

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 SAN BONIFACIO DAL km 24+874,95 AL km 25+314,95

PILE

Relazione di calcolo pile e plinto – Pile da P10 a P16

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

COMMESSA	LOTTO	FASE	ENTE	TIPO DOC.	OPERA/DISCIPLINA	PROGR.	REV.	FOGLIO
I N 1 7	1 2	E	I 2	CL	V I 0 6 0 4	0 0 5	B	- - - p - - -

	VISTO CONSORZIO IRICAV DUE	
	Firma	Data
	Ing. Alberto LEVORATO 	

Progettazione:

Rev.	Descrizione	Redatto	Data	Verificato	Data	Approvato	Data	IL PROGETTISTA
A	EMISSIONE	E.d.in	Ott.2021	M. Proietti	Ott.2021	G. Grimaldi	Ott.2021	
B	EMISSIONE A SEGUITO RDV IN1710E09ISVI0600001A	E.d.in	Gen.2023	M. Proietti	Gen.2023	G. Grimaldi	Gen.2023	

CIG. 8377957CD1

CUP: J41E91000000009

File: IN1712EI2CLVI0604005B

Cod. origine:



Progetto cofinanziato
dalla Unione Europea

<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>EI2CLVI0604005</p>	<p>B</p>

GENERAL CONTRACTOR  IRICAV2	ALTA SORVEGLIANZA  ITALFERR GRUPPO FERROVIE DELLO STATO ITALIANE			
	Progetto IN17	Lotto 12	Codifica EI2CLVI0604005	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.....	13
5.2 Sistemi di riferimento ed unità di misura	13
6. ANALISI DEI CARICHI.....	14
6.1 Permanenti strutturali e non (G1 e G2)	14
6.2 Carichi da traffico verticali (Q1)	16
6.3 Effetti dinamici.....	18
6.4 Disposizione treni di carico.....	18
6.5 Carichi da traffico orizzontali	22
6.5.1 Forza centrifuga (Q4)	22
6.5.2 Serpeggio.....	24
6.5.3 Frenatura ed avviamento (Q3).....	25
6.5.4 Forza d'attrito (Q8)	27
6.6 Azione del Vento (Q5).....	28
6.7 Azione termica (Q7)	38
6.8 Azione Sismica (E).....	39
6.8.1 Inquadramento Sismico.....	39
6.8.2 Definizione della domanda sismica	40
6.8.3 Calcolo dell'azione Sismica	45
6.8.4 Check analisi statica.....	46
6.8.5 Analisi statica equivalente	47

GENERAL CONTRACTOR  IRICAV2	ALTA SORVEGLIANZA  ITALFERR GRUPPO FERROVIE DELLO STATO ITALIANE			
	Progetto IN17	Lotto 12	Codifica EI2CLVI0604005	B

7. CONDIZIONI ELEMENTARI E COMBINAZIONI DI CARICO	49
7.1 Caratteristiche di sollecitazioni	54
7.1.1 <i>Combinazioni Estradosso Pulvino – configurazione treni 1,2 e 3</i>	54
7.1.2 <i>Combinazioni Estradosso Plinto – configurazione 1,2 e 3</i>	58
7.1.3 <i>Combinazioni Intradosso Plinto – configurazione 1,2 e 3</i>	62
8. VERIFICHE STRUTTURALI	67
9. FUSTO PILA	67
9.1 Modello locale per ritiro differenziale	68
9.2 Verifica a presso flessione	68
9.3 Verifica a taglio.....	84
9.4 Verifica minimi di armatura.....	87
9.5 Verifica deformabilità.....	90
9.6 Determinazione spostamenti.....	90
10. PULVINO	93
11. PLINTO DI FONDAZIONE	95
11.1 Geometria del plinto e della palificata	95
11.2 Modellazione strutturale	96
11.3 Azioni di progetto	98
11.3.1 <i>Reazioni dei pali</i>	98
11.3.2 <i>Peso proprio plinto di fondazione</i>	99
11.3.3 <i>Peso terreno di ricoprimento</i>	99
11.4 Risultati di analisi	100
11.5 Dimensionamento e verifica delle armature	104
11.5.1 <i>Dimensionamento delle armature</i>	104
11.5.2 <i>Verifica a flessione</i>	106
11.5.3 <i>Verifica a taglio</i>	115
11.5.4 <i>Verifica a taglio-punzonamento</i>	118
12. VALUTAZIONE DELLA ACCETTABILITÀ DEI RISULTATI OTTENUTI (RIF.PAR.10.2 DM 14/01/2008)	123

GENERAL CONTRACTOR  IRICAV2	ALTA SORVEGLIANZA  ITALFERR GRUPPO FERROVIE DELLO STATO ITALIANE			
	Progetto IN17	Lotto 12	Codifica EI2CLVI0604005	B

1. Premessa

Oggetto della presente relazione è il dimensionamento degli elementi in elevazione del *Viadotto San Bonifacio – VI06*, che si inserisce nell'ambito della progettazione esecutiva del collegamento ferroviario della linea AV/AC Verona-Padova.

Tale relazione si ritiene valida per tutte le pile di altezza pari a 5.5m, con fondazione 12.0m x 10.8m x 2.0m su 8 pali, con altezza del terreno di ricoprimento di circa 1.2m e sulle quali afferiscono due impalcati in c.a.p. di L=25.0m (da P10 a P16 comprese). Si prende a riferimento la pila P10.

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 EI2CLVI0604005	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
- IN1712EI2CLVI0604007, Relazione di calcolo pulvini, baggioli e ritegni
- IN1712EI2RBVI0600001, Relazione geotecnica

GENERAL CONTRACTOR  IRICAV2	ALTA SORVEGLIANZA  ITALFERR GRUPPO FERROVIE DELLO STATO ITALIANE			
	Progetto IN17	Lotto 12	Codifica EI2CLVI0604005	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%; text-align: center;"> <tr> <td style="width: 25%;">Progetto</td> <td style="width: 25%;">Lotto</td> <td style="width: 50%;">Codifica</td> </tr> <tr> <td>IN17</td> <td>12</td> <td>EI2CLVI0604005</td> </tr> </table>	Progetto	Lotto	Codifica	IN17	12	EI2CLVI0604005
Progetto	Lotto	Codifica					
IN17	12	EI2CLVI0604005					
	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 EI2CLVI0604005	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  GRUPPO FERROVIE DELLO STATO ITALIANE			
	Progetto IN17	Lotto 12	Codifica EI2CLVI0604005	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 EI2CLVI0604005	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  GRUPPO FERROVIE DELLO STATO ITALIANE			
	Progetto IN17	Lotto 12	Codifica EI2CLVI0604005	B

4. Caratterizzazione geotecnica

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

5. Descrizione dell'opera

Il Viadotto San Bonifacio – VI06, a doppio binario con intervallata 4.5 m, si estende dal km 24+874.947 al km 25+314.947 della Tratta Verona-Padova per uno sviluppo complessivo di 440.0 m ed è costituito da 17 campate di cui:

- 16 campate di luce pari a 25.0m, con impalcato in c.a.p. con quattro travi a cassoncino;
- Una campata di luce pari a 40.0m, con impalcato in misto acciaio-clc a 6 travi.

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

Il pulvino presenta un'altezza esterna variabile, con dimensioni esterne medesime alla pila e pieno; nella presente relazione si analizzano i pulvini di altezza 1.5m. Su esso sono disposti gli apparecchi di appoggio dell'impalcato secondo gli schemi sotto riportati.

I plinti presentano una pianta rettangolare di dimensioni variabili in relazione alla tipologia di impalcato che afferisce alla pila. In particolare, in questa relazione sono analizzati i plinti di dimensioni pari a 12.0m x 10.8m e di spessore 2.0m. Le fondazioni previste sono su pali (8 pali Φ 1500).

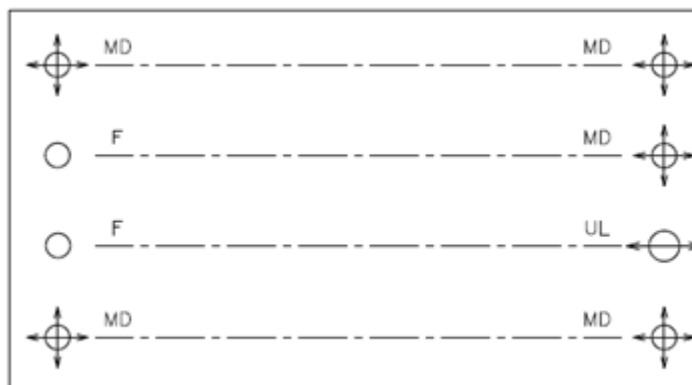


Figura 1 - Schema appoggi

GENERAL CONTRACTOR



ALTA SORVEGLIANZA



Progetto

Lotto

Codifica

IN17

12

EI2CLVI0604005

B

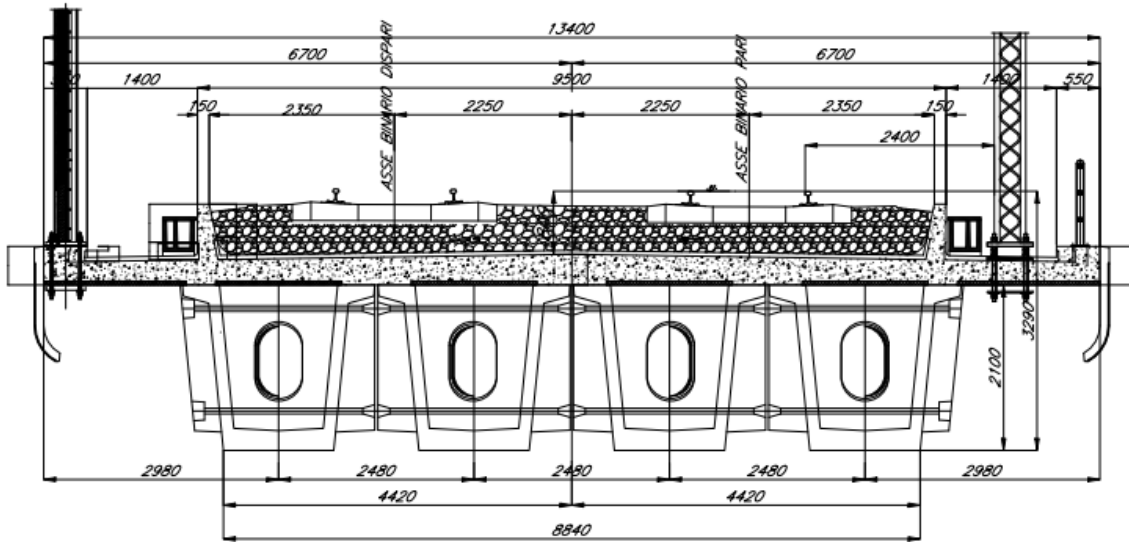
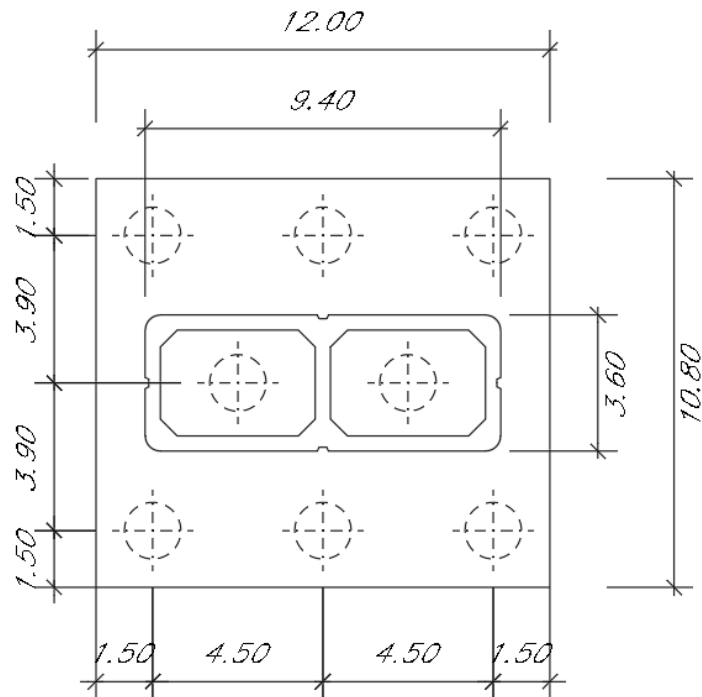


Figura 2 - Sezione impalcato c.a.p.



GENERAL CONTRACTOR



ALTA SORVEGLIANZA



Progetto

IN17

Lotto

12

Codifica

EI2CLVI0604005

B

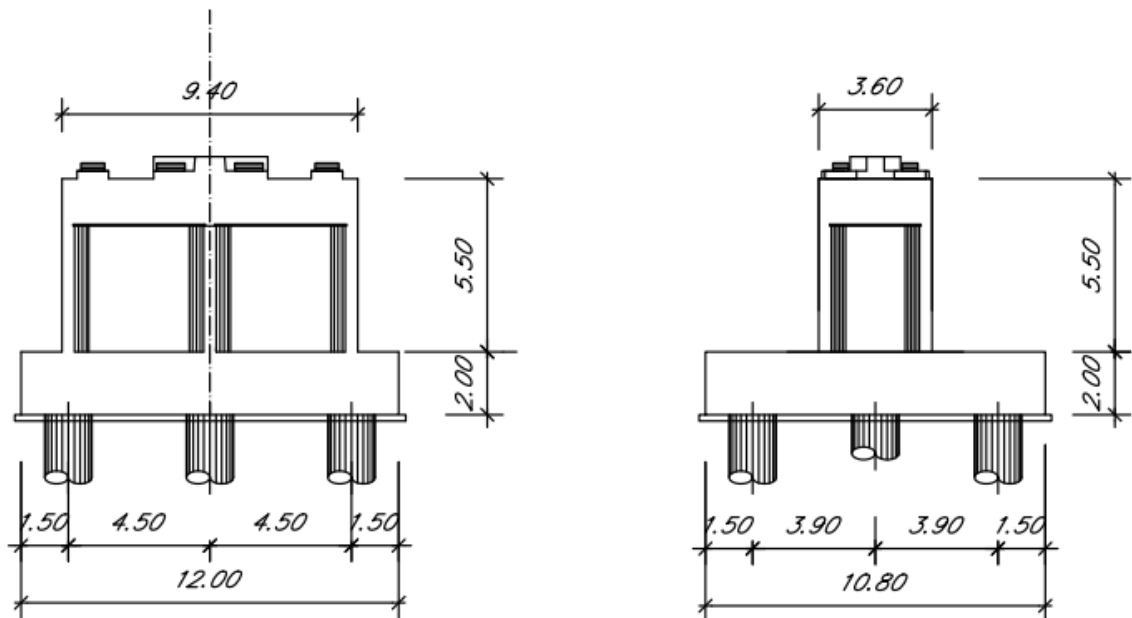


Figura 3 - Pianta e sezioni pila

GENERAL CONTRACTOR  IRICAV2	ALTA SORVEGLIANZA  ITALFERR GRUPPO FERROVIE DELLO STATO ITALIANE			
	Progetto IN17	Lotto 12	Codifica EI2CLVI0604005	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	EI2CLVI0604005	B

6. Analisi dei carichi

6.1 Permanenti strutturali e non (G1 e G2)

I pesi degli elementi strutturali sono calcolati utilizzando un peso di volume del calcestruzzo pari a 25 kN/m³.

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

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

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

GENERAL CONTRACTOR  IRICAV2	ALTA SORVEGLIANZA  ITALFERR GRUPPO FERROVIE DELLO STATO ITALIANE			
	Progetto IN17	Lotto 12	Codifica EI2CLVI0604005	B

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

PILA			
altezza pila (estradosso fond-estradosso pulvino)	Hp	5.50	m
tipologia di sezione		rettangolare	
larghezza trasversale pila	b	9.40	m
larghezza longitudinale pila	d	3.60	m
raggio angolo esterno	r	0.40	m
area della sezione	A	11.45	m ²
inerzia sezione direzione trasversale	I11	103.81	m ⁴
inerzia sezione direzione longitudinale	I22	22.26	m ⁴
modulo elastico cls pila	E _c	33346	MPa
eventuale abbattimento del modulo	%	50	
modulo di calcolo	E	16673	MPa
calcestruzzo	f _{ck}	32	MPa
massa pila	mp	1145	kN

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

GENERAL CONTRACTOR  IRICAV2	ALTA SORVEGLIANZA  GRUPPO FERROVIE DELLO STATO ITALIANE			
	Progetto	Lotto	Codifica	
	IN17	12	EI2CLVI0604005	B

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

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	6340	0
scarichi estradosso Pila - G2	5390	0
scarichi estradosso Fondazione - G1	8754	0
scarichi estradosso Fondazione - G2	5390	0
scarichi intradosso Fondazione - G1	17423	0
scarichi intradosso Fondazione - G2	5390	0

Lo scarico G1 a intradosso fondazione tiene conto del peso del plinto di fondazione e del peso del terreno di ricoprimento al di sopra di esso, di spessore pari a 1.2 m.

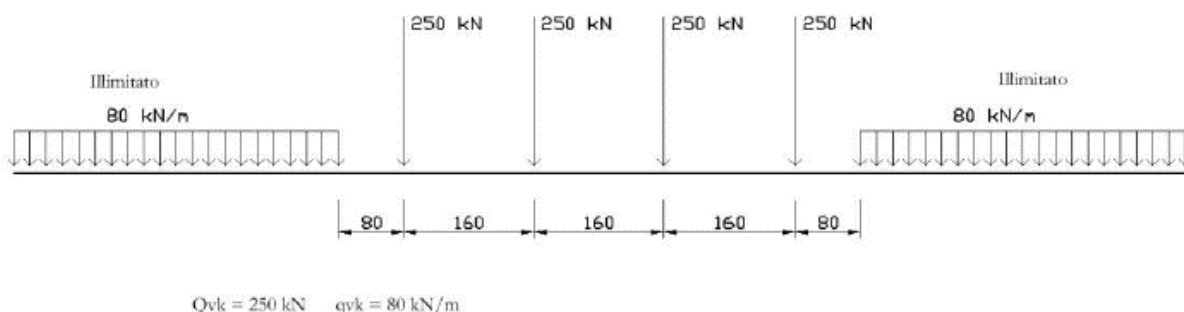
6.2 Carichi da traffico verticali (Q1)

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.

GENERAL CONTRACTOR  IRICAV2	ALTA SORVEGLIANZA  ITALFERR GRUPPO FERROVIE DELLO STATO ITALIANE			
	Progetto IN17	Lotto 12	Codifica E12CLVI0604005	B

➤ *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.



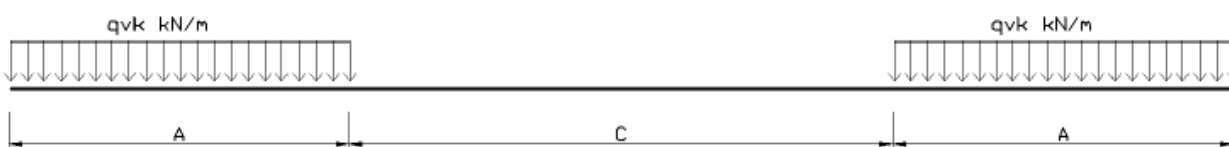
Carichi concentrati: quattro assi da 250 kN disposti ad interasse di 1,60 m;

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.



SW/0

Carico distribuito	Q_{vk}	133	KN/m
Lunghezza	A	15	m
Lunghezza	C	5.3	m

GENERAL CONTRACTOR  IRICAV2	ALTA SORVEGLIANZA  ITALFERR GRUPPO FERROVIE DELLO STATO ITALIANE			
	Progetto IN17	Lotto 12	Codifica EI2CLVI0604005	B

SW/2

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

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

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

6.3 Effetti dinamici

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

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

6.4 Disposizione treni di carico

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

- Sforzo Assiale: il convoglio è localizzato sostanzialmente al di sopra della pila in esame
- Momento Longitudinale: il convoglio è localizzato sulla campata di luce maggiore, più o meno centrato a seconda dei rapporti di lunghezza del treno di carico e della campata.

- Momento Trasversale: è fornito dallo stesso schema di posizionamento del massimo sforzo assiale, ma considerando un solo binario carico.

