

COMMITTENTE:



ALTA  
SORVEGLIANZA:



GENERAL CONTRACTOR:



**INFRASTRUTTURE FERROVIARIE STRATEGICHE DEFINITE DALLA LEGGE OBIETTIVO N. 443/01**

**LINEA AV/AC TORINO – VENEZIA Tratta VERONA – PADOVA**

**Lotto funzionale Verona – Bivio Vicenza**

**PROGETTO ESECUTIVO**

**PONTI E VIADOTTI**

**VIADOTTO ALPONE DAL km 20+220,67 AL km 21+992,67**

**PILE**

**Relazione di calcolo pile e plinto – Pile P48, P49 e P59**

GENERAL CONTRACTOR		DIRETTORE LAVORI		SCALA -
IL PROGETTISTA INTEGRATORE	Consorzio Iricav Due inq. Paolo Carmona  Data:			
Ing. Giovanni MALAYENDA ALBO INGEGNERI PROV. DI MESSINA n. 4503  Data:				

COMMESSA	LOTTO	FASE	ENTE	TIPO DOC.	OPERA/DISCIPLINA	PROGR.	REV.	FOGLIO
I N 1 7	1 2	E	I 2	CL	V I 0 5 0 4	0 0 9	B	- - - p - - -

	VISTO CONSORZIO IRICAV DUE	
	Firma	Data
	Ing. Alberto LEVORATO 	

Progettazione:

Rev.	Descrizione	Redatto	Data	Verificato	Data	Approvato	Data	IL PROGETTISTA
A	EMISSIONE	E.d.in	Ott.2021	M. Proietti 	Ott.2021	G. Grimaldi 	Ott.2021	
B	EMISSIONE A SEGUITO RDV IN1710E09ISVI0500001A	E.d.in	Sett.2022	M. Proietti 	Sett.2022	G. Grimaldi 	Sett.2022	

CIG. 8377957CD1	CUP: J41E91000000009	File: IN1712E12CLVI0504009B
-----------------	----------------------	-----------------------------



Progetto cofinanziato dalla Unione Europea

TUTTI I DIRITTI DEL PRESENTE DOCUMENTO SONO RISERVATI: LA RIPRODUZIONE ANCHE PARZIALE È VIETATA

<p>GENERAL CONTRACTOR</p>  <p><b>IRICAV2</b></p>	<p>ALTA SORVEGLIANZA</p>  <p><b>ITALFERR</b> GRUPPO FERROVIE DELLO STATO ITALIANE</p>			
	<p>Progetto</p> <p>IN17</p>	<p>Lotto</p> <p>12</p>	<p>Codifica</p> <p>EI2CLVI0504009</p>	<p>B</p>

GENERAL CONTRACTOR  <b>IRICAV2</b>	ALTA SORVEGLIANZA  <b>ITALFERR</b> GRUPPO FERROVIE DELLO STATO ITALIANE			
	Progetto IN17	Lotto 12	Codifica EI2CLVI0504009	B

## INDICE

1. PREMESSA .....	3
2. NORMATIVA E DOCUMENTI DI RIFERIMENTO.....	4
2.1 Normative.....	4
2.2 Elaborati di riferimento .....	4
3. MATERIALI .....	5
3.1 Calcestruzzo per fusto pila e pulvino.....	5
3.2 Calcestruzzo per fondazione.....	5
3.3 Acciaio per barre di armature .....	6
3.4 Stati limite.....	7
3.4.1 <i>Stati limite ultimi</i> .....	7
3.4.2 <i>Stati limite d'esercizio</i> .....	7
4. CARATTERIZZAZIONE GEOTECNICA.....	10
5. DESCRIZIONE DELL'OPERA .....	10
5.1 Modelli di analisi e verifica.....	14
5.2 Sistemi di riferimento ed unità di misura .....	14
6. ANALISI DEI CARICHI.....	15
6.1 Permanenti strutturali e non (G1 e G2) .....	15
6.2 Carichi da traffico verticali (Q1) .....	18
6.3 Effetti dinamici.....	19
6.4 Disposizione treni di carico.....	20
6.5 Carichi da traffico orizzontali .....	24
6.5.1 <i>Forza centrifuga (Q4)</i> .....	24
6.5.2 <i>Serpeggio</i> .....	26
6.5.3 <i>Frenatura ed avviamento (Q3)</i> .....	27
6.5.4 <i>Forza d'attrito (Q8)</i> .....	29
6.6 Azione del Vento (Q5).....	30
6.7 Azione termica (Q7) .....	40
6.8 Azione Sismica (E).....	41
6.8.1 <i>Inquadramento Sismico</i> .....	41
6.8.2 <i>Definizione della domanda sismica</i> .....	42
6.8.3 <i>Calcolo dell'azione Sismica</i> .....	47
6.8.4 <i>Check analisi statica</i> .....	48
6.8.5 <i>Analisi statica equivalente</i> .....	49

GENERAL CONTRACTOR  <b>IRICAV2</b>	ALTA SORVEGLIANZA  <b>ITALFERR</b> GRUPPO FERROVIE DELLO STATO ITALIANE			
	Progetto IN17	Lotto 12	Codifica EI2CLVI0504009	B

7. CONDIZIONI ELEMENTARI E COMBINAZIONI DI CARICO .....	51
7.1 Caratteristiche di sollecitazioni .....	56
7.1.1 <i>Combinazioni Estradosso Pulvino – configurazione treni 1,2 e 3</i> .....	56
7.1.2 <i>Combinazioni Estradosso Plinto – configurazione 1,2 e 3</i> .....	59
7.1.3 <i>Combinazioni Intradosso Plinto – configurazione 1,2 e 3</i> .....	62
8. VERIFICHE STRUTTURALI .....	66
9. FUSTO PILA .....	66
9.1 Modello locale per ritiro differenziale.....	67
9.2 Verifica a presso flessione .....	67
9.3 Verifica a taglio.....	100
9.4 Verifica minimi di armatura.....	105
9.5 Verifica deformabilità.....	108
9.6 Determinazione spostamenti.....	108
10. PULVINO .....	111
11. PLINTO DI FONDAZIONE .....	113
11.1 Geometria del plinto e della palificata .....	113
11.2 Modellazione strutturale .....	114
11.3 Azioni di progetto .....	116
11.3.1 <i>Reazioni dei pali</i> .....	116
11.3.2 <i>Peso proprio plinto di fondazione</i> .....	117
11.3.3 <i>Peso terreno di ricoprimento</i> .....	117
11.4 Risultati di analisi .....	118
11.5 Dimensionamento e verifica delle armature .....	122
11.5.1 <i>Dimensionamento delle armature</i> .....	122
11.5.2 <i>Verifica a flessione</i> .....	123
11.5.3 <i>Verifica a taglio</i> .....	133
11.5.4 <i>Verifica a taglio-punzonamento</i> .....	136
12. VALUTAZIONE DELLA ACCETTABILITÀ DEI RISULTATI OTTENUTI (RIF.PAR.10.2 DM 14/01/2008) .....	141

GENERAL CONTRACTOR  IRICAV2	ALTA SORVEGLIANZA  ITALFERR GRUPPO FERROVIE DELLO STATO ITALIANE			
	Progetto IN17	Lotto 12	Codifica EI2CLVI0504009	B

## 1. Premessa

Oggetto della presente relazione è il dimensionamento degli elementi in elevazione del *Viadotto Alpone – VI05*, che si inserisce nell'ambito della progettazione esecutiva del collegamento ferroviario della linea AV/AC Verona-Padova.

Tale relazione si ritiene valida per tutte le pile di altezza pari a 6.5/6.7m e 6.0/6.2m, con fondazione 12.0m x 12.0m x 2.5m su 9 pali, con altezza del terreno di ricoprimento di circa 1.7m e sulle quali afferiscono un impalcato in c.a.p. di L=25.0m e un impalcato in misto acciaio-clc a 6 travi di L=40.0m (P48, P49 e P59 del VI05D).

Si prende a riferimento la pila di altezza massima P48 per tutte le verifiche esplicitate nella presente relazione (H=6.7 m), ad eccezione delle verifiche a pressoflessione e a taglio del fusto pila, nella quale si fa riferimento anche alla pila di altezza minima P59 (H=6.2 m).

La presente relazione ha per oggetto il calcolo dello stato di sollecitazione e le verifiche dei vari elementi costituenti la pila, secondo il metodo semiprobabilistico agli Stati Limite (S.L.).

GENERAL CONTRACTOR  IRICAV2	ALTA SORVEGLIANZA  ITALFERR GRUPPO FERROVIE DELLO STATO ITALIANE			
	Progetto IN17	Lotto 12	Codifica EI2CLVI0504009	B

## 2. Normativa e documenti di riferimento

### 2.1 Normative

Sono state prese a riferimento le seguenti Normative nazionali ed internazionali vigenti alla data di redazione del presente documento:

- [1] *Ministero delle Infrastrutture, DM 14 gennaio 2008, «Norme tecniche per le costruzioni».*
- [2] *Ministero delle Infrastrutture e Trasporti, Circolare 2 febbraio 2009, n. 617/C.S.LL.PP., «Istruzioni per l'applicazione delle Nuove norme tecniche per le costruzioni di cui al decreto ministeriale 14 gennaio 2008»*
- [3] *Istruzione RFI DTC SI PS MA IFS 001 - Manuale di Progettazione delle Opere Civili - Parte II - Sezione 2 - Ponti e Strutture*
- [4] *Istruzione RFI DTC SI CS MA IFS 001 - Manuale di Progettazione delle Opere Civili - Parte II - Sezione 3 - Corpo Stradale*
- [5] *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;*
- [6] *Eurocodice UNI EN 1991-1-4 – Azioni sulle strutture – azioni in generale – azioni del vento*
- [7] *Eurocodice UNI EN 1992-1-1 – Progettazione delle strutture di calcestruzzo – regole generali e regole per gli edifici*

### 2.2 Elaborati di riferimento

Vengono presi a riferimento tutti gli elaborati grafici progettuali di pertinenza.

Inoltre, si richiamano le relazioni:

- IN1710EI2CLVI0004001, Studio degli effetti locali sulle pile
- IN1712EI2CLVI0500001, Interazione treno binario struttura – Relazione di calcolo
- IN1712EI2CLVI0504021, Relazione di calcolo pulvini, baggioli e ritegni
- IN1712EI2RBVI0500001, Relazione geotecnica

GENERAL CONTRACTOR  IRICAV2	ALTA SORVEGLIANZA  ITALFERR GRUPPO FERROVIE DELLO STATO ITALIANE			
	Progetto IN17	Lotto 12	Codifica EI2CLVI0504009	B

### 3. Materiali

#### 3.1 Calcestruzzo per fusto pila e pulvino

##### Classe C32/40

Rck =	40,00	MPa	Resistenza caratteristica cubica
fck = 0,83 Rck =	32,00	MPa	Resistenza caratteristica cilindrica
fcm = fck +8 =	40,00	MPa	Valore medio resistenza cilindrica
acc =	0,85		Coeff. rid. per carichi di lunga durata
γM =	1,50	-	Coefficiente parziale di sicurezza SLU
fcd = acc fck/γM =	18,13	MPa	Resistenza di progetto
fctm = 0,3 fck <sup>(2/3)</sup> =	3,03	MPa	Resistenza media a trazione semplice
fcm = 1,2 fctm =	3,68	MPa	Resistenza media a trazione per flessione
fctk = 0,7 fctm =	2,12	MPa	Valore caratteristico resistenza a trazione (frattile 5%)
σc = 0,55 fck =	17,60	MPa	Tensione limite in esercizio in comb. rara (rif. §2.5.1.8.3.2.1 [3])
σc = 0,40 fck =	12,80	MPa	Tensione limite in esercizio in comb. quasi perm. (rif. §2.5.1.8.3.2.1 [3])
Ecm = 22000 (fcm/10) <sup>(0,3)</sup> =	33643,00	MPa	Modulo elastico di progetto
ν =	0,20		Coefficiente di Poisson
Gc = Ecm / (2(1+ ν)) =	14018,00	MPa	Modulo elastico tangenziale di progetto
Classe di esposizione =	XC4+XF1		
c =	5,00	cm	Copriferro minimo
w =	0,20	mm	Apertura massima fessure in esercizio in comb. rara (rif. §2.5.1.8.3.2.4 [3])

#### 3.2 Calcestruzzo per fondazione

##### Classe C25/30

Rck =	30,00	MPa	Resistenza caratteristica cubica
fck = 0,83 Rck =	25,00	MPa	Resistenza caratteristica cilindrica
fcm = fck +8 =	33,00	MPa	Valore medio resistenza cilindrica
acc =	0,85		Coeff. rid. per carichi di lunga durata
γM =	1,50	-	Coefficiente parziale di sicurezza SLU
fcd = acc fck/γM =	14,17	MPa	Resistenza di progetto

GENERAL CONTRACTOR  IRICAV2	ALTA SORVEGLIANZA  GRUPPO FERROVIE DELLO STATO ITALIANE			
	Progetto IN17	Lotto 12	Codifica EI2CLVI0504009	B

$f_{ctm} = 0,3 f_{ck}^{(2/3)} =$	2,56	MPa	Resistenza media a trazione semplice
$f_{ctm} = 1,2 f_{ctm} =$	3,08	MPa	Resistenza media a trazione per flessione
$f_{ctk} = 0,7 f_{ctm} =$	1,80	MPa	Valore caratteristico resistenza a trazione (frattile 5%)
$\sigma_c = 0,55 f_{ck} =$	13,75	MPa	Tensione limite in esercizio in comb. rara (rif. §2.5.1.8.3.2.1 [3])
$\sigma_c = 0,40 f_{ck} =$	10,00	MPa	Tensione limite in esercizio in comb. quasi perm. (rif. §2.5.1.8.3.2.1 [3])
$E_{cm} = 22000 (f_{cm}/10)^{(0,3)}$ =	31476,00	MPa	Modulo elastico di progetto
$\nu =$	0,20		Coefficiente di Poisson
$G_c = E_{cm} / (2(1 + \nu)) =$	13115,00	MPa	Modulo elastico tangenziale di progetto
Classe di esposizione =	XC2		
$c =$	4,00	cm	Copriferro minimo
$w =$	0,20	mm	Apertura massima fessure in esercizio in comb. rara (rif. §2.5.1.8.3.2.4 [3])

### 3.3 Acciaio per barre di armature

#### B450C

$f_{yk} \geq$	450,00	MPa	Tensione caratteristica di snervamento
$f_{tk} \geq$	540,00	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
$f_{yd} = f_{yk}/\gamma_s =$	391,30	MPa	Tensione caratteristica di snervamento
$E_s =$	210000,00	MPa	Modulo elastico di progetto
$\epsilon_{yd} =$	0,20	%	Deformazione di progetto a snervamento
$\epsilon_{uk} = (A_{gt})_k$	7,50	%	Deformazione caratteristica ultima
$\sigma_s = 0,75 f_{yk} =$	337,50	MPa	Tensione in esercizio in comb. rara (rif. §2.5.1.8.3.2.1 [3])

GENERAL CONTRACTOR  IRICAV2	ALTA SORVEGLIANZA  ITALFERR GRUPPO FERROVIE DELLO STATO ITALIANE			
	Progetto IN17	Lotto 12	Codifica EI2CLVI0504009	B

### 3.4 Stati limite

#### 3.4.1 Stati limite ultimi

In coerenza con quanto prescritto nel capitolo 2.6.1 e 2.5.3 delle NTC2008, gli stati limiti ultimi si traducono nel confrontare in modo diretto la domanda amplificata con la capacità decrementata. Coefficienti amplificativi e deamplificativi variano in funzione della tipologia di sollecitazione e di concomitanza, traducendosi in:

$$A_{Ed} \leq A_{Rd}$$

#### 3.4.2 Stati limite d'esercizio

La verifica nei confronti degli Stati limite di esercizio consiste nel controllare, con riferimento alle sollecitazioni di calcolo corrispondenti alle Combinazioni di Esercizio, il tasso di Lavoro nei Materiali e l'ampiezza delle fessure attesa, secondo quanto di seguito specificato.

##### 3.4.2.1 Verifica tensionale

La verifica delle tensioni in esercizio consiste nel controllare il rispetto dei limiti tensionali previsti per il calcestruzzo e per l'acciaio per ciascuna delle combinazioni di carico caratteristiche "Rara" e "Quasi Permanente"; i valori tensionali nei materiali sono valutati secondo le note teorie di analisi delle sezioni in c.a. in campo elastico e con calcestruzzo "non reagente" adottando come limiti di riferimento, trattandosi nel caso in specie di opere Ferroviarie, quelli indicati nel documento "Specifiche per la progettazione e l'esecuzione dei ponti ferroviari e di altre opere minori sotto binario", ovvero:

##### tensione massima di compressione del calcestruzzo

- per combinazione caratteristica (rara):  $0.55 f_{ck}$  = 17,6 MPa
- per combinazione quasi permanente:  $0.40 f_{ck}$  = 12,8 MPa
- per spessori minori di 5cm tali valori devono essere decrementati del 30%.

##### tensione massima di trazione dell'acciaio

- per combinazione caratteristica (rara):  $0.75 f_{yk}$  = 337,5 MPa

GENERAL CONTRACTOR  <b>IRICAV2</b>	ALTA SORVEGLIANZA  <b>ITALFERR</b> GRUPPO FERROVIE DELLO STATO ITALIANE			
	Progetto IN17	Lotto 12	Codifica EI2CLVI0504009	B

### 3.4.2.2 Verifica fessurazione

La verifica di fessurazione consiste nel controllare l'ampiezza dell'apertura delle fessure sotto combinazione di carico frequente e combinazione quasi permanente. Essendo la struttura a contatto col terreno si considerano condizioni ambientali aggressive; le armature di acciaio ordinario sono ritenute poco sensibili [NTC – Tabella 4.1.IV]. In relazione all'aggressività ambientale e alla sensibilità dell'acciaio, l'apertura limite delle fessure è riportata nel prospetto seguente:

*Tabella 1 - Criteri di scelta dello stato limite di fessurazione e Condizioni Ambientali*

Gruppi di esigenza	Condizioni ambientali	Combinazione di azione	Armatura			
			Sensibile		Poco sensibile	
			Stato limite	wk	Stato limite	wk
A	Ordinarie	frequente	ap. fessure	$\leq w_2$	ap. fessure	$\leq w_3$
		quasi permanente	ap. fessure	$\leq w_1$	ap. fessure	$\leq w_2$
B	Aggressive	frequente	ap. fessure	$\leq w_1$	ap. fessure	$\leq w_2$
		quasi permanente	decompressione	-	ap. fessure	$\leq w_1$
C	Molto Aggressive	frequente	formazione fessure	-	ap. fessure	$\leq w_1$
		quasi permanente	decompressione	-	ap. fessure	$\leq w_1$

*Tabella 2 - Descrizione delle condizioni ambientali*

CONDIZIONI AMBIENTALI	CLASSE DI ESPOSIZIONE
Ordinarie	X0, XC1, XC2, XC3, XF1
Aggressive	XC4, XD1, XS1, XA1, XA2, XF2, XF3
Molto aggressive	XD2, XD3, XS2, XS3, XA3, XF4

Risultando:

- $w_1 = 0.2$  mm
- $w_2 = 0.3$  mm
- $w_3 = 0.4$  mm

Alle prescrizioni normative presenti in NTC si sostituiscono in tal caso quelle fornite dal "Manuale di Progettazione delle Opere Civili" secondo cui la verifica nei confronti dello stato limite di apertura delle fessure va effettuata utilizzando le sollecitazioni derivanti dalla combinazione caratteristica (rara).

Per strutture in condizioni ambientali aggressive o molto aggressive, qual è il caso delle strutture in esame così come identificate nel par. 4.1.2.2.4.3 del DM 14.1.2008, per tutte le strutture a

GENERAL CONTRACTOR  <b>IRICAV2</b>	ALTA SORVEGLIANZA  <b>ITALFERR</b> GRUPPO FERROVIE DELLO STATO ITALIANE			
	Progetto IN17	Lotto 12	Codifica EI2CLVI0504009	B

permanente contatto con il terreno e per le zone non ispezionabili di tutte le strutture, l'apertura convenzionale delle fessure dovrà risultare:

- Combinazione Caratteristica (Rara)  $\delta_f \leq w_1 = 0.2 \text{ mm}$

GENERAL CONTRACTOR 	ALTA SORVEGLIANZA 			
	Progetto IN17	Lotto 12	Codifica EI2CLVI0504009	B

#### 4. Caratterizzazione geotecnica

Per la caratterizzazione geotecnica della Tratta si fa riferimento agli elaborati specialistici di riferimento.

#### 5. Descrizione dell'opera

Il *Viadotto Alpone – VI05*, a doppio binario con intervallata 4.5 m, si estende dal km 20+220.67 al km 21+992.67 della *Tratta Verona-Padova* per uno sviluppo complessivo di 1772.0 m ed è costituito da 66 campate di cui:

- Due campate di luce pari a 22.0m, con impalcato a travi incorporate;
- Un impalcato di luce pari a 40.0m, con impalcato in misto acciaio-clc a 4 travi;
- Due impalcati di luce pari a 40.0m, con impalcato in misto acciaio-clc a 6 travi;
- L'ultima campata ad arco, non oggetto della presente relazione;
- Le restanti di luce pari a 25.0 m, con impalcato in c.a.p. con quattro travi a cassoncino.

Le pile, in c.a., presentano un fusto a sezione rettangolare smussata cava costante su tutta l'altezza di dimensioni esterne pari a 3.60m x 9.40m.

Il pulvino presenta un'altezza esterna variabile a seconda se appartenente alle pile di transizione o alle pile tipologiche, con dimensioni esterne medesime alla pila e pieno; in questo caso ha un'altezza di 1.5m lato impalcato in c.a.p. e di 1.67m lato impalcato in misto acciaio-clc. Su esso sono disposti gli apparecchi di appoggio dell'impalcato secondo gli schemi sotto riportati.

I plinti presentano una pianta rettangolare di dimensioni variabili in relazione alla tipologia di impalcato che afferisce alla pila. In particolare, in questa relazione sono analizzati i plinti di dimensioni pari a 12.0m x 12.0m e di spessore 2.5m. Le fondazioni previste sono su pali (9 pali  $\Phi$ 1500).

	Progetto	Lotto	Codifica	
	IN17	12	EI2CLVI0504009	B

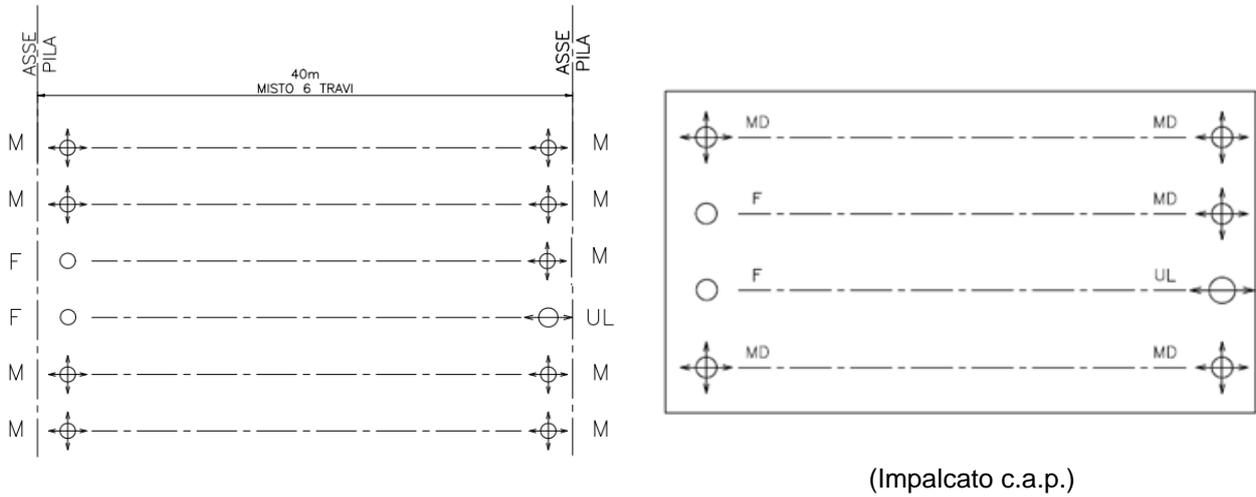


Figura 1 - Schema appoggi

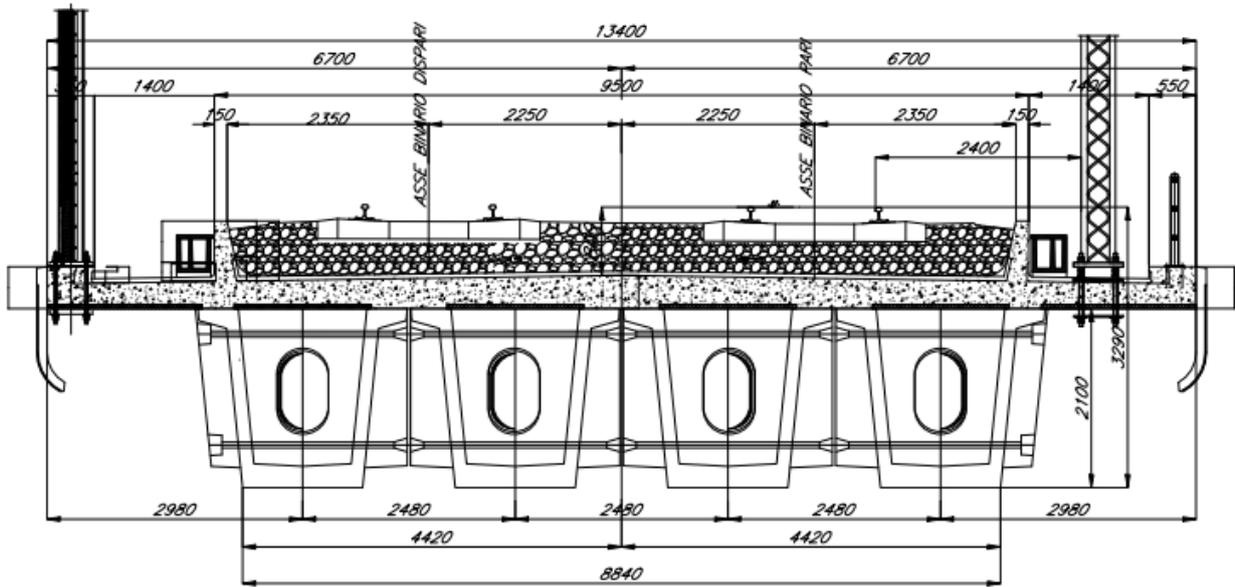


Figura 2 - Sezione impalcato c.a.p.

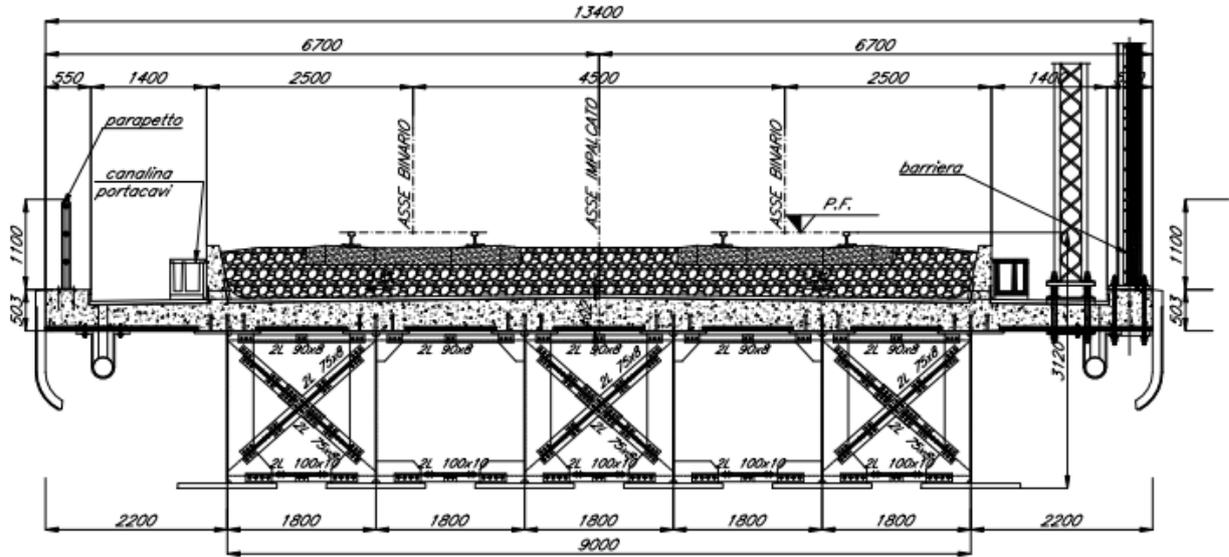
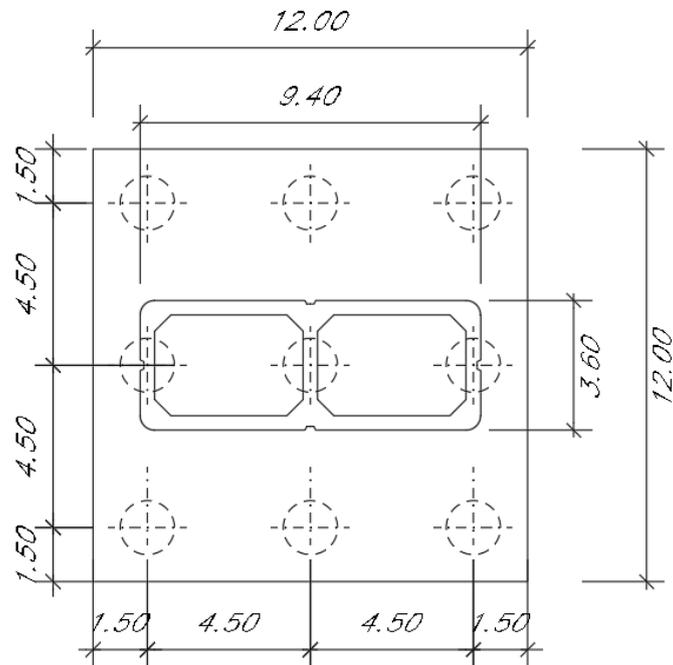


Figura 3 - Sezione impalcato misto 6 travi



GENERAL CONTRACTOR



ALTA SORVEGLIANZA



Progetto

Lotto

Codifica

IN17

12

EI2CLVI0504009

B

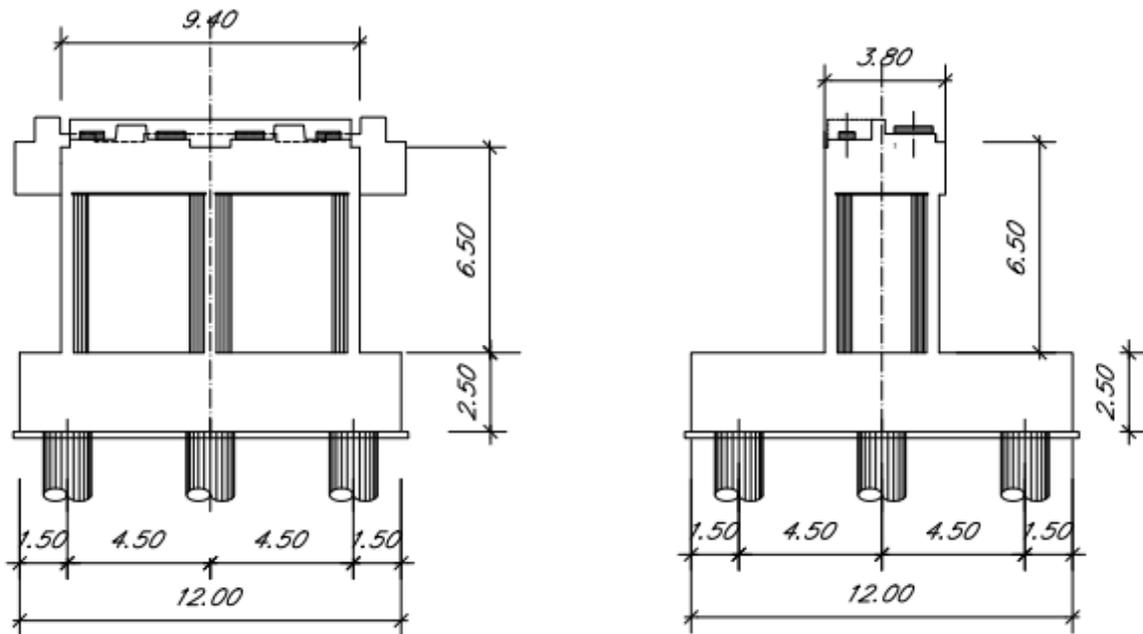


Figura 4 - Pianta e sezioni pila

GENERAL CONTRACTOR  <b>IRICAV2</b>	ALTA SORVEGLIANZA  <b>ITALFERR</b> GRUPPO FERROVIE DELLO STATO ITALIANE			
	Progetto IN17	Lotto 12	Codifica EI2CLVI0504009	B

## 5.1 Modelli di analisi e verifica

Le sollecitazioni di verifica della pila sono state determinate a partire dai valori delle risultanti delle azioni trasmesse dagli impalcati alla quota degli apparecchi di appoggio, alle quali sono state combinate le azioni determinate dalle azioni indotte dalle forze di inerzia e dal peso proprio delle sottostrutture.

Il modello a mensola della struttura è stato implementato in un foglio di calcolo appositamente realizzato per la valutazione delle azioni agenti sulle singole parti della struttura, quali fusto pila e plinto. Per l'analisi e la verifica del plinto di fondazione, è stato realizzato un modello agli elementi finiti, descritto al paragrafo 11.

## 5.2 Sistemi di riferimento ed unità di misura

- Asse X parallelo all'asse trasversale dell'impalcato
- Asse Y parallelo all'asse longitudinale dell'impalcato
- Asse Z verticale
  
- [Lunghezze] m
- [Forze] KN

GENERAL CONTRACTOR					ALTA SORVEGLIANZA				
	Progetto	Lotto	Codifica						
	IN17	12	EI2CLVI0504009						B

## 6. Analisi dei carichi

I dati di seguito riportati fanno riferimento alla pila di altezza massima.

### 6.1 Permanenti strutturali e non (G1 e G2)

I pesi degli elementi strutturali sono calcolati utilizzando un peso di volume del calcestruzzo pari a 25 kN/m<sup>3</sup>.

DATI DI LINEA			
velocità massima della linea	V	<b>300</b>	km/h
raggio di curvatura	R	<b>2700</b>	m
numero di binari		<b>doppio</b>	

IMPALCATO		SX		DX	
altezza cassoncino sezione in appoggio	$h_1$	<b>2.10</b>	m	<b>1.92</b>	m
altezza cassoncino sezione in mezzeria	$h_2$	<b>2.10</b>	m	<b>1.92</b>	m
spessore soletta	s	<b>0.35</b>	m	<b>0.36</b>	m
estradosso impalcato sull'appoggio	$H_1$	<b>2.45</b>	m	<b>2.28</b>	m
altezza totale impalcato in mezzeria	$H_2$	<b>2.45</b>		<b>2.28</b>	m
spessore ballast	$h_b$	<b>0.80</b>	m	<b>0.80</b>	m
altezza PF da estradosso trave	$h_{PF}$	<b>1.20</b>	m	<b>1.18</b>	m
lunghezza travata	L	<b>25.00</b>	m	<b>40.00</b>	m
luce appoggi travata	$L_a$	<b>22.80</b>	m	<b>38.00</b>	m
larghezza totale impalcato	B	<b>13.40</b>	m	<b>13.40</b>	m
peso permanente strutturale	$G_1$	<b>6340</b>	kN	<b>7504</b>	kN
peso permanenti non strutturali	$G_2$	<b>5390</b>	kN	<b>8288</b>	kN

GENERAL CONTRACTOR				ALTA SORVEGLIANZA			
	Progetto	Lotto	Codifica				
	IN17	12	EI2CLVI0504009				B

Altezze dal intradosso del cassoncino					
baricentro sezione cassone+soletta	Gb1	1.600	m	1.779	m
baricentro del ballast	Gb2	2.850	m	2.680	m
altezza al piano del ferro	H	3.30	m	3.10	m
baricentro treno	Gb3	5.10	m	4.90	m

I requisiti idraulici impongono un getto di riempimento di magrone fino all'altezza di piena con  $T_r > 200$  anni, questo è stato tenuto in conto nella progettazione esclusivamente come massa aggiunta. Per tener conto di baggioli e ritegni, è incrementato del 10% la massa del pulvino.

PILA					
altezza pila (estradosso fond-estradosso pulvino)	Hp	6.70	m		
tipologia di sezione		rettangolare			
larghezza trasversale pila	b	9.40	m		
larghezza longitudinale pila	d	3.60	m		
raggio angolo esterno	r	0.40	m		
area della sezione	A	11.45	m <sup>2</sup>		
inerzia sezione direzione trasversale	I11	103.81	m <sup>4</sup>		
inerzia sezione direzione longitudinale	I22	22.26	m <sup>4</sup>		
modulo elastico cls pila	Ec	33346	MPa		
eventuale abbattimento del modulo	%	50			
modulo di calcolo	E	16673	MPa		
calcestruzzo	fck	32	MPa		
massa pila	mp	1432	kN		

GENERAL CONTRACTOR  <b>IRICAV2</b>	ALTA SORVEGLIANZA  GRUPPO FERROVIE DELLO STATO ITALIANE			
	Progetto IN17	Lotto 12	Codifica EI2CLVI0504009	B

<b>PULVINO</b>			
larghezza in direzione trasversale	b	<b>9.40</b>	m
larghezza in direzione longitudinale	d	<b>3.80</b>	m
altezza pulvino	h	<b>1.70</b>	m
massa pulvino	mp	<b>1518</b>	kN

<b>FONDAZIONE</b>			
larghezza in direzione trasversale	b	<b>12.00</b>	m
larghezza in direzione longitudinale	d	<b>12.00</b>	m
altezza della fondazione	h	<b>2.50</b>	m
area della fondazione	Af	<b>144.00</b>	m <sup>2</sup>
pali di fondazione	Φ	<b>1.50</b>	m
numero di pali	n.	<b>9</b>	

<b>Ulteriori distanze e bracci</b>			
distanza asse pila/ asse appoggi per momento long.	$i_l$	<b>1.10</b>	
altezza baggioli e apparecchi d'appoggio	$h_B$	<b>0.50</b>	
interasse tra i binari (se singolo 0)	$i_b$	<b>4.50</b>	m
dist. tra interasse del singolo binario e asse pila	a	<b>2.25</b>	m

Si riassumono gli scarichi ai diversi livelli di analisi, come azione globale desunta dalla campata di destra e di sinistra, alla pila in esame:

	N [kN]	Mlong [kN m]
scarichi estradosso Pila - G1	6922	640
scarichi estradosso Pila - G2	6839	1594
scarichi estradosso Fondazione - G1	9872	640
scarichi estradosso Fondazione - G2	6839	1594
scarichi intradosso Fondazione - G1	22438	640
scarichi intradosso Fondazione - G2	6839	1594

GENERAL CONTRACTOR  IRICAV2	ALTA SORVEGLIANZA  GRUPPO FERROVIE DELLO STATO ITALIANE			
	Progetto IN17	Lotto 12	Codifica EI2CLVI0504009	B

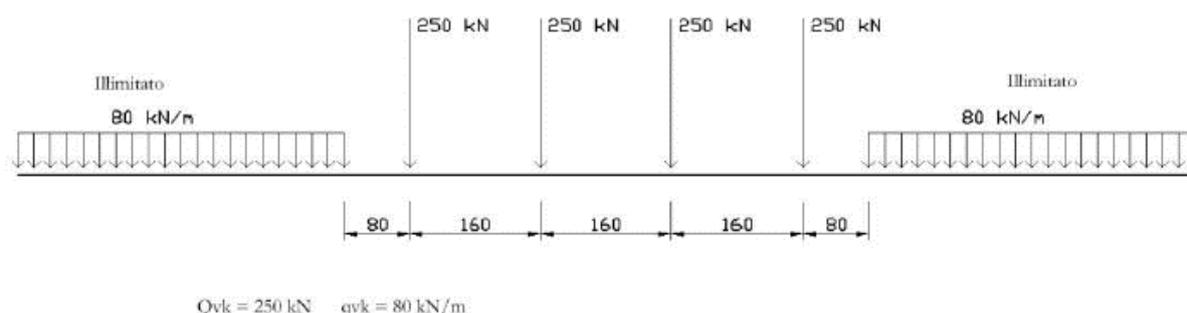
Lo scarico G1 a intradosso fondazione tiene conto del peso del plinto di fondazione e del peso del terreno di ricoprimento al di sopra di esso, di spessore pari a 1.7 m.

## 6.2 Carichi da traffico verticali (Q1)

L'opera è stata progettata considerando le sollecitazioni dovute al carico da traffico ferroviario, considerando i modelli LM71 e/o SW/2. Si riportano di seguito le caratteristiche dei modelli di traffico presi in esame.

### ➤ *Modello di carico LM71*

Sia le istruzioni RFI che le NTC 2008 (par. 5.2.2.3.1.1), definiscono questo modello di carico tramite carichi concentrati e carichi distribuiti, riferiti all'asse dei binari.



Carichi concentrati: quattro assi da 250 kN disposti ad interasse di 1,60 m;

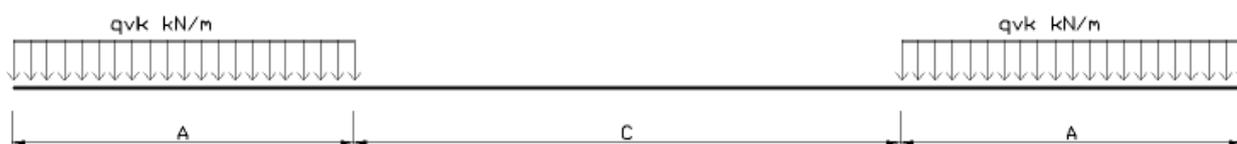
Carico distribuito: 80 kN/m in entrambe le direzioni, a partire da 0,8 m dagli assi d'estremità e per una lunghezza illimitata.

Per questo modello di carico è prevista un'eccentricità del carico rispetto all'asse del binario.

### ➤ *Modello di carico SW/2*

Sia le istruzioni RFI che le NTC 2008 (par. 5.2.2.3.1.2), definiscono questo modello di carico tramite solo carichi distribuiti.

GENERAL CONTRACTOR  IRICAV2	ALTA SORVEGLIANZA  ITALFERR GRUPPO FERROVIE DELLO STATO ITALIANE		
	Progetto IN17	Lotto 12	Codifica EI2CLVI0504009
			B



### SW/0

Carico distribuito	Qvk	133	KN/m
Lunghezza	A	15	m
Lunghezza	C	5.3	m

### SW/2

Carico distribuito	Qvk	150	KN/m
Lunghezza	A	25	m
Lunghezza	C	7	m

In questo modello di carico non è prevista alcuna eccentricità del carico ferroviario. Le azioni di entrambi i modelli dovranno essere moltiplicate per un coefficiente di adattamento definito dalla seguente tabella (tab. 2.5.1.4.1.1 - RFI DTC SI PS MA IFS 001).

MODELLO DI CARICO	COEFFICIENTE "α"
LM/71	1.10
SW/0	1.10
SW/2	1.00

## 6.3 Effetti dinamici

Per la definizione del coefficiente dinamico si segue quanto contenuto nel par.5.2.2.2.3 del DM 14.1.2008 che per l'opera in esame riporta:

$$\Phi_2 = \frac{1,44}{\sqrt{L_\phi - 0,2}} + 0,82 \quad \text{con la limitazione } 1,00 \leq \Phi_2 \leq 1,67$$

GENERAL CONTRACTOR  <b>IRICAV2</b>	ALTA SORVEGLIANZA  <b>ITALFERR</b> GRUPPO FERROVIE DELLO STATO ITALIANE			
	Progetto IN17	Lotto 12	Codifica EI2CLVI0504009	B

## 6.4 Disposizione treni di carico

La disposizione dei treni di carico è stata individuata per ottenere le seguenti massime sollecitazioni:

- Sforzo Assiale: il convoglio è localizzato sostanzialmente al di sopra della pila in esame
- Momento Longitudinale: il convoglio è localizzato sulla campata di luce maggiore, più o meno centrato a seconda dei rapporti di lunghezza del treno di carico e della campata.
- Momento Trasversale: è fornito dallo stesso schema di posizionamento del massimo sforzo assiale, ma considerando un solo binario carico.

