

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 FIBBIO DAL km 7+657,67 AL km 10+036,67

PILE

Relazione di calcolo pile e plinto – Pile P16 e P17

GENERAL CONTRACTOR		DIRETTORE LAVORI		SCALA -
IL PROGETTISTA INTEGRATORE	Consorzio Iricav Due inq. Paolo Carmona			
Ing. Giovanni MALAYENDA ALBO INGEGNERI PROV. DI MESSINA n. 4503				
Data:	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 1 0 4	0 0 7	A	- - - p - - -

	VISTO CONSORZIO IRICAV DUE	
	Firma	Data
	Ing. Alberto LEVORATO 	

Progettazione:

Rev.	Descrizione	Redatto	Data	Verificato	Data	Approvato	Data	IL PROGETTISTA
A	EMISSIONE	E.d.in	Giu.2021	M. Proietti 	Giu.2021	G. Grimaldi 	Giu.2021	
B	EMISSIONE A SEGUITO RDV IN1710E09ISVIO100001A	E.d.in	Ott.2022	M. Proietti 	Ott.2022	G. Grimaldi 	Ott.2022	

CIG. 8377957CD1	CUP: J41E91000000009	File: IN1712EI2CLVIO104007B
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>EI2CLVI0104007</p>	<p>B</p>

GENERAL CONTRACTOR  IRICAV2	ALTA SORVEGLIANZA  ITALFERR GRUPPO FERROVIE DELLO STATO ITALIANE			
	Progetto IN17	Lotto 12	Codifica EI2CLVI0104007	B

INDICE

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

GENERAL CONTRACTOR  IRICAV2	ALTA SORVEGLIANZA  ITALFERR GRUPPO FERROVIE DELLO STATO ITALIANE			
	Progetto IN17	Lotto 12	Codifica EI2CLVI0104007	B

7. CONDIZIONI ELEMENTARI E COMBINAZIONI DI CARICO	51
7.1 Caratteristiche di sollecitazioni	56
7.1.1 <i>Combinazioni Estradosso Pulvino – configurazione treni 1,2 e 3</i>	56
7.1.2 <i>Combinazioni Estradosso Plinto – configurazione 1,2 e 3</i>	59
7.1.3 <i>Combinazioni Intradosso Plinto – configurazione 1,2 e 3</i>	62
8. VERIFICHE STRUTTURALI	66
9. FUSTO PILA	66
9.1 Modello locale per ritiro differenziale	67
9.2 Verifica a presso flessione	67
9.3 Verifica a taglio.....	84
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>	106
11.5.3 <i>Verifica a taglio</i>	116
11.5.4 <i>Verifica a taglio-punzonamento</i>	119
12. VALUTAZIONE DELLA ACCETTABILITÀ DEI RISULTATI OTTENUTI (RIF.PAR.10.2 DM 14/01/2008)	124

GENERAL CONTRACTOR  IRICAV2	ALTA SORVEGLIANZA  ITALFERR GRUPPO FERROVIE DELLO STATO ITALIANE			
	Progetto IN17	Lotto 12	Codifica EI2CLVI0104007	B

1. Premessa

Oggetto della presente relazione è il dimensionamento degli elementi in elevazione del *Viadotto Fibbio – VI01*, che si inserisce nell'ambito della progettazione esecutiva del collegamento ferroviario della linea AV/AC Verona-Padova.

Tale relazione si ritiene valida per tutte le pile di altezza pari a 7-7.2m, con fondazione 16.5m x 12.0m x 2.0m su 12 pali, con altezza del terreno di ricoprimento di circa 4.0m e sulle quali afferiscono un impalcato in c.a.p. di L=25.0m e un impalcato in misto acciaio-cls a 6 travi di L=40.0m (P16-P17). Si prende a riferimento la pila P16.

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

GENERAL CONTRACTOR  IRICAV2	ALTA SORVEGLIANZA  ITALFERR GRUPPO FERROVIE DELLO STATO ITALIANE			
	Progetto IN17	Lotto 12	Codifica EI2CLVI0104007	B

2. Normativa e documenti di riferimento

2.1 Normative

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

- [1] *Ministero delle Infrastrutture, DM 14 gennaio 2008, «Norme tecniche per le costruzioni».*
- [2] *Ministero delle Infrastrutture e Trasporti, Circolare 2 febbraio 2009, n. 617/C.S.LL.PP., «Istruzioni per l'applicazione delle Nuove norme tecniche per le costruzioni di cui al decreto ministeriale 14 gennaio 2008»*
- [3] *Istruzione RFI DTC SI PS MA IFS 001 - Manuale di Progettazione delle Opere Civili - Parte II - Sezione 2 - Ponti e Strutture*
- [4] *Istruzione RFI DTC SI CS MA IFS 001 - Manuale di Progettazione delle Opere Civili - Parte II - Sezione 3 - Corpo Stradale*
- [5] *Regolamento (UE) N.1299/2014 della Commissione del 18 novembre 2014 relativo alle specifiche tecniche di interoperabilità per il sottosistema "infrastruttura" del sistema ferroviario dell'Unione europea, modificato dal Regolamento di esecuzione (UE) N° 2019/776 della Commissione del 16 maggio 2019;*
- [6] *Eurocodice UNI EN 1991-1-4 – Azioni sulle strutture – azioni in generale – azioni del vento*
- [7] *Eurocodice UNI EN 1992-1-1 – Progettazione delle strutture di calcestruzzo – regole generali e regole per gli edifici*

2.2 Elaborati di riferimento

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

Inoltre, si richiamano le relazioni:

- IN1710EI2CLVI0004001, Studio degli effetti locali sulle pile
- IN1712EI2CLVI0100001, Interazione treno binario struttura – Relazione di calcolo
- IN1712EI2CLVI0104021, Relazione di calcolo pulvini, baggioli e ritegni
- IN1712EI2RBVI01A0001, Relazione geotecnica
- IN1712EI2RBVI01B0001, Relazione geotecnica
- IN1712EI2RBVI01C0001, Relazione geotecnica
- IN1712EI2RBVI01D0001, Relazione geotecnica

GENERAL CONTRACTOR  IRICAV2	ALTA SORVEGLIANZA  ITALFERR GRUPPO FERROVIE DELLO STATO ITALIANE			
	Progetto IN17	Lotto 12	Codifica EI2CLVI0104007	B

3. Materiali

3.1 Calcestruzzo per fusto pila e pulvino

Classe C32/40

Rck =	40,00	MPa	Resistenza caratteristica cubica
fck = 0,83 Rck =	32,00	MPa	Resistenza caratteristica cilindrica
fcm = fck +8 =	40,00	MPa	Valore medio resistenza cilindrica
acc =	0,85		Coeff. rid. per carichi di lunga durata
γM =	1,50	-	Coefficiente parziale di sicurezza SLU
fcd = acc fck/γM =	18,13	MPa	Resistenza di progetto
fctm = 0,3 fck ^(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  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: 50%;">Codifica</td> </tr> <tr> <td style="text-align: center;">IN17</td> <td style="text-align: center;">12</td> <td style="text-align: center;">EI2CLVI0104007</td> </tr> </table>	Progetto	Lotto	Codifica	IN17	12	EI2CLVI0104007
Progetto	Lotto	Codifica					
IN17	12	EI2CLVI0104007					
	B						

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

3.3 Acciaio per barre di armature

B450C

$f_{yk} \geq$	450,00	MPa	Tensione caratteristica di snervamento
$f_{tk} \geq$	540,00	MPa	Tensione caratteristica di rottura
$(f_t/f_y)_{k \geq}$	1,15		
$(f_t/f_y)_{k <}$	1,35		
$\gamma_s =$	1,15	-	Coefficiente parziale di sicurezza SLU
$f_{yd} = f_{yk}/\gamma_s =$	391,30	MPa	Tensione caratteristica di snervamento
$E_s =$	210000,00	MPa	Modulo elastico di progetto
$\epsilon_{yd} =$	0,20	%	Deformazione di progetto a snervamento
$\epsilon_{uk} = (A_{gt})_k$	7,50	%	Deformazione caratteristica ultima
$\sigma_s = 0,75 f_{yk} =$	337,50	MPa	Tensione in esercizio in comb. rara (rif. §2.5.1.8.3.2.1 [3])

GENERAL CONTRACTOR  IRICAV2	ALTA SORVEGLIANZA  ITALFERR GRUPPO FERROVIE DELLO STATO ITALIANE			
	Progetto IN17	Lotto 12	Codifica EI2CLVI0104007	B

3.4 Stati limite

3.4.1 Stati limite ultimi

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

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

3.4.2 Stati limite d'esercizio

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

3.4.2.1 Verifica tensionale

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

tensione massima di compressione del calcestruzzo

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

tensione massima di trazione dell'acciaio

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

GENERAL CONTRACTOR  IRICAV2	ALTA SORVEGLIANZA  ITALFERR GRUPPO FERROVIE DELLO STATO ITALIANE			
	Progetto IN17	Lotto 12	Codifica EI2CLVI0104007	B

3.4.2.2 Verifica fessurazione

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

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

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

Tabella 2 - Descrizione delle condizioni ambientali

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

Risultando:

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

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

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

GENERAL CONTRACTOR  IRICAV2	ALTA SORVEGLIANZA  ITALFERR GRUPPO FERROVIE DELLO STATO ITALIANE			
	Progetto IN17	Lotto 12	Codifica EI2CLVI0104007	B

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

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

GENERAL CONTRACTOR 	ALTA SORVEGLIANZA 			
	Progetto IN17	Lotto 12	Codifica EI2CLVI0104007	B

4. Caratterizzazione geotecnica

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

5. Descrizione dell'opera

Il *Viadotto Fibbio – VI01*, a doppio binario con intervallata 4.5 m, si estende dal km 7+657.67 al km 10+036.67 della *Tratta Verona-Padova* per uno sviluppo complessivo di 2379.0 m ed è costituito da 91 campate di cui:

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

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

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

I plinti presentano una pianta rettangolare di dimensioni variabili in relazione alla tipologia di impalcato che afferisce alla pila. In particolare, in questa relazione sono analizzati i plinti di dimensioni pari a 16.5m x 12.0m e di spessore 2.5m. Le fondazioni previste sono su pali (12 pali Φ 1500). Il plinto è ruotato rispetto agli assi di simmetria della pila di circa 34° rispetto all'orizzontale.

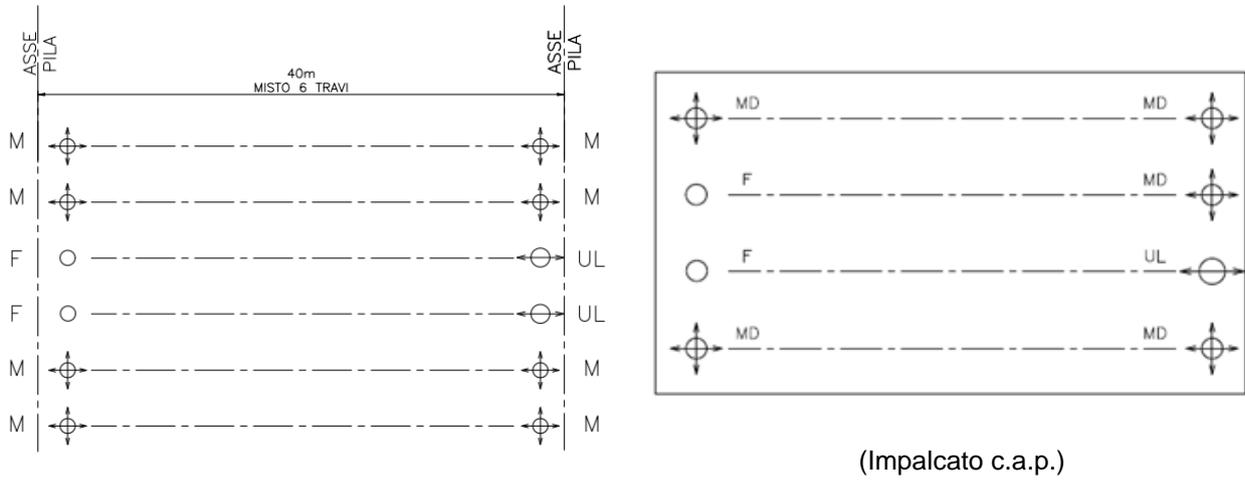


Figura 1 - Schema appoggi

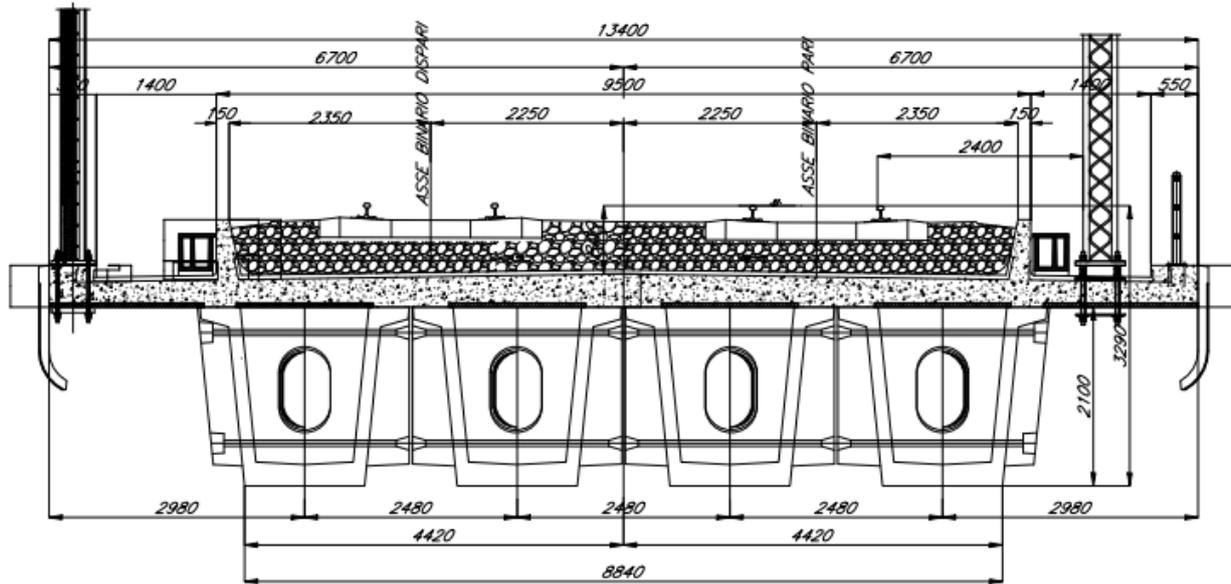


Figura 2 - Sezione impalcato c.a.p.

GENERAL CONTRACTOR



ALTA SORVEGLIANZA



Progetto

Lotto

Codifica

IN17

12

EI2CLVI0104007

B

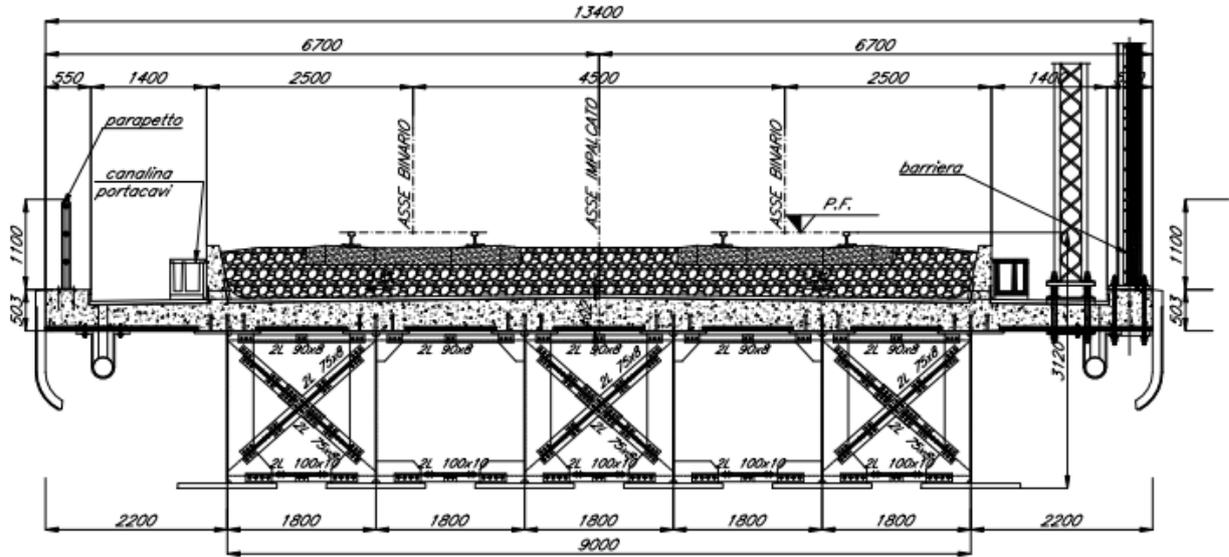


Figura 3 - Sezione impalcato misto 6 travi

GENERAL CONTRACTOR



ALTA SORVEGLIANZA



Progetto

IN17

Lotto

12

Codifica

EI2CLVI0104007

B

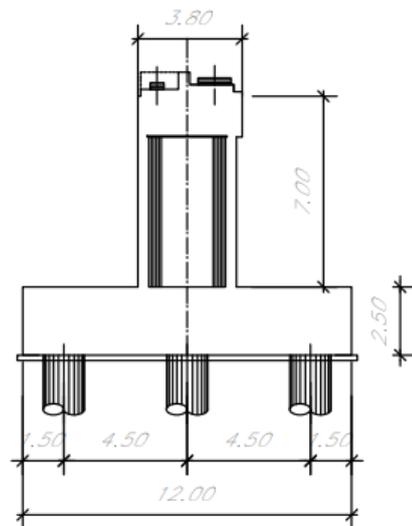
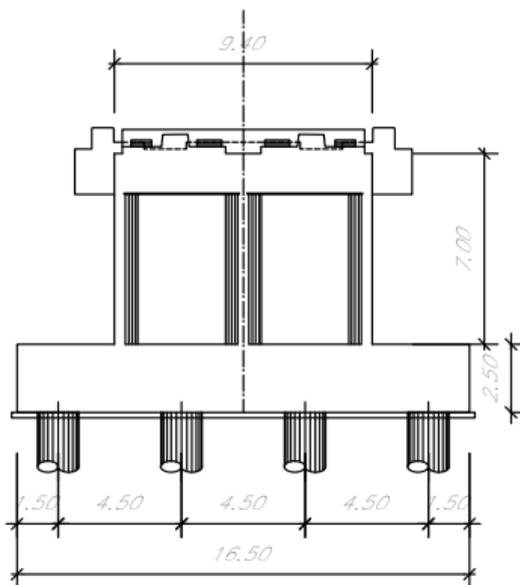
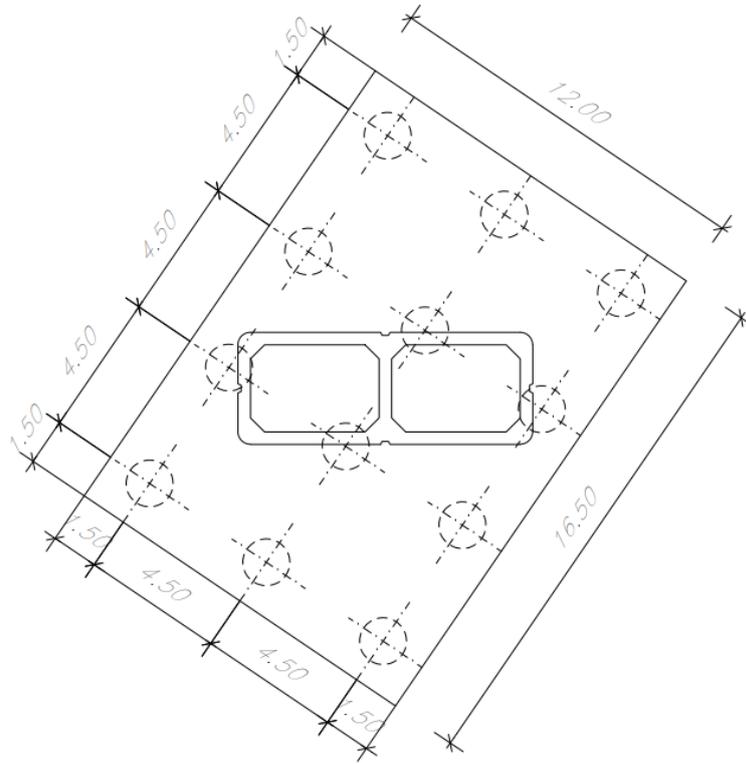


Figura 4 - Pianta e sezioni pila

GENERAL CONTRACTOR  IRICAV2	ALTA SORVEGLIANZA  ITALFERR GRUPPO FERROVIE DELLO STATO ITALIANE			
	Progetto IN17	Lotto 12	Codifica EI2CLVI0104007	B

5.1 Modelli di analisi e verifica

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

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

5.2 Sistemi di riferimento ed unità di misura

- Asse X parallelo all'asse trasversale dell'impalcato
- Asse Y parallelo all'asse longitudinale dell'impalcato
- Asse Z verticale

- [Lunghezze] m
- [Forze] KN

GENERAL CONTRACTOR					ALTA SORVEGLIANZA				
	Progetto	Lotto	Codifica						
	IN17	12	EI2CLVI0104007						B

6. Analisi dei carichi

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	300	km/h	
raggio di curvatura	R	2700	m	
numero di binari		doppio		

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

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

GENERAL CONTRACTOR  IRICAV2	ALTA SORVEGLIANZA  ITALFERR GRUPPO FERROVIE DELLO STATO ITALIANE			
	Progetto IN17	Lotto 12	Codifica EI2CLVI0104007	B

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	7.20	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	E _c	33346	MPa
eventuale abbattimento del modulo	%	50	
modulo di calcolo	E	16673	MPa
calcestruzzo	f _{ck}	32	MPa
massa pila	mp	1517	kN

PULVINO			
larghezza in direzione trasversale	b	9.40	m
larghezza in direzione longitudinale	d	3.80	m
altezza pulvino	h	1.90	m
massa pulvino	mp	1697	kN

GENERAL CONTRACTOR  IRICAV2	ALTA SORVEGLIANZA  GRUPPO FERROVIE DELLO STATO ITALIANE			
	Progetto	Lotto	Codifica	
	IN17	12	EI2CLVI0104007	B

FONDAZIONE			
larghezza in direzione trasversale	b	16.50	m
larghezza in direzione longitudinale	d	12.00	m
altezza della fondazione	h	2.50	m
area della fondazione	Af	198.00	m ²
pali di fondazione	Φ	1.50	m
numero di pali	n.	12	

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	4.50	m
dist. tra interasse del singolo binario e asse pila	a	2.25	m

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

	N [kN]	Mlong [kN m]
scarichi estradosso Pila - G1	6922	640
scarichi estradosso Pila - G2	6839	1594
scarichi estradosso Fondazione - G1	10136	640
scarichi estradosso Fondazione - G2	6839	1594
scarichi intradosso Fondazione - G1	35006	640
scarichi intradosso Fondazione - G2	6839	1594

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 4 m.

