

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 P3, P4 e da P51 a P54

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 1 1	B	- - - p - - -

	VISTO CONSORZIO IRICAV DUE	
	Firma	Data
	Ing. Alberto LEVORATO 	

Progettazione:

Rev.	Descrizione	Redatto	Data	Verificato	Data	Approvato	Data	IL PROGETTISTA
A	EMISSIONE	E.d.in	Giu.2021	M. Proietti 	Giu.2021	G. Grimaldi 	Giu.2021	
B	EMISSIONE A SEGUITO RDV IN1710E09ISVI0100001A	E.d.in	Ott.2022	M. Proietti 	Ott.2022	G. Grimaldi 	Sett.2022	

CIG. 8377957CD1	CUP: J41E91000000009	File: IN1712EI2CLVI0104011B
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>EI2CLVI0104011</p>	<p>B</p>

GENERAL CONTRACTOR  IRICAV2	ALTA SORVEGLIANZA  ITALFERR GRUPPO FERROVIE DELLO STATO ITALIANE			
	Progetto IN17	Lotto 12	Codifica EI2CLVI0104011	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 Stati limite ultimi	7
3.4.2 Stati limite d'esercizio.....	7
4. CARATTERIZZAZIONE GEOTECNICA.....	10
5. DESCRIZIONE DELL'OPERA	10
5.1 Modelli di analisi e verifica.....	14
5.2 Sistemi di riferimento ed unità di misura	14
6. ANALISI DEI CARICHI.....	15
6.1 Permanenti strutturali e non (G1 e G2)	15
6.2 Carichi da traffico verticali (Q1).....	18
6.3 Effetti dinamici.....	19
6.4 Disposizione treni di carico.....	20
6.5 Carichi da traffico orizzontali	24
6.5.1 Forza centrifuga (Q4)	24
6.5.2 Serpeggio.....	26
6.5.3 Frenatura ed avviamento (Q3).....	27
6.5.4 Forza d'attrito (Q8)	29
6.6 Azione del Vento (Q5).....	30
6.7 Azione termica (Q7)	40
6.8 Azione Sismica (E).....	41
6.8.1 Inquadramento Sismico.....	41
6.8.2 Definizione della domanda sismica	42
6.8.3 Calcolo dell'azione Sismica	47
6.8.4 Check analisi statica.....	48
6.8.5 Analisi statica equivalente	49

GENERAL CONTRACTOR  IRICAV2	ALTA SORVEGLIANZA  ITALFERR GRUPPO FERROVIE DELLO STATO ITALIANE			
	Progetto IN17	Lotto 12	Codifica EI2CLVI0104011	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.....	91
9.5 Verifica deformabilità.....	94
9.6 Determinazione spostamenti.....	94
10. PULVINO	97
11. PLINTO DI FONDAZIONE	99
11.1 Geometria del plinto e della palificata	99
11.2 Modellazione strutturale	100
11.3 Azioni di progetto	102
11.3.1 <i>Reazioni dei pali</i>	102
11.3.2 <i>Peso proprio plinto di fondazione</i>	103
11.3.3 <i>Peso terreno di ricoprimento</i>	103
11.4 Risultati di analisi	104
11.5 Dimensionamento e verifica delle armature	108
11.5.1 <i>Dimensionamento delle armature</i>	108
11.5.2 <i>Verifica a flessione</i>	109
11.5.3 <i>Verifica a taglio</i>	120
11.5.4 <i>Verifica a taglio-punzonamento</i>	123
12. VALUTAZIONE DELLA ACCETTABILITÀ DEI RISULTATI OTTENUTI (RIF.PAR.10.2 DM 14/01/2008)	128

GENERAL CONTRACTOR  IRICAV2	ALTA SORVEGLIANZA  ITALFERR GRUPPO FERROVIE DELLO STATO ITALIANE			
	Progetto IN17	Lotto 12	Codifica EI2CLVI0104011	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 compresa tra 4.5-5.0m e 5.5-6.0m, con fondazione 16.5m x 12.0m x 2.5m su 12 pali, con altezza del terreno di ricoprimento di circa 1.5m e sulle quali afferiscono un impalcato in c.a.p. di L=25.0m e un impalcato in misto acciaio-cls a 4 travi di L=40.0m (P3-P4-P51-P52-P53-P54). Si prende a riferimento la pila P51.

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 EI2CLVI0104011	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 EI2CLVI0104011	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;">EI2CLVI0104011</td> </tr> </table>	Progetto	Lotto	Codifica	IN17	12	EI2CLVI0104011
Progetto	Lotto	Codifica					
IN17	12	EI2CLVI0104011					
	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 EI2CLVI0104011	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 EI2CLVI0104011	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 EI2CLVI0104011	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  IRICAV2	ALTA SORVEGLIANZA  ITALFERR GRUPPO FERROVIE DELLO STATO ITALIANE			
	Progetto IN17	Lotto 12	Codifica EI2CLVI0104011	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-cls a 4 travi;
- Una campata di luce pari a 40.0m, con impalcato in misto acciaio-cls 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 2.2m lato impalcato in c.a.p. e di 1.68m lato impalcato in misto acciaio-cls. 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).

GENERAL CONTRACTOR



ALTA SORVEGLIANZA



Progetto

Lotto

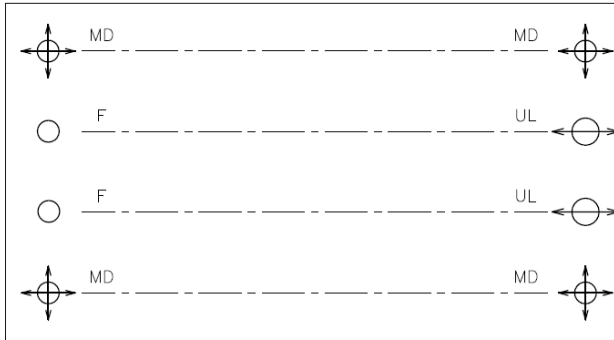
Codifica

IN17

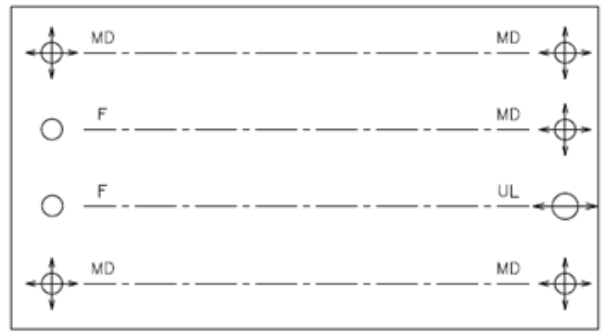
12

EI2CLVI0104011

B



(Impalcato misto)



(Impalcato c.a.p.)

Figura 1 - Schema appoggi

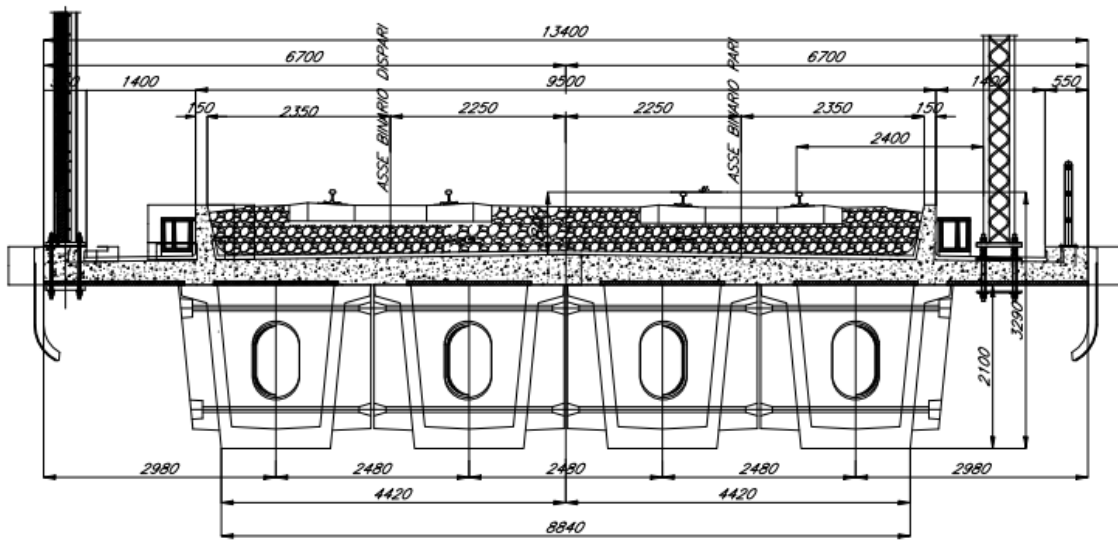


Figura 2 - Sezione impalcato c.a.p.

GENERAL CONTRACTOR



ALTA SORVEGLIANZA



Progetto

Lotto

Codifica

IN17

12

EI2CLVI0104011

B

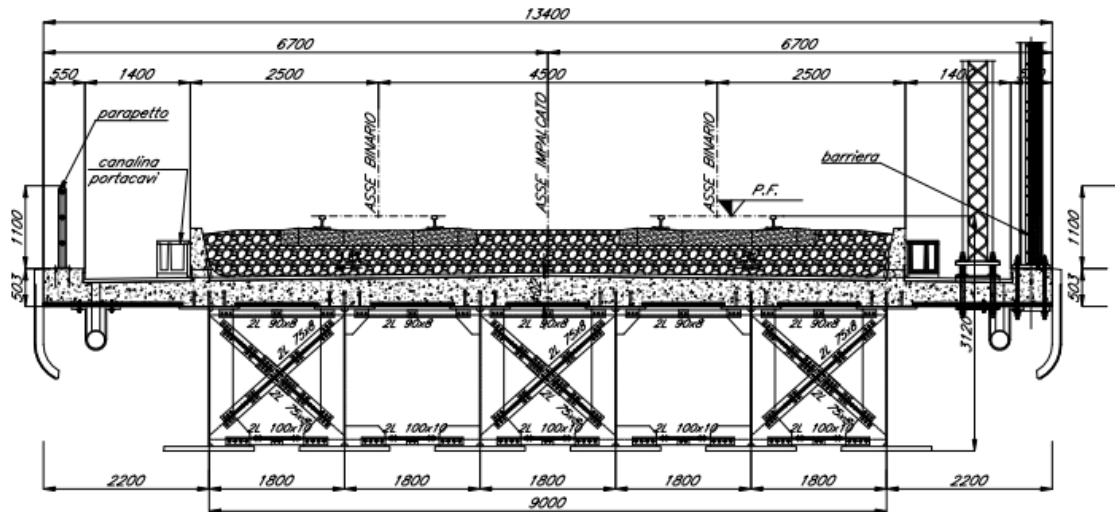


Figura 3 - Sezione impalcato misto

	Progetto IN17	Lotto 12	Codifica EI2CLVI0104011	B
--	------------------	-------------	----------------------------	---

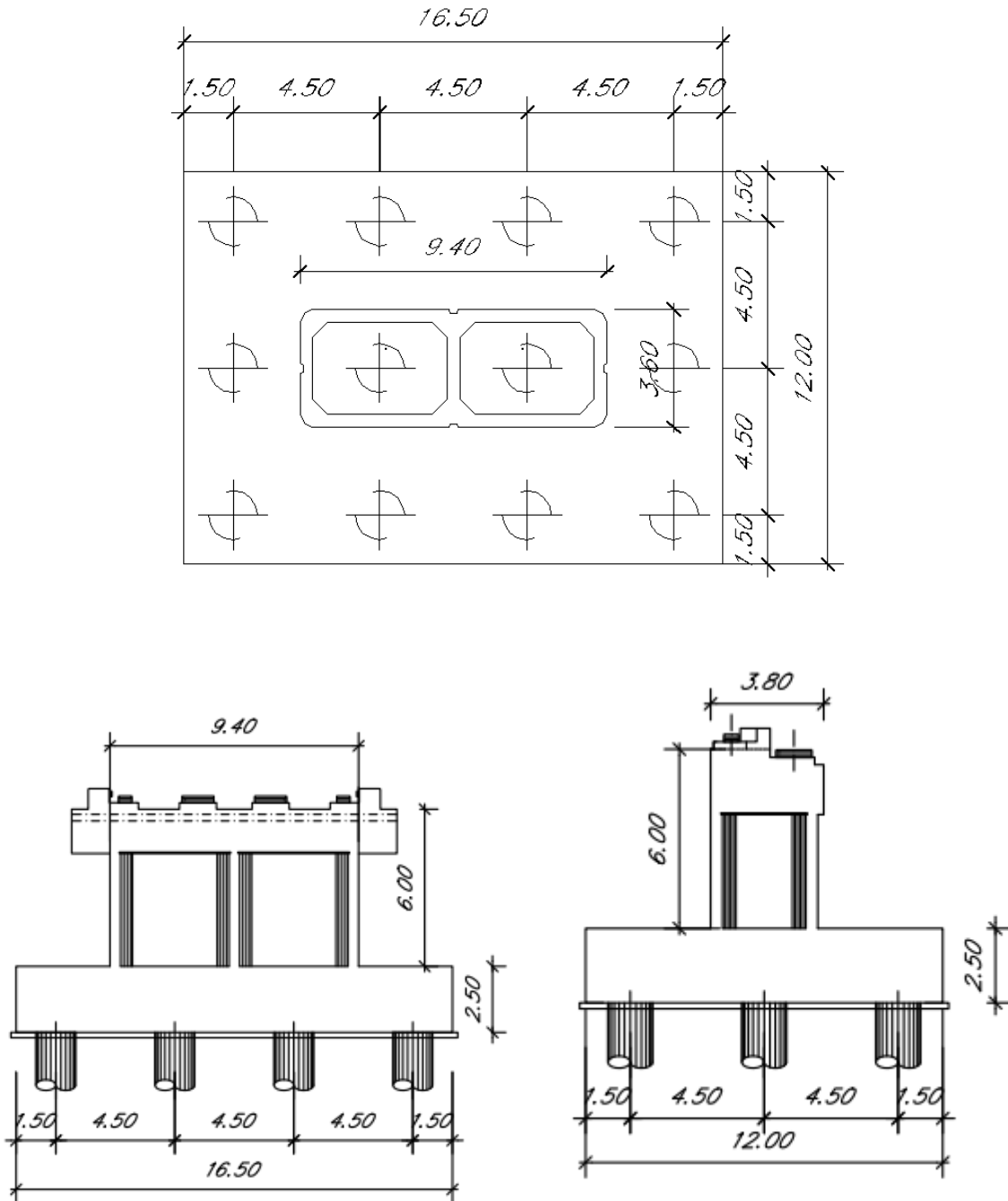


Figura 4 - Pianta e sezioni pila

GENERAL CONTRACTOR  IRICAV2	ALTA SORVEGLIANZA  ITALFERR GRUPPO FERROVIE DELLO STATO ITALIANE			
	Progetto IN17	Lotto 12	Codifica EI2CLVI0104011	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	EI2CLVI0104011						B

6. Analisi dei carichi

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

6.1 Permanenti strutturali e non (G1 e G2)

I pesi degli elementi strutturali sono calcolati utilizzando un peso di volume del calcestruzzo pari a 25 kN/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	2.60	m
altezza cassoncino sezione in mezzeria	h_2	2.10	m	2.60	m
spessore soletta	s	0.35	m	0.38	m
estradosso impalcato sull'appoggio	H_1	2.45	m	2.98	m
altezza totale impalcato in mezzeria	H_2	2.45		2.98	m
spessore ballast	h_b	0.80	m	0.80	m
altezza PF da estradosso trave	h_{PF}	1.20	m	1.20	m
lunghezza travata	L	25.00	m	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	7075	kN
peso permanenti non strutturali	G_2	5390	kN	8288	kN

GENERAL CONTRACTOR				ALTA SORVEGLIANZA			
	Progetto	Lotto	Codifica				
	IN17	12	EI2CLVI0104011				B

Altezze dal intradosso del cassoncino					
baricentro sezione cassone+soletta	Gb1	1.600	m	2.456	m
baricentro del ballast	Gb2	2.850	m	3.380	m
altezza al piano del ferro	H	3.30	m	3.80	m
baricentro treno	Gb3	5.10	m	5.60	m

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

PILA					
altezza pila (estradosso fond-estradosso pulvino)	Hp	6.00	m		
tipologia di sezione		rettangolare			
larghezza trasversale pila	b	9.40	m		
larghezza longitudinale pila	d	3.60	m		
raggio angolo esterno	r	0.40	m		
area della sezione	A	11.45	m ²		
inerzia sezione direzione trasversale	I11	103.81	m ⁴		
inerzia sezione direzione longitudinale	I22	22.26	m ⁴		
modulo elastico cls pila	Ec	33346	MPa		
eventuale abbattimento del modulo	%	50			
modulo di calcolo	E	16673	MPa		
calcestruzzo	fck	32	MPa		
massa pila	mp	1088	kN		

GENERAL CONTRACTOR  IRICAV2	ALTA SORVEGLIANZA  ITALFERR GRUPPO FERROVIE DELLO STATO ITALIANE			
	Progetto IN17	Lotto 12	Codifica EI2CLVI0104011	B

PULVINO			
larghezza in direzione trasversale	b	9.40	m
larghezza in direzione longitudinale	d	3.80	m
altezza pulvino	h	2.20	m
massa pulvino	mp	1965	kN

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	6708	404
scarichi estradosso Pila - G2	6839	1594
scarichi estradosso Fondazione - G1	9760	404
scarichi estradosso Fondazione - G2	6839	1594
scarichi intradosso Fondazione - G1	26821	404
scarichi intradosso Fondazione - G2	6839	1594

GENERAL CONTRACTOR  IRICAV2	ALTA SORVEGLIANZA  ITALFERR GRUPPO FERROVIE DELLO STATO ITALIANE			
	Progetto IN17	Lotto 12	Codifica EI2CLVI0104011	B

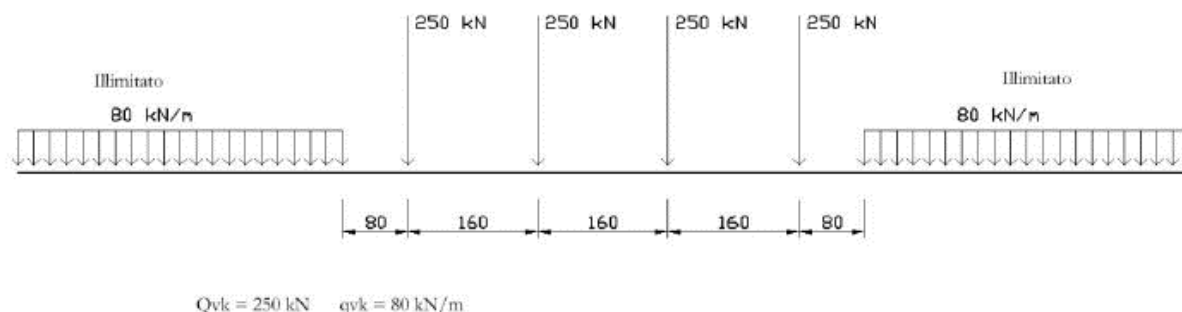
Lo scarico G1 a intradosso fondazione tiene conto del peso del plinto di fondazione e del peso del terreno di ricoprimento al di sopra di esso, di spessore pari a 1.5 m.

6.2 Carichi da traffico verticali (Q1)

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

➤ Modello di carico LM71

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



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

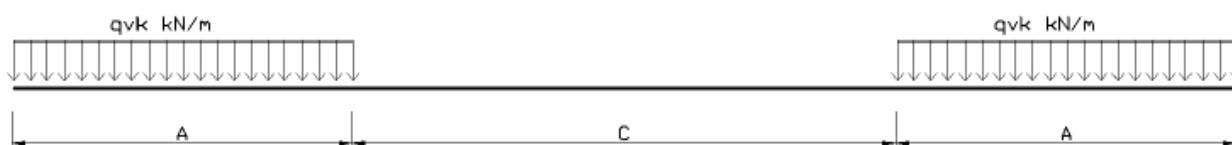
Carico distribuito: 80 kN/m in entrambe le direzioni, a partire da 0,8 m dagli assi d'estremità e per una lunghezza illimitata.

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

➤ Modello di carico SW/2

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

GENERAL CONTRACTOR  IRICAV2	ALTA SORVEGLIANZA  GRUPPO FERROVIE DELLO STATO ITALIANE		
	Progetto IN17	Lotto 12	Codifica EI2CLVI0104011
			B



SW/0

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

SW/2

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

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

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

6.3 Effetti dinamici

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

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

GENERAL CONTRACTOR  IRICAV2	ALTA SORVEGLIANZA  ITALFERR GRUPPO FERROVIE DELLO STATO ITALIANE			
	Progetto IN17	Lotto 12	Codifica EI2CLVI0104011	B

6.4 Disposizione treni di carico

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

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

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

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

Si riportano i medesimi schemi graficamente per un caso rappresentativo:

	Progetto	Lotto	Codifica	
	IN17	12	EI2CLVI0104011	B

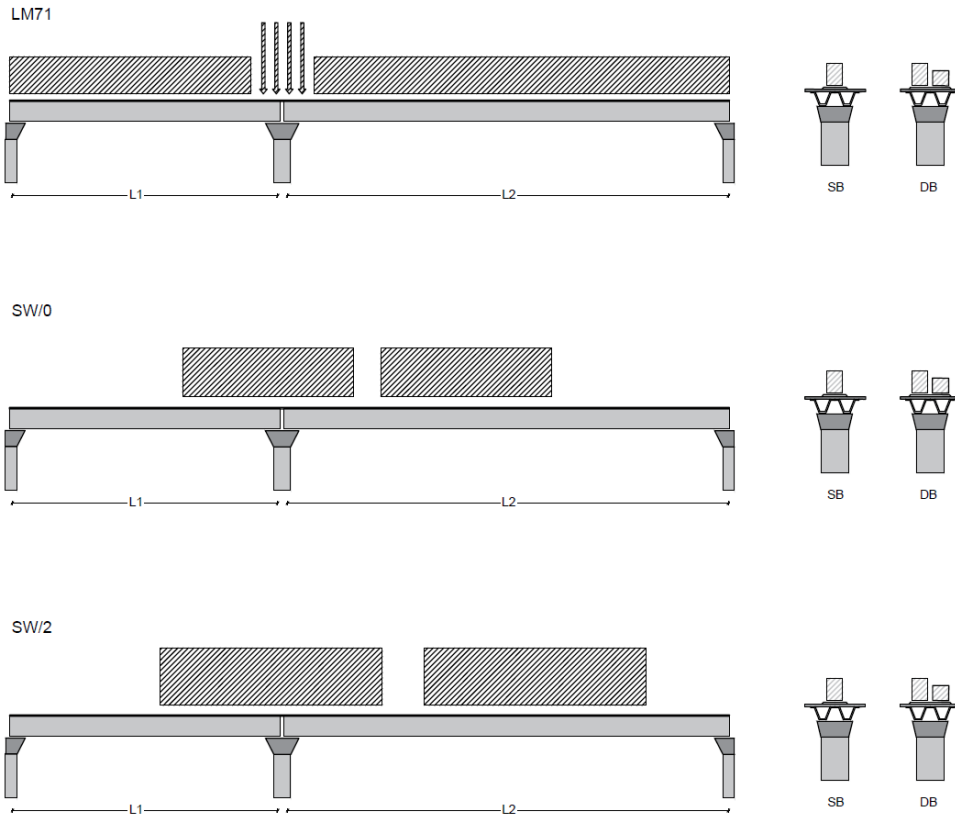


Figura 5- Posizione treni di carico - massimo sforzo assiale

GENERAL CONTRACTOR



ALTA SORVEGLIANZA



	Progetto	Lotto	Codifica	
	IN17	12	EI2CLVI0104011	B

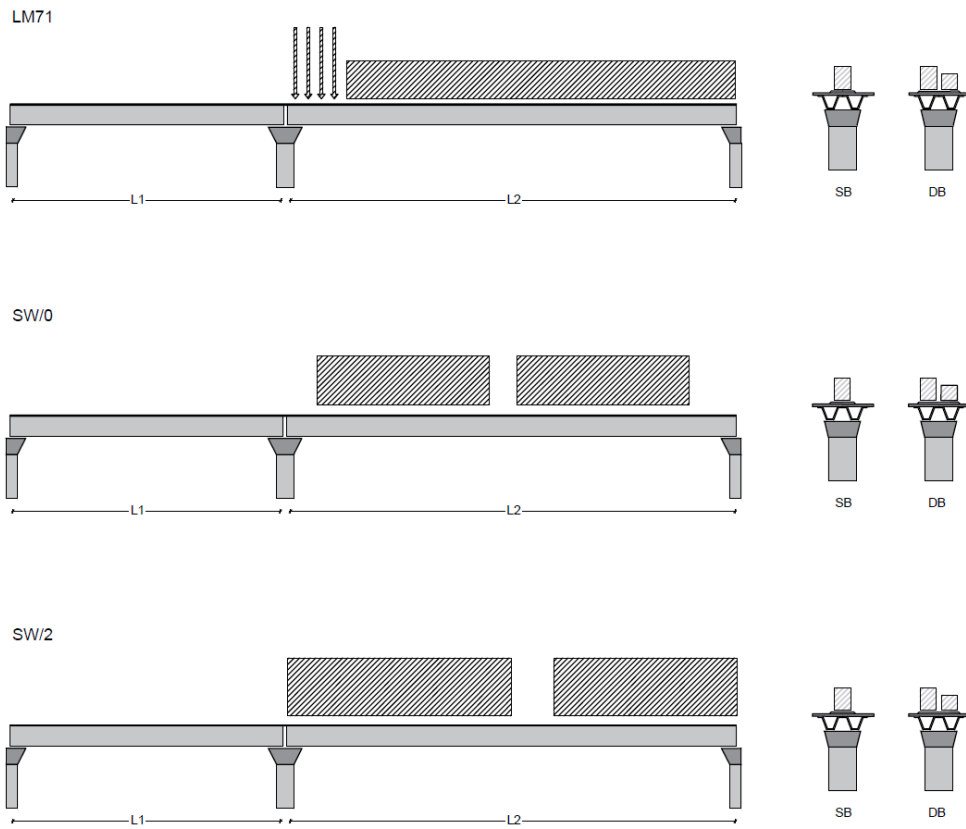


Figura 6- Posizione treni di carico – massimo momento longitudinale

	Progetto IN17	Lotto 12	Codifica EI2CLVI0104011	B
--	------------------	-------------	----------------------------	---