Questi schemi di base sono stati accoppiati nel caso di doppio binario, ottenendo le seguenti caratteristiche di sollecitazioni:

	N [kN]	Mlong [kN/m]	Mtrasv [kN/m]
COMBO N	<b>7834</b>	656	2181
COMBO ML	5305	<b>4141</b>	1517
COMBO MT	4228	535	<b>9935</b>

Si riportano i medesimi schemi graficamente per un caso rappresentativo:

GENERAL CONTRACTOR



ALTA SORVEGLIANZA



	Progetto	Lotto	Codifica	
	IN17	12	EI2CLVI0504009	B

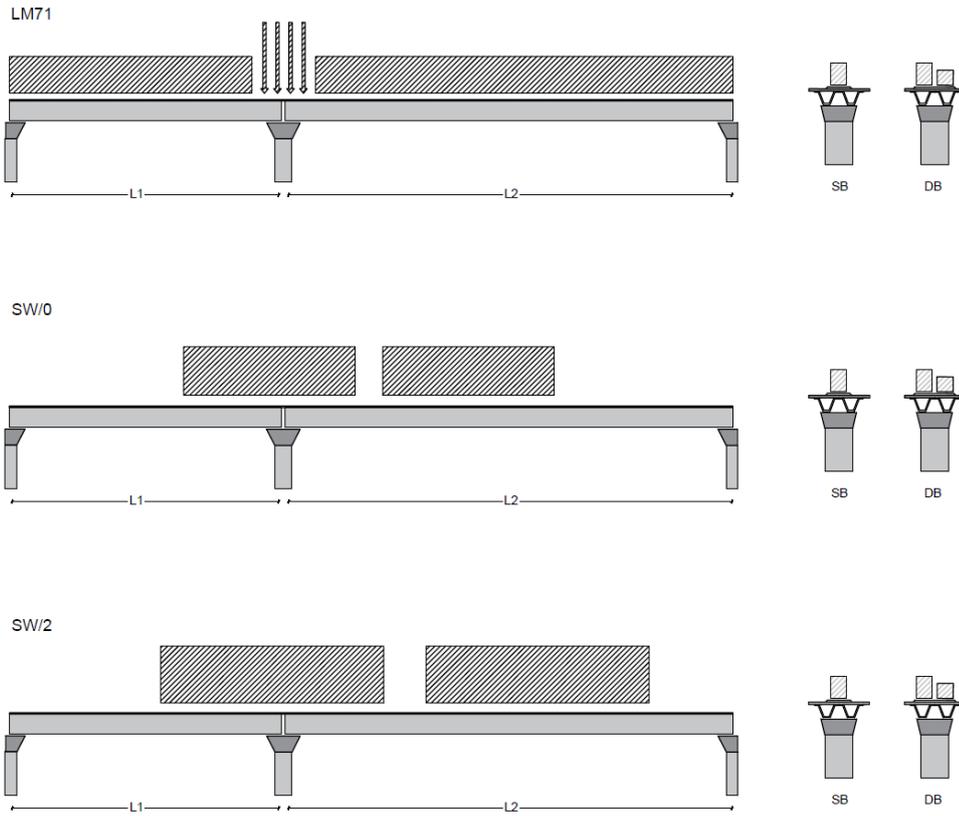


Figura 5- Posizione treni di carico - massimo sforzo assiale

GENERAL CONTRACTOR



ALTA SORVEGLIANZA



Progetto

IN17

Lotto

12

Codifica

EI2CLVI0504009

B

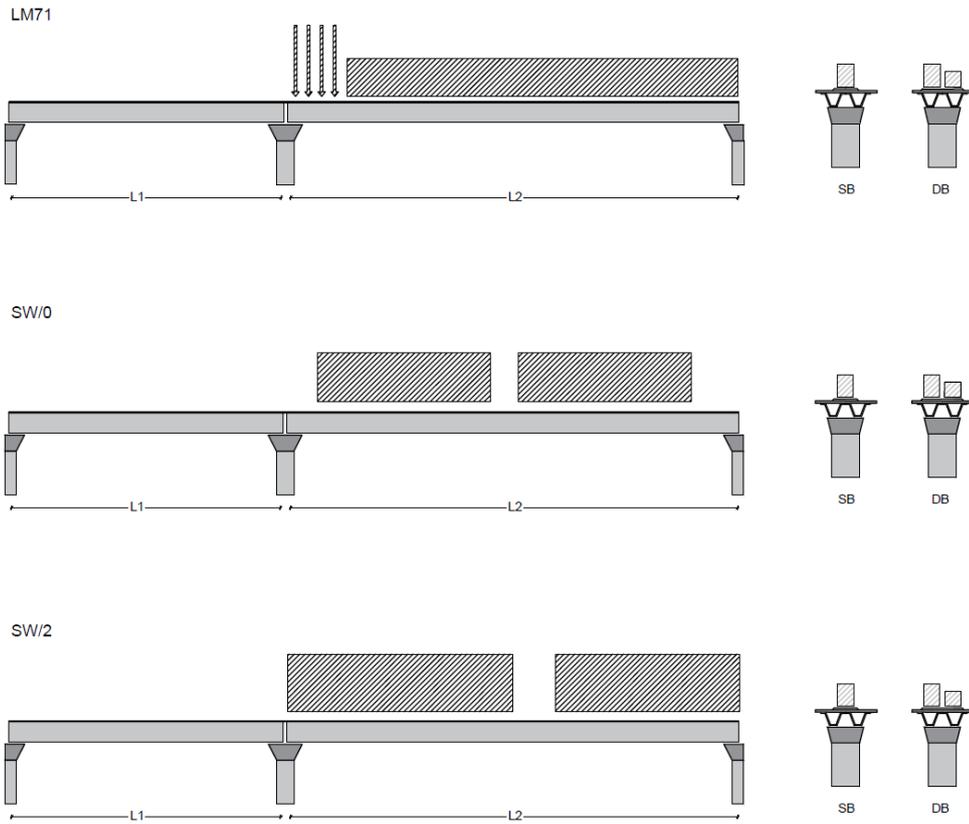


Figura 6- Posizione treni di carico – massimo momento longitudinale

	Progetto IN17	Lotto 12	Codifica EI2CLVI0504009	B
--	------------------	-------------	----------------------------	---

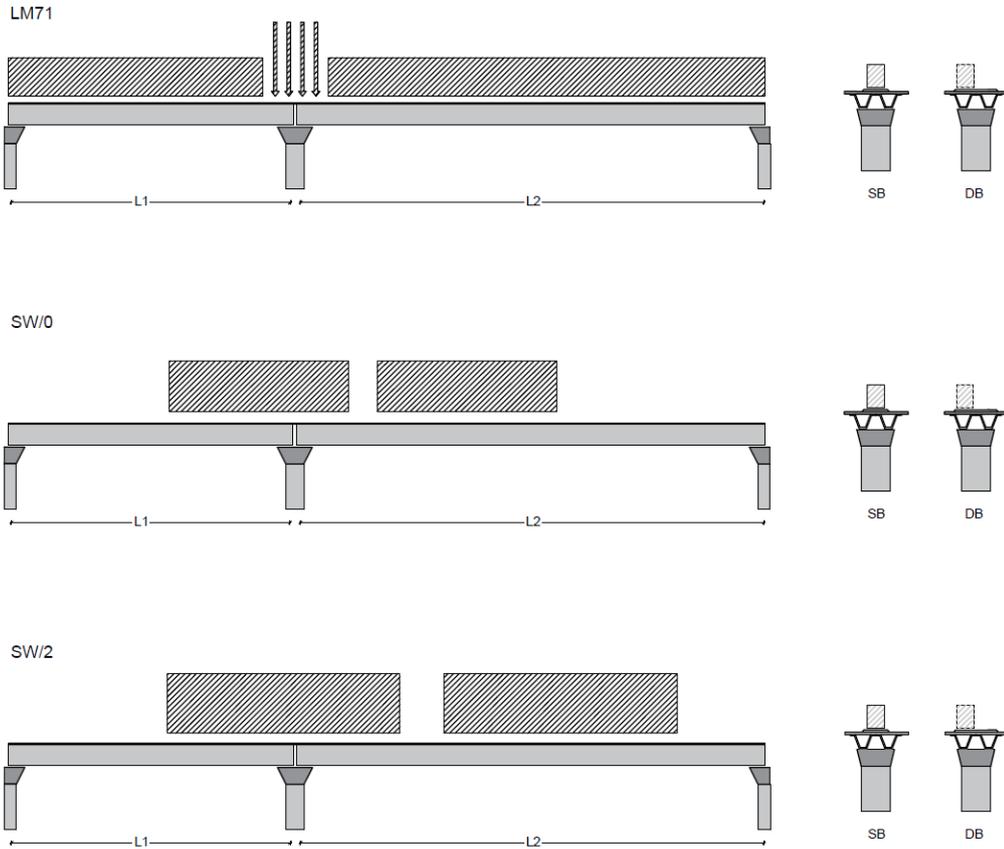


Figura 7- Posizione treni di carico – massimo momento trasversale

GENERAL CONTRACTOR  IRICAV2	ALTA SORVEGLIANZA  GRUPPO FERROVIE DELLO STATO ITALIANE			
	Progetto IN17	Lotto 12	Codifica EI2CLVI0504009	B

## 6.5 Carichi da traffico orizzontali

### 6.5.1 Forza centrifuga (Q4)

L'azione centrifuga è schematizzata come una forza agente in direzione orizzontale perpendicolarmente al binario e verso l'esterno della curva, applicata ad 1,80 m al di sopra del p.f.. Il valore caratteristico della forza centrifuga si determina in accordo con la seguente espressione:

$$Q_{tk} = V^2 \cdot f \cdot (\alpha \cdot Q_{vk}) / (127 \cdot R)$$

- dove
- V    velocità di progetto espressa in km/h
  - $Q_{vk}$     valore caratteristico dei carichi verticali
  - R    raggio di curvatura in m
  - f    fattore di riduzione (rif. §2.5.1.4.3.1 [3])

raggio di curvatura	R	2700	m
velocità massima compatibile con il tracciato della linea	V <sub>max</sub>	300	km/h
		<b>SX</b>	
lunghezza di influenza della parte curva del binario	L <sub>f</sub>	22.8	m
fattore di riduzione funzione della L <sub>f</sub> e della V	f	0.48	

Per il modello di carico LM71 e per velocità di progetto superiori a 120 km/h, si considerano i seguenti 2 casi:

- a) modello di carico LM71 e forza centrifuga per  $V = 120$  km/h e  $f = 1$ ;
- b) modello di carico LM71 e forza centrifuga calcolata per la massima velocità di progetto.

La forza centrifuga non deve essere incrementata dei coefficienti dinamici.

Valore di $\alpha$	Massima velocità della linea [Km/h]	Azione centrifuga basata su:				traffico verticale associato
		V	$\alpha$	f		
SW/2	$\geq 100$	100	1	1	$1 \times 1 \times SW/2$	$\Phi \times 1 \times SW/2$
	$< 100$	V	1	1	$1 \times 1 \times SW/2$	
LM71 e SW/0	$> 120$	V	1	f	$1 \times f \times (LM71'' + SW/0)$	$\Phi \times 1 \times 1 \times (LM71'' + SW/0)$
		120	$\alpha$	1	$\alpha \times 1 \times (LM71'' + SW/0)$	$\Phi \times \alpha \times 1 \times (LM71'' + SW/0)$
	$\leq 120$	V	$\alpha$	1	$\alpha \times 1 \times (LM71'' + SW/0)$	

Tab. 2.5.1.4.3.1-1 - Parametri per determinazione della forza centrifuga

**LM71 caso a**

velocità massima

Vmax 120

fattore di riduzione funzione della Lf e della V

f 1.00

coefficiente di adattamento

a 1.10

valore caratteristico dei carichi verticali

Qvk 250.0 kN x asse

valore caratteristico dei carichi verticali

qvk 80.0 kN/m

valore caratteristico della forza centrifuga

Qtk 11.5 kN x asse

valore caratteristico della forza centrifuga

qtk 3.7 kN/m

**LM71 caso b**

velocità massima compatibile con il tracciato della linea

Vmax 300

fattore di riduzione funzione della Lf e della V

f 0.48

coefficiente di adattamento

a 1.0

valore caratteristico dei carichi verticali

Qvk 250.0 kN x asse

valore caratteristico dei carichi verticali

qvk 80.0 kN/m

valore caratteristico della forza centrifuga

Qtk 31.6 kN x asse

valore caratteristico della forza centrifuga

qtk 10.1 kN/m

GENERAL CONTRACTOR  IRICAV2	ALTA SORVEGLIANZA  ITALFERR GRUPPO FERROVIE DELLO STATO ITALIANE		
	Progetto IN17	Lotto 12	Codifica EI2CLVI0504009 B

Per quanto riguarda il modello di carico SW/2 si deve assumere: una velocità  $V$  non superiore a 100 km/h, un valore di  $f$  pari ad 1 ed il valore di  $a$  pari a 1:

<b>SW/2</b>			
velocità massima compatibile con il tracciato della linea	$V_{max}$	100	
fattore di riduzione funzione della $L_f$ e della $V$	$f$	1.00	
coefficiente di adattamento	$a$	1.00	
valore caratteristico dei carichi verticali	$q_{vk}$	150.00	kN/m
valore caratteristico della forza centrifuga	$q_{tk}$	4.37	kN/m

Riassumendo:

	$Q_{tk\ sx}$	$q_{tk\ sx}$	$Q_{tk\ dx}$	$q_{tk\ dx}$	$F\ testa\ Pila$	$Mom\ Trasn$
	$KN$	$KN/m$	$KN$	$KN/m$	$KN$	$KN/m$
Fcen_LM/71_1	46.2	3.7	46.2	3.7	143	792
Fcen_LM/71_2	126.5	10.1	109.7	8.8	349	1939
Fcen_SW/2_1	0.0	4.4	0.0	4.4	127	704

### 6.5.2 Serpeggio

La forza laterale indotta dal serpeggio si schematizza come una forza concentrata agente orizzontalmente perpendicolarmente all'asse del binario. Il valore caratteristico di tale forza è assunto pari a 100 kN. Tale valore deve essere moltiplicato per  $\alpha$  ma non per il coefficiente di amplificazione dinamica. Essa si applicherà sia in rettilineo che in curva.

GENERAL CONTRACTOR  IRICAV2	ALTA SORVEGLIANZA  ITALFERR GRUPPO FERROVIE DELLO STATO ITALIANE			
	Progetto IN17	Lotto 12	Codifica EI2CLVI0504009	B

viadotto a binario combinazione treni	<b>doppio</b> <b>LM/71 + SW/2</b>		
valore caratteristico della forza	Qsk	100	kN
coefficiente di adattamento	a	1.1	
coefficiente di adattamento	a2	1	
Questa forza laterale deve essere sempre combinata con i carichi verticali			
altezza baggioli e apparecchi d'appoggio		0.5	m
altezza impalcato + soletta		2.45	m
armamento		0.8	m
incremento altezza rotaia + alta		0.1	m
valore caratteristico della Forza	Fsk	210	kN
valore caratteristico Momento Tra	Msk	808.5	kN/m

Tale forza rappresenta l'azione complessiva in testa alla pila di riferimento.

### 6.5.3 Frenatura ed avviamento (Q3)

Le forze di frenatura e di avviamento agiscono sulla sommità del binario, nella direzione longitudinale dello stesso. Dette forze sono da considerarsi uniformemente distribuite su una lunghezza di binario L determinata per ottenere l'effetto più gravoso sull'elemento strutturale considerato. I valori da considerare sono i seguenti:

- avviamento:  $Q_{la,k} = 33 \text{ kN/m} \cdot L \leq 1000 \text{ kN}$  per i modelli di carico LM71, SW/2
- frenatura:  $Q_{lb,k} = 20 \text{ kN/m} \cdot L \leq 6000 \text{ kN}$  per i modelli di carico LM71
- $Q_{lb,k} = 35 \text{ kN/m}$  per i modelli di carico SW/2

I valori caratteristici dell'azione di frenatura e di avviamento devono essere moltiplicati per  $\alpha$  e non devono essere moltiplicati per  $\Phi$ . Nel caso di ponti a doppio binario si devono considerare due treni in transito in versi opposti, uno in fase di avviamento e l'altro in fase di frenatura.

GENERAL CONTRACTOR  IRICAV2	ALTA SORVEGLIANZA  GRUPPO FERROVIE DELLO STATO ITALIANE			
	Progetto IN17	Lotto 12	Codifica EI2CLVI0504009	B

Nei sotto paragrafi che seguono si riportano i risultati delle reazioni vincolari per le diverse disposizioni di carico considerate e descritte precedentemente nel §6.4.

numero di binari	<b>doppio</b>		
combinazione treni	<b>LM/71 + SW/2</b>		
posizionamento vincoli fissi	<b>caso peggiore</b>		
estradosso pulvino sommità binario	H	<b>0.5</b>	m
lunghezza del binario	L	<b>40</b>	m

#### FRENATURA

LM/71			
coefficiente di adattamento	a	<b>1.1</b>	
lunghezza del binario	L	<b>40</b>	m
valore caratteristico della forza	Q <sub>la,k</sub>	<b>880</b>	kN
SW/0			
coefficiente di adattamento	a	<b>1.1</b>	
lunghezza del binario	L	<b>30</b>	m
valore caratteristico della forza	Q <sub>la,k</sub>	<b>660</b>	kN
SW/2			
coefficiente di adattamento	a	<b>1</b>	
lunghezza del binario	L	<b>33</b>	
valore caratteristico della forza	Q <sub>la,k</sub>	<b>1155</b>	

GENERAL CONTRACTOR  IRICAV2	ALTA SORVEGLIANZA  GRUPPO FERROVIE DELLO STATO ITALIANE			
	Progetto IN17	Lotto 12	Codifica EI2CLVI0504009	B

## AVVIAMENTO

LM/71 valore caratteristico della forza	$Q_{la,k}$	<b>1000</b>	kN
SW/0 valore caratteristico della forza	$Q_{la,k}$	<b>1000</b>	kN
SW/2 valore caratteristico della forza	$Q_{la,k}$	<b>1000</b>	kN

Si rimanda alla “*Relazione interazione treno binario struttura*” per l’analisi di interazione binario-struttura. Le variazioni in termini di sollecitazioni longitudinali non risultano significative e, di conseguenza, non verranno portate in conto nella presente relazione.

### 6.5.4 Forza d’attrito (Q8)

Le forze parassitarie dei vincoli si esplicano in corrispondenza degli apparecchi d’appoggio mobili per traslazione relativa impalcato-apparecchi d’appoggio. Essendo funzione del carico verticale, la sua definizione è associata ai coefficienti moltiplicativi delle combinazioni  $\gamma$  e  $\psi$  dei carichi da peso proprio strutturali e non, e dei carichi verticali da traffico. Si riporta per questo motivo un esempio di forza d’attrito “caratteristica” solo come esempio di calcolo, in quanto il calcolo è stato eseguito a valle della combinazione di carico.

Per la valutazione delle coazioni generate è stato considerato un coefficiente d’attrito  $f$  pari a 0,04. Con riferimento a quanto riportato nel §2.5.1.6.3 [3] la forza agente sulle pile per impalcato a travate isostatiche, facendo riferimento all’apparecchio d’appoggio maggiormente caricato tra i due presenti sulla pila, si considera pari a:

$$F_a = f (0,2 \cdot V_G + V_Q)$$

dove  $V_G$  reazione verticale massima associata ai carichi permanenti  
 $V_Q$  reazione verticale massima associata ai carichi mobili dinamizzati

GENERAL CONTRACTOR  IRICAV2	ALTA SORVEGLIANZA  GRUPPO FERROVIE DELLO STATO ITALIANE			
	Progetto IN17	Lotto 12	Codifica EI2CLVI0504009	B

altezza baggioli e apparecchi d'appoggio	h	0.5	m
lunghezza del binario	L	40	m
reazione verticale massima associata ai carichi permanenti	Vg1	6922	kN
reazione verticale massima associata ai carichi permanenti	Vg2	6839	KN
reazione verticale massima associata ai carichi mobili	Vq	10221	kN
coefficiente d'attrito (da assum. In relazione alle cart. App.)	f	0.04	
forza d'attrito trasmessa alla pila	Fa	518.9	kN
momento longitudinale in testa pila	M	259.5	kN/m

## 6.6 Azione del Vento (Q5)

L'azione del vento viene ricondotta ad un'azione statica equivalente costituita da pressioni e depressioni agenti normalmente alle superfici. Ricadendo nella classificazione ordinaria di ponti l'azione del vento è valutata come agente su una superficie continua, convenzionalmente alta 4m dal piano del ferro rappresentante il convoglio. L'altezza effettiva è valutata sia in funzione della presenza o meno del convoglio sia in funzione dell'altezza delle barriere antirumore, convenzionalmente alte 5m.

La valutazione è stata svolta in coerenza con i capitoli 3.3, 5.1.3.7 delle NTC2008 e dei 8.1, 8.2, 8.3 e 8.4 del Eurocodice 1991-1-4.

Non essendo ritenuta la necessità di un'analisi dinamica, per la valutazione della risposta sotto azione del vento, è possibile utilizzare il metodo semplificato che permette di esprimere  $F_w$  con la seguente espressione:

$$F_w = \frac{1}{2} \times \rho \times v_b^2 \times C \times A_{ref,x}$$

dove:

$v_b$  indica la velocità di base del vento

$C$  indica il fattore del carico del vento.  $C = c_e \times c_{f,x}$  dove  $c_e$  è il fattore di esposizione e  $c_{f,x}$  coefficienti di forza

$A_{ref,x}$  indica l'area di riferimento

$\rho$  indica la densità dell'aria

GENERAL CONTRACTOR  <b>IRICAV2</b>	ALTA SORVEGLIANZA  GRUPPO FERROVIE DELLO STATO ITALIANE			
	Progetto IN17	Lotto 12	Codifica EI2CLVI0504009	B

Di seguito si riportano le assunzioni principali per la scrittura di tale forza, a partire dai contributi del fattore del carico del vento  $c_e \times c_{f,x}$  e del coefficiente di esposizione sulla base della classe d'esposizione e l'altezza  $z$  del punto considerato. Altezza posta pari alla massima quota del complesso impalcato, barriere antirumore, sagoma del treno. A tal proposito il §2.5.1.4.4.2 [3] impone di considerare il treno come una superficie piana continua convenzionalmente alta 4,00 m sul p.f.. L'azione del vento dovrà comunque considerarsi agente sulle b.a. presenti considerando la loro altezza effettiva se disponibile oppure un'altezza convenzionale di 4,00 m misurati dall'estradosso della soletta qualora le b.a. non siano previste al momento della redazione del progetto.

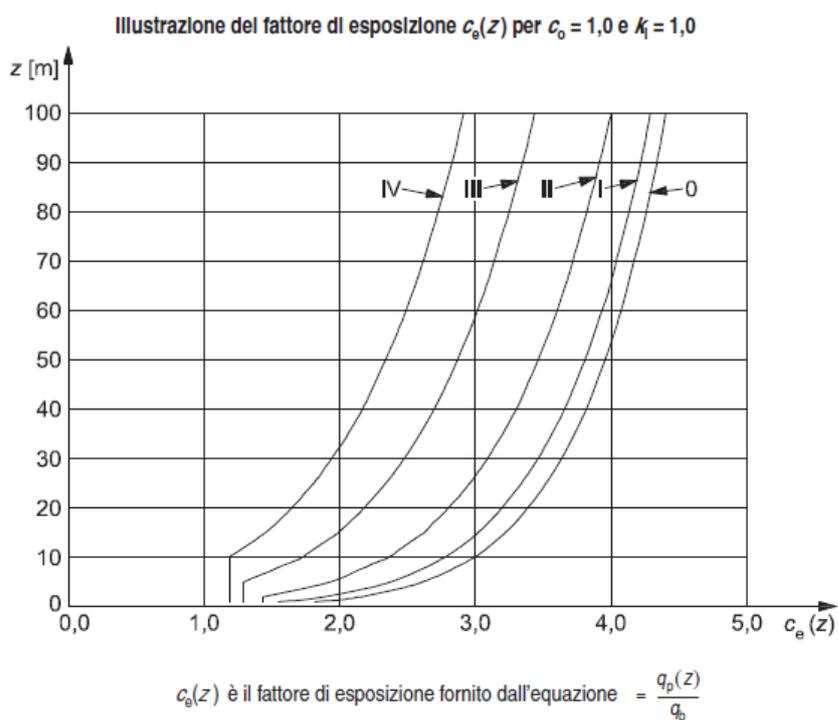


Figura 8 -fattore di esposizione - Eurocodice 1991-1-4

**Illustrazione del fattore di forza  $c_{f,x,0}$**

	Progetto	Lotto	Codifica	
	IN17	12	EI2CLVI0504009	B

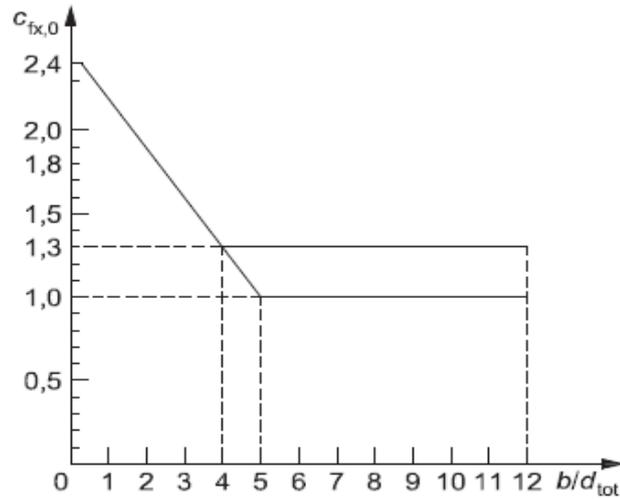


Figura 9 - Fattore di forza trasversale - Eurocodice 1991-1-4

$$c_{f,x} = c_{fx,0}$$

dove:

$c_{fx,0}$  indica il coefficiente di forza relativo all'impalcato in assenza di flusso di estremità libera

- a) Fase di costruzione, parapetti aperti (aperti più del 50%) e barriere di sicurezza aperte
- b) Parapetti solidi, barriere antirumore, barriere di sicurezza solide o traffico
- 1 Tipo di ponte
- 2 Travi reticolari separatamente

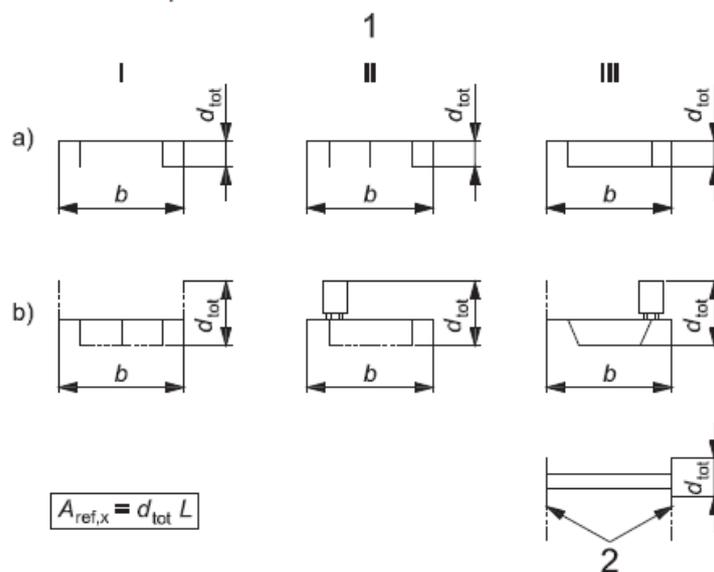


Figura 10 - Area effettiva - Eurocodice 1991-1-4

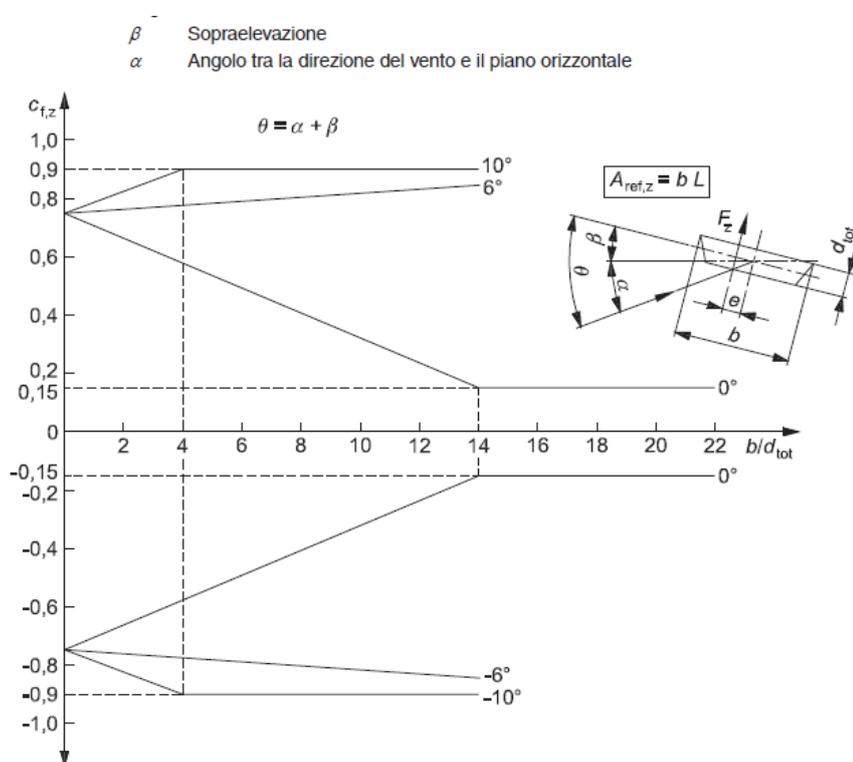


Figura 11 - coefficiente di forza verticale - Eurocodice 1991-1-4

L'azione longitudinale del vento se non espressamente richiesta può essere trascurata. In generale, le forze spiranti da direzioni diverse non agiscono simultaneamente. Nel caso di azione verticale, essendo prodotta da un ampio ventaglio di direzioni è possibile combinarla con altri venti se il contributo aggiunto è sfavorevole.

- a) Struttura verticale per esempio edifici, ecc.  
 b) Oscillatore parallelo, per esempio strutture orizzontali come travi, ecc.  
 c) Strutture puntuali per esempio insegne, ecc.  
 1) Vento

$$z_s = 0,6 \times h \geq z_{\min} \quad z_s = h_1 + \frac{h}{2} \geq z_{\min} \quad z_s = h_1 + \frac{h}{2} \geq z_{\min}$$

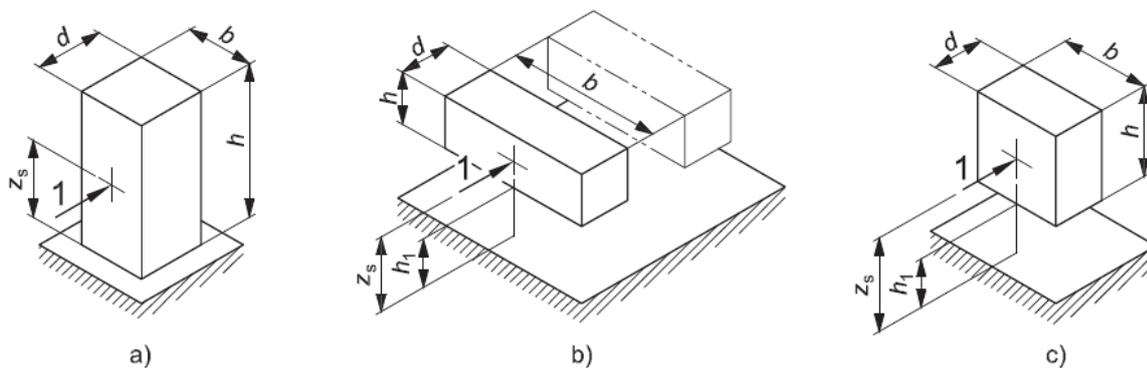


Figura 12 - Altezza di riferimento - Eurocodice 1991-1-4

tab. 3.3.I	Zona	<b>1</b>	
tab.3.3.II	Categoria	<b>II</b>	
tab. 3.3.III	Classe rug	<b>D</b>	
velocità di base di riferimento s.l.m.	V <sub>bo</sub>	<b>25</b>	m/s
parametro di quota	a <sub>o</sub>	<b>1000</b>	m
altitudine sul livello del mare	a <sub>s</sub>	<b>150</b>	m
parametro adimensionale	k <sub>s</sub>	<b>0.4</b>	
coefficiente di altitudine	c <sub>a</sub>	<b>1</b>	
velocità di base di riferimento	V <sub>b</sub>	<b>25</b>	m/s

GENERAL CONTRACTOR



ALTA SORVEGLIANZA



Progetto

Lotto

Codifica

IN17

12

EI2CLVI0504009

B

tempo di ritorno azione del vento	Tr	150	anni
coefficiente di ritorno	cr	1.06	
velocità di riferimento	Vr	26.5	m/s
fattore di terreno	Kr	0.19	
lunghezza di rugosità	zo	0.05	m
altezza minima	zmin	4	m

### 6.6.1.1 Impalcato

#### ponete carico

altezza pila	z1	6.70	m
altezza baggioli e app. d'appoggio	z2	0.50	m
altezza all'intradosso	zint	7.2	m
altezza di riferimento	z	10.8	m
coefficiente di topografia	ct	1	
coefficiente di esposizione	ce	2.40	
densità dell'aria convenzionale	ro	1.25	kg/m <sup>3</sup>
pressione statica di riferimento	qr	439.8	n/m <sup>2</sup>
pressione statica di picco	qpicco	1055.4	n/m <sup>2</sup>
larghezza impalcato	d	13.4	m
altezza impalcato+soletta	z3	2.35	m
armamento	z4	0.80	m
altezza treno	z5a	4	m
altezza barriere	z5b	4	m
altezza di impatto treno o barriere	htot	7.15	m
	d/h	1.88	
coefficiente di forza trasversale	cfx	1.88	
coefficiente di forza trasversale	cfz	0.9	

GENERAL CONTRACTOR  <b>IRICAV2</b>	ALTA SORVEGLIANZA  GRUPPO FERROVIE DELLO STATO ITALIANE		
	Progetto IN17	Lotto 12	Codifica EI2CLVI0504009
			B

forza trasversale	fx	<b>17.9</b>	kN/m
forza equivalente in testa pila	Fx	<b>580.6</b>	kN
momento trasv equivalente in testa pila	Mx	<b>2364.5</b>	kN/m
forza verticale	fz	<b>33.5</b>	kN/m
forza equivalente in testa pila	Fz	<b>1088.8</b>	kN
momento trasv equivalente in testa pila	Mx	<b>3647.3</b>	kN/m

<b>ponte scarico</b>			
altezza di impatto treno o barriere	htot	<b>6.35</b>	m
rapporto geometrico	d/h	<b>2.11</b>	
coefficiente di forza trasversale	cfx	<b>1.82</b>	
coefficiente di forza trasversale	cfz	<b>0.90</b>	
forza trasversale	fx	<b>15.9</b>	kN/m
forza equivalente in testa pila	Fx	<b>515.6</b>	kN
momento trasv equivalente in testa pila	Mx	<b>1893.5</b>	kN/m
forza verticale	fz	<b>33.5</b>	kN/m
forza equivalente in testa pila	Fz	<b>1088.8</b>	kN
momento trasv equivalente in testa pila	Mx	<b>3647.3</b>	kN/m

### 6.6.1.2 Pila

Nel caso di pila con sezione rettangolare, il coefficiente di forma della pila e l'area di riferimento per il calcolo della risultante si determinano in base alle indicazioni del §7.2 della UNI EN1991-1-4. A tal proposito si riconduce il coefficiente di forma  $c_p$  al coefficiente di forza  $c_f$ .

Il coefficiente di forza  $c_f$  si determina mediante l'espressione:

$$c_f = c_{f,0} \cdot \psi_r \cdot \psi_\lambda$$

- dove
- $c_{f,0}$  è il coefficiente di forma in assenza di effetto di estremità;
  - $\psi_r$  è il fattore riduttivo per sezioni con spigoli arrotondati;
  - $\psi_\lambda$  è il fattore di effetto di estremità, posto cautelativamente pari a 1.

I valori di  $c_{f,0}$  e  $\psi_r$  si determinano in funzione del rapporto tra le dimensioni in sezione dell'elemento investito, secondo gli abachi riportati nella figura seguente.

Coefficienti di forza  $c_{f,0}$  con sezioni rettangolari a spigoli vivi in assenza di flusso di estremità libera

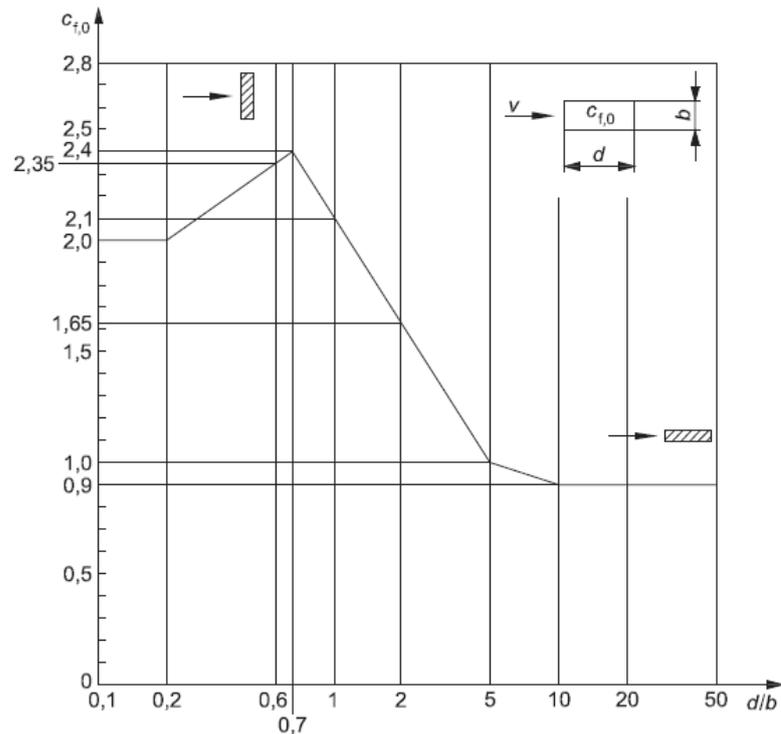


Figura 13 - Correlazione tra dimensioni in sezione dell'elemento e il coefficiente di forma  $c_{fx0}$  (figura 7.23 EC1-4)

Fattore di riduzione  $\psi_r$  per sezioni quadrate con spigoli arrotondati

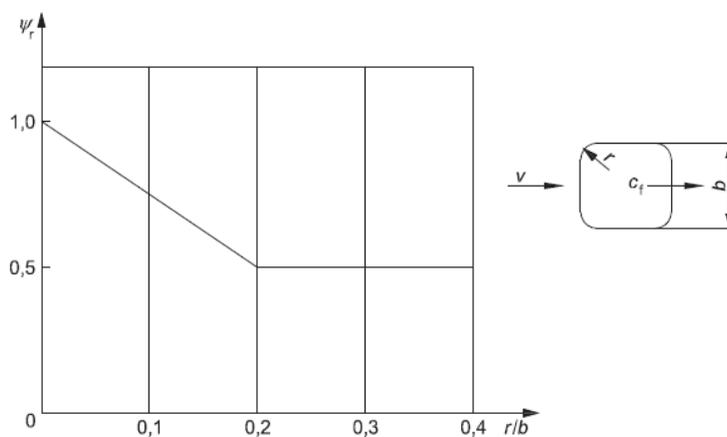


Figura 14 - correlazione tra il raggio di arrotondamento dello spigolo e il fattore riduttivo  $\psi_r$  (figura 7.24 EC1-4)



	Progetto	Lotto	Codifica	
	IN17	12	EI2CLVI0504009	B

Coefficiente di forza  $c_{f,0}$  per cilindri circolari in assenza di effetti di estremità libera in corrispondenza di diversi valori della rugosità equivalente  $k/b$

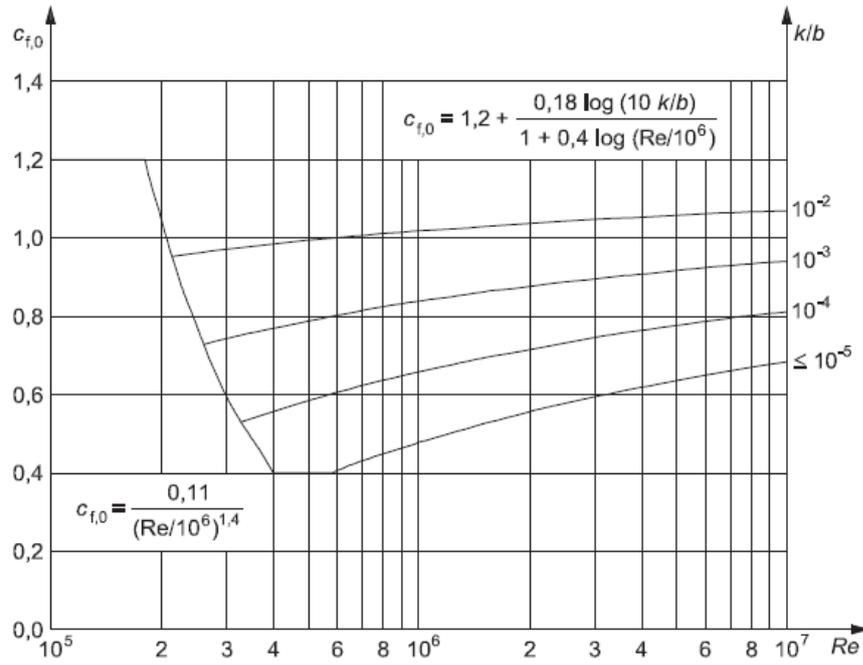


Figura 15 - Fattori di forza pila - Eurocodice 1991-1-4

GENERAL CONTRACTOR



ALTA SORVEGLIANZA



Progetto

Lotto

Codifica

IN17

12

EI2CLVI0504009

B

**direzione trasversale**

altezza di riferimento	z	6.7	m
coefficiente di topografia	ct	1	
coefficiente di esposizione	ce	2.10	
densità dell'aria convenzionale	ro	1.25	kg/m <sup>3</sup>
pressione statica di riferimento	qr	439.8	n/m <sup>2</sup>
pressione statica di picco	qpicco	925.1	n/m <sup>2</sup>
		0.93	Kpa
tipologia di sezione		rettangolare	
larghezza trasversale pila	b	9.4	m
larghezza longitudinale pila	d	3.6	m
raggio della sezione	R	0.40	m
rapporto geometrico	b/d	2.61	
rapporto geometrico	r/b	0.11	
coefficiente di forza trasversale sez. ret.	cf,0	1.46	
end-effect factor	$\psi\lambda$	0.72	
viscosità cinematica dell'aria	v	1.50E-05	m/s
numero di Reynolds	Re	1.70E+06	
materiale pila		cls ruvido	
rugosità equivalente	k	1	mm
rapporto	k/b	2.50E-03	
coefficiente di forza trasversale sez. circ.	cf,0	0.94	
rapporto geometrico	l/b	1.86	
snellezza effettiva	$\lambda$	70.00	
rapporto di solidità	$\phi$	1	
end-effect factor	$\psi\lambda$	0.89	
forza trasversale	f tras	9.0	kN/m
forza equivalente totale	F tras	60.3	kN
altezza di applicazione sulla pila	h tra	3.4	m

GENERAL CONTRACTOR  <b>IRICAV2</b>	ALTA SORVEGLIANZA  <b>ITALFERR</b> GRUPPO FERROVIE DELLO STATO ITALIANE			
	Progetto IN17	Lotto 12	Codifica EI2CLVI0504009	B

<b>direzione longitudinale</b>			
tipologia di sezione		<b>rettangolare</b>	
larghezza trasversale pila	b	9.4	m
larghezza longitudinale pila	d	3.6	m
raggio della sezione	R	0.4	m
rapporto geometrico	b/d	0.38	
rapporto geometrico	r/b	0.04	
coefficiente di forza long. sez.ret	cf,0	2.21	
coefficiente di forza trasversale sez.circ.	cf,0	0.94	
end-effect factor	$\psi\lambda$	0.89	
rapporto geometrico	l/b	0.71	
snellezza effettiva	$\lambda$	70.00	
rapporto di solidità	$\phi$	1	
end-effect factor	$\psi\lambda$	0.89	
forza longitudinale	f lon	<b>23.50</b>	kN/m
forza equivalente totale	Flon	<b>157.45</b>	kN
altezza di applicazione sulla pila	h lon	<b>3.43</b>	m

## 6.7 Azione termica (Q7)

Le azioni termiche sono state applicate all'impalcato e alle pile. In particolare, all'impalcato è stata applicata una variazione termica uniforme, al fine di calcolare le escursioni di appoggi e giunti; sono state considerate le seguenti variazioni:

- $DT = \pm 15^{\circ}\text{C}$  per impalcato in c.a.p. e in c.a.
- $DT = \pm 15^{\circ}\text{C}$  per impalcato in struttura mista acciaio-calcestruzzo e per le travi incorporate

Come previsto nelle NTC2008, la variazione di temperatura è stata incrementata del 50 % per tutte le tipologie di impalcato.

