

COMMITTENTE:



PROGETTAZIONE:



**U.O. OPERE CIVILI**

**PROGETTO DEFINITIVO**

**RADDOPPIO DELLA LINEA GENOVA – VENTIMIGLIA  
TRATTA FINALE LIGURE - ANDORA**

**OPERE PRINCIPALI – PONTI E CAVALCAFERROVIA**

Ponte stradale su Torrente Arroscia  
Relazione di calcolo impalcato, appoggi e giunti

SCALA:

-

COMMESSA	LOTTO	FASE	ENTE	TIPO DOC.	OPERA/DISCIPLINA	PROGR.	REV.
IV01	00	D	09	CL	IVX80A	001	A

Rev.	Descrizione	Redatto	Data	Verificato	Data	Approvato	Data	Autorizzato Data
A	Emissione esecutiva	K. Petrucci	Feb.2022	F. Bonifacio	Feb.2022	D. Fadda	Feb.2022	A. Vittozzi Feb. 22 2022

ITALFER S.p.A.  
U.O. Opere Civili e Gestione della Infrastruttura  
Data Ing. Alberto Vittozzi  
Ordine degli Ingegneri della Provincia di Genova  
n° 1270/22

File IV0100D09CLIVX80A001A

n. Elab.:

## INDICE

1	PREMESSA .....	2
2	NORMATIVE DI RIFERIMENTO .....	5
2.1	NORMATIVA E ISTRUZIONI.....	5
3	CARATTERISTICHE DEI MATERIALI IMPIEGATI.....	6
3.1	CALCESTRUZZO.....	6
3.2	ACCIAIO .....	6
3.2.1	<i>Acciaio per cemento armato.....</i>	6
3.2.2	<i>Acciaio carpenteria metallica .....</i>	6
4	CARATTERIZZAZIONE GEOTECNICA E SISMICA .....	7
5	CARATTERIZZAZIONE SISMICA.....	8
6	ANALISI DEI CARICHI .....	9
7	GRUPPI DI AZIONI.....	10
8	COMBINAZIONI DI CARICO.....	11
9	CARATTERISTICHE GEOMETRICHE DELLE SEZIONI .....	12
10	MODELLI DI CALCOLO .....	13
10.1	MODELLO A GRATICCIO.....	13
10.2	MODELLO TRASVERSALE DELLA SOLETTA.....	13
10.2.1	<i>Carichi applicati.....</i>	13
11	CARATTERISTICHE DI SOLLECITAZIONE TRAVI.....	16
12	VERIFICA DELLA SOLETTA IN DIREZIONE TRASVERSALE.....	17
12.1	STATO LIMITE ULTIMO.....	17

12.1.1	Verifica a flessione .....	17
12.1.2	Verifica a taglio.....	20
12.2	STATO LIMITE DI ESERCIZIO.....	20
12.2.1	Stato limite di formazione delle fessure.....	21
12.2.2	Verifica delle tensioni di esercizio.....	22
13	SCARICHI SUGLI APPOGGI .....	23
14	REAZIONI COMPLESSIVE SULLE SOTTOSTRUTTURE .....	26
15	SPOSTAMENTI APPARECCHI DI APPOGGIO E GIUNTI.....	29

## 1 PREMESSA

La presente relazione ha per oggetto le verifiche di sicurezza e stabilità della soletta dell'impalcato a struttura mista acciaio-calcestruzzo nonché la definizione delle azioni e spostamenti su appoggi e sottostrutture del ponte stradale "IVX8" sul Torrente Arroscia, previsto nell'ambito del raddoppio della linea Genova-Ventimiglia, tratta Finale Ligure - Andora.

L'opera in oggetto è un viadotto stradale con impalcato in struttura mista acciaio- calcestruzzo, su schema statico a trave continua per un totale di 5 campate, con scansione delle luci in asse appoggi pari a  $43.50+43.50+43.50+43.50+43.50 = 217.50\text{m}$ , misurate lungo lo sviluppo.

L'impalcato poggia su due spalle (una mobile, la A progr. 0+112.016, e una fissa, la B progr.0+329.516) e su 4 pile centrali in alveo.

L'andamento planimetrico dell'impalcato è in rettilineo.

La lunghezza complessiva di ogni trave è pari a 218.7m (considerando i due retro trave di 0.6m in corrispondenza di ciascuna estremità).

L'opera, a sezione mista acciaio – calcestruzzo, si compone di 5 travi longitudinali in acciaio, realizzate mediante composizione di lamiera per saldatura, di altezza 1750mm e aventi interasse pari a 2.06m.

La piattaforma, di larghezza complessiva di 12.40m, accoglie una carreggiata bitumata a doppio senso di marcia di 8.00m di larghezza (due corsie da 3.50m + due banchine da 0.5m) e due marciapiedi laterali di servizio da 2.20m.

Gli sbalzi della soletta a partire dall'asse delle travi esterne sono entrambi pari a 2.08m.

Lo schema dei vincoli prevede:

- Spalla B: 3 appoggi unidirezionali (scorrevoli in senso longitudinale) per le tre travi interne, 2 appoggi multidirezionali per le due travi esterne e 2 isolatori isteretici in direzione longitudinale per le due travi esterne;
- Spalla A e Pile: 3 appoggi unidirezionali (scorrevoli in senso longitudinale) per le tre travi interne e 2 multidirezionali per le due travi esterne su ciascuna fila di appoggi.

Gli assi appoggi presentano una inclinazione rispetto alla ortogonale all'asse dell'impalcato pari a 15°.

L'impalcato prevede traversi con sezioni a doppio T posizionati con un interasse longitudinale di 4.35m. In particolare i traversi correnti prevedono una sezione trasversale costituita da un profilo laminato commerciale serie HE, mentre in asse appoggi, su pila e spalle la sezione è realizzata mediante composizione di lamiera per saldatura.

La struttura è dotata, inoltre, di controventi orizzontali, situati in corrispondenza delle piattabande superiori delle travi per evitare fenomeni di instabilità durante il posizionamento della trave ed il getto della soletta di completamento.

La soletta in cemento armato è realizzata con getto in opera mediante l'impiego di predalles autoportanti appoggiate sulle travi. La sezione trasversale presenta un'altezza variabile da 30cm (25cm + 5cm) in corrispondenza della trave di bordo a 40cm (35cm + 5cm) sulla mezzzeria dell'impalcato. La solidarizzazione tra la struttura metallica e la soletta in cemento armato è assicurata da un opportuno numero di connettori tipo Nelson saldati all'ala superiore di ciascuna delle travi metalliche.

Le dimensioni degli elementi strutturali in acciaio costituenti i conci dell'impalcato sono i seguenti.

Travi:

Concio	H <sub>tot</sub>	t	B <sub>sup</sub>	S <sub>sup</sub>	B <sub>inf</sub>	S <sub>inf</sub>
	[mm]	[mm]	[mm]	[mm]	[mm]	[mm]
1-1	1750	20	600	25	900	20
1-2	1750	15	700	40	900	40
1-3	1750	15	700	40	900	40
1-4	1750	20	600	30	900	45
1-5	1750	25	600	40	900	50
2-2	1750	15	600	20	900	40
2-3	1750	15	600	25	900	35
2-1	1750	20	600	25	900	40

H<sub>tot</sub>: altezza trave; t: spessore anima; B, s: larghezza e spessore delle piattabande.

Di seguito si riporta l'estensione in longitudinale dei conci della trave a partire dalla testa della trave per metà impalcato:

concio 1-1:	da 0m	a	6.60m	lunghezza 6.60m	
concio 1.2:	da 6.60m	a	17.10m	lunghezza 10.50m	
concio 1-3:	da 17.10m	a	27.60m	lunghezza 10.50m	
concio 1-4:	da 27.60m	a	38.10m	lunghezza 10.50m	
concio 1-5:	da 38.10m	a	50.10m	lunghezza 12.00m	(in asse pila 1)
concio 2-2:	da 50.10m	a	60.60m	lunghezza 10.50m	
concio 2-3:	da 60.60m	a	71.10m	lunghezza 10.50m	
concio 2-2:	da 71.10m	a	81.60m	lunghezza 10.50m	
concio 2-1:	da 81.60m	a	93.60m	lunghezza 12.00m	(in asse pila 2)
concio 2-2:	da 93.60m	a	104.10m	lunghezza 10.50m	
concio 2-3:	da 104.10m	a	114.60m	lunghezza 10.50m	

Controventi di piano:

superiori: L80x80x10 disposti a X

Traversi su spalle:

sezione a doppio T connessa con la soletta

H=1410mm, sp anima = 15mm, Piattabanda sup: 500mmx15mm, Piattabanda inf: 500mmx20mm

Traversi su pile:

sezione a doppio T

H=1070mm, sp anima = 20mm, Piattabanda sup: 500mmx20mm, Piattabanda inf: 500mmx20mm

Traversi correnti:

HEB500

	<b>PROGETTO DEFINITIVO</b> <b>RADDOPPIO LINEA GENOVA - VENTIMIGLIA</b> <b>TRATTA FINALE LIGURE - ANDORA</b>					
<b>IVX8 – Ponte stradale su Torrente Arroscia</b> <b>Relazione di calcolo impalcato, appoggi e giunti</b>	COMMESSA IV01	LOTTO 00	CODIFICA D 09 CL	DOCUMENTO IVX80A001	REV. A	FOGLIO 5 di 34

## 2 NORMATIVE DI RIFERIMENTO

### 2.1 Normativa e istruzioni

La progettazione è conforme alle normative vigenti.