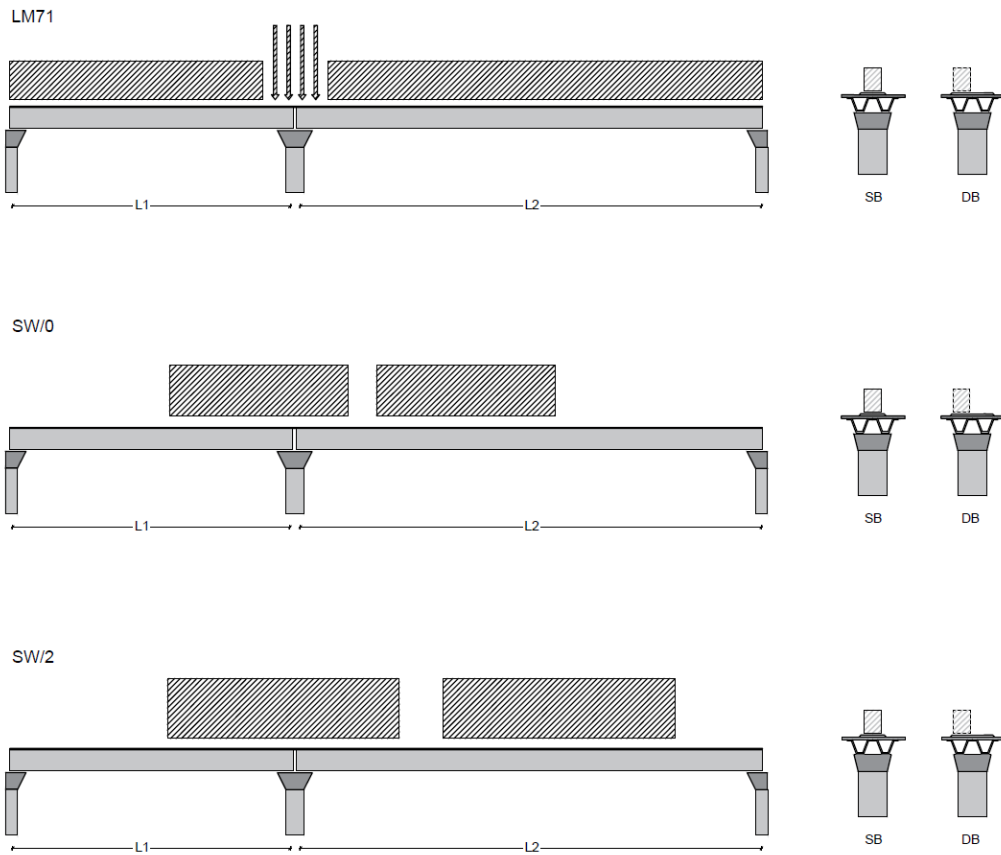


Figura 7- Posizione treni di carico – massimo momento trasversale

GENERAL CONTRACTOR  IRICAV2	ALTA SORVEGLIANZA  ITALFERR GRUPPO FERROVIE DELLO STATO ITALIANE			
	Progetto IN17	Lotto 12	Codifica EI2CLVI0104011	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.

GENERAL CONTRACTOR				ALTA SORVEGLIANZA			
	Progetto	Lotto	Codifica				
	IN17	12	EI2CLVI0104011				B

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	SX		
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 EI2CLVI0104011	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	867
Fcen_LM/71_2	126.5	10.1	109.7	8.8	349	2124
Fcen_SW/2_1	0.0	4.4	0.0	4.4	127	771

6.5.2 Serpeggio

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

GENERAL CONTRACTOR				ALTA SORVEGLIANZA			
	Progetto	Lotto	Codifica				
	IN17	12	EI2CLVI0104011				B

viadotto a binario	doppio		
combinazione treni	LM/71 + SW/2		
valore caratteristico della forza	Qsk	100	kN
coefficiente di adattamento	a	1.1	
coefficiente di adattamento	a2	1	
Questa forza laterale deve essere sempre combinata con i carichi verticali			
altezza baggioli e apparecchi d'appoggio		0.5	m
altezza impalcato + soletta		2.98	m
armamento		0.8	m
incremento altezza rotaia + alta		0.1	m
valore caratteristico della Forza	Fsk	210	kN
valore caratteristico Momento Tra	Msk	919.8	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 EI2CLVI0104011	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  GRUPPO FERROVIE DELLO STATO ITALIANE			
	Progetto IN17	Lotto 12	Codifica EI2CLVI0104011	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  GRUPPO FERROVIE DELLO STATO ITALIANE			
	Progetto	Lotto	Codifica	
	IN17	12	EI2CLVI0104011	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	6708	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	517.2	kN
momento longitudinale in testa pila	M	258.6	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. $C = c_e \times c_{t,x}$ dove c_e è il fattore di esposizione e $c_{t,x}$ coefficienti di forza

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

ρ indica la densità dell'aria

GENERAL CONTRACTOR  IRICAV2	ALTA SORVEGLIANZA  GRUPPO FERROVIE DELLO STATO ITALIANE			
	Progetto IN17	Lotto 12	Codifica EI2CLVI0104011	B

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

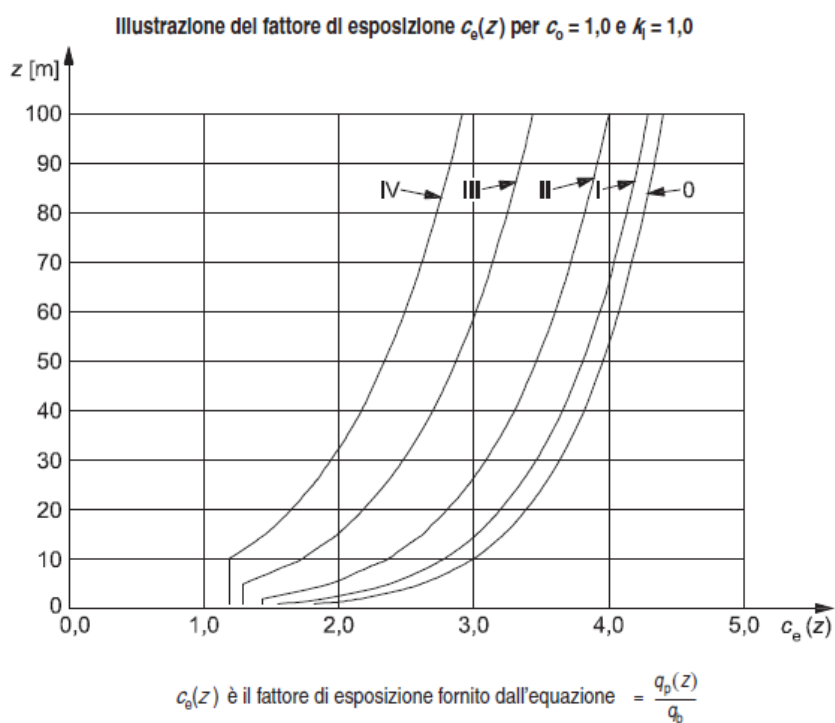


Figura 8 -fattore di esposizione - Eurocodice 1991-1-4

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

	Progetto IN17	Lotto 12	Codifica EI2CLVI0104011	B
--	------------------	-------------	----------------------------	---

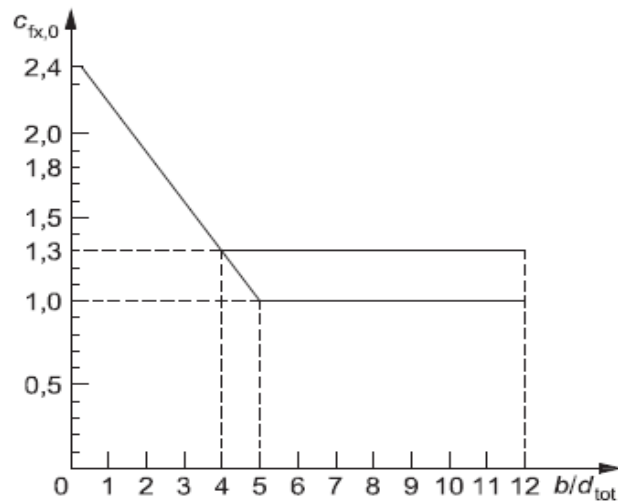


Figura 9 - Fattore di forza trasversale - Eurocodice 1991-1-4

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

dove:

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

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

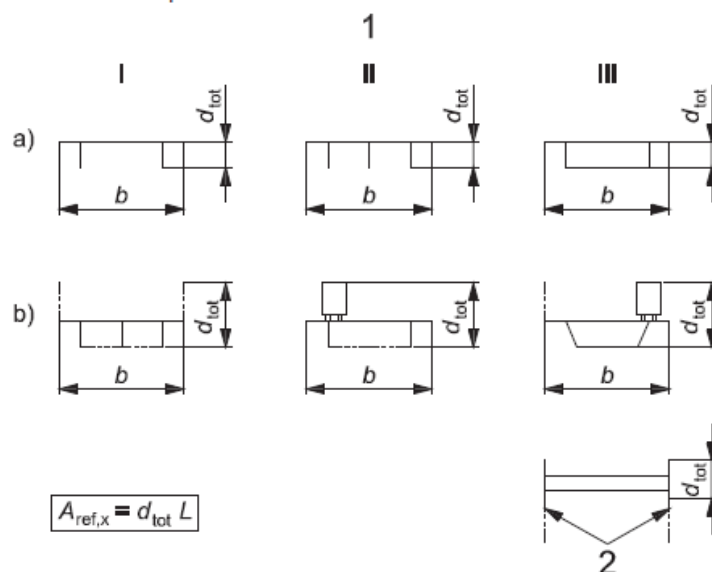


Figura 10 - Area effettiva - Eurocodice 1991-1-4

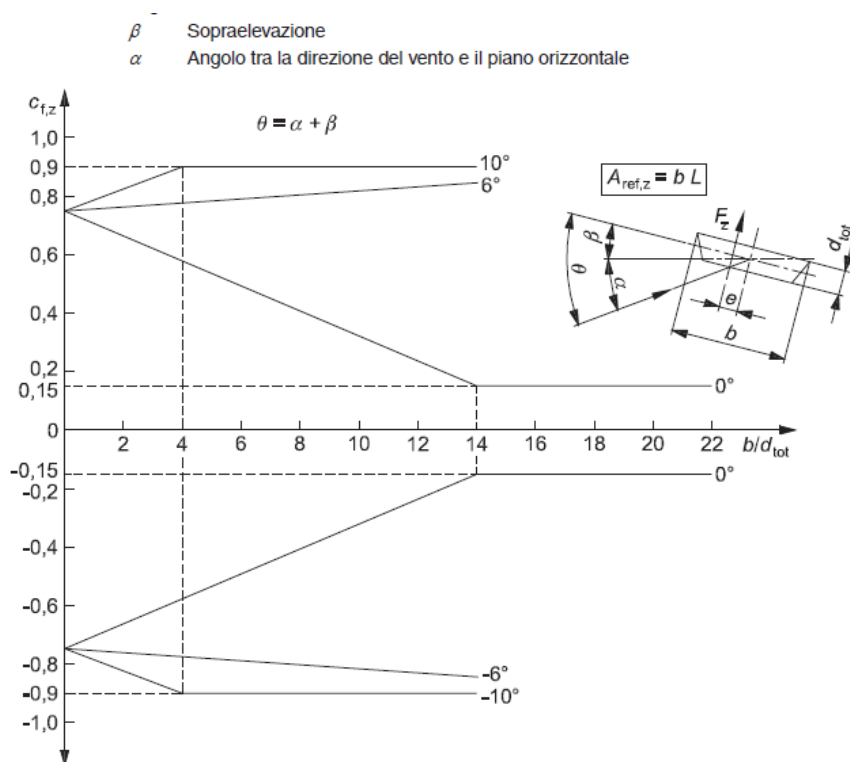


Figura 11 - coefficiente di forza verticale - Eurocodice 1991-1-4

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

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

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

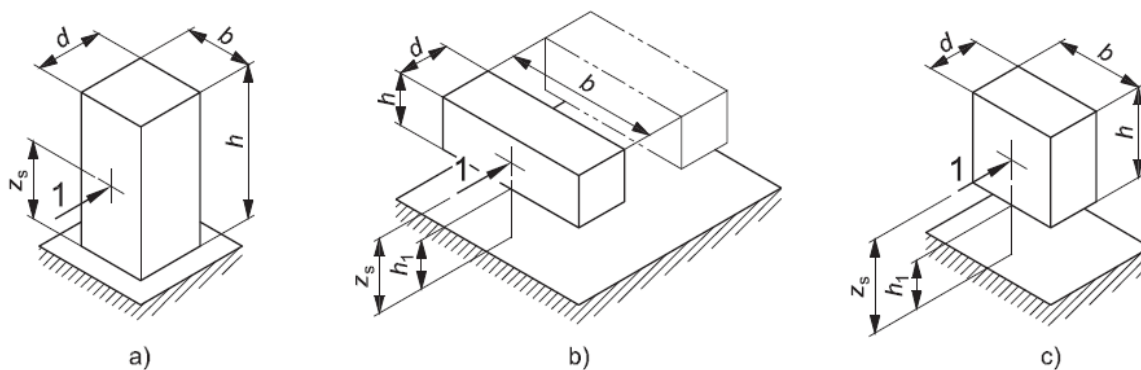


Figura 12 - Altezza di riferimento - Eurocodice 1991-1-4

tab. 3.3.I

Zona **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

EI2CLVI0104011

B

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

6.6.1.1 Impalcato

ponete carico

altezza pila	z1	6.00	m
altezza baggioli e app. d'appoggio	z2	0.50	m
altezza all'intradosso	zint	6.5	m
altezza di riferimento	z	10.3	m
coefficiente di topografia	ct	1	
coefficiente di esposizione	ce	2.37	
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	1042.4	n/m ²
larghezza impalcato	d	13.4	m
altezza impalcato+soletta	z3	2.78	m
armamento	z4	0.80	m
altezza treno	z5a	4	m
altezza barriera	z5b	4	m
altezza di impatto treno o barriera	htot	7.58	m
	d/h	1.77	
coefficiente di forza trasversale	cfx	1.91	
coefficiente di forza trasversale	cfz	0.9	

GENERAL CONTRACTOR  IRICAV2	ALTA SORVEGLIANZA  GRUPPO FERROVIE DELLO STATO ITALIANE		
	Progetto IN17	Lotto 12	Codifica EI2CLVI0104011
			B

forza trasversale	fx	18.9	kN/m
forza equivalente in testa pila	Fx	615.6	kN
momento trasv equivalente in testa pila	Mx	2639.6	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	6.78	m
rapporto geometrico	d/h	1.98	
coefficiente di forza trasversale	cfx	1.86	
coefficiente di forza trasversale	cfz	0.90	
forza trasversale	fx	16.9	kN/m
forza equivalente in testa pila	Fx	550.6	kN
momento trasv equivalente in testa pila	Mx	2140.6	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

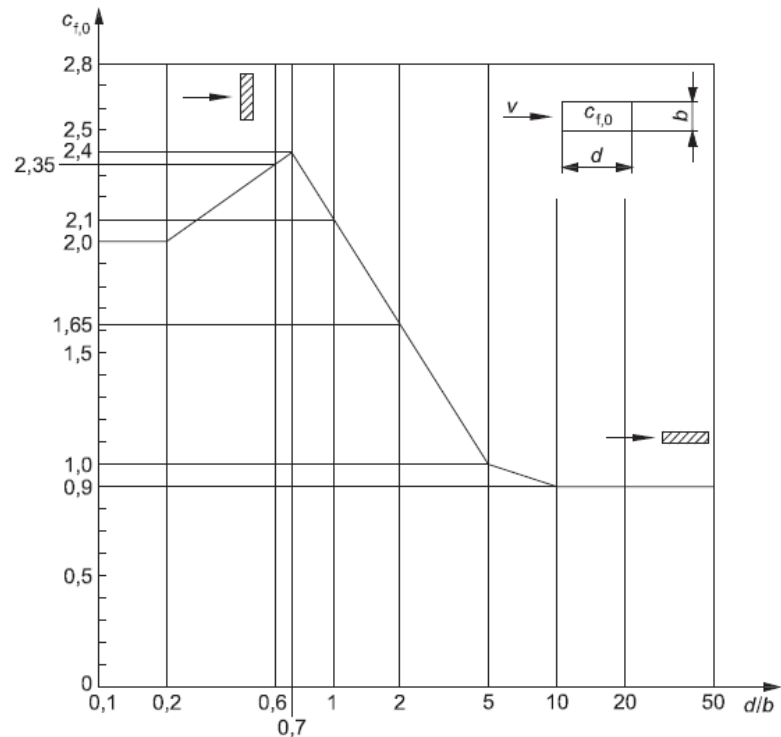


Figura 13 - Correlazione tra dimensioni in sezione dell'elemento e il coefficiente di forma c_{fx0} (figura 7.23 EC1-4)

Fattore di riduzione ψ_r per sezioni quadrate con spigoli arrotondati

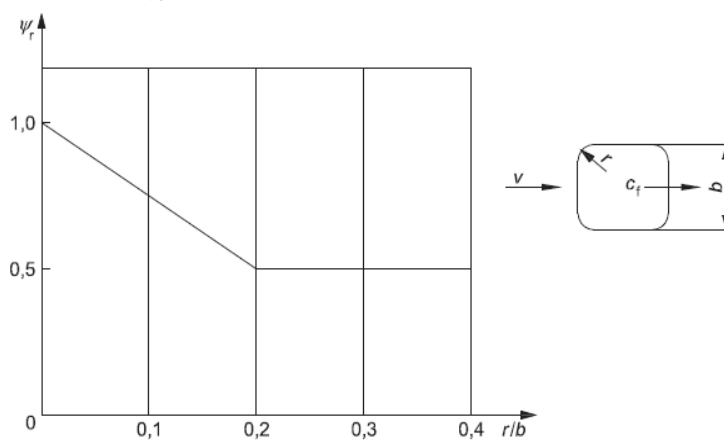


Figura 14 - correlazione tra il raggio di arrotondamento dello spigolo e il fattore riduttivo ψ_r (figura 7.24 EC1-4)



	Progetto	Lotto	Codifica	
	IN17	12	EI2CLVI0104011	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

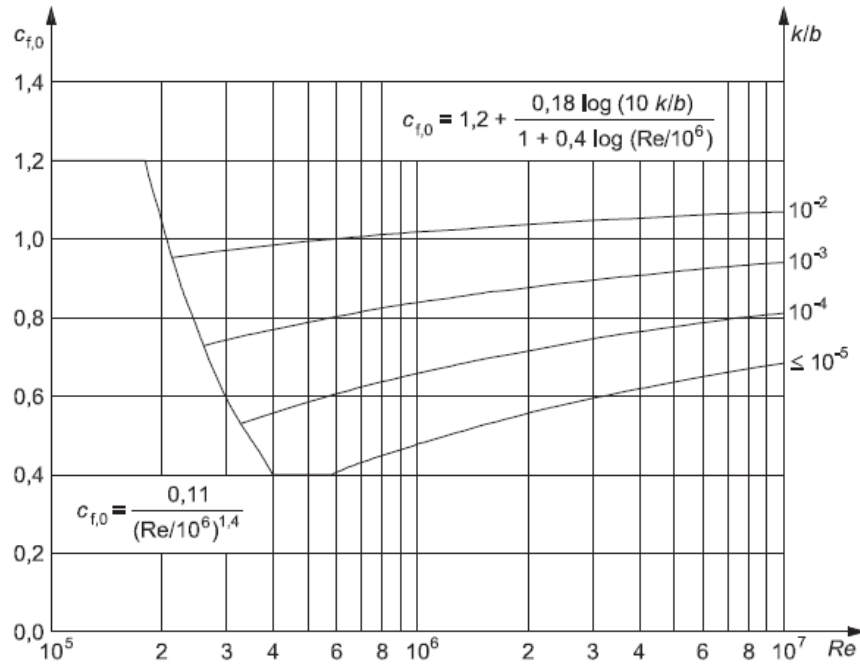


Figura 15 - Fattori di forza pila - Eurocodice 1991-1-4

GENERAL CONTRACTOR



ALTA SORVEGLIANZA



Progetto

Lotto

Codifica

IN17

12

EI2CLVI0104011

B

direzione trasversale

altezza di riferimento	z	6	m
coefficiente di topografia	ct	1	
coefficiente di esposizione	ce	2.04	
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	895.9	n/m ²
		0.90	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	1.68E+06	
materiale pila		cls ruvido	
rugosità equivalente	k	1	mm
rapporto	k/b	2.50E-03	
coefficiente di forza trasversale sez. circ.	cf,0	0.94	
rapporto geometrico	l/b	1.67	
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	54.0	kN
altezza di applicazione sulla pila	h tra	3.1	m

GENERAL CONTRACTOR  IRICAV2	ALTA SORVEGLIANZA  ITALFERR GRUPPO FERROVIE DELLO STATO ITALIANE			
	Progetto IN17	Lotto 12	Codifica EI2CLVI0104011	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	0.64	
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	141.00	kN
altezza di applicazione sulla pila	h lon	3.05	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:

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

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

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

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

GENERAL CONTRACTOR  IRICAV2	ALTA SORVEGLIANZA  ITALFERR GRUPPO FERROVIE DELLO STATO ITALIANE			
	Progetto IN17	Lotto 12	Codifica EI2CLVI0104011	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  IRICAV2	ALTA SORVEGLIANZA  GRUPPO FERROVIE DELLO STATO ITALIANE			
	Progetto IN17	Lotto 12	Codifica EI2CLVI0104011	B

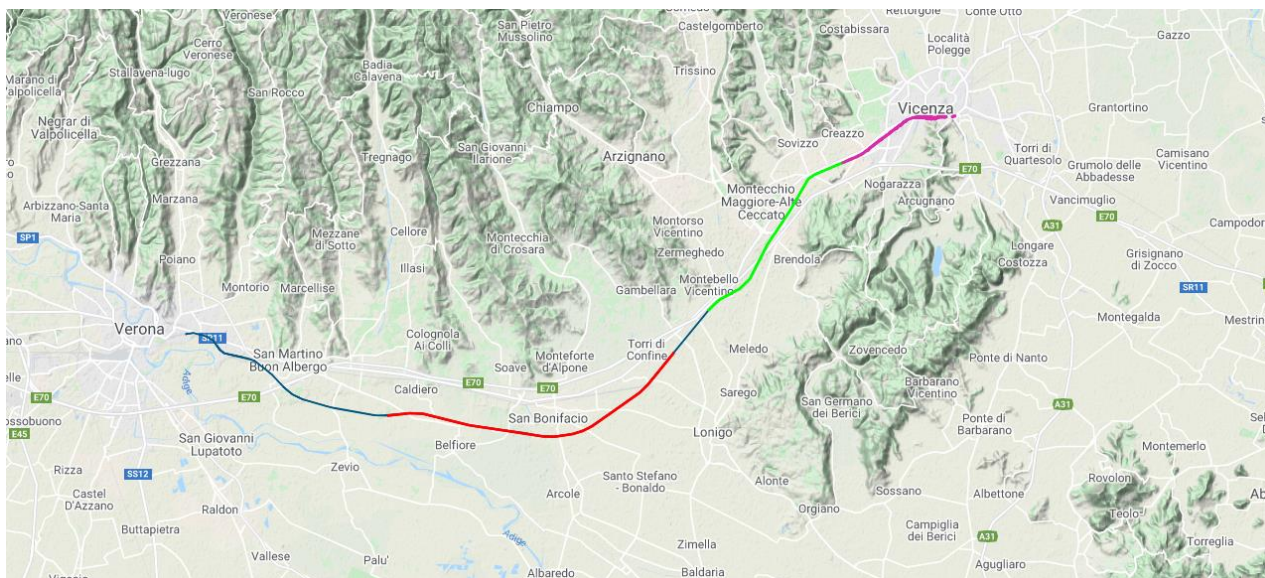


Figura 16 - Individuazione geografica della linea ferroviaria

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 EI2CLVI0104011	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