Per le pile cave invece, sono state adottate le seguenti ipotesi:

- Differenza di temperatura tra interno ed esterno pari a  $10^{\circ}\text{C}$  (con interno più caldo dell'esterno o viceversa, considerando un modulo elastico E non ridotto);
- Ritiro differenziale fusto-fondazione (fusto-pulvino), considerando un plinto (pulvino) parzialmente stagionato, che non ha, quindi, ancora esaurito la relativa deformazione da ritiro.

GENERAL CONTRACTOR  <b>IRICAV2</b>	ALTA SORVEGLIANZA  <b>ITALFERR</b> GRUPPO FERROVIE DELLO STATO ITALIANE			
	Progetto IN17	Lotto 12	Codifica EI2CLVI0504009	B

Conseguentemente a tale situazione si potrà considerare un valore di ritiro differenziale pari al 50% di quello a lungo termine, considerando un valore convenzionale del modulo di elasticità pari ad 1/3 di quello misurato (tale contributo è stato valutato in modo esplicito);

- Variazione termica uniforme tra fusto, pila e zattera interrata pari a 5 °C (zattera più fredda della pila e viceversa con variazione lineare tra l'estradosso zattera di fondazione ed un'altezza da assumersi, in mancanza di determinazioni più precise, pari a 5 volte lo spessore

## 6.8 Azione Sismica (E)

L'azione sismica di progetto è rappresentata da spettri di risposta definiti in base alla pericolosità sismica di base del sito ove sorge l'opera in oggetto, la vita di riferimento e le caratteristiche del sottosuolo.

Di seguito si riportano i parametri di input utilizzati per la definizione degli spettri di progetto orizzontali e verticali e i grafici degli stessi.

### 6.8.1 Inquadramento Sismico

La determinazione della pericolosità sismica di base è definita a partire dall'ubicazione dell'opera e dalle sue caratteristiche progettuali come la vita nominale  $V_N$  e la classe d'uso  $C_u$ . Sulla base del "Manuale di Progettazione delle Opere Civili". I parametri identificativi dell'opera sono:

Vita Nominale	Classe d'Uso	Coeff. D'uso
100	III	1.5

La geo-localizzazione permette di ottenere le coordinate geografiche delle singole opere e individuare puntualmente la domanda sismica secondo gli spettri normativi rappresentativi delle due componenti (orizzontale e verticale), ovvero determinare i singoli parametri indipendenti di riferimento.

GENERAL CONTRACTOR



ALTA SORVEGLIANZA



Progetto

Lotto

Codifica

IN17

12

EI2CLVI0504009

B

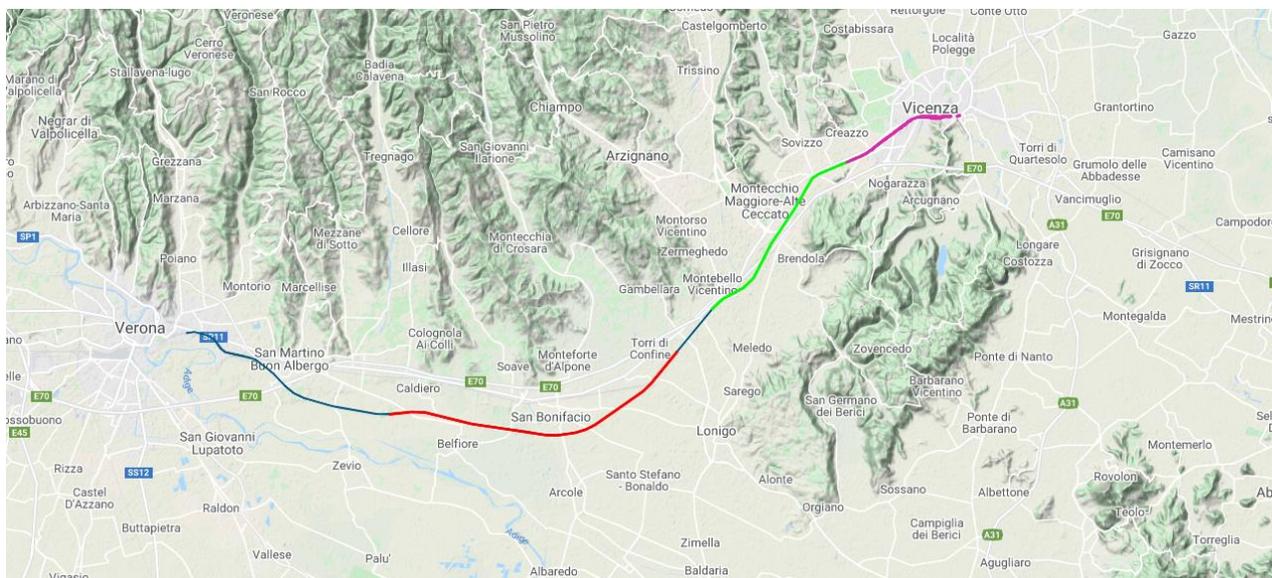


Figura 16 - Individuazione geografica della linea ferroviaria

I parametri indipendenti per le forme spettrali di riferimento hanno una variazione spaziale lungo la linea poco influente; per le seguenti analisi si è fatto riferimento alle seguenti coordinate individuando così la condizione sismica più gravosa fra quelle dell'intera tratta di interesse.

Latitudine 45.40294

Longitudine 11.11012

### 6.8.2 Definizione della domanda sismica

Secondo le NTC 2008 l'azione sismica viene considerata mediante spettri di risposta elastici in accelerazione. Sulla base dello studio geologico, i terreni in esame sono di tipo C, pianeggianti, tali da ricadere nella categoria topografica T1. Risulta quindi possibile tracciare lo spettro di riferimento normativo.

GENERAL CONTRACTOR  IRICAV2	ALTA SORVEGLIANZA  GRUPPO FERROVIE DELLO STATO ITALIANE			
	Progetto IN17	Lotto 12	Codifica EI2CLVI0504009	B

### FASE 1. INDIVIDUAZIONE DELLA PERICOLOSITÀ DEL SITO

Ricerca per coordinate

LONGITUDINE

LATTITUDINE

Ricerca per comune

REGIONE

PROVINCIA

COMUNE

**Elaborazioni grafiche**

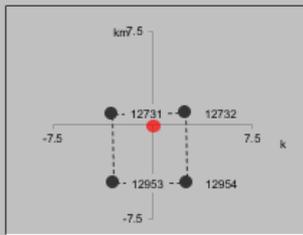
Grafici spettri di risposta

Variabilità dei parametri

**Elaborazioni numeriche**

Tabella parametri

**Nodi del reticolo intorno al sito**



**Reticolo di riferimento**



Controllo sul reticolo

Sito esterno al reticolo

Interpolazione su 3

Interpolazione

**Interpolazione**

superficie rigata

La "Ricerca per comune" utilizza le coordinate ISTAT del comune per identificare il sito. Si sottolinea che all'interno del territorio comunale le azioni sismiche possono essere significativamente diverse da quelle così individuate e si consiglia, quindi, la "Ricerca per coordinate".

INTRO
FASE 1
FASE 2
FASE 3

Figura 17 - Sito di riferimento secondo "Spettri\_NTC"

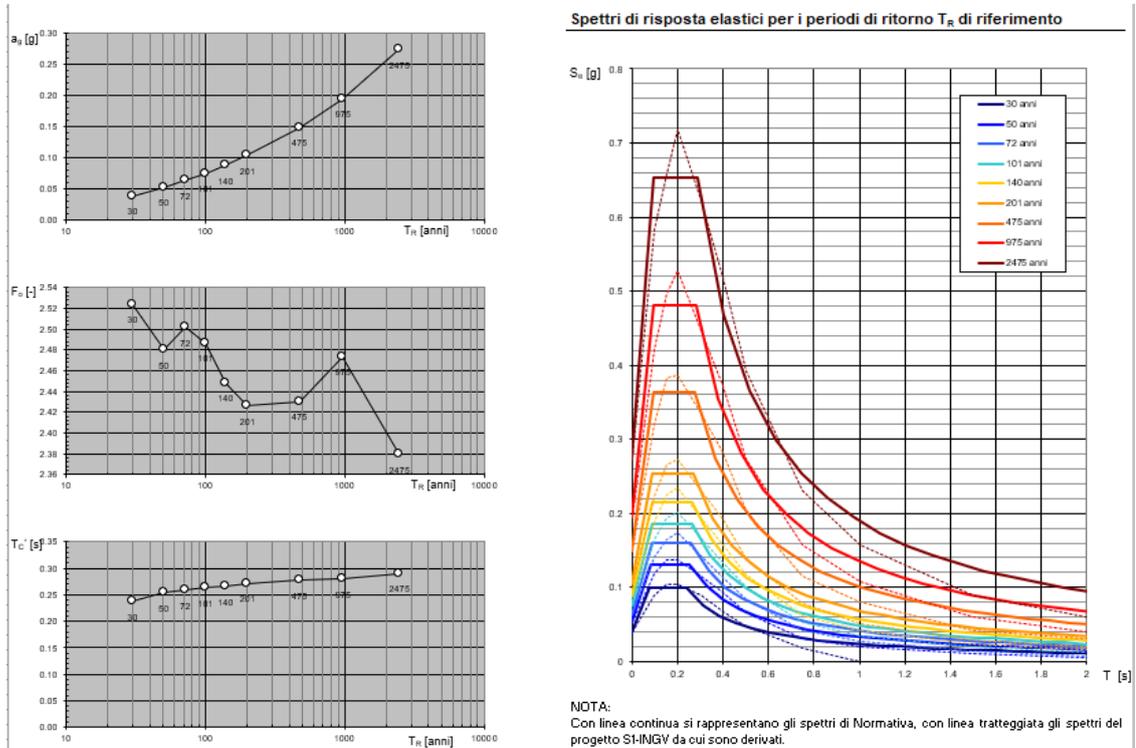


Figura 18 - Parametri di riferimento del sito secondo "Spettri\_NTC"

### Valori dei parametri $a_g$ , $F_o$ , $T_C^*$ per i periodi di ritorno $T_R$ di riferimento

$T_R$ [anni]	$a_g$ [g]	$F_o$ [-]	$T_C^*$ [s]
30	0.039	2.524	0.237
50	0.053	2.480	0.253
72	0.064	2.501	0.259
101	0.075	2.486	0.263
140	0.088	2.448	0.265
201	0.104	2.426	0.271
475	0.149	2.430	0.278
975	0.195	2.474	0.280
2475	0.275	2.379	0.291

La verifica dell'idoneità del programma, l'utilizzo dei risultati da esso ottenuti sono onere e responsabilità esclusiva dell'utente. L'ANIDIS non potrà essere ritenuta responsabile dei danni risultanti dall'utilizzo dello stesso.

Figura 19 - Tabella riassuntiva degli stati limite di riferimento del sito in esame



	Progetto	Lotto	Codifica	
	IN17	12	EI2CLVI0504009	B

### FASE 2. SCELTA DELLA STRATEGIA DI PROGETTAZIONE

Vita nominale della costruzione (in anni) -  $V_N$   info

Coefficiente d'uso della costruzione -  $C_U$   info

Valori di progetto

Periodo di riferimento per la costruzione (in anni) -  $V_R$   info

Periodi di ritorno per la definizione dell'azione sismica (in anni) -  $T_R$  info

Stati limite di esercizio - SLE

SLO - $P_{VR} = 81\%$	<input type="text" value="90"/>
SLD - $P_{VR} = 63\%$	<input type="text" value="151"/>

Stati limite ultimi - SLU

SLV - $P_{VR} = 10\%$	<input type="text" value="1424"/>
SLC - $P_{VR} = 5\%$	<input type="text" value="2475"/>

Elaborazioni

- Grafici parametri azione
- Grafici spettri di risposta
- Tabella parametri azione

LEGENDA GRAFICO

--□-- Strategia per costruzioni ordinarie

Strategia di progettazione

INTRO
FASE 1
FASE 2
FASE 3

### FASE 3. DETERMINAZIONE DELL'AZIONE DI PROGETTO

Stato Limite

Stato Limite considerato  info

Risposta sismica

Categoria di sottosuolo  info

Categoria topografica  info

$S_B = 1.373$   $C_C = 1.591$  info

$h/H = 0.000$   $S_T = 1.000$  info

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

Compon. orizzontale

Spettro di progetto elastico (SLE) Smorzamento  $\xi$  (%)   $\eta = 1.000$  info

Spettro di progetto inelastico (SLU) Fattore  $q_o = 1.5$  Regol. in altezza  info

Compon. verticale

Spettro di progetto Fattore  $q = 1$   $\eta = 1/q = 1.000$  info

Elaborazioni

- Grafici spettri di risposta
- Parametri e punti spettri di risposta

— Spettro di progetto - componente orizzontale

— Spettro di progetto - componente verticale

Spettri di risposta

INTRO
FASE 1
FASE 2
FASE 3

Figura 20 - Definizione della domanda sismica allo SLV

### Parametri e punti dello spettro di risposta orizzontale per lo stato SLV

#### Parametri indipendenti

STATO LIMITE	SLV
$a_g$	0.224 g
$F_o$	2.435
$T_c$	0.284 s
$S_s$	1.373
$C_c$	1.591
$S_T$	1.000
$q$	1.500

#### Parametri dipendenti

$S$	1.373
$\eta$	0.667
$T_B$	0.151 s
$T_C$	0.452 s
$T_D$	2.495 s

#### Espressioni dei parametri dipendenti

$$S = S_s \cdot S_T \quad (\text{NTC-08 Eq. 3.2.5})$$

$$\eta = \sqrt{10/(5 + \xi)} \geq 0,55; \quad \eta = 1/q \quad (\text{NTC-08 Eq. 3.2.6; §. 3.2.3.5})$$

$$T_B = T_c / 3 \quad (\text{NTC-07 Eq. 3.2.8})$$

$$T_C = C_c \cdot T_c \quad (\text{NTC-07 Eq. 3.2.7})$$

$$T_D = 4,0 \cdot a_g / g + 1,6 \quad (\text{NTC-07 Eq. 3.2.9})$$

#### Espressioni dello spettro di risposta (NTC-08 Eq. 3.2.4)

$$0 \leq T < T_B \quad S_c(T) = a_g \cdot S \cdot \eta \cdot F_o \cdot \left[ \frac{T}{T_B} + \frac{1}{\eta \cdot F_o} \left( 1 - \frac{T}{T_B} \right) \right]$$

$$T_B \leq T < T_C \quad S_c(T) = a_g \cdot S \cdot \eta \cdot F_o$$

$$T_C \leq T < T_D \quad S_c(T) = a_g \cdot S \cdot \eta \cdot F_o \cdot \left( \frac{T_c}{T} \right)$$

$$T_D \leq T \quad S_c(T) = a_g \cdot S \cdot \eta \cdot F_o \cdot \left( \frac{T_c \cdot T_D}{T^2} \right)$$

Lo spettro di progetto  $S_d(T)$  per le verifiche agli Stati Limite Ultimi è ottenuto dalle espressioni dello spettro elastico  $S_e(T)$  sostituendo  $\eta$  con  $1/q$ , dove  $q$  è il fattore di struttura. (NTC-08 § 3.2.3.5)

#### Punti dello spettro di risposta

	T [s]	Se [g]
	0.000	0.307
$T_B$	0.151	0.499
$T_C$	0.452	0.499
	0.549	0.410
	0.646	0.349
	0.744	0.303
	0.841	0.268
	0.938	0.240
	1.036	0.218
	1.133	0.199
	1.230	0.183
	1.328	0.170
	1.425	0.158
	1.522	0.148
	1.619	0.139
	1.717	0.131
	1.814	0.124
	1.911	0.118
	2.009	0.112
	2.106	0.107
	2.203	0.102
	2.301	0.098
	2.398	0.094
$T_D$	2.495	0.090
	2.567	0.085
	2.638	0.081
	2.710	0.077
	2.782	0.073
	2.853	0.069
	2.925	0.066
	2.997	0.063
	3.068	0.060
	3.140	0.057
	3.212	0.055
	3.283	0.052
	3.355	0.050
	3.427	0.048
	3.498	0.046
	3.570	0.045
	3.642	0.045
	3.713	0.045
	3.785	0.045
	3.857	0.045
	3.928	0.045
	4.000	0.045

La verifica dell' idoneità del programma, l' utilizzo dei risultati da esso ottenuti sono onere e responsabilità esclusiva dell' utente. L' ANIDIS non potrà essere ritenuta responsabile dei danni risultanti dall' utilizzo dello stesso.

Figura 21 – Parametri indipendenti e dipendenti spettro orizzontale allo SLV  $q=1.5$

GENERAL CONTRACTOR  IRICAV2	ALTA SORVEGLIANZA  ITALFERR GRUPPO FERROVIE DELLO STATO ITALIANE			
	Progetto IN17	Lotto 12	Codifica EI2CLVI0504009	B

### 6.8.3 Calcolo dell'azione Sismica

Per il calcolo delle azioni sismiche si utilizza una Analisi Statica Lineare, come riportata nel cap. 7.9.4.1 delle NTC 2008. Qualora le ipotesi non siano soddisfatte, per il calcolo dei periodi propri della pila e quindi delle sollecitazioni sismiche, si è fatto riferimento ad una Analisi Dinamica Modale, attraverso la costruzione di un modello agli Elementi Finiti monodimensionali (Beam/Frame) mediante il software di calcolo Midas Civil.

Per lo spettro orizzontale è stato applicato un fattore di struttura  $q$  pari a 1.5, confermando l'assunzione di PD ed in linea con quanto previsto dall'EC8.

Per la verifica degli apparecchi di appoggio è stato utilizzato invece lo spettro elastico non ridotto dal coefficiente di comportamento, utilizzando, sempre secondo le regole del manuale di progettazione riportate al paragrafo 2.5.1.8.3.3, uno smorzamento viscoso pari a  $\zeta = 10\%$ .

Infine, per i 'Pali di fondazione', secondo il paragrafo del §2.5.1.8.3.3 del citato manuale RFI, si assume allo SLV sui pali un'azione sismica di progetto pari a quella derivante da un'analisi della struttura condotta adottando un fattore di struttura  $q=1.5$

Nella scrittura delle combinazioni di carico si è distinta la posizione del convoglio per massimizzare le singole sollecitazioni (N,Mx,My,Tx,Ty), identificando tre configurazioni, ovvero tre masse statiche.

Nell'analisi sismica la massa partecipante riferita ai carichi da traffico è stata valutata in maniera distinta per le tre componenti del moto e successivamente messa in combinazione per le tre configurazioni statiche.

GENERAL CONTRACTOR  IRICAV2	ALTA SORVEGLIANZA  ITALFERR GRUPPO FERROVIE DELLO STATO ITALIANE			
	Progetto IN17	Lotto 12	Codifica EI2CLVI0504009	B

#### 6.8.4 Check analisi statica

<b>Direzione Longitudinale</b>			
massa treno per direzione long	Com Nmax	10610	kN
massa sismica treno per direzione long	treno	2122	kN
massa impalcato (G1 + G2)	Mimp	15792	kN
massa sismica portata sulla pila	Mimp t	17914	kN
1/5 della massa sismica sulla pila	1/5 Mimp t	3583	kN
massa pila	Mpul	1432	kN
massa pulvino	Mpila	1518	kN
massa efficace pila	Mpe	1995	kN
massa sismica totale da utilizzare dir. Long	Mtot long	19909	kN
<i>verifica requisito di norma</i>	$Mep < 1/5 Mimp$	<b>OK</b>	

<b>Direzione Trasversale</b>			
massa treno per direzione long	Com Mmax	7834	kN
massa sismica treno per direzione long	treno	1567	kN
massa impalcato (G1 + G2)	Mimp	13761	kN
1/5 della massa sismica sulla pila	Mimp t	15328	kN
massa pila	Mpul	1432	kN
massa pulvino	Mpila	1518	kN
massa efficace pila	Mpe	1995	kN
massa sismica totale da utilizzare dir. Trasv	Mtot tras	17323	kN
<i>verifica requisito di norma</i>	$Mep < 1/5 Mimp$	<b>OK</b>	

GENERAL CONTRACTOR				ALTA SORVEGLIANZA			
	Progetto	Lotto	Codifica				
	IN17	12	EI2CLVI0504009				B

<b>Direzione Verticale</b>			
massa treno per direzione long	Com Mmax	7834	kN
massa sismica treno per direzione long	treno	1567	kN
massa impalcato (G1 + G2)	Mimp	13761	kN
1/5 della massa sismica sulla pila	Mimp t	15328	kN
massa pila	Mpul	1432	kN
massa pulvino	Mpila	1518	kN
massa efficace pila	Mpe	1995	kN
massa sismica totale da utilizzare dir. Vert	Mtot vert	17323	kN
<i>verifica requisito di norma</i>	$Mep < 1/5 Mimp$	<b>OK</b>	

### 6.8.5 Analisi statica equivalente

area della sezione	A	11.5	m <sup>2</sup>
inerzia sezione direzione trasversale	I11	104	m <sup>4</sup>
inerzia sezione direzione longitudinale	I22	22	m <sup>4</sup>
modulo elastico cls pila	Ec	33346	MPa
eventuale abbattimento del modulo	%	50.00	
modulo di calcolo	E	16673	MPa
calcestruzzo	fck	32	MPa
altezza pila est. fondazione - estr. pulvino	H	6.70	m
altezza plinto di fondazione	hf	0.00	m
altezza baggioli ed app. appoggio	hap	0.50	m
altezza equivalente sdof	He	7.20	m
rigidezza flessionale sdof in dir. Trasv	Ktra	5.24E+09	N/m
rigidezza flessionale sdof in dir. Long	Klong	2.98E+09	N/m
rigidezza assiale sdof in dir. Vert	Kvert	3.83E+10	N/m
periodo di vibrare sdof dir. Trasversale	Ttra	0.12	sec
periodo di vibrare sdof dir. Longitudinale	Tlong	0.16	sec
periodo di vibrare sdof dir. Verticale	Tvert	0.04	sec

GENERAL CONTRACTOR  <b>IRICAV2</b>	ALTA SORVEGLIANZA  <b>ITALFERR</b> GRUPPO FERROVIE DELLO STATO ITALIANE			
	Progetto IN17	Lotto 12	Codifica E12CLVI0504009	B

	SLV		SLD	
<b>Tabella Riassuntiva</b>	q=1.5	q=1	q=1	
accelerazione componente trasversale	0.45	0.64	0.29	g
accelerazione componente longitudinale	0.50	0.75	0.33	g
accelerazione componente verticale	0.32	0.32	0.08	g
Sforzo assiale	5495	5495	1436	kN
Taglio Sism testa pila direz. trasversale	7811	11051	4940	kN
Taglio Sism testa pila direz. longitudinale	9930	14895	6661	kN
Momento flessionale trasversale	75367	106631	47664	kN m
Momento flessionale longitudinale	71498	107247	47961	kN m

GENERAL CONTRACTOR  <b>IRICAV2</b>	ALTA SORVEGLIANZA  <b>ITALFERR</b> GRUPPO FERROVIE DELLO STATO ITALIANE			
	Progetto IN17	Lotto 12	Codifica EI2CLVI0504009	B

## 7. Condizioni elementari e combinazioni di carico

Le verifiche di sicurezza strutturali e geotecniche sono state condotte utilizzando combinazioni di carico definite in ottemperanza alle NTC 2008, secondo quanto riportato nei paragrafi 2.5.3, 5.1.3.12. Di seguito sono mostrati i coefficienti parziali di sicurezza utilizzati allo SLU ed i coefficienti di combinazione adoperati per i carichi variabili nella progettazione delle strutture da ponte.

### 2.5.3 COMBINAZIONI DELLE AZIONI

Ai fini delle verifiche degli stati limite si definiscono le seguenti combinazioni delle azioni.

- Combinazione fondamentale, generalmente impiegata per gli stati limite ultimi (SLU):

$$\gamma_{G1} \cdot G_1 + \gamma_{G2} \cdot G_2 + \gamma_P \cdot P + \gamma_{Q1} \cdot Q_{k1} + \gamma_{Q2} \cdot \psi_{02} \cdot Q_{k2} + \gamma_{Q3} \cdot \psi_{03} \cdot Q_{k3} + \dots \quad (2.5.1)$$

- Combinazione caratteristica (rara), generalmente impiegata per gli stati limite di esercizio (SLE) irreversibili, da utilizzarsi nelle verifiche alle tensioni ammissibili di cui al § 2.7:

$$G_1 + G_2 + P + Q_{k1} + \psi_{02} \cdot Q_{k2} + \psi_{03} \cdot Q_{k3} + \dots \quad (2.5.2)$$

- Combinazione frequente, generalmente impiegata per gli stati limite di esercizio (SLE) reversibili:

$$G_1 + G_2 + P + \psi_{11} \cdot Q_{k1} + \psi_{22} \cdot Q_{k2} + \psi_{23} \cdot Q_{k3} + \dots \quad (2.5.3)$$

- Combinazione quasi permanente (SLE), generalmente impiegata per gli effetti a lungo termine:

$$G_1 + G_2 + P + \psi_{21} \cdot Q_{k1} + \psi_{22} \cdot Q_{k2} + \psi_{23} \cdot Q_{k3} + \dots \quad (2.5.4)$$

- Combinazione sismica, impiegata per gli stati limite ultimi e di esercizio connessi all'azione sismica E (v. § 3.2):

$$E + G_1 + G_2 + P + \psi_{21} \cdot Q_{k1} + \psi_{22} \cdot Q_{k2} + \dots \quad (2.5.5)$$

- Combinazione eccezionale, impiegata per gli stati limite ultimi connessi alle azioni eccezionali di progetto  $A_d$  (v. § 3.6):

$$G_1 + G_2 + P + A_d + \psi_{21} \cdot Q_{k1} + \psi_{22} \cdot Q_{k2} + \dots \quad (2.5.6)$$

Nelle combinazioni per SLE, si intende che vengono omissi i carichi  $Q_{kj}$  che danno un contributo favorevole ai fini delle verifiche e, se del caso, i carichi  $G_2$ .

		Coefficiente	EQU <sup>(1)</sup>	A1 STR	A2 GEO	Combinazione eccezionale	Combinazione Sismica
Carichi permanenti	favorevoli	$\gamma_{G1}$	0,90	1,00	1,00	1,00	1,00
	sfavorevoli		1,10	1,35	1,00	1,00	1,00
Carichi permanenti non strutturali <sup>(2)</sup>	favorevoli	$\gamma_{G2}$	0,00	0,00	0,00	1,00	1,00
	sfavorevoli		1,50	1,50	1,30	1,00	1,00
Ballast <sup>(3)</sup>	favorevoli	$\gamma_B$	0,90	1,00	1,00	1,00	1,00
	sfavorevoli		1,50	1,50	1,30	1,00	1,00
Carichi variabili da traffico <sup>(4)</sup>	favorevoli	$\gamma_Q$	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
	sfavorevoli		1,45	1,45	1,25	0,20 <sup>(5)</sup>	0,20 <sup>(5)</sup>
Carichi variabili	favorevoli	$\gamma_{Qi}$	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
	sfavorevoli		1,50	1,50	1,30	1,00	0,00
Precompressione	favorevole	$\gamma_P$	0,90	1,00	1,00	1,00	1,00
	sfavorevole		1,00 <sup>(6)</sup>	1,00 <sup>(7)</sup>	1,00	1,00	1,00

<sup>(1)</sup> Equilibrio che non coinvolga i parametri di deformabilità e resistenza del terreno; altrimenti si applicano i valori di GEO.

<sup>(2)</sup> 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.

<sup>(3)</sup> Quando si prevedano variazioni significative del carico dovuto al ballast, se ne dovrà tener conto esplicitamente nelle verifiche.

<sup>(4)</sup> Le componenti delle azioni da traffico sono introdotte in combinazione considerando uno dei gruppi di carico gr della Tab. 5.2.IV.

<sup>(5)</sup> Aliquota di carico da traffico da considerare.

<sup>(6)</sup> 1,30 per instabilità in strutture con precompressione esterna

<sup>(7)</sup> 1,20 per effetti locali

Azioni		$\psi_0$	$\psi_1$	$\psi_2$
Azioni singole da traffico	Carico sul rilevato a tergo delle spalle	0,80	0,50	0,0
	Azioni aerodinamiche generate dal transito dei convogli	0,80	0,50	0,0
Gruppi di carico	gr1	0,80 <sup>(2)</sup>	0,80 <sup>(1)</sup>	0,0
	gr2	0,80 <sup>(2)</sup>	0,80 <sup>(1)</sup>	-
	gr3	0,80 <sup>(2)</sup>	0,80 <sup>(1)</sup>	0,0
	gr4	1,00	1,00 <sup>(1)</sup>	0,0
Azioni del vento	$F_{Wk}$	0,60	0,50	0,0
Azioni da neve	in fase di esecuzione	0,80	0,0	0,0
	SLU e SLE	0,0	0,0	0,0
Azioni termiche	$T_k$	0,60	0,60	0,50

(1) 0,80 se è carico solo un binario, 0,60 se sono carichi due binari e 0,40 se sono carichi tre o più binari.

(2) Quando come azione di base venga assunta quella del vento, i coefficienti  $\psi_0$  relativi ai gruppi di carico delle azioni da traffico vanno assunti pari a 0,0.

GENERAL CONTRACTOR  IRICAV2	ALTA SORVEGLIANZA  GRUPPO FERROVIE DELLO STATO ITALIANE			
	Progetto IN17	Lotto 12	Codifica E12CLVI0504009	B

	Azioni	$\Psi_0$	$\Psi_1$	$\Psi_2$
Azioni singole da traffico	Treno di carico LM 71	0,80 <sup>(3)</sup>	<sup>(1)</sup>	0,0
	Treno di carico SW /0	0,80 <sup>(3)</sup>	0,80	0,0
	Treno di carico SW/2	0,0 <sup>(3)</sup>	0,80	0,0
	Treno scarico	1,00 <sup>(3)</sup>	-	-
	Centrifuga	<sup>(2)</sup> <sup>(3)</sup>	<sup>(2)</sup>	<sup>(2)</sup>
	Azione laterale (serpeggio)	1,00 <sup>(3)</sup>	0,80	0,0

(1) 0,80 se è carico solo un binario, 0,60 se sono carichi due binari e 0,40 se sono carichi tre o più binari.

(2) Si usano gli stessi coefficienti  $\psi$  adottati per i carichi che provocano dette azioni.

(3) Quando come azione di base venga assunta quella del vento, i coefficienti  $\psi_0$  relativi ai gruppi di carico delle azioni da traffico vanno assunti pari a 0,0.

Nel seguito si riportano le azioni considerate ai fini della valutazione delle sollecitazioni agenti sulle sottostrutture e quindi, alle verifiche strutturali.

COMBO	G1	G2	Treno	Treno scarico	F_fre	F_cent	F_serp	F_att	Vento	E_long	E_tra	E_ver	Idra
A1_SLU_gr1_Treno_	1.35	1.5	1.45	0	0.725	1.45	1.45	0.9	0	0	0	0	1.5
A1_SLU_gr2_Scarico_	1.35	1.5	0	1.45	0	1.45	1.45	0.9	0	0	0	0	1.5
A1_SLU_gr3_Fre/avv_	1.35	1.5	1.45	0	1.45	0.725	0.725	0.9	0	0	0	0	1.5
A1_SLU_gr1+vento_	1.35	1.5	1.45	0	0.725	1.45	1.45	0.9	0.9	0	0	0	1.5
A1_SLU_gr2+vento_	1.35	1.5	0	1.45	0	1.45	1.45	0.9	0.9	0	0	0	1.5
A1_SLU_gr3+vento_	1.35	1.5	1.45	0	1.45	0.725	0.725	0.9	0.9	0	0	0	1.5
A1_SLU_vento_gr1_	1.35	1.5	0	0	0	0	0	0	1.5	0	0	0	1.5
A1_SLU_vento_gr2_	1.35	1.5	0	0	0	0	0	0	1.5	0	0	0	1.5
A1_SLU_vento_gr3_	1.35	1.5	0	0	0	0	0	0	1.5	0	0	0	1.5
A1_SLU_Scalz_gr1_	1.35	1.5	0.87	0	0.435	0.87	0.87	0.54	0	0	0	0	1.5
A1_SLU_Scalz_gr2_	1.35	1.5	0	0.87	0	0.87	0.87	0.54	0	0	0	0	1.5
A1_SLU_Scalz_gr3_	1.35	1.5	0.87	0	0.87	0.435	0.435	0.54	0	0	0	0	1.5

GENERAL CONTRACTOR



ALTA SORVEGLIANZA



Progetto

Lotto

Codifica

IN17

12

EI2CLVI0504009

B

COMBO	G1	G2	Treno	Treno scarico	F_fre	F_cent	F_serp	F_att	Vento	E_long	E_tra	E_ver	Idra
SLE_rar_gr1_Treno_	1	1	1	0	0.5	1	1	0.6	0	0	0	0	1
SLE_rar_gr2_Scarico_	1	1	0	1	0	1	1	0.6	0	0	0	0	1
SLE_rar_gr3_Fre/avv_	1	1	1	0	1	0.5	0.5	0.6	0	0	0	0	1
SLE_rar_gr4_Centrif_	1	1	0.6	0	0.6	0.6	0.6	0.6	0	0	0	0	1
SLE_rar_gr1+vento_	1	1	1	0	0.5	1	1	0.6	0.6	0	0	0	1
SLE_rar_gr2+vento_	1	1	0	1	0	1	1	0.6	0.6	0	0	0	1
SLE_rar_gr3+vento_	1	1	1	0	1	0.5	0.5	0.6	0.6	0	0	0	1
SLE_rar_gr4+vento_	1	1	0.6	0	0.6	0.6	0.6	0.6	0.6	0	0	0	1
SLE_rar_vento_gr1_	1	1	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	1
SLE_rar_vento_gr2_	1	1	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	1
SLE_rar_vento_gr3_	1	1	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	1
SLE_rar_vento_gr4_	1	1	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	1

COMBO	G1	G2	Treno	Treno scarico	F_fre	F_cent	F_serp	F_att	Vento	E_long	E_tra	E_ver	Idra
SLE_fre_gr1_Treno_	1	1	0.6	0	0.3	0.6	0.6	0.3	0	0	0	0	1
SLE_fre_gr2_Scarico_	1	1	0	0.6	0	0.6	0.6	0.3	0	0	0	0	1
SLE_fre_gr3_Fre/avv_	1	1	0.6	0	0.6	0.3	0.3	0.3	0	0	0	0	1
SLE_fre_gr4_Centrif_	1	1	0.6	0	0.6	0.6	0.6	0.5	0	0	0	0	1
SLE_fre_gr1+vento_	1	1	0.6	0	0.3	0.6	0.6	0.3	0	0	0	0	1
SLE_fre_gr2+vento_	1	1	0	0.6	0	0.6	0.6	0.3	0	0	0	0	1
SLE_fre_gr3+vento_	1	1	0.6	0	0.6	0.3	0.3	0.3	0	0	0	0	1
SLE_fre_gr4+vento_	1	1	0.6	0	0.6	0.6	0.6	0.5	0	0	0	0	1
SLE_fre_vento_gr1_	1	1	0	0	0	0	0	0.5	0.5	0	0	0	1
SLE_fre_vento_gr2_	1	1	0	0	0	0	0	0.5	0.5	0	0	0	1
SLE_fre_vento_gr3_	1	1	0	0	0	0	0	0.5	0.5	0	0	0	1
SLE_fre_vento_gr4_	1	1	0	0	0	0	0	0.5	0.5	0	0	0	1
SLE_fre_gr1_temp	1	1	0	0	0	0	0	0.6	0	0	0	0	1
SLE_fre_gr2_temp	1	1	0	0	0	0	0	0.6	0	0	0	0	1
SLE_fre_gr3_temp	1	1	0	0	0	0	0	0.6	0	0	0	0	1
SLE_fre_gr4_temp	1	1	0	0	0	0	0	0.6	0	0	0	0	1

GENERAL CONTRACTOR				ALTA SORVEGLIANZA 			
	Progetto	Lotto	Codifica				
	IN17	12	EI2CLVI0504009	B			

COMBO	G1	G2	Treno	Treno scarico	F_fre	F_cent	F_serp	F_att	Vento	E_long	E_tra	E_ver	Idra
SLE_qp_gr1_Treno_	1	1	0	0	0	0	0	0.5	0	0	0	0	1
SLE_qp_gr2_Scarico_	1	1	0	0	0	0	0	0.5	0	0	0	0	1
SLE_qp_gr3_Fre/avv_	1	1	0	0	0	0	0	0.5	0	0	0	0	1
SLE_qp_gr1+vento_	1	1	0	0	0	0	0	0.5	0	0	0	0	1
SLE_qp_gr2+vento_	1	1	0	0	0	0	0	0.5	0	0	0	0	1
SLE_qp_gr3+vento_	1	1	0	0	0	0	0	0.5	0	0	0	0	1
SLE_qp_vento_gr1_	1	1	0	0	0	0	0	0.5	0	0	0	0	1
SLE_qp_vento_gr2_	1	1	0	0	0	0	0	0.5	0	0	0	0	1
SLE_qp_vento_gr3_	1	1	0	0	0	0	0	0.5	0	0	0	0	1
SLE_qp_gr1_temp	1	1	0	0	0	0	0	0.5	0	0	0	0	1
SLE_qp_gr2_temp	1	1	0	0	0	0	0	0.5	0	0	0	0	1
SLE_qp_gr3_temp	1	1	0	0	0	0	0	0.5	0	0	0	0	1

COMBO	G1	G2	Treno	Treno scari	F_fre	F_cent	F_serp	F_att	Vento	E_long	E_tra	E_ver	Idra
E_103x_	1	1	0.2	0	0	0	0	0.5	0	1	0.3	0.3	1
E_103y_	1	1	0.2	0	0	0	0	0.5	0	0.3	1	0.3	1
E_103z_	1	1	0.2	0	0	0	0	0.5	0	0.3	0.3	1	1

*Nota: nelle combinazioni sismiche gli effetti dei convogli come azioni statiche sono tenute in conto direttamente a monte della combinazione*

Gli scarichi agli appoggi, riportati nei paragrafi seguenti, fanno riferimento alla seguente terna di assi:

- asse X coincidente con l'asse trasversale del ponte;
- asse Y coincidente con l'asse longitudinale del ponte;
- asse Z coincidente con l'asse verticale del ponte;

Per quanto riguarda la risposta alle diverse componenti dell'azione sismica, poiché si è adottata un'analisi in campo lineare, essa può essere calcolata separatamente per ciascuna delle componenti. Gli effetti sulla struttura (sollecitazioni, deformazioni, spostamenti, ecc) sono combinate successivamente applicando l'espressione

GENERAL CONTRACTOR  <b>IRICAV2</b>	ALTA SORVEGLIANZA  <b>ITALFERR</b> GRUPPO FERROVIE DELLO STATO ITALIANE			
	Progetto IN17	Lotto 12	Codifica EI2CLVI0504009	B

$$1.00 \cdot E_x + 0.30 \cdot E_y + 0.30 \cdot E_z$$

con rotazione ed inversione dei coefficienti moltiplicativi e conseguente individuazione degli effetti più gravosi.

## 7.1 Caratteristiche di sollecitazioni

Come precedentemente descritto si è valutata la posizione del singolo convoglio per massimizzare la sollecitazione d'interesse. Questo ha portato alla definizione di tre configurazioni per la progettazione e verifica del pulvino, del fusto pila e della fondazione. Di seguito si riportano le tabelle di tutte le combinazioni di carico, funzione delle suddette configurazioni, per la pila di altezza massima.