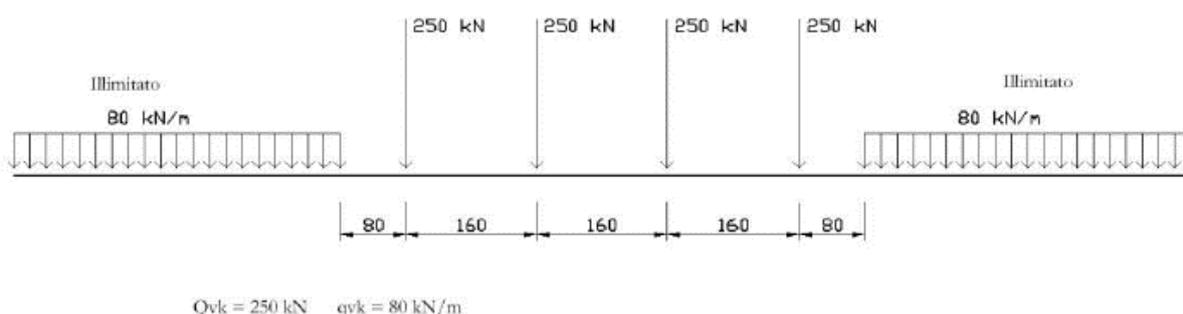
GENERAL CONTRACTOR  IRICAV2	ALTA SORVEGLIANZA  ITALFERR GRUPPO FERROVIE DELLO STATO ITALIANE			
	Progetto IN17	Lotto 12	Codifica EI2CLVI0104007	B

6.2 Carichi da traffico verticali (Q1)

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

➤ Modello di carico LM71

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



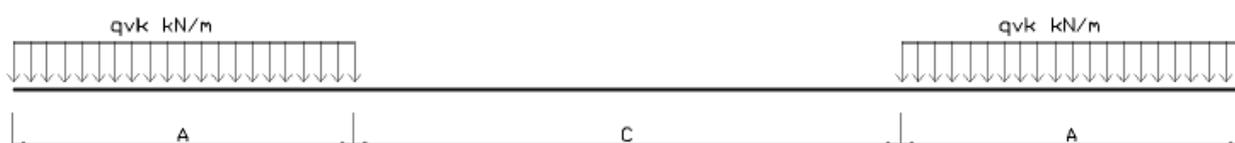
Carichi concentrati: quattro assi da 250 kN disposti ad interasse di 1,60 m;

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

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

➤ Modello di carico SW/2

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



GENERAL CONTRACTOR  IRICAV2	ALTA SORVEGLIANZA  ITALFERR GRUPPO FERROVIE DELLO STATO ITALIANE			
	Progetto IN17	Lotto 12	Codifica EI2CLVI0104007	B

SW/0

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

SW/2

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

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

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

6.3 Effetti dinamici

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

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

6.4 Disposizione treni di carico

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

GENERAL CONTRACTOR  IRICAV2	ALTA SORVEGLIANZA  ITALFERR GRUPPO FERROVIE DELLO STATO ITALIANE			
	Progetto IN17	Lotto 12	Codifica EI2CLVI0104007	B

- 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	7834	656	2181
COMBO ML	5305	4141	1517
COMBO MT	4228	535	9935

Si riportano i medesimi schemi graficamente per un caso rappresentativo:

GENERAL CONTRACTOR



ALTA SORVEGLIANZA



Progetto

IN17

Lotto

12

Codifica

EI2CLVI0104007

B

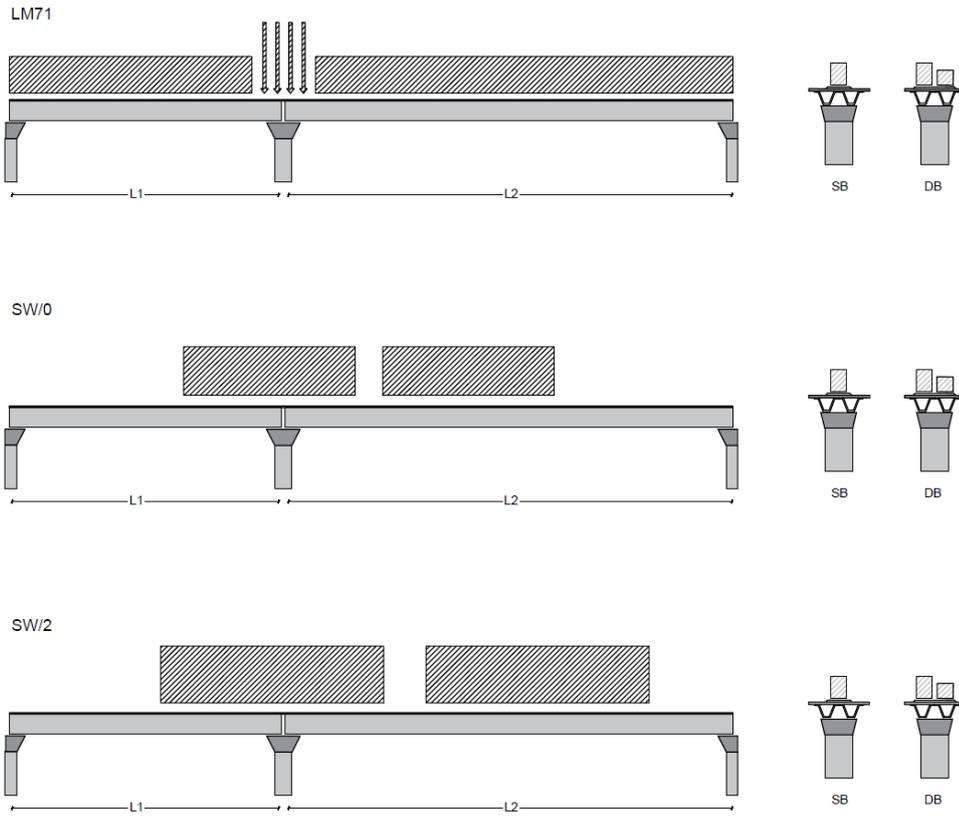


Figura 5- Posizione treni di carico - massimo sforzo assiale

GENERAL CONTRACTOR



ALTA SORVEGLIANZA



Progetto

IN17

Lotto

12

Codifica

EI2CLVI0104007

B

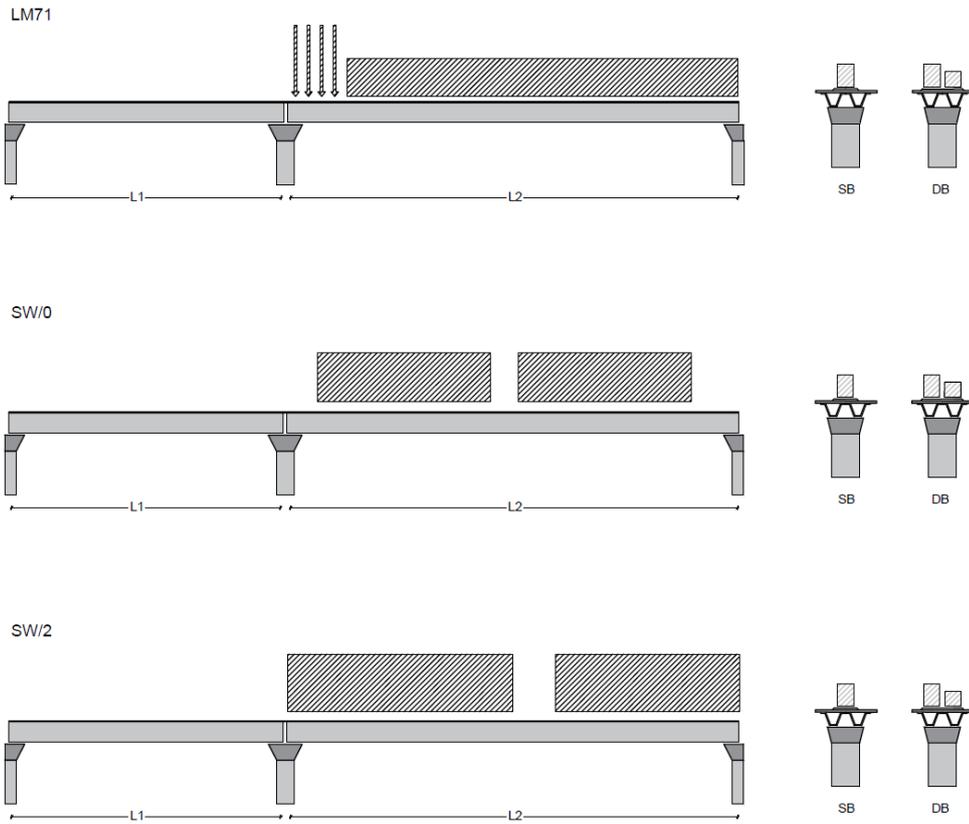


Figura 6- Posizione treni di carico – massimo momento longitudinale

	Progetto IN17	Lotto 12	Codifica EI2CLVI0104007	B
--	------------------	-------------	----------------------------	---

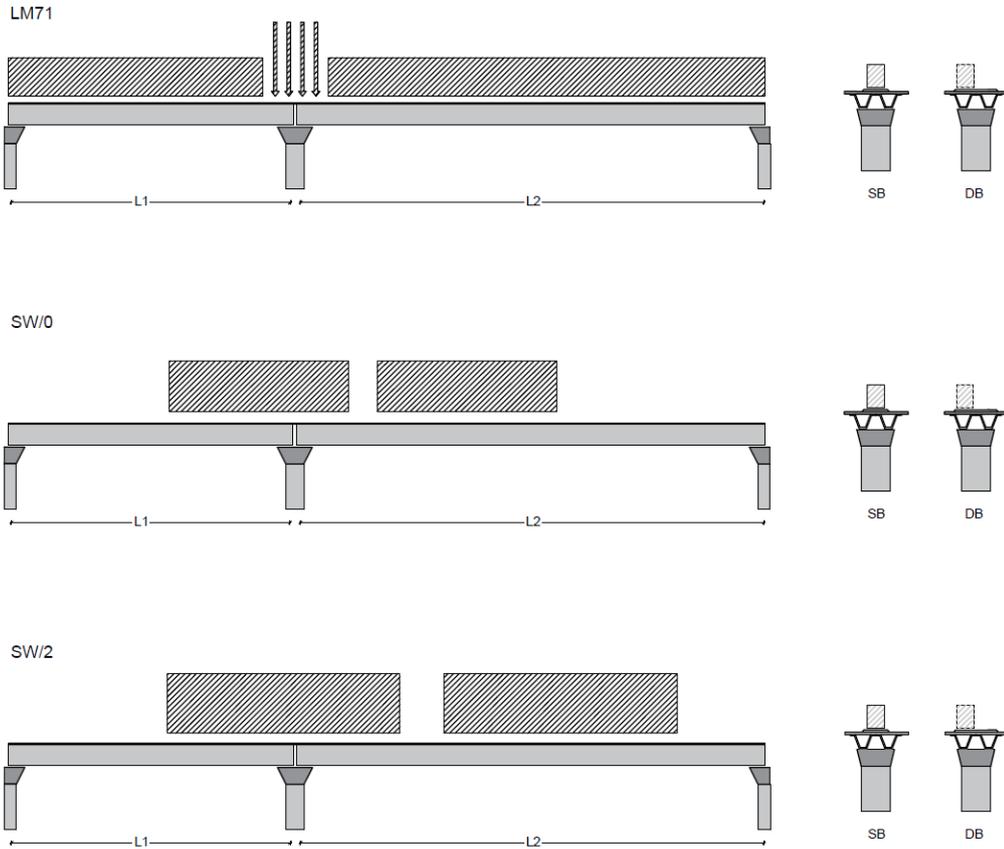


Figura 7- Posizione treni di carico – massimo momento trasversale

GENERAL CONTRACTOR  IRICAV2	ALTA SORVEGLIANZA  ITALFERR GRUPPO FERROVIE DELLO STATO ITALIANE			
	Progetto IN17	Lotto 12	Codifica EI2CLVI0104007	B

6.5 Carichi da traffico orizzontali

6.5.1 Forza centrifuga (Q4)

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

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

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

raggio di curvatura	R	2700	m
velocità massima compatibile con il tracciato della linea	Vmax	300	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	0.48	

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

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

La forza centrifuga non deve essere incrementata dei coefficienti dinamici.

Valore di 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

fattore di riduzione funzione della Lf e della V

f 1.00

coefficiente di adattamento

a 1.10

valore caratteristico dei carichi verticali

Qvk 250.0 kN x asse

valore caratteristico dei carichi verticali

qvk 80.0 kN/m

valore caratteristico della forza centrifuga

Qtk 11.5 kN x asse

valore caratteristico della forza centrifuga

qtk 3.7 kN/m

LM71 caso b

velocità massima compatibile con il tracciato della linea

Vmax 300

fattore di riduzione funzione della Lf e della V

f 0.48

coefficiente di adattamento

a 1.0

valore caratteristico dei carichi verticali

Qvk 250.0 kN x asse

valore caratteristico dei carichi verticali

qvk 80.0 kN/m

valore caratteristico della forza centrifuga

Qtk 31.6 kN x asse

valore caratteristico della forza centrifuga

qtk 10.1 kN/m

GENERAL CONTRACTOR  IRICAV2	ALTA SORVEGLIANZA  ITALFERR GRUPPO FERROVIE DELLO STATO ITALIANE			
	Progetto IN17	Lotto 12	Codifica EI2CLVI0104007	B

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

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}	4.37	kN/m

Riassumendo:

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

6.5.2 Serpeggio

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

GENERAL CONTRACTOR  IRICAV2	ALTA SORVEGLIANZA  ITALFERR GRUPPO FERROVIE DELLO STATO ITALIANE			
	Progetto IN17	Lotto 12	Codifica EI2CLVI0104007	B

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

GENERAL CONTRACTOR  IRICAV2	ALTA SORVEGLIANZA  ITALFERR GRUPPO FERROVIE DELLO STATO ITALIANE			
	Progetto IN17	Lotto 12	Codifica EI2CLVI0104007	B

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

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

FRENATURA

LM/71			
coefficiente di adattamento	a	1.1	
lunghezza del binario	L	40	m
valore caratteristico della forza	$Q_{la,k}$	880	kN
SW/0			
coefficiente di adattamento	a	1.1	
lunghezza del binario	L	30	m
valore caratteristico della forza	$Q_{la,k}$	660	kN
SW/2			
coefficiente di adattamento	a	1	
lunghezza del binario	L	33	
valore caratteristico della forza	$Q_{la,k}$	1155	

GENERAL CONTRACTOR  IRICAV2	ALTA SORVEGLIANZA  ITALFERR GRUPPO FERROVIE DELLO STATO ITALIANE			
	Progetto IN17	Lotto 12	Codifica EI2CLVI0104007	B

AVVIAMENTO

LM/71 valore caratteristico della forza	$Q_{la,k}$	1000	kN
SW/0 valore caratteristico della forza	$Q_{la,k}$	1000	kN
SW/2 valore caratteristico della forza	$Q_{la,k}$	1000	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  IRICAV2	ALTA SORVEGLIANZA  ITALFERR GRUPPO FERROVIE DELLO STATO ITALIANE			
	Progetto IN17	Lotto 12	Codifica EI2CLVI0104007	B

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

6.6 Azione del Vento (Q5)

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

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

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

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

dove:

v_b indica la velocità di base del vento

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

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

ρ indica la densità dell'aria

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

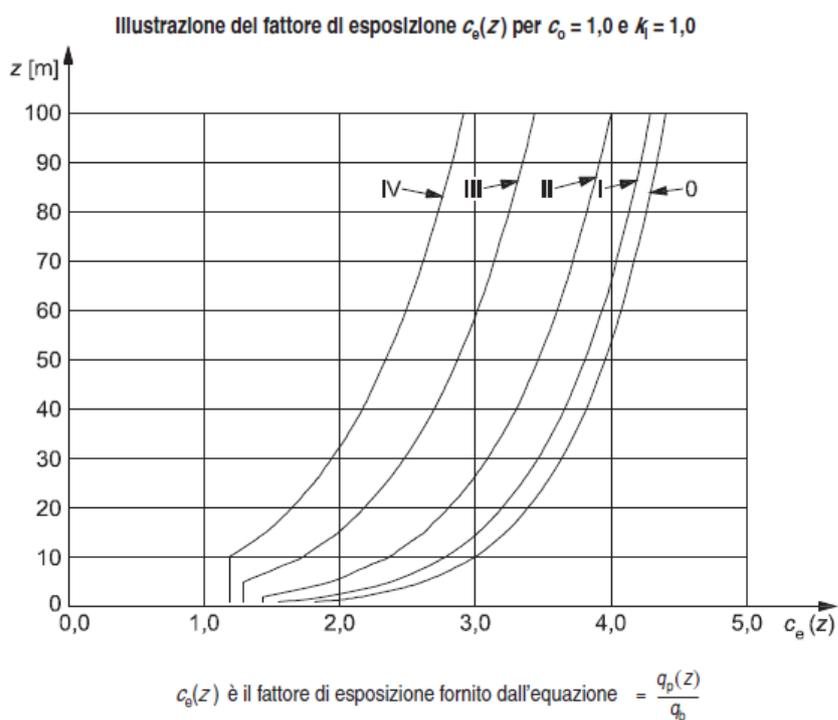


Figura 8 -fattore di esposizione - Eurocodice 1991-1-4

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

	Progetto	Lotto	Codifica	
	IN17	12	EI2CLVI0104007	B

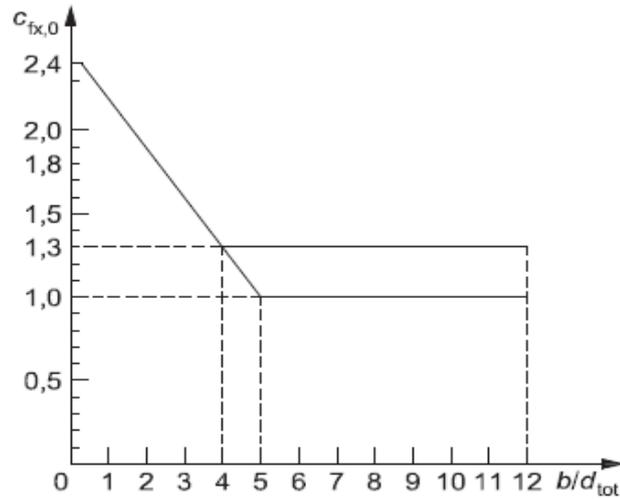


Figura 9 - Fattore di forza trasversale - Eurocodice 1991-1-4

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

dove:

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

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

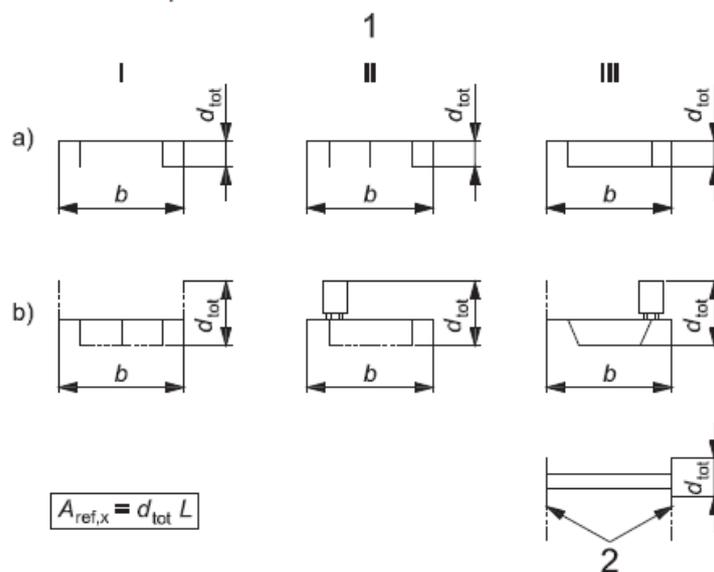


Figura 10 - Area effettiva - Eurocodice 1991-1-4

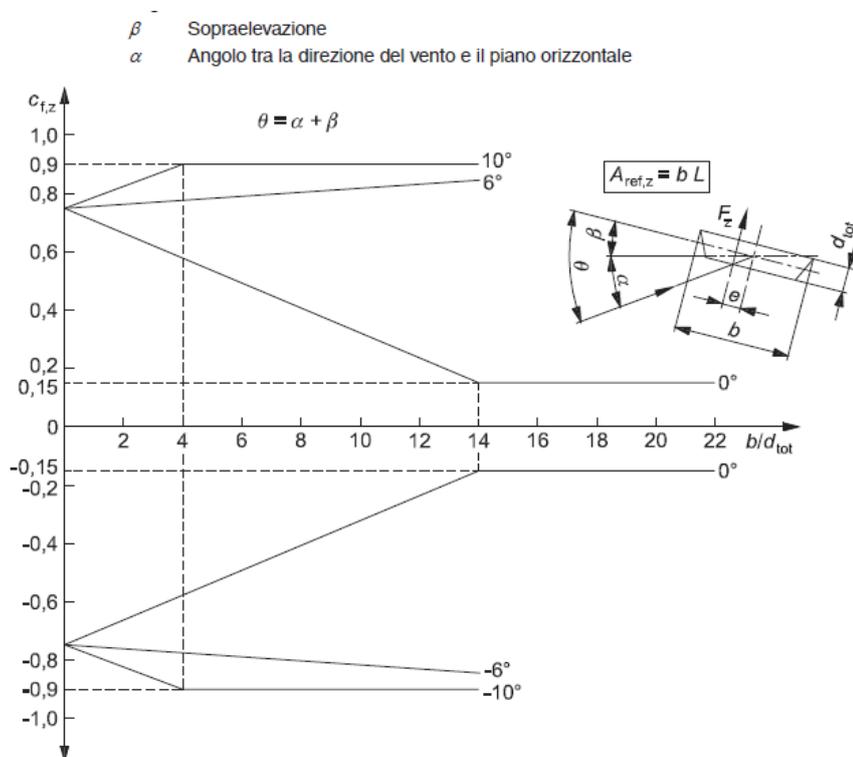


Figura 11 - coefficiente di forza verticale - Eurocodice 1991-1-4

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

Progetto

Lotto

Codifica

IN17

12

EI2CLVI0104007

B

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

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

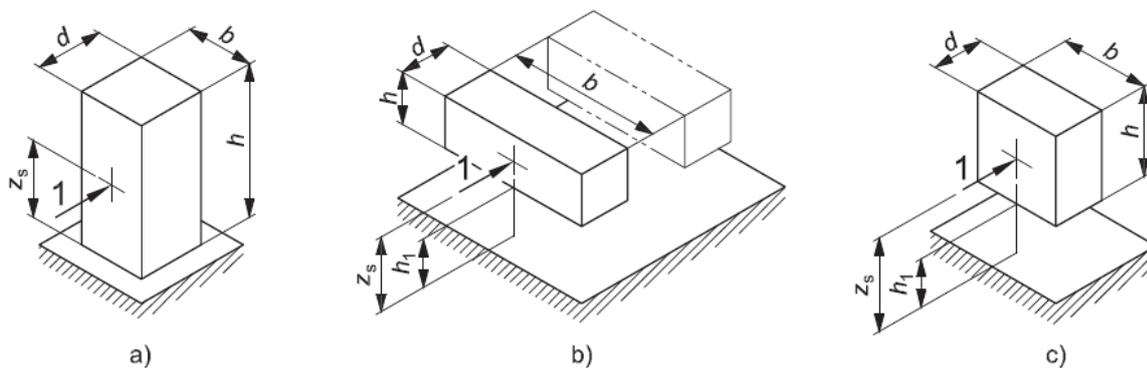


Figura 12 - Altezza di riferimento - Eurocodice 1991-1-4

tab. 3.3.I

Zona

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

EI2CLVI0104007

B

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

6.6.1.1 Impalcato

ponete carico

altezza pila	z1	7.20	m
altezza baggioli e app. d'appoggio	z2	0.50	m
altezza all'intradosso	zint	7.7	m
altezza di riferimento	z	11.3	m
coefficiente di topografia	ct	1	
coefficiente di esposizione	ce	2.43	
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	1068.2	n/m ²
larghezza impalcato	d	13.4	m
altezza impalcato+soletta	z3	2.35	m
armamento	z4	0.80	m
altezza treno	z5a	4	m
altezza barriera	z5b	4	m
altezza di impatto treno o barriera	htot	7.15	m
	d/h	1.88	
coefficiente di forza trasversale	cfx	1.88	
coefficiente di forza trasversale	cfz	0.9	

GENERAL CONTRACTOR  IRICAV2	ALTA SORVEGLIANZA  GRUPPO FERROVIE DELLO STATO ITALIANE		
	Progetto IN17	Lotto 12	Codifica EI2CLVI0104007
			B