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"

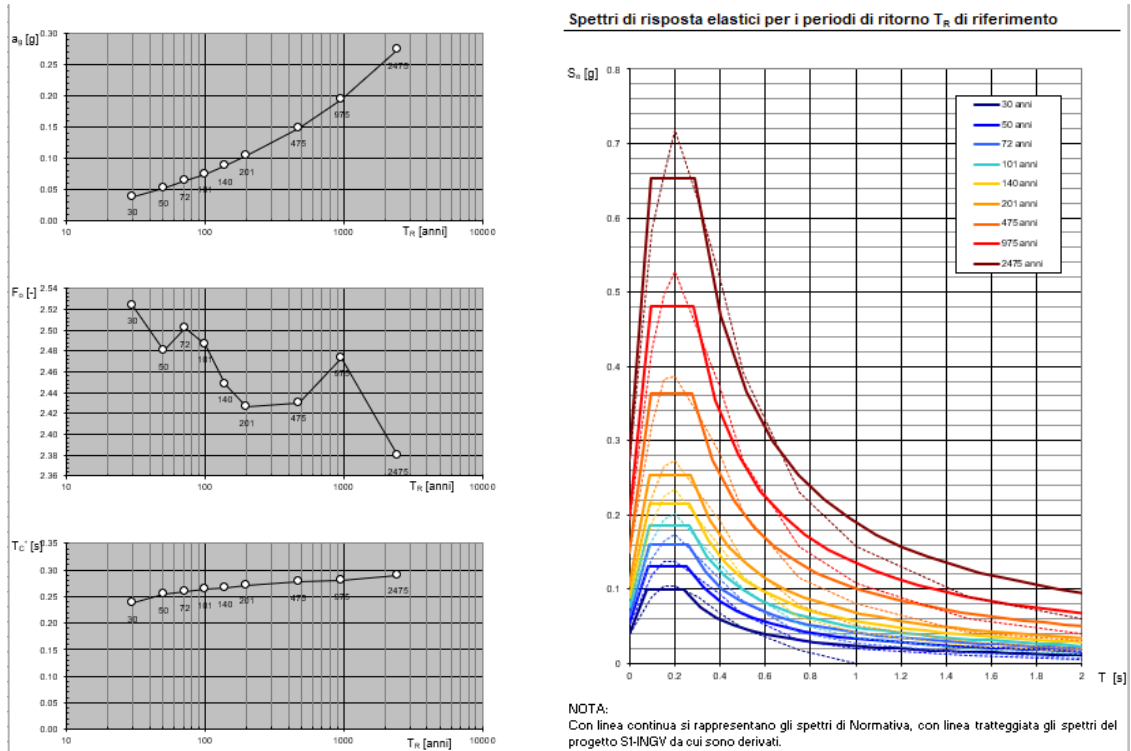


Figura 18 - Parametri di riferimento del sito secondo "Spettri_NTC"

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	EI2CLVI0104011	B

FASE 2. SCELTA DELLA STRATEGIA DI PROGETTAZIONE

Vita nominale della costruzione (in anni) - V_N info

Coefficiente d'uso della costruzione - C_U info

Valori di progetto

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

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

Stati limite di esercizio - SLE

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

Stati limite ultimi - SLU

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

Elaborazioni

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

LEGENDA GRAFICO

--□-- Strategia per costruzioni ordinarie

Strategia di progettazione

INTRO
FASE 1
FASE 2
FASE 3

FASE 3. DETERMINAZIONE DELL'AZIONE DI PROGETTO

Stato Limite

Stato Limite considerato info

Risposta sismica

Categoria di sottosuolo info

Categoria topografica info

$S_B = 1.373$ $C_C = 1.591$ info

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

Compon. orizzontale

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

Spettro di progetto inelastico (SLU) $q_0 = 1.5$ Regol. in altezza info

Compon. verticale

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

Elaborazioni

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

— Spettro di progetto - componente orizzontale

— Spettro di progetto - componente verticale

Spettri di risposta

INTRO
FASE 1
FASE 2
FASE 3

Figura 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 EI2CLVI0104011	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  GRUPPO FERROVIE DELLO STATO ITALIANE			
	Progetto	Lotto	Codifica	
	IN17	12	EI2CLVI0104011	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	15363	kN
massa sismica portata sulla pila	Mimp t	17485	kN
1/5 della massa sismica sulla pila	1/5 Mimp t	3497	kN
massa pila	Mpul	1088	kN
massa pulvino	Mpila	1965	kN
massa efficace pila	Mpe	2327	kN
massa sismica totale da utilizzare dir. Long	Mtot long	19813	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	13547	kN
1/5 della massa sismica sulla pila	Mimp t	15113	kN
massa pila	Mpul	1088	kN
massa pulvino	Mpila	1965	kN
massa efficace pila	Mpe	2327	kN
massa sismica totale da utilizzare dir. Trasv	Mtot tras	17441	kN
<i>verifica requisito di norma</i>	$Mep < 1/5 Mimp$	OK	

GENERAL CONTRACTOR  IRICAV2	ALTA SORVEGLIANZA  ITALFERR GRUPPO FERROVIE DELLO STATO ITALIANE			
	Progetto IN17	Lotto 12	Codifica EI2CLVI0104011	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	13547	kN
1/5 della massa sismica sulla pila	Mimp t	15113	kN
massa pila	Mpul	1088	kN
massa pulvino	Mpila	1965	kN
massa efficace pila	Mpe	2327	kN
massa sismica totale da utilizzare dir. Vert	Mtot vert	17441	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	6.00	m
altezza plinto di fondazione	hf	0.00	m
altezza baggioli ed app. appoggio	hap	0.50	m
altezza equivalente sdof	He	6.50	m
rigidezza flessionale sdof in dir. Trasv	Ktra	5.50E+09	N/m
rigidezza flessionale sdof in dir. Long	Klong	4.06E+09	N/m
rigidezza assiale sdof in dir. Vert	Kvert	3.89E+10	N/m
periodo di vibrare sdof dir. Trasversale	Ttra	0.11	sec
periodo di vibrare sdof dir. Longitudinale	Tlong	0.14	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 EI2CLVI0104011	B

Tabella Riassuntiva	SLV		SLD	
	q=1.5	q=1	q=1	
accelerazione componente trasversale	0.45	0.53	0.29	g
accelerazione componente longitudinale	0.48	0.58	0.32	g
accelerazione componente verticale	0.31	0.31	0.08	g
Sforzo assiale	5354	5354	1399	kN
Taglio Sism testa pila direz. trasversale	7864	9330	4973	kN
Taglio Sism testa pila direz. longitudinale	9503	11501	6433	kN
Momento flessionale trasversale	73677	87414	46595	kN m
Momento flessionale longitudinale	61767	74759	41814	kN m

GENERAL CONTRACTOR  IRICAV2	ALTA SORVEGLIANZA  GRUPPO FERROVIE DELLO STATO ITALIANE			
	Progetto IN17	Lotto 12	Codifica EI2CLVI0104011	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 .

GENERAL CONTRACTOR



ALTA SORVEGLIANZA



Progetto

Lotto

Codifica

IN17

12

EI2CLVI0104011

B

		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  IRICAV2	ALTA SORVEGLIANZA  GRUPPO FERROVIE DELLO STATO ITALIANE			
	Progetto IN17	Lotto 12	Codifica E12CLVI0104011	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

EI2CLVI0104011

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	EI2CLVI0104011			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  ITALFERR GRUPPO FERROVIE DELLO STATO ITALIANE			
	Progetto IN17	Lotto 12	Codifica EI2CLVI0104011	B

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

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

7.1 Caratteristiche di sollecitazioni

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

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

CARATTERISTICHE SOLLECITAZIONI IN TESTA PILA					
combinazione	N	Tlong	Ttrasv	Mlong	Mtrasv
A1_SLU_gr1_Treno_1	30673	2110	1318	4943	10657
A1_SLU_gr2_Scarico_2	20195	171	1318	3265	7494
A1_SLU_gr3_Fre/avv_3	30673	3673	659	5725	6910
A1_SLU_gr1+vento_5	31653	2237	1920	5331	16464
A1_SLU_gr2+vento_6	21175	298	1920	3652	13301
A1_SLU_gr3+vento_7	31653	3800	1261	6112	12716
A1_SLU_vento_gr1_9	20947	212	1004	3582	9678
A1_SLU_vento_gr2_10	20947	212	1004	3582	9678
A1_SLU_vento_gr3_11	20947	212	1004	3582	9678
A1_SLU_Scalz_gr1_13	26129	1168	791	4092	6394
A1_SLU_Scalz_gr2_14	19843	95	791	3130	4497
A1_SLU_Scalz_gr3_15	26129	2105	395	4560	4146
SLE_rar_gr1_Treno_1	21380	1331	909	3320	7350
SLE_rar_gr2_Scarico_2	14155	80	909	2205	5168
SLE_rar_gr3_Fre/avv_3	21380	2408	454	3858	4765
SLE_rar_gr1+vento_5	22034	1415	1311	3578	11221
SLE_rar_gr2+vento_6	14808	164	1311	2463	9040
SLE_rar_gr3+vento_7	22034	2493	856	4117	8637

GENERAL CONTRACTOR					ALTA SORVEGLIANZA  GRUPPO FERROVIE DELLO STATO ITALIANE			
	Progetto	Lotto	Codifica					
	IN17	12	EI2CLVI0104011		B			

SLE_rar_vento_gr1_9	14635	141	670	2429	6452
SLE_rar_vento_gr2_10	14635	141	670	2429	6452
SLE_rar_vento_gr3_11	14635	141	670	2429	6452

SLE_rar_gr4_Centrif_4	18247	1471	545	3127	4410
SLE_rar_gr4+vento_8	18900	1555	947	3386	8281
SLE_rar_vento_gr4_12	14635	141	670	2429	6452

SLE_qp_gr1+vento_33	13547	54	0	2025	0
---------------------	-------	----	---	------	---

E_103x_SLV_q=1.5_45	16719	8472	2044	4367	8227
E_103y_SLV_q=1.5_46	16719	2601	6815	1432	26405
E_103z_SLV_q=1.5_47	20467	2601	2044	1432	8227
E_103x_SLD_q=1_54	15533	5763	1293	3013	5363
E_103y_SLD_q=1_55	15533	1789	4310	1026	16859
E_103z_SLD_q=1_56	16512	1789	1293	1026	5363

CARATTERISTICHE SOLLECITAZIONI IN TESTA PILA

combinazione	N	Tlong	Ttrasv	Mlong	Mtrasv
A1_SLU_gr1_Treno_57	27006	1978	1318	9930	9694
A1_SLU_gr2_Scarico_58	20195	171	1318	3265	7494
A1_SLU_gr3_Fre/avv_59	27006	3541	659	10711	5947
A1_SLU_gr1+vento_61	27986	2105	1920	10317	15501
A1_SLU_gr2+vento_62	21175	298	1920	3652	13301
A1_SLU_gr3+vento_63	27986	3668	1261	11098	11754
A1_SLU_vento_gr1_65	20947	212	1004	3582	9678
A1_SLU_vento_gr2_66	20947	212	1004	3582	9678
A1_SLU_vento_gr3_67	20947	212	1004	3582	9678
A1_SLU_Scalz_gr1_69	23929	1121	791	7099	5816
A1_SLU_Scalz_gr2_70	19843	95	791	3130	4497
A1_SLU_Scalz_gr3_71	23929	2058	395	7568	3568

SLE_rar_gr1_Treno_57	18852	1270	909	6774	6686
SLE_rar_gr2_Scarico_58	14155	80	909	2205	5168
SLE_rar_gr3_Fre/avv_59	18852	2347	454	7312	4101
SLE_rar_gr1+vento_61	19505	1354	1311	7032	10557
SLE_rar_gr2+vento_62	14808	164	1311	2463	9040
SLE_rar_gr3+vento_63	19505	2432	856	7571	7972
SLE_rar_vento_gr1_65	14635	141	670	2429	6452

GENERAL CONTRACTOR  IRICAV2	ALTA SORVEGLIANZA  ITALFERR GRUPPO FERROVIE DELLO STATO ITALIANE			
	Progetto IN17	Lotto 12	Codifica E12CLVI0104011	B

SLE_rar_vento_gr2_66	14635	141	670	2429	6452
SLE_rar_vento_gr3_67	14635	141	670	2429	6452
SLE_rar_gr4_Centrif_60	16730	1434	545	5200	4011
SLE_rar_gr4+vento_64	17383	1519	947	5458	7882
SLE_rar_vento_gr4_68	14635	141	670	2429	6452
SLE_qp_gr1+vento_89	13547	54	0	2025	0
E_103x_SLV_q=1.5_101	16214	8462	2044	5059	8094
E_103y_SLV_q=1.5_102	16214	2591	6815	2124	26272
E_103z_SLV_q=1.5_103	19961	2591	2044	2124	8094
E_103x_SLD_q=1_110	15027	5753	1293	3704	5230
E_103y_SLD_q=1_111	15027	1779	4310	1717	16726
E_103z_SLD_q=1_112	16007	1779	1293	1717	5230

CARATTERISTICHE SOLLECITAZIONI IN TESTA PILA

combinazione	N	Tlong	Ttrasv	Mlong	Mtrasv
A1_SLU_gr1_Treno_113	25444	1922	1318	4674	21900
A1_SLU_gr2_Scarico_114	20195	171	1318	3265	7494
A1_SLU_gr3_Fre/avv_115	25444	3484	659	5455	18152
A1_SLU_gr1+vento_117	26424	2049	1920	5061	27706
A1_SLU_gr2+vento_118	21175	298	1920	3652	13301
A1_SLU_gr3+vento_119	26424	3611	1261	5843	23959
A1_SLU_vento_gr1_121	20947	212	1004	3582	9678
A1_SLU_vento_gr2_122	20947	212	1004	3582	9678
A1_SLU_vento_gr3_123	20947	212	1004	3582	9678
A1_SLU_Scalz_gr1_125	22992	1100	791	3953	13140
A1_SLU_Scalz_gr2_126	19843	95	791	3130	4497
A1_SLU_Scalz_gr3_127	22992	2038	395	4421	10891
SLE_rar_gr1_Treno_113	17774	1244	909	3156	15103
SLE_rar_gr2_Scarico_114	14155	80	909	2205	5168
SLE_rar_gr3_Fre/avv_115	17774	2321	454	3694	12519
SLE_rar_gr1+vento_117	18427	1329	1311	3414	18974
SLE_rar_gr2+vento_118	14808	164	1311	2463	9040
SLE_rar_gr3+vento_119	18427	2406	856	3953	16390
SLE_rar_vento_gr1_121	14635	141	670	2429	6452
SLE_rar_vento_gr2_122	14635	141	670	2429	6452

GENERAL CONTRACTOR  IRICAV2	ALTA SORVEGLIANZA  GRUPPO FERROVIE DELLO STATO ITALIANE			
	Progetto IN17	Lotto 12	Codifica EI2CLVI0104011	B

SLE_rar_vento_gr3_123	14635	141	670	2429	6452
SLE_rar_gr4_Centrif_116	16083	1419	545	3029	9062
SLE_rar_gr4+vento_120	16736	1503	947	3287	12933
SLE_rar_vento_gr4_124	14635	141	670	2429	6452
SLE_qp_gr1+vento_145	13547	54	0	2025	0
E_103x_SLV_q=1.5_157	15998	8457	2044	4336	9777
E_103y_SLV_q=1.5_158	15998	2587	6815	1401	27955
E_103z_SLV_q=1.5_159	19746	2587	2044	1401	9777
E_103x_SLD_q=1_166	14812	5748	1293	2981	6914
E_103y_SLD_q=1_167	14812	1774	4310	994	18410
E_103z_SLD_q=1_168	15791	1774	1293	994	6914

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	34794	2110	1318	17606	18564
A1_SLU_gr2_Scarico_2	24316	171	1318	4289	15401
A1_SLU_gr3_Fre/avv_3	34794	3673	659	27761	10863
A1_SLU_gr1+vento_5	35774	2237	1920	18754	27986
A1_SLU_gr2+vento_6	25296	298	1920	5438	24823
A1_SLU_gr3+vento_7	35774	3800	1261	28910	20285
A1_SLU_vento_gr1_9	25068	212	1004	4851	15704
A1_SLU_vento_gr2_10	25068	212	1004	4851	15704
A1_SLU_vento_gr3_11	25068	212	1004	4851	15704
A1_SLU_Scalz_gr1_13	30250	1168	791	11100	11138
A1_SLU_Scalz_gr2_14	23964	95	791	3699	9241
A1_SLU_Scalz_gr3_15	30250	2105	395	17193	6518
SLE_rar_gr1_Treno_1	24433	1331	909	11303	12803
SLE_rar_gr2_Scarico_2	17207	80	909	2683	10621
SLE_rar_gr3_Fre/avv_3	24433	2408	454	18307	7492
SLE_rar_gr1+vento_5	25086	1415	1311	12069	19084

GENERAL CONTRACTOR  IRICAV2	ALTA SORVEGLIANZA  ITALFERR GRUPPO FERROVIE DELLO STATO ITALIANE			
	Progetto IN17	Lotto 12	Codifica EI2CLVI0104011	B

SLE_rar_gr2+vento_6	17860	164	1311	3449	16903
SLE_rar_gr3+vento_7	25086	2493	856	19072	13773
SLE_rar_vento_gr1_9	17688	141	670	3275	10469
SLE_rar_vento_gr2_10	17688	141	670	3275	10469
SLE_rar_vento_gr3_11	17688	141	670	3275	10469
SLE_rar_gr4_Centrif_4	21299	1471	545	11952	7682
SLE_rar_gr4+vento_8	21953	1555	947	12718	13963
SLE_rar_vento_gr4_12	17688	141	670	3275	10469
SLE_qp_gr1+vento_33	16599	54	0	2350	0
E_103x_SLV_q=1.5_45	19772	9588	2359	63939	22539
E_103y_SLV_q=1.5_46	19772	2936	7864	20702	74113
E_103z_SLV_q=1.5_47	23520	2936	2359	20702	22539
E_103x_SLD_q=1_54	18586	6519	1492	43987	14415
E_103y_SLD_q=1_55	18586	2015	4973	14717	47031
E_103z_SLD_q=1_56	19565	2015	1492	14717	14415

CARATTERISTICHE SOLLECITAZIONI BASE PILA

combinazione	N	Tlong	Ttrasv	Mlong	Mtrasv
A1_SLU_gr1_Treno_57	31127	1978	1318	21800	17601
A1_SLU_gr2_Scarico_58	24316	171	1318	4289	15401
A1_SLU_gr3_Fre/avv_59	31127	3541	659	31955	9900
A1_SLU_gr1+vento_61	32107	2105	1920	22949	27023
A1_SLU_gr2+vento_62	25296	298	1920	5438	24823
A1_SLU_gr3+vento_63	32107	3668	1261	33104	19322
A1_SLU_vento_gr1_65	25068	212	1004	4851	15704
A1_SLU_vento_gr2_66	25068	212	1004	4851	15704
A1_SLU_vento_gr3_67	25068	212	1004	4851	15704
A1_SLU_Scalz_gr1_69	28050	1121	791	13823	10560
A1_SLU_Scalz_gr2_70	23964	95	791	3699	9241
A1_SLU_Scalz_gr3_71	28050	2058	395	19916	5940
SLE_rar_gr1_Treno_57	21904	1270	909	14393	12138
SLE_rar_gr2_Scarico_58	17207	80	909	2683	10621
SLE_rar_gr3_Fre/avv_59	21904	2347	454	21397	6828
SLE_rar_gr1+vento_61	22558	1354	1311	15159	18420
SLE_rar_gr2+vento_62	17860	164	1311	3449	16903

GENERAL CONTRACTOR  IRICAV2	ALTA SORVEGLIANZA  ITALFERR GRUPPO FERROVIE DELLO STATO ITALIANE			
	Progetto IN17	Lotto 12	Codifica EI2CLVI0104011	B

SLE_rar_gr3+vento_63	22558	2432	856	22162	13109
SLE_rar_vento_gr1_65	17688	141	670	3275	10469
SLE_rar_vento_gr2_66	17688	141	670	3275	10469
SLE_rar_vento_gr3_67	17688	141	670	3275	10469

SLE_rar_gr4_Centrif_60	19782	1434	545	13806	7283
SLE_rar_gr4+vento_64	20436	1519	947	14572	13564
SLE_rar_vento_gr4_68	17688	141	670	3275	10469

SLE_qp_gr1+vento_89	16599	54	0	2350	0
---------------------	-------	----	---	------	---

E_103x_SLV_q=1.5_101	19266	9578	2359	64631	22406
E_103y_SLV_q=1.5_102	19266	2926	7864	21394	73980
E_103z_SLV_q=1.5_103	23014	2926	2359	21394	22406
E_103x_SLD_q=1_110	18080	6508	1492	44679	14282
E_103y_SLD_q=1_111	18080	2005	4973	15408	46898
E_103z_SLD_q=1_112	19059	2005	1492	15408	14282

CARATTERISTICHE SOLLECITAZIONI BASE PILA

combinazione	N	Tlong	Ttrasv	Mlong	Mtrasv
A1_SLU_gr1_Treno_113	29565	1922	1318	16207	29806
A1_SLU_gr2_Scarico_114	24316	171	1318	4289	15401
A1_SLU_gr3_Fre/avv_115	29565	3484	659	26362	22106
A1_SLU_gr1+vento_117	30545	2049	1920	17355	39228
A1_SLU_gr2+vento_118	25296	298	1920	5438	24823
A1_SLU_gr3+vento_119	30545	3611	1261	27511	31528
A1_SLU_vento_gr1_121	25068	212	1004	4851	15704
A1_SLU_vento_gr2_122	25068	212	1004	4851	15704
A1_SLU_vento_gr3_123	25068	212	1004	4851	15704
A1_SLU_Scalz_gr1_125	27113	1100	791	10555	17884
A1_SLU_Scalz_gr2_126	23964	95	791	3699	9241
A1_SLU_Scalz_gr3_127	27113	2038	395	16648	13263

SLE_rar_gr1_Treno_113	20827	1244	909	10620	20556
SLE_rar_gr2_Scarico_114	17207	80	909	2683	10621
SLE_rar_gr3_Fre/avv_115	20827	2321	454	17623	15245
SLE_rar_gr1+vento_117	21480	1329	1311	11385	26837
SLE_rar_gr2+vento_118	17860	164	1311	3449	16903
SLE_rar_gr3+vento_119	21480	2406	856	18389	21527

GENERAL CONTRACTOR					ALTA SORVEGLIANZA  GRUPPO FERROVIE DELLO STATO ITALIANE			
	Progetto	Lotto	Codifica					
	IN17	12	EI2CLVI0104011		B			

SLE_rar_vento_gr1_121	17688	141	670	3275	10469
SLE_rar_vento_gr2_122	17688	141	670	3275	10469
SLE_rar_vento_gr3_123	17688	141	670	3275	10469
SLE_rar_gr4_Centrif_116	19136	1419	545	11542	12334
SLE_rar_gr4+vento_120	19789	1503	947	12308	18615
SLE_rar_vento_gr4_124	17688	141	670	3275	10469
SLE_qp_gr1+vento_145	16599	54	0	2350	0
E_103x_SLV_q=1.5_157	19051	9574	2359	63908	24090
E_103y_SLV_q=1.5_158	19051	2922	7864	20671	75664
E_103z_SLV_q=1.5_159	22798	2922	2359	20671	24090
E_103x_SLD_q=1_166	17864	6504	1492	43955	15965
E_103y_SLD_q=1_167	17864	2001	4973	14685	48582
E_103z_SLD_q=1_168	18844	2001	1492	14685	15965

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	57825	2110	1318	22881	21858
A1_SLU_gr2_Scarico_2	47348	171	1318	4716	18695
A1_SLU_gr3_Fre/avv_3	57825	3673	659	36943	12510
A1_SLU_gr1+vento_5	58805	2237	1920	24347	32787
A1_SLU_gr2+vento_6	48328	298	1920	6182	29624
A1_SLU_gr3+vento_7	58805	3800	1261	38409	23439
A1_SLU_vento_gr1_9	48099	212	1004	5380	18214
A1_SLU_vento_gr2_10	48099	212	1004	5380	18214
A1_SLU_vento_gr3_11	48099	212	1004	5380	18214
A1_SLU_Scalz_gr1_13	46956	1168	791	14020	13115
A1_SLU_Scalz_gr2_14	40670	95	791	3936	11217
A1_SLU_Scalz_gr3_15	46956	2105	395	22457	7506
SLE_rar_gr1_Treno_1	41493	1331	909	14629	15074
SLE_rar_gr2_Scarico_2	34268	80	909	2882	12893

