

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 P11, P12, P15, P16, P26 e P27

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 4	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: IN1712EI2CLVI0904004C
Progetto cofinanziato dalla Unione Europea		Cod. origine:

<p>GENERAL CONTRACTOR</p>  <p>IRICAV2</p>	<p>ALTA SORVEGLIANZA</p>  <p>ITALFERR GRUPPO FERROVIE DELLO STATO ITALIANE</p>			
	<p>Progetto</p> <p>IN17</p>	<p>Lotto</p> <p>12</p>	<p>Codifica</p> <p>EI2CLVI0904004</p>	<p>C</p>

GENERAL CONTRACTOR 	ALTA SORVEGLIANZA 			
	Progetto IN17	Lotto 12	Codifica EI2CLVI0904004	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.....	18
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 EI2CLVI0904004	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>	115
11.5.4 <i>Verifica a taglio-punzonamento</i>	118
12. VALUTAZIONE DELLA ACCETTABILITÀ DEI RISULTATI OTTENUTI (RIF.PAR.10.2 DM 14/01/2008)	122

GENERAL CONTRACTOR 	ALTA SORVEGLIANZA 			
	Progetto IN17	Lotto 12	Codifica EI2CLVI0904004	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 7.5m (escluso) e 8.5m, con fondazione 12.0m x 12.0m x 2.5m su 9 pali e sulle quali afferiscono due impalcati in c.a.p. di L=25.0m (P11-P12-P15-P16-P26-P27). Si prende a riferimento la pila di altezza massima P11 per tutte le verifiche esplicitate nella presente relazione (H=8.5m), ad eccezione della verifica a taglio del fusto pila, nella quale si fa riferimento anche alla pila di altezza minima P12 (H=8.0m).

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 EI2CLVI0904004	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
- IN1710EI2CLVI0900001, Relazione interazione treno binario struttura
- IN1712EI2CLVI0904012, Relazione di calcolo pulvini, baggioli e ritegni
- IN1712EI2RBVI09A0001, Relazione geotecnica
- IN1712EI2RBVI09C0001, Relazione geotecnica

<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: 50%;">Codifica</td> </tr> <tr> <td>IN17</td> <td>12</td> <td>EI2CLVI0904004</td> </tr> </table>	Progetto	Lotto	Codifica	IN17	12	EI2CLVI0904004
Progetto	Lotto	Codifica					
IN17	12	EI2CLVI0904004					
	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 ^(2/3) =	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) ^(0,3) =	33643,00	MPa	Modulo elastico di progetto
ν =	0,20		Coefficiente di Poisson
Gc = Ecm / (2(1+ ν)) =	14018,00	MPa	Modulo elastico tangenziale di progetto
Classe di esposizione =	XC4+XF1		
c =	5,00	cm	Copriferro minimo
w =	0,20	mm	Apertura massima fessure in esercizio in comb. rara (rif. §2.5.1.8.3.2.4 [3])

3.2 Calcestruzzo per fondazione

Classe C25/30

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

GENERAL CONTRACTOR 	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: 50%;">Codifica</td> </tr> <tr> <td>IN17</td> <td>12</td> <td>EI2CLVI0904004</td> </tr> </table>	Progetto	Lotto	Codifica	IN17	12	EI2CLVI0904004
Progetto	Lotto	Codifica					
IN17	12	EI2CLVI0904004					
	C						

$f_{ctm} = 0,3 f_{ck}^{(2/3)} =$	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 EI2CLVI0904004	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  IRICAV2	ALTA SORVEGLIANZA  ITALFERR GRUPPO FERROVIE DELLO STATO ITALIANE								
	<table border="1" style="width: 100%;"> <tr> <td style="width: 25%;">Progetto</td> <td style="width: 25%;">Lotto</td> <td style="width: 25%;">Codifica</td> <td style="width: 25%;"></td> </tr> <tr> <td>IN17</td> <td>12</td> <td>EI2CLVI0904004</td> <td>C</td> </tr> </table>	Progetto	Lotto	Codifica		IN17	12	EI2CLVI0904004	C
Progetto	Lotto	Codifica							
IN17	12	EI2CLVI0904004	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 EI2CLVI0904004	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 12.0m e di spessore 2.5m. Le fondazioni previste sono su pali (9pali $\Phi 1500$).

GENERAL CONTRACTOR



ALTA SORVEGLIANZA



Progetto

IN17

Lotto

12

Codifica

EI2CLVI0904004

C

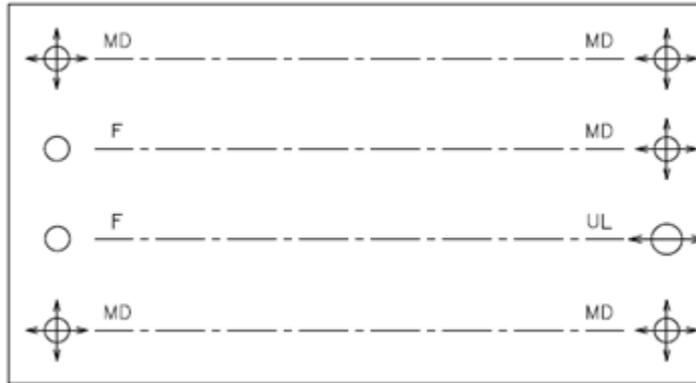


Figura 1 - Schema appoggi

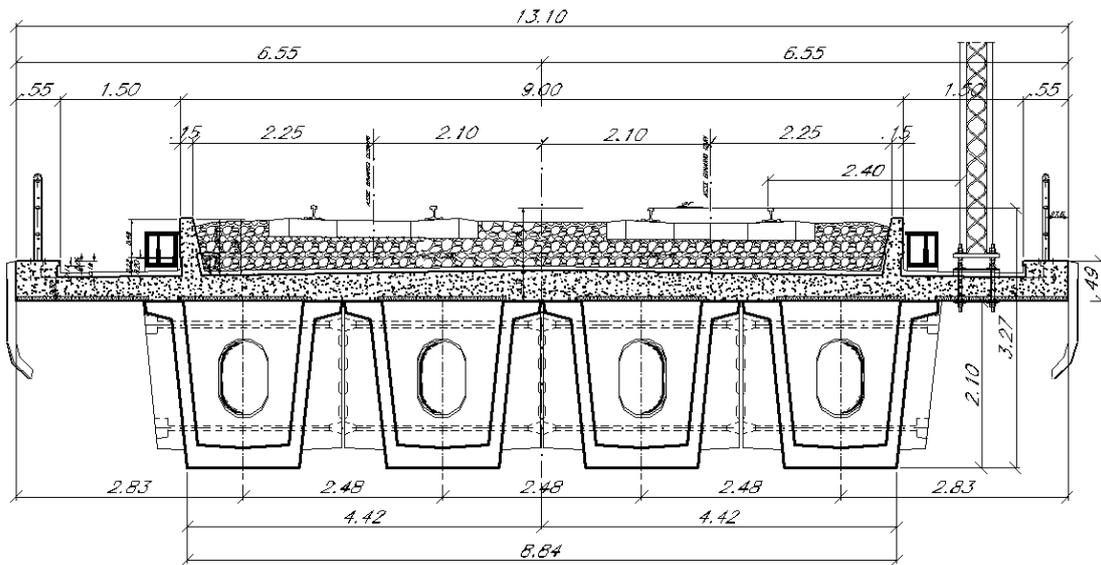


Figura 2 - Sezione impalcato

GENERAL CONTRACTOR



ALTA SORVEGLIANZA



Progetto

IN17

Lotto

12

Codifica

EI2CLVI0904004

C

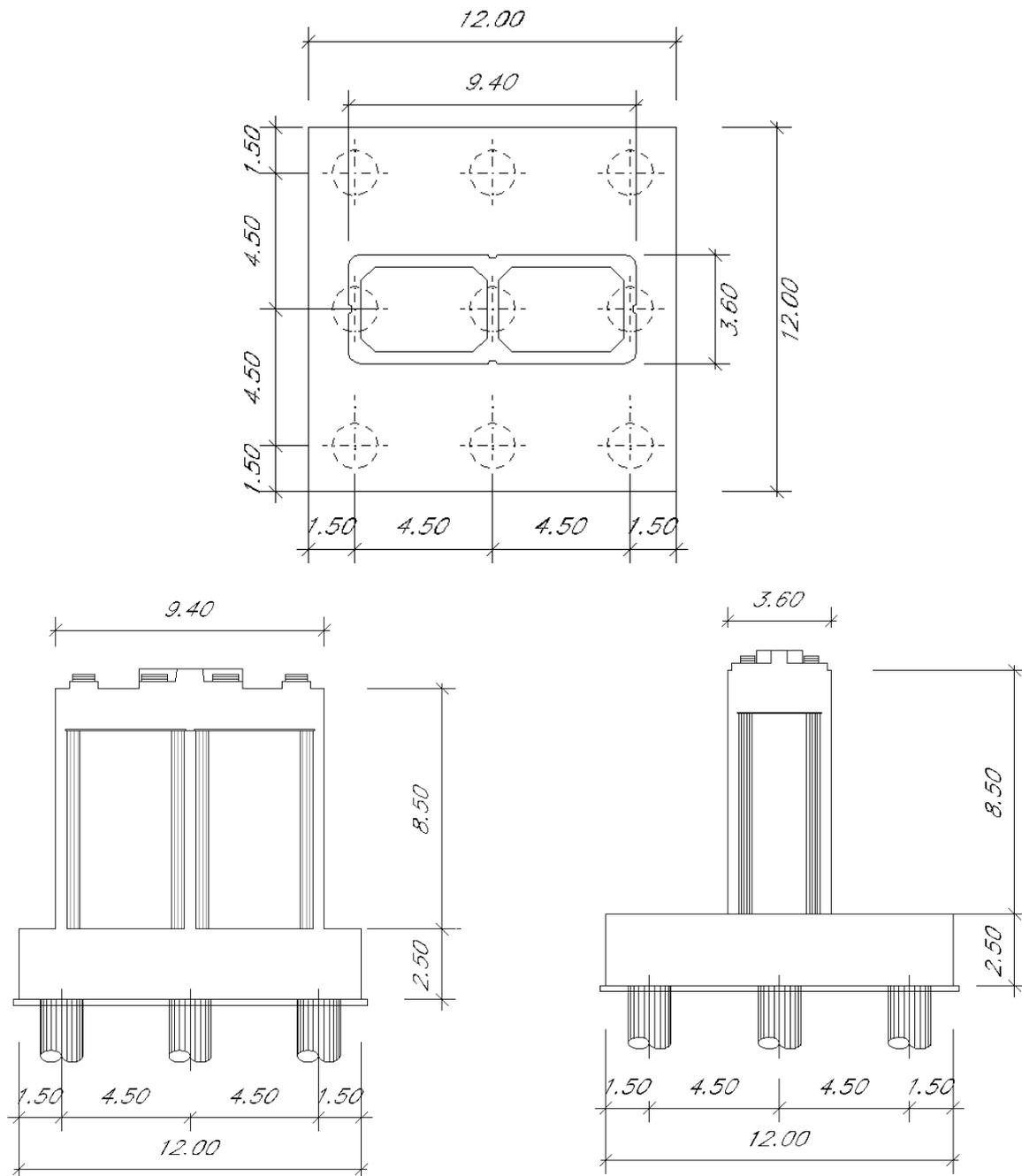


Figura 3 - Pianta e sezioni pila

GENERAL CONTRACTOR 	ALTA SORVEGLIANZA 			
	Progetto IN17	Lotto 12	Codifica EI2CLVI0904004	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>EI2CLVI0904004</td> </tr> </table>	Progetto	Lotto	Codifica	IN17	12	EI2CLVI0904004
Progetto	Lotto	Codifica					
IN17	12	EI2CLVI0904004					
	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/m³.

DATI DI LINEA			
velocità massima della linea	V	220	km/h
raggio di curvatura	R	2500	m
numero di binari		doppio	

IMPALCATO					
		SX			DX
altezza cassoncino sezione in appoggio	h_1	2.10	m	2.10	m
altezza cassoncino sezione in mezzeria	h_2	2.10	m	2.10	m
spessore soletta	s	0.35	m	0.35	m
estradosso impalcato sull'appoggio	H_1	2.45	m	2.45	m
altezza totale impalcato in mezzeria	H_2	2.45		2.45	m
spessore ballast	h_b	0.80	m	0.80	m
altezza PF da estradosso trave	h_{PF}	1.20	m	1.20	m
lunghezza travata	L	25.00	m	25.00	m
luce appoggi travata	L_a	22.80	m	22.80	m
larghezza totale impalcato	B	13.10	m	13.10	m
peso permanente strutturale	G_1	6275	kN	6275	kN
peso permanenti non struttrutturali	G_2	5150	kN	5150	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>EI2CLVI0904004</td> </tr> </table>	Progetto	Lotto	Codifica	IN17	12	EI2CLVI0904004
Progetto	Lotto	Codifica					
IN17	12	EI2CLVI0904004					
	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	8.50	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 ²
inerzia sezione direzione trasversale	I11	103.81	m ⁴
inerzia sezione direzione longitudinale	I22	22.26	m ⁴
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	2004	kN

GENERAL CONTRACTOR



ALTA SORVEGLIANZA



Progetto

Lotto

Codifica

IN17

12

EI2CLVI0904004

C

PULVINO

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

FONDAZIONE

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

Ulteriori distanze e bracci

distanza asse pila/ asse appoggi per momento long.	i_l	1.10	
altezza baggioli e apparecchi d'appoggio	h_B	0.50	
interasse tra i binari (se singolo 0)	i_b	4.20	m
dist. tra interasse del singolo binario e asse pila	a	2.10	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:

GENERAL CONTRACTOR  IRICAV2	ALTA SORVEGLIANZA  GRUPPO FERROVIE DELLO STATO ITALIANE			
	Progetto IN17	Lotto 12	Codifica EI2CLVI0904004	C

	N [kN]	Mlong [kN.m]
scarichi estradosso Pila - G1	6275	0
scarichi estradosso Pila - G2	5150	0
scarichi estradosso Fondazione - G1	9548	0
scarichi estradosso Fondazione - G2	5150	0
scarichi intradosso Fondazione - G1	20646	0
scarichi intradosso Fondazione - G2	5150	0

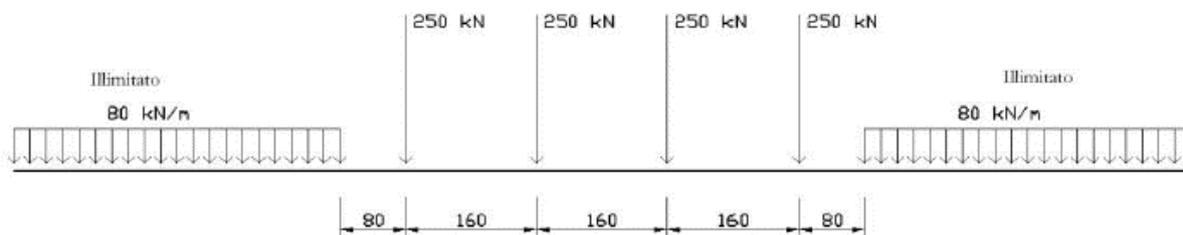
Lo scarico G1 a intradosso fondazione tiene conto del peso del plinto di fondazione e del peso del terreno di ricoprimento al di sopra di esso, di spessore pari a 1 m.

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.



$$Q_{vk} = 250 \text{ kN} \quad q_{vk} = 80 \text{ kN/m}$$

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

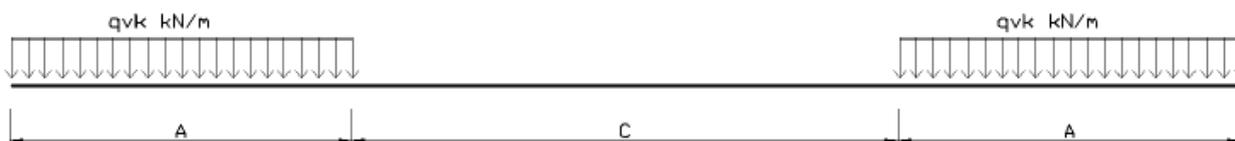
Carico distribuito: 80 kN/m in entrambe le direzioni, a partire da 0,8 m dagli assi d'estremità e per una lunghezza illimitata.

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

GENERAL CONTRACTOR 	ALTA SORVEGLIANZA  GRUPPO FERROVIE DELLO STATO ITALIANE			
	Progetto IN17	Lotto 12	Codifica E12CLVI0904004	C

➤ *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.



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

GENERAL CONTRACTOR 	ALTA SORVEGLIANZA 			
	Progetto IN17	Lotto 12	Codifica EI2CLVI0904004	C

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:

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

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	5992	310	1298
COMBO ML	3529	2759	1090
COMBO MT	3162	206	6957

Si riportano i medesimi schemi graficamente per un caso rappresentativo:

GENERAL CONTRACTOR



ALTA SORVEGLIANZA



	Progetto	Lotto	Codifica	
	IN17	12	EI2CLVI0904004	C

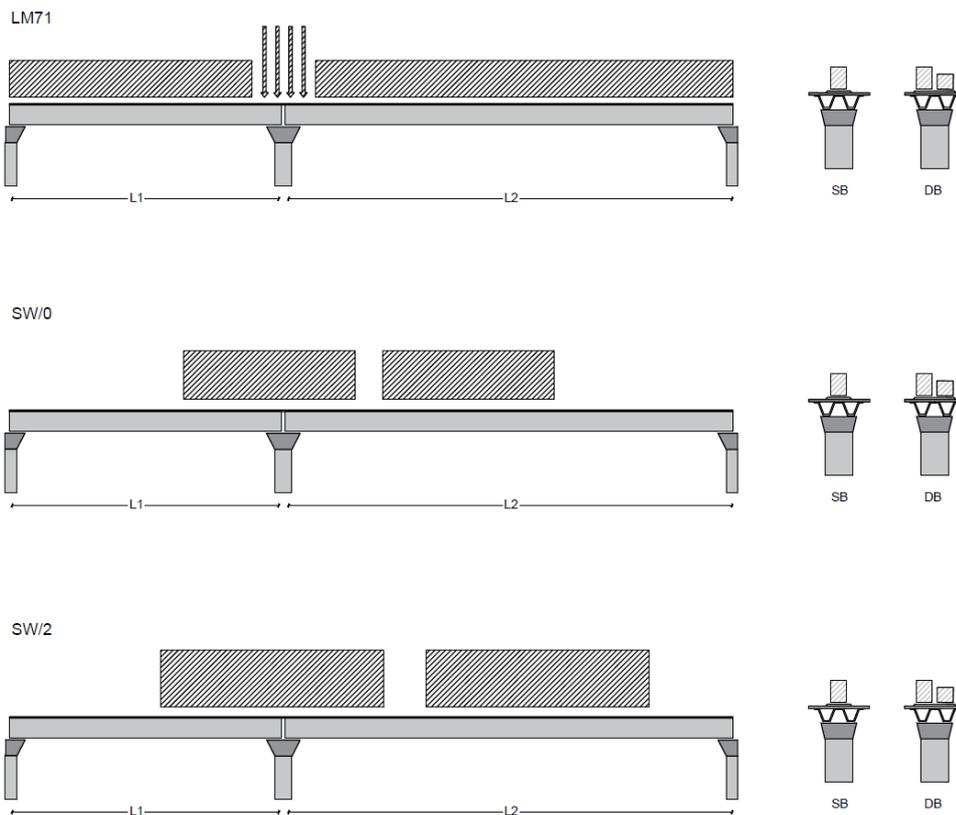


Figura 4- Posizione treni di carico - massimo sforzo assiale

GENERAL CONTRACTOR



ALTA SORVEGLIANZA



Progetto

IN17

Lotto

12

Codifica

EI2CLVI0904004

C

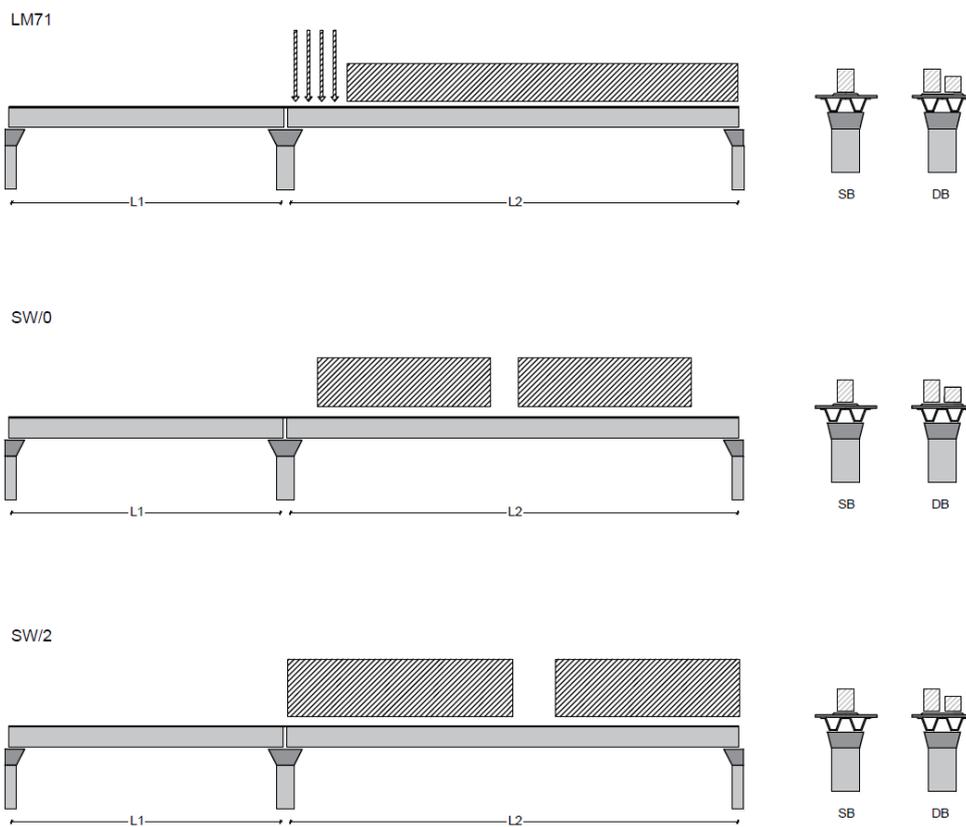


Figura 5- Posizione treni di carico – massimo momento longitudinale

GENERAL CONTRACTOR



ALTA SORVEGLIANZA



Progetto

IN17

Lotto

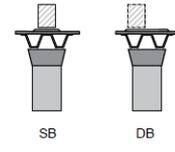
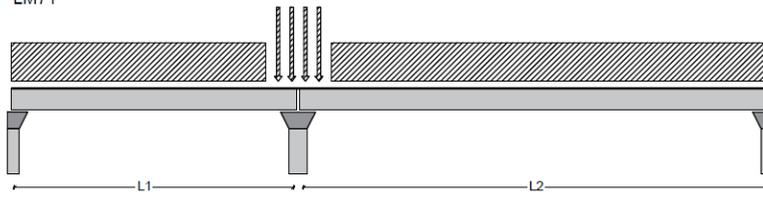
12

Codifica

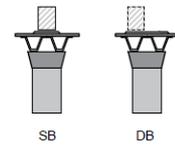
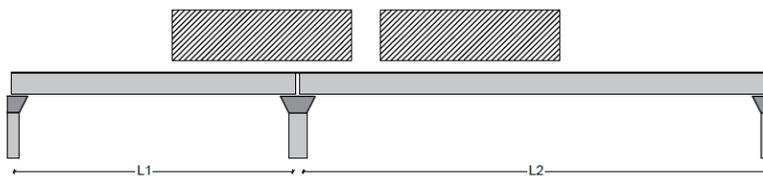
EI2CLVI0904004

C

LM71



SW/0



SW/2

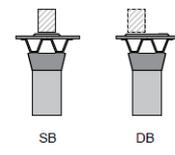
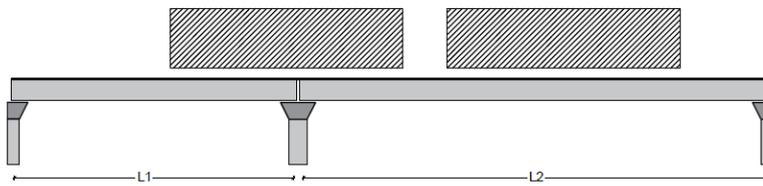


Figura 6- Posizione treni di carico – massimo momento trasversale

GENERAL CONTRACTOR  IRICAV2	ALTA SORVEGLIANZA  ITALFERR GRUPPO FERROVIE DELLO STATO ITALIANE			
	Progetto IN17	Lotto 12	Codifica EI2CLVI0904004	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
		SX	
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.