Ferrovie dello Stato hanno emanato nel tempo varie normative e linee guida riguardanti sia i sovraccarichi che le prescrizioni relative ai cavalcaferrovia.

Le normative rilevanti per la redazione del progetto di messa in sicurezza sono ovviamente le normative ora vigenti per le strutture, e per i ponti ferroviari in particolare, elencate nel seguito.

- DM 17 gennaio 2018: *Aggiornamento delle “Norme Tecniche per le Costruzioni”*(nel seguito **NTC18**);
- Circolare 21 gennaio 2019, n.7 C.S.LL.PP: *istruzioni per l’applicazione delle NTC 2018* (nel seguito **circ. NTC18**);
- RFICTCSIMAIIFS001\_E: *Manuale di progettazione delle opere civili – PARTE II – SEZIONE 2 – PONTI E STRUTTURE - 31/12/2020* (nel seguito **MdP**)
- 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
- UNI EN 1991 (nel seguito **EN91**)
- UNI EN 1992 (nel seguito **EN92**)
- UNI EN 1994 (nel seguito **EN94**)
- Linee Guida per la progettazione di ponti e viadotti stradali a travata, Settembre 2012 (nel seguito **LG ANAS**)

### 3 CARATTERISTICHE DEI MATERIALI IMPIEGATI

#### 3.1 Calcestruzzo

Soletta: Classe C35/45

$$R_{ck} = 45 \text{ N/mm}^2$$

$$f_{ck} = 0,83 \cdot R_{ck} = 37,35 \text{ N/mm}^2$$

Resistenza di calcolo a compressione:  $f_{cd} = f_{ck} \cdot \alpha_{cc} / \gamma_c = 37,35 \cdot 0,85 / 1,5 = 21,17 \text{ N/mm}^2$

Resistenza di calcolo a trazione:  $f_{ctm} = 0,30 \cdot f_{ck}^{(2/3)} = 3,35 \text{ N/mm}^2$

Tipo di cemento: CEM I ÷ V

Rapporto Acqua/Cemento:  $\leq 0,50$

Classe minima di consistenza: S4

Classe di esposizione ambientale: XC3+XS1

Copriferro = 40 mm

Diametro massimo inerti: 20 mm

#### 3.2 Acciaio

##### 3.2.1 Acciaio per cemento armato

Si utilizzano barre ad aderenza migliorata in acciaio con le seguenti caratteristiche meccaniche:

acciaio	<b>B450C</b>
tensione caratteristica di snervamento	$f_{yk} = 450 \text{ N/mm}^2$ ;
tensione caratteristica di rottura	$f_{tk} = 540 \text{ N/mm}^2$ ;
resistenza di calcolo a trazione	$f_{yd} = 391,30 \text{ N/mm}^2$ ;
modulo elastico	$E_s = 206.000 \text{ N/mm}^2$ .

##### 3.2.2 Acciaio carpenteria metallica

Acciaio	<b>S355</b>
Tensione di snervamento	$f_{yk} \leq 355 \text{ N/mm}^2$ ;
Tensione di rottura	$f_{tk} \leq 510 \text{ N/mm}^2$ ;
Modulo elastico	$E = 210.000 \text{ N/mm}^2$ ;
Coefficiente di Poisson	$\nu = 0,3$ ;
Modulo di elasticità trasversale	$G = E / [2 (1 + \nu)] = 80769,23 \text{ N/m}^2$ ;
Coefficiente di espansione termica lineare	$\alpha = 12 \cdot 10^{-6} \text{ per } ^\circ\text{C}^{-1} \text{ (per T fino a } 100 \text{ } ^\circ\text{C)}$ ;
Densità	$\rho = 7.850 \text{ kg/m}^3$ .



#### **4 CARATTERIZZAZIONE GEOTECNICA E SISMICA**

Si rimanda all'elaborato IV0I00D09CLIVX809001.

## 5 CARATTERIZZAZIONE SISMICA

Si rimanda all'elaborato IV0I00D09CLIVX809001.

## 6 ANALISI DEI CARICHI

Si rimanda all'elaborato IV0I00D09CLIVX809001.

## 7 GRUPPI DI AZIONI

Si rimanda all'elaborato IV0I00D09CLIVX809001.

## 8 COMBINAZIONI DI CARICO

Si rimanda all'elaborato IV0I00D09CLIVX809001.

## **9 CARATTERISTICHE GEOMETRICHE DELLE SEZIONI**

Si rimanda all'elaborato IV0I00D09CLIVX809001.

## 10 MODELLI DI CALCOLO

Per la modellazione si utilizza il programma di calcolo agli elementi finiti “SAP 2000 NonLinear” della Computer and Structures, Inc.

Le analisi sul ponte in oggetto, sono state condotte mediante appositi modelli matematici agli elementi finiti (E.F.).

In relazione alle azioni e agli elementi strutturali, sono stati considerati differenti modelli:

- per le travi d'acciaio ed i traversi nei confronti dei carichi verticali, è stato adottato un modello globale a graticcio. In questo modello, inoltre, si sono considerati tutti gli effetti di tira e spingi verticale indotti dalle forze orizzontali trasversali (vento, sisma, etc.).
- per la soletta nei confronti degli effetti locali è stato adottato un modello di trave continua su appoggi fissi.

### 10.1 Modello a graticcio

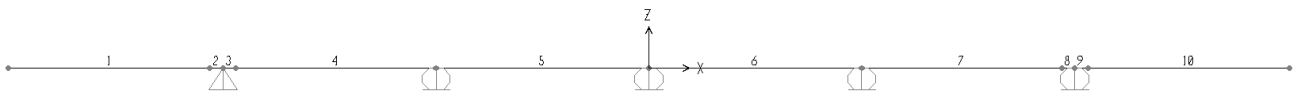
Si rimanda all'elaborato IV0I00D09CLIVX809001.

### 10.2 Modello trasversale della soletta

La soletta è stata studiata come una trave continua su 5 appoggi che rappresentano i punti in cui la soletta incontra le travi.

Il modello agli elementi finiti, realizzati con programma SAP2000, si riferisce ad una striscia trasversale di 1.0 m di soletta.

Di seguito si riporta uno schema di tale modello:



La rigidezza degli elementi è stata assunta costante e calcolata con una altezza media della soletta pari a 0.25m.

#### 10.2.1 Carichi applicati

I carichi permanenti sono i seguenti.

Carichi di prima fase:

$$\text{Peso proprio soletta (s=0.30m) + predalle (s=0.05m)} = 8.75 \text{ kN/m (/m)}$$

Tali carichi si considerano agenti sulla predalle e pertanto non sono presi in conto.

Carichi di seconda fase:

$$\text{Pavimentazione (s=0.11m)} = 2.75 \text{ kN/m (/m)}$$

marciapiedi (2x)	= 4.75 kN/m (/m)
Sicurvia (2x)	= 9.00 kN (/m)
veletta + parapetto + impianti (2x)	= 2.55 kN (/m)

Le azioni variabili da traffico considerate sono le seguenti.

Azioni sulla pavimentazione stradale (assunte mobili in direzione trasversale sulla larghezza della pavimentazione al fine di massimizzare gli effetti):

schema di carico 1 con 1 corsia caricata:  $Q_{1k} = 300 \text{ kN}$   $q_{1k} = 9.0 \text{ kN/mq}$

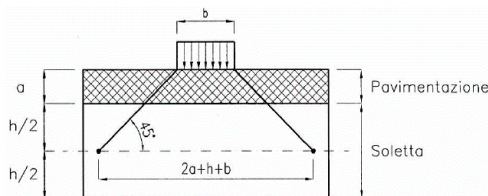
schema di carico 1 con 2 corsie caricate:  $Q_{1k} = 300 \text{ kN}$   $q_{1k} = 9.0 \text{ kN/mq}$

$Q_{2k} = 200 \text{ kN}$   $q_{2k} = 2.5 \text{ kN/mq}$

schema di carico 2: carico asse  $Q_{ak} = 400 \text{ kN}$ .