### 7.1.1 Combinazioni Estradosso Pulvino – configurazione treni 1,2 e 3

CARATTERISTICHE SOLLECITAZIONI IN TESTA PILA					
combinazione	N	Tlong	Ttrasv	Mlong	Mtrasv
A1_SLU_gr1_Treno_1	30962	2112	1318	5263	9959
A1_SLU_gr2_Scarico_2	20485	173	1318	3584	6796
A1_SLU_gr3_Fre/avv_3	30962	3675	659	6044	6561
A1_SLU_gr1+vento_5	31942	2254	1895	5749	15556
A1_SLU_gr2+vento_6	21465	315	1895	4071	12393
A1_SLU_gr3+vento_7	31942	3817	1236	6531	12158
A1_SLU_vento_gr1_9	21236	236	961	4066	9328
A1_SLU_vento_gr2_10	21236	236	961	4066	9328
A1_SLU_vento_gr3_11	21236	236	961	4066	9328
A1_SLU_Scalz_gr1_13	26419	1169	791	4411	5975
A1_SLU_Scalz_gr2_14	20132	96	791	3449	4078
A1_SLU_Scalz_gr3_15	26419	2107	395	4879	3936
<hr/>					
SLE_rar_gr1_Treno_1	21595	1332	909	3556	6868
SLE_rar_gr2_Scarico_2	14369	81	909	2442	4687
SLE_rar_gr3_Fre/avv_3	21595	2409	454	4095	4525
SLE_rar_gr1+vento_5	22248	1426	1293	3880	10599
SLE_rar_gr2+vento_6	15022	175	1293	2766	8418
SLE_rar_gr3+vento_7	22248	2504	839	4419	8256

GENERAL CONTRACTOR  <b>IRICAV2</b>	ALTA SORVEGLIANZA  <b>ITALFERR</b> GRUPPO FERROVIE DELLO STATO ITALIANE			
	Progetto IN17	Lotto 12	Codifica EI2CLVI0504009	B

SLE_rar_vento_gr1_9	14850	157	641	2775	6219
SLE_rar_vento_gr2_10	14850	157	641	2775	6219
SLE_rar_vento_gr3_11	14850	157	641	2775	6219
SLE_rar_gr4_Centrif_4	18461	1472	545	3364	4121
SLE_rar_gr4+vento_8	19114	1566	930	3688	7852
SLE_rar_vento_gr4_12	14850	157	641	2775	6219
SLE_qp_gr1+vento_33	13761	55	0	2262	0
E_103x_SLV_q=1.5_45	16976	9021	2073	4642	7211
E_103y_SLV_q=1.5_46	16976	2767	6911	1515	23020
E_103z_SLV_q=1.5_47	20823	2767	2073	1515	7211
E_103x_SLD_q=1_54	15759	6080	1311	3171	4721
E_103y_SLD_q=1_55	15759	1884	4371	1073	14719
E_103z_SLD_q=1_56	16764	1884	1311	1073	4721

#### CARATTERISTICHE SOLLECITAZIONI IN TESTA PILA

combinazione	N	Tlong	Ttrasv	Mlong	Mtrasv
A1_SLU_gr1_Treno_57	27296	1980	1318	10249	8996
A1_SLU_gr2_Scarico_58	20485	173	1318	3584	6796
A1_SLU_gr3_Fre/avv_59	27296	3543	659	11030	5598
A1_SLU_gr1+vento_61	28276	2122	1895	10736	14593
A1_SLU_gr2+vento_62	21465	315	1895	4071	12393
A1_SLU_gr3+vento_63	28276	3685	1236	11517	11195
A1_SLU_vento_gr1_65	21236	236	961	4066	9328
A1_SLU_vento_gr2_66	21236	236	961	4066	9328
A1_SLU_vento_gr3_67	21236	236	961	4066	9328
A1_SLU_Scalz_gr1_69	24219	1122	791	7418	5397
A1_SLU_Scalz_gr2_70	20132	96	791	3449	4078
A1_SLU_Scalz_gr3_71	24219	2059	395	7887	3359
SLE_rar_gr1_Treno_57	19066	1271	909	7010	6204
SLE_rar_gr2_Scarico_58	14369	81	909	2442	4687
SLE_rar_gr3_Fre/avv_59	19066	2348	454	7549	3861
SLE_rar_gr1+vento_61	19719	1365	1293	7334	9935
SLE_rar_gr2+vento_62	15022	175	1293	2766	8418
SLE_rar_gr3+vento_63	19719	2443	839	7873	7592
SLE_rar_vento_gr1_65	14850	157	641	2775	6219

GENERAL CONTRACTOR  <b>IRICAV2</b>	ALTA SORVEGLIANZA  <b>ITALFERR</b> GRUPPO FERROVIE DELLO STATO ITALIANE			
	Progetto IN17	Lotto 12	Codifica E12CLVI0504009	B

SLE_rar_vento_gr2_66	14850	157	641	2775	6219
SLE_rar_vento_gr3_67	14850	157	641	2775	6219
SLE_rar_gr4_Centrif_60	16944	1435	545	5436	3722
SLE_rar_gr4+vento_64	17597	1530	930	5761	7454
SLE_rar_vento_gr4_68	14850	157	641	2775	6219
SLE_qp_gr1+vento_89	13761	55	0	2262	0
E_103x_SLV_q=1.5_101	16471	9011	2073	5334	7079
E_103y_SLV_q=1.5_102	16471	2757	6911	2207	22888
E_103z_SLV_q=1.5_103	20317	2757	2073	2207	7079
E_103x_SLD_q=1_110	15253	6070	1311	3863	4588
E_103y_SLD_q=1_111	15253	1874	4371	1765	14586
E_103z_SLD_q=1_112	16258	1874	1311	1765	4588

#### CARATTERISTICHE SOLLECITAZIONI IN TESTA PILA

combinazione	N	Tlong	Ttrasv	Mlong	Mtrasv
A1_SLU_gr1_Treno_113	25733	1924	1318	4994	21201
A1_SLU_gr2_Scarico_114	20485	173	1318	3584	6796
A1_SLU_gr3_Fre/avv_115	25733	3487	659	5775	17803
A1_SLU_gr1+vento_117	26713	2066	1895	5480	26798
A1_SLU_gr2+vento_118	21465	315	1895	4071	12393
A1_SLU_gr3+vento_119	26713	3628	1236	6261	23400
A1_SLU_vento_gr1_121	21236	236	961	4066	9328
A1_SLU_vento_gr2_122	21236	236	961	4066	9328
A1_SLU_vento_gr3_123	21236	236	961	4066	9328
A1_SLU_Scalz_gr1_125	23281	1102	791	4272	12721
A1_SLU_Scalz_gr2_126	20132	96	791	3449	4078
A1_SLU_Scalz_gr3_127	23281	2039	395	4740	10682
SLE_rar_gr1_Treno_113	17989	1245	909	3392	14621
SLE_rar_gr2_Scarico_114	14369	81	909	2442	4687
SLE_rar_gr3_Fre/avv_115	17989	2323	454	3931	12278
SLE_rar_gr1+vento_117	18642	1339	1293	3716	18353
SLE_rar_gr2+vento_118	15022	175	1293	2766	8418
SLE_rar_gr3+vento_119	18642	2417	839	4255	16009
SLE_rar_vento_gr1_121	14850	157	641	2775	6219
SLE_rar_vento_gr2_122	14850	157	641	2775	6219

GENERAL CONTRACTOR  IRICAV2	ALTA SORVEGLIANZA  ITALFERR GRUPPO FERROVIE DELLO STATO ITALIANE			
	Progetto IN17	Lotto 12	Codifica EI2CLVI0504009	B

SLE_rar_vento_gr3_123	14850	157	641	2775	6219
SLE_rar_gr4_Centrif_116	16298	1420	545	3265	8773
SLE_rar_gr4+vento_120	16951	1514	930	3590	12504
SLE_rar_vento_gr4_124	14850	157	641	2775	6219
SLE_qp_gr1+vento_145	13761	55	0	2262	0
E_103x_SLV_q=1.5_157	16255	9007	2073	4611	8762
E_103y_SLV_q=1.5_158	16255	2752	6911	1483	24571
E_103z_SLV_q=1.5_159	20102	2752	2073	1483	8762
E_103x_SLD_q=1_166	15037	6066	1311	3140	6272
E_103y_SLD_q=1_167	15037	1870	4371	1042	16270
E_103z_SLD_q=1_168	16043	1870	1311	1042	6272

### 7.1.2 Combinazioni Estradosso Plinto – configurazione 1,2 e 3

CARATTERISTICHE SOLLECITAZIONI BASE PILA					
combinazione	N	Tlong	Ttrasv	Mlong	Mtrasv
A1_SLU_gr1_Treno_1	34944	2112	1318	19416	18788
A1_SLU_gr2_Scarico_2	24467	173	1318	4742	15625
A1_SLU_gr3_Fre/avv_3	34944	3675	659	30665	10975
A1_SLU_gr1+vento_5	35924	2254	1895	20852	28249
A1_SLU_gr2+vento_6	25447	315	1895	6178	25086
A1_SLU_gr3+vento_7	35924	3817	1236	32101	20437
A1_SLU_vento_gr1_9	25218	236	961	5648	15769
A1_SLU_vento_gr2_10	25218	236	961	5648	15769
A1_SLU_vento_gr3_11	25218	236	961	5648	15769
A1_SLU_Scalz_gr1_13	30401	1169	791	12245	11273
A1_SLU_Scalz_gr2_14	24114	96	791	4093	9375
A1_SLU_Scalz_gr3_15	30401	2107	395	18995	6585
SLE_rar_gr1_Treno_1	24544	1332	909	12478	12957
SLE_rar_gr2_Scarico_2	17319	81	909	2982	10776
SLE_rar_gr3_Fre/avv_3	24544	2409	454	20236	7569
SLE_rar_gr1+vento_5	25198	1426	1293	13435	19265
SLE_rar_gr2+vento_6	17972	175	1293	3939	17083

GENERAL CONTRACTOR					ALTA SORVEGLIANZA  GRUPPO FERROVIE DELLO STATO ITALIANE			
	Progetto	Lotto	Codifica					
	IN17	12	EI2CLVI0504009		B			

SLE_rar_gr3+vento_7	25198	2504	839	21193	13877
SLE_rar_vento_gr1_9	17799	157	641	3830	10513
SLE_rar_vento_gr2_10	17799	157	641	3830	10513
SLE_rar_vento_gr3_11	17799	157	641	3830	10513

SLE_rar_gr4_Centrif_4	21411	1472	545	13225	7774
SLE_rar_gr4+vento_8	22064	1566	930	14183	14082
SLE_rar_vento_gr4_12	17799	157	641	3830	10513

SLE_qp_gr1+vento_33	16711	55	0	2630	0
---------------------	-------	----	---	------	---

E_103x_SLV_q=1.5_45	19926	10017	2343	73907	23046
E_103y_SLV_q=1.5_46	19926	3065	7811	23858	75803
E_103z_SLV_q=1.5_47	23773	3065	2343	23858	23046
E_103x_SLD_q=1_54	18708	6748	1482	50369	14735
E_103y_SLD_q=1_55	18708	2085	4940	16797	48100
E_103z_SLD_q=1_56	19714	2085	1482	16797	14735

### CARATTERISTICHE SOLLECITAZIONI BASE PILA

combinazione	N	Tlong	Ttrasv	Mlong	Mtrasv
A1_SLU_gr1_Treno_57	31278	1980	1318	23518	17825
A1_SLU_gr2_Scarico_58	24467	173	1318	4742	15625
A1_SLU_gr3_Fre/avv_59	31278	3543	659	34767	10012
A1_SLU_gr1+vento_61	32258	2122	1895	24954	27286
A1_SLU_gr2+vento_62	25447	315	1895	6178	25086
A1_SLU_gr3+vento_63	32258	3685	1236	36203	19474
A1_SLU_vento_gr1_65	25218	236	961	5648	15769
A1_SLU_vento_gr2_66	25218	236	961	5648	15769
A1_SLU_vento_gr3_67	25218	236	961	5648	15769
A1_SLU_Scalz_gr1_69	28201	1122	791	14934	10695
A1_SLU_Scalz_gr2_70	24114	96	791	4093	9375
A1_SLU_Scalz_gr3_71	28201	2059	395	21684	6007

SLE_rar_gr1_Treno_57	22016	1271	909	15525	12293
SLE_rar_gr2_Scarico_58	17319	81	909	2982	10776
SLE_rar_gr3_Fre/avv_59	22016	2348	454	23283	6905
SLE_rar_gr1+vento_61	22669	1365	1293	16482	18600
SLE_rar_gr2+vento_62	17972	175	1293	3939	17083
SLE_rar_gr3+vento_63	22669	2443	839	24240	13213

GENERAL CONTRACTOR					ALTA SORVEGLIANZA				
			Progetto	Lotto	Codifica				
			IN17	12	EI2CLVI0504009				B

SLE_rar_vento_gr1_65	17799	157	641	3830	10513
SLE_rar_vento_gr2_66	17799	157	641	3830	10513
SLE_rar_vento_gr3_67	17799	157	641	3830	10513

SLE_rar_gr4_Centrif_60	19894	1435	545	15054	7376
SLE_rar_gr4+vento_64	20547	1530	930	16011	13683
SLE_rar_vento_gr4_68	17799	157	641	3830	10513

SLE_qp_gr1+vento_89	16711	55	0	2630	0
---------------------	-------	----	---	------	---

E_103x_SLV_q=1.5_101	19420	10007	2343	74599	22914
E_103y_SLV_q=1.5_102	19420	3055	7811	24550	75671
E_103z_SLV_q=1.5_103	23267	3055	2343	24550	22914
E_103x_SLD_q=1_110	18203	6737	1482	51061	14603
E_103y_SLD_q=1_111	18203	2075	4940	17489	47968
E_103z_SLD_q=1_112	19208	2075	1482	17489	14603

#### CARATTERISTICHE SOLLECITAZIONI BASE PILA

combinazione	N	Tlong	Ttrasv	Mlong	Mtrasv
A1_SLU_gr1_Treno_113	29715	1924	1318	17886	30030
A1_SLU_gr2_Scarico_114	24467	173	1318	4742	15625
A1_SLU_gr3_Fre/avv_115	29715	3487	659	29135	22218
A1_SLU_gr1+vento_117	30695	2066	1895	19322	39491
A1_SLU_gr2+vento_118	25447	315	1895	6178	25086
A1_SLU_gr3+vento_119	30695	3628	1236	30571	31679
A1_SLU_vento_gr1_121	25218	236	961	5648	15769
A1_SLU_vento_gr2_122	25218	236	961	5648	15769
A1_SLU_vento_gr3_123	25218	236	961	5648	15769
A1_SLU_Scalz_gr1_125	27263	1102	791	11652	18018
A1_SLU_Scalz_gr2_126	24114	96	791	4093	9375
A1_SLU_Scalz_gr3_127	27263	2039	395	18402	13331

SLE_rar_gr1_Treno_113	20938	1245	909	11734	20710
SLE_rar_gr2_Scarico_114	17319	81	909	2982	10776
SLE_rar_gr3_Fre/avv_115	20938	2323	454	19492	15323
SLE_rar_gr1+vento_117	21591	1339	1293	12691	27018
SLE_rar_gr2+vento_118	17972	175	1293	3939	17083
SLE_rar_gr3+vento_119	21591	2417	839	20449	21630
SLE_rar_vento_gr1_121	17799	157	641	3830	10513

GENERAL CONTRACTOR  IRICAV2	ALTA SORVEGLIANZA  GRUPPO FERROVIE DELLO STATO ITALIANE			
	Progetto IN17	Lotto 12	Codifica E12CLVI0504009	B

SLE_rar_vento_gr2_122	17799	157	641	3830	10513
SLE_rar_vento_gr3_123	17799	157	641	3830	10513
SLE_rar_gr4_Centrif_116	19247	1420	545	12779	12426
SLE_rar_gr4+vento_120	19900	1514	930	13736	18734
SLE_rar_vento_gr4_124	17799	157	641	3830	10513
SLE_qp_gr1+vento_145	16711	55	0	2630	0
E_103x_SLV_q=1.5_157	19205	10002	2343	73875	24597
E_103y_SLV_q=1.5_158	19205	3051	7811	23827	77354
E_103z_SLV_q=1.5_159	23051	3051	2343	23827	24597
E_103x_SLD_q=1_166	17987	6733	1482	50338	16286
E_103y_SLD_q=1_167	17987	2070	4940	16765	49651
E_103z_SLD_q=1_168	18992	2070	1482	16765	16286

### 7.1.3 Combinazioni Intradosso Plinto – configurazione 1,2 e 3

CARATTERISTICHE SOLLECITAZIONI BASE FONDAZIONE					
combinazione	N	Tlong	Ttrasv	Mlong	Mtrasv
A1_SLU_gr1_Treno_1	51908	2112	1318	24697	22082
A1_SLU_gr2_Scarico_2	41431	173	1318	5175	18919
A1_SLU_gr3_Fre/avv_3	51908	3675	659	39852	12622
A1_SLU_gr1+vento_5	52888	2254	1895	26488	32985
A1_SLU_gr2+vento_6	42411	315	1895	6965	29823
A1_SLU_gr3+vento_7	52888	3817	1236	41643	23526
A1_SLU_vento_gr1_9	42182	236	961	6239	18172
A1_SLU_vento_gr2_10	42182	236	961	6239	18172
A1_SLU_vento_gr3_11	42182	236	961	6239	18172
A1_SLU_Scalz_gr1_13	42551	1169	791	15168	13249
A1_SLU_Scalz_gr2_14	36264	96	791	4333	11352
A1_SLU_Scalz_gr3_15	42551	2107	395	24261	7573
SLE_rar_gr1_Treno_1	37110	1332	909	15806	15229
SLE_rar_gr2_Scarico_2	29885	81	909	3184	13048
SLE_rar_gr3_Fre/avv_3	37110	2409	454	26258	8705
SLE_rar_gr1+vento_5	37764	1426	1293	17000	22498

GENERAL CONTRACTOR  <b>IRICAV2</b>	ALTA SORVEGLIANZA  <b>ITALFERR</b> GRUPPO FERROVIE DELLO STATO ITALIANE			
	Progetto IN17	Lotto 12	Codifica EI2CLVI0504009	B

SLE_rar_gr2+vento_6	30538	175	1293	4377	20317
SLE_rar_gr3+vento_7	37764	2504	839	27452	15974
SLE_rar_vento_gr1_9	30365	157	641	4223	12115
SLE_rar_vento_gr2_10	30365	157	641	4223	12115
SLE_rar_vento_gr3_11	30365	157	641	4223	12115

SLE_rar_gr4_Centrif_4	0	0	33977	1472	545
SLE_rar_gr4+vento_8	0	0	34630	1566	930
SLE_rar_vento_gr4_12	0	0	30365	157	641

SLE_qp_gr1+vento_33	29277	55	0	2768	0
---------------------	-------	----	---	------	---

E_103x_SLV_q=1.5_45	33031	12782	3173	102405	29942
E_103y_SLV_q=1.5_46	33031	3895	10576	32559	98788
E_103z_SLV_q=1.5_47	38134	3895	3173	32559	29942
E_103x_SLD_q=1_54	31415	7980	1852	68778	18902
E_103y_SLD_q=1_55	31415	2454	6172	22471	61990
E_103z_SLD_q=1_56	32747	2454	1852	22471	18902

#### CARATTERISTICHE SOLLECITAZIONI BASE FONDAZIONE

combinazione	N	Tlong	Ttrasv	Mlong	Mtrasv
A1_SLU_gr1_Treno_57	48242	1980	1318	28469	21119
A1_SLU_gr2_Scarico_58	41431	173	1318	5175	18919
A1_SLU_gr3_Fre/avv_59	48242	3543	659	43624	11659
A1_SLU_gr1+vento_61	49222	2122	1895	30260	32022
A1_SLU_gr2+vento_62	42411	315	1895	6965	29823
A1_SLU_gr3+vento_63	49222	3685	1236	45415	22563
A1_SLU_vento_gr1_65	42182	236	961	6239	18172
A1_SLU_vento_gr2_66	42182	236	961	6239	18172
A1_SLU_vento_gr3_67	42182	236	961	6239	18172
A1_SLU_Scalz_gr1_69	40351	1122	791	17739	12671
A1_SLU_Scalz_gr2_70	36264	96	791	4333	11352
A1_SLU_Scalz_gr3_71	40351	2059	395	26832	6996
SLE_rar_gr1_Treno_57	34582	1271	909	18702	14565
SLE_rar_gr2_Scarico_58	29885	81	909	3184	13048
SLE_rar_gr3_Fre/avv_59	34582	2348	454	29154	8041
SLE_rar_gr1+vento_61	35235	1365	1293	19896	21834
SLE_rar_gr2+vento_62	30538	175	1293	4377	20317

GENERAL CONTRACTOR					ALTA SORVEGLIANZA				
			Progetto	Lotto	Codifica				
			IN17	12	EI2CLVI0504009				B

SLE_rar_gr3+vento_63	35235	2443	839	30347	15310
SLE_rar_vento_gr1_65	30365	157	641	4223	12115
SLE_rar_vento_gr2_66	30365	157	641	4223	12115
SLE_rar_vento_gr3_67	30365	157	641	4223	12115

SLE_rar_gr4_Centrif_60	32460	1435	545	18642	8739
SLE_rar_gr4+vento_64	33113	1530	930	19836	16008
SLE_rar_vento_gr4_68	30365	157	641	4223	12115

SLE_qp_gr1+vento_89	29277	55	0	2768	0
---------------------	-------	----	---	------	---

E_103x_SLV_q=1.5_101	32525	12772	3173	103072	29809
E_103y_SLV_q=1.5_102	32525	3885	10576	33225	98655
E_103z_SLV_q=1.5_103	37629	3885	3173	33225	29809
E_103x_SLD_q=1_110	30909	7970	1852	69445	18770
E_103y_SLD_q=1_111	30909	2444	6172	23137	61857
E_103z_SLD_q=1_112	32242	2444	1852	23137	18770

#### CARATTERISTICHE SOLLECITAZIONI BASE FONDAZIONE

combinazione	N	Tlong	Ttrasv	Mlong	Mtrasv
A1_SLU_gr1_Treno_113	46679	1924	1318	22696	33324
A1_SLU_gr2_Scarico_114	41431	173	1318	5175	18919
A1_SLU_gr3_Fre/avv_115	46679	3487	659	37851	23865
A1_SLU_gr1+vento_117	47659	2066	1895	24486	44228
A1_SLU_gr2+vento_118	42411	315	1895	6965	29823
A1_SLU_gr3+vento_119	47659	3628	1236	39641	34768
A1_SLU_vento_gr1_121	42182	236	961	6239	18172
A1_SLU_vento_gr2_122	42182	236	961	6239	18172
A1_SLU_vento_gr3_123	42182	236	961	6239	18172
A1_SLU_Scalz_gr1_125	39413	1102	791	14406	19995
A1_SLU_Scalz_gr2_126	36264	96	791	4333	11352
A1_SLU_Scalz_gr3_127	39413	2039	395	23499	14319

SLE_rar_gr1_Treno_113	33504	1245	909	14846	22982
SLE_rar_gr2_Scarico_114	29885	81	909	3184	13048
SLE_rar_gr3_Fre/avv_115	33504	2323	454	25298	16459
SLE_rar_gr1+vento_117	34157	1339	1293	16040	30251
SLE_rar_gr2+vento_118	30538	175	1293	4377	20317
SLE_rar_gr3+vento_119	34157	2417	839	26491	23727

GENERAL CONTRACTOR  <b>IRICAV2</b>	ALTA SORVEGLIANZA  <b>ITALFERR</b> GRUPPO FERROVIE DELLO STATO ITALIANE			
	Progetto IN17	Lotto 12	Codifica E12CLVI0504009	B

SLE_rar_vento_gr1_121	30365	157	641	4223	12115
SLE_rar_vento_gr2_122	30365	157	641	4223	12115
SLE_rar_vento_gr3_123	30365	157	641	4223	12115

SLE_rar_gr4_Centrif_116	31813	1420	545	16329	13789
SLE_rar_gr4+vento_120	32466	1514	930	17522	21058
SLE_rar_vento_gr4_124	30365	157	641	4223	12115

SLE_qp_gr1+vento_145	29277	55	0	2768	0
----------------------	-------	----	---	------	---

E_103x_SLV_q=1.5_157	32309	12768	3173	102338	31492
E_103y_SLV_q=1.5_158	32309	3881	10576	32491	100338
E_103z_SLV_q=1.5_159	37413	3881	3173	32491	31492
E_103x_SLD_q=1_166	30693	7965	1852	68711	20453
E_103y_SLD_q=1_167	30693	2440	6172	22403	63541
E_103z_SLD_q=1_168	32026	2440	1852	22403	20453

GENERAL CONTRACTOR  IRICAV2	ALTA SORVEGLIANZA  GRUPPO FERROVIE DELLO STATO ITALIANE			
	Progetto IN17	Lotto 12	Codifica EI2CLVI0504009	B

## 8. Verifiche strutturali

Le armature di calcolo derivanti dalle verifiche di resistenza e di esercizio soddisfano le quantità minime indicate dalla normativa; si riepilogano i quantitativi per il fusto pila mentre quelli per il plinto di fondazione sono riportati al paragrafo 11.5.

Pila	elemento	arm. flessionale	staffe	c.f
P48-P49	fusto	344 $\Phi$ 20 interasse 20 cm <sup>(1)</sup>	$\Phi$ 14/15 <sup>(2) (3)</sup>	7.6 cm
P59	fusto	344 $\Phi$ 18 interasse 20 cm <sup>(1)</sup>	$\Phi$ 14/15 <sup>(2) (3)</sup>	7.6 cm

<sup>(1)</sup> è riferito alla corona esterna di armatura mentre, l'interasse della corona interna è funzione dell'allineamento con quella esterna. È comunque rispettato l'iterasse minimo.

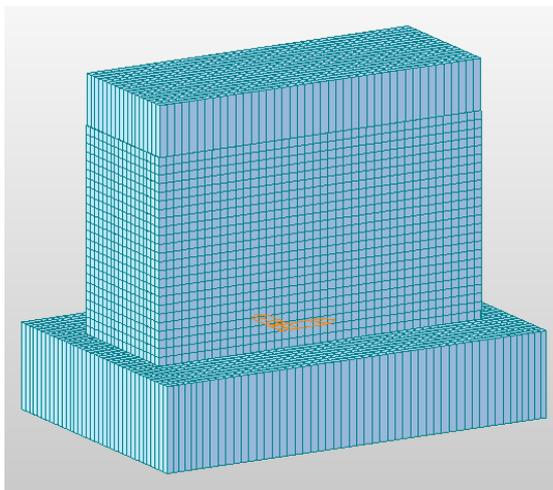
<sup>(2)</sup> in testa e alla base del fusto pila sono presenti  $\Phi$ 16/15 in sostituzione dei  $\Phi$ 14/15.

<sup>(3)</sup> In direzione longitudinale sono presenti 8 bracci, mentre in direzione trasversale 4 bracci;

Le spille adottate sono disposte nel rispetto della norma vigente.

## 9. Fusto pila

Determinate le sollecitazioni indotte dai carichi statici e delle azioni sismiche è possibile verificare la sezione d'incastro del fusto. A queste sollecitazioni va aggiunta un'ulteriore armatura flessionale e a taglio che assorba un effetto locale indotto dal ritiro differenziale tra il plinto ed il fusto della pila. Questa sollecitazione è stata individuata mediante un modello spaziale della fondazione, nel programma di calcolo Midas Civil.



GENERAL CONTRACTOR  IRICAV2	ALTA SORVEGLIANZA  ITALFERR GRUPPO FERROVIE DELLO STATO ITALIANE			
	Progetto IN17	Lotto 12	Codifica EI2CLVI0504009	B

Le verifiche allo SLU flessionale e agli SLE di fessurazione e tensionale della sezione in oggetto vengono effettuate mediante l'ausilio del programma RC-SEC.

## 9.1 Modello locale per ritiro differenziale

Si richiama la *“Relazione effetti lenti”* per la descrizione del modello, delle analisi effettuate per il ritiro differenziale e del calcolo dell'armatura aggiuntiva. Nel seguito, pertanto, le verifiche a pressoflessione e a taglio sono state effettuate considerando un'armatura ridotta rispetto a quella realmente presente nel fusto della pila, eliminando cioè il quantitativo di acciaio necessario ad offrire una sufficiente resistenza nei confronti delle sollecitazioni indotte dai fenomeni termici e di ritiro differenziale. Questa riduzione è stata tenuta in conto nelle verifiche lasciando invariato il numero di barre d'armatura ed attribuendo loro un diametro equivalente diverso da quello reale.

## 9.2 Verifica a presso flessione

Di seguito viene riportato l'output del programma per la sezione in oggetto e per tutte le combinazioni considerate e descritte nei precedenti paragrafi.

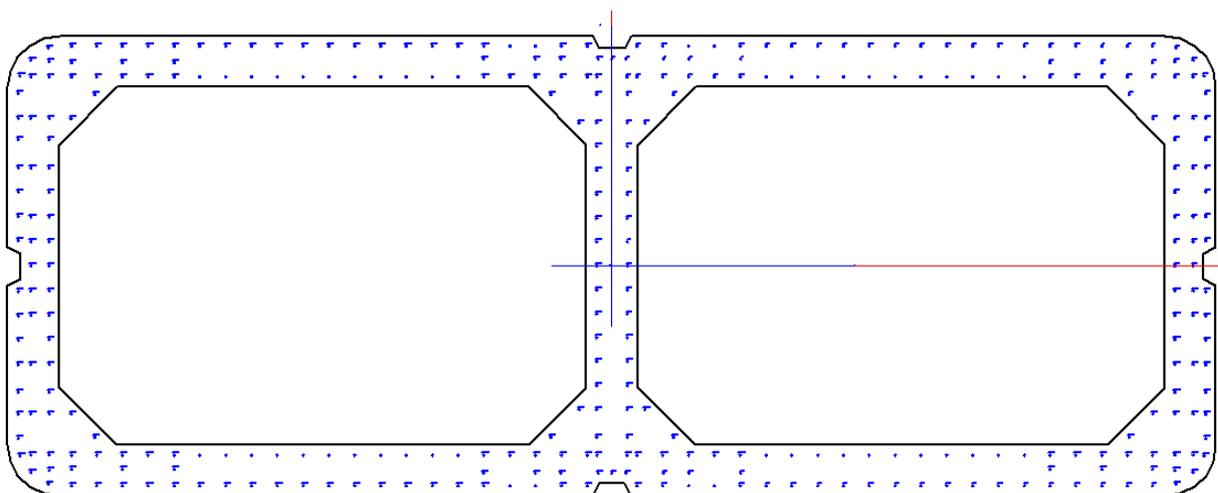


Figura 22 - Sezione implementata in RC-SEC

GENERAL CONTRACTOR  <b>IRICAV2</b>	ALTA SORVEGLIANZA  <b>ITALFERR</b> GRUPPO FERROVIE DELLO STATO ITALIANE			
	Progetto IN17	Lotto 12	Codifica EI2CLVI0504009	B

**NOME SEZIONE: VI01\_P48\_H6.5\_fi18.3**

Descrizione Sezione:  
Metodo di calcolo resistenza: Resistenze agli Stati Limite Ultimi  
Tipologia sezione: Sezione generica di Pilastro  
Normativa di riferimento: N.T.C.  
Percorso sollecitazione: A Sforzo Norm. costante  
Condizioni Ambientali: Molto aggressive  
Riferimento Sforzi assegnati: Assi x,y principali d'inerzia  
Riferimento alla sismicit : Comb. non sismiche

**CARATTERISTICHE DI RESISTENZA DEI MATERIALI IMPIEGATI**

**CALCESTRUZZO -** Classe: C32/40  
Resis. compr. di progetto fcd: 18.1 MPa  
Def.unit. max resistenza ec2: 0.0020  
Def.unit. ultima ecu: 0.0035  
Diagramma tensione-deformaz.: Parabola-Rettangolo  
Modulo Elastico Normale Ec: 33346.0 MPa  
Resis. media a trazione fctm: 3.02 MPa  
Coeff. Omogen. S.L.E.: 15.00  
Sc limite S.L.E. comb. Rare: 17.6 MPa  
Sc limite S.L.E. comb. Frequenti: 17.6 MPa  
Ap.Fessure limite S.L.E. comb. Frequenti: 0.200 mm  
Sc limite S.L.E. comb. Q.Permanenti: 12.8 MPa  
Ap.Fess.limite S.L.E. comb. Q.Perm.: 0.200 mm

**ACCIAIO -** Tipo: B450C  
Resist. caratt. snervam. fyk: 450.0 MPa  
Resist. caratt. rottura ftk: 450.0 MPa  
Resist. snerv. di progetto fyd: 391.3 MPa  
Resist. ultima di progetto ftd: 391.3 MPa  
Deform. ultima di progetto Epu: 0.068  
Modulo Elastico Ef: 2000000 daN/cm<sup>2</sup>  
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: 337.50 MPa

**CARATTERISTICHE DOMINI CALCESTRUZZO**

**DOMINIO N° 1**

Forma del Dominio: Poligonale  
Classe Calcestruzzo: C32/40

N°vertice:	X [cm]	Y [cm]
1	112.3	304.4
2	102.3	309.4
3	102.3	434.4
4	104.3	446.8
5	109.9	458.0
6	118.8	466.8
7	129.9	472.5
8	142.3	474.4
9	557.3	474.4
10	562.3	464.4
11	582.3	464.4
12	587.3	474.4

GENERAL CONTRACTOR  <b>IRICAV2</b>	ALTA SORVEGLIANZA  <b>ITALFERR</b> GRUPPO FERROVIE DELLO STATO ITALIANE		
	Progetto IN17	Lotto 12	Codifica EI2CLVI0504009 B

13	1002.3	474.4
14	1014.7	472.5
15	1025.8	466.8
16	1034.7	458.0
17	1040.3	446.8
18	1042.3	434.4
19	1042.3	309.4
20	1032.3	304.4
21	1032.3	284.4
22	1042.3	279.4
23	1042.3	154.4
24	1040.3	142.1
25	1034.7	130.9
26	1025.8	122.1
27	1014.7	116.4
28	1002.3	114.4
29	587.3	114.4
30	582.3	124.4
31	562.3	124.4
32	557.3	114.4
33	142.3	114.4
34	129.9	116.4
35	118.8	122.1
36	109.9	130.9
37	104.3	142.1
38	102.3	154.4
39	102.3	279.4
40	112.3	284.4

**DOMINIO N° 2**

Forma del Dominio: Poligonale vuoto  
Classe Calcestruzzo: C32/40

N°vertice:	X [cm]	Y [cm]
1	957.3	434.4
2	1002.3	389.4
3	1002.3	199.4
4	957.3	154.4
5	637.3	154.4
6	592.3	199.4
7	592.3	389.4
8	637.3	434.4

**DOMINIO N° 3**

Forma del Dominio: Poligonale vuoto  
Classe Calcestruzzo: C32/40

N°vertice:	X [cm]	Y [cm]
1	507.3	434.4
2	552.3	389.4
3	552.3	199.4
4	507.3	154.4
5	187.3	154.4
6	142.3	199.4
7	142.3	389.4
8	187.3	434.4

GENERAL CONTRACTOR



ALTA SORVEGLIANZA



Progetto

Lotto

Codifica

IN17

12

EI2CLVI0504009

B

## DATI BARRE ISOLATE

N°Barra	X [cm]	Y [cm]	DiamØ[mm]
1	472.4	443.0	18.3
2	512.8	123.0	18.3
3	492.7	123.0	18.3
4	651.9	123.0	18.3
5	631.8	123.0	18.3
6	651.9	465.8	18.3
7	631.8	465.8	18.3
8	512.8	465.8	18.3
9	492.7	465.8	18.3
10	120.0	133.2	18.3
11	134.0	124.7	18.3
12	112.6	146.2	18.3
13	1024.6	133.2	18.3
14	1010.6	124.7	18.3
15	1032.0	146.2	18.3
16	120.0	455.7	18.3
17	134.0	464.2	18.3
18	112.6	442.7	18.3
19	1024.6	455.7	18.3
20	1010.6	464.2	18.3
21	1032.0	442.7	18.3
22	1033.7	274.1	18.3
23	1033.7	314.8	18.3
24	110.9	314.8	18.3
25	110.9	274.1	18.3
26	552.0	123.0	18.3
27	592.6	123.0	18.3
28	552.0	465.8	18.3
29	993.6	410.3	18.3
30	975.0	428.9	18.3
31	601.0	410.3	18.3
32	619.6	428.9	18.3
33	993.6	178.6	18.3
34	975.0	160.0	18.3
35	601.0	178.6	18.3
36	619.6	160.0	18.3
37	543.6	410.3	18.3
38	525.0	428.9	18.3
39	151.0	410.3	18.3
40	169.6	428.9	18.3
41	543.6	178.6	18.3
42	525.0	160.0	18.3
43	151.0	178.6	18.3
44	169.6	160.0	18.3
45	231.6	135.4	18.3
46	191.4	135.4	18.3
47	152.0	135.4	18.3
48	133.7	134.5	18.3
49	133.7	178.9	18.3
50	120.9	178.9	18.3
51	110.9	178.8	18.3
52	133.7	195.6	18.3
53	110.9	195.6	18.3
54	110.9	159.4	18.3
55	133.7	146.0	18.3

GENERAL CONTRACTOR  <b>IRICAV2</b>	ALTA SORVEGLIANZA  <b>ITALFERR</b> GRUPPO FERROVIE DELLO STATO ITALIANE		
	Progetto IN17	Lotto 12	Codifica EI2CLVI0504009 B

56	110.9	255.5	18.3
57	110.9	236.5	18.3
58	110.9	217.5	18.3
59	120.9	146.0	18.3
60	120.9	217.7	18.3
61	120.9	256.1	18.3
62	120.9	275.2	18.3
63	133.7	217.7	18.3
64	133.7	236.9	18.3
65	133.7	256.1	18.3
66	133.7	275.2	18.3
67	561.1	145.8	18.3
68	560.9	160.4	18.3
69	560.9	182.3	18.3
70	560.9	201.0	18.3
71	560.9	219.7	18.3
72	560.9	238.4	18.3
73	560.9	257.1	18.3
74	553.0	145.8	18.3
75	532.9	145.8	18.3
76	472.6	145.8	18.3
77	231.6	145.8	18.3
78	211.5	145.8	18.3
79	191.4	145.8	18.3
80	171.3	145.8	18.3
81	152.0	145.8	18.3
82	532.9	123.0	18.3
83	472.6	123.0	18.3
84	452.5	123.0	18.3
85	432.4	123.0	18.3
86	412.4	123.0	18.3
87	392.3	123.0	18.3
88	372.2	123.0	18.3
89	352.1	123.0	18.3
90	332.0	123.0	18.3
91	311.9	123.0	18.3
92	291.8	123.0	18.3
93	271.8	123.0	18.3
94	251.7	123.0	18.3
95	231.6	123.0	18.3
96	211.5	123.0	18.3
97	191.4	123.0	18.3
98	171.3	123.0	18.3
99	152.0	123.0	18.3
100	472.4	133.0	18.3
101	512.4	133.0	18.3
102	532.3	133.0	18.3
103	561.3	133.0	18.3
104	560.9	275.8	18.3
105	231.6	453.5	18.3
106	191.4	453.5	18.3
107	152.0	453.5	18.3
108	133.7	454.4	18.3
109	133.7	409.9	18.3
110	120.9	409.9	18.3
111	110.9	410.1	18.3
112	133.7	393.3	18.3
113	110.9	393.3	18.3
114	110.9	429.4	18.3

GENERAL CONTRACTOR  <b>IRICAV2</b>	ALTA SORVEGLIANZA  <b>ITALFERR</b> GRUPPO FERROVIE DELLO STATO ITALIANE		
	Progetto IN17	Lotto 12	Codifica EI2CLVI0504009 B

115	133.7	442.8	18.3
116	110.9	333.4	18.3
117	110.9	352.4	18.3
118	110.9	371.4	18.3
119	121.5	442.9	18.3
120	120.9	371.2	18.3
121	120.9	332.8	18.3
122	120.9	313.6	18.3
123	120.9	294.4	18.3
124	133.7	371.2	18.3
125	133.7	352.0	18.3
126	133.7	332.8	18.3
127	133.7	313.6	18.3
128	133.7	294.4	18.3
129	561.1	443.0	18.3
130	560.9	428.5	18.3
131	560.9	406.6	18.3
132	560.9	387.9	18.3
133	560.9	369.2	18.3
134	560.9	350.5	18.3
135	560.9	331.8	18.3
136	560.9	294.4	18.3
137	553.0	443.0	18.3
138	532.9	443.0	18.3
139	512.8	443.0	18.3
140	231.6	443.0	18.3
141	211.5	443.0	18.3
142	191.4	443.0	18.3
143	171.3	443.0	18.3
144	152.0	443.0	18.3
145	532.9	465.8	18.3
146	472.6	465.8	18.3
147	452.5	465.8	18.3
148	432.4	465.8	18.3
149	412.4	465.8	18.3
150	392.3	465.8	18.3
151	372.2	465.8	18.3
152	352.1	465.8	18.3
153	332.0	465.8	18.3
154	311.9	465.8	18.3
155	291.8	465.8	18.3
156	271.8	465.8	18.3
157	251.7	465.8	18.3
158	231.6	465.8	18.3
159	211.5	465.8	18.3
160	191.4	465.8	18.3
161	171.3	465.8	18.3
162	152.0	465.8	18.3
163	472.4	455.8	18.3
164	512.4	455.8	18.3
165	532.3	455.8	18.3
166	561.3	455.8	18.3
167	560.9	313.1	18.3
168	913.0	135.4	18.3
169	953.2	135.4	18.3
170	992.6	135.4	18.3
171	1010.9	134.5	18.3
172	1010.9	178.9	18.3
173	1023.7	178.9	18.3

GENERAL CONTRACTOR



ALTA SORVEGLIANZA



	Progetto	Lotto	Codifica	
	IN17	12	EI2CLVI0504009	B

174	1033.7	178.8	18.3
175	1010.9	195.6	18.3
176	1033.7	195.6	18.3
177	1033.7	159.4	18.3
178	1010.9	146.0	18.3
179	1033.7	255.5	18.3
180	1033.7	236.5	18.3
181	1033.7	217.5	18.3
182	1024.3	146.0	18.3
183	1023.7	217.7	18.3
184	1023.7	256.1	18.3
185	1023.7	275.2	18.3
186	1010.9	217.7	18.3
187	1010.9	236.9	18.3
188	1010.9	256.1	18.3
189	1010.9	275.2	18.3
190	583.5	145.8	18.3
191	583.7	160.4	18.3
192	583.7	182.3	18.3
193	583.7	201.0	18.3
194	583.7	219.7	18.3
195	583.7	238.4	18.3
196	583.7	257.1	18.3
197	591.6	145.8	18.3
198	611.7	145.8	18.3
199	672.0	145.8	18.3
200	913.0	145.8	18.3
201	933.1	145.8	18.3
202	953.2	145.8	18.3
203	973.3	145.8	18.3
204	992.6	145.8	18.3
205	611.7	123.0	18.3
206	672.0	123.0	18.3
207	692.1	123.0	18.3
208	712.1	123.0	18.3
209	732.2	123.0	18.3
210	752.3	123.0	18.3
211	772.4	123.0	18.3
212	792.5	123.0	18.3
213	812.6	123.0	18.3
214	832.7	123.0	18.3
215	852.8	123.0	18.3
216	872.8	123.0	18.3
217	892.9	123.0	18.3
218	913.0	123.0	18.3
219	933.1	123.0	18.3
220	953.2	123.0	18.3
221	973.3	123.0	18.3
222	992.6	123.0	18.3
223	672.2	133.0	18.3
224	632.2	133.0	18.3
225	612.3	133.0	18.3
226	583.3	133.0	18.3
227	572.3	133.0	18.3
228	583.7	275.8	18.3
229	913.0	453.5	18.3
230	953.2	453.5	18.3
231	992.6	453.5	18.3
232	1010.9	454.4	18.3

GENERAL CONTRACTOR



ALTA SORVEGLIANZA



	Progetto	Lotto	Codifica	
	IN17	12	EI2CLVI0504009	B

233	1010.9	409.9	18.3
234	1023.7	409.9	18.3
235	1033.7	410.1	18.3
236	1010.9	393.3	18.3
237	1033.7	393.3	18.3
238	1033.7	429.4	18.3
239	1010.9	442.8	18.3
240	1033.7	333.4	18.3
241	1033.7	352.4	18.3
242	1033.7	371.4	18.3
243	1024.3	442.9	18.3
244	1023.7	371.2	18.3
245	1023.7	332.8	18.3
246	1023.7	313.6	18.3
247	1023.7	294.4	18.3
248	1010.9	371.2	18.3
249	1010.9	352.0	18.3
250	1010.9	332.8	18.3
251	1010.9	313.6	18.3
252	1010.9	294.4	18.3
253	583.5	443.0	18.3
254	583.7	428.5	18.3
255	583.7	406.6	18.3
256	583.7	387.9	18.3
257	583.7	369.2	18.3
258	583.7	350.5	18.3
259	583.7	331.8	18.3
260	583.7	294.4	18.3
261	591.6	443.0	18.3
262	611.7	443.0	18.3
263	672.0	443.0	18.3
264	913.0	443.0	18.3
265	933.1	443.0	18.3
266	953.2	443.0	18.3
267	973.3	443.0	18.3
268	992.6	443.0	18.3
269	592.6	465.8	18.3
270	611.7	465.8	18.3
271	672.0	465.8	18.3
272	692.1	465.8	18.3
273	712.1	465.8	18.3
274	732.2	465.8	18.3
275	752.3	465.8	18.3
276	772.4	465.8	18.3
277	792.5	465.8	18.3
278	812.6	465.8	18.3
279	832.7	465.8	18.3
280	852.8	465.8	18.3
281	872.8	465.8	18.3
282	892.9	465.8	18.3
283	913.0	465.8	18.3
284	933.1	465.8	18.3
285	953.2	465.8	18.3
286	973.3	465.8	18.3
287	992.6	465.8	18.3
288	672.2	455.8	18.3
289	632.2	455.8	18.3
290	612.3	455.8	18.3
291	583.3	455.8	18.3

GENERAL CONTRACTOR	 IRICAV2	ALTA SORVEGLIANZA		
		 ITALFERR GRUPPO FERROVIE DELLO STATO ITALIANE		
		Progetto	Lotto	Codifica
		IN17	12	EI2CLVI0504009
				B

292	572.3	455.8	18.3
293	583.7	313.1	18.3

#### DATI GENERAZIONI LINEARI DI BARRE

N°Gen. Numero assegnato alla singola generazione lineare di barre  
N°Barra Ini. Numero della barra iniziale cui si riferisce la generazione  
N°Barra Fin. Numero della barra finale cui si riferisce la generazione  
N°Barre Numero di barre generate equidistanti cui si riferisce la generazione  
Ø Diametro in mm delle barre della generazione

N°Gen.	N°Barra Ini.	N°Barra Fin.	N°Barre	Ø
1	140	1	11	18.3
2	263	264	11	18.3
3	77	76	11	18.3
4	199	200	11	18.3
5	1	139	1	18.3
6	262	263	2	18.3
7	76	75	2	18.3
8	198	199	2	18.3

#### CALCOLO DI RESISTENZA - SFORZI PER OGNI COMBINAZIONE ASSEGNATA

N Sforzo normale [kN] applicato nel Baric. (+ se di compressione)  
Mx Momento flettente [kNm] intorno all'asse x princ. d'inerzia con verso positivo se tale da comprimere il lembo sup. della sez.  
My Momento flettente [kNm] intorno all'asse y princ. d'inerzia con verso positivo se tale da comprimere il lembo destro della sez.  
Vy Componente del Taglio [kN] parallela all'asse princ.d'inerzia y  
Vx Componente del Taglio [kN] parallela all'asse princ.d'inerzia x

N°Comb.	N	Mx	My	Vy	Vx
1	34944.21	19416.15	18787.65	0.00	0.00
2	24466.88	4742.30	15624.86	0.00	0.00
3	34944.21	30665.25	10975.22	0.00	0.00
4	35924.08	20852.17	28249.00	0.00	0.00
5	25446.75	6178.32	25086.20	0.00	0.00
6	35924.08	32101.27	20436.57	0.00	0.00
7	25218.40	5648.48	15768.91	0.00	0.00
8	25218.40	5648.48	15768.91	0.00	0.00
9	25218.40	5648.48	15768.91	0.00	0.00
10	30400.64	12245.12	11272.59	0.00	0.00
11	24114.24	4092.59	9374.92	0.00	0.00
12	30400.64	18994.58	6585.13	0.00	0.00
13	31277.83	23518.16	17824.69	0.00	0.00
14	24466.88	4742.30	15624.86	0.00	0.00
15	31277.83	34767.26	10012.25	0.00	0.00
16	32257.70	24954.18	27286.03	0.00	0.00
17	25446.75	6178.32	25086.20	0.00	0.00
18	32257.70	36203.28	19473.60	0.00	0.00
19	25218.40	5648.48	15768.91	0.00	0.00
20	25218.40	5648.48	15768.91	0.00	0.00
21	25218.40	5648.48	15768.91	0.00	0.00
22	28200.81	14934.41	10694.81	0.00	0.00
23	24114.24	4092.59	9374.92	0.00	0.00
24	28200.81	21683.87	6007.35	0.00	0.00