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

	N [kN]	Mlong [kN/m]	Mtrasv [kN/m]
COMBO N	5992	310	1348
COMBO ML	3529	2759	1143
COMBO MT	3162	206	7432

Si riportano i medesimi schemi graficamente per un caso rappresentativo:

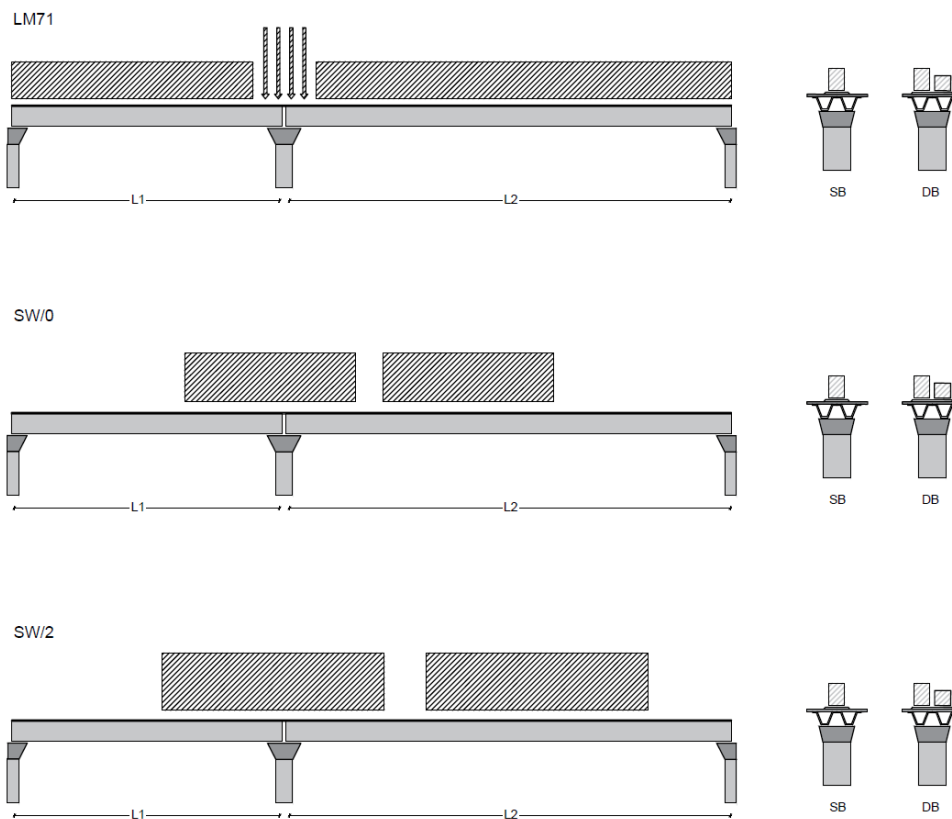


Figura 4- Posizione treni di carico - massimo sforzo assiale

GENERAL CONTRACTOR



ALTA SORVEGLIANZA



Progetto

IN17

Lotto

12

Codifica

EI2CLVI0604005

B

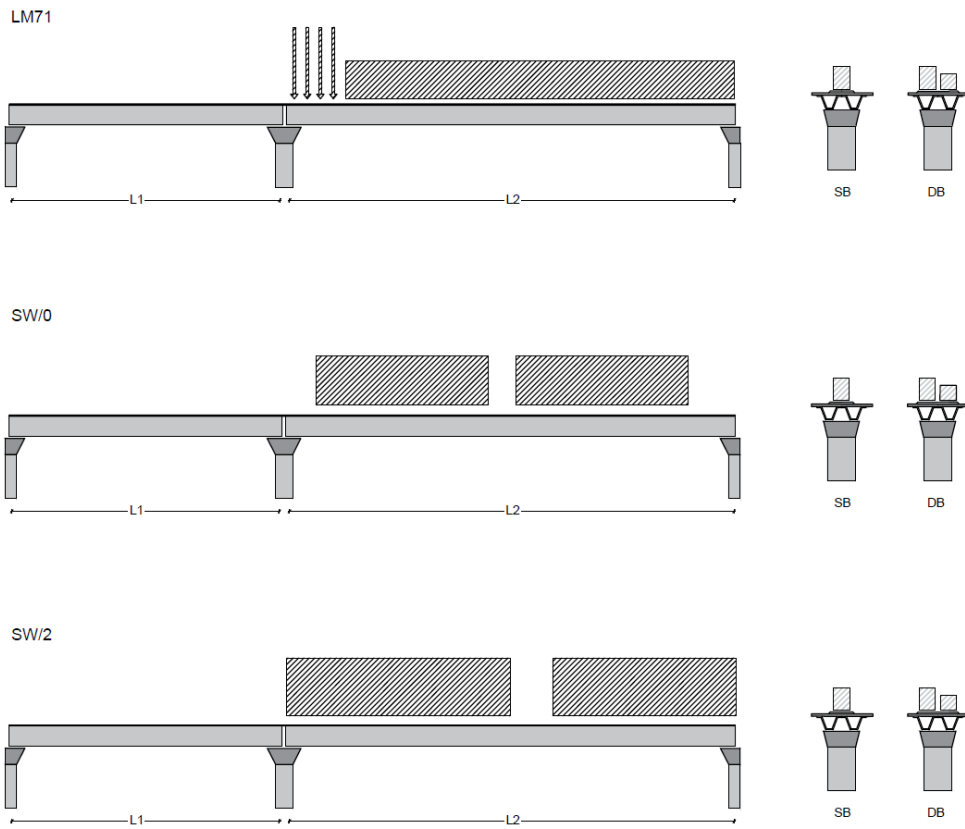


Figura 5- Posizione treni di carico – massimo momento longitudinale

	Progetto	Lotto	Codifica	
	IN17	12	EI2CLVI0604005	B

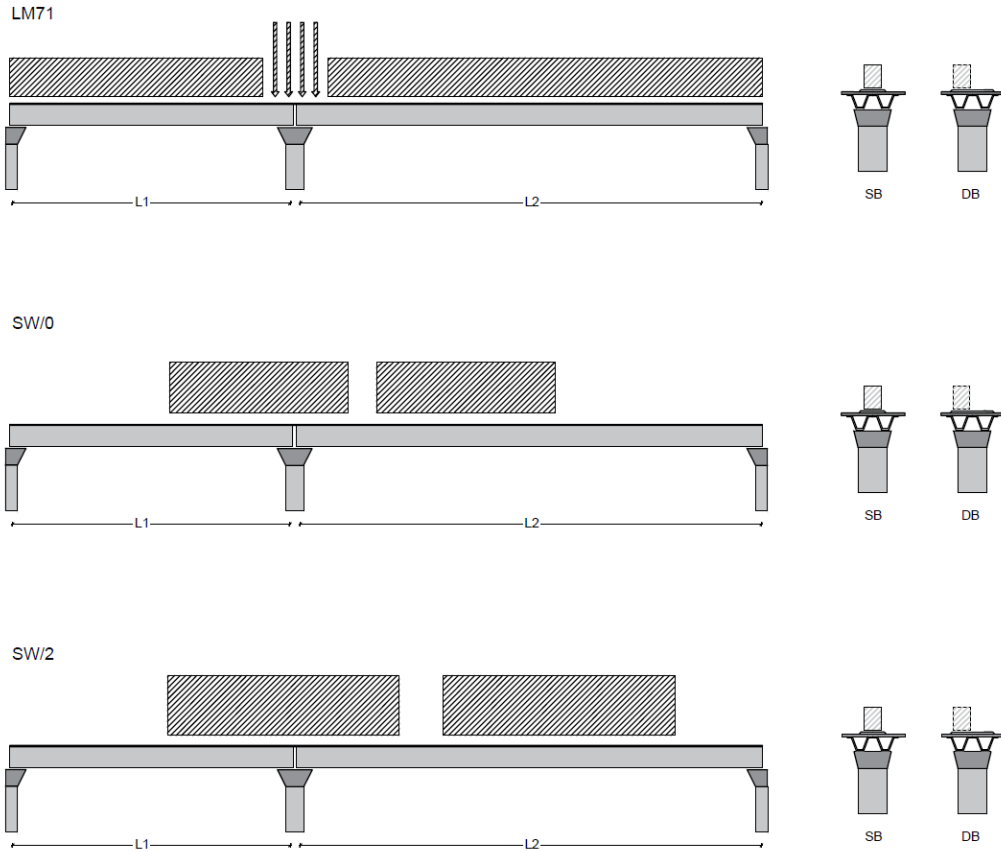


Figura 6- Posizione treni di carico – massimo momento trasversale

GENERAL CONTRACTOR  IRICAV2	ALTA SORVEGLIANZA  ITALFERR GRUPPO FERROVIE DELLO STATO ITALIANE			
	Progetto IN17	Lotto 12	Codifica EI2CLVI0604005	B

6.5 Carichi da traffico orizzontali

6.5.1 Forza centrifuga (Q4)

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

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

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

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

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

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

La forza centrifuga non deve essere incrementata dei coefficienti dinamici.

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

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

LM71 caso a

velocità massima

Vmax 120

fattore di riduzione funzione della Lf e della V

f 1.00

coefficiente di adattamento

a 1.10

valore caratteristico dei carichi verticali

Qvk 250.0 kN x asse

valore caratteristico dei carichi verticali

qvk 80.0 kN/m

valore caratteristico della forza centrifuga

Qtk 11.5 kN x asse

valore caratteristico della forza centrifuga

qtk 3.7 kN/m

LM71 caso b

velocità massima compatibile con il tracciato della linea

Vmax 300

fattore di riduzione funzione della Lf e della V

f 0.48

coefficiente di adattamento

a 1.0

valore caratteristico dei carichi verticali

Qvk 250.0 kN x asse

valore caratteristico dei carichi verticali

qvk 80.0 kN/m

valore caratteristico della forza centrifuga

Qtk 31.6 kN x asse

valore caratteristico della forza centrifuga

qtk 10.1 kN/m

GENERAL CONTRACTOR  IRICAV2	ALTA SORVEGLIANZA  ITALFERR GRUPPO FERROVIE DELLO STATO ITALIANE			
	Progetto IN17	Lotto 12	Codifica EI2CLVI0604005	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	115	638
Fcen_LM/71_2	126.5	10.1	126.5	10.1	326	1809
Fcen_SW/2_1	0.0	4.4	0.0	4.4	109	607

6.5.2 Serpeggio

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

GENERAL CONTRACTOR  IRICAV2	ALTA SORVEGLIANZA  ITALFERR GRUPPO FERROVIE DELLO STATO ITALIANE			
	Progetto IN17	Lotto 12	Codifica EI2CLVI0604005	B

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

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

6.5.3 Frenatura ed avviamento (Q3)

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

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

I valori caratteristici dell'azione di frenatura e di avviamento devono essere moltiplicati per 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 EI2CLVI0604005	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	25	m

FRENATURA

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

GENERAL CONTRACTOR  IRICAV2	ALTA SORVEGLIANZA  GRUPPO FERROVIE DELLO STATO ITALIANE			
	Progetto IN17	Lotto 12	Codifica EI2CLVI0604005	B

AVVIAMENTO

LM/71 valore caratteristico della forza	$Q_{la,k}$	908	kN
SW/0 valore caratteristico della forza	$Q_{la,k}$	715	kN
SW/2 valore caratteristico della forza	$Q_{la,k}$	825	kN

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

6.5.4 Forza d’attrito (Q8)

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

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

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

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

GENERAL CONTRACTOR  IRICAV2	ALTA SORVEGLIANZA  GRUPPO FERROVIE DELLO STATO ITALIANE			
	Progetto	Lotto	Codifica	
	IN17	12	EI2CLVI0604005	B

altezza baggioli e apparecchi d'appoggio	h	0.5	m
lunghezza del binario	L	25	m
reazione verticale massima associata ai carichi permanenti	Vg1	6340	kN
reazione verticale massima associata ai carichi permanenti	Vg2	5390	KN
reazione verticale massima associata ai carichi mobili	Vq	7361	kN
coefficiente d'attrito (da assum. In relazione alle cart. App.)	f	0.04	
forza d'attrito trasmessa alla pila	Fa	388.3	kN
momento longitudinale in testa pila	M	194.1	kN/m

6.6 Azione del Vento (Q5)

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

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

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

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

dove:

v_b indica la velocità di base del vento

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

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

ρ indica la densità dell'aria

GENERAL CONTRACTOR  IRICAV2	ALTA SORVEGLIANZA  GRUPPO FERROVIE DELLO STATO ITALIANE			
	Progetto IN17	Lotto 12	Codifica EI2CLVI0604005	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.

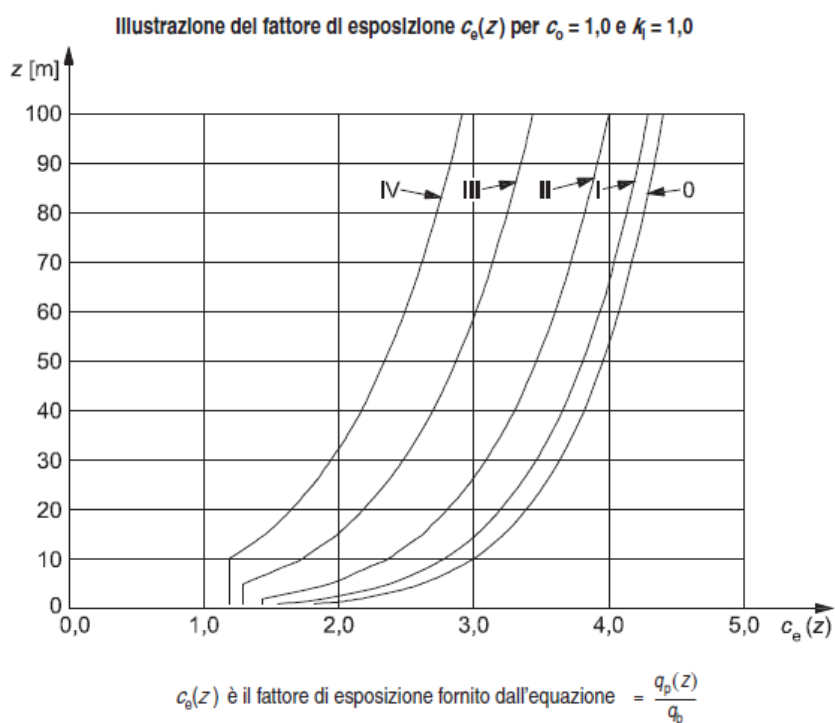


Figura 7 -fattore di esposizione - Eurocodice 1991-1-4

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

	Progetto	Lotto	Codifica	
	IN17	12	EI2CLVI0604005	B

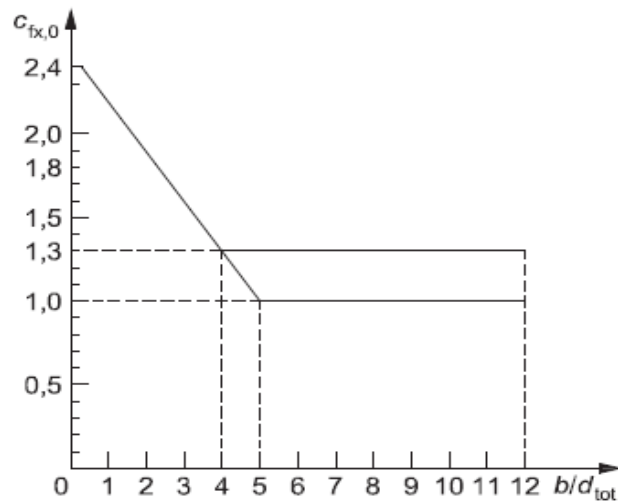


Figura 8 - Fattore di forza trasversale - Eurocodice 1991-1-4

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

dove:

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

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

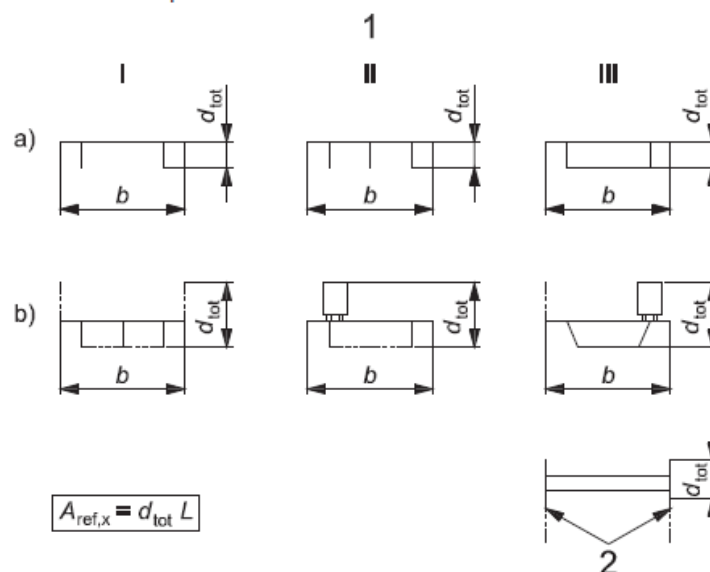


Figura 9 - Area effettiva - Eurocodice 1991-1-4

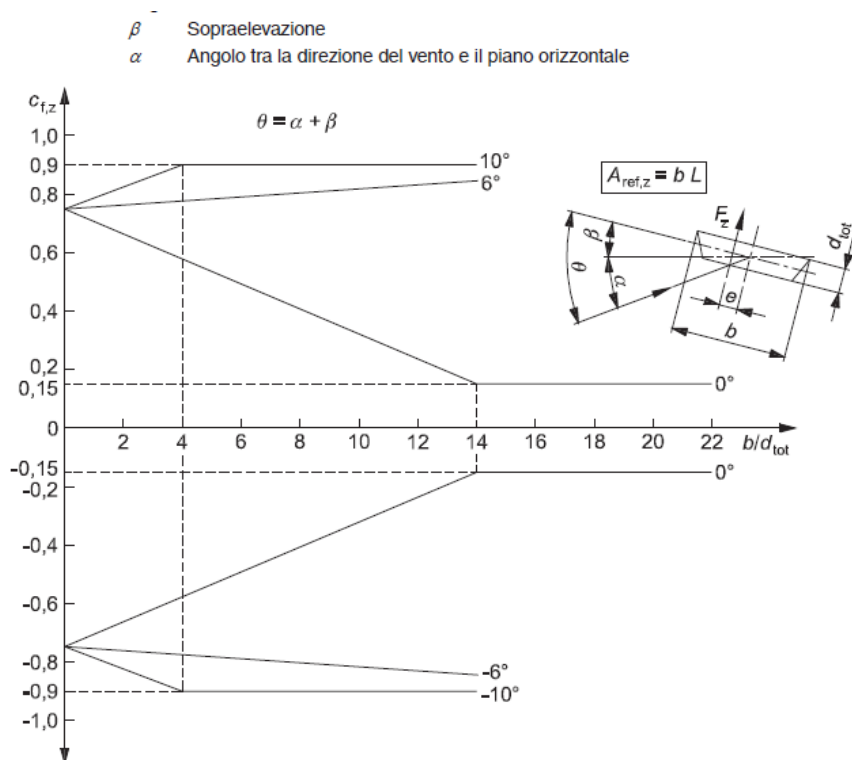


Figura 10 - coefficiente di forza verticale - Eurocodice 1991-1-4

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

Progetto

Lotto

Codifica

IN17

12

EI2CLVI0604005

B

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

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

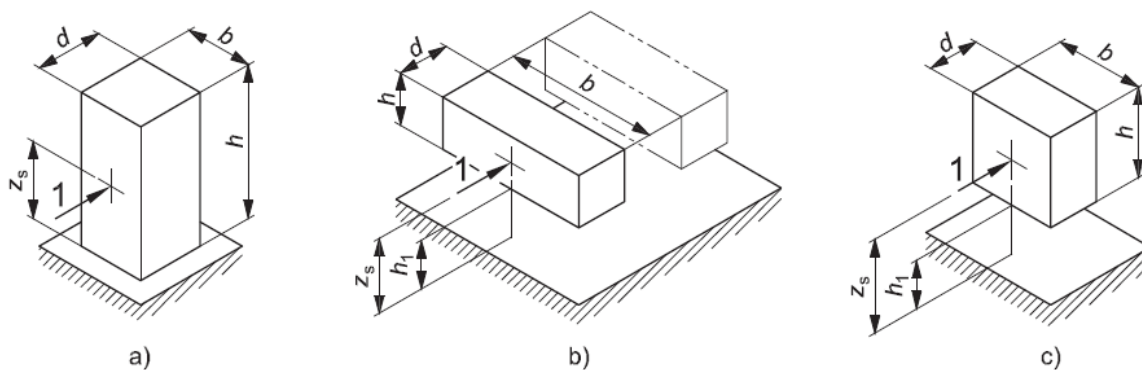


Figura 11 - Altezza di riferimento - Eurocodice 1991-1-4

tab. 3.3.I

Zona

1

tab.3.3.II

Categoria

II

tab. 3.3.III

Classe rug

D

velocità di base di riferimento s.l.m.