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

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

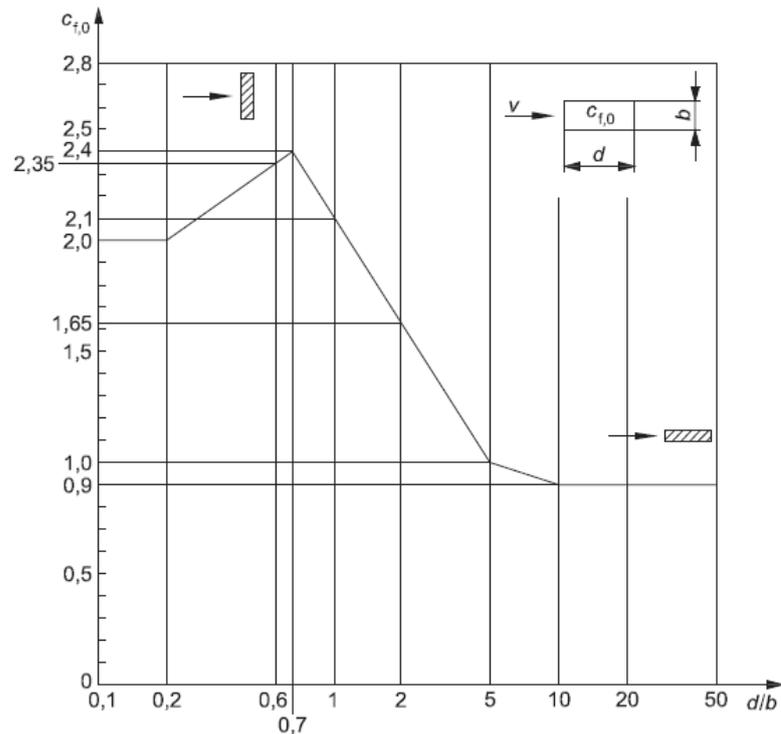


Figura 13 - Correlazione tra dimensioni in sezione dell'elemento e il coefficiente di forma c_{fx0} (figura 7.23 EC1-4)

Fattore di riduzione ψ_r per sezioni quadrate con spigoli arrotondati

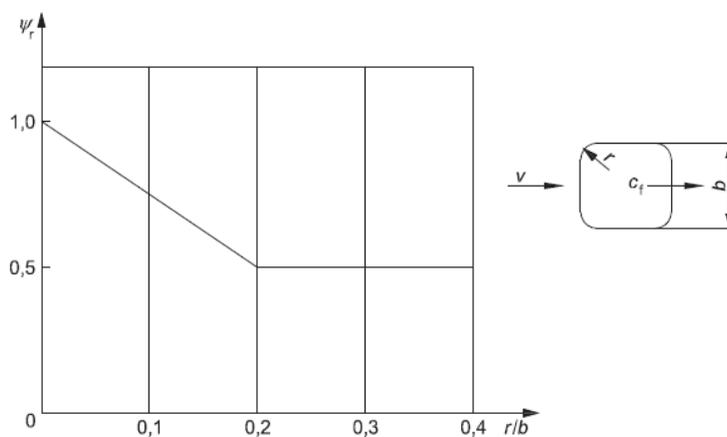


Figura 14 - correlazione tra il raggio di arrotondamento dello spigolo e il fattore riduttivo ψ_r (figura 7.24 EC1-4)



	Progetto	Lotto	Codifica	
	IN17	12	EI2CLVI0104007	B

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

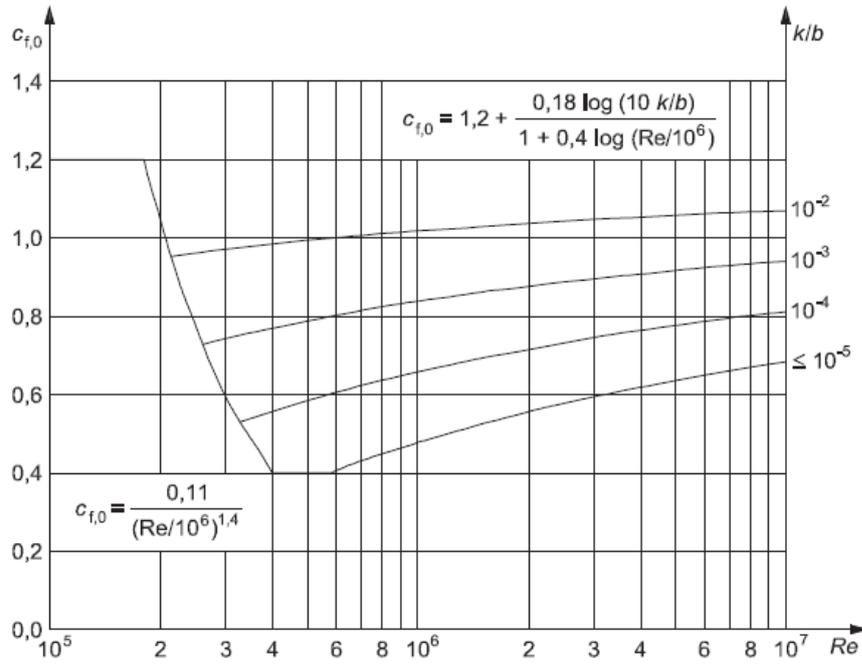


Figura 15 - Fattori di forza pila - Eurocodice 1991-1-4

GENERAL CONTRACTOR



ALTA SORVEGLIANZA



Progetto

Lotto

Codifica

IN17

12

EI2CLVI0104007

B

direzione trasversale

altezza di riferimento	z	7.2	m
coefficiente di topografia	ct	1	
coefficiente di esposizione	ce	2.15	
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	944.4	n/m ²
		0.94	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	1.72E+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	2.00	
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	64.8	kN
altezza di applicazione sulla pila	h tra	3.7	m

GENERAL CONTRACTOR  IRICAV2	ALTA SORVEGLIANZA  ITALFERR GRUPPO FERROVIE DELLO STATO ITALIANE			
	Progetto IN17	Lotto 12	Codifica EI2CLVI0104007	B

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	0.77	
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	169.20	kN
altezza di applicazione sulla pila	h lon	3.71	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 (pulgino) parzialmente stagionato, che non ha, quindi, ancora esaurito la relativa deformazione da ritiro.

GENERAL CONTRACTOR  IRICAV2	ALTA SORVEGLIANZA  ITALFERR GRUPPO FERROVIE DELLO STATO ITALIANE			
	Progetto IN17	Lotto 12	Codifica EI2CLVI0104007	B

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

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

6.8 Azione Sismica (E)

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

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

6.8.1 Inquadramento Sismico

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

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

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

GENERAL CONTRACTOR



ALTA SORVEGLIANZA



Progetto

Lotto

Codifica

IN17

12

EI2CLVI0104007

B

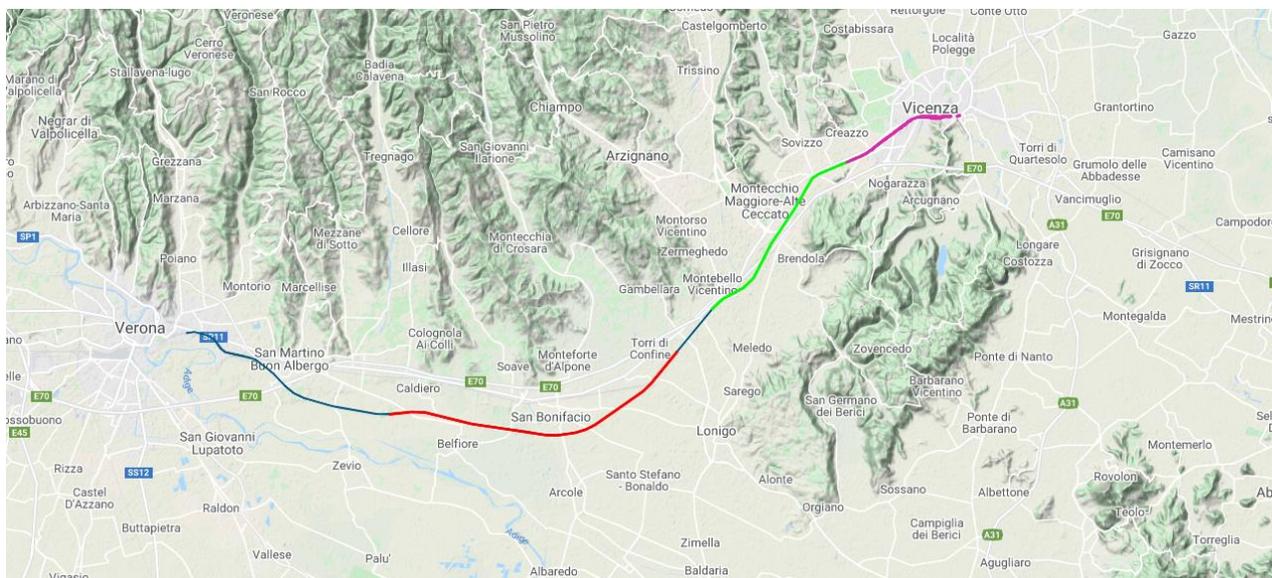


Figura 16 - Individuazione geografica della linea ferroviaria

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

Latitudine 45.40294

Longitudine 11.11012

6.8.2 Definizione della domanda sismica

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

GENERAL CONTRACTOR  IRICAV2	ALTA SORVEGLIANZA  GRUPPO FERROVIE DELLO STATO ITALIANE			
	Progetto IN17	Lotto 12	Codifica EI2CLVI0104007	B

FASE 1. INDIVIDUAZIONE DELLA PERICOLOSITÀ DEL SITO

Ricerca per coordinate

LONGITUDINE

LATTITUDINE

Ricerca per comune

REGIONE

PROVINCIA

COMUNE

Elaborazioni grafiche

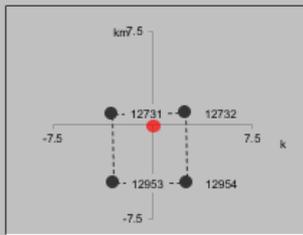
Grafici spettri di risposta

Variabilità dei parametri

Elaborazioni numeriche

Tabella parametri

Nodi del reticolo intorno al sito



Reticolo di riferimento



Controllo sul reticolo

Sito esterno al reticolo

Interpolazione su 3

Interpolazione

Interpolazione

superficie rigata

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

INTRO
FASE 1
FASE 2
FASE 3

Figura 17 - Sito di riferimento secondo "Spettri_NTC"

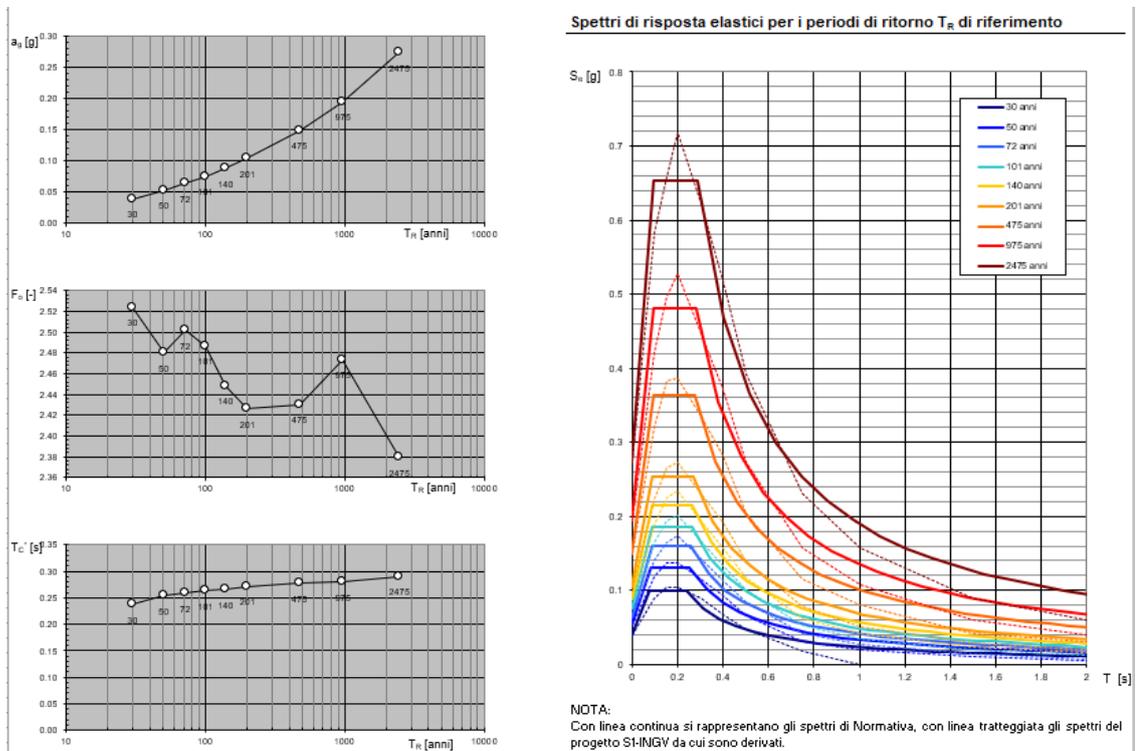


Figura 18 - Parametri di riferimento del sito secondo "Spettri_NTC"

Valori dei parametri a_g , F_o , T_c^* per i periodi di ritorno T_R di riferimento

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

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

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



	Progetto	Lotto	Codifica	
	IN17	12	EI2CLVI0104007	B

FASE 2. SCELTA DELLA STRATEGIA DI PROGETTAZIONE

Vita nominale della costruzione (in anni) - V_N info

Coefficiente d'uso della costruzione - C_U info

Valori di progetto

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

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

Stati limite di esercizio - SLE

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

Stati limite ultimi - SLU

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

Elaborazioni

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

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) $\zeta = 5\%$ $\eta = 1.000$ info

Spettro di progetto inelastico (SLU) $q = 1.5$ $\eta = 1.000$ info

Compon. verticale

Spettro di progetto $q = 1$ $\eta = 1/q = 1.000$ 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 20 - Definizione della domanda sismica allo SLV

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

Parametri indipendenti

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

Parametri dipendenti

S	1.373
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 21 – Parametri indipendenti e dipendenti spettro orizzontale allo SLV $q=1.5$

GENERAL CONTRACTOR  IRICAV2	ALTA SORVEGLIANZA  ITALFERR GRUPPO FERROVIE DELLO STATO ITALIANE			
	Progetto IN17	Lotto 12	Codifica EI2CLVI0104007	B

6.8.3 Calcolo dell'azione Sismica

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

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

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

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

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

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

GENERAL CONTRACTOR  IRICAV2	ALTA SORVEGLIANZA  ITALFERR GRUPPO FERROVIE DELLO STATO ITALIANE			
	Progetto IN17	Lotto 12	Codifica EI2CLVI0104007	B

6.8.4 Check analisi statica

Direzione Longitudinale			
massa treno per direzione long	Com Nmax	10610	kN
massa sismica treno per direzione long	treno	2122	kN
massa impalcato (G1 + G2)	Mimp	15792	kN
massa sismica portata sulla pila	Mimp t	17914	kN
1/5 della massa sismica sulla pila	1/5 Mimp t	3583	kN
massa pila	Mpul	1517	kN
massa pulvino	Mpila	1697	kN
massa efficace pila	Mpe	2203	kN
massa sismica totale da utilizzare dir. Long	Mtot long	20117	kN
<i>verifica requisito di norma</i>	$Mep < 1/5 Mimp$	OK	

Direzione Trasversale			
massa treno per direzione long	Com Mmax	7834	kN
massa sismica treno per direzione long	treno	1567	kN
massa impalcato (G1 + G2)	Mimp	13761	kN
1/5 della massa sismica sulla pila	Mimp t	15328	kN
massa pila	Mpul	1517	kN
massa pulvino	Mpila	1697	kN
massa efficace pila	Mpe	2203	kN
massa sismica totale da utilizzare dir. Trasv	Mtot tras	17530	kN
<i>verifica requisito di norma</i>	$Mep < 1/5 Mimp$	OK	

GENERAL CONTRACTOR				ALTA SORVEGLIANZA			
	Progetto	Lotto	Codifica				
	IN17	12	EI2CLVI0104007				B

Direzione Verticale			
massa treno per direzione long	Com Mmax	7834	kN
massa sismica treno per direzione long	treno	1567	kN
massa impalcato (G1 + G2)	Mimp	13761	kN
1/5 della massa sismica sulla pila	Mimp t	15328	kN
massa pila	Mpul	1517	kN
massa pulvino	Mpila	1697	kN
massa efficace pila	Mpe	2203	kN
massa sismica totale da utilizzare dir. Vert	Mtot vert	17530	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	7.20	m
altezza plinto di fondazione	hf	0.00	m
altezza baggioli ed app. appoggio	hap	0.50	m
altezza equivalente sdof	He	7.70	m
rigidezza flessionale sdof in dir. Trasv	Ktra	4.53E+09	N/m
rigidezza flessionale sdof in dir. Long	Klong	2.44E+09	N/m
rigidezza assiale sdof in dir. Vert	Kvert	3.65E+10	N/m
periodo di vibrare sdof dir. Trasversale	Ttra	0.12	sec
periodo di vibrare sdof dir. Longitudinale	Tlong	0.18	sec
periodo di vibrare sdof dir. Verticale	Tvert	0.04	sec

GENERAL CONTRACTOR  IRICAV2	ALTA SORVEGLIANZA  ITALFERR GRUPPO FERROVIE DELLO STATO ITALIANE			
	Progetto IN17	Lotto 12	Codifica EI2CLVI0104007	B

	SLV		SLD	
Tabella Riassuntiva	q=1.5	q=1	q=1	
accelerazione componente trasversale	0.46	0.66	0.30	g
accelerazione componente longitudinale	0.50	0.75	0.33	g
accelerazione componente verticale	0.32	0.32	0.08	g
Sforzo assiale	5561	5561	1453	kN
Taglio Sism testa pila direz. trasversale	8072	11570	5345	kN
Taglio Sism testa pila direz. longitudinale	10034	15051	6731	kN
Momento flessionale trasversale	81691	117085	54096	kN m
Momento flessionale longitudinale	77259	115889	51825	kN m

GENERAL CONTRACTOR  IRICAV2	ALTA SORVEGLIANZA  GRUPPO FERROVIE DELLO STATO ITALIANE			
	Progetto IN17	Lotto 12	Codifica EI2CLVI0104007	B

7. Condizioni elementari e combinazioni di carico

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

2.5.3 COMBINAZIONI DELLE AZIONI

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

		Coefficiente	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	E12CLVI0104007			B

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

EI2CLVI0104007

B

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

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

GENERAL CONTRACTOR				ALTA SORVEGLIANZA			
	Progetto	Lotto	Codifica				
	IN17	12	EI2CLVI0104007			B	

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

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

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

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

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

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

GENERAL CONTRACTOR  IRICAV2	ALTA SORVEGLIANZA  GRUPPO FERROVIE DELLO STATO ITALIANE			
	Progetto IN17	Lotto 12	Codifica E12CLVI0104007	B

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

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

7.1 Caratteristiche di sollecitazioni

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

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

CARATTERISTICHE SOLLECITAZIONI IN TESTA PILA					
combinazione	N	Tlong	Ttrasv	Mlong	Mtrasv
A1_SLU_gr1_Treno_1	30962	2112	1318	5263	9959
A1_SLU_gr2_Scarico_2	20485	173	1318	3584	6796
A1_SLU_gr3_Fre/avv_3	30962	3675	659	6044	6561
A1_SLU_gr1+vento_5	31942	2265	1899	5828	15586
A1_SLU_gr2+vento_6	21465	325	1899	4149	12423
A1_SLU_gr3+vento_7	31942	3827	1240	6609	12188
A1_SLU_vento_gr1_9	21236	254	968	4197	9378
A1_SLU_vento_gr2_10	21236	254	968	4197	9378
A1_SLU_vento_gr3_11	21236	254	968	4197	9378
A1_SLU_Scalz_gr1_13	26419	1169	791	4411	5975
A1_SLU_Scalz_gr2_14	20132	96	791	3449	4078
A1_SLU_Scalz_gr3_15	26419	2107	395	4879	3936
<hr/>					
SLE_rar_gr1_Treno_1	21595	1332	909	3556	6868
SLE_rar_gr2_Scarico_2	14369	81	909	2442	4687
SLE_rar_gr3_Fre/avv_3	21595	2409	454	4095	4525
SLE_rar_gr1+vento_5	22248	1433	1296	3933	10619
SLE_rar_gr2+vento_6	15022	182	1296	2818	8438
SLE_rar_gr3+vento_7	22248	2511	842	4471	8276
SLE_rar_vento_gr1_9	14850	169	645	2862	6252

GENERAL CONTRACTOR  IRICAV2	ALTA SORVEGLIANZA  ITALFERR GRUPPO FERROVIE DELLO STATO ITALIANE			
	Progetto IN17	Lotto 12	Codifica E12CLVI0104007	B

SLE_rar_vento_gr2_10	14850	169	645	2862	6252
SLE_rar_vento_gr3_11	14850	169	645	2862	6252
SLE_rar_gr4_Centrif_4	18461	1472	545	3364	4121
SLE_rar_gr4+vento_8	19114	1573	932	3740	7872
SLE_rar_vento_gr4_12	14850	169	645	2862	6252
SLE_qp_gr1+vento_33	13761	55	0	2262	0
E_103x_SLV_q=1.5_45	16996	9021	2117	4642	7355
E_103y_SLV_q=1.5_46	16996	2767	7058	1515	23500
E_103z_SLV_q=1.5_47	20889	2767	2117	1515	7355
E_103x_SLD_q=1_54	15764	6080	1402	3171	5018
E_103y_SLD_q=1_55	15764	1884	4674	1073	15709
E_103z_SLD_q=1_56	16781	1884	1402	1073	5018

CARATTERISTICHE SOLLECITAZIONI IN TESTA PILA

combinazione	N	Tlong	Ttrasv	Mlong	Mtrasv
A1_SLU_gr1_Treno_57	27296	1980	1318	10249	8996
A1_SLU_gr2_Scarico_58	20485	173	1318	3584	6796
A1_SLU_gr3_Fre/avv_59	27296	3543	659	11030	5598
A1_SLU_gr1+vento_61	28276	2133	1899	10814	14623
A1_SLU_gr2+vento_62	21465	325	1899	4149	12423
A1_SLU_gr3+vento_63	28276	3695	1240	11595	11225
A1_SLU_vento_gr1_65	21236	254	968	4197	9378
A1_SLU_vento_gr2_66	21236	254	968	4197	9378
A1_SLU_vento_gr3_67	21236	254	968	4197	9378
A1_SLU_Scalz_gr1_69	24219	1122	791	7418	5397
A1_SLU_Scalz_gr2_70	20132	96	791	3449	4078
A1_SLU_Scalz_gr3_71	24219	2059	395	7887	3359
SLE_rar_gr1_Treno_57	19066	1271	909	7010	6204
SLE_rar_gr2_Scarico_58	14369	81	909	2442	4687
SLE_rar_gr3_Fre/avv_59	19066	2348	454	7549	3861
SLE_rar_gr1+vento_61	19719	1372	1296	7387	9955
SLE_rar_gr2+vento_62	15022	182	1296	2818	8438
SLE_rar_gr3+vento_63	19719	2450	842	7925	7612
SLE_rar_vento_gr1_65	14850	169	645	2862	6252
SLE_rar_vento_gr2_66	14850	169	645	2862	6252

GENERAL CONTRACTOR  IRICAV2	ALTA SORVEGLIANZA  ITALFERR GRUPPO FERROVIE DELLO STATO ITALIANE			
	Progetto IN17	Lotto 12	Codifica EI2CLVI0104007	B

SLE_rar_vento_gr3_67	14850	169	645	2862	6252
SLE_rar_gr4_Centrif_60	16944	1435	545	5436	3722
SLE_rar_gr4+vento_64	17597	1537	932	5813	7474
SLE_rar_vento_gr4_68	14850	169	645	2862	6252
SLE_qp_gr1+vento_89	13761	55	0	2262	0
E_103x_SLV_q=1.5_101	16490	9011	2117	5334	7223
E_103y_SLV_q=1.5_102	16490	2757	7058	2207	23367
E_103z_SLV_q=1.5_103	20383	2757	2117	2207	7223
E_103x_SLD_q=1_110	15258	6070	1402	3863	4885
E_103y_SLD_q=1_111	15258	1874	4674	1765	15576
E_103z_SLD_q=1_112	16275	1874	1402	1765	4885

CARATTERISTICHE SOLLECITAZIONI IN TESTA PILA

combinazione	N	Tlong	Ttrasv	Mlong	Mtrasv
A1_SLU_gr1_Treno_113	25733	1924	1318	4994	21201
A1_SLU_gr2_Scarico_114	20485	173	1318	3584	6796
A1_SLU_gr3_Fre/avv_115	25733	3487	659	5775	17803
A1_SLU_gr1+vento_117	26713	2076	1899	5558	26828
A1_SLU_gr2+vento_118	21465	325	1899	4149	12423
A1_SLU_gr3+vento_119	26713	3639	1240	6340	23430
A1_SLU_vento_gr1_121	21236	254	968	4197	9378
A1_SLU_vento_gr2_122	21236	254	968	4197	9378
A1_SLU_vento_gr3_123	21236	254	968	4197	9378
A1_SLU_Scalz_gr1_125	23281	1102	791	4272	12721
A1_SLU_Scalz_gr2_126	20132	96	791	3449	4078
A1_SLU_Scalz_gr3_127	23281	2039	395	4740	10682
SLE_rar_gr1_Treno_113	17989	1245	909	3392	14621
SLE_rar_gr2_Scarico_114	14369	81	909	2442	4687
SLE_rar_gr3_Fre/avv_115	17989	2323	454	3931	12278
SLE_rar_gr1+vento_117	18642	1347	1296	3769	18373
SLE_rar_gr2+vento_118	15022	182	1296	2818	8438
SLE_rar_gr3+vento_119	18642	2424	842	4307	16029
SLE_rar_vento_gr1_121	14850	169	645	2862	6252
SLE_rar_vento_gr2_122	14850	169	645	2862	6252
SLE_rar_vento_gr3_123	14850	169	645	2862	6252

