

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 MONTEBELLO VICENTINO DAL km 33+463,75 AL km 33+722,75

PILE

Relazione di calcolo pile e plinto – Pile P1 e P2

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

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

	VISTO CONSORZIO IRICAV DUE	
	Firma	Data
	Ing. Alberto LEVORATO 	

Progettazione:

Rev.	Descrizione	Redatto	Data	verificato	Data	Approvato	Data	IL PROGETTISTA
A	EMISSIONE	E.d.in	Apr.2021	M. Proietti	Apr.2021	G. Grimaldi	Apr.2021	
B	EMISSIONE A SEGUITO RDV IN1710E09ISV12100001A	E.d.in	Lug.2022	M. Proietti	Lug.2022	G. Grimaldi	Lug.2022	

CIG. 8377957CD1

CUP: J41E91000000009

File: IN1712EI2CLVI2104001B

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>EI2CLVI2104001</p>	<p>B</p>

GENERAL CONTRACTOR  IRICAV2	ALTA SORVEGLIANZA  ITALFERR GRUPPO FERROVIE DELLO STATO ITALIANE			
	Progetto IN17	Lotto 12	Codifica EI2CLVI2104001	B

INDICE

1. PREMESSA	3
2. NORMATIVA E DOCUMENTI DI RIFERIMENTO.....	4
2.1 Normative.....	4
2.2 Elaborati di riferimento	4
3. MATERIALI	5
3.1 Calcestruzzo per fusto pila e pulvino.....	5
3.2 Calcestruzzo per fondazione.....	5
3.3 Acciaio per barre di armature	6
3.4 Stati limite.....	7
3.4.1 <i>Stati limite ultimi</i>	7
3.4.2 <i>Stati limite d'esercizio</i>	7
4. CARATTERIZZAZIONE GEOTECNICA.....	10
5. DESCRIZIONE DELL'OPERA	10
5.1 Modelli di analisi e verifica.....	14
5.2 Sistemi di riferimento ed unità di misura	14
6. ANALISI DEI CARICHI.....	15
6.1 Permanenti strutturali e non (G1 e G2)	15
6.2 Carichi da traffico verticali (Q1)	17
6.3 Effetti dinamici.....	19
6.4 Disposizione treni di carico.....	19
6.5 Carichi da traffico orizzontali	23
6.5.1 <i>Forza centrifuga (Q4)</i>	23
6.5.2 <i>Serpeggio</i>	25
6.5.3 <i>Frenatura ed avviamento (Q3)</i>	26
6.5.4 <i>Forza d'attrito (Q8)</i>	28
6.6 Azione del Vento (Q5).....	29
6.7 Azione termica (Q7)	39
6.8 Azione Sismica (E).....	40
6.8.1 <i>Inquadramento Sismico</i>	40
6.8.2 <i>Definizione della domanda sismica</i>	41
6.8.3 <i>Calcolo dell'azione Sismica</i>	46
6.8.4 <i>Check analisi statica</i>	47
6.8.5 <i>Analisi statica equivalente</i>	48

GENERAL CONTRACTOR  IRICAV2	ALTA SORVEGLIANZA  ITALFERR GRUPPO FERROVIE DELLO STATO ITALIANE			
	Progetto IN17	Lotto 12	Codifica EI2CLVI2104001	B

7. CONDIZIONI ELEMENTARI E COMBINAZIONI DI CARICO	50
7.1 Caratteristiche di sollecitazioni	55
7.1.1 <i>Combinazioni Estradosso Pulvino – configurazione treni 1,2 e 3</i>	55
7.1.2 <i>Combinazioni Estradosso Plinto – configurazione 1,2 e 3</i>	58
7.1.3 <i>Combinazioni Intradosso Plinto – configurazione 1,2 e 3</i>	61
8. VERIFICHE STRUTTURALI	65
9. FUSTO PILA	65
9.1 Modello locale per ritiro differenziale	66
9.2 Verifica a presso flessione	66
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>	105
11.5.3 <i>Verifica a taglio</i>	116
11.5.4 <i>Verifica a taglio-punzonamento</i>	119
12. VALUTAZIONE DELLA ACCETTABILITÀ DEI RISULTATI OTTENUTI (RIF.PAR.10.2 DM 14/01/2008)	123

GENERAL CONTRACTOR  IRICAV2	ALTA SORVEGLIANZA  ITALFERR GRUPPO FERROVIE DELLO STATO ITALIANE			
	Progetto IN17	Lotto 12	Codifica EI2CLVI2104001	B

1. Premessa

Oggetto della presente relazione è il dimensionamento degli elementi in elevazione del *Viadotto Montebello Vicentino – VI21*, che si inserisce nell’ambito della progettazione esecutiva del collegamento ferroviario della linea AV/AC Verona-Padova.

Tale relazione si ritiene valida per tutte le pile del viadotto di altezza 8m, con fondazione 16.5m x 12m x 2.5m su 12pali, con altezza del terreno di ricoprimento di 2.5m e sulle quali afferisce un impalcato in c.a.p. di L=25.0m e un impalcato in misto a quattro travi di L=40.0m (P01-P02). Si prende a riferimento la pila P01.

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

GENERAL CONTRACTOR  IRICAV2	ALTA SORVEGLIANZA  ITALFERR GRUPPO FERROVIE DELLO STATO ITALIANE			
	Progetto IN17	Lotto 12	Codifica EI2CLVI2104001	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
- IN1712EI2CLVI2100001, Relazione interazione treno binario struttura
- IN1712EI2CLVI2104008, Relazione di calcolo pulvini, baggioli e ritegni
- IN1712EI2RBVI2100001, Relazione geotecnica

GENERAL CONTRACTOR  IRICAV2	ALTA SORVEGLIANZA  ITALFERR GRUPPO FERROVIE DELLO STATO ITALIANE			
	Progetto IN17	Lotto 12	Codifica EI2CLV12104001	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
fctm = 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  GRUPPO FERROVIE DELLO STATO ITALIANE			
	Progetto IN17	Lotto 12	Codifica EI2CLVI2104001	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 EI2CLV12104001	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 EI2CLV12104001	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 EI2CLVI2104001	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 EI2CLVI2104001	B

4. Caratterizzazione geotecnica

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

5. Descrizione dell'opera

Il *Viadotto Montebello Vicentino – VI21*, a doppio binario con intervallata 4.2m, si estende dal km 33+463,75 al km 33+722.75 della *Tratta Verona-Padova* per uno sviluppo complessivo di 259m ed è costituito da 10 campate isostatiche, di cui:

- la prima campata è realizzata con tipologia mista acciaio-calcestruzzo, a quattro travi, e ha luce L= 40.0m
- la terza e la quinta campata sono realizzate con la tipologia a travi incorporate, con luce L= 22.0m
- le restanti campate sono costituite da quattro cassoncini in c.a.p. e luce L=25.0m

Le pile, in c.a., presentano un fusto a sezione rettangolare smussata cava costante su tutta l'altezza di dimensioni esterne pari a 3,60m x 9,40m.

Il pulvino presenta un'altezza variabile a seconda se appartenete alle pile di transizione o alle pile tipologiche, con dimensioni esterne medesime alla pila e pieno. Su esso sono disposti gli apparecchi di appoggio dell'impalcato secondo gli schemi sotto riportati.

I plinti presentano una pianta rettangolare di dimensioni variabili in relazione alla tipologia di impalcato che afferisce alla pila. In particolare, in questa relazione sono analizzati i plinti di dimensioni pari a 16.50 x 12.0m e di spessore 2.5m. Le fondazioni previste sono su pali (12 pali Φ 1500).

GENERAL CONTRACTOR



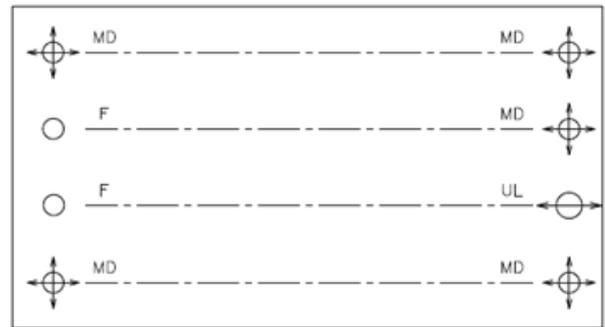
ALTA SORVEGLIANZA



	Progetto	Lotto	Codifica	
	IN17	12	EI2CLVI2104001	B



(Impalcato misto)



(Impalcato c.a.p.)

Figura 1 - Schema appoggi

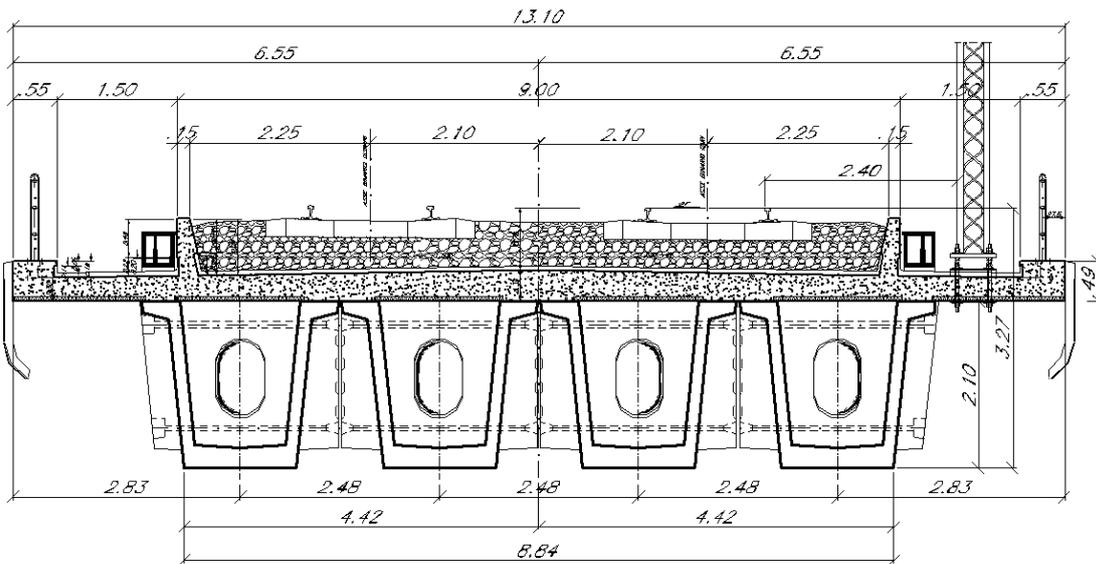


Figura 2 - Sezione impalcato c.a.p.