GENERAL CONTRACTOR



ALTA SORVEGLIANZA



	Progetto	Lotto	Codifica	
	IN17	12	EI2CLVI0904004	C

Valore di α	Massima velocità della linea [Km/h]	Azione centrifuga basata su:				traffico verticale associato
		V	α	f		
SW/2	≥ 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	α	1	$\alpha \times 1 \times (LM71'' + SW/0)$	$\Phi \times \alpha \times 1 \times (LM71'' + SW/0)$
	≤ 120	V	α	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	SX
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>EI2CLVI0904004</td> </tr> </table>	Progetto	Lotto	Codifica	IN17	12	EI2CLVI0904004
Progetto	Lotto	Codifica					
IN17	12	EI2CLVI0904004					
	C						

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:

SW/2	
velocità massima compatibile con il tracciato della linea	V_{max} 100
fattore di riduzione funzione della L_f e della V	f 1.00
coefficiente di adattamento	a 1.00
valore caratteristico dei carichi verticali	q_{vk} 150.00 kN/m
valore caratteristico della forza centrifuga	q_{tk} 4.72 kN/m

Riassumendo:

	Qtk sx	qtk sx	Qtk dx	qtk dx	F testa Pila Mom Trasn	
	<i>KN</i>	<i>KN/m</i>	<i>KN</i>	<i>KN/m</i>	<i>KN</i>	<i>KN/m</i>
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 α ma non per il coefficiente di amplificazione dinamica. Essa si applicherà sia in rettilineo che in curva.

GENERAL CONTRACTOR 	ALTA SORVEGLIANZA 			
	Progetto IN17	Lotto 12	Codifica EI2CLVI0904004	C

viadotto a binario combinazione treni	doppio LM/71 + SW/2		
valore caratteristico della forza	Qsk	100	kN
coefficiente di adattamento	a	1.1	
coefficiente di adattamento	a2	1	
<p>Questa forza laterale deve essere sempre combinata con i carichi verticali</p>			
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 α e non devono essere moltiplicati per Φ . 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.

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.

GENERAL CONTRACTOR



ALTA SORVEGLIANZA



	Progetto	Lotto	Codifica	
	IN17	12	EI2CLVI0904004	C

numero di binari		doppio	
combinazione treni		LM/71 + SW/2	
posizionamento vincoli fissi		caso peggiore	
estradosso pulvino sommità binario	H	0.5	m
lunghezza del binario	L	25	m

FRENATURA

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

AVVIAMENTO

GENERAL CONTRACTOR 	ALTA SORVEGLIANZA 			
	Progetto IN17	Lotto 12	Codifica EI2CLVI0904004	C

LM/71 valore caratteristico della forza	$Q_{la,k}$	908	kN
SW/0 valore caratteristico della forza	$Q_{la,k}$	715	kN
SW/2 valore caratteristico della forza	$Q_{la,k}$	825	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 γ e ψ 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 IN17	Lotto 12	Codifica EI2CLVI0904004	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

ρ indica la densità dell'aria

GENERAL CONTRACTOR 	ALTA SORVEGLIANZA 			
	Progetto IN17	Lotto 12	Codifica EI2CLVI0904004	C

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.

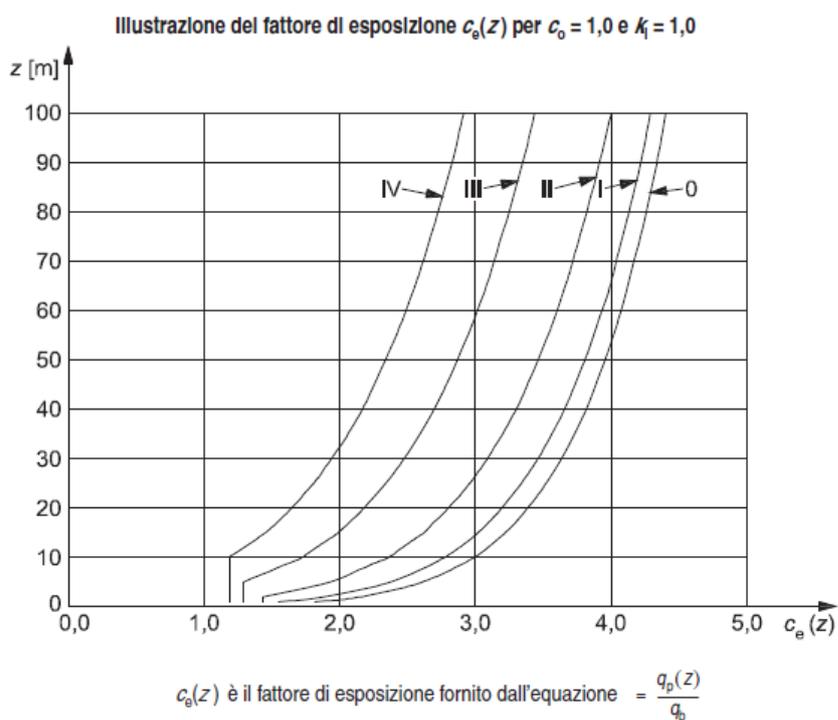


Figura 7 -fattore di esposizione - Eurocodice 1991-1-4

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

	Progetto	Lotto	Codifica	
	IN17	12	EI2CLVI0904004	C

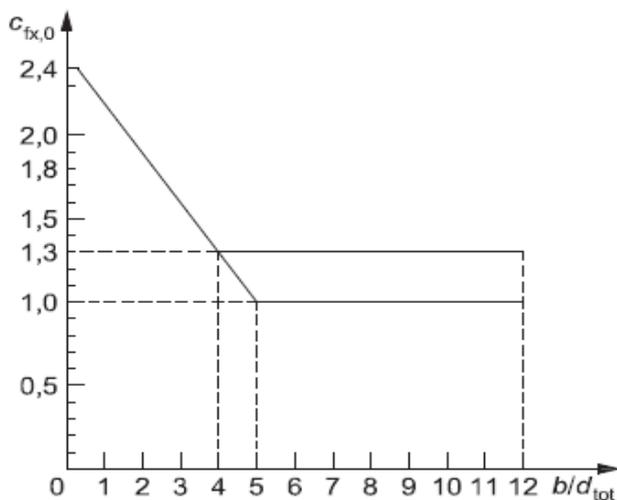


Figura 8 - Fattore di forza trasversale - Eurocodice 1991-1-4

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

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

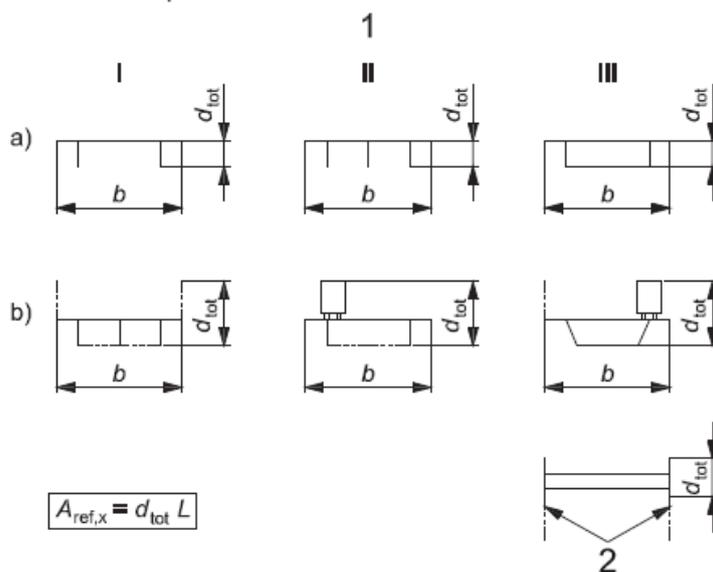


Figura 9 - Area effettiva - Eurocodice 1991-1-4

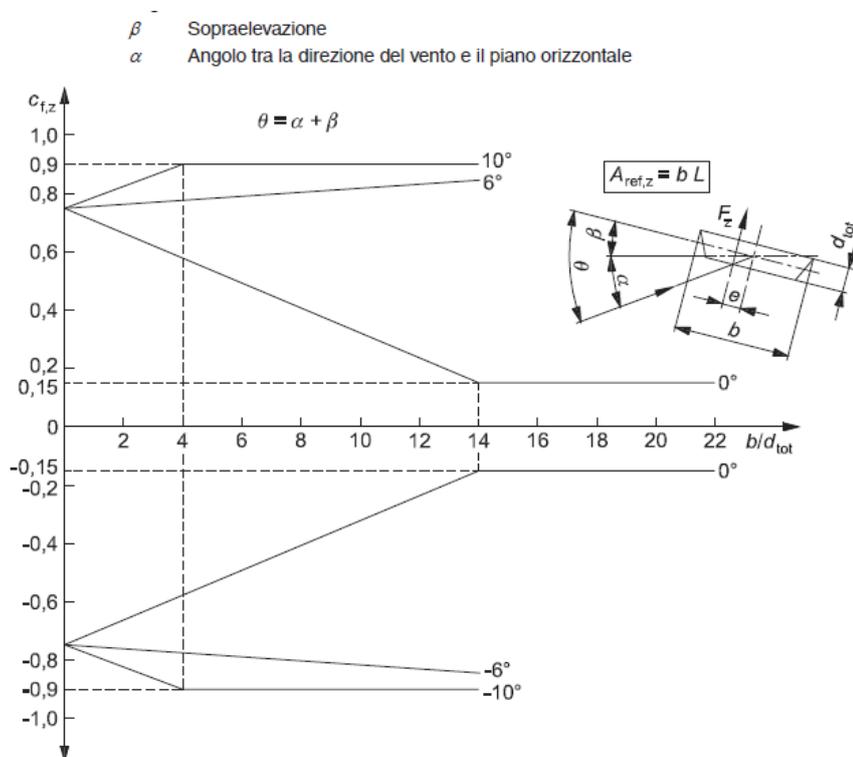


Figura 10 - coefficiente di forza verticale - Eurocodice 1991-1-4

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.

Progetto

Lotto

Codifica

IN17

12

EI2CLVI0904004

C

- 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

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

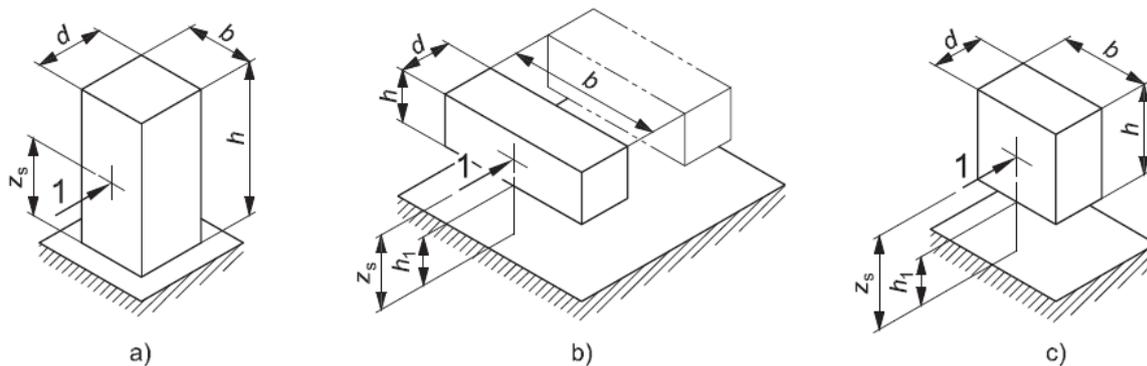


Figura 11 - Altezza di riferimento - Eurocodice 1991-1-4

tab. 3.3.I

Zona

1

tab.3.3.II

Categoria

II

tab. 3.3.III

Classe rug

D

velocità di base di riferimento s.l.m.

Vbo

25

m/s

parametro di quota

ao

1000

m

altitudine sul livello del mare

as

150

m

parametro adimensionale

ks

0.4

coefficiente di altitudine

ca

1

velocità di base di riferimento

Vb

25

m/s

GENERAL CONTRACTOR



ALTA SORVEGLIANZA



	Progetto	Lotto	Codifica	
	IN17	12	EI2CLVI0904004	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

ponte carico			
altezza pila	z1	8.50	m
altezza baggioli e app. d'appoggio	z2	0.50	m
altezza all'intradosso	zint	9	m
altezza di riferimento	z	12.6	m
coefficiente di topografia	ct	1	
coefficiente di esposizione	ce	2.50	
densità dell'aria convenzionale	ro	1.25	kg/m ³
pressione statica di riferimento	qr	439.8	n/m ²
pressione statica di picco	qpicco	1100.5	n/m ²
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 	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>EI2CLVI0904004</td> </tr> </table>	Progetto	Lotto	Codifica	IN17	12	EI2CLVI0904004
Progetto	Lotto	Codifica					
IN17	12	EI2CLVI0904004					

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

ponte scarico			
altezza di impatto treno o barriere	htot	6.45	m
rapporto geometrico	d/h	2.03	
coefficiente di forza trasversale	cfx	1.84	
coefficiente di forza trasversale	cfz	0.90	
forza trasversale	fx	16.1	kN/m
forza equivalente in testa pila	Fx	403.1	kN
momento trasv equivalente in testa pila	Mx	1501.6	kN/m
forza verticale	fz	32.8	kN/m
forza equivalente in testa pila	Fz	818.8	kN
momento trasv equivalente in testa pila	Mx	2681.4	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;
 - ψ_r è il fattore riduttivo per sezioni con spigoli arrotondati;
 - ψ_λ è il fattore di effetto di estremità, posto cautelativamente pari a 1.

I valori di $c_{f,0}$ e ψ_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

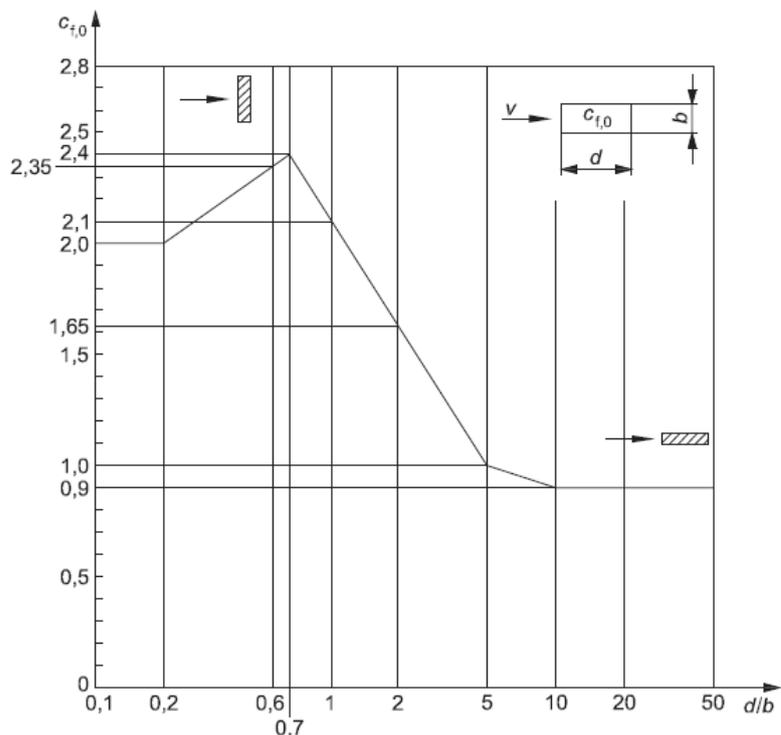


Figura 12 - Correlazione tra dimensioni in sezione dell'elemento e il coefficiente di forma c_{fx0} (figura 7.23 EC1-4)

Fattore di riduzione ψ_r per sezioni quadrate con spigoli arrotondati

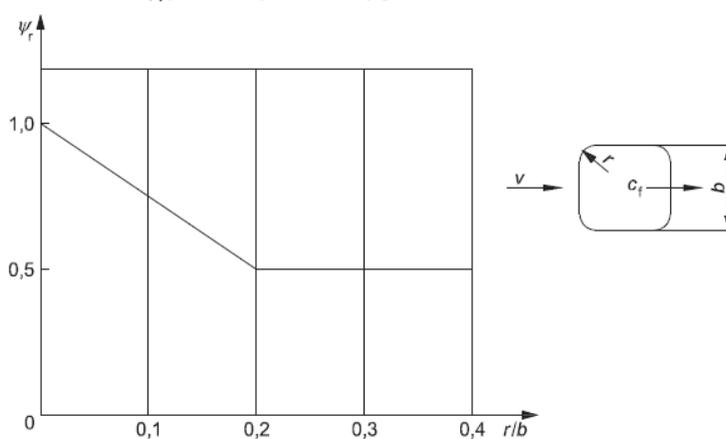


Figura 13 - correlazione tra il raggio di arrotondamento dello spigolo e il fattore riduttivo ψ_r (figura 7.24 EC1-4)

GENERAL CONTRACTOR



ALTA SORVEGLIANZA



	Progetto	Lotto	Codifica	
	IN17	12	EI2CLVI0904004	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

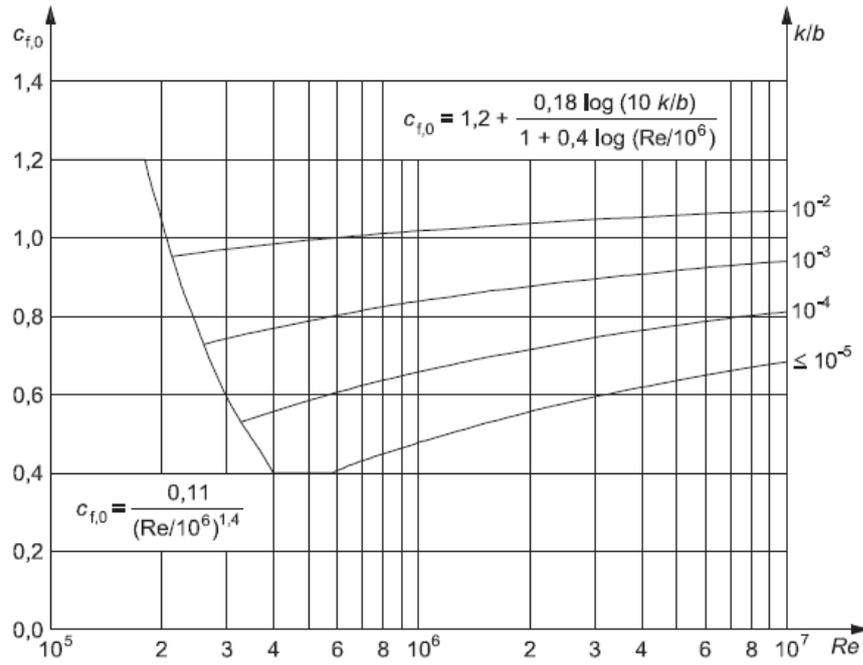


Figura 14 - Fattori di forza pila - Eurocodice 1991-1-4

GENERAL CONTRACTOR



ALTA SORVEGLIANZA



Progetto

IN17

Lotto

12

Codifica

E12CLVI0904004

C

direzione trasversale

altezza di riferimento	z	8.5	m
coefficiente di topografia	ct	1	
coefficiente di esposizione	ce	2.25	
densità dell'aria convenzionale	ro	1.25	kg/m ³
pressione statica di riferimento	qr	439.8	n/m ²
pressione statica di picco	qpicco	989.5	n/m ²
		0.99	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	1.77E+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	2.36	
snellezza effettiva	λ	70.00	
rapporto di solidità	ϕ	1	
end-effect factor	$\psi\lambda$	0.89	
forza trasversale	f tras	9.0	kN/m
forza equivalente totale	F tras	76.5	kN
altezza di applicazione sulla pila	h tra	4.4	m

GENERAL CONTRACTOR 	ALTA SORVEGLIANZA 			
	Progetto IN17	Lotto 12	Codifica EI2CLVI0904004	C

direzione longitudinale			
tipologia di sezione		rettangolare	
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	0.90	
snellezza effettiva	λ	70.00	
rapporto di solidità	ϕ	1	
end-effect factor	$\psi\lambda$	0.89	
forza longitudinale	f lon	23.50	kN/m
forza equivalente totale	Flon	199.75	kN
altezza di applicazione sulla pila	h lon	4.43	m

6.7 Azione termica (Q7)

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

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

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

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

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

GENERAL CONTRACTOR 	ALTA SORVEGLIANZA 			
	Progetto IN17	Lotto 12	Codifica EI2CLVI0904004	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	EI2CLVI0904004	C

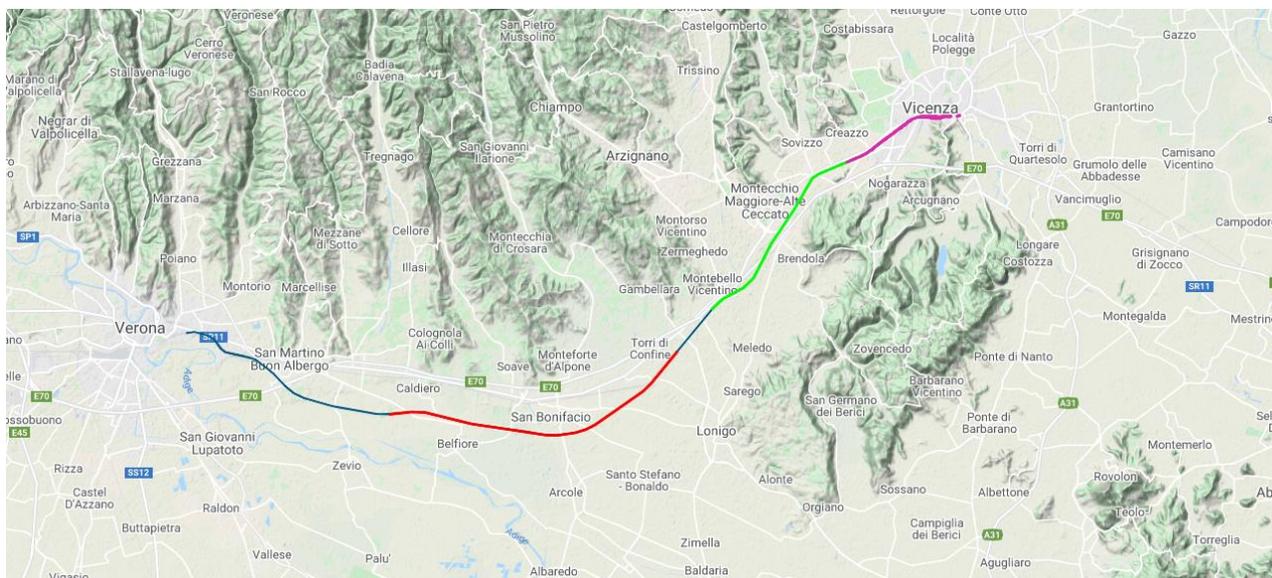


Figura 15 - Individuazione geografica della linea ferroviaria

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

Lotto

Codifica

IN17

12

EI2CLVI0904004

C

FASE 1. INDIVIDUAZIONE DELLA PERICOLOSITÀ DEL SITO

Ricerca per coordinate LONGITUDINE: 11.11012 LATITUDINE: 45.40294

Ricerca per comune REGIONE: Veneto PROVINCIA: Verona COMUNE: Verona

Elaborazioni grafiche
Grafici spettri di risposta |>
Variabilità dei parametri |>

Elaborazioni numeriche
Tabella parametri |>

Nodi del reticolo intorno al sito

Reticolo di riferimento

Controllo sul reticolo:
 Sito esterno al reticolo
 Interpolazione su 3
 Interpolazione

Interpolazione: superficie rigata

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

INTRO **FASE 1** FASE 2 FASE 3

Figura 16 - Sito di riferimento secondo "Spettri_NTC"

Progetto	Lotto	Codifica	
IN17	12	EI2CLVI0904004	C

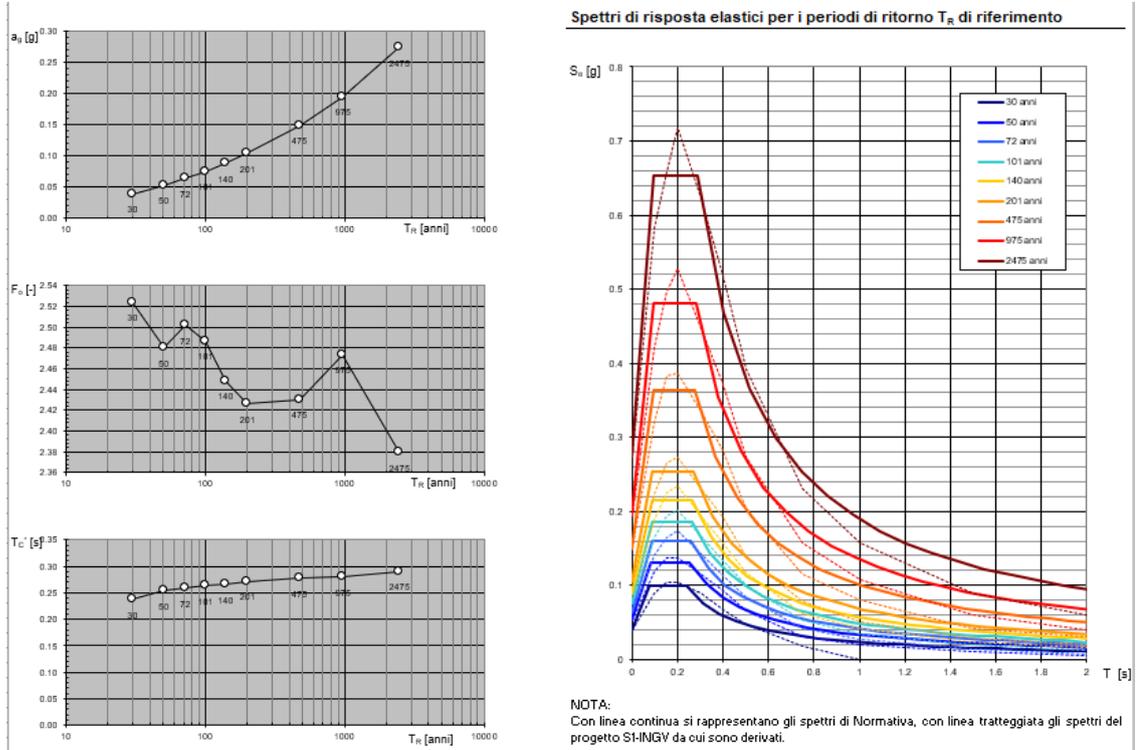


Figura 17 - Parametri di riferimento del sito secondo "Spettri_NTC"