GENERAL CONTRACTOR					ALTA SORVEGLIANZA  GRUPPO FERROVIE DELLO STATO ITALIANE			
	Progetto	Lotto	Codifica					
	IN17	12	EI2CLVI0104007		B			

SLE_rar_gr4_Centrif_116	16298	1420	545	3265	8773
SLE_rar_gr4+vento_120	16951	1521	932	3642	12524
SLE_rar_vento_gr4_124	14850	169	645	2862	6252
SLE_qp_gr1+vento_145	13761	55	0	2262	0
E_103x_SLV_q=1.5_157	16275	9007	2117	4611	8906
E_103y_SLV_q=1.5_158	16275	2752	7058	1483	25051
E_103z_SLV_q=1.5_159	20167	2752	2117	1483	8906
E_103x_SLD_q=1_166	15043	6066	1402	3140	6569
E_103y_SLD_q=1_167	15043	1870	4674	1042	17260
E_103z_SLD_q=1_168	16060	1870	1402	1042	6569

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	35301	2112	1318	20472	19447
A1_SLU_gr2_Scarico_2	24824	173	1318	4829	16284
A1_SLU_gr3_Fre/avv_3	35301	3675	659	32503	11305
A1_SLU_gr1+vento_5	36281	2265	1899	22134	29255
A1_SLU_gr2+vento_6	25804	325	1899	6490	26093
A1_SLU_gr3+vento_7	36281	3827	1240	34164	21114
A1_SLU_vento_gr1_9	25575	254	968	6024	16348
A1_SLU_vento_gr2_10	25575	254	968	6024	16348
A1_SLU_vento_gr3_11	25575	254	968	6024	16348
A1_SLU_Scalz_gr1_13	30758	1169	791	12830	11668
A1_SLU_Scalz_gr2_14	24471	96	791	4141	9770
A1_SLU_Scalz_gr3_15	30758	2107	395	20048	6783
SLE_rar_gr1_Treno_1	24809	1332	909	13143	13411
SLE_rar_gr2_Scarico_2	17583	81	909	3022	11230
SLE_rar_gr3_Fre/avv_3	24809	2409	454	21440	7796
SLE_rar_gr1+vento_5	25462	1433	1296	14251	19951
SLE_rar_gr2+vento_6	18236	182	1296	4130	17769

GENERAL CONTRACTOR  IRICAV2	ALTA SORVEGLIANZA  ITALFERR GRUPPO FERROVIE DELLO STATO ITALIANE			
	Progetto IN17	Lotto 12	Codifica EI2CLVI0104007	B

SLE_rar_gr3+vento_7	25462	2511	842	22548	14336
SLE_rar_vento_gr1_9	18064	169	645	4080	10899
SLE_rar_vento_gr2_10	18064	169	645	4080	10899
SLE_rar_vento_gr3_11	18064	169	645	4080	10899

SLE_rar_gr4_Centrif_4	21675	1472	545	13961	8047
SLE_rar_gr4+vento_8	22329	1573	932	15069	14586
SLE_rar_vento_gr4_12	18064	169	645	4080	10899

SLE_qp_gr1+vento_33	16975	55	0	2658	0
---------------------	-------	----	---	------	---

E_103x_SLV_q=1.5_45	20210	10120	2422	79668	24944
E_103y_SLV_q=1.5_46	20210	3096	8072	25586	82127
E_103z_SLV_q=1.5_47	24103	3096	2422	25586	24944
E_103x_SLD_q=1_54	18978	6817	1604	54234	16665
E_103y_SLD_q=1_55	18978	2106	5345	17956	54532
E_103z_SLD_q=1_56	19995	2106	1604	17956	16665

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

combinazione	N	Tlong	Ttrasv	Mlong	Mtrasv
A1_SLU_gr1_Treno_57	31635	1980	1318	24508	18484
A1_SLU_gr2_Scarico_58	24824	173	1318	4829	16284
A1_SLU_gr3_Fre/avv_59	31635	3543	659	36539	10342
A1_SLU_gr1+vento_61	32615	2133	1899	26170	28292
A1_SLU_gr2+vento_62	25804	325	1899	6490	26093
A1_SLU_gr3+vento_63	32615	3695	1240	38200	20151
A1_SLU_vento_gr1_65	25575	254	968	6024	16348
A1_SLU_vento_gr2_66	25575	254	968	6024	16348
A1_SLU_vento_gr3_67	25575	254	968	6024	16348
A1_SLU_Scalz_gr1_69	28558	1122	791	15495	11090
A1_SLU_Scalz_gr2_70	24471	96	791	4141	9770
A1_SLU_Scalz_gr3_71	28558	2059	395	22713	6205

SLE_rar_gr1_Treno_57	22280	1271	909	16160	12747
SLE_rar_gr2_Scarico_58	17583	81	909	3022	11230
SLE_rar_gr3_Fre/avv_59	22280	2348	454	24457	7132
SLE_rar_gr1+vento_61	22934	1372	1296	17268	19287
SLE_rar_gr2+vento_62	18236	182	1296	4130	17769
SLE_rar_gr3+vento_63	22934	2450	842	25565	13671

GENERAL CONTRACTOR  IRICAV2	ALTA SORVEGLIANZA  ITALFERR GRUPPO FERROVIE DELLO STATO ITALIANE			
	Progetto IN17	Lotto 12	Codifica EI2CLVI0104007	B

SLE_rar_vento_gr1_65	18064	169	645	4080	10899
SLE_rar_vento_gr2_66	18064	169	645	4080	10899
SLE_rar_vento_gr3_67	18064	169	645	4080	10899

SLE_rar_gr4_Centrif_60	20158	1435	545	15771	7648
SLE_rar_gr4+vento_64	20812	1537	932	16879	14188
SLE_rar_vento_gr4_68	18064	169	645	4080	10899

SLE_qp_gr1+vento_89	16975	55	0	2658	0
---------------------	-------	----	---	------	---

E_103x_SLV_q=1.5_101	19704	10110	2422	80360	24811
E_103y_SLV_q=1.5_102	19704	3086	8072	26278	81994
E_103z_SLV_q=1.5_103	23597	3086	2422	26278	24811
E_103x_SLD_q=1_110	18472	6807	1604	54925	16532
E_103y_SLD_q=1_111	18472	2095	5345	18648	54399
E_103z_SLD_q=1_112	19490	2095	1604	18648	16532

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

combinazione	N	Tlong	Ttrasv	Mlong	Mtrasv
A1_SLU_gr1_Treno_113	30072	1924	1318	18848	30689
A1_SLU_gr2_Scarico_114	24824	173	1318	4829	16284
A1_SLU_gr3_Fre/avv_115	30072	3487	659	30878	22547
A1_SLU_gr1+vento_117	31052	2076	1899	20509	40498
A1_SLU_gr2+vento_118	25804	325	1899	6490	26093
A1_SLU_gr3+vento_119	31052	3639	1240	32539	32356
A1_SLU_vento_gr1_121	25575	254	968	6024	16348
A1_SLU_vento_gr2_122	25575	254	968	6024	16348
A1_SLU_vento_gr3_123	25575	254	968	6024	16348
A1_SLU_Scalz_gr1_125	27620	1102	791	12203	18413
A1_SLU_Scalz_gr2_126	24471	96	791	4141	9770
A1_SLU_Scalz_gr3_127	27620	2039	395	19421	13528

SLE_rar_gr1_Treno_113	21203	1245	909	12356	21165
SLE_rar_gr2_Scarico_114	17583	81	909	3022	11230
SLE_rar_gr3_Fre/avv_115	21203	2323	454	20653	15550
SLE_rar_gr1+vento_117	21856	1347	1296	13464	27704
SLE_rar_gr2+vento_118	18236	182	1296	4130	17769
SLE_rar_gr3+vento_119	21856	2424	842	21760	22089
SLE_rar_vento_gr1_121	18064	169	645	4080	10899

GENERAL CONTRACTOR  IRICAV2	ALTA SORVEGLIANZA  GRUPPO FERROVIE DELLO STATO ITALIANE			
	Progetto IN17	Lotto 12	Codifica E12CLVI0104007	B

SLE_rar_vento_gr2_122	18064	169	645	4080	10899
SLE_rar_vento_gr3_123	18064	169	645	4080	10899
SLE_rar_gr4_Centrif_116	19512	1420	545	13489	12699
SLE_rar_gr4+vento_120	20165	1521	932	14596	19238
SLE_rar_vento_gr4_124	18064	169	645	4080	10899
SLE_qp_gr1+vento_145	16975	55	0	2658	0
E_103x_SLV_q=1.5_157	19489	10106	2422	79636	26494
E_103y_SLV_q=1.5_158	19489	3082	8072	25555	83678
E_103z_SLV_q=1.5_159	23382	3082	2422	25555	26494
E_103x_SLD_q=1_166	18257	6802	1604	54202	18216
E_103y_SLD_q=1_167	18257	2091	5345	17925	56083
E_103z_SLD_q=1_168	19274	2091	1604	17925	18216

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	68875	2112	1318	25753	22741
A1_SLU_gr2_Scarico_2	58398	173	1318	5261	19578
A1_SLU_gr3_Fre/avv_3	68875	3675	659	41690	12952
A1_SLU_gr1+vento_5	69855	2265	1899	27795	34002
A1_SLU_gr2+vento_6	59378	325	1899	7303	30839
A1_SLU_gr3+vento_7	69855	3827	1240	43732	24213
A1_SLU_vento_gr1_9	59149	254	968	6658	18768
A1_SLU_vento_gr2_10	59149	254	968	6658	18768
A1_SLU_vento_gr3_11	59149	254	968	6658	18768
A1_SLU_Scalz_gr1_13	47464	1169	791	15753	13645
A1_SLU_Scalz_gr2_14	41178	96	791	4381	11747
A1_SLU_Scalz_gr3_15	47464	2107	395	25315	7771
SLE_rar_gr1_Treno_1	49678	1332	909	16472	15683
SLE_rar_gr2_Scarico_2	42453	81	909	3224	13502
SLE_rar_gr3_Fre/avv_3	49678	2409	454	27463	8932

GENERAL CONTRACTOR  IRICAV2	ALTA SORVEGLIANZA  ITALFERR GRUPPO FERROVIE DELLO STATO ITALIANE			
	Progetto IN17	Lotto 12	Codifica EI2CLVI0104007	B

SLE_rar_gr1+vento_5	50332	1433	1296	17834	23191
SLE_rar_gr2+vento_6	43106	182	1296	4585	21009
SLE_rar_gr3+vento_7	50332	2511	842	28824	16440
SLE_rar_vento_gr1_9	42933	169	645	4503	12512
SLE_rar_vento_gr2_10	42933	169	645	4503	12512
SLE_rar_vento_gr3_11	42933	169	645	4503	12512

SLE_rar_gr4_Centrif_4	0	0	46545	1472	545
SLE_rar_gr4+vento_8	0	0	47198	1573	932
SLE_rar_vento_gr4_12	0	0	42933	169	645

SLE_qp_gr1+vento_33	41845	55	0	2796	0
---------------------	-------	----	---	------	---

E_103x_SLV_q=1.5_45	46146	13923	3562	109721	32424
E_103y_SLV_q=1.5_46	46146	4237	11875	34753	107061
E_103z_SLV_q=1.5_47	52526	4237	3562	34753	32424
E_103x_SLD_q=1_54	44125	8511	2112	73394	21309
E_103y_SLD_q=1_55	44125	2614	7040	23855	70013
E_103z_SLD_q=1_56	45791	2614	2112	23855	21309

CARATTERISTICHE SOLLECITAZIONI BASE FONDAZIONE

combinazione	N	Tlong	Ttrasv	Mlong	Mtrasv
A1_SLU_gr1_Treno_57	65209	1980	1318	29460	21778
A1_SLU_gr2_Scarico_58	58398	173	1318	5261	19578
A1_SLU_gr3_Fre/avv_59	65209	3543	659	45396	11989
A1_SLU_gr1+vento_61	66188	2133	1899	31501	33039
A1_SLU_gr2+vento_62	59378	325	1899	7303	30839
A1_SLU_gr3+vento_63	66188	3695	1240	47438	23250
A1_SLU_vento_gr1_65	59149	254	968	6658	18768
A1_SLU_vento_gr2_66	59149	254	968	6658	18768
A1_SLU_vento_gr3_67	59149	254	968	6658	18768
A1_SLU_Scalz_gr1_69	45264	1122	791	18300	13067
A1_SLU_Scalz_gr2_70	41178	96	791	4381	11747
A1_SLU_Scalz_gr3_71	45264	2059	395	27862	7193

SLE_rar_gr1_Treno_57	47150	1271	909	19338	15019
SLE_rar_gr2_Scarico_58	42453	81	909	3224	13502
SLE_rar_gr3_Fre/avv_59	47150	2348	454	30328	8268
SLE_rar_gr1+vento_61	47803	1372	1296	20699	22527

GENERAL CONTRACTOR  IRICAV2	ALTA SORVEGLIANZA  ITALFERR GRUPPO FERROVIE DELLO STATO ITALIANE			
	Progetto IN17	Lotto 12	Codifica EI2CLVI0104007	B

SLE_rar_gr2+vento_62	43106	182	1296	4585	21009
SLE_rar_gr3+vento_63	47803	2450	842	31689	15775
SLE_rar_vento_gr1_65	42933	169	645	4503	12512
SLE_rar_vento_gr2_66	42933	169	645	4503	12512
SLE_rar_vento_gr3_67	42933	169	645	4503	12512

SLE_rar_gr4_Centrif_60	45028	1435	545	19360	9012
SLE_rar_gr4+vento_64	45681	1537	932	20721	16519
SLE_rar_vento_gr4_68	42933	169	645	4503	12512

SLE_qp_gr1+vento_89	41845	55	0	2796	0
---------------------	-------	----	---	------	---

E_103x_SLV_q=1.5_101	45640	13912	3562	110388	32291
E_103y_SLV_q=1.5_102	45640	4227	11875	35420	106928
E_103z_SLV_q=1.5_103	52021	4227	3562	35420	32291
E_103x_SLD_q=1_110	43619	8501	2112	74060	21177
E_103y_SLD_q=1_111	43619	2604	7040	24522	69881
E_103z_SLD_q=1_112	45285	2604	2112	24522	21177

CARATTERISTICHE SOLLECITAZIONI BASE FONDAZIONE

combinazione	N	Tlong	Ttrasv	Mlong	Mtrasv
A1_SLU_gr1_Treno_113	63646	1924	1318	23658	33983
A1_SLU_gr2_Scarico_114	58398	173	1318	5261	19578
A1_SLU_gr3_Fre/avv_115	63646	3487	659	39594	24194
A1_SLU_gr1+vento_117	64626	2076	1899	25700	45244
A1_SLU_gr2+vento_118	59378	325	1899	7303	30839
A1_SLU_gr3+vento_119	64626	3639	1240	41636	35455
A1_SLU_vento_gr1_121	59149	254	968	6658	18768
A1_SLU_vento_gr2_122	59149	254	968	6658	18768
A1_SLU_vento_gr3_123	59149	254	968	6658	18768
A1_SLU_Scalz_gr1_125	44327	1102	791	14957	20390
A1_SLU_Scalz_gr2_126	41178	96	791	4381	11747
A1_SLU_Scalz_gr3_127	44327	2039	395	24519	14517
SLE_rar_gr1_Treno_113	46072	1245	909	15469	23437
SLE_rar_gr2_Scarico_114	42453	81	909	3224	13502
SLE_rar_gr3_Fre/avv_115	46072	2323	454	26459	16686
SLE_rar_gr1+vento_117	46725	1347	1296	16830	30944
SLE_rar_gr2+vento_118	43106	182	1296	4585	21009

GENERAL CONTRACTOR  IRICAV2	ALTA SORVEGLIANZA  ITALFERR GRUPPO FERROVIE DELLO STATO ITALIANE			
	Progetto IN17	Lotto 12	Codifica EI2CLVI0104007	B

SLE_rar_gr3+vento_119	46725	2424	842	27820	24193
SLE_rar_vento_gr1_121	42933	169	645	4503	12512
SLE_rar_vento_gr2_122	42933	169	645	4503	12512
SLE_rar_vento_gr3_123	42933	169	645	4503	12512

SLE_rar_gr4_Centrif_116	44381	1420	545	17039	14062
SLE_rar_gr4+vento_120	45034	1521	932	18400	21569
SLE_rar_vento_gr4_124	42933	169	645	4503	12512

SLE_qp_gr1+vento_145	41845	55	0	2796	0
----------------------	-------	----	---	------	---

E_103x_SLV_q=1.5_157	45425	13908	3562	109654	33974
E_103y_SLV_q=1.5_158	45425	4223	11875	34686	108612
E_103z_SLV_q=1.5_159	51805	4223	3562	34686	33974
E_103x_SLD_q=1_166	43404	8497	2112	73326	22860
E_103y_SLD_q=1_167	43404	2599	7040	23788	71564
E_103z_SLD_q=1_168	45069	2599	2112	23788	22860

GENERAL CONTRACTOR  IRICAV2	ALTA SORVEGLIANZA  ITALFERR GRUPPO FERROVIE DELLO STATO ITALIANE			
	Progetto IN17	Lotto 12	Codifica E12CLVI0104007	B

8. Verifiche strutturali

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

elemento	arm. flessionale	staffe	c.f
fusto	344 Φ 20 interasse 20 cm ⁽¹⁾	Φ 14/15 ⁽²⁾	7.6 cm

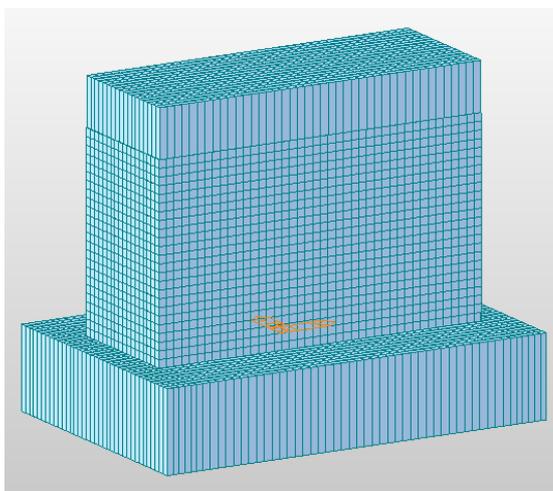
⁽¹⁾ è riferito alla corona esterna di armatura mentre, l'interasse della corona interna è funzione dell'allineamento con quella esterna. È comunque rispettato l'iterasse minimo.

⁽²⁾ in testa e alla base del fusto pila sono presenti Φ 16/15 in sostituzione dei Φ 14/15. Inoltre, in direzione longitudinale sono presenti 8 bracci, mentre in direzione trasversale 4 bracci.

Le spille adottate sono disposte nel rispetto della norma vigente.

9. Fusto pila

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



GENERAL CONTRACTOR  IRICAV2	ALTA SORVEGLIANZA  ITALFERR GRUPPO FERROVIE DELLO STATO ITALIANE			
	Progetto IN17	Lotto 12	Codifica EI2CLVI0104007	B

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

9.1 Modello locale per ritiro differenziale

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

9.2 Verifica a presso flessione

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

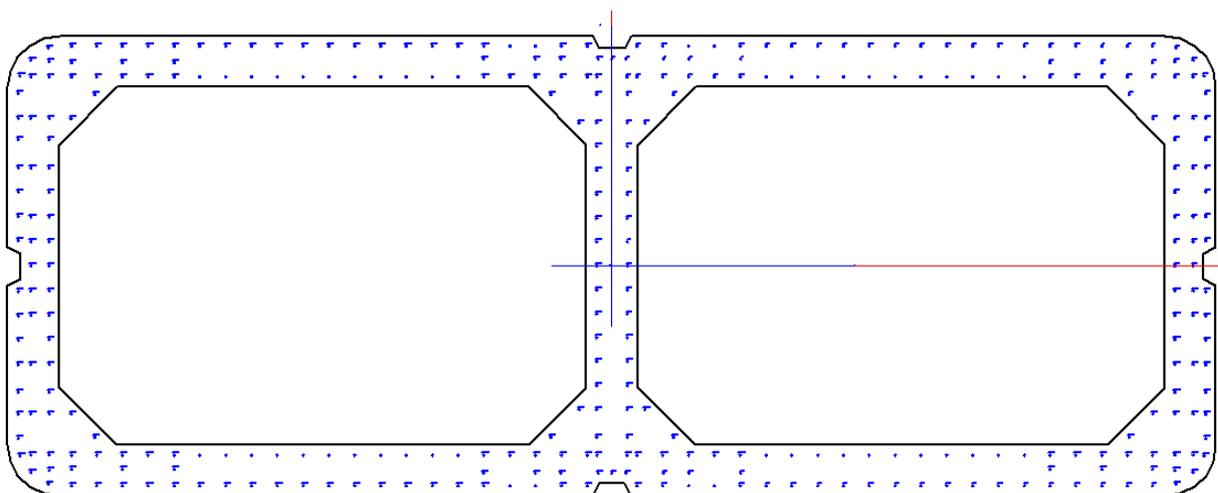


Figura 22 - Sezione implementata in RC-SEC

GENERAL CONTRACTOR  IRICAV2	ALTA SORVEGLIANZA  ITALFERR GRUPPO FERROVIE DELLO STATO ITALIANE			
	Progetto IN17	Lotto 12	Codifica EI2CLVI0104007	B

DATI GENERALI SEZIONE GENERICA IN C.A.
NOME SEZIONE: PILA_7.2m_VI01_fi18.3

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

CARATTERISTICHE DI RESISTENZA DEI MATERIALI IMPIEGATI

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

ACCIAIO - Tipo: B450C
Resist. caratt. snervam. fyk: 450.0 MPa
Resist. caratt. rottura ftk: 450.0 MPa
Resist. snerv. di progetto fyd: 391.3 MPa
Resist. ultima di progetto ftd: 391.3 MPa
Deform. ultima di progetto Epu: 0.068
Modulo Elastico Ef: 2000000 daN/cm²
Diagramma tensione-deformaz.: Bilineare finito
Coeff. Aderenza istantaneo $\beta_1 \cdot \beta_2$: 1.00
Coeff. Aderenza differito $\beta_1 \cdot \beta_2$: 0.50
Sf limite S.L.E. Comb. Rare: 337.50 MPa

CARATTERISTICHE DOMINI CALCESTRUZZO

DOMINIO N° 1

Forma del Dominio: Poligonale
Classe Calcestruzzo: C32/40

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

GENERAL CONTRACTOR



ALTA SORVEGLIANZA



Progetto

Lotto

Codifica

IN17

12

EI2CLVI0104007

B

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
8	187.3	434.4

GENERAL CONTRACTOR



ALTA SORVEGLIANZA



Progetto

Lotto

Codifica

IN17

12

EI2CLVI0104007

B

DATI BARRE ISOLATE

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

GENERAL CONTRACTOR  IRICAV2	ALTA SORVEGLIANZA  ITALFERR GRUPPO FERROVIE DELLO STATO ITALIANE			
	Progetto IN17	Lotto 12	Codifica EI2CLVI0104007	B

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
113	110.9	393.3	18.3

GENERAL CONTRACTOR  IRICAV2	ALTA SORVEGLIANZA  ITALFERR GRUPPO FERROVIE DELLO STATO ITALIANE		
	Progetto IN17	Lotto 12	Codifica EI2CLVI0104007 B

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
172	1010.9	178.9	18.3

GENERAL CONTRACTOR  IRICAV2	ALTA SORVEGLIANZA  ITALFERR GRUPPO FERROVIE DELLO STATO ITALIANE			
	Progetto IN17	Lotto 12	Codifica EI2CLVI0104007	B

