform. unit. minima nell'acciaio (negativa se di trazione)
Xs min	Ascissa in cm della barra corrisp. a es min (sistema rif. X,Y,O sez.)
Ys min	Ordinata in cm della barra corrisp. a es min (sistema rif. X,Y,O sez.)
es max	Deform. unit. massima nell'acciaio (positiva se di compress.)
Xs max	Ascissa in cm della barra corrisp. a es max (sistema rif. X,Y,O sez.)
Ys max	Ordinata in cm della barra corrisp. a es max (sistema rif. X,Y,O sez.)

IMPALCATO – RELAZIONE DI CALCOLO

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
NN1X	00	D78CL	IV 01 00 003	A	181 di 196

N°Comb	ec max	x/d	Xc max	Yc max	es min	Xs min	Ys min	es max	Xs max	Ys max
1	0.00350	0.161	-30.0	60.5	0.00299	-20.0	57.0	-0.01828	16.0	-90.0
2	0.00350	0.140	20.0	-96.5	0.00245	16.0	-90.0	-0.02146	-20.0	57.0

POSIZIONE ASSE NEUTRO PER OGNI COMB. DI RESISTENZA

a, b, c Coeff. a, b, c nell'eq. dell'asse neutro $aX+bY+c=0$ nel rif. X,Y,O gen.
x/d Rapp. di duttilità (travi e solette)[§ 4.1.2.1.2.1 NTC]: deve essere < 0.45
C.Rid. Coeff. di riduz. momenti per sola flessione in travi continue

N°Comb	a	b	c	x/d	C.Rid.
1	0.000000000	0.000144732	-0.005252088	0.161	0.700
2	0.000000000	-0.000162705	-0.012195428	0.140	0.700

Verifica a taglio in accordo a EC2-2

Caratteristiche dei materiali

Cls

Rck= 40 MPa
fck= 32 MPa
 γ_c = 1.50
fcm= 40 MPa
 α_{cc} = 0.85
fcd= 18.13 MPa

coefficiente che tiene conto degli effetti a lungo termine, var 0.8-1

fctm= 3.02 MPa
fctk_{0.05}= 2.12 MPa
fctk_{0.95}= 3.93 MPa
 α_{ct} = 1.00
fctd= 1.41 MPa

coefficiente che tiene conto degli effetti a lungo termine, var 0.8-1

Acciaio c.a.

fyk= 430 MPa
 γ_s = 1.15
fyd= 373.9 MPa

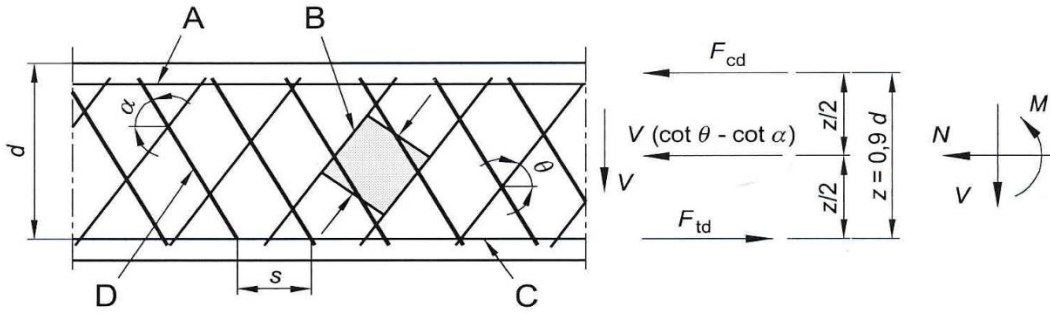
Azioni di taglio

Aed= 1214 x1.00= 1214 kN
n anime = 1 $V_{Ed} = 1214$ kN
Nsd= 0 KN sforzo normale (+ compressione)

bw = 0.400 m larghezza (6.16)
h= 1.57 m altezza totale
c= 0.050 m copriferro
d = 1.52 m altezza utile
Ac= 0.63 mq area cls

elementi CA e CAP armati a taglio

- A Corrente compresso
- B Puntoni
- C Corrente teso
- D Armatura a taglio



Resistenza delle staffe:

$\phi_w =$	12.00	0	diametro staffa	mm	
$n =$	2.00	0.00	numero braccia		
$A_{sw} =$	2.26	cmq			
$z =$	1.37	m	$= 0.9 \cdot d$		
$\sin \alpha =$	1		α angolo tra le staffe e l'asse della trave ($\alpha = 90^\circ$ per staffe verticali)		
$\rho_w =$	0.57	%	$= A_{sw} / (s \cdot b_w \cdot \sin \alpha) \cdot 100 \geq$		
$s =$	0.1	m	$=$ passo staffe \leq	1.14 m	$= 0.75 \cdot d \cdot (1 + \cot \alpha)$
$\theta =$	28.2	°	$= \arcsin(\text{rad}q(A_{sw} \cdot f_{yd}) / (b_w \cdot s \cdot \alpha_{cw} \cdot n \cdot f_{cd}))$		
			inclinazione puntone compresso, variabile tra 45° to 21.8°		
$\tan \theta =$	0.54		valore tra 1 (for $\theta = 45^\circ$) e 0.4		
$\cot \theta =$	1.87		valore tra 1 (for $\theta = 45^\circ$) and 2.5		
$\rho_{w,max} =$	2.11	=	$A_{sw,max} \cdot f_{yd} / (b_w \cdot s) \leq 1/2 \cdot \alpha_{cw} \cdot v \cdot f_{cd} =$	4.74	verifica soddisfatta
$A_{sw/m} =$	22.62	cmq/m			
$V_{Rd,s} =$	2161	kN	$= A_{sw} / s \cdot z \cdot f_{ywd} \cdot \cot \theta$		