Valori dei parametri a_g , F_0 , T_C^* per i periodi di ritorno T_R di riferimento

T_R [anni]	a_g [g]	F_0 [-]	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	EI2CLVI0904004	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

Strategia di progettazione

LEGENDA GRAFICO

--□-- Strategia per costruzioni ordinarie

INTRO
FASE 1
FASE 2
FASE 3

FASE 3. DETERMINAZIONE DELL'AZIONE DI PROGETTO

Stato Limite

Stato Limite considerato info

Risposta sismica

Categoria di sottosuolo info

Categoria topografica info

$S_B = 1.373$ $C_C = 1.591$ info

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

Compon. orizzontale

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

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

Compon. verticale

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

Elaborazioni

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

Spettri di risposta

— Spettro di progetto - componente orizzontale

— Spettro di progetto - componente verticale

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
η	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 η 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 EI2CLVI0904004	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>EI2CLVI0904004</td> </tr> </table>	Progetto	Lotto	Codifica	IN17	12	EI2CLVI0904004
Progetto	Lotto	Codifica					
IN17	12	EI2CLVI0904004					
	C						

6.8.4 Check analisi statica

Direzione Longitudinale			
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	2004	kN
massa pulvino	Mpila	1269	kN
massa efficace pila	Mpe	1937	kN
massa sismica totale da utilizzare dir. Long	Mtot long	14774	kN
<i>verifica requisito di norma</i>	$Mep < 1/5 Mimp$	OK	

Direzione Trasversale			
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	2004	kN
massa pulvino	Mpila	1269	kN
massa efficace pila	Mpe	1937	kN
massa sismica totale da utilizzare dir. Trasv	Mtot tras	14561	kN
<i>verifica requisito di norma</i>	$Mep < 1/5 Mimp$	OK	

GENERAL CONTRACTOR 	ALTA SORVEGLIANZA  GRUPPO FERROVIE DELLO STATO ITALIANE		
	Progetto IN17	Lotto 12	Codifica E12CLVI0904004 C

Direzione Verticale			
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	2004	kN
massa pulvino	Mpila	1269	kN
massa efficace pila	Mpe	1937	kN
massa sismica totale da utilizzare dir. Vert	Mtot vert	14561	kN
<i>verifica requisito di norma</i>	$Mep < 1/5 Mimp$	OK	

6.8.5 Analisi statica equivalente

area della sezione	A	11.5	m ²
inerzia sezione direzione trasversale	I11	104	m ⁴
inerzia sezione direzione longitudinale	I22	22	m ⁴
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	8.50	m
altezza plinto di fondazione	hf	0.00	m
altezza baggioli ed app. appoggio	hap	0.50	m
altezza equivalente sdof	He	9.00	m
rigidezza flessionale sdof in dir. Trasv	Ktra	3.33E+09	N/m
rigidezza flessionale sdof in dir. Long	Klong	1.53E+09	N/m
rigidezza assiale sdof in dir. Vert	Kvert	3.29E+10	N/m
periodo di vibrare sdof dir. Trasversale	Ttra	0.13	sec
periodo di vibrare sdof dir. Longitudinale	Tlong	0.20	sec
periodo di vibrare sdof dir. Verticale	Tvert	0.04	sec

GENERAL CONTRACTOR 	ALTA SORVEGLIANZA 			
	Progetto IN17	Lotto 12	Codifica EI2CLVI0904004	C

	SLV		SLD	
Tabella Riassuntiva	q=1.5	q=1	q=1	
accelerazione componente trasversale	0.47	0.68	0.31	g
accelerazione componente longitudinale	0.50	0.75	0.33	g
accelerazione componente verticale	0.31	0.31	0.08	g
Sforzo assiale	4470	4470	1168	kN
Taglio Sism testa pila direz. trasversale	6844	9931	4584	kN
Taglio Sism testa pila direz. longitudinale	7369	11053	4943	kN
Momento flessionale trasversale	77029	111767	51589	kN m
Momento flessionale longitudinale	66319	99479	44487	kN m

GENERAL CONTRACTOR 	ALTA SORVEGLIANZA 			
	Progetto IN17	Lotto 12	Codifica E12CLVI0904004	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

E12CLVI0904004

C

		Coefficiente	EQ ⁽¹⁾	A1 STR	A2 GEO	Combinazione eccezionale	Combinazione Sismica
Carichi permanenti	favorevoli	γ_{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 ⁽²⁾	favorevoli	γ_{G2}	0,00	0,00	0,00	1,00	1,00
	sfavorevoli		1,50	1,50	1,30	1,00	1,00
Ballast ⁽³⁾	favorevoli	γ_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 ⁽⁴⁾	favorevoli	γ_Q	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
	sfavorevoli		1,45	1,45	1,25	0,20 ⁽⁵⁾	0,20 ⁽⁵⁾
Carichi variabili	favorevoli	γ_{Qi}	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
	sfavorevoli		1,50	1,50	1,30	1,00	0,00
Precompressione	favorevole	γ_P	0,90	1,00	1,00	1,00	1,00
	sfavorevole		1,00 ⁽⁶⁾	1,00 ⁽⁷⁾	1,00	1,00	1,00

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

⁽²⁾ Nel caso in cui i carichi permanenti non strutturali (ad es. carichi permanenti portati) siano compiutamente definiti si potranno adottare gli stessi coefficienti validi per le azioni permanenti.

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

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

⁽⁵⁾ Aliquota di carico da traffico da considerare.

⁽⁶⁾ 1,30 per instabilità in strutture con precompressione esterna

⁽⁷⁾ 1,20 per effetti locali

Azioni		ψ_0	ψ_1	ψ_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 ⁽²⁾	0,80 ⁽¹⁾	0,0
	gr2	0,80 ⁽²⁾	0,80 ⁽¹⁾	-
	gr3	0,80 ⁽²⁾	0,80 ⁽¹⁾	0,0
	gr4	1,00	1,00 ⁽¹⁾	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 ψ_0 relativi ai gruppi di carico delle azioni da traffico vanno assunti pari a 0,0.

GENERAL CONTRACTOR



ALTA SORVEGLIANZA



Progetto

Lotto

Codifica

IN17

12

E12CLVI0904004

C

Azioni		Ψ_0	Ψ_1	Ψ_2
Azioni singole da traffico	Treno di carico LM 71	0,80 ⁽³⁾	⁽¹⁾	0,0
	Treno di carico SW /0	0,80 ⁽³⁾	0,80	0,0
	Treno di carico SW/2	0,0 ⁽³⁾	0,80	0,0
	Treno scarico	1,00 ⁽³⁾	-	-
	Centrifuga	⁽²⁾ ⁽³⁾	⁽²⁾	⁽²⁾
	Azione laterale (serpeggio)	1,00 ⁽³⁾	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 ψ adottati per i carichi che provocano dette azioni.

(3) Quando come azione di base venga assunta quella del vento, i coefficienti ψ_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

EI2CLVI0904004

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

Lotto

Codifica

IN17

12

EI2CLVI0904004

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 scarii	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 	ALTA SORVEGLIANZA 			
	Progetto IN17	Lotto 12	Codifica EI2CLVI0904004	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

CARATTERISTICHE SOLLECITAZIONI IN TESTA PILA					
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	1901	1520	2107	11555
A1_SLU_gr2+vento_6	17594	320	1520	867	9673
A1_SLU_gr3+vento_7	25622	3194	998	2753	8919
A1_SLU_vento_gr1_9	17424	300	794	1327	7334
A1_SLU_vento_gr2_10	17424	300	794	1327	7334
A1_SLU_vento_gr3_11	17424	300	794	1327	7334
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	1210	1037	1386	7868
SLE_rar_gr2+vento_6	12372	186	1037	564	6570
SLE_rar_gr3+vento_7	17908	2101	678	1832	6050

GENERAL CONTRACTOR  IRICAV2	ALTA SORVEGLIANZA  ITALFERR GRUPPO FERROVIE DELLO STATO ITALIANE			
	Progetto	Lotto	Codifica	
	IN17	12	E12CLVI0904004	
				C

SLE_rar_vento_gr1_9	12244	200	530	885	4889
SLE_rar_vento_gr2_10	12244	200	530	885	4889
SLE_rar_vento_gr3_11	12244	200	530	885	4889

SLE_rar_gr4_Centrif_4	15020	1211	432	791	2960
SLE_rar_gr4+vento_8	15512	1330	749	1322	5894
SLE_rar_vento_gr4_12	12244	200	530	885	4889

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

E_103x_SLV_q=1.5_45	13964	6472	1780	3298	5779
E_103y_SLV_q=1.5_46	13964	1990	5934	1057	18658
E_103z_SLV_q=1.5_47	17093	1990	1780	1057	5779
E_103x_SLD_q=1_54	12974	4365	1192	2244	3956
E_103y_SLD_q=1_55	12974	1358	3974	741	12582
E_103z_SLD_q=1_56	13792	1358	1192	741	3956

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	1773	1520	5593	11254
A1_SLU_gr2+vento_62	17594	320	1520	867	9673
A1_SLU_gr3+vento_63	22051	3065	998	6239	8617
A1_SLU_vento_gr1_65	17424	300	794	1327	7334
A1_SLU_vento_gr2_66	17424	300	794	1327	7334
A1_SLU_vento_gr3_67	17424	300	794	1327	7334
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	1151	1037	3805	7660
SLE_rar_gr2+vento_62	12372	186	1037	564	6570
SLE_rar_gr3+vento_63	15446	2042	678	4251	5842
SLE_rar_vento_gr1_65	12244	200	530	885	4889

GENERAL CONTRACTOR 	ALTA SORVEGLIANZA 
	Progetto Lotto Codifica IN17 12 E12CLVI0904004 C

SLE_rar_vento_gr2_66	12244	200	530	885	4889
SLE_rar_vento_gr3_67	12244	200	530	885	4889
SLE_rar_gr4_Centrif_60	13543	1175	432	2243	2836
SLE_rar_gr4+vento_64	14034	1295	749	2774	5769
SLE_rar_vento_gr4_68	12244	200	530	885	4889
SLE_qp_gr1+vento_89	11425	46	0	23	0
E_103x_SLV_q=1.5_101	13472	6462	1780	3783	5738
E_103y_SLV_q=1.5_102	13472	1981	5934	1542	18616
E_103z_SLV_q=1.5_103	16600	1981	1780	1542	5738
E_103x_SLD_q=1_110	12481	4355	1192	2729	3915
E_103y_SLD_q=1_111	12481	1348	3974	1226	12540
E_103z_SLD_q=1_112	13299	1348	1192	1226	3915

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	1754	1520	1882	19761
A1_SLU_gr2+vento_118	17594	320	1520	867	9673
A1_SLU_gr3+vento_119	21519	3046	998	2528	17125
A1_SLU_vento_gr1_121	17424	300	794	1327	7334
A1_SLU_vento_gr2_122	17424	300	794	1327	7334
A1_SLU_vento_gr3_123	17424	300	794	1327	7334
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	1142	1037	1248	13527
SLE_rar_gr2+vento_118	12372	186	1037	564	6570
SLE_rar_gr3+vento_119	15079	2033	678	1693	11709
SLE_rar_vento_gr1_121	12244	200	530	885	4889
SLE_rar_vento_gr2_122	12244	200	530	885	4889

GENERAL CONTRACTOR  IRICAV2	ALTA SORVEGLIANZA  ITALFERR GRUPPO FERROVIE DELLO STATO ITALIANE			
	Progetto	Lotto	Codifica	C
	IN17	12	E12CLVI0904004	C

SLE_rar_vento_gr3_123	12244	200	530	885	4889
SLE_rar_gr4_Centrif_116	13322	1170	432	708	6356
SLE_rar_gr4+vento_120	13814	1290	749	1239	9290
SLE_rar_vento_gr4_124	12244	200	530	885	4889
SLE_qp_gr1+vento_145	11425	46	0	23	0
E_103x_SLV_q=1.5_157	13398	6461	1780	3272	6911
E_103y_SLV_q=1.5_158	13398	1979	5934	1031	19790
E_103z_SLV_q=1.5_159	16527	1979	1780	1031	6911
E_103x_SLD_q=1_166	12408	4353	1192	2218	5088
E_103y_SLD_q=1_167	12408	1347	3974	715	13714
E_103z_SLD_q=1_168	13226	1347	1192	715	5088

7.1.2 Combinazioni Estradosso Plinto – configurazione 1,2 e 3

CARATTERISTICHE SOLLECITAZIONI BASE PILA					
combinazione	N	Tlong	Ttrasv	Mlong	Mtrasv
A1_SLU_gr1_Treno_1	29304	1722	1043	15945	16022
A1_SLU_gr2_Scarico_2	21276	140	1043	1264	14140
A1_SLU_gr3_Fre/avv_3	29304	3014	522	27576	8952
A1_SLU_gr1+vento_5	30041	1901	1520	18270	24474
A1_SLU_gr2+vento_6	22013	320	1520	3588	22592
A1_SLU_gr3+vento_7	30041	3194	998	29901	17404
A1_SLU_vento_gr1_9	21843	300	794	3874	14087
A1_SLU_vento_gr2_10	21843	300	794	3874	14087
A1_SLU_vento_gr3_11	21843	300	794	3874	14087
A1_SLU_Scalz_gr1_13	25828	958	626	8892	9613
A1_SLU_Scalz_gr2_14	21012	79	626	707	8484
A1_SLU_Scalz_gr3_15	25828	1733	313	15870	5371
SLE_rar_gr1_Treno_1	20690	1090	719	10119	11050
SLE_rar_gr2_Scarico_2	15154	66	719	592	9752
SLE_rar_gr3_Fre/avv_3	20690	1981	360	18141	6174

GENERAL CONTRACTOR  IRICAV2	ALTA SORVEGLIANZA  ITALFERR GRUPPO FERROVIE DELLO STATO ITALIANE			
	Progetto	Lotto	Codifica	C
	IN17	12	E12CLVI0904004	C

SLE_rar_gr1+vento_5	21182	1210	1037	11669	16684
SLE_rar_gr2+vento_6	15645	186	1037	2142	15386
SLE_rar_gr3+vento_7	21182	2101	678	19690	11809
SLE_rar_vento_gr1_9	15517	200	530	2583	9391
SLE_rar_vento_gr2_10	15517	200	530	2583	9391
SLE_rar_vento_gr3_11	15517	200	530	2583	9391

SLE_rar_gr4_Centrif_4	18294	1211	432	11082	6630
SLE_rar_gr4+vento_8	18785	1330	749	12631	12264
SLE_rar_vento_gr4_12	15517	200	530	2583	9391

SLE_qp_gr1+vento_33	14698	46	0	411	0
---------------------	-------	----	---	-----	---

E_103x_SLV_q=1.5_45	17238	7438	2053	66416	23368
E_103y_SLV_q=1.5_46	17238	2280	6844	19993	77289
E_103z_SLV_q=1.5_47	20366	2280	2053	19993	23368
E_103x_SLD_q=1_54	16247	5013	1375	44584	15736
E_103y_SLD_q=1_55	16247	1553	4584	13443	51849
E_103z_SLD_q=1_56	17065	1553	1375	13443	15736

CARATTERISTICHE SOLLECITAZIONI BASE PILA					
---	--	--	--	--	--

combinazione	N	Tlong	Ttrasv	Mlong	Mtrasv
A1_SLU_gr1_Treno_57	25733	1593	1043	18339	15721
A1_SLU_gr2_Scarico_58	21276	140	1043	1264	14140
A1_SLU_gr3_Fre/avv_59	25733	2885	522	29969	8651
A1_SLU_gr1+vento_61	26470	1773	1520	20663	24173
A1_SLU_gr2+vento_62	22013	320	1520	3588	22592
A1_SLU_gr3+vento_63	26470	3065	998	32294	17103
A1_SLU_vento_gr1_65	21843	300	794	3874	14087
A1_SLU_vento_gr2_66	21843	300	794	3874	14087
A1_SLU_vento_gr3_67	21843	300	794	3874	14087
A1_SLU_Scalz_gr1_69	23686	912	626	10605	9432
A1_SLU_Scalz_gr2_70	21012	79	626	707	8484
A1_SLU_Scalz_gr3_71	23686	1687	313	17584	5190

SLE_rar_gr1_Treno_57	18228	1031	719	12036	10842
SLE_rar_gr2_Scarico_58	15154	66	719	592	9752
SLE_rar_gr3_Fre/avv_59	18228	1922	360	20057	5966
SLE_rar_gr1+vento_61	18719	1151	1037	13586	16477

GENERAL CONTRACTOR  IRICAV2	ALTA SORVEGLIANZA  ITALFERR GRUPPO FERROVIE DELLO STATO ITALIANE			
	Progetto	Lotto	Codifica	
	IN17	12	E12CLVI0904004	
			C	

SLE_rar_gr2+vento_62	15645	186	1037	2142	15386
SLE_rar_gr3+vento_63	18719	2042	678	21607	11601
SLE_rar_vento_gr1_65	15517	200	530	2583	9391
SLE_rar_vento_gr2_66	15517	200	530	2583	9391
SLE_rar_vento_gr3_67	15517	200	530	2583	9391

SLE_rar_gr4_Centrif_60	16816	1175	432	12232	6505
SLE_rar_gr4+vento_64	17307	1295	749	13781	12140
SLE_rar_vento_gr4_68	15517	200	530	2583	9391

SLE_qp_gr1+vento_89	14698	46	0	411	0
---------------------	-------	----	---	-----	---

E_103x_SLV_q=1.5_101	16745	7429	2053	66901	23327
E_103y_SLV_q=1.5_102	16745	2270	6844	20477	77247
E_103z_SLV_q=1.5_103	19874	2270	2053	20477	23327
E_103x_SLD_q=1_110	15755	5003	1375	45068	15695
E_103y_SLD_q=1_111	15755	1543	4584	13928	51807
E_103z_SLD_q=1_112	16572	1543	1375	13928	15695

CARATTERISTICHE SOLLECITAZIONI BASE PILA					
---	--	--	--	--	--

combinazione	N	Tlong	Ttrasv	Mlong	Mtrasv
A1_SLU_gr1_Treno_113	25201	1574	1043	14465	24228
A1_SLU_gr2_Scarico_114	21276	140	1043	1264	14140
A1_SLU_gr3_Fre/avv_115	25201	2866	522	26095	17158
A1_SLU_gr1+vento_117	25938	1754	1520	16789	32680
A1_SLU_gr2+vento_118	22013	320	1520	3588	22592
A1_SLU_gr3+vento_119	25938	3046	998	28420	25610
A1_SLU_vento_gr1_121	21843	300	794	3874	14087
A1_SLU_vento_gr2_122	21843	300	794	3874	14087
A1_SLU_vento_gr3_123	21843	300	794	3874	14087
A1_SLU_Scalz_gr1_125	23366	905	626	8322	14537
A1_SLU_Scalz_gr2_126	21012	79	626	707	8484
A1_SLU_Scalz_gr3_127	23366	1680	313	15301	10295

SLE_rar_gr1_Treno_113	17861	1022	719	9404	16709
SLE_rar_gr2_Scarico_114	15154	66	719	592	9752
SLE_rar_gr3_Fre/avv_115	17861	1913	360	17425	11833
SLE_rar_gr1+vento_117	18352	1142	1037	10953	22344
SLE_rar_gr2+vento_118	15645	186	1037	2142	15386

GENERAL CONTRACTOR  IRICAV2	ALTA SORVEGLIANZA  ITALFERR GRUPPO FERROVIE DELLO STATO ITALIANE			
	Progetto	Lotto	Codifica	C
	IN17	12	EI2CLVI0904004	C

SLE_rar_gr3+vento_119	18352	2033	678	18975	17468
SLE_rar_vento_gr1_121	15517	200	530	2583	9391
SLE_rar_vento_gr2_122	15517	200	530	2583	9391
SLE_rar_vento_gr3_123	15517	200	530	2583	9391
SLE_rar_gr4_Centrif_116	16596	1170	432	10652	10025
SLE_rar_gr4+vento_120	17087	1290	749	12202	15660
SLE_rar_vento_gr4_124	15517	200	530	2583	9391
SLE_qp_gr1+vento_145	14698	46	0	411	0
E_103x_SLV_q=1.5_157	16672	7427	2053	66390	24500
E_103y_SLV_q=1.5_158	16672	2269	6844	19966	78420
E_103z_SLV_q=1.5_159	19800	2269	2053	19966	24500
E_103x_SLD_q=1_166	15681	5001	1375	44557	16868
E_103y_SLD_q=1_167	15681	1541	4584	13416	52981
E_103z_SLD_q=1_168	16499	1541	1375	13416	16868

7.1.3 Combinazioni Intradosso Plinto – configurazione 1,2 e 3

CARATTERISTICHE SOLLECITAZIONI BASE FONDAZIONE					
combinazione	N	Tlong	Ttrasv	Mlong	Mtrasv
A1_SLU_gr1_Treno_1	44286	1722	1043	20250	18630
A1_SLU_gr2_Scarico_2	36258	140	1043	1615	16748
A1_SLU_gr3_Fre/avv_3	44286	3014	522	35111	10256
A1_SLU_gr1+vento_5	45022	1901	1520	23024	28274
A1_SLU_gr2+vento_6	36995	320	1520	4389	26392
A1_SLU_gr3+vento_7	45022	3194	998	37885	19900
A1_SLU_vento_gr1_9	36825	300	794	4623	16073
A1_SLU_vento_gr2_10	36825	300	794	4623	16073
A1_SLU_vento_gr3_11	36825	300	794	4623	16073
A1_SLU_Scalz_gr1_13	37978	958	626	11287	11178
A1_SLU_Scalz_gr2_14	33162	79	626	903	10049
A1_SLU_Scalz_gr3_15	37978	1733	313	20203	6154
SLE_rar_gr1_Treno_1	31788	1090	719	12844	12848

GENERAL CONTRACTOR  IRICAV2	ALTA SORVEGLIANZA  ITALFERR GRUPPO FERROVIE DELLO STATO ITALIANE			
	Progetto	Lotto	Codifica	
	IN17	12	E12CLVI0904004	
				C

SLE_rar_gr2_Scarico_2	26252	66	719	757	11550
SLE_rar_gr3_Fre/avv_3	31788	1981	360	23094	7073
SLE_rar_gr1+vento_5	32279	1210	1037	14693	19277
SLE_rar_gr2+vento_6	26743	186	1037	2606	17979
SLE_rar_gr3+vento_7	32279	2101	678	24943	13502
SLE_rar_vento_gr1_9	26615	200	530	3082	10715
SLE_rar_vento_gr2_10	26615	200	530	3082	10715
SLE_rar_vento_gr3_11	26615	200	530	3082	10715

SLE_rar_gr4_Centrif_4	0	0	29391	1211	432
SLE_rar_gr4+vento_8	0	0	29882	1330	749
SLE_rar_vento_gr4_12	0	0	26615	200	530

SLE_qp_gr1+vento_33	25796	46	0	526	0
---------------------	-------	----	---	-----	---

E_103x_SLV_q=1.5_45	28811	10204	2883	88469	29538
E_103y_SLV_q=1.5_46	28811	3110	9610	26731	97856
E_103z_SLV_q=1.5_47	33050	3110	2883	26731	29538
E_103x_SLD_q=1_54	27469	6245	1745	58655	19636
E_103y_SLD_q=1_55	27469	1922	5816	17786	64848
E_103z_SLD_q=1_56	28575	1922	1745	17786	19636

CARATTERISTICHE SOLLECITAZIONI BASE FONDAZIONE

combinazione	N	Tlong	Ttrasv	Mlong	Mtrasv
A1_SLU_gr1_Treno_57	40714	1593	1043	22322	18329
A1_SLU_gr2_Scarico_58	36258	140	1043	1615	16748
A1_SLU_gr3_Fre/avv_59	40714	2885	522	37183	9955
A1_SLU_gr1+vento_61	41451	1773	1520	25095	27972
A1_SLU_gr2+vento_62	36995	320	1520	4389	26392
A1_SLU_gr3+vento_63	41451	3065	998	39957	19599
A1_SLU_vento_gr1_65	36825	300	794	4623	16073
A1_SLU_vento_gr2_66	36825	300	794	4623	16073
A1_SLU_vento_gr3_67	36825	300	794	4623	16073
A1_SLU_Scalz_gr1_69	35836	912	626	12884	10997
A1_SLU_Scalz_gr2_70	33162	79	626	903	10049
A1_SLU_Scalz_gr3_71	35836	1687	313	21801	5973

