

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 SU RIO GUA' DAL km 33+722,75 AL km 34+800,75**

**PILE**

**Relazione di calcolo pile e plinto – Pile da P32 a P37**

GENERAL CONTRACTOR		DIRETTORE LAVORI		SCALA -
IL PROGETTISTA INTEGRATORE	Consorzio Iricav Due ing. Paolo Carmona <i>Carmona</i> Data:			
Ing. Giovanni MALAYENDA ALBO INGEGNERI PROV. DI MESSINA n. 4503 <i>Malayenda</i> 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 9 0 4	0 0 8	C	- - - p - - -

	VISTO CONSORZIO IRICAV DUE	
	Firma	Data
	Ing. Alberto LEVORATO <i>Levorato</i>	

Progettazione:

Rev.	Descrizione	Redatto	Data	Verificato	Data	Approvato	Data	IL PROGETTISTA
A	EMISSIONE	E.d.in	Apr.2021	M. Proietti	Apr.2021	G. Grimaldi	Apr.2021	
C	EMISSIONE A SEGUITO RDV IN1710E09ISVI0900001B	E.d.in	Lug.22	M. Proietti	Lug.22	G. Grimaldi	Lug.22	

CIG. 8377957CD1	CUP: J41E91000000009	File: IN1712EI2CLVI0904008C
Progetto cofinanziato dalla Unione Europea		Cod. origine:

<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>EI2CLVI0904008</p>	<p>C</p>

GENERAL CONTRACTOR 	ALTA SORVEGLIANZA 			
	Progetto IN17	Lotto 12	Codifica EI2CLV0904008	C

## 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 Stati limite ultimi .....	7
3.4.2 Stati limite d'esercizio.....	7
4. CARATTERIZZAZIONE GEOTECNICA.....	9
5. DESCRIZIONE DELL'OPERA .....	9
5.1 Modelli di analisi e verifica.....	12
5.2 Sistemi di riferimento ed unità di misura .....	12
6. ANALISI DEI CARICHI.....	13
6.1 Permanenti strutturali e non (G1 e G2) .....	13
6.2 Carichi da traffico verticali (Q1) .....	16
6.3 Effetti dinamici.....	17
6.4 Disposizione treni di carico.....	18
6.5 Carichi da traffico orizzontali .....	22
6.5.1 Forza centrifuga (Q4) .....	22
6.5.2 Serpeggio.....	24
6.5.3 Frenatura ed avviamento (Q3).....	25
6.5.4 Forza d'attrito (Q8) .....	27
6.6 Azione del Vento (Q5).....	28
6.7 Azione termica (Q7) .....	38
6.8 Azione Sismica (E).....	39
6.8.1 Inquadramento Sismico.....	39
6.8.2 Definizione della domanda sismica .....	40
6.8.3 Calcolo dell'azione Sismica .....	45
6.8.4 Check analisi statica.....	46
6.8.5 Analisi statica equivalente .....	47

GENERAL CONTRACTOR 	ALTA SORVEGLIANZA 			
	Progetto IN17	Lotto 12	Codifica EI2CLVI0904008	C

7. CONDIZIONI ELEMENTARI E COMBINAZIONI DI CARICO .....	49
7.1 Caratteristiche di sollecitazioni .....	54
7.1.1 <i>Combinazioni Estradosso Pulvino – configurazione treni 1,2 e 3</i> .....	54
7.1.2 <i>Combinazioni Estradosso Plinto – configurazione 1,2 e 3</i> .....	57
7.1.3 <i>Combinazioni Intradosso Plinto – configurazione 1,2 e 3</i> .....	60
8. VERIFICHE STRUTTURALI .....	64
9. FUSTO PILA .....	64
9.1 Modello locale per ritiro differenziale .....	65
9.2 Verifica a presso flessione .....	65
9.3 Verifica a taglio.....	82
9.4 Verifica minimi di armatura.....	87
9.5 Verifica deformabilità.....	90
9.6 Determinazione spostamenti.....	90
10. PULVINO .....	93
11. PLINTO DI FONDAZIONE .....	95
11.1 Geometria del plinto e della palificata .....	95
11.2 Modellazione strutturale .....	96
11.3 Azioni di progetto .....	98
11.3.1 <i>Reazioni dei pali</i> .....	98
11.3.2 <i>Peso proprio plinto di fondazione</i> .....	99
11.3.3 <i>Peso terreno di ricoprimento</i> .....	99
11.4 Risultati di analisi .....	100
11.5 Dimensionamento e verifica delle armature .....	104
11.5.1 <i>Dimensionamento delle armature</i> .....	104
11.5.2 <i>Verifica a flessione</i> .....	105
11.5.3 <i>Verifica a taglio</i> .....	114
11.5.4 <i>Verifica a taglio-punzonamento</i> .....	117
12. VALUTAZIONE DELLA ACCETTABILITÀ DEI RISULTATI OTTENUTI (RIF.PAR.10.2 DM 14/01/2008) .....	121

GENERAL CONTRACTOR 	ALTA SORVEGLIANZA 			
	Progetto IN17	Lotto 12	Codifica E12CLVI0904008	C

## 1. Premessa

Oggetto della presente relazione è il dimensionamento degli elementi in elevazione del *Viadotto Rio Guà- VI09*, 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 del viadotto di altezza compresa tra 6.0m e 6.5m, con fondazione 12.0m x 10.8m x 2.0m su 8pali e sulle quali afferiscono due impalcati in c.a.p. di L=25.0m (P32-P33-P34-P35-P36-P37). Si prende a riferimento la pila di altezza massima P33 per tutte le verifiche esplicitate nella presente relazione (H=6.5m), ad eccezione della verifica a taglio del fusto pila, nella quale si fa riferimento anche alla pila di altezza minima P34 (H=6.0m).

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 	ALTA SORVEGLIANZA 			
	Progetto IN17	Lotto 12	Codifica EI2CLVI0904008	C

## 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
- IN1712EI2CLVI0900001, Relazione interazione treno binario struttura
- IN1712EI2CLVI0904012, Relazione di calcolo pulvini, baggioli e ritegni
- IN1712EI2RBVI09A0001, Relazione geotecnica
- IN1712EI2RBVI09C0001, Relazione geotecnica

GENERAL CONTRACTOR  IRICAV2	ALTA SORVEGLIANZA  ITALFERR GRUPPO FERROVIE DELLO STATO ITALIANE			
	Progetto IN17	Lotto 12	Codifica E12CLVI0904008	C

### 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

<p>GENERAL CONTRACTOR</p>  <p>IRICAV2</p>	<p>ALTA SORVEGLIANZA</p>  <p>ITALFERR GRUPPO FERROVIE DELLO STATO ITALIANE</p>						
	<table border="1" style="width: 100%; text-align: center;"> <tr> <td style="width: 25%;">Progetto</td> <td style="width: 25%;">Lotto</td> <td style="width: 50%;">Codifica</td> </tr> <tr> <td>IN17</td> <td>12</td> <td>EI2CLVI0904008</td> </tr> </table>	Progetto	Lotto	Codifica	IN17	12	EI2CLVI0904008
Progetto	Lotto	Codifica					
IN17	12	EI2CLVI0904008					

$f_{ctm} = 0,3 f_{ck}^{(2/3)} =$	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 	ALTA SORVEGLIANZA 			
	Progetto IN17	Lotto 12	Codifica E12CLVI0904008	C

### 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 "Specifica 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 EI2CLVI0904008	C

### 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).

GENERAL CONTRACTOR 	ALTA SORVEGLIANZA 			
	Progetto IN17	Lotto 12	Codifica E12CLVI0904008	C

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 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)  $\delta_f \leq w_1 = 0.2 \text{ mm}$

#### 4. Caratterizzazione geotecnica

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

#### 5. Descrizione dell'opera

Il *Viadotto Rio Guà – VI09*, a doppio binario con intervalla 4.2m, si estende dal km 33+722,75 al km 34+800,75 della *Tratta Verona-Padova* per uno sviluppo complessivo di 1078m ed è costituito da 40 campate isostatiche con travi in c.a.p. a cassoncini e una campata realizzata con impalcato ad arco.

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 di 1.50m, con dimensioni esterne medesime alla pila e pieno. 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 10.80m e di spessore 2.0m. Le fondazioni previste sono su pali (8 pali  $\Phi 1500$ ).

GENERAL CONTRACTOR



ALTA SORVEGLIANZA



Progetto

IN17

Lotto

12

Codifica

EI2CLVI0904008

C

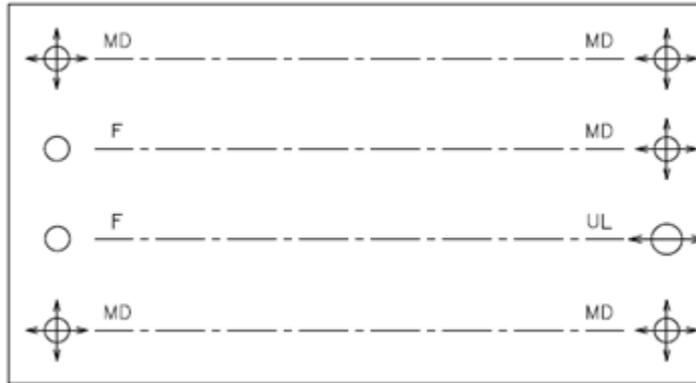


Figura 1 - Schema appoggi

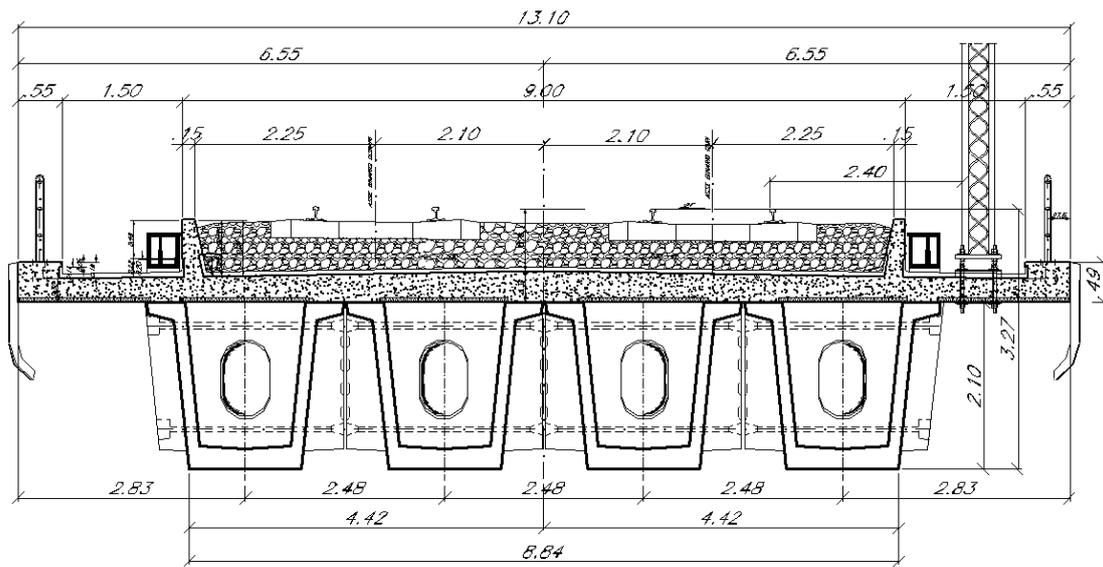


Figura 2 - Sezione impalcato c.a.p.

GENERAL CONTRACTOR



ALTA SORVEGLIANZA



Progetto

IN17

Lotto

12

Codifica

EI2CLVI0904008

C

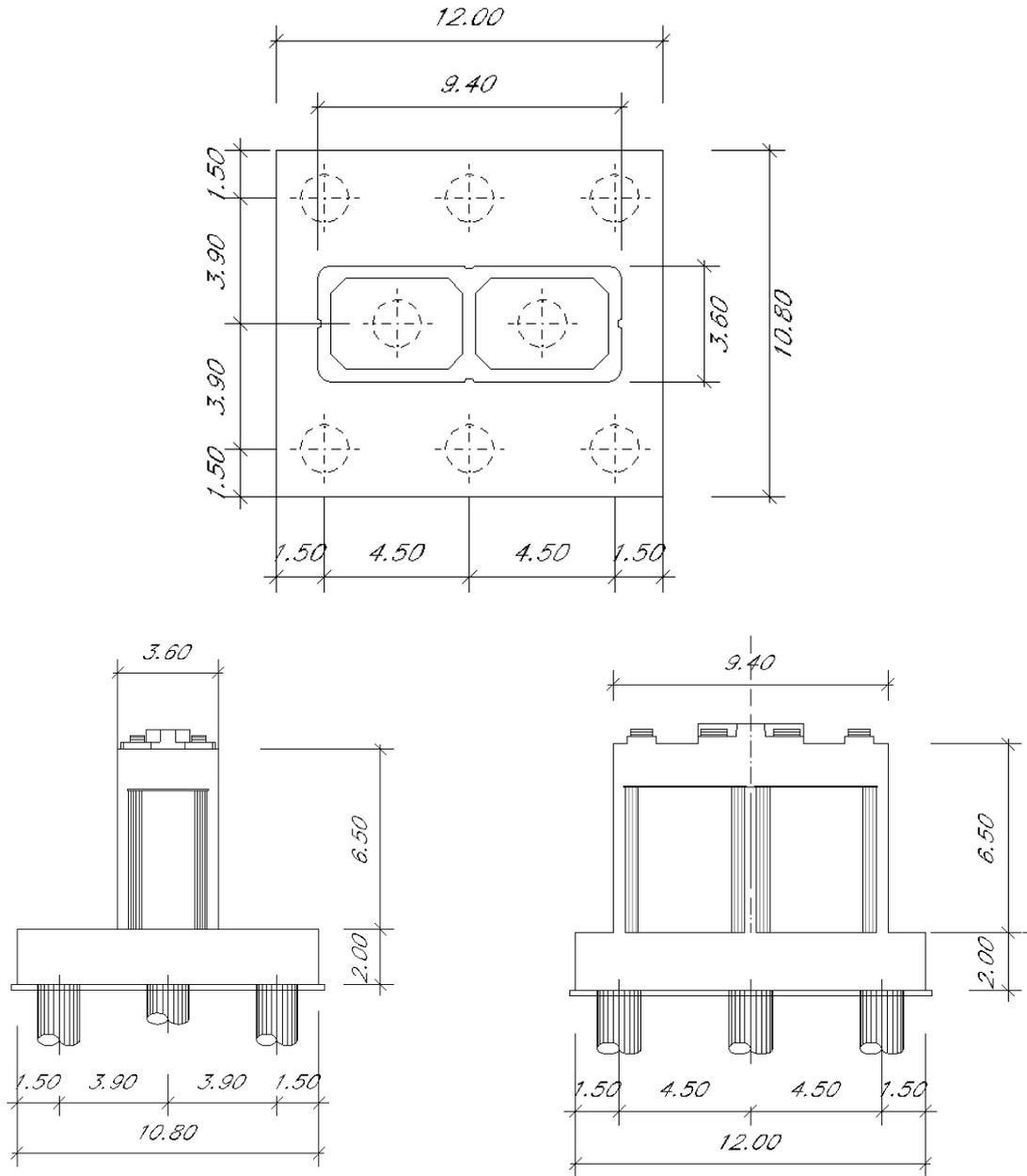


Figura 3 - Pianta e sezioni pila

GENERAL CONTRACTOR 	ALTA SORVEGLIANZA 			
	Progetto IN17	Lotto 12	Codifica E12CLVI0904008	C

## 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 						
	<table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <tr> <td style="width: 25%;">Progetto</td> <td style="width: 25%;">Lotto</td> <td style="width: 50%;">Codifica</td> </tr> <tr> <td>IN17</td> <td>12</td> <td>EI2CLVI0904008</td> </tr> </table>	Progetto	Lotto	Codifica	IN17	12	EI2CLVI0904008
Progetto	Lotto	Codifica					
IN17	12	EI2CLVI0904008					
	C						

## 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>220</b>	km/h
raggio di curvatura	R	<b>2500</b>	m
numero di binari	<b>doppio</b>		

IMPALCATO					
		SX			DX
altezza cassoncino sezione in appoggio	$h_1$	<b>2.10</b>	m	<b>2.10</b>	m
altezza cassoncino sezione in mezzeria	$h_2$	<b>2.10</b>	m	<b>2.10</b>	m
spessore soletta	s	<b>0.35</b>	m	<b>0.35</b>	m
estradosso impalcato sull'appoggio	$H_1$	<b>2.45</b>	m	<b>2.45</b>	m
altezza totale impalcato in mezzeria	$H_2$	<b>2.45</b>			<b>2.45</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>1.20</b>	m
lunghezza travata	L	<b>25.00</b>	m	<b>25.00</b>	m
luce appoggi travata	$L_a$	<b>22.80</b>	m	<b>22.80</b>	m
larghezza totale impalcato	B	<b>13.10</b>	m	<b>13.10</b>	m
peso permanente strutturale	$G_1$	<b>6275</b>	kN	<b>6275</b>	kN
peso permanenti non struttrutturali	$G_2$	<b>5150</b>	kN	<b>5150</b>	kN

GENERAL CONTRACTOR



ALTA SORVEGLIANZA



	Progetto	Lotto	Codifica	
	IN17	12	EI2CLVI0904008	C

**Altezze dal intradosso del cassoncino**

baricentro sezione cassone+soletta	Gb1	1.600	m	1.600	m
baricentro del ballast	Gb2	2.850	m	2.850	m
altezza al piano del ferro	H	3.30	m	3.30	m
baricentro treno	Gb3	5.10	m	5.10	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	6.50	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 	ALTA SORVEGLIANZA 								
	<table border="1" style="width: 100%; text-align: center;"> <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>EI2CLVI0904008</td> <td>C</td> </tr> </table>	Progetto	Lotto	Codifica		IN17	12	EI2CLVI0904008	C
Progetto	Lotto	Codifica							
IN17	12	EI2CLVI0904008	C						

<b>PULVINO</b>			
larghezza in direzione trasversale	b	<b>9.40</b>	m
larghezza in direzione longitudinale	d	<b>3.60</b>	m
altezza pulvino	h	<b>1.50</b>	m
massa pulvino	mp	<b>1269</b>	kN

<b>FONDAZIONE</b>			
larghezza in direzione trasversale	b	<b>12.00</b>	m
larghezza in direzione longitudinale	d	<b>10.80</b>	m
altezza della fondazione	h	<b>2.00</b>	m
area della fondazione	Af	<b>129.60</b>	m <sup>2</sup>
pali di fondazione	Φ	<b>1.50</b>	m
numero di pali	n.	<b>8</b>	

<b>Ulteriori distanze e bracci</b>			
distanza asse pila/ asse appoggi per momento long.	i <sub>l</sub>	<b>1.10</b>	
altezza baggioli e apparecchi d'appoggio	h <sub>B</sub>	<b>0.50</b>	
interasse tra i binari (se singolo 0)	i <sub>b</sub>	<b>4.20</b>	m
dist. tra interasse del singolo binario e asse pila	a	<b>2.10</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	6275	0
scarichi estradosso Pila - G2	5150	0
scarichi estradosso Fondazione - G1	8976	0
scarichi estradosso Fondazione - G2	5150	0
scarichi intradosso Fondazione - G1	17280	0
scarichi intradosso Fondazione - G2	5150	0

GENERAL CONTRACTOR 	ALTA SORVEGLIANZA 			
	Progetto IN17	Lotto 12	Codifica E12CLVI0904008	C

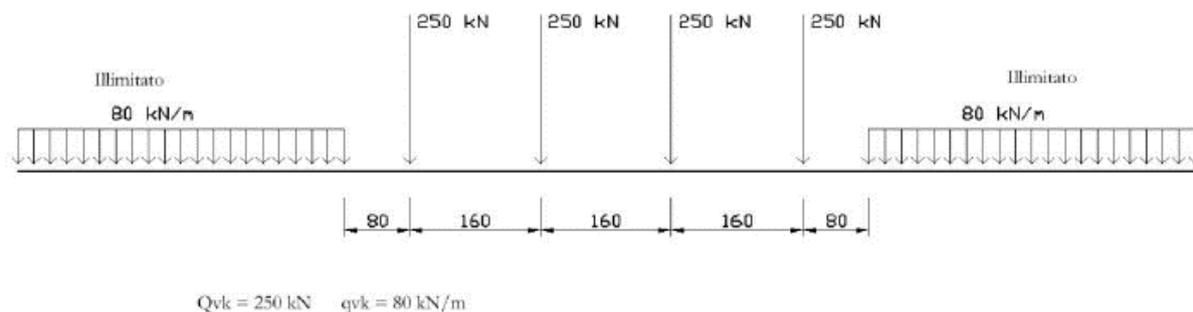
Lo scarico G1 a intradosso fondazione tiene conto del peso del plinto di fondazione e del peso del terreno di ricoprimento al di sopra di esso, di spessore pari a 1 m.