Vbo

25

m/s

parametro di quota

ao

1000

m

altitudine sul livello del mare

as

150

m

parametro adimensionale

ks

0.4

coefficiente di altitudine

ca

1

velocità di base di riferimento

Vb

25

m/s

GENERAL CONTRACTOR				ALTA SORVEGLIANZA			
	Progetto	Lotto	Codifica				
	IN17	12	EI2CLVI0604005				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

ponte carico			
altezza pila	z1	5.50	m
altezza baggioli e app. d'appoggio	z2	0.50	m
altezza all'intradosso	zint	6	m
altezza di riferimento	z	9.6	m
coefficiente di topografia	ct	1	
coefficiente di esposizione	ce	2.33	
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	1023.8	n/m ²
larghezza impalcato	d	13.4	m
altezza impalcato+soletta	z3	2.45	m
armamento	z4	0.80	m
altezza treno	z5a	4	m
altezza barriere	z5b	4	m
altezza di impatto treno o barriere	htot	7.25	m
	d/h	1.85	
coefficiente di forza trasversale	cfx	1.89	
coefficiente di forza trasversale	cfz	0.9	

GENERAL CONTRACTOR  IRICAV2	ALTA SORVEGLIANZA  GRUPPO FERROVIE DELLO STATO ITALIANE		
	Progetto IN17	Lotto 12	Codifica EI2CLVI0604005 B

forza trasversale	fx	18.1	kN/m
forza equivalente in testa pila	Fx	453.1	kN
momento trasv equivalente in testa pila	Mx	1869.1	kN/m
forza verticale	fz	33.5	kN/m
forza equivalente in testa pila	Fz	837.5	kN
momento trasv equivalente in testa pila	Mx	2805.6	kN/m

ponte scarico			
altezza di impatto treno o barriere	htot	6.45	m
rapporto geometrico	d/h	2.08	
coefficiente di forza trasversale	cfx	1.83	
coefficiente di forza trasversale	cfz	0.90	
forza trasversale	fx	16.1	kN/m
forza equivalente in testa pila	Fx	403.1	kN
momento trasv equivalente in testa pila	Mx	1501.6	kN/m
forza verticale	fz	33.5	kN/m
forza equivalente in testa pila	Fz	837.5	kN
momento trasv equivalente in testa pila	Mx	2805.6	kN/m

6.6.1.2 Pila

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

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

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

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

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

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

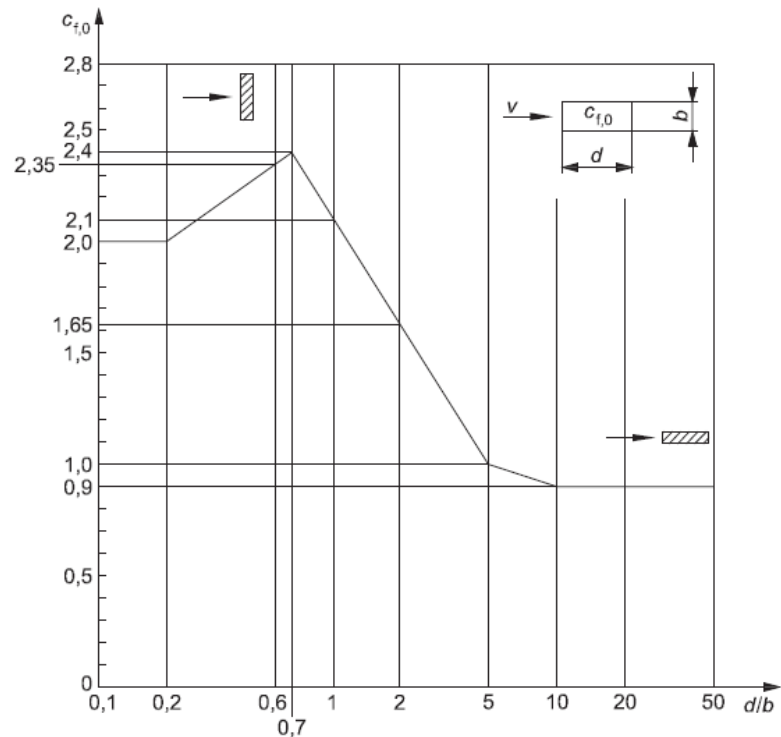


Figura 12 - Correlazione tra dimensioni in sezione dell'elemento e il coefficiente di forma c_{fx0} (figura 7.23 EC1-4)

Fattore di riduzione ψ_r per sezioni quadrate con spigoli arrotondati

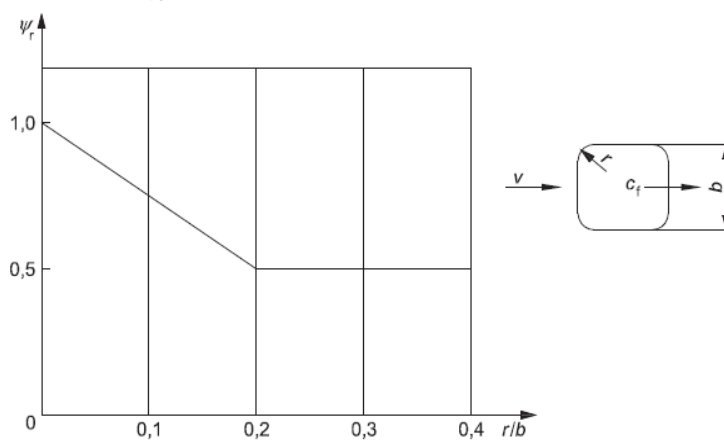


Figura 13 - correlazione tra il raggio di arrotondamento dello spigolo e il fattore riduttivo ψ_r (figura 7.24 EC1-4)



	Progetto	Lotto	Codifica	
	IN17	12	EI2CLVI0604005	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

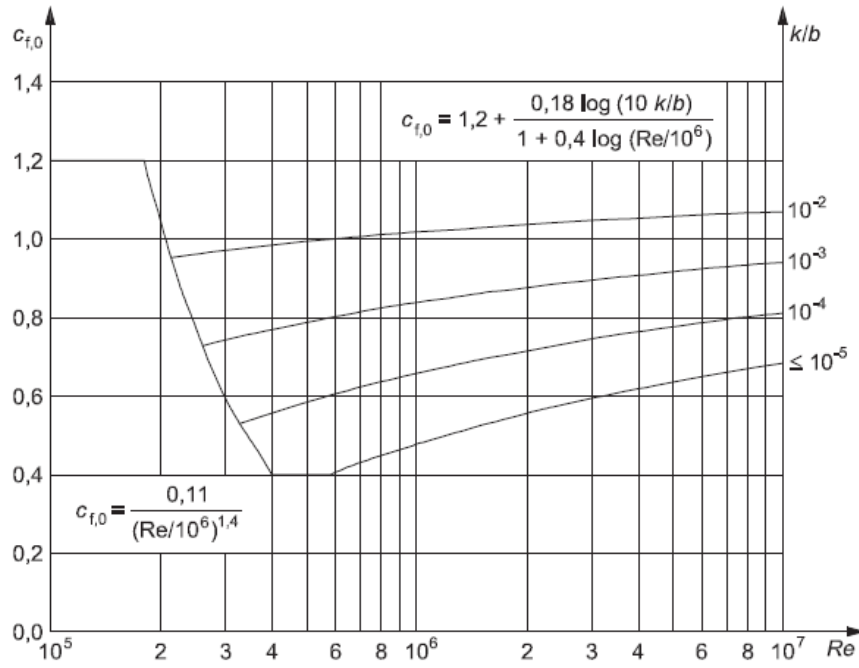


Figura 14 - Fattori di forza pila - Eurocodice 1991-1-4

GENERAL CONTRACTOR



ALTA SORVEGLIANZA



Progetto

Lotto

Codifica

IN17

12

EI2CLVI0604005

B

direzione trasversale

altezza di riferimento	z	5.5	m
coefficiente di topografia	ct	1	
coefficiente di esposizione	ce	1.99	
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	873.1	n/m ²
		0.87	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	1.65E+06	
materiale pila		cls ruvido	
rugosità equivalente	k	1	mm
rapporto	k/b	2.50E-03	
coefficiente di forza trasversale sez. circ.	cf,0	0.93	
rapporto geometrico	l/b	1.53	
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	49.5	kN
altezza di applicazione sulla pila	h tra	2.8	m

GENERAL CONTRACTOR  IRICAV2	ALTA SORVEGLIANZA  ITALFERR GRUPPO FERROVIE DELLO STATO ITALIANE			
	Progetto IN17	Lotto 12	Codifica EI2CLVI0604005	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	0.93	
end-effect factor	$\psi\lambda$	0.89	
rapporto geometrico	l/b	0.59	
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	129.25	kN
altezza di applicazione sulla pila	h lon	2.78	m

6.7 Azione termica (Q7)

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

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

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

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

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

GENERAL CONTRACTOR  IRICAV2	ALTA SORVEGLIANZA  ITALFERR GRUPPO FERROVIE DELLO STATO ITALIANE			
	Progetto IN17	Lotto 12	Codifica EI2CLVI0604005	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 EI2CLVI0604005	B

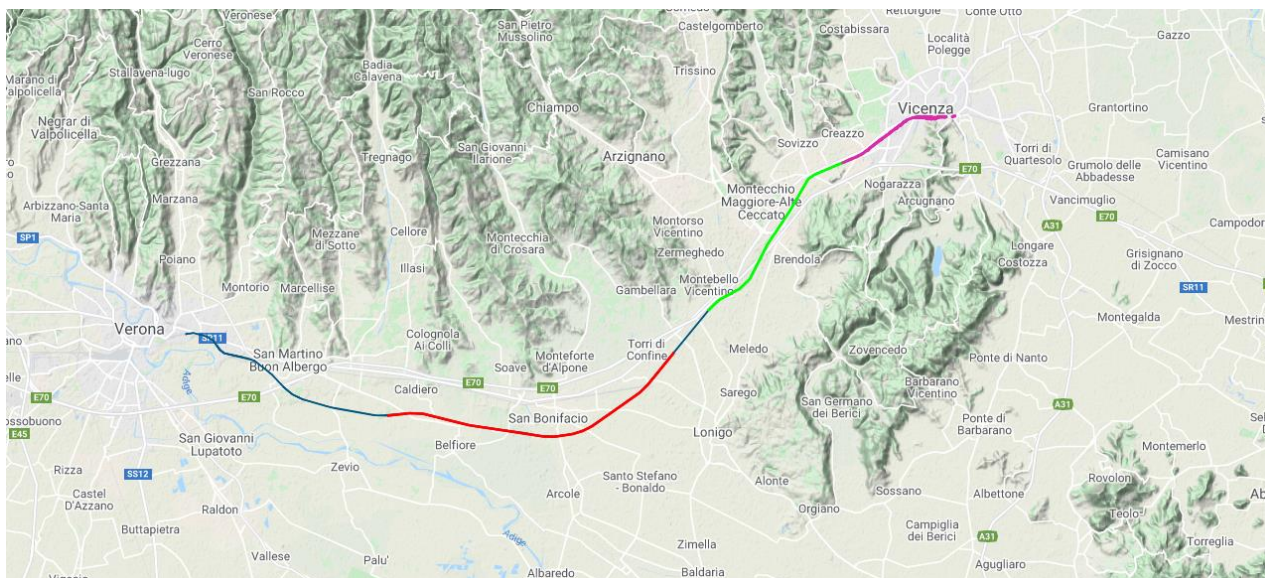


Figura 15 - Individuazione geografica della linea ferroviaria

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

Latitudine 45.40294
Longitudine 11.11012

6.8.2 Definizione della domanda sismica

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

GENERAL CONTRACTOR



ALTA SORVEGLIANZA



	Progetto	Lotto	Codifica	
	IN17	12	EI2CLVI0604005	B

FASE 1. INDIVIDUAZIONE DELLA PERICOLOSITÀ DEL SITO

Ricerca per coordinate LONGITUDINE: 11.11012 LATITUDINE: 45.40294

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

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

Elaborazioni numeriche
Tabella parametri |>

Nodi del reticolo intorno al sito

Reticolo di riferimento

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

Interpolazione:
superficie rigata

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

INTRO **FASE 1** FASE 2 FASE 3

Figura 16 - Sito di riferimento secondo "Spettri_NTC"

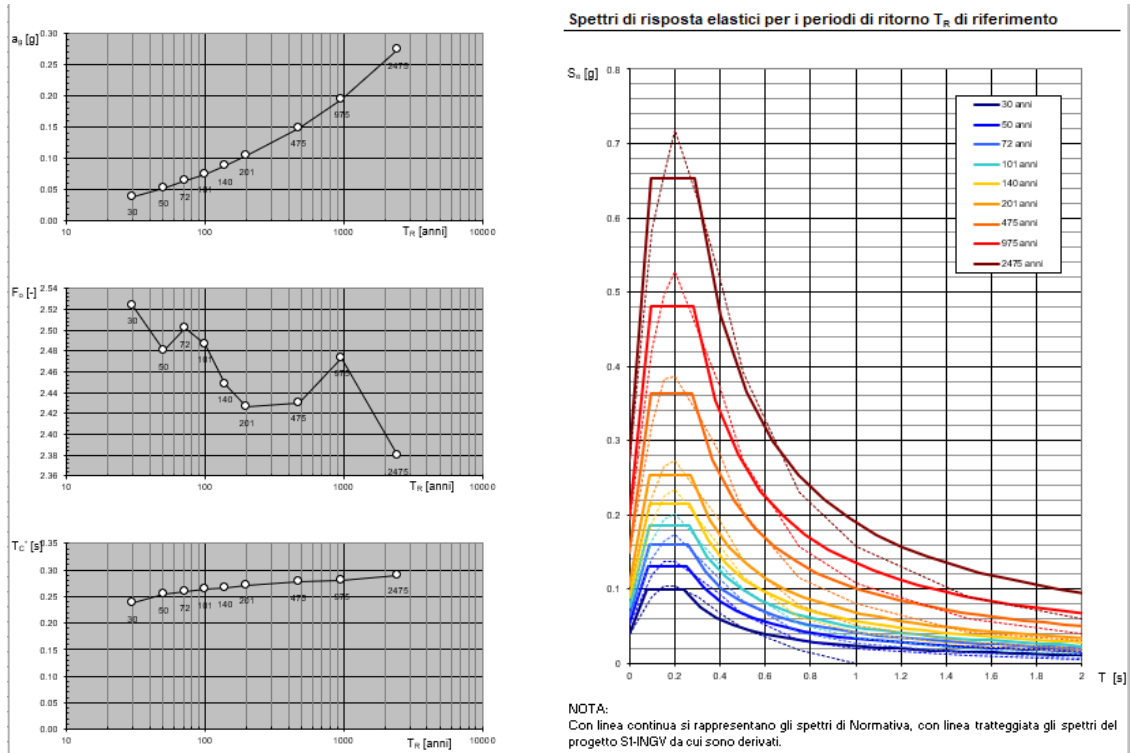


Figura 17 - Parametri di riferimento del sito secondo "Spettri_NTC"

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

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

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

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



	Progetto	Lotto	Codifica	
	IN17	12	EI2CLVI0604005	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 - $P_{VR} = 81\%$
- SLD - $P_{VR} = 63\%$

Stati limite ultimi - SLU {

- SLV - $P_{VR} = 10\%$
- SLC - $P_{VR} = 5\%$

Elaborazioni

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

LEGENDA GRAFICO

--□-- Strategia per costruzioni ordinarie

Strategia di progettazione

INTRO
FASE 1
FASE 2
FASE 3

FASE 3. DETERMINAZIONE DELL'AZIONE DI PROGETTO

Stato Limite

Stato Limite considerato info

Risposta sismica

Categoria di sottosuolo info

Categoria topografica info

$S_B = 1.373$ $C_C = 1.591$ info

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

Compon. orizzontale

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

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

Compon. verticale

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

Elaborazioni

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

— Spettro di progetto - componente orizzontale

— Spettro di progetto - componente verticale

Spettri di risposta

INTRO
FASE 1
FASE 2
FASE 3

Figura 19 - Definizione della domanda sismica allo SLV

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

Parametri indipendenti

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

Parametri dipendenti

S	1.373
η	0.667
T_B	0.151 s
T_C	0.452 s
T_D	2.495 s

Espressioni dei parametri dipendenti

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

Punti dello spettro di risposta

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

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

Figura 20 – Parametri indipendenti e dipendenti spettro orizzontale allo SLV $q=1.5$

GENERAL CONTRACTOR  IRICAV2	ALTA SORVEGLIANZA  ITALFERR GRUPPO FERROVIE DELLO STATO ITALIANE			
	Progetto IN17	Lotto 12	Codifica EI2CLVI0604005	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	EI2CLVI0604005	B

6.8.4 Check analisi statica

Direzione Longitudinale			
massa treno per direzione long	Com Nmax	7059	kN
massa sismica treno per direzione long	treno	1412	kN
massa impalcato (G1 + G2)	Mimp	11730	kN
massa sismica portata sulla pila	Mimp t	13142	kN
1/5 della massa sismica sulla pila	1/5 Mimp t	2628	kN
massa pila	Mpul	1145	kN
massa pulvino	Mpila	1269	kN
massa efficace pila	Mpe	1651	kN
massa sismica totale da utilizzare dir. Long	Mtot long	14793	kN
<i>verifica requisito di norma</i>	$Mep < 1/5 Mimp$	OK	

Direzione Trasversale			
massa treno per direzione long	Com Mmax	5992	kN
massa sismica treno per direzione long	treno	1198	kN
massa impalcato (G1 + G2)	Mimp	11730	kN
1/5 della massa sismica sulla pila	Mimp t	12928	kN
massa pila	Mpul	1145	kN
massa pulvino	Mpila	1269	kN
massa efficace pila	Mpe	1651	kN
massa sismica totale da utilizzare dir. Trasv	Mtot tras	14579	kN
<i>verifica requisito di norma</i>	$Mep < 1/5 Mimp$	OK	

GENERAL CONTRACTOR				ALTA SORVEGLIANZA			
	Progetto	Lotto	Codifica				
	IN17	12	EI2CLVI0604005				B

Direzione Verticale			
massa treno per direzione long	Com Mmax	5992	kN
massa sismica treno per direzione long	treno	1198	kN
massa impalcato (G1 + G2)	Mimp	11730	kN
1/5 della massa sismica sulla pila	Mimp t	12928	kN
massa pila	Mpul	1145	kN
massa pulvino	Mpila	1269	kN
massa efficace pila	Mpe	1651	kN
massa sismica totale da utilizzare dir. Vert	Mtot vert	14579	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	5.50	m
altezza plinto di fondazione	hf	0.00	m
altezza baggioli ed app. appoggio	hap	0.50	m
altezza equivalente sdof	He	6.00	m
rigidezza flessionale sdof in dir. Trasv	Ktra	8.14E+09	N/m
rigidezza flessionale sdof in dir. Long	Klong	5.16E+09	N/m
rigidezza assiale sdof in dir. Vert	Kvert	4.44E+10	N/m
periodo di vibrare sdof dir. Trasversale	Ttra	0.08	sec
periodo di vibrare sdof dir. Longitudinale	Tlong	0.11	sec
periodo di vibrare sdof dir. Verticale	Tvert	0.04	sec

GENERAL CONTRACTOR



ALTA SORVEGLIANZA



Progetto

Lotto

Codifica

IN17

12

EI2CLVI0604005

B

	SLV		SLD	
	q=1.5	q=1	q=1	
Tabella Riassuntiva				
accelerazione componente trasversale	0.41	0.55	0.25	g
accelerazione componente longitudinale	0.44	0.62	0.28	g
accelerazione componente verticale	0.29	0.29	0.07	g
Sforzo assiale	4176	4176	1091	kN
Taglio Sism testa pila direz. trasversale	6015	8015	3581	kN
Taglio Sism testa pila direz. longitudinale	6528	9111	4072	kN
Momento flessionale trasversale	50002	66625	29767	kN m
Momento flessionale longitudinale	39170	54664	24432	kN m

GENERAL CONTRACTOR  IRICAV2	ALTA SORVEGLIANZA  ITALFERR GRUPPO FERROVIE DELLO STATO ITALIANE			
	Progetto IN17	Lotto 12	Codifica EI2CLVI0604005	B

7. Condizioni elementari e combinazioni di carico

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

2.5.3 COMBINAZIONI DELLE AZIONI

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

		Coefficiente	EQU ⁽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 E12CLVI0604005	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

EI2CLVI0604005

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
		IN17	12
		Codifica	
		E12CLVI0604005	
		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 EI2CLVI0604005	B

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

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

7.1 Caratteristiche di sollecitazioni

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

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

CARATTERISTICHE SOLLECITAZIONI IN TESTA PILA					
combinazione	N	Tlong	Ttrasv	Mlong	Mtrasv
A1_SLU_gr1_Treno_1	25333	1725	1250	1312	8373
A1_SLU_gr2_Scarico_2	17305	144	1250	72	6419
A1_SLU_gr3_Fre/avv_3	25333	3017	625	1959	5164
A1_SLU_gr1+vento_5	26086	1841	1702	1636	12705
A1_SLU_gr2+vento_6	18059	260	1702	395	10750
A1_SLU_gr3+vento_7	26086	3134	1077	2282	9495
A1_SLU_vento_gr1_9	17900	194	754	539	7219
A1_SLU_vento_gr2_10	17900	194	754	539	7219
A1_SLU_vento_gr3_11	17900	194	754	539	7219
A1_SLU_Scalz_gr1_13	21857	960	750	750	5024
A1_SLU_Scalz_gr2_14	17041	80	750	40	3851
A1_SLU_Scalz_gr3_15	21857	1735	375	1138	3098
<hr/>					
SLE_rar_gr1_Treno_1	17722	1091	862	856	5775
SLE_rar_gr2_Scarico_2	12186	67	862	34	4427
SLE_rar_gr3_Fre/avv_3	17722	1983	431	1302	3561
SLE_rar_gr1+vento_5	18225	1169	1164	1072	8662
SLE_rar_gr2+vento_6	12689	145	1164	249	7314

GENERAL CONTRACTOR  IRICAV2	ALTA SORVEGLIANZA  ITALFERR GRUPPO FERROVIE DELLO STATO ITALIANE			
	Progetto IN17	Lotto 12	Codifica E12CLVI0604005	B

SLE_rar_gr3+vento_7

18225

2060

733

1517

6449

GENERAL CONTRACTOR  IRICAV2	ALTA SORVEGLIANZA  ITALFERR GRUPPO FERROVIE DELLO STATO ITALIANE			
	Progetto IN17	Lotto 12	Codifica E12CLVI0604005	B

SLE_rar_vento_gr1_9	12568	129	503	360	4812
SLE_rar_vento_gr2_10	12568	129	503	360	4812
SLE_rar_vento_gr3_11	12568	129	503	360	4812

SLE_rar_gr4_Centrif_4	15325	1212	517	792	3465
SLE_rar_gr4+vento_8	15828	1290	819	1008	6352
SLE_rar_vento_gr4_12	12568	129	503	360	4812

SLE_qp_gr1+vento_33	11730	47	0	23	0
---------------------	-------	----	---	----	---

E_103x_SLV_q=1.5_45	14181	5871	1600	2997	5243
E_103y_SLV_q=1.5_46	14181	1811	5334	967	16847
E_103z_SLV_q=1.5_47	17105	1811	1600	967	5243
E_103x_SLD_q=1_54	13256	3689	953	1906	3230
E_103y_SLD_q=1_55	13256	1156	3176	640	10138
E_103z_SLD_q=1_56	14020	1156	953	640	3230

CARATTERISTICHE SOLLECITAZIONI IN TESTA PILA

combinazione	N	Tlong	Ttrasv	Mlong	Mtrasv
A1_SLU_gr1_Treno_57	21762	1596	1250	4798	8076
A1_SLU_gr2_Scarico_58	17305	144	1250	72	6419
A1_SLU_gr3_Fre/avv_59	21762	2889	625	5445	4867
A1_SLU_gr1+vento_61	22515	1713	1702	5122	12407
A1_SLU_gr2+vento_62	18059	260	1702	395	10750
A1_SLU_gr3+vento_63	22515	3005	1077	5768	9198
A1_SLU_vento_gr1_65	17900	194	754	539	7219
A1_SLU_vento_gr2_66	17900	194	754	539	7219
A1_SLU_vento_gr3_67	17900	194	754	539	7219
A1_SLU_Scalz_gr1_69	19715	914	750	2857	4846
A1_SLU_Scalz_gr2_70	17041	80	750	40	3851
A1_SLU_Scalz_gr3_71	19715	1689	375	3245	2920

SLE_rar_gr1_Treno_57	15259	1032	862	3275	5570
SLE_rar_gr2_Scarico_58	12186	67	862	34	4427
SLE_rar_gr3_Fre/avv_59	15259	1924	431	3721	3356
SLE_rar_gr1+vento_61	15762	1110	1164	3491	8457
SLE_rar_gr2+vento_62	12689	145	1164	249	7314
SLE_rar_gr3+vento_63	15762	2001	733	3936	6244
SLE_rar_vento_gr1_65	12568	129	503	360	4812

GENERAL CONTRACTOR  IRICAV2	ALTA SORVEGLIANZA  ITALFERR GRUPPO FERROVIE DELLO STATO ITALIANE			
	Progetto IN17	Lotto 12	Codifica EI2CLVI0604005	B