SLE_rar_gr1_Treno_57	29325	1031	719	14613	12640
SLE_rar_gr2_Scarico_58	26252	66	719	757	11550

GENERAL CONTRACTOR 	ALTA SORVEGLIANZA 						
	<table border="1" style="width: 100%;"> <tr> <td style="width: 25%;">Progetto</td> <td style="width: 25%;">Lotto</td> <td style="width: 50%;">Codifica</td> </tr> <tr> <td>IN17</td> <td>12</td> <td>EI2CLVI0904004</td> </tr> </table>	Progetto	Lotto	Codifica	IN17	12	EI2CLVI0904004
Progetto	Lotto	Codifica					
IN17	12	EI2CLVI0904004					
	C						

SLE_rar_gr3_Fre/avv_59	29325	1922	360	24862	6865
SLE_rar_gr1+vento_61	29816	1151	1037	16462	19070
SLE_rar_gr2+vento_62	26743	186	1037	2606	17979
SLE_rar_gr3+vento_63	29816	2042	678	26712	13295
SLE_rar_vento_gr1_65	26615	200	530	3082	10715
SLE_rar_vento_gr2_66	26615	200	530	3082	10715
SLE_rar_vento_gr3_67	26615	200	530	3082	10715

SLE_rar_gr4_Centrif_60	27913	1175	432	15170	7584
SLE_rar_gr4+vento_64	28405	1295	749	17019	14013
SLE_rar_vento_gr4_68	26615	200	530	3082	10715

SLE_qp_gr1+vento_89	25796	46	0	526	0
---------------------	-------	----	---	-----	---

E_103x_SLV_q=1.5_101	28318	10194	2883	88929	29497
E_103y_SLV_q=1.5_102	28318	3100	9610	27191	97814
E_103z_SLV_q=1.5_103	32557	3100	2883	27191	29497
E_103x_SLD_q=1_110	26976	6235	1745	59116	19595
E_103y_SLD_q=1_111	26976	1912	5816	18247	64807
E_103z_SLD_q=1_112	28083	1912	1745	18247	19595

CARATTERISTICHE SOLLECITAZIONI BASE FONDAZIONE

combinazione	N	Tlong	Ttrasv	Mlong	Mtrasv
A1_SLU_gr1_Treno_113	40182	1574	1043	18400	26836
A1_SLU_gr2_Scarico_114	36258	140	1043	1615	16748
A1_SLU_gr3_Fre/avv_115	40182	2866	522	33261	18462
A1_SLU_gr1+vento_117	40919	1754	1520	21173	36480
A1_SLU_gr2+vento_118	36995	320	1520	4389	26392
A1_SLU_gr3+vento_119	40919	3046	998	36035	28106
A1_SLU_vento_gr1_121	36825	300	794	4623	16073
A1_SLU_vento_gr2_122	36825	300	794	4623	16073
A1_SLU_vento_gr3_123	36825	300	794	4623	16073
A1_SLU_Scalz_gr1_125	35516	905	626	10584	16102
A1_SLU_Scalz_gr2_126	33162	79	626	903	10049
A1_SLU_Scalz_gr3_127	35516	1680	313	19501	11077

SLE_rar_gr1_Treno_113	28958	1022	719	11959	18508
SLE_rar_gr2_Scarico_114	26252	66	719	757	11550
SLE_rar_gr3_Fre/avv_115	28958	1913	360	22208	12733

GENERAL CONTRACTOR 	ALTA SORVEGLIANZA 			
	Progetto IN17	Lotto 12	Codifica EI2CLVI0904004	C

SLE_rar_gr1+vento_117	29450	1142	1037	13808	24937
SLE_rar_gr2+vento_118	26743	186	1037	2606	17979
SLE_rar_gr3+vento_119	29450	2033	678	24057	19162
SLE_rar_vento_gr1_121	26615	200	530	3082	10715
SLE_rar_vento_gr2_122	26615	200	530	3082	10715
SLE_rar_vento_gr3_123	26615	200	530	3082	10715
SLE_rar_gr4_Centrif_116	27693	1170	432	13577	11105
SLE_rar_gr4+vento_120	28185	1290	749	15426	17534
SLE_rar_vento_gr4_124	26615	200	530	3082	10715
SLE_qp_gr1+vento_145	25796	46	0	526	0
E_103x_SLV_q=1.5_157	28245	10193	2883	88415	30670
E_103y_SLV_q=1.5_158	28245	3099	9610	26676	98988
E_103z_SLV_q=1.5_159	32484	3099	2883	26676	30670
E_103x_SLD_q=1_166	26903	6234	1745	58601	20768
E_103y_SLD_q=1_167	26903	1911	5816	17732	65980
E_103z_SLD_q=1_168	28010	1911	1745	17732	20768

GENERAL CONTRACTOR  IRICAV2	ALTA SORVEGLIANZA  ITALFERR GRUPPO FERROVIE DELLO STATO ITALIANE			
	Progetto IN17	Lotto 12	Codifica EI2CLVI0904004	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 Φ 20 interasse 20 cm ⁽¹⁾	Φ 14/15 ⁽²⁾	7.6 cm

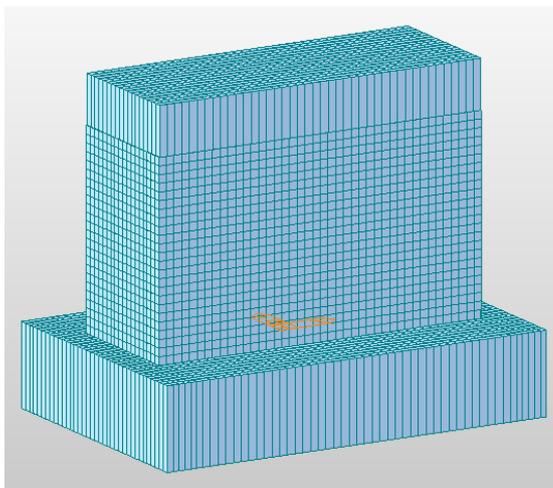
⁽¹⁾è riferito alla corona esterna di armatura mentre, l'interasse della corona interna è funzione dell'allineamento con quella esterna. È comunque rispettato l'iterasse minimo.

⁽²⁾in testa e alla base del fusto pila sono presenti Φ 16/15 in sostituzione dei Φ 14/15. Per le pile di altezza del fusto pari a 8m sono presenti due bracci aggiuntivi Φ 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 EI2CLVI0904004	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.

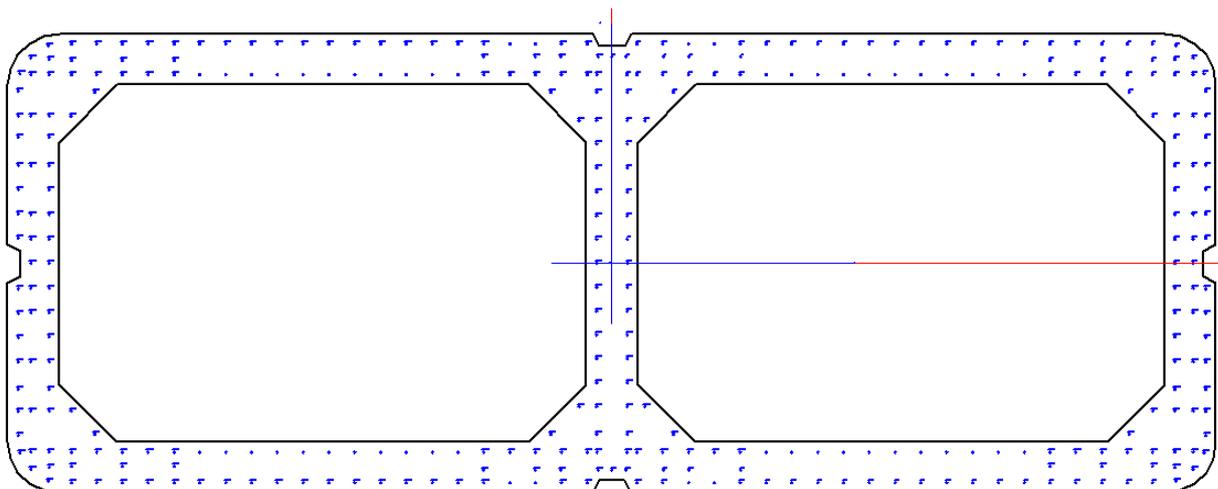


Figura 21 - Sezione implementata in RC-SEC

GENERAL CONTRACTOR 	ALTA SORVEGLIANZA 								
	<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>EI2CLVI0904004</td> <td>C</td> </tr> </table>	Progetto	Lotto	Codifica		IN17	12	EI2CLVI0904004	C
Progetto	Lotto	Codifica							
IN17	12	EI2CLVI0904004	C						

DATI GENERALI SEZIONE GENERICA IN C.A.

NOME SEZIONE: PILA_8.5m_VI09_f18.3

Descrizione Sezione:	
Metodo di calcolo resistenza:	Resistenze agli Stati Limite Ultimi
Tipologia sezione:	Sezione generica di Pilastro
Normativa di riferimento:	N.T.C.
Percorso sollecitazione:	A Sforzo Norm. costante
Condizioni Ambientali:	Molto aggressive
Riferimento Sforzi assegnati:	Assi x,y principali d'inerzia
Riferimento alla sismicità:	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 ²
	Diagramma tensione-deformaz.:	Bilineare finito
	Coeff. Aderenza istantaneo $\beta_1 \cdot \beta_2$:	1.00
	Coeff. Aderenza differito $\beta_1 \cdot \beta_2$:	0.50
Sf limite S.L.E. Comb. Rare:	337.50 MPa	

CARATTERISTICHE DOMINI CALCESTRUZZO

DOMINIO N° 1

Forma del Dominio:	Poligonale
Classe Calcestruzzo:	C32/40

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

GENERAL CONTRACTOR



ALTA SORVEGLIANZA



	Progetto	Lotto	Codifica	
	IN17	12	EI2CLVI0904004	C

11	582.3	464.4
12	587.3	474.4
13	1002.3	474.4
14	1014.7	472.5
15	1025.8	466.8
16	1034.7	458.0
17	1040.3	446.8
18	1042.3	434.4
19	1042.3	309.4
20	1032.3	304.4
21	1032.3	284.4
22	1042.3	279.4
23	1042.3	154.4
24	1040.3	142.1
25	1034.7	130.9
26	1025.8	122.1
27	1014.7	116.4
28	1002.3	114.4
29	587.3	114.4
30	582.3	124.4
31	562.3	124.4
32	557.3	114.4
33	142.3	114.4
34	129.9	116.4
35	118.8	122.1
36	109.9	130.9
37	104.3	142.1
38	102.3	154.4
39	102.3	279.4
40	112.3	284.4

DOMINIO N° 2

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

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

DOMINIO N° 3

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

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

GENERAL CONTRACTOR



ALTA SORVEGLIANZA



Progetto

Lotto

Codifica

IN17

12

EI2CLVI0904004

C

8

187.3

434.4

DATI BARRE ISOLATE

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

GENERAL CONTRACTOR



ALTA SORVEGLIANZA



	Progetto	Lotto	Codifica	
	IN17	12	EI2CLVI0904004	C

54	110.9	159.4	18.3
55	133.7	146.0	18.3
56	110.9	255.5	18.3
57	110.9	236.5	18.3
58	110.9	217.5	18.3
59	120.9	146.0	18.3
60	120.9	217.7	18.3
61	120.9	256.1	18.3
62	120.9	275.2	18.3
63	133.7	217.7	18.3
64	133.7	236.9	18.3
65	133.7	256.1	18.3
66	133.7	275.2	18.3
67	561.1	145.8	18.3
68	560.9	160.4	18.3
69	560.9	182.3	18.3
70	560.9	201.0	18.3
71	560.9	219.7	18.3
72	560.9	238.4	18.3
73	560.9	257.1	18.3
74	553.0	145.8	18.3
75	532.9	145.8	18.3
76	472.6	145.8	18.3
77	231.6	145.8	18.3
78	211.5	145.8	18.3
79	191.4	145.8	18.3
80	171.3	145.8	18.3
81	152.0	145.8	18.3
82	532.9	123.0	18.3
83	472.6	123.0	18.3
84	452.5	123.0	18.3
85	432.4	123.0	18.3
86	412.4	123.0	18.3
87	392.3	123.0	18.3
88	372.2	123.0	18.3
89	352.1	123.0	18.3
90	332.0	123.0	18.3
91	311.9	123.0	18.3
92	291.8	123.0	18.3
93	271.8	123.0	18.3
94	251.7	123.0	18.3
95	231.6	123.0	18.3
96	211.5	123.0	18.3
97	191.4	123.0	18.3
98	171.3	123.0	18.3
99	152.0	123.0	18.3
100	472.4	133.0	18.3
101	512.4	133.0	18.3
102	532.3	133.0	18.3
103	561.3	133.0	18.3
104	560.9	275.8	18.3
105	231.6	453.5	18.3
106	191.4	453.5	18.3
107	152.0	453.5	18.3
108	133.7	454.4	18.3
109	133.7	409.9	18.3
110	120.9	409.9	18.3
111	110.9	410.1	18.3
112	133.7	393.3	18.3

GENERAL CONTRACTOR



ALTA SORVEGLIANZA



Progetto	Lotto	Codifica	
IN17	12	EI2CLVI0904004	C

113	110.9	393.3	18.3
114	110.9	429.4	18.3
115	133.7	442.8	18.3
116	110.9	333.4	18.3
117	110.9	352.4	18.3
118	110.9	371.4	18.3
119	121.5	442.9	18.3
120	120.9	371.2	18.3
121	120.9	332.8	18.3
122	120.9	313.6	18.3
123	120.9	294.4	18.3
124	133.7	371.2	18.3
125	133.7	352.0	18.3
126	133.7	332.8	18.3
127	133.7	313.6	18.3
128	133.7	294.4	18.3
129	561.1	443.0	18.3
130	560.9	428.5	18.3
131	560.9	406.6	18.3
132	560.9	387.9	18.3
133	560.9	369.2	18.3
134	560.9	350.5	18.3
135	560.9	331.8	18.3
136	560.9	294.4	18.3
137	553.0	443.0	18.3
138	532.9	443.0	18.3
139	512.8	443.0	18.3
140	231.6	443.0	18.3
141	211.5	443.0	18.3
142	191.4	443.0	18.3
143	171.3	443.0	18.3
144	152.0	443.0	18.3
145	532.9	465.8	18.3
146	472.6	465.8	18.3
147	452.5	465.8	18.3
148	432.4	465.8	18.3
149	412.4	465.8	18.3
150	392.3	465.8	18.3
151	372.2	465.8	18.3
152	352.1	465.8	18.3
153	332.0	465.8	18.3
154	311.9	465.8	18.3
155	291.8	465.8	18.3
156	271.8	465.8	18.3
157	251.7	465.8	18.3
158	231.6	465.8	18.3
159	211.5	465.8	18.3
160	191.4	465.8	18.3
161	171.3	465.8	18.3
162	152.0	465.8	18.3
163	472.4	455.8	18.3
164	512.4	455.8	18.3
165	532.3	455.8	18.3
166	561.3	455.8	18.3
167	560.9	313.1	18.3
168	913.0	135.4	18.3
169	953.2	135.4	18.3
170	992.6	135.4	18.3
171	1010.9	134.5	18.3

GENERAL CONTRACTOR



ALTA SORVEGLIANZA



	Progetto	Lotto	Codifica	
	IN17	12	EI2CLVI0904004	C

172	1010.9	178.9	18.3
173	1023.7	178.9	18.3
174	1033.7	178.8	18.3
175	1010.9	195.6	18.3
176	1033.7	195.6	18.3
177	1033.7	159.4	18.3
178	1010.9	146.0	18.3
179	1033.7	255.5	18.3
180	1033.7	236.5	18.3
181	1033.7	217.5	18.3
182	1024.3	146.0	18.3
183	1023.7	217.7	18.3
184	1023.7	256.1	18.3
185	1023.7	275.2	18.3
186	1010.9	217.7	18.3
187	1010.9	236.9	18.3
188	1010.9	256.1	18.3
189	1010.9	275.2	18.3
190	583.5	145.8	18.3
191	583.7	160.4	18.3
192	583.7	182.3	18.3
193	583.7	201.0	18.3
194	583.7	219.7	18.3
195	583.7	238.4	18.3
196	583.7	257.1	18.3
197	591.6	145.8	18.3
198	611.7	145.8	18.3
199	672.0	145.8	18.3
200	913.0	145.8	18.3
201	933.1	145.8	18.3
202	953.2	145.8	18.3
203	973.3	145.8	18.3
204	992.6	145.8	18.3
205	611.7	123.0	18.3
206	672.0	123.0	18.3
207	692.1	123.0	18.3
208	712.1	123.0	18.3
209	732.2	123.0	18.3
210	752.3	123.0	18.3
211	772.4	123.0	18.3
212	792.5	123.0	18.3
213	812.6	123.0	18.3
214	832.7	123.0	18.3
215	852.8	123.0	18.3
216	872.8	123.0	18.3
217	892.9	123.0	18.3
218	913.0	123.0	18.3
219	933.1	123.0	18.3
220	953.2	123.0	18.3
221	973.3	123.0	18.3
222	992.6	123.0	18.3
223	672.2	133.0	18.3
224	632.2	133.0	18.3
225	612.3	133.0	18.3
226	583.3	133.0	18.3
227	572.3	133.0	18.3
228	583.7	275.8	18.3
229	913.0	453.5	18.3
230	953.2	453.5	18.3

GENERAL CONTRACTOR



ALTA SORVEGLIANZA



Progetto	Lotto	Codifica	
IN17	12	EI2CLVI0904004	C

231	992.6	453.5	18.3
232	1010.9	454.4	18.3
233	1010.9	409.9	18.3
234	1023.7	409.9	18.3
235	1033.7	410.1	18.3
236	1010.9	393.3	18.3
237	1033.7	393.3	18.3
238	1033.7	429.4	18.3
239	1010.9	442.8	18.3
240	1033.7	333.4	18.3
241	1033.7	352.4	18.3
242	1033.7	371.4	18.3
243	1024.3	442.9	18.3
244	1023.7	371.2	18.3
245	1023.7	332.8	18.3
246	1023.7	313.6	18.3
247	1023.7	294.4	18.3
248	1010.9	371.2	18.3
249	1010.9	352.0	18.3
250	1010.9	332.8	18.3
251	1010.9	313.6	18.3
252	1010.9	294.4	18.3
253	583.5	443.0	18.3
254	583.7	428.5	18.3
255	583.7	406.6	18.3
256	583.7	387.9	18.3
257	583.7	369.2	18.3
258	583.7	350.5	18.3
259	583.7	331.8	18.3
260	583.7	294.4	18.3
261	591.6	443.0	18.3
262	611.7	443.0	18.3
263	672.0	443.0	18.3
264	913.0	443.0	18.3
265	933.1	443.0	18.3
266	953.2	443.0	18.3
267	973.3	443.0	18.3
268	992.6	443.0	18.3
269	592.6	465.8	18.3
270	611.7	465.8	18.3
271	672.0	465.8	18.3
272	692.1	465.8	18.3
273	712.1	465.8	18.3
274	732.2	465.8	18.3
275	752.3	465.8	18.3
276	772.4	465.8	18.3
277	792.5	465.8	18.3
278	812.6	465.8	18.3
279	832.7	465.8	18.3
280	852.8	465.8	18.3
281	872.8	465.8	18.3
282	892.9	465.8	18.3
283	913.0	465.8	18.3
284	933.1	465.8	18.3
285	953.2	465.8	18.3
286	973.3	465.8	18.3
287	992.6	465.8	18.3
288	672.2	455.8	18.3
289	632.2	455.8	18.3

GENERAL CONTRACTOR



ALTA SORVEGLIANZA



	Progetto	Lotto	Codifica	
	IN17	12	EI2CLVI0904004	C

290	612.3	455.8	18.3
291	583.3	455.8	18.3
292	572.3	455.8	18.3
293	583.7	313.1	18.3

DATI GENERAZIONI LINEARI DI BARRE

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

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

CALCOLO DI RESISTENZA - SFORZI PER OGNI COMBINAZIONE ASSEGNATA

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

N°Comb.	N	Mx	My	Vy	Vx
1	29303.75	15945.40	16021.87	0.00	0.00
2	21276.30	1263.75	14139.79	0.00	0.00
3	29303.75	27576.21	8951.98	0.00	0.00
4	30040.63	18269.84	24473.98	0.00	0.00
5	22013.18	3588.19	22591.90	0.00	0.00
6	30040.63	29900.65	17404.09	0.00	0.00
7	21843.23	3874.07	14086.85	0.00	0.00
8	21843.23	3874.07	14086.85	0.00	0.00
9	21843.23	3874.07	14086.85	0.00	0.00
10	25828.29	8891.61	9613.12	0.00	0.00
11	21011.82	706.83	8483.87	0.00	0.00
12	25828.29	15870.10	5371.19	0.00	0.00
13	25732.72	18338.66	15720.62	0.00	0.00
14	21276.30	1263.75	14139.79	0.00	0.00
15	25732.72	29969.48	8650.73	0.00	0.00
16	26469.60	20663.11	24172.73	0.00	0.00
17	22013.18	3588.19	22591.90	0.00	0.00
18	26469.60	32293.92	17102.84	0.00	0.00
19	21843.23	3874.07	14086.85	0.00	0.00
20	21843.23	3874.07	14086.85	0.00	0.00
21	21843.23	3874.07	14086.85	0.00	0.00
22	23685.67	10605.25	9432.37	0.00	0.00

GENERAL CONTRACTOR



ALTA SORVEGLIANZA



	Progetto	Lotto	Codifica	
	IN17	12	EI2CLVI0904004	C

23	21011.82	706.83	8483.87	0.00	0.00
24	23685.67	17583.74	5190.44	0.00	0.00
25	25200.67	14464.51	24228.04	0.00	0.00
26	21276.30	1263.75	14139.79	0.00	0.00
27	25200.67	26095.33	17158.14	0.00	0.00
28	25937.54	16788.96	32680.15	0.00	0.00
29	22013.18	3588.19	22591.90	0.00	0.00
30	25937.54	28419.77	25610.25	0.00	0.00
31	21843.23	3874.07	14086.85	0.00	0.00
32	21843.23	3874.07	14086.85	0.00	0.00
33	21843.23	3874.07	14086.85	0.00	0.00
34	23366.44	8322.13	14536.82	0.00	0.00
35	21011.82	706.83	8483.87	0.00	0.00
36	23366.44	15300.62	10294.88	0.00	0.00
37	17237.52	66416.34	23368.30	0.00	0.00
38	17237.52	19992.73	77288.59	0.00	0.00
39	20366.22	19992.73	23368.30	0.00	0.00
40	16744.97	66901.11	23326.74	0.00	0.00
41	16744.97	20477.50	77247.04	0.00	0.00
42	19873.66	20477.50	23326.74	0.00	0.00
43	16671.58	66389.79	24500.18	0.00	0.00
44	16671.58	19966.18	78420.47	0.00	0.00
45	19800.27	19966.18	24500.18	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	20690.39	10119.43	11049.56
2	15154.22	592.06	9751.58
3	20690.39	18140.68	6173.78
4	21181.64	11669.06	16684.31
5	15645.47	2141.69	15386.32
6	21181.64	19690.31	11808.52
7	15516.97	2582.72	9391.23
8	15516.97	2582.72	9391.23
9	15516.97	2582.72	9391.23
10	18227.62	12035.93	10841.81
11	15154.22	592.06	9751.58
12	18227.62	20057.18	5966.02
13	18718.87	13585.56	16476.55
14	15645.47	2141.69	15386.32
15	18718.87	21606.81	11600.76
16	15516.97	2582.72	9391.23
17	15516.97	2582.72	9391.23
18	15516.97	2582.72	9391.23
19	17860.68	9403.74	16708.99
20	15154.22	592.06	9751.58
21	17860.68	17424.99	11833.20
22	18351.93	10953.37	22343.73
23	15645.47	2141.69	15386.32
24	18351.93	18974.62	17467.94
25	15516.97	2582.72	9391.23

GENERAL CONTRACTOR  IRICAV2	ALTA SORVEGLIANZA  ITALFERR GRUPPO FERROVIE DELLO STATO ITALIANE								
	<table border="1" style="width: 100%;"> <tr> <td style="width: 25%;">Progetto</td> <td style="width: 25%;">Lotto</td> <td style="width: 25%;">Codifica</td> <td style="width: 25%;"></td> </tr> <tr> <td style="text-align: center;">IN17</td> <td style="text-align: center;">12</td> <td style="text-align: center;">E12CLVI0904004</td> <td style="text-align: center;">C</td> </tr> </table>	Progetto	Lotto	Codifica		IN17	12	E12CLVI0904004	C
Progetto	Lotto	Codifica							
IN17	12	E12CLVI0904004	C						