## 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



ALTA SORVEGLIANZA



Progetto

IN17

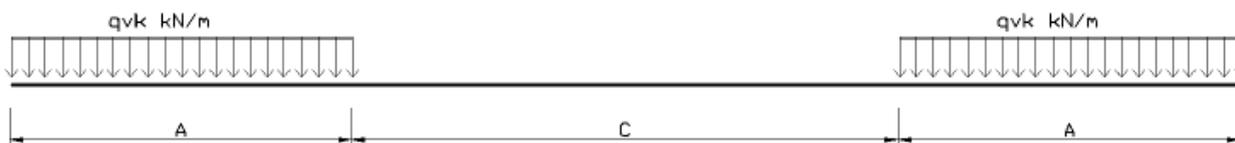
Lotto

12

Codifica

E12CLVI0904008

C

**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 	ALTA SORVEGLIANZA 			
	Progetto IN17	Lotto 12	Codifica E12CLVI0904008	C

## 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>5992</b>	310	1298
COMBO ML	3529	<b>2759</b>	1090
COMBO MT	3162	206	<b>6957</b>

Si riportano i medesimi schemi graficamente per un caso rappresentativo:

GENERAL CONTRACTOR



ALTA SORVEGLIANZA



	Progetto IN17	Lotto 12	Codifica E12CLVI0904008	C
--	------------------	-------------	----------------------------	---

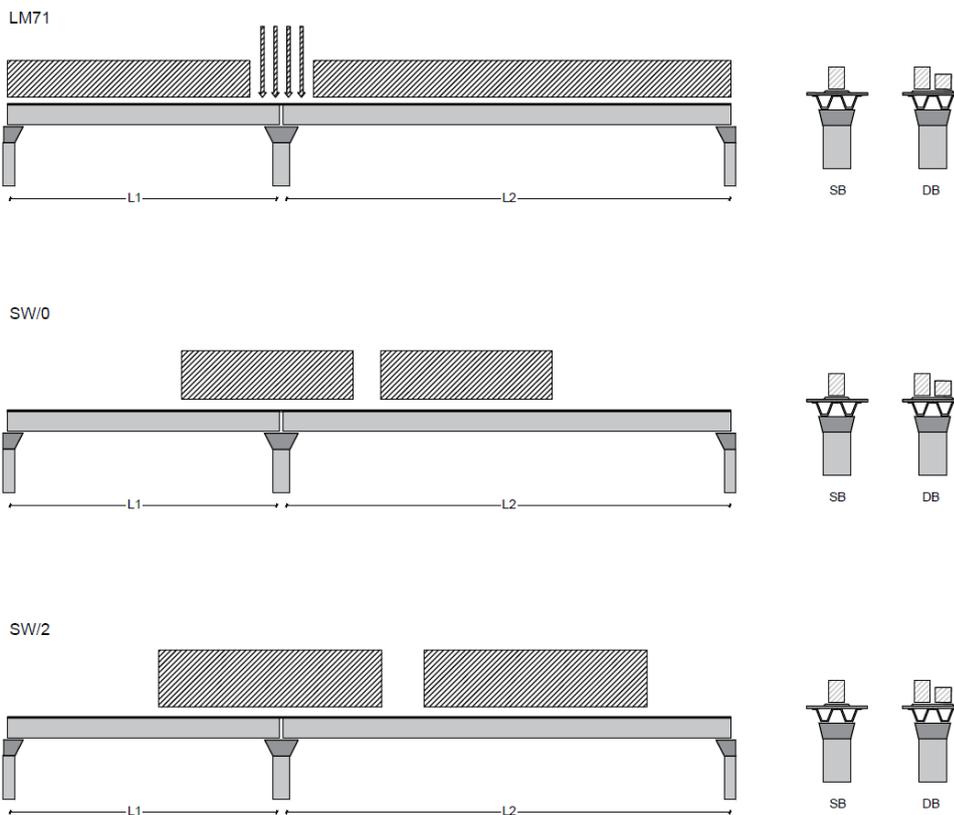


Figura 4- Posizione treni di carico - massimo sforzo assiale

GENERAL CONTRACTOR



ALTA SORVEGLIANZA



	Progetto IN17	Lotto 12	Codifica E12CLVI0904008	C
--	------------------	-------------	----------------------------	---

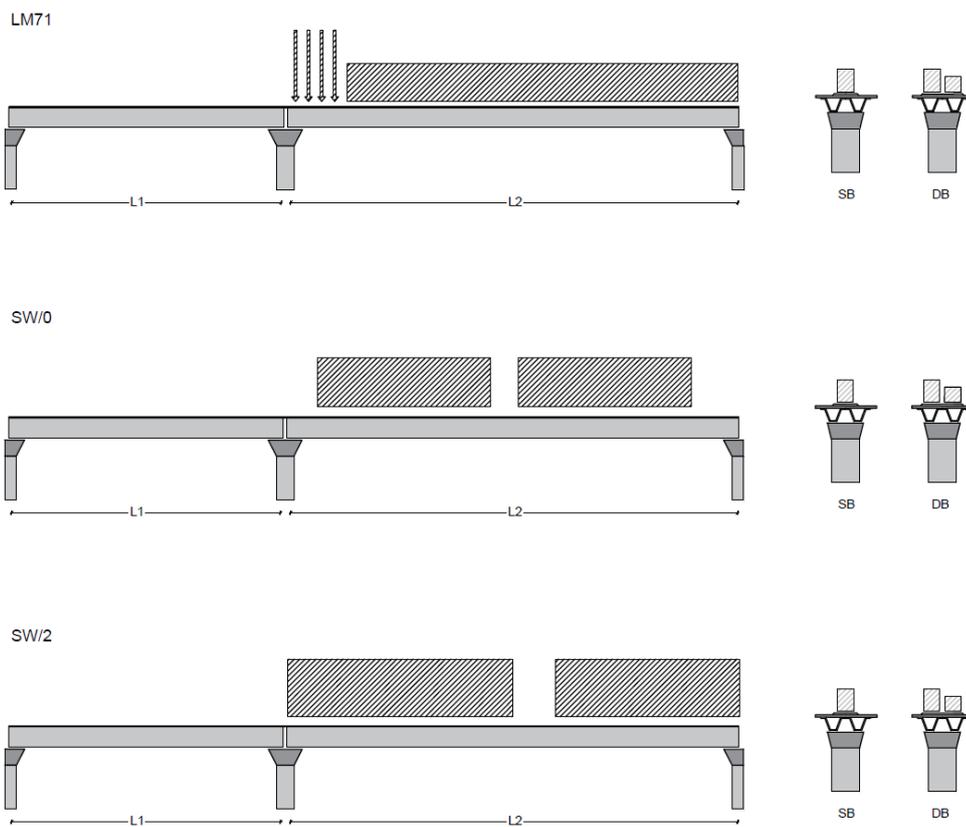


Figura 5- Posizione treni di carico – massimo momento longitudinale

GENERAL CONTRACTOR



ALTA SORVEGLIANZA



	Progetto IN17	Lotto 12	Codifica E12CLVI0904008	C
--	------------------	-------------	----------------------------	---

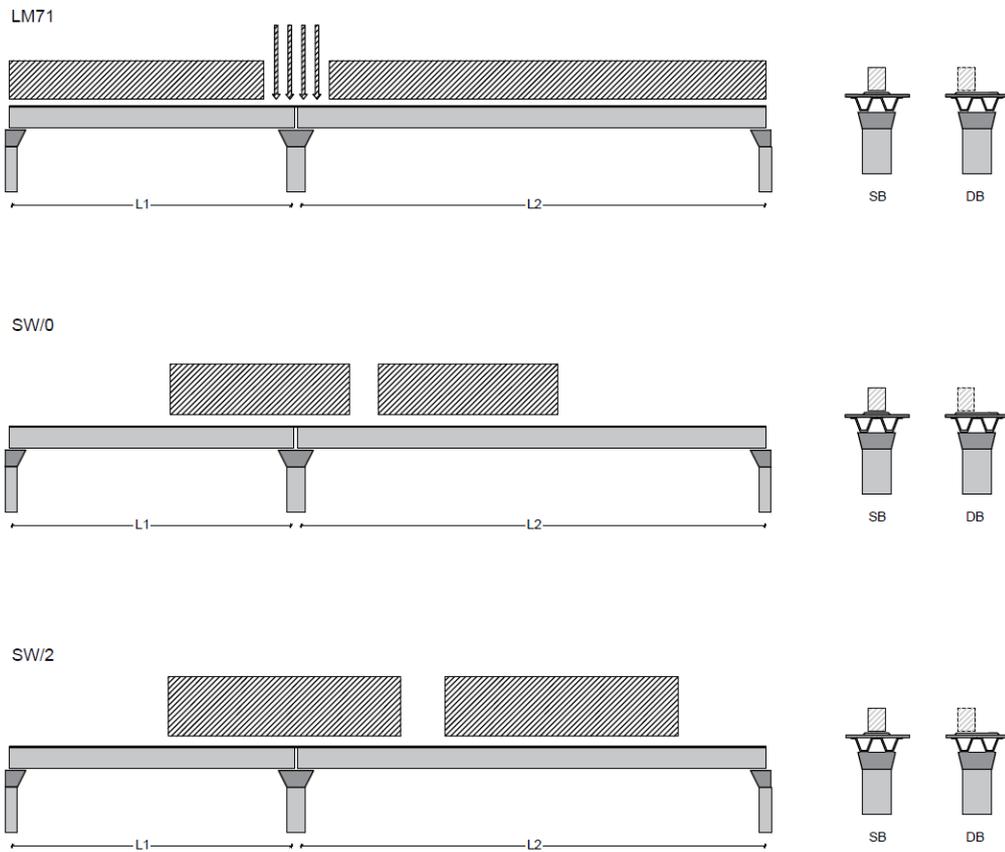


Figura 6- Posizione treni di carico – massimo momento trasversale

GENERAL CONTRACTOR 	ALTA SORVEGLIANZA 			
	Progetto IN17	Lotto 12	Codifica E12CLVI0904008	C

## 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	2500	m
velocità massima compatibile con il tracciato della linea	Vmax	220	km/h
		<b>SX</b>	
lunghezza di influenza della parte curva del binario	Lf	22.8	m
fattore di riduzione funzione della Lf e della V	f	0.65	

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.



Progetto

Lotto

Codifica

IN17

12

E12CLVI0904008

C

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 12.5 kN x asse

valore caratteristico della forza centrifuga

qtk 4.0 kN/m

**LM71 caso b**

velocità massima compatibile con il tracciato della linea

Vmax 220

fattore di riduzione funzione della Lf e della V

f 0.65

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 24.7 kN x asse

valore caratteristico della forza centrifuga

qtk 7.9 kN/m

GENERAL CONTRACTOR 	ALTA SORVEGLIANZA 						
	<table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <tr> <td style="width: 25%;">Progetto</td> <td style="width: 25%;">Lotto</td> <td style="width: 50%;">Codifica</td> </tr> <tr> <td>IN17</td> <td>12</td> <td>EI2CLVI0904008</td> </tr> </table>	Progetto	Lotto	Codifica	IN17	12	EI2CLVI0904008
Progetto	Lotto	Codifica					
IN17	12	EI2CLVI0904008					

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	Vmax    100
fattore di riduzione funzione della Lf e della V	f        1.00
coefficiente di adattamento	a        1.00
valore caratteristico dei carichi verticali	qvk    150.00    kN/m
valore caratteristico della forza centrifuga	qtk    4.72        kN/m

Riassumendo:

	Qtk sx	qtk sx	Qtk dx	qtk dx	F testa Pila	Mom Trasn
	KN	KN/m	KN	KN/m	KN	KN/m
Fcen_LM/71_1	49.9	4.0	49.9	4.0	124	689
Fcen_LM/71_2	98.9	7.9	98.9	7.9	255	1414
Fcen_SW/2_1	0.0	4.7	0.0	4.7	118	656

### 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 	ALTA SORVEGLIANZA 						
	<table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <tr> <td style="width: 25%;">Progetto</td> <td style="width: 25%;">Lotto</td> <td style="width: 50%;">Codifica</td> </tr> <tr> <td>IN17</td> <td>12</td> <td>EI2CLVI0904008</td> </tr> </table>	Progetto	Lotto	Codifica	IN17	12	EI2CLVI0904008
Progetto	Lotto	Codifica					
IN17	12	EI2CLVI0904008					

viadotto a binario	<b>doppio</b>		
combinazione treni	<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 	ALTA SORVEGLIANZA 			
	Progetto	Lotto	Codifica	
	IN17	12	EI2CLVI0904008	C

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>25</b>	m

#### FRENATURA

LM/71			
coefficiente di adattamento	a	<b>1.1</b>	
lunghezza del binario	L	<b>25</b>	m
valore caratteristico della forza	Q <sub>la,k</sub>	<b>550</b>	kN
SW/0			
coefficiente di adattamento	a	<b>1.1</b>	
lunghezza del binario	L	<b>19.7</b>	m
valore caratteristico della forza	Q <sub>la,k</sub>	<b>433.4</b>	kN
SW/2			
coefficiente di adattamento	a	<b>1</b>	
lunghezza del binario	L	<b>25</b>	
valore caratteristico della forza	Q <sub>la,k</sub>	<b>875</b>	

#### AVVIAMENTO

GENERAL CONTRACTOR 	ALTA SORVEGLIANZA 			
	Progetto	Lotto	Codifica	
	IN17	12	EI2CLVI0904008	C

LM/71			
valore caratteristico della forza	Q <sub>la,k</sub>	<b>908</b>	kN
SW/0			
valore caratteristico della forza	Q <sub>la,k</sub>	<b>715</b>	kN
SW/2			
valore caratteristico della forza	Q <sub>la,k</sub>	<b>825</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 	ALTA SORVEGLIANZA 			
	Progetto	Lotto	Codifica	
	IN17	12	EI2CLVI0904008	C

altezza baggioli e apparecchi d'appoggio	h	0.5	m
lunghezza del binario	L	25	m
reazione verticale massima associata ai carichi permanenti	Vg1	6275	kN
reazione verticale massima associata ai carichi permanenti	Vg2	5150	KN
reazione verticale massima associata ai carichi mobili	Vq	7361	kN
coefficiente d'attrito (da assum. In relazione alle cart. App.)	f	0.04	
forza d'attrito trasmessa alla pila	Fa	385.8	kN
momento longitudinale in testa pila	M	192.9	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

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.

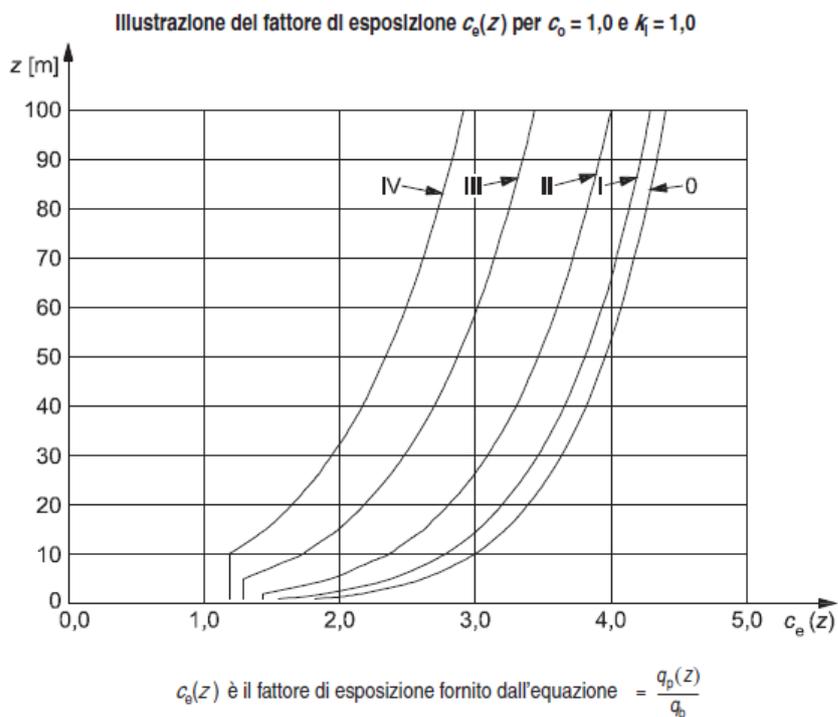


Figura 7 -fattore di esposizione - Eurocodice 1991-1-4

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

	Progetto IN17	Lotto 12	Codifica E12CLVI0904008	C
--	------------------	-------------	----------------------------	---

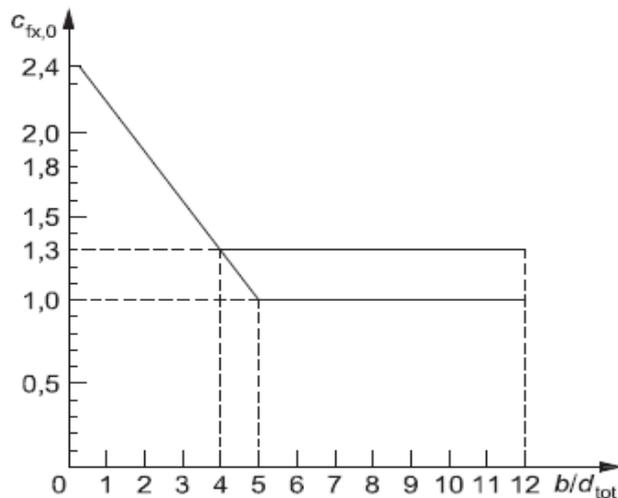


Figura 8 - Fattore di forza trasversale - Eurocodice 1991-1-4

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

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

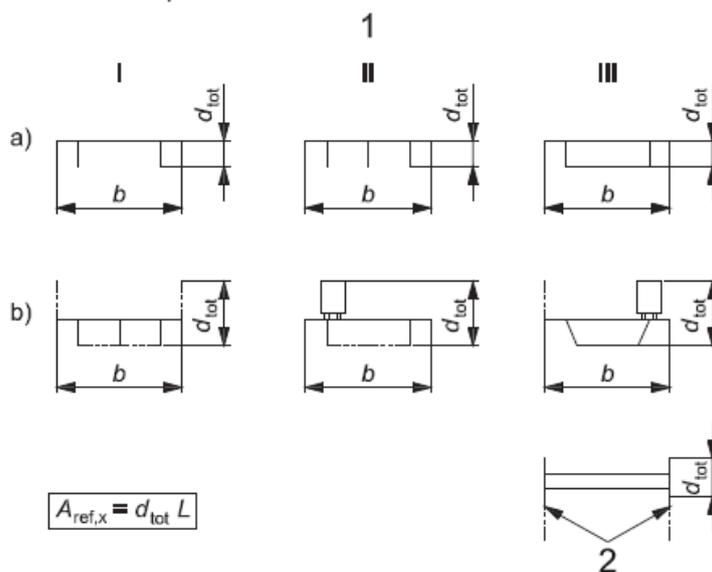


Figura 9 - Area effettiva - Eurocodice 1991-1-4

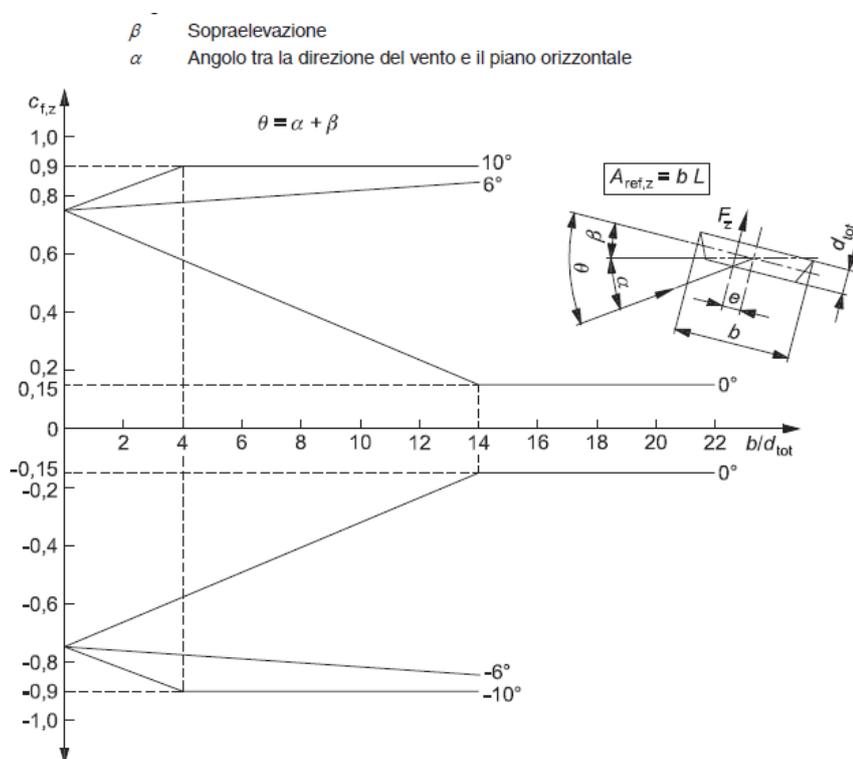


Figura 10 - coefficiente di forza verticale - Eurocodice 1991-1-4

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

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

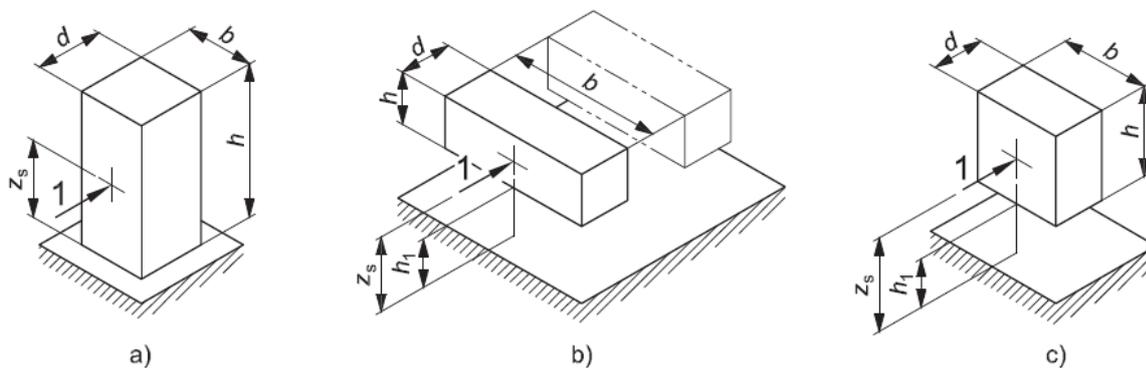


Figura 11 - Altezza di riferimento - Eurocodice 1991-1-4

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.	Vbo	<b>25</b>	m/s
parametro di quota	ao	<b>1000</b>	m
altitudine sul livello del mare	as	<b>150</b>	m
parametro adimensionale	ks	<b>0.4</b>	
coefficiente di altitudine	ca	<b>1</b>	
velocità di base di riferimento	Vb	<b>25</b>	m/s

GENERAL CONTRACTOR



ALTA SORVEGLIANZA



Progetto

Lotto

Codifica

IN17

12

E12CLVI0904008

C

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	6.50	m
altezza baggioli e app. d'appoggio	z2	0.50	m
altezza all'intradosso	zint	7	m
altezza di riferimento	z	10.6	m
coefficiente di topografia	ct	1	
coefficiente di esposizione	ce	2.39	
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	1051.5	n/m <sup>2</sup>
larghezza impalcato	d	13.1	m
altezza impalcato+soletta	z3	2.45	m
armamento	z4	0.80	m
altezza treno	z5a	4	m
altezza barriere	z5b	4	m
altezza di impatto treno o barriere	htot	7.25	m
	d/h	1.81	
coefficiente di forza trasversale	cfx	1.90	
coefficiente di forza trasversale	cfz	0.9	

GENERAL CONTRACTOR  <b>IRICAV2</b>	ALTA SORVEGLIANZA  <b>ITALFERR</b> GRUPPO FERROVIE DELLO STATO ITALIANE						
	<table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <tr> <td style="width: 25%;">Progetto</td> <td style="width: 25%;">Lotto</td> <td style="width: 50%;">Codifica</td> </tr> <tr> <td>IN17</td> <td>12</td> <td>EI2CLVI0904008</td> </tr> </table>	Progetto	Lotto	Codifica	IN17	12	EI2CLVI0904008
Progetto	Lotto	Codifica					
IN17	12	EI2CLVI0904008					

forza trasversale	fx	<b>18.1</b>	kN/m
forza equivalente in testa pila	Fx	<b>453.1</b>	kN
momento trasv equivalente in testa pila	Mx	<b>1869.1</b>	kN/m
forza verticale	fz	<b>32.8</b>	kN/m
forza equivalente in testa pila	Fz	<b>818.8</b>	kN
momento trasv equivalente in testa pila	Mx	<b>2681.4</b>	kN/m

<b>ponte scarico</b>			
altezza di impatto treno o barriere	htot	<b>6.45</b>	m
rapporto geometrico	d/h	<b>2.03</b>	
coefficiente di forza trasversale	cfx	<b>1.84</b>	
coefficiente di forza trasversale	cfz	<b>0.90</b>	
forza trasversale	fx	<b>16.1</b>	kN/m
forza equivalente in testa pila	Fx	<b>403.1</b>	kN
momento trasv equivalente in testa pila	Mx	<b>1501.6</b>	kN/m
forza verticale	fz	<b>32.8</b>	kN/m
forza equivalente in testa pila	Fz	<b>818.8</b>	kN
momento trasv equivalente in testa pila	Mx	<b>2681.4</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

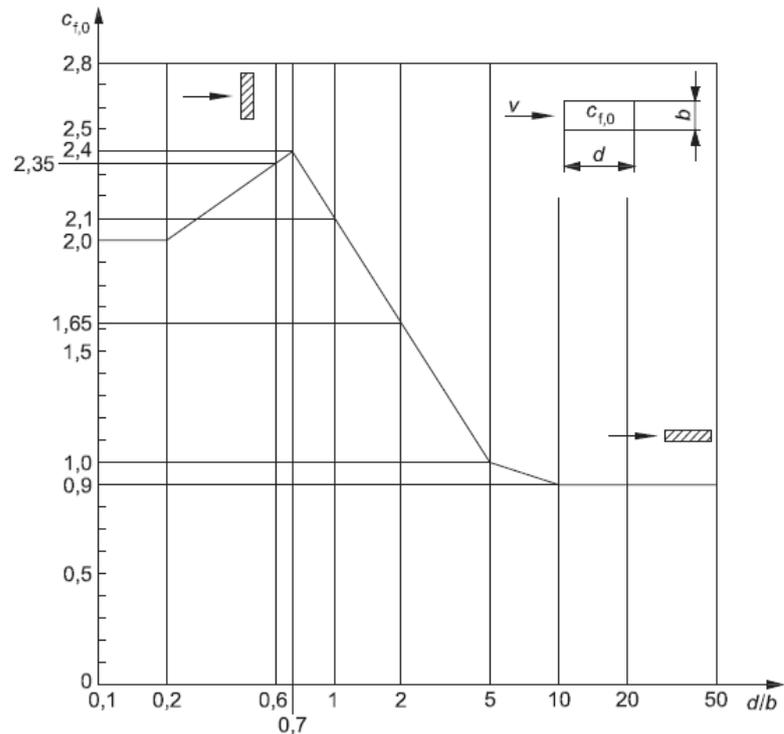


Figura 12 - Correlazione tra dimensioni in sezione dell'elemento e il coefficiente di forma  $c_{fx0}$  (figura 7.23 EC1-4)