GENERAL CONTRACTOR



ALTA SORVEGLIANZA



Progetto

IN17

Lotto

12

Codifica

EI2CLVI2104001

B

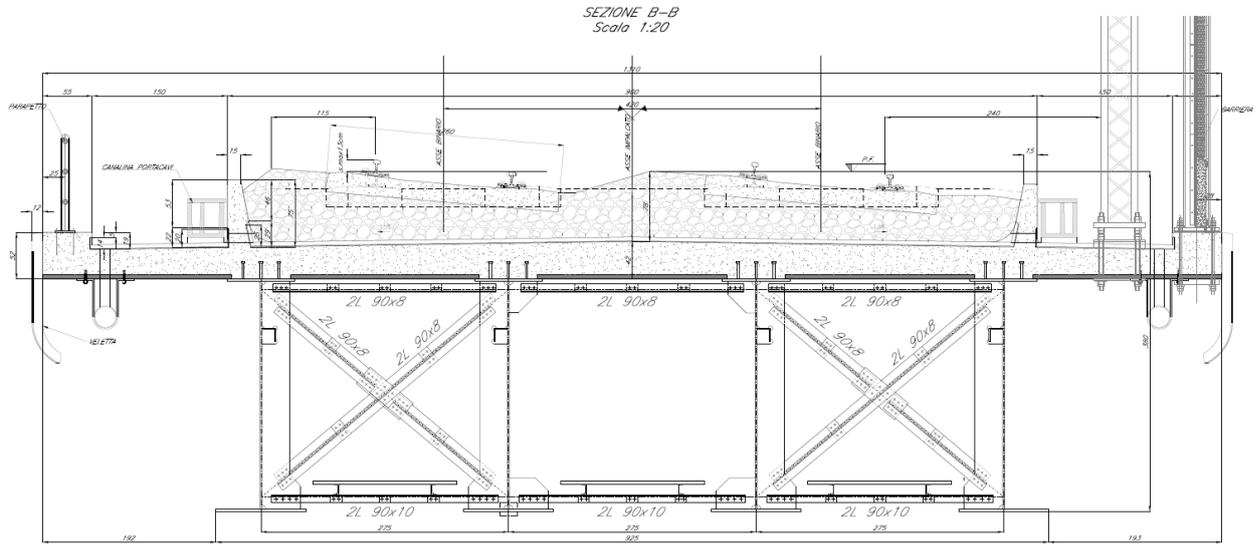


Figura 3 - Sezione impalcato misto

	Progetto IN17	Lotto 12	Codifica EI2CLVI2104001	B
--	------------------	-------------	----------------------------	---

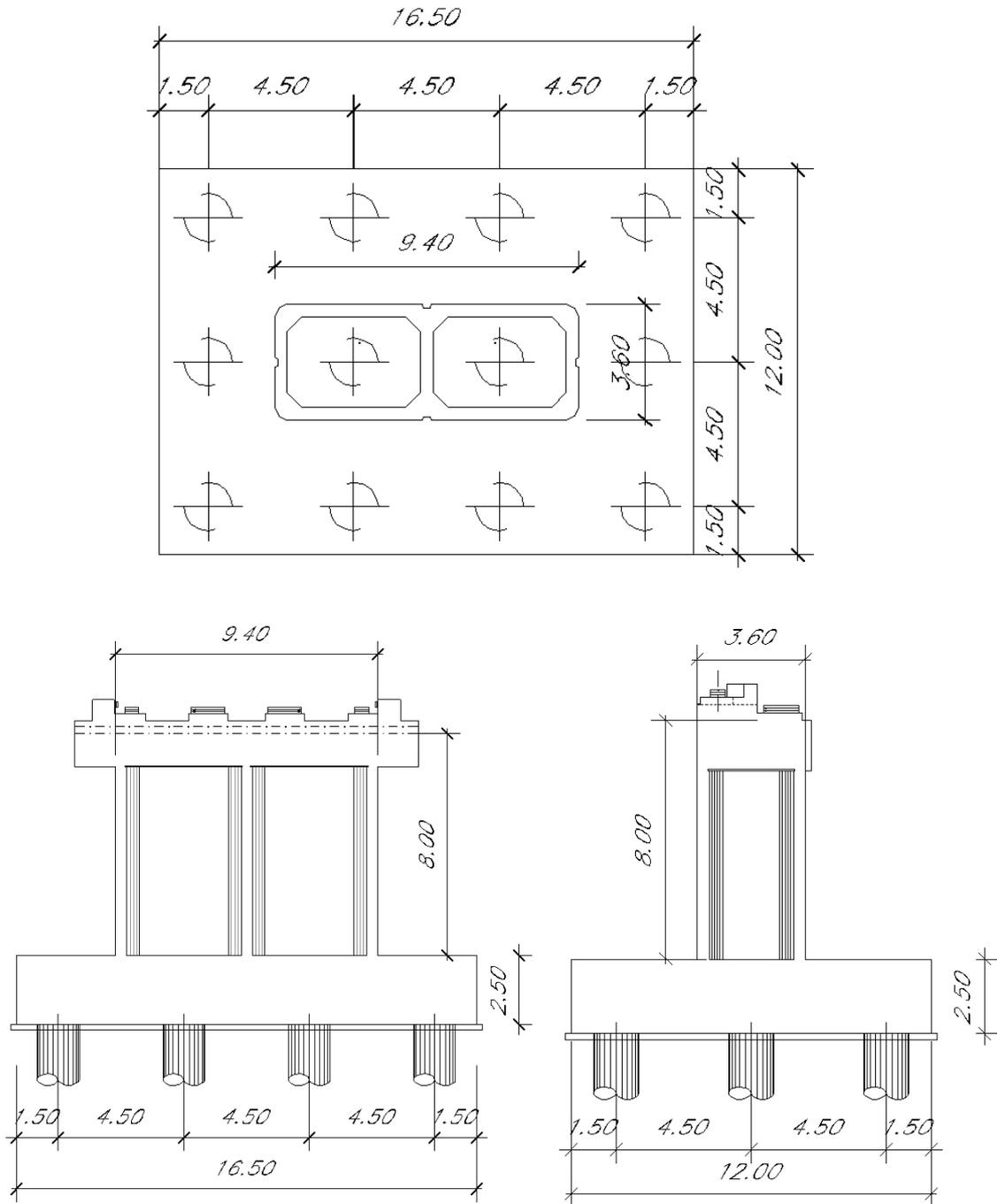


Figura 4 - Pianta e sezioni pila

GENERAL CONTRACTOR  IRICAV2	ALTA SORVEGLIANZA  ITALFERR GRUPPO FERROVIE DELLO STATO ITALIANE			
	Progetto IN17	Lotto 12	Codifica EI2CLVI2104001	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  GRUPPO FERROVIE DELLO STATO ITALIANE			
	Progetto IN17	Lotto 12	Codifica EI2CLVI2104001	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	220	km/h	
raggio di curvatura	R	2500	m	
numero di binari		doppio		

IMPALCATO		SX		DX	
altezza cassoncino sezione in appoggio	h_1	2.10	m	2.60	m
altezza cassoncino sezione in mezzeria	h_2	2.10	m	2.60	m
spessore soletta	s	0.35	m	0.38	m
estradosso impalcato sull'appoggio	H_1	2.45	m	2.98	m
altezza totale impalcato in mezzeria	H_2	2.45		2.98	m
spessore ballast	h_b	0.80	m	0.80	m
altezza PF da estradosso trave	h_{PF}	1.20	m	1.20	m
lunghezza travata	L	25.00	m	40.00	m
luce appoggi travata	L_a	22.80	m	38.00	m
larghezza totale impalcato	B	13.10	m	13.10	m
peso permanente strutturale	G_1	6275	kN	6961	kN
peso permanenti non struttrutturali	G_2	5150	kN	7968	kN

Altezze dal intradosso del cassoncino					
baricentro sezione cassone+soletta	Gb1	1.600	m	2.451	m
baricentro del ballast	Gb2	2.850	m	3.380	m
altezza al piano del ferro	H	3.30	m	3.80	m
baricentro treno	Gb3	5.10	m	5.60	m

GENERAL CONTRACTOR  IRICAV2	ALTA SORVEGLIANZA  ITALFERR GRUPPO FERROVIE DELLO STATO ITALIANE			
	Progetto IN17	Lotto 12	Codifica E12CLV12104001	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.

Come altezza della pila è stata cautelativamente considerata la massima tra l'altezza di destra e di sinistra del pulvino di transizione.

PILA			
altezza pila (estradosso fond-estradosso pulvino)	Hp	8.50	m
tipologia di sezione		rettangolare	
larghezza trasversale pila	b	9.40	m
larghezza longitudinale pila	d	3.60	m
raggio angolo esterno	r	0.40	m
area della sezione	A	11.45	m ²
inerzia sezione direzione trasversale	I11	103.81	m ⁴
inerzia sezione direzione longitudinale	I22	22.26	m ⁴
modulo elastico cls pila	Ec	33346	MPa
eventuale abbattimento del modulo	%	50	
modulo di calcolo	E	16673	MPa
calcestruzzo	fck	32	MPa
massa pila	mp	2004	kN

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

GENERAL CONTRACTOR  IRICAV2	ALTA SORVEGLIANZA  GRUPPO FERROVIE DELLO STATO ITALIANE			
	Progetto	Lotto	Codifica	
	IN17	12	EI2CLVI2104001	B

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

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

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

	N [kN]	M _{long} [kN m]
scarichi estradosso Pila - G1	6618	377
scarichi estradosso Pila - G2	6559	1550
scarichi estradosso Fondazione - G1	9891	377
scarichi estradosso Fondazione - G2	6559	1550
scarichi intradosso Fondazione - G1	30075	377
scarichi intradosso Fondazione - G2	6559	1550

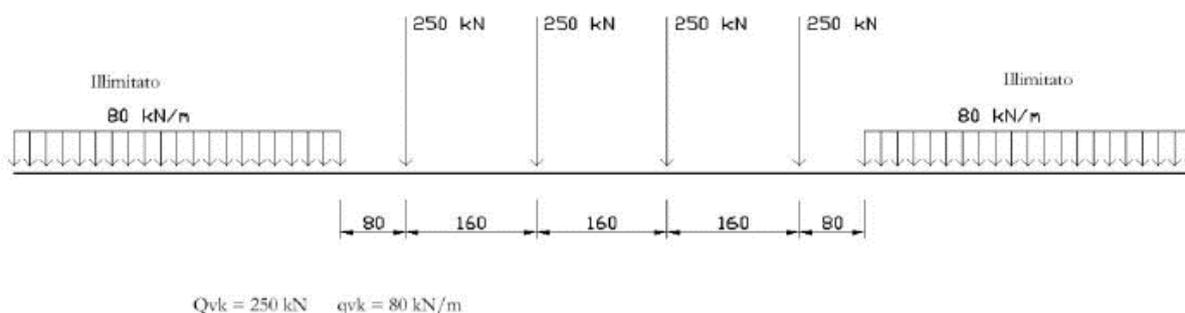
Lo scarico G1 a intradosso fondazione tiene conto del peso del plinto di fondazione e del peso del terreno di ricoprimento al di sopra di esso, di spessore pari a 2.5 m.

6.2 Carichi da traffico verticali (Q1)

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

➤ *Modello di carico LM71*

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



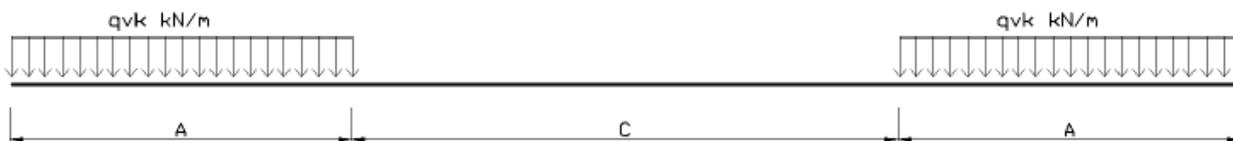
Carichi concentrati: quattro assi da 250 kN disposti ad interasse di 1,60 m;

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

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

➤ *Modello di carico SW/2*

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



SW/0

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

GENERAL CONTRACTOR  IRICAV2	ALTA SORVEGLIANZA  ITALFERR GRUPPO FERROVIE DELLO STATO ITALIANE			
	Progetto IN17	Lotto 12	Codifica EI2CLVI2104001	B

SW/2

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

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

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

6.3 Effetti dinamici

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

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

6.4 Disposizione treni di carico

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

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

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

	N [kN]	M _{long} [kN/m]	M _{trasv} [kN/m]
COMBO N	7834	656	2088
COMBO ML	5305	4141	1451
COMBO MT	4228	535	9301

Si riportano i medesimi schemi graficamente per un caso rappresentativo:

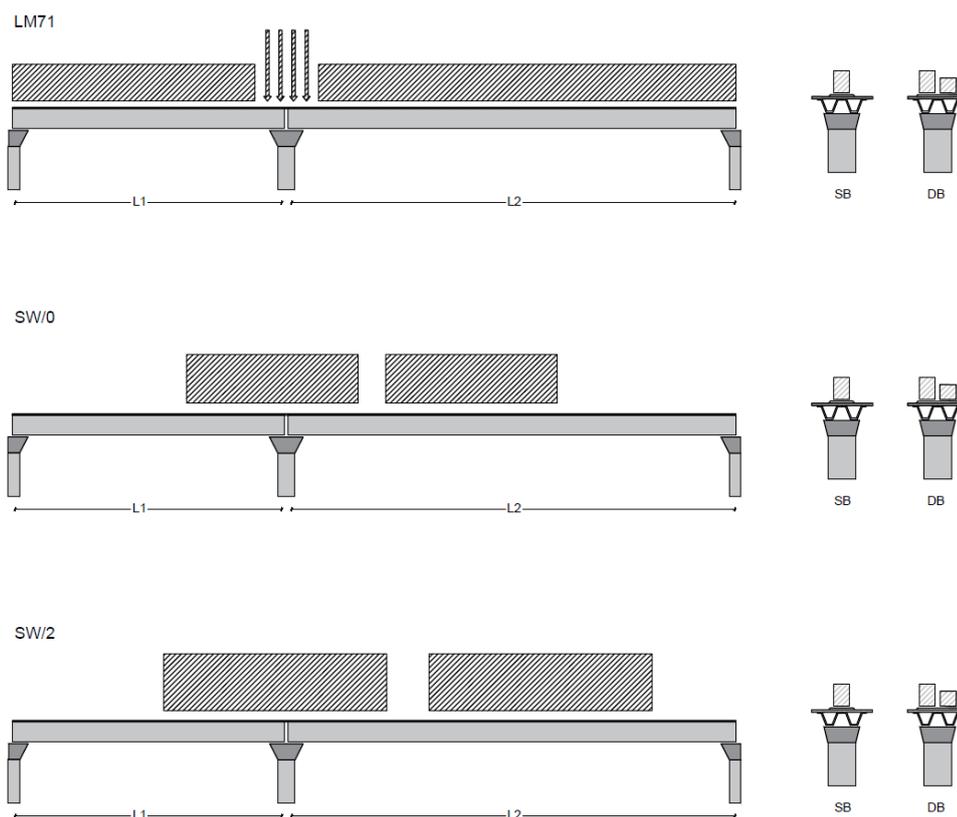


Figura 5- Posizione treni di carico - massimo sforzo assiale

	Progetto IN17	Lotto 12	Codifica EI2CLVI2104001	B
--	------------------	-------------	----------------------------	---