Resistenza del puntone compresso:

$v =$	0.523		$= 0.6 \cdot (1 - f_{ck} / 250)$ (from EN 6.6N)		
$s_{cp} =$	0.00		$= N_{sd} / A_c$		
$\alpha_{cw} =$	1.00				
$V_{Rd,max} =$	2161	kN	$= \alpha_{cw} \cdot b_w \cdot z \cdot v \cdot f_{cd} / (\cot \theta + \tan \theta)$		
$\gamma_{Bd1} =$	1.00		coefficiente di sicurezza (EN1998-2-5.6.2.b)		
$V_{Rd} =$	2161	kN	$= \min(V_{Rd,s}; V_{Rd,max}) / \gamma_{Bd1}$		

$V_{Ed} = 1214$ minore o uguale di $V_{Rd} = 2161$ verifica soddisfatta
c.s. = 1.78

11 SOLETTA

L'analisi delle sollecitazioni flettenti e taglianti nella direzione trasversale della soletta è stata sviluppata considerando una striscia di soletta di larghezza unitaria.

Si dispone armatura trasversale costituita da $\varnothing 12/20$ in zona tesa ed in zona compressa.

Campo intermedio

La soletta è interamente posizionata sul martello superiore delle travi, tuttavia per un calcolo degli effetti locali nel campo intermedio si considera uno schema semplificato di trave semi incastrata.

La verifica è condotta con riferimento alle sollecitazioni già calcolate al §0 e di seguito riepilogate:

Combinazioni SLU

$$M_{\max} = 19.69 \text{ [KN}\cdot\text{m/m]}$$

$$M_{\min} = -18.38 \text{ [KN}\cdot\text{m/m]}$$

Combinazioni SLE

Rare

$$M_{\max} = 14.52 \text{ [KN}\cdot\text{m/m]}$$

$$M_{\min} = -13.57 \text{ [KN}\cdot\text{m/m]}$$

Frequenti

$$M_{\max} = 11.37 \text{ [KN}\cdot\text{m/m]}$$

$$M_{\min} = -10.49 \text{ [KN}\cdot\text{m/m]}$$

Quasi Permanenti

$$M_{\max} = 1.91 \text{ [KN}\cdot\text{m/m]}$$

$$M_{\min} = -1.28 \text{ [KN}\cdot\text{m/m]}$$

Si dispone armatura trasversale costituita da $\varnothing 16/20$ in zona tesa ed in zona compressa.

DATI GENERALI SEZIONE RETTANGOLARE DI PILASTRO IN C.A.

NOME SEZIONE: soletta_intermedio

Descrizione Sezione:	Stati Limite Ultimi
Metodo di calcolo resistenza:	N.T.C.
Normativa di riferimento:	Sezione predefinita di Trave
Tipologia sezione:	Rettangolare
Forma della sezione:	A Sforzo Norm. costante
Percorso sollecitazione:	Poco aggressive
Condizioni Ambientali:	Assi x,y principali d'inerzia
Riferimento Sforzi assegnati:	

IMPALCATO – RELAZIONE DI CALCOLO

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
NN1X	00	D78CL	IV 01 00 003	A	184 di 196

Riferimento alla sismicità: Zona non sismica

CARATTERISTICHE DI RESISTENZA DEI MATERIALI IMPIEGATI

CALCESTRUZZO -	Classe:	C32/40	
	Resistenza compress. di progetto fcd:	18.13	MPa
	Deform. unitaria max resistenza ec2:	0.0020	
	Deformazione unitaria ultima ecu:	0.0035	
	Diagramma tensioni-deformaz.:	Parabola-Rettangolo	
	Modulo Elastico Normale Ec:	32308.0	MPa
	Resis. media a trazione fctm:	3.020	MPa
	Coeff.Omogen. S.L.E.:	15.00	
	Sc limite S.L.E. comb. Rare:	19.200	MPa
	Sc limite S.L.E. comb. Frequenti:	19.200	MPa
	Ap.Fessure limite S.L.E. comb. Frequenti:	0.400	mm
	Sc limite S.L.E. comb. Q.Permanenti:	14.400	MPa
	Ap.Fess.limite S.L.E. comb. Q.Perm.:	0.300	mm

ACCIAIO -	Tipo:	B450C	
	Resist. caratt. a snervamento fyk:	450.00	MPa
	Resist. caratt. a rottura ftk:	450.00	MPa
	Resist. a snerv. di progetto fyd:	391.30	MPa
	Resist. ultima di progetto ftd:	391.30	MPa
	Deform. ultima di progetto Epu:	0.068	
	Modulo Elastico Ef:	210000.0	MPa
	Diagramma tensioni-deformaz.:	Bilineare finito	
	Coeff. Aderenza istant. $\beta_1 \cdot \beta_2$:	1.00	
	Coeff. Aderenza differito $\beta_1 \cdot \beta_2$:	0.50	
	Comb.Rare - Sf Limite:	360.00	MPa

CARATTERISTICHE GEOMETRICHE ED ARMATURE SEZIONE

Base:	100.0	cm
Altezza:	22.0	cm
Barre inferiori:	5Ø16	(10.1 cm ²)
Barre superiori:	5Ø16	(10.1 cm ²)
Coprif.Inf.(dal baric. barre):	5.0	cm
Coprif.Sup.(dal baric. barre):	5.0	cm
Coprif.Lat. (dal baric.barre):	4.0	cm