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

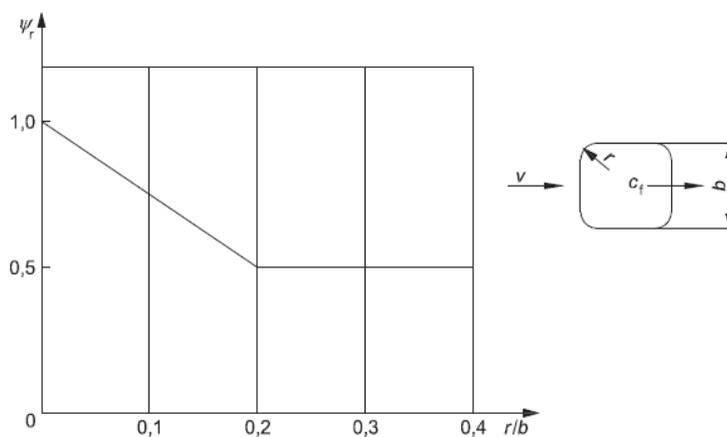


Figura 13 - correlazione tra il raggio di arrotondamento dello spigolo e il fattore riduttivo  $\psi_r$  (figura 7.24 EC1-4)



	Progetto	Lotto	Codifica	
	IN17	12	EI2CLVI0904008	C

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

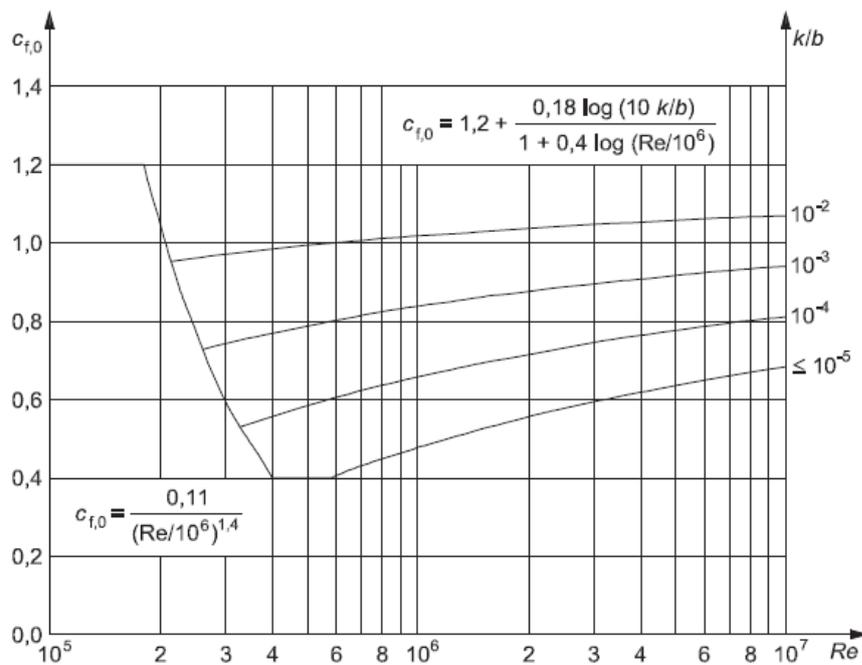


Figura 14 - Fattori di forza pila - Eurocodice 1991-1-4

GENERAL CONTRACTOR



ALTA SORVEGLIANZA



Progetto

Lotto

Codifica

IN17

12

E12CLVI0904008

C

**direzione trasversale**

altezza di riferimento	z	6.5	m
coefficiente di topografia	ct	1	
coefficiente di esposizione	ce	2.09	
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	q <sub>picco</sub>	917.1	n/m <sup>2</sup>
		0.92	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	1.69E+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	1.81	
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	58.5	kN
altezza di applicazione sulla pila	h tra	3.3	m

GENERAL CONTRACTOR 	ALTA SORVEGLIANZA 			
	Progetto IN17	Lotto 12	Codifica E12CLVI0904008	C

<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	0.69	
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>152.75</b>	kN
altezza di applicazione sulla pila	h lon	<b>3.32</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 impalcati in c.a.p. e in c.a.
- $DT = \pm 15^{\circ}\text{C}$  per impalcati 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 (pulgino) parzialmente stagionato, che non ha, quindi, ancora esaurito la relativa deformazione da ritiro.

GENERAL CONTRACTOR 	ALTA SORVEGLIANZA 			
	Progetto IN17	Lotto 12	Codifica EI2CLVI0904008	C

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	EI2CLVI0904008	C

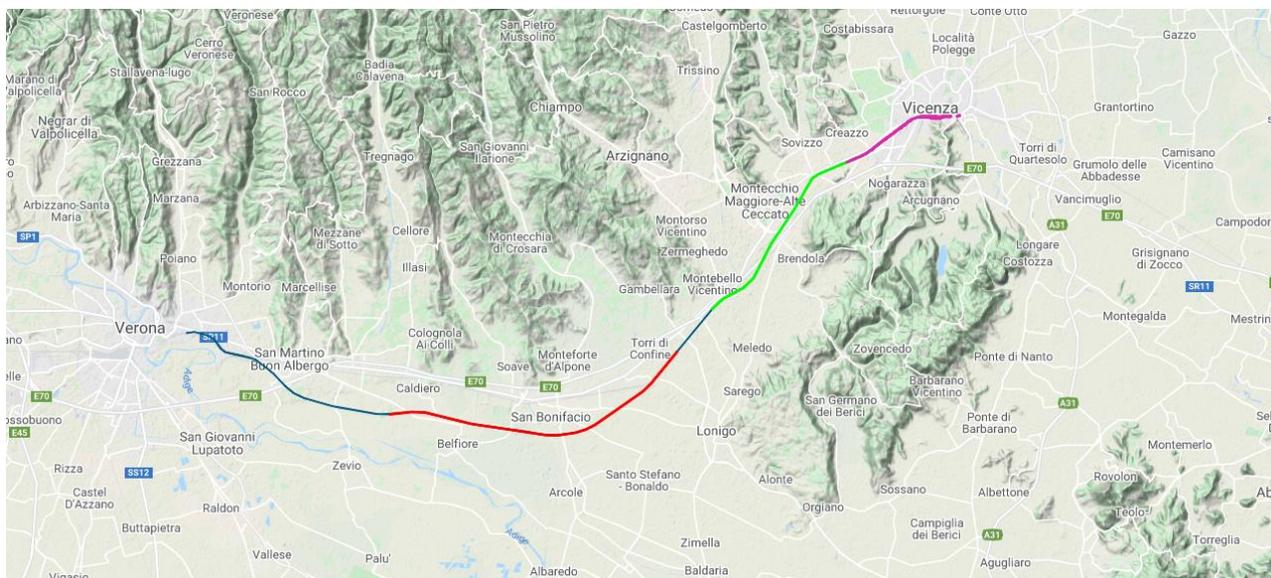


Figura 15 - Individuazione geografica della linea ferroviaria

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 	ALTA SORVEGLIANZA 			
	Progetto IN17	Lotto 12	Codifica E12CLVI0904008	C

### FASE 1. INDIVIDUAZIONE DELLA PERICOLOSITÀ DEL SITO

Ricerca per coordinate

LONGITUDINE

LATTITUDINE

Ricerca per comune

REGIONE

PROVINCIA

COMUNE

**Elaborazioni grafiche**

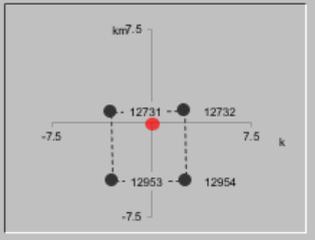
Grafici spettri di risposta

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

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 16 - Sito di riferimento secondo "Spettri\_NTC"

Progetto	Lotto	Codifica	
IN17	12	EI2CLVI0904008	C

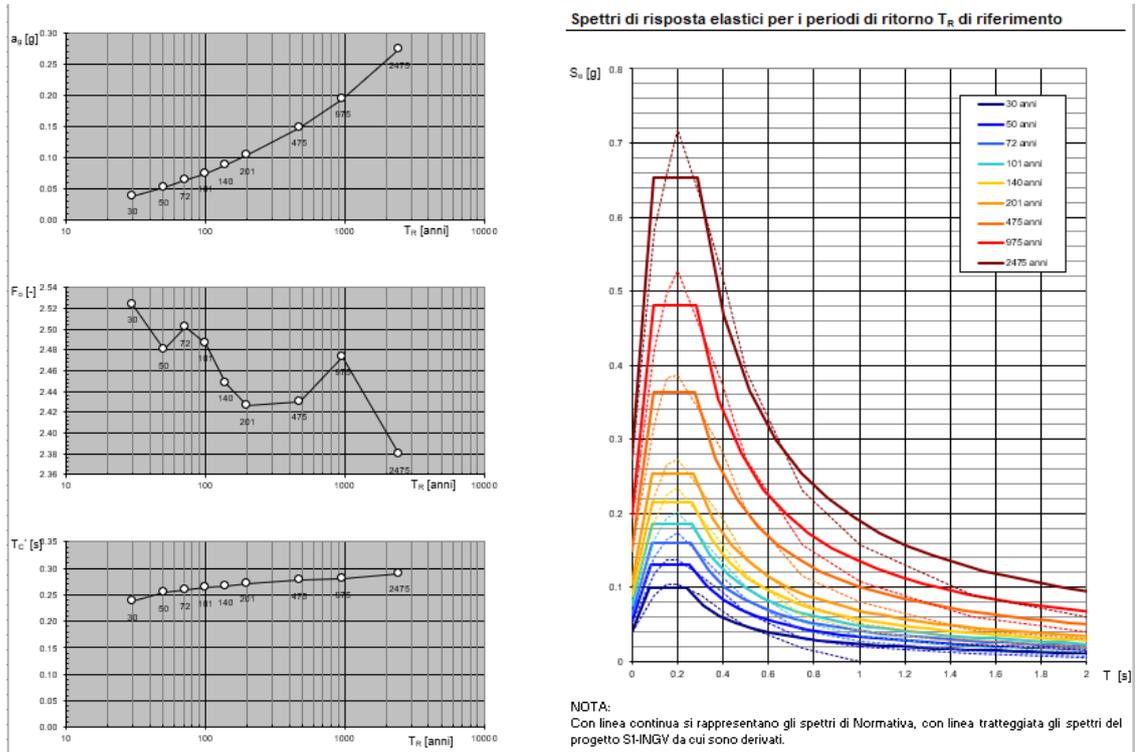


Figura 17 - Parametri di riferimento del sito secondo "Spettri\_NTC"

**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 18 - Tabella riassuntiva degli stati limite di riferimento del sito in esame



	Progetto	Lotto	Codifica	
	IN17	12	EI2CLVI0904008	C

### 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

$S_S = 1.373$   $C_C = 1.591$  info

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

Compon. orizzontale

Spettro di progetto elastico (SLE)  $\zeta = 5\%$   $\eta = 1.000$  info

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

Compon. verticale

Spettro di progetto  $q_v = 1$   $\eta = 1/q = 1.000$  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 19 - 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 20 – Parametri indipendenti e dipendenti spettro orizzontale allo SLV  $q=1.5$

GENERAL CONTRACTOR 	ALTA SORVEGLIANZA 			
	Progetto IN17	Lotto 12	Codifica EI2CLVI0904008	C

### 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 	ALTA SORVEGLIANZA 						
	<table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <tr> <td style="width: 25%;">Progetto</td> <td style="width: 25%;">Lotto</td> <td style="width: 50%;">Codifica</td> </tr> <tr> <td>IN17</td> <td>12</td> <td>EI2CLVI0904008</td> </tr> </table>	Progetto	Lotto	Codifica	IN17	12	EI2CLVI0904008
Progetto	Lotto	Codifica					
IN17	12	EI2CLVI0904008					
	C						

#### 6.8.4 Check analisi statica

<b>Direzione Longitudinale</b>			
massa treno per direzione long	Com Nmax	7059	kN
massa sismica treno per direzione long	treno	1412	kN
massa impalcato (G1 + G2)	Mimp	11425	kN
massa sismica portata sulla pila	Mimp t	12837	kN
1/5 della massa sismica sulla pila	1/5 Mimp t	2567	kN
massa pila	Mpul	1432	kN
massa pulvino	Mpila	1269	kN
massa efficace pila	Mpe	1746	kN
massa sismica totale da utilizzare dir. Long	Mtot long	14583	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	5992	kN
massa sismica treno per direzione long	treno	1198	kN
massa impalcato (G1 + G2)	Mimp	11425	kN
1/5 della massa sismica sulla pila	Mimp t	12623	kN
massa pila	Mpul	1432	kN
massa pulvino	Mpila	1269	kN
massa efficace pila	Mpe	1746	kN
massa sismica totale da utilizzare dir. Trasv	Mtot tras	14370	kN
<i>verifica requisito di norma</i>	$Mep < 1/5 Mimp$	<b>OK</b>	

GENERAL CONTRACTOR 	ALTA SORVEGLIANZA  GRUPPO FERROVIE DELLO STATO ITALIANE			
	Progetto IN17	Lotto 12	Codifica E12CLVI0904008	C

<b>Direzione Verticale</b>			
massa treno per direzione long	Com Mmax	5992	kN
massa sismica treno per direzione long	treno	1198	kN
massa impalcato (G1 + G2)	Mimp	11425	kN
1/5 della massa sismica sulla pila	Mimp t	12623	kN
massa pila	Mpul	1432	kN
massa pulvino	Mpila	1269	kN
massa efficace pila	Mpe	1746	kN
massa sismica totale da utilizzare dir. Vert	Mtot vert	14370	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	6.50	m
altezza plinto di fondazione	hf	0.00	m
altezza baggioli ed app. appoggio	hap	0.50	m
altezza equivalente sdof	He	7.00	m
rigidezza flessionale sdof in dir. Trasv	Ktra	5.87E+09	N/m
rigidezza flessionale sdof in dir. Long	Klong	3.25E+09	N/m
rigidezza assiale sdof in dir. Vert	Kvert	3.98E+10	N/m
periodo di vibrare sdof dir. Trasversale	Ttra	0.10	sec
periodo di vibrare sdof dir. Longitudinale	Tlong	0.13	sec
periodo di vibrare sdof dir. Verticale	Tvert	0.04	sec

GENERAL CONTRACTOR



ALTA SORVEGLIANZA



	Progetto IN17	Lotto 12	Codifica E12CLVI0904008	C
--	------------------	-------------	----------------------------	---

	SLV		SLD	
<b>Tabella Riassuntiva</b>	q=1.5	q=1	q=1	
accelerazione componente trasversale	0.43	0.59	0.27	g
accelerazione componente longitudinale	0.47	0.68	0.31	g
accelerazione componente verticale	0.30	0.30	0.08	g
Sforzo assiale	4264	4264	1114	kN
Taglio Sism testa pila direz. trasversale	6204	8533	3814	kN
Taglio Sism testa pila direz. longitudinale	6855	9946	4591	kN
Momento flessionale trasversale	57603	79230	35408	kN m
Momento flessionale longitudinale	47983	69622	32136	kN m

GENERAL CONTRACTOR 	ALTA SORVEGLIANZA 			
	Progetto IN17	Lotto 12	Codifica EI2CLVI0904008	C

## 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  $G_2$ .

GENERAL CONTRACTOR



ALTA SORVEGLIANZA



Progetto

Lotto

Codifica

IN17

12

E12CLVI0904008

C

		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.



Progetto

Lotto

Codifica

IN17

12

E12CLVI0904008

C

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

E12CLVI0904008

C

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 IN17	Lotto 12	Codifica E12CLVI0904008	C

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	Lotto	Codifica	
	IN17	12	E12CLVI0904008	C

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

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

<b>CARATTERISTICHE SOLLECITAZIONI IN TESTA</b>					
<b>PILA</b>					
combinazione	N	Tlong	Ttrasv	Mlong	Mtrasv
A1_SLU_gr1_Treno_1	24885	1722	1043	1311	7154
A1_SLU_gr2_Scarico_2	16857	140	1043	70	5272
A1_SLU_gr3_Fre/avv_3	24885	3014	522	1957	4518
A1_SLU_gr1+vento_5	25622	1859	1504	1768	11425
A1_SLU_gr2+vento_6	17594	278	1504	527	9543
A1_SLU_gr3+vento_7	25622	3152	982	2414	8789
A1_SLU_vento_gr1_9	17424	229	767	762	7118
A1_SLU_vento_gr2_10	17424	229	767	762	7118
A1_SLU_vento_gr3_11	17424	229	767	762	7118
A1_SLU_Scalz_gr1_13	21409	958	626	749	4293
A1_SLU_Scalz_gr2_14	16593	79	626	39	3163
A1_SLU_Scalz_gr3_15	21409	1733	313	1137	2711
<hr/>					
SLE_rar_gr1_Treno_1	17417	1090	719	855	4934
SLE_rar_gr2_Scarico_2	11881	66	719	33	3636
SLE_rar_gr3_Fre/avv_3	17417	1981	360	1301	3116
SLE_rar_gr1+vento_5	17908	1182	1026	1160	7781
SLE_rar_gr2+vento_6	12372	157	1026	338	6483

GENERAL CONTRACTOR 	ALTA SORVEGLIANZA  GRUPPO FERROVIE DELLO STATO ITALIANE			
	Progetto	Lotto	Codifica	
	IN17	12	E12CLVI0904008	
			C	

SLE_rar_gr3+vento_7	17908	2073	667	1606	5963
SLE_rar_vento_gr1_9	12244	153	512	508	4745
SLE_rar_vento_gr2_10	12244	153	512	508	4745
SLE_rar_vento_gr3_11	12244	153	512	508	4745

SLE_rar_gr4_Centrif_4	15020	1211	432	791	2960
SLE_rar_gr4+vento_8	15512	1302	739	1096	5807
SLE_rar_vento_gr4_12	12244	153	512	508	4745

SLE_qp_gr1+vento_33	11425	46	0	23	0
---------------------	-------	----	---	----	---

E_103x_SLV_q=1.5_45	13903	6104	1635	3114	5329
E_103y_SLV_q=1.5_46	13903	1880	5450	1002	17159
E_103z_SLV_q=1.5_47	16887	1880	1635	1002	5329
E_103x_SLD_q=1_54	12958	4111	1005	2117	3376
E_103y_SLD_q=1_55	12958	1282	3350	703	10647
E_103z_SLD_q=1_56	13738	1282	1005	703	3376

#### CARATTERISTICHE SOLLECITAZIONI IN TESTA PILA

combinazione	N	Tlong	Ttrasv	Mlong	Mtrasv
A1_SLU_gr1_Treno_57	21314	1593	1043	4797	6853
A1_SLU_gr2_Scarico_58	16857	140	1043	70	5272
A1_SLU_gr3_Fre/avv_59	21314	2885	522	5443	4217
A1_SLU_gr1+vento_61	22051	1731	1504	5254	11124
A1_SLU_gr2+vento_62	17594	278	1504	527	9543
A1_SLU_gr3+vento_63	22051	3023	982	5900	8488
A1_SLU_vento_gr1_65	17424	229	767	762	7118
A1_SLU_vento_gr2_66	17424	229	767	762	7118
A1_SLU_vento_gr3_67	17424	229	767	762	7118
A1_SLU_Scalz_gr1_69	19267	912	626	2856	4112
A1_SLU_Scalz_gr2_70	16593	79	626	39	3163
A1_SLU_Scalz_gr3_71	19267	1687	313	3244	2530

SLE_rar_gr1_Treno_57	14954	1031	719	3274	4726
SLE_rar_gr2_Scarico_58	11881	66	719	33	3636
SLE_rar_gr3_Fre/avv_59	14954	1922	360	3720	2908
SLE_rar_gr1+vento_61	15446	1122	1026	3579	7573
SLE_rar_gr2+vento_62	12372	157	1026	338	6483
SLE_rar_gr3+vento_63	15446	2014	667	4024	5755

GENERAL CONTRACTOR  <b>IRICAV2</b>	ALTA SORVEGLIANZA  <b>ITALFERR</b> GRUPPO FERROVIE DELLO STATO ITALIANE				
	Progetto IN17	Lotto 12	Codifica E12CLVI0904008		C

SLE_rar_vento_gr1_65	12244	153	512	508	4745
SLE_rar_vento_gr2_66	12244	153	512	508	4745
SLE_rar_vento_gr3_67	12244	153	512	508	4745

SLE_rar_gr4_Centrif_60	13543	1175	432	2243	2836
SLE_rar_gr4+vento_64	14034	1267	739	2548	5683
SLE_rar_vento_gr4_68	12244	153	512	508	4745

SLE_qp_gr1+vento_89	11425	46	0	23	0
---------------------	-------	----	---	----	---

E_103x_SLV_q=1.5_101	13410	6094	1635	3599	5288
E_103y_SLV_q=1.5_102	13410	1870	5450	1487	17117
E_103z_SLV_q=1.5_103	16395	1870	1635	1487	5288
E_103x_SLD_q=1_110	12465	4101	1005	2602	3334
E_103y_SLD_q=1_111	12465	1272	3350	1188	10606
E_103z_SLD_q=1_112	13245	1272	1005	1188	3334

#### CARATTERISTICHE SOLLECITAZIONI IN TESTA PILA

combinazione	N	Tlong	Ttrasv	Mlong	Mtrasv
A1_SLU_gr1_Treno_113	20782	1574	1043	1085	15361
A1_SLU_gr2_Scarico_114	16857	140	1043	70	5272
A1_SLU_gr3_Fre/avv_115	20782	2866	522	1732	12724
A1_SLU_gr1+vento_117	21519	1711	1504	1542	19631
A1_SLU_gr2+vento_118	17594	278	1504	527	9543
A1_SLU_gr3+vento_119	21519	3004	982	2189	16995
A1_SLU_vento_gr1_121	17424	229	767	762	7118
A1_SLU_vento_gr2_122	17424	229	767	762	7118
A1_SLU_vento_gr3_123	17424	229	767	762	7118
A1_SLU_Scalz_gr1_125	18948	905	626	631	9216
A1_SLU_Scalz_gr2_126	16593	79	626	39	3163
A1_SLU_Scalz_gr3_127	18948	1680	313	1019	7635

SLE_rar_gr1_Treno_113	14587	1022	719	717	10593
SLE_rar_gr2_Scarico_114	11881	66	719	33	3636
SLE_rar_gr3_Fre/avv_115	14587	1913	360	1162	8775
SLE_rar_gr1+vento_117	15079	1114	1026	1022	13440
SLE_rar_gr2+vento_118	12372	157	1026	338	6483
SLE_rar_gr3+vento_119	15079	2005	667	1467	11622
SLE_rar_vento_gr1_121	12244	153	512	508	4745

GENERAL CONTRACTOR  <b>IRICAV2</b>	ALTA SORVEGLIANZA  <b>ITALFERR</b> GRUPPO FERROVIE DELLO STATO ITALIANE			
	Progetto IN17	Lotto 12	Codifica E12CLVI0904008	C

SLE_rar_vento_gr2_122	12244	153	512	508	4745
SLE_rar_vento_gr3_123	12244	153	512	508	4745
SLE_rar_gr4_Centrif_116	13322	1170	432	708	6356
SLE_rar_gr4+vento_120	13814	1262	739	1013	9203
SLE_rar_vento_gr4_124	12244	153	512	508	4745
SLE_qp_gr1+vento_145	11425	46	0	23	0
E_103x_SLV_q=1.5_157	13337	6092	1635	3087	6461
E_103y_SLV_q=1.5_158	13337	1869	5450	975	18291
E_103z_SLV_q=1.5_159	16321	1869	1635	975	6461
E_103x_SLD_q=1_166	12392	4099	1005	2091	4508
E_103y_SLD_q=1_167	12392	1271	3350	677	11779
E_103z_SLD_q=1_168	13172	1271	1005	677	4508

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

<b>CARATTERISTICHE SOLLECITAZIONI BASE PILA</b>					
combinazione	N	Tlong	Ttrasv	Mlong	Mtrasv
A1_SLU_gr1_Treno_1	28531	1722	1043	12502	13935
A1_SLU_gr2_Scarico_2	20503	140	1043	983	12053
A1_SLU_gr3_Fre/avv_3	28531	3014	522	21548	7909
A1_SLU_gr1+vento_5	29268	1859	1504	13853	21199
A1_SLU_gr2+vento_6	21240	278	1504	2334	19317
A1_SLU_gr3+vento_7	29268	3152	982	22899	15172
A1_SLU_vento_gr1_9	21070	229	767	2251	12106
A1_SLU_vento_gr2_10	21070	229	767	2251	12106
A1_SLU_vento_gr3_11	21070	229	767	2251	12106
A1_SLU_Scalz_gr1_13	25055	958	626	6976	8361
A1_SLU_Scalz_gr2_14	20239	79	626	550	7232
A1_SLU_Scalz_gr3_15	25055	1733	313	12403	4745
SLE_rar_gr1_Treno_1	20118	1090	719	7940	9611
SLE_rar_gr2_Scarico_2	14582	66	719	460	8313