26	15516.97	2582.72	9391.23
27	15516.97	2582.72	9391.23
28	16247.08	44583.64	15736.34
29	16247.08	13442.92	51848.75
30	17064.75	13442.92	15736.34
31	15754.53	45068.40	15694.79
32	15754.53	13927.69	51807.20
33	16572.19	13927.69	15694.79
34	15681.14	44557.08	16868.23
35	15681.14	13416.36	52980.64
36	16498.81	13416.36	16868.23

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	18293.53	11081.83 (0.00)	6629.74 (0.00)
2	18784.78	12631.46 (0.00)	12264.48 (0.00)
3	15516.97	2582.72 (0.00)	9391.23 (0.00)
4	16815.86	12231.73 (0.00)	6505.09 (0.00)
5	17307.11	13781.36 (439114.52)	12139.83 (386810.56)
6	15516.97	2582.72 (0.00)	9391.23 (0.00)
7	16595.70	10652.42 (0.00)	10025.39 (0.00)
8	17086.95	12202.05 (278564.86)	15660.13 (357510.57)
9	15516.97	2582.72 (0.00)	9391.23 (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	14698.22	411.30 (0.00)	0.00 (0.00)
2	14698.22	411.30 (0.00)	0.00 (0.00)
3	14698.22	411.30 (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)

GENERAL CONTRACTOR  IRICAV2	ALTA SORVEGLIANZA  ITALFERR GRUPPO FERROVIE DELLO STATO ITALIANE									
	<table border="1" style="width: 100%;"> <tr> <td style="width: 25%;">Progetto</td> <td style="width: 25%;">Lotto</td> <td style="width: 50%;">Codifica</td> </tr> <tr> <td style="text-align: center;">IN17</td> <td style="text-align: center;">12</td> <td style="text-align: center;">E12CLVI0904004</td> </tr> <tr> <td colspan="3" style="text-align: right;">C</td> </tr> </table>	Progetto	Lotto	Codifica	IN17	12	E12CLVI0904004	C		
Progetto	Lotto	Codifica								
IN17	12	E12CLVI0904004								
C										

As Totale Verifica positiva se tale rapporto risulta ≥ 1.000
Area totale barre longitudinali [cm²]. [Tra parentesi il valore minimo di normativa]

N°Comb	Ver	N	Mx	My	N Res	Mx Res	My Res	Mis.Sic.	As Totale
1	S	29303.75	15945.40	16021.87	29303.51	101650.41	102719.83	6.39	904.8(343.3)
2	S	21276.30	1263.75	14139.79	21276.10	22032.14	233975.82	16.55	904.8(343.3)
3	S	29303.75	27576.21	8951.98	29303.89	105684.47	34166.45	3.83	904.8(343.3)
4	S	30040.63	18269.84	24473.98	30040.59	98585.39	132073.39	5.40	904.8(343.3)
5	S	22013.18	3588.19	22591.90	22013.46	36894.85	226058.84	10.01	904.8(343.3)
6	S	30040.63	29900.65	17404.09	30040.60	105703.99	61214.74	3.53	904.8(343.3)
7	S	21843.23	3874.07	14086.85	21843.02	56997.39	203685.65	14.48	904.8(343.3)
8	S	21843.23	3874.07	14086.85	21843.02	56997.39	203685.65	14.48	904.8(343.3)
9	S	21843.23	3874.07	14086.85	21843.02	56997.39	203685.65	14.48	904.8(343.3)
10	S	25828.29	8891.61	9613.12	25828.46	96453.34	104286.00	10.85	904.8(343.3)
11	S	21011.82	706.83	8483.87	21011.67	19312.83	234493.34	27.64	904.8(343.3)
12	S	25828.29	15870.10	5371.19	25828.48	100430.74	34101.33	6.33	904.8(343.3)
13	S	25732.72	18338.66	15720.62	25732.69	97920.93	84465.77	5.35	904.8(343.3)
14	S	21276.30	1263.75	14139.79	21276.10	22032.14	233975.82	16.55	904.8(343.3)
15	S	25732.72	29969.48	8650.73	25732.81	100444.49	28548.27	3.35	904.8(343.3)
16	S	26469.60	20663.11	24172.73	26469.49	96361.26	113705.51	4.69	904.8(343.3)
17	S	22013.18	3588.19	22591.90	22013.46	36894.85	226058.84	10.01	904.8(343.3)
18	S	26469.60	32293.92	17102.84	26469.35	100701.43	53697.67	3.12	904.8(343.3)
19	S	21843.23	3874.07	14086.85	21843.02	56997.39	203685.65	14.48	904.8(343.3)
20	S	21843.23	3874.07	14086.85	21843.02	56997.39	203685.65	14.48	904.8(343.3)
21	S	21843.23	3874.07	14086.85	21843.02	56997.39	203685.65	14.48	904.8(343.3)
22	S	23685.67	10605.25	9432.37	23685.69	94866.16	84300.00	8.94	904.8(343.3)
23	S	21011.82	706.83	8483.87	21011.67	19312.83	234493.34	27.64	904.8(343.3)
24	S	23685.67	17583.74	5190.44	23685.64	97329.18	28493.63	5.53	904.8(343.3)
25	S	25200.67	14464.51	24228.04	25200.47	88252.12	148849.26	6.13	904.8(343.3)
26	S	21276.30	1263.75	14139.79	21276.10	22032.14	233975.82	16.55	904.8(343.3)
27	S	25200.67	26095.33	17158.14	25200.68	98300.96	64120.28	3.76	904.8(343.3)
28	S	25937.54	16788.96	32680.15	25937.43	84477.29	165401.01	5.06	904.8(343.3)
29	S	22013.18	3588.19	22591.90	22013.46	36894.85	226058.84	10.01	904.8(343.3)
30	S	25937.54	28419.77	25610.25	25937.81	97967.30	88155.83	3.44	904.8(343.3)
31	S	21843.23	3874.07	14086.85	21843.02	56997.39	203685.65	14.48	904.8(343.3)
32	S	21843.23	3874.07	14086.85	21843.02	56997.39	203685.65	14.48	904.8(343.3)
33	S	21843.23	3874.07	14086.85	21843.02	56997.39	203685.65	14.48	904.8(343.3)
34	S	23366.44	8322.13	14536.82	23366.40	85404.78	149648.75	10.29	904.8(343.3)
35	S	21011.82	706.83	8483.87	21011.67	19312.83	234493.34	27.64	904.8(343.3)
36	S	23366.44	15300.62	10294.88	23366.37	95510.35	64348.12	6.24	904.8(343.3)
37	S	17237.52	66416.34	23368.30	17237.40	87325.99	30673.57	1.31	904.8(343.3)
38	S	17237.52	19992.73	77288.59	17237.54	51256.01	196471.53	2.54	904.8(343.3)
39	S	20366.22	19992.73	23368.30	20366.06	88327.25	104173.71	4.44	904.8(343.3)
40	S	16744.97	66901.11	23326.74	16744.97	86574.46	30147.27	1.29	904.8(343.3)
41	S	16744.97	20477.50	77247.04	16744.68	51436.74	194619.48	2.52	904.8(343.3)
42	S	19873.66	20477.50	23326.74	19873.57	87922.72	100252.71	4.30	904.8(343.3)
43	S	16671.58	66389.79	24500.18	16671.31	86423.69	31473.14	1.30	904.8(343.3)
44	S	16671.58	19966.18	78420.47	16671.51	49520.52	196649.05	2.51	904.8(343.3)
45	S	19800.27	19966.18	24500.18	19800.39	87284.43	106196.96	4.35	904.8(343.3)

METODO AGLI STATI LIMITE ULTIMI - DEFORMAZIONI UNITARIE ALLO STATO ULTIMO

ec max	Deform. unit. massima del calcestruzzo a compressione
	Deform. unit. massima del calcestruzzo a compressione
Xc max	Ascissa in cm della fibra corrisp. a ec max (sistema rif. X,Y,O sez.)
Yc max	Ordinata in cm della fibra corrisp. a ec max (sistema rif. X,Y,O sez.)
es min	Deform. unit. minima nell'acciaio (negativa se di trazione)
Xs min	Ascissa in cm della barra corrisp. a es min (sistema rif. X,Y,O sez.)
Ys min	Ordinata in cm della barra corrisp. a es min (sistema rif. X,Y,O sez.)

GENERAL CONTRACTOR



ALTA SORVEGLIANZA



	Progetto	Lotto	Codifica	
	IN17	12	EI2CLVI0904004	C

es max Deform. unit. massima nell'acciaio (positiva se di compress.)
 Xs max Ascissa in cm della barra corrisp. a es max (sistema rif. X,Y,O sez.)
 Ys max Ordinata in cm della barra corrisp. a es max (sistema rif. X,Y,O sez.)

N°Comb	ec max	Xc max	Yc max	es min	Xs min	Ys min	es max	Xs max	Ys max
1	0.00350	1002.3	474.4	0.00314	1010.6	464.2	-0.01322	134.0	124.7
2	0.00350	1040.3	446.8	0.00335	1032.0	442.7	-0.01224	112.6	146.2
3	0.00350	1002.3	474.4	0.00284	992.6	465.8	-0.02444	152.0	123.0
4	0.00350	1014.7	472.5	0.00327	1010.6	464.2	-0.00968	134.0	124.7
5	0.00350	1034.7	458.0	0.00336	1024.6	455.7	-0.00991	120.0	133.2
6	0.00350	1002.3	474.4	0.00297	992.6	465.8	-0.01930	152.0	123.0
7	0.00350	1025.8	466.8	0.00336	1024.6	455.7	-0.00848	120.0	133.2
8	0.00350	1025.8	466.8	0.00336	1024.6	455.7	-0.00848	120.0	133.2
9	0.00350	1025.8	466.8	0.00336	1024.6	455.7	-0.00848	120.0	133.2
10	0.00350	1002.3	474.4	0.00313	1010.6	464.2	-0.01396	134.0	124.7
11	0.00350	1040.3	446.8	0.00335	1032.0	442.7	-0.01286	112.6	146.2
12	0.00350	1002.3	474.4	0.00280	992.6	465.8	-0.02589	152.0	123.0
13	0.00350	1002.3	474.4	0.00304	992.6	465.8	-0.01704	152.0	123.0
14	0.00350	1040.3	446.8	0.00335	1032.0	442.7	-0.01224	112.6	146.2
15	0.00350	1002.3	474.4	0.00277	992.6	465.8	-0.02702	152.0	123.0
16	0.00350	1002.3	474.4	0.00318	1010.6	464.2	-0.01247	134.0	124.7
17	0.00350	1034.7	458.0	0.00336	1024.6	455.7	-0.00991	120.0	133.2
18	0.00350	1002.3	474.4	0.00290	992.6	465.8	-0.02197	152.0	123.0
19	0.00350	1025.8	466.8	0.00336	1024.6	455.7	-0.00848	120.0	133.2
20	0.00350	1025.8	466.8	0.00336	1024.6	455.7	-0.00848	120.0	133.2
21	0.00350	1025.8	466.8	0.00336	1024.6	455.7	-0.00848	120.0	133.2
22	0.00350	1002.3	474.4	0.00302	992.6	465.8	-0.01774	152.0	123.0
23	0.00350	1040.3	446.8	0.00335	1032.0	442.7	-0.01286	112.6	146.2
24	0.00350	1002.3	474.4	0.00275	992.6	465.8	-0.02794	152.0	123.0
25	0.00350	1014.7	472.5	0.00330	1010.6	464.2	-0.00906	134.0	124.7
26	0.00350	1040.3	446.8	0.00335	1032.0	442.7	-0.01224	112.6	146.2
27	0.00350	1002.3	474.4	0.00294	992.6	465.8	-0.02062	152.0	123.0
28	0.00350	1014.7	472.5	0.00333	1010.6	464.2	-0.00802	134.0	124.7
29	0.00350	1034.7	458.0	0.00336	1024.6	455.7	-0.00991	120.0	133.2
30	0.00350	1002.3	474.4	0.00305	992.6	465.8	-0.01639	152.0	123.0
31	0.00350	1025.8	466.8	0.00336	1024.6	455.7	-0.00848	120.0	133.2
32	0.00350	1025.8	466.8	0.00336	1024.6	455.7	-0.00848	120.0	133.2
33	0.00350	1025.8	466.8	0.00336	1024.6	455.7	-0.00848	120.0	133.2
34	0.00350	1014.7	472.5	0.00329	1010.6	464.2	-0.00926	134.0	124.7
35	0.00350	1040.3	446.8	0.00335	1032.0	442.7	-0.01286	112.6	146.2
36	0.00350	1002.3	474.4	0.00293	992.6	465.8	-0.02126	152.0	123.0
37	0.00350	1002.3	474.4	0.00268	992.6	465.8	-0.03064	152.0	123.0
38	0.00350	1025.8	466.8	0.00336	1024.6	455.7	-0.00965	120.0	133.2
39	0.00350	1002.3	474.4	0.00309	1010.6	464.2	-0.01548	134.0	124.7
40	0.00350	1002.3	474.4	0.00267	992.6	465.8	-0.03105	152.0	123.0
41	0.00350	1025.8	466.8	0.00336	1024.6	455.7	-0.00973	120.0	133.2
42	0.00350	1002.3	474.4	0.00306	1010.6	464.2	-0.01627	134.0	124.7
43	0.00350	1002.3	474.4	0.00268	992.6	465.8	-0.03074	152.0	123.0
44	0.00350	1025.8	466.8	0.00336	1024.6	455.7	-0.00990	120.0	133.2
45	0.00350	1002.3	474.4	0.00310	1010.6	464.2	-0.01530	134.0	124.7

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.
--------	---	---	---	-----	--------

GENERAL CONTRACTOR



ALTA SORVEGLIANZA



	Progetto	Lotto	Codifica	
	IN17	12	EI2CLVI0904004	C

1	0.000003856	0.000038216	-0.018496434	----	----
2	0.000014908	0.000006361	-0.014850943	----	----
3	0.000001692	0.000075402	-0.033969943	----	----
4	0.000004694	0.000026016	-0.013554707	----	----
5	0.000011657	0.000008477	-0.012443651	----	----
6	0.000002626	0.000058523	-0.026897662	----	----
7	0.000009054	0.000011332	-0.011077191	----	----
8	0.000009054	0.000011332	-0.011077191	----	----
9	0.000009054	0.000011332	-0.011077191	----	----
10	0.000004021	0.000039939	-0.019478690	----	----
11	0.000015730	0.000005885	-0.015494574	----	----
12	0.000001748	0.000079413	-0.035928426	----	----
13	0.000003421	0.000050166	-0.023729821	----	----
14	0.000014908	0.000006361	-0.014850943	----	----
15	0.000001530	0.000083156	-0.037486180	----	----
16	0.000004298	0.000034973	-0.017400999	----	----
17	0.000011657	0.000008477	-0.012443651	----	----
18	0.000002442	0.000066566	-0.030529404	----	----
19	0.000009054	0.000011332	-0.011077191	----	----
20	0.000009054	0.000011332	-0.011077191	----	----
21	0.000009054	0.000011332	-0.011077191	----	----
22	0.000003475	0.000052023	-0.024665207	----	----
23	0.000015730	0.000005885	-0.015494574	----	----
24	0.000001566	0.000085679	-0.038719657	----	----
25	0.000005562	0.000022042	-0.012557769	----	----
26	0.000014908	0.000006361	-0.014850943	----	----
27	0.000002808	0.000061853	-0.028659573	----	----
28	0.000006081	0.000017728	-0.011046794	----	----
29	0.000011657	0.000008477	-0.012443651	----	----
30	0.000003525	0.000048063	-0.022836540	----	----
31	0.000009054	0.000011332	-0.011077191	----	----
32	0.000009054	0.000011332	-0.011077191	----	----
33	0.000009054	0.000011332	-0.011077191	----	----
34	0.000005771	0.000022081	-0.012788661	----	----
35	0.000015730	0.000005885	-0.015494574	----	----
36	0.000002858	0.000063548	-0.029514213	----	----
37	0.000001787	0.000092841	-0.042339127	----	----
38	0.000010274	0.000011512	-0.012412531	----	----
39	0.000004265	0.000043680	-0.021497866	----	----
40	0.000001775	0.000094014	-0.042883524	----	----
41	0.000010304	0.000011686	-0.012524480	----	----
42	0.000004147	0.000046214	-0.022582277	----	----
43	0.000001836	0.000092989	-0.042457798	----	----
44	0.000010614	0.000011346	-0.012684606	----	----
45	0.000004373	0.000042887	-0.021230174	----	----

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

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



	Progetto	Lotto	Codifica	
	IN17	12	EI2CLVI0904004	C

1	S	2.76	1014.7	472.5	7.7	134.0	124.7	---	---
2	S	1.61	1040.3	446.8	11.5	112.6	146.2	---	---
3	S	3.16	1002.3	474.4	2.2	152.0	123.0	---	---
4	S	3.12	1014.7	472.5	3.5	134.0	124.7	---	---
5	S	1.97	1034.7	458.0	7.3	120.0	133.2	---	---
6	S	3.52	1002.3	474.4	-2.1	134.0	124.7	371	5.3
7	S	1.76	1025.8	466.8	10.2	120.0	133.2	---	---
8	S	1.76	1025.8	466.8	10.2	120.0	133.2	---	---
9	S	1.76	1025.8	466.8	10.2	120.0	133.2	---	---
10	S	2.70	1014.7	472.5	2.9	134.0	124.7	---	---
11	S	1.61	1040.3	446.8	11.5	112.6	146.2	---	---
12	S	3.11	1002.3	474.4	-3.0	152.0	123.0	616	7.9
13	S	3.06	1014.7	472.5	-1.3	134.0	124.7	236	2.6
14	S	1.97	1034.7	458.0	7.3	120.0	133.2	---	---
15	S	3.55	1002.3	474.4	-9.6	134.0	124.7	3177	28.9
16	S	1.76	1025.8	466.8	10.2	120.0	133.2	---	---
17	S	1.76	1025.8	466.8	10.2	120.0	133.2	---	---
18	S	1.76	1025.8	466.8	10.2	120.0	133.2	---	---
19	S	2.70	1014.7	472.5	1.9	134.0	124.7	---	---
20	S	1.61	1040.3	446.8	11.5	112.6	146.2	---	---
21	S	3.11	1002.3	474.4	-4.1	134.0	124.7	1126	13.2
22	S	3.07	1014.7	472.5	-2.5	134.0	124.7	502	5.3
23	S	1.97	1034.7	458.0	7.3	120.0	133.2	---	---
24	S	3.56	1014.7	472.5	-10.8	134.0	124.7	3388	36.8
25	S	1.76	1025.8	466.8	10.2	120.0	133.2	---	---
26	S	1.76	1025.8	466.8	10.2	120.0	133.2	---	---
27	S	1.76	1025.8	466.8	10.2	120.0	133.2	---	---
28	S	6.98	1002.3	474.4	-191.7	152.0	123.0	40576	331.4
29	S	5.13	1025.8	466.8	-55.1	120.0	133.2	12372	107.8
30	S	2.90	1014.7	472.5	-2.9	134.0	124.7	646	7.9
31	S	7.04	1002.3	474.4	-201.5	152.0	123.0	41076	334.0
32	S	5.21	1025.8	466.8	-59.8	120.0	133.2	12764	110.5
33	S	2.91	1014.7	472.5	-4.2	134.0	124.7	1130	13.2
34	S	7.06	1002.3	474.4	-199.7	152.0	123.0	40525	331.4
35	S	5.24	1025.8	466.8	-61.4	120.0	133.2	12978	113.1
36	S	2.91	1014.7	472.5	-4.5	134.0	124.7	1228	13.2

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
Ø	Diametro [mm] equivalente delle barre tese comprese nell'area efficace $A_{c\text{eff}}$ [eq.(7.11)EC2]
Cf	Copriferro [mm] netto calcolato con riferimento alla barra più tesa
e _{sm} - e _{cm}	Differenza tra le deformazioni medie di acciaio e calcestruzzo [(7.8)EC2 e (C4.1.7)NTC] Tra parentesi: valore minimo = $0.6 S_{max} / E_s$ [(7.9)EC2 e (C4.1.8)NTC]
sr max	Massima distanza tra le fessure [mm]
wk	Apertura fessure in mm calcolata = $sr \cdot \max(e_{sm} - e_{cm})$ [(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	0.00000	0.00000	---	---	---	---	---	0.000 (990.00)	0.00	0.00
2	S	0.00000	0.00000	---	---	---	---	---	0.000 (990.00)	0.00	0.00

GENERAL CONTRACTOR



ALTA SORVEGLIANZA



	Progetto	Lotto	Codifica	
	IN17	12	EI2CLVI0904004	C

3	S	0.00000	0.00000	---	---	---	---	---	---	0.000 (990.00)	0.00	0.00
4	S	0.00000	0.00000	---	---	---	---	---	---	0.000 (990.00)	0.00	0.00
5	S	0.00000	0.00000	---	---	---	---	---	---	0.000 (990.00)	0.00	0.00
6	S	-0.00002	0.00000	0.817	18.3	79	0.00001 (0.00001)	626	0.004 (990.00)	289159.03	173412.21	
7	S	0.00000	0.00000	---	---	---	---	---	---	0.000 (990.00)	0.00	0.00
8	S	0.00000	0.00000	---	---	---	---	---	---	0.000 (990.00)	0.00	0.00
9	S	0.00000	0.00000	---	---	---	---	---	---	0.000 (990.00)	0.00	0.00
10	S	0.00000	0.00000	---	---	---	---	---	---	0.000 (990.00)	0.00	0.00
11	S	0.00000	0.00000	---	---	---	---	---	---	0.000 (990.00)	0.00	0.00
12	S	-0.00002	0.00000	0.833	18.3	77	0.00001 (0.00001)	666	0.006 (990.00)	244474.01	72718.94	
13	S	-0.00001	0.00000	0.785	18.3	79	0.00000 (0.00000)	705	0.003 (990.00)	304360.36	369127.86	
14	S	0.00000	0.00000	---	---	---	---	---	---	0.000 (990.00)	0.00	0.00
15	S	-0.00005	0.00000	0.833	18.3	79	0.00003 (0.00003)	837	0.024 (990.00)	123327.30	66214.79	
16	S	0.00000	0.00000	---	---	---	---	---	---	0.000 (990.00)	0.00	0.00
17	S	0.00000	0.00000	---	---	---	---	---	---	0.000 (990.00)	0.00	0.00
18	S	0.00000	0.00000	---	---	---	---	---	---	0.000 (990.00)	0.00	0.00
19	S	0.00000	0.00000	---	---	---	---	---	---	0.000 (990.00)	0.00	0.00
20	S	0.00000	0.00000	---	---	---	---	---	---	0.000 (990.00)	0.00	0.00
21	S	-0.00003	0.00000	0.833	18.3	79	0.00001 (0.00001)	712	0.009 (990.00)	174254.57	118335.17	
22	S	-0.00002	0.00000	0.833	18.3	79	0.00001 (0.00001)	763	0.006 (990.00)	167650.21	341988.90	
23	S	0.00000	0.00000	---	---	---	---	---	---	0.000 (990.00)	0.00	0.00
24	S	-0.00006	0.00000	0.833	18.3	79	0.00003 (0.00003)	745	0.024 (990.00)	97640.55	89887.40	
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	-0.00099	0.00000	0.833	18.3	77	0.00058 (0.00058)	896	0.515 (990.00)	53056.72	18727.02	
29	S	-0.00028	0.00000	0.833	18.3	79	0.00017 (0.00017)	862	0.142 (990.00)	24212.35	93385.96	
30	S	-0.00002	0.00000	0.834	18.3	79	0.00001 (0.00001)	692	0.006 (990.00)	179832.24	210512.40	
31	S	-0.00104	0.00000	0.833	18.3	77	0.00060 (0.00060)	899	0.543 (990.00)	52153.20	18162.03	
32	S	-0.00031	0.00000	0.833	18.3	79	0.00018 (0.00018)	866	0.155 (990.00)	24073.81	89547.98	
33	S	-0.00003	0.00000	0.833	18.3	79	0.00001 (0.00001)	713	0.009 (990.00)	141448.57	159395.10	
34	S	-0.00103	0.00000	0.833	18.3	77	0.00060 (0.00060)	895	0.536 (990.00)	51326.68	19431.04	
35	S	-0.00031	0.00000	0.833	18.3	79	0.00018 (0.00018)	862	0.159 (990.00)	22981.20	90751.80	
36	S	-0.00003	0.00000	0.833	18.3	79	0.00001 (0.00001)	752	0.010 (990.00)	130303.53	163829.08	

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	2.48	1002.3	474.4	6.4	134.0	124.7	---	---
2	S	2.84	1014.7	472.5	2.2	134.0	124.7	---	---
3	S	1.76	1025.8	466.8	10.2	120.0	133.2	---	---
4	S	2.44	1002.3	474.4	3.5	134.0	124.7	---	---
5	S	2.80	1014.7	472.5	-0.7	134.0	124.7	238	2.6
6	S	1.76	1025.8	466.8	10.2	120.0	133.2	---	---
7	S	2.44	1014.7	472.5	2.9	134.0	124.7	---	---
8	S	2.80	1014.7	472.5	-1.4	134.0	124.7	217	2.6
9	S	1.76	1025.8	466.8	10.2	120.0	133.2	---	---

