

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+874,95

PILE

Relazione di calcolo pile e plinto – Pile P8 e P9

GENERAL CONTRACTOR		DIRETTORE LAVORI		SCALA -
IL PROGETTISTA INTEGRATORE	Consorzio Iricav Due ing. 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 3	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: IN1712EI2CLVI0604003B

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>EI2CLVI0604003</p>	<p>B</p>

GENERAL CONTRACTOR  IRICAV2	ALTA SORVEGLIANZA  ITALFERR GRUPPO FERROVIE DELLO STATO ITALIANE			
	Progetto IN17	Lotto 12	Codifica EI2CLVI0604003	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)	17
6.3 Effetti dinamici.....	18
6.4 Disposizione treni di carico.....	18
6.5 Carichi da traffico orizzontali	23
6.5.1 Forza centrifuga (Q4)	23
6.5.2 Serpeggio.....	25
6.5.3 Frenatura ed avviamento (Q3).....	26
6.5.4 Forza d'attrito (Q8)	28
6.6 Azione del Vento (Q5).....	29
6.7 Azione termica (Q7)	39
6.8 Azione Sismica (E).....	40
6.8.1 Inquadramento Sismico.....	40
6.8.2 Definizione della domanda sismica	41
6.8.3 Calcolo dell'azione Sismica	46
6.8.4 Check analisi statica.....	47
6.8.5 Analisi statica equivalente	48
6.9 Azione da urto da traffico veicolare	50

GENERAL CONTRACTOR  IRICAV2	ALTA SORVEGLIANZA  ITALFERR GRUPPO FERROVIE DELLO STATO ITALIANE			
	Progetto IN17	Lotto 12	Codifica EI2CLVI0604003	B

7. CONDIZIONI ELEMENTARI E COMBINAZIONI DI CARICO	51
7.1 Caratteristiche di sollecitazioni	56
7.1.1 <i>Combinazioni Estradosso Pulvino – configurazione treni 1,2 e 3</i>	56
7.1.2 <i>Combinazioni Estradosso Plinto – configurazione 1,2 e 3</i>	59
7.1.3 <i>Combinazioni Intradosso Plinto – configurazione 1,2 e 3</i>	62
8. VERIFICHE STRUTTURALI	66
9. FUSTO PILA	66
9.1 Modello locale per ritiro differenziale	67
9.2 Verifica a presso flessione	67
9.3 Verifica a taglio.....	83
9.4 Verifica minimi di armatura.....	86
9.5 Verifica deformabilità.....	89
9.6 Determinazione spostamenti.....	89
10. PULVINO	92
11. PLINTO DI FONDAZIONE	94
11.1 Geometria del plinto e della palificata	94
11.2 Modellazione strutturale	95
11.3 Azioni di progetto	97
11.3.1 <i>Reazioni dei pali</i>	97
11.3.2 <i>Peso proprio plinto di fondazione</i>	98
11.3.3 <i>Peso terreno di ricoprimento</i>	98
11.4 Risultati di analisi	99
11.5 Dimensionamento e verifica delle armature	103
11.5.1 <i>Dimensionamento delle armature</i>	103
11.5.2 <i>Verifica a flessione</i>	104
11.5.3 <i>Verifica a taglio</i>	113
11.5.4 <i>Verifica a taglio-punzonamento</i>	116
12. VALUTAZIONE DELLA ACCETTABILITÀ DEI RISULTATI OTTENUTI (RIF.PAR.10.2 DM 14/01/2008)	121

GENERAL CONTRACTOR  IRICAV2	ALTA SORVEGLIANZA  ITALFERR GRUPPO FERROVIE DELLO STATO ITALIANE			
	Progetto IN17	Lotto 12	Codifica EI2CLVI0604003	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 le pile P8 e P9 di altezza pari a 6.0/6.2m, con fondazione 12.0m x 12.0m x 2.5m su 9 pali, con altezza del terreno di ricoprimento di circa 1.6m e su ognuna delle quali afferiscono un impalcato in c.a.p. di L=25.0m e un impalcato in misto acciaio-cls a 6 travi di L=40.0m.

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

GENERAL CONTRACTOR 	ALTA SORVEGLIANZA 			
	Progetto IN17	Lotto 12	Codifica EI2CLVI0604003	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
- IN1712EI2CLVI0600001, 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 EI2CLVI0604003	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			
	Progetto	Lotto	Codifica	
	IN17	12	EI2CLVI0604003	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 EI2CLVI0604003	B

3.4 Stati limite

3.4.1 Stati limite ultimi

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

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

3.4.2 Stati limite d'esercizio

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

3.4.2.1 Verifica tensionale

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

tensione massima di compressione del calcestruzzo

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

tensione massima di trazione dell'acciaio

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

GENERAL CONTRACTOR  IRICAV2		ALTA SORVEGLIANZA  ITALFERR GRUPPO FERROVIE DELLO STATO ITALIANE			
		Progetto IN17	Lotto 12	Codifica E12CLV10604003	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 EI2CLVI0604003	B

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

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

GENERAL CONTRACTOR  IRICAV2	ALTA SORVEGLIANZA  ITALFERR GRUPPO FERROVIE DELLO STATO ITALIANE			
	Progetto IN17	Lotto 12	Codifica EI2CLVI0604003	B

4. Caratterizzazione geotecnica

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

5. Descrizione dell'opera

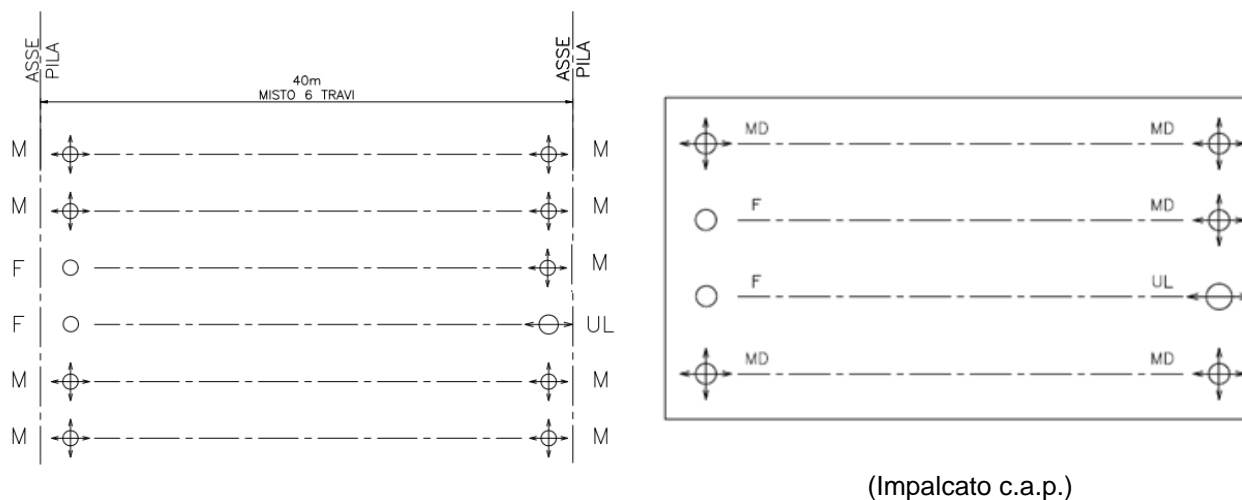
Il Viadotto San Bonifacio – VI06, a doppio binario con intervallata 4.5 m, si estende dal km 24+874.947 al km 25+314.947 della Tratta Verona-Padova per uno sviluppo complessivo di 440.0 m ed è costituito da 17 campate di cui:

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

Il plinto presenta una pianta rettangolare di dimensioni variabili in relazione alla tipologia di impalcato che afferisce alla pila. In particolare, in questa relazione è analizzato il plinto di dimensioni pari a 12.0m x 12.0m e di spessore 2.5m. Le fondazioni previste sono su pali (9 pali Φ 1500).



(Impalcato misto)

(Impalcato c.a.p.)

Figura 1 - Schema appoggi

	Progetto	Lotto	Codifica	
	IN17	12	EI2CLVI0604003	B

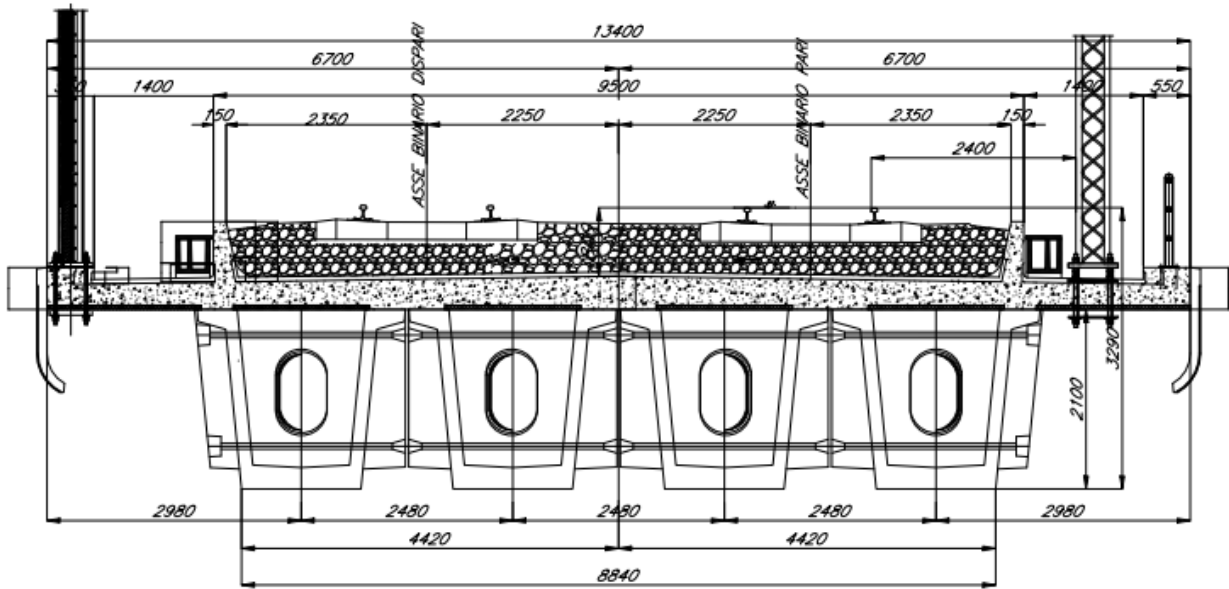


Figura 2 - Sezione impalcato c.a.p.

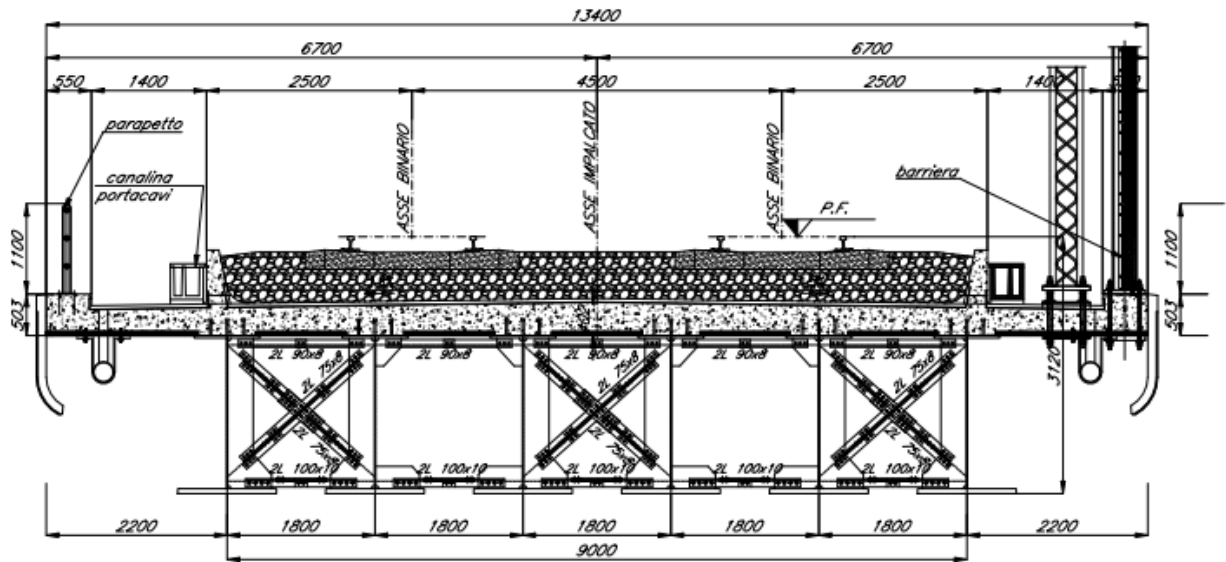


Figura 3 - Sezione impalcato misto 6 travi

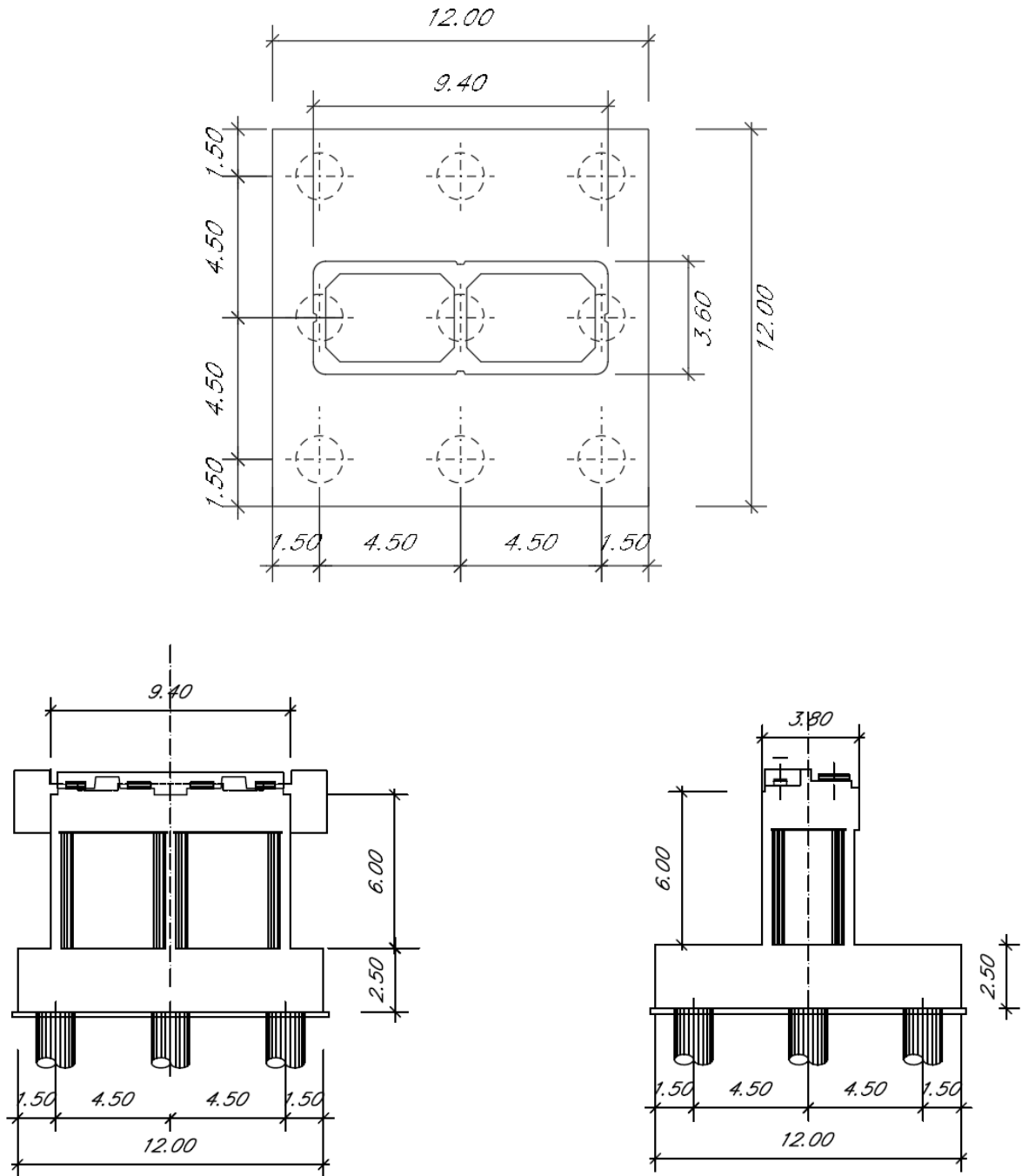


Figura 4 - Pianta e sezioni pila

GENERAL CONTRACTOR  IRICAV2	ALTA SORVEGLIANZA  ITALFERR GRUPPO FERROVIE DELLO STATO ITALIANE			
	Progetto IN17	Lotto 12	Codifica E12CLVI0604003	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  IRICAV2	ALTA SORVEGLIANZA  ITALFERR GRUPPO FERROVIE DELLO STATO ITALIANE			
	Progetto IN17	Lotto 12	Codifica EI2CLVI0604003	B

6. Analisi dei carichi

6.1 Permanenti strutturali e non (G1 e G2)

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

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

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

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

GENERAL CONTRACTOR  IRICAV2	ALTA SORVEGLIANZA  ITALFERR GRUPPO FERROVIE DELLO STATO ITALIANE			
	Progetto IN17	Lotto 12	Codifica E12CLVI0604003	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	6.20	m
tipologia di sezione		rettangolare	
larghezza trasversale pila	b	9.40	m
larghezza longitudinale pila	d	3.60	m
raggio angolo esterno	r	0.40	m
area della sezione	A	11.45	m ²
inerzia sezione direzione trasversale	I11	103.81	m ⁴
inerzia sezione direzione longitudinale	I22	22.26	m ⁴
modulo elastico cls pila	E _c	33346	MPa
eventuale abbattimento del modulo	%	50	
modulo di calcolo	E	16673	MPa
calcestruzzo	f _{ck}	32	MPa
massa pila	mp	1288	kN

PULVINO			
larghezza in direzione trasversale	b	9.40	m
larghezza in direzione longitudinale	d	3.80	m
altezza pulvino	h	1.70	m
massa pulvino	mp	1518	kN

GENERAL CONTRACTOR



ALTA SORVEGLIANZA



Progetto

Lotto

Codifica

IN17

12

EI2CLVI0604003

B

FONDAZIONE

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

Ulteriori distanze e bracci

distanza asse pila/ asse appoggi per momento long.	i _i	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]	M _{long} [kN m]
scarichi estradosso Pila - G1	6922	640
scarichi estradosso Pila - G2	6839	1594
scarichi estradosso Fondazione - G1	9729	640
scarichi estradosso Fondazione - G2	6839	1594
scarichi intradosso Fondazione - G1	22085	640
scarichi intradosso Fondazione - G2	6839	1594

Lo scarico G1 a intradosso fondazione tiene conto del peso del plinto di fondazione e del peso del terreno di ricoprimento al di sopra di esso, di spessore pari a 1.6 m.

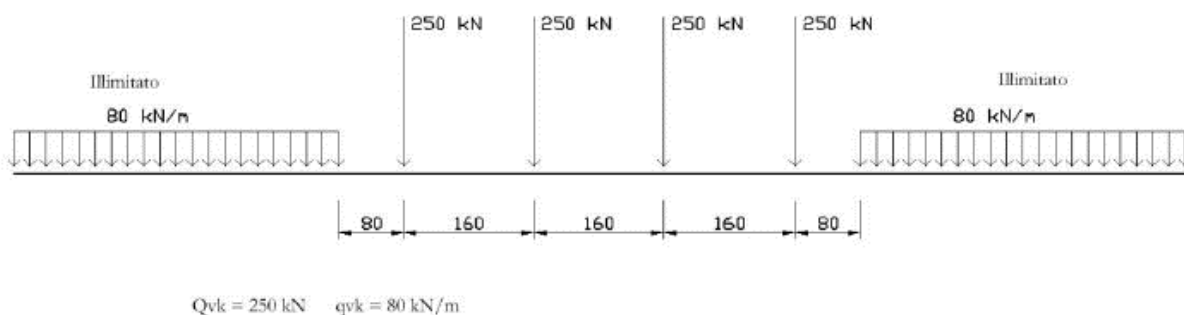
GENERAL CONTRACTOR  IRICAV2	ALTA SORVEGLIANZA  ITALFERR GRUPPO FERROVIE DELLO STATO ITALIANE			
	Progetto IN17	Lotto 12	Codifica EI2CLVI0604003	B

6.2 Carichi da traffico verticali (Q1)

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

➤ Modello di carico LM71

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



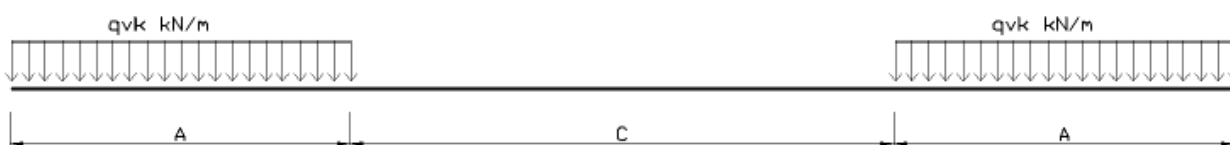
Carichi concentrati: quattro assi da 250 kN disposti ad interasse di 1,60 m;

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

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

➤ Modello di carico SW/2

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



GENERAL CONTRACTOR  IRICAV2	ALTA SORVEGLIANZA  ITALFERR GRUPPO FERROVIE DELLO STATO ITALIANE			
	Progetto IN17	Lotto 12	Codifica EI2CLVI0604003	B

SW/0

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

SW/2

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

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

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

6.3 Effetti dinamici

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

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

6.4 Disposizione treni di carico

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

GENERAL CONTRACTOR  IRICAV2	ALTA SORVEGLIANZA  ITALFERR GRUPPO FERROVIE DELLO STATO ITALIANE			
	Progetto IN17	Lotto 12	Codifica EI2CLVI0604003	B

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

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

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

Si riportano i medesimi schemi graficamente per un caso rappresentativo:

	Progetto	Lotto	Codifica	
	IN17	12	EI2CLVI0604003	B

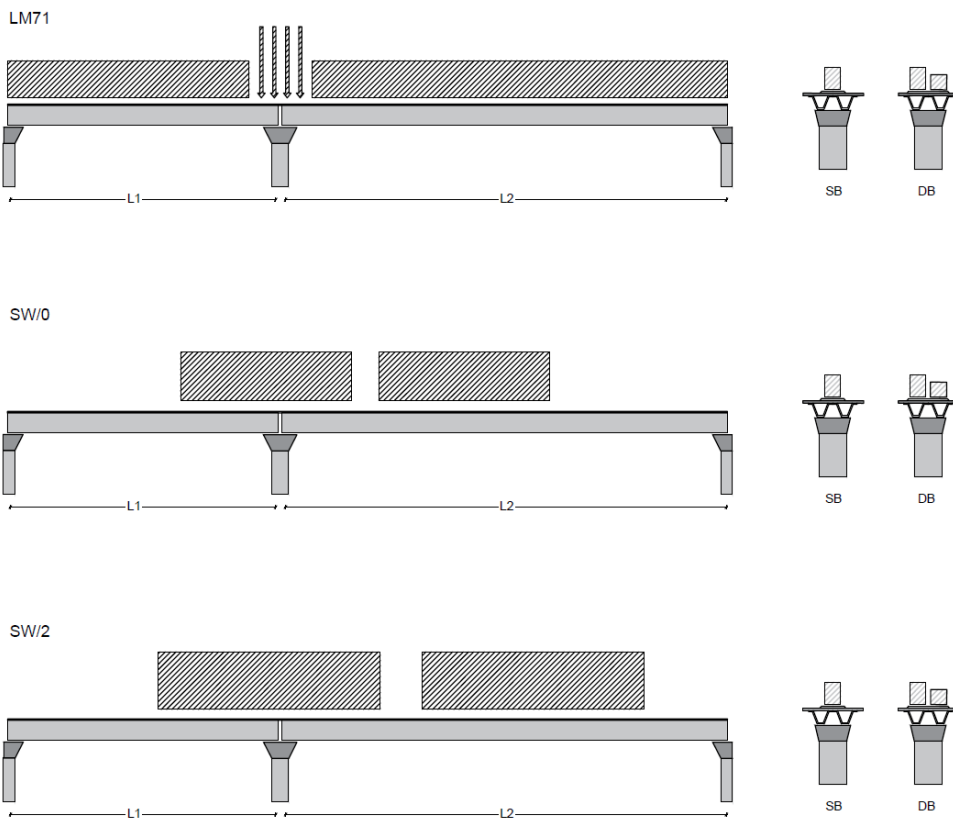


Figura 5- Posizione treni di carico - massimo sforzo assiale

GENERAL CONTRACTOR



ALTA SORVEGLIANZA



Progetto

IN17

Lotto

12

Codifica

EI2CLVI0604003

B

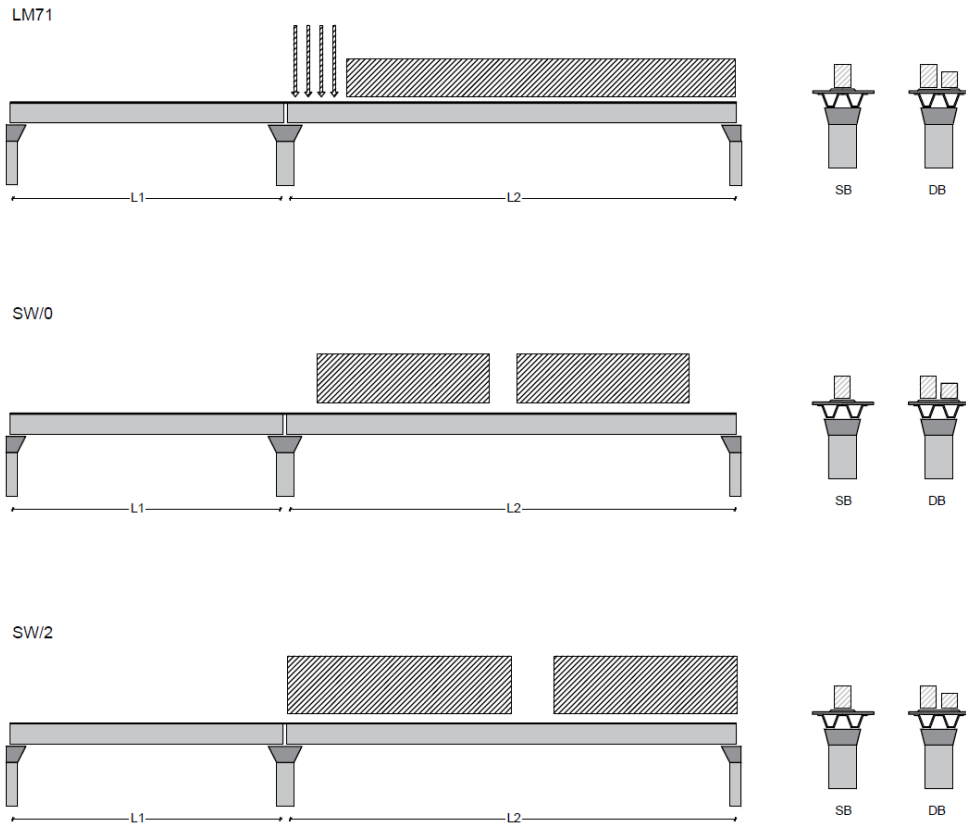


Figura 6- Posizione treni di carico – massimo momento longitudinale

	Progetto IN17	Lotto 12	Codifica EI2CLVI0604003	B
--	------------------	-------------	----------------------------	---

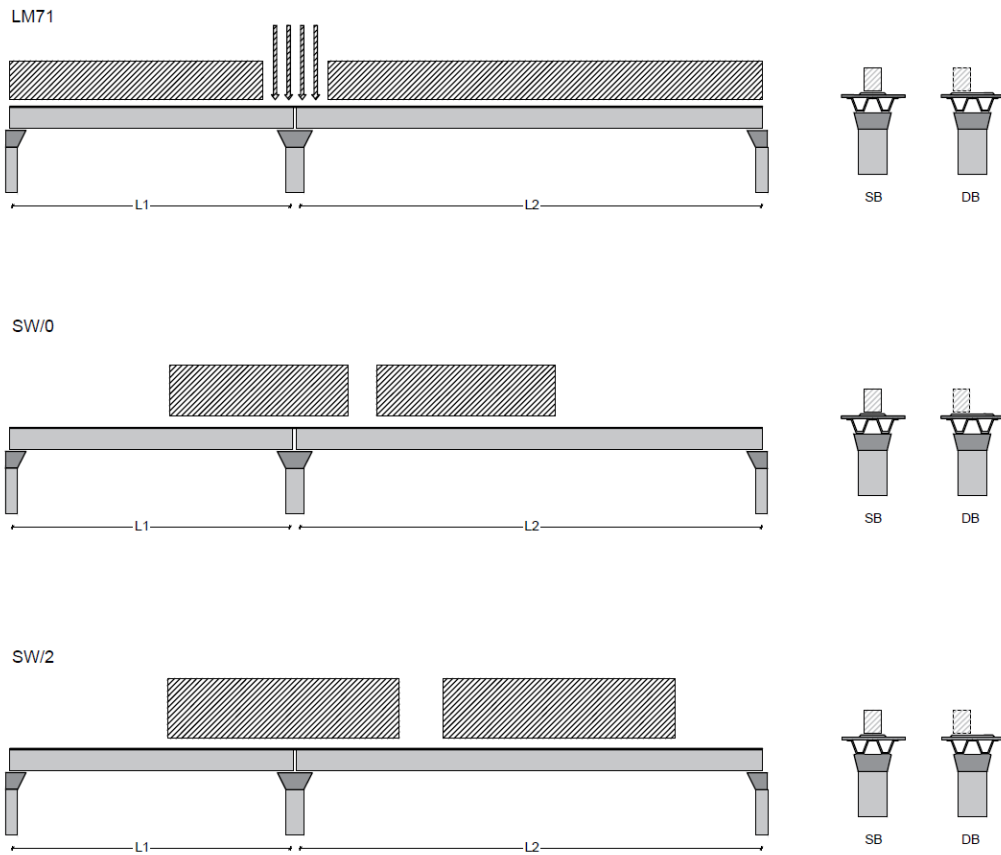


Figura 7- Posizione treni di carico – massimo momento trasversale

GENERAL CONTRACTOR  IRICAV2	ALTA SORVEGLIANZA  GRUPPO FERROVIE DELLO STATO ITALIANE			
	Progetto IN17	Lotto 12	Codifica EI2CLVI0604003	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 EI2CLVI0604003	B

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

SW/2			
velocità massima compatibile con il tracciato della linea	V_{max}	100	
fattore di riduzione funzione della L_f e della V	f	1.00	
coefficiente di adattamento	a	1.00	
valore caratteristico dei carichi verticali	q_{vk}	150.00	kN/m
valore caratteristico della forza centrifuga	q_{tk}	4.37	kN/m

Riassumendo:

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

6.5.2 Serpeggio

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

GENERAL CONTRACTOR  IRICAV2	ALTA SORVEGLIANZA  GRUPPO FERROVIE DELLO STATO ITALIANE			
	Progetto IN17	Lotto 12	Codifica EI2CLVI0604003	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 EI2CLVI0604003	B

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

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

FRENATURA

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

GENERAL CONTRACTOR  IRICAV2		ALTA SORVEGLIANZA  ITALFERR GRUPPO FERROVIE DELLO STATO ITALIANE		
	Progetto IN17	Lotto 12	Codifica EI2CLVI0604003	B

AVVIAMENTO

LM/71	valore caratteristico della forza	Q _{la,k}	1000	kN
SW/0	valore caratteristico della forza	Q _{la,k}	1000	kN
SW/2	valore caratteristico della forza	Q _{la,k}	1000	kN

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

6.5.4 Forza d’attrito (Q8)

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

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

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

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

GENERAL CONTRACTOR  IRICAV2	ALTA SORVEGLIANZA  ITALFERR GRUPPO FERROVIE DELLO STATO ITALIANE			
	Progetto	Lotto	Codifica	
	IN17	12	EI2CLVI0604003	B

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

6.6 Azione del Vento (Q5)

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

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

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

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

dove:

v_b indica la velocità di base del vento

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

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

ρ indica la densità dell'aria

GENERAL CONTRACTOR  IRICAV2	ALTA SORVEGLIANZA  GRUPPO FERROVIE DELLO STATO ITALIANE			
	Progetto IN17	Lotto 12	Codifica EI2CLVI0604003	B

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

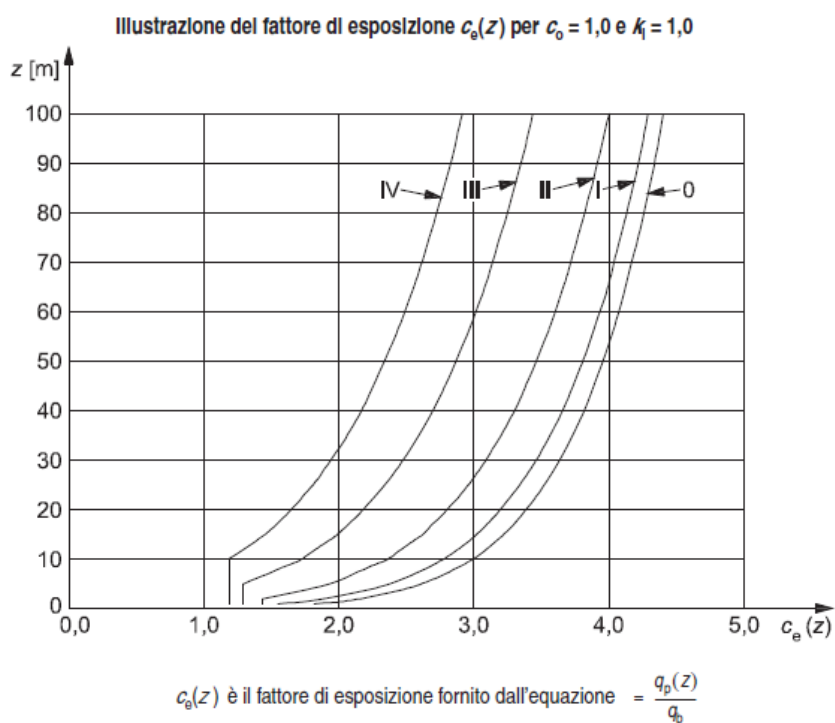


Figura 8 -fattore di esposizione - Eurocodice 1991-1-4

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

	Progetto	Lotto	Codifica	
	IN17	12	EI2CLVI0604003	B

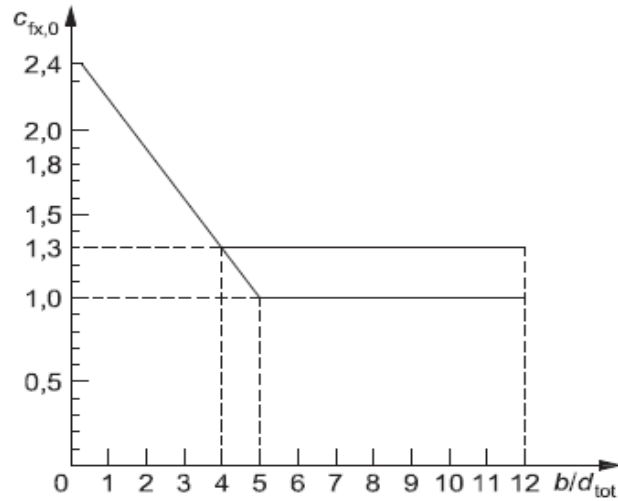


Figura 9 - Fattore di forza trasversale - Eurocodice 1991-1-4

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

dove:

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

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

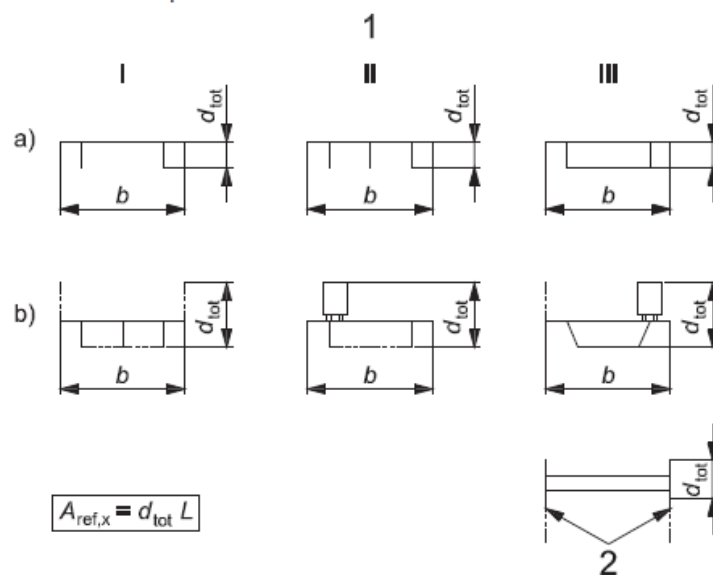


Figura 10 - Area effettiva - Eurocodice 1991-1-4

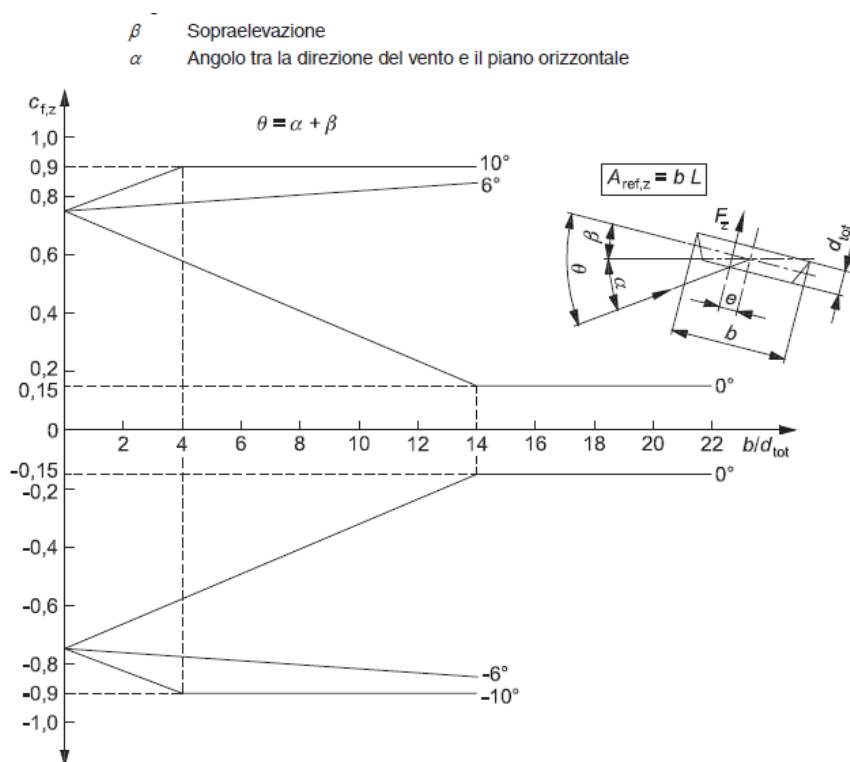


Figura 11 - coefficiente di forza verticale - Eurocodice 1991-1-4

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

Progetto

IN17

Lotto

12

Codifica

EI2CLVI0604003

B

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

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

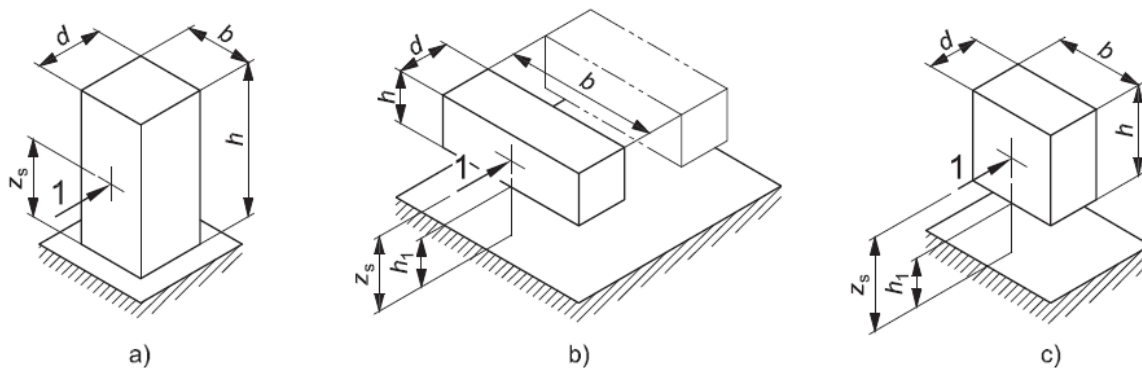


Figura 12 - Altezza di riferimento - Eurocodice 1991-1-4

tab. 3.3.I

Zona **1**

tab.3.3.II

Categoria **II**

tab. 3.3.III

Classe rug **D**

velocità di base di riferimento s.l.m.

Vbo **25** m/s

parametro di quota

ao **1000** m

altitudine sul livello del mare

as **150** m

parametro adimensionale

ks **0.4**

coefficiente di altitudine

ca **1**

velocità di base di riferimento

Vb **25** m/s

GENERAL CONTRACTOR



ALTA SORVEGLIANZA



Progetto

Lotto

Codifica

IN17

12

EI2CLVI0604003

B

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

6.6.1.1 Impalcato

ponete carico

altezza pila	z1	6.20	m
altezza baggioli e app. d'appoggio	z2	0.50	m
altezza all'intradosso	zint	6.7	m
altezza di riferimento	z	10.3	m
coefficiente di topografia	ct	1	
coefficiente di esposizione	ce	2.37	
densità dell'aria convenzionale	ro	1.25	kg/m ³
pressione statica di riferimento	qr	439.8	n/m ²
pressione statica di picco	qpicco	1042.0	n/m ²
larghezza impalcato	d	13.4	m
altezza impalcato+soletta	z3	2.35	m
armamento	z4	0.80	m
altezza treno	z5a	4	m
altezza barriere	z5b	4	m
altezza di impatto treno o barriere	htot	7.15	m
	d/h	1.88	
coefficiente di forza trasversale	cfx	1.88	
coefficiente di forza trasversale	cfz	0.9	

GENERAL CONTRACTOR  IRICAV2	ALTA SORVEGLIANZA  ITALFERR GRUPPO FERROVIE DELLO STATO ITALIANE			
	Progetto IN17	Lotto 12	Codifica EI2CLVI0604003	B

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

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

6.6.1.2 Pila

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

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

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

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

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

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

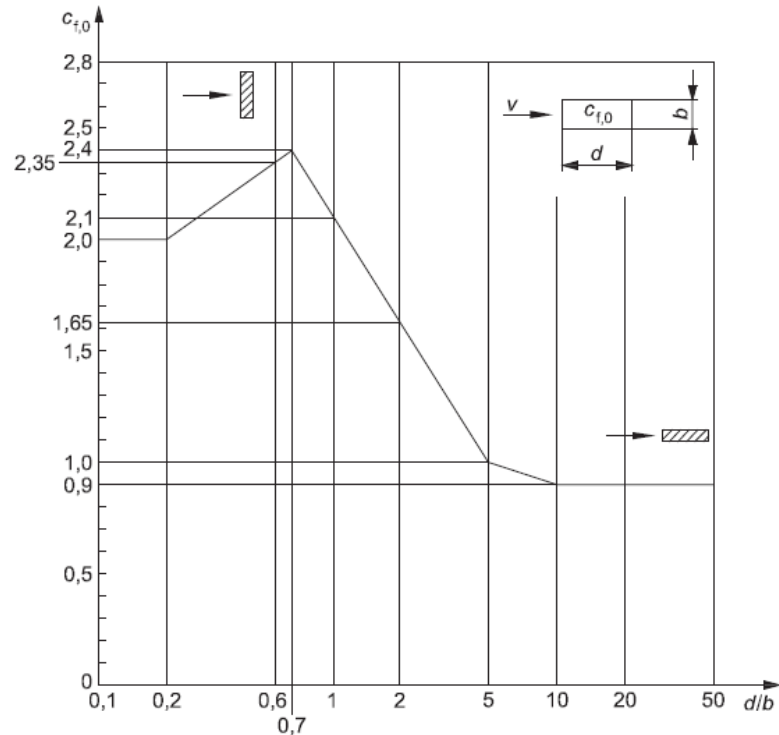


Figura 13 - Correlazione tra dimensioni in sezione dell'elemento e il coefficiente di forma $c_{f,0}$ (figura 7.23 EC1-4)

Fattore di riduzione ψ_r per sezioni quadrate con spigoli arrotondati

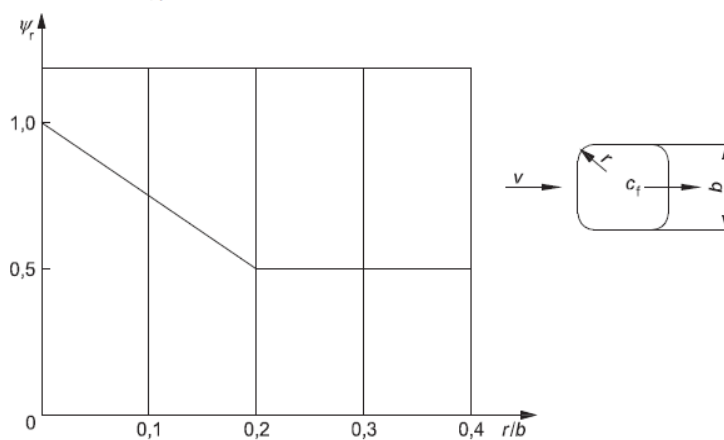


Figura 14 - correlazione tra il raggio di arrotondamento dello spigolo e il fattore riduttivo ψ_r (figura 7.24 EC1-4)



	Progetto	Lotto	Codifica	
	IN17	12	EI2CLVI0604003	B

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

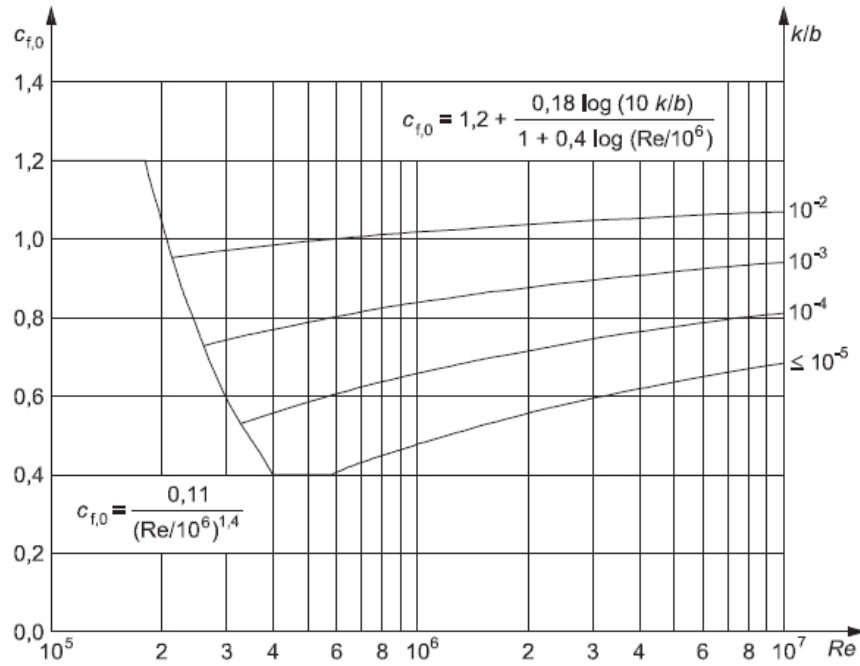


Figura 15 - Fattori di forza pila - Eurocodice 1991-1-4



Progetto

Lotto

Codifica

IN17

12

E12CLVI0604003

B

direzione trasversale

altezza di riferimento	z	6.2	m
coefficiente di topografia	ct	1	
coefficiente di esposizione	ce	2.06	
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	904.6	n/m ²
		0.90	Kpa
tipologia di sezione		rettangolare	
larghezza trasversale pila	b	9.4	m
larghezza longitudinale pila	d	3.6	m
raggio della sezione	R	0.40	m
rapporto geometrico	b/d	2.61	
rapporto geometrico	r/b	0.11	
coefficiente di forza trasversale sez. ret.	cf,0	1.46	
end-effect factor	$\psi\lambda$	0.72	
viscosità cinematica dell'aria	v	1.50E-05	m/s
numero di Reynolds	Re	1.68E+06	
materiale pila		cls ruvido	
rugosità equivalente	k	1	mm
rapporto	k/b	2.50E-03	
coefficiente di forza trasversale sez. circ.	cf,0	0.94	
rapporto geometrico	l/b	1.72	
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	55.8	kN
altezza di applicazione sulla pila	h tra	3.2	m

GENERAL CONTRACTOR  IRICAV2	ALTA SORVEGLIANZA  ITALFERR GRUPPO FERROVIE DELLO STATO ITALIANE			
	Progetto IN17	Lotto 12	Codifica EI2CLVI0604003	B

direzione longitudinale			
tipologia di sezione		rettangolare	
larghezza trasversale pila	b	9.4	m
larghezza longitudinale pila	d	3.6	m
raggio della sezione	R	0.4	m
rapporto geometrico	b/d	0.38	
rapporto geometrico	r/b	0.04	
coefficiente di forza long. sez.ret	cf,0	2.21	
coefficiente di forza trasversale sez.circ.	cf,0	0.94	
end-effect factor	$\psi\lambda$	0.89	
rapporto geometrico	l/b	0.66	
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	145.70	kN
altezza di applicazione sulla pila	h lon	3.16	m

6.7 Azione termica (Q7)

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

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

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

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

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

GENERAL CONTRACTOR  IRICAV2	ALTA SORVEGLIANZA  ITALFERR GRUPPO FERROVIE DELLO STATO ITALIANE			
	Progetto IN17	Lotto 12	Codifica EI2CLVI0604003	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.