CALCOLO DI RESISTENZA - SFORZI PER OGNI COMBINAZIONE ASSEGNATA

N	Sforzo normale [kN] applicato nel baricentro (posit. se di compress.)
Mx	Momento flettente [kNm] intorno all'asse x baric. della sezione con verso positivo se tale da comprimere il lembo sup. della sezione
VY	Taglio [kN] in direzione parallela all'asse Y del riferim. generale
MT	Momento torcente [kN m]

N°Comb.	N	Mx	Vy	MT
1	0.00	19.69	0.00	0.00
2	0.00	-18.38	0.00	0.00

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

N	Sforzo normale [kN] applicato nel baricentro (positivo se di compress.)
Mx	Coppia [kNm] applicata all'asse x baricentrico (tra parentesi il Momento di fessurazione) con verso positivo se tale da comprimere il lembo superiore della sezione

N°Comb.	N	Mx
1	0.00	-13.57
2	0.00	14.52

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

N	Sforzo normale [kN] applicato nel baricentro (positivo se di compress.)
Mx	Coppia [kNm] applicata all'asse x baricentrico (tra parentesi il Momento di fessurazione)

IMPALCATO – RELAZIONE DI CALCOLO

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
NN1X	00	D78CL	IV 01 00 003	A	185 di 196

con verso positivo se tale da comprimere il lembo superiore della sezione

N°Comb.	N	Mx
1	0.00	11.37 (27.34)
2	0.00	-10.49 (-27.34)

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

N	Sforzo normale [kN] applicato nel baricentro (positivo se di compress.)
Mx	Coppia [kNm] applicata all'asse x baricentrico (tra parentesi il Momento di fessurazione) con verso positivo se tale da comprimere il lembo superiore della sezione

N°Comb.	N	Mx
1	0.00	1.91 (27.34)
2	0.00	-1.28 (-27.34)

RISULTATI DEL CALCOLO

Copriferro netto minimo barre longitudinali:	3.2	cm
Interferro netto minimo barre longitudinali:	10.4	cm

VERIFICHE DI RESISTENZA IN PRESSO-TENSO FLESSIONE ALLO STATO LIMITE ULTIMO

Ver	S = combinazione verificata / N = combin. non verificata
N	Sforzo normale baricentrico assegnato [kN] (positivo se di compressione)
Mx	Momento flettente assegnato [kNm] riferito all'asse x baricentrico
N Ult	Sforzo normale alla massima resistenza [kN] nella sezione (positivo se di compress.)
Mx rd	Momento resistente ultimo [kNm] riferito all'asse x baricentrico
Mis.Sic.	Misura sicurezza = rapporto vettoriale tra (N rd, Mx rd) e (N, Mx) Verifica positiva se tale rapporto risulta ≥ 1.000
Yn	Ordinata [cm] dell'asse neutro alla massima resistenza nel sistema di rif. X,Y,O sez.
x/d	Rapp. di duttilità (travi e solette) § 4.1.2.1.2.1 NTC: deve essere < 0.45
C.Rid.	Coeff. di riduz. momenti in travi continue [formula (4.1.1)NTC]

N°Comb	Ver	N	Mx	N rd	Mx rd	Mis.Sic.	Yn	x/d	C.Rid.	
1	S	0.00	19.69	0.04	66.43	3.374	18.1	0.23	0.73	20.1 (3.0)
2	S	0.00	-18.38	0.04	-66.43	3.614	3.9	0.23	0.73	20.1 (3.0)

DEFORMAZIONI UNITARIE ALLO STATO LIMITE ULTIMO

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

N°Comb	ec max	Yc max	es min	Ys min	es max	Ys max
1	0.00350	22.0	-0.00097	17.0	-0.01170	5.0
2	0.00350	0.0	-0.00097	5.0	-0.01170	17.0

COMBINAZIONI RARE IN ESERCIZIO - VERIFICA MASSIME TENSIONI NORMALI

Ver	S = combinazione verificata / N = combin. non verificata
Sc max	Massima tensione di compress.(+) nel conglom. in fase fessurata ([Mpa])
Yc max	Ordinata in cm della fibra corrisp. a Sc max (sistema rif. X,Y,O)
Sc min	Minima tensione di compress.(+) nel conglom. in fase fessurata ([Mpa])
Yc min	Ordinata in cm della fibra corrisp. a Sc min (sistema rif. X,Y,O)
Sf min	Minima tensione di trazione (-) nell'acciaio [Mpa]
Ys min	Ordinata in cm della barra corrisp. a Sf min (sistema rif. X,Y,O)

IMPALCATO – RELAZIONE DI CALCOLO

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
NN1X	00	D78CL	IV 01 00 003	A	186 di 196

Dw Eff.	Spessore di conglomerato [cm] in zona tesa considerata aderente alle barre
Ac eff.	Area di congl. [cm ²] in zona tesa aderente alle barre (verifica fess.)
As eff.	Area Barre tese di acciaio [cm ²] ricadente nell'area efficace(verifica fess.)
D barre	Distanza in cm tra le barre tese efficaci. (D barre = 0 indica spaziatura superiore a 5(c+Ø/2) e nel calcolo di fess. si usa la (C4.1.11)NTC/(7.14)EC2)