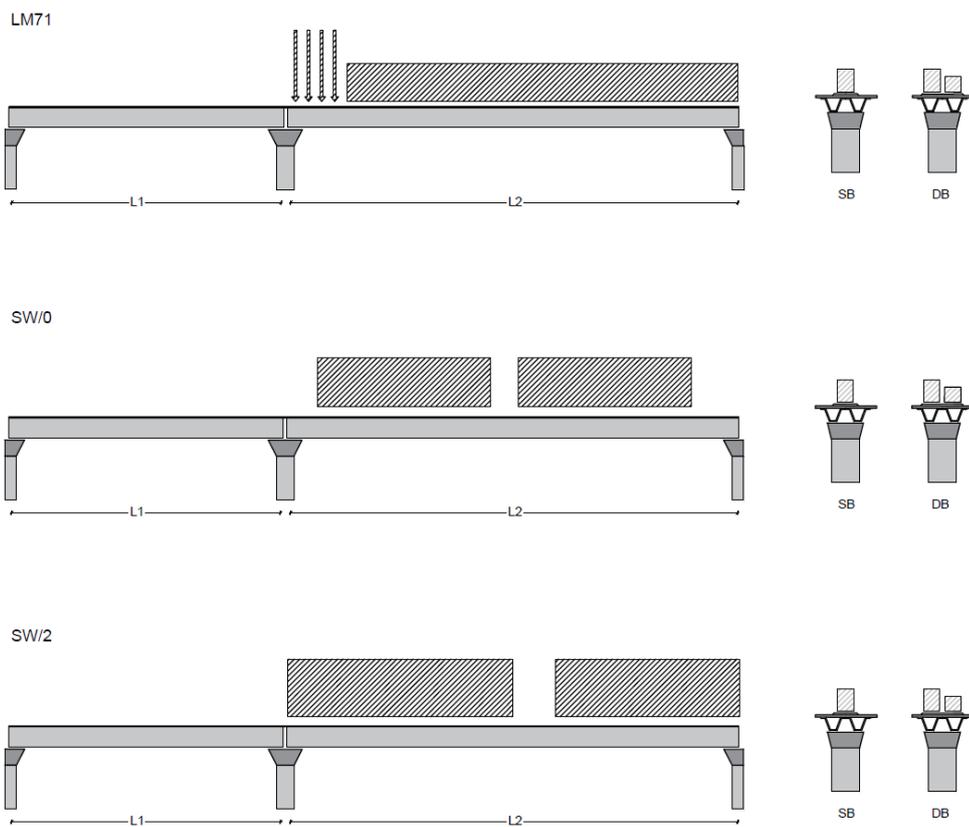


Figura 6- Posizione treni di carico – massimo momento longitudinale

	Progetto IN17	Lotto 12	Codifica EI2CLVI2104001	B
--	------------------	-------------	----------------------------	---

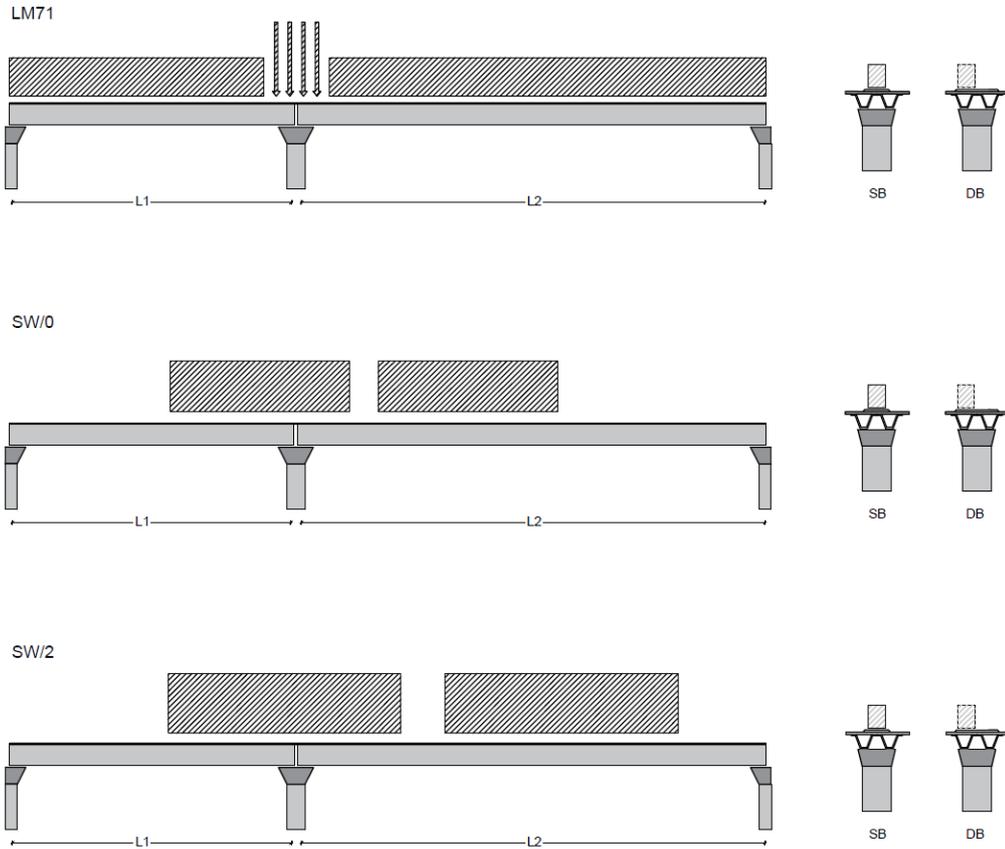


Figura 7- Posizione treni di carico – massimo momento trasversale

GENERAL CONTRACTOR  IRICAV2	ALTA SORVEGLIANZA  GRUPPO FERROVIE DELLO STATO ITALIANE			
	Progetto IN17	Lotto 12	Codifica EI2CLVI2104001	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	2500	m
velocità massima compatibile con il tracciato della linea	V _{max}	220	km/h
		SX	
lunghezza di influenza della parte curva del binario	L _f	22.8	m
fattore di riduzione funzione della L _f e della V	f	0.65	

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

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

La forza centrifuga non deve essere incrementata dei coefficienti dinamici.

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 12.5 kN x asse

valore caratteristico della forza centrifuga

qtk 4.0 kN/m

LM71 caso b

velocità massima compatibile con il tracciato della linea

Vmax 220

fattore di riduzione funzione della Lf e della V

f 0.65

coefficiente di adattamento

a 1.0

valore caratteristico dei carichi verticali

Qvk 250.0 kN x asse

valore caratteristico dei carichi verticali

qvk 80.0 kN/m

valore caratteristico della forza centrifuga

Qtk 24.7 kN x asse

valore caratteristico della forza centrifuga

qtk 7.9 kN/m

GENERAL CONTRACTOR  IRICAV2	ALTA SORVEGLIANZA  GRUPPO FERROVIE DELLO STATO ITALIANE			
	Progetto IN17	Lotto 12	Codifica EI2CLVI2104001	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}	4.72	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	49.9	4.0	49.9	4.0	154	937
Fcen_LM/71_2	98.9	7.9	92.2	7.4	284	1728
Fcen_SW/2_1	0.0	4.7	0.0	4.7	137	833

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 EI2CLV12104001	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		2.98	m
armamento		0.8	m
incremento altezza rotaia + alta		0.1	m
valore caratteristico della Forza	Fsk	210	kN
valore caratteristico Momento Tra	Msk	919.8	kN/m

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

6.5.3 Frenatura ed avviamento (Q3)

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

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

I valori caratteristici dell'azione di frenatura e di avviamento devono essere moltiplicati per α e non devono essere moltiplicati per Φ . Nel caso di ponti a doppio binario si devono considerare due treni in transito in versi opposti, uno in fase di avviamento e l'altro in fase di frenatura.

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.



Progetto

Lotto

Codifica

IN17

12

EI2CLV12104001

B

numero di binari

doppio

combinazione treni

LM/71 + SW/2

posizionamento vincoli fissi

caso peggiore

estradosso pulvino sommità binario

H

0.5

m

lunghezza del binario

L

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****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

GENERAL CONTRACTOR  IRICAV2	ALTA SORVEGLIANZA  ITALFERR GRUPPO FERROVIE DELLO STATO ITALIANE			
	Progetto IN17	Lotto 12	Codifica EI2CLVI2104001	B

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

altezza baggioli e apparecchi d'appoggio	h	0.5	m
lunghezza del binario	L	40	m
reazione verticale massima associata ai carichi permanenti	Vg1	6618	kN
reazione verticale massima associata ai carichi permanenti	Vg2	6559	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	514.2	kN
momento longitudinale in testa pila	M	257.1	kN/m

GENERAL CONTRACTOR  IRICAV2	ALTA SORVEGLIANZA  ITALFERR GRUPPO FERROVIE DELLO STATO ITALIANE			
	Progetto IN17	Lotto 12	Codifica EI2CLV12104001	B

6.6 Azione del Vento (Q5)

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

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

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

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

dove:

v_b indica la velocità di base del vento

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

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

ρ indica la densità dell'aria

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

	Progetto IN17	Lotto 12	Codifica EI2CLVI2104001	B
--	------------------	-------------	----------------------------	---

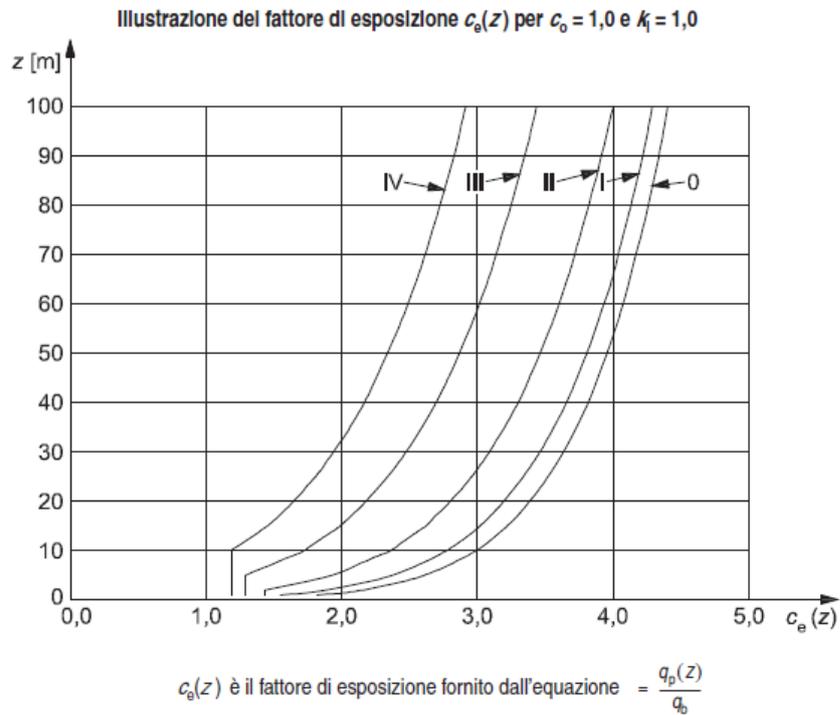


Figura 8 -fattore di esposizione - Eurocodice 1991-1-4

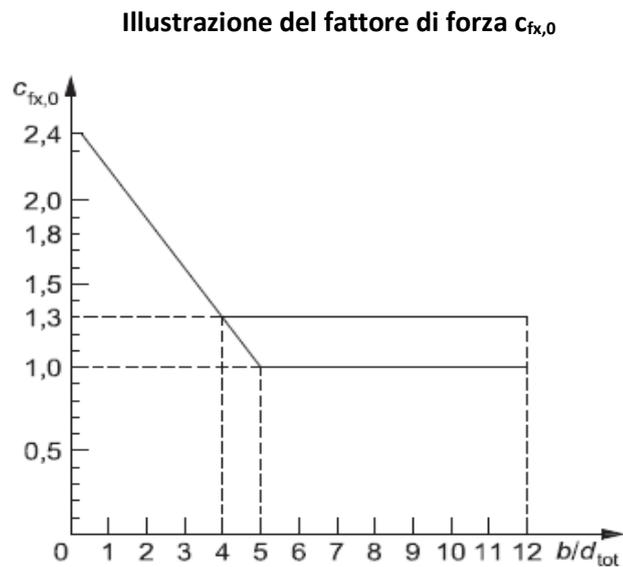


Figura 9 - Fattore di forza trasversale - Eurocodice 1991-1-4

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

dove:

$c_{f,x,0}$ 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

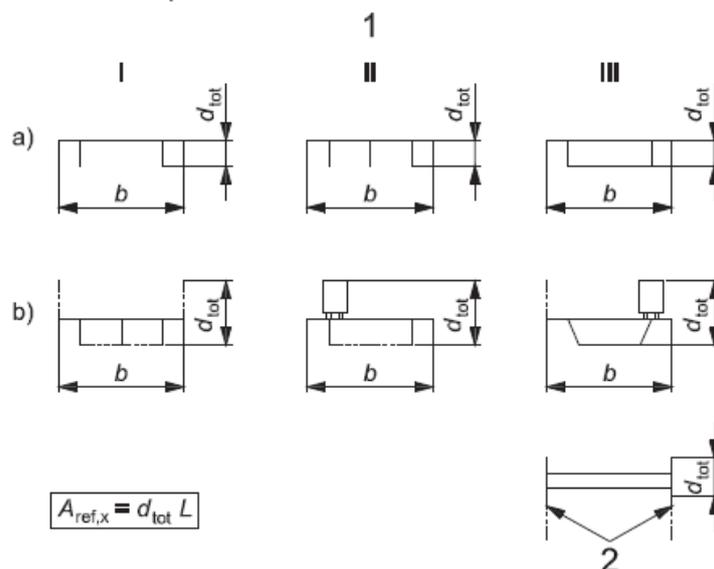


Figura 10 - Area effettiva - Eurocodice 1991-1-4

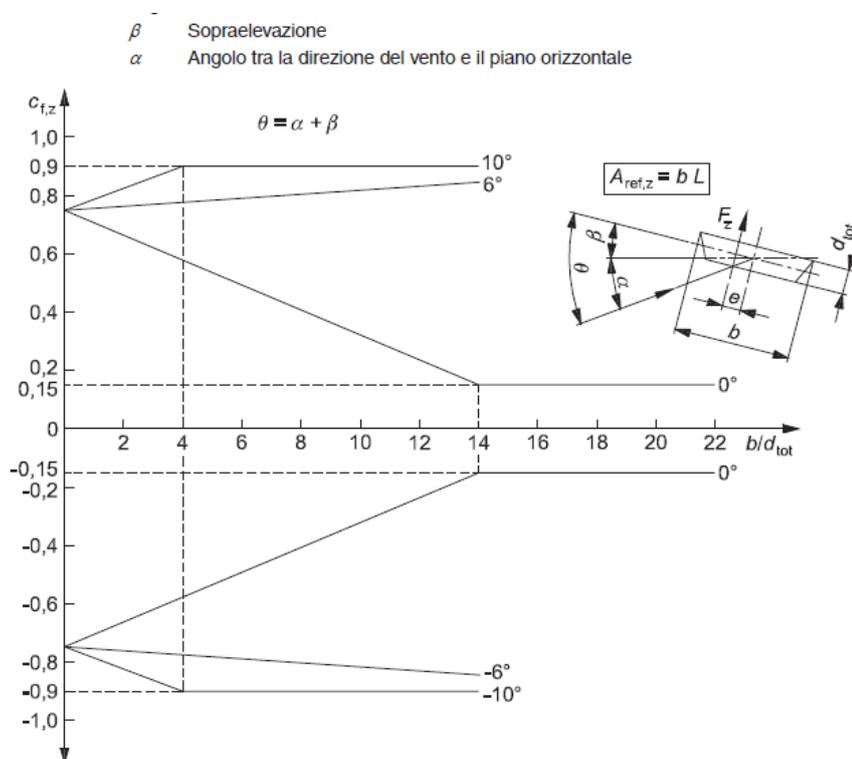


Figura 11 - coefficiente di forza verticale - Eurocodice 1991-1-4

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

EI2CLVI2104001

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

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

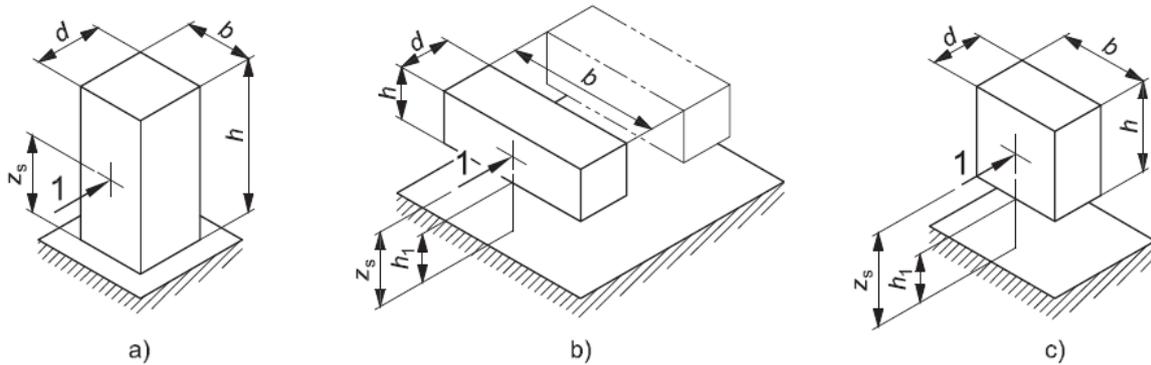


Figura 12 - Altezza di riferimento - Eurocodice 1991-1-4

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  IRICAV2	ALTA SORVEGLIANZA  GRUPPO FERROVIE DELLO STATO ITALIANE			
	Progetto IN17	Lotto 12	Codifica EI2CLVI2104001	B

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

6.6.1.1 Impalcato

ponte carico			
altezza pila	z1	8.50	m
altezza baggioli e app. d'appoggio	z2	0.50	m
altezza all'intradosso	zint	9	m
altezza di riferimento	z	12.8	m
coefficiente di topografia	ct	1	
coefficiente di esposizione	ce	2.51	
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	1104.1	n/m ²
larghezza impalcato	d	13.1	m
altezza impalcato+soletta	z3	2.78	m
armamento	z4	0.80	m
altezza treno	z5a	4	m
altezza barriere	z5b	4	m
altezza di impatto treno o barriere	htot	7.58	m
	d/h	1.73	
coefficiente di forza trasversale	cfx	1.92	
coefficiente di forza trasversale	cfz	0.9	

GENERAL CONTRACTOR  IRICAV2	ALTA SORVEGLIANZA  GRUPPO FERROVIE DELLO STATO ITALIANE			
	Progetto IN17	Lotto 12	Codifica EI2CLVI2104001	B

forza trasversale	fx	18.9	kN/m
forza equivalente in testa pila	Fx	615.6	kN
momento trasv equivalente in testa pila	Mx	2639.6	kN/m
forza verticale	fz	32.8	kN/m
forza equivalente in testa pila	Fz	1064.4	kN
momento trasv equivalente in testa pila	Mx	3485.8	kN/m

ponte scarico			
altezza di impatto treno o barriere	htot	6.78	m
rapporto geometrico	d/h	1.93	
coefficiente di forza trasversale	cfx	1.87	
coefficiente di forza trasversale	cfz	0.90	
forza trasversale	fx	16.9	kN/m
forza equivalente in testa pila	Fx	550.6	kN
momento trasv equivalente in testa pila	Mx	2140.6	kN/m
forza verticale	fz	32.8	kN/m
forza equivalente in testa pila	Fz	1064.4	kN
momento trasv equivalente in testa pila	Mx	3485.8	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

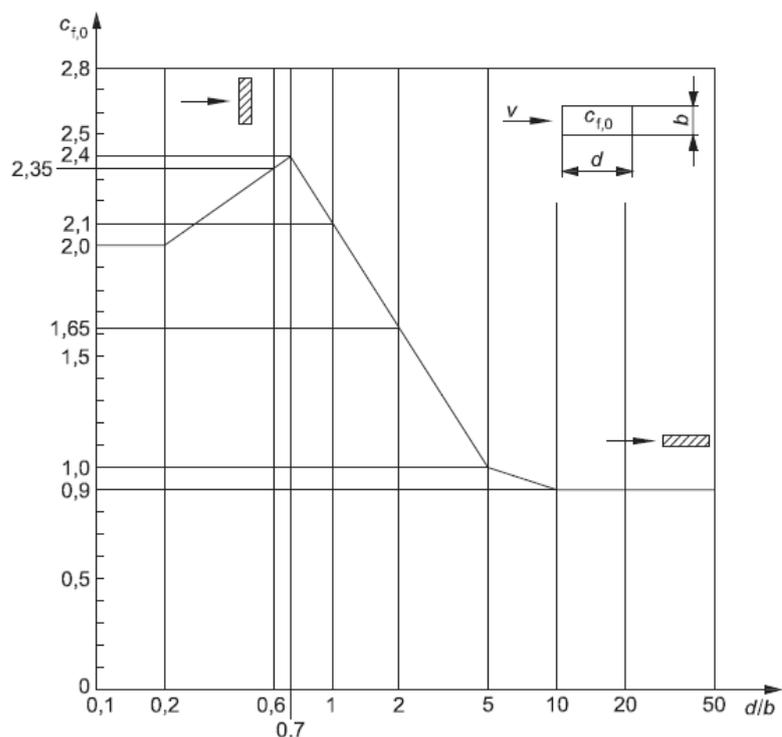


Figura 13 - Correlazione tra dimensioni in sezione dell'elemento e il coefficiente di forma $c_{f,0}$ (figura 7.23 EC1-4)

Fattore di riduzione ψ_r per sezioni quadrate con spigoli arrotondati

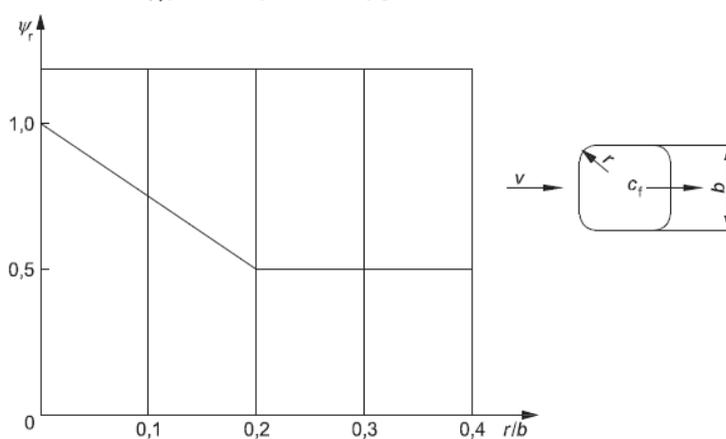


Figura 14 - correlazione tra il raggio di arrotondamento dello spigolo e il fattore riduttivo ψ_r (figura 7.24 EC1-4)



	Progetto	Lotto	Codifica	
	IN17	12	EI2CLVI2104001	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