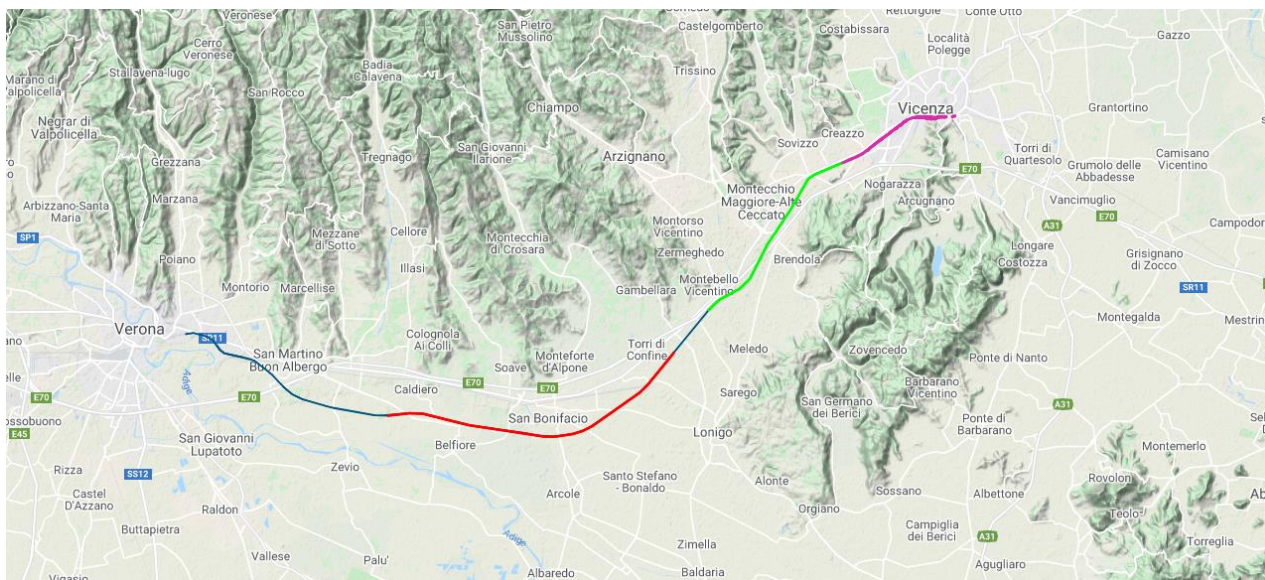


Figura 16 - Individuazione geografica della linea ferroviaria

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

Latitudine 45.40294

Longitudine 11.11012

6.8.2 Definizione della domanda sismica

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

GENERAL CONTRACTOR



ALTA SORVEGLIANZA



Progetto

IN17

Lotto

12

Codifica

EI2CLVI0604003

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 17 - Sito di riferimento secondo "Spettri_NTC"

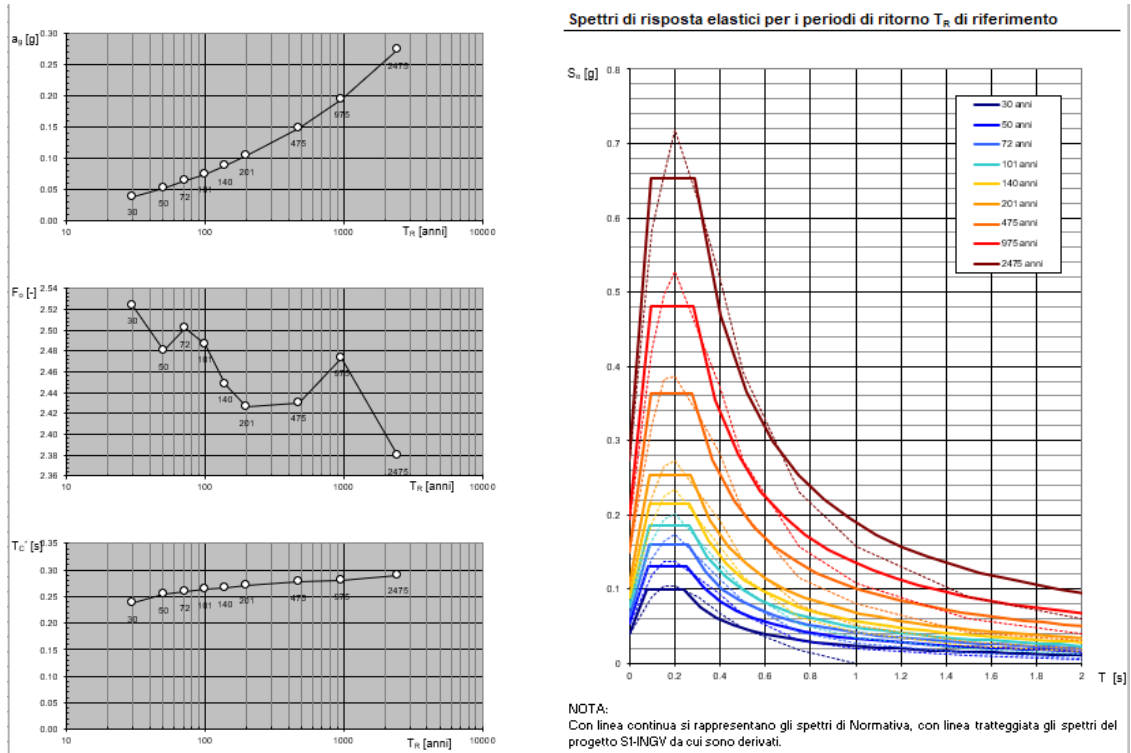


Figura 18 - Parametri di riferimento del sito secondo "Spettri_NTC"

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

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

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

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



Progetto	Lotto	Codifica	
IN17	12	EI2CLV10604003	B

FASE 2. SCELTA DELLA STRATEGIA DI PROGETTAZIONE

Vita nominale della costruzione (in anni) - V_N info

Coefficiente d'uso della costruzione - C_U info

Valori di progetto

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

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

Stati limite di esercizio - SLE	SLO - $P_{VR} = 81\%$	<input type="text" value="90"/>
	SLD - $P_{VR} = 63\%$	<input type="text" value="151"/>
Stati limite ultimi - SLU	SLV - $P_{VR} = 10\%$	<input type="text" value="1424"/>
	SLC - $P_{VR} = 5\%$	<input type="text" value="2475"/>

Elaborazioni

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

LEGENDA GRAFICO

--□-- Strategia per costruzioni ordinarie

Strategia di progettazione

INTRO
FASE 1
FASE 2
FASE 3

FASE 3. DETERMINAZIONE DELL'AZIONE DI PROGETTO

Stato Limite

Stato Limite considerato info

Risposta sismica

Categoria di sottosuolo info

Categoria topografica info

$S_S = 1.373$ $C_C = 1.591$ info

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

Compon. orizzontale

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

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

Compon. verticale

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

Elaborazioni

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

— Spettro di progetto - componente orizzontale

— Spettro di progetto - componente verticale

Spettri di risposta

INTRO
FASE 1
FASE 2
FASE 3

Figura 20 - Definizione della domanda sismica allo SLV

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

Parametri indipendenti

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

Parametri dipendenti

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

Espressioni dei parametri dipendenti

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

Punti dello spettro di risposta

	T [s]	Se [g]
	0.000	0.307
$T_B \leftarrow$	0.151	0.499
$T_C \leftarrow$	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
$T_D \leftarrow$	2.495	0.090
	2.567	0.085
	2.638	0.081
	2.710	0.077
	2.782	0.073
	2.853	0.069
	2.925	0.066
	2.997	0.063
	3.068	0.060
	3.140	0.057
	3.212	0.055
	3.283	0.052
	3.355	0.050
	3.427	0.048
	3.498	0.046
	3.570	0.045
	3.642	0.045
	3.713	0.045
	3.785	0.045
	3.857	0.045
	3.928	0.045
	4.000	0.045

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

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

GENERAL CONTRACTOR  IRICAV2	ALTA SORVEGLIANZA  ITALFERR GRUPPO FERROVIE DELLO STATO ITALIANE			
	Progetto IN17	Lotto 12	Codifica EI2CLVI0604003	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 IN17	Lotto 12	Codifica EI2CLVI0604003	B

6.8.4 Check analisi statica

Direzione Longitudinale			
massa treno per direzione long	Com Nmax	10610	kN
massa sismica treno per direzione long	treno	2122	kN
massa impalcato (G1 + G2)	Mimp	15792	kN
massa sismica portata sulla pila	Mimp t	17914	kN
1/5 della massa sismica sulla pila	1/5 Mimp t	3583	kN
massa pila	Mpul	1288	kN
massa pulvino	Mpila	1518	kN
massa efficace pila	Mpe	1948	kN
massa sismica totale da utilizzare dir. Long	Mtot long	19862	kN
<i>verifica requisito di norma</i>	$Mep < 1/5 Mimp$	OK	

Direzione Trasversale			
massa treno per direzione long	Com Mmax	7834	kN
massa sismica treno per direzione long	treno	1567	kN
massa impalcato (G1 + G2)	Mimp	13761	kN
1/5 della massa sismica sulla pila	Mimp t	15328	kN
massa pila	Mpul	1288	kN
massa pulvino	Mpila	1518	kN
massa efficace pila	Mpe	1948	kN
massa sismica totale da utilizzare dir. Trasv	Mtot tras	17275	kN
<i>verifica requisito di norma</i>	$Mep < 1/5 Mimp$	OK	

GENERAL CONTRACTOR  IRICAV2	ALTA SORVEGLIANZA  GRUPPO FERROVIE DELLO STATO ITALIANE			
	Progetto IN17	Lotto 12	Codifica EI2CLVI0604003	B

Direzione Verticale			
massa treno per direzione long	Com Mmax	7834	kN
massa sismica treno per direzione long	treno	1567	kN
massa impalcato (G1 + G2)	Mimp	13761	kN
1/5 della massa sismica sulla pila	Mimp t	15328	kN
massa pila	Mpul	1288	kN
massa pulvino	Mpila	1518	kN
massa efficace pila	Mpe	1948	kN
massa sismica totale da utilizzare dir. Vert	Mtot vert	17275	kN
<i>verifica requisito di norma</i>	$Mep < 1/5 Mimp$	OK	

6.8.5 Analisi statica equivalente

area della sezione	A	11.5	m ²
inerzia sezione direzione trasversale	I11	104	m ⁴
inerzia sezione direzione longitudinale	I22	22	m ⁴
modulo elastico cls pila	Ec	33346	MPa
eventuale abbattimento del modulo	%	50.00	
modulo di calcolo	E	16673	MPa
calcestruzzo	fck	32	MPa
altezza pila est. fondazione - estr. pulvino	H	6.20	m
altezza plinto di fondazione	hf	0.00	m
altezza baggioli ed app. appoggio	hap	0.50	m
altezza equivalente sdof	He	6.70	m
rigidezza flessionale sdof in dir. Trasv	Ktra	6.12E+09	N/m
rigidezza flessionale sdof in dir. Long	Klong	3.70E+09	N/m
rigidezza assiale sdof in dir. Vert	Kvert	4.03E+10	N/m
periodo di vibrare sdof dir. Trasversale	Ttra	0.11	sec
periodo di vibrare sdof dir. Longitudinale	Tlong	0.15	sec
periodo di vibrare sdof dir. Verticale	Tvert	0.04	sec

GENERAL CONTRACTOR



ALTA SORVEGLIANZA



Progetto

Lotto

Codifica

IN17

12

E12CLVI0604003

B

	SLV		SLD	
Tabella Riassuntiva	q=1.5	q=1	q=1	
accelerazione componente trasversale	0.44	0.62	0.28	g
accelerazione componente longitudinale	0.49	0.73	0.33	g
accelerazione componente verticale	0.31	0.31	0.08	g
Sforzo assiale	5303	5303	1386	kN
Taglio Sism testa pila direz. trasversale	7624	10640	4755	kN
Taglio Sism testa pila direz. longitudinale	9716	14422	6645	kN
Momento flessionale trasversale	69803	97415	43540	kN m
Momento flessionale longitudinale	65099	96627	44523	kN m

GENERAL CONTRACTOR  IRICAV2	ALTA SORVEGLIANZA  ITALFERR GRUPPO FERROVIE DELLO STATO ITALIANE			
	Progetto IN17	Lotto 12	Codifica EI2CLVI0604003	B

6.9 Azione da urto da traffico veicolare

Le azioni da urto hanno direzione parallela a quella del moto del veicolo al momento dell'impatto. Nelle verifiche si possono considerare, non simultaneamente, due azioni nelle direzioni parallela ($F_{d,x}$) e ortogonale ($F_{d,y}$) alla direzione di marcia normale, con $F_{d,y} = 0.5 F_{d,x}$.

La forza statica equivalente agli urti di veicoli per una strada extraurbana, secondo la tab. 3.6.III dell'NTC2018 è pari a:

$$F_{d,x} = 1000 \text{ kN}$$

$$F_{d,y} = 500 \text{ kN}$$

Per urti sulle membrature verticali, la forza risultante di collisione F deve essere applicata sulla struttura 1.25 m al di sopra della superficie di marcia. Nel caso in esame si è considerata una distanza della superficie di marcia rispetto all'estradosso del plinto della pila in esame di 2m. Il braccio di applicazione della forza da urto da traffico veicolare rispetto all'estradosso del plinto è quindi pari a 3.25 m.

L'asse di marcia della strada SP38a è inclinato di 4° rispetto all'asse trasversale della pila.

GENERAL CONTRACTOR  IRICAV2	ALTA SORVEGLIANZA  GRUPPO FERROVIE DELLO STATO ITALIANE			
	Progetto IN17	Lotto 12	Codifica EI2CLVI0604003	B

7. Condizioni elementari e combinazioni di carico

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

2.5.3 COMBINAZIONI DELLE AZIONI

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

		Coefficiente	EQ ⁽¹⁾	A1 STR	A2 GEO	Combinazione eccezionale	Combinazione Sismica
Carichi permanenti	favorevoli	γ_{G1}	0,90	1,00	1,00	1,00	1,00
	sfavorevoli		1,10	1,35	1,00	1,00	1,00
Carichi permanenti non strutturali ⁽²⁾	favorevoli	γ_{G2}	0,00	0,00	0,00	1,00	1,00
	sfavorevoli		1,50	1,50	1,30	1,00	1,00
Ballast ⁽³⁾	favorevoli	γ_B	0,90	1,00	1,00	1,00	1,00
	sfavorevoli		1,50	1,50	1,30	1,00	1,00
Carichi variabili da traffico ⁽⁴⁾	favorevoli	γ_Q	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
	sfavorevoli		1,45	1,45	1,25	0,20 ⁽⁵⁾	0,20 ⁽⁵⁾
Carichi variabili	favorevoli	γ_{Qi}	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
	sfavorevoli		1,50	1,50	1,30	1,00	0,00
Precompressione	favorevole	γ_P	0,90	1,00	1,00	1,00	1,00
	sfavorevole		1,00 ⁽⁶⁾	1,00 ⁽⁷⁾	1,00	1,00	1,00

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

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

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

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

⁽⁵⁾ Aliquota di carico da traffico da considerare.

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

⁽⁷⁾ 1,20 per effetti locali

Azioni		ψ_0	ψ_1	ψ_2
Azioni singole da traffico	Carico sul rilevato a tergo delle spalle	0,80	0,50	0,0
	Azioni aerodinamiche generate dal transito dei convogli	0,80	0,50	0,0
Gruppi di carico	gr1	0,80 ⁽²⁾	0,80 ⁽¹⁾	0,0
	gr2	0,80 ⁽²⁾	0,80 ⁽¹⁾	-
	gr3	0,80 ⁽²⁾	0,80 ⁽¹⁾	0,0
	gr4	1,00	1,00 ⁽¹⁾	0,0
Azioni del vento	F_{Wk}	0,60	0,50	0,0
Azioni da neve	in fase di esecuzione	0,80	0,0	0,0
	SLU e SLE	0,0	0,0	0,0
Azioni termiche	T_k	0,60	0,60	0,50

(1) 0,80 se è carico solo un binario, 0,60 se sono carichi due binari e 0,40 se sono carichi tre o più binari.

(2) Quando come azione di base venga assunta quella del vento, i coefficienti ψ_0 relativi ai gruppi di carico delle azioni da traffico vanno assunti pari a 0,0.

GENERAL CONTRACTOR  IRICAV2	ALTA SORVEGLIANZA  ITALFERR GRUPPO FERROVIE DELLO STATO ITALIANE			
	Progetto IN17	Lotto 12	Codifica EI2CLVI0604003	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	Urto veicoli
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	0
A1_SLU_gr2_Scarico_	1.35	1.5	0	1.45	0	1.45	1.45	0.9	0	0	0	0	1.5	0
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	0
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	0
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	0
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	0
A1_SLU_vento_gr1_	1.35	1.5	0	0	0	0	0	0	1.5	0	0	0	1.5	0
A1_SLU_vento_gr2_	1.35	1.5	0	0	0	0	0	0	1.5	0	0	0	1.5	0
A1_SLU_vento_gr3_	1.35	1.5	0	0	0	0	0	0	1.5	0	0	0	1.5	0
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	0
A1_SLU_Scalz_gr2_	1.35	1.5	0	0.87	0	0.87	0.87	0.54	0	0	0	0	1.5	0
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	0
A1_SLU_Ecc_1	1	1	0	0	0	0	0	0.5	0	0	0	0	0	1
A1_SLU_Ecc_2	1	1	0	0	0	0	0	0.5	0	0	0	0	0	1

GENERAL CONTRACTOR



ALTA SORVEGLIANZA



Progetto

Lotto

Codifica

IN17

12

EI2CLVI0604003

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  IRICAV2		ALTA SORVEGLIANZA  GRUPPO FERROVIE DELLO STATO ITALIANE			
		Progetto IN17	Lotto 12	Codifica EI2CLVI0604003	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 scaric	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 EI2CLVI0604003	B

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

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

7.1 Caratteristiche di sollecitazioni

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

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

CARATTERISTICHE SOLLECITAZIONI IN TESTA PILA					
combinazione	N	Tlong	Ttrasv	Mlong	Mtrasv
A1_SLU_gr1_Treno_1	30962	2112	1318	5263	9959
A1_SLU_gr2_Scarico_2	20485	173	1318	3584	6796
A1_SLU_gr3_Fre/avv_3	30962	3675	659	6044	6561
A1_SLU_gr1+vento_5	31942	2244	1890	5677	15528
A1_SLU_gr2+vento_6	21465	304	1890	3998	12365
A1_SLU_gr3+vento_7	31942	3806	1232	6458	12130
A1_SLU_vento_gr1_9	21236	219	955	3946	9282
A1_SLU_vento_gr2_10	21236	219	955	3946	9282
A1_SLU_vento_gr3_11	21236	219	955	3946	9282
A1_SLU_Scalz_gr1_13	26419	1169	791	4411	5975
A1_SLU_Scalz_gr2_14	20132	96	791	3449	4078
A1_SLU_Scalz_gr3_15	26419	2107	395	4879	3936
<hr/>					
SLE_rar_gr1_Treno_1	21595	1332	909	3556	6868
SLE_rar_gr2_Scarico_2	14369	81	909	2442	4687
SLE_rar_gr3_Fre/avv_3	21595	2409	454	4095	4525
SLE_rar_gr1+vento_5	22248	1419	1291	3832	10581
SLE_rar_gr2+vento_6	15022	168	1291	2718	8400
SLE_rar_gr3+vento_7	22248	2496	836	4371	8238
SLE_rar_vento_gr1_9	14850	146	636	2695	6188

GENERAL CONTRACTOR  IRICAV2	ALTA SORVEGLIANZA  GRUPPO FERROVIE DELLO STATO ITALIANE			
	Progetto IN17	Lotto 12	Codifica E12CLVI0604003	B

SLE_rar_vento_gr2_10	14850	146	636	2695	6188
SLE_rar_vento_gr3_11	14850	146	636	2695	6188
SLE_rar_gr4_Centrif_4	18461	1472	545	3364	4121
SLE_rar_gr4+vento_8	19114	1559	927	3640	7834
SLE_rar_vento_gr4_12	14850	146	636	2695	6188
SLE_qp_gr1+vento_33	13761	55	0	2262	0
E_103x_SLV_q=1.5_45	16919	8850	2029	4556	7068
E_103y_SLV_q=1.5_46	16919	2715	6764	1489	22541
E_103z_SLV_q=1.5_47	20631	2715	2029	1489	7068
E_103x_SLD_q=1_54	15744	6080	1266	3171	4573
E_103y_SLD_q=1_55	15744	1884	4219	1073	14224
E_103z_SLD_q=1_56	16714	1884	1266	1073	4573

CARATTERISTICHE SOLLECITAZIONI IN TESTA PILA

combinazione	N	Tlong	Ttrasv	Mlong	Mtrasv
A1_SLU_gr1_Treno_57	27296	1980	1318	10249	8996
A1_SLU_gr2_Scarico_58	20485	173	1318	3584	6796
A1_SLU_gr3_Fre/avv_59	27296	3543	659	11030	5598
A1_SLU_gr1+vento_61	28276	2112	1890	10664	14565
A1_SLU_gr2+vento_62	21465	304	1890	3998	12365
A1_SLU_gr3+vento_63	28276	3674	1232	11445	11167
A1_SLU_vento_gr1_65	21236	219	955	3946	9282
A1_SLU_vento_gr2_66	21236	219	955	3946	9282
A1_SLU_vento_gr3_67	21236	219	955	3946	9282
A1_SLU_Scalz_gr1_69	24219	1122	791	7418	5397
A1_SLU_Scalz_gr2_70	20132	96	791	3449	4078
A1_SLU_Scalz_gr3_71	24219	2059	395	7887	3359
SLE_rar_gr1_Treno_57	19066	1271	909	7010	6204
SLE_rar_gr2_Scarico_58	14369	81	909	2442	4687
SLE_rar_gr3_Fre/avv_59	19066	2348	454	7549	3861
SLE_rar_gr1+vento_61	19719	1358	1291	7286	9917
SLE_rar_gr2+vento_62	15022	168	1291	2718	8400
SLE_rar_gr3+vento_63	19719	2436	836	7825	7573
SLE_rar_vento_gr1_65	14850	146	636	2695	6188
SLE_rar_vento_gr2_66	14850	146	636	2695	6188

GENERAL CONTRACTOR  IRICAV2	ALTA SORVEGLIANZA  ITALFERR GRUPPO FERROVIE DELLO STATO ITALIANE			
	Progetto IN17	Lotto 12	Codifica E12CLVI0604003	B

SLE_rar_vento_gr3_67	14850	146	636	2695	6188
----------------------	-------	-----	-----	------	------

SLE_rar_gr4_Centrif_60	16944	1435	545	5436	3722
SLE_rar_gr4+vento_64	17597	1523	927	5712	7435
SLE_rar_vento_gr4_68	14850	146	636	2695	6188

SLE_qp_gr1+vento_89	13761	55	0	2262	0
---------------------	-------	----	---	------	---