GENERAL CONTRACTOR  IRICAV2	ALTA SORVEGLIANZA  ITALFERR GRUPPO FERROVIE DELLO STATO ITALIANE			
	Progetto IN17	Lotto 12	Codifica EI2CLVI0104011	B

SLE_rar_gr3_Fre/avv_3	41493	2408	454	24327	8628
SLE_rar_gr1+vento_5	42147	1415	1311	15607	22360
SLE_rar_gr2+vento_6	34921	164	1311	3859	20179
SLE_rar_gr3+vento_7	42147	2493	856	25304	15914
SLE_rar_vento_gr1_9	34748	141	670	3627	12143
SLE_rar_vento_gr2_10	34748	141	670	3627	12143
SLE_rar_vento_gr3_11	34748	141	670	3627	12143

SLE_rar_gr4_Centrif_4	0	0	38360	1471	545
SLE_rar_gr4+vento_8	0	0	39013	1555	947
SLE_rar_vento_gr4_12	0	0	34748	141	670

SLE_qp_gr1+vento_33	33660	54	0	2486	0
---------------------	-------	----	---	------	---

E_103x_SLV_q=1.5_45	37564	13391	3500	92662	29863
E_103y_SLV_q=1.5_46	37564	4077	11666	29469	98526
E_103z_SLV_q=1.5_47	43018	4077	3500	29469	29863
E_103x_SLD_q=1_54	35837	8213	2000	62401	18780
E_103y_SLD_q=1_55	35837	2524	6668	20390	61583
E_103z_SLD_q=1_56	37261	2524	2000	20390	18780

CARATTERISTICHE SOLLECITAZIONI BASE FONDAZIONE

combinazione	N	Tlong	Ttrasv	Mlong	Mtrasv
A1_SLU_gr1_Treno_57	54159	1978	1318	26746	20895
A1_SLU_gr2_Scarico_58	47348	171	1318	4716	18695
A1_SLU_gr3_Fre/avv_59	54159	3541	659	40807	11547
A1_SLU_gr1+vento_61	55139	2105	1920	28212	31824
A1_SLU_gr2+vento_62	48328	298	1920	6182	29624
A1_SLU_gr3+vento_63	55139	3668	1261	42273	22476
A1_SLU_vento_gr1_65	48099	212	1004	5380	18214
A1_SLU_vento_gr2_66	48099	212	1004	5380	18214
A1_SLU_vento_gr3_67	48099	212	1004	5380	18214
A1_SLU_Scalz_gr1_69	44757	1121	791	16624	12537
A1_SLU_Scalz_gr2_70	40670	95	791	3936	11217
A1_SLU_Scalz_gr3_71	44757	2058	395	25061	6928

SLE_rar_gr1_Treno_57	38965	1270	909	17567	14410
SLE_rar_gr2_Scarico_58	34268	80	909	2882	12893
SLE_rar_gr3_Fre/avv_59	38965	2347	454	27265	7964

GENERAL CONTRACTOR  IRICAV2	ALTA SORVEGLIANZA  ITALFERR GRUPPO FERROVIE DELLO STATO ITALIANE			
	Progetto IN17	Lotto 12	Codifica EI2CLVI0104011	B

SLE_rar_gr1+vento_61	39618	1354	1311	18545	21696
SLE_rar_gr2+vento_62	34921	164	1311	3859	20179
SLE_rar_gr3+vento_63	39618	2432	856	28242	15250
SLE_rar_vento_gr1_65	34748	141	670	3627	12143
SLE_rar_vento_gr2_66	34748	141	670	3627	12143
SLE_rar_vento_gr3_67	34748	141	670	3627	12143

SLE_rar_gr4_Centrif_60	36843	1434	545	17392	8646
SLE_rar_gr4+vento_64	37496	1519	947	18370	15932
SLE_rar_vento_gr4_68	34748	141	670	3627	12143

SLE_qp_gr1+vento_89	33660	54	0	2486	0
---------------------	-------	----	---	------	---

E_103x_SLV_q=1.5_101	37058	13380	3500	93329	29730
E_103y_SLV_q=1.5_102	37058	4067	11666	30136	98393
E_103z_SLV_q=1.5_103	42512	4067	3500	30136	29730
E_103x_SLD_q=1_110	35331	8203	2000	63067	18647
E_103y_SLD_q=1_111	35331	2514	6668	21057	61450
E_103z_SLD_q=1_112	36755	2514	2000	21057	18647

CARATTERISTICHE SOLLECITAZIONI BASE FONDAZIONE

combinazione	N	Tlong	Ttrasv	Mlong	Mtrasv
A1_SLU_gr1_Treno_113	52596	1922	1318	21012	33100
A1_SLU_gr2_Scarico_114	47348	171	1318	4716	18695
A1_SLU_gr3_Fre/avv_115	52596	3484	659	35073	23753
A1_SLU_gr1+vento_117	53576	2049	1920	22478	44029
A1_SLU_gr2+vento_118	48328	298	1920	6182	29624
A1_SLU_gr3+vento_119	53576	3611	1261	36539	34682
A1_SLU_vento_gr1_121	48099	212	1004	5380	18214
A1_SLU_vento_gr2_122	48099	212	1004	5380	18214
A1_SLU_vento_gr3_123	48099	212	1004	5380	18214
A1_SLU_Scalz_gr1_125	43819	1100	791	13305	19860
A1_SLU_Scalz_gr2_126	40670	95	791	3936	11217
A1_SLU_Scalz_gr3_127	43819	2038	395	21742	14252

SLE_rar_gr1_Treno_113	37887	1244	909	13730	22828
SLE_rar_gr2_Scarico_114	34268	80	909	2882	12893
SLE_rar_gr3_Fre/avv_115	37887	2321	454	23427	16381
SLE_rar_gr1+vento_117	38540	1329	1311	14707	30114

GENERAL CONTRACTOR  IRICAV2	ALTA SORVEGLIANZA  ITALFERR GRUPPO FERROVIE DELLO STATO ITALIANE			
	Progetto IN17	Lotto 12	Codifica EI2CLVI0104011	B

SLE_rar_gr2+vento_118	34921	164	1311	3859	20179
SLE_rar_gr3+vento_119	38540	2406	856	24404	23667
SLE_rar_vento_gr1_121	34748	141	670	3627	12143
SLE_rar_vento_gr2_122	34748	141	670	3627	12143
SLE_rar_vento_gr3_123	34748	141	670	3627	12143

SLE_rar_gr4_Centrif_116	36196	1419	545	15090	13697
SLE_rar_gr4+vento_120	36849	1503	947	16067	20983
SLE_rar_vento_gr4_124	34748	141	670	3627	12143

SLE_qp_gr1+vento_145	33660	54	0	2486	0
----------------------	-------	----	---	------	---

E_103x_SLV_q=1.5_157	36843	13376	3500	92595	31414
E_103y_SLV_q=1.5_158	36843	4063	11666	29402	100077
E_103z_SLV_q=1.5_159	42297	4063	3500	29402	31414
E_103x_SLD_q=1_166	35115	8198	2000	62333	20331
E_103y_SLD_q=1_167	35115	2509	6668	20323	63133
E_103z_SLD_q=1_168	36539	2509	2000	20323	20331

GENERAL CONTRACTOR  IRICAV2	ALTA SORVEGLIANZA  ITALFERR GRUPPO FERROVIE DELLO STATO ITALIANE			
	Progetto IN17	Lotto 12	Codifica EI2CLVI0104011	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 16 interasse 20 cm ⁽¹⁾	Φ 16/15	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⁾ P3: in direzione longitudinale sono presenti 8 bracci, mentre in direzione trasversale 4 bracci;

P4: in direzione longitudinale sono presenti 10 bracci, mentre in direzione trasversale 4 bracci;

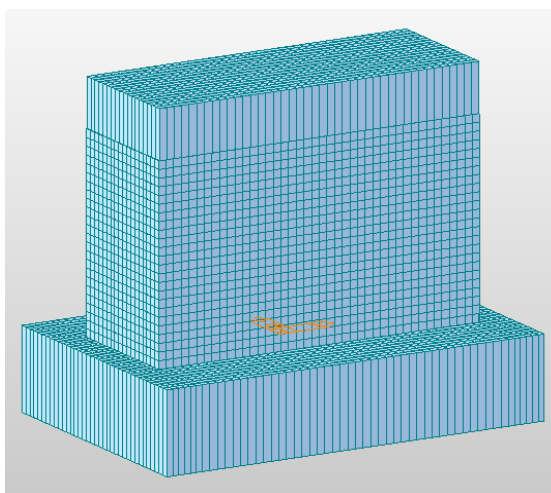
Da P51 a P54: in direzione longitudinale sono presenti 6 bracci, mentre in direzione trasversale 4 bracci

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 EI2CLVI0104011	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.

GENERAL CONTRACTOR  IRICAV2	ALTA SORVEGLIANZA  GRUPPO FERROVIE DELLO STATO ITALIANE			
	Progetto IN17	Lotto 12	Codifica EI2CLVI0104011	B

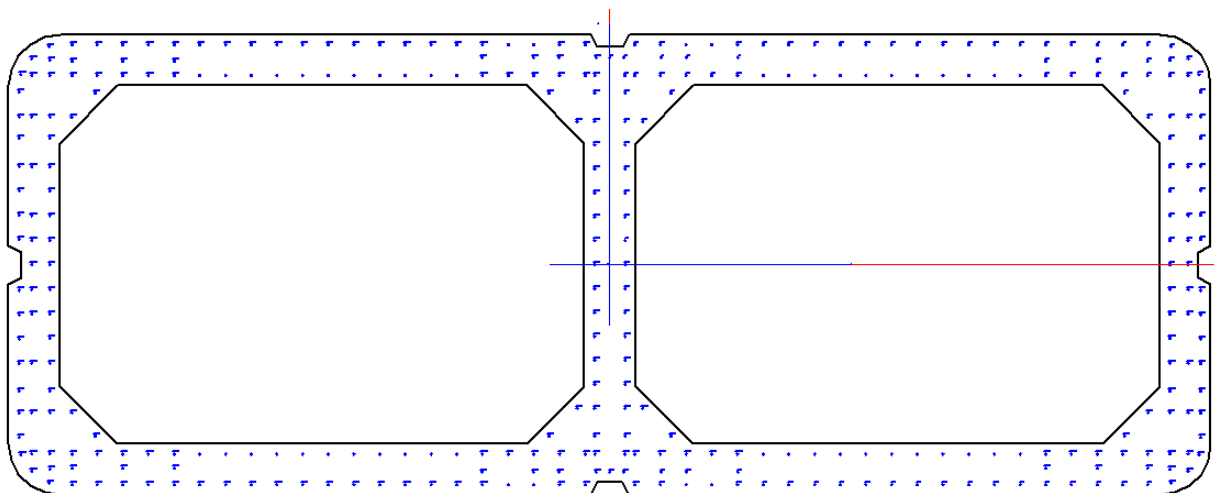


Figura 22 - Sezione implementata in RC-SEC

DATI GENERALI SEZIONE GENERICA IN C.A.
NOME SEZIONE: VI01_P51_H5.5_CAP-Misto4_f14

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

CARATTERISTICHE DI RESISTENZA DEI MATERIALI IMPIEGATI

CALCESTRUZZO -	Classe:	C32/40
	Resis. compr. di progetto fcd:	18.1 MPa
	Def.unit. max resistenza ec2:	0.0020
	Def.unit. ultima ecu:	0.0035
	Diagramma tensione-deformaz.:	Parabola-Rettangolo
	Modulo Elastico Normale Ec:	33346.0 MPa
	Resis. media a trazione fctm:	3.02 MPa
	Coeff. Omogen. S.L.E.:	15.00
	Sc limite S.L.E. comb. Rare:	17.6 MPa
	Sc limite S.L.E. comb. Frequenti:	17.6 MPa
	Ap.Fessure limite S.L.E. comb. Frequenti:	0.200 mm
	Sc limite S.L.E. comb. Q.Permanenti:	12.8 MPa
	Ap.Fess.limite S.L.E. comb. Q.Perm.:	0.200 mm
ACCIAIO -	Tipo:	B450C
	Resist. caratt. snervam. fyk:	450.0 MPa
	Resist. caratt. rottura ftk:	450.0 MPa
	Resist. snerv. di progetto fyd:	391.3 MPa
	Resist. ultima di progetto ftd:	391.3 MPa
	Deform. ultima di progetto Epu:	0.068

GENERAL CONTRACTOR



ALTA SORVEGLIANZA



Progetto

Lotto

Codifica

IN17

12

EI2CLVI0104011

B

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	-460.0	10.0
2	-470.0	15.0
3	-470.0	140.0
4	-468.0	152.4
5	-462.4	163.5
6	-453.5	172.4
7	-442.4	178.0
8	-430.0	180.0
9	-15.0	180.0
10	-10.0	170.0
11	10.0	170.0
12	15.0	180.0
13	430.0	180.0
14	442.4	178.0
15	453.5	172.4
16	462.4	163.5
17	468.0	152.4
18	470.0	140.0
19	470.0	15.0
20	460.0	10.0
21	460.0	-10.0
22	470.0	-15.0
23	470.0	-140.0
24	468.0	-152.4
25	462.4	-163.5
26	453.5	-172.4
27	442.4	-178.0
28	430.0	-180.0
29	15.0	-180.0
30	10.0	-170.0
31	-10.0	-170.0
32	-15.0	-180.0
33	-430.0	-180.0
34	-442.4	-178.0
35	-453.5	-172.4
36	-462.4	-163.5
37	-468.0	-152.4
38	-470.0	-140.0
39	-470.0	-15.0
40	-460.0	-10.0

DOMINIO N° 2

Forma del Dominio:

Poligonale vuoto

Classe Calcestruzzo:

C32/40

GENERAL CONTRACTOR



ALTA SORVEGLIANZA



Progetto

Lotto

Codifica

IN17

12

EI2CLVI0104011

B

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

DOMINIO N° 3

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

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

DATI BARRE ISOLATE

N°Barra	X [cm]	Y [cm]	DiamØ[mm]
1	452.0	-161.2	14.0
2	438.5	-169.9	14.0
3	460.0	-148.5	14.0
4	-452.0	-161.2	14.0
5	-438.5	-169.9	14.0
6	-460.0	-148.5	14.0
7	452.0	161.2	14.0
8	438.5	169.9	14.0
9	460.0	148.5	14.0
10	461.6	-20.2	14.0
11	461.6	20.2	14.0
12	-461.6	20.2	14.0
13	-461.6	-20.2	14.0
14	20.2	-171.6	14.0
15	-20.2	-171.6	14.0
16	20.2	171.6	14.0
17	-25.4	112.3	14.0
18	-47.4	134.3	14.0
19	-424.6	112.3	14.0
20	-402.6	134.3	14.0
21	-424.6	-112.3	14.0
22	-402.6	-134.3	14.0
23	424.6	112.3	14.0
24	402.6	134.3	14.0
25	25.4	112.3	14.0
26	47.4	134.3	14.0
27	424.6	-112.3	14.0
28	402.6	-134.3	14.0
29	25.4	-112.3	14.0

GENERAL CONTRACTOR



ALTA SORVEGLIANZA



Progetto	Lotto	Codifica	
IN17	12	EI2CLVI0104011	B

30	47.4	-134.3	14.0
31	-340.7	-159.1	14.0
32	-380.9	-159.1	14.0
33	-420.3	-159.1	14.0
34	-438.4	-159.9	14.0
35	-438.4	-115.5	14.0
36	-452.0	-115.5	14.0
37	-461.6	-115.6	14.0
38	-438.4	-98.8	14.0
39	-461.6	-98.8	14.0
40	-461.6	-135.0	14.0
41	-438.4	-148.2	14.0
42	-461.6	-39.0	14.0
43	-461.6	-58.0	14.0
44	-461.6	-77.0	14.0
45	-452.0	-148.2	14.0
46	-452.0	-76.8	14.0
47	-451.6	-38.4	14.0
48	-451.6	-19.2	14.0
49	-438.4	-76.8	14.0
50	-438.4	-57.6	14.0
51	-438.4	-38.4	14.0
52	-438.4	-19.2	14.0
53	-11.4	-148.4	14.0
54	-25.4	-112.3	14.0
55	-47.4	-134.3	14.0
56	-11.6	-134.0	14.0
57	-11.6	-112.1	14.0
58	-11.6	-93.5	14.0
59	-11.6	-74.8	14.0
60	-11.6	-56.1	14.0
61	-11.6	-37.4	14.0
62	-19.3	-148.4	14.0
63	-39.4	-148.4	14.0
64	-59.5	-148.4	14.0
65	-79.6	-148.4	14.0
66	-99.7	-148.4	14.0
67	-340.7	-148.4	14.0
68	-360.8	-148.4	14.0
69	-380.9	-148.4	14.0
70	-401.0	-148.4	14.0
71	-420.3	-148.4	14.0
72	-39.4	-171.6	14.0
73	-99.7	-171.6	14.0
74	-119.8	-171.6	14.0
75	-139.8	-171.6	14.0
76	-159.9	-171.6	14.0
77	-180.0	-171.6	14.0
78	-200.1	-171.6	14.0
79	-220.2	-171.6	14.0
80	-240.3	-171.6	14.0
81	-260.4	-171.6	14.0
82	-280.5	-171.6	14.0
83	-300.5	-171.6	14.0
84	-320.6	-171.6	14.0
85	-340.7	-171.6	14.0
86	-360.8	-171.6	14.0
87	-380.9	-171.6	14.0
88	-401.0	-171.6	14.0

GENERAL CONTRACTOR



ALTA SORVEGLIANZA



Progetto	Lotto	Codifica	
IN17	12	EI2CLVI0104011	B

89	-420.3	-171.6	14.0
90	-99.9	-161.6	14.0
91	-59.9	-161.6	14.0
92	-40.0	-161.6	14.0
93	-11.0	-161.6	14.0
94	-11.6	-18.7	14.0
95	-340.7	159.1	14.0
96	-380.9	159.1	14.0
97	-420.3	159.1	14.0
98	-438.4	159.9	14.0
99	-452.0	161.2	14.0
100	-438.5	169.9	14.0
101	-460.0	148.5	14.0
102	-438.4	115.5	14.0
103	-451.6	115.5	14.0
104	-461.6	115.6	14.0
105	-438.4	98.8	14.0
106	-461.6	98.8	14.0
107	-461.6	135.0	14.0
108	-438.4	148.2	14.0
109	-461.6	39.0	14.0
110	-461.6	58.0	14.0
111	-461.6	77.0	14.0
112	-452.0	148.2	14.0
113	-451.6	76.8	14.0
114	-451.6	38.4	14.0
115	-451.6	19.2	14.0
116	-451.6	0.0	14.0
117	-438.4	76.8	14.0
118	-438.4	57.6	14.0
119	-438.4	38.4	14.0
120	-438.4	19.2	14.0
121	-438.4	0.0	14.0
122	-11.4	148.4	14.0
123	-11.6	134.0	14.0
124	-11.6	112.1	14.0
125	-11.6	93.5	14.0
126	-11.6	74.8	14.0
127	-11.6	56.1	14.0
128	-11.6	37.4	14.0
129	-11.6	0.0	14.0
130	-19.3	148.4	14.0
131	-39.4	148.4	14.0
132	-59.5	148.4	14.0
133	-79.6	148.4	14.0
134	-99.7	148.4	14.0
135	-340.7	148.4	14.0
136	-360.8	148.4	14.0
137	-380.9	148.4	14.0
138	-401.0	148.4	14.0
139	-420.3	148.4	14.0
140	-20.2	171.6	14.0
141	-39.4	171.6	14.0
142	-99.7	171.6	14.0
143	-119.8	171.6	14.0
144	-139.8	171.6	14.0
145	-159.9	171.6	14.0
146	-180.0	171.6	14.0
147	-200.1	171.6	14.0

GENERAL CONTRACTOR  IRICAV2	ALTA SORVEGLIANZA  ITALFERR GRUPPO FERROVIE DELLO STATO ITALIANE		
	Progetto IN17	Lotto 12	Codifica EI2CLVI0104011 B

148	-220.2	171.6	14.0
149	-240.3	171.6	14.0
150	-260.4	171.6	14.0
151	-280.5	171.6	14.0
152	-300.5	171.6	14.0
153	-320.6	171.6	14.0
154	-340.7	171.6	14.0
155	-360.8	171.6	14.0
156	-380.9	171.6	14.0
157	-401.0	171.6	14.0
158	-420.3	171.6	14.0
159	-99.9	161.6	14.0
160	-59.9	161.6	14.0
161	-40.0	161.6	14.0
162	-11.0	161.6	14.0
163	-11.6	18.7	14.0
164	340.7	-159.1	14.0
165	380.9	-159.1	14.0
166	420.3	-159.1	14.0
167	438.4	-159.9	14.0
168	438.4	-115.5	14.0
169	451.6	-115.5	14.0
170	461.6	-115.6	14.0
171	438.4	-98.8	14.0
172	461.6	-98.8	14.0
173	461.6	-135.0	14.0
174	438.4	-148.2	14.0
175	461.6	-39.0	14.0
176	461.6	-58.0	14.0
177	461.6	-77.0	14.0
178	452.0	-148.2	14.0
179	451.6	-76.8	14.0
180	451.6	-38.4	14.0
181	451.6	-19.2	14.0
182	438.4	-76.8	14.0
183	438.4	-57.6	14.0
184	438.4	-38.4	14.0
185	438.4	-19.2	14.0
186	11.4	-148.4	14.0
187	11.6	-134.0	14.0
188	11.6	-112.1	14.0
189	11.6	-93.5	14.0
190	11.6	-74.8	14.0
191	11.6	-56.1	14.0
192	11.6	-37.4	14.0
193	19.3	-148.4	14.0
194	39.4	-148.4	14.0
195	59.5	-148.4	14.0
196	79.6	-148.4	14.0
197	99.7	-148.4	14.0
198	340.7	-148.4	14.0
199	360.8	-148.4	14.0
200	380.9	-148.4	14.0
201	401.0	-148.4	14.0
202	420.3	-148.4	14.0
203	39.4	-171.6	14.0
204	99.7	-171.6	14.0
205	119.8	-171.6	14.0
206	139.8	-171.6	14.0

GENERAL CONTRACTOR



ALTA SORVEGLIANZA



Progetto	Lotto	Codifica	
IN17	12	EI2CLVI0104011	B

207	159.9	-171.6	14.0
208	180.0	-171.6	14.0
209	200.1	-171.6	14.0
210	220.2	-171.6	14.0
211	240.3	-171.6	14.0
212	260.4	-171.6	14.0
213	280.5	-171.6	14.0
214	300.5	-171.6	14.0
215	320.6	-171.6	14.0
216	340.7	-171.6	14.0
217	360.8	-171.6	14.0
218	380.9	-171.6	14.0
219	401.0	-171.6	14.0
220	420.3	-171.6	14.0
221	99.9	-161.6	14.0
222	59.9	-161.6	14.0
223	40.0	-161.6	14.0
224	11.0	-161.6	14.0
225	0.0	-161.6	14.0
226	11.6	-18.7	14.0
227	340.7	159.1	14.0
228	380.9	159.1	14.0
229	420.3	159.1	14.0
230	438.4	159.9	14.0
231	438.4	115.5	14.0
232	451.6	115.5	14.0
233	461.6	115.6	14.0
234	438.4	98.8	14.0
235	461.6	98.8	14.0
236	461.6	135.0	14.0
237	438.4	148.2	14.0
238	461.6	39.0	14.0
239	461.6	58.0	14.0
240	461.6	77.0	14.0
241	452.0	148.2	14.0
242	451.6	76.8	14.0
243	451.6	38.4	14.0
244	451.6	19.2	14.0
245	451.6	0.0	14.0
246	438.4	76.8	14.0
247	438.4	57.6	14.0
248	438.4	38.4	14.0
249	438.4	19.2	14.0
250	438.4	0.0	14.0
251	11.4	148.4	14.0
252	11.6	134.0	14.0
253	11.6	112.1	14.0
254	11.6	93.5	14.0
255	11.6	74.8	14.0
256	11.6	56.1	14.0
257	11.6	37.4	14.0
258	11.6	0.0	14.0
259	19.3	148.4	14.0
260	39.4	148.4	14.0
261	59.5	148.4	14.0
262	79.6	148.4	14.0
263	99.7	148.4	14.0
264	340.7	148.4	14.0
265	360.8	148.4	14.0

GENERAL CONTRACTOR				ALTA SORVEGLIANZA			
	Progetto	Lotto	Codifica				
	IN17	12	EI2CLVI0104011				B