GENERAL CONTRACTOR



ALTA SORVEGLIANZA



	Progetto	Lotto	Codifica	
	IN17	12	EI2CLVI0504009	B

25	29715.16	17885.66	30030.09	0.00	0.00
26	24466.88	4742.30	15624.86	0.00	0.00
27	29715.16	29134.76	22217.66	0.00	0.00
28	30695.04	19321.67	39491.44	0.00	0.00
29	25446.75	6178.32	25086.20	0.00	0.00
30	30695.04	30570.77	31679.01	0.00	0.00
31	25218.40	5648.48	15768.91	0.00	0.00
32	25218.40	5648.48	15768.91	0.00	0.00
33	25218.40	5648.48	15768.91	0.00	0.00
34	27263.21	11652.11	18018.06	0.00	0.00
35	24114.24	4092.59	9374.92	0.00	0.00
36	27263.21	18401.57	13330.60	0.00	0.00
37	19925.99	73906.77	23046.42	0.00	0.00
38	19925.99	23858.00	75803.49	0.00	0.00
39	23772.61	23858.00	23046.42	0.00	0.00
40	19420.28	74598.59	22913.60	0.00	0.00
41	19420.28	24549.82	75670.67	0.00	0.00
42	23266.90	24549.82	22913.60	0.00	0.00
43	19204.74	73875.40	24597.10	0.00	0.00
44	19204.74	23826.63	77354.17	0.00	0.00
45	23051.36	23826.63	24597.10	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	24544.43	12477.54	12957.00
2	17318.69	2981.94	10775.77
3	24544.43	20235.54	7569.12
4	25197.68	13434.88	19264.57
5	17971.94	3939.29	17083.33
6	25197.68	21192.88	13876.68
7	17799.44	3829.68	10512.61
8	17799.44	3829.68	10512.61
9	17799.44	3829.68	10512.61
10	22015.89	15524.97	12292.89
11	17318.69	2981.94	10775.77
12	22015.89	23282.97	6905.00
13	22669.14	16482.32	18600.45
14	17971.94	3939.29	17083.33
15	22669.14	24240.32	13212.57
16	17799.44	3829.68	10512.61
17	17799.44	3829.68	10512.61
18	17799.44	3829.68	10512.61
19	20938.20	11733.60	20710.41
20	17318.69	2981.94	10775.77
21	20938.20	19491.60	15322.53
22	21591.45	12690.95	27017.97
23	17971.94	3939.29	17083.33
24	21591.45	20448.95	21630.09
25	17799.44	3829.68	10512.61
26	17799.44	3829.68	10512.61
27	17799.44	3829.68	10512.61

GENERAL CONTRACTOR  IRICAV2	ALTA SORVEGLIANZA  GRUPPO FERROVIE DELLO STATO ITALIANE			
	Progetto	Lotto	Codifica	
	IN17	12	EI2CLVI0504009	B

28	18708.32	50369.18	14735.48
29	18708.32	16796.72	48100.37
30	19713.70	16796.72	14735.48
31	18202.61	51061.00	14602.66
32	18202.61	17488.54	47967.54
33	19207.99	17488.54	14602.66
34	17987.07	50337.81	16286.16
35	17987.07	16765.35	49651.05
36	18992.45	16765.35	16286.16

#### 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	21410.93	13225.19 (0.00)	7774.20 (0.00)
2	22064.18	14182.54 (0.00)	14081.76 (0.00)
3	17799.44	3829.68 (0.00)	10512.61 (0.00)
4	19893.81	15053.66 (0.00)	7375.73 (0.00)
5	20547.06	16011.00 (808353.27)	13683.29 (690833.32)
6	17799.44	3829.68 (0.00)	10512.61 (0.00)
7	19247.19	12778.83 (0.00)	12426.25 (0.00)
8	19900.44	13736.18 (298834.96)	18733.81 (407559.98)
9	17799.44	3829.68 (0.00)	10512.61 (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	16710.69	2630.42 (0.00)	0.00 (0.00)
2	16710.69	2630.42 (0.00)	0.00 (0.00)
3	16710.69	2630.42 (0.00)	0.00 (0.00)

#### RISULTATI DEL CALCOLO

##### Sezione verificata per tutte le combinazioni assegnate

Copriferro netto minimo barre longitudinali:	7.7 cm
Interferro netto minimo barre longitudinali:	5.9 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

GENERAL CONTRACTOR



ALTA SORVEGLIANZA



	Progetto	Lotto	Codifica	
	IN17	12	EI2CLVI0504009	B

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 Totale Area totale barre longitudinali [cm<sup>2</sup>]. [Tra parentesi il valore minimo di normativa]

N°Comb	Ver	N	Mx	My	N Res	Mx Res	My Res	Mis.Sic.	As Totale
1	S	34944.21	19416.15	18787.65	34944.32	109251.17	105508.31	5.62	904.8(343.3)
2	S	24466.88	4742.30	15624.86	24466.79	61659.26	205081.34	13.11	904.8(343.3)
3	S	34944.21	30665.25	10975.22	34944.19	113841.94	41366.33	3.72	904.8(343.3)
4	S	35924.08	20852.17	28249.00	35924.12	104659.01	140345.36	4.99	904.8(343.3)
5	S	25446.75	6178.32	25086.20	25446.80	53010.62	219376.67	8.74	904.8(343.3)
6	S	35924.08	32101.27	20436.57	35923.85	113681.74	72203.11	3.54	904.8(343.3)
7	S	25218.40	5648.48	15768.91	25218.67	70274.14	193776.91	12.31	904.8(343.3)
8	S	25218.40	5648.48	15768.91	25218.67	70274.14	193776.91	12.31	904.8(343.3)
9	S	25218.40	5648.48	15768.91	25218.67	70274.14	193776.91	12.31	904.8(343.3)
10	S	30400.64	12245.12	11272.59	30400.45	103909.02	95548.20	8.48	904.8(343.3)
11	S	24114.24	4092.59	9374.92	24114.11	77203.31	176842.76	18.86	904.8(343.3)
12	S	30400.64	18994.58	6585.13	30400.72	107253.00	36719.90	5.64	904.8(343.3)
13	S	31277.83	23518.16	17824.69	31277.64	106410.33	80157.27	4.51	904.8(343.3)
14	S	24466.88	4742.30	15624.86	24466.79	61659.26	205081.34	13.11	904.8(343.3)
15	S	31277.83	34767.26	10012.25	31277.63	108724.55	31461.44	3.13	904.8(343.3)
16	S	32257.70	24954.18	27286.03	32257.52	104515.93	113759.31	4.18	904.8(343.3)
17	S	25446.75	6178.32	25086.20	25446.80	53010.62	219376.67	8.74	904.8(343.3)
18	S	32257.70	36203.28	19473.60	32257.54	109145.97	58128.05	3.01	904.8(343.3)
19	S	25218.40	5648.48	15768.91	25218.67	70274.14	193776.91	12.31	904.8(343.3)
20	S	25218.40	5648.48	15768.91	25218.67	70274.14	193776.91	12.31	904.8(343.3)
21	S	25218.40	5648.48	15768.91	25218.67	70274.14	193776.91	12.31	904.8(343.3)
22	S	28200.81	14934.41	10694.81	28201.09	102286.07	73816.57	6.87	904.8(343.3)
23	S	24114.24	4092.59	9374.92	24114.11	77203.31	176842.76	18.86	904.8(343.3)
24	S	28200.81	21683.87	6007.35	28200.87	104173.70	28815.86	4.80	904.8(343.3)
25	S	29715.16	17885.66	30030.09	29714.87	92868.08	155151.32	5.17	904.8(343.3)
26	S	24466.88	4742.30	15624.86	24466.79	61659.26	205081.34	13.11	904.8(343.3)
27	S	29715.16	29134.76	22217.66	29715.27	104149.89	79692.32	3.58	904.8(343.3)
28	S	30695.04	19321.67	39491.44	30695.03	86897.92	176899.07	4.48	904.8(343.3)
29	S	25446.75	6178.32	25086.20	25446.80	53010.62	219376.67	8.74	904.8(343.3)
30	S	30695.04	30570.77	31679.01	30694.80	103168.32	107065.93	3.38	904.8(343.3)
31	S	25218.40	5648.48	15768.91	25218.67	70274.14	193776.91	12.31	904.8(343.3)
32	S	25218.40	5648.48	15768.91	25218.67	70274.14	193776.91	12.31	904.8(343.3)
33	S	25218.40	5648.48	15768.91	25218.67	70274.14	193776.91	12.31	904.8(343.3)
34	S	27263.21	11652.11	18018.06	27263.19	92413.61	143513.83	7.96	904.8(343.3)
35	S	24114.24	4092.59	9374.92	24114.11	77203.31	176842.76	18.86	904.8(343.3)
36	S	27263.21	18401.57	13330.60	27263.33	100951.14	72660.28	5.47	904.8(343.3)
37	S	19925.99	73906.77	23046.42	19925.95	91542.96	28778.64	1.24	904.8(343.3)
38	S	19925.99	23858.00	75803.49	19926.20	61273.43	191566.25	2.53	904.8(343.3)
39	S	23772.61	23858.00	23046.42	23772.49	94520.43	91066.26	3.96	904.8(343.3)
40	S	19420.28	74598.59	22913.60	19420.08	90782.29	27928.79	1.22	904.8(343.3)
41	S	19420.28	24549.82	75670.67	19420.11	61545.82	189500.96	2.50	904.8(343.3)
42	S	23266.90	24549.82	22913.60	23267.08	93995.33	87807.12	3.83	904.8(343.3)
43	S	19204.74	73875.40	24597.10	19204.81	90398.33	29951.16	1.22	904.8(343.3)
44	S	19204.74	23826.63	77354.17	19204.66	59115.08	192413.44	2.49	904.8(343.3)
45	S	23051.36	23826.63	24597.10	23051.14	92999.32	96812.47	3.92	904.8(343.3)

#### METODO AGLI STATI LIMITE ULTIMI - DEFORMAZIONI UNITARIE ALLO STATO ULTIMO

ec max Deform. unit. massima del calcestruzzo a compressione  
 Deform. unit. massima del calcestruzzo a compressione  
 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)

GENERAL CONTRACTOR



ALTA SORVEGLIANZA



	Progetto	Lotto	Codifica	
	IN17	12	EI2CLVI0504009	B

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	Xc max	Yc max	es min	Xs min	Ys min	es max	Xs max	Ys max
1	0.00350	1002.3	474.4	0.00319	1010.6	464.2	-0.01137	134.0	124.7
2	0.00350	1025.8	466.8	0.00336	1024.6	455.7	-0.00788	120.0	133.2
3	0.00350	1002.3	474.4	0.00293	992.6	465.8	-0.02077	152.0	123.0
4	0.00350	1014.7	472.5	0.00330	1010.6	464.2	-0.00815	134.0	124.7
5	0.00350	1025.8	466.8	0.00338	1024.6	455.7	-0.00810	120.0	133.2
6	0.00350	1002.3	474.4	0.00307	992.6	465.8	-0.01543	152.0	123.0
7	0.00350	1025.8	466.8	0.00335	1010.6	464.2	-0.00761	134.0	124.7
8	0.00350	1025.8	466.8	0.00335	1010.6	464.2	-0.00761	134.0	124.7
9	0.00350	1025.8	466.8	0.00335	1010.6	464.2	-0.00761	134.0	124.7
10	0.00350	1002.3	474.4	0.00311	992.6	465.8	-0.01389	152.0	123.0
11	0.00350	1014.7	472.5	0.00334	1010.6	464.2	-0.00791	134.0	124.7
12	0.00350	1002.3	474.4	0.00286	992.6	465.8	-0.02350	152.0	123.0
13	0.00350	1002.3	474.4	0.00306	992.6	465.8	-0.01584	152.0	123.0
14	0.00350	1025.8	466.8	0.00336	1024.6	455.7	-0.00788	120.0	133.2
15	0.00350	1002.3	474.4	0.00284	992.6	465.8	-0.02412	152.0	123.0
16	0.00350	1002.3	474.4	0.00321	1010.6	464.2	-0.01111	134.0	124.7
17	0.00350	1025.8	466.8	0.00338	1024.6	455.7	-0.00810	120.0	133.2
18	0.00350	1002.3	474.4	0.00298	992.6	465.8	-0.01897	152.0	123.0
19	0.00350	1025.8	466.8	0.00335	1010.6	464.2	-0.00761	134.0	124.7
20	0.00350	1025.8	466.8	0.00335	1010.6	464.2	-0.00761	134.0	124.7
21	0.00350	1025.8	466.8	0.00335	1010.6	464.2	-0.00761	134.0	124.7
22	0.00350	1002.3	474.4	0.00301	992.6	465.8	-0.01788	152.0	123.0
23	0.00350	1014.7	472.5	0.00334	1010.6	464.2	-0.00791	134.0	124.7
24	0.00350	1002.3	474.4	0.00280	992.6	465.8	-0.02592	152.0	123.0
25	0.00350	1014.7	472.5	0.00332	1010.6	464.2	-0.00807	134.0	124.7
26	0.00350	1025.8	466.8	0.00336	1024.6	455.7	-0.00788	120.0	133.2
27	0.00350	1002.3	474.4	0.00305	992.6	465.8	-0.01644	152.0	123.0
28	0.00350	1014.7	472.5	0.00335	1010.6	464.2	-0.00710	134.0	124.7
29	0.00350	1025.8	466.8	0.00338	1024.6	455.7	-0.00810	120.0	133.2
30	0.00350	1002.3	474.4	0.00317	1010.6	464.2	-0.01227	134.0	124.7
31	0.00350	1025.8	466.8	0.00335	1010.6	464.2	-0.00761	134.0	124.7
32	0.00350	1025.8	466.8	0.00335	1010.6	464.2	-0.00761	134.0	124.7
33	0.00350	1025.8	466.8	0.00335	1010.6	464.2	-0.00761	134.0	124.7
34	0.00350	1014.7	472.5	0.00329	1010.6	464.2	-0.00916	134.0	124.7
35	0.00350	1014.7	472.5	0.00334	1010.6	464.2	-0.00791	134.0	124.7
36	0.00350	1002.3	474.4	0.00300	992.6	465.8	-0.01841	152.0	123.0
37	0.00350	1002.3	474.4	0.00271	992.6	465.8	-0.02972	152.0	123.0
38	0.00350	1025.8	466.8	0.00335	1024.6	455.7	-0.00865	120.0	133.2
39	0.00350	1002.3	474.4	0.00305	992.6	465.8	-0.01662	152.0	123.0
40	0.00350	1002.3	474.4	0.00269	992.6	465.8	-0.03020	152.0	123.0
41	0.00350	1025.8	466.8	0.00334	1024.6	455.7	-0.00873	120.0	133.2
42	0.00350	1002.3	474.4	0.00303	992.6	465.8	-0.01731	152.0	123.0
43	0.00350	1002.3	474.4	0.00270	992.6	465.8	-0.02980	152.0	123.0
44	0.00350	1025.8	466.8	0.00335	1024.6	455.7	-0.00885	120.0	133.2
45	0.00350	1002.3	474.4	0.00307	992.6	465.8	-0.01591	152.0	123.0

#### 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

GENERAL CONTRACTOR  <b>IRICAV2</b>	ALTA SORVEGLIANZA  <b>ITALFERR</b> GRUPPO FERROVIE DELLO STATO ITALIANE								
	<table border="1" style="width: 100%;"> <tr> <td style="width: 25%;">Progetto</td> <td style="width: 25%;">Lotto</td> <td style="width: 25%;">Codifica</td> <td style="width: 25%;"></td> </tr> <tr> <td>IN17</td> <td>12</td> <td>EI2CLVI0504009</td> <td>B</td> </tr> </table>	Progetto	Lotto	Codifica		IN17	12	EI2CLVI0504009	B
Progetto	Lotto	Codifica							
IN17	12	EI2CLVI0504009	B						

N°Comb	a	b	c	x/d	C.Rid.
1	0.000003781	0.000033131	-0.016008402	----	----
2	0.000008340	0.000011482	-0.010414976	----	----
3	0.000001905	0.000064466	-0.028994684	----	----
4	0.000004612	0.000021805	-0.011482061	----	----
5	0.000009128	0.000009991	-0.010527705	----	----
6	0.000002879	0.000046890	-0.021632121	----	----
7	0.000007460	0.000013030	-0.010234686	----	----
8	0.000007460	0.000013030	-0.010234686	----	----
9	0.000007460	0.000013030	-0.010234686	----	----
10	0.000003623	0.000040715	-0.019448355	----	----
11	0.000006814	0.000015548	-0.010760273	----	----
12	0.000001775	0.000072535	-0.032692786	----	----
13	0.000003171	0.000047365	-0.022150626	----	----
14	0.000008340	0.000011482	-0.010414976	----	----
15	0.000001560	0.000074825	-0.033563411	----	----
16	0.000004074	0.000031641	-0.015595324	----	----
17	0.000009128	0.000009991	-0.010527705	----	----
18	0.000002498	0.000057888	-0.026468229	----	----
19	0.000007460	0.000013030	-0.010234686	----	----
20	0.000007460	0.000013030	-0.010234686	----	----
21	0.000007460	0.000013030	-0.010234686	----	----
22	0.000003048	0.000053453	-0.024915215	----	----
23	0.000006814	0.000015548	-0.010760273	----	----
24	0.000001497	0.000080100	-0.036003286	----	----
25	0.000005387	0.000019630	-0.011241176	----	----
26	0.000008340	0.000011482	-0.010414976	----	----
27	0.000003188	0.000049040	-0.022961849	----	----
28	0.000005959	0.000015381	-0.009814019	----	----
29	0.000009128	0.000009991	-0.010527705	----	----
30	0.000003938	0.000035311	-0.017200431	----	----
31	0.000007460	0.000013030	-0.010234686	----	----
32	0.000007460	0.000013030	-0.010234686	----	----
33	0.000007460	0.000013030	-0.010234686	----	----
34	0.000005216	0.000023196	-0.012751633	----	----
35	0.000006814	0.000015548	-0.010760273	----	----
36	0.000003032	0.000055003	-0.025634223	----	----
37	0.000001647	0.000090556	-0.041114157	----	----
38	0.000008706	0.000012773	-0.011393503	----	----
39	0.000003680	0.000048348	-0.023126800	----	----
40	0.000001619	0.000091979	-0.041761394	----	----
41	0.000008707	0.000013018	-0.011508704	----	----
42	0.000003596	0.000050507	-0.024066719	----	----
43	0.000001714	0.000090622	-0.041212347	----	----
44	0.000009019	0.000012526	-0.011599312	----	----
45	0.000003888	0.000045829	-0.022140185	----	----

### 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 calcestruzzo [MPa]
Xc max, Yc max	Ascissa, Ordinata [cm] del punto corrisp. a Sc max (sistema rif. X,Y,O)
Ss min	Minima tensione (negativa se di trazione) nell'acciaio [MPa]
Xs min, Ys min	Ascissa, Ordinata [cm] della barra corrisp. a Ss min (sistema rif. X,Y,O)
Ac eff.	Area di calcestruzzo [cm <sup>2</sup> ] in zona tesa considerata aderente alle barre
As eff.	Area barre [cm <sup>2</sup> ] in zona tesa considerate efficaci per l'apertura delle fessure

N°Comb	Ver	Sc max	Xc max	Yc max	Ss min	Xs min	Ys min	Ac eff.	As eff.
--------	-----	--------	--------	--------	--------	--------	--------	---------	---------

GENERAL CONTRACTOR		 <b>IRICAV2</b>		ALTA SORVEGLIANZA				 <b>ITALFERR</b> GRUPPO FERROVIE DELLO STATO ITALIANE	
				Progetto	Lotto	Codifica			
				IN17	12	EI2CLVI0504009		B	

1	S	3.30	1014.7	472.5	8.7	134.0	124.7	---	---
2	S	1.98	1025.8	466.8	11.1	120.0	133.2	---	---
3	S	3.66	1002.3	474.4	3.7	152.0	123.0	---	---
4	S	3.66	1014.7	472.5	4.9	134.0	124.7	---	---
5	S	2.34	1025.8	466.8	7.3	120.0	133.2	---	---
6	S	4.01	1002.3	474.4	0.0	134.0	124.7	197	2.6
7	S	2.06	1025.8	466.8	11.0	134.0	124.7	---	---
8	S	2.06	1025.8	466.8	11.0	134.0	124.7	---	---
9	S	2.06	1025.8	466.8	11.0	134.0	124.7	---	---
10	S	3.30	1014.7	472.5	3.0	134.0	124.7	---	---
11	S	1.98	1025.8	466.8	11.1	120.0	133.2	---	---
12	S	3.67	1002.3	474.4	-2.2	152.0	123.0	577	7.9
13	S	3.66	1014.7	472.5	-0.8	134.0	124.7	233	2.6
14	S	2.34	1025.8	466.8	7.3	120.0	133.2	---	---
15	S	4.06	1002.3	474.4	-7.1	134.0	124.7	1652	15.8
16	S	2.06	1025.8	466.8	11.0	134.0	124.7	---	---
17	S	2.06	1025.8	466.8	11.0	134.0	124.7	---	---
18	S	2.06	1025.8	466.8	11.0	134.0	124.7	---	---
19	S	3.26	1014.7	472.5	0.9	134.0	124.7	---	---
20	S	1.98	1025.8	466.8	11.1	120.0	133.2	---	---
21	S	3.63	1014.7	472.5	-4.6	134.0	124.7	940	10.5
22	S	3.63	1014.7	472.5	-3.1	134.0	124.7	686	7.9
23	S	2.34	1025.8	466.8	7.3	120.0	133.2	---	---
24	S	4.05	1014.7	472.5	-10.2	134.0	124.7	2497	26.3
25	S	2.06	1025.8	466.8	11.0	134.0	124.7	---	---
26	S	2.06	1025.8	466.8	11.0	134.0	124.7	---	---
27	S	2.06	1025.8	466.8	11.0	134.0	124.7	---	---
28	S	7.65	1002.3	474.4	-208.6	152.0	123.0	41217	336.7
29	S	5.19	1025.8	466.8	-44.3	134.0	124.7	10323	92.1
30	S	3.31	1014.7	472.5	-2.6	134.0	124.7	419	5.3
31	S	7.73	1002.3	474.4	-220.1	152.0	123.0	41779	344.6
32	S	5.28	1025.8	466.8	-48.8	134.0	124.7	10791	94.7
33	S	3.32	1014.7	472.5	-4.1	134.0	124.7	919	10.5
34	S	7.76	1002.3	474.4	-218.8	152.0	123.0	41133	334.0
35	S	5.32	1025.8	466.8	-50.7	120.0	133.2	11001	94.7
36	S	3.32	1014.7	472.5	-4.7	134.0	124.7	1070	10.5

#### COMBINAZIONI RARE IN ESERCIZIO - APERTURA FESSURE [§ 7.3.4 EC2]

Ver.	La sezione viene assunta sempre fessurata anche nel caso in cui la trazione minima del calcestruzzo sia inferiore a $f_{ctm}$
e1	Esito della verifica
e2	Massima deformazione di trazione del calcestruzzo, valutata in sezione fessurata
k1	Minima deformazione di trazione del cls. (in sezione fessurata), valutata nella fibra più interna dell'area Ac eff
kt	= 0.8 per barre ad aderenza migliorata [eq.(7.11)EC2]
k2	= 0.4 per comb. quasi permanenti / = 0.6 per comb. frequenti [cfr. eq.(7.9)EC2]
k3	= $(e1 + e2)/(2 * e1)$ [eq.(7.13)EC2]
k4	= 3.400 Coeff. in eq.(7.11) come da annessi nazionali
Ø	= 0.425 Coeff. in eq.(7.11) come da annessi nazionali
Cf	Diametro [mm] equivalente delle barre tese comprese nell'area efficace Ac eff [eq.(7.11)EC2]
e sm - e cm	Copriferro [mm] netto calcolato con riferimento alla barra più tesa
sr max	Differenza tra le deformazioni medie di acciaio e calcestruzzo [(7.8)EC2 e (C4.1.7)NTC]
wk	Tra parentesi: valore minimo = $0.6 S_{max} / E_s$ [(7.9)EC2 e (C4.1.8)NTC]
Mx fess.	Massima distanza tra le fessure [mm]
My fess.	Apertura fessure in mm calcolata = $sr_{max} * (e_{sm} - e_{cm})$ [(7.8)EC2 e (C4.1.7)NTC]. Valore limite tra parentesi
	Componente momento di prima fessurazione intorno all'asse X [kNm]
	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	0.00000	0.00000	---	---	---	---	---	0.000 (990.00)	0.00	0.00

GENERAL CONTRACTOR



ALTA SORVEGLIANZA



	Progetto	Lotto	Codifica	
	IN17	12	EI2CLVI0504009	B

2	S	0.00000	0.00000	---	---	---	---	---	0.000 (990.00)	0.00	0.00
3	S	0.00000	0.00000	---	---	---	---	---	0.000 (990.00)	0.00	0.00
4	S	0.00000	0.00000	---	---	---	---	---	0.000 (990.00)	0.00	0.00
5	S	0.00000	0.00000	---	---	---	---	---	0.000 (990.00)	0.00	0.00
6	S	-0.00001	0.00000	0.501	18.3	79	0.00000 (0.00000)	502	0.000 (990.00)	832539.71	545130.59
7	S	0.00000	0.00000	---	---	---	---	---	0.000 (990.00)	0.00	0.00
8	S	0.00000	0.00000	---	---	---	---	---	0.000 (990.00)	0.00	0.00
9	S	0.00000	0.00000	---	---	---	---	---	0.000 (990.00)	0.00	0.00
10	S	0.00000	0.00000	---	---	---	---	---	0.000 (990.00)	0.00	0.00
11	S	0.00000	0.00000	---	---	---	---	---	0.000 (990.00)	0.00	0.00
12	S	-0.00002	0.00000	0.785	18.3	77	0.00001 (0.00001)	618	0.004 (990.00)	319703.36	94814.01
13	S	-0.00001	0.00000	0.694	18.3	79	0.00000 (0.00000)	651	0.002 (990.00)	436216.00	492273.77
14	S	0.00000	0.00000	---	---	---	---	---	0.000 (990.00)	0.00	0.00
15	S	-0.00004	0.00000	0.833	18.3	79	0.00002 (0.00002)	810	0.017 (990.00)	155583.48	84803.24
16	S	0.00000	0.00000	---	---	---	---	---	0.000 (990.00)	0.00	0.00
17	S	0.00000	0.00000	---	---	---	---	---	0.000 (990.00)	0.00	0.00
18	S	0.00000	0.00000	---	---	---	---	---	0.000 (990.00)	0.00	0.00
19	S	0.00000	0.00000	---	---	---	---	---	0.000 (990.00)	0.00	0.00
20	S	0.00000	0.00000	---	---	---	---	---	0.000 (990.00)	0.00	0.00
21	S	-0.00003	0.00000	0.833	18.3	79	0.00001 (0.00001)	731	0.010 (990.00)	172835.43	135867.56
22	S	-0.00002	0.00000	0.833	18.3	79	0.00001 (0.00001)	718	0.007 (990.00)	155942.33	331988.17
23	S	0.00000	0.00000	---	---	---	---	---	0.000 (990.00)	0.00	0.00
24	S	-0.00006	0.00000	0.833	18.3	79	0.00003 (0.00003)	760	0.023 (990.00)	103427.47	109401.49
25	S	0.00000	0.00000	---	---	---	---	---	0.000 (990.00)	0.00	0.00
26	S	0.00000	0.00000	---	---	---	---	---	0.000 (990.00)	0.00	0.00
27	S	0.00000	0.00000	---	---	---	---	---	0.000 (990.00)	0.00	0.00
28	S	-0.00108	0.00000	0.833	18.3	77	0.00063 (0.00063)	896	0.561 (990.00)	55773.20	16316.42
29	S	-0.00023	0.00000	0.833	18.3	79	0.00013 (0.00013)	849	0.113 (990.00)	32282.19	92445.73
30	S	-0.00002	0.00000	0.833	18.3	79	0.00001 (0.00001)	681	0.005 (990.00)	229489.84	201327.58
31	S	-0.00114	0.00000	0.833	18.3	77	0.00066 (0.00066)	890	0.588 (990.00)	54836.48	15682.39
32	S	-0.00025	0.00000	0.833	18.3	79	0.00015 (0.00015)	859	0.126 (990.00)	31939.06	87602.40
33	S	-0.00003	0.00000	0.833	18.3	79	0.00001 (0.00001)	720	0.009 (990.00)	173140.96	144570.02
34	S	-0.00113	0.00000	0.833	18.3	77	0.00066 (0.00066)	900	0.591 (990.00)	53555.26	17327.13
35	S	-0.00026	0.00000	0.833	18.3	79	0.00015 (0.00015)	869	0.132 (990.00)	30035.17	88949.98
36	S	-0.00003	0.00000	0.833	18.3	79	0.00001 (0.00001)	795	0.011 (990.00)	151641.90	147307.65

#### COMBINAZIONI FREQUENTI IN ESERCIZIO - MASSIME TENSIONI NORMALI ED APERTURA FESSURE (NTC/EC2)

N°Comb	Ver	Sc max	Xc max	Yc max	Ss min	Xs min	Ys min	Ac eff.	As eff.
1	S	2.92	1002.3	474.4	7.2	134.0	124.7	---	---
2	S	3.27	1014.7	472.5	3.4	134.0	124.7	---	---
3	S	2.06	1025.8	466.8	11.0	134.0	124.7	---	---
4	S	2.92	1002.3	474.4	3.7	134.0	124.7	---	---
5	S	3.27	1014.7	472.5	0.0	134.0	124.7	201	2.6
6	S	2.06	1025.8	466.8	11.0	134.0	124.7	---	---
7	S	2.89	1014.7	472.5	2.5	134.0	124.7	---	---
8	S	3.25	1014.7	472.5	-1.4	134.0	124.7	197	2.6
9	S	2.06	1025.8	466.8	11.0	134.0	124.7	---	---

#### COMBINAZIONI FREQUENTI IN ESERCIZIO - APERTURA FESSURE [§ 7.3.4 EC2]

Comb.	Ver	e1	e2	k2	Ø	Cf	e sm - e cm	sr max	wk	Mx fess	My fess
1	S	0.00000	0.00000	---	---	---	---	---	0.000 (0.20)	0.00	0.00
2	S	0.00000	0.00000	---	---	---	---	---	0.000 (0.20)	0.00	0.00
3	S	0.00000	0.00000	---	---	---	---	---	0.000 (0.20)	0.00	0.00
4	S	0.00000	0.00000	---	---	---	---	---	0.000 (0.20)	0.00	0.00
5	S	0.00000	0.00000	0.512	18.3	79	0.00000 (0.00000)	511	0.000 (0.20)	808353.27	690833.32

GENERAL CONTRACTOR



ALTA SORVEGLIANZA



	Progetto	Lotto	Codifica	
	IN17	12	EI2CLVI0504009	B

6	S	0.00000	0.00000	---	---	---	---	---	---	0.000 (0.20)	0.00	0.00
7	S	0.00000	0.00000	---	---	---	---	---	---	0.000 (0.20)	0.00	0.00
8	S	-0.00001	0.00000	0.817	18.3	79	0.00000 (0.00000)	648	0.003 (0.20)	298834.96	407559.98	
9	S	0.00000	0.00000	---	---	---	---	---	---	0.000 (0.20)	0.00	0.00

**COMBINAZIONI QUASI PERMANENTI IN ESERCIZIO - MASSIME TENSIONI NORMALI ED APERTURA FESSURE (NTC/EC2)**

N°Comb	Ver	Sc max	Xc max	Yc max	Ss min	Xs min	Ys min	Ac eff.	As eff.
1	S	1.50	142.3	474.4	16.9	992.6	123.0	---	---
2	S	1.50	142.3	474.4	16.9	992.6	123.0	---	---
3	S	1.50	142.3	474.4	16.9	992.6	123.0	---	---

**COMBINAZIONI QUASI PERMANENTI IN ESERCIZIO - APERTURA FESSURE [§ 7.3.4 EC2]**

Comb.	Ver	e1	e2	k2	Ø	Cf	e sm - e cm sr max	wk	Mx fess	My fess	
1	S	0.00000	0.00000	---	---	---	---	---	0.000 (0.20)	0.00	0.00
2	S	0.00000	0.00000	---	---	---	---	---	0.000 (0.20)	0.00	0.00
3	S	0.00000	0.00000	---	---	---	---	---	0.000 (0.20)	0.00	0.00

GENERAL CONTRACTOR  <b>IRICAV2</b>	ALTA SORVEGLIANZA  <b>ITALFERR</b> GRUPPO FERROVIE DELLO STATO ITALIANE			
	Progetto IN17	Lotto 12	Codifica EI2CLVI0504009	B

**P59**

**DATI GENERALI SEZIONE GENERICA IN C.A.**

**NOME SEZIONE: VI05\_P59\_H6.2\_fi16.2**

Descrizione Sezione:  
Metodo di calcolo resistenza: Resistenze agli Stati Limite Ultimi  
Tipologia sezione: Sezione generica di Pilastro  
Normativa di riferimento: N.T.C.  
Percorso sollecitazione: A Sforzo Norm. costante  
Condizioni Ambientali: Molto aggressive  
Riferimento Sforzi assegnati: Assi x,y principali d'inerzia  
Riferimento alla sismicit : Comb. non sismiche

**CARATTERISTICHE DI RESISTENZA DEI MATERIALI IMPIEGATI**

**CALCESTRUZZO -** Classe: C32/40  
Resis. compr. di progetto fcd: 18.1 MPa  
Def.unit. max resistenza ec2: 0.0020  
Def.unit. ultima ecu: 0.0035  
Diagramma tensione-deformaz.: Parabola-Rettangolo  
Modulo Elastico Normale Ec: 33346.0 MPa  
Resis. media a trazione fctm: 3.02 MPa  
Coeff. Omogen. S.L.E.: 15.00  
Sc limite S.L.E. comb. Rare: 19.2 MPa  
Sc limite S.L.E. comb. Frequenti: 19.2 MPa  
Ap.Fessure limite S.L.E. comb. Frequenti: 0.200 mm  
Sc limite S.L.E. comb. Q.Permanenti: 14.4 MPa  
Ap.Fess.limite S.L.E. comb. Q.Perm.: 0.200 mm

**ACCIAIO -** Tipo: B450C  
Resist. caratt. snervam. fyk: 450.0 MPa  
Resist. caratt. rottura ftk: 450.0 MPa  
Resist. snerv. di progetto fyd: 391.3 MPa  
Resist. ultima di progetto ftd: 391.3 MPa  
Deform. ultima di progetto Epu: 0.068  
Modulo Elastico Ef: 2000000 daN/cm<sup>2</sup>  
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 DOMINI CALCESTRUZZO**

**DOMINIO N° 1**

Forma del Dominio: Poligonale  
Classe Calcestruzzo: C32/40

N°vertice:	X [cm]	Y [cm]
1	142.3	114.4
2	129.9	116.4
3	118.8	122.1
4	109.9	130.9
5	104.3	142.1
6	102.3	154.4
7	102.3	279.4
8	112.3	284.4
9	112.3	304.4
10	102.3	309.4

GENERAL CONTRACTOR  <b>IRICAV2</b>	ALTA SORVEGLIANZA  <b>ITALFERR</b> GRUPPO FERROVIE DELLO STATO ITALIANE		
	Progetto IN17	Lotto 12	Codifica EI2CLVI0504009 B

11	102.3	434.4
12	104.3	446.8
13	109.9	458.0
14	118.8	466.8
15	129.9	472.5
16	142.3	474.4
17	557.3	474.4
18	562.3	464.4
19	582.3	464.4
20	587.3	474.4
21	1002.3	474.4
22	1014.7	472.5
23	1025.8	466.8
24	1034.7	458.0
25	1040.3	446.8
26	1042.3	434.4
27	1042.3	309.4
28	1032.3	304.4
29	1032.3	284.4
30	1042.3	279.4
31	1042.3	154.4
32	1040.3	142.1
33	1034.7	130.9
34	1025.8	122.1
35	1014.7	116.4
36	1002.3	114.4
37	587.3	114.4
38	582.3	124.4
39	562.3	124.4
40	557.3	114.4

**DOMINIO N° 2**

Forma del Dominio: Poligonale vuoto  
Classe Calcestruzzo: C32/40

N°vertice:	X [cm]	Y [cm]
1	592.3	199.4
2	592.3	389.4
3	637.3	434.4
4	957.3	434.4
5	1002.3	389.4
6	1002.3	199.4
7	957.3	154.4
8	637.3	154.4

**DOMINIO N° 3**

Forma del Dominio: Poligonale vuoto  
Classe Calcestruzzo: C32/40

N°vertice:	X [cm]	Y [cm]
1	142.3	199.4
2	142.3	389.4
3	187.3	434.4
4	507.3	434.4
5	552.3	389.4
6	552.3	199.4
7	507.3	154.4

GENERAL CONTRACTOR



ALTA SORVEGLIANZA



Progetto

Lotto

Codifica

IN17

12

EI2CLVI0504009

B

8

187.3

154.4

## DATI BARRE ISOLATE

N°Barra	X [cm]	Y [cm]	DiamØ[mm]
1	583.7	313.1	16.2
2	572.3	455.8	16.2
3	583.3	455.8	16.2
4	612.3	455.8	16.2
5	632.2	455.8	16.2
6	672.2	455.8	16.2
7	992.6	465.8	16.2
8	973.3	465.8	16.2
9	953.2	465.8	16.2
10	933.1	465.8	16.2
11	913.0	465.8	16.2
12	892.9	465.8	16.2
13	872.8	465.8	16.2
14	852.8	465.8	16.2
15	832.7	465.8	16.2
16	812.6	465.8	16.2
17	792.5	465.8	16.2
18	772.4	465.8	16.2
19	752.3	465.8	16.2
20	732.2	465.8	16.2
21	712.1	465.8	16.2
22	692.1	465.8	16.2
23	672.0	465.8	16.2
24	611.7	465.8	16.2
25	592.6	465.8	16.2
26	992.6	443.0	16.2
27	973.3	443.0	16.2
28	953.2	443.0	16.2
29	933.1	443.0	16.2
30	913.0	443.0	16.2
31	672.0	443.0	16.2
32	611.7	443.0	16.2
33	591.6	443.0	16.2
34	583.7	294.4	16.2
35	583.7	331.8	16.2
36	583.7	350.5	16.2
37	583.7	369.2	16.2
38	583.7	387.9	16.2
39	583.7	406.6	16.2
40	583.7	428.5	16.2
41	583.5	443.0	16.2
42	1010.9	294.4	16.2
43	1010.9	313.6	16.2
44	1010.9	332.8	16.2
45	1010.9	352.0	16.2
46	1010.9	371.2	16.2
47	1023.7	294.4	16.2
48	1023.7	313.6	16.2
49	1023.7	332.8	16.2
50	1023.7	371.2	16.2
51	1024.3	442.9	16.2
52	1033.7	371.4	16.2
53	1033.7	352.4	16.2

GENERAL CONTRACTOR  <b>IRICAV2</b>	ALTA SORVEGLIANZA  <b>ITALFERR</b> GRUPPO FERROVIE DELLO STATO ITALIANE			
	Progetto IN17	Lotto 12	Codifica EI2CLVI0504009	B

54	1033.7	333.4	16.2
55	1010.9	442.8	16.2
56	1033.7	429.4	16.2
57	1033.7	393.3	16.2
58	1010.9	393.3	16.2
59	1033.7	410.1	16.2
60	1023.7	409.9	16.2
61	1010.9	409.9	16.2
62	1010.9	454.4	16.2
63	992.6	453.5	16.2
64	953.2	453.5	16.2
65	913.0	453.5	16.2
66	583.7	275.8	16.2
67	572.3	133.0	16.2
68	583.3	133.0	16.2
69	612.3	133.0	16.2
70	632.2	133.0	16.2
71	672.2	133.0	16.2
72	992.6	123.0	16.2
73	973.3	123.0	16.2
74	953.2	123.0	16.2
75	933.1	123.0	16.2
76	913.0	123.0	16.2
77	892.9	123.0	16.2
78	872.8	123.0	16.2
79	852.8	123.0	16.2
80	832.7	123.0	16.2
81	812.6	123.0	16.2
82	792.5	123.0	16.2
83	772.4	123.0	16.2
84	752.3	123.0	16.2
85	732.2	123.0	16.2
86	712.1	123.0	16.2
87	692.1	123.0	16.2
88	672.0	123.0	16.2
89	611.7	123.0	16.2
90	992.6	145.8	16.2
91	973.3	145.8	16.2
92	953.2	145.8	16.2
93	933.1	145.8	16.2
94	913.0	145.8	16.2
95	672.0	145.8	16.2
96	611.7	145.8	16.2
97	591.6	145.8	16.2
98	583.7	257.1	16.2
99	583.7	238.4	16.2
100	583.7	219.7	16.2
101	583.7	201.0	16.2
102	583.7	182.3	16.2
103	583.7	160.4	16.2
104	583.5	145.8	16.2
105	1010.9	275.2	16.2
106	1010.9	256.1	16.2
107	1010.9	236.9	16.2
108	1010.9	217.7	16.2
109	1023.7	275.2	16.2
110	1023.7	256.1	16.2
111	1023.7	217.7	16.2
112	1024.3	146.0	16.2

GENERAL CONTRACTOR



ALTA SORVEGLIANZA



Progetto	Lotto	Codifica	
IN17	12	EI2CLVI0504009	B

113	1033.7	217.5	16.2
114	1033.7	236.5	16.2
115	1033.7	255.5	16.2
116	1010.9	146.0	16.2
117	1033.7	159.4	16.2
118	1033.7	195.6	16.2
119	1010.9	195.6	16.2
120	1033.7	178.8	16.2
121	1023.7	178.9	16.2
122	1010.9	178.9	16.2
123	1010.9	134.5	16.2
124	992.6	135.4	16.2
125	953.2	135.4	16.2
126	913.0	135.4	16.2
127	560.9	313.1	16.2
128	561.3	455.8	16.2
129	532.3	455.8	16.2
130	512.4	455.8	16.2
131	472.4	455.8	16.2
132	152.0	465.8	16.2
133	171.3	465.8	16.2
134	191.4	465.8	16.2
135	211.5	465.8	16.2
136	231.6	465.8	16.2
137	251.7	465.8	16.2
138	271.8	465.8	16.2
139	291.8	465.8	16.2
140	311.9	465.8	16.2
141	332.0	465.8	16.2
142	352.1	465.8	16.2
143	372.2	465.8	16.2
144	392.3	465.8	16.2
145	412.4	465.8	16.2
146	432.4	465.8	16.2
147	452.5	465.8	16.2
148	472.6	465.8	16.2
149	532.9	465.8	16.2
150	152.0	443.0	16.2
151	171.3	443.0	16.2
152	191.4	443.0	16.2
153	211.5	443.0	16.2
154	231.6	443.0	16.2
155	512.8	443.0	16.2
156	532.9	443.0	16.2
157	553.0	443.0	16.2
158	560.9	294.4	16.2
159	560.9	331.8	16.2
160	560.9	350.5	16.2
161	560.9	369.2	16.2
162	560.9	387.9	16.2
163	560.9	406.6	16.2
164	560.9	428.5	16.2
165	561.1	443.0	16.2
166	133.7	294.4	16.2
167	133.7	313.6	16.2
168	133.7	332.8	16.2
169	133.7	352.0	16.2
170	133.7	371.2	16.2
171	120.9	294.4	16.2

GENERAL CONTRACTOR



ALTA SORVEGLIANZA



Progetto	Lotto	Codifica	
IN17	12	EI2CLVI0504009	B

172	120.9	313.6	16.2
173	120.9	332.8	16.2
174	120.9	371.2	16.2
175	121.5	442.9	16.2
176	110.9	371.4	16.2
177	110.9	352.4	16.2
178	110.9	333.4	16.2
179	133.7	442.8	16.2
180	110.9	429.4	16.2
181	110.9	393.3	16.2
182	133.7	393.3	16.2
183	110.9	410.1	16.2
184	120.9	409.9	16.2
185	133.7	409.9	16.2
186	133.7	454.4	16.2
187	152.0	453.5	16.2
188	191.4	453.5	16.2
189	231.6	453.5	16.2
190	560.9	275.8	16.2
191	561.3	133.0	16.2
192	532.3	133.0	16.2
193	512.4	133.0	16.2
194	472.4	133.0	16.2
195	152.0	123.0	16.2
196	171.3	123.0	16.2
197	191.4	123.0	16.2
198	211.5	123.0	16.2
199	231.6	123.0	16.2
200	251.7	123.0	16.2
201	271.8	123.0	16.2
202	291.8	123.0	16.2
203	311.9	123.0	16.2
204	332.0	123.0	16.2
205	352.1	123.0	16.2
206	372.2	123.0	16.2
207	392.3	123.0	16.2
208	412.4	123.0	16.2
209	432.4	123.0	16.2
210	452.5	123.0	16.2
211	472.6	123.0	16.2
212	532.9	123.0	16.2
213	152.0	145.8	16.2
214	171.3	145.8	16.2
215	191.4	145.8	16.2
216	211.5	145.8	16.2
217	231.6	145.8	16.2
218	472.6	145.8	16.2
219	532.9	145.8	16.2
220	553.0	145.8	16.2
221	560.9	257.1	16.2
222	560.9	238.4	16.2
223	560.9	219.7	16.2
224	560.9	201.0	16.2
225	560.9	182.3	16.2
226	560.9	160.4	16.2
227	561.1	145.8	16.2
228	133.7	275.2	16.2
229	133.7	256.1	16.2
230	133.7	236.9	16.2