SLE_rar_vento_gr2_66	12568	129	503	360	4812
SLE_rar_vento_gr3_67	12568	129	503	360	4812
SLE_rar_gr4_Centrif_60	13848	1177	517	2244	3342
SLE_rar_gr4+vento_64	14350	1254	819	2459	6229
SLE_rar_vento_gr4_68	12568	129	503	360	4812
SLE_qp_gr1+vento_89	11730	47	0	23	0
E_103x_SLV_q=1.5_101	13689	5861	1600	3482	5202
E_103y_SLV_q=1.5_102	13689	1801	5334	1452	16806
E_103z_SLV_q=1.5_103	16612	1801	1600	1452	5202
E_103x_SLD_q=1_110	12763	3679	953	2391	3189
E_103y_SLD_q=1_111	12763	1146	3176	1125	10097
E_103z_SLD_q=1_112	13527	1146	953	1125	3189

CARATTERISTICHE SOLLECITAZIONI IN TESTA PILA

combinazione	N	Tlong	Ttrasv	Mlong	Mtrasv
A1_SLU_gr1_Treno_113	21230	1577	1250	1087	17195
A1_SLU_gr2_Scarico_114	17305	144	1250	72	6419
A1_SLU_gr3_Fre/avv_115	21230	2870	625	1733	13986
A1_SLU_gr1+vento_117	21983	1694	1702	1411	21526
A1_SLU_gr2+vento_118	18059	260	1702	395	10750
A1_SLU_gr3+vento_119	21983	2986	1077	2057	18317
A1_SLU_vento_gr1_121	17900	194	754	539	7219
A1_SLU_vento_gr2_122	17900	194	754	539	7219
A1_SLU_vento_gr3_123	17900	194	754	539	7219
A1_SLU_Scalz_gr1_125	19395	907	750	632	10317
A1_SLU_Scalz_gr2_126	17041	80	750	40	3851
A1_SLU_Scalz_gr3_127	19395	1682	375	1020	8391
SLE_rar_gr1_Treno_113	14892	1023	862	718	11859
SLE_rar_gr2_Scarico_114	12186	67	862	34	4427
SLE_rar_gr3_Fre/avv_115	14892	1915	431	1163	9645
SLE_rar_gr1+vento_117	15395	1101	1164	933	14746
SLE_rar_gr2+vento_118	12689	145	1164	249	7314
SLE_rar_gr3+vento_119	15395	1992	733	1379	12533
SLE_rar_vento_gr1_121	12568	129	503	360	4812
SLE_rar_vento_gr2_122	12568	129	503	360	4812

GENERAL CONTRACTOR  IRICAV2	ALTA SORVEGLIANZA  ITALFERR GRUPPO FERROVIE DELLO STATO ITALIANE			
	Progetto IN17	Lotto 12	Codifica EI2CLVI0604005	B

SLE_rar_vento_gr3_123	12568	129	503	360	4812
SLE_rar_gr4_Centrif_116	13627	1171	517	709	7115
SLE_rar_gr4+vento_120	14130	1249	819	925	10003
SLE_rar_vento_gr4_124	12568	129	503	360	4812
SLE_qp_gr1+vento_145	11730	47	0	23	0
E_103x_SLV_q=1.5_157	13615	5859	1600	2971	6460
E_103y_SLV_q=1.5_158	13615	1800	5334	941	18064
E_103z_SLV_q=1.5_159	16539	1800	1600	941	6460
E_103x_SLD_q=1_166	12690	3677	953	1880	4447
E_103y_SLD_q=1_167	12690	1145	3176	614	11355
E_103z_SLD_q=1_168	13454	1145	953	614	4447

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	28592	1725	1250	10800	15248
A1_SLU_gr2_Scarico_2	20564	144	1250	862	13293
A1_SLU_gr3_Fre/avv_3	28592	3017	625	18553	8601
A1_SLU_gr1+vento_5	29346	1841	1702	11763	22067
A1_SLU_gr2+vento_6	21318	260	1702	1825	20112
A1_SLU_gr3+vento_7	29346	3134	1077	19517	15420
A1_SLU_vento_gr1_9	21160	194	754	1606	11365
A1_SLU_vento_gr2_10	21160	194	754	1606	11365
A1_SLU_vento_gr3_11	21160	194	754	1606	11365
A1_SLU_Scalz_gr1_13	25116	960	750	6029	9149
A1_SLU_Scalz_gr2_14	20300	80	750	483	7976
A1_SLU_Scalz_gr3_15	25116	1735	375	10682	5161
SLE_rar_gr1_Treno_1	20136	1091	862	6859	10516
SLE_rar_gr2_Scarico_2	14600	67	862	403	9168
SLE_rar_gr3_Fre/avv_3	20136	1983	431	12206	5932
SLE_rar_gr1+vento_5	20639	1169	1164	7501	15062
SLE_rar_gr2+vento_6	15103	145	1164	1046	13714

GENERAL CONTRACTOR 	ALTA SORVEGLIANZA  GRUPPO FERROVIE DELLO STATO ITALIANE			
	Progetto IN17	Lotto 12	Codifica E12CLVI0604005	B

SLE_rar_gr3+vento_7 20639 2060 733 12848 10478

GENERAL CONTRACTOR  IRICAV2	ALTA SORVEGLIANZA  ITALFERR GRUPPO FERROVIE DELLO STATO ITALIANE			
	Progetto IN17	Lotto 12	Codifica EI2CLVI0604005	B

SLE_rar_vento_gr1_9	14982	129	503	1070	7577
SLE_rar_vento_gr2_10	14982	129	503	1070	7577
SLE_rar_vento_gr3_11	14982	129	503	1070	7577

SLE_rar_gr4_Centrif_4	17740	1212	517	7459	6309
SLE_rar_gr4+vento_8	18242	1290	819	8101	10855
SLE_rar_vento_gr4_12	14982	129	503	1070	7577

SLE_qp_gr1+vento_33	14144	47	0	282	0
---------------------	-------	----	---	-----	---

E_103x_SLV_q=1.5_45	16596	6599	1805	39267	15270
E_103y_SLV_q=1.5_46	16596	2029	6015	11848	50272
E_103z_SLV_q=1.5_47	19519	2029	1805	11848	15270
E_103x_SLD_q=1_54	15670	4143	1074	24530	9200
E_103y_SLD_q=1_55	15670	1292	3581	7427	30037
E_103z_SLD_q=1_56	16434	1292	1074	7427	9200

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

combinazione	N	Tlong	Ttrasv	Mlong	Mtrasv
A1_SLU_gr1_Treno_57	25021	1596	1250	13579	14950
A1_SLU_gr2_Scarico_58	20564	144	1250	862	13293
A1_SLU_gr3_Fre/avv_59	25021	2889	625	21332	8304
A1_SLU_gr1+vento_61	25775	1713	1702	14542	21770
A1_SLU_gr2+vento_62	21318	260	1702	1825	20112
A1_SLU_gr3+vento_63	25775	3005	1077	22296	15123
A1_SLU_vento_gr1_65	21160	194	754	1606	11365
A1_SLU_vento_gr2_66	21160	194	754	1606	11365
A1_SLU_vento_gr3_67	21160	194	754	1606	11365
A1_SLU_Scalz_gr1_69	22974	914	750	7882	8970
A1_SLU_Scalz_gr2_70	20300	80	750	483	7976
A1_SLU_Scalz_gr3_71	22974	1689	375	12534	4982

SLE_rar_gr1_Treno_57	17674	1032	862	8952	10311
SLE_rar_gr2_Scarico_58	14600	67	862	403	9168
SLE_rar_gr3_Fre/avv_59	17674	1924	431	14300	5727
SLE_rar_gr1+vento_61	18176	1110	1164	9595	14857
SLE_rar_gr2+vento_62	15103	145	1164	1046	13714
SLE_rar_gr3+vento_63	18176	2001	733	14942	10273
SLE_rar_vento_gr1_65	14982	129	503	1070	7577

GENERAL CONTRACTOR  IRICAV2	ALTA SORVEGLIANZA  ITALFERR GRUPPO FERROVIE DELLO STATO ITALIANE			
	Progetto IN17	Lotto 12	Codifica EI2CLVI0604005	B

SLE_rar_vento_gr2_66	14982	129	503	1070	7577
SLE_rar_vento_gr3_67	14982	129	503	1070	7577
SLE_rar_gr4_Centrif_60	16262	1177	517	8715	6186
SLE_rar_gr4+vento_64	16764	1254	819	9357	10732
SLE_rar_vento_gr4_68	14982	129	503	1070	7577
SLE_qp_gr1+vento_89	14144	47	0	282	0
E_103x_SLV_q=1.5_101	16103	6589	1805	39752	15229
E_103y_SLV_q=1.5_102	16103	2020	6015	12333	50231
E_103z_SLV_q=1.5_103	19026	2020	1805	12333	15229
E_103x_SLD_q=1_110	15178	4133	1074	25014	9159
E_103y_SLD_q=1_111	15178	1283	3581	7912	29996
E_103z_SLD_q=1_112	15941	1283	1074	7912	9159

CARATTERISTICHE SOLLECITAZIONI BASE PILA

combinazione	N	Tlong	Ttrasv	Mlong	Mtrasv
A1_SLU_gr1_Treno_113	24489	1577	1250	9762	24069
A1_SLU_gr2_Scarico_114	20564	144	1250	862	13293
A1_SLU_gr3_Fre/avv_115	24489	2870	625	17516	17423
A1_SLU_gr1+vento_117	25243	1694	1702	10725	30888
A1_SLU_gr2+vento_118	21318	260	1702	1825	20112
A1_SLU_gr3+vento_119	25243	2986	1077	18479	24242
A1_SLU_vento_gr1_121	21160	194	754	1606	11365
A1_SLU_vento_gr2_122	21160	194	754	1606	11365
A1_SLU_vento_gr3_123	21160	194	754	1606	11365
A1_SLU_Scalz_gr1_125	22655	907	750	5619	14442
A1_SLU_Scalz_gr2_126	20300	80	750	483	7976
A1_SLU_Scalz_gr3_127	22655	1682	375	10272	10454
SLE_rar_gr1_Treno_113	17307	1023	862	6347	16599
SLE_rar_gr2_Scarico_114	14600	67	862	403	9168
SLE_rar_gr3_Fre/avv_115	17307	1915	431	11694	12016
SLE_rar_gr1+vento_117	17809	1101	1164	6989	21146
SLE_rar_gr2+vento_118	15103	145	1164	1046	13714
SLE_rar_gr3+vento_119	17809	1992	733	12336	16562
SLE_rar_vento_gr1_121	14982	129	503	1070	7577
SLE_rar_vento_gr2_122	14982	129	503	1070	7577

GENERAL CONTRACTOR  IRICAV2	ALTA SORVEGLIANZA  GRUPPO FERROVIE DELLO STATO ITALIANE			
	Progetto IN17	Lotto 12	Codifica EI2CLVI0604005	B

SLE_rar_vento_gr3_123	14982	129	503	1070	7577
SLE_rar_gr4_Centrif_116	16042	1171	517	7152	9960
SLE_rar_gr4+vento_120	16544	1249	819	7794	14506
SLE_rar_vento_gr4_124	14982	129	503	1070	7577
SLE_qp_gr1+vento_145	14144	47	0	282	0
E_103x_SLV_q=1.5_157	16030	6588	1805	39241	16487
E_103y_SLV_q=1.5_158	16030	2018	6015	11822	51489
E_103z_SLV_q=1.5_159	18953	2018	1805	11822	16487
E_103x_SLD_q=1_166	15104	4132	1074	24503	10417
E_103y_SLD_q=1_167	15104	1281	3581	7401	31254
E_103z_SLD_q=1_168	15868	1281	1074	7401	10417

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	40295	1725	1250	14249	17747
A1_SLU_gr2_Scarico_2	32267	144	1250	1149	15793
A1_SLU_gr3_Fre/avv_3	40295	3017	625	24588	9851
A1_SLU_gr1+vento_5	41049	1841	1702	15446	25471
A1_SLU_gr2+vento_6	33021	260	1702	2345	23517
A1_SLU_gr3+vento_7	41049	3134	1077	25784	17575
A1_SLU_vento_gr1_9	32862	194	754	1993	12873
A1_SLU_vento_gr2_10	32862	194	754	1993	12873
A1_SLU_vento_gr3_11	32862	194	754	1993	12873
A1_SLU_Scalz_gr1_13	33864	960	750	7949	10648
A1_SLU_Scalz_gr2_14	29048	80	750	644	9476
A1_SLU_Scalz_gr3_15	33864	1735	375	14152	5911
SLE_rar_gr1_Treno_1	28805	1091	862	9041	12239
SLE_rar_gr2_Scarico_2	23269	67	862	538	10892
SLE_rar_gr3_Fre/avv_3	28805	1983	431	16171	6794
SLE_rar_gr1+vento_5	29308	1169	1164	9839	17389
SLE_rar_gr2+vento_6	23772	145	1164	1335	16041

GENERAL CONTRACTOR 	ALTA SORVEGLIANZA 			
	Progetto IN17	Lotto 12	Codifica E12CLVI0604005	B

SLE_rar_gr3+vento_7 29308 2060 733 16969 11943

GENERAL CONTRACTOR  IRICAV2	ALTA SORVEGLIANZA  ITALFERR GRUPPO FERROVIE DELLO STATO ITALIANE			
	Progetto IN17	Lotto 12	Codifica EI2CLVI0604005	B

SLE_rar_vento_gr1_9	23651	129	503	1329	8582
SLE_rar_vento_gr2_10	23651	129	503	1329	8582
SLE_rar_vento_gr3_11	23651	129	503	1329	8582

SLE_rar_gr4_Centrif_4	0	0	26408	1212	517
SLE_rar_gr4+vento_8	0	0	26911	1290	819
SLE_rar_vento_gr4_12	0	0	23651	129	503

SLE_qp_gr1+vento_33	22813	47	0	375	0
---------------------	-------	----	---	-----	---

E_103x_SLV_q=1.5_45	25636	8590	2402	54457	19477
E_103y_SLV_q=1.5_46	25636	2627	8006	16505	64294
E_103z_SLV_q=1.5_47	29427	2627	2402	16505	19477
E_103x_SLD_q=1_54	24436	5030	1340	33703	11615
E_103y_SLD_q=1_55	24436	1559	4468	10278	38086
E_103z_SLD_q=1_56	25425	1559	1340	10278	11615

CARATTERISTICHE SOLLECITAZIONI BASE FONDAZIONE

combinazione	N	Tlong	Ttrasv	Mlong	Mtrasv
A1_SLU_gr1_Treno_57	36724	1596	1250	16771	17450
A1_SLU_gr2_Scarico_58	32267	144	1250	1149	15793
A1_SLU_gr3_Fre/avv_59	36724	2889	625	27110	9554
A1_SLU_gr1+vento_61	37478	1713	1702	17967	25174
A1_SLU_gr2+vento_62	33021	260	1702	2345	23517
A1_SLU_gr3+vento_63	37478	3005	1077	28306	17278
A1_SLU_vento_gr1_65	32862	194	754	1993	12873
A1_SLU_vento_gr2_66	32862	194	754	1993	12873
A1_SLU_vento_gr3_67	32862	194	754	1993	12873
A1_SLU_Scalz_gr1_69	31722	914	750	9709	10470
A1_SLU_Scalz_gr2_70	29048	80	750	644	9476
A1_SLU_Scalz_gr3_71	31722	1689	375	15912	5732

SLE_rar_gr1_Treno_57	26342	1032	862	11017	12034
SLE_rar_gr2_Scarico_58	23269	67	862	538	10892
SLE_rar_gr3_Fre/avv_59	26342	1924	431	18147	6589
SLE_rar_gr1+vento_61	26845	1110	1164	11814	17184
SLE_rar_gr2+vento_62	23772	145	1164	1335	16041
SLE_rar_gr3+vento_63	26845	2001	733	18944	11738
SLE_rar_vento_gr1_65	23651	129	503	1329	8582

GENERAL CONTRACTOR  IRICAV2	ALTA SORVEGLIANZA  ITALFERR GRUPPO FERROVIE DELLO STATO ITALIANE			
	Progetto IN17	Lotto 12	Codifica EI2CLVI0604005	B

SLE_rar_vento_gr2_66	23651	129	503	1329	8582
SLE_rar_vento_gr3_67	23651	129	503	1329	8582

SLE_rar_gr4_Centrif_60	24931	1177	517	11068	7221
SLE_rar_gr4+vento_64	25433	1254	819	11866	12370
SLE_rar_vento_gr4_68	23651	129	503	1329	8582

SLE_qp_gr1+vento_89	22813	47	0	375	0
---------------------	-------	----	---	-----	---

E_103x_SLV_q=1.5_101	25144	8580	2402	54922	19436
E_103y_SLV_q=1.5_102	25144	2617	8006	16970	64253
E_103z_SLV_q=1.5_103	28934	2617	2402	16970	19436
E_103x_SLD_q=1_110	23943	5020	1340	34168	11574
E_103y_SLD_q=1_111	23943	1549	4468	10743	38045
E_103z_SLD_q=1_112	24933	1549	1340	10743	11574

CARATTERISTICHE SOLLECITAZIONI BASE FONDAZIONE

combinazione	N	Tlong	Ttrasv	Mlong	Mtrasv
A1_SLU_gr1_Treno_113	36192	1577	1250	12916	26569
A1_SLU_gr2_Scarico_114	32267	144	1250	1149	15793
A1_SLU_gr3_Fre/avv_115	36192	2870	625	23255	18672
A1_SLU_gr1+vento_117	36945	1694	1702	14112	34293
A1_SLU_gr2+vento_118	33021	260	1702	2345	23517
A1_SLU_gr3+vento_119	36945	2986	1077	24451	26396
A1_SLU_vento_gr1_121	32862	194	754	1993	12873
A1_SLU_vento_gr2_122	32862	194	754	1993	12873
A1_SLU_vento_gr3_123	32862	194	754	1993	12873
A1_SLU_Scalz_gr1_125	31403	907	750	7433	15941
A1_SLU_Scalz_gr2_126	29048	80	750	644	9476
A1_SLU_Scalz_gr3_127	31403	1682	375	13636	11203

SLE_rar_gr1_Treno_113	25976	1023	862	8393	18323
SLE_rar_gr2_Scarico_114	23269	67	862	538	10892
SLE_rar_gr3_Fre/avv_115	25976	1915	431	15523	12878
SLE_rar_gr1+vento_117	26478	1101	1164	9191	23473
SLE_rar_gr2+vento_118	23772	145	1164	1335	16041
SLE_rar_gr3+vento_119	26478	1992	733	16321	18027
SLE_rar_vento_gr1_121	23651	129	503	1329	8582
SLE_rar_vento_gr2_122	23651	129	503	1329	8582

GENERAL CONTRACTOR  IRICAV2	ALTA SORVEGLIANZA  ITALFERR GRUPPO FERROVIE DELLO STATO ITALIANE			
	Progetto IN17	Lotto 12	Codifica EI2CLVI0604005	B

SLE_rar_vento_gr3_123	23651	129	503	1329	8582
SLE_rar_gr4_Centrif_116	24711	1171	517	9494	10994
SLE_rar_gr4+vento_120	25213	1249	819	10292	16143
SLE_rar_vento_gr4_124	23651	129	503	1329	8582
SLE_qp_gr1+vento_145	22813	47	0	375	0
E_103x_SLV_q=1.5_157	25070	8579	2402	54407	20694
E_103y_SLV_q=1.5_158	25070	2615	8006	16455	65510
E_103z_SLV_q=1.5_159	28861	2615	2402	16455	20694
E_103x_SLD_q=1_166	23870	5019	1340	33654	12831
E_103y_SLD_q=1_167	23870	1547	4468	10229	39303
E_103z_SLD_q=1_168	24860	1547	1340	10229	12831

GENERAL CONTRACTOR  IRICAV2	ALTA SORVEGLIANZA  ITALFERR GRUPPO FERROVIE DELLO STATO ITALIANE			
	Progetto IN17	Lotto 12	Codifica EI2CLVI0604005	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 ⁽²⁾	7.6 cm

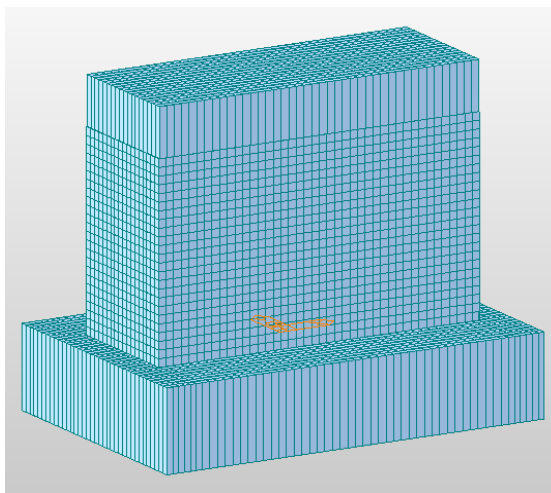
⁽¹⁾ è riferito alla corona esterna di armatura mentre, l'interasse della corona interna è funzione dell'allineamento con quella esterna. È comunque rispettato l'iterasse minimo.

⁽²⁾ in direzione longitudinale sono presenti 8 bracci, mentre in direzione trasversale 4 bracci.

Le spille adottate sono disposte nel rispetto della norma vigente.