266	380.9	148.4	14.0
267	401.0	148.4	14.0
268	420.3	148.4	14.0
269	39.4	171.6	14.0
270	99.7	171.6	14.0
271	119.8	171.6	14.0
272	139.8	171.6	14.0
273	159.9	171.6	14.0
274	180.0	171.6	14.0
275	200.1	171.6	14.0
276	220.2	171.6	14.0
277	240.3	171.6	14.0
278	260.4	171.6	14.0
279	280.5	171.6	14.0
280	300.5	171.6	14.0
281	320.6	171.6	14.0
282	340.7	171.6	14.0
283	360.8	171.6	14.0
284	380.9	171.6	14.0
285	401.0	171.6	14.0
286	420.3	171.6	14.0
287	99.9	161.6	14.0
288	59.9	161.6	14.0
289	40.0	161.6	14.0
290	11.0	161.6	14.0
291	0.0	161.6	14.0
292	11.6	18.7	14.0

DATI GENERAZIONI LINEARI DI BARRE

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

N°Gen.	N°Barra Ini.	N°Barra Fin.	N°Barre	Ø
1	135	134	11	14
2	263	264	11	14
3	67	66	11	14
4	197	198	11	14
5	142	141	2	14
6	269	270	2	14
7	73	72	2	14
8	203	204	2	14

CALCOLO DI RESISTENZA - SFORZI PER OGNI COMBINAZIONE ASSEGNATA

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

N°Comb.	N	Mx	My	Vy	Vx
---------	---	----	----	----	----

GENERAL CONTRACTOR



ALTA SORVEGLIANZA



	Progetto	Lotto	Codifica	
	IN17	12	EI2CLVI0104011	B

1	34793.71	17605.51	18563.64	0.00	0.00
2	24316.38	4289.35	15400.84	0.00	0.00
3	34793.71	27760.95	10863.21	0.00	0.00
4	35773.58	18754.22	27985.81	0.00	0.00
5	25296.25	5438.06	24823.01	0.00	0.00
6	35773.58	28909.66	20285.38	0.00	0.00
7	25067.90	4851.25	15703.62	0.00	0.00
8	25067.90	4851.25	15703.62	0.00	0.00
9	25067.90	4851.25	15703.62	0.00	0.00
10	30250.14	11100.09	11138.18	0.00	0.00
11	23963.74	3698.80	9240.51	0.00	0.00
12	30250.14	17193.35	6517.93	0.00	0.00
13	31127.33	21799.91	17600.67	0.00	0.00
14	24316.38	4289.35	15400.84	0.00	0.00
15	31127.33	31955.35	9900.25	0.00	0.00
16	32107.20	22948.62	27022.84	0.00	0.00
17	25296.25	5438.06	24823.01	0.00	0.00
18	32107.20	33104.06	19322.42	0.00	0.00
19	25067.90	4851.25	15703.62	0.00	0.00
20	25067.90	4851.25	15703.62	0.00	0.00
21	25067.90	4851.25	15703.62	0.00	0.00
22	28050.31	13822.63	10560.40	0.00	0.00
23	23963.74	3698.80	9240.51	0.00	0.00
24	28050.31	19915.89	5940.15	0.00	0.00
25	29564.67	16206.79	29806.08	0.00	0.00
26	24316.38	4289.35	15400.84	0.00	0.00
27	29564.67	26362.23	22105.65	0.00	0.00
28	30544.54	17355.50	39228.25	0.00	0.00
29	25296.25	5438.06	24823.01	0.00	0.00
30	30544.54	27510.93	31527.82	0.00	0.00
31	25067.90	4851.25	15703.62	0.00	0.00
32	25067.90	4851.25	15703.62	0.00	0.00
33	25067.90	4851.25	15703.62	0.00	0.00
34	27112.71	10554.51	17883.65	0.00	0.00
35	23963.74	3698.80	9240.51	0.00	0.00
36	27112.71	16647.78	13263.39	0.00	0.00
37	19772.05	63939.12	22539.30	0.00	0.00
38	19772.05	20702.32	74113.09	0.00	0.00
39	23519.60	20702.32	22539.30	0.00	0.00
40	19266.34	64630.93	22406.48	0.00	0.00
41	19266.34	21394.13	73980.27	0.00	0.00
42	23013.90	21394.13	22406.48	0.00	0.00
43	19050.80	63907.75	24089.98	0.00	0.00
44	19050.80	20670.95	75663.77	0.00	0.00
45	22798.36	20670.95	24089.98	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	24432.95	11302.91	12802.51
2	17207.21	2682.96	10621.27

GENERAL CONTRACTOR



ALTA SORVEGLIANZA



	Progetto	Lotto	Codifica	
	IN17	12	EI2CLVI0104011	B

3	24432.95	18306.66	7491.87
4	25086.20	12068.72	19083.95
5	17860.46	3448.77	16902.72
6	25086.20	19072.47	13773.32
7	17687.96	3274.60	10469.08
8	17687.96	3274.60	10469.08
9	17687.96	3274.60	10469.08
10	21904.41	14392.83	12138.39
11	17207.21	2682.96	10621.27
12	21904.41	21396.58	6827.76
13	22557.66	15158.63	18419.84
14	17860.46	3448.77	16902.72
15	22557.66	22162.38	13109.20
16	17687.96	3274.60	10469.08
17	17687.96	3274.60	10469.08
18	17687.96	3274.60	10469.08
19	20826.71	10619.56	20555.91
20	17207.21	2682.96	10621.27
21	20826.71	17623.31	15245.28
22	21479.96	11385.37	26837.36
23	17860.46	3448.77	16902.72
24	21479.96	18389.12	21526.73
25	17687.96	3274.60	10469.08
26	17687.96	3274.60	10469.08
27	17687.96	3274.60	10469.08
28	18585.70	43986.71	14414.77
29	18585.70	14716.59	47031.31
30	19565.10	14716.59	14414.77
31	18079.99	44678.53	14281.94
32	18079.99	15408.41	46898.49
33	19059.39	15408.41	14281.94
34	17864.45	43955.34	15965.45
35	17864.45	14685.23	48582.00
36	18843.85	14685.23	15965.45

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	21299.45	11952.36 (0.00)	7681.50 (0.00)
2	21952.70	12718.17 (0.00)	13962.95 (0.00)
3	17687.96	3274.60 (0.00)	10469.08 (0.00)
4	19782.33	13806.31 (0.00)	7283.03 (0.00)
5	20435.58	14572.12 (0.00)	13564.48 (0.00)
6	17687.96	3274.60 (0.00)	10469.08 (0.00)
7	19135.71	11542.35 (0.00)	12333.55 (0.00)
8	19788.96	12308.16 (835321.63)	18615.00 (1263349.86)
9	17687.96	3274.60 (0.00)	10469.08 (0.00)

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

- N Sforzo normale [kN] applicato nel Baricentro (+ se di compressione)

GENERAL CONTRACTOR  IRICAV2	ALTA SORVEGLIANZA  ITALFERR GRUPPO FERROVIE DELLO STATO ITALIANE			
	Progetto IN17	Lotto 12	Codifica EI2CLVI0104011	B

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	16599.21	2350.47 (0.00)	0.00 (0.00)
2	16599.21	2350.47 (0.00)	0.00 (0.00)
3	16599.21	2350.47 (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: 6.6 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 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	34793.71	17605.51	18563.64	34793.54	87723.86	91838.53	4.96	529.5(343.3)
2	S	24316.38	4289.35	15400.84	24316.45	46495.44	168480.70	10.93	529.5(343.3)
3	S	34793.71	27760.95	10863.21	34793.70	90926.18	35623.95	3.28	529.5(343.3)
4	S	35773.58	18754.22	27985.81	35773.72	84220.15	125932.36	4.50	529.5(343.3)
5	S	25296.25	5438.06	24823.01	25296.06	39168.49	179661.53	7.24	529.5(343.3)
6	S	35773.58	28909.66	20285.38	35773.36	91167.30	64167.17	3.16	529.5(343.3)
7	S	25067.90	4851.25	15703.62	25067.91	50491.06	165890.57	10.55	529.5(343.3)
8	S	25067.90	4851.25	15703.62	25067.91	50491.06	165890.57	10.55	529.5(343.3)
9	S	25067.90	4851.25	15703.62	25067.91	50491.06	165890.57	10.55	529.5(343.3)
10	S	30250.14	11100.09	11138.18	30250.05	81784.11	81377.57	7.34	529.5(343.3)
11	S	23963.74	3698.80	9240.51	23963.60	59240.51	147127.74	15.93	529.5(343.3)
12	S	30250.14	17193.35	6517.93	30250.35	84120.43	31791.26	4.89	529.5(343.3)
13	S	31127.33	21799.91	17600.67	31127.50	83928.51	68415.12	3.86	529.5(343.3)
14	S	24316.38	4289.35	15400.84	24316.45	46495.44	168480.70	10.93	529.5(343.3)
15	S	31127.33	31955.35	9900.25	31127.26	85606.75	26653.36	2.68	529.5(343.3)
16	S	32107.20	22948.62	27022.84	32107.27	83211.78	97661.03	3.62	529.5(343.3)
17	S	25296.25	5438.06	24823.01	25296.06	39168.49	179661.53	7.24	529.5(343.3)
18	S	32107.20	33104.06	19322.42	32107.34	86305.71	50284.22	2.61	529.5(343.3)
19	S	25067.90	4851.25	15703.62	25067.91	50491.06	165890.57	10.55	529.5(343.3)
20	S	25067.90	4851.25	15703.62	25067.91	50491.06	165890.57	10.55	529.5(343.3)
21	S	25067.90	4851.25	15703.62	25067.91	50491.06	165890.57	10.55	529.5(343.3)
22	S	28050.31	13822.63	10560.40	28050.35	79626.37	60524.47	5.75	529.5(343.3)
23	S	23963.74	3698.80	9240.51	23963.60	59240.51	147127.74	15.93	529.5(343.3)
24	S	28050.31	19915.89	5940.15	28050.37	80932.92	24056.90	4.06	529.5(343.3)
25	S	29564.67	16206.79	29806.08	29564.69	73038.86	135198.68	4.53	529.5(343.3)
26	S	24316.38	4289.35	15400.84	24316.45	46495.44	168480.70	10.93	529.5(343.3)
27	S	29564.67	26362.23	22105.65	29564.70	81565.45	68078.17	3.09	529.5(343.3)
28	S	30544.54	17355.50	39228.25	30544.25	68198.17	154037.93	3.93	529.5(343.3)

<p>GENERAL CONTRACTOR</p>  <p>IRICAV2</p>	<p>ALTA SORVEGLIANZA</p>  <p>ITALFERR GRUPPO FERROVIE DELLO STATO ITALIANE</p>								
	<table border="1" style="width: 100%;"> <tr> <td style="width: 25%;">Progetto</td> <td style="width: 25%;">Lotto</td> <td style="width: 25%;">Codifica</td> <td style="width: 25%;"></td> </tr> <tr> <td style="text-align: center;">IN17</td> <td style="text-align: center;">12</td> <td style="text-align: center;">EI2CLVIO104011</td> <td style="text-align: center;">B</td> </tr> </table>	Progetto	Lotto	Codifica		IN17	12	EI2CLVIO104011	B
Progetto	Lotto	Codifica							
IN17	12	EI2CLVIO104011	B						

29	S	25296.25	5438.06	24823.01	25296.06	39168.49	179661.53	7.24	529.5(343.3)
30	S	30544.54	27510.93	31527.82	30544.52	81285.75	93361.42	2.96	529.5(343.3)
31	S	25067.90	4851.25	15703.62	25067.91	50491.06	165890.57	10.55	529.5(343.3)
32	S	25067.90	4851.25	15703.62	25067.91	50491.06	165890.57	10.55	529.5(343.3)
33	S	25067.90	4851.25	15703.62	25067.91	50491.06	165890.57	10.55	529.5(343.3)
34	S	27112.71	10554.51	17883.65	27112.87	72266.85	122290.88	6.84	529.5(343.3)
35	S	23963.74	3698.80	9240.51	23963.60	59240.51	147127.74	15.93	529.5(343.3)
36	S	27112.71	16647.78	13263.39	27112.60	78077.04	62587.31	4.70	529.5(343.3)
37	S	19772.05	63939.12	22539.30	19771.99	67979.91	23965.21	1.06	529.5(343.3)
38	S	19772.05	20702.32	74113.09	19772.24	43276.87	155903.34	2.10	529.5(343.3)
39	S	23519.60	20702.32	22539.30	23519.81	71625.21	78407.48	3.47	529.5(343.3)
40	S	19266.34	64630.93	22406.48	19266.38	67196.83	23154.84	1.04	529.5(343.3)
41	S	19266.34	21394.13	73980.27	19266.31	44239.35	152866.66	2.07	529.5(343.3)
42	S	23013.90	21394.13	22406.48	23014.18	71030.81	75123.89	3.34	529.5(343.3)
43	S	19050.80	63907.75	24089.98	19050.88	66802.09	25437.54	1.05	529.5(343.3)
44	S	19050.80	20670.95	75663.77	19050.87	41801.76	154821.70	2.04	529.5(343.3)
45	S	22798.36	20670.95	24089.98	22798.33	70231.23	82581.39	3.42	529.5(343.3)

METODO AGLI STATI LIMITE ULTIMI - DEFORMAZIONI UNITARIE ALLO STATO ULTIMO

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

N°Comb	ec max	Xc max	Yc max	es min	Xs min	Ys min	es max	Xs max	Ys max
1	0.00350	430.0	180.0	0.00313	438.5	169.9	-0.01386	-438.5	-169.9
2	0.00350	453.5	172.4	0.00335	452.0	161.2	-0.00977	-452.0	-161.2
3	0.00350	430.0	180.0	0.00286	420.3	171.6	-0.02412	-420.3	-171.6
4	0.00350	442.4	178.0	0.00329	438.5	169.9	-0.00915	-438.5	-169.9
5	0.00350	462.4	163.5	0.00336	452.0	161.2	-0.01030	-452.0	-161.2
6	0.00350	430.0	180.0	0.00301	420.3	171.6	-0.01819	-420.3	-171.6
7	0.00350	453.5	172.4	0.00334	452.0	161.2	-0.00931	-452.0	-161.2
8	0.00350	453.5	172.4	0.00334	452.0	161.2	-0.00931	-452.0	-161.2
9	0.00350	453.5	172.4	0.00334	452.0	161.2	-0.00931	-452.0	-161.2
10	0.00350	430.0	180.0	0.00304	420.3	171.6	-0.01717	-420.3	-171.6
11	0.00350	442.4	178.0	0.00333	438.5	169.9	-0.00949	-438.5	-169.9
12	0.00350	430.0	180.0	0.00279	420.3	171.6	-0.02698	-420.3	-171.6
13	0.00350	430.0	180.0	0.00299	420.3	171.6	-0.01923	-420.3	-171.6
14	0.00350	453.5	172.4	0.00335	452.0	161.2	-0.00977	-452.0	-161.2
15	0.00350	430.0	180.0	0.00277	420.3	171.6	-0.02772	-420.3	-171.6
16	0.00350	430.0	180.0	0.00314	438.5	169.9	-0.01373	-438.5	-169.9
17	0.00350	462.4	163.5	0.00336	452.0	161.2	-0.01030	-452.0	-161.2
18	0.00350	430.0	180.0	0.00291	420.3	171.6	-0.02232	-420.3	-171.6
19	0.00350	453.5	172.4	0.00334	452.0	161.2	-0.00931	-452.0	-161.2
20	0.00350	453.5	172.4	0.00334	452.0	161.2	-0.00931	-452.0	-161.2
21	0.00350	453.5	172.4	0.00334	452.0	161.2	-0.00931	-452.0	-161.2
22	0.00350	430.0	180.0	0.00292	420.3	171.6	-0.02194	-420.3	-171.6
23	0.00350	442.4	178.0	0.00333	438.5	169.9	-0.00949	-438.5	-169.9
24	0.00350	430.0	180.0	0.00272	420.3	171.6	-0.03000	-420.3	-171.6
25	0.00350	442.4	178.0	0.00330	438.5	169.9	-0.00928	-438.5	-169.9
26	0.00350	453.5	172.4	0.00335	452.0	161.2	-0.00977	-452.0	-161.2
27	0.00350	430.0	180.0	0.00298	420.3	171.6	-0.01989	-420.3	-171.6

GENERAL CONTRACTOR



ALTA SORVEGLIANZA



	Progetto	Lotto	Codifica	
	IN17	12	EI2CLVI0104011	B

28	0.00350	442.4	178.0	0.00334	438.5	169.9	-0.00805	-438.5	-169.9
29	0.00350	462.4	163.5	0.00336	452.0	161.2	-0.01030	-452.0	-161.2
30	0.00350	430.0	180.0	0.00311	438.5	169.9	-0.01494	-438.5	-169.9
31	0.00350	453.5	172.4	0.00334	452.0	161.2	-0.00931	-452.0	-161.2
32	0.00350	453.5	172.4	0.00334	452.0	161.2	-0.00931	-452.0	-161.2
33	0.00350	453.5	172.4	0.00334	452.0	161.2	-0.00931	-452.0	-161.2
34	0.00350	442.4	178.0	0.00326	438.5	169.9	-0.01101	-438.5	-169.9
35	0.00350	442.4	178.0	0.00333	438.5	169.9	-0.00949	-438.5	-169.9
36	0.00350	430.0	180.0	0.00293	420.3	171.6	-0.02190	-420.3	-171.6
37	0.00350	430.0	180.0	0.00259	420.3	171.6	-0.03533	-420.3	-171.6
38	0.00350	453.5	172.4	0.00334	452.0	161.2	-0.01126	-452.0	-161.2
39	0.00350	430.0	180.0	0.00298	420.3	171.6	-0.02002	-420.3	-171.6
40	0.00350	430.0	180.0	0.00257	420.3	171.6	-0.03600	-420.3	-171.6
41	0.00350	453.5	172.4	0.00333	452.0	161.2	-0.01128	-452.0	-161.2
42	0.00350	430.0	180.0	0.00296	420.3	171.6	-0.02087	-420.3	-171.6
43	0.00350	430.0	180.0	0.00259	420.3	171.6	-0.03531	-420.3	-171.6
44	0.00350	453.5	172.4	0.00334	452.0	161.2	-0.01168	-452.0	-161.2
45	0.00350	430.0	180.0	0.00300	420.3	171.6	-0.01938	-420.3	-171.6

POSIZIONE ASSE NEUTRO PER OGNI COMB. DI RESISTENZA

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

N°Comb	a	b	c	x/d	C.Rid.
1	0.00003831	0.000040116	-0.005368095	----	----
2	0.000010257	0.000011930	-0.003207744	----	----
3	0.000001902	0.000073963	-0.010630976	----	----
4	0.000004948	0.000023819	-0.002929681	----	----
5	0.000011474	0.000010190	-0.003471484	----	----
6	0.000002924	0.000054619	-0.007588713	----	----
7	0.000009482	0.000012660	-0.002982343	----	----
8	0.000009482	0.000012660	-0.002982343	----	----
9	0.000009482	0.000012660	-0.002982343	----	----
10	0.000003649	0.000049969	-0.007063412	----	----
11	0.000008055	0.000016937	-0.003078650	----	----
12	0.000001844	0.000082216	-0.012091906	----	----
13	0.000003182	0.000056948	-0.008118862	----	----
14	0.000010257	0.000011930	-0.003207744	----	----
15	0.000001597	0.000084935	-0.012474931	----	----
16	0.000004141	0.000038961	-0.005293720	----	----
17	0.000011474	0.000010190	-0.003471484	----	----
18	0.000002523	0.000067322	-0.009703131	----	----
19	0.000009482	0.000012660	-0.002982343	----	----
20	0.000009482	0.000012660	-0.002982343	----	----
21	0.000009482	0.000012660	-0.002982343	----	----
22	0.000003007	0.000065092	-0.009509711	----	----
23	0.000008055	0.000016937	-0.003078650	----	----
24	0.000001540	0.000091566	-0.013643977	----	----
25	0.000005946	0.000021675	-0.002989442	----	----
26	0.000010257	0.000011930	-0.003207744	----	----
27	0.000003220	0.000058739	-0.008457534	----	----
28	0.000006760	0.000016065	-0.002350634	----	----
29	0.000011474	0.000010190	-0.003471484	----	----
30	0.000004058	0.000042619	-0.005916396	----	----
31	0.000009482	0.000012660	-0.002982343	----	----
32	0.000009482	0.000012660	-0.002982343	----	----

GENERAL CONTRACTOR



ALTA SORVEGLIANZA



	Progetto	Lotto	Codifica	
	IN17	12	EI2CLVI0104011	B

33	0.000009482	0.000012660	-0.002982343	----	----
34	0.000005645	0.000027402	-0.003875653	----	----
35	0.000008055	0.000016937	-0.003078650	----	----
36	0.000003114	0.000064706	-0.009486233	----	----
37	0.000001749	0.000106198	-0.016367679	----	----
38	0.000011544	0.000012926	-0.003963269	----	----
39	0.000003862	0.000057549	-0.008519392	----	----
40	0.000001718	0.000108195	-0.016713746	----	----
41	0.000011356	0.000013476	-0.003972795	----	----
42	0.000003761	0.000060210	-0.008954909	----	----
43	0.000001851	0.000105902	-0.016358447	----	----
44	0.000012046	0.000012819	-0.004172333	----	----
45	0.000004080	0.000055195	-0.008189415	----	----

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

Ver	S = comb. verificata/ N = comb. non verificata
Sc max	Massima tensione (positiva se di compressione) nel calcestruzzo [MPa]
Xc max, Yc max	Ascissa, Ordinata [cm] del punto corrisp. a Sc max (sistema rif. X,Y,O)
Ss min	Minima tensione (negativa se di trazione) nell'acciaio [MPa]
Xs min, Ys min	Ascissa, Ordinata [cm] della barra corrisp. a Ss min (sistema rif. X,Y,O)
Ac eff.	Area di calcestruzzo [cm ²] in zona tesa considerata aderente alle barre
As eff.	Area barre [cm ²] in zona tesa considerate efficaci per l'apertura delle fessure

N°Comb	Ver	Sc max	Xc max	Yc max	Ss min	Xs min	Ys min	Ac eff.	As eff.
1	S	3.35	442.4	178.0	10.3	-438.5	-169.9	----	----
2	S	2.03	453.5	172.4	11.9	-452.0	-161.2	----	----
3	S	3.67	430.0	180.0	5.9	-420.3	-171.6	----	----
4	S	3.71	442.4	178.0	6.5	-438.5	-169.9	----	----
5	S	2.40	462.4	163.5	8.1	-452.0	-161.2	----	----
6	S	4.03	430.0	180.0	2.2	-438.5	-169.9	----	----
7	S	2.11	453.5	172.4	12.0	-452.0	-161.2	----	----
8	S	2.11	453.5	172.4	12.0	-452.0	-161.2	----	----
9	S	2.11	453.5	172.4	12.0	-452.0	-161.2	----	----
10	S	3.35	442.4	178.0	4.2	-438.5	-169.9	----	----
11	S	2.03	453.5	172.4	11.9	-452.0	-161.2	----	----
12	S	3.67	430.0	180.0	-0.2	-420.3	-171.6	143	1.5
13	S	3.71	442.4	178.0	0.5	-438.5	-169.9	0	0.0
14	S	2.40	462.4	163.5	8.1	-452.0	-161.2	----	----
15	S	4.05	430.0	180.0	-4.4	-438.5	-169.9	595	4.6
16	S	2.11	453.5	172.4	12.0	-452.0	-161.2	----	----
17	S	2.11	453.5	172.4	12.0	-452.0	-161.2	----	----
18	S	2.11	453.5	172.4	12.0	-452.0	-161.2	----	----
19	S	3.31	442.4	178.0	2.0	-438.5	-169.9	----	----
20	S	2.03	453.5	172.4	11.9	-452.0	-161.2	----	----
21	S	3.63	442.4	178.0	-2.5	-438.5	-169.9	312	3.1
22	S	3.68	442.4	178.0	-1.8	-438.5	-169.9	170	1.5
23	S	2.40	462.4	163.5	8.1	-452.0	-161.2	----	----
24	S	4.03	442.4	178.0	-7.4	-438.5	-169.9	1357	9.2
25	S	2.11	453.5	172.4	12.0	-452.0	-161.2	----	----
26	S	2.11	453.5	172.4	12.0	-452.0	-161.2	----	----
27	S	2.11	453.5	172.4	12.0	-452.0	-161.2	----	----
28	S	7.79	430.0	180.0	-245.1	-420.3	-171.6	33310	201.7
29	S	5.19	453.5	172.4	-42.3	-452.0	-161.2	8170	52.3
30	S	3.27	442.4	178.0	-0.3	-438.5	-169.9	160	1.5
31	S	7.92	430.0	180.0	-264.6	-420.3	-171.6	33550	201.7
32	S	5.29	453.5	172.4	-47.0	-438.5	-169.9	8559	53.9
33	S	3.28	442.4	178.0	-1.7	-438.5	-169.9	155	1.5



	Progetto	Lotto	Codifica	
	IN17	12	EI2CLVI0104011	B

34	S	7.96	430.0	180.0	-261.6	-420.3	-171.6	33290	201.7
35	S	5.34	453.5	172.4	-49.6	-452.0	-161.2	8776	55.4
36	S	3.28	442.4	178.0	-2.2	-438.5	-169.9	178	1.5