Inoltre è stato considerato lo schema di carico 4 (carico isolato da 10kN con impronta quadrata di lato 0.10m) per le verifiche locali dei marciapiedi.

I carichi concentrati si assumono uniformemente distribuiti sulla superficie della relativa impronta. La diffusione attraverso la pavimentazione e lo spessore della soletta si considera avvenire secondo un angolo di  $45^\circ$ , fino al piano medio della soletta secondo il seguente schema:



A favore di sicurezza si è assunto lo spessore minimo della soletta ( $s=25\text{cm}$ ).

Schema di carico 1:

Impronta	Blong =	0.40	m
	Btras =	0.40	m
Impronta diffusa	Blong =	0.87	m
	Btras =	0.87	m

Schema di carico 2:

Impronta	Blong =	0.35	m
	Btras =	0.60	m
Impronta diffusa	Blong =	0.82	m
	Btras =	1.07	m



Schema di carico 4:

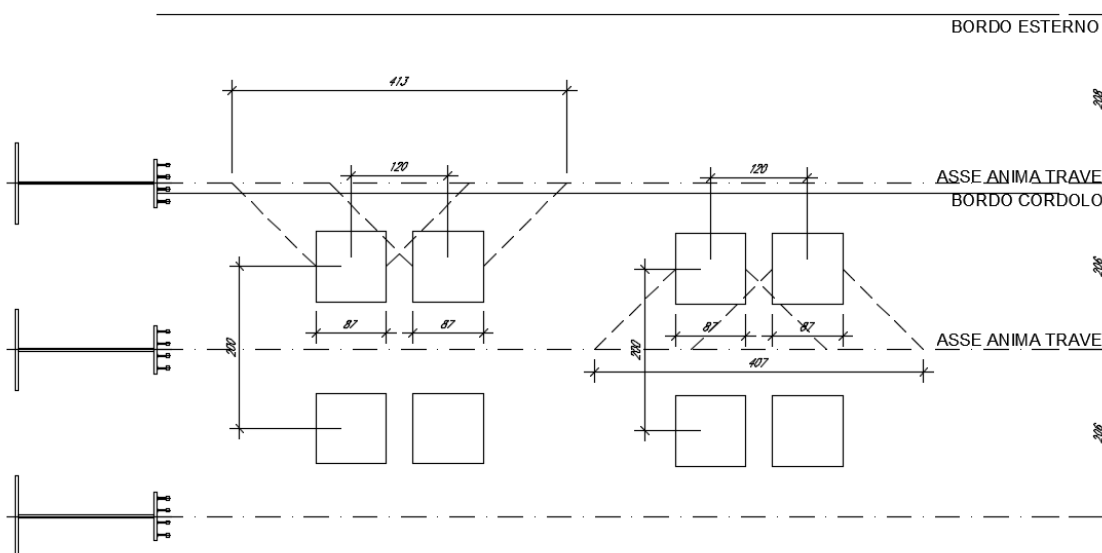
Impronta	Blong =	0.10	m
	Btras =	0.10	m
Impronta diffusa	Blong =	0.57	m
	Btras =	0.57	m

Al fine di considerare il comportamento a piastra della soletta in direzione longitudinale i carichi mobili sono stati distribuiti anche in pianta proiettando l'impronta del carico a 45° fino all'asse delle travi. In tal modo si hanno due diverse distribuzioni dei carichi mobili a seconda che gli stessi sono posizionati sullo sbalzo (proiezione dell'impronta del carico fino all'asse della trave di bordo) o tra le travi (proiezione dell'impronta del carico fino all'asse delle travi).

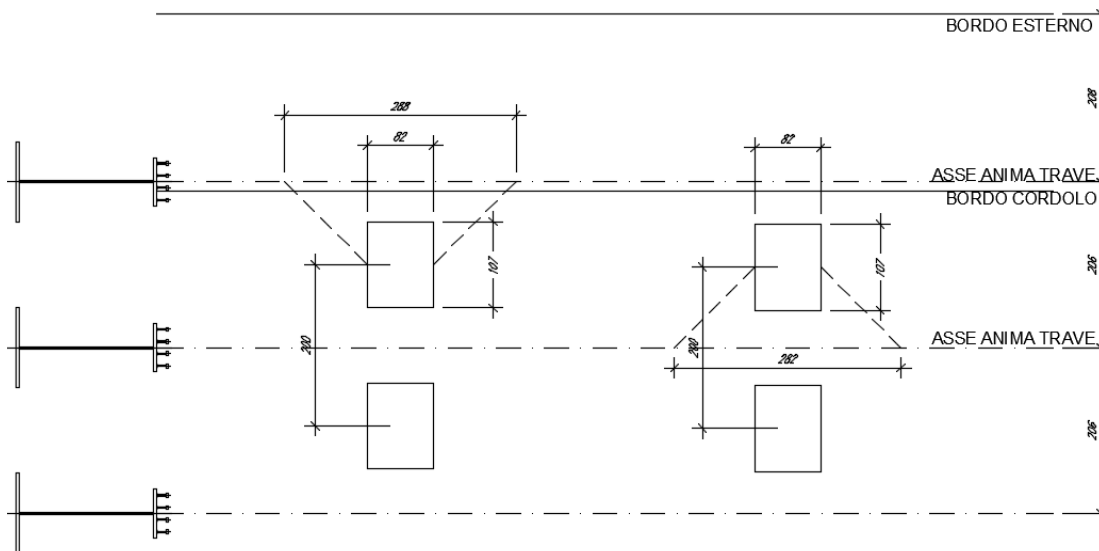
Nel presente caso i carichi mobili non sono presenti sullo sbalzo.

Per il caso in cui i carichi mobili sono posizionati tra le travi si ha:

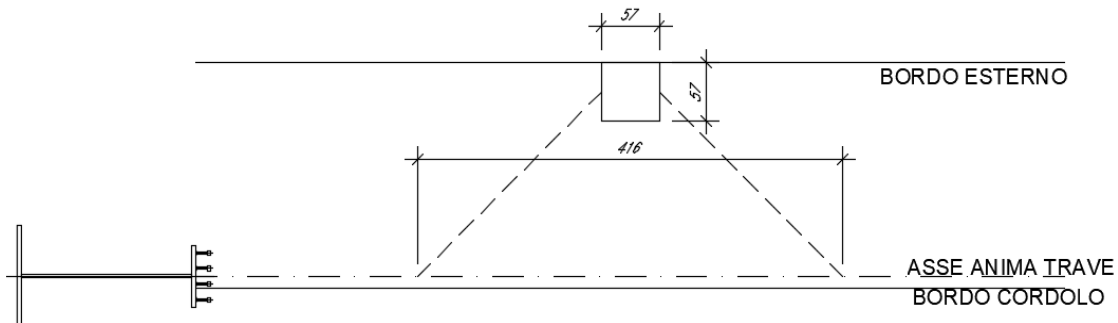
schema carico 1: lunghezza di ripartizione longitudinale minima 4.07m approssimata a 4.00m:



schema carico 2: lunghezza di ripartizione longitudinale minima 2.82m approssimata a 2.50m:



Schema di carico 4: lunghezza di ripartizione longitudinale 4.16m approssimata a 4.0m:



Avendo nel modello una larghezza di soletta unitaria è stata effettuata una ripartizione del carico sulle lunghezze di ripartizione suindicate.

Per le restanti azioni assunte come uniformemente distribuite lungo lo sviluppo del ponte (carichi permanenti, vento, componente uniforme del traffico) e' stata considerata una larghezza di ripartizione unitaria.

Le sollecitazioni di verifica sono state assunte pari alle massime derivanti dai diversi schemi di carico suindicati.

Folla

Sui marciapiedi è stato considerato lo schema di carico 5:  $q_{fk} = 5 \text{ kN/mq}$ .

## 11 CARATTERISTICHE DI SOLLECITAZIONE TRAVI

Si rimanda all'elaborato IV0100D09CLIVX809001.

## 12 VERIFICA DELLA SOLETTA IN DIREZIONE TRASVERSALE

Per la verifica della soletta in direzione longitudinale si rimanda all'elaborato IV0100D09CLIVX809001.