GENERAL CONTRACTOR  <b>IRICAV2</b>	ALTA SORVEGLIANZA  <b>ITALFERR</b> GRUPPO FERROVIE DELLO STATO ITALIANE			
	Progetto IN17	Lotto 12	Codifica E12CLVI0904008	C

SLE_rar_gr3_Fre/avv_3	20118	1981	360	14178	5454
SLE_rar_gr1+vento_5	20609	1182	1026	8840	14453
SLE_rar_gr2+vento_6	15073	157	1026	1361	13155
SLE_rar_gr3+vento_7	20609	2073	667	15079	10297
SLE_rar_vento_gr1_9	14944	153	512	1501	8071
SLE_rar_vento_gr2_10	14944	153	512	1501	8071
SLE_rar_vento_gr3_11	14944	153	512	1501	8071

SLE_rar_gr4_Centrif_4	17721	1211	432	8661	5766
SLE_rar_gr4+vento_8	18212	1302	739	9561	10609
SLE_rar_vento_gr4_12	14944	153	512	1501	8071

SLE_qp_gr1+vento_33	14126	46	0	320	0
---------------------	-------	----	---	-----	---

E_103x_SLV_q=1.5_45	16603	6924	1861	48080	17540
E_103y_SLV_q=1.5_46	16603	2126	6204	14492	57862
E_103z_SLV_q=1.5_47	19588	2126	1861	14492	17540
E_103x_SLD_q=1_54	15658	4661	1144	32233	10882
E_103y_SLD_q=1_55	15658	1447	3814	9738	35668
E_103z_SLD_q=1_56	16438	1447	1144	9738	10882

<b>CARATTERISTICHE SOLLECITAZIONI BASE PILA</b>					
---	--	--	--	--	--

combinazione	N	Tlong	Ttrasv	Mlong	Mtrasv
A1_SLU_gr1_Treno_57	24960	1593	1043	15152	13634
A1_SLU_gr2_Scarico_58	20503	140	1043	983	12053
A1_SLU_gr3_Fre/avv_59	24960	2885	522	24199	7607
A1_SLU_gr1+vento_61	25697	1731	1504	16503	20898
A1_SLU_gr2+vento_62	21240	278	1504	2334	19317
A1_SLU_gr3+vento_63	25697	3023	982	25549	14871
A1_SLU_vento_gr1_65	21070	229	767	2251	12106
A1_SLU_vento_gr2_66	21070	229	767	2251	12106
A1_SLU_vento_gr3_67	21070	229	767	2251	12106
A1_SLU_Scalz_gr1_69	22913	912	626	8782	8180
A1_SLU_Scalz_gr2_70	20239	79	626	550	7232
A1_SLU_Scalz_gr3_71	22913	1687	313	14210	4564

SLE_rar_gr1_Treno_57	17655	1031	719	9974	9403
SLE_rar_gr2_Scarico_58	14582	66	719	460	8313
SLE_rar_gr3_Fre/avv_59	17655	1922	360	16213	5247

GENERAL CONTRACTOR  <b>IRICAV2</b>	ALTA SORVEGLIANZA  <b>ITALFERR</b> GRUPPO FERROVIE DELLO STATO ITALIANE			
	Progetto IN17	Lotto 12	Codifica E12CLVI0904008	C

SLE_rar_gr1+vento_61	18146	1122	1026	10875	14245
SLE_rar_gr2+vento_62	15073	157	1026	1361	13155
SLE_rar_gr3+vento_63	18146	2014	667	17114	10089
SLE_rar_vento_gr1_65	14944	153	512	1501	8071
SLE_rar_vento_gr2_66	14944	153	512	1501	8071
SLE_rar_vento_gr3_67	14944	153	512	1501	8071

SLE_rar_gr4_Centrif_60	16243	1175	432	9881	5642
SLE_rar_gr4+vento_64	16734	1267	739	10782	10484
SLE_rar_vento_gr4_68	14944	153	512	1501	8071

SLE_qp_gr1+vento_89	14126	46	0	320	0
---------------------	-------	----	---	-----	---

E_103x_SLV_q=1.5_101	16111	6915	1861	48565	17499
E_103y_SLV_q=1.5_102	16111	2116	6204	14977	57821
E_103z_SLV_q=1.5_103	19095	2116	1861	14977	17499
E_103x_SLD_q=1_110	15166	4651	1144	32718	10840
E_103y_SLD_q=1_111	15166	1437	3814	10222	35626
E_103z_SLD_q=1_112	15946	1437	1144	10222	10840

### CARATTERISTICHE SOLLECITAZIONI BASE PILA

combinazione	N	Tlong	Ttrasv	Mlong	Mtrasv
A1_SLU_gr1_Treno_113	24428	1574	1043	11317	22142
A1_SLU_gr2_Scarico_114	20503	140	1043	983	12053
A1_SLU_gr3_Fre/avv_115	24428	2866	522	20363	16115
A1_SLU_gr1+vento_117	25164	1711	1504	12667	29405
A1_SLU_gr2+vento_118	21240	278	1504	2334	19317
A1_SLU_gr3+vento_119	25164	3004	982	21713	23378
A1_SLU_vento_gr1_121	21070	229	767	2251	12106
A1_SLU_vento_gr2_122	21070	229	767	2251	12106
A1_SLU_vento_gr3_123	21070	229	767	2251	12106
A1_SLU_Scalz_gr1_125	22593	905	626	6513	13285
A1_SLU_Scalz_gr2_126	20239	79	626	550	7232
A1_SLU_Scalz_gr3_127	22593	1680	313	11940	9669

SLE_rar_gr1_Treno_113	17288	1022	719	7360	15270
SLE_rar_gr2_Scarico_114	14582	66	719	460	8313
SLE_rar_gr3_Fre/avv_115	17288	1913	360	13599	11114
SLE_rar_gr1+vento_117	17779	1114	1026	8260	20112

GENERAL CONTRACTOR  <b>IRICAV2</b>	ALTA SORVEGLIANZA  <b>ITALFERR</b> GRUPPO FERROVIE DELLO STATO ITALIANE			
	Progetto IN17	Lotto 12	Codifica E12CLVI0904008	C

SLE_rar_gr2+vento_118	15073	157	1026	1361	13155
SLE_rar_gr3+vento_119	17779	2005	667	14499	15956
SLE_rar_vento_gr1_121	14944	153	512	1501	8071
SLE_rar_vento_gr2_122	14944	153	512	1501	8071
SLE_rar_vento_gr3_123	14944	153	512	1501	8071
SLE_rar_gr4_Centrif_116	16023	1170	432	8313	9162
SLE_rar_gr4+vento_120	16514	1262	739	9213	14004
SLE_rar_vento_gr4_124	14944	153	512	1501	8071
SLE_qp_gr1+vento_145	14126	46	0	320	0
E_103x_SLV_q=1.5_157	16037	6913	1861	48053	18672
E_103y_SLV_q=1.5_158	16037	2115	6204	14465	58994
E_103z_SLV_q=1.5_159	19022	2115	1861	14465	18672
E_103x_SLD_q=1_166	15092	4649	1144	32206	12014
E_103y_SLD_q=1_167	15092	1436	3814	9711	36799
E_103z_SLD_q=1_168	15872	1436	1144	9711	12014

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

<b>CARATTERISTICHE SOLLECITAZIONI BASE FONDAZIONE</b>					
combinazione	N	Tlong	Ttrasv	Mlong	Mtrasv
A1_SLU_gr1_Treno_1	39741	1722	1043	15945	16022
A1_SLU_gr2_Scarico_2	31714	140	1043	1264	14140
A1_SLU_gr3_Fre/avv_3	39741	3014	522	27576	8952
A1_SLU_gr1+vento_5	40478	1859	1504	17571	24206
A1_SLU_gr2+vento_6	32451	278	1504	2889	22324
A1_SLU_gr3+vento_7	40478	3152	982	29202	17136
A1_SLU_vento_gr1_9	32281	229	767	2709	13641
A1_SLU_vento_gr2_10	32281	229	767	2709	13641
A1_SLU_vento_gr3_11	32281	229	767	2709	13641
A1_SLU_Scalz_gr1_13	33803	958	626	8892	9613
A1_SLU_Scalz_gr2_14	28987	79	626	707	8484
A1_SLU_Scalz_gr3_15	33803	1733	313	15870	5371
SLE_rar_gr1_Treno_1	28422	1090	719	10119	11050

GENERAL CONTRACTOR  <b>IRICAV2</b>	ALTA SORVEGLIANZA  <b>ITALFERR</b> GRUPPO FERROVIE DELLO STATO ITALIANE			
	Progetto IN17	Lotto 12	Codifica E12CLVI0904008	C

SLE_rar_gr2_Scarico_2	22886	66	719	592	9752
SLE_rar_gr3_Fre/avv_3	28422	1981	360	18141	6174
SLE_rar_gr1+vento_5	28913	1182	1026	11203	16506
SLE_rar_gr2+vento_6	23377	157	1026	1676	15208
SLE_rar_gr3+vento_7	28913	2073	667	19224	11630
SLE_rar_vento_gr1_9	23248	153	512	1806	9094
SLE_rar_vento_gr2_10	23248	153	512	1806	9094
SLE_rar_vento_gr3_11	23248	153	512	1806	9094

SLE_rar_gr4_Centrif_4	0	0	26025	1211	432
SLE_rar_gr4+vento_8	0	0	26516	1302	739
SLE_rar_vento_gr4_12	0	0	23248	153	512

SLE_qp_gr1+vento_33	22430	46	0	411	0
---------------------	-------	----	---	-----	---

E_103x_SLV_q=1.5_45	25263	8915	2459	63920	21860
E_103y_SLV_q=1.5_46	25263	2723	8195	19341	72261
E_103z_SLV_q=1.5_47	29078	2723	2459	19341	21860
E_103x_SLD_q=1_54	24055	5548	1410	42441	13436
E_103y_SLD_q=1_55	24055	1713	4701	12898	44182
E_103z_SLD_q=1_56	25051	1713	1410	12898	13436

#### CARATTERISTICHE SOLLECITAZIONI BASE FONDAZIONE

combinazione	N	Tlong	Ttrasv	Mlong	Mtrasv
A1_SLU_gr1_Treno_57	36170	1593	1043	18339	15721
A1_SLU_gr2_Scarico_58	31714	140	1043	1264	14140
A1_SLU_gr3_Fre/avv_59	36170	2885	522	29969	8651
A1_SLU_gr1+vento_61	36907	1731	1504	19964	23905
A1_SLU_gr2+vento_62	32451	278	1504	2889	22324
A1_SLU_gr3+vento_63	36907	3023	982	31595	16835
A1_SLU_vento_gr1_65	32281	229	767	2709	13641
A1_SLU_vento_gr2_66	32281	229	767	2709	13641
A1_SLU_vento_gr3_67	32281	229	767	2709	13641
A1_SLU_Scalz_gr1_69	31661	912	626	10605	9432
A1_SLU_Scalz_gr2_70	28987	79	626	707	8484
A1_SLU_Scalz_gr3_71	31661	1687	313	17584	5190

SLE_rar_gr1_Treno_57	25959	1031	719	12036	10842
SLE_rar_gr2_Scarico_58	22886	66	719	592	9752

GENERAL CONTRACTOR  <b>IRICAV2</b>	ALTA SORVEGLIANZA  <b>ITALFERR</b> GRUPPO FERROVIE DELLO STATO ITALIANE			
	Progetto IN17	Lotto 12	Codifica E12CLVI0904008	C

SLE_rar_gr3_Fre/avv_59	25959	1922	360	20057	5966
SLE_rar_gr1+vento_61	26450	1122	1026	13120	16298
SLE_rar_gr2+vento_62	23377	157	1026	1676	15208
SLE_rar_gr3+vento_63	26450	2014	667	21141	11422
SLE_rar_vento_gr1_65	23248	153	512	1806	9094
SLE_rar_vento_gr2_66	23248	153	512	1806	9094
SLE_rar_vento_gr3_67	23248	153	512	1806	9094

SLE_rar_gr4_Centrif_60	24547	1175	432	12232	6505
SLE_rar_gr4+vento_64	25038	1267	739	13315	11961
SLE_rar_vento_gr4_68	23248	153	512	1806	9094

SLE_qp_gr1+vento_89	22430	46	0	411	0
---------------------	-------	----	---	-----	---

E_103x_SLV_q=1.5_101	24771	8906	2459	64385	21819
E_103y_SLV_q=1.5_102	24771	2714	8195	19806	72220
E_103z_SLV_q=1.5_103	28586	2714	2459	19806	21819
E_103x_SLD_q=1_110	23562	5538	1410	42906	13395
E_103y_SLD_q=1_111	23562	1703	4701	13363	44140
E_103z_SLD_q=1_112	24559	1703	1410	13363	13395

### CARATTERISTICHE SOLLECITAZIONI BASE FONDAZIONE

combinazione	N	Tlong	Ttrasv	Mlong	Mtrasv
A1_SLU_gr1_Treno_113	35638	1574	1043	14465	24228
A1_SLU_gr2_Scarico_114	31714	140	1043	1264	14140
A1_SLU_gr3_Fre/avv_115	35638	2866	522	26095	17158
A1_SLU_gr1+vento_117	36375	1711	1504	16090	32412
A1_SLU_gr2+vento_118	32451	278	1504	2889	22324
A1_SLU_gr3+vento_119	36375	3004	982	27721	25343
A1_SLU_vento_gr1_121	32281	229	767	2709	13641
A1_SLU_vento_gr2_122	32281	229	767	2709	13641
A1_SLU_vento_gr3_123	32281	229	767	2709	13641
A1_SLU_Scalz_gr1_125	31341	905	626	8322	14537
A1_SLU_Scalz_gr2_126	28987	79	626	707	8484
A1_SLU_Scalz_gr3_127	31341	1680	313	15301	10295

SLE_rar_gr1_Treno_113	25592	1022	719	9404	16709
SLE_rar_gr2_Scarico_114	22886	66	719	592	9752
SLE_rar_gr3_Fre/avv_115	25592	1913	360	17425	11833

GENERAL CONTRACTOR		ALTA SORVEGLIANZA			
					
		Progetto	Lotto	Codifica	
		IN17	12	EI2CLVI0904008	C

SLE_rar_gr1+vento_117	26083	1114	1026	10487	22165
SLE_rar_gr2+vento_118	23377	157	1026	1676	15208
SLE_rar_gr3+vento_119	26083	2005	667	18509	17290
SLE_rar_vento_gr1_121	23248	153	512	1806	9094
SLE_rar_vento_gr2_122	23248	153	512	1806	9094
SLE_rar_vento_gr3_123	23248	153	512	1806	9094

SLE_rar_gr4_Centrif_116	24327	1170	432	10652	10025
SLE_rar_gr4+vento_120	24818	1262	739	11736	15482
SLE_rar_vento_gr4_124	23248	153	512	1806	9094

SLE_qp_gr1+vento_145	22430	46	0	411	0
----------------------	-------	----	---	-----	---

E_103x_SLV_q=1.5_157	24697	8904	2459	63871	22992
E_103y_SLV_q=1.5_158	24697	2712	8195	19292	73393
E_103z_SLV_q=1.5_159	28512	2712	2459	19292	22992
E_103x_SLD_q=1_166	23489	5536	1410	42392	14568
E_103y_SLD_q=1_167	23489	1702	4701	12848	45314
E_103z_SLD_q=1_168	24485	1702	1410	12848	14568

GENERAL CONTRACTOR 	ALTA SORVEGLIANZA 		
	Progetto IN17	Lotto 12	Codifica E12CLVI0904008 C

## 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.

elemento	arm. flessionale	staffe	c.f
fusto	344 $\Phi$ 16 interasse 20 cm <sup>(1)</sup>	$\Phi$ 16/15 <sup>(2)</sup>	7.6 cm

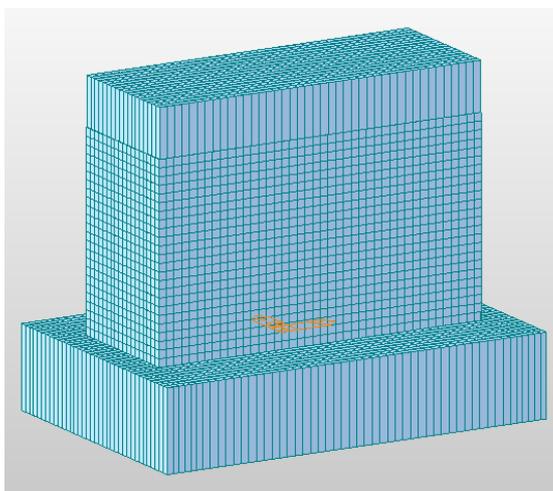
<sup>(1)</sup> è riferito alla corona esterna di armatura mentre, l'interasse della corona interna è funzione dell'allineamento con quella esterna. È comunque rispettato l'iterasse minimo.

<sup>(2)</sup> Per le pile di altezza del fusto pari a 6m sono presenti due bracci aggiuntivi  $\Phi$ 16/15 sul setto centrale.

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 	ALTA SORVEGLIANZA 			
	Progetto IN17	Lotto 12	Codifica E12CLVI0904008	C

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.

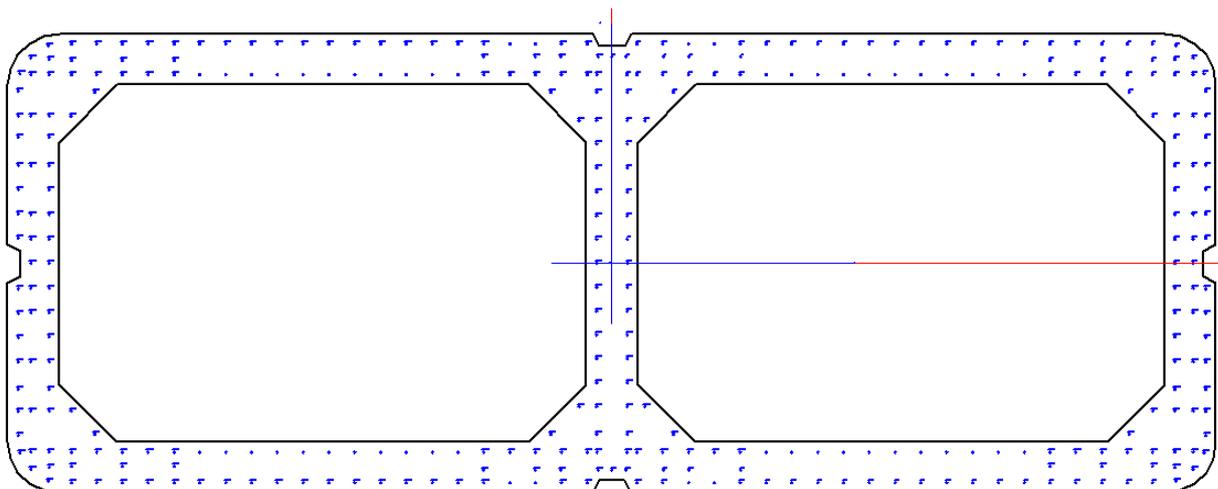


Figura 21 - Sezione implementata in RC-SEC

GENERAL CONTRACTOR  <b>IRICAV2</b>	ALTA SORVEGLIANZA  <b>ITALFERR</b> GRUPPO FERROVIE DELLO STATO ITALIANE			
	Progetto	Lotto	Codifica	
	IN17	12	E12CLVI0904008	C

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	-460.0	10.0
2	-470.0	15.0
3	-470.0	140.0
4	-468.0	152.4
5	-462.4	163.5
6	-453.5	172.4
7	-442.4	178.0
8	-430.0	180.0
9	-15.0	180.0
10	-10.0	170.0
11	10.0	170.0
12	15.0	180.0
13	430.0	180.0

GENERAL CONTRACTOR



ALTA SORVEGLIANZA



Progetto

Lotto

Codifica

IN17

12

EI2CLVI0904008

C

14	442.4	178.0
15	453.5	172.4
16	462.4	163.5
17	468.0	152.4
18	470.0	140.0
19	470.0	15.0
20	460.0	10.0
21	460.0	-10.0
22	470.0	-15.0
23	470.0	-140.0
24	468.0	-152.4
25	462.4	-163.5
26	453.5	-172.4
27	442.4	-178.0
28	430.0	-180.0
29	15.0	-180.0
30	10.0	-170.0
31	-10.0	-170.0
32	-15.0	-180.0
33	-430.0	-180.0
34	-442.4	-178.0
35	-453.5	-172.4
36	-462.4	-163.5
37	-468.0	-152.4
38	-470.0	-140.0
39	-470.0	-15.0
40	-460.0	-10.0

**DOMINIO N° 2**

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

N°vertice:	X [cm]	Y [cm]
1	385.0	140.0
2	430.0	95.0
3	430.0	-95.0
4	385.0	-140.0
5	65.0	-140.0
6	20.0	-95.0
7	20.0	95.0
8	65.0	140.0

**DOMINIO N° 3**

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

N°vertice:	X [cm]	Y [cm]
1	-65.0	140.0
2	-20.0	95.0
3	-20.0	-95.0
4	-65.0	-140.0
5	-385.0	-140.0
6	-430.0	-95.0
7	-430.0	95.0
8	-385.0	140.0

**DATI BARRE ISOLATE**

GENERAL CONTRACTOR



ALTA SORVEGLIANZA



Progetto

Lotto

Codifica

IN17

12

EI2CLVI0904008

C

N°Barra	X [cm]	Y [cm]	DiamØ[mm]
1	452.0	-161.2	14.0
2	438.5	-169.9	14.0
3	460.0	-148.5	14.0
4	-452.0	-161.2	14.0
5	-438.5	-169.9	14.0
6	-460.0	-148.5	14.0
7	452.0	161.2	14.0
8	438.5	169.9	14.0
9	460.0	148.5	14.0
10	461.6	-20.2	14.0
11	461.6	20.2	14.0
12	-461.6	20.2	14.0
13	-461.6	-20.2	14.0
14	20.2	-171.6	14.0
15	-20.2	-171.6	14.0
16	20.2	171.6	14.0
17	-25.4	112.3	14.0
18	-47.4	134.3	14.0
19	-424.6	112.3	14.0
20	-402.6	134.3	14.0
21	-424.6	-112.3	14.0
22	-402.6	-134.3	14.0
23	424.6	112.3	14.0
24	402.6	134.3	14.0
25	25.4	112.3	14.0
26	47.4	134.3	14.0
27	424.6	-112.3	14.0
28	402.6	-134.3	14.0
29	25.4	-112.3	14.0
30	47.4	-134.3	14.0
31	-340.7	-159.1	14.0
32	-380.9	-159.1	14.0
33	-420.3	-159.1	14.0
34	-438.4	-159.9	14.0
35	-438.4	-115.5	14.0
36	-452.0	-115.5	14.0
37	-461.6	-115.6	14.0
38	-438.4	-98.8	14.0
39	-461.6	-98.8	14.0
40	-461.6	-135.0	14.0
41	-438.4	-148.2	14.0
42	-461.6	-39.0	14.0
43	-461.6	-58.0	14.0
44	-461.6	-77.0	14.0
45	-452.0	-148.2	14.0
46	-452.0	-76.8	14.0
47	-451.6	-38.4	14.0
48	-451.6	-19.2	14.0
49	-438.4	-76.8	14.0
50	-438.4	-57.6	14.0
51	-438.4	-38.4	14.0
52	-438.4	-19.2	14.0
53	-11.4	-148.4	14.0
54	-25.4	-112.3	14.0
55	-47.4	-134.3	14.0
56	-11.6	-134.0	14.0