GENERAL CONTRACTOR  <b>IRICAV2</b>	ALTA SORVEGLIANZA  <b>ITALFERR</b> GRUPPO FERROVIE DELLO STATO ITALIANE		
	Progetto IN17	Lotto 12	Codifica EI2CLVI0504009 B

231	133.7	217.7	16.2
232	120.9	275.2	16.2
233	120.9	256.1	16.2
234	120.9	217.7	16.2
235	120.9	146.0	16.2
236	110.9	217.5	16.2
237	110.9	236.5	16.2
238	110.9	255.5	16.2
239	133.7	146.0	16.2
240	110.9	159.4	16.2
241	110.9	195.6	16.2
242	133.7	195.6	16.2
243	110.9	178.8	16.2
244	120.9	178.9	16.2
245	133.7	178.9	16.2
246	133.7	134.5	16.2
247	152.0	135.4	16.2
248	191.4	135.4	16.2
249	231.6	135.4	16.2
250	169.6	160.0	16.2
251	151.0	178.6	16.2
252	525.0	160.0	16.2
253	543.6	178.6	16.2
254	169.6	428.9	16.2
255	151.0	410.3	16.2
256	525.0	428.9	16.2
257	543.6	410.3	16.2
258	619.6	160.0	16.2
259	601.0	178.6	16.2
260	975.0	160.0	16.2
261	993.6	178.6	16.2
262	619.6	428.9	16.2
263	601.0	410.3	16.2
264	975.0	428.9	16.2
265	993.6	410.3	16.2
266	552.0	465.8	16.2
267	592.6	123.0	16.2
268	552.0	123.0	16.2
269	110.9	274.1	16.2
270	110.9	314.8	16.2
271	1033.7	314.8	16.2
272	1033.7	274.1	16.2
273	1032.0	442.7	16.2
274	1010.6	464.2	16.2
275	1024.6	455.7	16.2
276	112.6	442.7	16.2
277	134.0	464.2	16.2
278	120.0	455.7	16.2
279	1032.0	146.2	16.2
280	1010.6	124.7	16.2
281	1024.6	133.2	16.2
282	112.6	146.2	16.2
283	134.0	124.7	16.2
284	120.0	133.2	16.2
285	492.7	465.8	16.2
286	512.8	465.8	16.2
287	631.8	465.8	16.2
288	651.9	465.8	16.2
289	631.8	123.0	16.2

GENERAL CONTRACTOR	 IRICAV2	ALTA SORVEGLIANZA		
		 ITALFERR GRUPPO FERROVIE DELLO STATO ITALIANE		
		Progetto	Lotto	Codifica
		IN17	12	EI2CLVI0504009
				B

290	651.9	123.0	16.2
291	492.7	123.0	16.2
292	512.8	123.0	16.2
293	472.4	443.0	16.2

#### DATI GENERAZIONI LINEARI DI BARRE

N°Gen. Numero assegnato alla singola generazione lineare di barre  
N°Barra Ini. Numero della barra iniziale cui si riferisce la generazione  
N°Barra Fin. Numero della barra finale cui si riferisce la generazione  
N°Barre Numero di barre generate equidistanti cui si riferisce la generazione  
Ø Diametro in mm delle barre della generazione

N°Gen.	N°Barra Ini.	N°Barra Fin.	N°Barre	Ø
1	154	293	11	16.2
2	31	30	11	16.2
3	217	218	11	16.2
4	95	94	11	16.2
5	293	155	2	16.2
6	32	31	2	16.2
7	218	219	2	16.2
8	96	95	2	16.2

#### CALCOLO DI RESISTENZA - SFORZI PER OGNI COMBINAZIONE ASSEGNATA

N Sforzo normale [kN] applicato nel Baric. (+ se di compressione)  
Mx Momento flettente [kNm] intorno all'asse x princ. d'inerzia  
con verso positivo se tale da comprimere il lembo sup. della sez.  
My Momento flettente [kNm] intorno all'asse y princ. d'inerzia  
con verso positivo se tale da comprimere il lembo destro della sez.  
Vy Componente del Taglio [kN] parallela all'asse princ.d'inerzia y  
Vx Componente del Taglio [kN] parallela all'asse princ.d'inerzia x

N°Comb.	N	Mx	My	Vy	Vx
1	34750.94	18359.93	18128.78	0.00	0.00
2	24273.61	4655.86	14965.98	0.00	0.00
3	34750.94	28827.84	10645.78	0.00	0.00
4	35730.82	19587.42	27249.01	0.00	0.00
5	25253.49	5883.35	24086.21	0.00	0.00
6	35730.82	30055.34	19766.01	0.00	0.00
7	25025.14	5300.94	15200.38	0.00	0.00
8	25025.14	5300.94	15200.38	0.00	0.00
9	25025.14	5300.94	15200.38	0.00	0.00
10	30207.37	11660.46	10877.27	0.00	0.00
11	23920.97	4044.53	8979.59	0.00	0.00
12	30207.37	17941.21	6387.47	0.00	0.00
13	31084.56	22527.93	17165.81	0.00	0.00
14	24273.61	4655.86	14965.98	0.00	0.00
15	31084.56	32995.85	9682.82	0.00	0.00
16	32064.44	23755.43	26286.04	0.00	0.00
17	25253.49	5883.35	24086.21	0.00	0.00
18	32064.44	34223.34	18803.05	0.00	0.00
19	25025.14	5300.94	15200.38	0.00	0.00
20	25025.14	5300.94	15200.38	0.00	0.00
21	25025.14	5300.94	15200.38	0.00	0.00
22	28007.54	14373.50	10299.48	0.00	0.00

GENERAL CONTRACTOR  <b>IRICAV2</b>	ALTA SORVEGLIANZA  <b>ITALFERR</b> GRUPPO FERROVIE DELLO STATO ITALIANE						
	<table border="1" style="width: 100%;"> <tr> <td style="width: 25%;">Progetto</td> <td style="width: 25%;">Lotto</td> <td style="width: 50%;">Codifica</td> </tr> <tr> <td style="text-align: center;">IN17</td> <td style="text-align: center;">12</td> <td style="text-align: center;">EI2CLVI0504009</td> </tr> </table>	Progetto	Lotto	Codifica	IN17	12	EI2CLVI0504009
Progetto	Lotto	Codifica					
IN17	12	EI2CLVI0504009					

23	23920.97	4044.53	8979.59	0.00	0.00
24	28007.54	20654.25	5809.69	0.00	0.00
25	29521.90	16923.56	29371.22	0.00	0.00
26	24273.61	4655.86	14965.98	0.00	0.00
27	29521.90	27391.47	21888.22	0.00	0.00
28	30501.78	18151.05	38491.45	0.00	0.00
29	25253.49	5883.35	24086.21	0.00	0.00
30	30501.78	28618.96	31008.45	0.00	0.00
31	25025.14	5300.94	15200.38	0.00	0.00
32	25025.14	5300.94	15200.38	0.00	0.00
33	25025.14	5300.94	15200.38	0.00	0.00
34	27069.95	11101.34	17622.73	0.00	0.00
35	23920.97	4044.53	8979.59	0.00	0.00
36	27069.95	17382.08	13132.93	0.00	0.00
37	19725.15	67507.93	21377.18	0.00	0.00
38	19725.15	21938.35	70239.35	0.00	0.00
39	23437.19	21938.35	21377.18	0.00	0.00
40	19219.44	68199.75	21244.36	0.00	0.00
41	19219.44	22630.16	70106.53	0.00	0.00
42	22931.48	22630.16	21244.36	0.00	0.00
43	19003.90	67476.56	22927.86	0.00	0.00
44	19003.90	21906.98	71790.03	0.00	0.00
45	22715.94	21906.98	22927.86	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	24401.27	11811.75	12502.60
2	17175.53	2941.62	10321.37
3	24401.27	19031.00	7341.92
4	25054.52	12630.08	18582.76
5	17828.78	3759.95	16401.52
6	25054.52	19849.33	13422.07
7	17656.28	3597.98	10133.59
8	17656.28	3597.98	10133.59
9	17656.28	3597.98	10133.59
10	21872.73	14889.53	11838.49
11	17175.53	2941.62	10321.37
12	21872.73	22108.78	6677.80
13	22525.98	15707.86	17918.64
14	17828.78	3759.95	16401.52
15	22525.98	22927.11	12757.96
16	17656.28	3597.98	10133.59
17	17656.28	3597.98	10133.59
18	17656.28	3597.98	10133.59
19	20795.04	11111.09	20256.01
20	17175.53	2941.62	10321.37
21	20795.04	18330.34	15095.33
22	21448.29	11929.42	26336.16
23	17828.78	3759.95	16401.52
24	21448.29	19148.67	21175.48
25	17656.28	3597.98	10133.59

GENERAL CONTRACTOR



ALTA SORVEGLIANZA



	Progetto	Lotto	Codifica	
	IN17	12	EI2CLVI0504009	B

26	17656.28	3597.98	10133.59
27	17656.28	3597.98	10133.59
28	18550.04	46931.61	13498.19
29	18550.04	15765.45	43976.06
30	19520.16	15765.45	13498.19
31	18044.33	47623.43	13365.37
32	18044.33	16457.27	43843.24
33	19014.45	16457.27	13365.37
34	17828.80	46900.24	15048.87
35	17828.80	15734.08	45526.74
36	18798.91	15734.08	15048.87

#### 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	21267.78	12489.26 (0.00)	7501.56 (0.00)
2	21921.03	13307.59 (0.00)	13581.72 (0.00)
3	17656.28	3597.98 (0.00)	10133.59 (0.00)
4	19750.65	14335.93 (0.00)	7103.09 (0.00)
5	20403.90	15154.26 (0.00)	13183.25 (0.00)
6	17656.28	3597.98 (0.00)	10133.59 (0.00)
7	19104.03	12068.87 (0.00)	12153.61 (0.00)
8	19757.28	12887.20 (534877.58)	18233.76 (756784.21)
9	17656.28	3597.98 (0.00)	10133.59 (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	16567.53	2602.89 (0.00)	0.00 (0.00)
2	16567.53	2602.89 (0.00)	0.00 (0.00)
3	16567.53	2602.89 (0.00)	0.00 (0.00)

#### RISULTATI DEL CALCOLO

##### Sezione verificata per tutte le combinazioni assegnate

Copriferro netto minimo barre longitudinali: 7.8 cm  
Interferro netto minimo barre longitudinali: 6.1 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



	Progetto	Lotto	Codifica	
	IN17	12	EI2CLVI0504009	B

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 Totale Area totale barre longitudinali [cm²]. [Tra parentesi il valore minimo di normativa]

N°Comb	Ver	N	Mx	My	N Res	Mx Res	My Res	Mis.Sic.	As Totale
1	S	34750.94	18359.93	18128.78	34751.17	97882.10	97718.54	5.36	708.5(343.3)
2	S	24273.61	4655.86	14965.98	24273.65	56337.86	182612.00	12.19	708.5(343.3)
3	S	34750.94	28827.84	10645.78	34750.95	101630.05	37472.99	3.53	708.5(343.3)
4	S	35730.82	19587.42	27249.01	35730.77	94026.21	131765.78	4.82	708.5(343.3)
5	S	25253.49	5883.35	24086.21	25253.44	47372.01	197331.14	8.18	708.5(343.3)
6	S	35730.82	30055.34	19766.01	35730.74	101726.43	67061.23	3.39	708.5(343.3)
7	S	25025.14	5300.94	15200.38	25025.16	61445.08	177213.98	11.65	708.5(343.3)
8	S	25025.14	5300.94	15200.38	25025.16	61445.08	177213.98	11.65	708.5(343.3)
9	S	25025.14	5300.94	15200.38	25025.16	61445.08	177213.98	11.65	708.5(343.3)
10	S	30207.37	11660.46	10877.27	30207.37	92286.79	86149.92	7.92	708.5(343.3)
11	S	23920.97	4044.53	8979.59	23921.06	69870.16	156604.22	17.41	708.5(343.3)
12	S	30207.37	17941.21	6387.47	30207.20	94892.50	33872.60	5.29	708.5(343.3)
13	S	31084.56	22527.93	17165.81	31084.74	94574.36	71546.47	4.19	708.5(343.3)
14	S	24273.61	4655.86	14965.98	24273.65	56337.86	182612.00	12.19	708.5(343.3)
15	S	31084.56	32995.85	9682.82	31084.47	96369.70	28755.90	2.93	708.5(343.3)
16	S	32064.44	23755.43	26286.04	32064.64	93507.73	102693.50	3.92	708.5(343.3)
17	S	25253.49	5883.35	24086.21	25253.44	47372.01	197331.14	8.18	708.5(343.3)
18	S	32064.44	34223.34	18803.05	32064.48	96990.52	53033.60	2.83	708.5(343.3)
19	S	25025.14	5300.94	15200.38	25025.16	61445.08	177213.98	11.65	708.5(343.3)
20	S	25025.14	5300.94	15200.38	25025.16	61445.08	177213.98	11.65	708.5(343.3)
21	S	25025.14	5300.94	15200.38	25025.16	61445.08	177213.98	11.65	708.5(343.3)
22	S	28007.54	14373.50	10299.48	28007.47	90319.31	64437.59	6.28	708.5(343.3)
23	S	23920.97	4044.53	8979.59	23921.06	69870.16	156604.22	17.41	708.5(343.3)
24	S	28007.54	20654.25	5809.69	28007.31	91761.53	26150.69	4.45	708.5(343.3)
25	S	29521.90	16923.56	29371.22	29521.83	82513.85	144274.02	4.90	708.5(343.3)
26	S	24273.61	4655.86	14965.98	24273.65	56337.86	182612.00	12.19	708.5(343.3)
27	S	29521.90	27391.47	21888.22	29521.97	92139.16	73068.87	3.35	708.5(343.3)
28	S	30501.78	18151.05	38491.45	30501.88	77467.64	164057.85	4.26	708.5(343.3)
29	S	25253.49	5883.35	24086.21	25253.44	47372.01	197331.14	8.18	708.5(343.3)
30	S	30501.78	28618.96	31008.45	30501.86	91664.78	98570.42	3.19	708.5(343.3)
31	S	25025.14	5300.94	15200.38	25025.16	61445.08	177213.98	11.65	708.5(343.3)
32	S	25025.14	5300.94	15200.38	25025.16	61445.08	177213.98	11.65	708.5(343.3)
33	S	25025.14	5300.94	15200.38	25025.16	61445.08	177213.98	11.65	708.5(343.3)
34	S	27069.95	11101.34	17622.73	27070.17	82079.38	130953.37	7.42	708.5(343.3)
35	S	23920.97	4044.53	8979.59	23921.06	69870.16	156604.22	17.41	708.5(343.3)
36	S	27069.95	17382.08	13132.93	27069.88	88725.34	67699.43	5.12	708.5(343.3)
37	S	19725.15	67507.93	21377.18	19725.30	78971.44	25234.63	1.17	708.5(343.3)
38	S	19725.15	21938.35	70239.35	19725.07	53598.73	171169.32	2.44	708.5(343.3)
39	S	23437.19	21938.35	21377.18	23437.11	82402.15	81093.29	3.77	708.5(343.3)
40	S	19219.44	68199.75	21244.36	19219.40	78192.52	24678.70	1.15	708.5(343.3)
41	S	19219.44	22630.16	70106.53	19219.49	54811.86	167559.37	2.39	708.5(343.3)
42	S	22931.48	22630.16	21244.36	22931.38	81916.45	76239.32	3.61	708.5(343.3)
43	S	19003.90	67476.56	22927.86	19003.79	77818.27	26219.04	1.15	708.5(343.3)
44	S	19003.90	21906.98	71790.03	19004.09	51722.29	171260.39	2.38	708.5(343.3)
45	S	22715.94	21906.98	22927.86	22715.81	81000.96	85591.37	3.72	708.5(343.3)

#### METODO AGLI STATI LIMITE ULTIMI - DEFORMAZIONI UNITARIE ALLO STATO ULTIMO

ec max Deform. unit. massima del calcestruzzo a compressione  
Deform. unit. massima del calcestruzzo a compressione  
Xc max Ascissa in cm della fibra corrisp. a ec max (sistema rif. X,Y,O sez.)



	Progetto	Lotto	Codifica	
	IN17	12	EI2CLVI0504009	B

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	Xc max	Yc max	es min	Xs min	Ys min	es max	Xs max	Ys max
1	0.00350	1002.3	474.4	0.00315	1010.6	464.2	-0.01269	134.0	124.7
2	0.00350	1025.8	466.8	0.00335	1024.6	455.7	-0.00860	120.0	133.2
3	0.00350	1002.3	474.4	0.00288	992.6	465.8	-0.02269	152.0	123.0
4	0.00350	1014.7	472.5	0.00329	1010.6	464.2	-0.00874	134.0	124.7
5	0.00350	1025.8	466.8	0.00337	1024.6	455.7	-0.00893	120.0	133.2
6	0.00350	1002.3	474.4	0.00303	992.6	465.8	-0.01700	152.0	123.0
7	0.00350	1025.8	466.8	0.00334	1010.6	464.2	-0.00832	134.0	124.7
8	0.00350	1025.8	466.8	0.00334	1010.6	464.2	-0.00832	134.0	124.7
9	0.00350	1025.8	466.8	0.00334	1010.6	464.2	-0.00832	134.0	124.7
10	0.00350	1002.3	474.4	0.00307	992.6	465.8	-0.01586	152.0	123.0
11	0.00350	1014.7	472.5	0.00333	1010.6	464.2	-0.00878	134.0	124.7
12	0.00350	1002.3	474.4	0.00281	992.6	465.8	-0.02535	152.0	123.0
13	0.00350	1002.3	474.4	0.00301	992.6	465.8	-0.01797	152.0	123.0
14	0.00350	1025.8	466.8	0.00335	1024.6	455.7	-0.00860	120.0	133.2
15	0.00350	1002.3	474.4	0.00280	992.6	465.8	-0.02601	152.0	123.0
16	0.00350	1002.3	474.4	0.00316	1010.6	464.2	-0.01275	134.0	124.7
17	0.00350	1025.8	466.8	0.00337	1024.6	455.7	-0.00893	120.0	133.2
18	0.00350	1002.3	474.4	0.00293	992.6	465.8	-0.02089	152.0	123.0
19	0.00350	1025.8	466.8	0.00334	1010.6	464.2	-0.00832	134.0	124.7
20	0.00350	1025.8	466.8	0.00334	1010.6	464.2	-0.00832	134.0	124.7
21	0.00350	1025.8	466.8	0.00334	1010.6	464.2	-0.00832	134.0	124.7
22	0.00350	1002.3	474.4	0.00295	992.6	465.8	-0.02040	152.0	123.0
23	0.00350	1014.7	472.5	0.00333	1010.6	464.2	-0.00878	134.0	124.7
24	0.00350	1002.3	474.4	0.00275	992.6	465.8	-0.02795	152.0	123.0
25	0.00350	1014.7	472.5	0.00330	1010.6	464.2	-0.00871	134.0	124.7
26	0.00350	1025.8	466.8	0.00335	1024.6	455.7	-0.00860	120.0	133.2
27	0.00350	1002.3	474.4	0.00300	992.6	465.8	-0.01828	152.0	123.0
28	0.00350	1014.7	472.5	0.00334	1010.6	464.2	-0.00758	134.0	124.7
29	0.00350	1025.8	466.8	0.00337	1024.6	455.7	-0.00893	120.0	133.2
30	0.00350	1002.3	474.4	0.00313	1010.6	464.2	-0.01380	134.0	124.7
31	0.00350	1025.8	466.8	0.00334	1010.6	464.2	-0.00832	134.0	124.7
32	0.00350	1025.8	466.8	0.00334	1010.6	464.2	-0.00832	134.0	124.7
33	0.00350	1025.8	466.8	0.00334	1010.6	464.2	-0.00832	134.0	124.7
34	0.00350	1014.7	472.5	0.00327	1010.6	464.2	-0.01020	134.0	124.7
35	0.00350	1014.7	472.5	0.00333	1010.6	464.2	-0.00878	134.0	124.7
36	0.00350	1002.3	474.4	0.00296	992.6	465.8	-0.02016	152.0	123.0
37	0.00350	1002.3	474.4	0.00263	992.6	465.8	-0.03274	152.0	123.0
38	0.00350	1025.8	466.8	0.00334	1024.6	455.7	-0.00963	120.0	133.2
39	0.00350	1002.3	474.4	0.00299	992.6	465.8	-0.01900	152.0	123.0
40	0.00350	1002.3	474.4	0.00262	992.6	465.8	-0.03322	152.0	123.0
41	0.00350	1025.8	466.8	0.00333	1024.6	455.7	-0.00969	120.0	133.2
42	0.00350	1002.3	474.4	0.00296	992.6	465.8	-0.02008	152.0	123.0
43	0.00350	1002.3	474.4	0.00263	992.6	465.8	-0.03288	152.0	123.0
44	0.00350	1025.8	466.8	0.00334	1024.6	455.7	-0.00989	120.0	133.2
45	0.00350	1002.3	474.4	0.00301	992.6	465.8	-0.01840	152.0	123.0

#### 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.

GENERAL CONTRACTOR



ALTA SORVEGLIANZA



	Progetto	Lotto	Codifica	
	IN17	12	EI2CLVI0504009	B

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	0.000003789	0.000036875	-0.017792748	----	----
2	0.000008826	0.000012307	-0.011298583	----	----
3	0.000001862	0.000070022	-0.031587549	----	----
4	0.000004745	0.000023167	-0.012260467	----	----
5	0.000009900	0.000010367	-0.011494805	----	----
6	0.000002870	0.000051393	-0.023759095	----	----
7	0.000008146	0.000013320	-0.011074317	----	----
8	0.000008146	0.000013320	-0.011074317	----	----
9	0.000008146	0.000013320	-0.011074317	----	----
10	0.000003571	0.000046446	-0.022115738	----	----
11	0.000007045	0.000017474	-0.011904693	----	----
12	0.000001791	0.000077773	-0.035193670	----	----
13	0.000003098	0.000053594	-0.025032209	----	----
14	0.000008826	0.000012307	-0.011298583	----	----
15	0.000001564	0.000080182	-0.036109476	----	----
16	0.000004026	0.000036470	-0.017837741	----	----
17	0.000009900	0.000010367	-0.011494805	----	----
18	0.000002470	0.000063427	-0.029068010	----	----
19	0.000008146	0.000013320	-0.011074317	----	----
20	0.000008146	0.000013320	-0.011074317	----	----
21	0.000008146	0.000013320	-0.011074317	----	----
22	0.000002941	0.000060900	-0.028341076	----	----
23	0.000007045	0.000017474	-0.011904693	----	----
24	0.000001513	0.000085838	-0.038741300	----	----
25	0.000005621	0.000020863	-0.012060968	----	----
26	0.000008826	0.000012307	-0.011298583	----	----
27	0.000003184	0.000054283	-0.025445275	----	----
28	0.000006274	0.000015957	-0.010405246	----	----
29	0.000009900	0.000010367	-0.011494805	----	----
30	0.000003952	0.000039648	-0.019272076	----	----
31	0.000008146	0.000013320	-0.011074317	----	----
32	0.000008146	0.000013320	-0.011074317	----	----
33	0.000008146	0.000013320	-0.011074317	----	----
34	0.000005354	0.000025833	-0.014138303	----	----
35	0.000007045	0.000017474	-0.011904693	----	----
36	0.000003074	0.000059891	-0.027995618	----	----
37	0.000001642	0.000099145	-0.045184092	----	----
38	0.000009565	0.000013390	-0.012562245	----	----
39	0.000003648	0.000055189	-0.026340380	----	----
40	0.000001624	0.000100567	-0.045841656	----	----
41	0.000009402	0.000014008	-0.012683425	----	----
42	0.000003500	0.000058622	-0.027820983	----	----
43	0.000001708	0.000099389	-0.045366593	----	----
44	0.000009937	0.000013169	-0.012840856	----	----
45	0.000003839	0.000053040	-0.025512349	----	----

#### 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 calcestruzzo [MPa]
Xc max, Yc max	Ascissa, Ordinata [cm] del punto corrisp. a Sc max (sistema rif. X,Y,O)
Ss min	Minima tensione (negativa se di trazione) nell'acciaio [MPa]
Xs min, Ys min	Ascissa, Ordinata [cm] della barra corrisp. a Ss min (sistema rif. X,Y,O)
Ac eff.	Area di calcestruzzo [cm <sup>2</sup> ] in zona tesa considerata aderente alle barre
As eff.	Area barre [cm <sup>2</sup> ] in zona tesa considerate efficaci per l'apertura delle fessure

GENERAL CONTRACTOR



ALTA SORVEGLIANZA



	Progetto	Lotto	Codifica	
	IN17	12	EI2CLVI0504009	B

N°Comb	Ver	Sc max	Xc max	Yc max	Ss min	Xs min	Ys min	Ac eff.	As eff.
1	S	3.30	1014.7	472.5	9.7	134.0	124.7	---	---
2	S	1.99	1025.8	466.8	11.5	120.0	133.2	---	---
3	S	3.64	1002.3	474.4	5.1	152.0	123.0	---	---
4	S	3.65	1014.7	472.5	6.1	134.0	124.7	---	---
5	S	2.34	1025.8	466.8	7.9	120.0	133.2	---	---
6	S	3.98	1002.3	474.4	1.5	134.0	124.7	---	---
7	S	2.07	1025.8	466.8	11.6	134.0	124.7	---	---
8	S	2.07	1025.8	466.8	11.6	134.0	124.7	---	---
9	S	2.07	1025.8	466.8	11.6	134.0	124.7	---	---
10	S	3.30	1014.7	472.5	3.8	134.0	124.7	---	---
11	S	1.99	1025.8	466.8	11.5	120.0	133.2	---	---
12	S	3.64	1002.3	474.4	-0.9	152.0	123.0	338	4.1
13	S	3.65	1014.7	472.5	0.2	134.0	124.7	0	0.0
14	S	2.34	1025.8	466.8	7.9	120.0	133.2	---	---
15	S	4.01	1002.3	474.4	-5.1	134.0	124.7	926	8.2
16	S	2.07	1025.8	466.8	11.6	134.0	124.7	---	---
17	S	2.07	1025.8	466.8	11.6	134.0	124.7	---	---
18	S	2.07	1025.8	466.8	11.6	134.0	124.7	---	---
19	S	3.26	1014.7	472.5	1.6	134.0	124.7	---	---
20	S	1.99	1025.8	466.8	11.5	120.0	133.2	---	---
21	S	3.60	1014.7	472.5	-3.3	134.0	124.7	437	4.1
22	S	3.62	1014.7	472.5	-2.1	134.0	124.7	372	4.1
23	S	2.34	1025.8	466.8	7.9	120.0	133.2	---	---
24	S	4.00	1014.7	472.5	-8.1	134.0	124.7	1713	14.4
25	S	2.07	1025.8	466.8	11.6	134.0	124.7	---	---
26	S	2.07	1025.8	466.8	11.6	134.0	124.7	---	---
27	S	2.07	1025.8	466.8	11.6	134.0	124.7	---	---
28	S	7.59	1002.3	474.4	-222.7	152.0	123.0	39169	268.7
29	S	4.94	1025.8	466.8	-37.6	134.0	124.7	8675	63.9
30	S	3.24	1014.7	472.5	-0.9	134.0	124.7	186	2.1
31	S	7.69	1002.3	474.4	-237.4	152.0	123.0	39425	268.7
32	S	5.03	1025.8	466.8	-41.9	134.0	124.7	9422	70.0
33	S	3.25	1014.7	472.5	-2.3	134.0	124.7	359	4.1
34	S	7.73	1002.3	474.4	-235.4	152.0	123.0	39159	268.7
35	S	5.06	1025.8	466.8	-43.7	120.0	133.2	9764	72.1
36	S	3.25	1014.7	472.5	-2.9	134.0	124.7	431	4.1

### COMBINAZIONI RARE IN ESERCIZIO - APERTURA FESSURE [§ 7.3.4 EC2]

Ver.	La sezione viene assunta sempre fessurata anche nel caso in cui la trazione minima del calcestruzzo sia inferiore a $f_{ctm}$
e1	Esito della verifica
e2	Massima deformazione unitaria di trazione nel calcestruzzo (trazione -) valutata in sezione fessurata
k1	Minima deformazione unitaria di trazione nel calcestruzzo (trazione -) valutata in sezione fessurata
kt	= 0.8 per barre ad aderenza migliorata [eq.(7.11)EC2]
k2	= 0.4 per comb. quasi permanenti / = 0.6 per comb.frequenti [cfr. eq.(7.9)EC2]
k3	= 0.5 per flessione; $= (e1 + e2) / (2 * e1)$ per trazione eccentrica [eq.(7.13)EC2]
k4	= 3.400 Coeff. in eq.(7.11) come da annessi nazionali
Ø	= 0.425 Coeff. in eq.(7.11) come da annessi nazionali
Cf	Diametro [mm] equivalente delle barre tese comprese nell'area efficace $A_{c\ eff}$ [eq.(7.11)EC2]
e sm - e cm	Copriferro [mm] netto calcolato con riferimento alla barra più tesa
sr max	Differenza tra le deformazioni medie di acciaio e calcestruzzo [(7.8)EC2 e (C4.1.7)NTC]
wk	Tra parentesi: valore minimo = $0.6 S_{max} / E_s$ [(7.9)EC2 e (C4.1.8)NTC]
Mx fess.	Massima distanza tra le fessure [mm]
My fess.	Apertura fessure in mm calcolata = $sr\ max * (e\_sm - e\_cm)$ [(7.8)EC2 e (C4.1.7)NTC]. Valore limite tra parentesi
	Componente momento di prima fessurazione intorno all'asse X [kNm]
	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

GENERAL CONTRACTOR



ALTA SORVEGLIANZA



	Progetto	Lotto	Codifica	
	IN17	12	EI2CLVI0504009	B

1	S	0.00000	0.00000	---	---	---	---	---	0.000 (990.00)	0.00	0.00
2	S	0.00000	0.00000	---	---	---	---	---	0.000 (990.00)	0.00	0.00
3	S	0.00000	0.00000	---	---	---	---	---	0.000 (990.00)	0.00	0.00
4	S	0.00000	0.00000	---	---	---	---	---	0.000 (990.00)	0.00	0.00
5	S	0.00000	0.00000	---	---	---	---	---	0.000 (990.00)	0.00	0.00
6	S	0.00000	0.00000	---	---	---	---	---	0.000 (990.00)	0.00	0.00
7	S	0.00000	0.00000	---	---	---	---	---	0.000 (990.00)	0.00	0.00
8	S	0.00000	0.00000	---	---	---	---	---	0.000 (990.00)	0.00	0.00
9	S	0.00000	0.00000	---	---	---	---	---	0.000 (990.00)	0.00	0.00
10	S	0.00000	0.00000	---	---	---	---	---	0.000 (990.00)	0.00	0.00
11	S	0.00000	0.00000	---	---	---	---	---	0.000 (990.00)	0.00	0.00
12	S	-0.00001	0.00000	0.500	16.2	78	0.00000 (0.00000)	491	0.001 (990.00)	472738.27	142787.24
13	S	0.00000	0.00000	0.500	16.2	80	0.00000 (0.00000)	0	0.003 (990.00)	1034535.45	1180139.64
14	S	0.00000	0.00000	---	---	---	---	---	0.000 (990.00)	0.00	0.00
15	S	-0.00003	0.00000	0.500	16.2	80	0.00002 (0.00002)	580	0.009 (990.00)	182599.79	101609.00
16	S	0.00000	0.00000	---	---	---	---	---	0.000 (990.00)	0.00	0.00
17	S	0.00000	0.00000	---	---	---	---	---	0.000 (990.00)	0.00	0.00
18	S	0.00000	0.00000	---	---	---	---	---	0.000 (990.00)	0.00	0.00
19	S	0.00000	0.00000	---	---	---	---	---	0.000 (990.00)	0.00	0.00
20	S	0.00000	0.00000	---	---	---	---	---	0.000 (990.00)	0.00	0.00
21	S	-0.00002	0.00000	0.500	16.2	80	0.00001 (0.00001)	563	0.006 (990.00)	207448.67	170837.32
22	S	-0.00001	0.00000	0.500	16.2	80	0.00001 (0.00001)	520	0.003 (990.00)	197929.86	436962.78
23	S	0.00000	0.00000	---	---	---	---	---	0.000 (990.00)	0.00	0.00
24	S	-0.00005	0.00000	0.500	16.2	80	0.00002 (0.00002)	598	0.015 (990.00)	113225.82	125210.32
25	S	0.00000	0.00000	---	---	---	---	---	0.000 (990.00)	0.00	0.00
26	S	0.00000	0.00000	---	---	---	---	---	0.000 (990.00)	0.00	0.00
27	S	0.00000	0.00000	---	---	---	---	---	0.000 (990.00)	0.00	0.00
28	S	-0.00115	0.00000	0.500	16.2	78	0.00067 (0.00067)	665	0.444 (990.00)	56604.25	16280.18
29	S	-0.00020	0.00000	0.500	16.2	80	0.00011 (0.00011)	645	0.073 (990.00)	34344.26	95799.70
30	S	-0.00001	0.00000	0.500	16.2	80	0.00000 (0.00000)	520	0.001 (990.00)	400871.63	343221.50
31	S	-0.00123	0.00000	0.500	16.2	78	0.00071 (0.00071)	668	0.476 (990.00)	55516.48	15580.53
32	S	-0.00022	0.00000	0.500	16.2	80	0.00013 (0.00013)	642	0.081 (990.00)	33797.49	90038.73
33	S	-0.00002	0.00000	0.500	16.2	80	0.00001 (0.00001)	511	0.004 (990.00)	242723.12	197121.66
34	S	-0.00122	0.00000	0.500	16.2	78	0.00071 (0.00071)	665	0.470 (990.00)	54105.26	17360.74
35	S	-0.00023	0.00000	0.500	16.2	80	0.00013 (0.00013)	643	0.084 (990.00)	31604.11	91446.86
36	S	-0.00002	0.00000	0.500	16.2	80	0.00001 (0.00001)	559	0.005 (990.00)	202735.52	193906.50

#### COMBINAZIONI FREQUENTI IN ESERCIZIO - MASSIME TENSIONI NORMALI ED APERTURA FESSURE (NTC/EC2)

N°Comb	Ver	Sc max	Xc max	Yc max	Ss min	Xs min	Ys min	Ac eff.	As eff.
1	S	2.91	1002.3	474.4	8.1	134.0	124.7	---	---
2	S	3.25	1014.7	472.5	4.5	134.0	124.7	---	---
3	S	2.07	1025.8	466.8	11.6	134.0	124.7	---	---
4	S	2.91	1002.3	474.4	4.6	134.0	124.7	---	---
5	S	3.25	1014.7	472.5	1.0	134.0	124.7	---	---
6	S	2.07	1025.8	466.8	11.6	134.0	124.7	---	---
7	S	2.88	1014.7	472.5	3.2	134.0	124.7	---	---
8	S	3.23	1014.7	472.5	-0.3	134.0	124.7	179	2.1
9	S	2.07	1025.8	466.8	11.6	134.0	124.7	---	---

#### COMBINAZIONI FREQUENTI IN ESERCIZIO - APERTURA FESSURE [§ 7.3.4 EC2]

Comb.	Ver	e1	e2	k2	Ø	Cf	e sm - e cm	sr max	wk	Mx fess	My fess
1	S	0.00000	0.00000	---	---	---	---	---	0.000 (0.20)	0.00	0.00
2	S	0.00000	0.00000	---	---	---	---	---	0.000 (0.20)	0.00	0.00
3	S	0.00000	0.00000	---	---	---	---	---	0.000 (0.20)	0.00	0.00

GENERAL CONTRACTOR				ALTA SORVEGLIANZA							
				Progetto		Lotto		Codifica			
				IN17		12		EI2CLVI0504009		B	

4	S	0.00000	0.00000	---	---	---	---	---	---	0.000 (0.20)	0.00	0.00
5	S	0.00000	0.00000	---	---	---	---	---	---	0.000 (0.20)	0.00	0.00
6	S	0.00000	0.00000	---	---	---	---	---	---	0.000 (0.20)	0.00	0.00
7	S	0.00000	0.00000	---	---	---	---	---	---	0.000 (0.20)	0.00	0.00
8	S	-0.00001	0.00000	0.500	16.2	80	0.00000 (0.00000)	511	0.001 (0.20)	534877.58	756784.21	
9	S	0.00000	0.00000	---	---	---	---	---	---	0.000 (0.20)	0.00	0.00

**COMBINAZIONI QUASI PERMANENTI IN ESERCIZIO - MASSIME TENSIONI NORMALI ED APERTURA FESSURE (NTC/EC2)**

N°Comb	Ver	Sc max	Xc max	Yc max	Ss min	Xs min	Ys min	Ac eff.	As eff.
1	S	1.52	1002.3	474.4	17.1	152.0	123.0	---	---
2	S	1.52	1002.3	474.4	17.1	152.0	123.0	---	---
3	S	1.52	1002.3	474.4	17.1	152.0	123.0	---	---

**COMBINAZIONI QUASI PERMANENTI IN ESERCIZIO - APERTURA FESSURE [§ 7.3.4 EC2]**

Comb.	Ver	e1	e2	k2	Ø	Cf	e sm - e cm	sr max	wk	Mx fess	My fess
1	S	0.00000	0.00000	---	---	---	---	---	0.000 (0.20)	0.00	0.00
2	S	0.00000	0.00000	---	---	---	---	---	0.000 (0.20)	0.00	0.00
3	S	0.00000	0.00000	---	---	---	---	---	0.000 (0.20)	0.00	0.00

GENERAL CONTRACTOR  IRICAV2	ALTA SORVEGLIANZA  ITALFERR GRUPPO FERROVIE DELLO STATO ITALIANE			
	Progetto IN17	Lotto 12	Codifica EI2CLVI0504009	B

### 9.3 Verifica a taglio

La verifica SLU a taglio viene invece effettuata mediante calcolo diretto distintamente per le due direzioni.

In accordo al §7.9.5 delle NTC2008, le sollecitazioni di progetto sono state assunte pari al valore minimo tra:

- Taglio calcolato sulla base della gerarchia delle resistenze;
- Taglio ricavato moltiplicando il valore derivante dall'analisi per il fattore di struttura  $q$  e per un fattore di sicurezza aggiuntiva  $\gamma_{bd1}$  pari a 1.25.

Il valore resistente a taglio della sezione si determina secondo le indicazioni del §4.1.2.1.3.2

[1]:

$$V_{Rcd} = \min(V_{Rcd} ; V_{Rsd})$$

$$V_{Rcd} = 0,9 \cdot d \cdot b_w \cdot \alpha_c \cdot f_{cd}' \cdot (\text{ctg } \alpha + \text{ctg } \theta) / (1 + \text{ctg}^2 \theta)$$

$$V_{Rsd} = 0,9 \cdot d \cdot A_{sw} / s \cdot f_{yd} \cdot (\text{ctg } \alpha + \text{ctg } \theta) \cdot \text{sen } \alpha$$

in cui

$d$  altezza utile della sezione

$b_w$  larghezza minima della sezione

$A_{sw}$  area dell'armatura trasversale

$s$  interasse tra due armature trasversali consecutive

$\theta$  inclinazione delle bielle di calcestruzzo (posto pari a 45°)

$\alpha$  angolo di inclinazione dell'armatura trasversale rispetto all'asse dell'elemento

$f_{cd}'$  resistenza a compressione ridotta (pari a 0,5  $f_{cd}$ )

$\alpha_{cv}$  coefficiente maggiorativo che tiene conto della compressione (posto cautelativamente pari a 1)

GENERAL CONTRACTOR				ALTA SORVEGLIANZA			
	Progetto	Lotto	Codifica				
	IN17	12	EI2CLVI0504009				B

### **P48 (H=6.7 m)**

#### Calcolo del taglio agente – Direzione Longitudinale

$H_{pila}$	6.70	m	Altezza fusto pila
$M_{Rd,inf\_long}$	<b>90782.29</b>	kNm	Momento resistente della sezione di base della pila
$M_{E,i\_long}$	73906.77	kNm	Momento sollecitante alla base della pila
$\gamma_{Rd}$	1		Fattore di sovrarresistenza (§7.9.5.1 NTC2008)
$V_{E,i\_long}$	10017	kN	Azione di taglio di calcolo base pila - Comb. Sismica di progetto
$V_{gr,0}$	12304	kN	Valore del taglio di progetto per la gerarchia delle resistenze $V_{gr0}=\min(V_{ed} \gamma_{rd} M_{rd}/M_{ed}; V_{ed} q)$
$V_{E,i\_long}/V_{gr,c}$	0.814	-	
$\gamma_{Rd}$	1.03	-	Fattore di sovrarresistenza aggiuntivo (§7.9.5.2.2 NTC2008)
$V_{gr,i\_long}$	12659	kN	Sollecitazione di taglio

#### Verifiche

<b>Direzione Longitudianle</b>				
altezza della sezione	h	3600	mm	
copriferro netto	c netto	60	mm	
copriferro al baricentro dell'armatura long	c'	86	mm	
larghezza dell'anima resistente	bw	1000	mm	
altezza utile della sezione	d	3514	mm	
area della sezione di calcestruzzo	Ac	2909592	mm <sup>2</sup>	
diametro delle barre longitudinali	$\varnothing_{bl}$	20	mm	
diametro delle staffe	$\varnothing_{st}$	12.8	mm	
passo delle staffe	sst	150.0	mm	
numero di bracci delle staffe	n <sub>bw</sub>	8.0		
inclinazione delle staffe ( $\alpha=90^\circ$ per staffe ortogonali)	$\alpha$	90	°	
inclinazione delle bielle di calcestruzzo rispetto all'asse longitudinale	$\vartheta$	33	°	
taglio resistente relativo alle armature tese	$V_{Rsd}$	13092	KN	
taglio resistente relativo alle bielle compressive	$V_{Rcd}$	13092	KN	
taglio resistente di calcolo	$V_{Rd}$	13092	KN	
taglio agente sul pannello	$V_{Ed}$	12659	KN	
	C.S.	0.97	<1	

GENERAL CONTRACTOR



ALTA SORVEGLIANZA



Progetto

Lotto

Codifica

IN17

12

EI2CLVI0504009

B

<b>Direzione Trasversale</b>				
altezza della sezione	h	9400	mm	
copriferro netto	c netto	60	mm	
copriferro al baricentro dell'armatura long	c'	86	mm	
larghezza dell'anima resistente	bw	800	mm	
altezza utile della sezione	d	9314	mm	
area della sezione di calcestruzzo	Ac	5849192	mm <sup>2</sup>	
diametro delle barre longitudinali	Øbl	20	mm	
diametro delle staffe	Øst	11.2	mm	
passo delle staffe	sst	150.0	mm	
numero di bracci delle staffe	nbw	4.0		
inclinazione delle staffe ( $\alpha=90^\circ$ per staffe ortogonali)	$\alpha$	90	°	
inclinazione delle bielle di calcestruzzo rispetto all'asse longitudinale	$\vartheta$	22	°	
taglio resistente relativo alle armature tese	VRsd	21206	KN	
taglio resistente relativo alle bielle compresse	VRcd	21206	KN	
taglio resistente di calcolo	VRd	21206	KN	
taglio agente sul pannello	VEd	7811	KN	
	C.S.	0.37	<1	

GENERAL CONTRACTOR	 IRICAV2	ALTA SORVEGLIANZA	 ITALFERR GRUPPO FERROVIE DELLO STATO ITALIANE		
		Progetto	Lotto	Codifica	
		IN17	12	EI2CLVI0504009	B

### P59 (H=6.2 m)

#### Calcolo del taglio agente – Direzione Longitudinale

$H_{pila}$	6.20	m	Altezza fusto pila
$M_{Rd,inf\_long}$	78192.52	kNm	Momento resistente della sezione di base della pila
$M_{E,i\_long}$	67507.93	kNm	Momento sollecitante alla base della pila
$\gamma_{Rd}$	1		Fattore di sovrarresistenza (§7.9.5.1 NTC2008)
$V_{E,i\_long}$	9803	kN	Azione di taglio di calcolo base pila - Comb. Sismica di progetto
$V_{gr,0}$	11354	kN	Valore del taglio di progetto per la gerarchia delle resistenze $V_{gr0}=\min(V_{ed} \gamma_{rd} M_{rd}/M_{ed}; V_{ed} q)$
$V_{E,i\_long}/V_{gr,c}$	0.863	-	
$\gamma_{Rd}$	1.00	-	Fattore di sovrarresistenza aggiuntivo (§7.9.5.2.2 NTC2008)
$V_{gr,i\_long}$	11354	kN	Sollecitazione di taglio

#### Verifiche

<b>Direzione Longitudinale</b>			
altezza della sezione	h	3600	mm
copriferro netto	c netto	60	mm
copriferro al baricentro dell'armatura long	c'	85	mm
larghezza dell'anima resistente	bw	1000	mm
altezza utile della sezione	d	3515	mm
area della sezione di calcestruzzo	Ac	2917450	mm <sup>2</sup>
diametro delle barre longitudinali	$\varnothing_{bl}$	18	mm
diametro delle staffe	$\varnothing_{st}$	12.8	mm
passo delle staffe	sst	150.0	mm
numero di bracci delle staffe	n <sub>bw</sub>	8.0	
inclinazione delle staffe ( $\alpha=90^\circ$ per staffe ortogonali)	$\alpha$	90	°
inclinazione delle bielle di calcestruzzo rispetto all'asse longitudinale	$\vartheta$	33	°
taglio resistente relativo alle armature tese	VR <sub>sd</sub>	13096	KN
taglio resistente relativo alle bielle compressive	VR <sub>cd</sub>	13096	KN
taglio resistente di calcolo	VR <sub>d</sub>	13096	KN
taglio agente sul pannello	VE <sub>d</sub>	11354	KN
	C.S.	0.87	<1

GENERAL CONTRACTOR



ALTA SORVEGLIANZA



Progetto

Lotto

Codifica

IN17

12

EI2CLVI0504009

B

<b>Direzione Trasversale</b>				
altezza della sezione	h	9400	mm	
copriferro netto	c netto	60	mm	
copriferro al baricentro dell'armatura long	c'	85	mm	
larghezza dell'anima resistente	bw	800	mm	
altezza utile della sezione	d	9315	mm	
area della sezione di calcestruzzo	Ac	5868450	mm <sup>2</sup>	
diametro delle barre longitudinali	Øbl	18	mm	
diametro delle staffe	Øst	11.2	mm	
passo delle staffe	sst	150.0	mm	
numero di bracci delle staffe	n <sub>bw</sub>	4.0		
inclinazione delle staffe ( $\alpha=90^\circ$ per staffe ortogonali)	$\alpha$	90	°	
inclinazione delle bielle di calcestruzzo rispetto all'asse	$\vartheta$	22	°	
taglio resistente relativo alle armature tese	VR <sub>sd</sub>	21209	KN	
taglio resistente relativo alle bielle compresse	VR <sub>cd</sub>	21209	KN	
taglio resistente di calcolo	VR <sub>d</sub>	21209	KN	
taglio agente sul pannello	VE <sub>d</sub>	7624	KN	
	C.S.	0.36	<1	

GENERAL CONTRACTOR  IRICAV2	ALTA SORVEGLIANZA  ITALFERR GRUPPO FERROVIE DELLO STATO ITALIANE			
	Progetto IN17	Lotto 12	Codifica EI2CLVI0504009	B

## 9.4 Verifica minimi di armatura

Secondo quanto prescritto dalle NTC 2008 e dal “Manuale di Progettazione delle Opere Civili” i quantitativi minimi di armatura da rispettare sono:

- L'area dell'armatura longitudinale dovrà essere non inferiore allo 0,6% dell'area della sezione effettiva del calcestruzzo. Questa prescrizione non si applica ai tratti di pile che, per motivi idraulici, sono realizzati a sezione piena; per queste, fatte salve le esigenze di calcolo, si manterrà l'armatura corrispondente alla sezione del tratto cavo immediatamente superiore;
- Le barre di armatura longitudinale non dovranno distare fra loro più di 300 mm compatibilmente con i limiti forniti nella Tab. 2.5.2.2.6-1;

Diametro delle barre [mm]	Massimo interasse delle barre [mm]
32	300
24	250
20	200

Tab. 2.5.2.2.6-1 – Diametri e relativi interassi massimi delle barre

- Non è ammesso l'impiego di staffe elicoidali (spiral);
- Non è consentito congiungere tra loro i bracci delle staffe per sovrapposizione. Le staffe devono essere chiuse risvoltando i bracci nel nucleo di calcestruzzo mediante la piegatura dei ferri di 135° verso l'interno e per una lunghezza non inferiore a 10 volte il diametro della staffa;
- Nella zona di spiccato delle pile e in quella di sommità delle pile a telaio, per un tratto di lunghezza non inferiore a 3 metri non è consentito operare alcun tipo di giunzione delle armature verticali; al di fuori di tale tratto è consentito congiungere, in modo graduale, le barre verticali mediante sovrapposizione o altro. In particolare, le giunzioni devono essere effettuate in modo da interessare non più di 1/3 delle barre longitudinali presenti nella generica sezione, sfalsando due riprese di armatura successive di almeno 40 diametri in senso verticale;
- L'interasse delle armature trasversali s non deve essere superiore a 10 volte il diametro delle barre longitudinali, né a 1/5 del diametro del nucleo della sezione interna alle stesse;
- Nelle pile a sezione cava dovranno prevedersi spille di collegamento fra le armature longitudinali in numero di almeno 6 a metro quadro;
- Nel caso in cui il fattore di struttura “q” sia minore o uguale ad 1,5 l'armatura di confinamento delle pile si devono rispettare le limitazioni sulla percentuale meccanica:

GENERAL CONTRACTOR  IRICAV2	ALTA SORVEGLIANZA  GRUPPO FERROVIE DELLO STATO ITALIANE			
	Progetto IN17	Lotto 12	Codifica EI2CLVI0504009	B

Sezioni rettangolari piene o cave

In entrambe le direzioni parallele ai lati della sezione deve verificarsi che:

$$\omega_{wd,r} = \frac{A_{sw}}{s \cdot b} \cdot \frac{f_{yd}}{f_{cd}} \geq \zeta$$

Dove:

$A_{sw}$  = Area totale delle staffe e/o delle spille in una direzione di confinamento;

$b$  = Dimensione del nucleo di calcestruzzo confinato perpendicolare alla direzione del confinamento, misurata fra i bracci delle armature più esterne;

$s$  = Interasse verticale delle staffe.