E_103x_SLV_q=1.5_101	16413	8840	2029	5248	6935
E_103y_SLV_q=1.5_102	16413	2705	6764	2181	22408
E_103z_SLV_q=1.5_103	20125	2705	2029	2181	6935
E_103x_SLD_q=1_110	15238	6070	1266	3863	4440
E_103y_SLD_q=1_111	15238	1874	4219	1765	14091
E_103z_SLD_q=1_112	16208	1874	1266	1765	4440

CARATTERISTICHE SOLLECITAZIONI IN TESTA PILA

combinazione	N	Tlong	Ttrasv	Mlong	Mtrasv
A1_SLU_gr1_Treno_113	25733	1924	1318	4994	21201
A1_SLU_gr2_Scarico_114	20485	173	1318	3584	6796
A1_SLU_gr3_Fre/avv_115	25733	3487	659	5775	17803
A1_SLU_gr1+vento_117	26713	2055	1890	5408	26770
A1_SLU_gr2+vento_118	21465	304	1890	3998	12365
A1_SLU_gr3+vento_119	26713	3618	1232	6189	23373
A1_SLU_vento_gr1_121	21236	219	955	3946	9282
A1_SLU_vento_gr2_122	21236	219	955	3946	9282
A1_SLU_vento_gr3_123	21236	219	955	3946	9282
A1_SLU_Scalz_gr1_125	23281	1102	791	4272	12721
A1_SLU_Scalz_gr2_126	20132	96	791	3449	4078
A1_SLU_Scalz_gr3_127	23281	2039	395	4740	10682

SLE_rar_gr1_Treno_113	17989	1245	909	3392	14621
SLE_rar_gr2_Scarico_114	14369	81	909	2442	4687
SLE_rar_gr3_Fre/avv_115	17989	2323	454	3931	12278
SLE_rar_gr1+vento_117	18642	1332	1291	3668	18334
SLE_rar_gr2+vento_118	15022	168	1291	2718	8400
SLE_rar_gr3+vento_119	18642	2410	836	4207	15991
SLE_rar_vento_gr1_121	14850	146	636	2695	6188
SLE_rar_vento_gr2_122	14850	146	636	2695	6188
SLE_rar_vento_gr3_123	14850	146	636	2695	6188

GENERAL CONTRACTOR  IRICAV2	ALTA SORVEGLIANZA  GRUPPO FERROVIE DELLO STATO ITALIANE			
	Progetto IN17	Lotto 12	Codifica EI2CLVI0604003	B

SLE_rar_gr4_Centrif_116	16298	1420	545	3265	8773
SLE_rar_gr4+vento_120	16951	1507	927	3542	12486
SLE_rar_vento_gr4_124	14850	146	636	2695	6188
SLE_qp_gr1+vento_145	13761	55	0	2262	0
E_103x_SLV_q=1.5_157	16197	8836	2029	4525	8618
E_103y_SLV_q=1.5_158	16197	2701	6764	1458	24091
E_103z_SLV_q=1.5_159	19909	2701	2029	1458	8618
E_103x_SLD_q=1_166	15022	6066	1266	3140	6123
E_103y_SLD_q=1_167	15022	1870	4219	1042	15775
E_103z_SLD_q=1_168	15992	1870	1266	1042	6123

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	34751	2112	1318	18360	18129
A1_SLU_gr2_Scarico_2	24274	173	1318	4656	14966
A1_SLU_gr3_Fre/avv_3	34751	3675	659	28828	10646
A1_SLU_gr1+vento_5	35731	2244	1890	19587	27249
A1_SLU_gr2+vento_6	25253	304	1890	5883	24086
A1_SLU_gr3+vento_7	35731	3806	1232	30055	19766
A1_SLU_vento_gr1_9	25025	219	955	5301	15200
A1_SLU_vento_gr2_10	25025	219	955	5301	15200
A1_SLU_vento_gr3_11	25025	219	955	5301	15200
A1_SLU_Scalz_gr1_13	30207	1169	791	11660	10877
A1_SLU_Scalz_gr2_14	23921	96	791	4045	8980
A1_SLU_Scalz_gr3_15	30207	2107	395	17941	6387
A1_SLU_Ecc1	16568	125	998	2830	3242
A1_SLU_Ecc2	16568	554	35	4224	113
SLE_rar_gr1_Treno_1	24401	1332	909	11812	12503
SLE_rar_gr2_Scarico_2	17176	81	909	2942	10321
SLE_rar_gr3_Fre/avv_3	24401	2409	454	19031	7342

GENERAL CONTRACTOR  IRICAV2	ALTA SORVEGLIANZA  ITALFERR GRUPPO FERROVIE DELLO STATO ITALIANE			
	Progetto IN17	Lotto 12	Codifica EI2CLVI0604003	B

SLE_rar_gr1+vento_5	25055	1419	1291	12630	18583
SLE_rar_gr2+vento_6	17829	168	1291	3760	16402
SLE_rar_gr3+vento_7	25055	2496	836	19849	13422
SLE_rar_vento_gr1_9	17656	146	636	3598	10134
SLE_rar_vento_gr2_10	17656	146	636	3598	10134
SLE_rar_vento_gr3_11	17656	146	636	3598	10134

SLE_rar_gr4_Centrif_4	21268	1472	545	12489	7502
SLE_rar_gr4+vento_8	21921	1559	927	13308	13582
SLE_rar_vento_gr4_12	17656	146	636	3598	10134

SLE_qp_gr1+vento_33	16568	55	0	2603	0
---------------------	-------	----	---	------	---

E_103x_SLV_q=1.5_45	19725	9803	2287	67508	21377
E_103y_SLV_q=1.5_46	19725	3001	7624	21938	70239
E_103z_SLV_q=1.5_47	23437	3001	2287	21938	21377
E_103x_SLD_q=1_54	18550	6732	1427	46932	13498
E_103y_SLD_q=1_55	18550	2080	4755	15765	43976
E_103z_SLD_q=1_56	19520	2080	1427	15765	13498

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

combinazione	N	Tlong	Ttrasv	Mlong	Mtrasv
A1_SLU_gr1_Treno_57	31085	1980	1318	22528	17166
A1_SLU_gr2_Scarico_58	24274	173	1318	4656	14966
A1_SLU_gr3_Fre/avv_59	31085	3543	659	32996	9683
A1_SLU_gr1+vento_61	32064	2112	1890	23755	26286
A1_SLU_gr2+vento_62	25253	304	1890	5883	24086
A1_SLU_gr3+vento_63	32064	3674	1232	34223	18803
A1_SLU_vento_gr1_65	25025	219	955	5301	15200
A1_SLU_vento_gr2_66	25025	219	955	5301	15200
A1_SLU_vento_gr3_67	25025	219	955	5301	15200
A1_SLU_Scalz_gr1_69	28008	1122	791	14374	10299
A1_SLU_Scalz_gr2_70	23921	96	791	4045	8980
A1_SLU_Scalz_gr3_71	28008	2059	395	20654	5810
A1_SLU_Ecc1	16568	125	998	2830	3242
A1_SLU_Ecc2	16568	554	35	4224	113

SLE_rar_gr1_Treno_57	21873	1271	909	14890	11838
SLE_rar_gr2_Scarico_58	17176	81	909	2942	10321

GENERAL CONTRACTOR  IRICAV2	ALTA SORVEGLIANZA  ITALFERR GRUPPO FERROVIE DELLO STATO ITALIANE			
	Progetto IN17	Lotto 12	Codifica E12CLVI0604003	B

SLE_rar_gr3_Fre/avv_59	21873	2348	454	22109	6678
SLE_rar_gr1+vento_61	22526	1358	1291	15708	17919
SLE_rar_gr2+vento_62	17829	168	1291	3760	16402
SLE_rar_gr3+vento_63	22526	2436	836	22927	12758
SLE_rar_vento_gr1_65	17656	146	636	3598	10134
SLE_rar_vento_gr2_66	17656	146	636	3598	10134
SLE_rar_vento_gr3_67	17656	146	636	3598	10134

SLE_rar_gr4_Centrif_60	19751	1435	545	14336	7103
SLE_rar_gr4+vento_64	20404	1523	927	15154	13183
SLE_rar_vento_gr4_68	17656	146	636	3598	10134

SLE_qp_gr1+vento_89	16568	55	0	2603	0
---------------------	-------	----	---	------	---

E_103x_SLV_q=1.5_101	19219	9793	2287	68200	21244
E_103y_SLV_q=1.5_102	19219	2991	7624	22630	70107
E_103z_SLV_q=1.5_103	22931	2991	2287	22630	21244
E_103x_SLD_q=1_110	18044	6722	1427	47623	13365
E_103y_SLD_q=1_111	18044	2070	4755	16457	43843
E_103z_SLD_q=1_112	19014	2070	1427	16457	13365

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

combinazione	N	Tlong	Ttrasv	Mlong	Mtrasv
A1_SLU_gr1_Treno_113	29522	1924	1318	16924	29371
A1_SLU_gr2_Scarico_114	24274	173	1318	4656	14966
A1_SLU_gr3_Fre/avv_115	29522	3487	659	27391	21888
A1_SLU_gr1+vento_117	30502	2055	1890	18151	38491
A1_SLU_gr2+vento_118	25253	304	1890	5883	24086
A1_SLU_gr3+vento_119	30502	3618	1232	28619	31008
A1_SLU_vento_gr1_121	25025	219	955	5301	15200
A1_SLU_vento_gr2_122	25025	219	955	5301	15200
A1_SLU_vento_gr3_123	25025	219	955	5301	15200
A1_SLU_Scalz_gr1_125	27070	1102	791	11101	17623
A1_SLU_Scalz_gr2_126	23921	96	791	4045	8980
A1_SLU_Scalz_gr3_127	27070	2039	395	17382	13133
A1_SLU_Ecc1	16568	125	998	2830	3242
A1_SLU_Ecc2	16568	554	35	4224	113

SLE_rar_gr1_Treno_113	20795	1245	909	11111	20256
-----------------------	-------	------	-----	-------	-------

GENERAL CONTRACTOR  IRICAV2	ALTA SORVEGLIANZA  ITALFERR GRUPPO FERROVIE DELLO STATO ITALIANE			
	Progetto IN17	Lotto 12	Codifica EI2CLVI0604003	B

SLE_rar_gr2_Scarico_114	17176	81	909	2942	10321
SLE_rar_gr3_Fre/avv_115	20795	2323	454	18330	15095
SLE_rar_gr1+vento_117	21448	1332	1291	11929	26336
SLE_rar_gr2+vento_118	17829	168	1291	3760	16402
SLE_rar_gr3+vento_119	21448	2410	836	19149	21175
SLE_rar_vento_gr1_121	17656	146	636	3598	10134
SLE_rar_vento_gr2_122	17656	146	636	3598	10134
SLE_rar_vento_gr3_123	17656	146	636	3598	10134
<hr/>					
SLE_rar_gr4_Centrif_116	19104	1420	545	12069	12154
SLE_rar_gr4+vento_120	19757	1507	927	12887	18234
SLE_rar_vento_gr4_124	17656	146	636	3598	10134
<hr/>					
SLE_qp_gr1+vento_145	16568	55	0	2603	0
<hr/>					
E_103x_SLV_q=1.5_157	19004	9788	2287	67477	22928
E_103y_SLV_q=1.5_158	19004	2987	7624	21907	71790
E_103z_SLV_q=1.5_159	22716	2987	2287	21907	22928
E_103x_SLD_q=1_166	17829	6717	1427	46900	15049
E_103y_SLD_q=1_167	17829	2066	4755	15734	45527
E_103z_SLD_q=1_168	18799	2066	1427	15734	15049

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	49002	2112	1318	22585	20764
A1_SLU_gr2_Scarico_2	38524	173	1318	5002	17601
A1_SLU_gr3_Fre/avv_3	49002	3675	659	36177	11964
A1_SLU_gr1+vento_5	49982	2244	1890	24075	31030
A1_SLU_gr2+vento_6	39504	304	1890	6491	27867
A1_SLU_gr3+vento_7	49982	3806	1232	37667	22229
A1_SLU_vento_gr1_9	39276	219	955	5738	17109
A1_SLU_vento_gr2_10	39276	219	955	5738	17109
A1_SLU_vento_gr3_11	39276	219	955	5738	17109
A1_SLU_Scalz_gr1_13	39927	1169	791	13999	12459

GENERAL CONTRACTOR  IRICAV2	ALTA SORVEGLIANZA  GRUPPO FERROVIE DELLO STATO ITALIANE			
	Progetto IN17	Lotto 12	Codifica E12CLV10604003	B

A1_SLU_Scalz_gr2_14	33641	96	791	4237	10561
A1_SLU_Scalz_gr3_15	39927	2107	395	22155	7178
A1_SLU_Ecc1	27124	125	998	3280	8105
A1_SLU_Ecc2	27124	554	35	6766	283

SLE_rar_gr1_Treno_1	34957	1332	909	14475	14320
SLE_rar_gr2_Scarico_2	27732	81	909	3103	12139
SLE_rar_gr3_Fre/avv_3	34957	2409	454	23849	8251
SLE_rar_gr1+vento_5	35611	1419	1291	15468	21164
SLE_rar_gr2+vento_6	28385	168	1291	4096	18983
SLE_rar_gr3+vento_7	35611	2496	836	24842	15095
SLE_rar_vento_gr1_9	28212	146	636	3889	11406
SLE_rar_vento_gr2_10	28212	146	636	3889	11406
SLE_rar_vento_gr3_11	28212	146	636	3889	11406

SLE_rar_gr4_Centrif_4	0	0	31824	1472	545
SLE_rar_gr4+vento_8	0	0	32477	1559	927
SLE_rar_vento_gr4_12	0	0	28212	146	636

SLE_qp_gr1+vento_33	27124	55	0	2713	0
---------------------	-------	----	---	------	---

E_103x_SLV_q=1.5_45	30734	12015	2951	89326	26615
E_103y_SLV_q=1.5_46	30734	3665	9836	28605	87700
E_103z_SLV_q=1.5_47	35502	3665	2951	28605	26615
E_103x_SLD_q=1_54	29224	7717	1722	61381	16647
E_103y_SLD_q=1_55	29224	2376	5741	20221	54473
E_103z_SLD_q=1_56	30469	2376	1722	20221	16647

CARATTERISTICHE SOLLECITAZIONI BASE FONDAZIONE

combinazione	N	Tlong	Ttrasv	Mlong	Mtrasv
A1_SLU_gr1_Treno_57	45335	1980	1318	26489	19801
A1_SLU_gr2_Scarico_58	38524	173	1318	5002	17601
A1_SLU_gr3_Fre/avv_59	45335	3543	659	40081	11001
A1_SLU_gr1+vento_61	46315	2112	1890	27979	30067
A1_SLU_gr2+vento_62	39504	304	1890	6491	27867
A1_SLU_gr3+vento_63	46315	3674	1232	41571	21266
A1_SLU_vento_gr1_65	39276	219	955	5738	17109
A1_SLU_vento_gr2_66	39276	219	955	5738	17109
A1_SLU_vento_gr3_67	39276	219	955	5738	17109

GENERAL CONTRACTOR  IRICAV2	ALTA SORVEGLIANZA  ITALFERR GRUPPO FERROVIE DELLO STATO ITALIANE			
	Progetto IN17	Lotto 12	Codifica EI2CLVI0604003	B

A1_SLU_Scalz_gr1_69	37728	1122	791	16617	11881
A1_SLU_Scalz_gr2_70	33641	96	791	4237	10561
A1_SLU_Scalz_gr3_71	37728	2059	395	24773	6600
A1_SLU_Ecc1	27124	125	998	3280	8105
A1_SLU_Ecc2	27124	554	35	6766	283

SLE_rar_gr1_Treno_57	32429	1271	909	17431	13656
SLE_rar_gr2_Scarico_58	27732	81	909	3103	12139
SLE_rar_gr3_Fre/avv_59	32429	2348	454	26806	7587
SLE_rar_gr1+vento_61	33082	1358	1291	18424	20500
SLE_rar_gr2+vento_62	28385	168	1291	4096	18983
SLE_rar_gr3+vento_63	33082	2436	836	27799	14430
SLE_rar_vento_gr1_65	28212	146	636	3889	11406
SLE_rar_vento_gr2_66	28212	146	636	3889	11406
SLE_rar_vento_gr3_67	28212	146	636	3889	11406

SLE_rar_gr4_Centrif_60	30307	1435	545	17207	8194
SLE_rar_gr4+vento_64	30960	1523	927	18200	15037
SLE_rar_vento_gr4_68	28212	146	636	3889	11406

SLE_qp_gr1+vento_89	27124	55	0	2713	0
---------------------	-------	----	---	------	---

E_103x_SLV_q=1.5_101	30228	12005	2951	89997	26482
E_103y_SLV_q=1.5_102	30228	3655	9836	29276	87567
E_103z_SLV_q=1.5_103	34996	3655	2951	29276	26482
E_103x_SLD_q=1_110	28718	7707	1722	62052	16514
E_103y_SLD_q=1_111	28718	2366	5741	20893	54340
E_103z_SLD_q=1_112	29964	2366	1722	20893	16514

CARATTERISTICHE SOLLECITAZIONI BASE FONDAZIONE

combinazione	N	Tlong	Ttrasv	Mlong	Mtrasv
A1_SLU_gr1_Treno_113	43773	1924	1318	20772	32007
A1_SLU_gr2_Scarico_114	38524	173	1318	5002	17601
A1_SLU_gr3_Fre/avv_115	43773	3487	659	34365	23206
A1_SLU_gr1+vento_117	44753	2055	1890	22262	42272
A1_SLU_gr2+vento_118	39504	304	1890	6491	27867
A1_SLU_gr3+vento_119	44753	3618	1232	35854	33472
A1_SLU_vento_gr1_121	39276	219	955	5738	17109
A1_SLU_vento_gr2_122	39276	219	955	5738	17109

GENERAL CONTRACTOR		ALTA SORVEGLIANZA			
					
		Progetto	Lotto	Codifica	
		IN17	12	EI2CLVI0604003	B

A1_SLU_vento_gr3_123	39276	219	955	5738	17109
A1_SLU_Scalz_gr1_125	36790	1102	791	13304	19204
A1_SLU_Scalz_gr2_126	33641	96	791	4237	10561
A1_SLU_Scalz_gr3_127	36790	2039	395	21460	13924
A1_SLU_Ecc1	27124	125	998	3280	8105
A1_SLU_Ecc2	27124	554	35	6766	283

SLE_rar_gr1_Treno_113	31351	1245	909	13601	22074
SLE_rar_gr2_Scarico_114	27732	81	909	3103	12139
SLE_rar_gr3_Fre/avv_115	31351	2323	454	22975	16004
SLE_rar_gr1+vento_117	32004	1332	1291	14594	28917
SLE_rar_gr2+vento_118	28385	168	1291	4096	18983
SLE_rar_gr3+vento_119	32004	2410	836	23969	22848
SLE_rar_vento_gr1_121	28212	146	636	3889	11406
SLE_rar_vento_gr2_122	28212	146	636	3889	11406
SLE_rar_vento_gr3_123	28212	146	636	3889	11406

SLE_rar_gr4_Centrif_116	29660	1420	545	14909	13244
SLE_rar_gr4+vento_120	30313	1507	927	15902	20088
SLE_rar_vento_gr4_124	28212	146	636	3889	11406

SLE_qp_gr1+vento_145	27124	55	0	2713	0
----------------------	-------	----	---	------	---

E_103x_SLV_q=1.5_157	30013	12001	2951	89265	28166
E_103y_SLV_q=1.5_158	30013	3651	9836	28544	89250
E_103z_SLV_q=1.5_159	34781	3651	2951	28544	28166
E_103x_SLD_q=1_166	28503	7703	1722	61320	18198
E_103y_SLD_q=1_167	28503	2361	5741	20161	56023
E_103z_SLD_q=1_168	29748	2361	1722	20161	18198

GENERAL CONTRACTOR  IRICAV2	ALTA SORVEGLIANZA  GRUPPO FERROVIE DELLO STATO ITALIANE			
	Progetto IN17	Lotto 12	Codifica EI2CLVI0604003	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 18 interasse 20 cm ⁽¹⁾	Φ 16/15 ⁽²⁾	7.6 cm

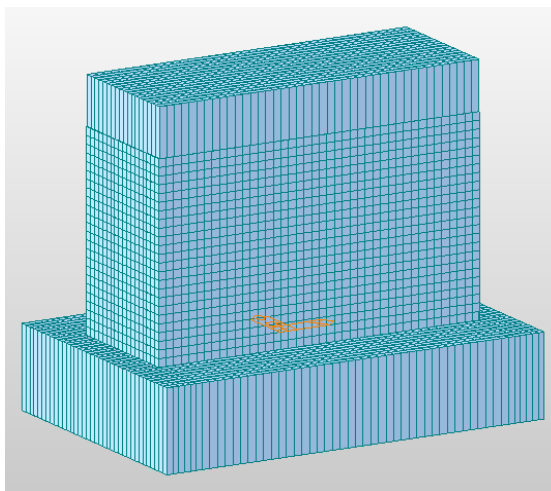
⁽¹⁾ è riferito alla corona esterna di armatura mentre, l'interasse della corona interna è funzione dell'allineamento con quella esterna. È comunque rispettato l'iterasse minimo.