N°Comb	Ver	Sc max	Yc max	Sc min	Yc min	Sf min	Ys min	Dw Eff.	Ac Eff.	As Eff.	D barre
1	S	3.02	0.0	0.00	5.7	-90.4	5.0	5.4	544	10.1	22.5
2	S	3.23	22.0	0.00	16.3	-96.8	17.0	5.4	544	10.1	22.5

COMBINAZIONI RARE IN ESERCIZIO - VERIFICA APERTURA FESSURE (NTC/EC2)

Ver	Esito verifica
e1	Minima deformazione unitaria (trazione: segno -) nel calcestruzzo in sez. fessurata
e2	Massima deformazione unitaria (compress.: segno +) nel calcestruzzo in sez. fessurata
K2	= 0.5 per flessione; =(e1 + e2)/(2*e2) in trazione eccentrica per la (7.13)EC2 e la (C4.1.11)NTC
Kt	fattore di durata del carico di cui alla (7.9) dell'EC2
e sm	Deformazione media acciaio tra le fessure al netto di quella del cls. Tra parentesi il valore minimo = 0.6 Ss/Es
srm	Distanza massima in mm tra le fessure
wk	Apertura delle fessure in mm fornito dalla (7.8)EC2 e dalla (C4.1.7)NTC. Tra parentesi è indicato il valore limite.
M fess.	Momento di prima fessurazione [kNm]

N°Comb	Ver	e1	e2	K2	Kt	e sm	srm	wk	M Fess.
1	S	-0.00062	0.00022	0.50	0.60	0.000258 (0.000258)	221	0.057 (990.00)	-27.34
2	S	-0.00066	0.00023	0.50	0.60	0.000276 (0.000276)	221	0.061 (990.00)	27.34

COMBINAZIONI FREQUENTI IN ESERCIZIO - VERIFICA MASSIME TENSIONI NORMALI

N°Comb	Ver	Sc max	Yc max	Sc min	Yc min	Sf min	Ys min	Dw Eff.	Ac Eff.	As Eff.	D barre
1	S	2.53	22.0	0.00	16.3	-75.8	17.0	5.4	544	10.1	22.5
2	S	2.33	0.0	0.00	5.7	-69.9	5.0	5.4	544	10.1	22.5

COMBINAZIONI FREQUENTI IN ESERCIZIO - VERIFICA APERTURA FESSURE (NTC/EC2)

N°Comb	Ver	e1	e2	K2	Kt	e sm	srm	wk	M Fess.
1	S	-0.00052	0.00018	0.50	0.60	0.000216 (0.000216)	221	0.048 (0.40)	27.34
2	S	-0.00048	0.00017	0.50	0.60	0.000200 (0.000200)	221	0.044 (0.40)	-27.34

COMBINAZIONI QUASI PERMANENTI IN ESERCIZIO - VERIFICA MASSIME TENSIONI NORMALI

N°Comb	Ver	Sc max	Yc max	Sc min	Yc min	Sf min	Ys min	Dw Eff.	Ac Eff.	As Eff.	D barre
1	S	0.43	22.0	0.00	16.3	-12.7	17.0	5.4	544	10.1	22.5
2	S	0.29	0.0	0.00	6.7	-8.5	5.0	5.4	543	10.1	22.5

COMBINAZIONI QUASI PERMANENTI IN ESERCIZIO - VERIFICA APERTURA FESSURE (NTC/EC2)

N°Comb	Ver	e1	e2	K2	Kt	e sm	srm	wk	M Fess.
1	S	-0.00009	0.00003	0.50	0.40	0.000036 (0.000036)	221	0.008 (0.30)	27.34
2	S	-0.00006	0.00002	0.50	0.40	0.000024 (0.000024)	220	0.005 (0.30)	-27.34

Sbalzo

Per la verifica sullo sbalzo laterale si considerano lo schema di trave incastrata in corrispondenza del filo della predalle sul martello della trave di bordo.

Luce L=1,25 m

Le sollecitazioni di calcolo sono riportate al §0 e di seguito riepilogate:

Combinazioni SLU

$$T_{\max} = 35.28 \text{ [KN/m]}$$

$$M_{\min} = -26.17 \text{ [KN}\cdot\text{m/m]}$$

Combinazioni SLE

Rare

$$M_{\min} = -18.48 \text{ [KN}\cdot\text{m/m]}$$

Frequenti

$$M_{\min} = -17.95 \text{ [KN}\cdot\text{m/m]}$$

Quasi permanenti

$$M_{\min} = -16.36 \text{ [KN}\cdot\text{m/m]}$$

Si dispone armatura trasversale costituita da $\varnothing 16/20$ in zona tesa ed in zona compressa.

DATI GENERALI SEZIONE RETTANGOLARE DI PILASTRO IN C.A.