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
231	992.6	453.5	18.3

GENERAL CONTRACTOR  IRICAV2	ALTA SORVEGLIANZA  ITALFERR GRUPPO FERROVIE DELLO STATO ITALIANE			
	Progetto IN17	Lotto 12	Codifica EI2CLVI0104007	B

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
290	612.3	455.8	18.3

GENERAL CONTRACTOR



ALTA SORVEGLIANZA



	Progetto	Lotto	Codifica	
	IN17	12	EI2CLVI0104007	B

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	35301.28	20472.37	19446.53	0.00	0.00
2	24823.95	4828.74	16283.74	0.00	0.00
3	35301.28	32502.66	11304.66	0.00	0.00
4	36281.15	22133.63	29255.39	0.00	0.00
5	25803.82	6490.00	26092.60	0.00	0.00
6	36281.15	34163.92	21113.52	0.00	0.00
7	25575.47	6023.89	16348.10	0.00	0.00
8	25575.47	6023.89	16348.10	0.00	0.00
9	25575.47	6023.89	16348.10	0.00	0.00
10	30757.70	12829.78	11667.92	0.00	0.00
11	24471.31	4140.64	9770.24	0.00	0.00
12	30757.70	20047.96	6782.80	0.00	0.00
13	31634.89	24508.38	18483.56	0.00	0.00
14	24823.95	4828.74	16283.74	0.00	0.00
15	31634.89	36538.67	10341.69	0.00	0.00
16	32614.77	26169.64	28292.42	0.00	0.00
17	25803.82	6490.00	26092.60	0.00	0.00
18	32614.77	38199.93	20150.55	0.00	0.00
19	25575.47	6023.89	16348.10	0.00	0.00
20	25575.47	6023.89	16348.10	0.00	0.00
21	25575.47	6023.89	16348.10	0.00	0.00
22	28557.88	15495.31	11090.14	0.00	0.00
23	24471.31	4140.64	9770.24	0.00	0.00

GENERAL CONTRACTOR



ALTA SORVEGLIANZA



	Progetto	Lotto	Codifica	
	IN17	12	EI2CLVI0104007	B

24	28557.88	22713.48	6205.02	0.00	0.00
25	30072.23	18847.75	30688.97	0.00	0.00
26	24823.95	4828.74	16283.74	0.00	0.00
27	30072.23	30878.04	22547.10	0.00	0.00
28	31052.11	20509.01	40497.83	0.00	0.00
29	25803.82	6490.00	26092.60	0.00	0.00
30	31052.11	32539.30	32355.96	0.00	0.00
31	25575.47	6023.89	16348.10	0.00	0.00
32	25575.47	6023.89	16348.10	0.00	0.00
33	25575.47	6023.89	16348.10	0.00	0.00
34	27620.28	12202.89	18413.38	0.00	0.00
35	24471.31	4140.64	9770.24	0.00	0.00
36	27620.28	19421.06	13528.26	0.00	0.00
37	20210.21	79667.82	24943.53	0.00	0.00
38	20210.21	25586.31	82127.18	0.00	0.00
39	24102.84	25586.31	24943.53	0.00	0.00
40	19704.50	80359.63	24810.70	0.00	0.00
41	19704.50	26278.13	81994.35	0.00	0.00
42	23597.14	26278.13	24810.70	0.00	0.00
43	19488.96	79636.45	26494.21	0.00	0.00
44	19488.96	25554.95	83677.86	0.00	0.00
45	23381.60	25554.95	26494.21	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	24808.93	13143.32	13411.40
2	17583.18	3022.26	11230.16
3	24808.93	21440.07	7796.32
4	25462.18	14250.82	19950.64
5	18236.43	4129.77	17769.40
6	25462.18	22547.57	14335.56
7	18063.93	4079.94	10898.73
8	18063.93	4079.94	10898.73
9	18063.93	4079.94	10898.73
10	22280.39	16160.41	12747.28
11	17583.18	3022.26	11230.16
12	22280.39	24457.16	7132.20
13	22933.64	17267.92	19286.53
14	18236.43	4129.77	17769.40
15	22933.64	25564.67	13671.44
16	18063.93	4079.94	10898.73
17	18063.93	4079.94	10898.73
18	18063.93	4079.94	10898.73
19	21202.69	12356.11	21164.81
20	17583.18	3022.26	11230.16
21	21202.69	20652.86	15549.73
22	21855.94	13463.61	27704.05
23	18236.43	4129.77	17769.40
24	21855.94	21760.36	22088.97
25	18063.93	4079.94	10898.73
26	18063.93	4079.94	10898.73

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;">EI2CLVI0104007</td> <td style="text-align: center;">B</td> </tr> </table>	Progetto	Lotto	Codifica		IN17	12	EI2CLVI0104007	B
Progetto	Lotto	Codifica							
IN17	12	EI2CLVI0104007	B						

27	18063.93	4079.94	10898.73
28	18977.97	54233.66	16664.98
29	18977.97	17956.07	54532.02
30	19995.38	17956.07	16664.98
31	18472.26	54925.48	16532.15
32	18472.26	18647.88	54399.19
33	19489.67	18647.88	16532.15
34	18256.72	54202.29	18215.66
35	18256.72	17924.70	56082.70
36	19274.13	17924.70	18215.66

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	21675.43	13961.12 (0.00)	8046.84 (0.00)
2	22328.68	15068.63 (0.00)	14586.08 (0.00)
3	18063.93	4079.94 (0.00)	10898.73 (0.00)
4	20158.31	15771.38 (0.00)	7648.37 (0.00)
5	20811.56	16878.89 (423358.08)	14187.61 (355855.11)
6	18063.93	4079.94 (0.00)	10898.73 (0.00)
7	19511.69	13488.80 (0.00)	12698.88 (0.00)
8	20164.94	14596.30 (221681.08)	19238.13 (292178.80)
9	18063.93	4079.94 (0.00)	10898.73 (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	16975.18	2657.94 (0.00)	0.00 (0.00)
2	16975.18	2657.94 (0.00)	0.00 (0.00)
3	16975.18	2657.94 (0.00)	0.00 (0.00)

RISULTATI DEL CALCOLO

Sezione verificata per tutte le combinazioni assegnate

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

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

Ver S = combinazione verificata / N = combin. non verificata
N Sforzo normale assegnato [kN] nel baricentro B sezione cls.(positivo se di compressione)
Mx Componente del momento assegnato [kNm] riferito all'asse x princ. d'inerzia
My Componente del momento assegnato [kNm] riferito all'asse y princ. d'inerzia
N Res Sforzo normale resistente [kN] nel baricentro B sezione cls.(positivo se di compress.)



	Progetto	Lotto	Codifica	
	IN17	12	EI2CLVIO104007	B

Mx Res Momento flettente resistente [kNm] riferito all'asse x princ. d'inerzia
 My Res Momento flettente resistente [kNm] riferito all'asse y princ. d'inerzia
 Mis.Sic. Misura sicurezza = rapporto vettoriale tra (N r, Mx Res, My Res) e (N, Mx, My)
 Verifica positiva se tale rapporto risulta ≥ 1.000
 As Totale Area totale barre longitudinali [cm²]. [Tra parentesi il valore minimo di normativa]

N°Comb	Ver	N	Mx	My	N Res	Mx Res	My Res	Mis.Sic.	As Totale
1	S	35301.28	20472.37	19446.53	35301.33	109883.97	104302.73	5.37	904.8(343.3)
2	S	24823.95	4828.74	16283.74	24824.08	61333.99	206597.07	12.69	904.8(343.3)
3	S	35301.28	32502.66	11304.66	35301.41	114447.70	39224.92	3.52	904.8(343.3)
4	S	36281.15	22133.63	29255.39	36281.14	105260.46	139682.56	4.77	904.8(343.3)
5	S	25803.82	6490.00	26092.60	25804.09	54923.44	218010.15	8.36	904.8(343.3)
6	S	36281.15	34163.92	21113.52	36281.35	114274.40	71014.54	3.35	904.8(343.3)
7	S	25575.47	6023.89	16348.10	25575.72	71202.11	193259.64	11.82	904.8(343.3)
8	S	25575.47	6023.89	16348.10	25575.72	71202.11	193259.64	11.82	904.8(343.3)
9	S	25575.47	6023.89	16348.10	25575.72	71202.11	193259.64	11.82	904.8(343.3)
10	S	30757.70	12829.78	11667.92	30757.89	104506.68	94620.70	8.13	904.8(343.3)
11	S	24471.31	4140.64	9770.24	24471.38	76786.69	178997.23	18.35	904.8(343.3)
12	S	30757.70	20047.96	6782.80	30757.71	107795.87	36457.44	5.38	904.8(343.3)
13	S	31634.89	24508.38	18483.56	31634.95	106945.28	79959.39	4.35	904.8(343.3)
14	S	24823.95	4828.74	16283.74	24824.08	61333.99	206597.07	12.69	904.8(343.3)
15	S	31634.89	36538.67	10341.69	31634.99	109273.16	30979.88	2.99	904.8(343.3)
16	S	32614.77	26169.64	28292.42	32614.71	105075.99	113257.14	4.01	904.8(343.3)
17	S	25803.82	6490.00	26092.60	25804.09	54923.44	218010.15	8.36	904.8(343.3)
18	S	32614.77	38199.93	20150.55	32614.82	109660.22	58413.78	2.88	904.8(343.3)
19	S	25575.47	6023.89	16348.10	25575.72	71202.11	193259.64	11.82	904.8(343.3)
20	S	25575.47	6023.89	16348.10	25575.72	71202.11	193259.64	11.82	904.8(343.3)
21	S	25575.47	6023.89	16348.10	25575.72	71202.11	193259.64	11.82	904.8(343.3)
22	S	28557.88	15495.31	11090.14	28557.81	102842.99	73370.28	6.63	904.8(343.3)
23	S	24471.31	4140.64	9770.24	24471.38	76786.69	178997.23	18.35	904.8(343.3)
24	S	28557.88	22713.48	6205.02	28557.88	104709.41	28922.13	4.61	904.8(343.3)
25	S	30072.23	18847.75	30688.97	30072.12	94135.34	152180.36	4.97	904.8(343.3)
26	S	24823.95	4828.74	16283.74	24824.08	61333.99	206597.07	12.69	904.8(343.3)
27	S	30072.23	30878.04	22547.10	30072.30	104885.47	76510.47	3.40	904.8(343.3)
28	S	31052.11	20509.01	40497.83	31052.23	88383.89	174371.66	4.31	904.8(343.3)
29	S	25803.82	6490.00	26092.60	25804.09	54923.44	218010.15	8.36	904.8(343.3)
30	S	31052.11	32539.30	32355.96	31051.84	104007.93	104020.75	3.21	904.8(343.3)
31	S	25575.47	6023.89	16348.10	25575.72	71202.11	193259.64	11.82	904.8(343.3)
32	S	25575.47	6023.89	16348.10	25575.72	71202.11	193259.64	11.82	904.8(343.3)
33	S	25575.47	6023.89	16348.10	25575.72	71202.11	193259.64	11.82	904.8(343.3)
34	S	27620.28	12202.89	18413.38	27620.24	93512.22	140751.41	7.65	904.8(343.3)
35	S	24471.31	4140.64	9770.24	24471.38	76786.69	178997.23	18.35	904.8(343.3)
36	S	27620.28	19421.06	13528.26	27620.35	101563.97	71253.60	5.24	904.8(343.3)
37	S	20210.21	79667.82	24943.53	20210.15	91985.88	28637.40	1.15	904.8(343.3)
38	S	20210.21	25586.31	82127.18	20210.00	59915.66	194495.48	2.37	904.8(343.3)
39	S	24102.84	25586.31	24943.53	24102.82	94920.08	92349.28	3.71	904.8(343.3)
40	S	19704.50	80359.63	24810.70	19704.61	91214.81	28242.90	1.14	904.8(343.3)
41	S	19704.50	26278.13	81994.35	19704.49	61487.22	190521.79	2.33	904.8(343.3)
42	S	23597.14	26278.13	24810.70	23596.96	94394.45	89175.54	3.59	904.8(343.3)
43	S	19488.96	79636.45	26494.21	19488.68	90822.39	30507.35	1.14	904.8(343.3)
44	S	19488.96	25554.95	83677.86	19489.11	59120.60	193329.47	2.31	904.8(343.3)
45	S	23381.60	25554.95	26494.21	23381.47	93519.34	96507.02	3.65	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.)



	Progetto	Lotto	Codifica	
	IN17	12	EI2CLVI0104007	B

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

N°Comb	ec max	Xc max	Yc max	es min	Xs min	Ys min	es max	Xs max	Ys max
1	0.00350	1002.3	474.4	0.00319	1010.6	464.2	-0.01141	134.0	124.7
2	0.00350	1025.8	466.8	0.00336	1024.6	455.7	-0.00784	120.0	133.2
3	0.00350	1002.3	474.4	0.00292	992.6	465.8	-0.02100	152.0	123.0
4	0.00350	1014.7	472.5	0.00330	1010.6	464.2	-0.00814	134.0	124.7
5	0.00350	1025.8	466.8	0.00338	1024.6	455.7	-0.00795	120.0	133.2
6	0.00350	1002.3	474.4	0.00307	992.6	465.8	-0.01547	152.0	123.0
7	0.00350	1025.8	466.8	0.00335	1010.6	464.2	-0.00755	134.0	124.7
8	0.00350	1025.8	466.8	0.00335	1010.6	464.2	-0.00755	134.0	124.7
9	0.00350	1025.8	466.8	0.00335	1010.6	464.2	-0.00755	134.0	124.7
10	0.00350	1002.3	474.4	0.00311	992.6	465.8	-0.01391	152.0	123.0
11	0.00350	1014.7	472.5	0.00335	1010.6	464.2	-0.00782	134.0	124.7
12	0.00350	1002.3	474.4	0.00286	992.6	465.8	-0.02340	152.0	123.0
13	0.00350	1002.3	474.4	0.00306	992.6	465.8	-0.01575	152.0	123.0
14	0.00350	1025.8	466.8	0.00336	1024.6	455.7	-0.00784	120.0	133.2
15	0.00350	1002.3	474.4	0.00284	992.6	465.8	-0.02406	152.0	123.0
16	0.00350	1002.3	474.4	0.00321	1010.6	464.2	-0.01108	134.0	124.7
17	0.00350	1025.8	466.8	0.00338	1024.6	455.7	-0.00795	120.0	133.2
18	0.00350	1002.3	474.4	0.00298	992.6	465.8	-0.01878	152.0	123.0
19	0.00350	1025.8	466.8	0.00335	1010.6	464.2	-0.00755	134.0	124.7
20	0.00350	1025.8	466.8	0.00335	1010.6	464.2	-0.00755	134.0	124.7
21	0.00350	1025.8	466.8	0.00335	1010.6	464.2	-0.00755	134.0	124.7
22	0.00350	1002.3	474.4	0.00301	992.6	465.8	-0.01782	152.0	123.0
23	0.00350	1014.7	472.5	0.00335	1010.6	464.2	-0.00782	134.0	124.7
24	0.00350	1002.3	474.4	0.00280	992.6	465.8	-0.02575	152.0	123.0
25	0.00350	1014.7	472.5	0.00331	1010.6	464.2	-0.00820	134.0	124.7
26	0.00350	1025.8	466.8	0.00336	1024.6	455.7	-0.00784	120.0	133.2
27	0.00350	1002.3	474.4	0.00304	992.6	465.8	-0.01681	152.0	123.0
28	0.00350	1014.7	472.5	0.00335	1010.6	464.2	-0.00712	134.0	124.7
29	0.00350	1025.8	466.8	0.00338	1024.6	455.7	-0.00795	120.0	133.2
30	0.00350	1002.3	474.4	0.00316	1010.6	464.2	-0.01257	134.0	124.7
31	0.00350	1025.8	466.8	0.00335	1010.6	464.2	-0.00755	134.0	124.7
32	0.00350	1025.8	466.8	0.00335	1010.6	464.2	-0.00755	134.0	124.7
33	0.00350	1025.8	466.8	0.00335	1010.6	464.2	-0.00755	134.0	124.7
34	0.00350	1014.7	472.5	0.00328	1010.6	464.2	-0.00933	134.0	124.7
35	0.00350	1014.7	472.5	0.00335	1010.6	464.2	-0.00782	134.0	124.7
36	0.00350	1002.3	474.4	0.00299	992.6	465.8	-0.01851	152.0	123.0
37	0.00350	1002.3	474.4	0.00271	992.6	465.8	-0.02961	152.0	123.0
38	0.00350	1025.8	466.8	0.00335	1024.6	455.7	-0.00864	120.0	133.2
39	0.00350	1002.3	474.4	0.00306	992.6	465.8	-0.01631	152.0	123.0
40	0.00350	1002.3	474.4	0.00270	992.6	465.8	-0.02997	152.0	123.0
41	0.00350	1025.8	466.8	0.00335	1024.6	455.7	-0.00868	120.0	133.2
42	0.00350	1002.3	474.4	0.00304	992.6	465.8	-0.01698	152.0	123.0
43	0.00350	1002.3	474.4	0.00271	992.6	465.8	-0.02952	152.0	123.0
44	0.00350	1025.8	466.8	0.00335	1024.6	455.7	-0.00880	120.0	133.2
45	0.00350	1002.3	474.4	0.00307	992.6	465.8	-0.01586	152.0	123.0

POSIZIONE ASSE NEUTRO PER OGNI COMB. DI RESISTENZA

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

GENERAL CONTRACTOR



ALTA SORVEGLIANZA



	Progetto	Lotto	Codifica	
	IN17	12	EI2CLVI0104007	B

C.Rid. Coeff. di riduz. momenti per sola flessione in travi continue

N°Comb	a	b	c	x/d	C.Rid.
1	0.000003742	0.000033348	-0.016072715	----	----
2	0.000008345	0.000011336	-0.010351953	----	----
3	0.000001824	0.000065320	-0.029319004	----	----
4	0.000004579	0.000021865	-0.011476757	----	----
5	0.000008895	0.000010176	-0.010374698	----	----
6	0.000002841	0.000047118	-0.021702597	----	----
7	0.000007357	0.000013125	-0.010173820	----	----
8	0.000007357	0.000013125	-0.010173820	----	----
9	0.000007357	0.000013125	-0.010173820	----	----
10	0.000003588	0.000040861	-0.019482882	----	----
11	0.000006855	0.000015194	-0.010634361	----	----
12	0.000001761	0.000072288	-0.032561215	----	----
13	0.000003160	0.000047134	-0.022029154	----	----
14	0.000008345	0.000011336	-0.010351953	----	----
15	0.000001537	0.000074713	-0.033487387	----	----
16	0.000004049	0.000031628	-0.015563376	----	----
17	0.000008895	0.000010176	-0.010374698	----	----
18	0.000002503	0.000057347	-0.026216584	----	----
19	0.000007357	0.000013125	-0.010173820	----	----
20	0.000007357	0.000013125	-0.010173820	----	----
21	0.000007357	0.000013125	-0.010173820	----	----
22	0.000003027	0.000053348	-0.024844909	----	----
23	0.000006855	0.000015194	-0.010634361	----	----
24	0.000001496	0.000079618	-0.035773748	----	----
25	0.000005273	0.000020290	-0.011437078	----	----
26	0.000008345	0.000011336	-0.010351953	----	----
27	0.000003089	0.000050329	-0.023473709	----	----
28	0.000005848	0.000015733	-0.009867352	----	----
29	0.000008895	0.000010176	-0.010374698	----	----
30	0.000003842	0.000036397	-0.017618928	----	----
31	0.000007357	0.000013125	-0.010173820	----	----
32	0.000007357	0.000013125	-0.010173820	----	----
33	0.000007357	0.000013125	-0.010173820	----	----
34	0.000005104	0.000023950	-0.012994379	----	----
35	0.000006855	0.000015194	-0.010634361	----	----
36	0.000002981	0.000055426	-0.025784520	----	----
37	0.000001635	0.000090270	-0.040966243	----	----
38	0.000008848	0.000012372	-0.011351697	----	----
39	0.000003709	0.000047396	-0.022703706	----	----
40	0.000001627	0.000091306	-0.041450389	----	----
41	0.000008696	0.000012901	-0.011442379	----	----
42	0.000003627	0.000049504	-0.023622557	----	----
43	0.000001731	0.000089780	-0.040830727	----	----
44	0.000008997	0.000012433	-0.011533351	----	----
45	0.000003865	0.000045738	-0.022074183	----	----

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

GENERAL CONTRACTOR



ALTA SORVEGLIANZA



	Progetto	Lotto	Codifica	
	IN17	12	EI2CLVI0104007	B

N°Comb	Ver	Sc max	Xc max	Yc max	Ss min	Xs min	Ys min	Ac eff.	As eff.
1	S	3.39	1014.7	472.5	8.1	134.0	124.7	---	---
2	S	2.02	1025.8	466.8	11.1	120.0	133.2	---	---
3	S	3.78	1002.3	474.4	2.7	152.0	123.0	---	---
4	S	3.77	1014.7	472.5	4.0	134.0	124.7	---	---
5	S	2.40	1025.8	466.8	7.0	120.0	133.2	---	---
6	S	4.15	1002.3	474.4	-1.4	134.0	124.7	371	5.3
7	S	2.12	1025.8	466.8	10.8	134.0	124.7	---	---
8	S	2.12	1025.8	466.8	10.8	134.0	124.7	---	---
9	S	2.12	1025.8	466.8	10.8	134.0	124.7	---	---
10	S	3.38	1014.7	472.5	2.4	134.0	124.7	---	---
11	S	2.02	1025.8	466.8	11.1	120.0	133.2	---	---
12	S	3.79	1002.3	474.4	-3.5	152.0	123.0	591	7.9
13	S	3.76	1014.7	472.5	-1.8	134.0	124.7	205	2.6
14	S	2.40	1025.8	466.8	7.0	120.0	133.2	---	---
15	S	4.23	1002.3	474.4	-9.4	134.0	124.7	2480	26.3
16	S	2.12	1025.8	466.8	10.8	134.0	124.7	---	---
17	S	2.12	1025.8	466.8	10.8	134.0	124.7	---	---
18	S	2.12	1025.8	466.8	10.8	134.0	124.7	---	---
19	S	3.34	1014.7	472.5	0.3	134.0	124.7	0	0.0
20	S	2.02	1025.8	466.8	11.1	120.0	133.2	---	---
21	S	3.76	1014.7	472.5	-6.0	134.0	124.7	1372	15.8
22	S	3.74	1014.7	472.5	-4.2	134.0	124.7	868	10.5
23	S	2.40	1025.8	466.8	7.0	120.0	133.2	---	---
24	S	4.22	1014.7	472.5	-12.5	134.0	124.7	3141	34.2
25	S	2.12	1025.8	466.8	10.8	134.0	124.7	---	---
26	S	2.12	1025.8	466.8	10.8	134.0	124.7	---	---
27	S	2.12	1025.8	466.8	10.8	134.0	124.7	---	---
28	S	8.30	1002.3	474.4	-239.5	152.0	123.0	41574	341.9
29	S	5.81	1025.8	466.8	-58.6	120.0	133.2	11522	99.9
30	S	3.50	1014.7	472.5	-5.0	134.0	124.7	1077	10.5
31	S	8.38	1002.3	474.4	-251.1	152.0	123.0	41954	344.6
32	S	5.92	1025.8	466.8	-63.8	120.0	133.2	11778	99.9
33	S	3.53	1014.7	472.5	-6.9	134.0	124.7	1837	18.4
34	S	8.41	1002.3	474.4	-249.9	152.0	123.0	41540	339.3
35	S	5.96	1025.8	466.8	-66.3	120.0	133.2	12215	105.2
36	S	3.53	1014.7	472.5	-7.5	134.0	124.7	2027	21.0

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

Ver.	La sezione viene assunta sempre fessurata anche nel caso in cui la trazione minima del calcestruzzo sia inferiore a 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
∅	= 0.425 Coeff. in eq.(7.11) come da annessi nazionali
Cf	Diametro [mm] equivalente delle barre tese comprese nell'area efficace $A_{c\text{ eff}}$ [eq.(7.11)EC2]
e sm - e cm	Copriferro [mm] netto calcolato con riferimento alla barra più tesa
sr max	Differenza tra le deformazioni medie di acciaio e calcestruzzo [(7.8)EC2 e (C4.1.7)NTC]
wk	Tra parentesi: valore minimo = $0.6 S_{max} / E_s$ [(7.9)EC2 e (C4.1.8)NTC]
Mx fess.	Massima distanza tra le fessure [mm]
My fess.	Apertura fessure in mm calcolata = $sr\ max \cdot (e_{sm} - e_{cm})$ [(7.8)EC2 e (C4.1.7)NTC]. Valore limite tra parentesi
	Componente momento di prima fessurazione intorno all'asse X [kNm]
	Componente momento di prima fessurazione intorno all'asse Y [kNm]