⁽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 EI2CLVI0604003	B

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

9.1 Modello locale per ritiro differenziale

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

9.2 Verifica a presso flessione

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

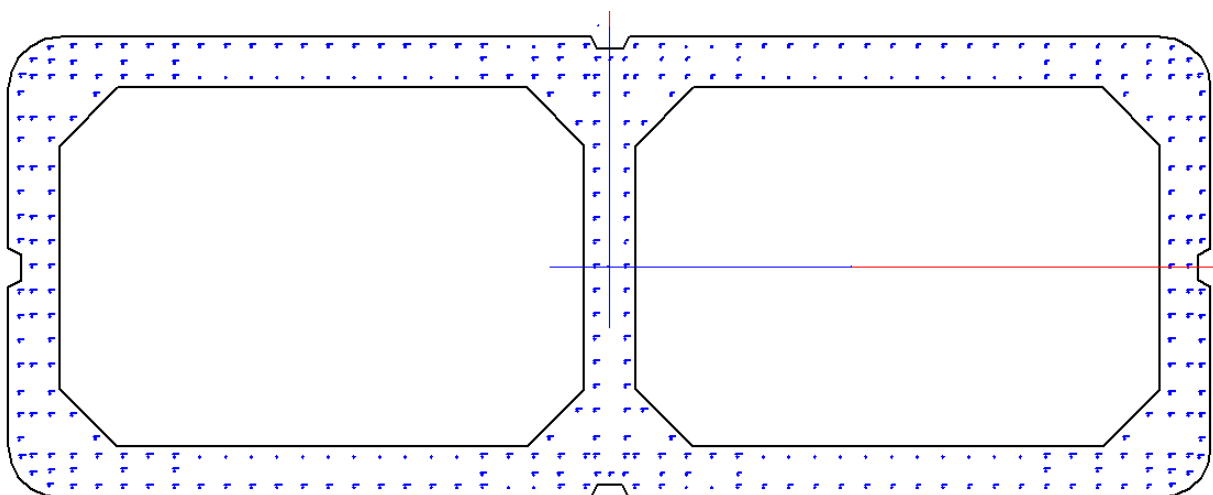


Figura 22 - Sezione implementata in RC-SEC

GENERAL CONTRACTOR  IRICAV2	ALTA SORVEGLIANZA  ITALFERR GRUPPO FERROVIE DELLO STATO ITALIANE			
	Progetto IN17	Lotto 12	Codifica EI2CLV10604003	B

DATI GENERALI SEZIONE GENERICA IN C.A.
NOME SEZIONE: VI06_P8_H6.2_CAP-Misto6

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:	19.2 MPa
	Sc limite S.L.E. comb. Frequenti:	19.2 MPa
	Ap.Fessure limite S.L.E. comb. Frequenti:	0.200 mm
	Sc limite S.L.E. comb. Q.Permanenti:	14.4 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:	360.00 MPa	

CARATTERISTICHE DOMINI CALCESTRUZZO

DOMINIO N° 1

Forma del Dominio:	Poligonale
Classe Calcestruzzo:	C32/40

N°vertice:	X [cm]	Y [cm]
1	142.3	114.4
2	129.9	116.4
3	118.8	122.1
4	109.9	130.9
5	104.3	142.1
6	102.3	154.4
7	102.3	279.4
8	112.3	284.4
9	112.3	304.4
10	102.3	309.4
11	102.3	434.4

GENERAL CONTRACTOR		ALTA SORVEGLIANZA		
				
		Progetto	Lotto	Codifica
		IN17	12	EI2CLVI0604003
				B

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

DOMINIO N° 2

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

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

DOMINIO N° 3

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

N°vertice:	X [cm]	Y [cm]
1	142.3	199.4
2	142.3	389.4
3	187.3	434.4
4	507.3	434.4
5	552.3	389.4
6	552.3	199.4
7	507.3	154.4
8	187.3	154.4

GENERAL CONTRACTOR		ALTA SORVEGLIANZA		
 IRICAV2		 ITALFERR GRUPPO FERROVIE DELLO STATO ITALIANE		
		Progetto	Lotto	Codifica
		IN17	12	EI2CLVI0604003
				B

DATI BARRE ISOLATE

N°Barra	X [cm]	Y [cm]	DiamØ[mm]
1	583.7	313.1	16.2
2	572.3	455.8	16.2
3	583.3	455.8	16.2
4	612.3	455.8	16.2
5	632.2	455.8	16.2
6	672.2	455.8	16.2
7	992.6	465.8	16.2
8	973.3	465.8	16.2
9	953.2	465.8	16.2
10	933.1	465.8	16.2
11	913.0	465.8	16.2
12	892.9	465.8	16.2
13	872.8	465.8	16.2
14	852.8	465.8	16.2
15	832.7	465.8	16.2
16	812.6	465.8	16.2
17	792.5	465.8	16.2
18	772.4	465.8	16.2
19	752.3	465.8	16.2
20	732.2	465.8	16.2
21	712.1	465.8	16.2
22	692.1	465.8	16.2
23	672.0	465.8	16.2
24	611.7	465.8	16.2
25	592.6	465.8	16.2
26	992.6	443.0	16.2
27	973.3	443.0	16.2
28	953.2	443.0	16.2
29	933.1	443.0	16.2
30	913.0	443.0	16.2
31	672.0	443.0	16.2
32	611.7	443.0	16.2
33	591.6	443.0	16.2
34	583.7	294.4	16.2
35	583.7	331.8	16.2
36	583.7	350.5	16.2
37	583.7	369.2	16.2
38	583.7	387.9	16.2
39	583.7	406.6	16.2
40	583.7	428.5	16.2
41	583.5	443.0	16.2
42	1010.9	294.4	16.2
43	1010.9	313.6	16.2
44	1010.9	332.8	16.2
45	1010.9	352.0	16.2
46	1010.9	371.2	16.2
47	1023.7	294.4	16.2
48	1023.7	313.6	16.2
49	1023.7	332.8	16.2
50	1023.7	371.2	16.2
51	1024.3	442.9	16.2
52	1033.7	371.4	16.2
53	1033.7	352.4	16.2
54	1033.7	333.4	16.2

GENERAL CONTRACTOR		ALTA SORVEGLIANZA		
				
		Progetto	Lotto	Codifica
		IN17	12	EI2CLVI0604003
				B

55	1010.9	442.8	16.2
56	1033.7	429.4	16.2
57	1033.7	393.3	16.2
58	1010.9	393.3	16.2
59	1033.7	410.1	16.2
60	1023.7	409.9	16.2
61	1010.9	409.9	16.2
62	1010.9	454.4	16.2
63	992.6	453.5	16.2
64	953.2	453.5	16.2
65	913.0	453.5	16.2
66	583.7	275.8	16.2
67	572.3	133.0	16.2
68	583.3	133.0	16.2
69	612.3	133.0	16.2
70	632.2	133.0	16.2
71	672.2	133.0	16.2
72	992.6	123.0	16.2
73	973.3	123.0	16.2
74	953.2	123.0	16.2
75	933.1	123.0	16.2
76	913.0	123.0	16.2
77	892.9	123.0	16.2
78	872.8	123.0	16.2
79	852.8	123.0	16.2
80	832.7	123.0	16.2
81	812.6	123.0	16.2
82	792.5	123.0	16.2
83	772.4	123.0	16.2
84	752.3	123.0	16.2
85	732.2	123.0	16.2
86	712.1	123.0	16.2
87	692.1	123.0	16.2
88	672.0	123.0	16.2
89	611.7	123.0	16.2
90	992.6	145.8	16.2
91	973.3	145.8	16.2
92	953.2	145.8	16.2
93	933.1	145.8	16.2
94	913.0	145.8	16.2
95	672.0	145.8	16.2
96	611.7	145.8	16.2
97	591.6	145.8	16.2
98	583.7	257.1	16.2
99	583.7	238.4	16.2
100	583.7	219.7	16.2
101	583.7	201.0	16.2
102	583.7	182.3	16.2
103	583.7	160.4	16.2
104	583.5	145.8	16.2
105	1010.9	275.2	16.2
106	1010.9	256.1	16.2
107	1010.9	236.9	16.2
108	1010.9	217.7	16.2
109	1023.7	275.2	16.2
110	1023.7	256.1	16.2
111	1023.7	217.7	16.2
112	1024.3	146.0	16.2
113	1033.7	217.5	16.2

GENERAL CONTRACTOR		ALTA SORVEGLIANZA		
				
		Progetto	Lotto	Codifica
		IN17	12	EI2CLVI0604003
				B

114	1033.7	236.5	16.2
115	1033.7	255.5	16.2
116	1010.9	146.0	16.2
117	1033.7	159.4	16.2
118	1033.7	195.6	16.2
119	1010.9	195.6	16.2
120	1033.7	178.8	16.2
121	1023.7	178.9	16.2
122	1010.9	178.9	16.2
123	1010.9	134.5	16.2
124	992.6	135.4	16.2
125	953.2	135.4	16.2
126	913.0	135.4	16.2
127	560.9	313.1	16.2
128	561.3	455.8	16.2
129	532.3	455.8	16.2
130	512.4	455.8	16.2
131	472.4	455.8	16.2
132	152.0	465.8	16.2
133	171.3	465.8	16.2
134	191.4	465.8	16.2
135	211.5	465.8	16.2
136	231.6	465.8	16.2
137	251.7	465.8	16.2
138	271.8	465.8	16.2
139	291.8	465.8	16.2
140	311.9	465.8	16.2
141	332.0	465.8	16.2
142	352.1	465.8	16.2
143	372.2	465.8	16.2
144	392.3	465.8	16.2
145	412.4	465.8	16.2
146	432.4	465.8	16.2
147	452.5	465.8	16.2
148	472.6	465.8	16.2
149	532.9	465.8	16.2
150	152.0	443.0	16.2
151	171.3	443.0	16.2
152	191.4	443.0	16.2
153	211.5	443.0	16.2
154	231.6	443.0	16.2
155	512.8	443.0	16.2
156	532.9	443.0	16.2
157	553.0	443.0	16.2
158	560.9	294.4	16.2
159	560.9	331.8	16.2
160	560.9	350.5	16.2
161	560.9	369.2	16.2
162	560.9	387.9	16.2
163	560.9	406.6	16.2
164	560.9	428.5	16.2
165	561.1	443.0	16.2
166	133.7	294.4	16.2
167	133.7	313.6	16.2
168	133.7	332.8	16.2
169	133.7	352.0	16.2
170	133.7	371.2	16.2
171	120.9	294.4	16.2
172	120.9	313.6	16.2

GENERAL CONTRACTOR  IRICAV2	ALTA SORVEGLIANZA  ITALFERR GRUPPO FERROVIE DELLO STATO ITALIANE			
	Progetto IN17	Lotto 12	Codifica EI2CLVI0604003	B

173	120.9	332.8	16.2
174	120.9	371.2	16.2
175	121.5	442.9	16.2
176	110.9	371.4	16.2
177	110.9	352.4	16.2
178	110.9	333.4	16.2
179	133.7	442.8	16.2
180	110.9	429.4	16.2
181	110.9	393.3	16.2
182	133.7	393.3	16.2
183	110.9	410.1	16.2
184	120.9	409.9	16.2
185	133.7	409.9	16.2
186	133.7	454.4	16.2
187	152.0	453.5	16.2
188	191.4	453.5	16.2
189	231.6	453.5	16.2
190	560.9	275.8	16.2
191	561.3	133.0	16.2
192	532.3	133.0	16.2
193	512.4	133.0	16.2
194	472.4	133.0	16.2
195	152.0	123.0	16.2
196	171.3	123.0	16.2
197	191.4	123.0	16.2
198	211.5	123.0	16.2
199	231.6	123.0	16.2
200	251.7	123.0	16.2
201	271.8	123.0	16.2
202	291.8	123.0	16.2
203	311.9	123.0	16.2
204	332.0	123.0	16.2
205	352.1	123.0	16.2
206	372.2	123.0	16.2
207	392.3	123.0	16.2
208	412.4	123.0	16.2
209	432.4	123.0	16.2
210	452.5	123.0	16.2
211	472.6	123.0	16.2
212	532.9	123.0	16.2
213	152.0	145.8	16.2
214	171.3	145.8	16.2
215	191.4	145.8	16.2
216	211.5	145.8	16.2
217	231.6	145.8	16.2
218	472.6	145.8	16.2
219	532.9	145.8	16.2
220	553.0	145.8	16.2
221	560.9	257.1	16.2
222	560.9	238.4	16.2
223	560.9	219.7	16.2
224	560.9	201.0	16.2
225	560.9	182.3	16.2
226	560.9	160.4	16.2
227	561.1	145.8	16.2
228	133.7	275.2	16.2
229	133.7	256.1	16.2
230	133.7	236.9	16.2
231	133.7	217.7	16.2

GENERAL CONTRACTOR



ALTA SORVEGLIANZA



	Progetto	Lotto	Codifica	
	IN17	12	EI2CLVI0604003	B

232	120.9	275.2	16.2
233	120.9	256.1	16.2
234	120.9	217.7	16.2
235	120.9	146.0	16.2
236	110.9	217.5	16.2
237	110.9	236.5	16.2
238	110.9	255.5	16.2
239	133.7	146.0	16.2
240	110.9	159.4	16.2
241	110.9	195.6	16.2
242	133.7	195.6	16.2
243	110.9	178.8	16.2
244	120.9	178.9	16.2
245	133.7	178.9	16.2
246	133.7	134.5	16.2
247	152.0	135.4	16.2
248	191.4	135.4	16.2
249	231.6	135.4	16.2
250	169.6	160.0	16.2
251	151.0	178.6	16.2
252	525.0	160.0	16.2
253	543.6	178.6	16.2
254	169.6	428.9	16.2
255	151.0	410.3	16.2
256	525.0	428.9	16.2
257	543.6	410.3	16.2
258	619.6	160.0	16.2
259	601.0	178.6	16.2
260	975.0	160.0	16.2
261	993.6	178.6	16.2
262	619.6	428.9	16.2
263	601.0	410.3	16.2
264	975.0	428.9	16.2
265	993.6	410.3	16.2
266	552.0	465.8	16.2
267	592.6	123.0	16.2
268	552.0	123.0	16.2
269	110.9	274.1	16.2
270	110.9	314.8	16.2
271	1033.7	314.8	16.2
272	1033.7	274.1	16.2
273	1032.0	442.7	16.2
274	1010.6	464.2	16.2
275	1024.6	455.7	16.2
276	112.6	442.7	16.2
277	134.0	464.2	16.2
278	120.0	455.7	16.2
279	1032.0	146.2	16.2
280	1010.6	124.7	16.2
281	1024.6	133.2	16.2
282	112.6	146.2	16.2
283	134.0	124.7	16.2
284	120.0	133.2	16.2
285	492.7	465.8	16.2
286	512.8	465.8	16.2
287	631.8	465.8	16.2
288	651.9	465.8	16.2
289	631.8	123.0	16.2
290	651.9	123.0	16.2

GENERAL CONTRACTOR		ALTA SORVEGLIANZA		
				
		Progetto	Lotto	Codifica
		IN17	12	EI2CLV10604003
				B

291	492.7	123.0	16.2
292	512.8	123.0	16.2
293	472.4	443.0	16.2

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	154	293	11	16.2
2	31	30	11	16.2
3	217	218	11	16.2
4	95	94	11	16.2
5	293	155	2	16.2
6	32	31	2	16.2
7	218	219	2	16.2
8	96	95	2	16.2

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	34750.94	18359.93	18128.78	0.00	0.00
2	24273.61	4655.86	14965.98	0.00	0.00
3	34750.94	28827.84	10645.78	0.00	0.00
4	35730.82	19587.42	27249.01	0.00	0.00
5	25253.49	5883.35	24086.21	0.00	0.00
6	35730.82	30055.34	19766.01	0.00	0.00
7	25025.14	5300.94	15200.38	0.00	0.00
8	25025.14	5300.94	15200.38	0.00	0.00
9	25025.14	5300.94	15200.38	0.00	0.00
10	30207.37	11660.46	10877.27	0.00	0.00
11	23920.97	4044.53	8979.59	0.00	0.00
12	30207.37	17941.21	6387.47	0.00	0.00
13	31084.56	22527.93	17165.81	0.00	0.00
14	24273.61	4655.86	14965.98	0.00	0.00
15	31084.56	32995.85	9682.82	0.00	0.00
16	32064.44	23755.43	26286.04	0.00	0.00
17	25253.49	5883.35	24086.21	0.00	0.00
18	32064.44	34223.34	18803.05	0.00	0.00
19	25025.14	5300.94	15200.38	0.00	0.00
20	25025.14	5300.94	15200.38	0.00	0.00
21	25025.14	5300.94	15200.38	0.00	0.00
22	28007.54	14373.50	10299.48	0.00	0.00
23	23920.97	4044.53	8979.59	0.00	0.00

GENERAL CONTRACTOR		ALTA SORVEGLIANZA			
					
		Progetto	Lotto	Codifica	
		IN17	12	EI2CLV10604003	B

24	28007.54	20654.25	5809.69	0.00	0.00
25	29521.90	16923.56	29371.22	0.00	0.00
26	24273.61	4655.86	14965.98	0.00	0.00
27	29521.90	27391.47	21888.22	0.00	0.00
28	30501.78	18151.05	38491.45	0.00	0.00
29	25253.49	5883.35	24086.21	0.00	0.00
30	30501.78	28618.96	31008.45	0.00	0.00
31	25025.14	5300.94	15200.38	0.00	0.00
32	25025.14	5300.94	15200.38	0.00	0.00
33	25025.14	5300.94	15200.38	0.00	0.00
34	27069.95	11101.34	17622.73	0.00	0.00
35	23920.97	4044.53	8979.59	0.00	0.00
36	27069.95	17382.08	13132.93	0.00	0.00
37	19725.15	67507.93	21377.18	0.00	0.00
38	19725.15	21938.35	70239.35	0.00	0.00
39	23437.19	21938.35	21377.18	0.00	0.00
40	19219.44	68199.75	21244.36	0.00	0.00
41	19219.44	22630.16	70106.53	0.00	0.00
42	22931.48	22630.16	21244.36	0.00	0.00
43	19003.90	67476.56	22927.86	0.00	0.00
44	19003.90	21906.98	71790.03	0.00	0.00
45	22715.94	21906.98	22927.86	0.00	0.00
46	16568.00	2830.00	3242.00	0.00	0.00
47	16568.00	4224.00	113.00	0.00	0.00

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

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

N°Comb.	N	Mx	My
1	24401.27	11811.75	12502.60
2	17175.53	2941.62	10321.37
3	24401.27	19031.00	7341.92
4	25054.52	12630.08	18582.76
5	17828.78	3759.95	16401.52
6	25054.52	19849.33	13422.07
7	17656.28	3597.98	10133.59
8	17656.28	3597.98	10133.59
9	17656.28	3597.98	10133.59
10	21872.73	14889.53	11838.49
11	17175.53	2941.62	10321.37
12	21872.73	22108.78	6677.80
13	22525.98	15707.86	17918.64
14	17828.78	3759.95	16401.52
15	22525.98	22927.11	12757.96
16	17656.28	3597.98	10133.59
17	17656.28	3597.98	10133.59
18	17656.28	3597.98	10133.59
19	20795.04	11111.09	20256.01
20	17175.53	2941.62	10321.37
21	20795.04	18330.34	15095.33
22	21448.29	11929.42	26336.16
23	17828.78	3759.95	16401.52
24	21448.29	19148.67	21175.48

GENERAL CONTRACTOR		ALTA SORVEGLIANZA		
				
		Progetto	Lotto	Codifica
		IN17	12	EI2CLV10604003
				B

25	17656.28	3597.98	10133.59
26	17656.28	3597.98	10133.59
27	17656.28	3597.98	10133.59
28	18550.04	46931.61	13498.19
29	18550.04	15765.45	43976.06
30	19520.16	15765.45	13498.19
31	18044.33	47623.43	13365.37
32	18044.33	16457.27	43843.24
33	19014.45	16457.27	13365.37
34	17828.80	46900.24	15048.87
35	17828.80	15734.08	45526.74
36	18798.91	15734.08	15048.87

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

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

N°Comb.	N	Mx	My
1	21267.78	12489.26 (0.00)	7501.56 (0.00)
2	21921.03	13307.59 (0.00)	13581.72 (0.00)
3	17656.28	3597.98 (0.00)	10133.59 (0.00)
4	19750.65	14335.93 (0.00)	7103.09 (0.00)
5	20403.90	15154.26 (0.00)	13183.25 (0.00)
6	17656.28	3597.98 (0.00)	10133.59 (0.00)
7	19104.03	12068.87 (0.00)	12153.61 (0.00)
8	19757.28	12887.20 (534877.58)	18233.76 (756784.21)
9	17656.28	3597.98 (0.00)	10133.59 (0.00)

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

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

N°Comb.	N	Mx	My
1	16567.53	2602.89 (0.00)	0.00 (0.00)
2	16567.53	2602.89 (0.00)	0.00 (0.00)
3	16567.53	2602.89 (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.)

GENERAL CONTRACTOR  IRICAV2	ALTA SORVEGLIANZA  ITALFERR GRUPPO FERROVIE DELLO STATO ITALIANE
	Progetto Lotto Codifica IN17 12 EI2CLV10604003 B

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

N°Comb	Ver	N	Mx	My	N Res	Mx Res	My Res	Mis.Sic.	As Totale
1	S	34750.94	18359.93	18128.78	34751.17	97882.10	97718.54	5.36	708.5(343.3)
2	S	24273.61	4655.86	14965.98	24273.65	56337.86	182612.00	12.19	708.5(343.3)
3	S	34750.94	28827.84	10645.78	34750.95	101630.05	37472.99	3.53	708.5(343.3)
4	S	35730.82	19587.42	27249.01	35730.77	94026.21	131765.78	4.82	708.5(343.3)
5	S	25253.49	5883.35	24086.21	25253.44	47372.01	197331.14	8.18	708.5(343.3)
6	S	35730.82	30055.34	19766.01	35730.74	101726.43	67061.23	3.39	708.5(343.3)
7	S	25025.14	5300.94	15200.38	25025.16	61445.08	177213.98	11.65	708.5(343.3)
8	S	25025.14	5300.94	15200.38	25025.16	61445.08	177213.98	11.65	708.5(343.3)
9	S	25025.14	5300.94	15200.38	25025.16	61445.08	177213.98	11.65	708.5(343.3)
10	S	30207.37	11660.46	10877.27	30207.37	92286.79	86149.92	7.92	708.5(343.3)
11	S	23920.97	4044.53	8979.59	23921.06	69870.16	156604.22	17.41	708.5(343.3)
12	S	30207.37	17941.21	6387.47	30207.20	94892.50	33872.60	5.29	708.5(343.3)
13	S	31084.56	22527.93	17165.81	31084.74	94574.36	71546.47	4.19	708.5(343.3)
14	S	24273.61	4655.86	14965.98	24273.65	56337.86	182612.00	12.19	708.5(343.3)
15	S	31084.56	32995.85	9682.82	31084.47	96369.70	28755.90	2.93	708.5(343.3)
16	S	32064.44	23755.43	26286.04	32064.64	93507.73	102693.50	3.92	708.5(343.3)
17	S	25253.49	5883.35	24086.21	25253.44	47372.01	197331.14	8.18	708.5(343.3)
18	S	32064.44	34223.34	18803.05	32064.48	96990.52	53033.60	2.83	708.5(343.3)
19	S	25025.14	5300.94	15200.38	25025.16	61445.08	177213.98	11.65	708.5(343.3)
20	S	25025.14	5300.94	15200.38	25025.16	61445.08	177213.98	11.65	708.5(343.3)
21	S	25025.14	5300.94	15200.38	25025.16	61445.08	177213.98	11.65	708.5(343.3)
22	S	28007.54	14373.50	10299.48	28007.47	90319.31	64437.59	6.28	708.5(343.3)
23	S	23920.97	4044.53	8979.59	23921.06	69870.16	156604.22	17.41	708.5(343.3)
24	S	28007.54	20654.25	5809.69	28007.31	91761.53	26150.69	4.45	708.5(343.3)
25	S	29521.90	16923.56	29371.22	29521.83	82513.85	144274.02	4.90	708.5(343.3)
26	S	24273.61	4655.86	14965.98	24273.65	56337.86	182612.00	12.19	708.5(343.3)
27	S	29521.90	27391.47	21888.22	29521.97	92139.16	73068.87	3.35	708.5(343.3)
28	S	30501.78	18151.05	38491.45	30501.88	77467.64	164057.85	4.26	708.5(343.3)
29	S	25253.49	5883.35	24086.21	25253.44	47372.01	197331.14	8.18	708.5(343.3)
30	S	30501.78	28618.96	31008.45	30501.86	91664.78	98570.42	3.19	708.5(343.3)
31	S	25025.14	5300.94	15200.38	25025.16	61445.08	177213.98	11.65	708.5(343.3)
32	S	25025.14	5300.94	15200.38	25025.16	61445.08	177213.98	11.65	708.5(343.3)
33	S	25025.14	5300.94	15200.38	25025.16	61445.08	177213.98	11.65	708.5(343.3)
34	S	27069.95	11101.34	17622.73	27070.17	82079.38	130953.37	7.42	708.5(343.3)
35	S	23920.97	4044.53	8979.59	23921.06	69870.16	156604.22	17.41	708.5(343.3)
36	S	27069.95	17382.08	13132.93	27069.88	88725.34	67699.43	5.12	708.5(343.3)
37	S	19725.15	67507.93	21377.18	19725.30	78971.44	25234.63	1.17	708.5(343.3)
38	S	19725.15	21938.35	70239.35	19725.07	53598.73	171169.32	2.44	708.5(343.3)
39	S	23437.19	21938.35	21377.18	23437.11	82402.15	81093.29	3.77	708.5(343.3)
40	S	19219.44	68199.75	21244.36	19219.40	78192.52	24678.70	1.15	708.5(343.3)
41	S	19219.44	22630.16	70106.53	19219.49	54811.86	167559.37	2.39	708.5(343.3)
42	S	22931.48	22630.16	21244.36	22931.38	81916.45	76239.32	3.61	708.5(343.3)
43	S	19003.90	67476.56	22927.86	19003.79	77818.27	26219.04	1.15	708.5(343.3)
44	S	19003.90	21906.98	71790.03	19004.09	51722.29	171260.39	2.38	708.5(343.3)
45	S	22715.94	21906.98	22927.86	22715.81	81000.96	85591.37	3.72	708.5(343.3)
46	S	16568.00	2830.00	3242.00	16568.03	71661.25	82192.41	25.35	708.5(343.3)
47	S	16568.00	4224.00	113.00	16567.90	74393.79	2248.39	17.65	708.5(343.3)

METODO AGLI STATI LIMITE ULTIMI - DEFORMAZIONI UNITARIE ALLO STATO ULTIMO

ec max Deform. unit. massima del calcestruzzo a compressione
Deform. unit. massima del calcestruzzo a compressione