NOME SEZIONE: soletta_sbalzo

Descrizione Sezione:	
Metodo di calcolo resistenza:	Stati Limite Ultimi
Normativa di riferimento:	N.T.C.
Tipologia sezione:	Sezione predefinita di trave (solette, nervature solai) senza staffe
Forma della sezione:	Rettangolare
Percorso sollecitazione:	A Sforzo Norm. costante
Condizioni Ambientali:	Poco aggressive
Riferimento Sforzi assegnati:	Assi x,y principali d'inerzia
Riferimento alla sismicità:	Zona non sismica

CARATTERISTICHE DI RESISTENZA DEI MATERIALI IMPIEGATI

CALCESTRUZZO -	Classe:	C32/40
	Resistenza compress. di progetto fcd:	18.13 MPa
	Deform. unitaria max resistenza ec2:	0.0020
	Deformazione unitaria ultima ecu:	0.0035
	Diagramma tensioni-deformaz.:	Parabola-Rettangolo
	Modulo Elastico Normale Ec:	32308.0 MPa
	Resis. media a trazione fctm:	3.020 MPa
	Coeff.Omogen. S.L.E.:	15.00
	Sc limite S.L.E. comb. Rare:	19.200 MPa
	Sc limite S.L.E. comb. Frequenti:	19.200 MPa
	Ap.Fessure limite S.L.E. comb. Frequenti:	0.400 mm
	Sc limite S.L.E. comb. Q.Permanenti:	14.400 MPa
	Ap.Fess.limite S.L.E. comb. Q.Perm.:	0.300 mm
ACCIAIO -	Tipo:	B450C
	Resist. caratt. a snervamento fyk:	450.00 MPa

IMPALCATO – RELAZIONE DI CALCOLO

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
NN1X	00	D78CL	IV 01 00 003	A	188 di 196

Resist. caratt. a rottura ftk:	450.00	MPa
Resist. a snerv. di progetto fyd:	391.30	MPa
Resist. ultima di progetto ftd:	391.30	MPa
Deform. ultima di progetto Epu:	0.068	
Modulo Elastico Ef:	210000.0	MPa
Diagramma tensioni-deformaz.:	Bilineare finito	
Coeff. Aderenza istant. $\beta_1 * \beta_2$:	1.00	
Coeff. Aderenza differito $\beta_1 * \beta_2$:	0.50	
Comb.Rare - Sf Limite:	360.00	MPa

CARATTERISTICHE GEOMETRICHE ED ARMATURE SEZIONE

Base:	100.0	cm
Altezza:	37.0	cm
Barre inferiori:	5Ø16	(10.1 cm ²)
Barre superiori:	5Ø16	(10.1 cm ²)
Coprif.Inf.(dal baric. barre):	5.0	cm
Coprif.Sup.(dal baric. barre):	5.0	cm
Coprif.Lat. (dal baric.barre):	4.0	cm

CALCOLO DI RESISTENZA - SFORZI PER OGNI COMBINAZIONE ASSEGNATA

N	Sforzo normale [kN] applicato nel baricentro (posit. se di compress.)			
Mx	Momento flettente [kNm] intorno all'asse x baric. della sezione con verso positivo se tale da comprimere il lembo sup. della sezione			
Vy	Taglio [kN] in direzione parallela all'asse Y del riferim. generale			
MT	Momento torcente [kN m]			

N°Comb.	N	Mx	Vy	MT
1	0.00	-26.17	35.28	0.00

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

N	Sforzo normale [kN] applicato nel baricentro (positivo se di compress.)	
Mx	Coppia [kNm] applicata all'asse x baricentrico (tra parentesi il Momento di fessurazione) con verso positivo se tale da comprimere il lembo superiore della sezione	

N°Comb.	N	Mx
1	0.00	-18.48

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

N	Sforzo normale [kN] applicato nel baricentro (positivo se di compress.)	
Mx	Coppia [kNm] applicata all'asse x baricentrico (tra parentesi il Momento di fessurazione) con verso positivo se tale da comprimere il lembo superiore della sezione	

N°Comb.	N	Mx
1	0.00	-17.95 (-77.88)

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

N	Sforzo normale [kN] applicato nel baricentro (positivo se di compress.)	
Mx	Coppia [kNm] applicata all'asse x baricentrico (tra parentesi il Momento di fessurazione) con verso positivo se tale da comprimere il lembo superiore della sezione	

N°Comb.	N	Mx
1	0.00	-16.36 (-77.88)

RISULTATI DEL CALCOLO

Copriferro netto minimo barre longitudinali:	3.2	cm
Interferro netto minimo barre longitudinali:	21.4	cm
Copriferro netto minimo staffe:	3.2	cm

IMPALCATO – RELAZIONE DI CALCOLO

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
NN1X	00	D78CL	IV 01 00 003	A	189 di 196

VERIFICHE DI RESISTENZA IN PRESSO-TENSO FLESSIONE ALLO STATO LIMITE ULTIMO

Ver	S = combinazione verificata / N = combin. non verificata
N	Sforzo normale baricentrico assegnato [kN] (positivo se di compressione)
Mx	Momento flettente assegnato [kNm] riferito all'asse x baricentrico
N Ult	Sforzo normale alla massima resistenza [kN] nella sezione (positivo se di compress.)
Mx rd	Momento resistente ultimo [kNm] riferito all'asse x baricentrico
Mis.Sic.	Misura sicurezza = rapporto vettoriale tra (N rd, Mx rd) e (N, Mx) Verifica positiva se tale rapporto risulta ≥ 1.000
Yn	Ordinata [cm] dell'asse neutro alla massima resistenza nel sistema di rif. X,Y,O sez.
x/d	Rapp. di duttilità (travi e solette)[§ 4.1.2.1.2.1 NTC]: deve essere < 0.45
C.Rid.	Coeff. di riduz. momenti in travi continue [formula (4.1.1)NTC]

N°Comb	Ver	N	Mx	N rd	Mx rd	Mis.Sic.	Yn	x/d	C.Rid.	
1	S	0.00	-26.17	0.08	-125.35	4.790	3.9	0.12	0.70	20.1 (5.6)

DEFORMAZIONI UNITARIE ALLO STATO LIMITE ULTIMO

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

N°Comb	ec max	Yc max	es min	Ys min	es max	Ys max
1	0.00350	0.0	-0.00097	5.0	-0.02511	32.0