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

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

Comb.	Ver	e1	e2	k2	Ø	Cf	e sm - e cm	sr max	wk	Mx fess	My fess
1	S	0.00000	0.00000	---	---	---	---	---	0.000 (990.00)	0.00	0.00
2	S	0.00000	0.00000	---	---	---	---	---	0.000 (990.00)	0.00	0.00
3	S	0.00000	0.00000	---	---	---	---	---	0.000 (990.00)	0.00	0.00
4	S	0.00000	0.00000	---	---	---	---	---	0.000 (990.00)	0.00	0.00
5	S	0.00000	0.00000	---	---	---	---	---	0.000 (990.00)	0.00	0.00
6	S	0.00000	0.00000	---	---	---	---	---	0.000 (990.00)	0.00	0.00
7	S	0.00000	0.00000	---	---	---	---	---	0.000 (990.00)	0.00	0.00
8	S	0.00000	0.00000	---	---	---	---	---	0.000 (990.00)	0.00	0.00
9	S	0.00000	0.00000	---	---	---	---	---	0.000 (990.00)	0.00	0.00
10	S	0.00000	0.00000	---	---	---	---	---	0.000 (990.00)	0.00	0.00
11	S	0.00000	0.00000	---	---	---	---	---	0.000 (990.00)	0.00	0.00
12	S	-0.00001	0.00000	0.567	14.0	77	0.00000 (0.00000)	512	0.000 (990.00)	688834.30	219810.61
13	S	0.00000	0.00000	0.567	14.0	79	0.00000 (0.00000)	0	0.003 (990.00)	1910257.37	2321227.92
14	S	0.00000	0.00000	---	---	---	---	---	0.000 (990.00)	0.00	0.00
15	S	-0.00003	0.00000	0.833	14.0	79	0.00001 (0.00001)	780	0.010 (990.00)	196246.28	116081.02
16	S	0.00000	0.00000	---	---	---	---	---	0.000 (990.00)	0.00	0.00
17	S	0.00000	0.00000	---	---	---	---	---	0.000 (990.00)	0.00	0.00
18	S	0.00000	0.00000	---	---	---	---	---	0.000 (990.00)	0.00	0.00
19	S	0.00000	0.00000	---	---	---	---	---	0.000 (990.00)	0.00	0.00
20	S	0.00000	0.00000	---	---	---	---	---	0.000 (990.00)	0.00	0.00
21	S	-0.00002	0.00000	0.833	14.0	79	0.00001 (0.00001)	671	0.005 (990.00)	237818.74	205728.28
22	S	-0.00001	0.00000	0.833	14.0	79	0.00001 (0.00001)	708	0.004 (990.00)	209672.86	494236.55
23	S	0.00000	0.00000	---	---	---	---	---	0.000 (990.00)	0.00	0.00
24	S	-0.00004	0.00000	0.833	14.0	79	0.00002 (0.00002)	852	0.019 (990.00)	116331.89	136180.80
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	-0.00127	0.00000	0.833	14.0	77	0.00074 (0.00074)	917	0.674 (990.00)	56093.32	18382.19
29	S	-0.00022	0.00000	0.833	14.0	83	0.00013 (0.00013)	900	0.114 (990.00)	30350.60	96994.52
30	S	-0.00001	0.00000	0.602	14.0	79	0.00000 (0.00000)	567	0.001 (990.00)	583127.45	571168.19
31	S	-0.00137	0.00000	0.833	14.0	77	0.00079 (0.00079)	922	0.732 (990.00)	54921.68	17556.27
32	S	-0.00024	0.00000	0.833	14.0	79	0.00014 (0.00014)	899	0.127 (990.00)	30013.50	91351.93
33	S	-0.00001	0.00000	0.817	14.0	79	0.00001 (0.00001)	661	0.003 (990.00)	283634.04	262898.27
34	S	-0.00135	0.00000	0.833	14.0	77	0.00078 (0.00078)	917	0.719 (990.00)	53426.05	19405.40
35	S	-0.00026	0.00000	0.833	14.0	83	0.00015 (0.00015)	909	0.135 (990.00)	27994.97	92613.59

GENERAL CONTRACTOR				ALTA SORVEGLIANZA					
				Progetto		Lotto		Codifica	
				IN17		12		E12CLVI0104011	
								B	

36 S -0.00002 0.00000 0.834 14.0 79 0.00001 (0.00001) 728 0.005 (990.00) 228107.91 247993.76

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

N°Comb	Ver	Sc max	Xc max	Yc max	Ss min	Xs min	Ys min	Ac eff.	As eff.
1	S	2.94	430.0	180.0	8.8	-438.5	-169.9	---	---
2	S	3.30	442.4	178.0	5.0	-438.5	-169.9	---	---
3	S	2.11	453.5	172.4	12.0	-452.0	-161.2	---	---
4	S	2.94	430.0	180.0	5.1	-438.5	-169.9	---	---
5	S	3.30	442.4	178.0	1.4	-438.5	-169.9	---	---
6	S	2.11	453.5	172.4	12.0	-452.0	-161.2	---	---
7	S	2.92	442.4	178.0	3.8	-438.5	-169.9	---	---
8	S	3.28	442.4	178.0	0.1	-438.5	-169.9	0	0.0
9	S	2.11	453.5	172.4	12.0	-452.0	-161.2	---	---

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

Comb.	Ver	e1	e2	k2	Ø	Cf	e sm - e cm	sr max	wk	Mx fess	My fess
1	S	0.00000	0.00000	---	---	---	---	---	0.000 (0.20)	0.00	0.00
2	S	0.00000	0.00000	---	---	---	---	---	0.000 (0.20)	0.00	0.00
3	S	0.00000	0.00000	---	---	---	---	---	0.000 (0.20)	0.00	0.00
4	S	0.00000	0.00000	---	---	---	---	---	0.000 (0.20)	0.00	0.00
5	S	0.00000	0.00000	---	---	---	---	---	0.000 (0.20)	0.00	0.00
6	S	0.00000	0.00000	---	---	---	---	---	0.000 (0.20)	0.00	0.00
7	S	0.00000	0.00000	---	---	---	---	---	0.000 (0.20)	0.00	0.00
8	S	0.00000	0.00000	0.834	14.0	79	0.00001 (0.00001)	0	0.002 (0.20)	835321.63	1263349.86
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	1.53	430.0	180.0	17.8	-420.3	-171.6	---	---
2	S	1.53	430.0	180.0	17.8	-420.3	-171.6	---	---
3	S	1.53	430.0	180.0	17.8	-420.3	-171.6	---	---

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

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

GENERAL CONTRACTOR  IRICAV2	ALTA SORVEGLIANZA  ITALFERR GRUPPO FERROVIE DELLO STATO ITALIANE			
	Progetto IN17	Lotto 12	Codifica EI2CLVI0104011	B

9.3 Verifica a taglio

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

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

- Taglio calcolato sulla base della gerarchia delle resistenze;
- Taglio ricavato moltiplicando il valore derivante dall'analisi per il fattore di struttura q e per un fattore di sicurezza aggiuntiva 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  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;">EI2CLVI0104011</td> <td style="text-align: center;">B</td> </tr> </table>	Progetto	Lotto	Codifica		IN17	12	EI2CLVI0104011	B
Progetto	Lotto	Codifica							
IN17	12	EI2CLVI0104011	B						

P3 (H=5.0-5.5 m)

Calcolo del taglio agente – Direzione Longitudinale

H_{pila}	5.50	m	Altezza fusto pila
M_{Rd,inf_long}	66952	kNm	Momento resistente della sezione di base della pila
M_{E,i_long}	56779.44	kNm	Momento sollecitante alla base della pila
V_{Rd}	1		Fattore di sovreresistenza (§7.9.5.1 NTC2008)
V_{E,i_long}	9187	kN	Azione di taglio di calcolo base pila - Comb. Sismica di progetto
$V_{gr,0}$	10833	kN	Valore del taglio di progetto per la gerarchia delle resistenze $V_{gr0}=\min(V_{ed} \gamma_{rd} M_{rd}/M_{ed}; V_{ed} q)$
$V_{E,i, long}/V_{gr,c}$	0.848	-	
V_{Rd}	1.00	-	Fattore di sovreresistenza aggiuntivo (§7.9.5.2.2 NTC2008)
$V_{gr,i, long}$	10833	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'	84	mm	
larghezza dell'anima resistente	bw	1000	mm	
altezza utile della sezione	d	3516	mm	
area della sezione di calcestruzzo	Ac	2925312	mm ²	
diametro delle barre longitudinali	\varnothing_{bl}	16	mm	
diametro delle staffe	\varnothing_{st}	12.8	mm	
passo delle staffe	sst	150.0	mm	
numero di bracci delle staffe	nbw	8.0		
inclinazione delle staffe ($\alpha=90^\circ$ per staffe ortogonali)	α	90	°	
inclinazione delle bielle di calcestruzzo rispetto all'asse longitudinale	ϑ	33	°	
taglio resistente relativo alle armature tese	VRsd	13099	KN	
taglio resistente relativo alle bielle compressive	VRcd	13099	KN	
taglio resistente di calcolo	VRd	13099	KN	
taglio agente sul pannello	VEd	10833	KN	
	C.S.	0.83	<1	

GENERAL CONTRACTOR



ALTA SORVEGLIANZA



Progetto

Lotto

Codifica

IN17

12

EI2CLVI0104011

B

Direzione Trasversale				
altezza della sezione	h	9400	mm	
copriferro netto	c netto	60	mm	
copriferro al baricentro dell'armatura long	c'	84	mm	
larghezza dell'anima resistente	bw	800	mm	
altezza utile della sezione	d	9316	mm	
area della sezione di calcestruzzo	Ac	5887712	mm ²	
diametro delle barre longitudinali	Øbl	16	mm	
diametro delle staffe	Øst	11.2	mm	
passo delle staffe	sst	150.0	mm	
numero di bracci delle staffe	nbw	4.0		
inclinazione delle staffe ($\alpha=90^\circ$ per staffe or	α	90	°	
inclinazione delle bielle di calcestruzzo rispe	ϑ	22	°	
taglio resistente relativo alle armature tese	VRsd	21211	KN	
taglio resistente relativo alle bielle compress	VRcd	21211	KN	
taglio resistente di calcolo	VRd	21211	KN	
taglio agente sul pannello	VEd	7509	KN	
	C.S.	0.35	<1	

GENERAL CONTRACTOR				ALTA SORVEGLIANZA			
	Progetto	Lotto	Codifica				
	IN17	12	EI2CLVI0104011				B

P4 (H=4.5-5.0 m)

Calcolo del taglio agente – Direzione Longitudinale

H _{pila}	5.00	m	Altezza fusto pila
M _{Rd,inf,long}	66700.58	kNm	Momento resistente della sezione di base della pila
M _{E,i,long}	50031.21	kNm	Momento sollecitante alla base della pila
V _{Rd}	1		Fattore di sovrarresistenza (§7.9.5.1 NTC2008)
V _{E,i,long}	8787	kN	Azione di taglio di calcolo base pila - Comb. Sismica di progetto
V _{gr,0}	11715	kN	Valore del taglio di progetto per la gerarchia delle resistenze V _{gr0} =min (V _{ed} v _{rd} M _{rd} /Med; V _{ed} q)
V _{E,i,long} /V _{gr,c}	0.750	-	
V _{Rd}	1.12	-	Fattore di sovrarresistenza aggiuntivo (§7.9.5.2.2 NTC2008)
V _{gr,i,long}	13178	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'	84	mm	
larghezza dell'anima resistente	bw	1000	mm	
altezza utile della sezione	d	3516	mm	
area della sezione di calcestruzzo	Ac	2925312	mm ²	
diametro delle barre longitudinali	Ø _{bl}	16	mm	
diametro delle staffe	Ø _{st}	13.3	mm	
passo delle staffe	sst	150.0	mm	
numero di bracci delle staffe	n _{bw}	10.0		
inclinazione delle staffe (α=90° per staffe ortogonali)	α	90	°	
inclinazione delle bielle di calcestruzzo rispetto all'asse longitudinale	ϑ	39	°	
taglio resistente relativo alle armature tese	V _{Rsd}	14054	KN	
taglio resistente relativo alle bielle compresse	V _{Rcd}	14054	KN	
taglio resistente di calcolo	V _{Rd}	14054	KN	
taglio agente sul pannello	V _{Ed}	13178	KN	
	C.S.	0.94	<1	

GENERAL CONTRACTOR



ALTA SORVEGLIANZA



Progetto

Lotto

Codifica

IN17

12

EI2CLVI0104011

B

Direzione Trasversale				
altezza della sezione	h	9400	mm	
copriferro netto	c netto	60	mm	
copriferro al baricentro dell'armatura long	c'	84	mm	
larghezza dell'anima resistente	bw	800	mm	
altezza utile della sezione	d	9316	mm	
area della sezione di calcestruzzo	Ac	5887712	mm ²	
diametro delle barre longitudinali	Øbl	16	mm	
diametro delle staffe	Øst	11.2	mm	
passo delle staffe	sst	150.0	mm	
numero di bracci delle staffe	nbw	4.0		
inclinazione delle staffe ($\alpha=90^\circ$ per staffe ortogonali)	α	90	°	
inclinazione delle bielle di calcestruzzo rispetto all'asse longitudinale	ϑ	22	°	
taglio resistente relativo alle armature tese	VRsd	21211	KN	
taglio resistente relativo alle bielle compresse	VRcd	21211	KN	
taglio resistente di calcolo	VRd	21211	KN	
taglio agente sul pannello	VEd	7323	KN	
	C.S.	0.35	<1	

	Progetto	Lotto	Codifica	
	IN17	12	EI2CLVI0104011	B

P51 (H=5.5-6m)Calcolo del taglio agente – Direzione Longitudinale

H_{pila}	6.00	m	Altezza fusto pila
M_{Rd,inf_long}	67196.83	kNm	Momento resistente della sezione di base della pila
M_{E,i_long}	63939.12	kNm	Momento sollecitante alla base della pila
γ_{Rd}	1		Fattore di sovrarresistenza (§7.9.5.1 NTC2008)
V_{E,i_long}	9588	kN	Azione di taglio di calcolo base pila - Comb. Sismica di progetto
$V_{gr,0}$	10077	kN	Valore del taglio di progetto per la gerarchia delle resistenze $V_{gr0}=\min(V_{ed} \gamma_{rd} M_{rd}/M_{ed}; V_{ed} q)$
$V_{E,i_long}/V_{gr,c}$	0.952	-	
γ_{Rd}	1.00	-	Fattore di sovrarresistenza aggiuntivo (§7.9.5.2.2 NTC2008)
V_{gr,i_long}	10077	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'	84	mm	
larghezza dell'anima resistente	bw	1000	mm	
altezza utile della sezione	d	3516	mm	
area della sezione di calcestruzzo	Ac	2925312	mm ²	
diametro delle barre longitudinali	\varnothing_{bl}	16	mm	
diametro delle staffe	\varnothing_{st}	11.2	mm	
passo delle staffe	sst	150.0	mm	
numero di bracci delle staffe	n _{bw}	6.0		
inclinazione delle staffe ($\alpha=90^\circ$ per staffe ortogonali)	α	90	°	
inclinazione delle bielle di calcestruzzo rispetto all'asse longitudinale	ϑ	24	°	
taglio resistente relativo alle armature tese	V_{Rsd}	10779	KN	
taglio resistente relativo alle bielle compresse	V_{Rcd}	10779	KN	
taglio resistente di calcolo	V_{Rd}	10779	KN	
taglio agente sul pannello	V_{Ed}	10077	KN	
	C.S.	0.93	<1	

GENERAL CONTRACTOR



ALTA SORVEGLIANZA



Progetto

Lotto

Codifica

IN17

12

EI2CLVI0104011

B

Direzione Trasversale				
altezza della sezione	h	9400	mm	
copriferro netto	c netto	60	mm	
copriferro al baricentro dell'armatura long	c'	84	mm	
larghezza dell'anima resistente	bw	800	mm	
altezza utile della sezione	d	9316	mm	
area della sezione di calcestruzzo	Ac	5887712	mm ²	
diametro delle barre longitudinali	Øbl	16	mm	
diametro delle staffe	Øst	11.2	mm	
passo delle staffe	sst	150.0	mm	
numero di bracci delle staffe	nbw	4.0		
inclinazione delle staffe ($\alpha=90^\circ$ per staffe ortogonali)	α	90	°	
inclinazione delle bielle di calcestruzzo rispetto all'asse longitudinale	ϑ	22	°	
taglio resistente relativo alle armature tese	VRsd	21211	KN	
taglio resistente relativo alle bielle compresse	VRcd	21211	KN	
taglio resistente di calcolo	VRd	21211	KN	
taglio agente sul pannello	VEd	7864	KN	
	C.S.	0.37	<1	

GENERAL CONTRACTOR  IRICAV2	ALTA SORVEGLIANZA  ITALFERR GRUPPO FERROVIE DELLO STATO ITALIANE			
	Progetto IN17	Lotto 12	Codifica EI2CLVI0104011	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 EI2CLVI0104011	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 $a_g(SLV) \geq 0,25 g$

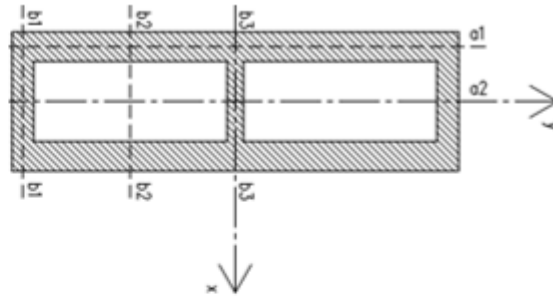
$\zeta = 0,04$ per le zone classificate sismiche con $a_g(SLV) \geq 0,15 g$

$\zeta = 0,03$ 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	16	mm
passo massimo longitudinale	p	20	cm
area dell'armatura longitudinale	As	69165.30386	mm ²
area di calcestruzzo (non riempito)	Ac	11452700	mm ³
		0.60%	>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	160	mm

Verifica a confinamento

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

Sez. **b1-b1**

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

	d	A	n°
sp	10	78.5	8
st	16	200.96	10

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 EI2CLVI0104011	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	6.5	m
rigidezza flessionale longitudinale	J	22.3	m ⁴
modulo elastico	E	33345.8	MPa
spostamento in testa pila	D	0.22	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

EI2CLVI0104011

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

0.14

sec

fattore di struttura

q

1.5

fattore di duttilità in spostamento

 μ **2.6**

accelerazione di riferimento pila dir. long

ag (T)

0.48

g

w

44.81

sec

0.00

m

spostamento SLV relativo all'analisi spettrale

dEe

0.0000

m

spostamento totale relativo

dEd**0.0061**

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

EI2CLVI0104011

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	0.05	m
spostamento longitudinale	EL	0.165	m

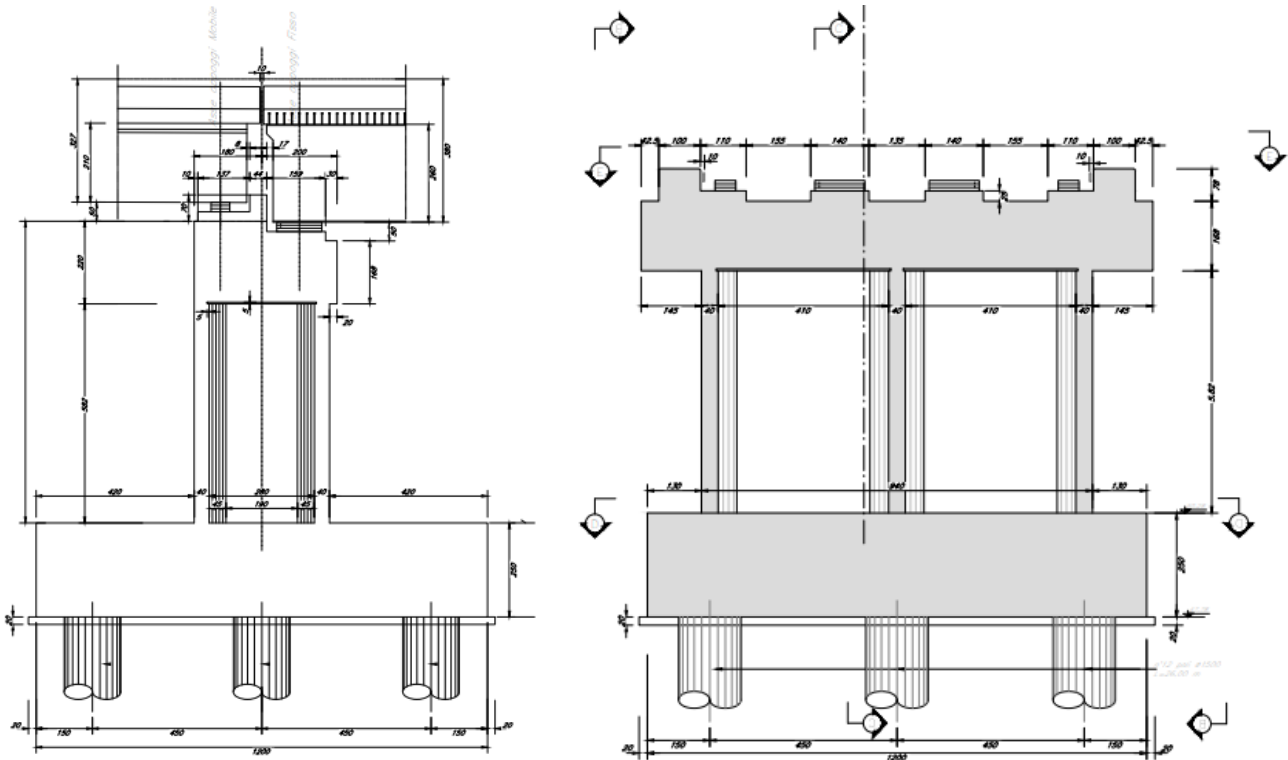
altri spostamenti longitudinali

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

10. Pulvino

Il pulvino presenta un'altezza di 2.2m lato impalcato c.a.p. e un'altezza di 1.68m 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.



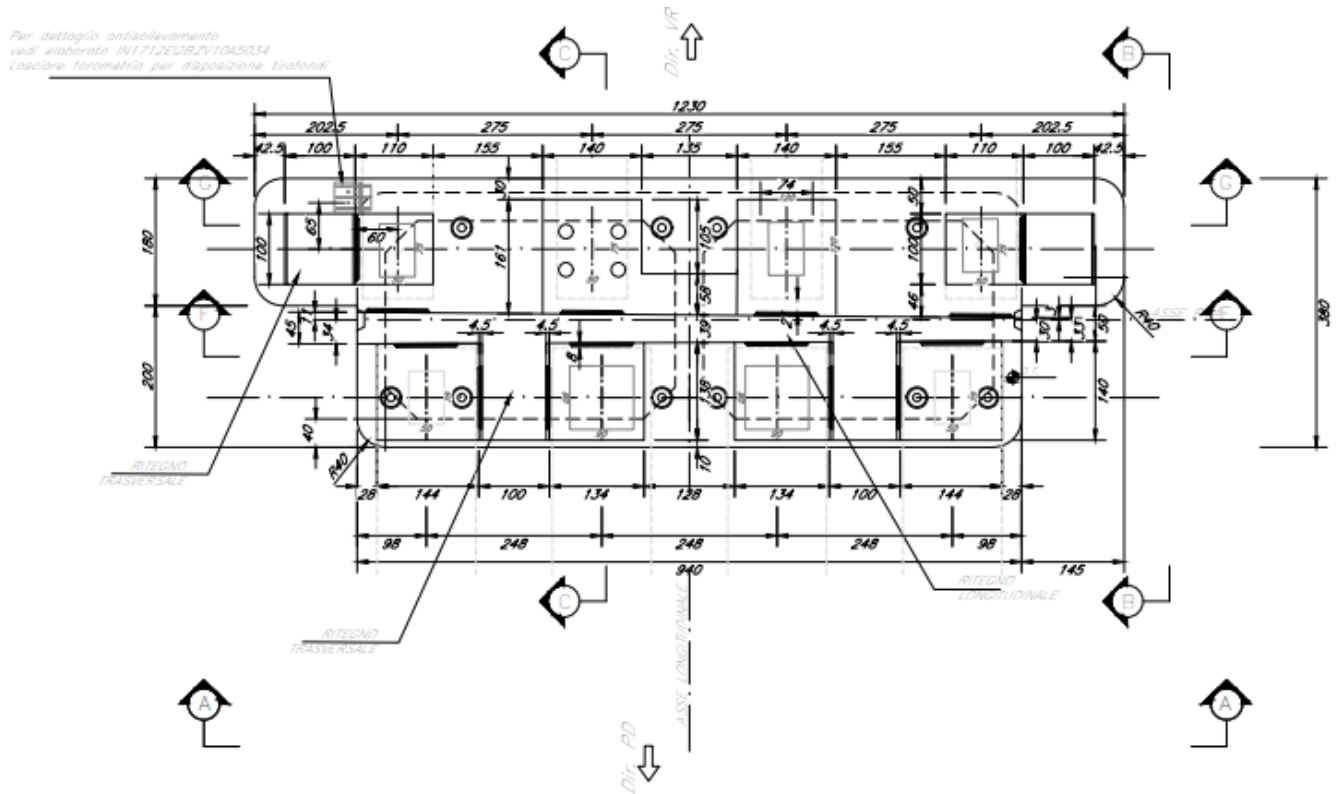


Figura 23 – Sezioni e pianta pulvino (Allineamento fisso lato impalcato in Misto)

Per la progettazione e verifica delle armature principali e secondarie del pulvino, dei baggioli e dei ritegni si rimanda alla Relazione di calcolo pulvini, baggioli e ritegni - IN1712EI2CLVI0104021.