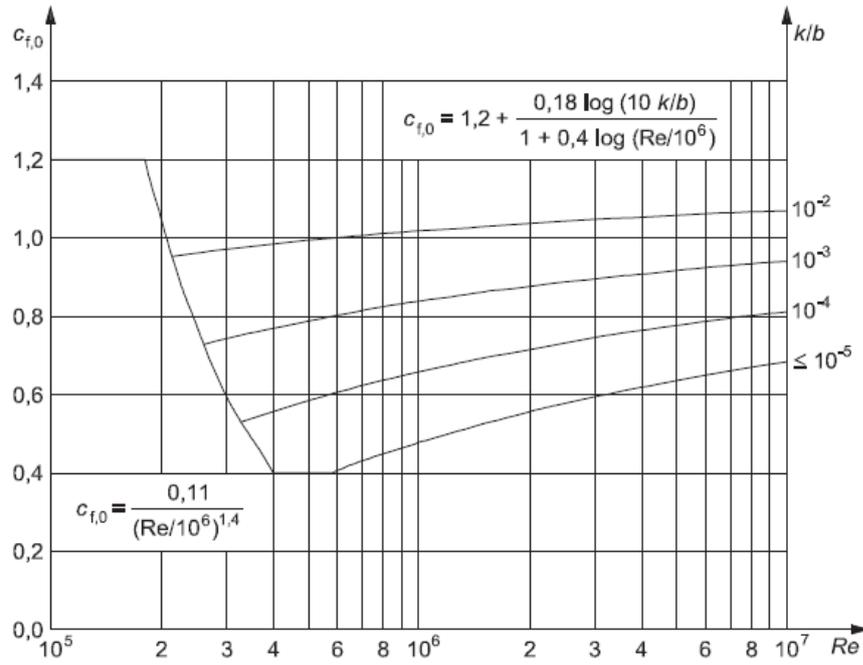


Figura 15 - Fattori di forza pila - Eurocodice 1991-1-4



	Progetto	Lotto	Codifica	
	IN17	12	EI2CLVI2104001	B

direzione trasversale

altezza di riferimento	z	8.5	m
coefficiente di topografia	ct	1	
coefficiente di esposizione	ce	2.25	
densità dell'aria convenzionale	ro	1.25	kg/m ³
pressione statica di riferimento	qr	439.8	n/m ²
pressione statica di picco	q _{picco}	989.5	n/m ²
		0.99	Kpa
tipologia di sezione		rettangolare	
larghezza trasversale pila	b	9.4	m
larghezza longitudinale pila	d	3.6	m
raggio della sezione	R	0.40	m
rapporto geometrico	b/d	2.61	
rapporto geometrico	r/b	0.11	
coefficiente di forza trasversale sez. ret.	cf,0	1.46	
end-effect factor	$\psi\lambda$	0.72	
viscosità cinematica dell'aria	v	1.50E-05	m/s
numero di Reynolds	Re	1.78E+06	
materiale pila		cls ruvido	
rugosità equivalente	k	1	mm
rapporto	k/b	2.50E-03	
coefficiente di forza trasversale sez. circ.	cf,0	0.94	
rapporto geometrico	l/b	2.36	
snellezza effettiva	λ	70.00	
rapporto di solidità	ϕ	1	
end-effect factor	$\psi\lambda$	0.89	
forza trasversale	f tras	9.0	kN/m
forza equivalente totale	F tras	76.5	kN
altezza di applicazione sulla pila	h tra	4.4	m

GENERAL CONTRACTOR  IRICAV2	ALTA SORVEGLIANZA  ITALFERR GRUPPO FERROVIE DELLO STATO ITALIANE			
	Progetto IN17	Lotto 12	Codifica EI2CLVI2104001	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	0.90	
snellezza effettiva	λ	70.00	
rapporto di solidità	ϕ	1	
end-effect factor	$\psi\lambda$	0.89	
forza longitudinale	f lon	23.50	kN/m
forza equivalente totale	Flon	199.75	kN
altezza di applicazione sulla pila	h lon	4.43	m

6.7 Azione termica (Q7)

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

- DT= ± 15°C per impalcato in c.a.p. e in c.a.
- DT= ± 15°C per impalcato in struttura mista acciaio-calcestruzzo e per le travi incorporate

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

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

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

GENERAL CONTRACTOR  IRICAV2	ALTA SORVEGLIANZA  GRUPPO FERROVIE DELLO STATO ITALIANE			
	Progetto IN17	Lotto 12	Codifica EI2CLVI2104001	B

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

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

6.8 Azione Sismica (E)

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

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

6.8.1 Inquadramento Sismico

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

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

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

GENERAL CONTRACTOR



ALTA SORVEGLIANZA



Progetto

Lotto

Codifica

IN17

12

EI2CLVI2104001

B

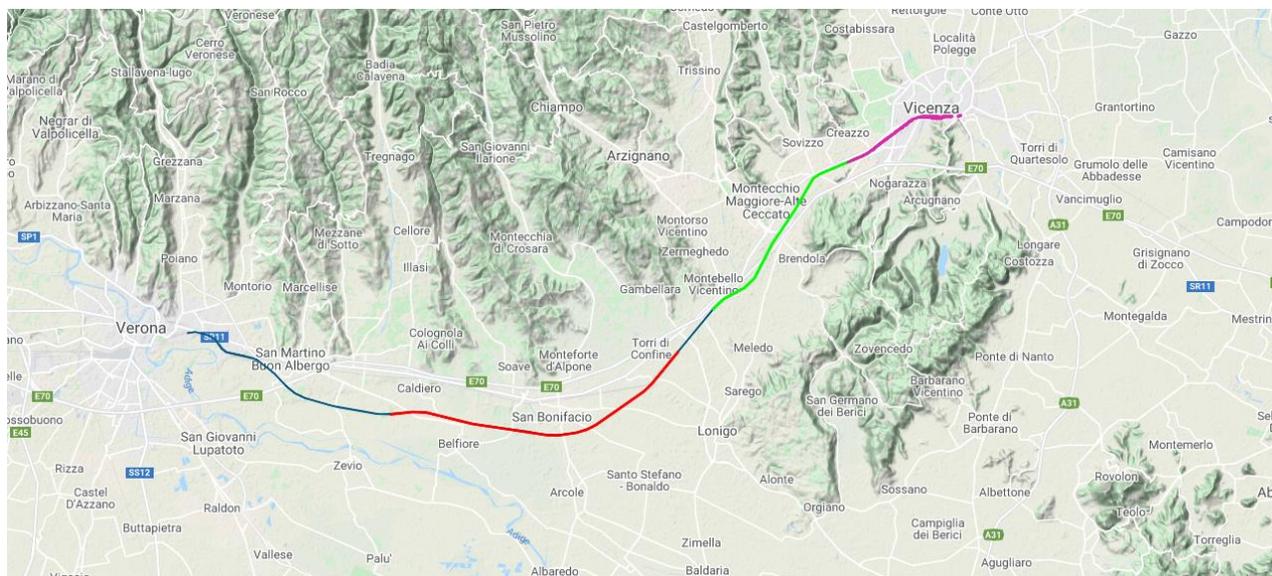


Figura 16 - Individuazione geografica della linea ferroviaria

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

Latitudine 45.40294

Longitudine 11.11012

6.8.2 Definizione della domanda sismica

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

GENERAL CONTRACTOR



ALTA SORVEGLIANZA



Progetto

IN17

Lotto

12

Codifica

EI2CLV12104001

B

FASE 1. INDIVIDUAZIONE DELLA PERICOLOSITÀ DEL SITO

Ricerca per coordinate LONGITUDINE: LATITUDINE:

Ricerca per comune REGIONE: PROVINCIA: COMUNE:

Elaborazioni grafiche

Grafici spettri di risposta

Variabilità dei parametri

Elaborazioni numeriche

Tabella parametri

Nodi del reticolo intorno al sito

Reticolo di riferimento

Controllo sul reticolo

- Sito esterno al reticolo
- Interpolazione su 3
- Interpolazione

Interpolazione:

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

INTRO
FASE 1
FASE 2
FASE 3

Figura 17 - Sito di riferimento secondo "Spettri_NTC"

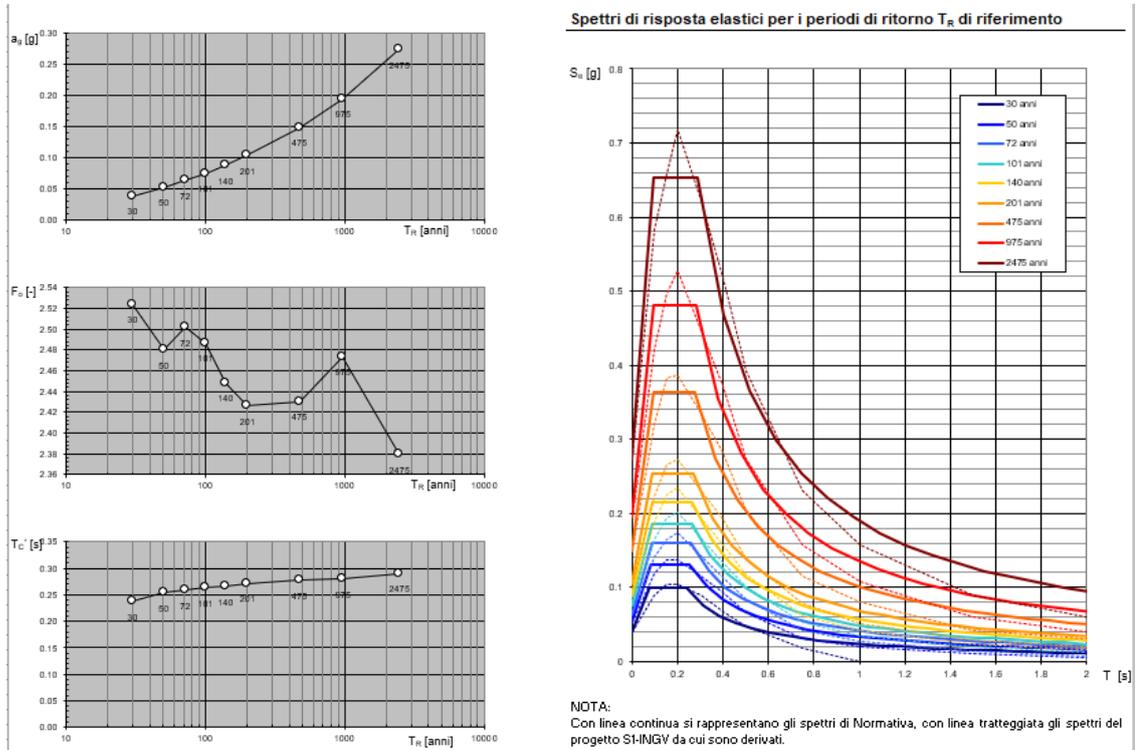


Figura 18 - Parametri di riferimento del sito secondo "Spettri_NTC"

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

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

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

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



Progetto	Lotto	Codifica	
IN17	12	EI2CLV12104001	B

FASE 2. SCELTA DELLA STRATEGIA DI PROGETTAZIONE

Vita nominale della costruzione (in anni) - V_N info

Coefficiente d'uso della costruzione - C_U info

Valori di progetto

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

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

Stati limite di esercizio - SLE {

- SLO - $P_{VR} = 81\%$
- SLD - $P_{VR} = 63\%$

Stati limite ultimi - SLU {

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

Elaborazioni

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

LEGENDA GRAFICO

--□-- Strategia per costruzioni ordinarie

Strategia di progettazione

INTRO
FASE 1
FASE 2
FASE 3

FASE 3. DETERMINAZIONE DELL'AZIONE DI PROGETTO

Stato Limite

Stato Limite considerato info

Risposta sismica

Categoria di sottosuolo info

Categoria topografica info

$S_B = 1.373$ $C_C = 1.591$ info

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

Compon. orizzontale

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

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

	Progetto	Lotto	Codifica	
	IN17	12	EI2CLVI2104001	B

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

Parametri indipendenti

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

Parametri dipendenti

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

Espressioni dei parametri dipendenti

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

Punti dello spettro di risposta

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

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

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

GENERAL CONTRACTOR  IRICAV2	ALTA SORVEGLIANZA  ITALFERR GRUPPO FERROVIE DELLO STATO ITALIANE			
	Progetto IN17	Lotto 12	Codifica EI2CLV12104001	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 EI2CLVI2104001	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	14929	kN
massa sismica portata sulla pila	Mimp t	17051	kN
1/5 della massa sismica sulla pila	1/5 Mimp t	3410	kN
massa pila	Mpul	2004	kN
massa pulvino	Mpila	1269	kN
massa efficace pila	Mpe	1937	kN
massa sismica totale da utilizzare dir. Long	Mtot long	18988	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	13177	kN
1/5 della massa sismica sulla pila	Mimp t	14744	kN
massa pila	Mpul	2004	kN
massa pulvino	Mpila	1269	kN
massa efficace pila	Mpe	1937	kN
massa sismica totale da utilizzare dir. Trasv	Mtot tras	16681	kN
<i>verifica requisito di norma</i>	$Mep < 1/5 Mimp$	OK	