Comb.	Ver	e1	e2	k2	∅	Cf	e sm - e cm	sr max	wk	Mx fess	My fess
-------	-----	----	----	----	---	----	-------------	--------	----	---------	---------

GENERAL CONTRACTOR



ALTA SORVEGLIANZA



	Progetto	Lotto	Codifica	
	IN17	12	EI2CLVI0104007	B

1	S	0.00000	0.00000	---	---	---	---	---	0.000 (990.00)	0.00	0.00
2	S	0.00000	0.00000	---	---	---	---	---	0.000 (990.00)	0.00	0.00
3	S	0.00000	0.00000	---	---	---	---	---	0.000 (990.00)	0.00	0.00
4	S	0.00000	0.00000	---	---	---	---	---	0.000 (990.00)	0.00	0.00
5	S	0.00000	0.00000	---	---	---	---	---	0.000 (990.00)	0.00	0.00
6	S	-0.00001	0.00000	0.742	18.3	79	0.00000 (0.00000)	594	0.002 (990.00)	397796.22	252915.57
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)	650	0.007 (990.00)	252394.90	73603.43
13	S	-0.00001	0.00000	0.817	18.3	79	0.00001 (0.00001)	663	0.003 (990.00)	296820.17	331518.28
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)	756	0.021 (990.00)	137222.53	73383.68
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	0.833	18.3	79	0.00003 (0.00003)	0	0.003 (990.00)	1227825.84	2103145.78
20	S	0.00000	0.00000	---	---	---	---	---	0.000 (990.00)	0.00	0.00
21	S	-0.00004	0.00000	0.833	18.3	79	0.00002 (0.00002)	718	0.013 (990.00)	151506.87	114070.93
22	S	-0.00002	0.00000	0.833	18.3	79	0.00001 (0.00001)	696	0.009 (990.00)	132689.02	273033.99
23	S	0.00000	0.00000	---	---	---	---	---	0.000 (990.00)	0.00	0.00
24	S	-0.00007	0.00000	0.833	18.3	79	0.00004 (0.00004)	744	0.028 (990.00)	95557.39	97000.43
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	-0.00124	0.00000	0.833	18.3	77	0.00072 (0.00072)	892	0.641 (990.00)	53575.11	16462.62
29	S	-0.00030	0.00000	0.833	18.3	79	0.00018 (0.00018)	865	0.152 (990.00)	28837.14	87577.49
30	S	-0.00003	0.00000	0.833	18.3	79	0.00002 (0.00002)	799	0.012 (990.00)	152687.43	141708.79
31	S	-0.00130	0.00000	0.833	18.3	77	0.00075 (0.00075)	893	0.672 (990.00)	52795.96	15891.18
32	S	-0.00033	0.00000	0.833	18.3	79	0.00019 (0.00019)	878	0.168 (990.00)	28692.50	83701.12
33	S	-0.00004	0.00000	0.833	18.3	79	0.00002 (0.00002)	785	0.016 (990.00)	128238.34	113688.82
34	S	-0.00129	0.00000	0.833	18.3	77	0.00075 (0.00075)	896	0.672 (990.00)	51665.14	17363.01
35	S	-0.00034	0.00000	0.833	18.3	79	0.00020 (0.00020)	869	0.173 (990.00)	27135.90	84902.64
36	S	-0.00004	0.00000	0.833	18.3	79	0.00002 (0.00002)	767	0.017 (990.00)	115667.52	117545.07

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	3.00	1002.3	474.4	6.6	134.0	124.7	---	---
2	S	3.38	1014.7	472.5	2.5	134.0	124.7	---	---
3	S	2.12	1025.8	466.8	10.8	134.0	124.7	---	---
4	S	3.00	1002.3	474.4	3.2	134.0	124.7	---	---
5	S	3.37	1014.7	472.5	-0.9	134.0	124.7	205	2.6
6	S	2.12	1025.8	466.8	10.8	134.0	124.7	---	---
7	S	2.97	1014.7	472.5	1.9	134.0	124.7	---	---
8	S	3.35	1014.7	472.5	-2.3	134.0	124.7	255	2.6
9	S	2.12	1025.8	466.8	10.8	134.0	124.7	---	---

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

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

GENERAL CONTRACTOR



ALTA SORVEGLIANZA



	Progetto	Lotto	Codifica	
	IN17	12	EI2CLVI0104007	B

5	S	-0.00001	0.00000	0.742	18.3	79	0.00000 (0.00000)	628	0.002 (0.20)	423358.08	355855.11
6	S	0.00000	0.00000	---	---	---	---	---	0.000 (0.20)	0.00	0.00
7	S	0.00000	0.00000	---	---	---	---	---	0.000 (0.20)	0.00	0.00
8	S	-0.00002	0.00000	0.834	18.3	79	0.00001 (0.00001)	770	0.005 (0.20)	221681.08	292178.80
9	S	0.00000	0.00000	---	---	---	---	---	0.000 (0.20)	0.00	0.00

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

N°Comb	Ver	Sc max	Xc max	Yc max	Ss min	Xs min	Ys min	Ac eff.	As eff.
1	S	1.52	142.3	474.4	17.1	992.6	123.0	---	---
2	S	1.52	142.3	474.4	17.1	992.6	123.0	---	---
3	S	1.52	142.3	474.4	17.1	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  IRICAV2	ALTA SORVEGLIANZA  ITALFERR GRUPPO FERROVIE DELLO STATO ITALIANE			
	Progetto IN17	Lotto 12	Codifica EI2CLVI0104007	B

9.3 Verifica a taglio

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

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

- Taglio calcolato sulla base della gerarchia delle resistenze;
- Taglio ricavato moltiplicando il valore derivante dall'analisi per il fattore di struttura q e per un fattore di sicurezza addizionale 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			
	Progetto	Lotto	Codifica				
	IN17	12	EI2CLVI0104007				B

P16 (H=7.2 m)

Calcolo del taglio agente – Direzione Longitudinale

H_{pila}	7.20	m	Altezza fusto pila
M_{Rd,inf_long}	91215	kNm	Momento resistente della sezione di base della pila
M_{E,i_long}	79667.82	kNm	Momento sollecitante alla base della pila
γ_{Rd}	1		Fattore di sovrarresistenza (§7.9.5.1 NTC2008)
V_{E,i_long}	10120	kN	Azione di taglio di calcolo base pila - Comb. Sismica di progetto
$V_{gr,0}$	11587	kN	Valore del taglio di progetto per la gerarchia delle resistenze $V_{gr0}=\min(V_{ed} \gamma_{rd} M_{rd}/M_{ed}; V_{ed} q)$
$V_{E,i, long}/V_{gr,c}$	0.873	-	
γ_{Rd}	1.00	-	Fattore di sovrarresistenza aggiuntivo (§7.9.5.2.2 NTC2008)
$V_{gr,i, long}$	11587	kN	Sollecitazione di taglio

Verifiche

Direzione Longitudianle				
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}	12.8	mm	
passo delle staffe	sst	150.0	mm	
numero di bracci delle staffe	n _{bw}	8.0		
inclinazione delle staffe ($\alpha=90^\circ$ per staffe ortogonali)	α	90	°	
inclinazione delle bielle di calcestruzzo rispetto all'asse longitudinale	ϑ	33	°	
taglio resistente relativo alle armature tese	V_{Rsd}	13092	KN	
taglio resistente relativo alle bielle compresse	V_{Rcd}	13092	KN	
taglio resistente di calcolo	V_{Rd}	13092	KN	
taglio agente sul pannello	V_{Ed}	11587	KN	
	C.S.	0.89	<1	

GENERAL CONTRACTOR



ALTA SORVEGLIANZA



Progetto

Lotto

Codifica

IN17

12

EI2CLVI0104007

B

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 longitudinale	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	8072	KN	
	C.S.	0.38	<1	

GENERAL CONTRACTOR  IRICAV2	ALTA SORVEGLIANZA  ITALFERR GRUPPO FERROVIE DELLO STATO ITALIANE			
	Progetto IN17	Lotto 12	Codifica EI2CLVI0104007	B

9.4 Verifica minimi di armatura

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

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

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

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

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

GENERAL CONTRACTOR  IRICAV2	ALTA SORVEGLIANZA  GRUPPO FERROVIE DELLO STATO ITALIANE			
	Progetto IN17	Lotto 12	Codifica EI2CLVI0104007	B

Sezioni rettangolari piene o cave

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

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

Dove:

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

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

s = Interasse verticale delle staffe.

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

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

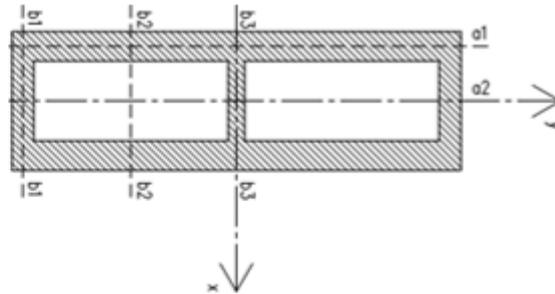
$\zeta = 0,04$ per le zone classificate sismiche con $a_g(SLV) \geq 0,15 g$

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

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

Verifica a confinamento

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

Sez. **b1-b1**

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

	d	A	n°
sp	10	78.5	8
st	16	200.96	10

A_{sw} 2637.6 mm²

s 150 mm

b 3500 mm

f_{yd} 391 Mpaf_{cd} 18.13 Mpa

ζ 0.04

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

Sez. **a1-a1**

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

	d	A	n°
sp	10	78.5	20
st	16	200.96	10

A_{sw} 3579.6 mm²

s 150 mm

b 9100 mm

f_{yd} 391 Mpaf_{cd} 18.13 Mpa

ζ 0.04

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

Sez. **b2-b2**

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

	d	A	n°
sp	10	78.5	0
st	16	200.96	4

A_{sw} 803.84 mm²

s 150 mm

b 800 mm

f_{yd} 391 Mpaf_{cd} 18.13 Mpa

ζ 0.04

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

Sez. **a2-a2**

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

	d	A	n°
sp	10	78.5	0
st	16	200.96	6

A_{sw} 1205.76 mm²

s 150 mm

b 1200 mm

f_{yd} 391 Mpaf_{cd} 18.13 Mpa

ζ 0.04

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

Sez. **b3-b3**

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

	d	A	n°
sp	10	78.5	8
st	16	200.96	8

A_{sw} 2235.68 mm²

s 150 mm

b 3500 mm

f_{yd} 391 Mpaf_{cd} 18.13 Mpa

ζ 0.04

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

GENERAL CONTRACTOR  IRICAV2	ALTA SORVEGLIANZA  ITALFERR GRUPPO FERROVIE DELLO STATO ITALIANE			
	Progetto IN17	Lotto 12	Codifica EI2CLVI0104007	B

9.5 Verifica deformabilità

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

forza massima di frenatura	Ff	1760.0	kN
altezza pila estradosso appoggi	h	7.7	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

EI2CLVI0104007

B

spostamento longitudinale indotto dal moto relativo delle pile

categoria di terreno

C

periodo inizio tratto velocità costante

TC

0.452

s

periodo tratto a spostamento costante

TD

2.495

s

coef. categoria e topografia terreno

S

1.373

accelerazione orizzontale max al sito

ag

0.224

g

periodo di vibrare longitudinale

T1

0.18

sec

fattore di struttura

q

1.5

fattore di duttilità in spostamento

 μ **2.2**

accelerazione di riferimento pila dir. long

ag (T)

0.50

g

w

34.49

sec

0.00

m

spostamento SLV relativo all'analisi spettrale

dEe

0.0000

m

spostamento totale relativo

dEd**0.0092**

m

spostamento longitudinale indotto dal moto relativo del terreno

spostamento massimo orizz. del terreno

dg**0.0850**

m

spostamenti massimi terreno punto i

dji

0.085

m

spostamenti massimi terreno punto j

dgi

0.085

m

velocità prop. onde di taglio nel terreno

vs

270

m/s

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

x

40

m

spostamento massimo rel

dij0

0.1502

m

tipologia di moto

indipendente

forti discontinuità del terreno

senza

distanza

>20

terreni

uguali

spost. relativo tra due punti dipendenti

di(x)

0.042

m

GENERAL CONTRACTOR



ALTA SORVEGLIANZA



Progetto

Lotto

Codifica

IN17

12

EI2CLVI0104007

B

spostamento longitudinale relativo alla termica

variazione termica uniforme	DT	15	°C
coefficiente di dilatazione termica	α	1.00E-05	1/°C
dilatazione termica	Dt	0.006	m
dilatazione termica incrementata del 50%	Dt	0.009	m

spostamento longitudinale finale

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

spostamento longitudinale minimo	EL min	0.17	m
spostamento long di calcolo	EL	0.06	m
spostamento longitudinale	EL	0.165	m

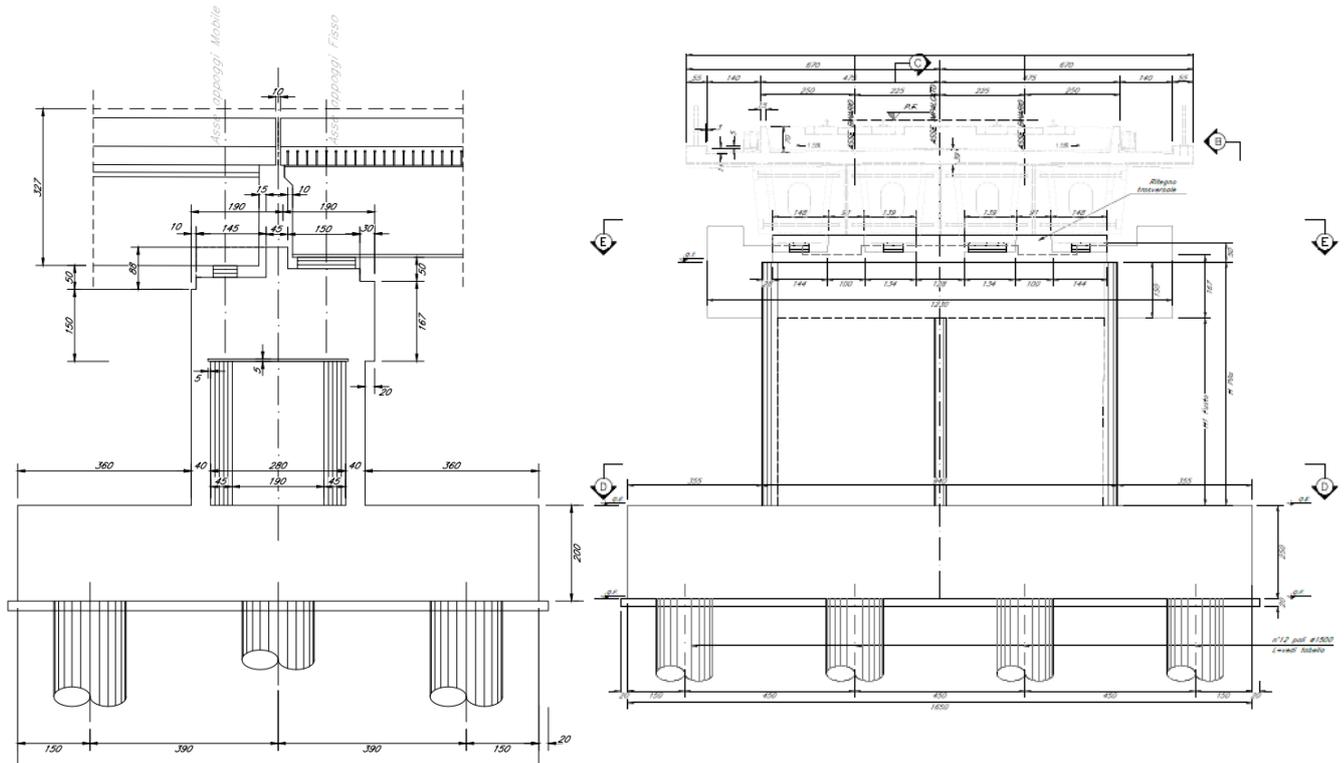
altri spostamenti longitudinali

escursione longitudinale giunto	Eg	± 9.3	cm
corsa appoggi mobili	Cap	± 10.3	cm

10. Pulvino

Il pulvino presenta un'altezza di 1.5m lato impalcato c.a.p. e un'altezza di 1.67m lato impalcato in misto, sezione rettangolare piena smussata con forma medesima a quella della pila e dimensioni pari a 3.8m x 9.4m rispettivamente nelle direzioni degli assi longitudinale e trasversale del viadotto.

Su di esso sono disposti gli apparecchi d'appoggio degli impalcati 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

Lotto

Codifica

IN17

12

EI2CLVI0104007

B

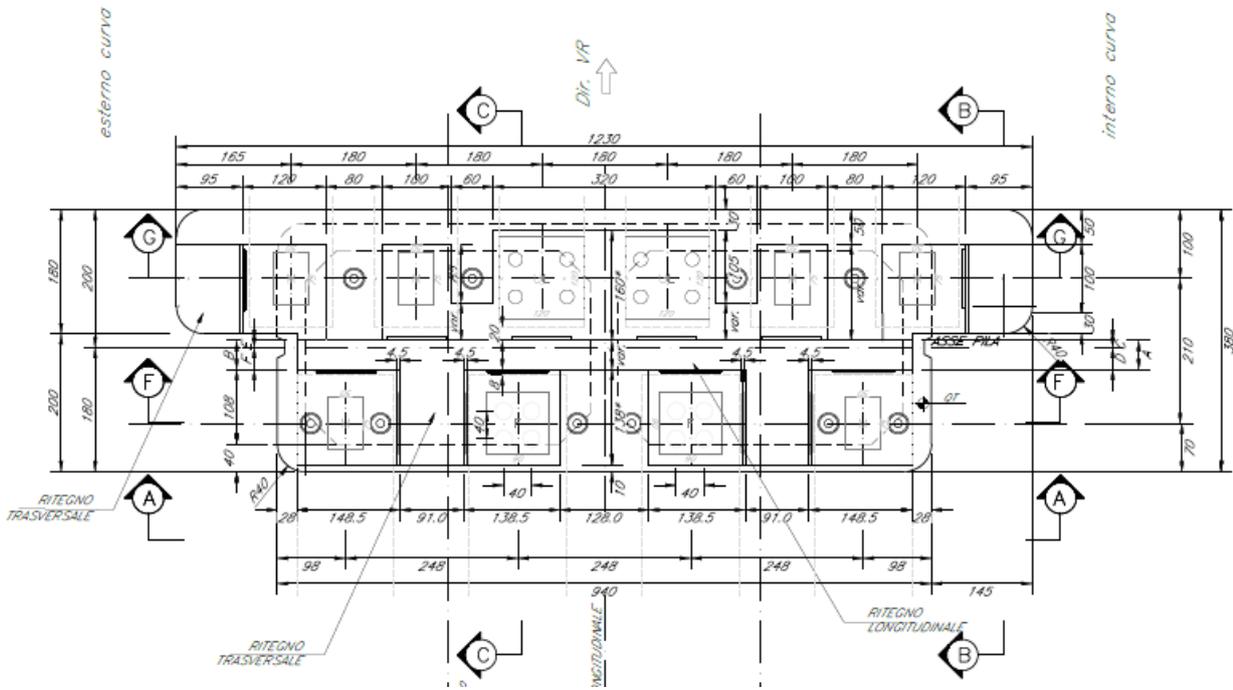


Figura 23 – Sezioni e pianta pavimento (Allineamento fisso lato impalcato in Misto)

Per la progettazione e verifica delle armature principali e secondarie del pavimento, dei baglioli e dei ritegni si rimanda alla Relazione di calcolo pavimenti, baglioli e ritegni - IN1712EI2CLVI0104021.

GENERAL CONTRACTOR  IRICAV2	ALTA SORVEGLIANZA  ITALFERR GRUPPO FERROVIE DELLO STATO ITALIANE			
	Progetto IN17	Lotto 12	Codifica EI2CLVI0104007	B

11. Plinto di fondazione

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

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

11.1 Geometria del plinto e della palificata

Nella seguente figura è mostrata la geometria della palificata della tipologia di pila in esame per il viadotto VI01. È inoltre esplicitato il sistema di riferimento e la numerazione dei pali utilizzata nel calcolo.

Si prevedono 12 pali aventi diametro $D=1500$ mm e lunghezza pari a 36.0m. Il plinto è caratterizzato da un'altezza di 2.5 m ed ha delle dimensioni in pianta pari a 12.00 m x 16.50 m. È inoltre ruotato di 34° rispetto all'orizzontale. Sul plinto di fondazione in esame è previsto un ricoprimento di terreno di spessore pari a 4.0 m.