GENERAL CONTRACTOR



ALTA SORVEGLIANZA



	Progetto	Lotto	Codifica	
	IN17	12	EI2CLVI0904008	C

57	-11.6	-112.1	14.0
58	-11.6	-93.5	14.0
59	-11.6	-74.8	14.0
60	-11.6	-56.1	14.0
61	-11.6	-37.4	14.0
62	-19.3	-148.4	14.0
63	-39.4	-148.4	14.0
64	-59.5	-148.4	14.0
65	-79.6	-148.4	14.0
66	-99.7	-148.4	14.0
67	-340.7	-148.4	14.0
68	-360.8	-148.4	14.0
69	-380.9	-148.4	14.0
70	-401.0	-148.4	14.0
71	-420.3	-148.4	14.0
72	-39.4	-171.6	14.0
73	-99.7	-171.6	14.0
74	-119.8	-171.6	14.0
75	-139.8	-171.6	14.0
76	-159.9	-171.6	14.0
77	-180.0	-171.6	14.0
78	-200.1	-171.6	14.0
79	-220.2	-171.6	14.0
80	-240.3	-171.6	14.0
81	-260.4	-171.6	14.0
82	-280.5	-171.6	14.0
83	-300.5	-171.6	14.0
84	-320.6	-171.6	14.0
85	-340.7	-171.6	14.0
86	-360.8	-171.6	14.0
87	-380.9	-171.6	14.0
88	-401.0	-171.6	14.0
89	-420.3	-171.6	14.0
90	-99.9	-161.6	14.0
91	-59.9	-161.6	14.0
92	-40.0	-161.6	14.0
93	-11.0	-161.6	14.0
94	-11.6	-18.7	14.0
95	-340.7	159.1	14.0
96	-380.9	159.1	14.0
97	-420.3	159.1	14.0
98	-438.4	159.9	14.0
99	-452.0	161.2	14.0
100	-438.5	169.9	14.0
101	-460.0	148.5	14.0
102	-438.4	115.5	14.0
103	-451.6	115.5	14.0
104	-461.6	115.6	14.0
105	-438.4	98.8	14.0
106	-461.6	98.8	14.0
107	-461.6	135.0	14.0
108	-438.4	148.2	14.0
109	-461.6	39.0	14.0
110	-461.6	58.0	14.0
111	-461.6	77.0	14.0
112	-452.0	148.2	14.0
113	-451.6	76.8	14.0
114	-451.6	38.4	14.0
115	-451.6	19.2	14.0

GENERAL CONTRACTOR



ALTA SORVEGLIANZA



	Progetto	Lotto	Codifica	
	IN17	12	EI2CLVI0904008	C

116	-451.6	0.0	14.0
117	-438.4	76.8	14.0
118	-438.4	57.6	14.0
119	-438.4	38.4	14.0
120	-438.4	19.2	14.0
121	-438.4	0.0	14.0
122	-11.4	148.4	14.0
123	-11.6	134.0	14.0
124	-11.6	112.1	14.0
125	-11.6	93.5	14.0
126	-11.6	74.8	14.0
127	-11.6	56.1	14.0
128	-11.6	37.4	14.0
129	-11.6	0.0	14.0
130	-19.3	148.4	14.0
131	-39.4	148.4	14.0
132	-59.5	148.4	14.0
133	-79.6	148.4	14.0
134	-99.7	148.4	14.0
135	-340.7	148.4	14.0
136	-360.8	148.4	14.0
137	-380.9	148.4	14.0
138	-401.0	148.4	14.0
139	-420.3	148.4	14.0
140	-20.2	171.6	14.0
141	-39.4	171.6	14.0
142	-99.7	171.6	14.0
143	-119.8	171.6	14.0
144	-139.8	171.6	14.0
145	-159.9	171.6	14.0
146	-180.0	171.6	14.0
147	-200.1	171.6	14.0
148	-220.2	171.6	14.0
149	-240.3	171.6	14.0
150	-260.4	171.6	14.0
151	-280.5	171.6	14.0
152	-300.5	171.6	14.0
153	-320.6	171.6	14.0
154	-340.7	171.6	14.0
155	-360.8	171.6	14.0
156	-380.9	171.6	14.0
157	-401.0	171.6	14.0
158	-420.3	171.6	14.0
159	-99.9	161.6	14.0
160	-59.9	161.6	14.0
161	-40.0	161.6	14.0
162	-11.0	161.6	14.0
163	-11.6	18.7	14.0
164	340.7	-159.1	14.0
165	380.9	-159.1	14.0
166	420.3	-159.1	14.0
167	438.4	-159.9	14.0
168	438.4	-115.5	14.0
169	451.6	-115.5	14.0
170	461.6	-115.6	14.0
171	438.4	-98.8	14.0
172	461.6	-98.8	14.0
173	461.6	-135.0	14.0
174	438.4	-148.2	14.0

GENERAL CONTRACTOR



ALTA SORVEGLIANZA



	Progetto	Lotto	Codifica	
	IN17	12	EI2CLVI0904008	C

175	461.6	-39.0	14.0
176	461.6	-58.0	14.0
177	461.6	-77.0	14.0
178	452.0	-148.2	14.0
179	451.6	-76.8	14.0
180	451.6	-38.4	14.0
181	451.6	-19.2	14.0
182	438.4	-76.8	14.0
183	438.4	-57.6	14.0
184	438.4	-38.4	14.0
185	438.4	-19.2	14.0
186	11.4	-148.4	14.0
187	11.6	-134.0	14.0
188	11.6	-112.1	14.0
189	11.6	-93.5	14.0
190	11.6	-74.8	14.0
191	11.6	-56.1	14.0
192	11.6	-37.4	14.0
193	19.3	-148.4	14.0
194	39.4	-148.4	14.0
195	59.5	-148.4	14.0
196	79.6	-148.4	14.0
197	99.7	-148.4	14.0
198	340.7	-148.4	14.0
199	360.8	-148.4	14.0
200	380.9	-148.4	14.0
201	401.0	-148.4	14.0
202	420.3	-148.4	14.0
203	39.4	-171.6	14.0
204	99.7	-171.6	14.0
205	119.8	-171.6	14.0
206	139.8	-171.6	14.0
207	159.9	-171.6	14.0
208	180.0	-171.6	14.0
209	200.1	-171.6	14.0
210	220.2	-171.6	14.0
211	240.3	-171.6	14.0
212	260.4	-171.6	14.0
213	280.5	-171.6	14.0
214	300.5	-171.6	14.0
215	320.6	-171.6	14.0
216	340.7	-171.6	14.0
217	360.8	-171.6	14.0
218	380.9	-171.6	14.0
219	401.0	-171.6	14.0
220	420.3	-171.6	14.0
221	99.9	-161.6	14.0
222	59.9	-161.6	14.0
223	40.0	-161.6	14.0
224	11.0	-161.6	14.0
225	0.0	-161.6	14.0
226	11.6	-18.7	14.0
227	340.7	159.1	14.0
228	380.9	159.1	14.0
229	420.3	159.1	14.0
230	438.4	159.9	14.0
231	438.4	115.5	14.0
232	451.6	115.5	14.0
233	461.6	115.6	14.0

GENERAL CONTRACTOR



ALTA SORVEGLIANZA



	Progetto	Lotto	Codifica	
	IN17	12	EI2CLVI0904008	C

234	438.4	98.8	14.0
235	461.6	98.8	14.0
236	461.6	135.0	14.0
237	438.4	148.2	14.0
238	461.6	39.0	14.0
239	461.6	58.0	14.0
240	461.6	77.0	14.0
241	452.0	148.2	14.0
242	451.6	76.8	14.0
243	451.6	38.4	14.0
244	451.6	19.2	14.0
245	451.6	0.0	14.0
246	438.4	76.8	14.0
247	438.4	57.6	14.0
248	438.4	38.4	14.0
249	438.4	19.2	14.0
250	438.4	0.0	14.0
251	11.4	148.4	14.0
252	11.6	134.0	14.0
253	11.6	112.1	14.0
254	11.6	93.5	14.0
255	11.6	74.8	14.0
256	11.6	56.1	14.0
257	11.6	37.4	14.0
258	11.6	0.0	14.0
259	19.3	148.4	14.0
260	39.4	148.4	14.0
261	59.5	148.4	14.0
262	79.6	148.4	14.0
263	99.7	148.4	14.0
264	340.7	148.4	14.0
265	360.8	148.4	14.0
266	380.9	148.4	14.0
267	401.0	148.4	14.0
268	420.3	148.4	14.0
269	39.4	171.6	14.0
270	99.7	171.6	14.0
271	119.8	171.6	14.0
272	139.8	171.6	14.0
273	159.9	171.6	14.0
274	180.0	171.6	14.0
275	200.1	171.6	14.0
276	220.2	171.6	14.0
277	240.3	171.6	14.0
278	260.4	171.6	14.0
279	280.5	171.6	14.0
280	300.5	171.6	14.0
281	320.6	171.6	14.0
282	340.7	171.6	14.0
283	360.8	171.6	14.0
284	380.9	171.6	14.0
285	401.0	171.6	14.0
286	420.3	171.6	14.0
287	99.9	161.6	14.0
288	59.9	161.6	14.0
289	40.0	161.6	14.0
290	11.0	161.6	14.0
291	0.0	161.6	14.0
292	11.6	18.7	14.0

<p>GENERAL CONTRACTOR</p> 	<p>ALTA SORVEGLIANZA</p> 								
	<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>EI2CLVI0904008</td> <td>C</td> </tr> </table>	Progetto	Lotto	Codifica		IN17	12	EI2CLVI0904008	C
Progetto	Lotto	Codifica							
IN17	12	EI2CLVI0904008	C						

### 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	135	134	11	14
2	263	264	11	14
3	67	66	11	14
4	197	198	11	14
5	142	141	2	14
6	269	270	2	14
7	73	72	2	14
8	203	204	2	14

### 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	28530.69	12501.96	13935.40	0.00	0.00
2	20503.24	982.91	12053.32	0.00	0.00
3	28530.69	21548.15	7908.74	0.00	0.00
4	29267.57	13852.58	21198.93	0.00	0.00
5	21240.12	2333.53	19316.85	0.00	0.00
6	29267.57	22898.77	15172.27	0.00	0.00
7	21070.17	2251.03	12105.89	0.00	0.00
8	21070.17	2251.03	12105.89	0.00	0.00
9	21070.17	2251.03	12105.89	0.00	0.00
10	25055.23	6975.69	8361.24	0.00	0.00
11	20238.76	549.76	7231.99	0.00	0.00
12	25055.23	12403.40	4745.24	0.00	0.00
13	24959.67	15152.34	13634.15	0.00	0.00
14	20503.24	982.91	12053.32	0.00	0.00
15	24959.67	24198.53	7607.49	0.00	0.00
16	25696.54	16502.96	20897.69	0.00	0.00
17	21240.12	2333.53	19316.85	0.00	0.00
18	25696.54	25549.15	14871.03	0.00	0.00
19	21070.17	2251.03	12105.89	0.00	0.00
20	21070.17	2251.03	12105.89	0.00	0.00
21	21070.17	2251.03	12105.89	0.00	0.00
22	22912.62	8781.89	8180.49	0.00	0.00
23	20238.76	549.76	7231.99	0.00	0.00
24	22912.62	14209.60	4564.50	0.00	0.00
25	24427.61	11316.50	22141.57	0.00	0.00
26	20503.24	982.91	12053.32	0.00	0.00

GENERAL CONTRACTOR



ALTA SORVEGLIANZA



	Progetto	Lotto	Codifica	
	IN17	12	EI2CLVI0904008	C

27	24427.61	20362.69	16114.91	0.00	0.00
28	25164.48	12667.12	29405.10	0.00	0.00
29	21240.12	2333.53	19316.85	0.00	0.00
30	25164.48	21713.31	23378.44	0.00	0.00
31	21070.17	2251.03	12105.89	0.00	0.00
32	21070.17	2251.03	12105.89	0.00	0.00
33	21070.17	2251.03	12105.89	0.00	0.00
34	22593.38	6512.57	13284.94	0.00	0.00
35	20238.76	549.76	7231.99	0.00	0.00
36	22593.38	11940.28	9668.94	0.00	0.00
37	16603.11	48079.88	17540.37	0.00	0.00
38	16603.11	14491.79	57862.16	0.00	0.00
39	19587.65	14491.79	17540.37	0.00	0.00
40	16110.56	48564.65	17498.82	0.00	0.00
41	16110.56	14976.56	57820.61	0.00	0.00
42	19095.10	14976.56	17498.82	0.00	0.00
43	16037.17	48053.33	18672.25	0.00	0.00
44	16037.17	14465.24	58994.05	0.00	0.00
45	19021.71	14465.24	18672.25	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	20117.76	7939.62	9610.62
2	14581.59	460.49	8312.63
3	20117.76	14178.37	5454.30
4	20609.01	8840.03	14452.98
5	15072.84	1360.90	13154.99
6	20609.01	15078.78	10296.66
7	14944.34	1500.69	8070.59
8	14944.34	1500.69	8070.59
9	14944.34	1500.69	8070.59
10	17654.98	9974.34	9402.86
11	14581.59	460.49	8312.63
12	17654.98	16213.09	5246.55
13	18146.23	10874.76	14245.22
14	15072.84	1360.90	13154.99
15	18146.23	17113.51	10088.90
16	14944.34	1500.69	8070.59
17	14944.34	1500.69	8070.59
18	14944.34	1500.69	8070.59
19	17288.05	7359.76	15270.05
20	14581.59	460.49	8312.63
21	17288.05	13598.51	11113.73
22	17779.30	8260.17	20112.40
23	15072.84	1360.90	13154.99
24	17779.30	14498.92	15956.08
25	14944.34	1500.69	8070.59
26	14944.34	1500.69	8070.59
27	14944.34	1500.69	8070.59
28	15658.27	32232.87	10881.99
29	15658.27	9737.69	35667.56

GENERAL CONTRACTOR  <b>IRICAV2</b>	ALTA SORVEGLIANZA  <b>ITALFERR</b> GRUPPO FERROVIE DELLO STATO ITALIANE			
	Progetto	Lotto	Codifica	
	IN17	12	E12CLVI0904008	C

30	16438.19	9737.69	10881.99
31	15165.72	32717.64	10840.43
32	15165.72	10222.46	35626.01
33	15945.63	10222.46	10840.43
34	15092.33	32206.31	12013.87
35	15092.33	9711.13	36799.44
36	15872.24	9711.13	12013.87

#### 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	17720.89	8660.58 (0.00)	5766.37 (0.00)
2	18212.14	9560.99 (0.00)	10608.73 (0.00)
3	14944.34	1500.69 (0.00)	8070.59 (0.00)
4	16243.22	9881.41 (0.00)	5641.72 (0.00)
5	16734.47	10781.82 (0.00)	10484.07 (0.00)
6	14944.34	1500.69 (0.00)	8070.59 (0.00)
7	16023.06	8312.66 (0.00)	9162.03 (0.00)
8	16514.31	9213.07 (0.00)	14004.38 (0.00)
9	14944.34	1500.69 (0.00)	8070.59 (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	14125.59	319.90 (0.00)	0.00 (0.00)
2	14125.59	319.90 (0.00)	0.00 (0.00)
3	14125.59	319.90 (0.00)	0.00 (0.00)

#### RISULTATI DEL CALCOLO

Sezione verificata per tutte le combinazioni assegnate

#### VERIFICHE DI RESISTENZA IN PRESSO-TENSO FLESSIONE ALLO STATO LIMITE ULTIMO

- Ver S = combinazione verificata / N = combin. non verificata  
N Sforzo normale assegnato [kN] nel baricentro B sezione cls.(positivo se di compressione)  
Mx Componente del momento assegnato [kNm] riferito all'asse x princ. d'inerzia  
My Componente del momento assegnato [kNm] riferito all'asse y princ. d'inerzia  
N Res Sforzo normale resistente [kN] nel baricentro B sezione cls.(positivo se di compress.)  
Mx Res Momento flettente resistente [kNm] riferito all'asse x princ. d'inerzia  
My Res Momento flettente resistente [kNm] riferito all'asse y princ. d'inerzia  
Mis.Sic. Misura sicurezza = rapporto vettoriale tra (N r,Mx Res,My Res) e (N,Mx,My)  
Verifica positiva se tale rapporto risulta >=1.000  
As Totale Area totale barre longitudinali [cm²]. [Tra parentesi il valore minimo di normativa]

GENERAL CONTRACTOR



ALTA SORVEGLIANZA



	Progetto	Lotto	Codifica	
	IN17	12	EI2CLVI0904008	C

N°Comb	Ver	N	Mx	My	N Res	Mx Res	My Res	Mis.Sic.	As Totale
1	S	28530.69	12501.96	13935.40	28530.95	78673.79	88143.90	6.31	529.5(343.3)
2	S	20503.24	982.91	12053.32	20503.23	14690.65	177892.26	14.76	529.5(343.3)
3	S	28530.69	21548.15	7908.74	28530.82	81529.05	29922.48	3.78	529.5(343.3)
4	S	29267.57	13852.58	21198.93	29267.52	76468.72	117119.02	5.52	529.5(343.3)
5	S	21240.12	2333.53	19316.85	21240.26	20828.85	178114.39	9.22	529.5(343.3)
6	S	29267.57	22898.77	15172.27	29267.56	81795.31	54135.11	3.57	529.5(343.3)
7	S	21070.17	2251.03	12105.89	21070.01	31628.50	171109.32	14.13	529.5(343.3)
8	S	21070.17	2251.03	12105.89	21070.01	31628.50	171109.32	14.13	529.5(343.3)
9	S	21070.17	2251.03	12105.89	21070.01	31628.50	171109.32	14.13	529.5(343.3)
10	S	25055.23	6975.69	8361.24	25055.23	73361.70	87804.67	10.51	529.5(343.3)
11	S	20238.76	549.76	7231.99	20238.64	13411.16	177317.65	24.52	529.5(343.3)
12	S	25055.23	12403.40	4745.24	25055.21	76145.01	29419.05	6.15	529.5(343.3)
13	S	24959.67	15152.34	13634.15	24959.72	74498.55	67296.66	4.93	529.5(343.3)
14	S	20503.24	982.91	12053.32	20503.23	14690.65	177892.26	14.76	529.5(343.3)
15	S	24959.67	24198.53	7607.49	24959.67	76126.80	24205.96	3.15	529.5(343.3)
16	S	25696.54	16502.96	20897.69	25696.59	73888.74	93533.86	4.48	529.5(343.3)
17	S	21240.12	2333.53	19316.85	21240.26	20828.85	178114.39	9.22	529.5(343.3)
18	S	25696.54	25549.15	14871.03	25696.67	76650.67	44721.50	3.00	529.5(343.3)
19	S	21070.17	2251.03	12105.89	21070.01	31628.50	171109.32	14.13	529.5(343.3)
20	S	21070.17	2251.03	12105.89	21070.01	31628.50	171109.32	14.13	529.5(343.3)
21	S	21070.17	2251.03	12105.89	21070.01	31628.50	171109.32	14.13	529.5(343.3)
22	S	22912.62	8781.89	8180.49	22912.65	71355.27	66319.02	8.12	529.5(343.3)
23	S	20238.76	549.76	7231.99	20238.64	13411.16	177317.65	24.52	529.5(343.3)
24	S	22912.62	14209.60	4564.50	22912.60	72938.93	23560.46	5.14	529.5(343.3)
25	S	24427.61	11316.50	22141.57	24427.81	66064.66	130532.37	5.88	529.5(343.3)
26	S	20503.24	982.91	12053.32	20503.23	14690.65	177892.26	14.76	529.5(343.3)
27	S	24427.61	20362.69	16114.91	24427.68	74109.11	58338.40	3.63	529.5(343.3)
28	S	25164.48	12667.12	29405.10	25164.36	62387.12	145226.62	4.94	529.5(343.3)
29	S	21240.12	2333.53	19316.85	21240.26	20828.85	178114.39	9.22	529.5(343.3)
30	S	25164.48	21713.31	23378.44	25164.51	74108.93	79613.65	3.41	529.5(343.3)
31	S	21070.17	2251.03	12105.89	21070.01	31628.50	171109.32	14.13	529.5(343.3)
32	S	21070.17	2251.03	12105.89	21070.01	31628.50	171109.32	14.13	529.5(343.3)
33	S	21070.17	2251.03	12105.89	21070.01	31628.50	171109.32	14.13	529.5(343.3)
34	S	22593.38	6512.57	13284.94	22593.30	63087.67	129969.87	9.76	529.5(343.3)
35	S	20238.76	549.76	7231.99	20238.64	13411.16	177317.65	24.52	529.5(343.3)
36	S	22593.38	11940.28	9668.94	22593.47	71289.52	57243.85	5.95	529.5(343.3)
37	S	16603.11	48079.88	17540.37	16603.17	62974.01	22630.86	1.31	529.5(343.3)
38	S	16603.11	14491.79	57862.16	16603.32	37364.25	149867.93	2.59	529.5(343.3)
39	S	19587.65	14491.79	17540.37	19587.94	65359.86	79716.22	4.53	529.5(343.3)
40	S	16110.56	48564.65	17498.82	16110.55	62195.92	22255.85	1.28	529.5(343.3)
41	S	16110.56	14976.56	57820.61	16110.30	38255.46	147133.41	2.55	529.5(343.3)
42	S	19095.10	14976.56	17498.82	19095.10	64785.64	76383.25	4.35	529.5(343.3)
43	S	16037.17	48053.33	18672.25	16037.28	62031.89	24321.91	1.29	529.5(343.3)
44	S	16037.17	14465.24	58994.05	16037.08	36161.69	148735.88	2.52	529.5(343.3)
45	S	19021.71	14465.24	18672.25	19021.49	64231.89	83162.13	4.45	529.5(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.)
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.)