9. Fusto pila

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



GENERAL CONTRACTOR  IRICAV2	ALTA SORVEGLIANZA  ITALFERR GRUPPO FERROVIE DELLO STATO ITALIANE			
	Progetto IN17	Lotto 12	Codifica EI2CLVI0604005	B

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

9.1 Modello locale per ritiro differenziale

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

9.2 Verifica a presso flessione

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

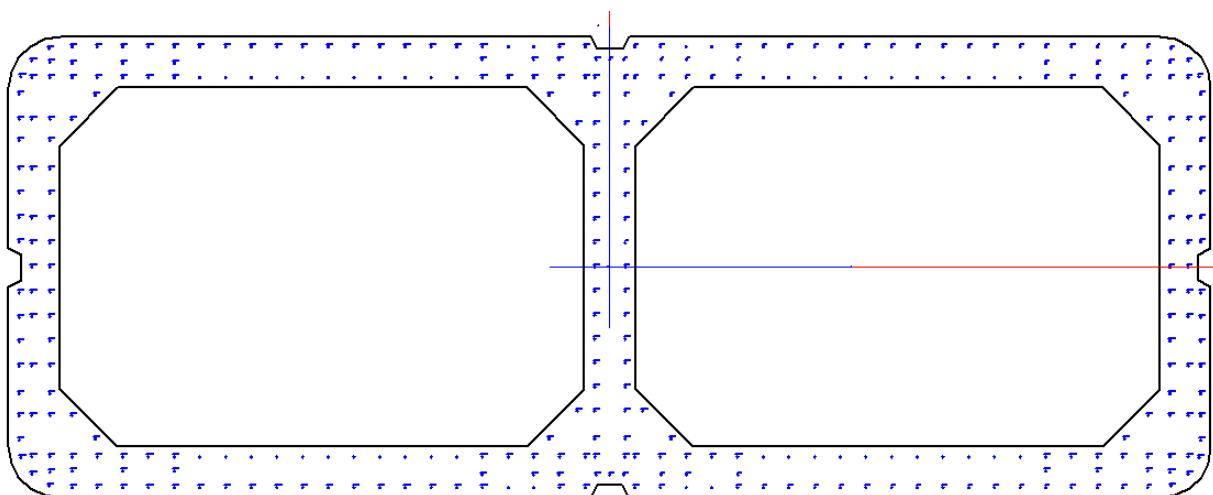


Figura 21 - Sezione implementata in RC-SEC

GENERAL CONTRACTOR  IRICAV2	ALTA SORVEGLIANZA  ITALFERR GRUPPO FERROVIE DELLO STATO ITALIANE			
	Progetto IN17	Lotto 12	Codifica EI2CLVI0604005	B

DATI GENERALI SEZIONE GENERICA IN C.A.
NOME SEZIONE: VI06_P10_H5.5_CAP_fi14

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

CARATTERISTICHE DI RESISTENZA DEI MATERIALI IMPIEGATI

CALCESTRUZZO -

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

ACCIAIO -

Tipo:	B450C
Resist. caratt. snervam. fyk:	450.0 MPa
Resist. caratt. rottura ftk:	450.0 MPa
Resist. snerv. di progetto fyd:	391.3 MPa
Resist. ultima di progetto ftd:	391.3 MPa
Deform. ultima di progetto Epu:	0.068
Modulo Elastico Ef	2000000 daN/cm ²
Diagramma tensione-deformaz.:	Bilineare finito
Coeff. Aderenza istantaneo $\beta_1 \cdot \beta_2$:	1.00
Coeff. Aderenza differito $\beta_1 \cdot \beta_2$:	0.50
Sf limite S.L.E. Comb. Rare:	337.50 MPa

CARATTERISTICHE DOMINI CALCESTRUZZO

DOMINIO N° 1

Forma del Dominio: Poligonale
Classe Calcestruzzo: C32/40

N°vertice:	X [cm]	Y [cm]
1	-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

GENERAL CONTRACTOR



ALTA SORVEGLIANZA



Progetto

Lotto

Codifica

IN17

12

EI2CLVI0604005

B

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

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

GENERAL CONTRACTOR



ALTA SORVEGLIANZA



Progetto

Lotto

Codifica

IN17

12

EI2CLVI0604005

B

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
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

GENERAL CONTRACTOR



ALTA SORVEGLIANZA



Progetto	Lotto	Codifica	
IN17	12	EI2CLVI0604005	B

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
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

GENERAL CONTRACTOR



ALTA SORVEGLIANZA



Progetto	Lotto	Codifica	
IN17	12	EI2CLVI0604005	B

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
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

GENERAL CONTRACTOR



ALTA SORVEGLIANZA



Progetto	Lotto	Codifica	
IN17	12	EI2CLVI0604005	B

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
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

GENERAL CONTRACTOR



ALTA SORVEGLIANZA



	Progetto	Lotto	Codifica	
	IN17	12	EI2CLVI0604005	B

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
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

GENERAL CONTRACTOR	 IRICAV2	ALTA SORVEGLIANZA		
		 ITALFERR GRUPPO FERROVIE DELLO STATO ITALIANE		
		Progetto	Lotto	Codifica
		IN17	12	EI2CLVI0604005
				B

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
1	28591.91	10799.59	15247.54	0.00	0.00
2	20564.46	861.84	13293.09	0.00	0.00
3	28591.91	18553.46	8601.00	0.00	0.00
4	29345.66	11763.02	22066.77	0.00	0.00
5	21318.21	1825.27	20112.32	0.00	0.00
6	29345.66	19516.90	15420.23	0.00	0.00
7	21159.51	1605.72	11365.39	0.00	0.00
8	21159.51	1605.72	11365.39	0.00	0.00
9	21159.51	1605.72	11365.39	0.00	0.00
10	25116.45	6029.33	9148.53	0.00	0.00
11	20299.98	482.83	7975.85	0.00	0.00
12	25116.45	10681.66	5160.60	0.00	0.00
13	25020.89	13578.53	14950.29	0.00	0.00
14	20564.46	861.84	13293.09	0.00	0.00
15	25020.89	21332.40	8303.74	0.00	0.00
16	25774.64	14541.96	21769.52	0.00	0.00
17	21318.21	1825.27	20112.32	0.00	0.00
18	25774.64	22295.83	15122.97	0.00	0.00
19	21159.51	1605.72	11365.39	0.00	0.00
20	21159.51	1605.72	11365.39	0.00	0.00
21	21159.51	1605.72	11365.39	0.00	0.00
22	22973.84	7881.82	8970.17	0.00	0.00
23	20299.98	482.83	7975.85	0.00	0.00

GENERAL CONTRACTOR



ALTA SORVEGLIANZA



	Progetto	Lotto	Codifica	
	IN17	12	EI2CLVI0604005	B

24	22973.84	12534.14	4982.24	0.00	0.00
25	24488.83	9761.84	24069.17	0.00	0.00
26	20564.46	861.84	13293.09	0.00	0.00
27	24488.83	17515.71	17422.63	0.00	0.00
28	25242.58	10725.27	30888.40	0.00	0.00
29	21318.21	1825.27	20112.32	0.00	0.00
30	25242.58	18479.15	24241.86	0.00	0.00
31	21159.51	1605.72	11365.39	0.00	0.00
32	21159.51	1605.72	11365.39	0.00	0.00
33	21159.51	1605.72	11365.39	0.00	0.00
34	22654.60	5619.39	14441.50	0.00	0.00
35	20299.98	482.83	7975.85	0.00	0.00
36	22654.60	10271.71	10453.58	0.00	0.00
37	16595.60	39267.22	15270.24	0.00	0.00
38	16595.60	11848.42	50271.77	0.00	0.00
39	19519.03	11848.42	15270.24	0.00	0.00
40	16103.05	39751.99	15229.24	0.00	0.00
41	16103.05	12333.19	50230.77	0.00	0.00
42	19026.48	12333.19	15229.24	0.00	0.00
43	16029.66	39240.67	16487.01	0.00	0.00
44	16029.66	11821.87	51488.55	0.00	0.00
45	18953.09	11821.87	16487.01	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	20136.44	6858.50	10515.55
2	14600.27	403.49	9167.65
3	20136.44	12206.00	5931.72
4	20638.94	7500.79	15061.70
5	15102.77	1045.78	13713.80
6	20638.94	12848.29	10477.88
7	14981.77	1070.48	7576.92
8	14981.77	1070.48	7576.92
9	14981.77	1070.48	7576.92
10	17673.67	8952.33	10310.54
11	14600.27	403.49	9167.65
12	17673.67	14299.83	5726.72
13	18176.17	9594.62	14856.70
14	15102.77	1045.78	13713.80
15	18176.17	14942.12	10272.87
16	14981.77	1070.48	7576.92
17	14981.77	1070.48	7576.92
18	14981.77	1070.48	7576.92
19	17306.73	6346.55	16599.43
20	14600.27	403.49	9167.65
21	17306.73	11694.05	12015.60
22	17809.23	6988.84	21145.58
23	15102.77	1045.78	13713.80
24	17809.23	12336.34	16561.76
25	14981.77	1070.48	7576.92
26	14981.77	1070.48	7576.92

GENERAL CONTRACTOR



ALTA SORVEGLIANZA



	Progetto	Lotto	Codifica	
	IN17	12	EI2CLVI0604005	B

27	14981.77	1070.48	7576.92
28	15670.07	24529.69	9199.73
29	15670.07	7427.16	30036.76
30	16433.94	7427.16	9199.73
31	15177.52	25014.46	9158.73
32	15177.52	7911.93	29995.76
33	15941.38	7911.93	9158.73
34	15104.13	24503.14	10416.51
35	15104.13	7400.61	31253.53
36	15868.00	7400.61	10416.51

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	17739.57	7458.73 (0.00)	6309.33 (0.00)
2	18242.07	8101.02 (0.00)	10855.48 (0.00)
3	14981.77	1070.48 (0.00)	7576.92 (0.00)
4	16261.91	8715.03 (0.00)	6186.32 (0.00)
5	16764.41	9357.32 (0.00)	10732.48 (0.00)
6	14981.77	1070.48 (0.00)	7576.92 (0.00)
7	16041.75	7151.56 (0.00)	9959.66 (0.00)
8	16544.25	7793.85 (0.00)	14505.81 (0.00)
9	14981.77	1070.48 (0.00)	7576.92 (0.00)

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

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

N°Comb.	N	Mx	My
1	14144.27	281.52 (0.00)	0.00 (0.00)
2	14144.27	281.52 (0.00)	0.00 (0.00)
3	14144.27	281.52 (0.00)	0.00 (0.00)

RISULTATI DEL CALCOLO

Sezione verificata per tutte le combinazioni assegnate

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

Ver S = combinazione verificata / N = combin. non verificata
N Sforzo normale assegnato [kN] nel baricentro B sezione cls.(positivo se di compressione)
Mx Componente del momento assegnato [kNm] riferito all'asse x princ. d'inerzia
My Componente del momento assegnato [kNm] riferito all'asse y princ. d'inerzia
N Res Sforzo normale resistente [kN] nel baricentro B sezione cls.(positivo se di compress.)
Mx Res Momento flettente resistente [kNm] riferito all'asse x princ. d'inerzia
My Res Momento flettente resistente [kNm] riferito all'asse y princ. d'inerzia
Mis.Sic. Misura sicurezza = rapporto vettoriale tra (N r,Mx Res,My Res) e (N,Mx,My)
Verifica positiva se tale rapporto risulta ≥ 1.000

GENERAL CONTRACTOR



ALTA SORVEGLIANZA



Progetto	Lotto	Codifica	
IN17	12	EI2CLVI0604005	B

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	28591.91	10799.59	15247.54	28591.64	76668.81	108936.70	7.13	529.5(343.3)
2	S	20564.46	861.84	13293.09	20564.42	11663.44	179092.36	13.47	529.5(343.3)
3	S	28591.91	18553.46	8601.00	28591.98	81385.07	37674.34	4.39	529.5(343.3)
4	S	29345.66	11763.02	22066.77	29345.88	72398.69	136310.22	6.17	529.5(343.3)
5	S	21318.21	1825.27	20112.32	21318.20	17084.93	180050.54	8.96	529.5(343.3)
6	S	29345.66	19516.90	15420.23	29345.88	81443.50	64063.86	4.17	529.5(343.3)
7	S	21159.51	1605.72	11365.39	21159.64	24050.91	176186.21	15.49	529.5(343.3)
8	S	21159.51	1605.72	11365.39	21159.64	24050.91	176186.21	15.49	529.5(343.3)
9	S	21159.51	1605.72	11365.39	21159.64	24050.91	176186.21	15.49	529.5(343.3)
10	S	25116.45	6029.33	9148.53	25116.18	71364.47	108850.58	11.88	529.5(343.3)
11	S	20299.98	482.83	7975.85	20299.87	11506.03	178127.98	22.34	529.5(343.3)
12	S	25116.45	10681.66	5160.60	25116.34	76021.31	36937.15	7.12	529.5(343.3)
13	S	25020.89	13578.53	14950.29	25020.93	73830.76	80479.02	5.41	529.5(343.3)
14	S	20564.46	861.84	13293.09	20564.42	11663.44	179092.36	13.47	529.5(343.3)
15	S	25020.89	21332.40	8303.74	25020.87	76080.09	29824.91	3.57	529.5(343.3)
16	S	25774.64	14541.96	21769.52	25774.52	72545.82	107585.51	4.96	529.5(343.3)
17	S	21318.21	1825.27	20112.32	21318.20	17084.93	180050.54	8.96	529.5(343.3)
18	S	25774.64	22295.83	15122.97	25774.73	76497.64	51643.41	3.43	529.5(343.3)
19	S	21159.51	1605.72	11365.39	21159.64	24050.91	176186.21	15.49	529.5(343.3)
20	S	21159.51	1605.72	11365.39	21159.64	24050.91	176186.21	15.49	529.5(343.3)
21	S	21159.51	1605.72	11365.39	21159.64	24050.91	176186.21	15.49	529.5(343.3)
22	S	22973.84	7881.82	8970.17	22974.09	70676.96	79943.80	8.94	529.5(343.3)
23	S	20299.98	482.83	7975.85	20299.87	11506.03	178127.98	22.34	529.5(343.3)
24	S	22973.84	12534.14	4982.24	22974.13	72907.77	28754.15	5.81	529.5(343.3)
25	S	24488.83	9761.84	24069.17	24489.05	59983.25	147766.26	6.14	529.5(343.3)
26	S	20564.46	861.84	13293.09	20564.42	11663.44	179092.36	13.47	529.5(343.3)
27	S	24488.83	17515.71	17422.63	24488.82	73440.55	73252.88	4.20	529.5(343.3)
28	S	25242.58	10725.27	30888.40	25242.31	55487.60	159006.37	5.15	529.5(343.3)
29	S	21318.21	1825.27	20112.32	21318.20	17084.93	180050.54	8.96	529.5(343.3)
30	S	25242.58	18479.15	24241.86	25242.59	73019.03	95444.29	3.94	529.5(343.3)
31	S	21159.51	1605.72	11365.39	21159.64	24050.91	176186.21	15.49	529.5(343.3)
32	S	21159.51	1605.72	11365.39	21159.64	24050.91	176186.21	15.49	529.5(343.3)
33	S	21159.51	1605.72	11365.39	21159.64	24050.91	176186.21	15.49	529.5(343.3)
34	S	22654.60	5619.39	14441.50	22654.67	56682.23	146873.36	10.16	529.5(343.3)
35	S	20299.98	482.83	7975.85	20299.87	11506.03	178127.98	22.34	529.5(343.3)
36	S	22654.60	10271.71	10453.58	22654.40	70666.74	71621.04	6.87	529.5(343.3)
37	S	16595.60	39267.22	15270.24	16595.43	62913.88	24677.45	1.60	529.5(343.3)
38	S	16595.60	11848.42	50271.77	16595.44	35990.21	151043.22	3.01	529.5(343.3)
39	S	19519.03	11848.42	15270.24	19518.80	65032.86	83015.04	5.46	529.5(343.3)
40	S	16103.05	39751.99	15229.24	16103.23	62151.70	23670.44	1.56	529.5(343.3)
41	S	16103.05	12333.19	50230.77	16103.09	36198.34	148960.35	2.96	529.5(343.3)
42	S	19026.48	12333.19	15229.24	19026.69	64484.42	79476.20	5.22	529.5(343.3)
43	S	16029.66	39240.67	16487.01	16029.36	61971.80	26256.09	1.58	529.5(343.3)
44	S	16029.66	11821.87	51488.55	16029.43	33960.34	150517.44	2.92	529.5(343.3)
45	S	18953.09	11821.87	16487.01	18953.16	63713.76	88734.50	5.38	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.)

GENERAL CONTRACTOR



ALTA SORVEGLIANZA



	Progetto	Lotto	Codifica	
	IN17	12	EI2CLVI0604005	B

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	0.00319	438.5	169.9	-0.01275	-438.5	-169.9
2	0.00350	468.0	152.4	0.00328	460.0	148.5	-0.02092	-460.0	-148.5
3	0.00350	430.0	180.0	0.00281	420.3	171.6	-0.02644	-420.3	-171.6
4	0.00350	442.4	178.0	0.00330	438.5	169.9	-0.00922	-438.5	-169.9
5	0.00350	468.0	152.4	0.00331	460.0	148.5	-0.01746	-460.0	-148.5
6	0.00350	430.0	180.0	0.00295	420.3	171.6	-0.02075	-420.3	-171.6
7	0.00350	468.0	152.4	0.00333	460.0	148.5	-0.01500	-460.0	-148.5
8	0.00350	468.0	152.4	0.00333	460.0	148.5	-0.01500	-460.0	-148.5
9	0.00350	468.0	152.4	0.00333	460.0	148.5	-0.01500	-460.0	-148.5
10	0.00350	430.0	180.0	0.00318	438.5	169.9	-0.01353	-438.5	-169.9
11	0.00350	468.0	152.4	0.00328	460.0	148.5	-0.02130	-460.0	-148.5
12	0.00350	430.0	180.0	0.00277	420.3	171.6	-0.02822	-420.3	-171.6
13	0.00350	430.0	180.0	0.00300	420.3	171.6	-0.01910	-420.3	-171.6
14	0.00350	468.0	152.4	0.00328	460.0	148.5	-0.02092	-460.0	-148.5
15	0.00350	430.0	180.0	0.00272	420.3	171.6	-0.03011	-420.3	-171.6
16	0.00350	430.0	180.0	0.00318	438.5	169.9	-0.01362	-438.5	-169.9
17	0.00350	468.0	152.4	0.00331	460.0	148.5	-0.01746	-460.0	-148.5
18	0.00350	430.0	180.0	0.00286	420.3	171.6	-0.02467	-420.3	-171.6
19	0.00350	468.0	152.4	0.00333	460.0	148.5	-0.01500	-460.0	-148.5
20	0.00350	468.0	152.4	0.00333	460.0	148.5	-0.01500	-460.0	-148.5
21	0.00350	468.0	152.4	0.00333	460.0	148.5	-0.01500	-460.0	-148.5
22	0.00350	430.0	180.0	0.00298	420.3	171.6	-0.01988	-420.3	-171.6
23	0.00350	468.0	152.4	0.00328	460.0	148.5	-0.02130	-460.0	-148.5
24	0.00350	430.0	180.0	0.00268	420.3	171.6	-0.03161	-420.3	-171.6
25	0.00350	442.4	178.0	0.00333	438.5	169.9	-0.00936	-438.5	-169.9
26	0.00350	468.0	152.4	0.00328	460.0	148.5	-0.02092	-460.0	-148.5
27	0.00350	430.0	180.0	0.00296	420.3	171.6	-0.02074	-420.3	-171.6
28	0.00350	453.5	172.4	0.00334	438.5	169.9	-0.00908	-438.5	-169.9
29	0.00350	468.0	152.4	0.00331	460.0	148.5	-0.01746	-460.0	-148.5
30	0.00350	430.0	180.0	0.00309	438.5	169.9	-0.01607	-438.5	-169.9
31	0.00350	468.0	152.4	0.00333	460.0	148.5	-0.01500	-460.0	-148.5
32	0.00350	468.0	152.4	0.00333	460.0	148.5	-0.01500	-460.0	-148.5
33	0.00350	468.0	152.4	0.00333	460.0	148.5	-0.01500	-460.0	-148.5
34	0.00350	453.5	172.4	0.00333	438.5	169.9	-0.00980	-438.5	-169.9
35	0.00350	468.0	152.4	0.00328	460.0	148.5	-0.02130	-460.0	-148.5
36	0.00350	430.0	180.0	0.00294	420.3	171.6	-0.02172	-420.3	-171.6
37	0.00350	430.0	180.0	0.00254	420.3	171.6	-0.03748	-420.3	-171.6
38	0.00350	462.4	163.5	0.00332	452.0	161.2	-0.01358	-452.0	-161.2
39	0.00350	430.0	180.0	0.00298	420.3	171.6	-0.02023	-420.3	-171.6
40	0.00350	430.0	180.0	0.00252	420.3	171.6	-0.03830	-420.3	-171.6
41	0.00350	462.4	163.5	0.00332	452.0	161.2	-0.01371	-452.0	-161.2
42	0.00350	430.0	180.0	0.00296	420.3	171.6	-0.02118	-420.3	-171.6
43	0.00350	430.0	180.0	0.00255	420.3	171.6	-0.03729	-420.3	-171.6
44	0.00350	462.4	163.5	0.00331	452.0	161.2	-0.01432	-452.0	-161.2
45	0.00350	430.0	180.0	0.00301	420.3	171.6	-0.01904	-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.
--------	---	---	---	-----	--------

GENERAL CONTRACTOR				ALTA SORVEGLIANZA			
				Progetto	Lotto	Codifica	
				IN17	12	EI2CLVI0604005	B

1	0.00004841	0.000034434	-0.004779833	----	----
2	0.000024523	0.000005531	-0.008820368	----	----
3	0.000002133	0.000079987	-0.011815052	----	----
4	0.000006032	0.000021295	-0.002959543	----	----
5	0.000020354	0.000006884	-0.007075367	----	----
6	0.000003088	0.000061491	-0.008896119	----	----
7	0.000017209	0.000008409	-0.005835949	----	----
8	0.000017209	0.000008409	-0.005835949	----	----
9	0.000017209	0.000008409	-0.005835949	----	----
10	0.000005183	0.000035797	-0.005172016	----	----
11	0.000024941	0.000005513	-0.009013171	----	----
12	0.000002213	0.000084859	-0.012726044	----	----
13	0.000003860	0.000054938	-0.008048357	----	----
14	0.000024523	0.000005531	-0.008820368	----	----
15	0.000001898	0.000091008	-0.013697480	----	----
16	0.000005041	0.000036413	-0.005222189	----	----
17	0.000020354	0.000006884	-0.007075367	----	----
18	0.000002765	0.000073440	-0.010908230	----	----
19	0.000017209	0.000008409	-0.005835949	----	----
20	0.000017209	0.000008409	-0.005835949	----	----
21	0.000017209	0.000008409	-0.005835949	----	----
22	0.000003957	0.000056917	-0.008446501	----	----
23	0.000024941	0.000005513	-0.009013171	----	----
24	0.000001906	0.000095237	-0.014462225	----	----
25	0.000007931	0.000016875	-0.003013022	----	----
26	0.000024523	0.000005531	-0.008820368	----	----
27	0.000003612	0.000060203	-0.008889582	----	----
28	0.000008669	0.000014159	-0.002871916	----	----
29	0.000020354	0.000006884	-0.007075367	----	----
30	0.000004482	0.000044792	-0.006489733	----	----
31	0.000017209	0.000008409	-0.005835949	----	----
32	0.000017209	0.000008409	-0.005835949	----	----
33	0.000017209	0.000008409	-0.005835949	----	----
34	0.000008523	0.000016646	-0.003234550	----	----
35	0.000024941	0.000005513	-0.009013171	----	----
36	0.000003644	0.000062912	-0.009391174	----	----
37	0.000001886	0.000111983	-0.017467921	----	----
38	0.000014364	0.000012165	-0.005130420	----	----
39	0.000004361	0.000056942	-0.008624546	----	----
40	0.000001844	0.000114420	-0.017888350	----	----
41	0.000014409	0.000012436	-0.005195652	----	----
42	0.000004225	0.000059983	-0.009113918	----	----
43	0.000001995	0.000111175	-0.017369438	----	----
44	0.000015297	0.000011815	-0.005504715	----	----
45	0.000004735	0.000052652	-0.008013599	----	----