	Progetto	Lotto	Codifica	
	IN17	12	EI2CLVIO604003	B

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

N°Comb	ec max	Xc max	Yc max	es min	Xs min	Ys min	es max	Xs max	Ys max
1	0.00350	1002.3	474.4	0.00315	1010.6	464.2	-0.01269	134.0	124.7
2	0.00350	1025.8	466.8	0.00335	1024.6	455.7	-0.00860	120.0	133.2
3	0.00350	1002.3	474.4	0.00288	992.6	465.8	-0.02269	152.0	123.0
4	0.00350	1014.7	472.5	0.00329	1010.6	464.2	-0.00874	134.0	124.7
5	0.00350	1025.8	466.8	0.00337	1024.6	455.7	-0.00893	120.0	133.2
6	0.00350	1002.3	474.4	0.00303	992.6	465.8	-0.01700	152.0	123.0
7	0.00350	1025.8	466.8	0.00334	1010.6	464.2	-0.00832	134.0	124.7
8	0.00350	1025.8	466.8	0.00334	1010.6	464.2	-0.00832	134.0	124.7
9	0.00350	1025.8	466.8	0.00334	1010.6	464.2	-0.00832	134.0	124.7
10	0.00350	1002.3	474.4	0.00307	992.6	465.8	-0.01586	152.0	123.0
11	0.00350	1014.7	472.5	0.00333	1010.6	464.2	-0.00878	134.0	124.7
12	0.00350	1002.3	474.4	0.00281	992.6	465.8	-0.02535	152.0	123.0
13	0.00350	1002.3	474.4	0.00301	992.6	465.8	-0.01797	152.0	123.0
14	0.00350	1025.8	466.8	0.00335	1024.6	455.7	-0.00860	120.0	133.2
15	0.00350	1002.3	474.4	0.00280	992.6	465.8	-0.02601	152.0	123.0
16	0.00350	1002.3	474.4	0.00316	1010.6	464.2	-0.01275	134.0	124.7
17	0.00350	1025.8	466.8	0.00337	1024.6	455.7	-0.00893	120.0	133.2
18	0.00350	1002.3	474.4	0.00293	992.6	465.8	-0.02089	152.0	123.0
19	0.00350	1025.8	466.8	0.00334	1010.6	464.2	-0.00832	134.0	124.7
20	0.00350	1025.8	466.8	0.00334	1010.6	464.2	-0.00832	134.0	124.7
21	0.00350	1025.8	466.8	0.00334	1010.6	464.2	-0.00832	134.0	124.7
22	0.00350	1002.3	474.4	0.00295	992.6	465.8	-0.02040	152.0	123.0
23	0.00350	1014.7	472.5	0.00333	1010.6	464.2	-0.00878	134.0	124.7
24	0.00350	1002.3	474.4	0.00275	992.6	465.8	-0.02795	152.0	123.0
25	0.00350	1014.7	472.5	0.00330	1010.6	464.2	-0.00871	134.0	124.7
26	0.00350	1025.8	466.8	0.00335	1024.6	455.7	-0.00860	120.0	133.2
27	0.00350	1002.3	474.4	0.00300	992.6	465.8	-0.01828	152.0	123.0
28	0.00350	1014.7	472.5	0.00334	1010.6	464.2	-0.00758	134.0	124.7
29	0.00350	1025.8	466.8	0.00337	1024.6	455.7	-0.00893	120.0	133.2
30	0.00350	1002.3	474.4	0.00313	1010.6	464.2	-0.01380	134.0	124.7
31	0.00350	1025.8	466.8	0.00334	1010.6	464.2	-0.00832	134.0	124.7
32	0.00350	1025.8	466.8	0.00334	1010.6	464.2	-0.00832	134.0	124.7
33	0.00350	1025.8	466.8	0.00334	1010.6	464.2	-0.00832	134.0	124.7
34	0.00350	1014.7	472.5	0.00327	1010.6	464.2	-0.01020	134.0	124.7
35	0.00350	1014.7	472.5	0.00333	1010.6	464.2	-0.00878	134.0	124.7
36	0.00350	1002.3	474.4	0.00296	992.6	465.8	-0.02016	152.0	123.0
37	0.00350	1002.3	474.4	0.00263	992.6	465.8	-0.03274	152.0	123.0
38	0.00350	1025.8	466.8	0.00334	1024.6	455.7	-0.00963	120.0	133.2
39	0.00350	1002.3	474.4	0.00299	992.6	465.8	-0.01900	152.0	123.0
40	0.00350	1002.3	474.4	0.00262	992.6	465.8	-0.03322	152.0	123.0
41	0.00350	1025.8	466.8	0.00333	1024.6	455.7	-0.00969	120.0	133.2
42	0.00350	1002.3	474.4	0.00296	992.6	465.8	-0.02008	152.0	123.0
43	0.00350	1002.3	474.4	0.00263	992.6	465.8	-0.03288	152.0	123.0
44	0.00350	1025.8	466.8	0.00334	1024.6	455.7	-0.00989	120.0	133.2
45	0.00350	1002.3	474.4	0.00301	992.6	465.8	-0.01840	152.0	123.0
46	0.00350	1002.3	474.4	0.00295	992.6	465.8	-0.02100	152.0	123.0
47	0.00350	1002.3	474.4	0.00233	992.6	465.8	-0.04451	152.0	123.0

GENERAL CONTRACTOR



ALTA SORVEGLIANZA



	Progetto	Lotto	Codifica	
	IN17	12	EI2CLVI0604003	B

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	0.000003789	0.000036875	-0.017792748	----	----
2	0.000008826	0.000012307	-0.011298583	----	----
3	0.000001862	0.000070022	-0.031587549	----	----
4	0.000004745	0.000023167	-0.012260467	----	----
5	0.000009900	0.000010367	-0.011494805	----	----
6	0.000002870	0.000051393	-0.023759095	----	----
7	0.000008146	0.000013320	-0.011074317	----	----
8	0.000008146	0.000013320	-0.011074317	----	----
9	0.000008146	0.000013320	-0.011074317	----	----
10	0.000003571	0.000046446	-0.022115738	----	----
11	0.000007045	0.000017474	-0.011904693	----	----
12	0.000001791	0.000077773	-0.035193670	----	----
13	0.000003098	0.000053594	-0.025032209	----	----
14	0.000008826	0.000012307	-0.011298583	----	----
15	0.000001564	0.000080182	-0.036109476	----	----
16	0.000004026	0.000036470	-0.017837741	----	----
17	0.000009900	0.000010367	-0.011494805	----	----
18	0.000002470	0.000063427	-0.029068010	----	----
19	0.000008146	0.000013320	-0.011074317	----	----
20	0.000008146	0.000013320	-0.011074317	----	----
21	0.000008146	0.000013320	-0.011074317	----	----
22	0.000002941	0.000060900	-0.028341076	----	----
23	0.000007045	0.000017474	-0.011904693	----	----
24	0.000001513	0.000085838	-0.038741300	----	----
25	0.000005621	0.000020863	-0.012060968	----	----
26	0.000008826	0.000012307	-0.011298583	----	----
27	0.000003184	0.000054283	-0.025445275	----	----
28	0.000006274	0.000015957	-0.010405246	----	----
29	0.000009900	0.000010367	-0.011494805	----	----
30	0.000003952	0.000039648	-0.019272076	----	----
31	0.000008146	0.000013320	-0.011074317	----	----
32	0.000008146	0.000013320	-0.011074317	----	----
33	0.000008146	0.000013320	-0.011074317	----	----
34	0.000005354	0.000025833	-0.014138303	----	----
35	0.000007045	0.000017474	-0.011904693	----	----
36	0.000003074	0.000059891	-0.027995618	----	----
37	0.000001642	0.000099145	-0.045184092	----	----
38	0.000009565	0.000013390	-0.012562245	----	----
39	0.000003648	0.000055189	-0.026340380	----	----
40	0.000001624	0.000100567	-0.045841656	----	----
41	0.000009402	0.000014008	-0.012683425	----	----
42	0.000003500	0.000058622	-0.027820983	----	----
43	0.000001708	0.000099389	-0.045366593	----	----
44	0.000009937	0.000013169	-0.012840856	----	----
45	0.000003839	0.000053040	-0.025512349	----	----
46	0.000004048	0.000059923	-0.028987715	----	----
47	0.000000201	0.000136134	-0.061289230	----	----

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

Ver

S = comb. verificata/ N = comb. non verificata

GENERAL CONTRACTOR		ALTA SORVEGLIANZA		
				
		Progetto	Lotto	Codifica
		IN17	12	EI2CLV10604003
				B

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	3.30	1014.7	472.5	9.7	134.0	124.7	---	---
2	S	1.99	1025.8	466.8	11.5	120.0	133.2	---	---
3	S	3.64	1002.3	474.4	5.1	152.0	123.0	---	---
4	S	3.65	1014.7	472.5	6.1	134.0	124.7	---	---
5	S	2.34	1025.8	466.8	7.9	120.0	133.2	---	---
6	S	3.98	1002.3	474.4	1.5	134.0	124.7	---	---
7	S	2.07	1025.8	466.8	11.6	134.0	124.7	---	---
8	S	2.07	1025.8	466.8	11.6	134.0	124.7	---	---
9	S	2.07	1025.8	466.8	11.6	134.0	124.7	---	---
10	S	3.30	1014.7	472.5	3.8	134.0	124.7	---	---
11	S	1.99	1025.8	466.8	11.5	120.0	133.2	---	---
12	S	3.64	1002.3	474.4	-0.9	152.0	123.0	338	4.1
13	S	3.65	1014.7	472.5	0.2	134.0	124.7	0	0.0
14	S	2.34	1025.8	466.8	7.9	120.0	133.2	---	---
15	S	4.01	1002.3	474.4	-5.1	134.0	124.7	926	8.2
16	S	2.07	1025.8	466.8	11.6	134.0	124.7	---	---
17	S	2.07	1025.8	466.8	11.6	134.0	124.7	---	---
18	S	2.07	1025.8	466.8	11.6	134.0	124.7	---	---
19	S	3.26	1014.7	472.5	1.6	134.0	124.7	---	---
20	S	1.99	1025.8	466.8	11.5	120.0	133.2	---	---
21	S	3.60	1014.7	472.5	-3.3	134.0	124.7	437	4.1
22	S	3.62	1014.7	472.5	-2.1	134.0	124.7	372	4.1
23	S	2.34	1025.8	466.8	7.9	120.0	133.2	---	---
24	S	4.00	1014.7	472.5	-8.1	134.0	124.7	1713	14.4
25	S	2.07	1025.8	466.8	11.6	134.0	124.7	---	---
26	S	2.07	1025.8	466.8	11.6	134.0	124.7	---	---
27	S	2.07	1025.8	466.8	11.6	134.0	124.7	---	---
28	S	7.59	1002.3	474.4	-222.7	152.0	123.0	39169	268.7
29	S	4.94	1025.8	466.8	-37.6	134.0	124.7	8675	63.9
30	S	3.24	1014.7	472.5	-0.9	134.0	124.7	186	2.1
31	S	7.69	1002.3	474.4	-237.4	152.0	123.0	39425	268.7
32	S	5.03	1025.8	466.8	-41.9	134.0	124.7	9422	70.0
33	S	3.25	1014.7	472.5	-2.3	134.0	124.7	359	4.1
34	S	7.73	1002.3	474.4	-235.4	152.0	123.0	39159	268.7
35	S	5.06	1025.8	466.8	-43.7	120.0	133.2	9764	72.1
36	S	3.25	1014.7	472.5	-2.9	134.0	124.7	431	4.1

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	2.91	1002.3	474.4	8.1	134.0	124.7	---	---
2	S	3.25	1014.7	472.5	4.5	134.0	124.7	---	---
3	S	2.07	1025.8	466.8	11.6	134.0	124.7	---	---
4	S	2.91	1002.3	474.4	4.6	134.0	124.7	---	---
5	S	3.25	1014.7	472.5	1.0	134.0	124.7	---	---
6	S	2.07	1025.8	466.8	11.6	134.0	124.7	---	---
7	S	2.88	1014.7	472.5	3.2	134.0	124.7	---	---
8	S	3.23	1014.7	472.5	-0.3	134.0	124.7	179	2.1
9	S	2.07	1025.8	466.8	11.6	134.0	124.7	---	---

GENERAL CONTRACTOR		ALTA SORVEGLIANZA			
					
		Progetto	Lotto	Codifica	
		IN17	12	EI2CLVI0604003	B

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

Comb.	Ver	e1	e2	k2	Ø	Cf	e sm - e cm sr max	wk	Mx fess	My fess
1	S	0.00000	0.00000	----	----	----	----	0.000 (0.20)	0.00	0.00
2	S	0.00000	0.00000	----	----	----	----	0.000 (0.20)	0.00	0.00
3	S	0.00000	0.00000	----	----	----	----	0.000 (0.20)	0.00	0.00
4	S	0.00000	0.00000	----	----	----	----	0.000 (0.20)	0.00	0.00
5	S	0.00000	0.00000	----	----	----	----	0.000 (0.20)	0.00	0.00
6	S	0.00000	0.00000	----	----	----	----	0.000 (0.20)	0.00	0.00
7	S	0.00000	0.00000	----	----	----	----	0.000 (0.20)	0.00	0.00
8	S	-0.00001	0.00000	0.500	16.2	80	0.00000 (0.00000)	511	0.001 (0.20) 534877.58	756784.21
9	S	0.00000	0.00000	----	----	----	----	0.000 (0.20)	0.00	0.00

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

N°Comb	Ver	Sc max	Xc max	Yc max	Ss min	Xs min	Ys min	Ac eff.	As eff.
1	S	1.52	1002.3	474.4	17.1	152.0	123.0	----	----
2	S	1.52	1002.3	474.4	17.1	152.0	123.0	----	----
3	S	1.52	1002.3	474.4	17.1	152.0	123.0	----	----

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

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

GENERAL CONTRACTOR  IRICAV2	ALTA SORVEGLIANZA  ITALFERR GRUPPO FERROVIE DELLO STATO ITALIANE			
	Progetto IN17	Lotto 12	Codifica EI2CLVI0604003	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)



Progetto

Lotto

Codifica

IN17

12

EI2CLVI0604003

B

P8 (H=6.2 m)**Calcolo del taglio agente – Direzione Longitudinale**

H _{pila}	6.20	m	Altezza fusto pila
M _{Rd,inf,long}	78192.52	kNm	Momento resistente della sezione di base della pila
M _{E,i,long}	67507.93	kNm	Momento sollecitante alla base della pila
V _{Rd}	1		Fattore di sovraresistenza (§7.9.5.1 NTC2008)
V _{E,i,long}	9803	kN	Azione di taglio di calcolo base pila - Comb. Sismica di progetto
V _{gr,0}	11354	kN	Valore del taglio di progetto per la gerarchia delle resistenze $V_{gr0} = \min(V_{ed} \cdot \gamma_{rd} \cdot M_{rd}/M_{ed}; V_{ed} \cdot q)$
V _{E,i,long} /V _{gr,c}	0.863	-	
V _{Rd}	1.00	-	Fattore di sovraresistenza aggiuntivo (§7.9.5.2.2 NTC2008)
V _{gr,i,long}	11354	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'	85	mm	
larghezza dell'anima resistente		bw	1000	mm	
altezza utile della sezione		d	3515	mm	
area della sezione di calcestruzzo		Ac	2917450	mm ²	
diametro delle barre longitudinali		Ø _{bl}	18	mm	
diametro delle staffe		Ø _{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		VR _{sd}	13096	KN	
taglio resistente relativo alle bielle compressive		VR _{cd}	13096	KN	
taglio resistente di calcolo		VR _d	13096	KN	
taglio agente sul pannello		VE _d	11354	KN	
		C.S.	0.87	<1	

GENERAL CONTRACTOR



ALTA SORVEGLIANZA



Progetto

Lotto

Codifica

IN17

12

E12CLVI0604003

B

Direzione Trasversale				
altezza della sezione	h	9400	mm	
copriferro netto	c netto	60	mm	
copriferro al baricentro dell'armatura long	c'	85	mm	
larghezza dell'anima resistente	bw	800	mm	
altezza utile della sezione	d	9315	mm	
area della sezione di calcestruzzo	Ac	5868450	mm ²	
diámetro delle barre longitudinali	Øbl	18	mm	
diámetro 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 delle staffe	ϑ	22	°	
taglio resistente relativo alle armature tese	VRsd	21209	KN	
taglio resistente relativo alle bielle compresse	VRcd	21209	KN	
taglio resistente di calcolo	VRd	21209	KN	
taglio agente sul pannello	VEd	7624	KN	
	C.S.	0.36	<1	

GENERAL CONTRACTOR  IRICAV2	ALTA SORVEGLIANZA  ITALFERR GRUPPO FERROVIE DELLO STATO ITALIANE			
	Progetto IN17	Lotto 12	Codifica EI2CLV10604003	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



ALTA SORVEGLIANZA



Progetto

Lotto

Codifica

IN17

12

EI2CLVI0604003

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 $a_g(\text{SLV}) \geq 0,35 g$

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

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

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

minimi per armatura flessionale			
numero di ferri longitudinali	n	344	
diametro del ferro longitudinale	f_i	18	mm
passo massimo longitudinale	p	20	cm
area dell'armatura longitudinale	A_s	87537.338	mm ²
area di calcestruzzo (non riempito)	A_c	11452700	mm ³
		0.76%	>0.6%
minimi per armatura trasversale			
diametro minimo armatura a taglio	f_i	8	mm
dimensione (diametro) del nucleo	d	4000	mm
interasse massimo staffe	s	180	mm

Progetto

IN17

Lotto

12

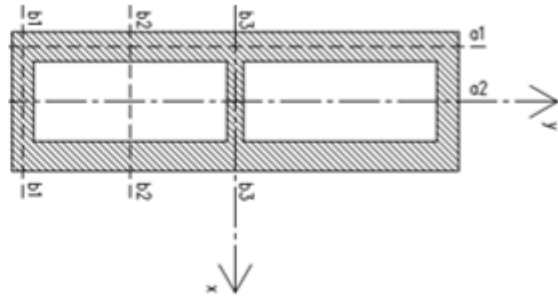
Codifica

EI2CLVI0604003

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  GRUPPO FERROVIE DELLO STATO ITALIANE			
	Progetto IN17	Lotto 12	Codifica EI2CLVI0604003	B

9.5 Verifica deformabilità

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

forza massima di frenatura	Ff	1760.0	kN
altezza pila estradosso appoggi	h	6.7	m
rigidezza flessionale longitudinale	J	22.3	m ⁴
modulo elastico	E	33345.8	MPa
spostamento in testa pila	D	0.24	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

EI2CLVI0604003

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

0.15

sec

fattore di struttura

q

1.5

fattore di duttilità in spostamento

 μ **2.5**

accelerazione di riferimento pila dir. long

ag (T)

0.49

g

w

42.77

sec

0.00

m

spostamento SLV relativo all'analisi spettrale

dEe

0.0000

m

spostamento totale relativo

dEd**0.0067**

m

spostamento longitudinale indotto dal moto relativo del terreno

spostamento massimo orizz. del terreno

dg**0.0850**

m

spostamenti massimi terreno punto i

dji

0.085

m

spostamenti massimi terreno punto j

dgi

0.085

m

velocità prop. onde di taglio nel terreno

vs

270

m/s

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

x

40

m

spostamento massimo rel

dij0

0.1502

m

tipologia di moto

indipendente

forti discontinuità del terreno

senza

distanza

>20

terreni

uguali

spost. relativo tra due punti dipendenti

di(x)

0.042

m

GENERAL CONTRACTOR



ALTA SORVEGLIANZA



Progetto

Lotto

Codifica

IN17

12

EI2CLVI0604003

B

spostamento longitudinale relativo alla termica

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

spostamento longitudinale finale

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

spostamento longitudinale minimo	EL min	0.17	m
spostamento long di calcolo	EL	0.05	m
spostamento longitudinale	EL	0.165	m

altri spostamenti longitudinali

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

Progetto

IN17

Lotto

12

Codifica

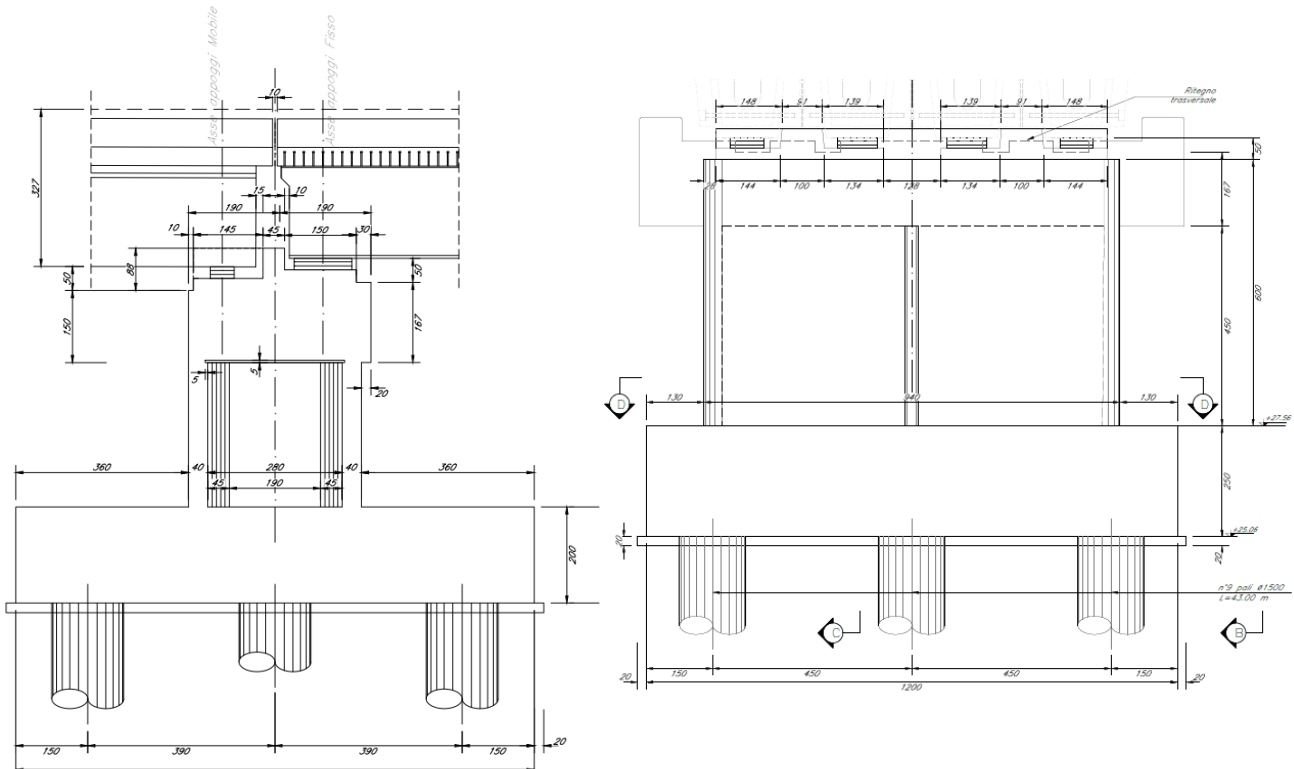
EI2CLVI0604003

B

10. Pulvino

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

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



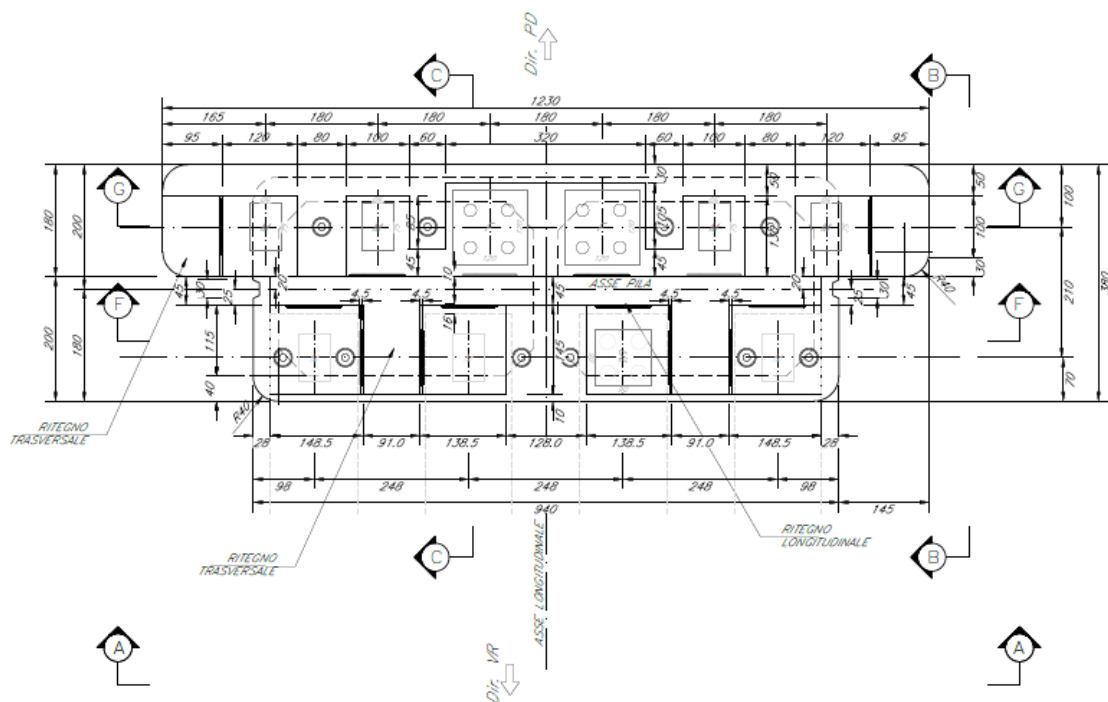


Figura 23– Sezioni e pianta pulvino (Allineamento fisso lato impalcato in Misto)

Per la progettazione e verifica delle armature principali e secondarie del pulvino, dei baggioli e dei ritegni si rimanda alla Relazione di calcolo pulvini, baggioli e ritegni - IN1712E12CLVI0604007.