GENERAL CONTRACTOR



ALTA SORVEGLIANZA



	Progetto	Lotto	Codifica	
	IN17	12	EI2CLVI0904008	C

N°Comb	ec max	Xc max	Yc max	es min	Xs min	Ys min	es max	Xs max	Ys max
1	0.00350	430.0	180.0	0.00306	420.3	171.6	-0.01651	-420.3	-171.6
2	0.00350	468.0	152.4	0.00329	460.0	148.5	-0.01926	-460.0	-148.5
3	0.00350	430.0	180.0	0.00276	420.3	171.6	-0.02823	-420.3	-171.6
4	0.00350	442.4	178.0	0.00324	438.5	169.9	-0.01135	-438.5	-169.9
5	0.00350	468.0	152.4	0.00332	460.0	148.5	-0.01604	-460.0	-148.5
6	0.00350	430.0	180.0	0.00290	420.3	171.6	-0.02272	-420.3	-171.6
7	0.00350	462.4	163.5	0.00333	452.0	161.2	-0.01292	-452.0	-161.2
8	0.00350	462.4	163.5	0.00333	452.0	161.2	-0.01292	-452.0	-161.2
9	0.00350	462.4	163.5	0.00333	452.0	161.2	-0.01292	-452.0	-161.2
10	0.00350	430.0	180.0	0.00304	420.3	171.6	-0.01764	-420.3	-171.6
11	0.00350	468.0	152.4	0.00329	460.0	148.5	-0.02021	-460.0	-148.5
12	0.00350	430.0	180.0	0.00271	420.3	171.6	-0.03020	-420.3	-171.6
13	0.00350	430.0	180.0	0.00293	420.3	171.6	-0.02177	-420.3	-171.6
14	0.00350	468.0	152.4	0.00329	460.0	148.5	-0.01926	-460.0	-148.5
15	0.00350	430.0	180.0	0.00267	420.3	171.6	-0.03177	-420.3	-171.6
16	0.00350	430.0	180.0	0.00308	438.5	169.9	-0.01632	-438.5	-169.9
17	0.00350	468.0	152.4	0.00332	460.0	148.5	-0.01604	-460.0	-148.5
18	0.00350	430.0	180.0	0.00282	420.3	171.6	-0.02619	-420.3	-171.6
19	0.00350	462.4	163.5	0.00333	452.0	161.2	-0.01292	-452.0	-161.2
20	0.00350	462.4	163.5	0.00333	452.0	161.2	-0.01292	-452.0	-161.2
21	0.00350	462.4	163.5	0.00333	452.0	161.2	-0.01292	-452.0	-161.2
22	0.00350	430.0	180.0	0.00291	420.3	171.6	-0.02273	-420.3	-171.6
23	0.00350	468.0	152.4	0.00329	460.0	148.5	-0.02021	-460.0	-148.5
24	0.00350	430.0	180.0	0.00264	420.3	171.6	-0.03328	-420.3	-171.6
25	0.00350	442.4	178.0	0.00328	438.5	169.9	-0.01046	-438.5	-169.9
26	0.00350	468.0	152.4	0.00329	460.0	148.5	-0.01926	-460.0	-148.5
27	0.00350	430.0	180.0	0.00288	420.3	171.6	-0.02381	-420.3	-171.6
28	0.00350	442.4	178.0	0.00333	438.5	169.9	-0.00930	-438.5	-169.9
29	0.00350	468.0	152.4	0.00332	460.0	148.5	-0.01604	-460.0	-148.5
30	0.00350	430.0	180.0	0.00300	420.3	171.6	-0.01922	-420.3	-171.6
31	0.00350	462.4	163.5	0.00333	452.0	161.2	-0.01292	-452.0	-161.2
32	0.00350	462.4	163.5	0.00333	452.0	161.2	-0.01292	-452.0	-161.2
33	0.00350	462.4	163.5	0.00333	452.0	161.2	-0.01292	-452.0	-161.2
34	0.00350	442.4	178.0	0.00328	438.5	169.9	-0.01079	-438.5	-169.9
35	0.00350	468.0	152.4	0.00329	460.0	148.5	-0.02021	-460.0	-148.5
36	0.00350	430.0	180.0	0.00286	420.3	171.6	-0.02478	-420.3	-171.6
37	0.00350	430.0	180.0	0.00252	420.3	171.6	-0.03833	-420.3	-171.6
38	0.00350	462.4	163.5	0.00333	452.0	161.2	-0.01327	-452.0	-161.2
39	0.00350	430.0	180.0	0.00296	420.3	171.6	-0.02097	-420.3	-171.6
40	0.00350	430.0	180.0	0.00251	420.3	171.6	-0.03890	-420.3	-171.6
41	0.00350	462.4	163.5	0.00333	452.0	161.2	-0.01325	-452.0	-161.2
42	0.00350	430.0	180.0	0.00294	420.3	171.6	-0.02187	-420.3	-171.6
43	0.00350	430.0	180.0	0.00253	420.3	171.6	-0.03807	-420.3	-171.6
44	0.00350	462.4	163.5	0.00332	452.0	161.2	-0.01375	-452.0	-161.2
45	0.00350	430.0	180.0	0.00298	420.3	171.6	-0.02033	-420.3	-171.6

#### 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	0.000003965	0.000047309	-0.006720691	----	----
2	0.000022452	0.000006401	-0.007983451	----	----

GENERAL CONTRACTOR



ALTA SORVEGLIANZA



	Progetto	Lotto	Codifica	
	IN17	12	EI2CLVI0904008	C

3	0.00001807	0.000085873	-0.012734137	----	----
4	0.000005153	0.000029621	-0.004053146	----	----
5	0.000018543	0.000007733	-0.006357287	----	----
6	0.000002740	0.000067960	-0.009911108	----	----
7	0.000014475	0.000009822	-0.004798436	----	----
8	0.000014475	0.000009822	-0.004798436	----	----
9	0.000014475	0.000009822	-0.004798436	----	----
10	0.000004153	0.000050082	-0.007300657	----	----
11	0.000023578	0.000006085	-0.008462588	----	----
12	0.000001878	0.000091317	-0.013744562	----	----
13	0.000003371	0.000063720	-0.009419083	----	----
14	0.000022452	0.000006401	-0.007983451	----	----
15	0.000001622	0.000096399	-0.014549176	----	----
16	0.000004360	0.000045812	-0.006620796	----	----
17	0.000018543	0.000007733	-0.006357287	----	----
18	0.000002505	0.000078377	-0.011685205	----	----
19	0.000014475	0.000009822	-0.004798436	----	----
20	0.000014475	0.000009822	-0.004798436	----	----
21	0.000014475	0.000009822	-0.004798436	----	----
22	0.000003430	0.000066296	-0.009908221	----	----
23	0.000023578	0.000006085	-0.008462588	----	----
24	0.000001640	0.000100640	-0.015320347	----	----
25	0.000006583	0.000023454	-0.003588028	----	----
26	0.000022452	0.000006401	-0.007983451	----	----
27	0.000003066	0.000070260	-0.010465212	----	----
28	0.000007496	0.000017815	-0.002987862	----	----
29	0.000018543	0.000007733	-0.006357287	----	----
30	0.000003818	0.000055396	-0.008113073	----	----
31	0.000014475	0.000009822	-0.004798436	----	----
32	0.000014475	0.000009822	-0.004798436	----	----
33	0.000014475	0.000009822	-0.004798436	----	----
34	0.000006985	0.000023379	-0.003752476	----	----
35	0.000023578	0.000006085	-0.008462588	----	----
36	0.000003104	0.000072920	-0.010960278	----	----
37	0.000001767	0.000114690	-0.017904052	----	----
38	0.000013875	0.000012575	-0.004971277	----	----
39	0.000004189	0.000059457	-0.009003652	----	----
40	0.000001759	0.000116352	-0.018199591	----	----
41	0.000013671	0.000013097	-0.004962252	----	----
42	0.000004071	0.000062318	-0.009468019	----	----
43	0.000001885	0.000113686	-0.017773849	----	----
44	0.000014439	0.000012453	-0.005212184	----	----
45	0.000004416	0.000057088	-0.008674553	----	----

### 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.
1	S	2.62	442.4	178.0	10.5	-438.5	-169.9	----	----
2	S	1.57	468.0	152.4	12.3	-460.0	-148.5	----	----
3	S	2.93	430.0	180.0	6.2	-420.3	-171.6	----	----

GENERAL CONTRACTOR



ALTA SORVEGLIANZA



	Progetto	Lotto	Codifica	
	IN17	12	EI2CLVI0904008	C

4	S	2.92	442.4	178.0	7.2	-438.5	-169.9	---	---
5	S	1.87	468.0	152.4	9.0	-460.0	-148.5	---	---
6	S	3.22	430.0	180.0	3.0	-438.5	-169.9	---	---
7	S	1.66	462.4	163.5	11.9	-452.0	-161.2	---	---
8	S	1.66	462.4	163.5	11.9	-452.0	-161.2	---	---
9	S	1.66	462.4	163.5	11.9	-452.0	-161.2	---	---
10	S	2.56	442.4	178.0	5.4	-438.5	-169.9	---	---
11	S	1.57	468.0	152.4	12.3	-460.0	-148.5	---	---
12	S	2.87	430.0	180.0	1.1	-420.3	-171.6	---	---
13	S	2.86	442.4	178.0	2.2	-438.5	-169.9	---	---
14	S	1.87	468.0	152.4	9.0	-460.0	-148.5	---	---
15	S	3.17	430.0	180.0	-2.2	-438.5	-169.9	301	3.1
16	S	1.66	462.4	163.5	11.9	-452.0	-161.2	---	---
17	S	1.66	462.4	163.5	11.9	-452.0	-161.2	---	---
18	S	1.66	462.4	163.5	11.9	-452.0	-161.2	---	---
19	S	2.57	442.4	178.0	4.3	-438.5	-169.9	---	---
20	S	1.57	468.0	152.4	12.3	-460.0	-148.5	---	---
21	S	2.87	442.4	178.0	0.0	-438.5	-169.9	0	0.0
22	S	2.87	453.5	172.4	1.1	-438.5	-169.9	---	---
23	S	1.87	468.0	152.4	9.0	-460.0	-148.5	---	---
24	S	3.19	442.4	178.0	-3.5	-438.5	-169.9	616	4.6
25	S	1.66	462.4	163.5	11.9	-452.0	-161.2	---	---
26	S	1.66	462.4	163.5	11.9	-452.0	-161.2	---	---
27	S	1.66	462.4	163.5	11.9	-452.0	-161.2	---	---
28	S	5.62	430.0	180.0	-140.0	-420.3	-171.6	31934	192.4
29	S	3.74	453.5	172.4	-21.4	-452.0	-161.2	6338	41.6
30	S	2.50	442.4	178.0	3.3	-438.5	-169.9	---	---
31	S	5.73	430.0	180.0	-155.9	-420.3	-171.6	32205	192.4
32	S	3.80	453.5	172.4	-24.5	-452.0	-161.2	6937	44.6
33	S	2.50	442.4	178.0	2.2	-438.5	-169.9	---	---
34	S	5.74	430.0	180.0	-152.2	-420.3	-171.6	31946	192.4
35	S	3.82	453.5	172.4	-25.5	-452.0	-161.2	7335	47.7
36	S	2.50	442.4	178.0	1.9	-438.5	-169.9	---	---

### 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 $A_{c\text{eff}}$
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	= $(e1 + e2)/(2 \cdot e1)$ [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 $A_{c\text{eff}}$ [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 = $0.6 \cdot S_{max} / E_s$ [(7.9)EC2 e (C4.1.8)NTC]
Mx fess.	Massima distanza tra le fessure [mm]
My fess.	Apertura fessure in mm calcolata = $sr \cdot max \cdot (e_{sm} - e_{cm})$ [(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
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

GENERAL CONTRACTOR		ALTA SORVEGLIANZA			
					
		Progetto	Lotto	Codifica	
		IN17	12	E12CLVI0904008	
					C

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	0.00000	0.00000	---	---	---	---	---	0.000 (990.00)	0.00	0.00
13	S	0.00000	0.00000	---	---	---	---	---	0.000 (990.00)	0.00	0.00
14	S	0.00000	0.00000	---	---	---	---	---	0.000 (990.00)	0.00	0.00
15	S	-0.00002	0.00000	0.833	14.0	79	0.00001 (0.00001)	658	0.004 (990.00)	255087.39	150381.26
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	0.00000	0.00000	0.833	14.0	79	0.00001 (0.00001)	0	0.002 (990.00)	867080.85	708644.00
22	S	0.00000	0.00000	---	---	---	---	---	0.000 (990.00)	0.00	0.00
23	S	0.00000	0.00000	---	---	---	---	---	0.000 (990.00)	0.00	0.00
24	S	-0.00002	0.00000	0.833	14.0	79	0.00001 (0.00001)	798	0.008 (990.00)	163945.92	180422.70
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	-0.00072	0.00000	0.833	14.0	77	0.00042 (0.00042)	920	0.386 (990.00)	61566.33	20785.12
29	S	-0.00011	0.00000	0.833	14.0	83	0.00006 (0.00006)	886	0.057 (990.00)	33431.28	122453.29
30	S	0.00000	0.00000	---	---	---	---	---	0.000 (990.00)	0.00	0.00
31	S	-0.00081	0.00000	0.833	14.0	77	0.00047 (0.00047)	926	0.433 (990.00)	59650.02	19764.01
32	S	-0.00013	0.00000	0.833	14.0	83	0.00007 (0.00007)	897	0.066 (990.00)	32382.71	112856.09
33	S	0.00000	0.00000	---	---	---	---	---	0.000 (990.00)	0.00	0.00
34	S	-0.00079	0.00000	0.833	14.0	77	0.00046 (0.00046)	920	0.420 (990.00)	58273.94	21737.84
35	S	-0.00013	0.00000	0.833	14.0	83	0.00008 (0.00008)	890	0.068 (990.00)	30232.16	114562.01
36	S	0.00000	0.00000	---	---	---	---	---	0.000 (990.00)	0.00	0.00

#### 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	2.33	430.0	180.0	9.0	-438.5	-169.9	---	---
2	S	2.63	442.4	178.0	5.8	-438.5	-169.9	---	---
3	S	1.66	462.4	163.5	11.9	-452.0	-161.2	---	---
4	S	2.29	430.0	180.0	6.0	-438.5	-169.9	---	---
5	S	2.59	442.4	178.0	2.8	-438.5	-169.9	---	---
6	S	1.66	462.4	163.5	11.9	-452.0	-161.2	---	---
7	S	2.30	442.4	178.0	5.3	-438.5	-169.9	---	---
8	S	2.60	442.4	178.0	2.1	-438.5	-169.9	---	---
9	S	1.66	462.4	163.5	11.9	-452.0	-161.2	---	---

#### 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	---	---	---	---	---	0.000 (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	0.00000	0.00000	---	---	---	---	---	0.000 (0.20)	0.00	0.00
9	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	Lotto	Codifica	
		IN17	12	EI2CLVI0904008	C

**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	1.18	430.0	180.0	17.0	-420.3	-171.6	---	---
2	S	1.18	430.0	180.0	17.0	-420.3	-171.6	---	---
3	S	1.18	430.0	180.0	17.0	-420.3	-171.6	---	---

**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 	ALTA SORVEGLIANZA 			
	Progetto IN17	Lotto 12	Codifica E12CLVI0904008	C

### 9.3 Verifica a taglio

La verifica SLU a taglio viene invece effettuata mediante calcolo diretto distintamente per le due direzioni, considerando sia la pila di altezza massima che quella di altezza minima.

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 								
	<table border="1" style="width: 100%; text-align: center;"> <tr> <td>Progetto</td> <td>Lotto</td> <td>Codifica</td> <td></td> </tr> <tr> <td>IN17</td> <td>12</td> <td>EI2CLVI0904008</td> <td>C</td> </tr> </table>	Progetto	Lotto	Codifica		IN17	12	EI2CLVI0904008	C
Progetto	Lotto	Codifica							
IN17	12	EI2CLVI0904008	C						

### P33 (H=6.5m)

#### Calcolo del taglio agente – Direzione Longitudinale

H <sub>pila</sub>	6.50	m	Altezza fusto pila
M <sub>Rd,inf,long</sub>	<b>62196</b>	kNm	Momento resistente della sezione di base della pila
M <sub>E,i,long</sub>	48079.88	kNm	Momento sollecitante alla base della pila
γ <sub>Rd</sub>	1		Fattore di sovrarresistenza (§7.9.5.1 NTC2008)
V <sub>E,i,long</sub>	6924	kN	Azione di taglio di calcolo base pila - Comb. Sismica di progetto
V <sub>gr,0</sub>	8957	kN	Valore del taglio di progetto per la gerarchia delle resistenze $V_{gr0} = \min(V_{ed} \cdot \gamma_{rd} \cdot M_{rd}/M_{ed}; V_{ed} \cdot q)$
V <sub>E,i,long</sub> /V <sub>gr,c</sub>	0.773	-	
γ <sub>Rd</sub>	1.09	-	Fattore di sovrarresistenza aggiuntivo (§7.9.5.2.2 NTC2008)
V <sub>gr,i,long</sub>	9767	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'	84	mm	
larghezza dell'anima resistente	bw	1000	mm	
altezza utile della sezione	d	3516	mm	
area della sezione di calcestruzzo	Ac	2925312	mm <sup>2</sup>	
diametro delle barre longitudinali	Ø <sub>bl</sub>	16	mm	
diametro delle staffe	Ø <sub>st</sub>	11.2	mm	
passo delle staffe	sst	150.0	mm	
numero di bracci delle staffe	n <sub>bw</sub>	6.0		
inclinazione delle staffe ( $\alpha=90^\circ$ per staffe ortogonali)	$\alpha$	90	°	
inclinazione delle bielle di calcestruzzo rispetto all'asse longitudinale	$\vartheta$	24	°	
taglio resistente relativo alle armature tese	V <sub>Rsd</sub>	10779	kN	
taglio resistente relativo alle bielle compresse	V <sub>Rcd</sub>	10779	kN	
taglio resistente di calcolo	V <sub>Rd</sub>	10779	kN	
taglio agente sul pannello	V <sub>Ed</sub>	9767	kN	
	C.S.	0.91	<1	

GENERAL CONTRACTOR



ALTA SORVEGLIANZA



Progetto

IN17

Lotto

12

Codifica

E12CLVI0904008

C

<b>Direzione Trasversale</b>				
altezza della sezione	h	9400	mm	
copriferro netto	c netto	60	mm	
copriferro al baricentro dell'armatura long	c'	84	mm	
larghezza dell'anima resistente	bw	800	mm	
altezza utile della sezione	d	9316	mm	
area della sezione di calcestruzzo	Ac	5887712	mm <sup>2</sup>	
diametro delle barre longitudinali	Øbl	16	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	$\vartheta$	22	°	
taglio resistente relativo alle armature tese	VRsd	21211	KN	
taglio resistente relativo alle bielle compresse	VRcd	21211	KN	
taglio resistente di calcolo	VRd	21211	KN	
taglio agente sul pannello	VEd	6204	KN	
	C.S.	0.29	<1	

GENERAL CONTRACTOR  <b>IRICAV2</b>	ALTA SORVEGLIANZA  <b>ITALFERR</b> GRUPPO FERROVIE DELLO STATO ITALIANE								
	<table border="1" style="width: 100%; text-align: center;"> <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>EI2CLVI0904008</td> <td>C</td> </tr> </table>	Progetto	Lotto	Codifica		IN17	12	EI2CLVI0904008	C
Progetto	Lotto	Codifica							
IN17	12	EI2CLVI0904008	C						

### P34 (H=6.0m)

#### Calcolo del taglio agente – Direzione Longitudinale

$H_{pila}$	6.00	m	Altezza fusto pila
$M_{Rd,inf\_long}$	<b>61867</b>	kNm	Momento resistente della sezione di base della pila
$M_{E,i\_long}$	42697.39	kNm	Momento sollecitante alla base della pila
$\gamma_{Rd}$	1		Fattore di sovraresistenza (§7.9.5.1 NTC2008)
$V_{E,i\_long}$	6624	kN	Azione di taglio di calcolo base pila - Comb. Sismica di progetto
$V_{gr,0}$	9597	kN	Valore del taglio di progetto per la gerarchia delle resistenze $V_{gr0}=\min(V_{ed} \gamma_{rd} M_{rd}/M_{ed}; V_{ed} q)$
$V_{E,i\_long}/V_{gr,c}$	0.690	-	
$\gamma_{Rd}$	1.21	-	Fattore di sovraresistenza aggiuntivo (§7.9.5.2.2 NTC2008)
$V_{gr,i\_long}$	11659	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'	84	mm	
larghezza dell'anima resistente	bw	1000	mm	
altezza utile della sezione	d	3516	mm	
area della sezione di calcestruzzo	Ac	2925312	mm <sup>2</sup>	
diametro delle barre longitudinali	$\varnothing_{bl}$	16	mm	
diametro delle staffe	$\varnothing_{st}$	12.8	mm	
passo delle staffe	sst	150.0	mm	
numero di bracci delle staffe	nbw	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	$V_{Rsd}$	13099	KN	
taglio resistente relativo alle bielle compressive	$V_{Rcd}$	13099	KN	
taglio resistente di calcolo	$V_{Rd}$	13099	KN	
taglio agente sul pannello	$V_{Ed}$	11659	KN	
	C.S.	0.89	<1	

GENERAL CONTRACTOR



ALTA SORVEGLIANZA



Progetto

IN17

Lotto

12

Codifica

E12CLVI0904008

C

<b>Direzione Trasversale</b>				
altezza della sezione	h	9400	mm	
copriferro netto	c netto	60	mm	
copriferro al baricentro dell'armatura long	c'	84	mm	
larghezza dell'anima resistente	bw	800	mm	
altezza utile della sezione	d	9316	mm	
area della sezione di calcestruzzo	Ac	5887712	mm <sup>2</sup>	
diametro delle barre longitudinali	Øbl	16	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	21211	KN	
taglio resistente relativo alle bielle compresse	VRcd	21211	KN	
taglio resistente di calcolo	VRd	21211	KN	
taglio agente sul pannello	VEd	6046	KN	
	C.S.	0.29	<1	

GENERAL CONTRACTOR 	ALTA SORVEGLIANZA 			
	Progetto IN17	Lotto 12	Codifica EI2CLVI0904008	C

## 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  <b>IRICAV2</b>	ALTA SORVEGLIANZA  <b>ITALFERR</b> GRUPPO FERROVIE DELLO STATO ITALIANE			
	Progetto IN17	Lotto 12	Codifica E12CLVI0904008	C

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  $a_g(SLV) \geq 0,25 g$

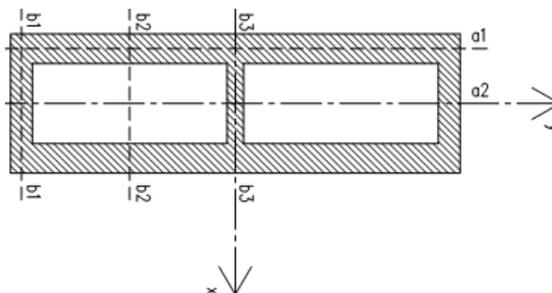
$\zeta = 0,04$  per le zone classificate sismiche con  $a_g(SLV) \geq 0,15 g$

$\zeta = 0,03$  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	fi	16	mm
passo massimo longitudinale	p	20	cm
area dell'armatura longitudinale	As	69165.30386	mm <sup>2</sup>
area di calcestruzzo (non riempito)	Ac	11452700	mm <sup>3</sup>
		0.60%	>0.6%
<b>minimi per armatura trasversale</b>			
diametro minimo armatura a taglio	fi	8	mm
dimensione (diametro) del nucleo	d	4000	mm
interasse massimo staffe	s	160	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

Asw 2637.6 mm<sup>2</sup>

s 150 mm

b 3500 mm

fyd 391 Mpa

fcd 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

Asw 3579.6 mm<sup>2</sup>

s 150 mm

b 9100 mm

fyd 391 Mpa

fcd 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

Asw 803.84 mm<sup>2</sup>

s 150 mm

b 800 mm

fyd 391 Mpa

fcd 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

Asw 1205.76 mm<sup>2</sup>

s 150 mm

b 1200 mm

fyd 391 Mpa

fcd 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

Asw 2235.68 mm<sup>2</sup>

s 150 mm

b 3500 mm

fyd 391 Mpa

fcd 18.13 Mpa

ζ 0.04

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

GENERAL CONTRACTOR 	ALTA SORVEGLIANZA 			
	Progetto	Lotto	Codifica	
	IN17	12	EI2CLVI0904008	C

## 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	1100.0	kN
altezza pila estradosso appoggi	h	7.0	m
rigidezza flessionale longitudinale	J	22.3	m <sup>4</sup>
modulo elastico	E	33345.8	MPa
spostamento in testa pila	D	0.17	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	EI2CLVI0904008	C

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

categoria di terreno		<b>C</b>	
periodo inizio tratto velocità costante	TC	<b>0.452</b>	s
periodo tratto a spostamento costante	TD	<b>2.495</b>	s
coef. categoria e topografia terreno	S	<b>1.373</b>	
accelerazione orizzontale max al sito	ag	<b>0.224</b>	g
periodo di vibrare longitudinale	T1	<b>0.13</b>	sec
fattore di struttura	q	<b>1.5</b>	
fattore di duttilità in spostamento	$\mu$	<b>2.7</b>	
accelerazione di riferimento pila dir. long	ag (T)	<b>0.47</b>	g
	w	<b>46.73</b>	sec
		<b>0.00</b>	m
spostamento SLV relativo all'analisi spettrale	dEe	<b>0.0000</b>	m
spostamento totale relativo	dEd	<b>0.0057</b>	m

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

spostamento massimo orizz. del terreno	<b>dg</b>	<b>0.0850</b>	m
spostamenti massimi terreno punto i	dji	<b>0.085</b>	m
spostamenti massimi terreno punto j	dgi	<b>0.085</b>	m
velocità prop. onde di taglio nel terreno	vs	<b>270</b>	m/s
distanza tra i-esima tra punto i j (dist. Pile)	x	<b>25</b>	m
spostamento massimo rel	dij0	<b>0.1502</b>	m
tipologia di moto		<b>indipendente</b>	
forti discontinuità del terreno		<b>senza</b>	
distanza		<b>&gt;20</b>	
terreni		<b>uguali</b>	
spost. relativo tra due punti dipendenti	di(x)	<b>0.032</b>	m

GENERAL CONTRACTOR



ALTA SORVEGLIANZA



Progetto

Lotto

Codifica

IN17

12

E12CLVI0904008

C

**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>0.004</b>	m
dilatazione termica incrementata del 50%	<b>Dt</b>	<b>0.006</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>0.13</b>	m
spostamento long di calcolo	EL	<b>0.04</b>	m
spostamento longitudinale	<b>EL</b>	<b>0.131</b>	m

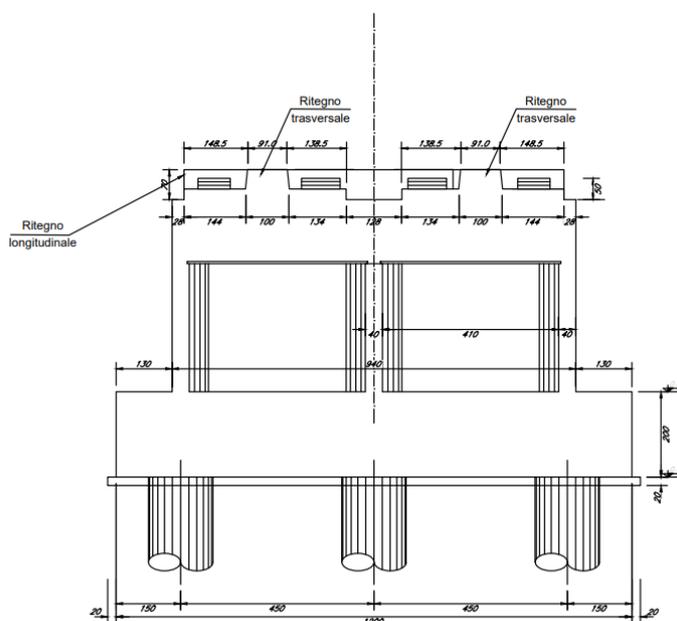
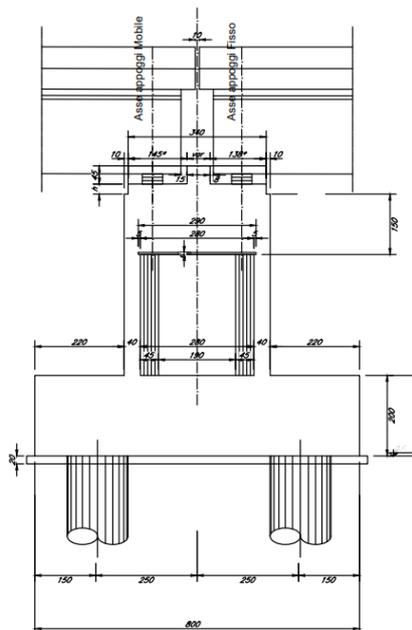
**altri spostamenti longitudinali**

escursione longitudinale giunto	Eg	<b>± 7.5</b>	cm
corsa appoggi mobili	Cap	<b>± 8.2</b>	cm

## 10. Pulvino

Il pulvino presenta un'altezza di 1.5m, sezione rettangolare piena smussata con forma medesima a quella della pila e dimensioni pari a 3.6m x 9.4m rispettivamente nelle direzioni degli assi longitudinale e trasversale del viadotto.