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 [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	Ss min	Xs min	Ys min	Ac eff.	As eff.
1	S	2.58	442.4	178.0	11.1	-438.5	-169.9	----	----

GENERAL CONTRACTOR



ALTA SORVEGLIANZA



	Progetto	Lotto	Codifica	
	IN17	12	EI2CLVI0604005	B

2	S	1.60	468.0	152.4	11.8	-460.0	-148.5	---	---
3	S	2.80	430.0	180.0	8.1	-438.5	-169.9	---	---
4	S	2.85	442.4	178.0	8.4	-438.5	-169.9	---	---
5	S	1.88	468.0	152.4	9.0	-460.0	-148.5	---	---
6	S	3.06	442.4	178.0	5.3	-438.5	-169.9	---	---
7	S	1.61	462.4	163.5	12.7	-452.0	-161.2	---	---
8	S	1.61	462.4	163.5	12.7	-452.0	-161.2	---	---
9	S	1.61	462.4	163.5	12.7	-452.0	-161.2	---	---
10	S	2.52	442.4	178.0	6.0	-438.5	-169.9	---	---
11	S	1.60	468.0	152.4	11.8	-460.0	-148.5	---	---
12	S	2.75	430.0	180.0	2.9	-420.3	-171.6	---	---
13	S	2.79	442.4	178.0	3.2	-438.5	-169.9	---	---
14	S	1.88	468.0	152.4	9.0	-460.0	-148.5	---	---
15	S	3.01	430.0	180.0	0.2	-438.5	-169.9	0	0.0
16	S	1.61	462.4	163.5	12.7	-452.0	-161.2	---	---
17	S	1.61	462.4	163.5	12.7	-452.0	-161.2	---	---
18	S	1.61	462.4	163.5	12.7	-452.0	-161.2	---	---
19	S	2.55	453.5	172.4	4.6	-438.5	-169.9	---	---
20	S	1.60	468.0	152.4	11.8	-460.0	-148.5	---	---
21	S	2.77	442.4	178.0	1.6	-438.5	-169.9	---	---
22	S	2.82	453.5	172.4	1.8	-438.5	-169.9	---	---
23	S	1.88	468.0	152.4	9.0	-460.0	-148.5	---	---
24	S	3.04	442.4	178.0	-1.2	-438.5	-169.9	170	1.5
25	S	1.61	462.4	163.5	12.7	-452.0	-161.2	---	---
26	S	1.61	462.4	163.5	12.7	-452.0	-161.2	---	---
27	S	1.61	462.4	163.5	12.7	-452.0	-161.2	---	---
28	S	4.09	430.0	180.0	-45.7	-420.3	-171.6	17258	107.8
29	S	3.13	453.5	172.4	-9.0	-452.0	-161.2	3000	21.6
30	S	2.26	442.4	178.0	6.7	-438.5	-169.9	---	---
31	S	4.20	430.0	180.0	-57.4	-420.3	-171.6	21385	133.9
32	S	3.16	453.5	172.4	-11.1	-452.0	-161.2	3738	26.2
33	S	2.26	442.4	178.0	5.6	-438.5	-169.9	---	---
34	S	4.21	430.0	180.0	-54.8	-438.5	-169.9	18749	117.0
35	S	3.18	453.5	172.4	-11.9	-452.0	-161.2	4080	27.7
36	S	2.26	442.4	178.0	5.4	-438.5	-169.9	---	---

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	2.26	442.4	178.0	10.0	-438.5	-169.9	---	---
2	S	2.53	442.4	178.0	7.3	-438.5	-169.9	---	---
3	S	1.61	462.4	163.5	12.7	-452.0	-161.2	---	---
4	S	2.23	430.0	180.0	6.9	-438.5	-169.9	---	---
5	S	2.50	442.4	178.0	4.2	-438.5	-169.9	---	---
6	S	1.61	462.4	163.5	12.7	-452.0	-161.2	---	---
7	S	2.24	442.4	178.0	6.1	-438.5	-169.9	---	---
8	S	2.51	442.4	178.0	3.3	-438.5	-169.9	---	---
9	S	1.61	462.4	163.5	12.7	-452.0	-161.2	---	---

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

Comb.	Ver	e1	e2	k2	∅	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

GENERAL CONTRACTOR



ALTA SORVEGLIANZA



	Progetto	Lotto	Codifica	
	IN17	12	EI2CLVI0604005	B

6	S	0.00000	0.00000	---	---	---	---	---	---	0.000 (0.20)	0.00	0.00
7	S	0.00000	0.00000	---	---	---	---	---	---	0.000 (0.20)	0.00	0.00
8	S	0.00000	0.00000	---	---	---	---	---	---	0.000 (0.20)	0.00	0.00
9	S	0.00000	0.00000	---	---	---	---	---	---	0.000 (0.20)	0.00	0.00

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

N°Comb	Ver	Sc max	Xc max	Yc max	Ss min	Xs min	Ys min	Ac eff.	As eff.
1	S	1.18	430.0	180.0	17.0	-420.3	-171.6	---	---
2	S	1.18	430.0	180.0	17.0	-420.3	-171.6	---	---
3	S	1.18	430.0	180.0	17.0	-420.3	-171.6	---	---

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

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

GENERAL CONTRACTOR  IRICAV2	ALTA SORVEGLIANZA  ITALFERR GRUPPO FERROVIE DELLO STATO ITALIANE			
	Progetto IN17	Lotto 12	Codifica EI2CLVI0604005	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		
		Progetto	Lotto	Codifica	
		IN17	12	EI2CLVI0604005	B

P10 (H=5.5m)

Calcolo del taglio agente – Direzione Longitudinale

H_{pila}	5.50	m	Altezza fusto pila
M_{Rd,inf_long}	62152	kNm	Momento resistente della sezione di base della pila
M_{E,i_long}	39267.22	kNm	Momento sollecitante alla base della pila
γ_{Rd}	1		Fattore di sovrarresistenza (§7.9.5.1 NTC2008)
V_{E,i_long}	6599	kN	Azione di taglio di calcolo base pila - Comb. Sismica di progetto
$V_{gr,0}$	9899	kN	Valore del taglio di progetto per la gerarchia delle resistenze $V_{gr0}=\min(V_{ed} \gamma_{rd} M_{rd}/M_{ed}; V_{ed} q)$
$V_{E,i_long}/V_{gr,c}$	0.667	-	
γ_{Rd}	1.25	-	Fattore di sovrarresistenza aggiuntivo (§7.9.5.2.2 NTC2008)
V_{gr,i_long}	12373	kN	Sollecitazione di taglio

Verifiche

Direzione Longitudinale				
altezza della sezione		h	3600	mm
copriferro netto		c netto	60	mm
copriferro al baricentro dell'armatura long		c'	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		12373	KN
	C.S.		0.94	<1

GENERAL CONTRACTOR



ALTA SORVEGLIANZA



Progetto

Lotto

Codifica

IN17

12

EI2CLVI0604005

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	6015	KN	
	C.S.	0.28	<1	

GENERAL CONTRACTOR  IRICAV2	ALTA SORVEGLIANZA  ITALFERR GRUPPO FERROVIE DELLO STATO ITALIANE			
	Progetto IN17	Lotto 12	Codifica EI2CLVI0604005	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 EI2CLVI0604005	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

Progetto

Lotto

Codifica

IN17

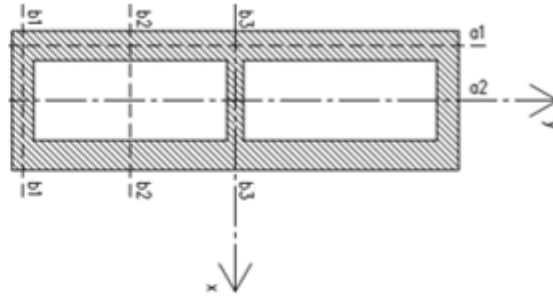
12

EI2CLVI0604005

B

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

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

b 3500 mm

f_{yd} 391 Mpaf_{cd} 18.13 Mpa

ζ 0.04

Sez. **a1-a1**

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

	d	A	n°
sp	10	78.5	20
st	16	200.96	10

A_{sw} 3579.6 mm²

s 150 mm

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

b 9100 mm

f_{yd} 391 Mpaf_{cd} 18.13 Mpa

ζ 0.04

Sez. **b2-b2**

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

	d	A	n°
sp	10	78.5	0
st	16	200.96	4

A_{sw} 803.84 mm²

s 150 mm

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

b 800 mm

f_{yd} 391 Mpaf_{cd} 18.13 Mpa

ζ 0.04

Sez. **a2-a2**

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

	d	A	n°
sp	10	78.5	0
st	16	200.96	6

A_{sw} 1205.76 mm²

s 150 mm

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

b 1200 mm

f_{yd} 391 Mpaf_{cd} 18.13 Mpa

ζ 0.04

Sez. **b3-b3**

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

	d	A	n°
sp	10	78.5	8
st	16	200.96	8

A_{sw} 2235.68 mm²

s 150 mm

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

b 3500 mm

f_{yd} 391 Mpaf_{cd} 18.13 Mpa

ζ 0.04

GENERAL CONTRACTOR  IRICAV2	ALTA SORVEGLIANZA  ITALFERR GRUPPO FERROVIE DELLO STATO ITALIANE			
	Progetto IN17	Lotto 12	Codifica EI2CLVI0604005	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	1100.0	kN
altezza pila estradosso appoggi	h	6.0	m
rigidezza flessionale longitudinale	J	22.3	m4
modulo elastico	E	33345.8	MPa
spostamento in testa pila	D	0.11	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

EI2CLVI0604005

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

0.11

sec

fattore di struttura

q

1.5

fattore di duttilità in spostamento

 μ **3.1**

accelerazione di riferimento pila dir. long

ag (T)

0.44

g

w

58.47

sec

0.00

m

spostamento SLV relativo all'analisi spettrale

dEe

0.0000

m

spostamento totale relativo

dEd**0.0039**

m

spostamento longitudinale indotto dal moto relativo del terreno

spostamento massimo orizz. del terreno

dg**0.0850**

m

spostamenti massimi terreno punto i

dji

0.085

m

spostamenti massimi terreno punto j

dgi

0.085

m

velocità prop. onde di taglio nel terreno

vs

270

m/s

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

x

25

m

spostamento massimo rel

dij0

0.1502

m

tipologia di moto

indipendente

forti discontinuità del terreno

senza

distanza

>20

terreni

uguali

spost. relativo tra due punti dipendenti

di(x)

0.032

m

GENERAL CONTRACTOR



ALTA SORVEGLIANZA



Progetto

Lotto

Codifica

IN17

12

EI2CLVI0604005

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	0.004	m
dilatazione termica incrementata del 50%	Dt	0.006	m

spostamento longitudinale finale

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

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

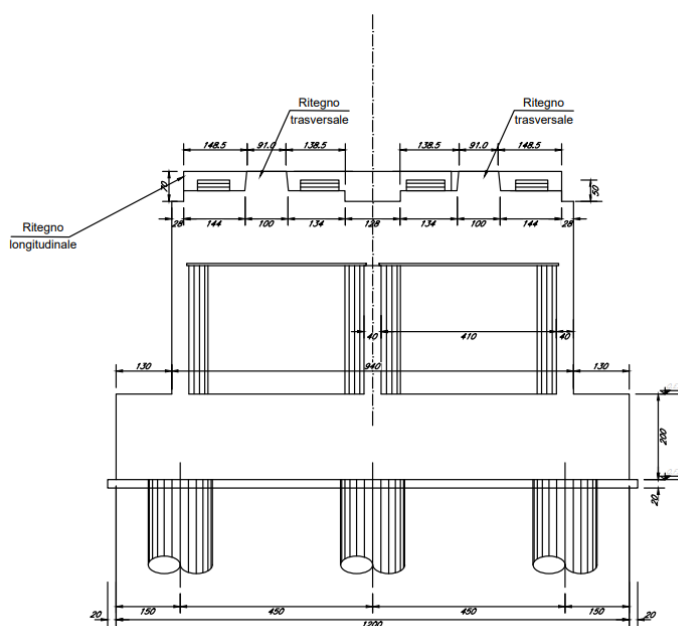
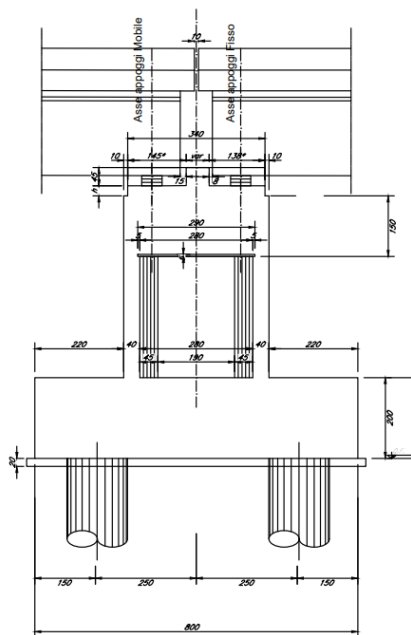
altri spostamenti longitudinali

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

10. Pulvino

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

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



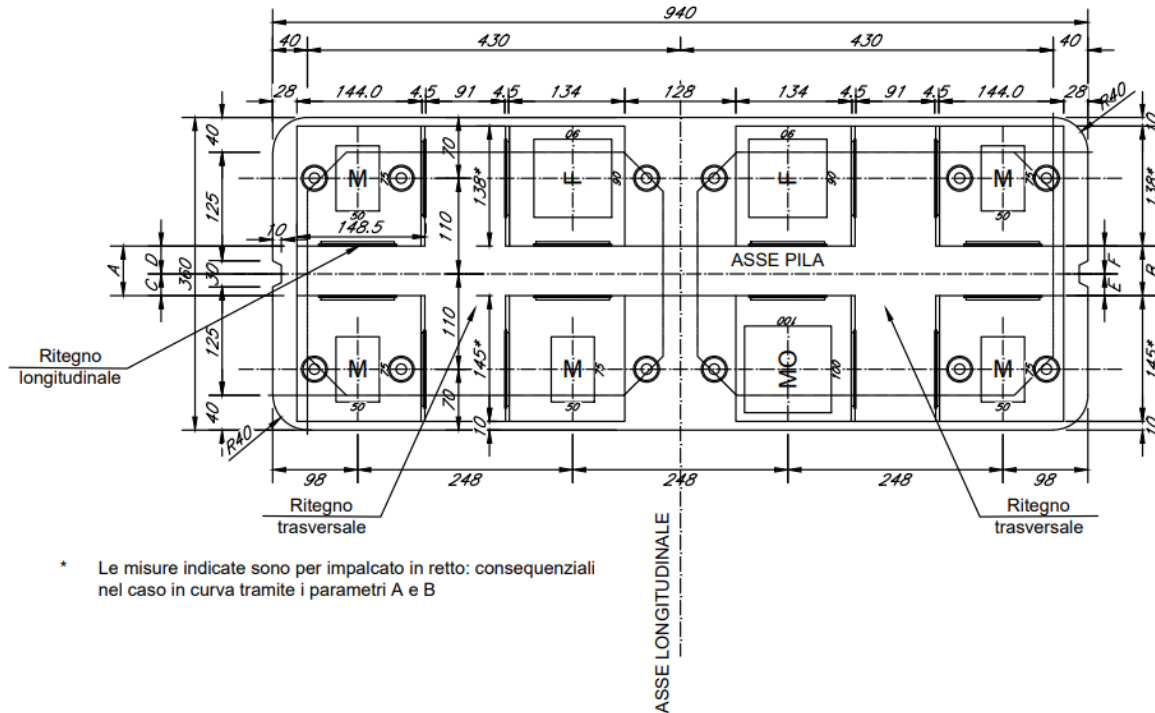


Figura 22 – Sezioni e pianta pulvino

Per la progettazione e verifica delle armature principali e secondarie del pulvino, dei baggioli e dei ritegni si rimanda alla Relazione di calcolo pulvini, baggioli e ritegni - IN1712EI2CLVI0604007.

GENERAL CONTRACTOR  IRICAV2	ALTA SORVEGLIANZA  GRUPPO FERROVIE DELLO STATO ITALIANE			
	Progetto IN17	Lotto 12	Codifica EI2CLVI0604005	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 sulla platea 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 VI06. È inoltre esplicitato il sistema di riferimento e la numerazione dei pali utilizzata nel calcolo.

Si prevedono 8 pali aventi diametro $D=1500$ mm per le pile da P10 a P16 (comprese). Il plinto è caratterizzato da un'altezza di 2.0 m ed ha delle dimensioni in pianta pari a 10.8m x 12.0m. Sul plinto di fondazione in esame è previsto un ricoprimento di terreno di spessore pari a circa 1.2 m.

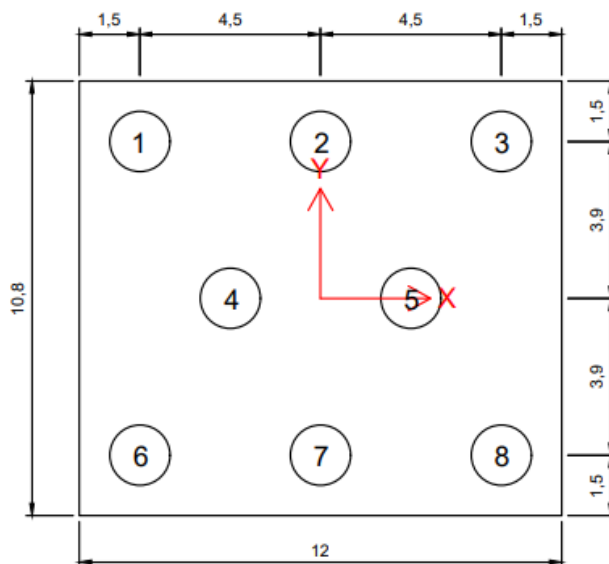


Figura 23 – Geometria del plinto di fondazione

GENERAL CONTRACTOR  IRICAV2	ALTA SORVEGLIANZA  ITALFERR GRUPPO FERROVIE DELLO STATO ITALIANE			
	Progetto IN17	Lotto 12	Codifica EI2CLVI0604005	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 2.0 m;
- *Palo di fondazione*: mediante elementi “solid” nel tratto iniziale in prossimità del plinto e mediante un elemento “beam” nel tratto terminale. L'utilizzo di elementi “solid” nella modellazione della parte iniziale dei pali consente infatti di evitare la nascita di forti concentrazioni di tensione nella platea di fondazione. Favorendo dunque la diffusione delle sollecitazioni provenienti dai pali, si ottiene un comportamento della struttura molto prossimo a quello reale.

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

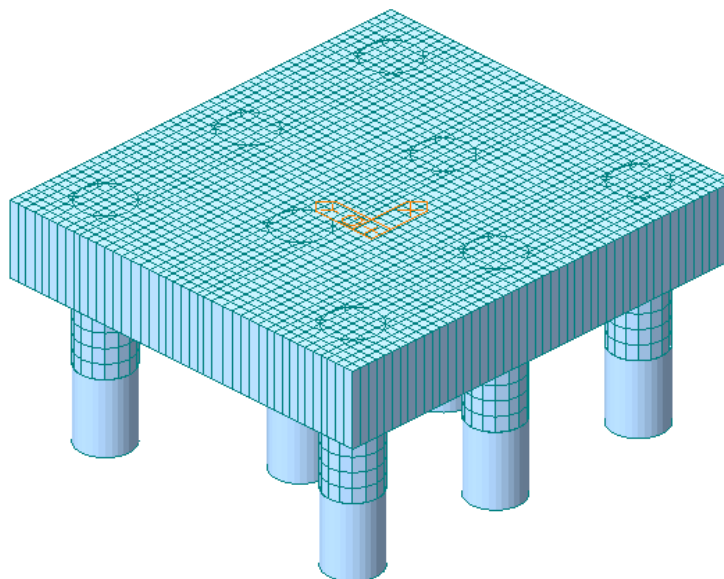


Figura 24 – Vista estrusa del modello agli elementi finiti

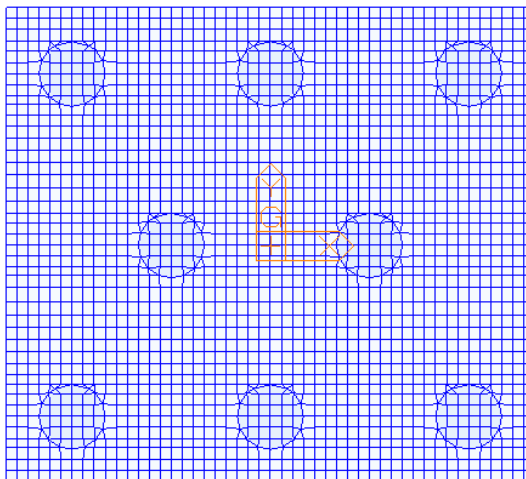


Figura 25 – Pianta del modello agli elementi finiti

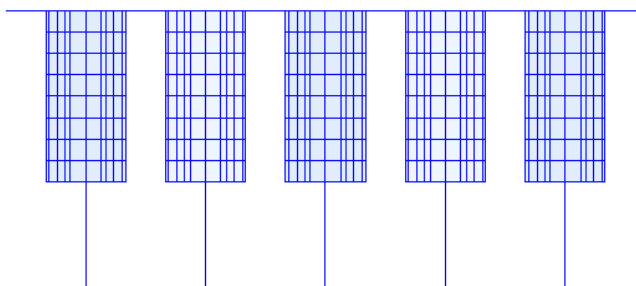


Figura 26 – Prospetto del modello agli elementi finiti

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

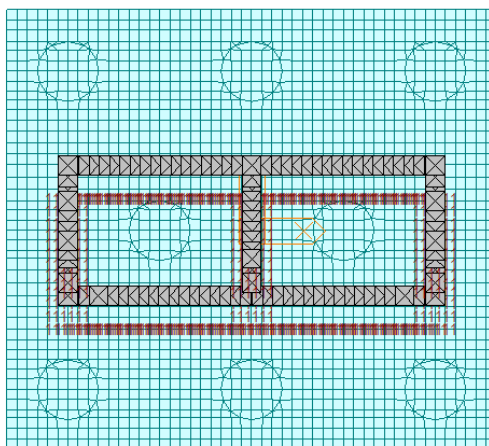


Figura 27 – Sistema di vincoli del modello agli elementi finiti

GENERAL CONTRACTOR  IRICAV2	ALTA SORVEGLIANZA  ITALFERR GRUPPO FERROVIE DELLO STATO ITALIANE			
	Progetto IN17	Lotto 12	Codifica EI2CLVI0604005	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".