GENERAL CONTRACTOR  IRICAV2	ALTA SORVEGLIANZA  GRUPPO FERROVIE DELLO STATO ITALIANE			
	Progetto IN17	Lotto 12	Codifica EI2CLVI0604003	B

11. Plinto di fondazione

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

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

11.1 Geometria del plinto e della palificata

Nella seguente figura è mostrata la geometria della palificata della tipologia di pila in esame per il viadotto VI06. È inoltre esplicitato il sistema di riferimento e la numerazione dei pali utilizzata nel calcolo.

Si prevedono 9 pali aventi diametro $D=1500$ mm. Il plinto è caratterizzato da un'altezza di 2.5 m ed ha delle dimensioni in pianta pari a 12.0 m x 12.0 m. Sul plinto di fondazione in esame è previsto un ricoprimento di terreno di spessore pari a circa 1.6m.

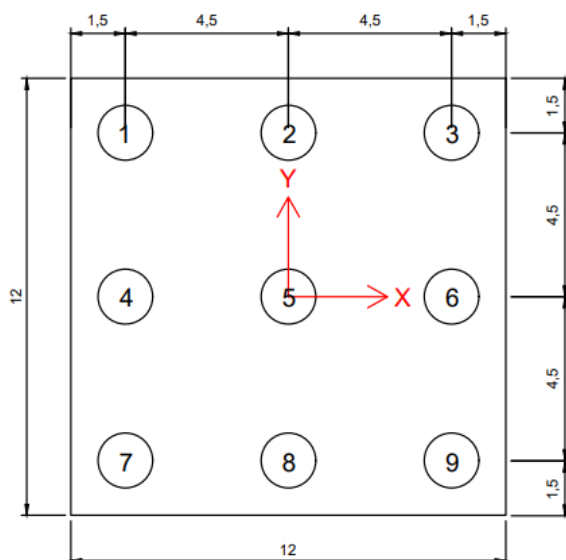


Figura 24 – Geometria del plinto di fondazione

GENERAL CONTRACTOR  IRICAV2	ALTA SORVEGLIANZA  ITALFERR GRUPPO FERROVIE DELLO STATO ITALIANE			
	Progetto IN17	Lotto 12	Codifica EI2CLVI0604003	B

11.2 Modellazione strutturale

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

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

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

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

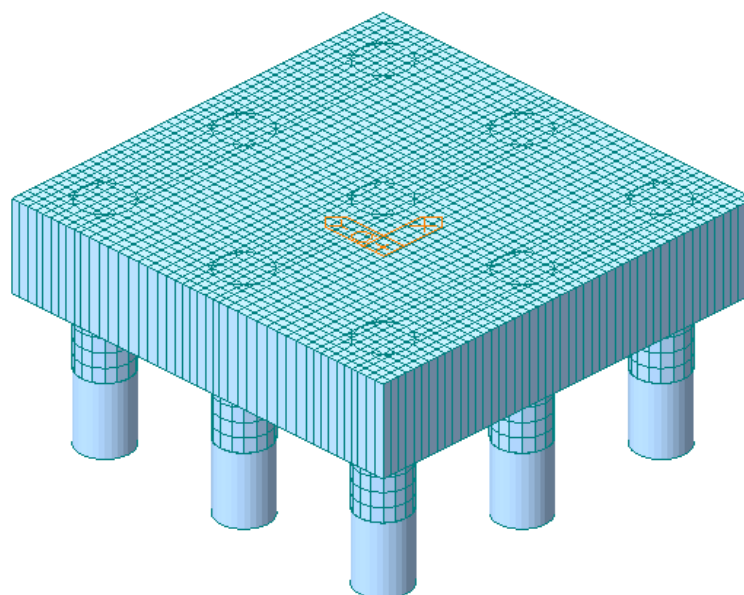


Figura 25 – Vista estrusa del modello agli elementi finiti

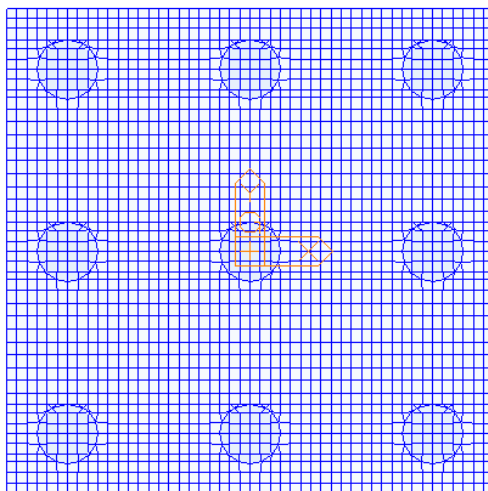


Figura 26 – Pianta del modello agli elementi finiti

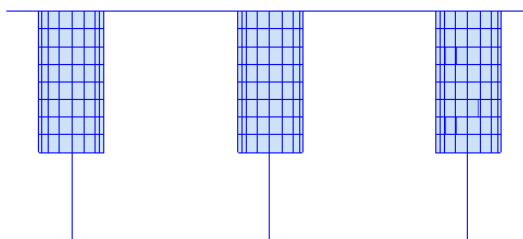


Figura 27 – Prospetto del modello agli elementi finiti

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

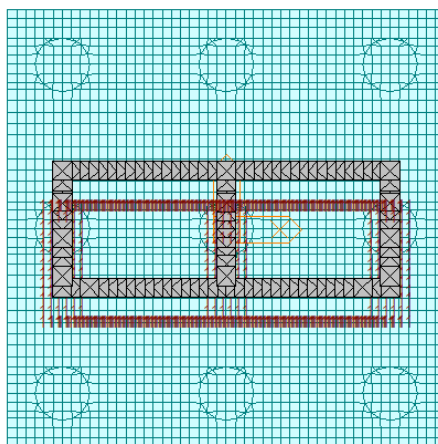


Figura 28 – Sistema di vincoli del modello agli elementi finiti

GENERAL CONTRACTOR  IRICAV2	ALTA SORVEGLIANZA  GRUPPO FERROVIE DELLO STATO ITALIANE			
	Progetto IN17	Lotto 12	Codifica EI2CLVI0604003	B

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

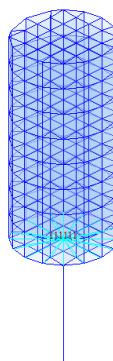


Figura 29 – Sistema di vincoli del palo nel modello agli elementi finiti

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

11.3 Azioni di progetto

11.3.1 Reazioni dei pali

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

Sono state considerate tutte le combinazioni che presentano azioni che:

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

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

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

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

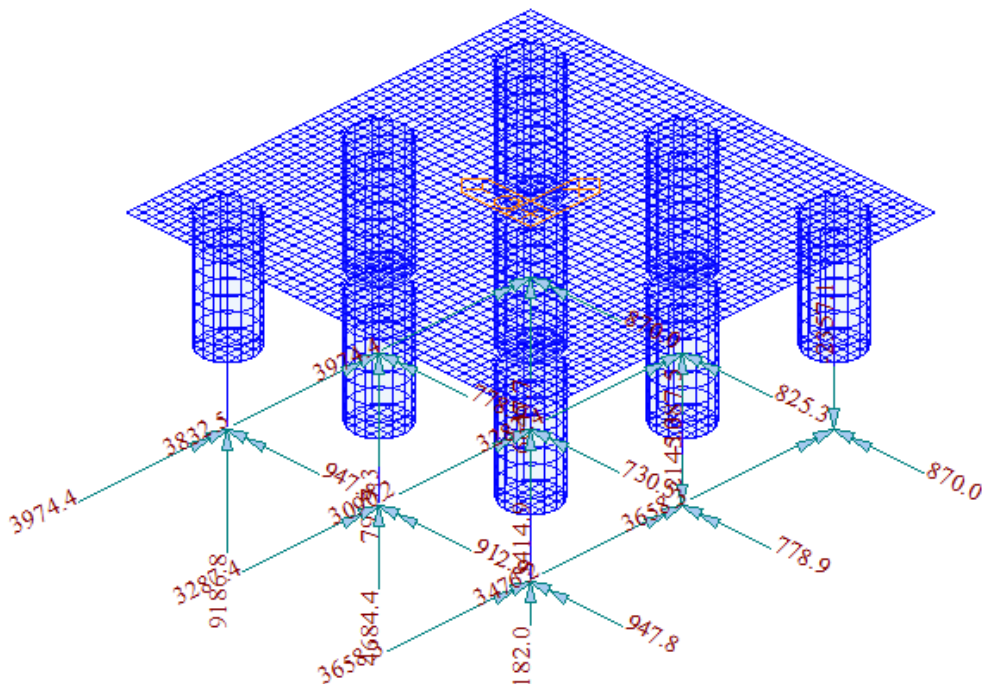


Figura 30 – Applicazione delle reazioni dei pali nel modello agli elementi finiti

11.3.2 Peso proprio plinto di fondazione

Il peso proprio del plinto di fondazione è stato valutato assumendo per il calcestruzzo un peso specifico γ_{cls} pari a 25 kN/m³, ed è stato calcolato automaticamente dal programma.

11.3.3 Peso terreno di ricoprimento

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

$$P_{\text{terreno}} = \gamma_{\text{terreno}} \cdot h_{\text{rinterro}} = 19 \cdot 1.6 = 30.4 \text{ kN/m}^2$$

11.4 Risultati di analisi

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

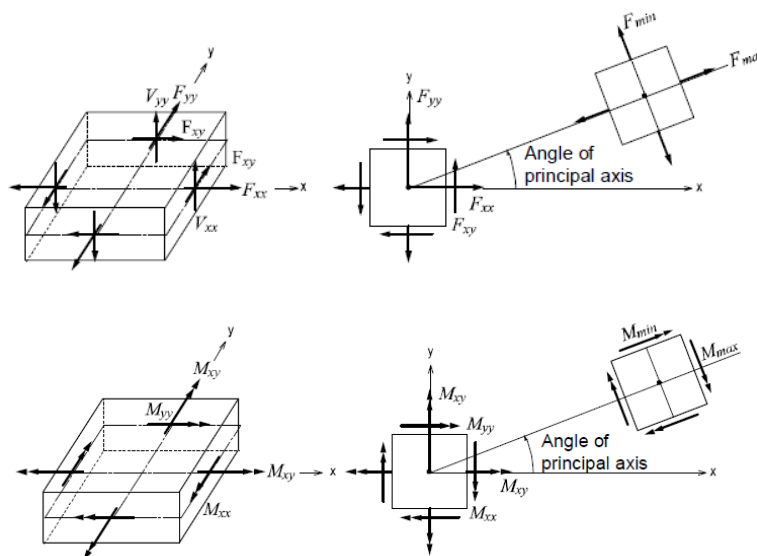


Figura 31 – Posizioni di output delle forze dell'elemento piastra per unità di lunghezza e convenzione del segno

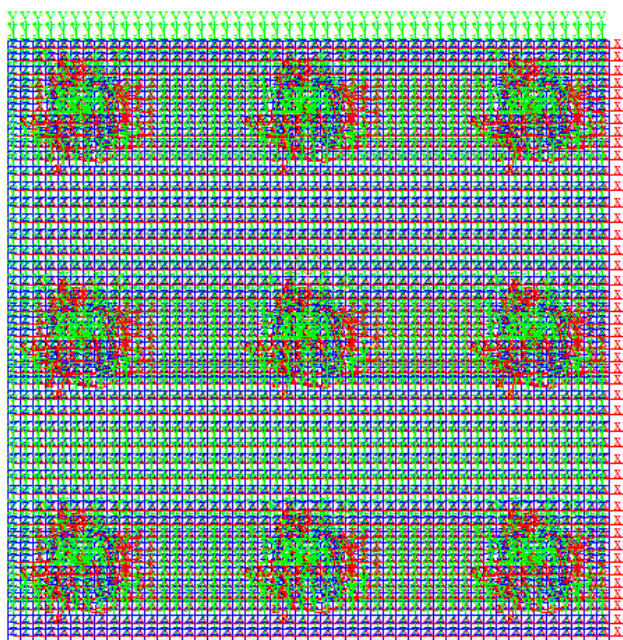


Figura 32 – Assi locali per gli elementi del plinto di fondazione

GENERAL CONTRACTOR



ALTA SORVEGLIANZA



	Progetto	Lotto	Codifica	
	IN17	12	EI2CLVI0604003	B

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

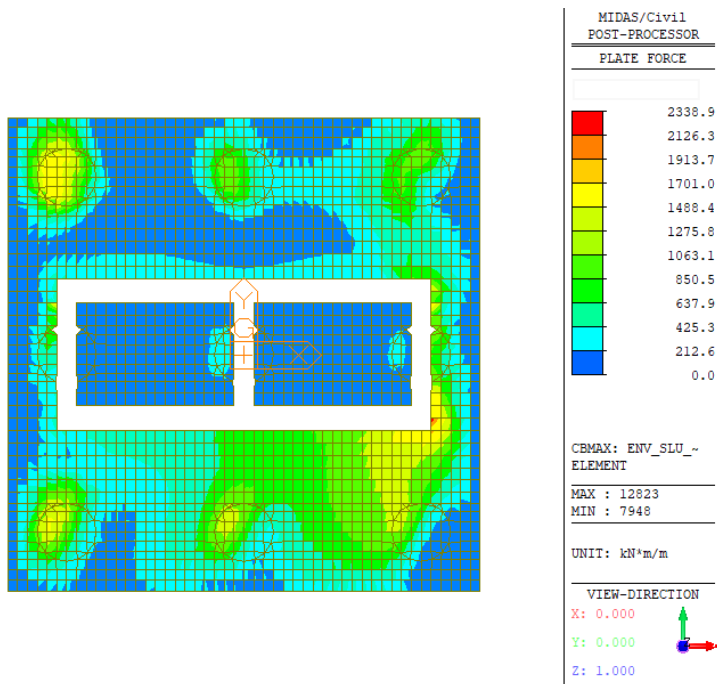


Figura 33 – Wood Armer Moment – Direction1 – Top (Inviluppo SLU/SLV)

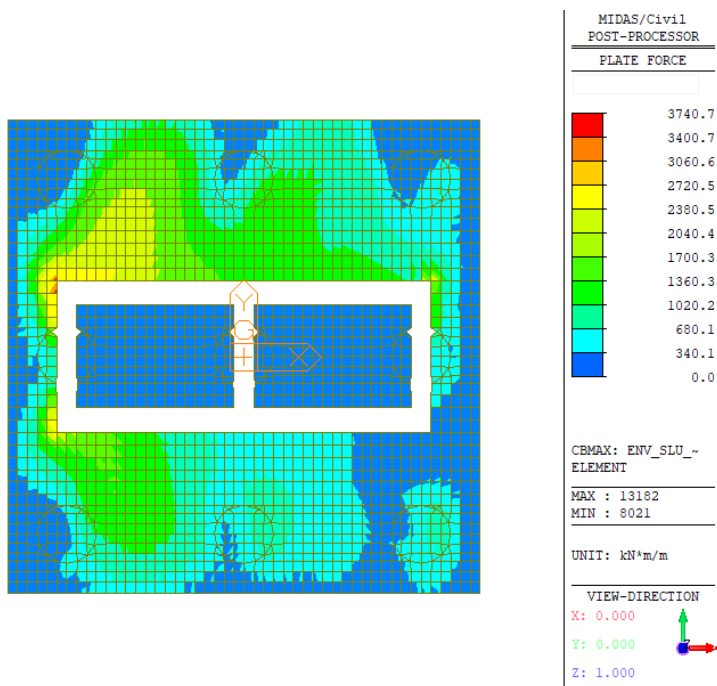


Figura 34 – Wood Armer Moment – Direction1 – Bottom (Inviluppo SLU/SLV)

GENERAL CONTRACTOR



ALTA SORVEGLIANZA



	Progetto	Lotto	Codifica	
	IN17	12	EI2CLVI0604003	B

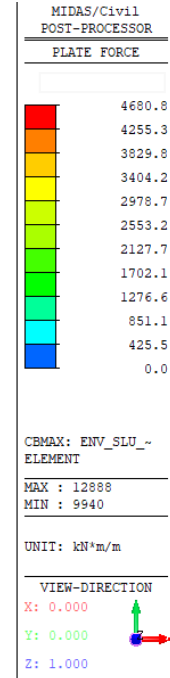
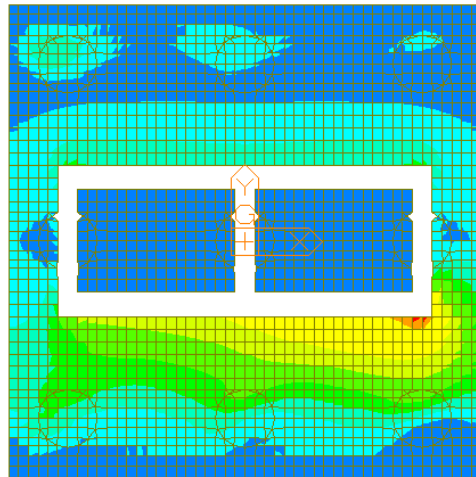


Figura 35 – Wood Armer Moment – Direction 2 – Top (Inviluppo SLU/SLV)

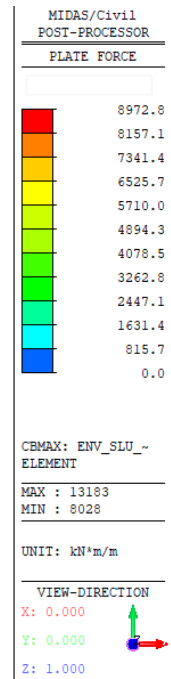
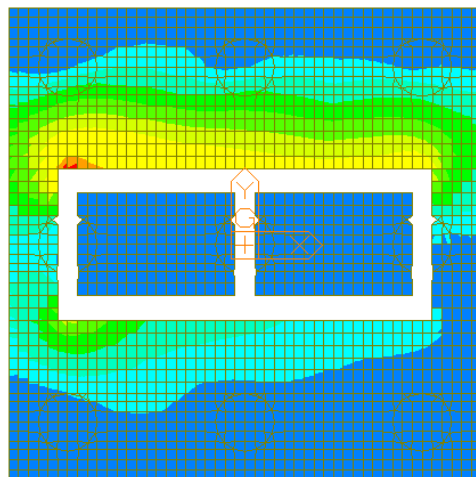


Figura 36 – Wood Armer Moment – Direction 2 – Bottom (Inviluppo SLU/SLV)

GENERAL CONTRACTOR



ALTA SORVEGLIANZA



	Progetto	Lotto	Codifica	
	IN17	12	EI2CLVI0604003	B

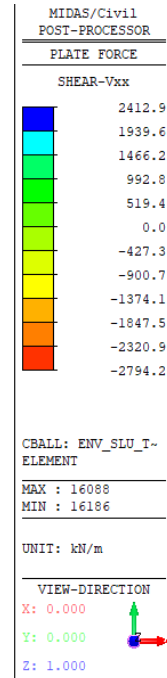
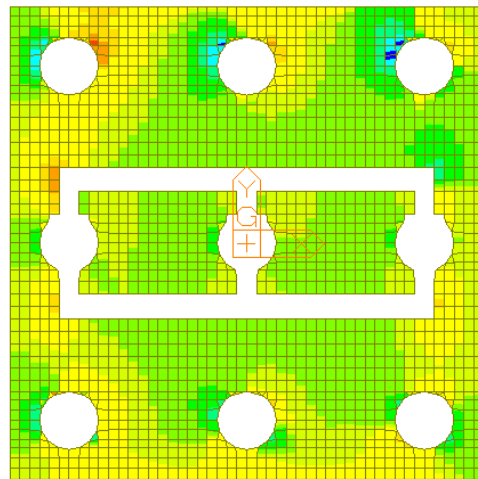


Figura 37 – Vxx, Inviluppo SLU/SLV

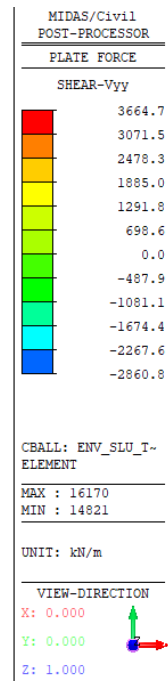
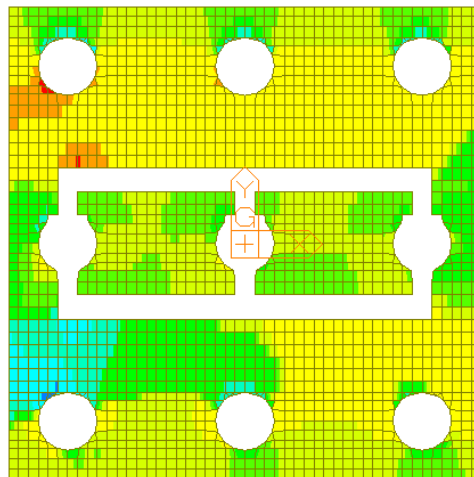


Figura 38 – Vyy, Inviluppo SLU/SLV

GENERAL CONTRACTOR  IRICAV2	ALTA SORVEGLIANZA  GRUPPO FERROVIE DELLO STATO ITALIANE			
	Progetto IN17	Lotto 12	Codifica EI2CLVI0604003	B

11.5 Dimensionamento e verifica delle armature

11.5.1 Dimensionamento delle armature

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

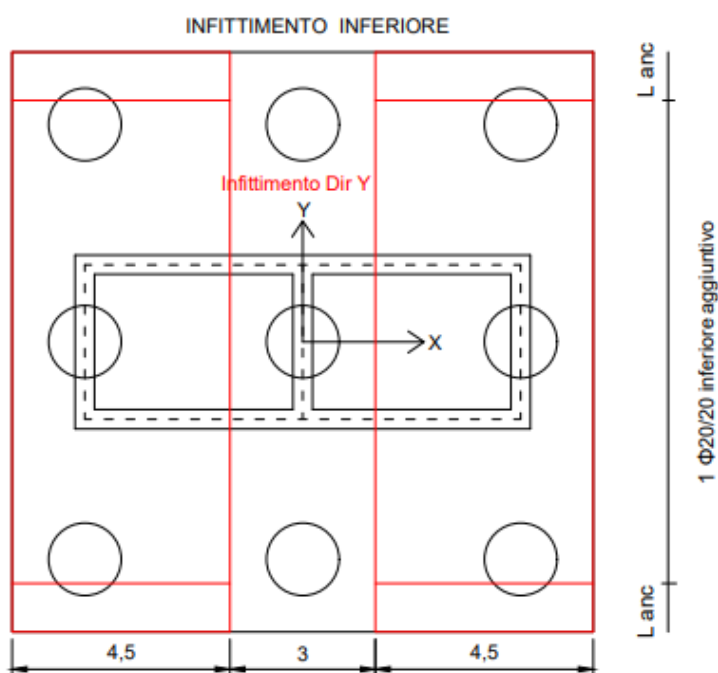
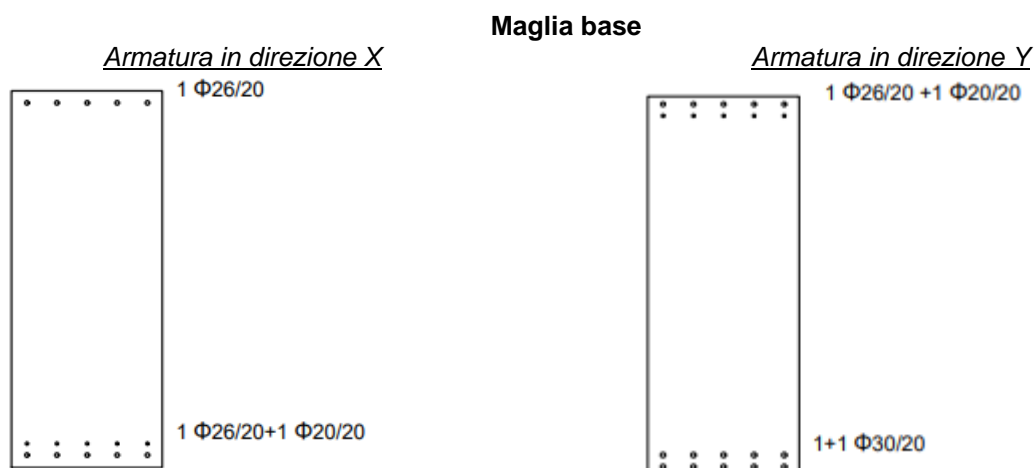