VERIFICHE A TAGLIO SENZA ARMATURE TRASVERSALI (§ 4.1.2.1.3.1 NTC)

Ver	S = comb.verificata a taglio/ N = comb. non verificata
Ved	Taglio agente [daN] uguale al taglio Vy di comb. (sollecit. retta)
Vwct	Taglio trazione resistente [kN] in assenza di staffe [formula (4.1.23)NTC]
d	Altezza utile sezione [cm]
bw	Larghezza minima sezione [cm]
Ro	Rapporto geometrico di armatura longitudinale [< 0.02]
Scp	Tensione media di compressione nella sezione [Mpa]

N°Comb	Ver	Ved	Vwct	d	bw	Ro	Scp
1	S	35.28	186.97	32.0	100.0	0.0063	0.00

COMBINAZIONI RARE IN ESERCIZIO - VERIFICA MASSIME TENSIONI NORMALI

Ver	S = combinazione verificata / N = combin. non verificata
Sc max	Massima tensione di compress.(+) nel conglom. in fase fessurata ([Mpa])
Yc max	Ordinata in cm della fibra corrisp. a Sc max (sistema rif. X,Y,O)
Sc min	Minima tensione di compress.(+) nel conglom. in fase fessurata ([Mpa])
Yc min	Ordinata in cm della fibra corrisp. a Sc min (sistema rif. X,Y,O)
Sf min	Minima tensione di trazione (-) nell'acciaio [Mpa]
Ys min	Ordinata in cm della barra corrisp. a Sf min (sistema rif. X,Y,O)
Dw Eff.	Spessore di conglomerato [cm] in zona tesa considerata aderente alle barre
Ac eff.	Area di congl. [cm ²] in zona tesa aderente alle barre (verifica fess.)
As eff.	Area Barre tese di acciaio [cm ²] ricadente nell'area efficace(verifica fess.)
D barre	Distanza in cm tra le barre tese efficaci. (D barre = 0 indica spaziatura superiore a $5(c+\emptyset/2)$ e nel calcolo di fess. si usa la (C4.1.11)NTC/(7.14)EC2)

N°Comb	Ver	Sc max	Yc max	Sc min	Yc min	Sf min	Ys min	Dw Eff.	Ac Eff.	As Eff.	D barre
1	S	1.40	0.0	0.00	8.0	-63.3	5.0	9.7	968	10.1	22.5

IMPALCATO – RELAZIONE DI CALCOLO

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
NN1X	00	D78CL	IV 01 00 003	A	190 di 196

COMBINAZIONI RARE IN ESERCIZIO - VERIFICA APERTURA FESSURE (NTC/EC2)

Ver	Esito verifica
e1	Minima deformazione unitaria (trazione: segno -) nel calcestruzzo in sez. fessurata
e2	Massima deformazione unitaria (compress.: segno +) nel calcestruzzo in sez. fessurata
K2	= 0.5 per flessione; $= (e1 + e2) / (2 * e2)$ in trazione eccentrica per la (7.13)EC2 e la (C4.1.11)NTC
Kt	fattore di durata del carico di cui alla (7.9) dell'EC2
e sm	Deformazione media acciaio tra le fessure al netto di quella del cls. Tra parentesi il valore minimo = 0.6 Ss/Es
srm	Distanza massima in mm tra le fessure
wk	Apertura delle fessure in mm fornito dalla (7.8)EC2 e dalla (C4.1.7)NTC. Tra parentesi è indicato il valore limite.
M fess.	Momento di prima fessurazione [kNm]

N°Comb	Ver	e1	e2	K2	Kt	e sm	srm	wk	M Fess.
1	S	-0.00036	0.00010	0.50	0.60	0.000181 (0.000181)	335	0.061 (990.00)	-77.88

COMBINAZIONI FREQUENTI IN ESERCIZIO - VERIFICA MASSIME TENSIONI NORMALI

N°Comb	Ver	Sc max	Yc max	Sc min	Yc min	Sf min	Ys min	Dw Eff.	Ac Eff.	As Eff.	D barre
1	S	1.36	0.0	0.00	8.0	-61.5	5.0	9.7	968	10.1	22.5

COMBINAZIONI FREQUENTI IN ESERCIZIO - VERIFICA APERTURA FESSURE (NTC/EC2)

N°Comb	Ver	e1	e2	K2	Kt	e sm	srm	wk	M Fess.
1	S	-0.00035	0.00010	0.50	0.60	0.000176 (0.000176)	335	0.059 (0.40)	-77.88

COMBINAZIONI QUASI PERMANENTI IN ESERCIZIO - VERIFICA MASSIME TENSIONI NORMALI

N°Comb	Ver	Sc max	Yc max	Sc min	Yc min	Sf min	Ys min	Dw Eff.	Ac Eff.	As Eff.	D barre
1	S	1.24	0.0	0.00	8.0	-56.0	5.0	9.7	968	10.1	22.5

COMBINAZIONI QUASI PERMANENTI IN ESERCIZIO - VERIFICA APERTURA FESSURE (NTC/EC2)

N°Comb	Ver	e1	e2	K2	Kt	e sm	srm	wk	M Fess.
1	S	-0.00032	0.00009	0.50	0.40	0.000160 (0.000160)	335	0.054 (0.30)	-77.88