Su di esso sono disposti gli apparecchi d'appoggio dell'impalcato secondo lo schema sotto riportato. Su ogni pulvino sono inoltre presenti un ritegno sismico longitudinale centrale e due trasversali laterali.



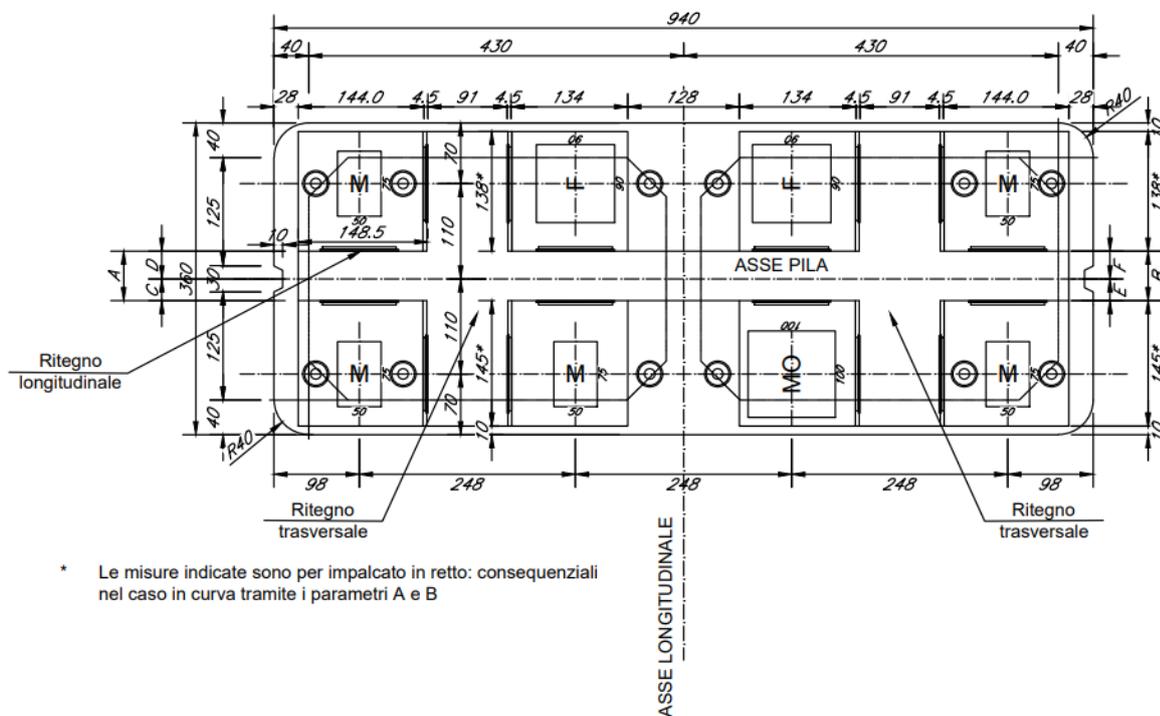


Figura 22 – Sezioni e pianta pulvino

Per la progettazione e verifica delle armature principali e secondarie del pulvino, dei baggioli e dei ritegni si rimanda alla Relazione di calcolo pulvini, baggioli e ritegni - IN1712E12CLVI0904012.

GENERAL CONTRACTOR 	ALTA SORVEGLIANZA 			
	Progetto IN17	Lotto 12	Codifica E12CLVI0904008	C

## 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 VI09. È inoltre esplicitato il sistema di riferimento e la numerazione dei pali utilizzata nel calcolo.

Si prevedono 8 pali aventi diametro  $D=1500$  mm e lunghezza pari a 34.0 m. Il plinto è caratterizzato da un'altezza di 2.0 m ed ha delle dimensioni in pianta pari a 10.8m x 12.0m. Sul plinto di fondazione in esame è previsto un ricoprimento di terreno di spessore pari a 1.0 m.

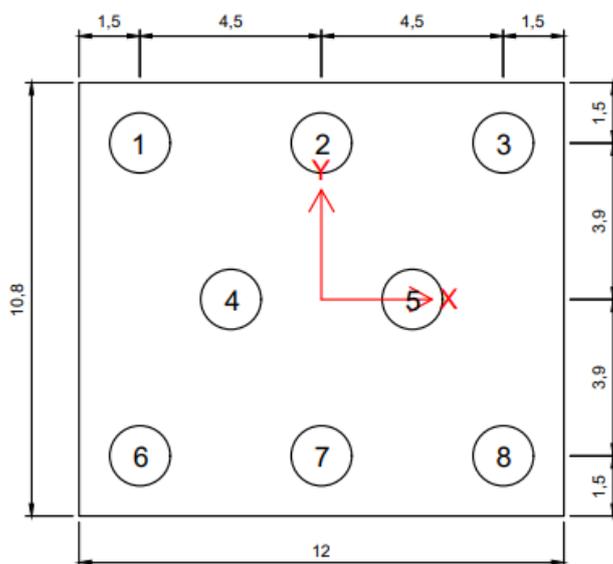


Figura 23 – Geometria del plinto di fondazione

GENERAL CONTRACTOR 	ALTA SORVEGLIANZA 			
	Progetto IN17	Lotto 12	Codifica E12CLVI0904008	C

## 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 2.0 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.

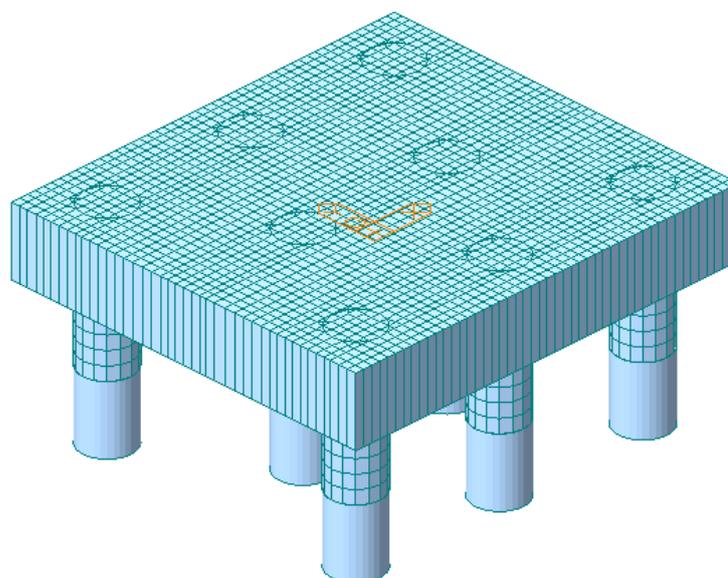


Figura 24 – Vista estrusa del modello agli elementi finiti

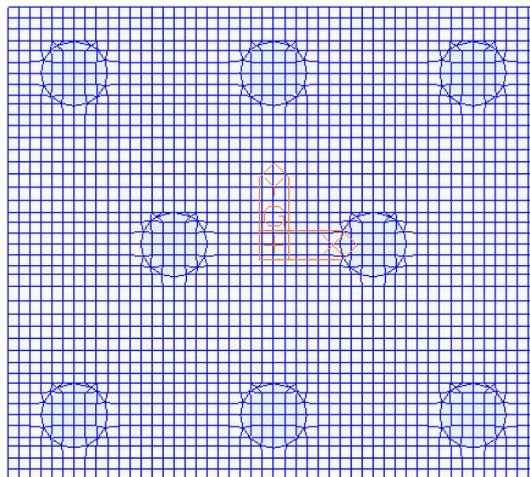


Figura 25 – Pianta del modello agli elementi finiti

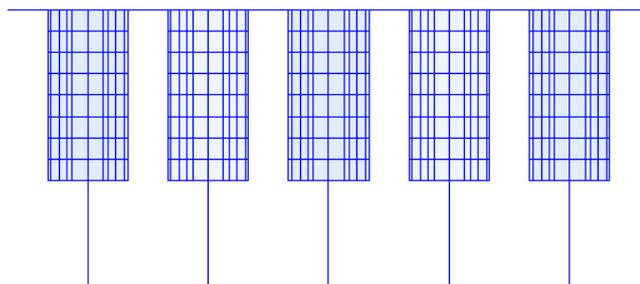


Figura 26 – Prospetto del modello agli elementi finiti

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

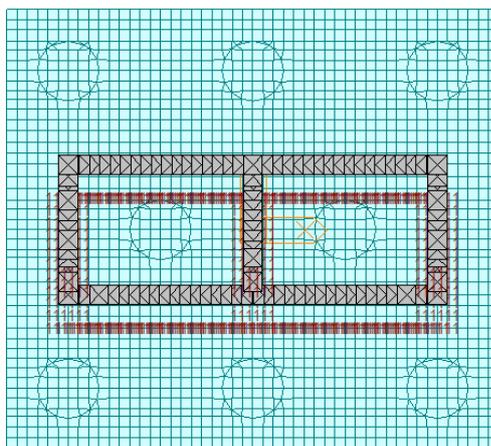


Figura 27 – Sistema di vincoli del modello agli elementi finiti

GENERAL CONTRACTOR 	ALTA SORVEGLIANZA 			
	Progetto IN17	Lotto 12	Codifica E12CLVI0904008	C

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".

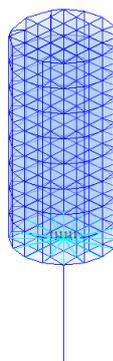


Figura 28 – Sistema di vincoli del palo nel modello agli elementi finiti

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.

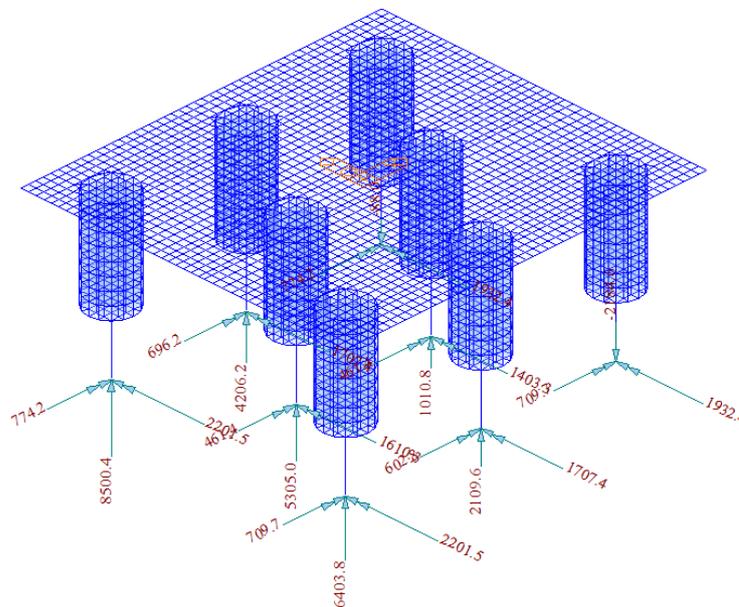


Figura 29 – Applicazione delle reazioni dei pali nel modello agli elementi finiti

### 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  $25 \text{ kN/m}^3$ , 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  $19 \text{ kN/m}^3$ , è stato applicato come carico uniformemente distribuito sul plinto di fondazione, in tutta la zona esterna all'impronta del fusto pila.

$$P_{\text{terreno}} = \gamma_{\text{terreno}} \cdot h_{\text{rinterro}} = 19 \cdot 1.0 = 19.0 \text{ kN/m}^2$$

## 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.

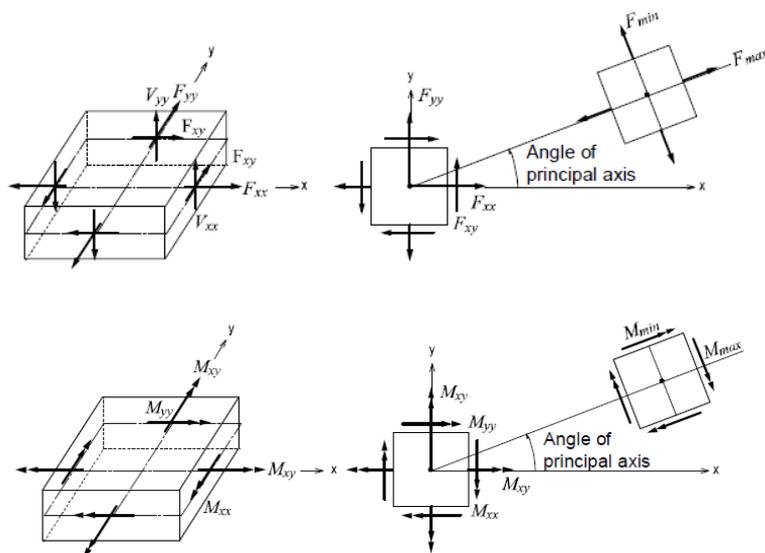


Figura 30 – Posizioni di output delle forze dell'elemento piastra per unità di lunghezza e convenzione del segno

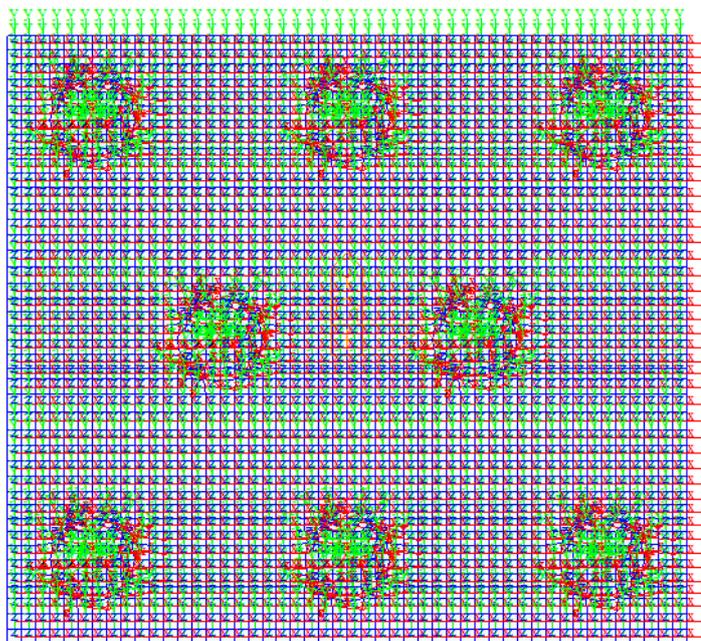


Figura 31 – Assi locali per gli elementi del plinto di fondazione

GENERAL CONTRACTOR



ALTA SORVEGLIANZA



	Progetto	Lotto	Codifica	
	IN17	12	EI2CLVI0904008	C

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

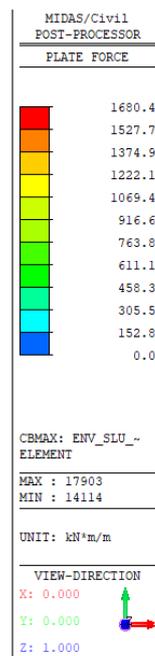
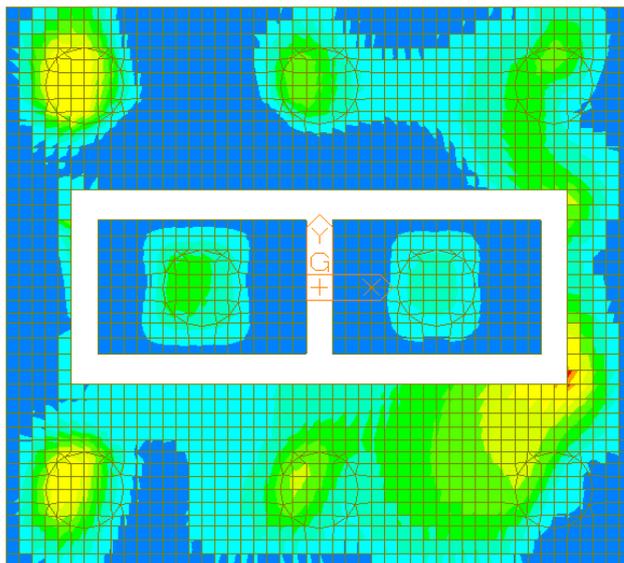


Figura 32 – Wood Armer Moment – Direction1 – Top (Inviluppo SLU/SLV)

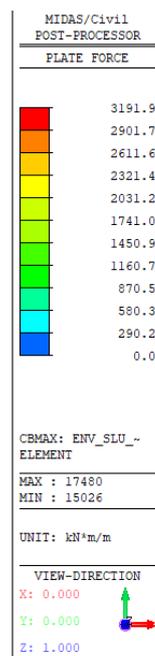
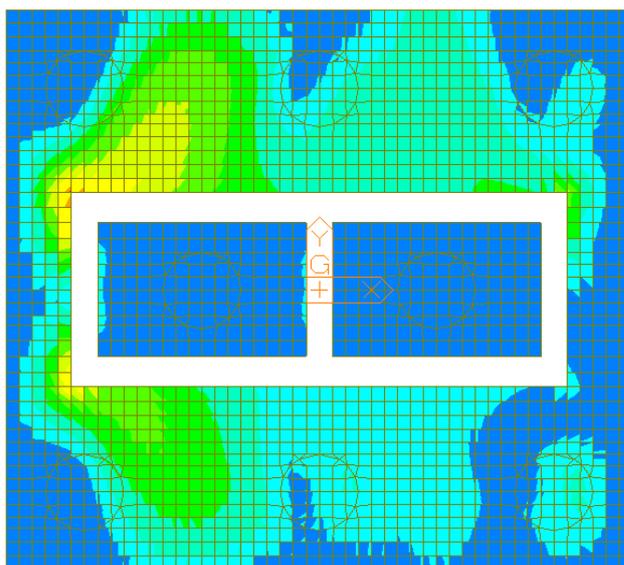


Figura 33 – Wood Armer Moment – Direction1 – Bottom (Inviluppo SLU/SLV)

GENERAL CONTRACTOR



ALTA SORVEGLIANZA



	Progetto	Lotto	Codifica	
	IN17	12	EI2CLVI0904008	C

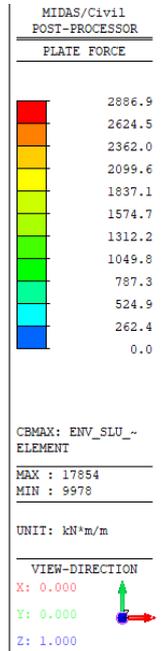
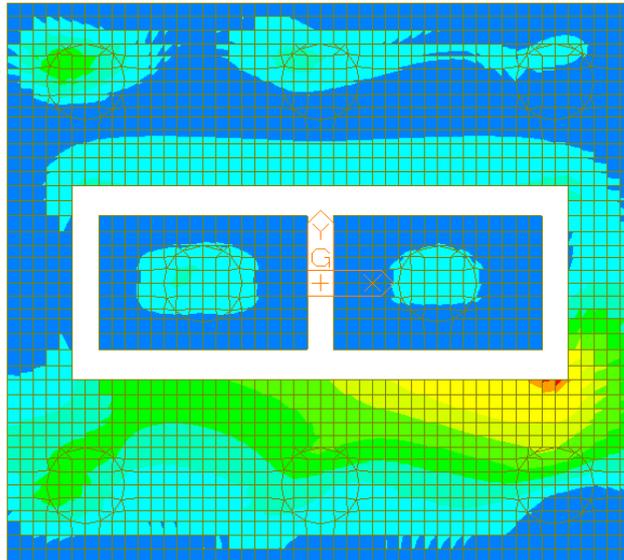


Figura 34 – Wood Armer Moment – Direction 2 – Top (Inviluppo SLU/SLV)

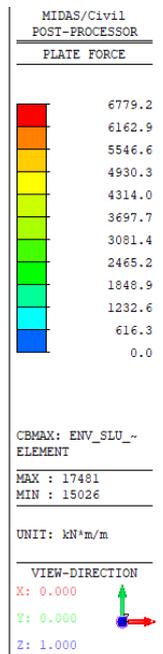
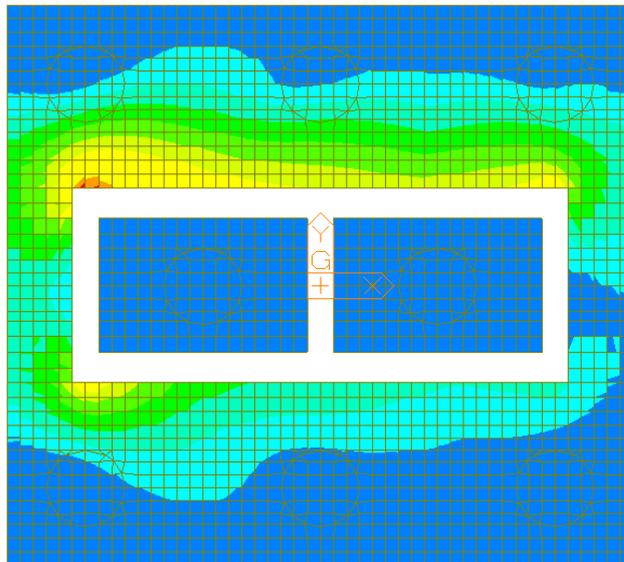


Figura 35 – Wood Armer Moment – Direction 2 – Bottom (Inviluppo SLU/SLV)

	Progetto	Lotto	Codifica	
	IN17	12	EI2CLVI0904008	C

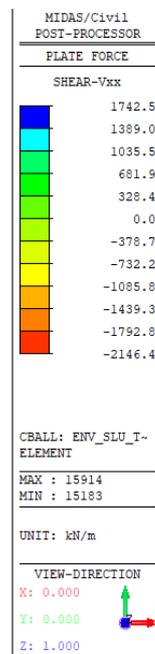
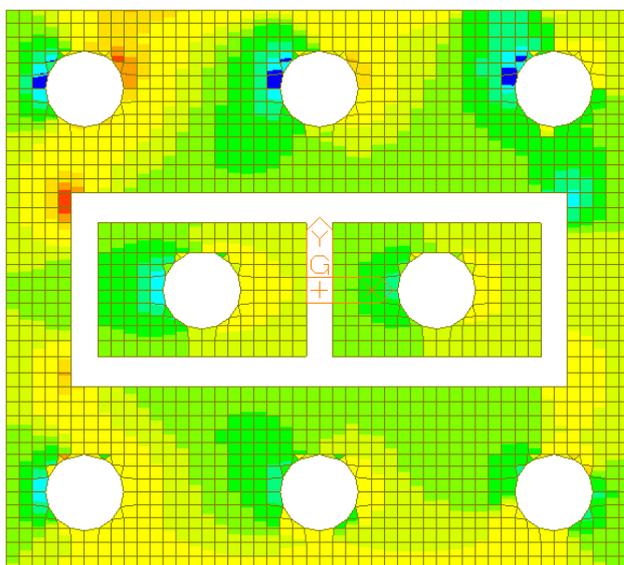