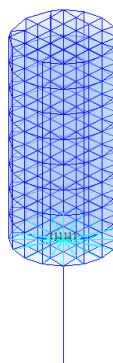


Figura 28 – Sistema di vincoli del palo nel modello agli elementi finiti

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

11.3 Azioni di progetto

11.3.1 Reazioni dei pali

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

Sono state considerate tutte le combinazioni che presentano azioni che:

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

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

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

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

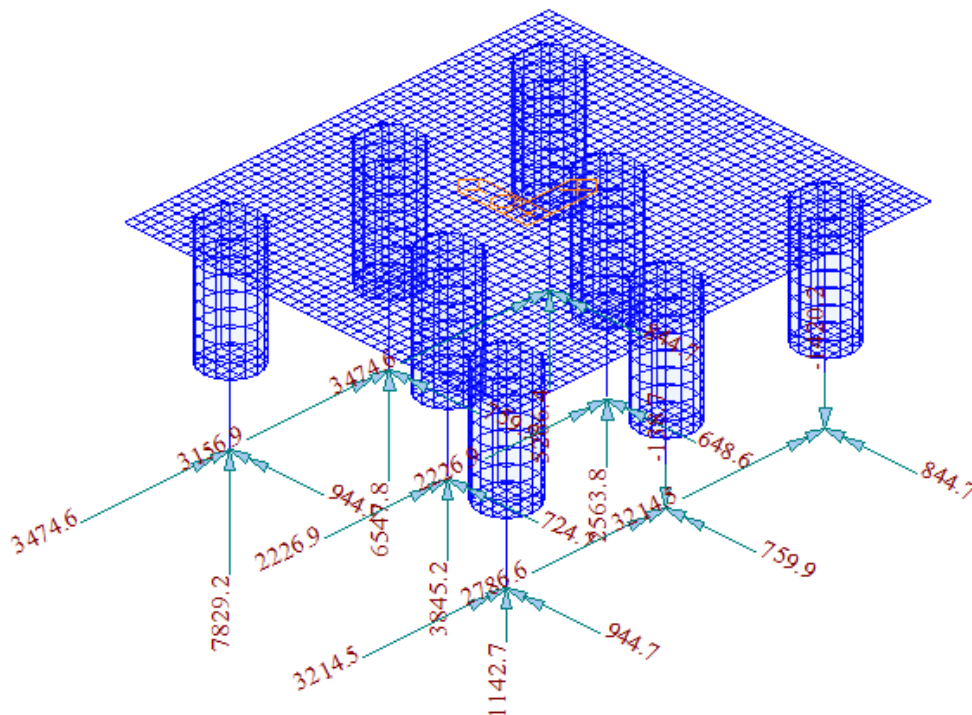


Figura 29 – Applicazione delle reazioni dei pali nel modello agli elementi finiti

11.3.2 Peso proprio plinto di fondazione

Il peso proprio del plinto di fondazione è stato valutato assumendo per il calcestruzzo un peso specifico γ_{cls} pari a 25 kN/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 γ_{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.

$$P_{\text{terreno}} = \gamma_{\text{terreno}} \cdot h_{\text{rinterro}} = 19 \cdot 1.2 = 22.8 \text{ kN/m}^2$$

GENERAL CONTRACTOR  IRICAV2	ALTA SORVEGLIANZA  GRUPPO FERROVIE DELLO STATO ITALIANE			
	Progetto IN17	Lotto 12	Codifica EI2CLVI0604005	B

11.4 Risultati di analisi

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

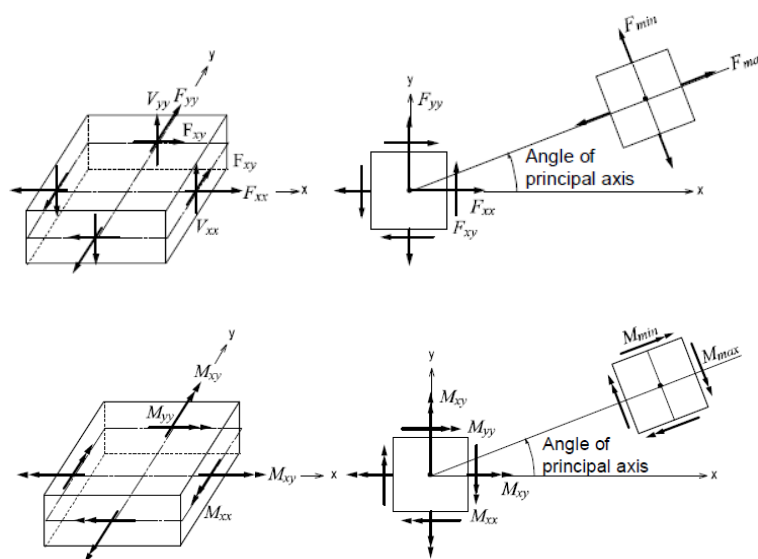


Figura 30 – Posizioni di output delle forze dell'elemento piastra per unità di lunghezza e convenzione del segno

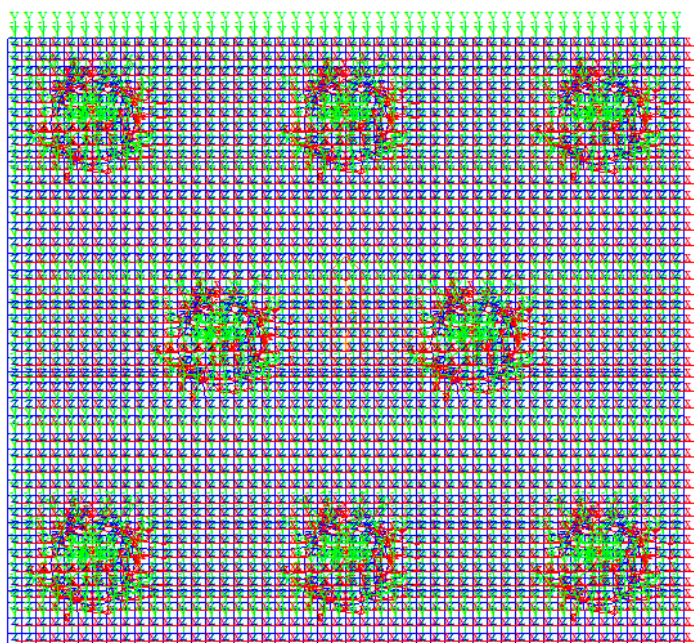


Figura 31 – Assi locali per gli elementi della platea di fondazione

GENERAL CONTRACTOR



ALTA SORVEGLIANZA



	Progetto	Lotto	Codifica	
	IN17	12	EI2CLVI0604005	B

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

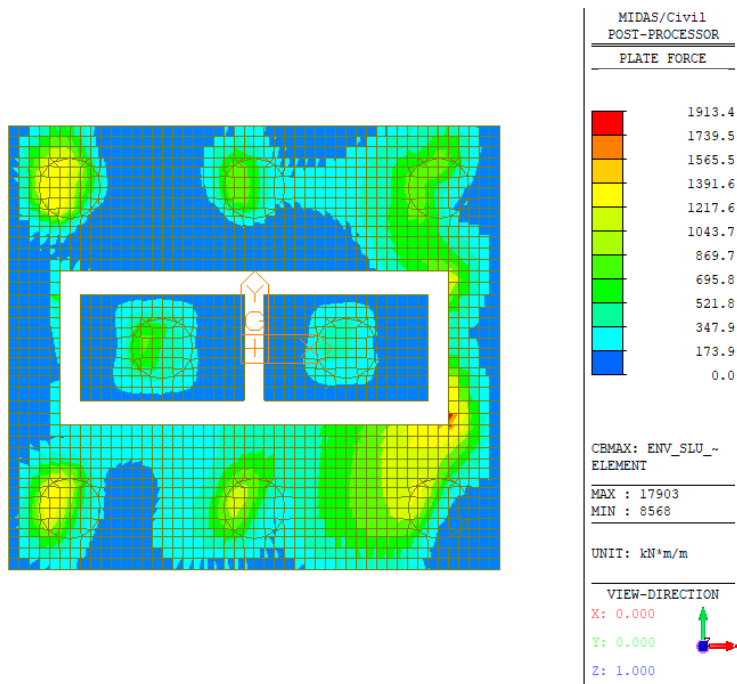


Figura 32 – Wood Armer Moment – Direction1 – Top (Inviluppo SLU/SLV)

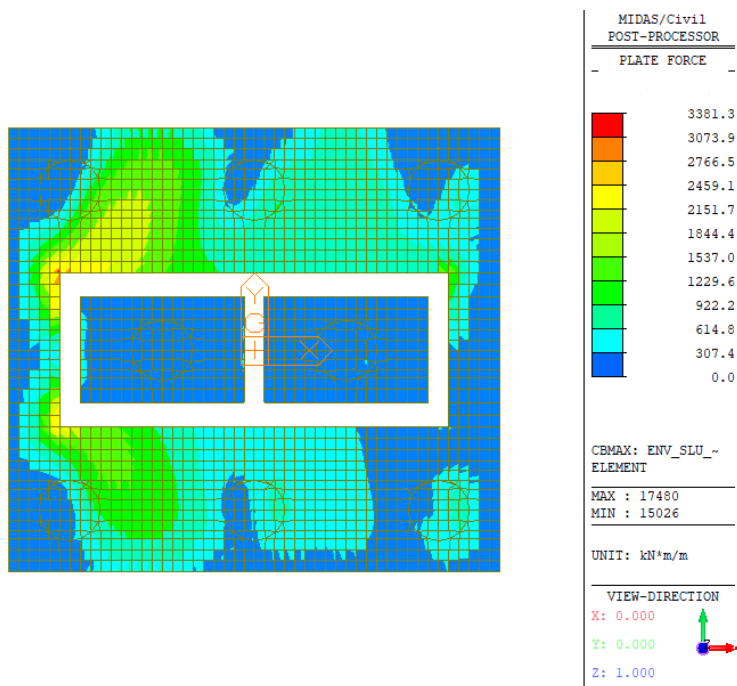


Figura 33 – Wood Armer Moment – Direction1 – Bottom (Inviluppo SLU/SLV)

GENERAL CONTRACTOR



ALTA SORVEGLIANZA



	Progetto	Lotto	Codifica	
	IN17	12	EI2CLVI0604005	B

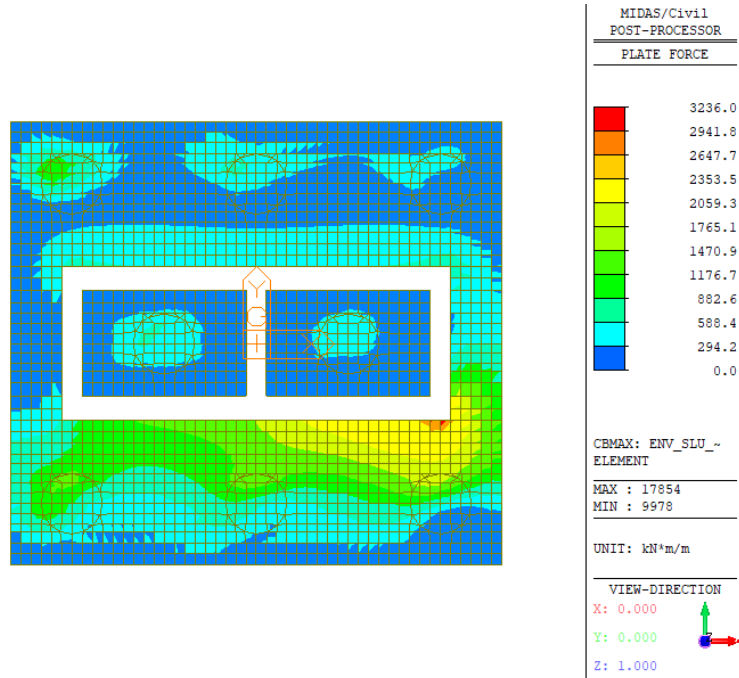


Figura 34 – Wood Armer Moment – Direction 2 – Top (Inviluppo SLU/SLV)

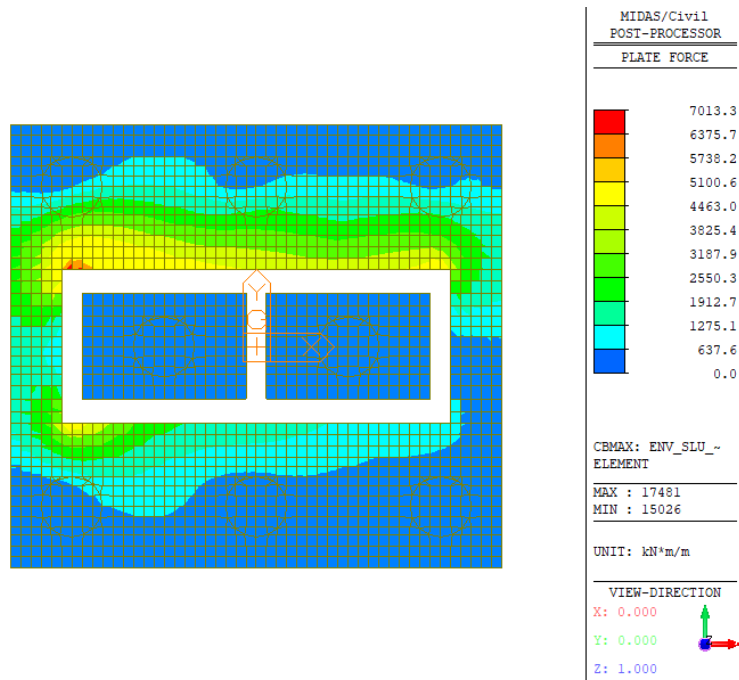


Figura 35 – Wood Armer Moment – Direction 2 – Bottom (Inviluppo SLU/SLV)

GENERAL CONTRACTOR



ALTA SORVEGLIANZA



	Progetto	Lotto	Codifica	
	IN17	12	EI2CLVI0604005	B

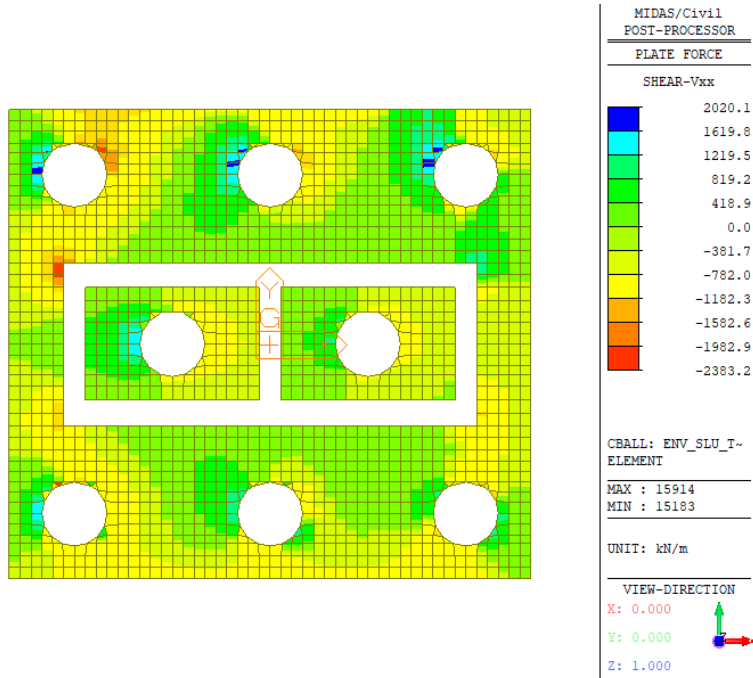


Figura 36 – Vxx, Inviluppo SLU/SLV

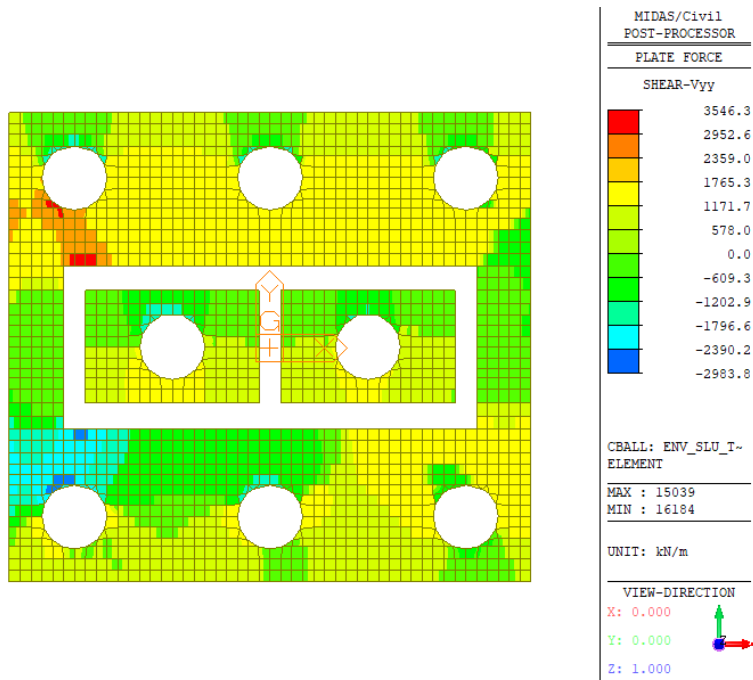


Figura 37 – Vyy, Inviluppo SLU/SLV

GENERAL CONTRACTOR  IRICAV2	ALTA SORVEGLIANZA  GRUPPO FERROVIE DELLO STATO ITALIANE			
	Progetto IN17	Lotto 12	Codifica EI2CLVI0604005	B

11.5 Dimensionamento e verifica delle armature

11.5.1 Dimensionamento delle armature

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

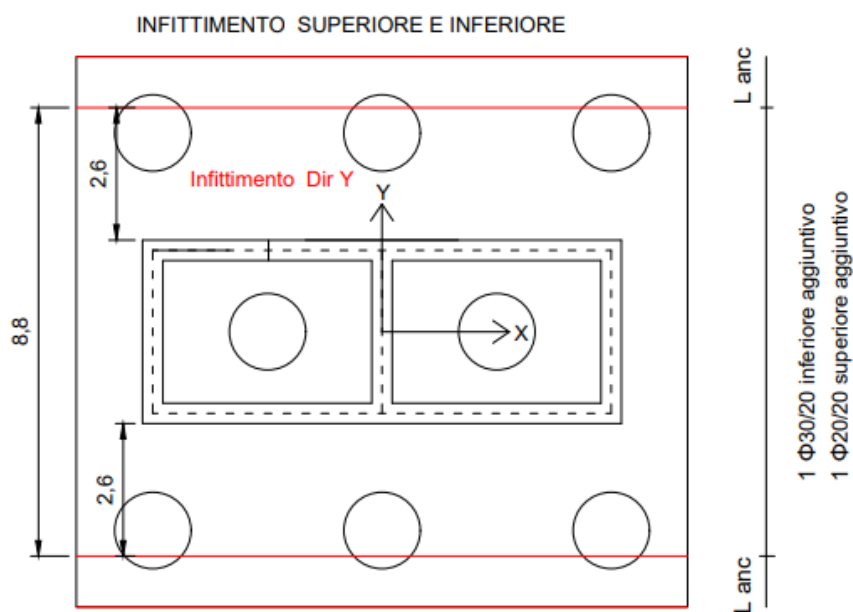
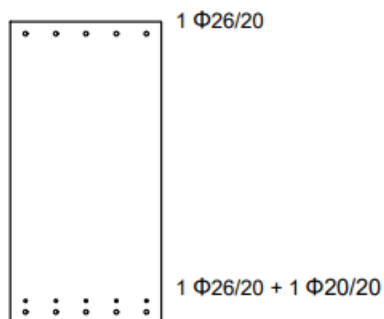


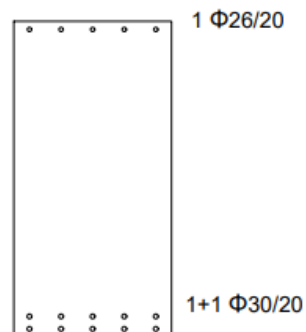
Figura 38 – Zone di infittimento dell'armatura a flessione della platea

Maglia base

Armatura in direzione X



Armatura in direzione Y



	Progetto	Lotto	Codifica	
	IN17	12	EI2CLVI0604005	B

Armatura aggiuntiva

Armatura in direzione Y

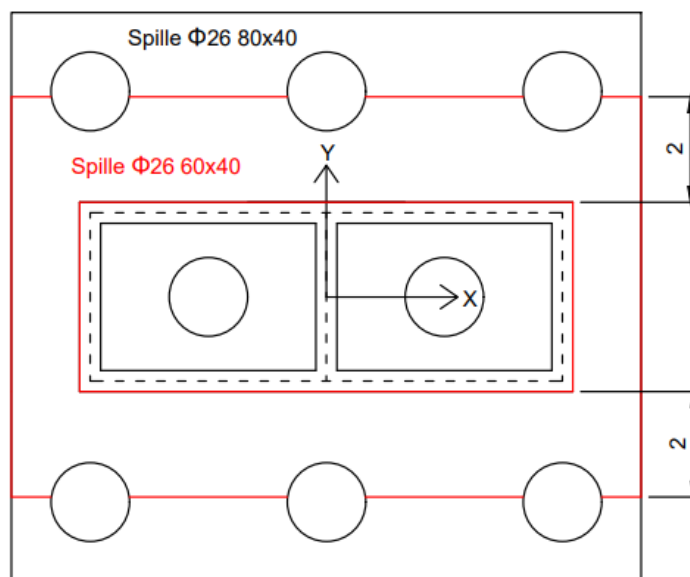
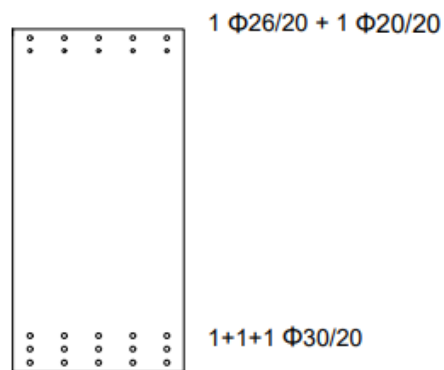


Figura 39 – Armatura a taglio della platea

GENERAL CONTRACTOR  IRICAV2	ALTA SORVEGLIANZA  GRUPPO FERROVIE DELLO STATO ITALIANE			
	Progetto IN17	Lotto 12	Codifica EI2CLVI0604005	B

11.5.2 Verifica a flessione

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

Sono state considerate due sezioni distinte per il dimensionamento e la verifica delle armature nelle due direzioni X e Y, di altezza pari all'altezza del plinto (2.0 m) e di larghezza pari a 1 m.