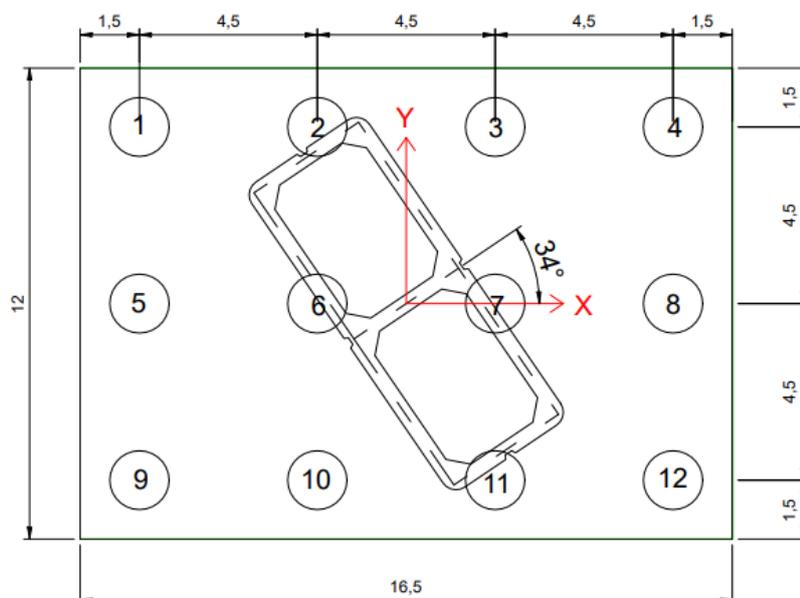


Figura 24 – Geometria del plinto di fondazione

GENERAL CONTRACTOR  IRICAV2	ALTA SORVEGLIANZA  ITALFERR GRUPPO FERROVIE DELLO STATO ITALIANE			
	Progetto IN17	Lotto 12	Codifica EI2CLVI0104007	B

11.2 Modellazione strutturale

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

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

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

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

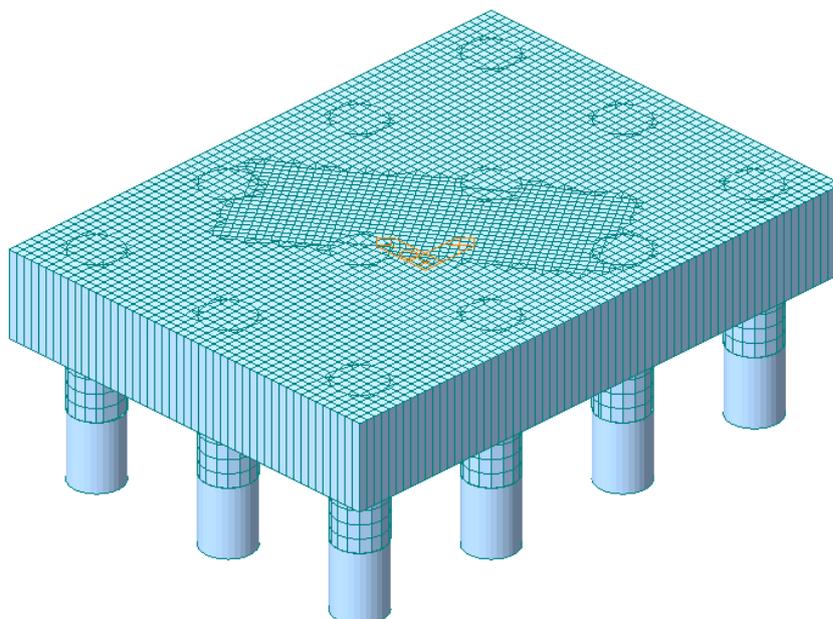


Figura 25 – Vista estrusa del modello agli elementi finiti

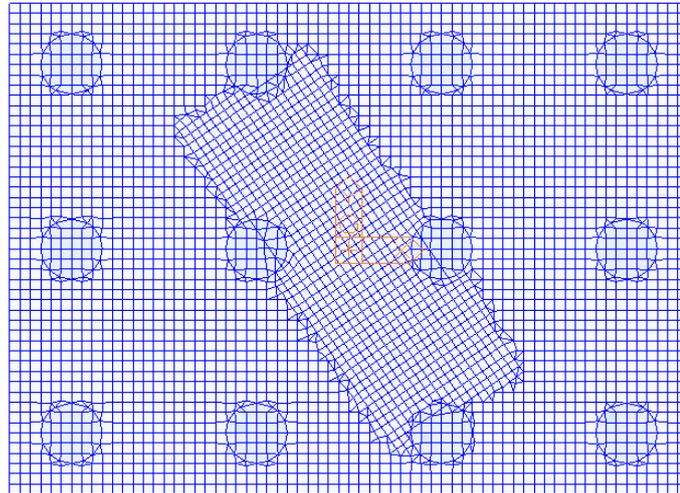


Figura 26 – Pianta del modello agli elementi finiti

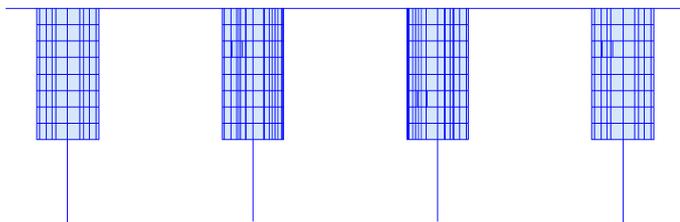


Figura 27 – Prospetto del modello agli elementi finiti

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

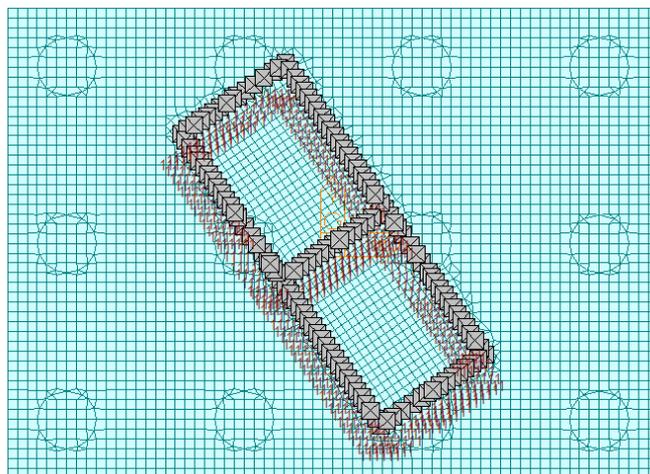


Figura 28 – Sistema di vincoli del modello agli elementi finiti

GENERAL CONTRACTOR  IRICAV2	ALTA SORVEGLIANZA  ITALFERR GRUPPO FERROVIE DELLO STATO ITALIANE			
	Progetto IN17	Lotto 12	Codifica EI2CLVI0104007	B

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

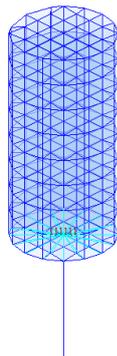


Figura 29 – Sistema di vincoli del palo nel modello agli elementi finiti

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

11.3 Azioni di progetto

11.3.1 Reazioni dei pali

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

Sono state considerate tutte le combinazioni che presentano azioni che:

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

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

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

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

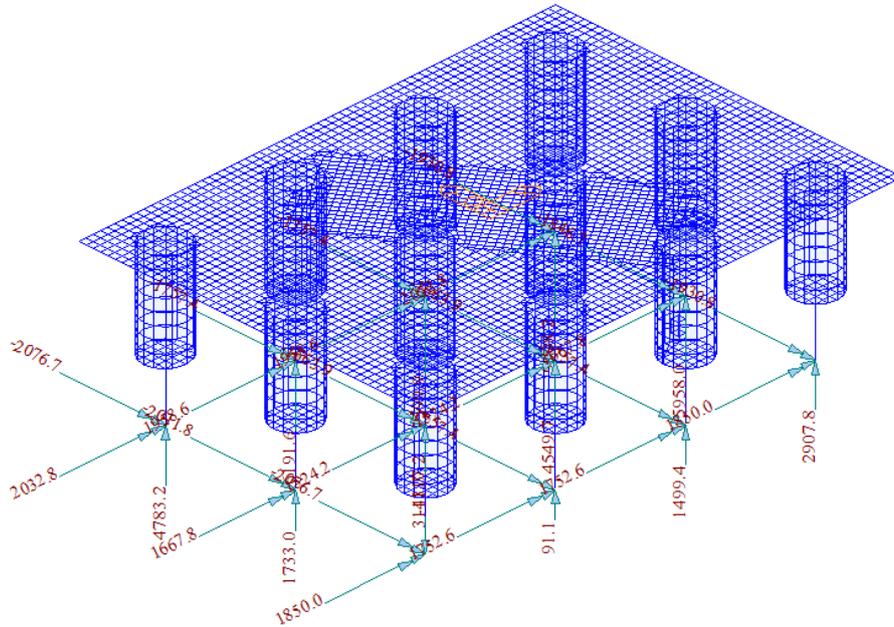


Figura 30 – Applicazione delle reazioni dei pali nel modello agli elementi finiti

11.3.2 Peso proprio plinto di fondazione

Il peso proprio del plinto di fondazione è stato valutato assumendo per il calcestruzzo un peso specifico 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.

$$P_{terreno} = \gamma_{terreno} \cdot h_{rinterro} = 19 \cdot 4.0 = 76.0 \text{ kN/m}^2$$

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.

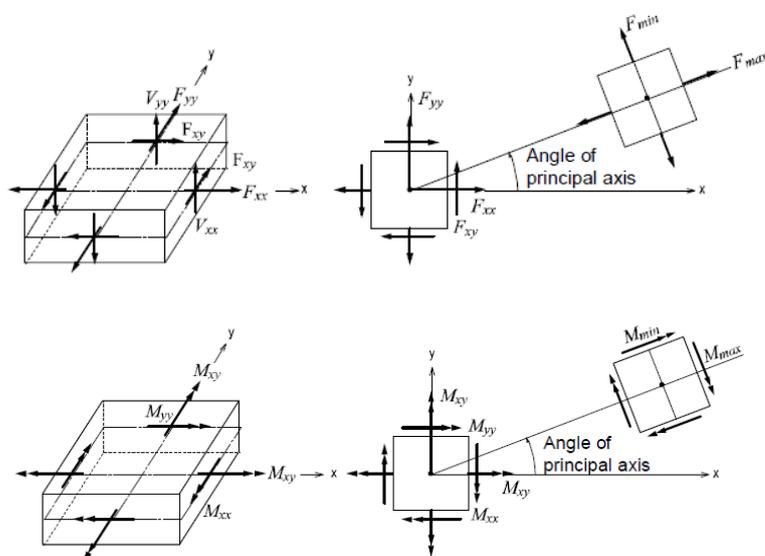


Figura 31 – Posizioni di output delle forze dell'elemento piastra per unità di lunghezza e convenzione del segno

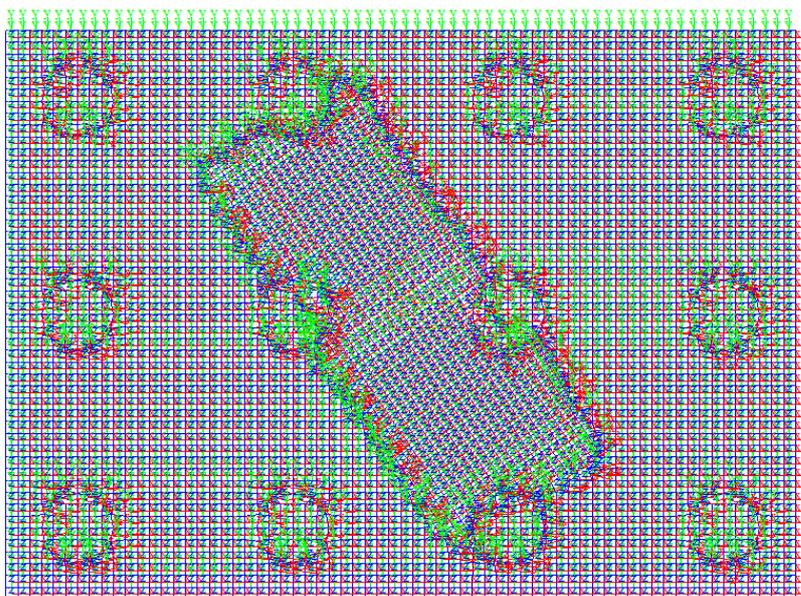


Figura 32 – Assi locali per gli elementi del plinto di fondazione

GENERAL CONTRACTOR  IRICAV2	ALTA SORVEGLIANZA  GRUPPO FERROVIE DELLO STATO ITALIANE			
	Progetto IN17	Lotto 12	Codifica EI2CLVI0104007	B

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

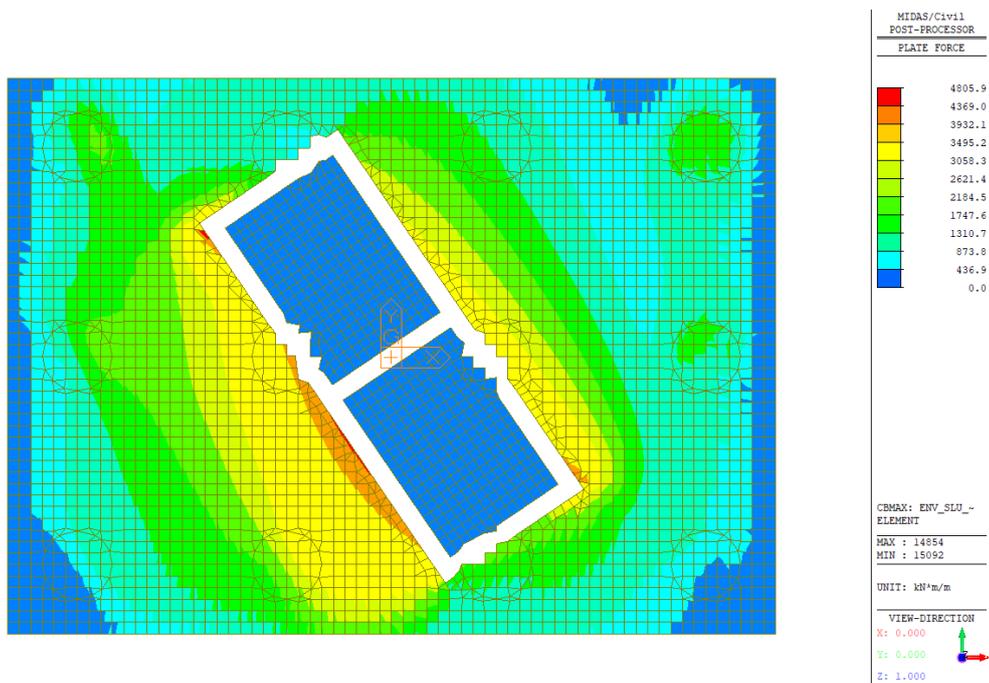


Figura 33 – Wood Armer Moment – Direction1 – Top (Inviluppo SLU/SLV)

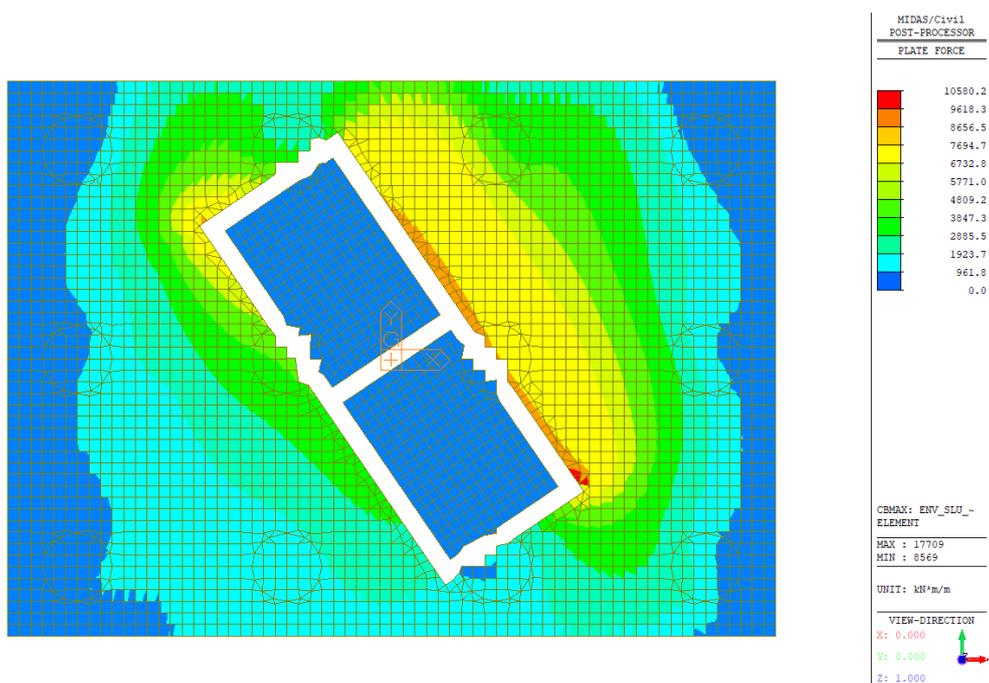


Figura 34 – Wood Armer Moment – Direction1 – Bottom (Inviluppo SLU/SLV)

GENERAL CONTRACTOR



ALTA SORVEGLIANZA



Progetto

IN17

Lotto

12

Codifica

EI2CLVI0104007

B

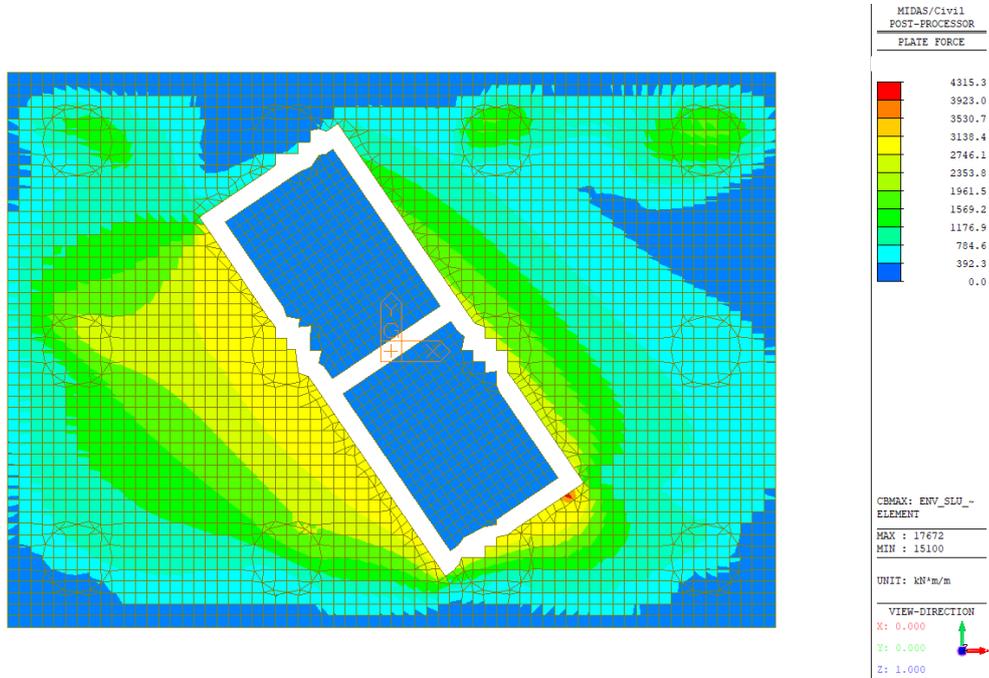


Figura 35 – Wood Armer Moment – Direction 2 – Top (Inviluppo SLU/SLV)

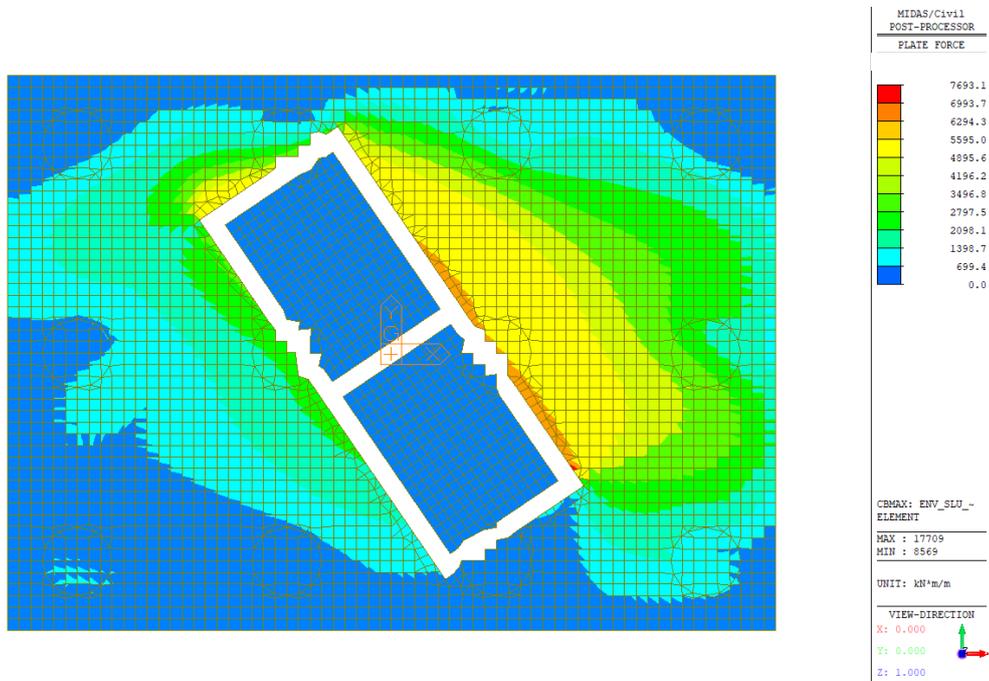


Figura 36 – Wood Armer Moment – Direction 2 – Bottom (Inviluppo SLU/SLV)

GENERAL CONTRACTOR



ALTA SORVEGLIANZA



Progetto

IN17

Lotto

12

Codifica

EI2CLVI0104007

B

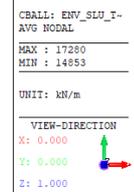
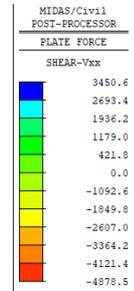
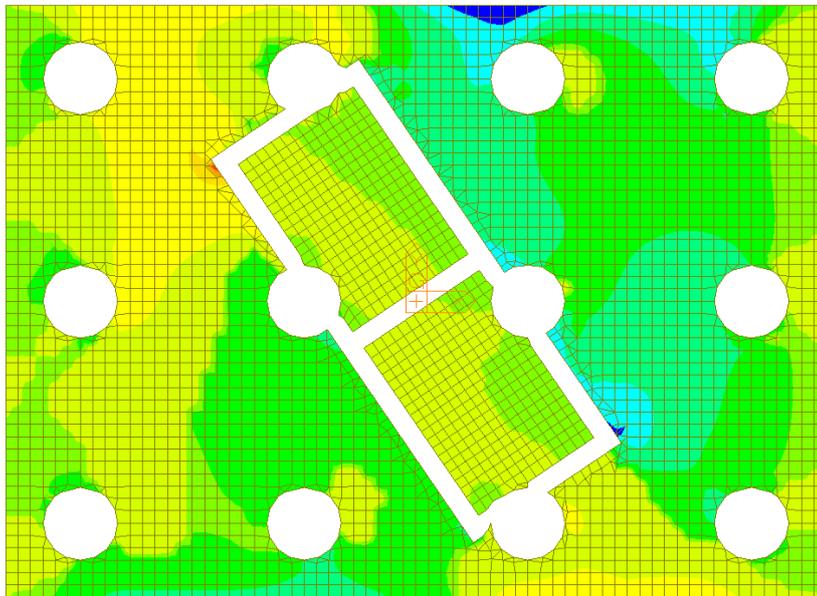


Figura 37 – Vxx, Involuppo SLU/SLV

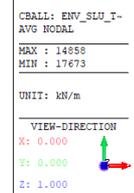
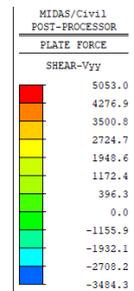
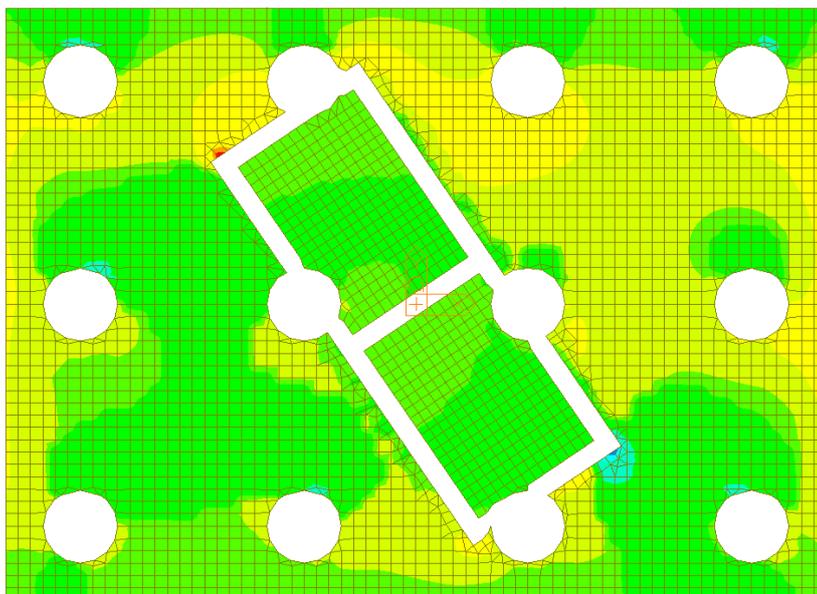


Figura 38 – Vyy, Involuppo SLU/SLV

GENERAL CONTRACTOR  IRICAV2	ALTA SORVEGLIANZA  GRUPPO FERROVIE DELLO STATO ITALIANE			
	Progetto IN17	Lotto 12	Codifica EI2CLVI0104007	B

11.5 Dimensionamento e verifica delle armature

11.5.1 Dimensionamento delle armature

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

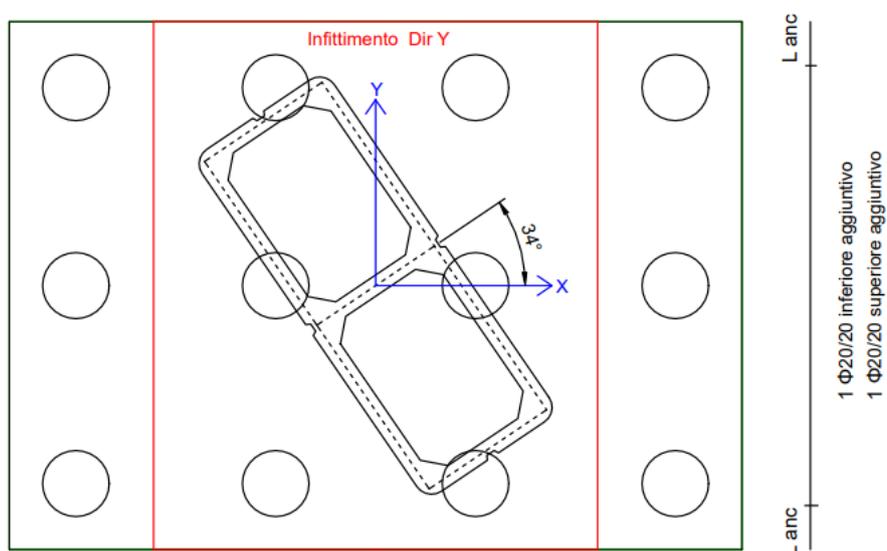
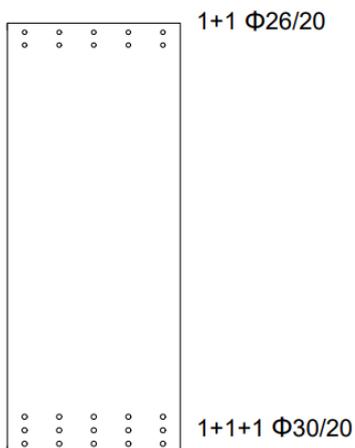


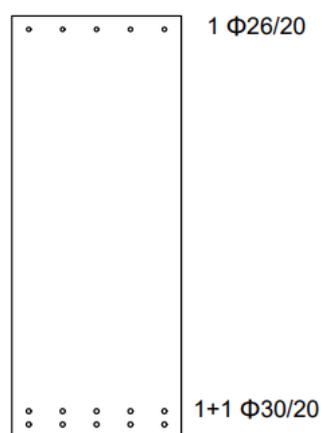
Figura 39 – Zone di infittimento dell'armatura a flessione del plinto

Maglia base

Armatura in direzione X



Armatura in direzione Y



GENERAL CONTRACTOR  IRICAV2	ALTA SORVEGLIANZA  GRUPPO FERROVIE DELLO STATO ITALIANE			
	Progetto IN17	Lotto 12	Codifica EI2CLVI0104007	B

Armatura aggiuntiva

Armatura in direzione Y

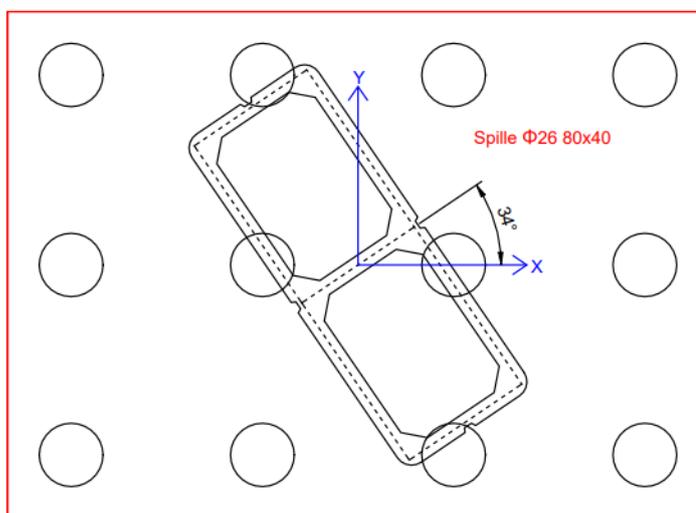
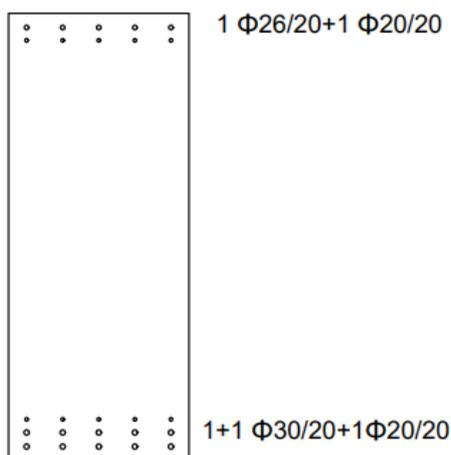


Figura 40 – Armatura a taglio del plinto

GENERAL CONTRACTOR  IRICAV2	ALTA SORVEGLIANZA  GRUPPO FERROVIE DELLO STATO ITALIANE			
	Progetto IN17	Lotto 12	Codifica EI2CLVI0104007	B

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.