GENERAL CONTRACTOR  IRICAV2	ALTA SORVEGLIANZA  ITALFERR GRUPPO FERROVIE DELLO STATO ITALIANE			
	Progetto IN17	Lotto 12	Codifica EI2CLVI0104011	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 24.0m per le pile P3-P4 del VI01A; pari a 36.0m per le pile da P51 a P54 (comprese) del VI01B. 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. Sul plinto di fondazione in esame è previsto un ricoprimento di terreno di spessore pari a 1.5 m. Tra le tipologie di fondazione sopra citate ed analizzate nelle relazioni geotecniche, nei paragrafi che seguono verrà riportato il dimensionamento e la verifica del plinto di fondazione più critico, ovvero quello con pali di lunghezza pari a 36.0m e altezza del fusto pila pari a 6.0m (pila P51).

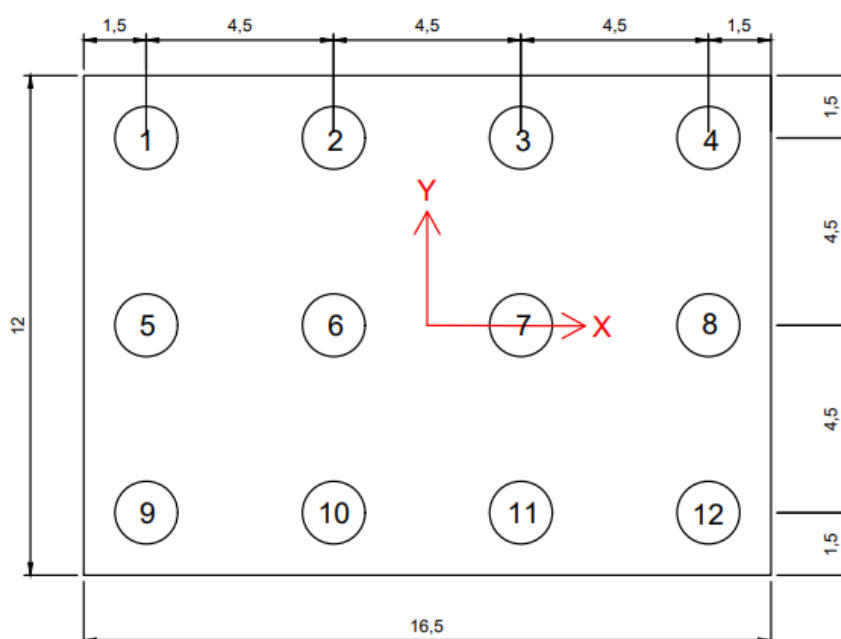


Figura 24 – Geometria del plinto di fondazione

GENERAL CONTRACTOR  IRICAV2	ALTA SORVEGLIANZA  ITALFERR GRUPPO FERROVIE DELLO STATO ITALIANE			
	Progetto IN17	Lotto 12	Codifica EI2CLVI0104011	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.

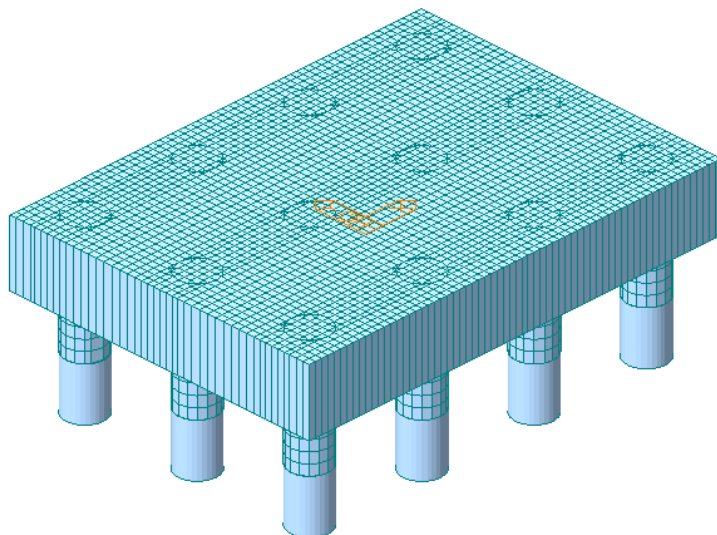


Figura 25 – Vista estrusa del modello agli elementi finiti

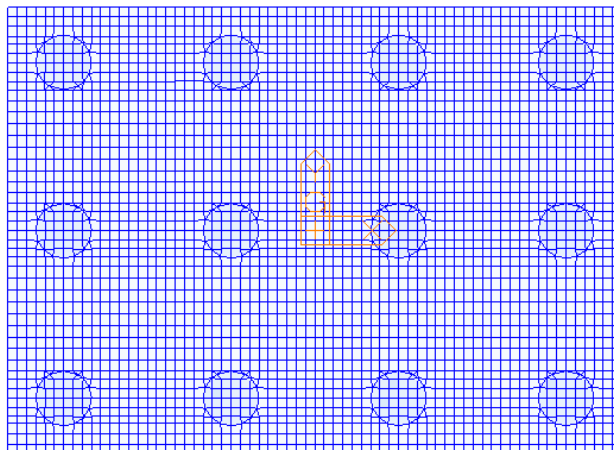


Figura 26 – Pianta del modello agli elementi finiti

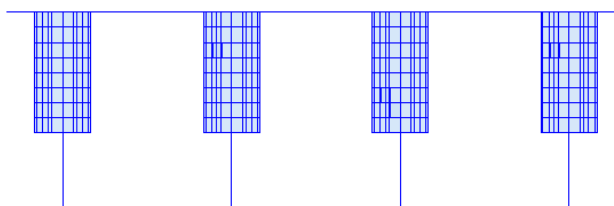


Figura 27 – Prospetto del modello agli elementi finiti

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

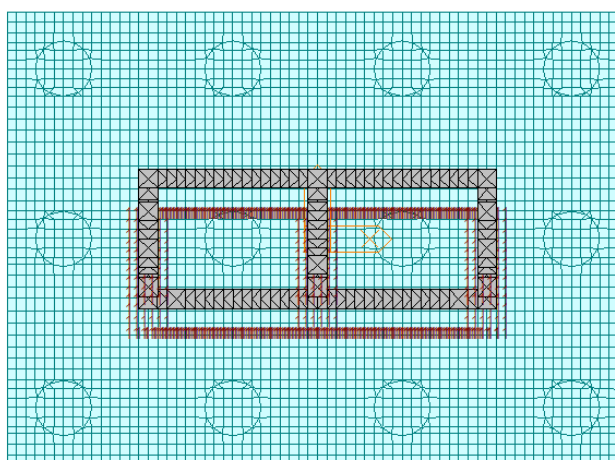


Figura 28 – Sistema di vincoli del modello agli elementi finiti

GENERAL CONTRACTOR  IRICAV2	ALTA SORVEGLIANZA  ITALFERR GRUPPO FERROVIE DELLO STATO ITALIANE			
	Progetto IN17	Lotto 12	Codifica EI2CLVI0104011	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".

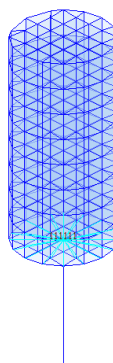


Figura 29 – Sistema di vincoli del palo nel modello agli elementi finiti

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.

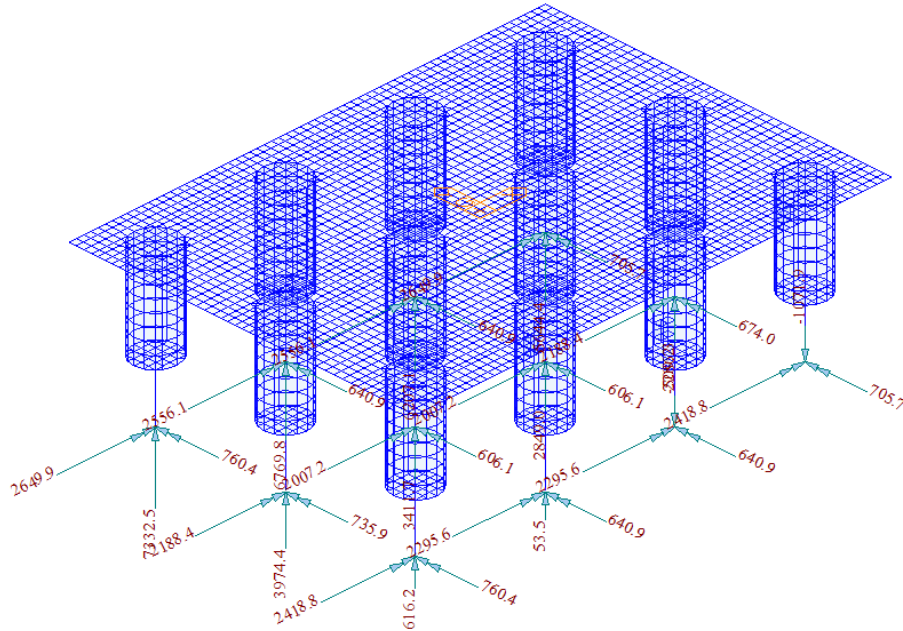


Figura 30 – Applicazione delle reazioni dei pali nel modello agli elementi finiti

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/m^3 , ed è stato calcolato automaticamente dal programma.

11.3.3 Peso terreno di ricoprimento

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

$$P_{\text{terreno}} = \gamma_{\text{terreno}} \cdot h_{\text{rinterro}} = 19 \cdot 1.5 = 28.5 \text{ kN/m}^2$$

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.

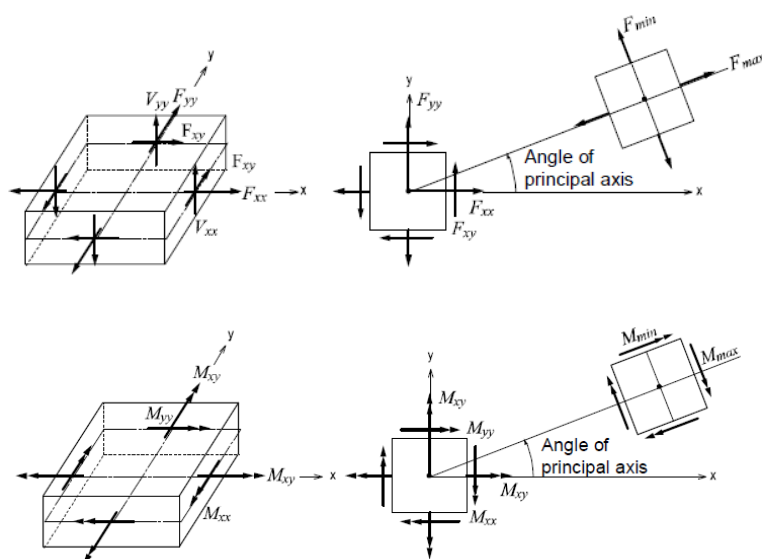


Figura 31 – Posizioni di output delle forze dell'elemento piastra per unità di lunghezza e convenzione del segno

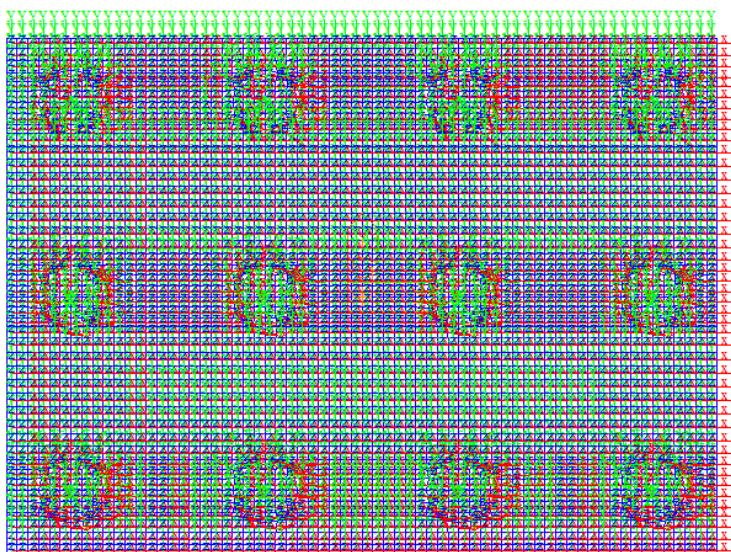


Figura 32 – Assi locali per gli elementi del plinto di fondazione

GENERAL CONTRACTOR  IRICAV2	ALTA SORVEGLIANZA  GRUPPO FERROVIE DELLO STATO ITALIANE			
	Progetto IN17	Lotto 12	Codifica E12CLVI0104011	B

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

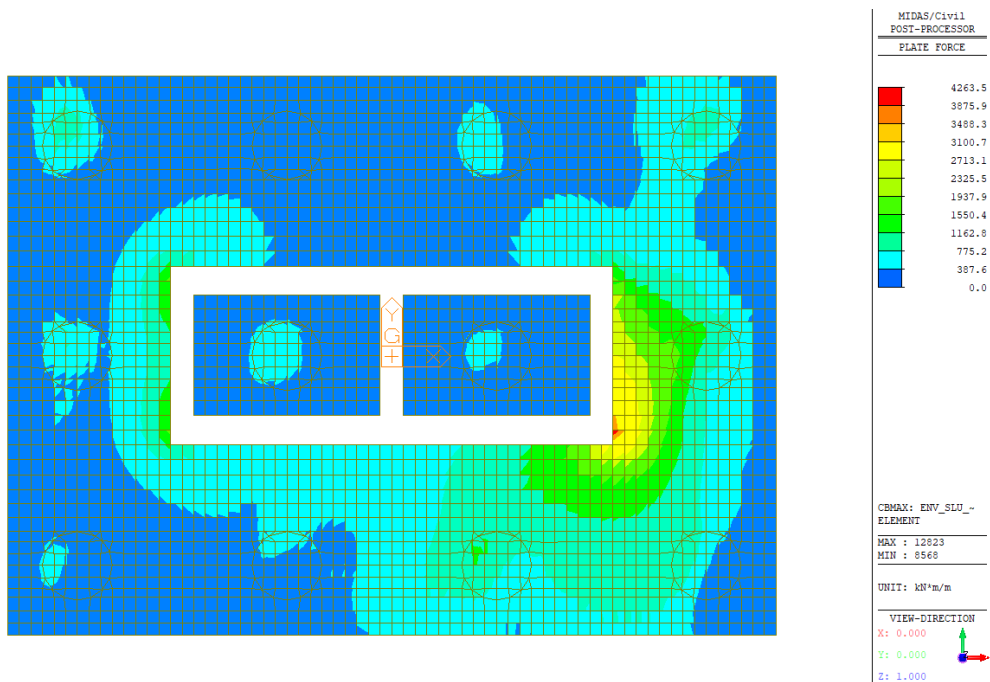


Figura 33 – Wood Armer Moment – Direction1 – Top (Inviluppo SLU/SLV)

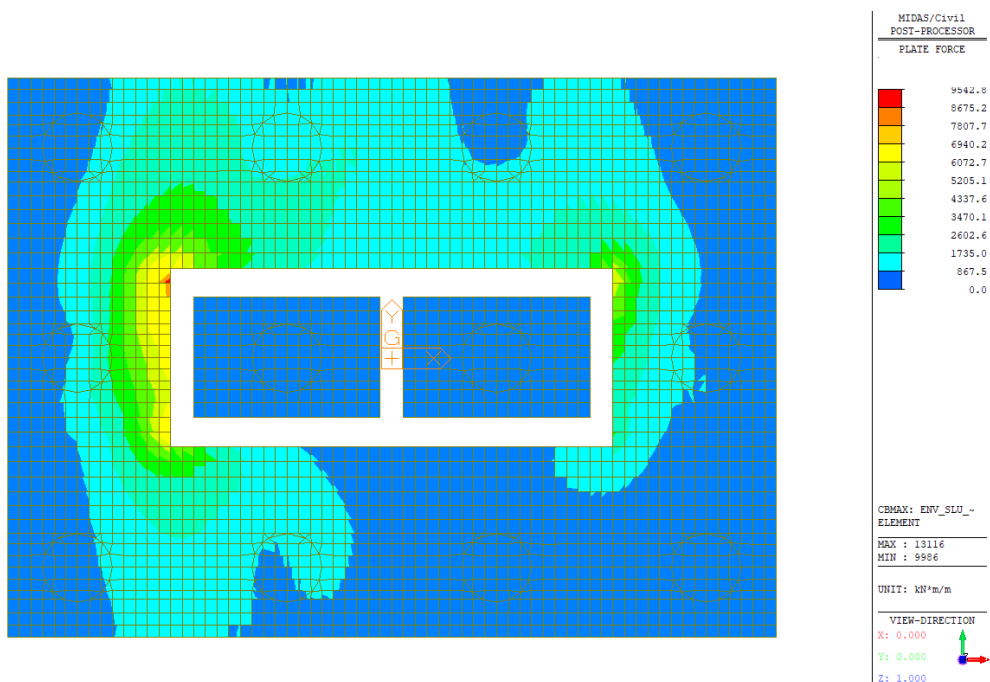


Figura 34 – Wood Armer Moment – Direction1 – Bottom (Inviluppo SLU/SLV)

GENERAL CONTRACTOR



ALTA SORVEGLIANZA



Progetto

IN17

Lotto

12

Codifica

EI2CLVI0104011

B

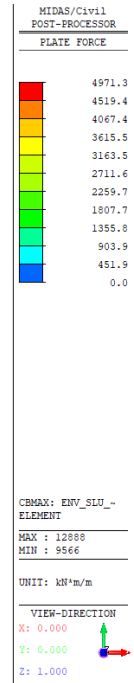
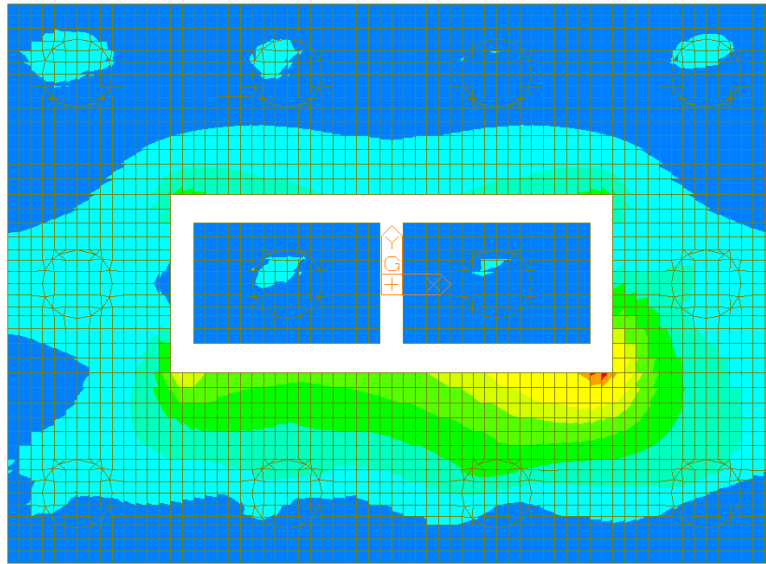


Figura 35 – Wood Armer Moment – Direction 2 – Top (Inviluppo SLU/SLV)

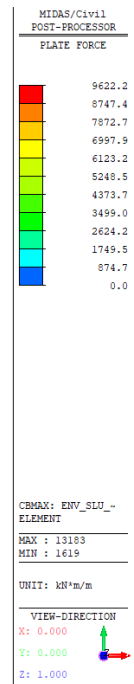
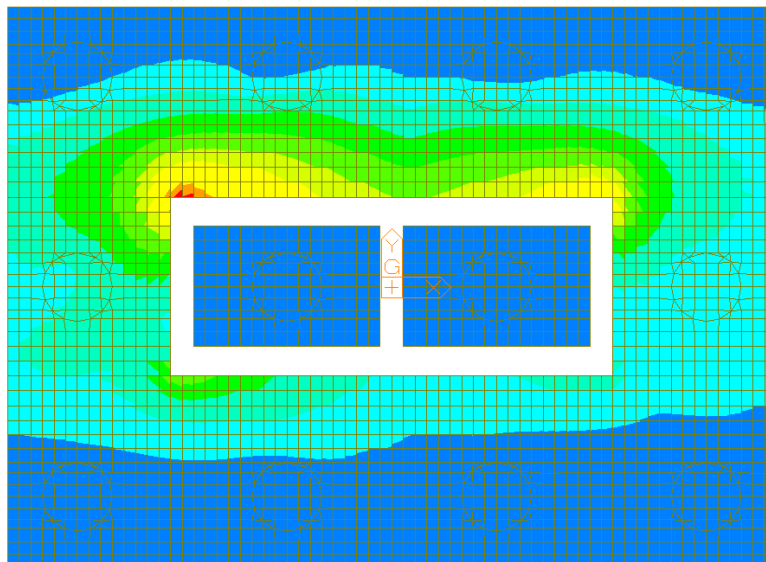


Figura 36 – Wood Armer Moment – Direction 2 – Bottom (Inviluppo SLU/SLV)

GENERAL CONTRACTOR



ALTA SORVEGLIANZA



Progetto

IN17

Lotto

12

Codifica

EI2CLVI0104011

B

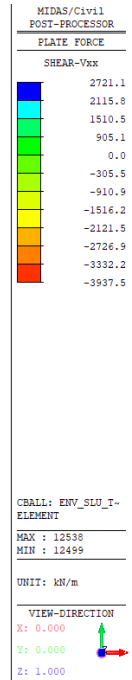
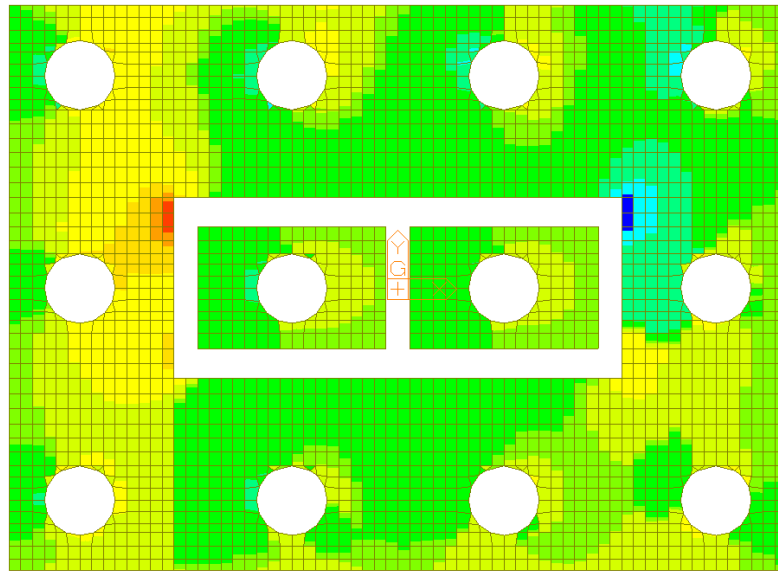


Figura 37 – Vxx, Involuppo SLU/SLV

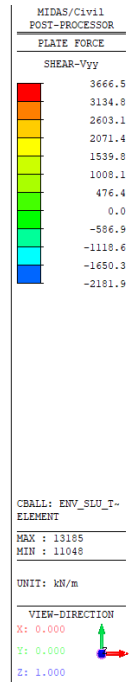
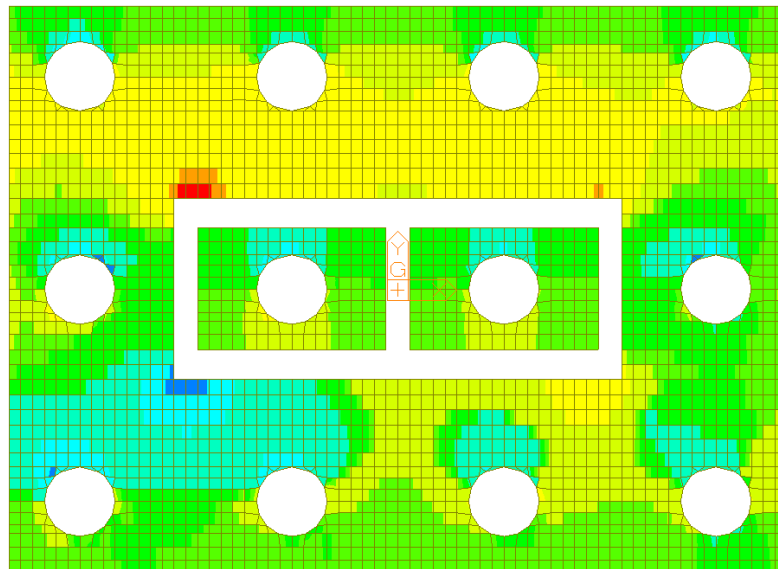


Figura 38 – Vyy, Involuppo SLU/SLV

GENERAL CONTRACTOR  IRICAV2	ALTA SORVEGLIANZA  GRUPPO FERROVIE DELLO STATO ITALIANE			
	Progetto IN17	Lotto 12	Codifica E12CLVI0104011	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.