$\zeta = 0,07$  per le zone classificate sismiche con  $a_g(SLV) \geq 0,35 g$

$\zeta = 0,05$  per le zone classificate sismiche con  $a_g(SLV) \geq 0,25 g$

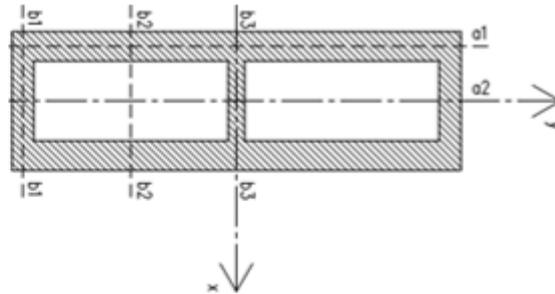
$\zeta = 0,04$  per le zone classificate sismiche con  $a_g(SLV) \geq 0,15 g$

$\zeta = 0,03$  per le zone classificate sismiche con  $a_g(SLV) < 0,15 g$

<b>minimi per armatura flessionale</b>			
numero di ferri longitudinali	n	344	
diametro del ferro longitudinale	$f_i$	20	mm
passo massimo longitudinale	p	20	cm
area dell'armatura longitudinale	$A_s$	108070.7873	mm <sup>2</sup>
area di calcestruzzo (non riempito)	$A_c$	11452700	mm <sup>3</sup>
		0.94%	>0.6%
<b>minimi per armatura trasversale</b>			
diametro minimo armatura a taglio	$f_i$	8	mm
dimensione (diametro) del nucleo	d	4000	mm
interasse massimo staffe	s	200	mm

## Verifica a confinamento

$$\omega_{wd,r} = \frac{A_{sw}}{s \cdot b} \cdot \frac{f_{yd}}{f_{cd}} \geq \zeta$$

Sez. **b1-b1**

Confinamento lungo la direzione long. del viadotto (direzione x)

	d	A	n°
sp	10	78.5	8
st	16	200.96	10

A<sub>sw</sub> 2637.6 mm<sup>2</sup>

s 150 mm

b 3500 mm

f<sub>yd</sub> 391 Mpaf<sub>cd</sub> 18.13 Mpa

ζ 0.04

$$\omega_{wd,r} = 0.108 \quad \text{ok}$$

Sez. **a1-a1**

Confinamento lungo la direzione trasv. del viadotto (direzione y)

	d	A	n°
sp	10	78.5	20
st	16	200.96	10

A<sub>sw</sub> 3579.6 mm<sup>2</sup>

s 150 mm

b 9100 mm

f<sub>yd</sub> 391 Mpaf<sub>cd</sub> 18.13 Mpa

ζ 0.04

$$\omega_{wd,r} = 0.057 \quad \text{ok}$$

Sez. **b2-b2**

Confinamento lungo la direzione long. del viadotto (direzione x)

	d	A	n°
sp	10	78.5	0
st	16	200.96	4

A<sub>sw</sub> 803.84 mm<sup>2</sup>

s 150 mm

b 800 mm

f<sub>yd</sub> 391 Mpaf<sub>cd</sub> 18.13 Mpa

ζ 0.04

$$\omega_{wd,r} = 0.144 \quad \text{ok}$$

Sez. **a2-a2**

Confinamento lungo la direzione trasv. del viadotto (direzione y)

	d	A	n°
sp	10	78.5	0
st	16	200.96	6

A<sub>sw</sub> 1205.76 mm<sup>2</sup>

s 150 mm

b 1200 mm

f<sub>yd</sub> 391 Mpaf<sub>cd</sub> 18.13 Mpa

ζ 0.04

$$\omega_{wd,r} = 0.144 \quad \text{ok}$$

Sez. **b3-b3**

Confinamento lungo la direzione long. del viadotto (direzione x)

	d	A	n°
sp	10	78.5	8
st	16	200.96	8

A<sub>sw</sub> 2235.68 mm<sup>2</sup>

s 150 mm

b 3500 mm

f<sub>yd</sub> 391 Mpaf<sub>cd</sub> 18.13 Mpa

ζ 0.04

$$\omega_{wd,r} = 0.092 \quad \text{ok}$$

GENERAL CONTRACTOR  IRICAV2	ALTA SORVEGLIANZA  GRUPPO FERROVIE DELLO STATO ITALIANE			
	Progetto IN17	Lotto 12	Codifica EI2CLVI0504009	B

## 9.5 Verifica deformabilità

Lo spostamento della singola campata soggetta, convenzionalmente, alle sole azioni di frenatura di 2 modelli di carico LM71, per doppio binario, non vede superare i 5 mm, come prescritto nell'Allegato 3 del "Manuale di Progettazione delle Opere Civili"

forza massima di frenatura	Ff	1760.0	kN
altezza pila estradosso appoggi	h	7.2	m
rigidezza flessionale longitudinale	J	22.3	m <sup>4</sup>
modulo elastico	E	33345.8	MPa
spostamento in testa pila	D	0.29	mm

## 9.6 Determinazione spostamenti

Per l'identificazione dell'escursione dei giunti tra le testate di due travi adiacenti si richiama il "Manuale di Progettazione delle Opere Civili" al capitolo 2.5.2.1.5.3 il quale fa riferimento allo spostamento longitudinale  $E_L$  identificabile come il contributo di una dilatazione termica, più un contributo indotto dall'azione sismica sulle fondazioni e sulle pile:

$$E_L = k_1 \cdot (E_1 + E_2 + E_3) = k_1 \cdot (2 \cdot D_t + 4 \cdot d_{Ed} \cdot k_2 + 2 \cdot d_{eg})$$

dove:

- $E_1$ = spostamento dovuto alla variazione termica uniforme;
- $E_2$ = spostamento dovuto alla risposta della struttura all'azione sismica;
- $E_3$ = spostamento dovuto all'azione sismica fra le fondazioni di strutture non collegate;
- $k_1$ = 0,45 coefficiente che tiene conto della non contemporaneità dei valori massimi corrispondenti a ciascun evento singolo;
- $k_2$ = 0,55 coefficiente legato alla probabilità di moto in controfase di due pile adiacenti;

GENERAL CONTRACTOR



ALTA SORVEGLIANZA



Progetto

Lotto

Codifica

IN17

12

EI2CLVI0504009

B

**spostamento longitudinale indotto dal moto relativo delle pile**

categoria di terreno

**C**

periodo inizio tratto velocità costante

TC

**0.452**

s

periodo tratto a spostamento costante

TD

**2.495**

s

coef. categoria e topografia terreno

S

**1.373**

accelerazione orizzontale max al sito

ag

**0.224**

g

periodo di vibrare longitudinale

T1

**0.16**

sec

fattore di struttura

q

**1.5**

fattore di duttilità in spostamento

 $\mu$ **2.4**

accelerazione di riferimento pila dir. long

ag (T)

**0.50**

g

w

**38.34**

sec

**0.00**

m

spostamento SLV relativo all'analisi spettrale

dEe

**0.0000**

m

spostamento totale relativo

**dEd****0.0079**

m

**spostamento longitudinale indotto dal moto relativo del terreno**

spostamento massimo orizz. del terreno

**dg****0.0850**

m

spostamenti massimi terreno punto i

dji

**0.085**

m

spostamenti massimi terreno punto j

dgi

**0.085**

m

velocità prop. onde di taglio nel terreno

vs

**270**

m/s

distanza tra i-esima tra punto i j (dist. Pile)

x

**40**

m

spostamento massimo rel

dij0

**0.1502**

m

tipologia di moto

**indipendente**

forti discontinuità del terreno

**senza**

distanza

**>20**

terreni

**uguali**

spost. relativo tra due punti dipendenti

di(x)

**0.042**

m

GENERAL CONTRACTOR



ALTA SORVEGLIANZA



Progetto

Lotto

Codifica

IN17

12

EI2CLVI0504009

B

**spostamento longitudinale relativo alla termica**

variazione termica uniforme	DT	<b>15</b>	°C
coefficiente di dilatazione termica	$\alpha$	<b>1.00E-05</b>	1/°C
dilatazione termica	Dt	<b>0.006</b>	m
dilatazione termica incrementata del 50%	<b>Dt</b>	<b>0.009</b>	m

**spostamento longitudinale finale**

coefficiente non contemporaneità del moto	K1	<b>0.45</b>	
coefficiente controfase pile	k2	<b>0.55</b>	

spostamento longitudinale minimo	EL min	<b>0.17</b>	m
spostamento long di calcolo	EL	<b>0.05</b>	m
spostamento longitudinale	<b>EL</b>	<b>0.165</b>	m

**altri spostamenti longitudinali**

escursione longitudinale giunto	Eg	<b>± 9.3</b>	cm
corsa appoggi mobili	Cap	<b>± 10.3</b>	cm



GENERAL CONTRACTOR



ALTA SORVEGLIANZA



Progetto

Lotto

Codifica

IN17

12

EI2CLVI0504009

B

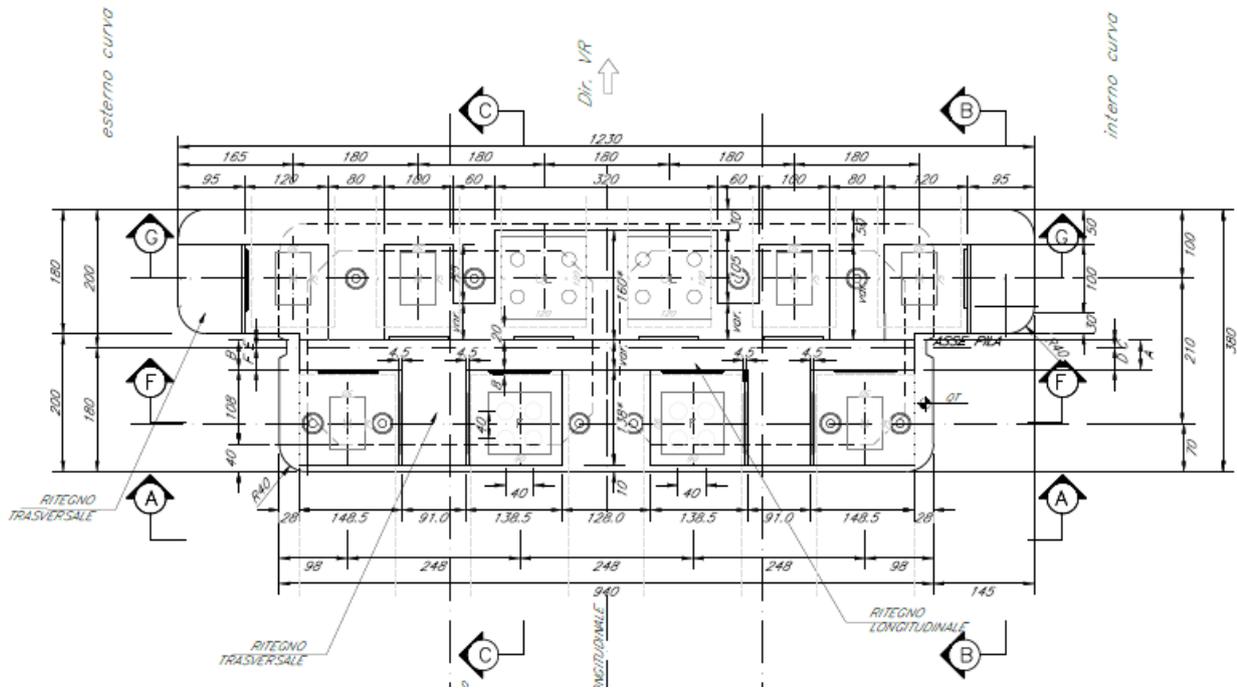


Figura 23 – Sezioni e pianta pulvino (Allineamento fisso lato impalcato in Misto)

Per la progettazione e verifica delle armature principali e secondarie del pulvino, dei baglioli e dei ritegni si rimanda alla Relazione di calcolo pulvini, baglioli e ritegni - IN1712EI2CLVI05040021.

GENERAL CONTRACTOR  IRICAV2	ALTA SORVEGLIANZA  ITALFERR GRUPPO FERROVIE DELLO STATO ITALIANE			
	Progetto IN17	Lotto 12	Codifica EI2CLVI0504009	B

## 11. Plinto di fondazione

La progettazione del plinto di fondazione vede la determinazione dello stato sollecitativo in funzione dell'interazione tra pali e terreno di fondazione. Le sollecitazioni agenti in testa palo sono state dedotte dalle relazioni geotecniche.

Note le reazioni dei singoli pali, sono state calcolate le sollecitazioni agenti sul plinto mediante un modello spaziale dell'intera struttura di fondazione nel software di calcolo Midas Civil.

### 11.1 Geometria del plinto e della palificata

Nella seguente figura è mostrata la geometria della palificata della tipologia di pila in esame per il viadotto VI05. È inoltre esplicitato il sistema di riferimento e la numerazione dei pali utilizzata nel calcolo.

Si prevedono 9 pali aventi diametro  $D=1500$  mm. Il plinto è caratterizzato da un'altezza di 2.5 m ed ha delle dimensioni in pianta pari a 12.0 m x 12.0 m. Sul plinto di fondazione in esame è previsto un ricoprimento di terreno di spessore pari circa a 1.7 m.

Tra le tipologie di fondazione sopra citate ed analizzate nelle relazioni geotecniche, nei paragrafi che seguono verrà riportato il dimensionamento e la verifica del plinto di fondazione più critico, ovvero quello con altezza della pila pari a 6.5/6.67m (pila P48).

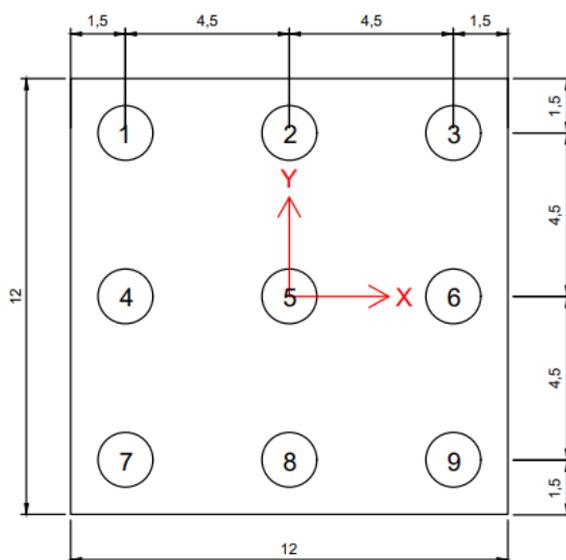


Figura 24 – Geometria del plinto di fondazione

GENERAL CONTRACTOR  IRICAV2	ALTA SORVEGLIANZA  ITALFERR GRUPPO FERROVIE DELLO STATO ITALIANE			
	Progetto IN17	Lotto 12	Codifica EI2CLVI0504009	B

## 11.2 Modellazione strutturale

Per valutare il comportamento del plinto di fondazione è stato realizzato un modello agli elementi finiti, mediante il programma di calcolo Midas Civil.

I vari elementi strutturali presenti nel modello sono stati modellati come di seguito descritto:

- *Plinto di fondazione*: nel suo piano medio mediante elementi “plate-thick” di spessore pari a 2.5 m;
- *Palo di fondazione*: mediante elementi “solid” nel tratto iniziale in prossimità del plinto e mediante un elemento “beam” nel tratto terminale. L'utilizzo di elementi “solid” nella modellazione della parte iniziale dei pali consente infatti di evitare la nascita di forti concentrazioni di tensione nel plinto di fondazione. Favorendo dunque la diffusione delle sollecitazioni provenienti dai pali, si ottiene un comportamento della struttura molto prossimo a quello reale.

Si riporta di seguito una vista tridimensionale, una vista in pianta e un prospetto del modello realizzato.

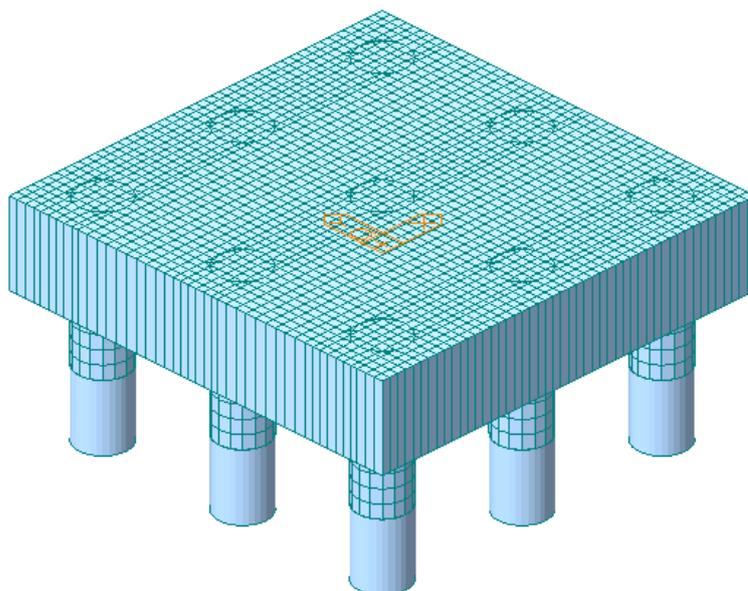


Figura 25 – Vista estrusa del modello agli elementi finiti

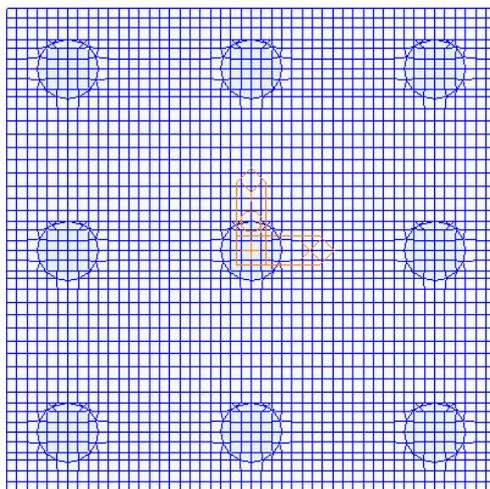


Figura 26 – Pianta del modello agli elementi finiti

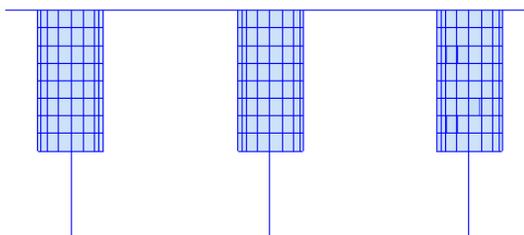


Figura 27 – Prospetto del modello agli elementi finiti

La piastra è vincolata lungo il perimetro della pila cava, cautelativamente con vincoli di incastro perfetto.

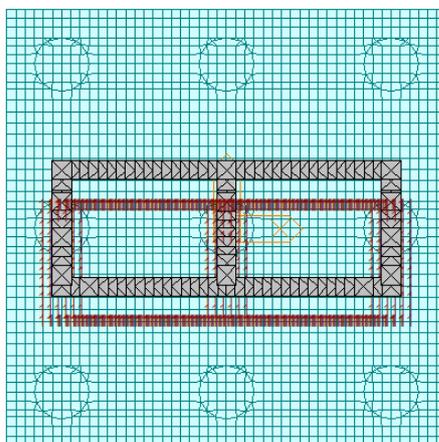


Figura 28 – Sistema di vincoli del modello agli elementi finiti

GENERAL CONTRACTOR  IRICAV2	ALTA SORVEGLIANZA  GRUPPO FERROVIE DELLO STATO ITALIANE			
	Progetto IN17	Lotto 12	Codifica EI2CLVI0504009	B

L'elemento "beam" che schematizza il tratto terminale di ogni singolo palo di fondazione è collegato agli elementi "solid" del tratto superiore mediante una serie di "rigid link".

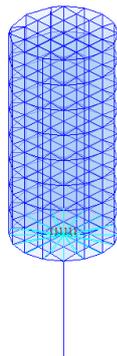


Figura 29 – Sistema di vincoli del palo nel modello agli elementi finiti

Agli elementi "plate" che costituiscono il plinto è stato assegnato un calcestruzzo C25/30, così come ai pali di fondazione.

## 11.3 Azioni di progetto

### 11.3.1 Reazioni dei pali

La progettazione del plinto di fondazione è stata effettuata a partire dalle massime sollecitazioni in testa palo dedotte dalla relazione geotecnica.

Sono state considerate tutte le combinazioni che presentano azioni che:

- presentano il massimo sforzo di compressione sul palo;
- presentano il massimo sforzo di trazione sul palo;
- massimizzano il momento longitudinale;
- massimizzano il momento trasversale;
- massimizzano le deformazioni del plinto.

Le combinazioni agli SLU, SLV, SLE e SLD sono quelle esplicitate nel paragrafo 7.

Tali azioni sono state applicate nel modello di calcolo in termini di reazioni dei pali, mediante delle forze e dei momenti nodali alla base degli elementi beam che schematizzano la parte terminale dei pali stessi.

A titolo di esempio, nella figura che segue sono riportate le forze e momenti nodali della combinazione SLV-Treno 1-Sisma prevalente in direzione trasversale.

GENERAL CONTRACTOR  IRICAV2	ALTA SORVEGLIANZA  GRUPPO FERROVIE DELLO STATO ITALIANE			
	Progetto IN17	Lotto 12	Codifica EI2CLVI0504009	B

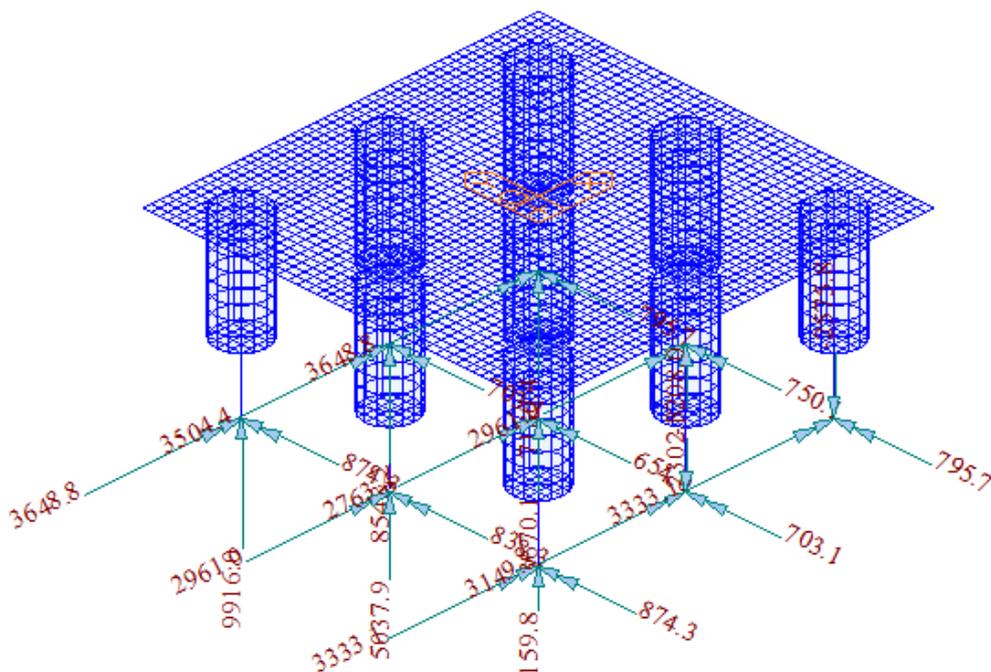


Figura 30 – Applicazione delle reazioni dei pali nel modello agli elementi finiti

### 11.3.2 Peso proprio plinto di fondazione

Il peso proprio del plinto di fondazione è stato valutato assumendo per il calcestruzzo un peso specifico  $\gamma_{\text{cls}}$  pari a 25 kN/m<sup>3</sup>, ed è stato calcolato automaticamente dal programma.

### 11.3.3 Peso terreno di ricoprimento

Il terreno di ricoprimento, caratterizzato da un peso specifico  $\gamma_{\text{terreno}}$  pari a 19 kN/m<sup>3</sup>, è stato applicato come carico uniformemente distribuito sul plinto di fondazione, in tutta la zona esterna all'impronta del fusto pila.

$$P_{\text{terreno}} = \gamma_{\text{terreno}} \cdot h_{\text{rinterro}} = 19 \cdot 1.7 = 32.3 \text{ kN/m}^2$$

GENERAL CONTRACTOR  IRICAV2	ALTA SORVEGLIANZA  GRUPPO FERROVIE DELLO STATO ITALIANE			
	Progetto IN17	Lotto 12	Codifica EI2CLVI0504009	B

## 11.4 Risultati di analisi

Si riportano a titolo di esempio alcuni dei diagrammi delle sollecitazioni ritenuti più significativi. Le sollecitazioni sono espresse come forze al metro; gli assi locali e la convenzione di lettura degli output degli elementi è riportata a seguire.

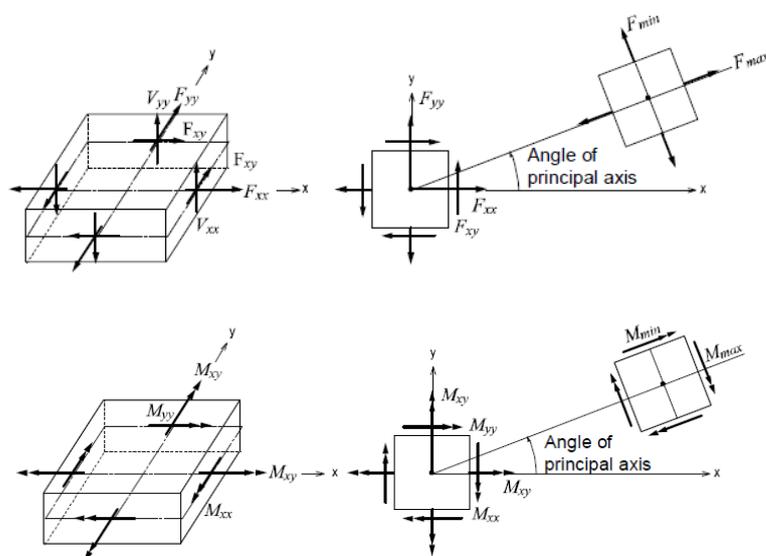


Figura 31 – Posizioni di output delle forze dell'elemento piastra per unità di lunghezza e convenzione del segno

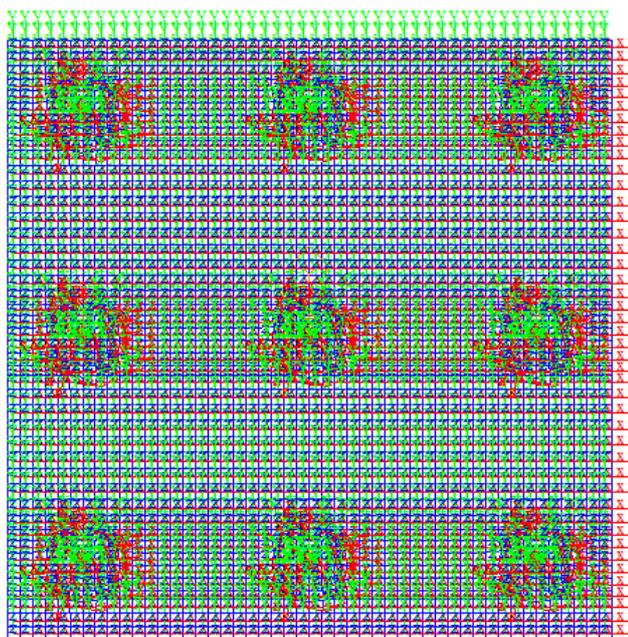


Figura 32 – Assi locali per gli elementi del plinto di fondazione

GENERAL CONTRACTOR  IRICAV2	ALTA SORVEGLIANZA  GRUPPO FERROVIE DELLO STATO ITALIANE			
	Progetto IN17	Lotto 12	Codifica EI2CLVI0504009	B

La direzione 1 del Wood Armer Moment coincide con la direzione X del sistema di riferimento riportato nel par. 11.1.

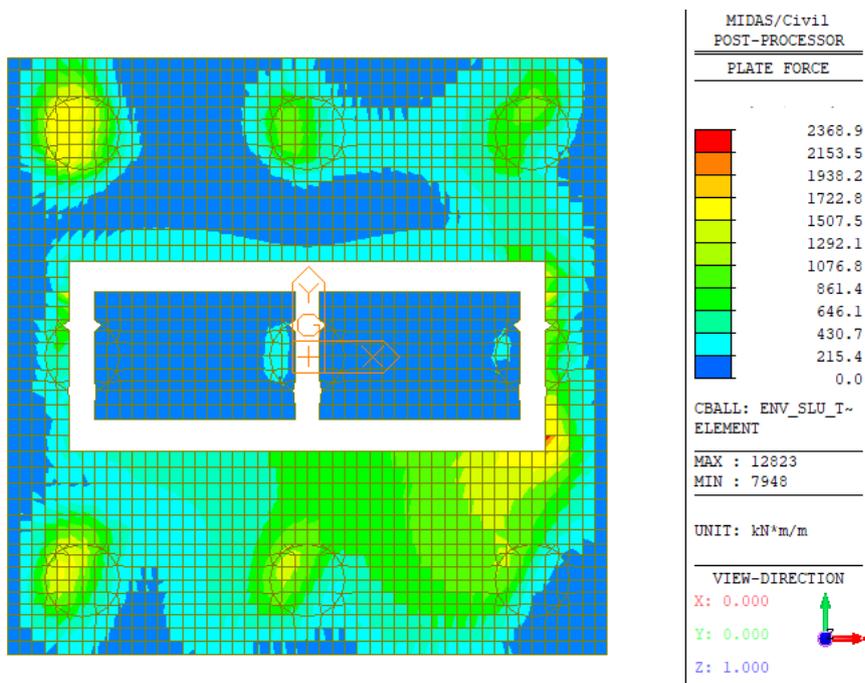


Figura 33 – Wood Armer Moment – Direction1 – Top (Inviluppo SLU/SLV)

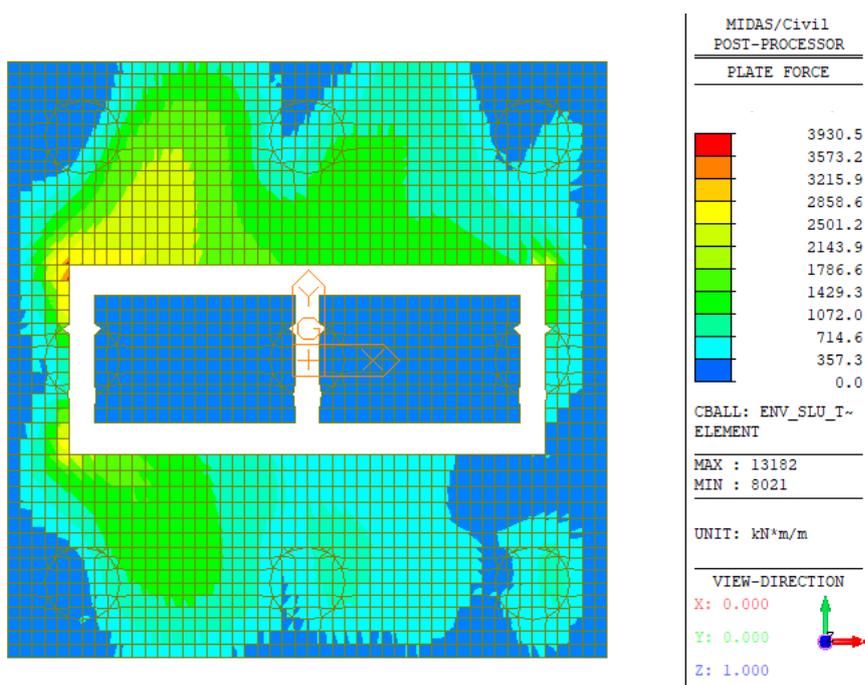


Figura 34 – Wood Armer Moment – Direction1 – Bottom (Inviluppo SLU/SLV)

GENERAL CONTRACTOR



ALTA SORVEGLIANZA



Progetto

Lotto

Codifica

IN17

12

EI2CLVI0504009

B

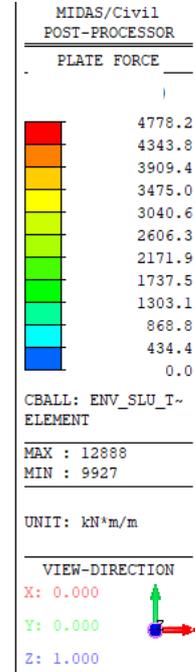
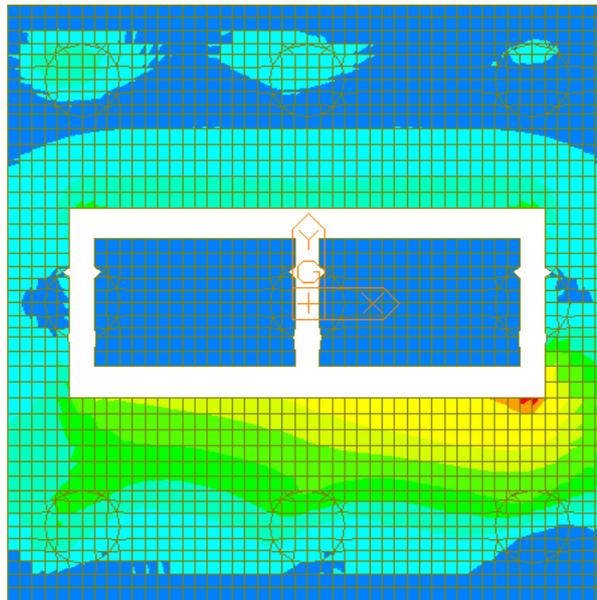


Figura 35 – Wood Armer Moment – Direction 2 – Top (Inviluppo SLU/SLV)

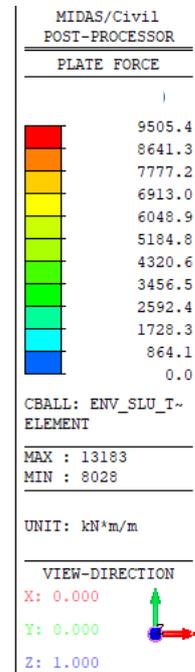
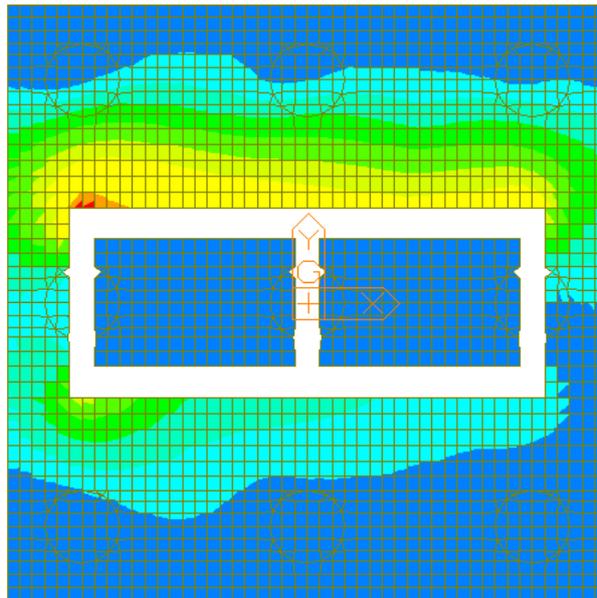


Figura 36 – Wood Armer Moment – Direction 2 – Bottom (Inviluppo SLU/SLV)

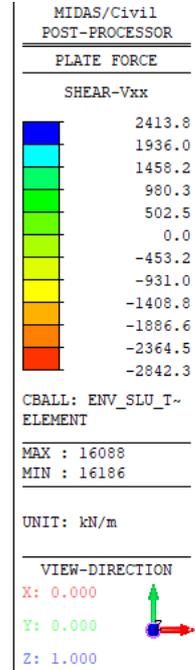
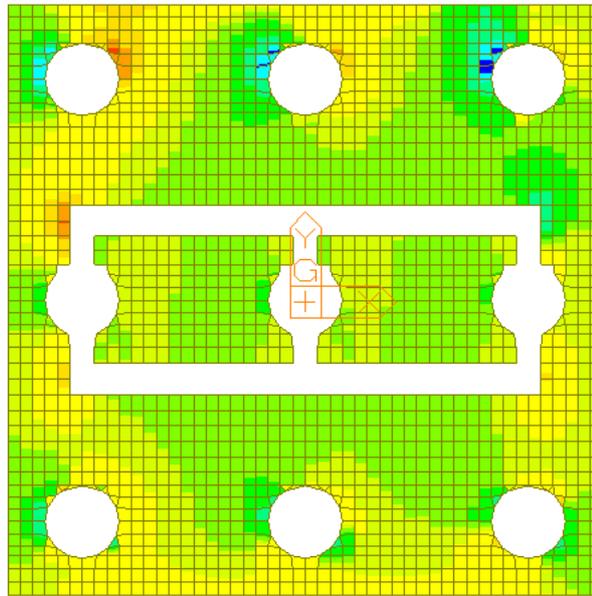


Figura 37 – Vxx, Inviluppo SLU/SLV

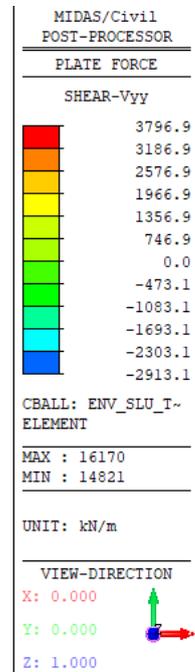
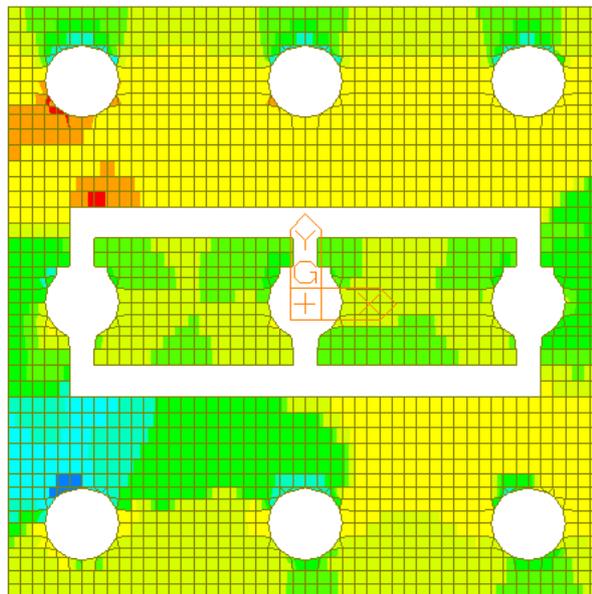


Figura 38 – Vyy, Inviluppo SLU/SLV

GENERAL CONTRACTOR  <b>IRICAV2</b>	ALTA SORVEGLIANZA  GRUPPO FERROVIE DELLO STATO ITALIANE			
	Progetto IN17	Lotto 12	Codifica E12CLVI0504009	B

## 11.5 Dimensionamento e verifica delle armature

### 11.5.1 Dimensionamento delle armature

In funzione delle sollecitazioni precedentemente riportate è stata definita per il plinto la seguente armatura.