Il plinto è stato verificato nei confronti dei momenti massimi derivanti dagli involuipi 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	4134.5	2884.3	8736.6	6093.4
SLE Rara	2630.2	1999.5	6484.7	4357.7
SLE Fessurazione	632.9	692.9	3959.6	2428.1
SLE Quasi Perm.	401.8	774.8	2695.0	1392.0

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

Sezione per la verifica delle armature in direzione X

DATI GENERALI SEZIONE GENERICA IN C.A. NOME FILE SEZIONE: VI01_P16_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
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



	Progetto	Lotto	Codifica	
	IN17	12	EI2CLVI0104007	B

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
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 $\beta_1^*\beta_2$:	1.00	
Coeff. Aderenza differito $\beta_1^*\beta_2$:	0.50	
Sf limite S.L.E. Comb. Rare:	337.50	MPa

CARATTERISTICHE DOMINIO CONGLOMERATO

Forma del Dominio:	Poligonale
Classe Conglomerato:	C25/30

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

DATI BARRE ISOLATE

N°Barra	X [cm]	Y [cm]	DiamØ[mm]
1	40.0	-103.8	30
2	20.0	-103.8	30
3	0.0	-103.8	30
4	-20.0	-103.8	30
5	-40.0	-103.8	30
6	40.0	112.2	26
7	20.0	112.2	26
8	0.0	112.2	26
9	-20.0	112.2	26
10	-40.0	112.2	26
11	40.0	-111.7	30
12	20.0	-111.7	30
13	0.0	-111.7	30
14	-20.0	-111.7	30
15	-40.0	-111.7	30
16	40.0	119.7	26
17	20.0	119.7	26
18	0.0	119.7	26
19	-20.0	119.7	26
20	-40.0	119.7	26
21	40.0	-119.5	30
22	20.0	-119.5	30
23	0.0	-119.5	30
24	-20.0	-119.5	30
25	-40.0	-119.5	30

GENERAL CONTRACTOR	 IRICAV2	ALTA SORVEGLIANZA		
		 ITALFERR GRUPPO FERROVIE DELLO STATO ITALIANE		
		Progetto	Lotto	Codifica
		IN17	12	EI2CLVI0104007
				B

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	0.00	-4134.50	0.00	0.00	0.00
2	0.00	8736.60	0.00	0.00	0.00

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

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

N°Comb.	N	Mx	My
1	0.00	-2630.20	0.00
2	0.00	6484.70	0.00

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

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

N°Comb.	N	Mx	My
1	0.00	-632.90 (-3208.35)	0.00 (0.00)
2	0.00	3959.60 (3372.15)	0.00 (0.00)

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

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

N°Comb.	N	Mx	My
1	0.00	-401.80 (-3208.35)	0.00 (0.00)
2	0.00	2695.00 (3372.15)	0.00 (0.00)

RISULTATI DEL CALCOLO

Sezione verificata per tutte le combinazioni assegnate

GENERAL CONTRACTOR  IRICAV2	ALTA SORVEGLIANZA  ITALFERR GRUPPO FERROVIE DELLO STATO ITALIANE			
	Progetto IN17	Lotto 12	Codifica EI2CLVI0104007	B

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

N°Comb	Ver	N	Mx	My	N Res	Mx Res	My Res	Mis.Sic.	As Tesa
1	S	0.00	-4134.50	0.00	0.00	-5049.67	0.00	1.22	88.4(37.0)
2	S	0.00	8736.60	0.00	0.00	9464.21	0.00	1.08	106.0(37.0)

METODO AGLI STATI LIMITE ULTIMI - DEFORMAZIONI UNITARIE ALLO STATO ULTIMO

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

N°Comb	ec max	x/d	Xc max	Yc max	es min	Xs min	Ys min	es max	Xs max	Ys max
1	0.00350	0.059	50.0	-125.0	0.00217	40.0	-119.5	-0.05573	40.0	119.7
2	0.00350	0.085	-50.0	125.0	0.00261	40.0	119.7	-0.03756	40.0	-119.5

POSIZIONE ASSE NEUTRO PER OGNI COMB. DI RESISTENZA

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

N°Comb	a	b	c	x/d	C.Rid.
1	0.000000000	-0.000242047	-0.026755904	0.059	0.700
2	0.000000000	0.000167950	-0.017493789	0.085	0.700

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

Ver S = comb. verificata/ N = comb. non verificata
Sc max Massima tensione (positiva se di compressione) nel conglomerato [Mpa]
Xc max, Yc max Ascissa, Ordinata [cm] del punto corrisp. a Sc max (sistema rif. X,Y,O)
Sf min Minima tensione (negativa se di trazione) nell'acciaio [Mpa]
Xs min, Ys min Ascissa, Ordinata [cm] della barra corrisp. a Sf min (sistema rif. X,Y,O)
Ac eff. Area di calcestruzzo [cm²] in zona tesa considerata aderente alle barre
As eff. Area barre [cm²] in zona tesa considerate efficaci per l'apertura delle fessure

GENERAL CONTRACTOR				ALTA SORVEGLIANZA					
				Progetto		Lotto		Codifica	
				IN17		12		E12CLVI0104007	
								B	

N°Comb	Ver	Sc max	Xc max	Yc max	Sf min	Xs min	Ys min	Ac eff.	As eff.
1	S	3.40	-50.0	-125.0	-222.5	-40.0	119.7	2250	53.1
2	S	7.41	-50.0	125.0	-295.0	-40.0	-119.5	3350	106.0

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

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

Comb.	Ver	e1	e2	k2	Ø	Cf	e sm - e cm	sr max	wk	Mx fess	My fess
1	S	-0.00114	0	0.500	26.0	40	0.00074 (0.00067)	323	0.239 (990.00)	-3208.35	0.00
2	S	-0.00152	0	0.500	30.0	40	0.00118 (0.00089)	297	0.352 (990.00)	3372.15	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	0.82	-50.0	-125.0	-53.5	-40.0	119.7	2250	53.1
2	S	4.52	-50.0	125.0	-180.1	-40.0	-119.5	3350	106.0

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

Comb.	Ver	e1	e2	k2	Ø	Cf	e sm - e cm	sr max	wk	Mx fess	My fess
1	S	-0.00027	0	0.500	26.0	40	0.00016 (0.00016)	323	0.052 (0.20)	-3208.35	0.00
2	S	-0.00093	0	0.500	30.0	40	0.00061 (0.00054)	297	0.181 (0.20)	3372.15	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	0.52	50.0	-125.0	-34.0	-40.0	119.7	2250	53.1
2	S	3.08	-50.0	125.0	-122.6	-40.0	-119.5	3350	106.0

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

Comb.	Ver	e1	e2	k2	Ø	Cf	e sm - e cm	sr max	wk	Mx fess	My fess
1	S	-0.00017	0	0.500	26.0	40	0.00010 (0.00010)	323	0.033 (990.00)	-3208.35	0.00
2	S	-0.00063	0	0.500	30.0	40	0.00042 (0.00037)	297	0.124 (990.00)	3372.15	0.00

GENERAL CONTRACTOR  IRICAV2	ALTA SORVEGLIANZA  GRUPPO FERROVIE DELLO STATO ITALIANE			
	Progetto	Lotto	Codifica	
	IN17	12	EI2CLVI0104007	B

Sezione per la verifica delle armature in direzione Y

DATI GENERALI SEZIONE GENERICA IN C.A.

NOME FILE SEZIONE: VI01_P16_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
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
	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	-101.3	20
2	20.0	-101.3	20

GENERAL CONTRACTOR



ALTA SORVEGLIANZA



	Progetto	Lotto	Codifica	
	IN17	12	EI2CLVI0104007	B

3	0.0	-101.3	20
4	-20.0	-101.3	20
5	-40.0	-101.3	20
6	40.0	110.0	20
7	20.0	110.0	20
8	0.0	110.0	20
9	-20.0	110.0	20
10	-40.0	110.0	20
11	40.0	-108.6	30
12	20.0	-108.6	30
13	0.0	-108.6	30
14	-20.0	-108.6	30
15	-40.0	-108.6	30
16	40.0	-116.5	30
17	20.0	-116.5	30
18	0.0	-116.5	30
19	-20.0	-116.5	30
20	-40.0	-116.5	30
21	40.0	117.1	26
22	20.0	117.1	26
23	0.0	117.1	26
24	-20.0	117.1	26
25	-40.0	117.1	26

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	0.00	-2884.30	0.00	0.00	0.00
2	0.00	6093.40	0.00	0.00	0.00

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

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

N°Comb.	N	Mx	My
1	0.00	-1999.50	0.00
2	0.00	4357.70	0.00

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

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

GENERAL CONTRACTOR  IRICAV2	ALTA SORVEGLIANZA  GRUPPO FERROVIE DELLO STATO ITALIANE			
	Progetto	Lotto	Codifica	
	IN17	12	EI2CLVI0104007	B

My Momento flettente [kNm] intorno all'asse y princ. d'inerzia (tra parentesi Mom.Fessurazione)
con verso positivo se tale da comprimere il lembo destro della sezione

N°Comb.	N	Mx	My
1	0.00	-692.90 (-3093.11)	0.00 (0.00)
2	0.00	2428.10 (3225.82)	0.00 (0.00)

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

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

N°Comb.	N	Mx	My
1	0.00	-774.80 (-3093.11)	0.00 (0.00)
2	0.00	1392.00 (3225.82)	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: 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
My Componente del momento assegnato [kNm] riferito all'asse y princ. d'inerzia
N Res Sforzo normale resistente [kN] nel baricentro B sezione cls.(positivo se di compress.)
Mx Res Momento flettente resistente [kNm] riferito all'asse x princ. d'inerzia
My Res Momento flettente resistente [kNm] riferito all'asse y princ. d'inerzia
Mis.Sic. Misura sicurezza = rapporto vettoriale tra (N r,Mx Res,My Res) e (N,Mx,My)
Verifica positiva se tale rapporto risulta >=1.000
As Tesa Area armature trave [cm²] in zona tesa. [Tra parentesi l'area minima ex (4.1.15)NTC]

N°Comb	Ver	N	Mx	My	N Res	Mx Res	My Res	Mis.Sic.	As Tesa
1	S	0.00	-2884.30	0.00	0.00	-3982.64	0.00	1.38	93.3(37.0)
2	S	0.00	6093.40	0.00	0.00	7683.73	0.00	1.26	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
--------	--------	-----	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------

GENERAL CONTRACTOR				ALTA SORVEGLIANZA					
				Progetto	Lotto	Codifica			
				IN17	12	EI2CLVI0104007		B	

1	0.00350	0.059	50.0	-125.0	0.00141	40.0	-116.5	-0.05595	40.0	117.1
2	0.00350	0.077	-50.0	125.0	0.00201	40.0	117.1	-0.04194	40.0	-116.5

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	-0.000245541	-0.027192614	0.059	0.700
2	0.000000000	0.000188177	-0.020022139	0.077	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	2.99	-50.0	-125.0	-212.5	40.0	117.1	2635	42.3
2	S	5.55	-50.0	125.0	-241.0	40.0	-116.5	3585	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
 = 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	-0.00110	0	0.500	23.4	66	0.00064 (0.00064)	472 0.301 (990.00)	-3093.11	0.00	
2	S	-0.00126	0	0.500	27.5	70	0.00084 (0.00072)	432 0.362 (990.00)	3225.82	0.00	

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

N°Comb	Ver	Sc max	Xc max	Yc max	Sf min	Xs min	Ys min	Ac eff.	As eff.
1	S	1.04	-50.0	-125.0	-73.7	40.0	117.1	2635	42.3
2	S	3.09	-50.0	125.0	-134.3	40.0	-116.5	3585	86.4

GENERAL CONTRACTOR  IRICAV2	ALTA SORVEGLIANZA  ITALFERR GRUPPO FERROVIE DELLO STATO ITALIANE			
	Progetto IN17	Lotto 12	Codifica EI2CLVI0104007	B

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	-0.00038	0	0.500	23.4	66	0.00022 (0.00022)	472	0.104 (0.20)	-3093.11	0.00
2	S	-0.00070	0	0.500	27.5	70	0.00040 (0.00040)	432	0.174 (0.20)	3225.82	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	1.16	-50.0	-125.0	-82.4	40.0	117.1	2635	42.3
2	S	1.77	-50.0	125.0	-77.0	40.0	-116.5	3585	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	-0.00043	0	0.500	23.4	66	0.00025 (0.00025)	472	0.117 (990.00)	-3093.11	0.00
2	S	-0.00040	0	0.500	27.5	70	0.00023 (0.00023)	432	0.100 (990.00)	3225.82	0.00

GENERAL CONTRACTOR  IRICAV2	ALTA SORVEGLIANZA  ITALFERR GRUPPO FERROVIE DELLO STATO ITALIANE			
	Progetto IN17	Lotto 12	Codifica EI2CLVI0104007	B

11.5.3 Verifica a taglio

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

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

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

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

in cui:

- d altezza utile della sezione
- b_w larghezza minima della sezione
- A_{sw} area dell'armatura trasversale
- s interasse tra due armature trasversali consecutive
- 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  IRICAV2	ALTA SORVEGLIANZA  GRUPPO FERROVIE DELLO STATO ITALIANE			
	Progetto IN17	Lotto 12	Codifica EI2CLVI0104007	B

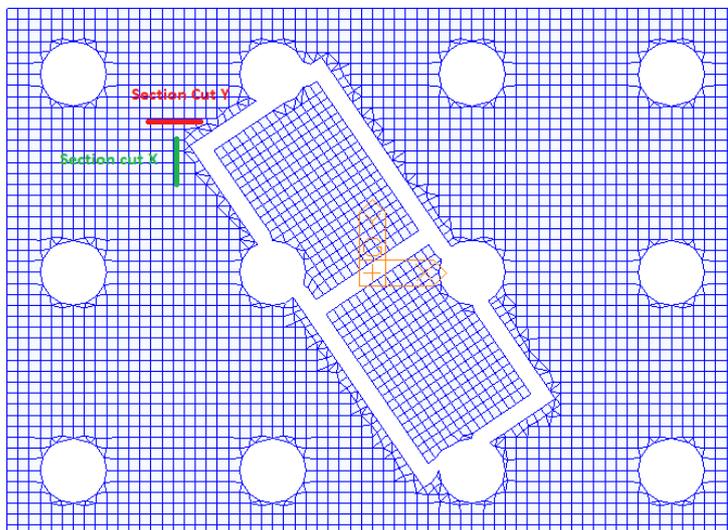


Figura 41 – Section cut considerate per la verifica a taglio

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

Di seguito viene esplicitata la verifica a taglio per la sezione più gravosa, sulla quale agisce un taglio massimo $V_{Ed,max} = 2800 \text{ kN/m}$.

Caratteristiche materiali

CIs

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		
		Progetto	Lotto	Codifica	
		IN17	12	EI2CLVI0104007	B

Calcoli preliminari

A_{sl}	4225.4	mm ²	area dell'armatura longitudinale
ρ_l	0.0018		rapporto geometrico d'armatura longitudinale
$\rho_{l,eff}$	0.0018		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		
$V_{Rd,1}$	606.96	KN	taglio resistente - valore 1
$V_{Rd,2}$	612.50	KN	taglio resistente - valore 2
V_{Rd}	612.50	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}	3466.2	KN	taglio resistente relativo alle armature tese
V_{Rcd}	5285.7	KN	taglio resistente relativo alle bielle compresse
V_{Rd}	3466.2	KN	taglio resistente di calcolo
V_{Ed}	2800	kN	Taglio di calcolo
Verifica	ok		
FS	1.24		Coefficiente di sicurezza

GENERAL CONTRACTOR  IRICAV2	ALTA SORVEGLIANZA  ITALFERR GRUPPO FERROVIE DELLO STATO ITALIANE			
	Progetto IN17	Lotto 12	Codifica EI2CLVI0104007	B

11.5.4 Verifica a taglio-punzonamento

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

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

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

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

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

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

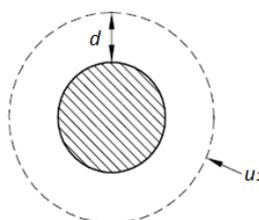
$$v_{Ed} \leq v_{Rd,cs}$$

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

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

Dove:

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



GENERAL CONTRACTOR  IRICAV2	ALTA SORVEGLIANZA  GRUPPO FERROVIE DELLO STATO ITALIANE			
	Progetto IN17	Lotto 12	Codifica EI2CLVI0104007	B

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

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

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

Dove:

- $k = 1 + \sqrt{\frac{200}{d}} \leq 2.0$
- $\rho_l = \sqrt{\rho_{ly} \cdot \rho_{lz}} \leq 0.02$, dove 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  GRUPPO FERROVIE DELLO STATO ITALIANE			
	Progetto IN17	Lotto 12	Codifica EI2CLVI0104007	B

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

Dove:

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

La verifica è stata condotta in corrispondenza del palo d'angolo più sollecitato (palo 4), per lo sforzo assiale massimo della combinazione SLV - Treno 1 – Sisma X prevalente: $V_{Ed} = 9008$ 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
T_{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

Armatura tesa

A_{lx}	34.40	cm ² /m	Armatura tesa in direzione x (media)
A_{ly}	39.82	cm ² /m	Armatura tesa in direzione y (media)

Impronta di carico

a	75	cm	(a = raggio per sezioni circolari)
h	250	cm	Altezza plinto
d	240	cm	Altezza utile
β	1		Coeff. che tiene conto eccentricità del carico

u_1	807	cm	Perimetro di verifica di base
u_0	471.24	cm	Perimetro dell'area caricata
k	1.29		Coefficiente
ρ_l	0.0015		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

GENERAL CONTRACTOR	 IRICAV2	ALTA SORVEGLIANZA	 ITALFERR GRUPPO FERROVIE DELLO STATO ITALIANE		
		Progetto	Lotto	Codifica	
		IN17	12	EI2CLVI0104007	B

Peso del rinterro

γ_{terr}	19	kN/m ³	Peso specifico terreno
h_{rint}	4	m	Altezza rinterro
A	19.12	m ²	Area di verifica in corrispondenza dell'estradosso del plinto
ΔV_{sd}	1453.1	kN	Riduzione di taglio dovuta al peso del rinterro

Tensione massima di taglio

V_{ed}	9008	kN	Reazione agli SLU
V_{ed}	6900	kN	Taglio applicato (ridotto del peso proprio e del rinterro)
V_{ed}	855	kN/m	Taglio applicato per unità di lunghezza
V_{ed}	0.36	N/mm ²	Tensione di taglio agente

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

V_{ed}	0.61	N/mm ²	Tensione di taglio a rifosso del palo
V_{rdmax}	3.83	N/mm ²	Tensione resistente massima
Verifica	ok		
FS	6.26		

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

$V_{Rd,c}$	0.26	N/mm ²	Tensione resistente senza armatura a taglio
V_{min}	0.26	N/mm ²	
V_{Rd}	613.73	kN/m	Taglio resistente per unità di lunghezza
Verifica	no		
FS	0.72		

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

STAFFE

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

sr	400	mm	Passo radiale dei perimetri dell'armatura a taglio-punzonamento
d/sr	5.99		

$A_{sw\ min}$	905.8	mm ²	Area di armatura minima a taglio-punzonamento di uno strato (se sono presenti solo le staffe)
---------------	-------	-----------------	---

ϕ	26		Diametro armatura taglio-punzonamento
n ferri	3.75		Numero di ferri in uno strato
A_{sw}	1991.0	mm ²	Area di armatura di armatura a taglio-punzonamento di uno strato

GENERAL CONTRACTOR			ALTA SORVEGLIANZA	
				
	Progetto	Lotto	Codifica	
	IN17	12	EI2CLVI0104007	B

CAVALLOTTI

$f_{ywd,ef}$	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	

sr	1500	mm	<i>Passo radiale dei perimetri dell'armatura a taglio-punzonamento</i>
d/sr	1.60		

$A_{sw\ min}$	3396.9	mm ²	<i>Area di armatura minima a taglio-punzonamento di uno strato (se sono presenti solo i cavallotti)</i>
---------------	--------	-----------------	---

φ	24		<i>Diametro armatura taglio-punzonamento</i>
n ferri	2		<i>Numero di ferri in uno strato</i>
A_{sw}	904.78	mm ²	<i>Area di armatura di armatura a taglio-punzonamento di uno strato</i>

$V_{Rd,cs}$	0.60	N/mm ²	<i>Valore di progetto del taglio-punzonamento resistente</i>
V_{Ed}	0.36	N/mm ²	<i>Tensione di taglio-punzonamento agente</i>
Verifica	ok		
FS	1.68		

GENERAL CONTRACTOR  IRICAV2	ALTA SORVEGLIANZA  ITALFERR GRUPPO FERROVIE DELLO STATO ITALIANE			
	Progetto IN17	Lotto 12	Codifica EI2CLVI0104007	B

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

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

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

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

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

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