### 12.1 Stato limite ultimo

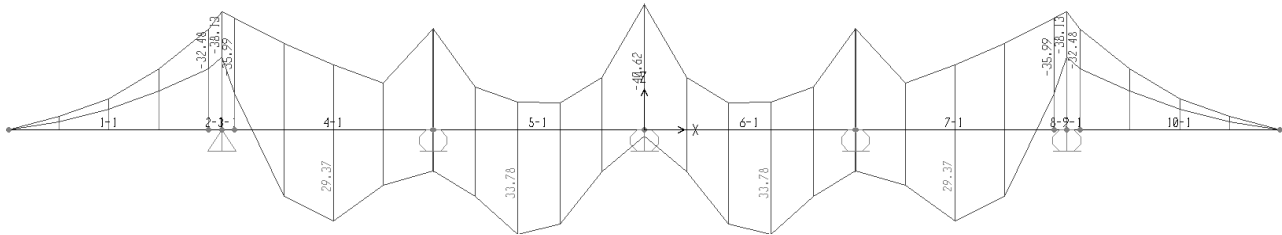


Diagramma involuppo momento flettente

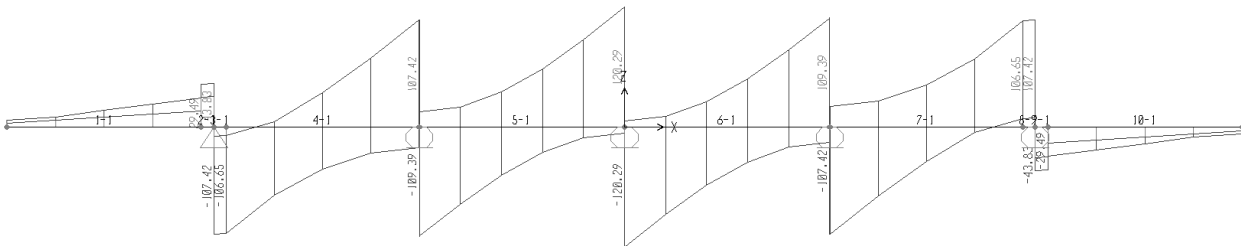


Diagramma involuppo taglio

Le massime sollecitazioni allo SLU sono le seguenti:

Appoggio esterno (incastro sbalzo soletta)

$$M_{\max} = -35 \text{ kNm/m (valore a } \frac{1}{4} \text{ larghezza piattabanda ala da asse appoggio)}$$

$$V_{\max} = -93 \text{ kN/m (valore a filo piattabanda ala)}$$

Campate

$$M_{\max} = 34 \text{ kNm/m}$$

Appoggi interni

$$M_{\max} = -32 \text{ kNm/m (valore a } \frac{1}{4} \text{ larghezza piattabanda ala da asse appoggio)}$$

$$V_{\max} = -110 \text{ kN/m (valore a filo piattabanda ala)}$$

#### 12.1.1 Verifica a flessione

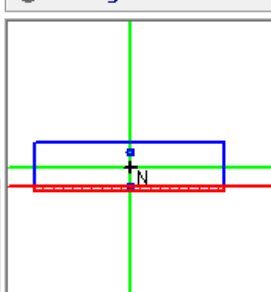
**Sbalzo:**

Armatura disposta:	superiore	1 $\phi$ 14/20
	inferiore	1 $\phi$ 14/20

<b>N*</b>	<b>b [cm]</b>	<b>h [cm]</b>
1	100	25

<b>N*</b>	<b>As [cm²]</b>	<b>d [cm]</b>
1	7.7	4.7
2	7.7	22.3

Rettangoli  Coord.



**Sollecitazioni**  
S.L.U.  Metodo n

**N**  
N<sub>Ed</sub> 0 kN  
M<sub>xEd</sub> -35 kNm  
M<sub>yEd</sub> 0

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

**Tipo rottura**  
Lato calcestruzzo - Acciaio snervato

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

**Tipo flessione**  
 Retta  Deviata

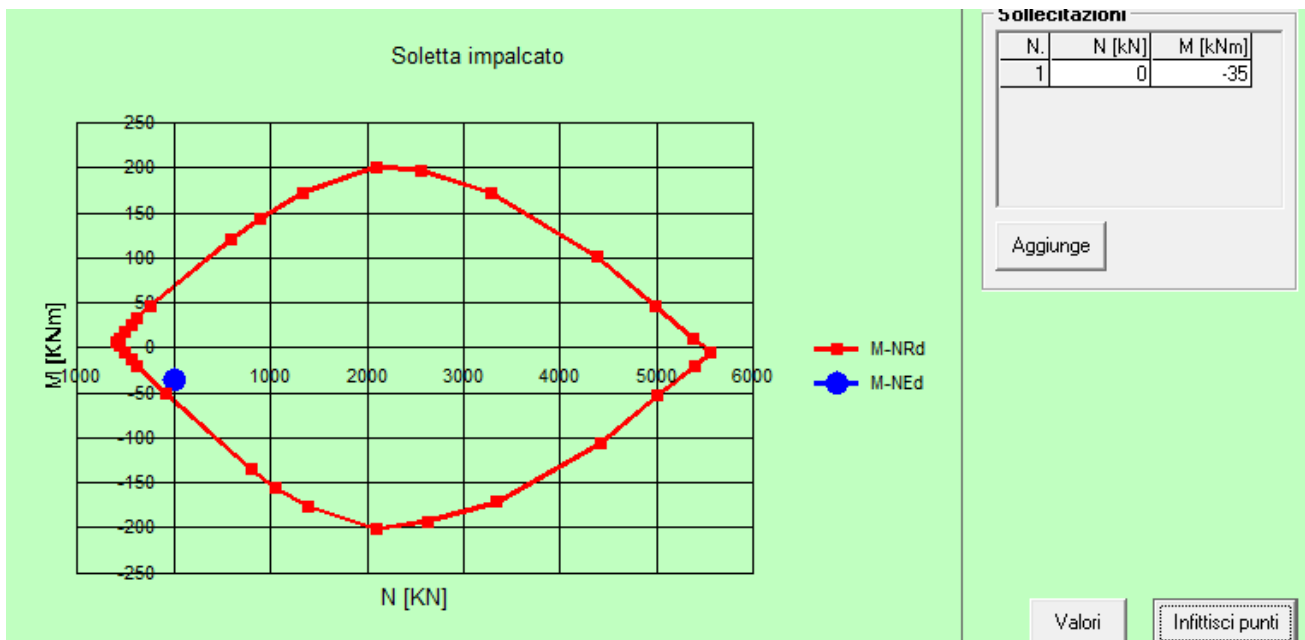
**Materiali**  
B450C C35/45  
ε<sub>su</sub> 67.5 % ε<sub>c2</sub> 2 %  
f<sub>yd</sub> 391.3 N/mm² ε<sub>cu</sub> 3.5 %  
E<sub>s</sub> 200,000 N/mm² f<sub>cd</sub> 19.83  
E<sub>s</sub>/E<sub>c</sub> 15 f<sub>cc</sub>/f<sub>cd</sub> 0.8  
ε<sub>syd</sub> 1.957 % σ<sub>c,adm</sub> 13.5  
σ<sub>s,adm</sub> 255 N/mm² τ<sub>co</sub> 0.8  
τ<sub>c1</sub> 2.257

**M**  
M<sub>xRd</sub> -59.53 kN m  
σ<sub>c</sub> -19.83 N/mm²  
σ<sub>s</sub> 391.3 N/mm²  
ε<sub>c</sub> 3.5 %  
ε<sub>s</sub> 26.62 %  
d 20.3 cm  
x 2.359 x/d 0.1162  
δ 0.7

N\* rett. 100

Calcola MRd Dominio M-N  
L<sub>o</sub> 0 cm Col. modello

Precompresso



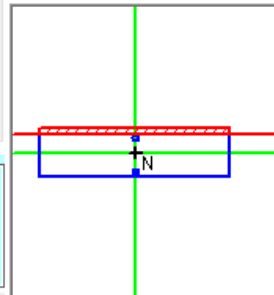
**Campata:**

Armatura disposta: superiore 1φ14/20  
inferiore 1φ14/20

N*	b [cm]	h [cm]
1	100	25

N*	As [cm <sup>2</sup> ]	d [cm]
1	7.7	4.7
2	7.7	22.3

Rettangoli  Coord.



**Sollecitazioni**

S.L.U.  Metodo n

N<sub>Ed</sub>  kN

M<sub>xEd</sub>  kNm

M<sub>yEd</sub>  kNm

**P.to applicazione N**

Centro  Baricentro cls

Coord.[cm] xN  yN

Tipo rottura  
Lato calcestruzzo - Acciaio snervato

**Metodo di calcolo**

S.L.U.+  S.L.U.-

Metodo n

**Tipo flessione**

Retta  Deviata

N\* rett.

Calcola MRd  Dominio M-N

L<sub>0</sub>  cm Col. modello

Precompresso

**Materiali**

B450C  C35/45

ε<sub>su</sub>  % ε<sub>c2</sub>  %

f<sub>yd</sub>  N/mm<sup>2</sup> ε<sub>cu</sub>  %

E<sub>s</sub>  N/mm<sup>2</sup> f<sub>cd</sub>  %

E<sub>s</sub>/E<sub>c</sub>  f<sub>cc</sub>/f<sub>cd</sub>  ?