Verifica sbalzo longitudinale

Si riporta la verifica dello sbalzo longitudinale della soletta in corrispondenza del giunto tra impalcato e spalla. Come indicato nel punto 2.6.2.7.6 del manuale di progettazione RFI DTC SI PS MA IFS 001 B in corrispondenza delle interruzioni della continuità strutturale della soletta, come ad esempio i giunti trasversali, le verifiche locali degli sbalzi longitudinali dell'impalcato andranno effettuate adottando per il coefficiente di incremento dinamico q_2 citato al punto 5.1.3.4 delle NTC2018, un valore pari ad almeno 1.5. Lo schema di carico mobile considerato nelle verifiche è lo "schema di carico 2" che prevede due impronte di carico da 200 kN su area 0.35×0.6 m. Il carico considerato agente, a favore di sicurezza, interamente all'estremità della mensola longitudinale è pari quindi a $200 \times 1.5 = 300$ kN.

Nella figura seguente si riporta la geometria della mensola con il carico applicato. La larghezza della mensola direttamente interessata dal carico è assunta pari alla larghezza dell'impronta più la diffusione a 45° attraverso la pavimentazione di spessore 9 cm ($60 + 18 = 78$ cm). Inoltre, si ipotizza una diffusione del carico nel piano a 45° per la lunghezza della mensola fino alla sezione di incastro; la larghezza della mensola ideale è quindi $78 + 2 \times 55 = 188$ cm. Si effettua la verifica della mensola con altezza pari a 31 cm.

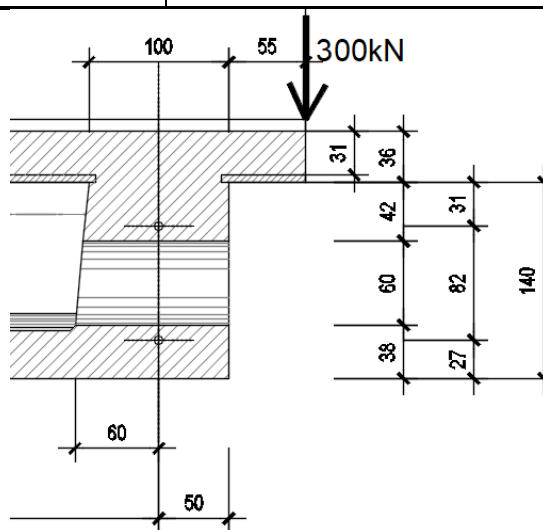


Figura 27 – Sbalzo longitudinale della soletta

$$T_d = 300 \text{ kN}$$

$$M_d = 300 \times 0.55 = 165 \text{ kNm}$$

$$B \text{ sezione} = 1.88 \text{ m}$$

$$T_d = 300/1.88 = 159 \text{ kN/m}$$

$$M_d = 165/1.88 = 88 \text{ kNm/m}$$

Si dispongono $\varnothing 20/20$ in zona tesa ed in zona compressa.

DATI GENERALI SEZIONE RETTANGOLARE DI PILASTRO IN C.A.

NOME SEZIONE: soletta_sbalzo longitud

Descrizione Sezione:	Stati Limite Ultimi
Metodo di calcolo resistenza:	N.T.C.
Normativa di riferimento:	Sezione predefinita di trave (solette, nervature solai) senza staffe
Tipologia sezione:	Rettangolare
Forma della sezione:	A Sforzo Norm. costante
Percorso sollecitazione:	Assi x,y principali d'inerzia
Riferimento Sforzi assegnati:	Zona non sismica
Riferimento alla sismicità:	

CARATTERISTICHE DI RESISTENZA DEI MATERIALI IMPIEGATI

CALCESTRUZZO -	Classe:	C32/40
	Resistenza compress. di progetto f_{cd} :	18.13 MPa
	Deform. unitaria max resistenza ϵ_{c2} :	0.0020
	Deformazione unitaria ultima ϵ_{cu} :	0.0035
	Diagramma tensioni-deformaz.:	Parabola-Rettangolo
	Modulo Elastico Normale E_c :	32308.0 MPa

IMPALCATO – RELAZIONE DI CALCOLO

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
NN1X	00	D78CL	IV 01 00 003	A	192 di 196

Resis. media a trazione fctm: 3.020 MPa

ACCIAIO -	Tipo:	B450C	
	Resist. caratt. a snervamento fyk:	450.00	MPa
	Resist. caratt. a rottura ftk:	450.00	MPa
	Resist. a snerv. di progetto fyd:	391.30	MPa
	Resist. ultima di progetto ftd:	391.30	MPa
	Deform. ultima di progetto Epu:	0.068	
	Modulo Elastico Ef:	210000.0	MPa
	Diagramma tensioni-deformaz.:	Bilineare finito	

CARATTERISTICHE GEOMETRICHE ED ARMATURE SEZIONE

Base:	100.0	cm
Altezza:	31.0	cm
Barre inferiori:	5Ø20	(15.7 cm ²)
Barre superiori:	5Ø20	(15.7 cm ²)
Coprif.Inf.(dal baric. barre):	5.0	cm
Coprif.Sup.(dal baric. barre):	5.0	cm
Coprif.Lat. (dal baric.barre):	4.0	cm

CALCOLO DI RESISTENZA - SFORZI PER OGNI COMBINAZIONE ASSEGNATA

N	Sforzo normale [kN] applicato nel baricentro (posit. se di compress.)
Mx	Momento flettente [kNm] intorno all'asse x baric. della sezione con verso positivo se tale da comprimere il lembo sup. della sezione
VY	Taglio [kN] in direzione parallela all'asse Y del riferim. generale
MT	Momento torcente [kN m]