Figura 39: Zone di infittimento dell'armatura a flessione del plinto



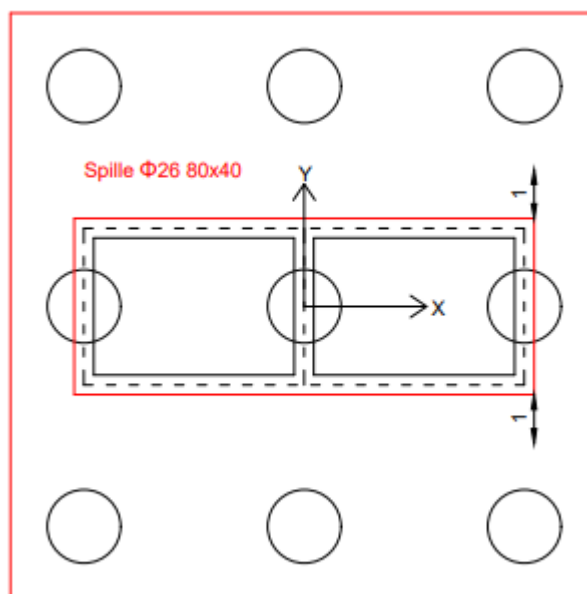
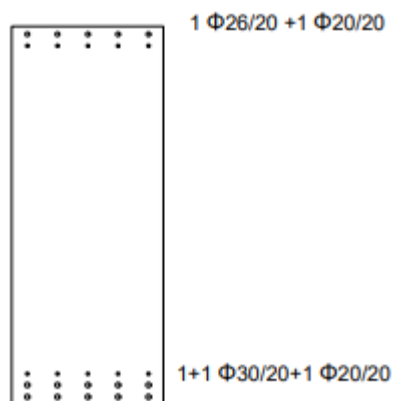
Armatura aggiuntivaArmatura in direzione Y

Figura 40 – Armatura a taglio del plinto

11.5.2 Verifica a flessione

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

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

GENERAL CONTRACTOR  IRICAV2	ALTA SORVEGLIANZA  GRUPPO FERROVIE DELLO STATO ITALIANE			
	Progetto	Lotto	Codifica	
	IN17	12	EI2CLVI0604003	B

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	1624.1	3822.2	2653.0	7572.1
SLE Rara	861.3	2054.9	1789.8	5447.6
SLE Fessurazione	556.9	384.0	990.0	3172.3
SLE Quasi Perm.	313.2	218.3	435.8	1574.2

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_P8_DirX

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

CARATTERISTICHE DI RESISTENZA DEI MATERIALI IMPIEGATI

CALCESTRUZZO -	Classe:	C25/30	
	Resis. compr. di progetto fcd:	14.160	MPa
	Def.unit. max resistenza ec2:	0.0020	
	Def.unit. ultima ecu:	0.0035	
	Diagramma tensione-deformaz.:	Parabola-Rettangolo	
	Modulo Elastico Normale Ec:	31475.0	MPa
	Resis. media a trazione fctm:	2.560	MPa
	Coeff. Omogen. S.L.E.:	15.00	
	Coeff. Omogen. S.L.E.:	15.00	
	Sc limite S.L.E. comb. Frequenti:	137.50	daN/cm ²
	Ap.Fessure limite S.L.E. comb. Frequenti:	0.200	mm
	Sc limite S.L.E. comb. Q.Permanenti:	0.00	Mpa
	Ap.Fess.limite S.L.E. comb. Q.Perm.:	0.200	mm
ACCIAIO -	Tipo:	B450C	
	Resist. caratt. snervam. fyk:	450.00	MPa
	Resist. caratt. rottura ftk:	450.00	MPa
	Resist. snerv. di progetto fyd:	391.30	MPa

GENERAL CONTRACTOR  IRICAV2	ALTA SORVEGLIANZA  GRUPPO FERROVIE DELLO STATO ITALIANE			
	Progetto	Lotto	Codifica	
	IN17	12	EI2CLV10604003	B

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

CARATTERISTICHE DOMINIO CONGLOMERATO

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

DATI BARRE ISOLATE

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

CALCOLO DI RESISTENZA - SFORZI PER OGNI COMBINAZIONE ASSEGNATA

N	Sforzo normale [kN] applicato nel Baric. (+ se di compressione)		
Mx	Momento flettente [daNm] intorno all'asse X di riferimento delle coordinate con verso positivo se tale da comprimere il lembo sup. della sez.		
Vy	Componente del Taglio [kN] parallela all'asse Y di riferimento delle coordinate		
N°Comb.	N	Mx	Vy
1	0.00	-1624.10	0.00
2	0.00	2653.00	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 di riferimento (tra parentesi Mom.Fessurazione) con verso positivo se tale da comprimere il lembo superiore della sezione

GENERAL CONTRACTOR  IRICAV2	ALTA SORVEGLIANZA  ITALFERR GRUPPO FERROVIE DELLO STATO ITALIANE			
	Progetto IN17	Lotto 12	Codifica EI2CLV10604003	B

N°Comb.	N	Mx	My
1	0.00	-861.30	0.00
2	0.00	1789.80	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	-556.90 (-2923.61)	0.00 (0.00)
2	0.00	990.00 (2969.92)	0.00 (0.00)

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

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

N°Comb.	N	Mx	My
1	0.00	-313.20 (-2923.61)	0.00 (0.00)
2	0.00	435.80 (2969.92)	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)
Verifica positiva se tale rapporto risulta ≥ 1.000
As Tesa Area armature trave [cm²] in zona tesa. [Tra parentesi l'area minima ex (4.1.15)NTC]

N°Comb	Ver	N	Mx	N Res	Mx Res	Mis.Sic.	As Tesa
1	S	0.00	-1624.10	0.00	-2511.90	1.55	42.3(37.0)
2	S	0.00	2653.00	0.00	3861.46	1.46	42.3(37.0)

METODO AGLI STATI LIMITE ULTIMI - DEFORMAZIONI UNITARIE ALLO STATO ULTIMO

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

GENERAL CONTRACTOR



ALTA SORVEGLIANZA



Progetto	Lotto	Codifica	
IN17	12	EI2CLV10604003	B

N°Comb	ec max	x/d	Xc max	Yc max	es min	Xs min	Ys min	es max	Xs max	Ys max
1	0.00308	0.044	50.0	-125.0	0.00066	40.0	-116.7	-0.06750	40.0	117.1
2	0.00315	0.045	-50.0	125.0	0.00085	40.0	117.1	-0.06750	40.0	-116.7

POSIZIONE ASSE NEUTRO PER OGNI COMB. DI RESISTENZA

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

N°Comb	a	b	c	x/d	C.Rid.
1	0.000000000	-0.000291518	-0.033363294	0.044	0.700
2	0.000000000	0.000292323	-0.033385937	0.045	0.700

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

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

N°Comb	Ver	Sc max	Xc max	Yc max	Sf min	Xs min	Ys min	Ac eff.	As eff.
1	S	1.66	50.0	-125.0	-140.9	-40.0	117.1	1950	26.5
2	S	3.02	-50.0	125.0	-191.4	-40.0	-116.7	2730	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	1.07	50.0	-125.0	-91.1	-40.0	117.1	1950	26.5
2	S	1.67	-50.0	125.0	-105.9	-40.0	-116.7	2730	42.3

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

Comb.	Ver	e1	e2	k2	Ø	Cf	e sm - e cm	sr max	wk	Mx fess	My fess
1	S	-0.00047	0	0.500	26.0	66	0.00027 (0.00027)	549	0.150 (0.20)	-2923.61	0.00
2	S	-0.00055	0	0.500	23.4	70	0.00032 (0.00032)	495	0.157 (0.20)	2969.92	0.00

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

N°Comb	Ver	Sc max	Xc max	Yc max	Sf min	Xs min	Ys min	Ac eff.	As eff.
1	S	0.60	50.0	-125.0	-51.2	-40.0	117.1	1950	26.5
2	S	0.73	-50.0	125.0	-46.6	-40.0	-116.7	2730	42.3

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

Comb.	Ver	e1	e2	k2	Ø	Cf	e sm - e cm	sr max	wk	Mx fess	My fess
1	S	-0.00027	0	0.500	26.0	66	0.00015 (0.00015)	549	0.084 (990.00)	-2923.61	0.00
2	S	-0.00024	0	0.500	23.4	70	0.00014 (0.00014)	495	0.069 (990.00)	2969.92	0.00

GENERAL CONTRACTOR  IRICAV2	ALTA SORVEGLIANZA  ITALFERR GRUPPO FERROVIE DELLO STATO ITALIANE			
	Progetto IN17	Lotto 12	Codifica EI2CLVI0604003	B

Sezione per la verifica delle armature in direzione Y

DATI GENERALI SEZIONE GENERICA IN C.A.

NOME FILE SEZIONE: VI06_P8_DirY

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

CARATTERISTICHE DI RESISTENZA DEI MATERIALI IMPIEGATI

CALCESTRUZZO -	Classe:	C25/30	
	Resis. compr. di progetto fcd:	14.160	MPa
	Def.unit. max resistenza ec2:	0.0020	
	Def.unit. ultima ecu:	0.0035	
	Diagramma tensione-deformaz.:	Parabola-Rettangolo	
	Modulo Elastico Normale Ec:	31475.0	MPa
	Resis. media a trazione fctm:	2.560	MPa
	Coeff. Omogen. S.L.E.:	15.00	
	Coeff. Omogen. S.L.E.:	15.00	
	Sc limite S.L.E. comb. Frequenti:	137.50	daN/cm ²
	Ap.Fessure limite S.L.E. comb. Frequenti:	0.200	mm
	Sc limite S.L.E. comb. Q.Permanenti:	0.00	Mpa
	Ap.Fess.limite S.L.E. comb. Q.Perm.:	0.200	mm
ACCIAIO -	Tipo:	B450C	
	Resist. caratt. snervam. fyk:	450.00	MPa
	Resist. caratt. rottura ftk:	450.00	MPa
	Resist. snerv. di progetto fyd:	391.30	MPa
	Resist. ultima di progetto ftd:	391.30	MPa
	Deform. ultima di progetto Epu:	0.068	
	Modulo Elastico Ef	2000000	daN/cm ²
	Diagramma tensione-deformaz.:	Bilineare finito	
	Coeff. Aderenza istantaneo $\beta_1 \cdot \beta_2$:	1.00	
	Coeff. Aderenza differito $\beta_1 \cdot \beta_2$:	0.50	
Sf limite S.L.E. Comb. Rare:	337.50	MPa	

CARATTERISTICHE DOMINIO CONGLOMERATO

Forma del Dominio: Poligonale
Classe Conglomerato: C25/30

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

GENERAL CONTRACTOR		ALTA SORVEGLIANZA		
				
		Progetto	Lotto	Codifica
		IN17	12	EI2CLV10604003
				B

DATI BARRE ISOLATE

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

CALCOLO DI RESISTENZA - SFORZI PER OGNI COMBINAZIONE ASSEGNATA

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

N°Comb.	N	Mx	Vy
1	0.00	-3822.20	0.00
2	0.00	7572.10	0.00

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

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

N°Comb.	N	Mx	My
1	0.00	-2054.90	0.00
2	0.00	5447.60	0.00

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

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

GENERAL CONTRACTOR  IRICAV2	ALTA SORVEGLIANZA  GRUPPO FERROVIE DELLO STATO ITALIANE			
	Progetto IN17	Lotto 12	Codifica EI2CLV10604003	B

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

N°Comb.	N	Mx	My
1	0.00	-384.00 (-3115.63)	0.00 (0.00)
2	0.00	3172.30 (3253.80)	0.00 (0.00)

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

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

N°Comb.	N	Mx	My
1	0.00	-218.30 (-3115.63)	0.00 (0.00)
2	0.00	1574.20 (3253.80)	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)
Verifica positiva se tale rapporto risulta >=1.000
As Tesa Area armature trave [cm²] in zona tesa. [Tra parentesi l'area minima ex (4.1.15)NTC]

N°Comb	Ver	N	Mx	N Res	Mx Res	Mis.Sic.	As Tesa
1	S	0.00	-3822.20	0.00	-4037.42	1.06	58.0(37.0)
2	S	0.00	7572.10	0.00	7819.39	1.03	86.4(37.0)

METODO AGLI STATI LIMITE ULTIMI - DEFORMAZIONI UNITARIE ALLO STATO ULTIMO

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

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

POSIZIONE ASSE NEUTRO PER OGNI COMB. DI RESISTENZA

a, b, c Coeff. a, b, c nell'eq. dell'asse neutro $aX+bY+c=0$ nel rif. X,Y,O gen.

GENERAL CONTRACTOR  IRICAV2		ALTA SORVEGLIANZA  ITALFERR GRUPPO FERROVIE DELLO STATO ITALIANE			
		Progetto	Lotto	Codifica	
		IN17	12	EI2CLV10604003	B

x/d Rapp. di duttilità (travi e solette)[§ 4.1.2.1.2.1 NTC]: deve essere < 0.45
C.Rid. Coeff. di riduz. momenti per sola flessione in travi continue

N°Comb	a	b	c	x/d	C.Rid.
1	0.000000000	-0.000289690	-0.032824148	0.048	0.700
2	0.000000000	0.000197337	-0.021167105	0.073	0.700

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

Ver S = comb. verificata/ N = comb. non verificata
Sc max Massima tensione (positiva se di compressione) nel conglomerato [Mpa]
Xc max, Yc max Ascissa, Ordinata [cm] del punto corrisp. a Sc max (sistema rif. X,Y,O)
Sf min Minima tensione (negativa se di trazione) nell'acciaio [Mpa]
Xs min, Ys min Ascissa, Ordinata [cm] della barra corrisp. a Sf min (sistema rif. X,Y,O)
Ac eff. Area di calcestruzzo [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	2.96	50.0	-125.0	-215.2	-40.0	119.7	2000	42.3
2	S	6.76	-50.0	125.0	-296.5	-40.0	-119.5	2850	86.4

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	0.55	50.0	-125.0	-40.2	-40.0	119.7	2000	42.3
2	S	3.93	-50.0	125.0	-172.6	-40.0	-119.5	2850	86.4

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

Comb.	Ver	e1	e2	k2	Ø	Cf	e sm - e cm	sr max	wk	Mx fess	My fess
1	S	-0.00021	0	0.500	23.4	40	0.00012 (0.00012)	324	0.039 (0.20)	-3115.63	0.00
2	S	-0.00089	0	0.500	27.5	40	0.00056 (0.00052)	290	0.163 (0.20)	3253.80	0.00

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

N°Comb	Ver	Sc max	Xc max	Yc max	Sf min	Xs min	Ys min	Ac eff.	As eff.
1	S	0.31	50.0	-125.0	-22.9	-40.0	119.7	2000	42.3
2	S	1.95	-50.0	125.0	-85.7	-40.0	-119.5	2850	86.4

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

Comb.	Ver	e1	e2	k2	Ø	Cf	e sm - e cm	sr max	wk	Mx fess	My fess
1	S	-0.00012	0	0.500	23.4	40	0.00007 (0.00007)	324	0.022 (990.00)	-3115.63	0.00
2	S	-0.00044	0	0.500	27.5	40	0.00026 (0.00026)	290	0.075 (990.00)	3253.80	0.00

GENERAL CONTRACTOR  IRICAV2	ALTA SORVEGLIANZA  ITALFERR GRUPPO FERROVIE DELLO STATO ITALIANE			
	Progetto IN17	Lotto 12	Codifica EI2CLVI0604003	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 EI2CLVI0604003	B

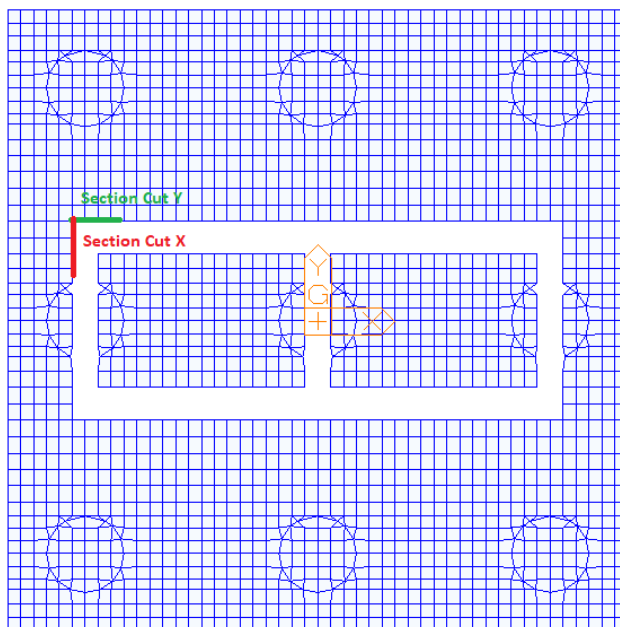


Figura 41 – Section cut considerate per la verifica a taglio

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

Di seguito viene esplicitata la verifica a taglio per la sezione più gravosa, sulla quale agisce un taglio massimo $V_{Ed,max} = 2965 \text{ kN/m}$.

Caratteristiche materiali

Cls

R_{ck}	30	N/mm^2	resistenza cubica caratteristica a compressione
f_{ck}	24.90	N/mm^2	resistenza cilindrica caratteristica a compressione
f_{cm}	32.90	N/mm^2	resistenza cilindrica media a compressione
f_{cd}	14.11	N/mm^2	resistenza cilindrica di progetto a compressione
f_{ctm}	2.56	N/mm^2	resistenza a trazione media
f_{ctm}	3.07	N/mm^2	resistenza a trazione media per fessurazione
E_{cm}	31447	N/mm^2	modulo elastico istantaneo (valore secante fra 0 e 0.4 fcm)
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  GRUPPO FERROVIE DELLO STATO ITALIANE			
	Progetto	Lotto	Codifica	
	IN17	12	EI2CLVI0604003	B

Calcoli preliminari

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

Elemento non armato a taglio

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

Elemento armato a taglio

α	1.571	rad	inclinazione delle staffe rispetto all'orizzontale
θ	0.384	rad	inclinazione delle bielle compresse rispetto all'asse della trave
f'_{cd}	7.055	N/mm ²	resistenza a compressione ridotta del cls d'anima
α_c	1.000		coefficiente maggiorativo per compressione
N_{Rd}	35275	KN	sforzo normale di compressione ultimo
$ctg\alpha$	0.00		
$ctg\theta$	2.48		
V_{Rsd}	3493.2	KN	taglio resistente relativo alle armature tese
V_{Rcd}	5326.8	KN	taglio resistente relativo alle bielle compresse
V_{Rd}	3493.2	KN	taglio resistente di calcolo
V_{Ed}	2965	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 EI2CLVI0604003	B

11.5.4 Verifica a taglio-punzonamento

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

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

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

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

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

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

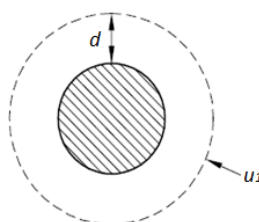
$$v_{Ed} \leq v_{Rd,cs}$$

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

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

Dove:

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



GENERAL CONTRACTOR  IRICAV2	ALTA SORVEGLIANZA  GRUPPO FERROVIE DELLO STATO ITALIANE			
	Progetto IN17	Lotto 12	Codifica EI2CLVI0604003	B

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

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

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

Dove:

- $k = 1 + \sqrt{\frac{200}{d}} \leq 2.0$
- $\rho_l = \sqrt{\rho_{ly} \cdot \rho_{lz}} \leq 0.02$, dove ρ_{ly} e ρ_{lz} sono riferiti all'acciaio teso aderente rispettivamente nelle direzioni y e z.
- $\sigma_{cp} = 0$
- $C_{Rd,c} = 0.18/\gamma_c$
- $k_1 = 1$
- $v_{min} = 0.035 k^2 \sqrt{f_{ck}}$

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

$$v_{Rd,cs} = 0,75 v_{Rd,c} + 1,5 (d/s_r) A_{sw} f_{ywd,ef} (1/(u_1 d)) \sin \alpha$$

Dove:

- A_{sw} è l'area di armatura a taglio- punzonamento situata su di un perimetro intorno al pilastro;
- s_r è il passo dei perimetri dell'armatura a taglio-punzonamento;
- $f_{ywd,ef}$ è la resistenza di progetto efficace dell'armatura a taglio-punzonamento, secondo la relazione $f_{ywd,ef} = 250 + 0.25d \leq f_{ywd}$;
- α è l'angolo compreso fra l'armatura a taglio e il piano della piastra (pari a 90° nel caso di armatura verticale).

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

GENERAL CONTRACTOR  IRICAV2	ALTA SORVEGLIANZA  GRUPPO FERROVIE DELLO STATO ITALIANE			
	Progetto IN17	Lotto 12	Codifica EI2CLVI0604003	B

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

Dove:

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

La verifica è stata condotta in corrispondenza del palo d'angolo più sollecitato (palo 1), per lo sforzo assiale massimo della combinazione SLV - Treno 1 – Sisma X prevalente: $V_{Ed} = 9187$ 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	250	cm	Altezza plinto
d	242	cm	Altezza utile
β	1		Coeff. che tiene conto eccentricità del carico

u_1	809.76	cm	Perimetro di verifica di base
u_0	471.24	cm	Perimetro dell'area caricata
k	1.29		Coefficiente
ρ_l	0.0013		Percentuale di armatura tesa

Peso del plinto

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

GENERAL CONTRACTOR  IRICAV2		ALTA SORVEGLIANZA  GRUPPO FERROVIE DELLO STATO ITALIANE		
		Progetto IN17	Lotto 12	Codifica EI2CLVI0604003
				B

Peso del rinterro

γ_{terr}	19	kN/m ³	Peso specifico terreno
h_{rint}	1.6	m	Altezza rinterro
A	19.12	m ²	Area di verifica in corrispondenza dell'estradosso del plinto
ΔV_{sd}	581.2	kN	Riduzione di taglio dovuta al peso del rinterro

Tensione massima di taglio

V_{ed}	9187	kN	Reazione agli SLU
V_{ed}	7951	kN	Taglio applicato (ridotto del peso proprio e del rinterro)
V_{ed}	982	kN/m	Taglio applicato per unità di lunghezza
V_{ed}	0.41	N/mm ²	Tensione di taglio agente

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

V_{ed}	0.70	N/mm ²	Tensione di taglio a rifosso del palo
V_{rdmax}	3.83	N/mm ²	Tensione resistente massima
Verifica	ok		
FS	5.48		

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

$V_{Rd,c}$	0.26	N/mm ²	Tensione resistente senza armatura a taglio
V_{min}	0.26	N/mm ²	
V_{Rd}	617.69	kN/m	Taglio resistente per unità di lunghezza
Verifica	no		
FS	0.63		

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	6.04		

$A_{sw\ min}$	1184.9	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	EI2CLVI0604003
				B

CAVALLOTTI

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

s_r	1500	mm	<i>Passo radiale dei perimetri dell'armatura a taglio-punzonamento</i>
d/s_r	1.61		

$A_{sw\ min}$	4443.4	mm ²	<i>Area di armatura minima a taglio-punzonamento di uno strato (se sono presenti solo i cavallotti)</i>
---------------	--------	-----------------	---

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

$V_{Rd,cs}$	0.60	N/mm ²	<i>Valore di progetto del taglio-punzonamento resistente</i>
V_{Ed}	0.41	N/mm ²	<i>Tensione di taglio-punzonamento agente</i>
Verifica	ok		
FS	1.47		

GENERAL CONTRACTOR  IRICAV2	ALTA SORVEGLIANZA  ITALFERR GRUPPO FERROVIE DELLO STATO ITALIANE			
	Progetto IN17	Lotto 12	Codifica EI2CLVI0604003	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.