ε<sub>syd</sub>  % σ<sub>c,adm</sub>  %

σ<sub>s,adm</sub>  N/mm<sup>2</sup> τ<sub>co</sub>  %

τ<sub>c1</sub>  %

M<sub>xRd</sub>  kN m

σ<sub>c</sub>  N/mm<sup>2</sup>

σ<sub>s</sub>  N/mm<sup>2</sup>

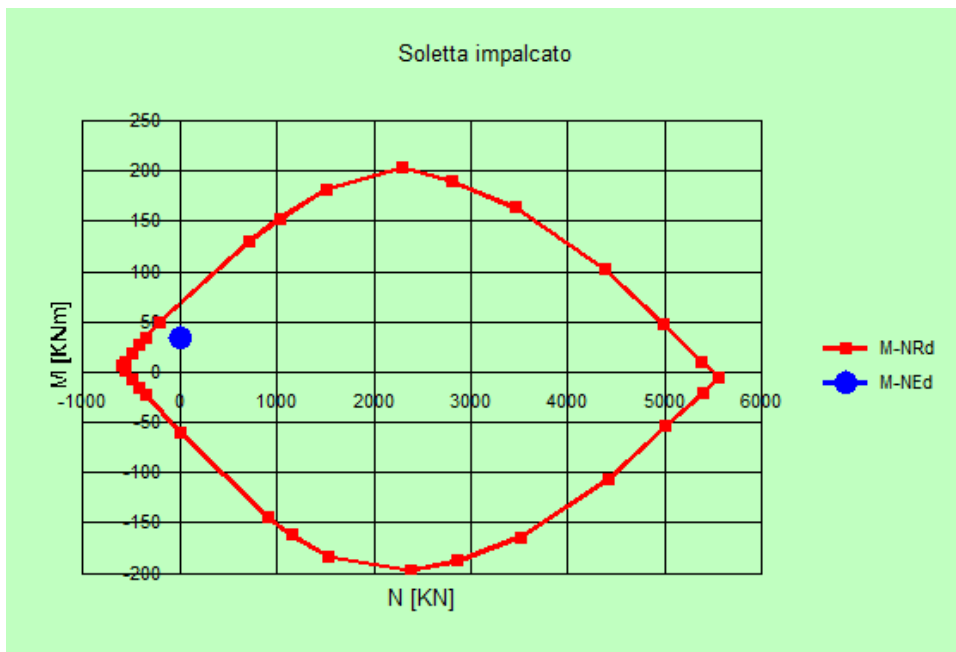
ε<sub>c</sub>  %

ε<sub>s</sub>  %

d  cm

x  x/d

δ



**Sollecitazioni**

N.	N [kN]	M [kNm]
1	0	34

### 12.1.2 Verifica a taglio

#### § 4.1.2.1.3.1 - ELEMENTI SENZA ARMATURE TRASVERSALI RESISTENTI A TAGLIO

Azione di Taglio sollecitante a Stato Limite Ultimo	$V_{Ed}$	110 [kN]
Considerare o meno il contributo dell'armatura tesa nel calcolo		si [-]
Coefficiente $C_{Rd,c}$	$C_{Rd,c}$	0.12 [-]
Coefficiente k	k	1.99 [-]
		1.99 [-]
Rapporto geometrico d'armatura che si estende per non meno di $l_{bd} + d$	$\rho_l$	0.0037916 [-]
		0.0037916 [-]

$$C_{Rd,c} = 0,18 / \gamma_c$$

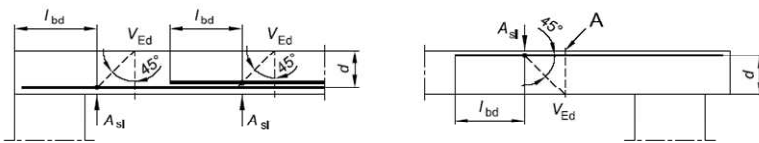
$$k = 1 + (200/d)^{0,5} \leq 2,00$$

$$\rho_l = A_{s,tesa} / (b d)$$

figura 6.3 Definizione di  $A_{sl}$  nella espressione (6.2)

Legenda

A Sezione considerata



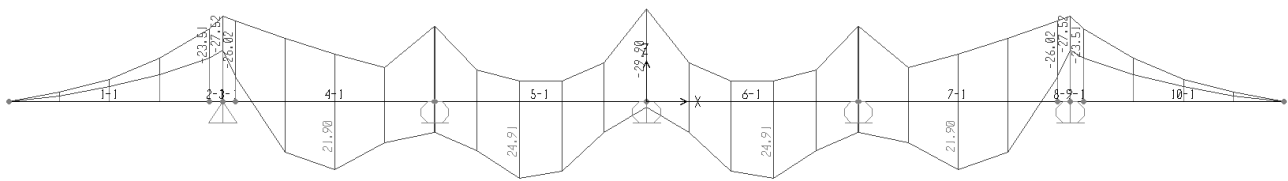
Resistenza a taglio offerta dal calcestruzzo teso	$V_{Rd,c}$	117.43 [kN]
Resistenza minima del calcestruzzo teso	$V_{Rd,min}$	122.13 [kN]
<b>Resistenza a taglio offerta dal calcestruzzo teso</b>	<b><math>V_{Rd}</math></b>	<b>122.13 [kN]</b>

$$V_{Rd,c} = C_{Rd,c} k (100 \rho_l f_{ck})^{1/3} b d$$

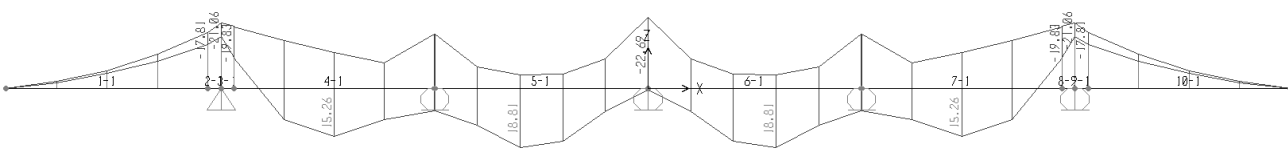
$$V_{Rd,min} = (0,035 k^{3/2} (f_{ck})^{1/2}) b d$$

Disporre il quantitativo minimo di orditura a tagli

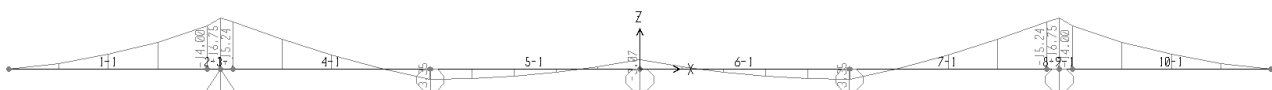
### 12.2 Stato limite di esercizio



Comb. RARA: Diagramma involucro momento flettente



Comb. FREQ.: Diagramma involucro momento flettente



Comb. QUASI PERM.: Diagramma involucro momento flettente

### 12.2.1 Stato limite di formazione delle fessure

La formazione delle fessure avviene quando la tensione normale di trazione del calcestruzzo della fibra più sollecitata vale:

$$\sigma_t = f_{ctm} / 1,2 = 3.1/1.2 = - 2.79 \text{ MPa}$$

Si riporta le verifica per la combinazione di carico frequente.

In corrispondenza degli appoggi le sollecitazioni per la verifica a fessurazione sono lette a filo piattabanda trave.

#### Sbalzo:

##### SLE RARE

N (kN/m)	0.0
M (kNm/m)	-24.0

##### SLE FREQUENTI

N (kN/m)	0.0
M (kNm/m)	-18.2

##### SLE QUASI PERMANENTI

N (kN/m)	0.0
M (kNm/m)	-13.2

$$\sigma_{c\_FREQ} = -1.54 \text{ MPa}$$

Non si supera lo stato limite di formazione delle fessure: non occorre procedere alla verifica dello stato limite di apertura delle fessure.

#### Campata:

##### SLE RARE

N (kN/m)	
M (kNm/m)	25.0

##### SLE FREQUENTI

N (kN/m)	0.0
M (kNm/m)	19.0

##### SLE QUASI PERMANENTI

N (kN/m)	0.0
M (kNm/m)	-5.0

$$\sigma_{c\_FREQ} = -1.6 \text{ MPa}$$

Non si supera lo stato limite di formazione delle fessure: non occorre procedere alla verifica dello stato limite di apertura delle fessure.

### 12.2.2 Verifica delle tensioni di esercizio

Si procede inoltre con la verifica tensionale per le combinazioni rara e quasi permanente.