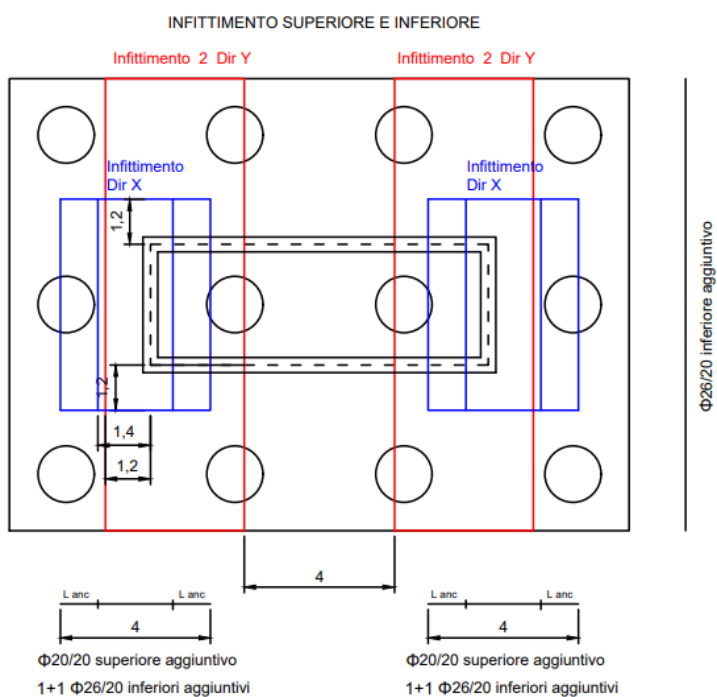
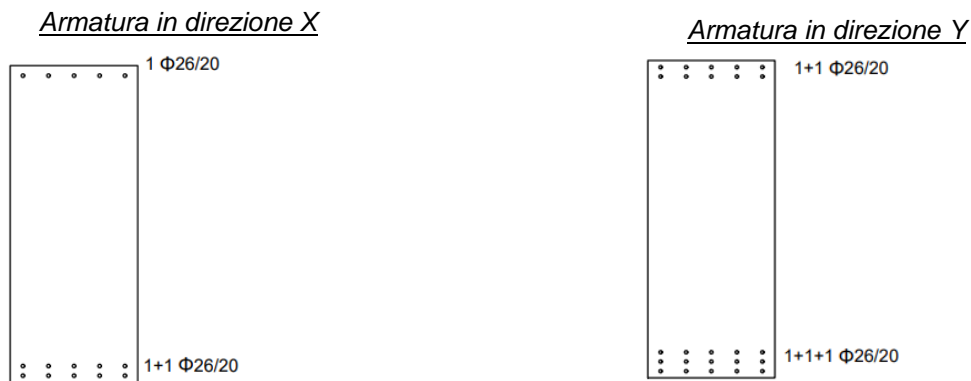


Figura 39 – Zone di infittimento dell'armatura a flessione del plinto

Maglia base



GENERAL CONTRACTOR  IRICAV2	ALTA SORVEGLIANZA  GRUPPO FERROVIE DELLO STATO ITALIANE			
	Progetto IN17	Lotto 12	Codifica EI2CLVI0104011	B

Armatura aggiuntiva

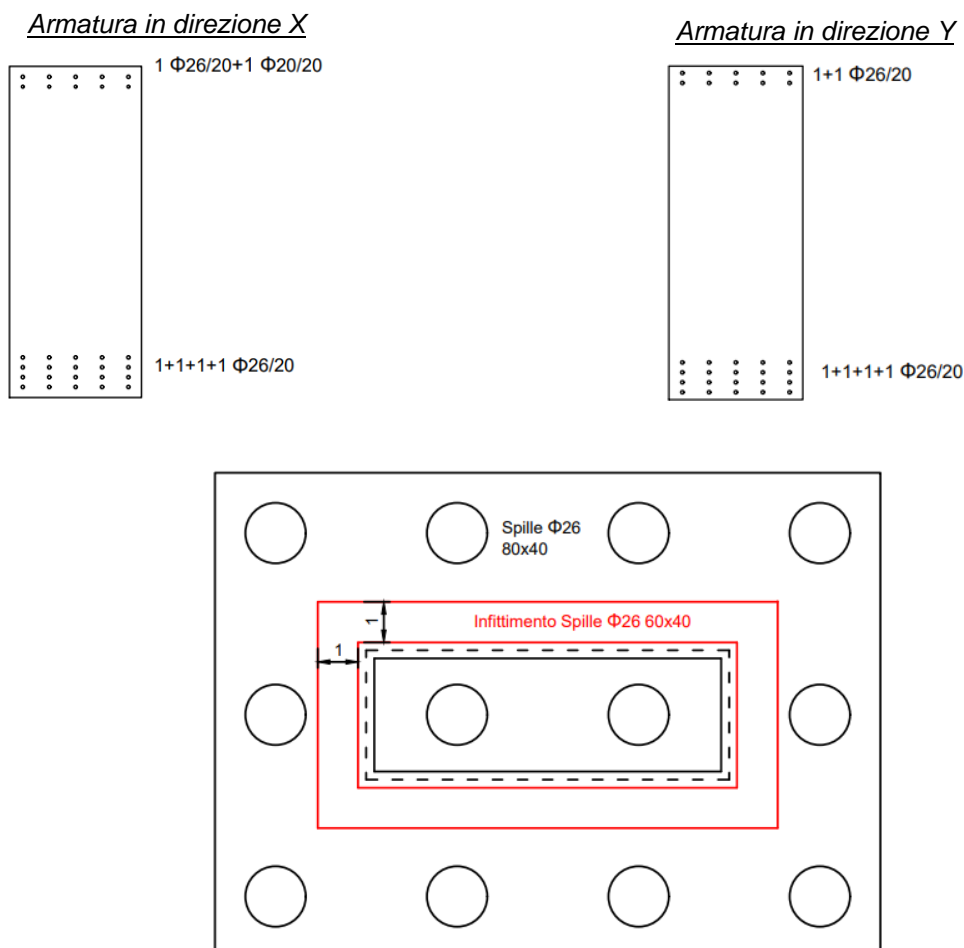


Figura 40 – Armatura a taglio del plinto

11.5.2 Verifica a flessione

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

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

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.

GENERAL CONTRACTOR  IRICAV2	ALTA SORVEGLIANZA  GRUPPO FERROVIE DELLO STATO ITALIANE			
	Progetto	Lotto	Codifica	
	IN17	12	EI2CLVI0104011	B

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	3119.3	3961.7	7044.1	7881.5
SLE Rara	1315.8	2003.5	4920.0	5597.3
SLE Fessurazione	332.9	291.4	3108.3	3213.9
SLE Quasi Perm.	228.6	219.8	1857.6	1777.0

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_P51_DirX

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

GENERAL CONTRACTOR



ALTA SORVEGLIANZA



Progetto

Lotto

Codifica

IN17

12

EI2CLVI0104011

B

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	-94.8	26
2	20.0	-94.8	26
3	0.0	-94.8	26
4	-20.0	-94.8	26
5	-40.0	-94.8	26
6	40.0	-102.2	26
7	20.0	-102.2	26
8	0.0	-102.2	26
9	-20.0	-102.2	26
10	-40.0	-102.2	26
11	40.0	-109.7	26
12	20.0	-109.7	26
13	0.0	-109.7	26
14	-20.0	-109.7	26
15	-40.0	-109.7	26
16	40.0	109.6	20
17	20.0	109.6	20
18	0.0	109.6	20
19	-20.0	109.6	20
20	-40.0	109.6	20
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
26	40.0	-117.1	26
27	20.0	-117.1	26
28	0.0	-117.1	26
29	-20.0	-117.1	26
30	-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 [daNm] intorno all'asse X di riferimento delle coordinate con verso positivo se tale da comprimere il lembo sup. della sez.
Vy	Componente del Taglio [kN] parallela all'asse Y di riferimento delle coordinate

GENERAL CONTRACTOR	 IRICAV2	ALTA SORVEGLIANZA	 ITALFERR GRUPPO FERROVIE DELLO STATO ITALIANE		
		Progetto	Lotto	Codifica	
		IN17	12	EI2CLVI0104011	B

N°Comb.	N	Mx	Vy
1	0.00	-3119.30	0.00
2	0.00	7044.10	0.00

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

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

N°Comb.	N	Mx	My
1	0.00	-1315.80	0.00
2	0.00	4920.00	0.00

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

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

N°Comb.	N	Mx	My
1	0.00	-332.90 (-3109.86)	0.00 (0.00)
2	0.00	3108.30 (3290.88)	0.00 (0.00)

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

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

N°Comb.	N	Mx	My
1	0.00	-228.60 (-3109.86)	0.00 (0.00)
2	0.00	1857.60 (3290.88)	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
N Res Sforzo normale resistente [kN] nel baricentro B sezione cls.(positivo se di compress.)
Mx Res Momento flettente resistente [kNm] riferito all'asse x princ. d'inerzia
Mis.Sic. Misura sicurezza = rapporto vettoriale tra (N r,Mx Res,My Res) e (N,Mx,My)
Verifica positiva se tale rapporto risulta >=1.000
As Tesa Area armature trave [cm²] in zona tesa. [Tra parentesi l'area minima ex (4.1.15)NTC]

N°Comb	Ver	N	Mx	N Res	Mx Res	Mis.Sic.	As Tesa
1	S	0.00	-3119.30	0.00	-4137.54	1.33	95.3(37.0)

GENERAL CONTRACTOR		ALTA SORVEGLIANZA			
					
		Progetto	Lotto	Codifica	
		IN17	12	EI2CLVI0104011	B

2 S 0.00 7044.10 0.00 9183.10 1.30 106.2(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	0.072	50.0	-125.0	0.00192	40.0	-117.1	-0.04491	40.0	117.1
2	0.00350	0.098	-50.0	125.0	0.00234	40.0	117.1	-0.03213	40.0	-117.1

POSIZIONE ASSE NEUTRO PER OGNI COMB. DI RESISTENZA

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

N°Comb	a	b	c	x/d	C.Rid.
1	0.000000000	-0.000199979	-0.021497413	0.072	0.700
2	0.000000000	0.000147156	-0.014894560	0.098	0.700

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

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

N°Comb	Ver	Sc max	Xc max	Yc max	Sf min	Xs min	Ys min	Ac eff.	As eff.
1	S	1.97	50.0	-125.0	-140.5	-40.0	117.1	2640	42.3
2	S	6.01	-50.0	125.0	-235.0	-40.0	-117.1	4712	106.2

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

Ver. La sezione viene assunta sempre fessurata anche nel caso in cui la trazione minima del calcestruzzo sia inferiore a f_{ctm}
Esito della verifica
e1 Massima deformazione unitaria di trazione nel calcestruzzo (trazione -) valutata in sezione fessurata
e2 Minima deformazione unitaria di trazione nel calcestruzzo (trazione -) valutata in sezione fessurata
k1 = 0.8 per barre ad aderenza migliorata [eq.(7.11)EC2]
kt = 0.4 per comb. quasi permanenti / = 0.6 per comb.frequenti [cfr. eq.(7.9)EC2]
k2 = 0.5 per flessione; $=(e1 + e2)/(2*e1)$ per trazione eccentrica [eq.(7.13)EC2]
k3 = 3.400 Coeff. in eq.(7.11) come da annessi nazionali
k4 = 0.425 Coeff. in eq.(7.11) come da annessi nazionali
Ø Diametro [mm] equivalente delle barre tese comprese nell'area efficace Ac eff [eq.(7.11)EC2]
Cf Copriferro [mm] netto calcolato con riferimento alla barra più tesa
e sm - e cm Differenza tra le deformazioni medie di acciaio e calcestruzzo [(7.8)EC2 e (C4.1.7)NTC]



	Progetto	Lotto	Codifica	
	IN17	12	EI2CLVI0104011	B

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	-0.00073	0	0.500	23.4	66	0.00042 (0.00042)	473 0.199 (990.00)	-3109.86	0.00	
2	S	-0.00123	0	0.500	26.0	66	0.00079 (0.00070)	421 0.330 (990.00)	3290.88	0.00	

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

N°Comb	Ver	Sc max	Xc max	Yc max	Sf min	Xs min	Ys min	Ac eff.	As eff.
1	S	0.50	50.0	-125.0	-35.5	-40.0	117.1	2640	42.3
2	S	3.80	-50.0	125.0	-148.5	-40.0	-117.1	4712	106.2

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

Comb.	Ver	e1	e2	k2	Ø	Cf	e sm - e cm	sr max	wk	Mx fess	My fess
1	S	-0.00018	0	0.500	23.4	66	0.00011 (0.00011)	473 0.050 (0.20)	-3109.86	0.00	
2	S	-0.00078	0	0.500	26.0	66	0.00045 (0.00045)	421 0.187 (0.20)	3290.88	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	0.34	50.0	-125.0	-24.4	-40.0	117.1	2640	42.3
2	S	2.27	-50.0	125.0	-88.7	-40.0	-117.1	4712	106.2

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	-0.00013	0	0.500	23.4	66	0.00007 (0.00007)	473 0.035 (990.00)	-3109.86	0.00	
2	S	-0.00046	0	0.500	26.0	66	0.00027 (0.00027)	421 0.112 (990.00)	3290.88	0.00	

GENERAL CONTRACTOR  IRICAV2	ALTA SORVEGLIANZA  ITALFERR GRUPPO FERROVIE DELLO STATO ITALIANE			
	Progetto IN17	Lotto 12	Codifica EI2CLVI0104011	B

Sezione per la verifica delle armature in direzione Y

DATI GENERALI SEZIONE GENERICA IN C.A.

NOME FILE SEZIONE: VI01_P51_DirY

Descrizione Sezione:	
Metodo di calcolo resistenza:	Resistenze agli Stati Limite Ultimi
Tipologia sezione:	Sezione generica di Trave
Normativa di riferimento:	N.T.C.
Percorso sollecitazione:	A Sforzo Norm. costante
Condizioni Ambientali:	Moderat. aggressive
Tipo di sollecitazione:	Retta (asse neutro sempre parallelo all'asse X)
Riferimento Sforzi assegnati:	Assi x,y principali d'inerzia
Riferimento alla sismicit�:	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	-97.4	26

GENERAL CONTRACTOR



ALTA SORVEGLIANZA



Progetto

Lotto

Codifica

IN17

12

EI2CLVI0104011

B

2	20.0	-97.4	26
3	0.0	-97.4	26
4	-20.0	-97.4	26
5	-40.0	-97.4	26
6	40.0	-104.8	26
7	20.0	-104.8	26
8	0.0	-104.8	26
9	-20.0	-104.8	26
10	-40.0	-104.8	26
11	40.0	-112.3	26
12	20.0	-112.3	26
13	0.0	-112.3	26
14	-20.0	-112.3	26
15	-40.0	-112.3	26
16	40.0	112.2	26
17	20.0	112.2	26
18	0.0	112.2	26
19	-20.0	112.2	26
20	-40.0	112.2	26
21	40.0	-119.7	26
22	20.0	-119.7	26
23	0.0	-119.7	26
24	-20.0	-119.7	26
25	-40.0	-119.7	26
26	40.0	119.7	26
27	20.0	119.7	26
28	0.0	119.7	26
29	-20.0	119.7	26
30	-40.0	119.7	26

CALCOLO DI RESISTENZA - SFORZI PER OGNI COMBINAZIONE ASSEGNATA

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

N°Comb.	N	Mx	Vy
1	0.00	-3961.70	0.00
2	0.00	7881.50	0.00

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

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

N°Comb.	N	Mx	My
1	0.00	-2003.50	0.00
2	0.00	5597.30	0.00

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

N Sforzo normale [kN] applicato nel Baricentro (+ se di compressione)
 Mx Momento flettente [kNm] intorno all'asse X di riferimento (tra parentesi Mom.Fessurazione)

GENERAL CONTRACTOR	 IRICAV2	ALTA SORVEGLIANZA	 ITALFERR GRUPPO FERROVIE DELLO STATO ITALIANE
		Progetto	Lotto
		IN17	12
		Codifica	
		EI2CLVI0104011	B

con verso positivo se tale da comprimere il lembo superiore della sezione

N°Comb.	N	Mx	My
1	0.00	-291.40 (-3192.81)	0.00 (0.00)
2	0.00	3213.90 (3346.56)	0.00 (0.00)

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

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

N°Comb.	N	Mx	My
1	0.00	-219.80 (-3192.81)	0.00 (0.00)
2	0.00	1777.00 (3346.56)	0.00 (0.00)

RISULTATI DEL CALCOLO

Sezione verificata per tutte le combinazioni assegnate

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

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

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

N°Comb	Ver	N	Mx	N Res	Mx Res	Mis.Sic.	As Tesa
1	S	0.00	-3961.70	0.00	-5109.82	1.29	106.2(37.0)
2	S	0.00	7881.50	0.00	9348.25	1.19	106.2(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	0.070	50.0	-125.0	0.00241	40.0	-119.7	-0.04675	40.0	119.7
2	0.00350	0.085	-50.0	125.0	0.00261	40.0	119.7	-0.03752	40.0	-119.7

POSIZIONE ASSE NEUTRO PER OGNI COMB. DI RESISTENZA

GENERAL CONTRACTOR		ALTA SORVEGLIANZA			
					
		Progetto	Lotto	Codifica	
		IN17	12	EI2CLVI0104011	B

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	-0.000205371	-0.022171362	0.070	0.700
2	0.000000000	0.000167650	-0.017456195	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

N°Comb	Ver	Sc max	Xc max	Yc max	Sf min	Xs min	Ys min	Ac eff.	As eff.
1	S	2.65	50.0	-125.0	-170.2	-40.0	119.7	2250	53.1
2	S	6.52	-50.0	125.0	-262.7	-40.0	-119.7	4100	106.2

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

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

Comb.	Ver	e1	e2	k2	Ø	Cf	e sm - e cm	sr max	wk	Mx fess	My fess
1	S	-0.00087	0	0.500	26.0	40	0.00051 (0.00051)	323	0.165 (990.00)	-3192.81	0.00
2	S	-0.00135	0	0.500	26.0	40	0.00097 (0.00079)	307	0.297 (990.00)	3346.56	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	0.39	50.0	-125.0	-24.8	-40.0	119.7	2250	53.1
2	S	3.74	-50.0	125.0	-150.8	-40.0	-119.7	4100	106.2

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

Comb.	Ver	e1	e2	k2	Ø	Cf	e sm - e cm	sr max	wk	Mx fess	My fess
1	S	-0.00013	0	0.500	26.0	40	0.00007 (0.00007)	323	0.024 (0.20)	-3192.81	0.00

GENERAL CONTRACTOR



ALTA SORVEGLIANZA



	Progetto	Lotto	Codifica	
	IN17	12	EI2CLVI0104011	B

2 S -0.00078 0 0.500 26.0 40 0.00045 (0.00045) 307 0.139 (0.20) 3346.56 0.00

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

N°Comb	Ver	Sc max	Xc max	Yc max	Sf min	Xs min	Ys min	Ac eff.	As eff.
1	S	0.29	50.0	-125.0	-18.7	-40.0	119.7	2250	53.1
2	S	2.07	-50.0	125.0	-83.4	-40.0	-119.7	4100	106.2

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

Comb.	Ver	e1	e2	k2	Ø	Cf	e sm - e cm	sr max	wk	Mx fess	My fess
1	S	-0.00010	0	0.500	26.0	40	0.00006 (0.00006)	323	0.018 (990.00)	-3192.81	0.00
2	S	-0.00043	0	0.500	26.0	40	0.00025 (0.00025)	307	0.077 (990.00)	3346.56	0.00

GENERAL CONTRACTOR  IRICAV2	ALTA SORVEGLIANZA  ITALFERR GRUPPO FERROVIE DELLO STATO ITALIANE			
	Progetto IN17	Lotto 12	Codifica EI2CLVI0104011	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 E12CLVI0104011	B

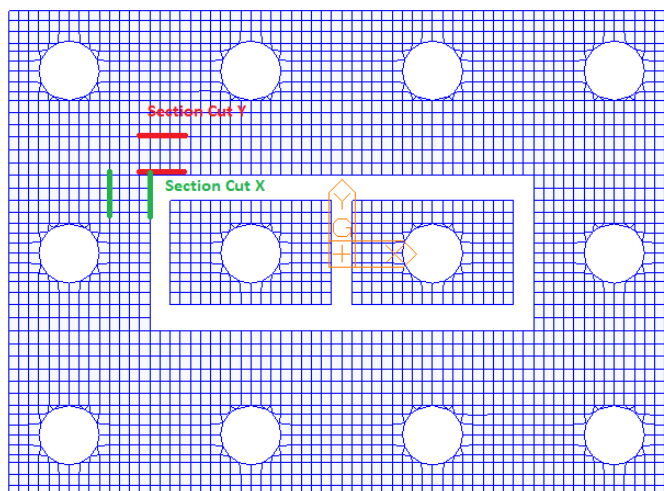


Figura 41 – Section cut considerate per la verifica a taglio

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 $V_{Ed,max} = 3644 \text{ kN/m}$.

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	EI2CLVI0104011	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}	1.67		numero di bracci degli spilli (in 1 m)
φ_{st}	26	mm	diametro degli spilli
S_{st}	400	mm	passo degli spilli
A_{sw}	884.9	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}	4621.6	KN	taglio resistente relativo alle armature tese
V_{Rcd}	5285.7	KN	taglio resistente relativo alle bielle compresse
V_{Rd}	4621.6	KN	taglio resistente di calcolo
V_{Ed}	3644	kN	Taglio di calcolo
Verifica	ok		
FS	1.27		Coefficiente di sicurezza

GENERAL CONTRACTOR  IRICAV2	ALTA SORVEGLIANZA  ITALFERR GRUPPO FERROVIE DELLO STATO ITALIANE			
	Progetto IN17	Lotto 12	Codifica EI2CLVI0104011	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:

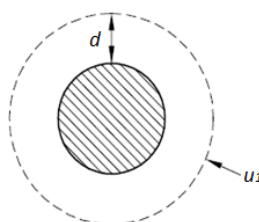
$$v_{Ed} \leq v_{Rd,cs}$$

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 EI2CLVI0104011	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 EI2CLVI0104011	B

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

Dove:

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

La verifica è stata condotta in corrispondenza del palo d'angolo più sollecitato (palo 1), per lo sforzo assiale massimo della combinazione SLV - Treno 1 – Sisma X prevalente: $V_{Ed} = 7333$ 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

Armatatura tesa

A_{lx}	34.40	cm ² /m	Armatatura tesa in direzione x (media)
A_{ly}	39.82	cm ² /m	Armatatura 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	EI2CLVI0104011	B

Peso del rinterro

γ_{terr}	19	kN/m ³	Peso specifico terreno
h_{rint}	1.5	m	Altezza rinterro
A	19.12	m ²	Area di verifica in corrispondenza dell'estradosso del plinto
ΔV_{sd}	544.9	kN	Riduzione di taglio dovuta al peso del rinterro

Tensione massima di taglio

V_{ed}	7333	kN	Reazione agli SLU
V_{ed}	6133	kN	Taglio applicato (ridotto del peso proprio e del rinterro)
V_{ed}	760	kN/m	Taglio applicato per unità di lunghezza
V_{ed}	0.32	N/mm ²	Tensione di taglio agente

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

V_{ed}	0.54	N/mm ²	Tensione di taglio a rifosso del palo
V_{rdmax}	3.83	N/mm ²	Tensione resistente massima
Verifica	ok		
FS	7.04		

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	0.81		

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		

$A_{sw\ min}$	687.6	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	EI2CLVI0104011	B

CAVALLOTTI

$f_{ywd,ef}$	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	1500	mm	Passo radiale dei perimetri dell'armatura a taglio-punzonamento
d/sr	1.60		

$A_{sw\ min}$	2578.5	mm ²	Area di armatura minima a taglio-punzonamento di uno strato (se sono presenti solo i cavallotti)
---------------	--------	-----------------	--

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

$V_{Rd,cs}$	0.60	N/mm ²	Valore di progetto del taglio-punzonamento resistente
V_{Ed}	0.32	N/mm ²	Tensione di taglio-punzonamento agente
Verifica	ok		
FS	1.89		

GENERAL CONTRACTOR  IRICAV2	ALTA SORVEGLIANZA  ITALFERR GRUPPO FERROVIE DELLO STATO ITALIANE			
	Progetto IN17	Lotto 12	Codifica EI2CLVI0104011	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.