N°Comb.	N	Mx	Vy	MT
1	0.00	88.00	159.00	0.00

RISULTATI DEL CALCOLO

Copriferro netto minimo barre longitudinali:	3.0	cm
Interferro netto minimo barre longitudinali:	19.0	cm
Copriferro netto minimo staffe:	3.0	cm

VERIFICHE DI RESISTENZA IN PRESSO-TENSO FLESSIONE ALLO STATO LIMITE ULTIMO

Ver	S = combinazione verificata / N = combin. non verificata
N	Sforzo normale baricentrico assegnato [kN] (positivo se di compressione)
Mx	Momento flettente assegnato [kNm] riferito all'asse x baricentrico
N Ult	Sforzo normale alla massima resistenza [kN] nella sezione (positivo se di compress.)
Mx rd	Momento resistente ultimo [kNm] riferito all'asse x baricentrico
Mis.Sic.	Misura sicurezza = rapporto vettoriale tra (N rd,Mx rd) e (N,Mx) Verifica positiva se tale rapporto risulta >=1.000
Yn	Ordinata [cm] dell'asse neutro alla massima resistenza nel sistema di rif. X,Y,O sez.
x/d	Rapp. di duttilità (travi e solette)[§ 4.1.2.1.2.1 NTC]: deve essere < 0.45
C.Rid.	Coeff. di riduz. momenti in travi continue [formula (4.1.1)NTC]

N°Comb	Ver	N	Mx	N rd	Mx rd	Mis.Sic.	Yn	x/d	C.Rid.	
1	S	0.00	88.00	-0.20	149.87	1.703	26.3	0.18	0.70	31.4 (4.5)

DEFORMAZIONI UNITARIE ALLO STATO LIMITE ULTIMO

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

N°Comb	ec max	Yc max	es min	Ys min	es max	Ys max
--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------

IMPALCATO – RELAZIONE DI CALCOLO

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
NN1X	00	D78CL	IV 01 00 003	A	193 di 196

1 0.00350 31.0 -0.00022 26.0 -0.01586 5.0

VERIFICHE A TAGLIO SENZA ARMATURE TRASVERSALI (§ 4.1.2.1.3.1 NTC)

Ver S = comb.verificata a taglio/ N = comb. non verificata
Ved Taglio agente [daN] uguale al taglio Vy di comb. (sollecit. retta)
Vwct Taglio trazione resistente [kN] in assenza di staffe [formula (4.1.23)NTC]
d Altezza utile sezione [cm]
bw Larghezza minima sezione [cm]
Ro Rapporto geometrico di armatura longitudinale [<0.02]
Scp Tensione media di compressione nella sezione [Mpa]

N°Comb	Ver	Ved	Vwct	d	bw	Ro	Scp
1	S	159.00	198.03	26.0	100.0	0.0121	0.00

12 VALUTAZIONE ESCURSIONE GIUNTO DI DILATAZIONE

Gli spostamenti in corrispondenza dei giunti sono valutati secondo quanto previsto nel punto 2.5.2.1.5.1 delle norme RFI DTC SI PS MA IFS 001 C. Si riporta di seguito il dettaglio del calcolo.

ESCURSIONE APPOGGI

$k_1 =$	0.45		
$k_2 =$	0.55		
		$L_{campata} =$	23.6 m
$\alpha =$	1.00E-05		1/°C
$\Delta T =$	22.5		°C
$Dt =$	0.005	m	spostamento da variazione termica uniforme

PARAMETRI SISMICI

a_g SLV =	0.127	g
$a_g =$	1.2459	m/sq
$S =$	1.493	
$T_c =$	0.639	s
$T_d =$	2.108	s

CALCOLO SPOSTAMENTI

$d_{g,i} =$	0.063	m	spostamento assoluto orizzontale massimo del suolo nel punto i
$d_{g,j} =$	0.063	m	spostamento assoluto orizzontale massimo del suolo nel punto j
$d_{ij,max} =$	0.111	m	spostamento relativo massimo tra i punti i e j dovuto agli spostamenti del terreno
$d_{ij,0} =$	0.000	m	spostamento relativo tra i punti i e j a piccola distanza
$v_s =$	180	m/s	velocità delle onde di taglio per terreno di cat.C (valore minimo)
$d_{ij,L} =$	0.029	m	spostamento tra i punti i e j dovuto agli spostamenti relativi del terreno
$d_{Eg} =$	0.029	m	
$E_{Lmin} =$	0.127	m	
$E_1 =$	0.011	m	
$E_2 =$	0.063	m	
$E_3 =$	0.058	m	
$E_L =$	0.059	m	
$\max E_i =$	0.063	m	
$E_{Ld} =$	0.127	m	

IMPALCATO – RELAZIONE DI CALCOLO

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
NN1X	00	D78CL	IV 01 00 003	A	195 di 196

CORSA APPARECCHI D'APPOGGIO MOBILI

+/- 0.080 m
con increm 10% **0.088** m

ESCURSIONE DEI GIUNTI

+/- 0.074 m
con increm 10% **0.081** m

AMPIEZZA DEI VARCHI

≥ 0.084 m
con increm 10% **0.092** m

13 INCIDENZA ARMATURE

La valutazione dell'incidenza dell'armatura lenta è sintetizzata di seguito:

- Armatura lenta travi 160kg/mc
- Armatura soletta 180 kg/mc
- Armatura lenta traverso 350 kg a trave