Per tali combinazioni deve risultare:

$$\sigma_c < \sigma_{c,max} = 0,55 f_{ck} = 20.54 \text{ MPa} \quad \text{per la combinazione rara}$$

$$\sigma_c < \sigma_{c,max} = 0,40 f_{ck} = 19.94 \text{ MPa} \quad \text{per la combinazione quasi permanente}$$

In particolare si ha:

#### Sbalzo:

$$\sigma_{c\_Rara} \text{ (MPa)} \quad 4.04$$

$$\sigma_{c\_QuasiPerm} \text{ (MPa)} \quad 2.22$$

Le verifiche risultano soddisfatte in quanto  $\sigma_c < \sigma_{c,max}$

#### Campata:

$$\sigma_{c\_Rara} \text{ (MPa)} \quad 3.89$$

$$\sigma_{c\_QuasiPerm} \text{ (MPa)} \quad 0.84$$

Le verifiche risultano soddisfatte in quanto  $\sigma_s < \sigma_{s,max}$ .

Inoltre per la combinazione rara la massima tensione di trazione sull'acciaio deve risultare:

$$\sigma_s < \sigma_{s,max} = 0,75 f_{yk} = -337.5 \text{ MPa}$$

#### Sbalzo:

$$\sigma_{s\_Rara} \text{ (MPa)} \quad -169.8$$

#### Campata:

$$\sigma_{s\_Rara} \text{ (MPa)} \quad -161.4$$



### 13 SCARICHI SUGLI APPOGGI

La disposizione degli apparecchi di appoggio del ponte IVX8 è la seguente:

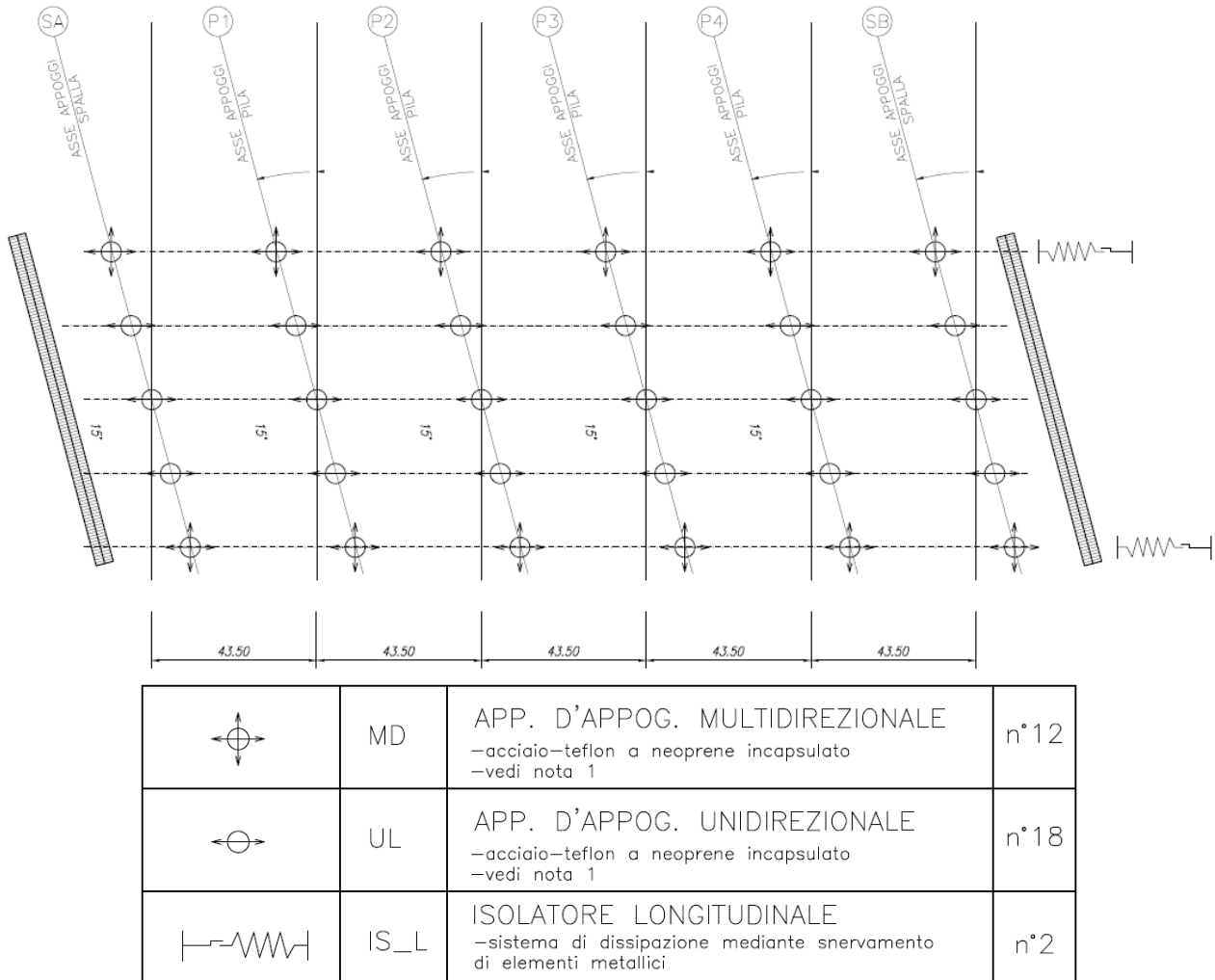


Figura 1 – Schema appoggi

Gli appoggi delle travi sulle sottostrutture sono costituiti appoggi in acciaio-teflon a neoprene armato.

Il vincolo in direzione longitudinale è costituito da due isolatori isteretici in cui la dissipazione avviene mediante la deformazione di elementi metallici.

I valori delle reazioni vincolari per gli appoggi in acciaio teflon derivano dai tre modelli a graticcio (fase1; fase2 To; fase2 Too) con il quale è stato discretizzato l'impalcato.

In fase statica le reazioni sono state combinate secondo le combinazioni allo SLU definite in precedenza in base alle quali sono stati ricavati:

- i valori massimi delle reazioni verticali;

- i valori massimi delle reazioni orizzontali (ove presenti) nelle due direzioni.

In fase sismica sono state considerate n.3 combinazioni nelle direzioni X, Y e Z, sia allo SLV che allo SLC, in base alle quali sono stati ricavati:

- i valori massimi delle reazioni verticali;
- i valori massimi delle reazioni orizzontali nelle due direzioni.

Per il calcolo delle reazioni dovute alle azioni sismiche e non sismiche in direzione longitudinale e trasversale si rimanda alla relazione specifica IV0I00D09CLIVX809001.

Si riportano di seguito le tabelle riepilogative degli scarichi sugli appoggi.

### Scarichi in fase statica (SLU)

SPALLE:

	Fz max (vert)	Fz min (vert)	Fx max (long)	Fy max (trasv)
	[kN]	[kN]	[kN]	[kN]
Multidirezionale	1929	742	0	0
Unidirezionale	2048	916	0	85
Isolatore longitudinale (spalla B)	-	-	1137	-

Le azioni longitudinali ottenute dal modello di calcolo per le azioni non sismiche sono relative alla sola spalla B su cui sono posizionati gli isolatori isteretici, in numero totale di 2.

PILE:

	Fz max (vert)	Fz min (vert)	Fx max (long)	Fy max (trasv)
	[kN]	[kN]	[kN]	[kN]
Multidirezionale	5030	2291	0	0
Unidirezionale	4517	2113	0	165

### Scarichi in fase sismica (SLV)

SPALLE:

	Fz max (vert)	Fz min (vert)	Fx max (long)	Fy max (trasv)
	[kN]	[kN]	[kN]	[kN]
Multidirezionale	868	606	0	0
Unidirezionale	933	630	0	1145
Isolatore longitudinale (spalla B)	-	-	3223	-

Le azioni longitudinali ottenute dalle analisi lineari statiche per le azioni sismiche allo SLV sono relative alla sola spalla B su cui sono posizionati gli isolatori isteretici, in numero totale di 2.