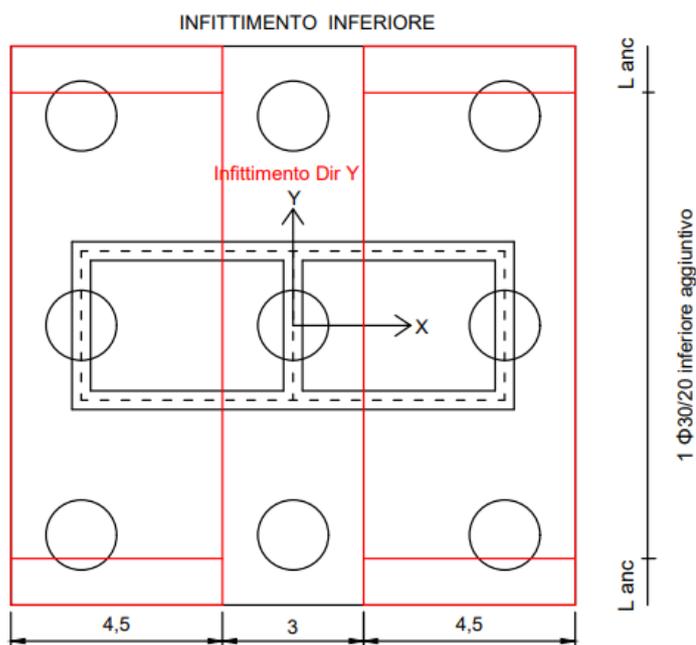
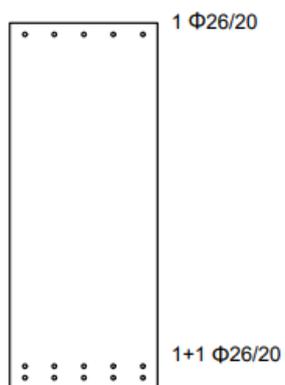


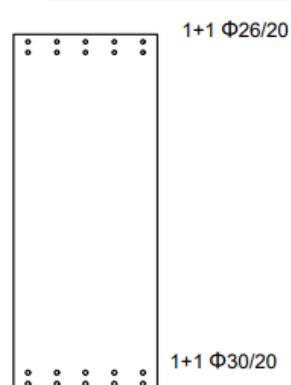
Figura 39: Zone di infittimento dell'armatura a flessione del plinto

### Maglia base

#### Armatura in direzione X



#### Armatura in direzione Y



GENERAL CONTRACTOR  <b>IRICAV2</b>	ALTA SORVEGLIANZA  GRUPPO FERROVIE DELLO STATO ITALIANE			
	Progetto IN17	Lotto 12	Codifica EI2CLVI0504009	B

### Armatura aggiuntiva

#### Armatura in direzione Y

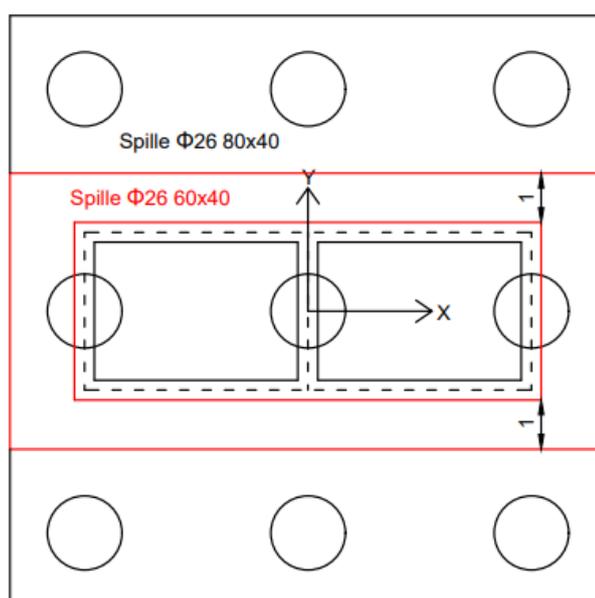
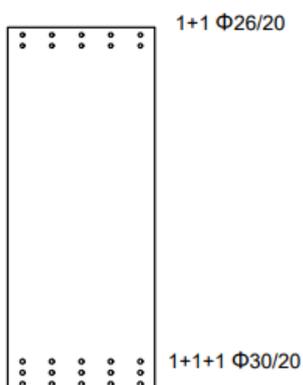


Figura 40 – Armatura a taglio del plinto

#### 11.5.2 Verifica a flessione

Le verifiche allo SLU flessionale e agli SLE di fessurazione e tensionale vengono effettuate mediante l'ausilio del programma RC-SEC.

Sono state considerate due sezioni distinte per il dimensionamento e la verifica delle armature nelle due direzioni X e Y, di altezza pari all'altezza del plinto (2.5 m) e di larghezza pari a 1 m.

GENERAL CONTRACTOR  IRICAV2	ALTA SORVEGLIANZA  GRUPPO FERROVIE DELLO STATO ITALIANE			
	Progetto	Lotto	Codifica	
	IN17	12	EI2CLVI0504009	B

Il plinto è stato verificato nei confronti dei momenti massimi derivanti dagli involuppi delle combinazioni SLU, SLV, SLE rara, SLE fessurazione, SLE quasi permanente, sia nelle zone di infittimento che nelle zone in cui è presente la sola maglia di base.

Tali sollecitazioni sono riportate nella tabella che segue. Le sollecitazioni massime sono ottenute mediando i valori nell'intorno del picco su una larghezza di circa 1 m.

	W-A Mom_Top_X (kNm/m)	W-A Mom_Top_Y (kNm/m)	W-A Mom_Bottom_X (kNm/m)	W-A Mom_Bottom_Y (kNm/m)
SLU/SLV	1644.8	3889.8	2780.4	8010.0
SLE Rara	857.7	1982.0	1887.2	5718.7
SLE Fessurazione	585.9	397.8	1041.5	3350.4
SLE Quasi Perm.	337.2	232.3	540.1	1820.0

A titolo di esempio, vengono riportati gli output del programma per le due sezioni nelle zone di infittimento e per tutti i casi di carico sopra descritti.

#### Sezione per la verifica delle armature in direzione X

##### DATI GENERALI SEZIONE GENERICA IN C.A.

NOME FILE SEZIONE: VI05\_P48\_DirX

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:	Moderat. aggressive
Tipo di sollecitazione:	Retta (asse neutro sempre parallelo all'asse X)
Riferimento Sforzi assegnati:	Assi x,y principali d'inerzia
Riferimento alla sismicità:	Zona non sismica

##### CARATTERISTICHE DI RESISTENZA DEI MATERIALI IMPIEGATI

CALCESTRUZZO -	Classe:	C25/30	
	Resis. compr. di progetto fcd:	14.160	MPa
	Def.unit. max resistenza ec2:	0.0020	
	Def.unit. ultima ecu:	0.0035	
	Diagramma tensione-deformaz.:	Parabola-Rettangolo	
	Modulo Elastico Normale Ec:	31475.0	MPa
	Resis. media a trazione fctm:	2.560	MPa
	Coeff. Omogen. S.L.E.:	15.00	
	Coeff. Omogen. S.L.E.:	15.00	
	Sc limite S.L.E. comb. Frequenti:	137.50	daN/cm <sup>2</sup>
	Ap.Fessure limite S.L.E. comb. Frequenti:	0.200	mm
	Sc limite S.L.E. comb. Q.Permanenti:	0.00	Mpa
	Ap.Fess.limite S.L.E. comb. Q.Perm.:	0.200	mm
ACCIAIO -	Tipo:	B450C	
	Resist. caratt. snervam. fyk:	450.00	MPa
	Resist. caratt. rottura ftk:	450.00	MPa
	Resist. snerv. di progetto fyd:	391.30	MPa

GENERAL CONTRACTOR



ALTA SORVEGLIANZA



	Progetto	Lotto	Codifica	
	IN17	12	EI2CLVI0504009	B

Resist. ultima di progetto ftd:	391.30	MPa
Deform. ultima di progetto Epu:	0.068	
Modulo Elastico Ef	2000000	daN/cm <sup>2</sup>
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:	337.50	MPa

**CARATTERISTICHE DOMINIO CONGLOMERATO**

Forma del Dominio: Poligonale  
Classe Conglomerato: C25/30

N°vertice:	X [cm]	Y [cm]
1	-50.0	125.0
2	50.0	125.0
3	50.0	-125.0
4	-50.0	-125.0

**DATI BARRE ISOLATE**

N°Barra	X [cm]	Y [cm]	DiamØ[mm]
1	40.0	-108.9	26
2	20.0	-108.9	26
3	0.0	-108.9	26
4	-20.0	-108.9	26
5	-40.0	-108.9	26
6	40.0	117.1	26
7	20.0	117.1	26
8	0.0	117.1	26
9	-20.0	117.1	26
10	-40.0	117.1	26
11	40.0	-116.7	26
12	20.0	-116.7	26
13	0.0	-116.7	26
14	-20.0	-116.7	26
15	-40.0	-116.7	26

**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 di riferimento delle coordinate con verso positivo se tale da comprimere il lembo sup. della sez.  
Vy Componente del Taglio [kN] parallela all'asse Y di riferimento delle coordinate

N°Comb.	N	Mx	Vy
1	0.00	-1644.80	0.00
2	0.00	2780.40	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 di riferimento (tra parentesi Mom.Fessurazione) con verso positivo se tale da comprimere il lembo superiore della sezione

GENERAL CONTRACTOR				ALTA SORVEGLIANZA			
		Progetto	Lotto	Codifica			
		IN17	12	EI2CLVI0504009			B

N°Comb.	N	Mx	My
1	0.00	-857.70	0.00
2	0.00	1887.20	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 di riferimento (tra parentesi Mom.Fessurazione)  
con verso positivo se tale da comprimere il lembo superiore della sezione

N°Comb.	N	Mx	My
1	0.00	-585.90 (-2945.94)	0.00 (0.00)
2	0.00	1041.50 (3024.72)	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 di riferimento (tra parentesi Mom.Fessurazione)  
con verso positivo se tale da comprimere il lembo superiore della sezione

N°Comb.	N	Mx	My
1	0.00	-337.20 (-2945.94)	0.00 (0.00)
2	0.00	540.10 (3024.72)	0.00 (0.00)

#### RISULTATI DEL CALCOLO

##### Sezione verificata per tutte le combinazioni assegnate

Copriferro netto minimo barre longitudinali: 6.6 cm  
Interferro netto minimo barre longitudinali: 5.2 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  
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  
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	N Res	Mx Res	Mis.Sic.	As Tesa
1	S	0.00	-1644.80	0.00	-2532.41	1.54	53.1(37.0)
2	S	0.00	2780.40	0.00	4815.67	1.73	53.1(37.0)

#### 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.)

GENERAL CONTRACTOR  <b>IRICAV2</b>	ALTA SORVEGLIANZA  <b>ITALFERR</b> GRUPPO FERROVIE DELLO STATO ITALIANE			
	Progetto IN17	Lotto 12	Codifica EI2CLVI0504009	B

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	0.00333	0.047	50.0	-125.0	0.00090	40.0	-116.7	-0.06750	40.0	117.1
2	0.00350	0.051	-50.0	125.0	0.00125	40.0	117.1	-0.06519	40.0	-116.7

### 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	-0.000292576	-0.033239365	0.047	0.700
2	0.000000000	0.000284191	-0.032023841	0.051	0.700

### 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<sup>2</sup>] in zona tesa considerata aderente alle barre  
As eff. Area barre [cm<sup>2</sup>] 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	1.61	50.0	-125.0	-140.3	-40.0	117.1	1950	26.5
2	S	2.93	-50.0	125.0	-163.6	-40.0	-116.7	3050	53.1

### COMBINAZIONI RARE IN ESERCIZIO - APERTURA FESSURE [§ 7.3.4 EC2]

Ver. La sezione viene assunta sempre fessurata anche nel caso in cui la trazione minima del calcestruzzo sia inferiore a  $f_{ctm}$   
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;  $=(e1 + e2)/(2*e1)$  per trazione eccentrica [eq.(7.13)EC2]  
k3 = 3.400 Coeff. in eq.(7.11) come da annessi nazionali  
k4 = 0.425 Coeff. in eq.(7.11) come da annessi nazionali  
Ø Diametro [mm] equivalente delle barre tese comprese nell'area efficace Ac 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 Smax / Es [(7.9)EC2 e (C4.1.8)NTC]  
sr max Massima distanza tra le fessure [mm]  
wk Apertura fessure in mm calcolata = sr max\*(e\_sm - e\_cm) [(7.8)EC2 e (C4.1.7)NTC]. Valore limite tra parentesi  
Mx fess. Componente momento di prima fessurazione intorno all'asse X [kNm]  
My fess. Componente momento di prima fessurazione intorno all'asse Y [kNm]

Comb.	Ver	e1	e2	k2	Ø	Cf	e sm - e cm	sr max	wk	Mx fess	My fess
1	S	-0.00073	0	0.500	26.0	66	0.00042 (0.00042)	549	0.231 (990.00)	-2945.94	0.00
2	S	-0.00085	0	0.500	26.0	70	0.00049 (0.00049)	492	0.241 (990.00)	3024.72	0.00

### COMBINAZIONI FREQUENTI IN ESERCIZIO - MASSIME TENSIONI NORMALI ED APERTURA FESSURE (NTC/EC2)

GENERAL CONTRACTOR	 IRICAV2	ALTA SORVEGLIANZA	 ITALFERR GRUPPO FERROVIE DELLO STATO ITALIANE
		Progetto	Lotto
		IN17	12
		Codifica	
		EI2CLVI0504009	B

N°Comb	Ver	Sc max	Xc max	Yc max	Sf min	Xs min	Ys min	Ac eff.	As eff.
1	S	1.10	50.0	-125.0	-95.8	-40.0	117.1	1950	26.5
2	S	1.62	-50.0	125.0	-90.3	-40.0	-116.7	3050	53.1

#### COMBINAZIONI FREQUENTI IN ESERCIZIO - APERTURA FESSURE [§ 7.3.4 EC2]

Comb.	Ver	e1	e2	k2	Ø	Cf	e sm - e cm	sr max	wk	Mx fess	My fess	
1	S	-0.00050	0	0.500	26.0	66	0.00029	(0.00029)	549	0.158 (0.20)	-2945.94	0.00
2	S	-0.00047	0	0.500	26.0	70	0.00027	(0.00027)	492	0.133 (0.20)	3024.72	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	0.63	50.0	-125.0	-55.2	-40.0	117.1	1950	26.5
2	S	0.84	-50.0	125.0	-46.8	-40.0	-116.7	3050	53.1

#### 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	-0.00029	0	0.500	26.0	66	0.00017	(0.00017)	549	0.091 (990.00)	-2945.94	0.00
2	S	-0.00024	0	0.500	26.0	70	0.00014	(0.00014)	492	0.069 (990.00)	3024.72	0.00

#### Sezione per la verifica delle armature in direzione Y

#### DATI GENERALI SEZIONE GENERICA IN C.A.

NOME FILE SEZIONE: VI05\_P48\_DirY

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:	Moderat. aggressive
Tipo di sollecitazione:	Retta (asse neutro sempre parallelo all'asse X)
Riferimento Sforzi assegnati:	Assi x,y principali d'inerzia
Riferimento alla sismicità:	Zona non sismica

#### CARATTERISTICHE DI RESISTENZA DEI MATERIALI IMPIEGATI

CALCESTRUZZO -	Classe:	C25/30
	Resis. compr. di progetto fcd:	14.160 MPa
	Def.unit. max resistenza ec2:	0.0020
	Def.unit. ultima ecu:	0.0035
	Diagramma tensione-deformaz.:	Parabola-Rettangolo
	Modulo Elastico Normale Ec:	31475.0 MPa
	Resis. media a trazione fctm:	2.560 MPa
	Coeff. Omogen. S.L.E.:	15.00
	Coeff. Omogen. S.L.E.:	15.00
	Sc limite S.L.E. comb. Frequenti:	137.50 daN/cm <sup>2</sup>
	Ap.Fessure limite S.L.E. comb. Frequenti:	0.200 mm
	Sc limite S.L.E. comb. Q.Permanenti:	0.00 Mpa
	Ap.Fess.limite S.L.E. comb. Q.Perm.:	0.200 mm

GENERAL CONTRACTOR



ALTA SORVEGLIANZA



Progetto

Lotto

Codifica

IN17

12

EI2CLVI0504009

B

ACCIAIO -

Tipo:	B450C
Resist. caratt. snervam. fyk:	450.00 MPa
Resist. caratt. rottura ftk:	450.00 MPa
Resist. snerv. di progetto fyd:	391.30 MPa
Resist. ultima di progetto ftd:	391.30 MPa
Deform. ultima di progetto Epu:	0.068
Modulo Elastico Ef	2000000 daN/cm <sup>2</sup>
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:	337.50 MPa

**CARATTERISTICHE DOMINIO CONGLOMERATO**

Forma del Dominio: Poligonale  
Classe Conglomerato: C25/30

N°vertice:	X [cm]	Y [cm]
1	-50.0	125.0
2	50.0	125.0
3	50.0	-125.0
4	-50.0	-125.0

**DATI BARRE ISOLATE**

N°Barra	X [cm]	Y [cm]	DiamØ[mm]
1	40.0	-103.9	30
2	20.0	-103.9	30
3	0.0	-103.9	30
4	-20.0	-103.9	30
5	-40.0	-103.9	30
6	40.0	-111.7	30
7	20.0	-111.7	30
8	0.0	-111.7	30
9	-20.0	-111.7	30
10	-40.0	-111.7	30
11	40.0	112.3	26
12	20.0	112.3	26
13	0.0	112.3	26
14	-20.0	112.3	26
15	-40.0	112.3	26
16	40.0	-119.5	30
17	20.0	-119.5	30
18	0.0	-119.5	30
19	-20.0	-119.5	30
20	-40.0	-119.5	30
21	40.0	119.7	26
22	20.0	119.7	26
23	0.0	119.7	26
24	-20.0	119.7	26
25	-40.0	119.7	26

**CALCOLO DI RESISTENZA - SFORZI PER OGNI COMBINAZIONE ASSEGNATA**

GENERAL CONTRACTOR  IRICAV2	ALTA SORVEGLIANZA  GRUPPO FERROVIE DELLO STATO ITALIANE			
	Progetto	Lotto	Codifica	
	IN17	12	EI2CLVI0504009	B

N Sforzo normale [kN] applicato nel Baric. (+ se di compressione)  
Mx Momento flettente [daNm] intorno all'asse X di riferimento delle coordinate  
con verso positivo se tale da comprimere il lembo sup. della sez.  
Vy Componente del Taglio [kN] parallela all'asse Y di riferimento delle coordinate

N°Comb.	N	Mx	Vy
1	0.00	-3889.80	0.00
2	0.00	8010.00	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 di riferimento (tra parentesi Mom.Fessurazione)  
con verso positivo se tale da comprimere il lembo superiore della sezione

N°Comb.	N	Mx	My
1	0.00	-1982.00	0.00
2	0.00	5718.70	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 di riferimento (tra parentesi Mom.Fessurazione)  
con verso positivo se tale da comprimere il lembo superiore della sezione

N°Comb.	N	Mx	My
1	0.00	-397.80 (-3208.61)	0.00 (0.00)
2	0.00	3350.40 (3372.57)	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 di riferimento (tra parentesi Mom.Fessurazione)  
con verso positivo se tale da comprimere il lembo superiore della sezione

N°Comb.	N	Mx	My
1	0.00	-232.30 (-3208.61)	0.00 (0.00)
2	0.00	1820.00 (3372.57)	0.00 (0.00)

#### RISULTATI DEL CALCOLO

##### Sezione verificata per tutte le combinazioni assegnate

Copriferro netto minimo barre longitudinali: 4.0 cm  
Interferro netto minimo barre longitudinali: 4.8 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  
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  
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

GENERAL CONTRACTOR		ALTA SORVEGLIANZA			
					
		Progetto	Lotto	Codifica	
		IN17	12	EI2CLVI0504009	B

As Tesa Area armature trave [cm<sup>2</sup>] in zona tesa. [Tra parentesi l'area minima ex (4.1.15)NTC]

N°Comb	Ver	N	Mx	N Res	Mx Res	Mis.Sic.	As Tesa
1	S	0.00	-3889.80	0.00	-5047.99	1.30	88.4(37.0)
2	S	0.00	8010.00	0.00	9466.28	1.18	106.0(37.0)

#### 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	0.059	50.0	-125.0	0.00216	40.0	-119.5	-0.05593	40.0	119.7
2	0.00350	0.085	-50.0	125.0	0.00261	40.0	119.7	-0.03756	40.0	-119.5

#### 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	-0.000242873	-0.026859140	0.059	0.700
2	0.000000000	0.000167950	-0.017493789	0.085	0.700

#### 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 <sup>2</sup> ] in zona tesa considerata aderente alle barre
As eff.	Area barre [cm <sup>2</sup> ] in zona tesa considerate efficaci per l'apertura delle fessure

N°Comb	Ver	Sc max	Xc max	Yc max	Sf min	Xs min	Ys min	Ac eff.	As eff.
1	S	2.56	50.0	-125.0	-167.7	-40.0	119.7	2250	53.1
2	S	6.53	-50.0	125.0	-260.0	-40.0	-119.5	3300	106.0

#### COMBINAZIONI RARE IN ESERCIZIO - APERTURA FESSURE [§ 7.3.4 EC2]

Ver.	La sezione viene assunta sempre fessurata anche nel caso in cui la trazione minima del calcestruzzo sia inferiore a fctm
e1	Esito della verifica
e2	Massima deformazione unitaria di trazione nel calcestruzzo (trazione -) valutata in sezione fessurata
k1	Minima deformazione unitaria di trazione nel calcestruzzo (trazione -) valutata in sezione fessurata
k2	= 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*e1) per trazione eccentrica [eq.(7.13)EC2]

GENERAL CONTRACTOR



ALTA SORVEGLIANZA



Progetto	Lotto	Codifica	
IN17	12	EI2CLVI0504009	B

k3 = 3.400 Coeff. in eq.(7.11) come da annessi nazionali  
 k4 = 0.425 Coeff. in eq.(7.11) come da annessi nazionali  
 Ø Diametro [mm] equivalente delle barre tese comprese nell'area efficace Ac 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 Smax / Es [(7.9)EC2 e (C4.1.8)NTC]  
 sr max Massima distanza tra le fessure [mm]  
 wk Apertura fessure in mm calcolata = sr max\*(e\_sm - e\_cm) [(7.8)EC2 e (C4.1.7)NTC]. Valore limite tra parentesi  
 Mx fess. Componente momento di prima fessurazione intorno all'asse X [kNm]  
 My fess. Componente momento di prima fessurazione intorno all'asse Y [kNm]

Comb.	Ver	e1	e2	k2	Ø	Cf	e sm - e cm	sr max	wk	Mx fess	My fess
1	S	-0.00086	0	0.500	26.0	40	0.00050 (0.00050)	323 0.163 (990.00)	-3208.61	0.00	
2	S	-0.00134	0	0.500	30.0	40	0.00101 (0.00078)	295 0.298 (990.00)	3372.57	0.00	

#### COMBINAZIONI FREQUENTI IN ESERCIZIO - MASSIME TENSIONI NORMALI ED APERTURA FESSURE (NTC/EC2)

N°Comb	Ver	Sc max	Xc max	Yc max	Sf min	Xs min	Ys min	Ac eff.	As eff.
1	S	0.51	50.0	-125.0	-33.7	-40.0	119.7	2250	53.1
2	S	3.83	-50.0	125.0	-152.3	-40.0	-119.5	3300	106.0

#### COMBINAZIONI FREQUENTI IN ESERCIZIO - APERTURA FESSURE [§ 7.3.4 EC2]

Comb.	Ver	e1	e2	k2	Ø	Cf	e sm - e cm	sr max	wk	Mx fess	My fess
1	S	-0.00017	0	0.500	26.0	40	0.00010 (0.00010)	323 0.033 (0.20)	-3208.61	0.00	
2	S	-0.00079	0	0.500	30.0	40	0.00047 (0.00046)	295 0.140 (0.20)	3372.57	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	0.30	50.0	-125.0	-19.7	-40.0	119.7	2250	53.1
2	S	2.08	-50.0	125.0	-82.8	-40.0	-119.5	3300	106.0

#### COMBINAZIONI QUASI PERMANENTI IN ESERCIZIO - APERTURA FESSURE [§ 7.3.4 EC2]

Comb.	Ver	e1	e2	k2	Ø	Cf	e sm - e cm	sr max	wk	Mx fess	My fess
1	S	-0.00010	0	0.500	26.0	40	0.00006 (0.00006)	323 0.019 (990.00)	-3208.61	0.00	
2	S	-0.00043	0	0.500	30.0	40	0.00025 (0.00025)	295 0.073 (990.00)	3372.57	0.00	

GENERAL CONTRACTOR  IRICAV2	ALTA SORVEGLIANZA  ITALFERR GRUPPO FERROVIE DELLO STATO ITALIANE			
	Progetto IN17	Lotto 12	Codifica EI2CLVI0504009	B

### 11.5.3 Verifica a taglio

La verifica SLU a taglio viene invece effettuata mediante calcolo diretto distintamente per le due direzioni. Il valore resistente a taglio della sezione si determina secondo le indicazioni del §4.1.2.1.3.2 [1]:

$$V_{Rcd} = \min(V_{Rcd} ; V_{Rsd})$$

$$V_{Rcd} = 0,9 \cdot d \cdot b_w \cdot \alpha_c \cdot f_{cd}' \cdot (\text{ctg } \alpha + \text{ctg } \theta) / (1 + \text{ctg}^2 \theta)$$

$$V_{Rsd} = 0,9 \cdot d \cdot A_{sw}/s \cdot f_{yd} \cdot (\text{ctg } \alpha + \text{ctg } \theta) \cdot \text{sen } \alpha$$

in cui:

- d altezza utile della sezione
- $b_w$  larghezza minima della sezione
- $A_{sw}$  area dell'armatura trasversale
- s interasse tra due armature trasversali consecutive
- $\theta$  inclinazione delle bielle di calcestruzzo (posto pari a 45°)
- $\alpha$  angolo di inclinazione dell'armatura trasversale rispetto all'asse dell'elemento
- $f_{cd}'$  resistenza a compressione ridotta (pari a 0,5  $f_{cd}$ )
- $\alpha_{cv}$  coefficiente maggiorativo che tiene conto della compressione (posto cautelativamente pari a 1)

La verifica è stata effettuata nei confronti del valore massimo di taglio  $V_{Ed,max}$ , per le combinazioni SLU e SLV.

In particolar modo, per ogni elemento plate e per ogni combinazione è stato calcolato il taglio

risultante  $V_{Ed} = \sqrt{V_{xx}^2 + V_{yy}^2}$ , dove  $V_{xx}$  è il taglio al metro lineare sulla faccia di normale l'asse x locale

dell'elemento plate, mentre  $V_{yy}$  è il taglio al metro lineare sulla faccia di normale l'asse y. Il taglio di progetto è ottenuto poi mediando le sollecitazioni nell'intorno del picco su una larghezza di circa 1 m.

GENERAL CONTRACTOR  IRICAV2	ALTA SORVEGLIANZA  GRUPPO FERROVIE DELLO STATO ITALIANE			
	Progetto IN17	Lotto 12	Codifica EI2CLVI0504009	B

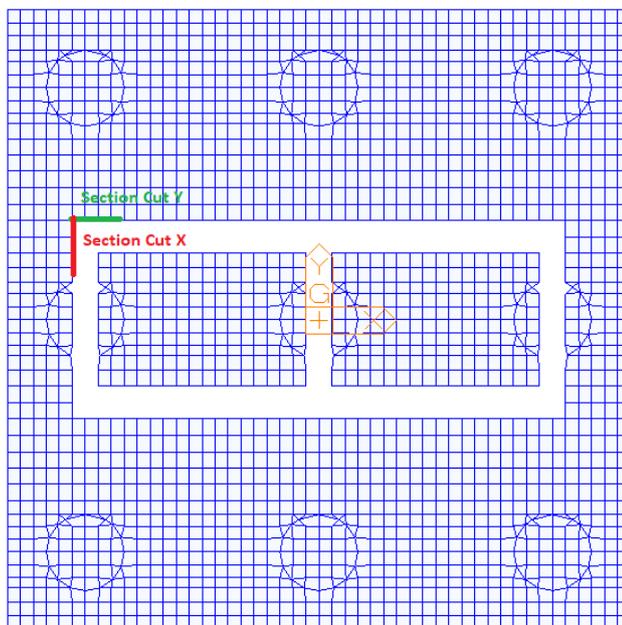


Figura 41 – Section cut considerate per la verifica a taglio

Non sono stati presi in considerazione gli elementi “plate” del plinto di fondazione in corrispondenza dei pali e della pila.

Di seguito viene esplicitata la verifica a taglio per la sezione più gravosa, sulla quale agisce un taglio massimo  $V_{Ed,max} = 3141 \text{ kN/m}$ .

### Caratteristiche materiali

#### Cls

$R_{ck}$	30	$\text{N/mm}^2$	resistenza cubica caratteristica a compressione
$f_{ck}$	24.90	$\text{N/mm}^2$	resistenza cilindrica caratteristica a compressione
$f_{cm}$	32.90	$\text{N/mm}^2$	resistenza cilindrica media a compressione
$f_{cd}$	14.11	$\text{N/mm}^2$	resistenza cilindrica di progetto a compressione
$f_{ctm}$	2.56	$\text{N/mm}^2$	resistenza a trazione media
$f_{ctm}$	3.07	$\text{N/mm}^2$	resistenza a trazione media per fessurazione
$E_{cm}$	31447	$\text{N/mm}^2$	modulo elastico istantaneo (valore secante fra 0 e 0.4 $f_{cm}$ )
$\nu$	0.2		coefficiente di Poisson

#### Acciaio barre longitudinali

$f_{yk}$	450	$\text{N/mm}^2$	tensione caratteristica di snervamento
$f_{yd}$	391.3	$\text{N/mm}^2$	resistenza di progetto di snervamento

#### Acciaio staffe

$f_{yk}$	450	$\text{N/mm}^2$	tensione caratteristica di snervamento
$f_{yd}$	391.3	$\text{N/mm}^2$	resistenza di progetto di snervamento

GENERAL CONTRACTOR  IRICAV2	ALTA SORVEGLIANZA  GRUPPO FERROVIE DELLO STATO ITALIANE		
	Progetto IN17	Lotto 12	Codifica EI2CLVI0504009 B

### Calcoli preliminari

$A_{sl}$	2654.6	mm <sup>2</sup>	area dell'armatura longitudinale
$\rho_l$	0.0011		rapporto geometrico d'armatura longitudinale
$\rho_{l,eff}$	0.0011		rapporto considerato nei calcoli
$\sigma_{cp}$	0.000	N/mm <sup>2</sup>	tensione media di compressione nella sezione
$\sigma_{cp,eff}$	0.000	N/mm <sup>2</sup>	tensione media considerata nei calcoli
$n_{bw}$	<b>1.67</b>		numero di bracci degli spilli (in 1 m)
$\varphi_{st}$	<b>26</b>	mm	diametro degli spilli
$S_{st}$	<b>400</b>	mm	passo degli spilli
$A_{sw}$	884.9	mm <sup>2</sup>	area della singola staffa (è considerato il numero di braccia)

### Elemento non armato a taglio

$k$	1.29		
$k_{eff}$	1.29		
$v_{min}$	0.26		
$V_{Rd,1}$	522.08	KN	taglio resistente - valore 1
$V_{Rd,2}$	616.46	KN	taglio resistente - valore 2
$V_{Rd}$	616.46	KN	taglio resistente di calcolo

### Elemento armato a taglio

$\alpha$	1.571	rad	inclinazione delle staffe rispetto all'orizzontale
$\theta$	0.384	rad	inclinazione delle bielle compresse rispetto all'asse della trave
$f'_{cd}$	7.055	N/mm <sup>2</sup>	resistenza a compressione ridotta del cls d'anima
$\alpha_c$	1.000		coefficiente maggiorativo per compressione
$N_{Rd}$	35275	KN	sforzo normale di compressione ultimo
$ctg\alpha$	0.00		
$ctg\theta$	2.48		
$V_{Rsd}$	4657.6	KN	taglio resistente relativo alle armature tese
$V_{Rcd}$	5326.8	KN	taglio resistente relativo alle bielle compresse
$V_{Rd}$	4657.6	KN	taglio resistente di calcolo
$V_{Ed}$	<b>3141</b>	kN	Taglio di calcolo
Verifica	ok		
FS	1.48		Coefficiente di sicurezza

GENERAL CONTRACTOR  IRICAV2	ALTA SORVEGLIANZA  ITALFERR GRUPPO FERROVIE DELLO STATO ITALIANE			
	Progetto IN17	Lotto 12	Codifica EI2CLVI0504009	B

#### 11.5.4 Verifica a taglio-punzonamento

Le verifiche a punzonamento sono state condotte secondo le formulazioni dell'Eurocodice 2, par. 6.4. Il punzonamento può essere determinato dalla reazione concentrata del palo agente su un'area relativamente piccola di plinto.

Il procedimento di calcolo per il taglio-punzonamento si fonda sulle verifiche alla faccia del palo e al perimetro di verifica di base  $u_1$ . Si definiscono le seguenti tensioni di taglio di progetto lungo le sezioni di verifica:

- $v_{Rd,c}$ : è il valore di progetto del taglio-punzonamento resistente di una piastra, priva di armature per il taglio-punzonamento, lungo la sezione di verifica considerata;
- $v_{Rd,cs}$ : è il valore di progetto del taglio-punzonamento resistente di una piastra dotata di armature per il taglio-punzonamento, lungo la sezione di verifica considerata.

L'armatura per il taglio-punzonamento non è necessaria se:

$$v_{Ed} \leq v_{Rd,c}$$

Se  $v_{Ed}$  supera il valore  $v_{Rd,c}$  si deve disporre armatura specifica per il taglio-punzonamento e deve risultare:

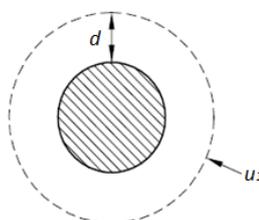
$$v_{Ed} \leq v_{Rd,cs}$$

La tensione massima di taglio, nel caso generale di reazione d'appoggio eccentrica rispetto al perimetro di verifica, è pari a:

$$v_{Ed} = \beta \frac{V_{Ed}}{u_1 d}$$

Dove:

- $d$  è l'altezza utile media della piastra;
- $u_1$  è la lunghezza del perimetro di verifica
- $V_{Ed}$  è il taglio agente
- $\beta$  è un coefficiente assunto pari a 1



GENERAL CONTRACTOR  IRICAV2	ALTA SORVEGLIANZA  ITALFERR GRUPPO FERROVIE DELLO STATO ITALIANE			
	Progetto IN17	Lotto 12	Codifica EI2CLVI0504009	B

Secondo quanto riportato al §6.4.2 dell'Eurocodice 2 il perimetro di verifica di base  $u_1$  può generalmente essere collocato a una distanza pari a  $2d$  dall'area caricata. Tuttavia, considerando lo spessore elevato del plinto di fondazione e, a favore di sicurezza, tale perimetro è stato collocato ad una distanza  $d$  dal bordo del palo.

La resistenza di progetto a punzonamento  $v_{Rd,c}$  per una piastra priva di armatura specifica a taglio è pari a:

$$v_{Rd,c} = C_{Rd,c} k (100 \rho_l f_{ck})^{1/3} + k_1 \sigma_{cp} \geq (v_{min} + k_1 \sigma_{cp})$$

Dove:

- $k = 1 + \sqrt{\frac{200}{d}} \leq 2.0$
- $\rho_l = \sqrt{\rho_{ly} \cdot \rho_{lz}} \leq 0.02$ , dove  $\rho_{ly}$  e  $\rho_{lz}$  sono riferiti all'acciaio teso aderente rispettivamente nelle direzioni y e z.
- $\sigma_{cp} = 0$
- $C_{Rd,c} = 0.18/\gamma_c$
- $k_1 = 1$
- $v_{min} = 0.035 k^2 \sqrt{f_{ck}}$

La resistenza di progetto a punzonamento  $v_{Rd,cs}$  per una piastra munita di armatura specifica a taglio è pari a:

$$v_{Rd,cs} = 0,75 v_{Rd,c} + 1,5 (d/s_r) A_{sw} f_{ywd,ef} (1/(u_1 d)) \sin \alpha$$

Dove:

- $A_{sw}$  è l'area di armatura a taglio- punzonamento situata su di un perimetro intorno al pilastro;
- $s_r$  è il passo dei perimetri dell'armatura a taglio-punzonamento;
- $f_{ywd,ef}$  è la resistenza di progetto efficace dell'armatura a taglio-punzonamento, secondo la relazione  $f_{ywd,ef} = 250 + 0.25d \leq f_{ywd}$ ;
- $\alpha$  è l'angolo compreso fra l'armatura a taglio e il piano della piastra (pari a  $90^\circ$  nel caso di armatura verticale).

Inoltre, in adiacenza ai pilastri la resistenza a taglio-punzonamento è limitata a un valore massimo di:

GENERAL CONTRACTOR  IRICAV2	ALTA SORVEGLIANZA  GRUPPO FERROVIE DELLO STATO ITALIANE		
	Progetto IN17	Lotto 12	Codifica EI2CLVI0504009 B

$$v_{Ed} = \frac{\beta V_{Ed}}{u_0 d} \leq v_{Rd,max}$$

Dove:

- $u_0$  è il perimetro del pilastro;
- $v_{Rd,max} = 0.5 v f_{cd}$
- $v = 0.6 (1 - f_{ck}/250)$

La verifica è stata condotta in corrispondenza del palo d'angolo più sollecitato (palo 1), per lo sforzo assiale massimo della combinazione SLV - Treno 1 – Sisma X prevalente:  $V_{Ed} = 9916$  kN.

Tale sforzo assiale massimo è stato poi ridotto a causa dell'effetto favorevole del peso del plinto di fondazione e del terreno di ricoprimento.

#### Caratteristiche materiali

$R_{ck}$	30	N/mm <sup>2</sup>	Resistenza caratt. cubica cls
$f_{ck}$	25	N/mm <sup>2</sup>	Resistenza caratt. cilindrica cls
$\gamma_c$	1.5		Coefficiente sicurezza cls
$T_{rd}$	0.30	N/mm <sup>2</sup>	Resist. unit. a taglio
$f_{yk}$	450	N/mm <sup>2</sup>	Tensione di snervamento acciaio
$\gamma_s$	1.15		Coefficiente di sicurezza acciaio

#### Armatura tesa

$A_{ly}$	39.82	cm <sup>2</sup> /m	Armatura tesa in direzione y (media)
$A_{lx}$	26.55	cm <sup>2</sup> /m	Armatura tesa in direzione x (media)

#### Impronta di carico

a	75	cm	(a = raggio per sezioni circolari)
h	250	cm	Altezza plinto
d	242	cm	Altezza utile
$\beta$	1		Coeff. che tiene conto eccentricità del carico

$u_1$	809.76	cm	Perimetro di verifica di base
$u_0$	471.24	cm	Perimetro dell'area caricata
k	1.29		Coefficiente
$\rho_l$	0.0013		Percentuale di armatura tesa

#### Peso del plinto

$\gamma_{cls}$	25	kN/m <sup>3</sup>	Peso specifico cls
$h_{plinto}$	2.5	m	Altezza plinto
A	10.48	m <sup>2</sup>	Area di verifica in corrispondenza del baricentro del plinto
$\Delta V_{sd}$	654.7	kN	Riduzione di taglio dovuta al peso proprio del plinto

GENERAL CONTRACTOR	 IRICAV2	ALTA SORVEGLIANZA	 ITALFERR GRUPPO FERROVIE DELLO STATO ITALIANE		
		Progetto	Lotto	Codifica	
		IN17	12	EI2CLVI0504009	B

Peso del rinterro

$\gamma_{terr}$	19	kN/m <sup>3</sup>	Peso specifico terreno
$h_{rint}$	1.7	m	Altezza rinterro
A	19.12	m <sup>2</sup>	Area di verifica in corrispondenza dell'estradosso del plinto
$\Delta V_{sd}$	617.6	kN	Riduzione di taglio dovuta al peso del rinterro

Tensione massima di taglio

$V_{ed}$	9916	kN	Reazione agli SLU
$V_{ed}$	8644	kN	Taglio applicato (ridotto del peso proprio e del rinterro)
$V_{ed}$	1067	kN/m	Taglio applicato per unità di lunghezza
$V_{ed}$	0.44	N/mm <sup>2</sup>	Tensione di taglio agente

Resistenza a punzonamento offerta dal solo calcestruzzo immediatamente a ridosso del palo

$V_{ed}$	0.76	N/mm <sup>2</sup>	Tensione di taglio a rifosso del palo
$V_{rdmax}$	3.83	N/mm <sup>2</sup>	Tensione resistente massima
Verifica	ok		
FS	5.04		

Resistenza a punz. per unità di lungh. senza armatura a taglio

$V_{Rd,c}$	0.26	N/mm <sup>2</sup>	Tensione resistente senza armatura a taglio
$V_{min}$	0.26	N/mm <sup>2</sup>	
$V_{Rd}$	617.69	kN/m	Taglio resistente per unità di lunghezza
Verifica	no		
FS	0.58		

Resistenza a punz. per unità di lungh. con armatura a taglio

$f_{ywd,ef}$	391.30	N/mm <sup>2</sup>	Resistenza di progetto efficace dell'armatura a taglio-punzonamento
$\alpha$	90.00	°	Angolo compreso fra l'armatura a taglio e il piano della piastra
	1.57	rad	

$s_r$	400	mm	Passo radiale dei perimetri dell'armatura a taglio-punzonamento
$d/s_r$	6.04		

$A_{sw\ min}$	1380.3	mm <sup>2</sup>	Area di armatura minima a taglio-punzonamento di uno strato
---------------	--------	-----------------	---

$\varphi$	26	mm	Diametro armatura taglio-punzonamento
n ferri	3.75		Numero di ferri in uno strato
$A_{sw}$	1991.0	mm <sup>2</sup>	Area di armatura di armatura a taglio-punzonamento di uno strato

GENERAL CONTRACTOR		ALTA SORVEGLIANZA		
				
		Progetto	Lotto	Codifica
		IN17	12	EI2CLVI0504009
				B

### CAVALLOTTI

fywd,ef	391.30	N/mm <sup>2</sup>
α	90.00	°
	1.57	rad

*Resistenza di progetto efficace dell'armatura a taglio-punzonamento*

*Angolo compreso fra l'armatura a taglio e il piano della piastra*

sr	<b>1500</b>	mm
d/sr	1.61	

*Passo radiale dei perimetri dell'armatura a taglio-punzonamento*

Asw min	5176.3	mm <sup>2</sup>
---------	--------	-----------------

*Area di armatura minima a taglio-punzonamento di uno strato (se sono presenti solo i cavallotti)*

φ	<b>24</b>	
n ferri	<b>2</b>	
Asw	904.78	mm <sup>2</sup>

*Diametro armatura taglio-punzonamento*

*Numero di ferri in uno strato*

*Area di armatura di armatura a taglio-punzonamento di uno strato*

VRd,cs	0.60	N/mm <sup>2</sup>
VEd	0.44	N/mm <sup>2</sup>

*Valore di progetto del taglio-punzonamento resistente*

*Tensione di taglio-punzonamento agente*

Verifica	ok
FS	1.35

GENERAL CONTRACTOR  <b>IRICAV2</b>	ALTA SORVEGLIANZA  <b>ITALFERR</b> GRUPPO FERROVIE DELLO STATO ITALIANE			
	Progetto IN17	Lotto 12	Codifica EI2CLVI0504009	B

## 12. Valutazione della accettabilità dei risultati ottenuti (rif.par.10.2 DM 14/01/2008)

Le analisi della struttura sono state condotte con un programma agli elementi finiti (MIDAS).

L'affidabilità del codice di calcolo è confermata dai test di validazione allegati alla release del programma e dalla sua ampia diffusione che lo pone tra i software specialistici standard previsti dalla specifica tecnica Italferr PPA.0002851.

I risultati ottenuti sono stati considerati attendibili dallo scrivente a fronte di verifiche condotte con metodi semplificati o con altri codici di calcolo nonché dal confronto critico con i risultati presentati dai documenti di progettazione definitiva.

Per lo studio dei plinti di fondazione sono stati sviluppati modelli agli elementi finiti a piastra caricati con tutti i carichi analizzati in modo da ottenere, in base alla distribuzione effettiva delle sollecitazioni, la corretta distribuzione di dettaglio delle armature.

Il confronto tra i risultati del PE con quelli del PD è stato criticamente eseguito al fine di validare i valori ottenuti.