GENERAL CONTRACTOR  IRICAV2	ALTA SORVEGLIANZA  GRUPPO FERROVIE DELLO STATO ITALIANE			
	Progetto	Lotto	Codifica	
	IN17	12	EI2CLVI2104001	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	13177	kN
1/5 della massa sismica sulla pila	Mimp t	14744	kN
massa pila	Mpul	2004	kN
massa pulvino	Mpila	1269	kN
massa efficace pila	Mpe	1937	kN
massa sismica totale da utilizzare dir. Vert	Mtot vert	16681	kN
<i>verifica requisito di norma</i>	$Mep < 1/5 Mimp$	OK	

6.8.5 Analisi statica equivalente

area della sezione	A	11.5	m ²
inerzia sezione direzione trasversale	I11	104	m ⁴
inerzia sezione direzione longitudinale	I22	22	m ⁴
modulo elastico cls pila	Ec	33346	MPa
eventuale abbattimento del modulo	%	50.00	
modulo di calcolo	E	16673	MPa
calcestruzzo	fck	32	MPa
altezza pila est. fondazione - estr. pulvino	H	8.50	m
altezza plinto di fondazione	hf	0.00	m
altezza baggioli ed app. appoggio	hap	0.50	m
altezza equivalente sdof	He	9.00	m
rigidezza flessionale sdof in dir. Trav	Ktra	2.79E+09	N/m
rigidezza flessionale sdof in dir. Long	Klong	1.53E+09	N/m
rigidezza assiale sdof in dir. Vert	Kvert	3.10E+10	N/m
periodo di vibrare sdof dir. Trasversale	Ttra	0.16	sec
periodo di vibrare sdof dir. Longitudinale	Tlong	0.22	sec
periodo di vibrare sdof dir. Verticale	Tvert	0.05	sec

GENERAL CONTRACTOR		ALTA SORVEGLIANZA		
				
		Progetto	Lotto	Codifica
		IN17	12	EI2CLVI2104001
				B

	SLV		SLD	
Tabella Riassuntiva	q=1.5	q=1	q=1	
accelerazione componente trasversale	0.50	0.75	0.33	g
accelerazione componente longitudinale	0.50	0.75	0.33	g
accelerazione componente verticale	0.33	0.33	0.09	g
Sforzo assiale	5463	5463	1428	kN
Taglio Sism testa pila direz. trasversale	8320	12480	5581	kN
Taglio Sism testa pila direz. longitudinale	9471	14206	6353	kN
Momento flessionale trasversale	99195	148793	66540	kN m
Momento flessionale longitudinale	85238	127858	57177	kN m

GENERAL CONTRACTOR  IRICAV2	ALTA SORVEGLIANZA  GRUPPO FERROVIE DELLO STATO ITALIANE			
	Progetto IN17	Lotto 12	Codifica EI2CLVI2104001	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  GRUPPO FERROVIE DELLO STATO ITALIANE			
	Progetto IN17	Lotto 12	Codifica EI2CLVI2104001	B

	Azioni	Ψ_0	Ψ_1	Ψ_2
Azioni singole da traffico	Treno di carico LM 71	0,80 ⁽³⁾	⁽¹⁾	0,0
	Treno di carico SW /0	0,80 ⁽³⁾	0,80	0,0
	Treno di carico SW/2	0,0 ⁽³⁾	0,80	0,0
	Treno scarico	1,00 ⁽³⁾	-	-
	Centrifuga	⁽²⁾ ⁽³⁾	⁽²⁾	⁽²⁾
	Azione laterale (serpeggio)	1,00 ⁽³⁾	0,80	0,0

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

(2) Si usano gli stessi coefficienti ψ adottati per i carichi che provocano dette azioni.

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

Nel seguito si riportano le azioni considerate ai fini della valutazione delle sollecitazioni agenti sulle sottostrutture e quindi, alle verifiche strutturali.

COMBO	G1	G2	Treno	Treno scarico	F_fre	F_cent	F_serp	F_att	Vento	E_long	E_tra	E_ver	Idra
A1_SLU_gr1_Treno_	1.35	1.5	1.45	0	0.725	1.45	1.45	0.9	0	0	0	0	1.5
A1_SLU_gr2_Scarico_	1.35	1.5	0	1.45	0	1.45	1.45	0.9	0	0	0	0	1.5
A1_SLU_gr3_Fre/avv_	1.35	1.5	1.45	0	1.45	0.725	0.725	0.9	0	0	0	0	1.5
A1_SLU_gr1+vento_	1.35	1.5	1.45	0	0.725	1.45	1.45	0.9	0.9	0	0	0	1.5
A1_SLU_gr2+vento_	1.35	1.5	0	1.45	0	1.45	1.45	0.9	0.9	0	0	0	1.5
A1_SLU_gr3+vento_	1.35	1.5	1.45	0	1.45	0.725	0.725	0.9	0.9	0	0	0	1.5
A1_SLU_vento_gr1_	1.35	1.5	0	0	0	0	0	0	1.5	0	0	0	1.5
A1_SLU_vento_gr2_	1.35	1.5	0	0	0	0	0	0	1.5	0	0	0	1.5
A1_SLU_vento_gr3_	1.35	1.5	0	0	0	0	0	0	1.5	0	0	0	1.5
A1_SLU_Scalz_gr1_	1.35	1.5	0.87	0	0.435	0.87	0.87	0.54	0	0	0	0	1.5
A1_SLU_Scalz_gr2_	1.35	1.5	0	0.87	0	0.87	0.87	0.54	0	0	0	0	1.5
A1_SLU_Scalz_gr3_	1.35	1.5	0.87	0	0.87	0.435	0.435	0.54	0	0	0	0	1.5

GENERAL CONTRACTOR



ALTA SORVEGLIANZA



	Progetto	Lotto	Codifica	
	IN17	12	EI2CLVI2104001	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 EI2CLVI2104001	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 EI2CLVI2104001	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	30132	2106	1129	4839	9372
A1_SLU_gr2_Scarico_2	19655	167	1129	3160	6344
A1_SLU_gr3_Fre/avv_3	30132	3669	564	5620	6200
A1_SLU_gr1+vento_5	31090	2286	1751	5635	15190
A1_SLU_gr2+vento_6	20612	347	1751	3957	12162
A1_SLU_gr3+vento_7	31090	3849	1187	6417	12018
A1_SLU_vento_gr1_9	20369	300	1038	4162	9696
A1_SLU_vento_gr2_10	20369	300	1038	4162	9696
A1_SLU_vento_gr3_11	20369	300	1038	4162	9696
A1_SLU_Scalz_gr1_13	25588	1166	677	3988	5623
A1_SLU_Scalz_gr2_14	19302	93	677	3026	3806
A1_SLU_Scalz_gr3_15	25588	2103	339	4457	3720
<hr/>					
SLE_rar_gr1_Treno_1	21011	1329	778	3248	6463
SLE_rar_gr2_Scarico_2	13785	78	778	2133	4375
SLE_rar_gr3_Fre/avv_3	21011	2406	389	3787	4276
SLE_rar_gr1+vento_5	21649	1449	1194	3779	10342
SLE_rar_gr2+vento_6	14424	198	1194	2664	8254
SLE_rar_gr3+vento_7	21649	2526	804	4318	8154
SLE_rar_vento_gr1_9	14241	200	692	2812	6464

GENERAL CONTRACTOR  IRICAV2	ALTA SORVEGLIANZA  ITALFERR GRUPPO FERROVIE DELLO STATO ITALIANE			
	Progetto IN17	Lotto 12	Codifica E12CLVI2104001	B

SLE_rar_vento_gr2_10	14241	200	692	2812	6464
SLE_rar_vento_gr3_11	14241	200	692	2812	6464

SLE_rar_gr4_Centrif_4	17877	1469	467	3056	3878
SLE_rar_gr4+vento_8	18516	1589	882	3586	7757
SLE_rar_vento_gr4_12	14241	200	692	2812	6464

SLE_qp_gr1+vento_33	13177	53	0	1954	0
---------------------	-------	----	---	------	---

E_103x_SLV_q=1.5_45	16383	8589	2206	4426	8815
E_103y_SLV_q=1.5_46	16383	2635	7354	1449	28409
E_103z_SLV_q=1.5_47	20206	2635	2206	1449	8815
E_103x_SLD_q=1_54	15172	5789	1480	3026	6051
E_103y_SLD_q=1_55	15172	1796	4933	1029	19194
E_103z_SLD_q=1_56	16172	1796	1480	1029	6051

CARATTERISTICHE SOLLECITAZIONI IN TESTA PILA

combinazione	N	Tlong	Ttrasv	Mlong	Mtrasv
A1_SLU_gr1_Treno_57	26465	1974	1129	9825	8449
A1_SLU_gr2_Scarico_58	19655	167	1129	3160	6344
A1_SLU_gr3_Fre/avv_59	26465	3537	564	10607	5276
A1_SLU_gr1+vento_61	27423	2154	1751	10622	14266
A1_SLU_gr2+vento_62	20612	347	1751	3957	12162
A1_SLU_gr3+vento_63	27423	3717	1187	11403	11094
A1_SLU_vento_gr1_65	20369	300	1038	4162	9696
A1_SLU_vento_gr2_66	20369	300	1038	4162	9696
A1_SLU_vento_gr3_67	20369	300	1038	4162	9696
A1_SLU_Scalz_gr1_69	23388	1118	677	6996	5069
A1_SLU_Scalz_gr2_70	19302	93	677	3026	3806
A1_SLU_Scalz_gr3_71	23388	2056	339	7464	3166

SLE_rar_gr1_Treno_57	18482	1268	778	6702	5827
SLE_rar_gr2_Scarico_58	13785	78	778	2133	4375
SLE_rar_gr3_Fre/avv_59	18482	2346	389	7241	3639
SLE_rar_gr1+vento_61	19121	1388	1194	7233	9705
SLE_rar_gr2+vento_62	14424	198	1194	2664	8254
SLE_rar_gr3+vento_63	19121	2465	804	7772	7518
SLE_rar_vento_gr1_65	14241	200	692	2812	6464
SLE_rar_vento_gr2_66	14241	200	692	2812	6464

GENERAL CONTRACTOR  IRICAV2	ALTA SORVEGLIANZA  ITALFERR GRUPPO FERROVIE DELLO STATO ITALIANE			
	Progetto IN17	Lotto 12	Codifica E12CLVI2104001	B

SLE_rar_vento_gr3_67	14241	200	692	2812	6464
SLE_rar_gr4_Centrif_60	16360	1433	467	5128	3496
SLE_rar_gr4+vento_64	16999	1552	882	5659	7375
SLE_rar_vento_gr4_68	14241	200	692	2812	6464
SLE_qp_gr1+vento_89	13177	53	0	1954	0
E_103x_SLV_q=1.5_101	15877	8579	2206	5117	8688
E_103y_SLV_q=1.5_102	15877	2625	7354	2141	28282
E_103z_SLV_q=1.5_103	19701	2625	2206	2141	8688
E_103x_SLD_q=1_110	14666	5779	1480	3718	5923
E_103y_SLD_q=1_111	14666	1785	4933	1721	19067
E_103z_SLD_q=1_112	15666	1785	1480	1721	5923