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

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

	W-A Mom_Top_X (kNm/m)	W-A Mom_Top_Y (kNm/m)	W-A Mom_Bottom_X (kNm/m)	W-A Mom_Bottom_Y (kNm/m)
SLU/SLV	1345.2	2581.8	2357.8	5610.8
SLE Rara	633.1	1054.1	1524.9	3912.0
SLE Fessurazione	473.7	350.5	888.6	2441.4
SLE Quasi Perm.	278.6	226.9	436.9	1375.7

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: VI06_P10_DirX

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

CARATTERISTICHE DI RESISTENZA DEI MATERIALI IMPIEGATI

CALCESTRUZZO -	Classe:	C25/30
	Resis. compr. di progetto fcd:	14.160 MPa
	Def.unit. max resistenza ec2:	0.0020
	Def.unit. ultima ecu:	0.0035
	Diagramma tensione-deformaz.:	Parabola-Rettangolo
	Modulo Elastico Normale Ec:	31475.0 MPa
	Resis. media a trazione fctm:	2.560 MPa
	Coeff. Omogen. S.L.E.:	15.00

GENERAL CONTRACTOR



ALTA SORVEGLIANZA



	Progetto	Lotto	Codifica	
	IN17	12	EI2CLVI0604005	B

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

CARATTERISTICHE DOMINIO CONGLOMERATO

Forma del Dominio: Poligonale
Classe Conglomerato: C25/30

N°vertice:	X [cm]	Y [cm]
1	50.0	100.0
2	50.0	-100.0
3	-50.0	-100.0
4	-50.0	100.0

DATI BARRE ISOLATE

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

CALCOLO DI RESISTENZA - SFORZI PER OGNI COMBINAZIONE ASSEGNATA

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

N°Comb. N Mx Vy

GENERAL CONTRACTOR		ALTA SORVEGLIANZA		
				
		Progetto	Lotto	Codifica
		IN17	12	EI2CLVI0604005
				B

1	0.00	-1345.20	0.00
2	0.00	2357.80	0.00

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

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

N°Comb.	N	Mx	My
1	0.00	-633.10	0.00
2	0.00	1524.90	0.00

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

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

N°Comb.	N	Mx	My
1	0.00	-473.70 (-1904.28)	0.00 (0.00)
2	0.00	888.60 (1940.75)	0.00 (0.00)

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

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

N°Comb.	N	Mx	My
1	0.00	-278.60 (-1904.28)	0.00 (0.00)
2	0.00	436.90 (1940.75)	0.00 (0.00)

RISULTATI DEL CALCOLO

Sezione verificata per tutte le combinazioni assegnate

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

Ver S = combinazione verificata / N = combin. non verificata
N Sforzo normale assegnato [kN] nel baricentro B sezione cls.(positivo se di compressione)
Mx Componente del momento assegnato [kNm] riferito all'asse x princ. d'inerzia
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)
As Tesa Verifica positiva se tale rapporto risulta >=1.000
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	-1345.20	0.00	-1997.55	1.48	42.3(29.6)
2	S	0.00	2357.80	0.00	3042.46	1.29	42.3(29.6)

METODO AGLI STATI LIMITE ULTIMI - DEFORMAZIONI UNITARIE ALLO STATO ULTIMO

GENERAL CONTRACTOR  IRICAV2	ALTA SORVEGLIANZA  ITALFERR GRUPPO FERROVIE DELLO STATO ITALIANE			
	Progetto IN17	Lotto 12	Codifica E12CLVI0604005	B

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

N°Comb	ec max	x/d	Xc max	Yc max	es min	Xs min	Ys min	es max	Xs max	Ys max
1	0.00350	0.053	50.0	-100.0	0.00079	40.0	-92.1	-0.06231	40.0	92.1
2	0.00350	0.054	50.0	100.0	0.00086	40.0	92.1	-0.06080	40.0	-92.1

POSIZIONE ASSE NEUTRO PER OGNI COMB. DI RESISTENZA

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

N°Comb	a	b	c	x/d	C.Rid.
1	0.000000000	-0.000342607	-0.030760719	0.053	0.700
2	0.000000000	0.000334699	-0.029969871	0.054	0.700

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

Ver S = comb. verificata/ N = comb. non verificata
Sc max Massima tensione (positiva se di compressione) nel conglomerato [Mpa]
Xc max, Yc max Ascissa, Ordinata [cm] del punto corrisp. a Sc max (sistema rif. X,Y,O)
Sf min Minima tensione (negativa se di trazione) nell'acciaio [Mpa]
Xs min, Ys min Ascissa, Ordinata [cm] della barra corrisp. a Sf min (sistema rif. X,Y,O)
Ac eff. Area di calcestruzzo [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	1.73	50.0	-100.0	-131.3	-40.0	92.1	2000	26.5
2	S	3.69	50.0	100.0	-208.0	-40.0	-92.1	2640	42.3

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

N°Comb	Ver	Sc max	Xc max	Yc max	Sf min	Xs min	Ys min	Ac eff.	As eff.
1	S	1.30	50.0	-100.0	-98.2	-40.0	92.1	2000	26.5
2	S	2.15	50.0	100.0	-121.2	-40.0	-92.1	2640	42.3

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

Comb.	Ver	e1	e2	k2	Ø	Cf	e sm - e cm	sr max	wk	Mx fess	My fess
1	S	-0.00052	0	0.500	26.0	66	0.00029 (0.00029)	557	0.164 (0.20)	-1904.28	0.00
2	S	-0.00064	0	0.500	23.4	66	0.00036 (0.00036)	473	0.172 (0.20)	1940.75	0.00

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

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

GENERAL CONTRACTOR	 IRICAV2	ALTA SORVEGLIANZA	 ITALFERR GRUPPO FERROVIE DELLO STATO ITALIANE
		Progetto	Lotto
		IN17	12
		Codifica	
		EI2CLVI0604005	B

1	S	0.76	50.0	-100.0	-57.8	-40.0	92.1	2000	26.5
2	S	1.06	50.0	100.0	-59.6	-40.0	-92.1	2640	42.3

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

Comb.	Ver	e1	e2	k2	Ø	Cf	e sm - e cm sr max	wk	Mx fess	My fess	
1	S	-0.00030	0	0.500	26.0	66	0.00017 (0.00017)	557	0.097 (990.00)	-1904.28	0.00
2	S	-0.00031	0	0.500	23.4	66	0.00018 (0.00018)	473	0.085 (990.00)	1940.75	0.00

Sezione per la verifica delle armature in direzione Y

DATI GENERALI SEZIONE GENERICA IN C.A.

NOME FILE SEZIONE: VI06_P10_DirY

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

CARATTERISTICHE DI RESISTENZA DEI MATERIALI IMPIEGATI

CALCESTRUZZO -	Classe:	C25/30
	Resis. compr. di progetto fcd:	14.160 MPa
	Def.unit. max resistenza ec2:	0.0020
	Def.unit. ultima ecu:	0.0035
	Diagramma tensione-deformaz.:	Parabola-Rettangolo
	Modulo Elastico Normale Ec:	31475.0 MPa
	Resis. media a trazione fctm:	2.560 MPa
	Coeff. Omogen. S.L.E.:	15.00
	Coeff. Omogen. S.L.E.:	15.00
	Sc limite S.L.E. comb. Frequenti:	137.50 daN/cm ²
	Ap.Fessure limite S.L.E. comb. Frequenti:	0.200 mm
	Sc limite S.L.E. comb. Q.Permanenti:	0.00 Mpa
	Ap.Fess.limite S.L.E. comb. Q.Perm.:	0.200 mm
	ACCIAIO -	Tipo:
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 β1*β2 :		1.00
Coeff. Aderenza differito β1*β2 :		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]

GENERAL CONTRACTOR				ALTA SORVEGLIANZA			
	Progetto	Lotto	Codifica				
	IN17	12	EI2CLVI0604005			B	

1	50.0	100.0
2	50.0	-100.0
3	-50.0	-100.0
4	-50.0	100.0

DATI BARRE ISOLATE

N°Barra	X [cm]	Y [cm]	DiamØ[mm]
1	40.0	-78.8	30
2	20.0	-78.8	30
3	0.0	-78.8	30
4	-20.0	-78.8	30
5	-40.0	-78.8	30
6	40.0	-86.7	30
7	20.0	-86.7	30
8	0.0	-86.7	30
9	-20.0	-86.7	30
10	-40.0	-86.7	30
11	40.0	-94.5	30
12	20.0	-94.5	30
13	0.0	-94.5	30
14	-20.0	-94.5	30
15	-40.0	-94.5	30
16	40.0	87.3	20
17	20.0	87.3	20
18	0.0	87.3	20
19	-20.0	87.3	20
20	-40.0	87.3	20
21	40.0	94.7	26
22	20.0	94.7	26
23	0.0	94.7	26
24	-20.0	94.7	26
25	-40.0	94.7	26

CALCOLO DI RESISTENZA - SFORZI PER OGNI COMBINAZIONE ASSEGNATA

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

N°Comb.	N	Mx	My	Vy	Vx
1	0.00	-2581.80	0.00	0.00	0.00
2	0.00	5610.80	0.00	0.00	0.00

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

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

GENERAL CONTRACTOR  IRICAV2	ALTA SORVEGLIANZA  GRUPPO FERROVIE DELLO STATO ITALIANE			
	Progetto IN17	Lotto 12	Codifica EI2CLVI0604005	B

N°Comb.	N	Mx	My
1	0.00	-1054.10	0.00
2	0.00	3912.00	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 princ. d'inerzia (tra parentesi Mom.Fessurazione) con verso positivo se tale da comprimere il lembo superiore della sezione
My Momento flettente [kNm] intorno all'asse y princ. d'inerzia (tra parentesi Mom.Fessurazione) con verso positivo se tale da comprimere il lembo destro della sezione

N°Comb.	N	Mx	My
1	0.00	-350.50 (-2070.00)	0.00 (0.00)
2	0.00	2441.40 (2223.67)	0.00 (0.00)

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

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

N°Comb.	N	Mx	My
1	0.00	-226.90 (-2070.00)	0.00 (0.00)
2	0.00	1375.70 (2223.67)	0.00 (0.00)

RISULTATI DEL CALCOLO

Sezione verificata per tutte le combinazioni assegnate

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

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

N°Comb	Ver	N	Mx	My	N Res	Mx Res	My Res	Mis.Sic.	As Tesa
1	S	0.00	-2581.80	0.00	0.00	-3288.06	0.00	1.27	77.6(29.6)
2	S	0.00	5610.80	0.00	0.00	7376.83	0.00	1.31	106.0(29.6)

METODO AGLI STATI LIMITE ULTIMI - DEFORMAZIONI UNITARIE ALLO STATO ULTIMO

ec max Deform. unit. massima del conglomerato a compressione
x/d Rapporto di duttilità [§ 4.1.2.1.2.1 NTC] deve essere < 0.45
Xc max Ascissa in cm della fibra corrisp. a ec max (sistema rif. X,Y,O sez.)

GENERAL CONTRACTOR  IRICAV2	ALTA SORVEGLIANZA  ITALFERR GRUPPO FERROVIE DELLO STATO ITALIANE			
	Progetto IN17	Lotto 12	Codifica EI2CLVI0604005	B

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

N°Comb	ec max	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	-100.0	0.00209	40.0	-94.5	-0.04629	40.0	94.7
2	0.00350	0.118	50.0	100.0	0.00269	40.0	94.7	-0.02625	40.0	-94.5

POSIZIONE ASSE NEUTRO PER OGNI COMB. DI RESISTENZA

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

N°Comb	a	b	c	x/d	C.Rid.
1	0.000000000	-0.000255751	-0.022075118	0.070	0.700
2	0.000000000	0.000152960	-0.011796028	0.118	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	2.11	-50.0	-100.0	-140.8	40.0	94.7	2000	42.3
2	S	6.65	-50.0	100.0	-231.3	40.0	-94.5	3350	106.0

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	0.70	-50.0	-100.0	-46.8	40.0	94.7	2000	42.3
2	S	4.15	-50.0	100.0	-144.4	40.0	-94.5	3350	106.0

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

Comb.	Ver	e1	e2	k2	∅	Cf	e sm - e cm sr max	wk	Mx fess	My fess	
1	S	-0.00024	0	0.500	23.4	40	0.00014 (0.00014)	324	0.046 (0.20)	-2070.00	0.00
2	S	-0.00075	0	0.500	30.0	40	0.00043 (0.00043)	297	0.129 (0.20)	2223.67	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	0.45	-50.0	-100.0	-30.3	40.0	94.7	2000	42.3
2	S	2.34	-50.0	100.0	-81.3	40.0	-94.5	3350	106.0

GENERAL CONTRACTOR  IRICAV2	ALTA SORVEGLIANZA  ITALFERR GRUPPO FERROVIE DELLO STATO ITALIANE			
	Progetto IN17	Lotto 12	Codifica EI2CLVI0604005	B

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	-0.00016	0	0.500	23.4	40	0.00009 (0.00009)	324	0.029 (990.00)	-2070.00	0.00
2	S	-0.00042	0	0.500	30.0	40	0.00024 (0.00024)	297	0.073 (990.00)	2223.67	0.00

GENERAL CONTRACTOR  IRICAV2	ALTA SORVEGLIANZA  ITALFERR GRUPPO FERROVIE DELLO STATO ITALIANE			
	Progetto IN17	Lotto 12	Codifica EI2CLVI0604005	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 EI2CLVI0604005	B

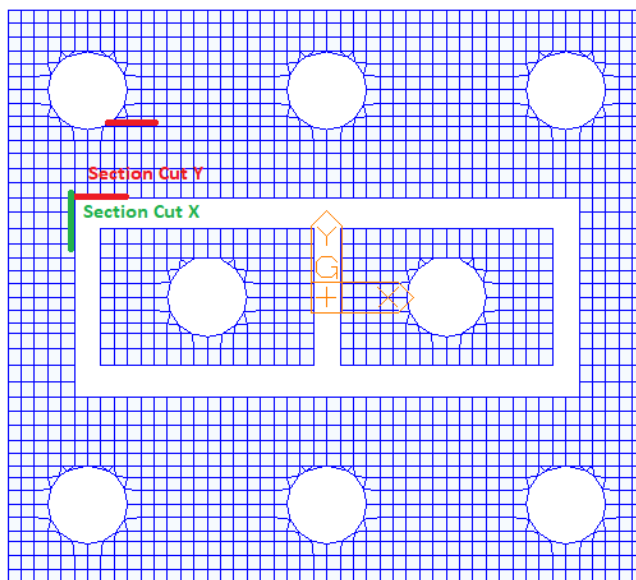


Figura 40 – Section cut considerate per la verifica a taglio

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

Di seguito viene esplicitata la verifica a taglio per la sezione più gravosa, sulla quale agisce un taglio massimo $V_{Ed,max} = 3140$ 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								
	<table border="1" style="width: 100%;"> <tr> <td style="width: 25%;">Progetto</td> <td style="width: 25%;">Lotto</td> <td style="width: 25%;">Codifica</td> <td style="width: 25%;"></td> </tr> <tr> <td>IN17</td> <td>12</td> <td>EI2CLVI0604005</td> <td>B</td> </tr> </table>	Progetto	Lotto	Codifica		IN17	12	EI2CLVI0604005	B
Progetto	Lotto	Codifica							
IN17	12	EI2CLVI0604005	B						

Calcoli preliminari

A_{sl}	2654.6	mm ²	area dell'armatura longitudinale
ρ_l	0.0014		rapporto geometrico d'armatura longitudinale
$\rho_{l,eff}$	0.0014		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	1.32		
k_{eff}	1.32		
v_{min}	0.27		
$V_{Rd,1}$	459.58	KN	taglio resistente - valore 1
$V_{Rd,2}$	509.13	KN	taglio resistente - valore 2
V_{Rd}	509.13	KN	taglio resistente di calcolo

Elemento armato a taglio

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}	28220	KN	sforzo normale di compressione ultimo
$ctg\alpha$	0.00		
$ctg\theta$	2.48		
V_{Rsd}	3693.4	KN	taglio resistente relativo alle armature tese
V_{Rcd}	4224.1	KN	taglio resistente relativo alle bielle compresse
V_{Rd}	3693.4	KN	taglio resistente di calcolo
V_{Ed}	3140	kN	Taglio di calcolo
Verifica	ok		
FS	1.18		Coefficiente di sicurezza

GENERAL CONTRACTOR  IRICAV2	ALTA SORVEGLIANZA  ITALFERR GRUPPO FERROVIE DELLO STATO ITALIANE			
	Progetto IN17	Lotto 12	Codifica EI2CLVI0604005	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:

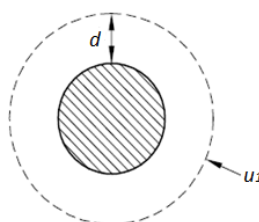
$$v_{Ed} \leq v_{Rd,cs}$$

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  ITALFERR GRUPPO FERROVIE DELLO STATO ITALIANE			
	Progetto IN17	Lotto 12	Codifica EI2CLVI0604005	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 della platea 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 EI2CLVI0604005	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 Y prevalente: $V_{Ed} = 8463$ kN.

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

Caratteristiche materiali

R_{ck}	30	N/mm ²	Resistenza caratt. cubica cls
f_{ck}	25	N/mm ²	Resistenza caratt. cilindrica cls
γ_c	1.5		Coefficiente sicurezza cls
T_{rd}	0.30	N/mm ²	Resist. unit. a taglio
f_{yk}	450	N/mm ²	Tensione di snervamento acciaio
γ_s	1.15		Coefficiente di sicurezza acciaio

Armatura tesa

A_{ly}	34.40	cm ² /m	Armatura tesa in direzione y (media)
A_{lx}	26.55	cm ² /m	Armatura tesa in direzione x (media)

Impronta di carico

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

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

Peso del plinto

γ_{cls}	25	kN/m ³	Peso specifico cls
h_{plinto}	2	m	Altezza plinto
A	8.79	m ²	Area di verifica in corrispondenza del baricentro del plinto
ΔV_{sd}	439.5	kN	Riduzione di taglio dovuta al peso proprio del plinto

GENERAL CONTRACTOR	 IRICAV2	ALTA SORVEGLIANZA	 ITALFERR GRUPPO FERROVIE DELLO STATO ITALIANE
		Progetto	Lotto
		IN17	12
		Codifica	
		EI2CLVI0604005	B

Peso del rinterro

γ_{terr}	19	kN/m ³	Peso specifico terreno
h_{rint}	1.2	m	Altezza rinterro
A	15.56	m ²	Area di verifica in corrispondenza dell'estradosso del plinto
ΔV_{sd}	354.8	kN	Riduzione di taglio dovuta al peso del rinterro

Tensione massima di taglio

V_{ed}	8463	kN	Reazione agli SLU
V_{ed}	7669	kN	Taglio applicato (ridotto del peso proprio e del rinterro)
V_{ed}	1040	kN/m	Taglio applicato per unità di lunghezza
V_{ed}	0.54	N/mm ²	Tensione di taglio agente

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

V_{ed}	0.85	N/mm ²	Tensione di taglio a rifosso del palo
V_{rdmax}	3.83	N/mm ²	Tensione resistente massima
Verifica	ok		
FS	4.50		

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

$V_{Rd,c}$	0.27	N/mm ²	Tensione resistente senza armatura a taglio
V_{min}	0.27	N/mm ²	
V_{Rd}	510.15	kN/m	Taglio resistente per unità di lunghezza
Verifica	no		
FS	0.49		

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	

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

$A_{sw min}$	1724.8	mm ²	Area di armatura minima a taglio-punzonamento di uno strato (se sono presenti solo le staffe)
--------------	--------	-----------------	---

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

GENERAL CONTRACTOR		ALTA SORVEGLIANZA		
				
		Progetto	Lotto	Codifica
		IN17	12	EI2CLVI0604005
				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	

s_r	1500	mm	Passo radiale dei perimetri dell'armatura a taglio-punzonamento
d/s_r	1.28		

$A_{sw\ min}$	6467.9	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

$V_{Rd,cs}$	0.64	N/mm ²	Valore di progetto del taglio-punzonamento resistente
V_{Ed}	0.54	N/mm ²	Tensione di taglio-punzonamento agente

Verifica	ok
FS	1.19

GENERAL CONTRACTOR  IRICAV2	ALTA SORVEGLIANZA  ITALFERR GRUPPO FERROVIE DELLO STATO ITALIANE			
	Progetto IN17	Lotto 12	Codifica EI2CLVI0604005	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.