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	-0.00001	0.00000	0.694	18.3	79	0.00000 (0.00000)	658	0.001 (0.20)	439114.52	386810.56
6	S	0.00000	0.00000	---	---	---	---	---	0.000 (0.20)	0.00	0.00

GENERAL CONTRACTOR



ALTA SORVEGLIANZA



	Progetto	Lotto	Codifica	
	IN17	12	EI2CLVI0904004	C

7	S	0.00000	0.00000	---	---	---				0.000 (0.20)	0.00	0.00
8	S	-0.00001	0.00000	0.817	18.3	79	0.00000 (0.00000)	686	0.003 (0.20)	278564.86	357510.57	
9	S	0.00000	0.00000	---	---	---				0.000 (0.20)	0.00	0.00

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

N°Comb	Ver	Sc max	Xc max	Yc max	Ss min	Xs min	Ys min	Ac eff.	As eff.
1	S	1.18	142.3	474.4	16.8	992.6	123.0	---	---
2	S	1.18	142.3	474.4	16.8	992.6	123.0	---	---
3	S	1.18	142.3	474.4	16.8	992.6	123.0	---	---

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

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

GENERAL CONTRACTOR 	ALTA SORVEGLIANZA 			
	Progetto IN17	Lotto 12	Codifica EI2CLVI0904004	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 γ_{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

θ inclinazione delle bielle di calcestruzzo (posto pari a 45°)

α angolo di inclinazione dell'armatura trasversale rispetto all'asse dell'elemento

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

α_{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>EI2CLVI0904004</td> <td>C</td> </tr> </table>	Progetto	Lotto	Codifica		IN17	12	EI2CLVI0904004	C
Progetto	Lotto	Codifica							
IN17	12	EI2CLVI0904004	C						

P11 (H=8.5m)

Calcolo del taglio agente – Direzione Longitudinale

H_{pila}	8.50	m	Altezza fusto pila
M_{Rd,inf_long}	86574	kNm	Momento resistente della sezione di base della pila
M_{E,i_long}	66416.34	kNm	Momento sollecitante alla base della pila
γ_{Rd}	1		Fattore di sovraresistenza (§7.9.5.1 NTC2008)
V_{E,i_long}	7438	kN	Azione di taglio di calcolo base pila - Comb. Sismica di progetto
$V_{gr,0}$	9696	kN	Valore del taglio di progetto per la gerarchia delle resistenze $V_{gr0}=\min(V_{ed} \gamma_{rd} M_{rd}/M_{ed}; V_{ed} q)$
$V_{E,i_long}/V_{gr,c}$	0.767	-	
γ_{Rd}	1.10	-	Fattore di sovraresistenza aggiuntivo (§7.9.5.2.2 NTC2008)
V_{gr,i_long}	10659	kN	Sollecitazione di taglio

Verifiche

Direzione Longitudinale				
altezza della sezione	h	3600	mm	
copriferro netto	c netto	60	mm	
copriferro al baricentro dell'armatura long	c'	86	mm	
larghezza dell'anima resistente	bw	1000	mm	
altezza utile della sezione	d	3514	mm	
area della sezione di calcestruzzo	Ac	2909592	mm ²	
diametro delle barre longitudinali	\varnothing_{bl}	20	mm	
diametro delle staffe	\varnothing_{st}	11.2	mm	
passo delle staffe	sst	150.0	mm	
numero di bracci delle staffe	n _{bw}	6.0		
inclinazione delle staffe ($\alpha=90^\circ$ per staffe ortogonali)	α	90	°	
inclinazione delle bielle di calcestruzzo rispetto all'asse della sezione	ϑ	24	°	
taglio resistente relativo alle armature tese	V_{Rsd}	10773	KN	
taglio resistente relativo alle bielle compressive	V_{Rcd}	10773	KN	
taglio resistente di calcolo	V_{Rd}	10773	KN	
taglio agente sul pannello	V_{Ed}	10659	KN	
	C.S.	0.99	<1	

GENERAL CONTRACTOR



ALTA SORVEGLIANZA



Progetto

Lotto

Codifica

IN17

12

EI2CLVI0904004

C

Direzione Trasversale				
altezza della sezione	h	9400	mm	
copriferro netto	c netto	60	mm	
copriferro al baricentro dell'armatura long	c'	86	mm	
larghezza dell'anima resistente	bw	800	mm	
altezza utile della sezione	d	9314	mm	
area della sezione di calcestruzzo	Ac	5849192	mm ²	
diametro delle barre longitudinali	Øbl	20	mm	
diametro delle staffe	Øst	11.2	mm	
passo delle staffe	sst	150.0	mm	
numero di bracci delle staffe	nbw	4.0		
inclinazione delle staffe ($\alpha=90^\circ$ per staffe ortogonali)	α	90	°	
inclinazione delle bielle di calcestruzzo rispetto all'asse	ϑ	22	°	
taglio resistente relativo alle armature tese	VRsd	21206	KN	
taglio resistente relativo alle bielle compresse	VRcd	21206	KN	
taglio resistente di calcolo	VRd	21206	KN	
taglio agente sul pannello	VEd	6844	KN	
	C.S.	0.32	<1	

GENERAL CONTRACTOR  IRICAV2	ALTA SORVEGLIANZA  ITALFERR GRUPPO FERROVIE DELLO STATO ITALIANE								
	<table border="1" style="width: 100%;"> <tr> <td style="width: 25%;">Progetto</td> <td style="width: 25%;">Lotto</td> <td style="width: 25%;">Codifica</td> <td style="width: 25%;"></td> </tr> <tr> <td>IN17</td> <td>12</td> <td>EI2CLVI0904004</td> <td>C</td> </tr> </table>	Progetto	Lotto	Codifica		IN17	12	EI2CLVI0904004	C
Progetto	Lotto	Codifica							
IN17	12	EI2CLVI0904004	C						

P12 (H=8.0m)

Calcolo del taglio agente – Direzione Longitudinale

H_{pila}	8.00	m	Altezza fusto pila
M_{Rd,inf_long}	86346	kNm	Momento resistente della sezione di base della pila
M_{E,i_long}	62529.61	kNm	Momento sollecitante alla base della pila
γ_{Rd}	1		Fattore di sovraresistenza (§7.9.5.1 NTC2008)
V_{E,i_long}	7415	kN	Azione di taglio di calcolo base pila - Comb. Sismica di progetto
$V_{gr,0}$	10239	kN	Valore del taglio di progetto per la gerarchia delle resistenze $V_{gr0} = \min(V_{ed} \gamma_{rd} M_{rd}/M_{ed}; V_{ed} q)$
$V_{E,i_long}/V_{gr,c}$	0.724	-	
γ_{Rd}	1.16	-	Fattore di sovraresistenza aggiuntivo (§7.9.5.2.2 NTC2008)
V_{gr,i_long}	11915	kN	Sollecitazione di taglio

Verifiche

Direzione Longitudinale				
altezza della sezione	h	3600	mm	
copriferro netto	c netto	60	mm	
copriferro al baricentro dell'armatura long	c'	86	mm	
larghezza dell'anima resistente	bw	1000	mm	
altezza utile della sezione	d	3514	mm	
area della sezione di calcestruzzo	A_c	2909592	mm ²	
diametro delle barre longitudinali	\varnothing_{bl}	20	mm	
diametro delle staffe	\varnothing_{st}	12.8	mm	
passo delle staffe	sst	150.0	mm	
numero di bracci delle staffe	nbw	8.0		
inclinazione delle staffe ($\alpha=90^\circ$ per staffe ortogonali)	α	90	°	
inclinazione delle bielle di calcestruzzo rispetto all'asse della sezione	ϑ	33	°	
taglio resistente relativo alle armature tese	V_{Rsd}	13092	KN	
taglio resistente relativo alle bielle compressive	V_{Rcd}	13092	KN	
taglio resistente di calcolo	V_{Rd}	13092	KN	
taglio agente sul pannello	V_{Ed}	11915	KN	
	C.S.	0.91	<1	

GENERAL CONTRACTOR



ALTA SORVEGLIANZA



	Progetto	Lotto	Codifica	
	IN17	12	EI2CLVI0904004	C

Direzione Trasversale				
altezza della sezione	h	9400	mm	
copriferro netto	c netto	60	mm	
copriferro al baricentro dell'armatura long	c'	86	mm	
larghezza dell'anima resistente	bw	800	mm	
altezza utile della sezione	d	9314	mm	
area della sezione di calcestruzzo	Ac	5849192	mm ²	
diametro delle barre longitudinali	Øbl	20	mm	
diametro delle staffe	Øst	12.8	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)	α	90	°	
inclinazione delle bielle di calcestruzzo rispetto all'asse	ϑ	25	°	
taglio resistente relativo alle armature tese	VRsd	23615	KN	
taglio resistente relativo alle bielle compresse	VRcd	23615	KN	
taglio resistente di calcolo	VRd	23615	KN	
taglio agente sul pannello	VEd	6683	KN	
	C.S.	0.28	<1	

GENERAL CONTRACTOR  IRICAV2	ALTA SORVEGLIANZA  ITALFERR GRUPPO FERROVIE DELLO STATO ITALIANE			
	Progetto IN17	Lotto 12	Codifica EI2CLVI0904004	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  IRICAV2	ALTA SORVEGLIANZA  ITALFERR GRUPPO FERROVIE DELLO STATO ITALIANE			
	Progetto IN17	Lotto 12	Codifica E12CLVI0904004	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 $a_g(SLV) < 0,15 g$

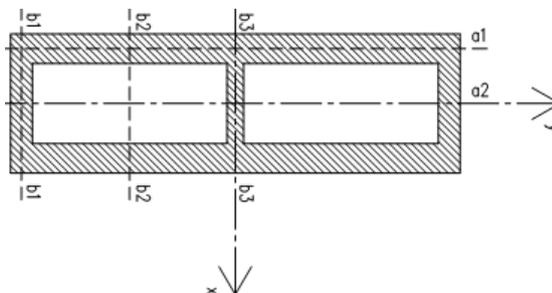
minimi per armatura flessionale			
numero di ferri longitudinali	n	344	
diametro del ferro longitudinale	fi	20	mm
passo massimo longitudinale	p	20	cm
area dell'armatura longitudinale	As	108070.7873	mm ²
area di calcestruzzo (non riempito)	Ac	11452700	mm ³
		0.94%	>0.6%
minimi per armatura trasversale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



Progetto	Lotto	Codifica	
IN17	12	EI2CLVI0904004	C

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 mm2

s 150 mm

$\omega_{wd,r} = 0.108$ **ok**

b 3500 mm

f_{yd} 391 Mpa

f_{cd} 18.13 Mpa

ζ 0.04

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 mm2

s 150 mm

$\omega_{wd,r} = 0.057$ **ok**

b 9100 mm

f_{yd} 391 Mpa

f_{cd} 18.13 Mpa

ζ 0.04

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 mm2

s 150 mm

$\omega_{wd,r} = 0.144$ **ok**

b 800 mm

f_{yd} 391 Mpa

f_{cd} 18.13 Mpa

ζ 0.04

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 mm2

s 150 mm

$\omega_{wd,r} = 0.144$ **ok**

b 1200 mm

f_{yd} 391 Mpa

f_{cd} 18.13 Mpa

ζ 0.04

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 mm2

s 150 mm

$\omega_{wd,r} = 0.092$ **ok**

b 3500 mm

f_{yd} 391 Mpa

f_{cd} 18.13 Mpa

ζ 0.04

GENERAL CONTRACTOR 	ALTA SORVEGLIANZA 			
	Progetto IN17	Lotto 12	Codifica EI2CLVI0904004	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	9.0	m
rigidezza flessionale longitudinale	J	22.3	m ⁴
modulo elastico	E	33345.8	MPa
spostamento in testa pila	D	0.36	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

E12CLVI0904004

C

spostamento longitudinale indotto dal moto relativo delle pile

categoria di terreno

C

periodo inizio tratto velocità costante

TC

0.452

s

periodo tratto a spostamento costante

TD

2.495

s

coef. categoria e topografia terreno

S

1.373

accelerazione orizzontale max al sito

ag

0.224

g

periodo di vibrare longitudinale

T1

0.20

sec

fattore di struttura

q

1.5

fattore di duttilità in spostamento

 μ **2.1**

accelerazione di riferimento pila dir. long

ag (T)

0.50

g

w

31.85

sec

0.00

m

spostamento SLV relativo all'analisi spettrale

dEe

0.0000

m

spostamento totale relativo

dEd**0.0103**

m

spostamento longitudinale indotto dal moto relativo del terreno

spostamento massimo orizz. del terreno

dg**0.0850**

m

spostamenti massimi terreno punto i

dji

0.085

m

spostamenti massimi terreno punto j

dgi

0.085

m

velocità prop. onde di taglio nel terreno

vs

270

m/s

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

x

25

m

spostamento massimo rel

dij0

0.1502

m

tipologia di moto

indipendente

forti discontinuità del terreno

senza

distanza

>20

terreni

uguali

spost. relativo tra due punti dipendenti

di(x)

0.032

m

GENERAL CONTRACTOR



ALTA SORVEGLIANZA



Progetto

Lotto

Codifica

IN17

12

EI2CLVI0904004

C

spostamento longitudinale relativo alla termica

variazione termica uniforme	DT	15	°C
coefficiente di dilatazione termica	α	1.00E-05	1/°C
dilatazione termica	Dt	0.004	m
dilatazione termica incrementata del 50%	Dt	0.006	m

spostamento longitudinale finale

coefficiente non contemporaneità del moto	K1	0.45	
coefficiente controfase pile	k2	0.55	

spostamento longitudinale minimo	EL min	0.13	m
spostamento long di calcolo	EL	0.04	m
spostamento longitudinale	EL	0.131	m

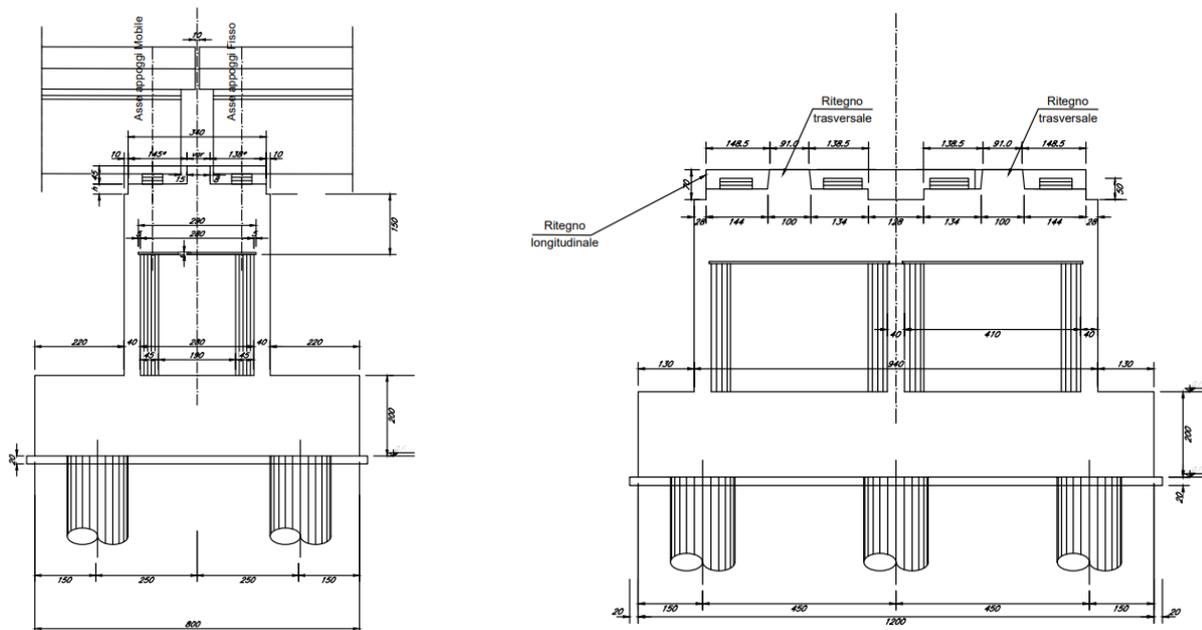
altri spostamenti longitudinali

escursione longitudinale giunto	Eg	± 7.5	cm
corsa appoggi mobili	Cap	± 8.2	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.



GENERAL CONTRACTOR 	ALTA SORVEGLIANZA 			
	Progetto IN17	Lotto 12	Codifica EI2CLVI0904004	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 9 pali aventi diametro $D=1500$ mm e lunghezza pari a 42.0 m se ricadono nel modello stratigrafico 2, o pari a 35.0m se ricadono nel modello 4. Il plinto è caratterizzato da un'altezza di 2.5 m ed ha delle dimensioni in pianta pari a 12.0 m x 12.0 m. Sul plinto di fondazione in esame è previsto un ricoprimento di terreno di spessore pari a 1.0 m.

Tra le tipologie di fondazione sopra citate ed analizzate nelle relazioni geotecniche, nei paragrafi che seguono verrà riportato il dimensionamento e la verifica del plinto di fondazione più critico, ovvero quello con pali di lunghezza pari a 42.0m e altezza del fusto pila pari a 8.5m (pila P11).

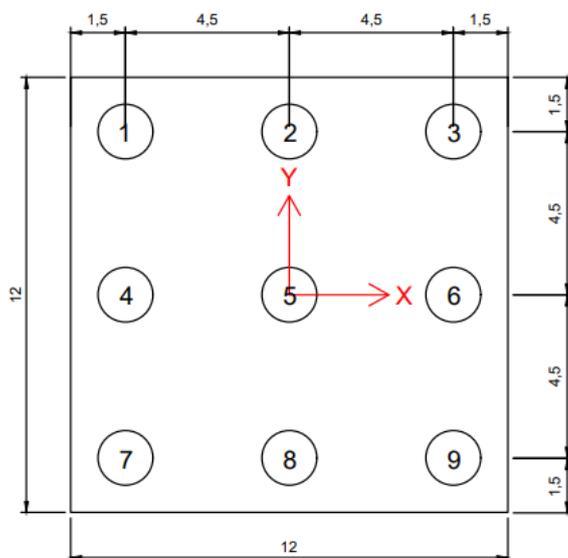


Figura 23 – Geometria del plinto di fondazione

GENERAL CONTRACTOR 	ALTA SORVEGLIANZA 			
	Progetto IN17	Lotto 12	Codifica E12CLVI0904004	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 2.5 m;
- *Palo di fondazione*: mediante elementi “solid” nel tratto iniziale in prossimità del plinto e mediante un elemento “beam” nel tratto terminale. L'utilizzo di elementi “solid” nella modellazione della parte iniziale dei pali consente infatti di evitare la nascita di forti concentrazioni di tensione nel plinto di fondazione. Favorendo dunque la diffusione delle sollecitazioni provenienti dai pali, si ottiene un comportamento della struttura molto prossimo a quello reale.

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

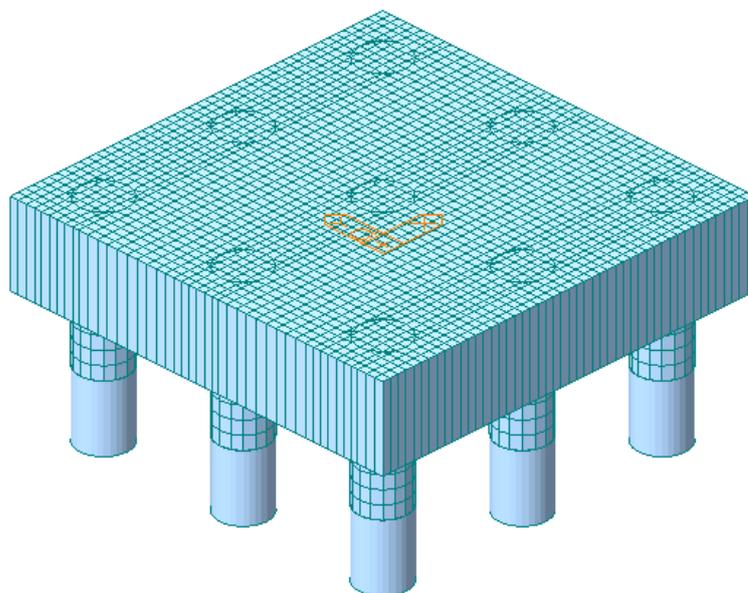


Figura 24 – Vista estrusa del modello agli elementi finiti

GENERAL CONTRACTOR



ALTA SORVEGLIANZA



Progetto

IN17

Lotto

12

Codifica

EI2CLVI0904004

C

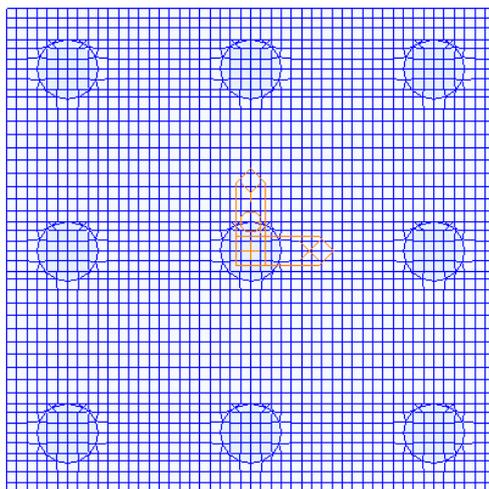


Figura 25 – Pianta del modello agli elementi finiti

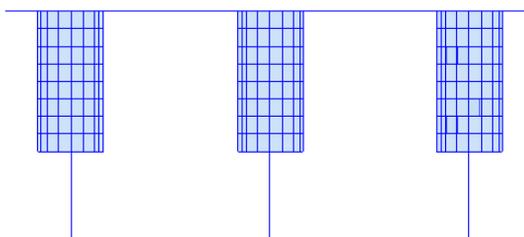


Figura 26 – Prospetto del modello agli elementi finiti

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

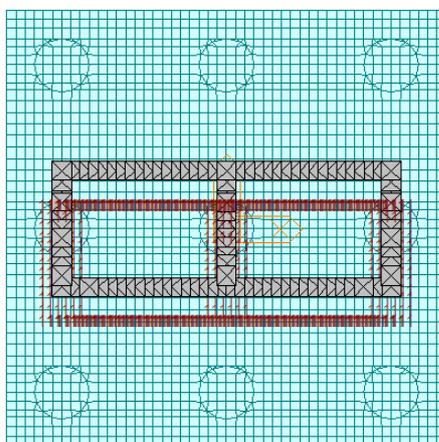


Figura 27 – Sistema di vincoli del modello agli elementi finiti

GENERAL CONTRACTOR 	ALTA SORVEGLIANZA 			
	Progetto IN17	Lotto 12	Codifica EI2CLVI0904004	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".

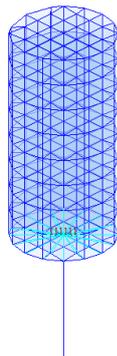


Figura 28 – Sistema di vincoli del palo nel modello agli elementi finiti

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.

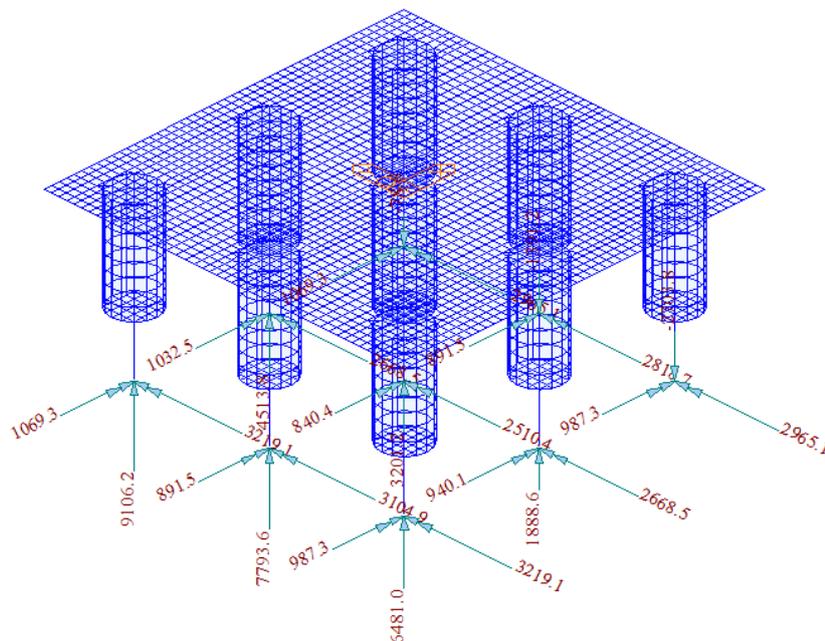


Figura 29 – Applicazione delle reazioni dei pali nel modello agli elementi finiti

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 γ_{cls} pari a 25 kN/m³, ed è stato calcolato automaticamente dal programma.

11.3.3 Peso terreno di ricoprimento

Il terreno di ricoprimento, caratterizzato da un peso specifico $\gamma_{terreno}$ pari a 19 kN/m³, è stato applicato come carico uniformemente distribuito sul plinto di fondazione, in tutta la zona esterna all'impronta del fusto pila.

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

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.