PILE:

	Fz max (vert)	Fz min (vert)	Fx max (long)	Fy max (trasv)
	[kN]	[kN]	[kN]	[kN]
Multidirezionale	2788	1637	0	0
Unidirezionale	2502	1382	0	2223

## 14 REAZIONI COMPLESSIVE SULLE SOTTOSTRUTTURE

FASE 1 - PERMANENTI PORTANTI - ACCIAIO E SOLETTA IMPALCATO							
Pila	Carico Elementare Modello Impalcato	VL	VT	N	MT	ML	T
[-]	[-]	[kN]	[kN]	[kN]	[kNm]	[kNm]	[kNm]
P1	PPacciaio_Fase1	0.00	0.00	2313.18	0.38	0.10	-1.71
P1	PPsoletta_Fase1	0.00	0.00	5099.91	0.76	0.20	-3.78
P2	PPacciaio_Fase1	0.00	0.00	1631.54	-0.25	-0.07	-1.02
P2	PPsoletta_Fase1	0.00	0.01	4368.37	-0.49	-0.13	-2.95
P3	PPacciaio_Fase1	0.00	0.00	1631.54	0.25	0.07	-1.07
P3	PPsoletta_Fase1	0.00	0.01	4368.37	0.49	0.13	-3.07
P4	PPacciaio_Fase1	0.00	0.01	2313.18	-0.38	-0.10	-1.86
P4	PPsoletta_Fase1	0.00	0.03	5099.91	-0.77	-0.20	-4.14

FASE 2 (too) - PERMANENTI PORTATI IMPALCATO							
Pila	Carico Elementare Modello Impalcato	VL	VT	N	MT	ML	T
[-]	[-]	[kN]	[kN]	[kN]	[kNm]	[kNm]	[kNm]
P1	Permanenti_Too	0.00	0.04	3245.14	-0.03	-0.01	-2.47
P2	Permanenti_Too	0.00	0.00	2795.44	-0.05	-0.01	-2.10
P3	Permanenti_Too	0.00	0.01	2795.44	0.05	0.01	-2.14
P4	Permanenti_Too	0.00	0.01	3245.14	0.03	0.01	-2.61

FASE 2 (t0) - CARICHI DA VENTO IMPALCATO							
Pila	Carico Elementare	VL	VT	N	MT	ML	T
[-]	[-]	[kN]	[kN]	[kN]	[kNm]	[kNm]	[kNm]
P1	Vento_To	0.00	-307.95	0.00	1020.84	260.22	-234.37
P2	Vento_To	0.00	-395.42	0.00	918.73	229.46	-118.82
P3	Vento_To	0.00	-392.72	0.00	918.32	229.46	-25.81
P4	Vento_To	0.00	-265.04	0.00	1014.40	260.22	49.83

FASE 2 (t0) - CARICHI DA TRAFFICO IMPALCATO - CORSIE DI CARICO							
Pila	Carico Elementare	VL	VT	N	MT	ML	T
[-]	[-]	[kN]	[kN]	[kN]	[kNm]	[kNm]	[kNm]
P1	Nmax	0.00	0.02	3058.55	809.58	216.15	-1.69
	Nmin	0.00	0.00	-241.30	-41.56	-11.09	0.21
	MTmax	0.00	0.03	2159.51	5406.08	1443.37	-1.53
	MTmin	0.00	0.01	1129.66	-2040.00	-544.66	-0.73
	MLmax	0.00	0.03	2159.39	5406.08	1443.37	-1.53

	MLmin	0.00	0.01	1129.88	-2039.99	-544.66	-0.73
--	-------	------	------	---------	----------	---------	-------

**FASE 2 (t0) - CARICHI DA TRAFFICO IMPALCATO - FOLLA MARCIAPIEDI**

Pila	Carico Elementare	VL	VT	N	MT	ML	T
[-]	[-]	[kN]	[kN]	[kN]	[kNm]	[kNm]	[kNm]
P1	Nmax	0.00	0.01	389.85	0.13	0.03	-0.37
	Nmin	0.00	0.00	-24.56	0.02	0.01	0.03
	MTmax	0.00	0.00	182.66	1078.82	288.03	-0.17
	MTmin	0.00	0.00	182.63	-1078.67	-287.99	-0.17
	MLmax	0.00	0.00	182.66	1078.82	288.03	-0.17
	MLmin	0.00	0.00	182.63	-1078.67	-287.99	-0.17

**FASE 2 (t0) - CARICHI DA TRAFFICO IMPALCATO - CORSIE DI CARICO**

Pila	Carico Elementare	VL	VT	N	MT	ML	T
[-]	[-]	[kN]	[kN]	[kN]	[kNm]	[kNm]	[kNm]
P2	Nmax	0.00	0.00	2946.18	761.90	203.42	-1.60
	Nmin	0.00	0.00	-393.42	-103.62	-27.67	0.37
	MTmax	0.00	0.00	2049.13	5298.82	1414.73	-1.45
	MTmin	0.00	0.00	1018.91	-2126.91	-567.86	-0.62
	MLmax	0.00	0.00	2048.90	5298.82	1414.73	-1.45
	MLmin	0.00	0.00	1019.80	-2126.91	-567.86	-0.62

**FASE 2 (t0) - CARICHI DA TRAFFICO IMPALCATO - FOLLA MARCIAPIEDI**

Pila	Carico Elementare	VL	VT	N	MT	ML	T
[-]	[-]	[kN]	[kN]	[kN]	[kNm]	[kNm]	[kNm]
P2	Nmax	0.00	0.00	369.03	-0.02	0.00	-0.35
	Nmin	0.00	0.00	-50.31	-0.04	-0.01	0.05
	MTmax	0.00	0.00	159.36	1094.96	292.34	-0.15
	MTmin	0.00	0.00	159.36	-1095.02	-292.36	-0.15
	MLmax	0.00	0.00	159.36	1094.96	292.34	-0.15
	MLmin	0.00	0.00	159.36	-1095.02	-292.36	-0.15

**FASE 2 (t0) - CARICHI DA TRAFFICO IMPALCATO - CORSIE DI CARICO**

Pila	Carico Elementare	VL	VT	N	MT	ML	T
[-]	[-]	[kN]	[kN]	[kN]	[kNm]	[kNm]	[kNm]
P3	Nmax	0.00	0.00	2946.18	762.18	203.50	-1.61
	Nmin	0.00	0.00	-393.42	-103.50	-27.63	0.32
	MTmax	0.00	0.01	2050.95	5298.87	1414.75	-1.47
	MTmin	0.00	0.00	1013.91	-2126.81	-567.83	-0.65
	MLmax	0.00	0.01	2051.26	5298.87	1414.75	-1.47

	MLmin	0.00	0.00	1013.27	-2126.80	-567.83	-0.66
--	-------	------	------	---------	----------	---------	-------

**FASE 2 (t0) - CARICHI DA TRAFFICO IMPALCATO - FOLLA MARCIAPIEDI**

Pila	Carico Elementare	VL	VT	N	MT	ML	T
[-]	[-]	[kN]	[kN]	[kN]	[kNm]	[kNm]	[kNm]
P3	Nmax	0.00	0.00	369.03	0.02	0.00	-0.35
	Nmin	0.00	0.00	-50.31	0.04	0.01	0.05
	MTmax	0.00	0.00	159.36	1095.02	292.36	-0.15
	MTmin	0.00	0.00	159.36	-1094.96	-292.34	-0.16
	MLmax	0.00	0.00	159.36	1095.02	292.36	-0.15
	MLmin	0.00	0.00	159.36	-1094.96	-292.34	-0.16

**FASE 2 (t0) - CARICHI DA TRAFFICO IMPALCATO - CORSIE DI CARICO**

Pila	Carico Elementare	VL	VT	N	MT	ML	T
[-]	[-]	[kN]	[kN]	[kN]	[kNm]	[kNm]	[kNm]
P4	Nmax	0.00	0.00	3058.55	809.04	216.01	-1.77
	Nmin	0.00	0.00	-241.30	-41.78	-11.16	0.20
	MTmax	0.00	0.01	2162.93	5405.90	1443.32	-1.61
	MTmin	0.00	0.00	1141.93	-2040.36	-544.75	-0.78
	MLmax	0.00	0.01	2163.00	5405.90	1443.32	-1.61
	MLmin	0.00	0.00	1141.93	-2040.36	-544.75	-0.78

**FASE 2 (t0) - CARICHI DA TRAFFICO IMPALCATO - FOLLA MARCIAPIEDI**

Pila	Carico Elementare	VL	VT	N	MT	ML	T
[-]	[-]	[kN]	[kN]	[kN]	[kNm]	[kNm]	[kNm]
P4	Nmax	0.00	0.00	389.85	-0.13	-0.03	-0.39
	Nmin	0.00	0.00	-24.56	-0.02	-0.01	0.02
	MTmax	0.00	0.00	182.63	1078.67	287.99	-0.18
	MTmin	0.00	0.00	182.66	-1078.82	-288.03	-0.18
	MLmax	0.00	0.00	182.63	1078.67	287.99	-0.18
	MLmin	0.00	0.00	182.66	-1078.82	-288.03	-0.18

## 15 SPOSTAMENTI APPARECCHI DI APPOGGIO E GIUNTI

La definizione degli spostamenti relativi totali negli apparecchi di appoggio mobili unidirezionali longitudinali e mobili multidirezionali presenti su spalle e pile tiene conto dei contributi derivanti da:

- deformabilità dell'impalcato;
- spostamenti dovuti al sistema di isolamento;
- spostamenti delle sottostrutture collegate;
- movimento relativo tra il terreno alla base delle due parti della struttura collegate.