Figura 36 – Vxx, Inviluppo SLU/SLV

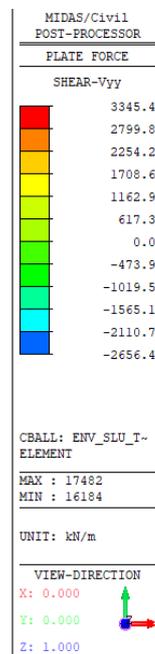
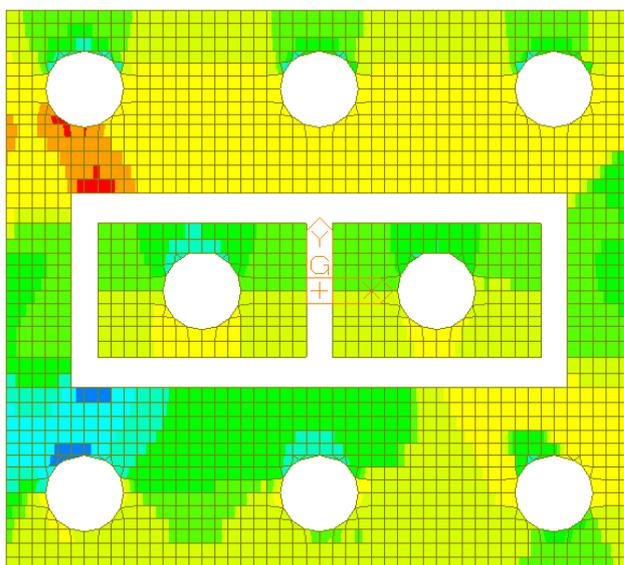


Figura 37 – Vyy, Inviluppo SLU/SLV

GENERAL CONTRACTOR 	ALTA SORVEGLIANZA 			
	Progetto IN17	Lotto 12	Codifica E12CLVI0904008	C

## 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.

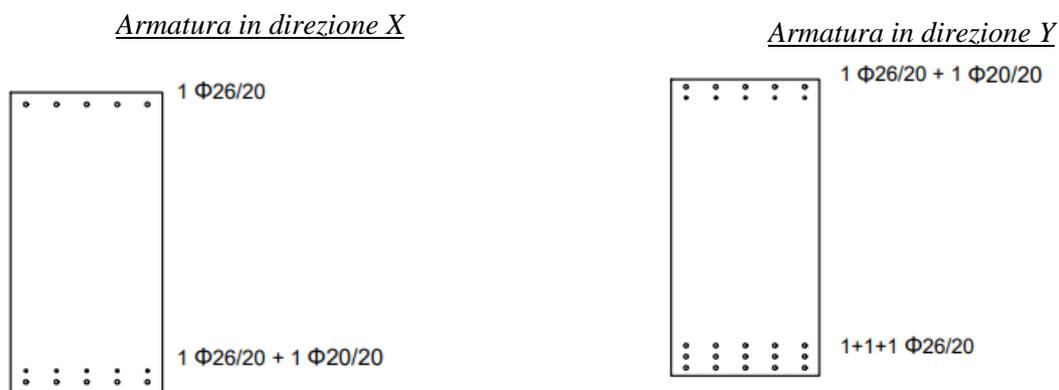


Figura 38 – Armatura a flessione del plinto

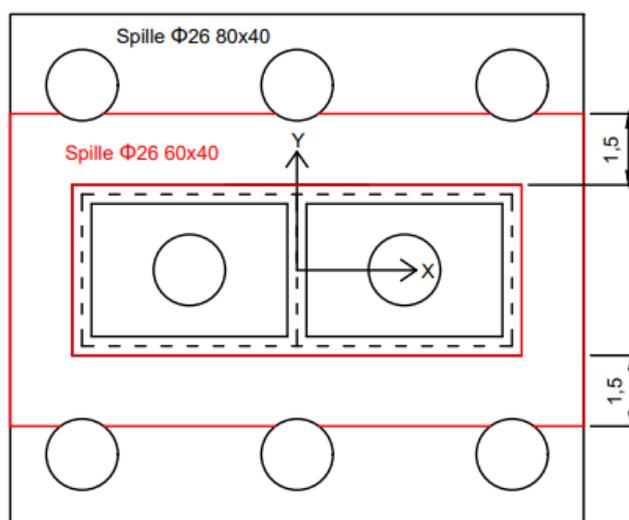


Figura 39 – Armatura a taglio del plinto

GENERAL CONTRACTOR  <b>IRICAV2</b>	ALTA SORVEGLIANZA  <b>ITALFERR</b> GRUPPO FERROVIE DELLO STATO ITALIANE			
	Progetto IN17	Lotto 12	Codifica EI2CLVI0904008	C

### 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 (2.0 m) e di larghezza pari a 1 m.

Il plinto è stato verificato nei confronti dei momenti massimi derivanti dagli involuipi delle combinazioni SLU, SLV, SLE rara, SLE fessurazione, SLE quasi permanente.

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	1219.8	2290.0	2213.4	5241.8
SLE Rara	791.3	1002.4	1490.9	3760.5
SLE Fessurazione	481.2	327.5	868.0	2368.3
SLE Quasi Perm.	272.8	222.7	411.9	1287.5

Vengono riportati gli output del programma per le due sezioni 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: V109\_P33\_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>

GENERAL CONTRACTOR



ALTA SORVEGLIANZA



	Progetto	Lotto	Codifica	
	IN17	12	EI2CLVI0904008	C

Ap.Fessure limite S.L.E. comb. Frequenti: 0.200 mm  
 Sc limite S.L.E. comb. Q.Permanenti: 0.00 Mpa  
 Ap.Fess.limite S.L.E. comb. Q.Perm.: 0.200 mm

ACCIAIO -

Tipo: B450C  
 Resist. caratt. snervam. fyk: 450.00 MPa  
 Resist. caratt. rottura ftk: 450.00 MPa  
 Resist. snerv. di progetto fyd: 391.30 MPa  
 Resist. ultima di progetto ftd: 391.30 MPa  
 Deform. ultima di progetto Epu: 0.068  
 Modulo Elastico Ef 2000000 daN/cm<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	100.0
2	50.0	-100.0
3	-50.0	-100.0
4	-50.0	100.0

**DATI BARRE ISOLATE**

N°Barra	X [cm]	Y [cm]	DiamØ[mm]
1	40.0	-84.7	20
2	20.0	-84.7	20
3	0.0	-84.7	20
4	-20.0	-84.7	20
5	-40.0	-84.7	20
6	40.0	92.1	26
7	20.0	92.1	26
8	0.0	92.1	26
9	-20.0	92.1	26
10	-40.0	92.1	26
11	40.0	-92.1	26
12	20.0	-92.1	26
13	0.0	-92.1	26
14	-20.0	-92.1	26
15	-40.0	-92.1	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	-1219.80	0.00

GENERAL CONTRACTOR 		ALTA SORVEGLIANZA 		
		Progetto	Lotto	Codifica
		IN17	12	EI2CLVI0904008
				C

2                    0.00                    2213.40                    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

N°Comb.	N	Mx	My
1	0.00	-791.30	0.00
2	0.00	1490.90	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	-481.20 (-1904.28)	0.00 (0.00)
2	0.00	868.00 (1940.75)	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	-272.80 (-1904.28)	0.00 (0.00)
2	0.00	411.90 (1940.75)	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:                    5.1    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  
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	-1219.80	0.00	-1997.55	1.64	42.3(29.6)
2	S	0.00	2213.40	0.00	3042.46	1.37	42.3(29.6)

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

<p>GENERAL CONTRACTOR</p>  <p>IRICAV2</p>	<p>ALTA SORVEGLIANZA</p>  <p>ITALFERR GRUPPO FERROVIE DELLO STATO ITALIANE</p>								
	<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>EI2CLVI0904008</td> <td>C</td> </tr> </table>	Progetto	Lotto	Codifica		IN17	12	EI2CLVI0904008	C
Progetto	Lotto	Codifica							
IN17	12	EI2CLVI0904008	C						

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	0.053	50.0	-100.0	0.00079	40.0	-92.1	-0.06231	40.0	92.1
2	0.00350	0.054	50.0	100.0	0.00086	40.0	92.1	-0.06080	40.0	-92.1

#### 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	-0.000342607	-0.030760719	0.053	0.700
2	0.000000000	0.000334699	-0.029969871	0.054	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	2.17	50.0	-100.0	-164.1	-40.0	92.1	2000	26.5
2	S	3.61	50.0	100.0	-203.4	-40.0	-92.1	2643	42.3

#### 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 $f_{ctm}$
Ver.	Esito della verifica
e1	Massima deformazione unitaria di trazione nel calcestruzzo (trazione -) valutata in sezione fessurata
e2	Minima deformazione unitaria di trazione nel calcestruzzo (trazione -) valutata in sezione fessurata
k1	= 0.8 per barre ad aderenza migliorata [eq.(7.11)EC2]
kt	= 0.4 per comb. quasi permanenti / = 0.6 per comb. frequenti [cfr. eq.(7.9)EC2]
k2	= 0.5 per flessione; $= (e1 + e2)/(2 \cdot e1)$ per trazione eccentrica [eq.(7.13)EC2]
k3	= 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 = $0.6 S_{max} / E_s$ [(7.9)EC2 e (C4.1.8)NTC]
sr max	Massima distanza tra le fessure [mm]
wk	Apertura fessure in mm calcolata = $sr \cdot max \cdot (e_{sm} - e_{cm})$ [(7.8)EC2 e (C4.1.7)NTC]. Valore limite tra parentesi
Mx fess.	Componente momento di prima fessurazione intorno all'asse X [kNm]
My fess.	Componente momento di prima fessurazione intorno all'asse Y [kNm]

GENERAL CONTRACTOR		ALTA SORVEGLIANZA			
					
		Progetto	Lotto	Codifica	
		IN17	12	E12CLVI0904008	
					C

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	66	0.00049	(0.00049)	557	0.274	(990.00)	-1904.28	0.00
2	S	-0.00107	0	0.500	23.4	66	0.00061	(0.00061)	473	0.289	(990.00)	1940.75	0.00

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

N°Comb	Ver	Sc max	Xc max	Yc max	Sf min	Xs min	Ys min	Ac eff.	As eff.
1	S	1.32	50.0	-100.0	-99.8	-40.0	92.1	2000	26.5
2	S	2.10	50.0	100.0	-118.4	-40.0	-92.1	2643	42.3

#### 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	-0.00052	0	0.500	26.0	66	0.00030	(0.00030)	557	0.167	(0.20)	-1904.28	0.00
2	S	-0.00062	0	0.500	23.4	66	0.00036	(0.00036)	473	0.168	(0.20)	1940.75	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	0.75	50.0	-100.0	-56.6	-40.0	92.1	2000	26.5
2	S	1.00	50.0	100.0	-56.2	-40.0	-92.1	2643	42.3

#### 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	-0.00030	0	0.500	26.0	66	0.00017	(0.00017)	557	0.095	(990.00)	-1904.28	0.00
2	S	-0.00030	0	0.500	23.4	66	0.00017	(0.00017)	473	0.080	(990.00)	1940.75	0.00

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

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

NOME FILE SEZIONE: VI09\_P33\_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

GENERAL CONTRACTOR



ALTA SORVEGLIANZA



	Progetto	Lotto	Codifica	
	IN17	12	EI2CLVI0904008	C

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
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	100.0
2	50.0	-100.0
3	-50.0	-100.0
4	-50.0	100.0

**DATI BARRE ISOLATE**

N°Barra	X [cm]	Y [cm]	DiamØ[mm]
1	40.0	-79.8	26
2	20.0	-79.8	26
3	0.0	-79.8	26
4	-20.0	-79.8	26
5	-40.0	-79.8	26
6	40.0	-87.3	26
7	20.0	-87.3	26
8	0.0	-87.3	26
9	-20.0	-87.3	26
10	-40.0	-87.3	26
11	40.0	87.2	20
12	20.0	87.2	20
13	0.0	87.2	20
14	-20.0	87.2	20
15	-40.0	87.2	20
16	40.0	-94.7	26
17	20.0	-94.7	26
18	0.0	-94.7	26
19	-20.0	-94.7	26
20	-40.0	-94.7	26
21	40.0	94.7	26
22	20.0	94.7	26
23	0.0	94.7	26
24	-20.0	94.7	26

GENERAL CONTRACTOR 	ALTA SORVEGLIANZA 									
	<table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <tr> <td style="width: 25%;">Progetto</td> <td style="width: 25%;">Lotto</td> <td style="width: 50%;">Codifica</td> </tr> <tr> <td>IN17</td> <td>12</td> <td>EI2CLVI0904008</td> </tr> <tr> <td></td> <td></td> <td style="text-align: right;">C</td> </tr> </table>	Progetto	Lotto	Codifica	IN17	12	EI2CLVI0904008			C
Progetto	Lotto	Codifica								
IN17	12	EI2CLVI0904008								
		C								

25                      -40.0                      94.7                      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	-2290.00	0.00
2	0.00	5241.80	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	-1002.40	0.00
2	0.00	3760.50	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	-327.50 (-2032.66)	0.00 (0.00)
2	0.00	2368.30 (2120.10)	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	-222.70 (-2032.66)	0.00 (0.00)
2	0.00	1287.50 (2120.10)	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

GENERAL CONTRACTOR  <b>IRICAV2</b>	ALTA SORVEGLIANZA  <b>ITALFERR</b> GRUPPO FERROVIE DELLO STATO ITALIANE			
	Progetto IN17	Lotto 12	Codifica E12CLVI0904008	C

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 [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	-2290.00	0.00	-3222.52	1.41	68.8(29.6)
2	S	0.00	5241.80	0.00	5626.96	1.07	79.6(29.6)

#### 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	0.068	50.0	-100.0	0.00210	40.0	-94.7	-0.04792	40.0	94.7
2	0.00350	0.083	50.0	100.0	0.00235	40.0	94.7	-0.03878	40.0	-94.7

#### 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	-0.000264100	-0.022909972	0.068	0.700
2	0.000000000	0.000217144	-0.018214449	0.083	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	2.11	50.0	-100.0	-134.2	-40.0	94.7	2000	42.3
2	S	7.00	50.0	100.0	-289.8	-40.0	-94.7	3200	79.6

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

GENERAL CONTRACTOR  <b>IRICAV2</b>	ALTA SORVEGLIANZA  <b>ITALFERR</b> GRUPPO FERROVIE DELLO STATO ITALIANE								
	<table border="1" style="width: 100%; text-align: center;"> <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>EI2CLVI0904008</td> <td>C</td> </tr> </table>	Progetto	Lotto	Codifica		IN17	12	EI2CLVI0904008	C
Progetto	Lotto	Codifica							
IN17	12	EI2CLVI0904008	C						

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  $A_{c\ eff}$  [eq.(7.11)EC2]  
Cf Copriferro [mm] netto calcolato con riferimento alla barra più tesa  
e sm - e cm Differenza tra le deformazioni medie di acciaio e calcestruzzo [(7.8)EC2 e (C4.1.7)NTC]  
Tra parentesi: valore minimo =  $0.6 S_{max} / E_s$  [(7.9)EC2 e (C4.1.8)NTC]  
sr max Massima distanza tra le fessure [mm]  
wk Apertura fessure in mm calcolata =  $sr\ max * (e\_sm - e\_cm)$  [(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	-0.00069	0	0.500	23.4	40	0.00040 (0.00040)	324 0.131 (990.00)	-2032.66	0.00	
2	S	-0.00150	0	0.500	26.0	40	0.00109 (0.00087)	314 0.342 (990.00)	2120.10	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	0.69	50.0	-100.0	-43.8	-40.0	94.7	2000	42.3
2	S	4.41	50.0	100.0	-182.5	-40.0	-94.7	3200	79.6

#### 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	-0.00023	0	0.500	23.4	40	0.00013 (0.00013)	324 0.043 (0.20)	-2032.66	0.00	
2	S	-0.00095	0	0.500	26.0	40	0.00056 (0.00055)	314 0.174 (0.20)	2120.10	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	0.47	50.0	-100.0	-29.8	-40.0	94.7	2000	42.3
2	S	2.40	50.0	100.0	-99.2	-40.0	-94.7	3200	79.6

#### 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	-0.00015	0	0.500	23.4	40	0.00009 (0.00009)	324 0.029 (990.00)	-2032.66	0.00	
2	S	-0.00051	0	0.500	26.0	40	0.00030 (0.00030)	314 0.093 (990.00)	2120.10	0.00	

GENERAL CONTRACTOR 	ALTA SORVEGLIANZA 			
	Progetto IN17	Lotto 12	Codifica EI2CLVI0904008	C

### 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 		ALTA SORVEGLIANZA  GRUPPO FERROVIE DELLO STATO ITALIANE		
		Progetto IN17	Lotto 12	Codifica E12CLVI0904008 C

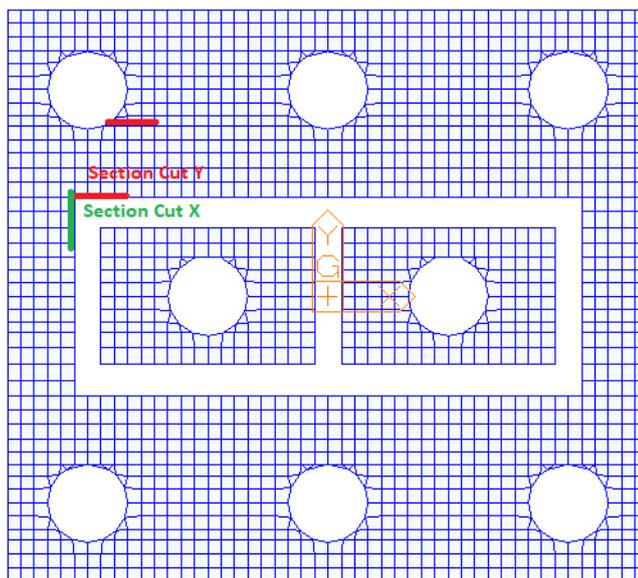


Figura 40 – Section cut considerate per la verifica a taglio

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  $V_{Ed,max} = 3121 \text{ kN/m}$ .

#### Caratteristiche materiali

##### CIs

$R_{ck}$	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 	ALTA SORVEGLIANZA 			
	Progetto	Lotto	Codifica	
	IN17	12	EI2CLVI0904008	C

### Calcoli preliminari

$A_{sl}$	2654.6	mm <sup>2</sup>	area dell'armatura longitudinale
$\rho_l$	0.0014		rapporto geometrico d'armatura longitudinale
$\rho_{l,eff}$	0.0014		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

$k$	1.32		
$k_{eff}$	1.32		
$v_{min}$	0.27		
$V_{Rd,1}$	459.58	KN	taglio resistente - valore 1
$V_{Rd,2}$	509.13	KN	taglio resistente - valore 2
$V_{Rd}$	509.13	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
$N_{Rd}$	28220	KN	sforzo normale di compressione ultimo
$ctg\alpha$	0.00		
$ctg\theta$	2.48		
$V_{Rsd}$	3693.4	KN	taglio resistente relativo alle armature tese
$V_{Rcd}$	4224.1	KN	taglio resistente relativo alle bielle compresse
$V_{Rd}$	3693.4	KN	taglio resistente di calcolo
$V_{Ed}$	<b>3121</b>	kN	Taglio di calcolo
Verifica	ok		
FS	1.18		Coefficiente di sicurezza

GENERAL CONTRACTOR 	ALTA SORVEGLIANZA 			
	Progetto IN17	Lotto 12	Codifica EI2CLVI0904008	C

#### 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:

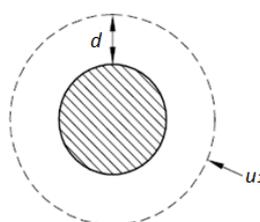
$$v_{Ed} \leq v_{Rd,cs}$$

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 	ALTA SORVEGLIANZA 			
	Progetto IN17	Lotto 12	Codifica EI2CLVI0904008	C

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  <b>IRICAV2</b>	ALTA SORVEGLIANZA  GRUPPO FERROVIE DELLO STATO ITALIANE			
	Progetto	Lotto	Codifica	
	IN17	12	E12CLVI0904008	C

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

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 Y prevalente:  $V_{Ed} = 8500.4$  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
$\tau_{rd}$	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

#### Armatatura tesa

$A_{ly}$	34.40	cm <sup>2</sup> /m	Armatatura tesa in direzione y (media)
$A_{lx}$	26.55	cm <sup>2</sup> /m	Armatatura tesa in direzione x (media)

#### Impronta di carico

a	75	cm	(a = raggio per sezioni circolari)
h	200	cm	Altezza plinto
d	192	cm	Altezza utile
$\beta$	1		Coeff. che tiene conto eccentricità del carico

$u_1$	737.31	cm	Perimetro di verifica di base
$u_0$	471.24	cm	Perimetro dell'area caricata
k	1.32		Coefficiente
$\rho_l$	0.0016		Percentuale di armatura tesa

#### Peso del plinto

$\gamma_{cls}$	25	kN/m <sup>3</sup>	Peso specifico cls
$h_{plinto}$	2	m	Altezza plinto
A	8.79	m <sup>2</sup>	Area di verifica in corrispondenza del baricentro del plinto
$\Delta V_{sd}$	439.5	kN	Riduzione di taglio dovuta al peso proprio del plinto

#### Peso del rinterro

GENERAL CONTRACTOR 		ALTA SORVEGLIANZA  GRUPPO FERROVIE DELLO STATO ITALIANE		
		Progetto IN17	Lotto 12	Codifica E12CLVI0904008
				C

$\gamma_{terr}$	19	kN/m <sup>3</sup>	<i>Peso specifico terreno</i>
$h_{rint}$	1	m	<i>Altezza rinterro</i>
A	15.56	m <sup>2</sup>	<i>Area di verifica in corrispondenza dell'estradosso del plinto</i>
$\Delta V_{sd}$	295.6	kN	<i>Riduzione di taglio dovuta al peso del rinterro</i>

Tensione massima di taglio

$V_{ed}$	8500	kN	<i>Reazione agli SLU</i>
$V_{ed}$	7765	kN	<i>Taglio applicato (ridotto del peso proprio e del rinterro)</i>
$V_{ed}$	1053	kN/m	<i>Taglio applicato per unità di lunghezza</i>
$v_{ed}$	0.55	N/mm <sup>2</sup>	<i>Tensione di taglio agente</i>

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

$v_{ed}$	0.86	N/mm <sup>2</sup>	<i>Tensione di taglio a rifosso del palo</i>
$v_{rdmax}$	3.83	N/mm <sup>2</sup>	<i>Tensione resistente massima</i>
Verifica	ok		
FS	4.45		

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

$v_{Rd,c}$	0.27	N/mm <sup>2</sup>	<i>Tensione resistente senza armatura a taglio</i>
$v_{min}$	0.27	N/mm <sup>2</sup>	
$V_{Rd}$	510.15	kN/m	<i>Taglio resistente per unità di lunghezza</i>
Verifica	no		
FS	0.48		

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

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

$s_r$	400	mm	<i>Passo radiale dei perimetri dell'armatura a taglio-punzonamento</i>
$d/s_r$	4.79		

$A_{sw\ min}$	1759.1	mm <sup>2</sup>	<i>Area di armatura minima a taglio-punzonamento di uno strato</i>
---------------	--------	-----------------	--

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

$v_{Rd,cs}$	0.60	N/mm <sup>2</sup>	<i>Valore di progetto del taglio-punzonamento resistente</i>
$v_{Ed}$	0.55	N/mm <sup>2</sup>	<i>Tensione di taglio-punzonamento agente</i>
Verifica	ok		
FS	1.08		

GENERAL CONTRACTOR 	ALTA SORVEGLIANZA 			
	Progetto IN17	Lotto 12	Codifica E12CLVI0904008	C

## 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.

GENERAL CONTRACTOR



ALTA SORVEGLIANZA



	Progetto	Lotto	Codifica	
	IN17	12	EI2CLVI0904008	C