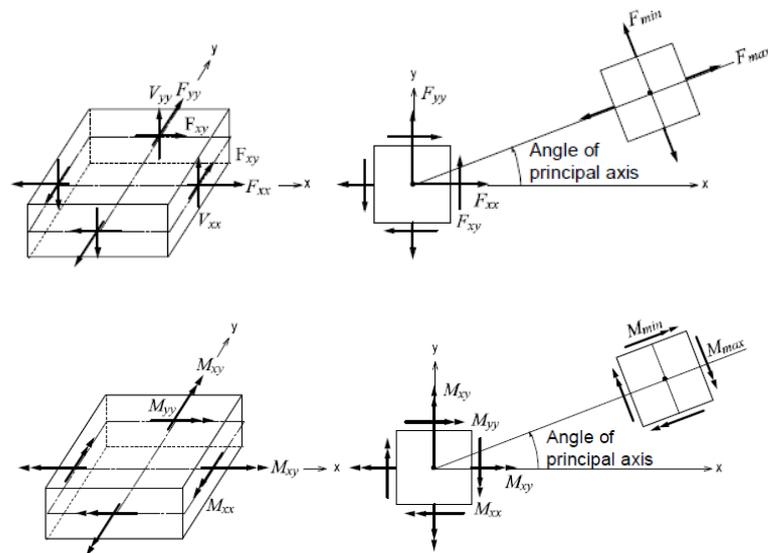


Figura 30 – Posizioni di output delle forze dell'elemento piastra per unità di lunghezza e convenzione del segno

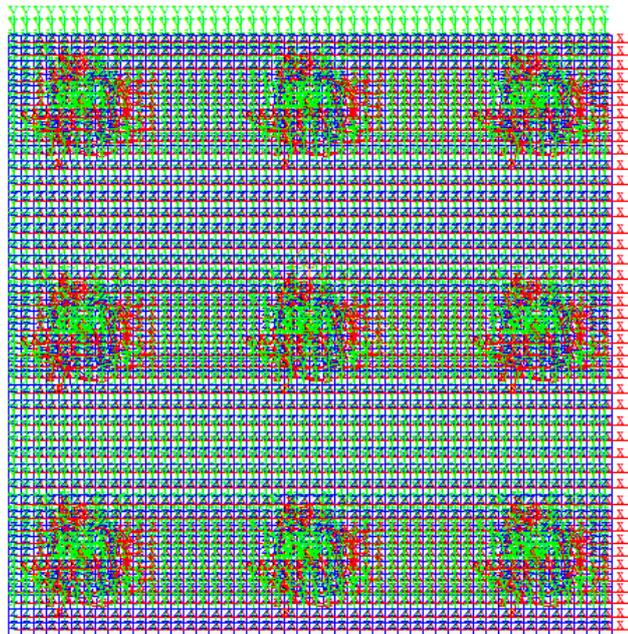


Figura 31 – Assi locali per gli elementi del plinto di fondazione

GENERAL CONTRACTOR



ALTA SORVEGLIANZA



	Progetto	Lotto	Codifica	
	IN17	12	EI2CLVI0904004	C

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

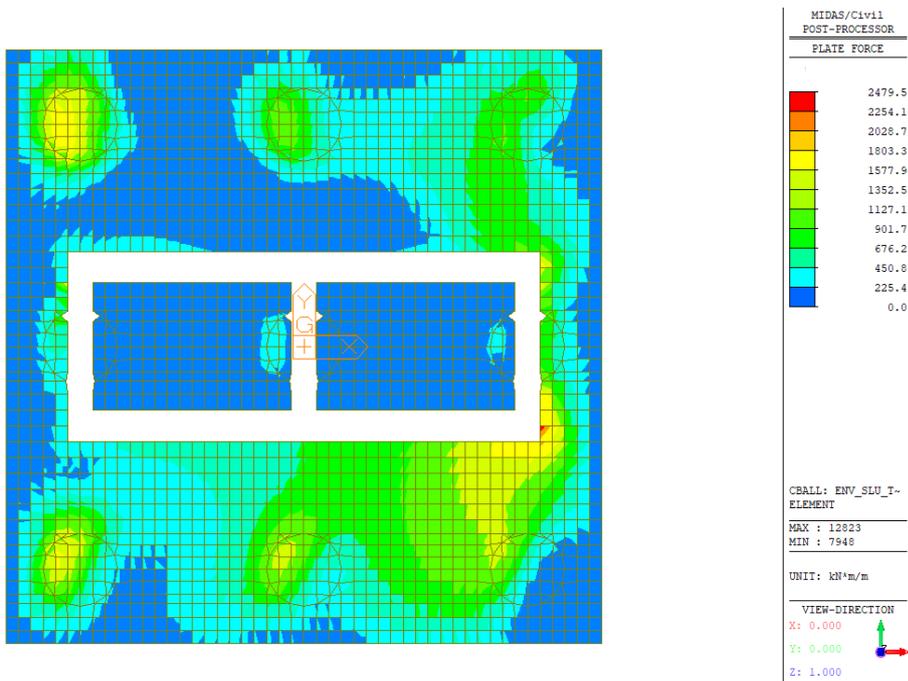


Figura 32 – Wood Armer Moment – Direction1 – Top (Inviluppo SLU/SLV)

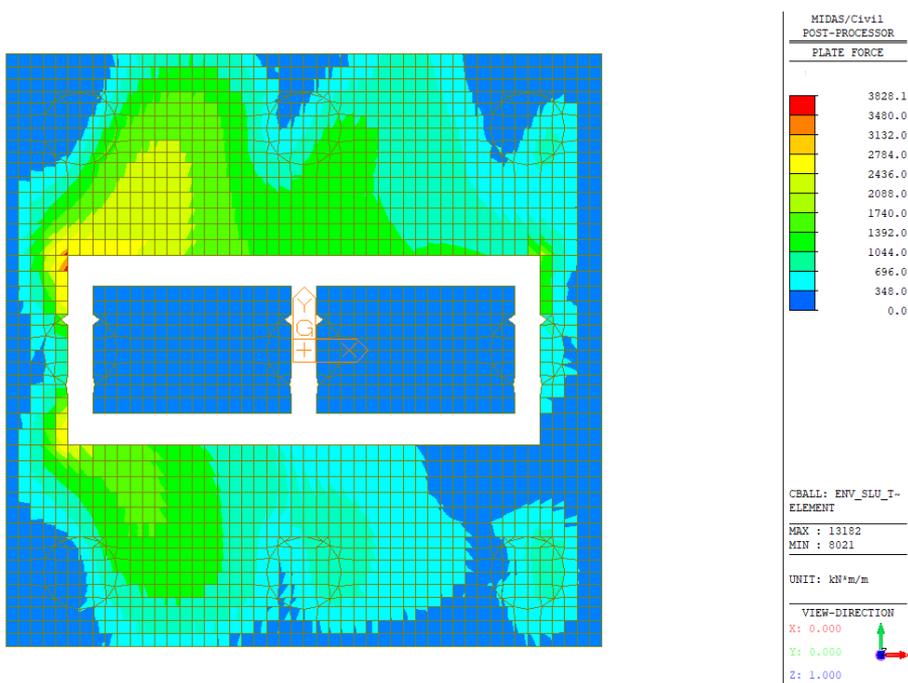


Figura 33 – Wood Armer Moment – Direction1 – Bottom (Inviluppo SLU/SLV)

GENERAL CONTRACTOR



ALTA SORVEGLIANZA



Progetto

IN17

Lotto

12

Codifica

EI2CLVI0904004

C

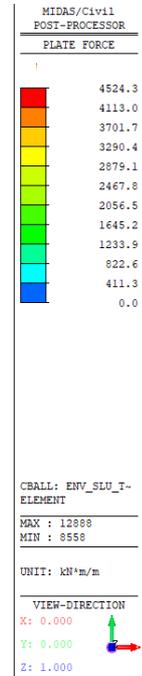
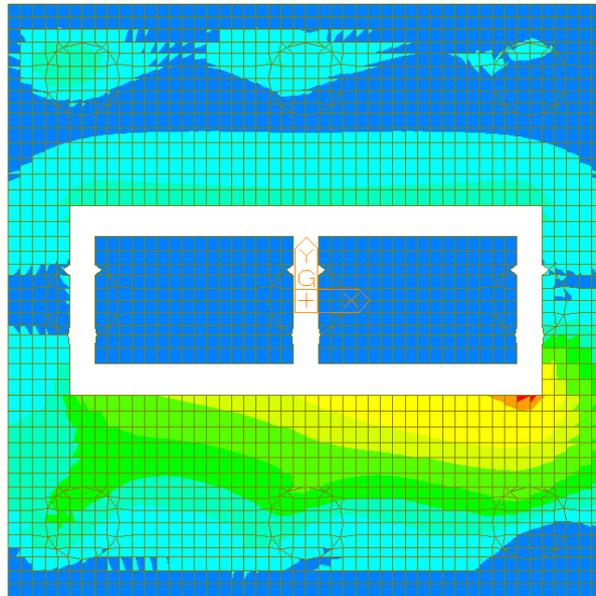


Figura 34 – Wood Armer Moment – Direction 2 – Top (Inviluppo SLU/SLV)

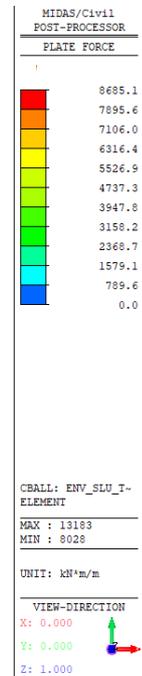
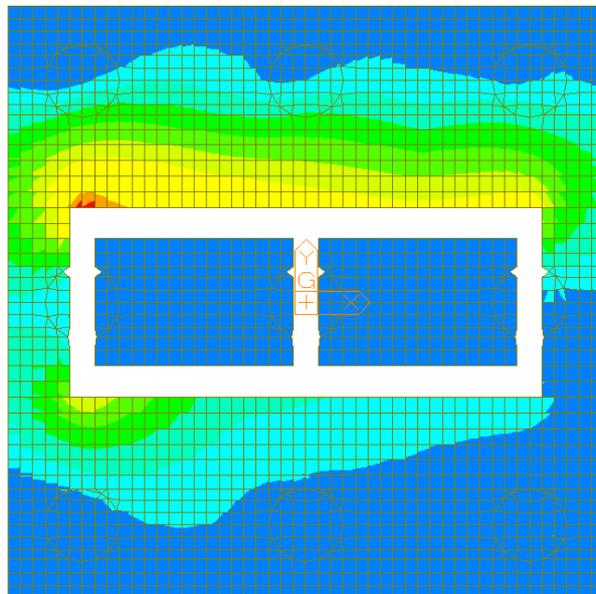


Figura 35 – Wood Armer Moment – Direction 2 – Bottom (Inviluppo SLU/SLV)

GENERAL CONTRACTOR



ALTA SORVEGLIANZA



	Progetto	Lotto	Codifica	
	IN17	12	EI2CLVI0904004	C

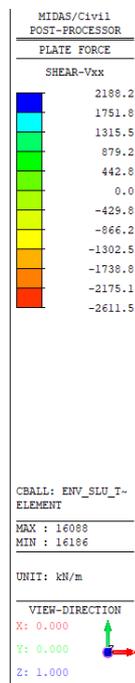
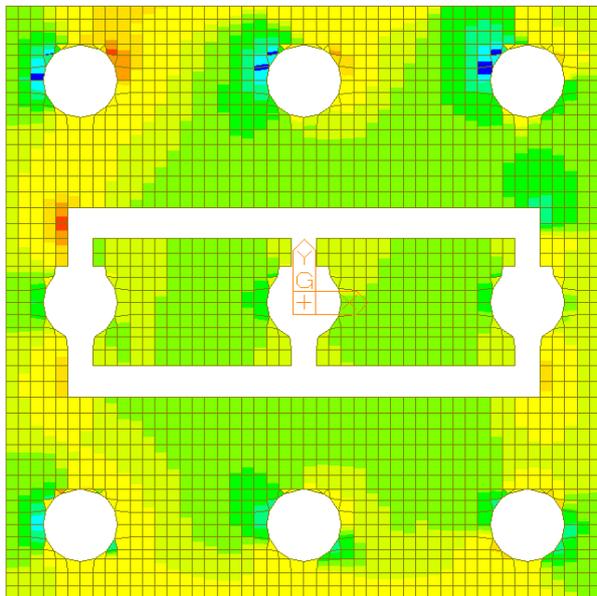


Figura 36 – Vxx, Inviluppo SLU/SLV

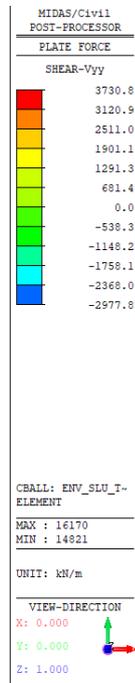
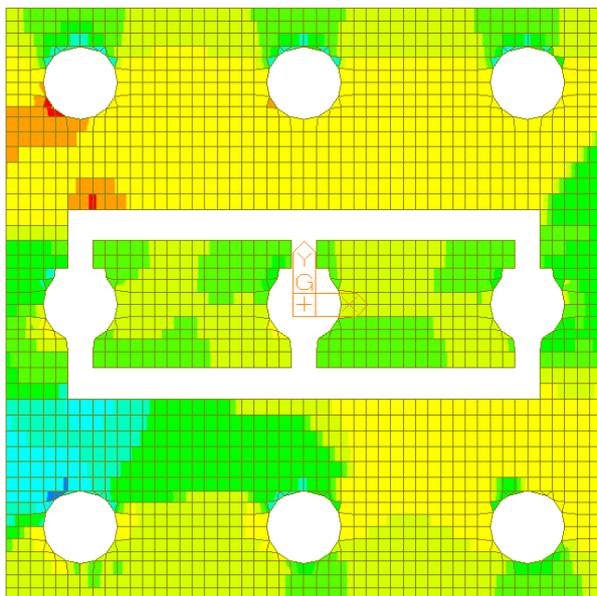


Figura 37 – Vyy, Inviluppo SLU/SLV

GENERAL CONTRACTOR  IRICAV2	ALTA SORVEGLIANZA  GRUPPO FERROVIE DELLO STATO ITALIANE			
	Progetto IN17	Lotto 12	Codifica EI2CLVI0904004	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.

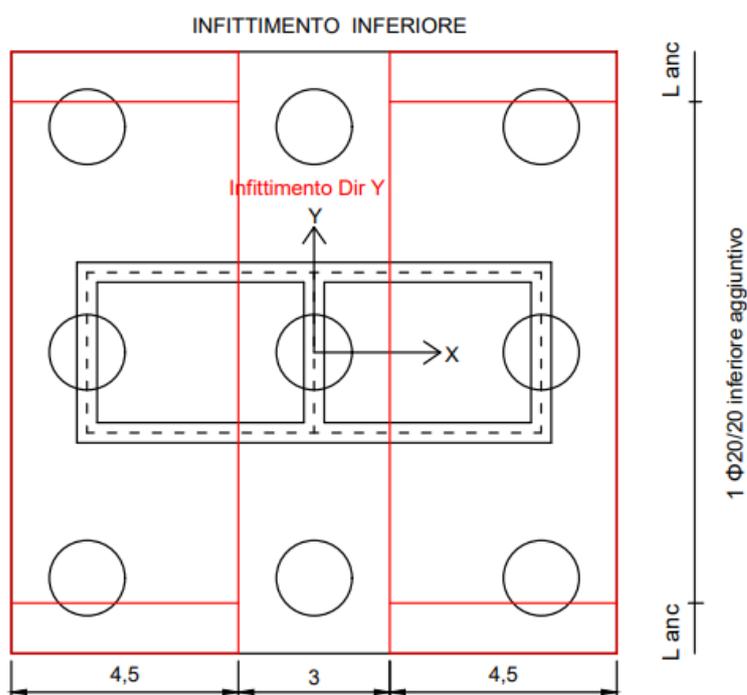
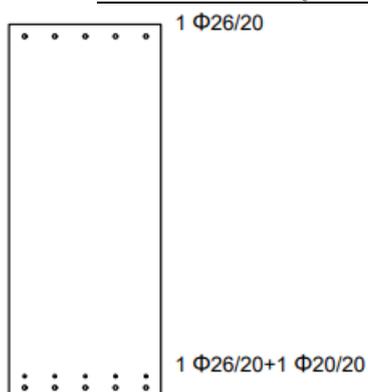


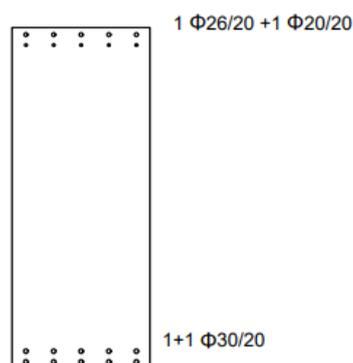
Figura 38: Zone di infittimento dell'armatura a flessione del plinto

Maglia base

Armatura in direzione X



Armatura in direzione Y



GENERAL CONTRACTOR 	ALTA SORVEGLIANZA 			
	Progetto IN17	Lotto 12	Codifica E12CLVI0904004	C

Armatura aggiuntiva

Armatura in direzione Y

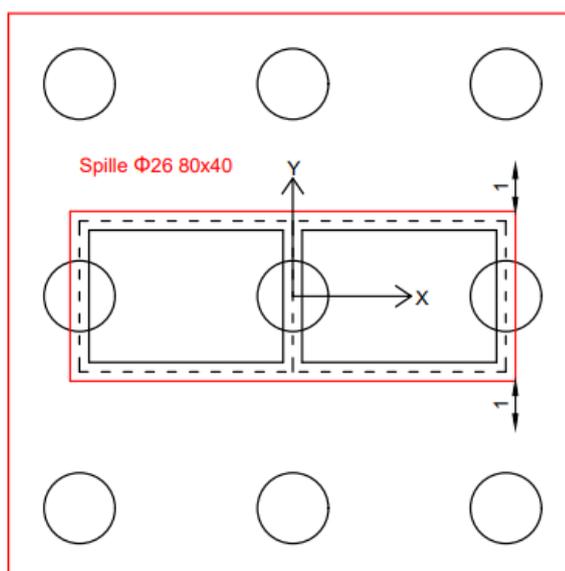
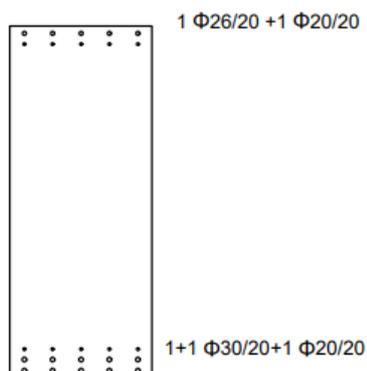


Figura 39 – Armatura a taglio del plinto

11.5.2 Verifica a flessione

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

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

GENERAL CONTRACTOR  IRICAV2	ALTA SORVEGLIANZA  ITALFERR 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: 25%;">Codifica</td> <td style="width: 25%;"></td> </tr> <tr> <td style="text-align: center;">IN17</td> <td style="text-align: center;">12</td> <td style="text-align: center;">E12CLVI0904004</td> <td style="text-align: center;">C</td> </tr> </table>	Progetto	Lotto	Codifica		IN17	12	E12CLVI0904004	C
Progetto	Lotto	Codifica							
IN17	12	E12CLVI0904004	C						

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

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

	W-A Mom_Top_X (kNm/m)	W-A Mom_Top_Y (kNm/m)	W-A Mom_Bottom_X (kNm/m)	W-A Mom_Bottom_Y (kNm/m)
SLU/SLV	1796.6	3690.6	2842.4	7321.1
SLE Rara	1019.5	1887.9	1954.5	5191.3
SLE Fessurazione	510.7	348.2	958.5	2964.7
SLE Quasi Perm.	290.9	200.5	436.1	1506.9

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

Sezione per la verifica delle armature in direzione X

DATI GENERALI SEZIONE GENERICA IN C.A.

NOME FILE SEZIONE: VI09_P11_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 ²
	Ap.Fessure limite S.L.E. comb. Frequenti:	0.200	mm
	Sc limite S.L.E. comb. Q.Permanenti:	0.00	Mpa
	Ap.Fess.limite S.L.E. comb. Q.Perm.:	0.200	mm
	ACCIAIO -	Tipo:	B450C
Resist. caratt. snervam. fyk:		450.00	MPa
Resist. caratt. rottura ftk:		450.00	MPa
Resist. snerv. di progetto fyd:		391.30	MPa

GENERAL CONTRACTOR 	ALTA SORVEGLIANZA 								
	<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>EI2CLVI0904004</td> <td>C</td> </tr> </table>	Progetto	Lotto	Codifica		IN17	12	EI2CLVI0904004	C
Progetto	Lotto	Codifica							
IN17	12	EI2CLVI0904004	C						

Resist. ultima di progetto ftd:	391.30	MPa
Deform. ultima di progetto Epu:	0.068	
Modulo Elastico Ef	2000000	daN/cm ²
Diagramma tensione-deformaz.:	Bilineare finito	
Coeff. Aderenza istantaneo $\beta_1 \cdot \beta_2$:	1.00	
Coeff. Aderenza differito $\beta_1 \cdot \beta_2$:	0.50	
Sf limite S.L.E. Comb. Rare:	337.50	MPa

CARATTERISTICHE DOMINIO CONGLOMERATO

Forma del Dominio:	Poligonale	
Classe Conglomerato:	C25/30	
N°vertice:	X [cm]	Y [cm]
1	-50.0	125.0
2	50.0	125.0
3	50.0	-125.0
4	-50.0	-125.0

DATI BARRE ISOLATE

N°Barra	X [cm]	Y [cm]	DiamØ[mm]
1	40.0	-109.2	20
2	20.0	-109.2	20
3	0.0	-109.2	20
4	-20.0	-109.2	20
5	-40.0	-109.2	20
6	40.0	117.1	26
7	20.0	117.1	26
8	0.0	117.1	26
9	-20.0	117.1	26
10	-40.0	117.1	26
11	40.0	-116.7	26
12	20.0	-116.7	26
13	0.0	-116.7	26
14	-20.0	-116.7	26
15	-40.0	-116.7	26

CALCOLO DI RESISTENZA - SFORZI PER OGNI COMBINAZIONE ASSEGNATA

N	Sforzo normale [kN] applicato nel Baric. (+ se di compressione)		
Mx	Momento flettente [daNm] intorno all'asse X di riferimento delle coordinate con verso positivo se tale da comprimere il lembo sup. della sez.		
Vy	Componente del Taglio [kN] parallela all'asse Y di riferimento delle coordinate		
N°Comb.	N	Mx	Vy
1	0.00	-1796.60	0.00
2	0.00	2842.40	0.00

COMB. RARE (S.L.E.) - SFORZI PER OGNI COMBINAZIONE ASSEGNATA

N	Sforzo normale [kN] applicato nel Baricentro (+ se di compressione)
Mx	Momento flettente [kNm] intorno all'asse X di riferimento (tra parentesi Mom.Fessurazione) con verso positivo se tale da comprimere il lembo superiore della sezione

GENERAL CONTRACTOR 	ALTA SORVEGLIANZA 								
	<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>EI2CLVI0904004</td> <td>C</td> </tr> </table>	Progetto	Lotto	Codifica		IN17	12	EI2CLVI0904004	C
Progetto	Lotto	Codifica							
IN17	12	EI2CLVI0904004	C						

N°Comb.	N	Mx	My
1	0.00	-1019.50	0.00
2	0.00	1954.50	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	-510.70 (-2923.61)	0.00 (0.00)
2	0.00	958.50 (2969.92)	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	-290.90 (-2923.61)	0.00 (0.00)
2	0.00	436.10 (2969.92)	0.00 (0.00)

RISULTATI DEL CALCOLO

Sezione verificata per tutte le combinazioni assegnate

Copriferro netto minimo barre longitudinali: 6.6 cm
Interferro netto minimo barre longitudinali: 5.2 cm

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

Ver S = combinazione verificata / N = combin. non verificata
N Sforzo normale assegnato [kN] nel baricentro B sezione cls.(positivo se di compressione)
Mx Componente del momento assegnato [kNm] riferito all'asse x princ. d'inerzia
N Res Sforzo normale resistente [kN] nel baricentro B sezione cls.(positivo se di compress.)
Mx Res Momento flettente resistente [kNm] riferito all'asse x princ. d'inerzia
Mis.Sic. Misura sicurezza = rapporto vettoriale tra (N r,Mx Res,My Res) e (N,Mx,My)
Verifica positiva se tale rapporto risulta >=1.000
As Tesa Area armature trave [cm²] in zona tesa. [Tra parentesi l'area minima ex (4.1.15)NTC]

N°Comb	Ver	N	Mx	N Res	Mx Res	Mis.Sic.	As Tesa
1	S	0.00	-1796.60	0.00	-2511.90	1.40	42.3(37.0)
2	S	0.00	2842.40	0.00	3861.46	1.36	42.3(37.0)

METODO AGLI STATI LIMITE ULTIMI - DEFORMAZIONI UNITARIE ALLO STATO ULTIMO

ec max Deform. unit. massima del conglomerato a compressione
x/d Rapporto di duttilità [§ 4.1.2.1.2.1 NTC] deve essere < 0.45
Xc max Ascissa in cm della fibra corrisp. a ec max (sistema rif. X,Y,O sez.)
Yc max Ordinata in cm della fibra corrisp. a ec max (sistema rif. X,Y,O sez.)
es min Deform. unit. minima nell'acciaio (negativa se di trazione)
Xs min Ascissa in cm della barra corrisp. a es min (sistema rif. X,Y,O sez.)
Ys min Ordinata in cm della barra corrisp. a es min (sistema rif. X,Y,O sez.)