Pertanto il calcolo degli spostamenti è stato eseguito in accordo con quanto prescritto dalle **NTC18** ai §7.9.5.3.2, §7.10.6.2.2, §7.2.2 e al §3.2.4.2 e tenendo conto delle prescrizioni riportate al §2.5.2.1.5.1 del **MdP**.

In particolare il calcolo dello spostamento relativo totale negli apparecchi di appoggio mobile è stato eseguito per la combinazione sismica corrispondente allo SLC tramite la seguente espressione (§7.2.2 **NTC18**):

$$\Delta = d_{Es} + d_{Eg}$$

dove:

- $d_{Es}$  è lo spostamento relativo tra le due parti della struttura collegate dall'appoggio mobile, valutato come radice quadrata della somma dei quadrati dei massimi spostamenti orizzontali nella direzione di interesse delle due parti, ossia dell'impalcato ( $\delta_{IPi}$ ) e della pila ( $\delta_{Pi}$ ). Lo spostamento relativo così ottenuto è stato moltiplicato per 1.25.
- $d_{Eg}$  è lo spostamento relativo tra il terreno alla base delle due parti della struttura collegate dall'appoggio mobile, calcolato secondo quanto prescritto al §3.2.4.2 **NTC18**.

Lo spostamento lato impalcato  $\delta_{IPi}$  è stato ottenuto come somma dello spostamento  $d_2$  del sistema di isolamento, definito secondo quanto specificato nella relazione IV0100D09CLIVX809001, e degli spostamenti delle altre azioni concomitanti in combinazione ed in particolare ritiro, termica e frenatura.

Di seguito si riportano i valori massimi degli spostamenti elementari dedotti sia dal modello di calcolo dell'impalcato (Ritiro, Termica e Frenatura/Avviamento) sia dalle analisi lineari statiche per le azioni sismiche allo SLV e allo SLC:

	$d_i$ (mm)
Ritiro	20.60
Termica uniforme	38.40
Termica differenziale	8.20
Frenatura/Avviamento	15.70
Ex SLV	215.00
Ex SLC + residuo SLD	312.00

Di seguito si riporta il calcolo di dettaglio eseguito per ogni appoggio:

Appoggio	Sistema Isolamento $\delta_{is} = d2$ (SLC+ res. SLD)	Ritiro $\delta_{ri}$	Frenatura $\delta_{FREN,i}$		Termica tot. $\delta_{Ti}$		Spalla fissa $\delta_{SB}$ (SLC=1,25 SLV)	Spostamento Piano superiore appoggio mobile $\delta_{Pi}$ (SLC)
			[mm]	$\psi 2[-]$	[mm]	$\psi 2[-]$		
[ - ]	[mm]	[mm]	[mm]	$\psi 2[-]$	[mm]	$\psi 2[-]$	[mm]	[mm]
Sp._A	312.00	20.60	15.70	0.20	46.60	0.50	0.00	359.04
P1	312.00	16.80	15.70	0.20	37.30	0.50	0.00	350.59
P2	312.00	12.50	15.70	0.20	27.90	0.50	0.00	341.59
P3	312.00	8.10	15.70	0.20	18.50	0.50	0.00	332.49
P4	312.00	3.80	15.70	0.20	9.04	0.50	0.00	323.46
Sp.B	312.00	0.00	15.70	0.20	0.00	0.50	0.00	315.14

Per contro lo spostamento lato pila  $\delta_{Pi}$  è stato definito secondo quanto specificato al § 7.3.3.3 delle **NTC18**, considerando l'azione sismica di progetto allo SLV con fattore di struttura  $q=1$ , amplificato di un fattore pari 1,25 al fine di ottenere lo spostamento corrispondente allo SLC. Tale spostamento per lo SLV è risultato al più pari a 15 mm.

Di seguito si riporta il calcolo di dettaglio eseguito per ogni appoggio:

Appoggio	Spostamento. Sottostruttura per azione sismica (SLV $q=1$ )	Spostamento Piano inferiore appoggio mobile $\delta_{Pi}$ (SLC)
[ - ]	[mm]	
Sp._A	0.00	0.00
P1	15.00	18.75
P2	15.00	18.75
P3	15.00	18.75
P4	15.00	18.75
Sp.B	0.00	0.00

Lo spostamento relativo del terreno  $d_{Eg}$  è stato definito utilizzando l'espressione [3.2.14] riportata al § 3.2.4.2 delle **NTC18**, ossia:

$$d_{ij}(x) = d_{ij0} + (d_{ij\max} - d_{ij0}) \left[ 1 - e^{-1,25(x/v_s)^{0,7}} \right]$$

Dove:

$$d_{ij\max} = 1,25 \sqrt{d_{gi}^2 + d_{gj}^2}$$



$$d_{ij0} = 1,25 |d_{gi} - d_{gj}|$$

Nel calcolo si assume un valore  $V_s = 386$  m/s e si ipotizza che il valore assoluto dello spostamento del terreno  $d_g$  calcolato allo SLC con l'espressione (§3.2.3.3 NTC18):

$$d_g = 0,025 \cdot a_g \cdot S \cdot T_C \cdot T_D$$

sia uguale per tutte le sottostrutture (pile e spalle), ossia  $d_{gi} = d_{gj}$ .

Dal momento che l'espressione che fornisce lo spostamento  $d_{Eg}$ , dipende dalla distanza tra i due punti di cui si vuole lo spostamento relativo alla base, il calcolo è stato eseguito per tutte le sottostrutture assumendo "x" pari alla distanza tra la spalla B (su cui è posizionato l'isolatore isteretico) e la generica pila/spalla su cui è presente un appoggio mobile.

Di seguito si riporta il calcolo di dettaglio eseguito per ogni appoggio:

Appoggio	Spostamento Terreno $d_{g,i} = d_{g,j}$ (SLC)	Distanza da spalla fissa  x	$d_{ij,max}$ (SLC)	$d_{ij0}$ (SLC)	$deg = d_{ij}(x)$ eq. 3.2.14 (SLC)
[-]	[m]	[m]	[m]	[m]	[mm]
Sp._A	0.008	217.50	0.014	0.000	8.07
P1	0.008	174.00	0.014	0.000	7.27
P2	0.008	130.50	0.014	0.000	6.30
P3	0.008	87.00	0.014	0.000	5.07
P4	0.008	43.50	0.014	0.000	3.38
Sp.B	0.008	0.00	0.014	0.000	0.00

Sulla base delle grandezze precedentemente definite, di seguito si riporta il calcolo di dettaglio dello spostamento relativo totale longitudinale allo SLC per ogni appoggio:

Appoggio	des (SLC)	deg (SLC)	$\Delta$ des+deg (SLC)
[-]	[mm]	[mm]	[mm]
Sp._A	448.80	8.07	456.87
P1	438.86	7.27	446.14
P2	427.63	6.30	433.93
P3	416.27	5.07	421.34
P4	405.00	3.38	408.38
Sp.B	393.93	0.00	393.93

I valori dello spostamento relativo totale negli apparecchi di appoggio mobili definiti in precedenza andranno considerati in entrambi i versi della direzione longitudinale in cui è consentito il movimento.

Di seguito per completezza si riportano anche il calcolo dei valori massimi degli spostamenti longitudinali previsti per le combinazioni di progetto allo SLU per azioni non sismiche. Tali spostamenti sono stati ottenuti considerando esclusivamente 2 combinazioni:

SLU 1: variazione termica uniforme come accidentale fondamentale;

SLU 2: frenatura come accidentale fondamentale.

Di seguito si riportano i valori massimi degli spostamenti relativi totali longitudinali (spalla A):

		SLU 1	SLU 2	SLU 1	SLU 2
	s (mm)	$\gamma$	$\gamma$	s x $\gamma$ (mm)	s x $\gamma$ (mm)
Ritiro	20.60	1.2	1.2	24.72	24.72
Termica uniforme	38.40	1.5	0.9	57.60	34.56
Termica differenziale	8.20	1.5	0.9	12.30	7.38
Frenatura/Avviamento	15.70	0	1.35	0.00	21.20
				<b>94.62</b>	<b>87.86</b>

#### Escursione Giunti e Varchi

In corrispondenza dei giunti trasversali posti sulle spalle A e B si assume uno spostamento allo SLC pari a quello del relativo appoggio mobile definito in precedenza, ed in particolare:

- Giunto Spalla A.  $U_L = +/- 460$  mm;
- Giunto Spalla B.  $U_L = +/- 400$  mm.

Ne consegue che per il relativo varco strutturale andrà considerata un'ampiezza rispettivamente pari a:

- Varco Spalla A.  $V = 470$  mm;
- Varco Spalla B.  $U_L = 410$  mm.