CARATTERISTICHE SOLLECITAZIONI IN TESTA PILA

combinazione	N	Tlong	Ttrasv	Mlong	Mtrasv
A1_SLU_gr1_Treno_113	24903	1918	1129	4570	19830
A1_SLU_gr2_Scarico_114	19655	167	1129	3160	6344
A1_SLU_gr3_Fre/avv_115	24903	3481	564	5351	16658
A1_SLU_gr1+vento_117	25861	2098	1751	5366	25648
A1_SLU_gr2+vento_118	20612	347	1751	3957	12162
A1_SLU_gr3+vento_119	25861	3660	1187	6147	22476
A1_SLU_vento_gr1_121	20369	300	1038	4162	9696
A1_SLU_vento_gr2_122	20369	300	1038	4162	9696
A1_SLU_vento_gr3_123	20369	300	1038	4162	9696
A1_SLU_Scalz_gr1_125	22451	1098	677	3849	11898
A1_SLU_Scalz_gr2_126	19302	93	677	3026	3806
A1_SLU_Scalz_gr3_127	22451	2035	339	4318	9995
SLE_rar_gr1_Treno_113	17405	1242	778	3084	13676
SLE_rar_gr2_Scarico_114	13785	78	778	2133	4375
SLE_rar_gr3_Fre/avv_115	17405	2320	389	3623	11488
SLE_rar_gr1+vento_117	18043	1362	1194	3615	17554
SLE_rar_gr2+vento_118	14424	198	1194	2664	8254
SLE_rar_gr3+vento_119	18043	2440	804	4153	15367
SLE_rar_vento_gr1_121	14241	200	692	2812	6464
SLE_rar_vento_gr2_122	14241	200	692	2812	6464
SLE_rar_vento_gr3_123	14241	200	692	2812	6464

GENERAL CONTRACTOR  IRICAV2	ALTA SORVEGLIANZA  GRUPPO FERROVIE DELLO STATO ITALIANE			
	Progetto IN17	Lotto 12	Codifica EI2CLVI2104001	B

SLE_rar_gr4_Centrif_116	15714	1417	467	2957	8205
SLE_rar_gr4+vento_120	16352	1537	882	3488	12084
SLE_rar_vento_gr4_124	14241	200	692	2812	6464
SLE_qp_gr1+vento_145	13177	53	0	1954	0
E_103x_SLV_q=1.5_157	15661	8574	2206	4394	10258
E_103y_SLV_q=1.5_158	15661	2621	7354	1418	29852
E_103z_SLV_q=1.5_159	19485	2621	2206	1418	10258
E_103x_SLD_q=1_166	14451	5775	1480	2994	7493
E_103y_SLD_q=1_167	14451	1781	4933	998	20637
E_103z_SLD_q=1_168	15450	1781	1480	998	7493

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	34551	2106	1129	22744	18965
A1_SLU_gr2_Scarico_2	24073	167	1129	4579	15937
A1_SLU_gr3_Fre/avv_3	34551	3669	564	36805	10996
A1_SLU_gr1+vento_5	35509	2286	1751	25068	30077
A1_SLU_gr2+vento_6	25031	347	1751	6903	27049
A1_SLU_gr3+vento_7	35509	3849	1187	39130	22108
A1_SLU_vento_gr1_9	24788	300	1038	6708	18520
A1_SLU_vento_gr2_10	24788	300	1038	6708	18520
A1_SLU_vento_gr3_11	24788	300	1038	6708	18520
A1_SLU_Scalz_gr1_13	30007	1166	677	13897	11379
A1_SLU_Scalz_gr2_14	23721	93	677	3813	9562
A1_SLU_Scalz_gr3_15	30007	2103	339	22334	6598
SLE_rar_gr1_Treno_1	24284	1329	778	14542	13079
SLE_rar_gr2_Scarico_2	17058	78	778	2795	10991
SLE_rar_gr3_Fre/avv_3	24284	2406	389	24240	7584
SLE_rar_gr1+vento_5	24923	1449	1194	16092	20487
SLE_rar_gr2+vento_6	17697	198	1194	4345	18399

GENERAL CONTRACTOR  IRICAV2	ALTA SORVEGLIANZA  ITALFERR GRUPPO FERROVIE DELLO STATO ITALIANE			
	Progetto IN17	Lotto 12	Codifica EI2CLVI2104001	B

SLE_rar_gr3+vento_7	24923	2526	804	25789	14992
SLE_rar_vento_gr1_9	17515	200	692	4510	12347
SLE_rar_vento_gr2_10	17515	200	692	4510	12347
SLE_rar_vento_gr3_11	17515	200	692	4510	12347

SLE_rar_gr4_Centrif_4	21151	1469	467	15543	7847
SLE_rar_gr4+vento_8	21789	1589	882	17092	15256
SLE_rar_vento_gr4_12	17515	200	692	4510	12347

SLE_qp_gr1+vento_33	16450	53	0	2402	0
---------------------	-------	----	---	------	---

E_103x_SLV_q=1.5_45	19656	9555	2496	87339	30176
E_103y_SLV_q=1.5_46	19656	2925	8320	27672	99613
E_103z_SLV_q=1.5_47	23480	2925	2496	27672	30176
E_103x_SLD_q=1_54	18445	6437	1674	59278	20380
E_103y_SLD_q=1_55	18445	1990	5581	19254	66957
E_103z_SLD_q=1_56	19445	1990	1674	19254	20380

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

combinazione	N	Tlong	Ttrasv	Mlong	Mtrasv
A1_SLU_gr1_Treno_57	30884	1974	1129	26608	18041
A1_SLU_gr2_Scarico_58	24073	167	1129	4579	15937
A1_SLU_gr3_Fre/avv_59	30884	3537	564	40670	10073
A1_SLU_gr1+vento_61	31842	2154	1751	28933	29154
A1_SLU_gr2+vento_62	25031	347	1751	6903	27049
A1_SLU_gr3+vento_63	31842	3717	1187	42994	21185
A1_SLU_vento_gr1_65	24788	300	1038	6708	18520
A1_SLU_vento_gr2_66	24788	300	1038	6708	18520
A1_SLU_vento_gr3_67	24788	300	1038	6708	18520
A1_SLU_Scalz_gr1_69	27807	1118	677	16501	10825
A1_SLU_Scalz_gr2_70	23721	93	677	3813	9562
A1_SLU_Scalz_gr3_71	27807	2056	339	24937	6044

SLE_rar_gr1_Treno_57	21756	1268	778	17481	12442
SLE_rar_gr2_Scarico_58	17058	78	778	2795	10991
SLE_rar_gr3_Fre/avv_59	21756	2346	389	27178	6947
SLE_rar_gr1+vento_61	22394	1388	1194	19030	19850
SLE_rar_gr2+vento_62	17697	198	1194	4345	18399
SLE_rar_gr3+vento_63	22394	2465	804	28728	14355

GENERAL CONTRACTOR  IRICAV2	ALTA SORVEGLIANZA  ITALFERR GRUPPO FERROVIE DELLO STATO ITALIANE			
	Progetto IN17	Lotto 12	Codifica E12CLVI2104001	B

SLE_rar_vento_gr1_65	17515	200	692	4510	12347
SLE_rar_vento_gr2_66	17515	200	692	4510	12347
SLE_rar_vento_gr3_67	17515	200	692	4510	12347

SLE_rar_gr4_Centrif_60	19633	1433	467	17305	7465
SLE_rar_gr4+vento_64	20272	1552	882	18855	14873
SLE_rar_vento_gr4_68	17515	200	692	4510	12347

SLE_qp_gr1+vento_89	16450	53	0	2402	0
---------------------	-------	----	---	------	---

E_103x_SLV_q=1.5_101	19150	9545	2496	88031	30049
E_103y_SLV_q=1.5_102	19150	2915	8320	28364	99486
E_103z_SLV_q=1.5_103	22974	2915	2496	28364	30049
E_103x_SLD_q=1_110	17940	6427	1674	59970	20252
E_103y_SLD_q=1_111	17940	1980	5581	19946	66830
E_103z_SLD_q=1_112	18939	1980	1674	19946	20252

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

combinazione	N	Tlong	Ttrasv	Mlong	Mtrasv
A1_SLU_gr1_Treno_113	29322	1918	1129	20875	29423
A1_SLU_gr2_Scarico_114	24073	167	1129	4579	15937
A1_SLU_gr3_Fre/avv_115	29322	3481	564	34936	21454
A1_SLU_gr1+vento_117	30280	2098	1751	23199	40535
A1_SLU_gr2+vento_118	25031	347	1751	6903	27049
A1_SLU_gr3+vento_119	30280	3660	1187	37260	32566
A1_SLU_vento_gr1_121	24788	300	1038	6708	18520
A1_SLU_vento_gr2_122	24788	300	1038	6708	18520
A1_SLU_vento_gr3_123	24788	300	1038	6708	18520
A1_SLU_Scalz_gr1_125	26870	1098	677	13182	17654
A1_SLU_Scalz_gr2_126	23721	93	677	3813	9562
A1_SLU_Scalz_gr3_127	26870	2035	339	21619	12873

SLE_rar_gr1_Treno_113	20678	1242	778	13643	20292
SLE_rar_gr2_Scarico_114	17058	78	778	2795	10991
SLE_rar_gr3_Fre/avv_115	20678	2320	389	23340	14796
SLE_rar_gr1+vento_117	21316	1362	1194	15192	27700
SLE_rar_gr2+vento_118	17697	198	1194	4345	18399
SLE_rar_gr3+vento_119	21316	2440	804	24890	22204
SLE_rar_vento_gr1_121	17515	200	692	4510	12347

GENERAL CONTRACTOR  IRICAV2	ALTA SORVEGLIANZA  ITALFERR GRUPPO FERROVIE DELLO STATO ITALIANE			
	Progetto IN17	Lotto 12	Codifica E12CLVI2104001	B

SLE_rar_vento_gr2_122	17515	200	692	4510	12347
SLE_rar_vento_gr3_123	17515	200	692	4510	12347
SLE_rar_gr4_Centrif_116	18987	1417	467	15003	12175
SLE_rar_gr4+vento_120	19625	1537	882	16552	19583
SLE_rar_vento_gr4_124	17515	200	692	4510	12347
SLE_qp_gr1+vento_145	16450	53	0	2402	0
E_103x_SLV_q=1.5_157	18935	9541	2496	87308	31619
E_103y_SLV_q=1.5_158	18935	2911	8320	27641	101055
E_103z_SLV_q=1.5_159	22758	2911	2496	27641	31619
E_103x_SLD_q=1_166	17724	6423	1674	59247	21822
E_103y_SLD_q=1_167	17724	1976	5581	19222	68400
E_103z_SLD_q=1_168	18724	1976	1674	19222	21822

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	61799	2106	1129	28010	21786
A1_SLU_gr2_Scarico_2	51322	167	1129	4996	18758
A1_SLU_gr3_Fre/avv_3	61799	3669	564	45977	12407
A1_SLU_gr1+vento_5	62757	2286	1751	30784	34455
A1_SLU_gr2+vento_6	52280	347	1751	7770	31428
A1_SLU_gr3+vento_7	62757	3849	1187	48751	25076
A1_SLU_vento_gr1_9	52037	300	1038	7457	21115
A1_SLU_vento_gr2_10	52037	300	1038	7457	21115
A1_SLU_vento_gr3_11	52037	300	1038	7457	21115
A1_SLU_Scalz_gr1_13	46713	1166	677	16811	13072
A1_SLU_Scalz_gr2_14	40427	93	677	4044	11255
A1_SLU_Scalz_gr3_15	46713	2103	339	27592	7444
SLE_rar_gr1_Treno_1	44468	1329	778	17864	15025
SLE_rar_gr2_Scarico_2	37242	78	778	2990	12937
SLE_rar_gr3_Fre/avv_3	44468	2406	389	30255	8556
SLE_rar_gr1+vento_5	45107	1449	1194	19713	23471

GENERAL CONTRACTOR		ALTA SORVEGLIANZA			
					
		Progetto	Lotto	Codifica	
		IN17	12	EI2CLVI2104001	B

SLE_rar_gr2+vento_6	37881	198	1194	4839	21383
SLE_rar_gr3+vento_7	45107	2526	804	32105	17003
SLE_rar_vento_gr1_9	37699	200	692	5009	14077
SLE_rar_vento_gr2_10	37699	200	692	5009	14077
SLE_rar_vento_gr3_11	37699	200	692	5009	14077

SLE_rar_gr4_Centrif_4	0	0	41335	1469	467
SLE_rar_gr4+vento_8	0	0	41973	1589	882
SLE_rar_vento_gr4_12	0	0	37699	200	692

SLE_qp_gr1+vento_33	36634	53	0	2533	0
---------------------	-------	----	---	------	---

E_103x_SLV_q=1.5_45	40705	13357	3637	115979	37842
E_103y_SLV_q=1.5_46	40705	4066	12122	36411	125166
E_103z_SLV_q=1.5_47	46548	4066	3637	36411	37842
E_103x_SLD_q=1_54	38855	8131	2183	77489	25201
E_103y_SLD_q=1_55	38855	2498	7275	24864	83028
E_103z_SLD_q=1_56	40380	2498	2183	24864	25201