GENERAL CONTRACTOR  IRICAV2	ALTA SORVEGLIANZA  ITALFERR 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: 25%;">Codifica</td> <td style="width: 25%;"></td> </tr> <tr> <td style="text-align: center;">IN17</td> <td style="text-align: center;">12</td> <td style="text-align: center;">EI2CLVI0904004</td> <td style="text-align: center;">C</td> </tr> </table>	Progetto	Lotto	Codifica		IN17	12	EI2CLVI0904004	C
Progetto	Lotto	Codifica							
IN17	12	EI2CLVI0904004	C						

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	0.00308	0.044	50.0	-125.0	0.00066	40.0	-116.7	-0.06750	40.0	117.1
2	0.00315	0.045	-50.0	125.0	0.00085	40.0	117.1	-0.06750	40.0	-116.7

POSIZIONE ASSE NEUTRO PER OGNI COMB. DI RESISTENZA

a, b, c Coeff. a, b, c nell'eq. dell'asse neutro $aX+bY+c=0$ nel rif. X,Y,O gen.
 x/d Rapp. di duttilità (travi e solette)[§ 4.1.2.1.2.1 NTC]: deve essere < 0.45
 C.Rid. Coeff. di riduz. momenti per sola flessione in travi continue

N°Comb	a	b	c	x/d	C.Rid.
1	0.000000000	-0.000291518	-0.033363294	0.044	0.700
2	0.000000000	0.000292323	-0.033385937	0.045	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 [cm²] in zona tesa considerata aderente alle barre
 As eff. Area barre [cm²] in zona tesa considerate efficaci per l'apertura delle fessure

N°Comb	Ver	Sc max	Xc max	Yc max	Sf min	Xs min	Ys min	Ac eff.	As eff.
1	S	1.96	50.0	-125.0	-166.8	-40.0	117.1	1950	26.5
2	S	3.30	-50.0	125.0	-209.0	-40.0	-116.7	2730	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}
 Esito della verifica
 e1 Massima deformazione unitaria di trazione nel calcestruzzo (trazione -) valutata in sezione fessurata
 e2 Minima deformazione unitaria di trazione nel calcestruzzo (trazione -) valutata in sezione fessurata
 k1 = 0.8 per barre ad aderenza migliorata [eq.(7.11)EC2]
 kt = 0.4 per comb. quasi permanenti / = 0.6 per comb.frequenti [cfr. eq.(7.9)EC2]
 k2 = 0.5 per flessione; $=(e1 + e2)/(2*e1)$ per trazione eccentrica [eq.(7.13)EC2]
 k3 = 3.400 Coeff. in eq.(7.11) come da annessi nazionali
 k4 = 0.425 Coeff. in eq.(7.11) come da annessi nazionali
 Ø Diametro [mm] equivalente delle barre tese comprese nell'area efficace Ac eff [eq.(7.11)EC2]
 Cf Copriferro [mm] netto calcolato con riferimento alla barra più tesa
 e sm - e cm Differenza tra le deformazioni medie di acciaio e calcestruzzo [(7.8)EC2 e (C4.1.7)NTC]
 Tra parentesi: valore minimo = $0.6 S_{max} / E_s$ [(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	-0.00087	0	0.500	26.0	66	0.00050 (0.00050)	549	0.275 (990.00)	-2923.61	0.00
2	S	-0.00109	0	0.500	23.4	70	0.00063 (0.00063)	495	0.310 (990.00)	2969.92	0.00

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

GENERAL CONTRACTOR 	ALTA SORVEGLIANZA 									
	<table border="1" style="width: 100%;"> <tr> <td style="width: 25%;">Progetto</td> <td style="width: 25%;">Lotto</td> <td style="width: 50%;">Codifica</td> </tr> <tr> <td>IN17</td> <td>12</td> <td>EI2CLVI0904004</td> </tr> <tr> <td></td> <td></td> <td style="text-align: right;">C</td> </tr> </table>	Progetto	Lotto	Codifica	IN17	12	EI2CLVI0904004			C
Progetto	Lotto	Codifica								
IN17	12	EI2CLVI0904004								
		C								

N°Comb	Ver	Sc max	Xc max	Yc max	Sf min	Xs min	Ys min	Ac eff.	As eff.
1	S	0.98	50.0	-125.0	-83.5	-40.0	117.1	1950	26.5
2	S	1.62	-50.0	125.0	-102.5	-40.0	-116.7	2730	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	-0.00043	0	0.500	26.0	66	0.00025	(0.00025)	549	0.138 (0.20)	-2923.61	0.00
2	S	-0.00053	0	0.500	23.4	70	0.00031	(0.00031)	495	0.152 (0.20)	2969.92	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	0.56	50.0	-125.0	-47.6	-40.0	117.1	1950	26.5
2	S	0.74	-50.0	125.0	-46.6	-40.0	-116.7	2730	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	-0.00025	0	0.500	26.0	66	0.00014	(0.00014)	549	0.078 (990.00)	-2923.61	0.00
2	S	-0.00024	0	0.500	23.4	70	0.00014	(0.00014)	495	0.069 (990.00)	2969.92	0.00

Sezione per la verifica delle armature in direzione Y

DATI GENERALI SEZIONE GENERICA IN C.A.

NOME FILE SEZIONE: VI09_P11_DirY

Descrizione Sezione:	
Metodo di calcolo resistenza:	Resistenze agli Stati Limite Ultimi
Tipologia sezione:	Sezione generica di Trave
Normativa di riferimento:	N.T.C.
Percorso sollecitazione:	A Sforzo Norm. costante
Condizioni Ambientali:	Moderat. aggressive
Tipo di sollecitazione:	Retta (asse neutro sempre parallelo all'asse X)
Riferimento Sforzi assegnati:	Assi x,y principali d'inerzia
Riferimento alla sismicità:	Zona non sismica

CARATTERISTICHE DI RESISTENZA DEI MATERIALI IMPIEGATI

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

GENERAL CONTRACTOR



ALTA SORVEGLIANZA



	Progetto	Lotto	Codifica	
	IN17	12	EI2CLVI0904004	C

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 ²
	Diagramma tensione-deformaz.:	Bilineare finito	
	Coeff. Aderenza istantaneo $\beta_1 \cdot \beta_2$:	1.00	
	Coeff. Aderenza differito $\beta_1 \cdot \beta_2$:	0.50	
	Sf limite S.L.E. Comb. Rare:	337.50	MPa

CARATTERISTICHE DOMINIO CONGLOMERATO

Forma del Dominio: Poligonale
Classe Conglomerato: C25/30

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

DATI BARRE ISOLATE

N°Barra	X [cm]	Y [cm]	DiamØ[mm]
1	40.0	-104.3	20
2	20.0	-104.3	20
3	0.0	-104.3	20
4	-20.0	-104.3	20
5	-40.0	-104.3	20
6	40.0	-111.7	30
7	20.0	-111.7	30
8	0.0	-111.7	30
9	-20.0	-111.7	30
10	-40.0	-111.7	30
11	40.0	112.2	20
12	20.0	112.2	20
13	0.0	112.2	20
14	-20.0	112.2	20
15	-40.0	112.2	20
16	40.0	-119.5	30
17	20.0	-119.5	30
18	0.0	-119.5	30
19	-20.0	-119.5	30
20	-40.0	-119.5	30
21	40.0	119.7	26
22	20.0	119.7	26
23	0.0	119.7	26
24	-20.0	119.7	26
25	-40.0	119.7	26

CALCOLO DI RESISTENZA - SFORZI PER OGNI COMBINAZIONE ASSEGNATA

N Sforzo normale [kN] applicato nel Baric. (+ se di compressione)
Mx Momento flettente [daNm] intorno all'asse X di riferimento delle coordinate

GENERAL CONTRACTOR 	ALTA SORVEGLIANZA 								
	<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>EI2CLVI0904004</td> <td>C</td> </tr> </table>	Progetto	Lotto	Codifica		IN17	12	EI2CLVI0904004	C
Progetto	Lotto	Codifica							
IN17	12	EI2CLVI0904004	C						

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

N°Comb.	N	Mx	Vy
1	0.00	-3690.60	0.00
2	0.00	7321.10	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	-1887.90	0.00
2	0.00	5191.30	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	-348.20 (-3115.63)	0.00 (0.00)
2	0.00	2964.70 (3253.80)	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	-200.50 (-3115.63)	0.00 (0.00)
2	0.00	1506.90 (3253.80)	0.00 (0.00)

RISULTATI DEL CALCOLO

Sezione verificata per tutte le combinazioni assegnate

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

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

Ver S = combinazione verificata / N = combin. non verificata
N Sforzo normale assegnato [kN] nel baricentro B sezione cls.(positivo se di compressione)
Mx Componente del momento assegnato [kNm] riferito all'asse x princ. d'inerzia
N Res Sforzo normale resistente [kN] nel baricentro B sezione cls.(positivo se di compress.)
Mx Res Momento flettente resistente [kNm] riferito all'asse x princ. d'inerzia
Mis.Sic. Misura sicurezza = rapporto vettoriale tra (N r, Mx Res, My Res) e (N, Mx, My)
Verifica positiva se tale rapporto risulta >=1.000
As Tesa Area armature trave [cm²] in zona tesa. [Tra parentesi l'area minima ex (4.1.15)NTC]

GENERAL CONTRACTOR  IRICAV2	ALTA SORVEGLIANZA  ITALFERR 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>EI2CLVI0904004</td> <td>C</td> </tr> </table>	Progetto	Lotto	Codifica		IN17	12	EI2CLVI0904004	C
Progetto	Lotto	Codifica							
IN17	12	EI2CLVI0904004	C						

N°Comb	Ver	N	Mx	N Res	Mx Res	Mis.Sic.	As Tesa
1	S	0.00	-3690.60	0.00	-4037.42	1.09	58.0(37.0)
2	S	0.00	7321.10	0.00	7819.39	1.07	86.4(37.0)

METODO AGLI STATI LIMITE ULTIMI - DEFORMAZIONI UNITARIE ALLO STATO ULTIMO

ec max	Deform. unit. massima del conglomerato a compressione
x/d	Rapporto di duttilità [§ 4.1.2.1.2.1 NTC] deve essere < 0.45
Xc max	Ascissa in cm della fibra corrisp. a ec max (sistema rif. X,Y,O sez.)
Yc max	Ordinata in cm della fibra corrisp. a ec max (sistema rif. X,Y,O sez.)
es min	Deform. unit. minima nell'acciaio (negativa se di trazione)
Xs min	Ascissa in cm della barra corrisp. a es min (sistema rif. X,Y,O sez.)
Ys min	Ordinata in cm della barra corrisp. a es min (sistema rif. X,Y,O sez.)
es max	Deform. unit. massima nell'acciaio (positiva se di compress.)
Xs max	Ascissa in cm della barra corrisp. a es max (sistema rif. X,Y,O sez.)
Ys max	Ordinata in cm della barra corrisp. a es max (sistema rif. X,Y,O sez.)

N°Comb	ec max	x/d	Xc max	Yc max	es min	Xs min	Ys min	es max	Xs max	Ys max
1	0.00339	0.048	50.0	-125.0	0.00179	40.0	-119.5	-0.06750	40.0	119.7
2	0.00350	0.073	-50.0	125.0	0.00245	40.0	119.7	-0.04475	40.0	-119.5

POSIZIONE ASSE NEUTRO PER OGNI COMB. DI RESISTENZA

a, b, c	Coeff. a, b, c nell'eq. dell'asse neutro $aX+bY+c=0$ nel rif. X,Y,O gen.
x/d	Rapp. di duttilità (travi e solette)[§ 4.1.2.1.2.1 NTC]: deve essere < 0.45
C.Rid.	Coeff. di riduz. momenti per sola flessione in travi continue

N°Comb	a	b	c	x/d	C.Rid.
1	0.000000000	-0.000289690	-0.032824148	0.048	0.700
2	0.000000000	0.000197337	-0.021167105	0.073	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 ²] in zona tesa considerata aderente alle barre
As eff.	Area barre [cm ²] in zona tesa considerate efficaci per l'apertura delle fessure

N°Comb	Ver	Sc max	Xc max	Yc max	Sf min	Xs min	Ys min	Ac eff.	As eff.
1	S	2.72	50.0	-125.0	-197.7	-40.0	119.7	2000	42.3
2	S	6.44	-50.0	125.0	-282.5	-40.0	-119.5	2850	86.4

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

Ver.	La sezione viene assunta sempre fessurata anche nel caso in cui la trazione minima del calcestruzzo sia inferiore a f_{ctm}
e1	Esito della verifica
e2	Massima deformazione unitaria di trazione nel calcestruzzo (trazione -) valutata in sezione fessurata
k1	Minima deformazione unitaria di trazione nel calcestruzzo (trazione -) valutata in sezione fessurata
kt	= 0.8 per barre ad aderenza migliorata [eq.(7.11)EC2]
k2	= 0.4 per comb. quasi permanenti / = 0.6 per comb.frequenti [cfr. eq.(7.9)EC2]
k3	= 0.5 per flessione; $=(e1 + e2)/(2*e1)$ per trazione eccentrica [eq.(7.13)EC2]
k4	= 3.400 Coeff. in eq.(7.11) come da annessi nazionali
k4	= 0.425 Coeff. in eq.(7.11) come da annessi nazionali

GENERAL CONTRACTOR



ALTA SORVEGLIANZA



	Progetto	Lotto	Codifica	
	IN17	12	EI2CLVI0904004	C

Ø	Diametro [mm] equivalente delle barre tese comprese nell'area efficace $A_{c\text{ eff}}$ [eq.(7.11)EC2]
Cf	Copriferro [mm] netto calcolato con riferimento alla barra più tesa
e sm - e cm	Differenza tra le deformazioni medie di acciaio e calcestruzzo [(7.8)EC2 e (C4.1.7)NTC] Tra parentesi: valore minimo = $0.6 S_{\text{max}} / E_s$ [(7.9)EC2 e (C4.1.8)NTC]
sr max	Massima distanza tra le fessure [mm]
wk	Apertura fessure in mm calcolata = $sr\text{ max} * (e_{\text{ sm}} - e_{\text{ cm}})$ [(7.8)EC2 e (C4.1.7)NTC]. Valore limite tra parentesi
Mx fess.	Componente momento di prima fessurazione intorno all'asse X [kNm]
My fess.	Componente momento di prima fessurazione intorno all'asse Y [kNm]

Comb.	Ver	e1	e2	k2	Ø	Cf	e sm - e cm	sr max	wk	Mx fess	My fess
1	S	-0.00101	0	0.500	23.4	40	0.00059 (0.00059)	324	0.192 (990.00)	-3115.63	0.00
2	S	-0.00146	0	0.500	27.5	40	0.00111 (0.00085)	290	0.322 (990.00)	3253.80	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	0.50	50.0	-125.0	-36.5	-40.0	119.7	2000	42.3
2	S	3.68	-50.0	125.0	-161.3	-40.0	-119.5	2850	86.4

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	-0.00019	0	0.500	23.4	40	0.00011 (0.00011)	324	0.035 (0.20)	-3115.63	0.00
2	S	-0.00083	0	0.500	27.5	40	0.00050 (0.00048)	290	0.146 (0.20)	3253.80	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	0.29	50.0	-125.0	-21.0	-40.0	119.7	2000	42.3
2	S	1.87	-50.0	125.0	-82.0	-40.0	-119.5	2850	86.4

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	-0.00011	0	0.500	23.4	40	0.00006 (0.00006)	324	0.020 (990.00)	-3115.63	0.00
2	S	-0.00042	0	0.500	27.5	40	0.00025 (0.00025)	290	0.071 (990.00)	3253.80	0.00

GENERAL CONTRACTOR 	ALTA SORVEGLIANZA 			
	Progetto IN17	Lotto 12	Codifica EI2CLVI0904004	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
- θ inclinazione delle bielle di calcestruzzo (posto pari a 45°)
- α angolo di inclinazione dell'armatura trasversale rispetto all'asse dell'elemento
- f_{cd}' resistenza a compressione ridotta (pari a 0,5 f_{cd})
- α_{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 								
	<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>EI2CLVI0904004</td> <td>C</td> </tr> </table>	Progetto	Lotto	Codifica		IN17	12	EI2CLVI0904004	C
Progetto	Lotto	Codifica							
IN17	12	EI2CLVI0904004	C						

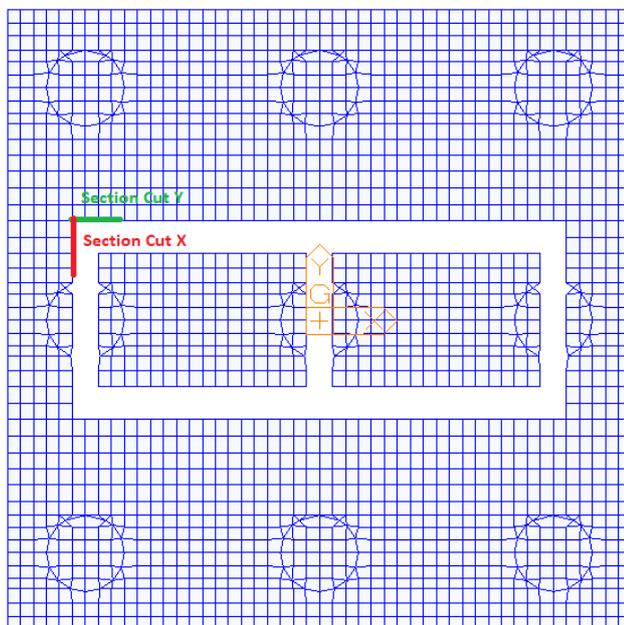


Figura 40 – Section cut considerate per la verifica a taglio

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 $V_{Ed,max} = 3041 \text{ kN/m}$.

Caratteristiche materiali

Cls

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

Acciaio barre longitudinali

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

Acciaio staffe

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

GENERAL CONTRACTOR  IRICAV2	ALTA SORVEGLIANZA  ITALFERR GRUPPO FERROVIE DELLO STATO ITALIANE								
	<table border="1" style="width: 100%;"> <tr> <td style="width: 25%;">Progetto</td> <td style="width: 25%;">Lotto</td> <td style="width: 25%;">Codifica</td> <td style="width: 25%;"></td> </tr> <tr> <td>IN17</td> <td>12</td> <td>EI2CLVI0904004</td> <td>C</td> </tr> </table>	Progetto	Lotto	Codifica		IN17	12	EI2CLVI0904004	C
Progetto	Lotto	Codifica							
IN17	12	EI2CLVI0904004	C						

Calcoli preliminari

A_{sl}	2654.6	mm ²	area dell'armatura longitudinale
ρ_l	0.0011		rapporto geometrico d'armatura longitudinale
$\rho_{l,eff}$	0.0011		rapporto considerato nei calcoli
σ_{cp}	0.000	N/mm ²	tensione media di compressione nella sezione
$\sigma_{cp,eff}$	0.000	N/mm ²	tensione media considerata nei calcoli
n_{bw}	1.25		numero di bracci degli spilli (in 1 m)
φ_{st}	26	mm	diametro degli spilli
S_{st}	400	mm	passo degli spilli
A_{sw}	663.7	mm ²	area della singola staffa (è considerato il numero di braccia)

Elemento non armato a taglio

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

Elemento armato a taglio

α	1.571	rad	inclinazione delle staffe rispetto all'orizzontale
θ	0.384	rad	inclinazione delle bielle compresse rispetto all'asse della trave
f_{cd}	7.055	N/mm ²	resistenza a compressione ridotta del cls d'anima
α_c	1.000		coefficiente maggiorativo per compressione
N_{Rd}	35275	KN	sforzo normale di compressione ultimo
$ctg\alpha$	0.00		
$ctg\theta$	2.48		
V_{Rsd}	3493.2	KN	taglio resistente relativo alle armature tese
V_{Rcd}	5326.8	KN	taglio resistente relativo alle bielle compresse
V_{Rd}	3493.2	KN	taglio resistente di calcolo
V_{Ed}	3041	kN	Taglio di calcolo
Verifica	ok		
FS	1.15		Coefficiente di sicurezza

GENERAL CONTRACTOR 	ALTA SORVEGLIANZA 			
	Progetto IN17	Lotto 12	Codifica EI2CLVI0904004	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:

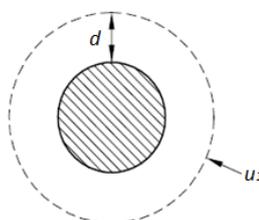
$$v_{Ed} \leq v_{Rd,cs}$$

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
- β è un coefficiente assunto pari a 1



GENERAL CONTRACTOR 	ALTA SORVEGLIANZA 			
	Progetto IN17	Lotto 12	Codifica EI2CLVI0904004	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 ρ_{ly} e ρ_{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 $f_{ywd,ef} = 250 + 0.25d \leq f_{ywd}$;
- α è l'angolo compreso fra l'armatura a taglio e il piano della piastra (pari a 90° nel caso di armatura verticale).

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

GENERAL CONTRACTOR  IRICAV2	ALTA SORVEGLIANZA  ITALFERR GRUPPO FERROVIE DELLO STATO ITALIANE			
	Progetto IN17	Lotto 12	Codifica EI2CLVI0904004	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: $V_{Ed} = 9106$ 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 ²	Resistenza caratt. cubica cls
f_{ck}	25	N/mm ²	Resistenza caratt. cilindrica cls
γ_c	1.5		Coefficiente sicurezza cls
τ_{rd}	0.30	N/mm ²	Resist. unit. a taglio
f_{yk}	450	N/mm ²	Tensione di snervamento acciaio
γ_s	1.15		Coefficiente di sicurezza acciaio

Armatatura tesa

A_{ly}	42.25	cm ² /m	Armatatura tesa in direzione y (media)
A_{lx}	26.55	cm ² /m	Armatatura tesa in direzione x (media)

Impronta di carico

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

u_1	809.76	cm	Perimetro di verifica di base
u_0	471.24	cm	Perimetro dell'area caricata
k	1.29		Coefficiente
ρ_l	0.0014		Percentuale di armatura tesa

Peso del plinto

γ_{cls}	25	kN/m ³	Peso specifico cls
h_{plinto}	2.5	m	Altezza plinto
A	10.48	m ²	Area di verifica in corrispondenza del baricentro del plinto
ΔV_{sd}	654.7	kN	Riduzione di taglio dovuta al peso proprio del plinto

Peso del rinterro

GENERAL CONTRACTOR		ALTA SORVEGLIANZA		
				
		Progetto	Lotto	Codifica
		IN17	12	EI2CLVI0904004
				C

γ_{terr}	19	kN/m ³	<i>Peso specifico terreno</i>
h_{rint}	1	m	<i>Altezza rinterro</i>
A	19.12	m ²	<i>Area di verifica in corrispondenza dell'estradosso del plinto</i>
ΔV_{sd}	363.3	kN	<i>Riduzione di taglio dovuta al peso del rinterro</i>

Tensione massima di taglio

V_{ed}	9106	kN	<i>Reazione agli SLU</i>
V_{ed}	8088	kN	<i>Taglio applicato (ridotto del peso proprio e del rinterro)</i>
V_{ed}	999	kN/m	<i>Taglio applicato per unità di lunghezza</i>
V_{ed}	0.41	N/mm ²	<i>Tensione di taglio agente</i>

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

V_{ed}	0.71	N/mm ²	<i>Tensione di taglio a rifosso del palo</i>
V_{rdmax}	3.83	N/mm ²	<i>Tensione resistente massima</i>
Verifica	ok		
FS	5.38		

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

$V_{Rd,c}$	0.26	N/mm ²	<i>Tensione resistente senza armatura a taglio</i>
V_{min}	0.26	N/mm ²	
V_{Rd}	617.69	kN/m	<i>Taglio resistente per unità di lunghezza</i>
Verifica	no		
FS	0.62		

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

$f_{ywd,ef}$	391.30	N/mm ²	<i>Resistenza di progetto efficace dell'armatura a taglio-punzonamento</i>
α	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	6.04		

$A_{sw\ min}$	1223.6	mm ²	<i>Area di armatura minima a taglio-punzonamento di uno strato</i>
---------------	--------	-----------------	--

ϕ	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 ²	<i>Area di armatura di armatura a taglio-punzonamento di uno strato</i>

$V_{Rd,cs}$	0.55	N/mm ²	<i>Valore di progetto del taglio-punzonamento resistente</i>
V_{Ed}	0.41	N/mm ²	<i>Tensione di taglio-punzonamento agente</i>
Verifica	ok		
FS	1.34		

GENERAL CONTRACTOR 	ALTA SORVEGLIANZA 			
	Progetto IN17	Lotto 12	Codifica EI2CLVI0904004	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.