CARATTERISTICHE SOLLECITAZIONI BASE FONDAZIONE

combinazione	N	Tlong	Ttrasv	Mlong	Mtrasv
A1_SLU_gr1_Treno_57	58133	1974	1129	31545	20863
A1_SLU_gr2_Scarico_58	51322	167	1129	4996	18758
A1_SLU_gr3_Fre/avv_59	58133	3537	564	49512	11484
A1_SLU_gr1+vento_61	59091	2154	1751	34318	33532
A1_SLU_gr2+vento_62	52280	347	1751	7770	31428
A1_SLU_gr3+vento_63	59091	3717	1187	52286	24153
A1_SLU_vento_gr1_65	52037	300	1038	7457	21115
A1_SLU_vento_gr2_66	52037	300	1038	7457	21115
A1_SLU_vento_gr3_67	52037	300	1038	7457	21115
A1_SLU_Scalz_gr1_69	44514	1118	677	19296	12518
A1_SLU_Scalz_gr2_70	40427	93	677	4044	11255
A1_SLU_Scalz_gr3_71	44514	2056	339	30077	6890
SLE_rar_gr1_Treno_57	41940	1268	778	20651	14388
SLE_rar_gr2_Scarico_58	37242	78	778	2990	12937
SLE_rar_gr3_Fre/avv_59	41940	2346	389	33042	7920
SLE_rar_gr1+vento_61	42578	1388	1194	22500	22834
SLE_rar_gr2+vento_62	37881	198	1194	4839	21383

GENERAL CONTRACTOR  IRICAV2	ALTA SORVEGLIANZA  GRUPPO FERROVIE DELLO STATO ITALIANE			
	Progetto IN17	Lotto 12	Codifica E12CLVI2104001	B

SLE_rar_gr3+vento_63	42578	2465	804	34891	16366
SLE_rar_vento_gr1_65	37699	200	692	5009	14077
SLE_rar_vento_gr2_66	37699	200	692	5009	14077
SLE_rar_vento_gr3_67	37699	200	692	5009	14077

SLE_rar_gr4_Centrif_60	39817	1433	467	20887	8633
SLE_rar_gr4+vento_64	40456	1552	882	22736	17079
SLE_rar_vento_gr4_68	37699	200	692	5009	14077

SLE_qp_gr1+vento_89	36634	53	0	2533	0
---------------------	-------	----	---	------	---

E_103x_SLV_q=1.5_101	40199	13347	3637	116646	37715
E_103y_SLV_q=1.5_102	40199	4056	12122	37078	125039
E_103z_SLV_q=1.5_103	46042	4056	3637	37078	37715
E_103x_SLD_q=1_110	38349	8121	2183	78155	25073
E_103y_SLD_q=1_111	38349	2488	7275	25531	82900
E_103z_SLD_q=1_112	39875	2488	2183	25531	25073

CARATTERISTICHE SOLLECITAZIONI BASE FONDAZIONE

combinazione	N	Tlong	Ttrasv	Mlong	Mtrasv
A1_SLU_gr1_Treno_113	56570	1918	1129	25670	32244
A1_SLU_gr2_Scarico_114	51322	167	1129	4996	18758
A1_SLU_gr3_Fre/avv_115	56570	3481	564	43637	22865
A1_SLU_gr1+vento_117	57528	2098	1751	28444	44913
A1_SLU_gr2+vento_118	52280	347	1751	7770	31428
A1_SLU_gr3+vento_119	57528	3660	1187	46411	35534
A1_SLU_vento_gr1_121	52037	300	1038	7457	21115
A1_SLU_vento_gr2_122	52037	300	1038	7457	21115
A1_SLU_vento_gr3_123	52037	300	1038	7457	21115
A1_SLU_Scalz_gr1_125	43576	1098	677	15927	19346
A1_SLU_Scalz_gr2_126	40427	93	677	4044	11255
A1_SLU_Scalz_gr3_127	43576	2035	339	26707	13719

SLE_rar_gr1_Treno_113	40862	1242	778	16748	22237
SLE_rar_gr2_Scarico_114	37242	78	778	2990	12937
SLE_rar_gr3_Fre/avv_115	40862	2320	389	29139	15769
SLE_rar_gr1+vento_117	41500	1362	1194	18597	30684
SLE_rar_gr2+vento_118	37881	198	1194	4839	21383
SLE_rar_gr3+vento_119	41500	2440	804	30989	24215

GENERAL CONTRACTOR		ALTA SORVEGLIANZA			
					
		Progetto	Lotto	Codifica	
		IN17	12	EI2CLVI2104001	B

SLE_rar_vento_gr1_121	37699	200	692	5009	14077
SLE_rar_vento_gr2_122	37699	200	692	5009	14077
SLE_rar_vento_gr3_123	37699	200	692	5009	14077
SLE_rar_gr4_Centrif_116	39171	1417	467	18546	13342
SLE_rar_gr4+vento_120	39809	1537	882	20395	21789
SLE_rar_vento_gr4_124	37699	200	692	5009	14077
SLE_qp_gr1+vento_145	36634	53	0	2533	0
E_103x_SLV_q=1.5_157	39984	13343	3637	115912	39285
E_103y_SLV_q=1.5_158	39984	4052	12122	36344	126609
E_103z_SLV_q=1.5_159	45827	4052	3637	36344	39285
E_103x_SLD_q=1_166	38134	8117	2183	77421	26643
E_103y_SLD_q=1_167	38134	2484	7275	24797	84470
E_103z_SLD_q=1_168	39659	2484	2183	24797	26643

GENERAL CONTRACTOR  IRICAV2		ALTA SORVEGLIANZA  ITALFERR GRUPPO FERROVIE DELLO STATO ITALIANE		
Progetto	Lotto	Codifica		
IN17	12	EI2CLVI2104001	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	h<3m: 344 Φ 22 interasse 20 cm ⁽¹⁾ h>3m: 344 Φ 20 interasse 20 cm ⁽¹⁾	Φ 14/15 ⁽²⁾	7.6 cm

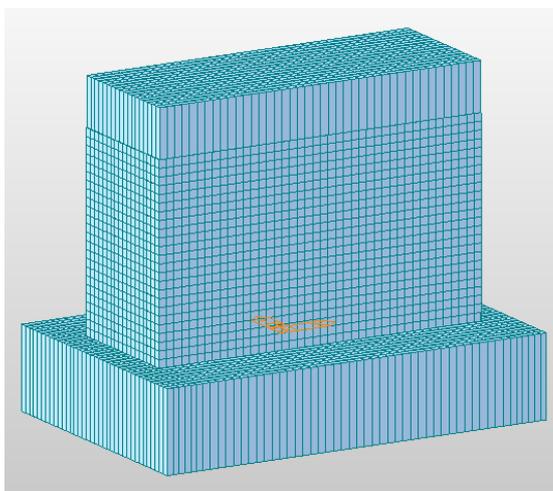
⁽¹⁾ è riferito alla corona esterna di armatura mentre, l'interasse della corona interna è funzione dell'allineamento con quella esterna. È comunque rispettato l'iterasse minimo.

⁽²⁾ in testa e alla base del fusto pila sono presenti Φ 16/15 in sostituzione dei Φ 14/15

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 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 EI2CLV12104001	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 “*Studio degli effetti locali sulle pile*” 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.

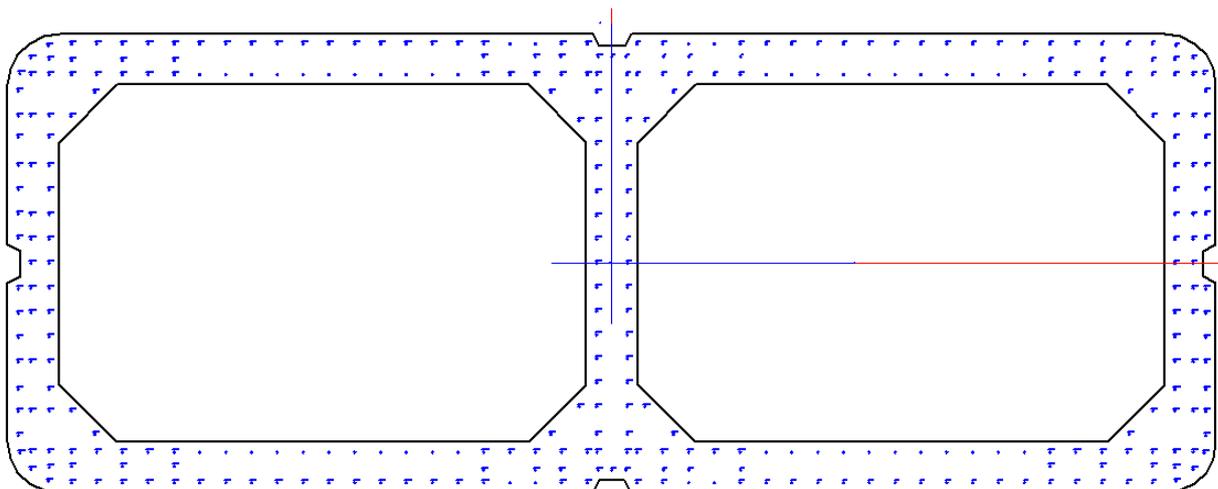


Figura 22 - Sezione implementata in RC-SEC

GENERAL CONTRACTOR  IRICAV2	ALTA SORVEGLIANZA  ITALFERR GRUPPO FERROVIE DELLO STATO ITALIANE			
	Progetto IN17	Lotto 12	Codifica EI2CLV12104001	B

DATI GENERALI SEZIONE GENERICA IN C.A.
NOME SEZIONE: PILA_8.0m_VI21_fi18.3

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

CARATTERISTICHE DI RESISTENZA DEI MATERIALI IMPIEGATI

CALCESTRUZZO -	Classe:	C32/40
	Resis. compr. di progetto fcd:	18.1 MPa
	Def.unit. max resistenza ec2:	0.0020
	Def.unit. ultima ecu:	0.0035
	Diagramma tensione-deformaz.:	Parabola-Rettangolo
	Modulo Elastico Normale Ec:	33346.0 MPa
	Resis. media a trazione fctm:	3.02 MPa
	Coeff. Omogen. S.L.E.:	15.00
	Sc limite S.L.E. comb. Rare:	17.6 MPa
	Sc limite S.L.E. comb. Frequenti:	17.6 MPa
	Ap.Fessure limite S.L.E. comb. Frequenti:	0.200 mm
	Sc limite S.L.E. comb. Q.Permanenti:	12.8 MPa
	Ap.Fess.limite S.L.E. comb. Q.Perm.:	0.200 mm
ACCIAIO -	Tipo:	B450C
	Resist. caratt. snervam. fyk:	450.0 MPa
	Resist. caratt. rottura ftk:	450.0 MPa
	Resist. snerv. di progetto fyd:	391.3 MPa
	Resist. ultima di progetto ftd:	391.3 MPa
	Deform. ultima di progetto Epu:	0.068
	Modulo Elastico Ef	2000000 daN/cm ²
	Diagramma tensione-deformaz.:	Bilineare finito
	Coeff. Aderenza istantaneo $\beta_1 \cdot \beta_2$:	1.00
	Coeff. Aderenza differito $\beta_1 \cdot \beta_2$:	0.50
Sf limite S.L.E. Comb. Rare:	337.50 MPa	

CARATTERISTICHE DOMINI CALCESTRUZZO

DOMINIO N° 1

Forma del Dominio:	Poligonale
Classe Calcestruzzo:	C32/40

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

GENERAL CONTRACTOR		ALTA SORVEGLIANZA		
				
		Progetto	Lotto	Codifica
		IN17	12	EI2CLV12104001
				B

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

DOMINIO N° 2

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

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

DOMINIO N° 3

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

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

GENERAL CONTRACTOR



ALTA SORVEGLIANZA



Progetto

Lotto

Codifica

IN17

12

EI2CLVI2104001

B

DATI BARRE ISOLATE

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

GENERAL CONTRACTOR		ALTA SORVEGLIANZA		
				
		Progetto	Lotto	Codifica
		IN17	12	EI2CLV12104001
				B

55	133.7	146.0	18.3
56	110.9	255.5	18.3
57	110.9	236.5	18.3
58	110.9	217.5	18.3
59	120.9	146.0	18.3
60	120.9	217.7	18.3
61	120.9	256.1	18.3
62	120.9	275.2	18.3
63	133.7	217.7	18.3
64	133.7	236.9	18.3
65	133.7	256.1	18.3
66	133.7	275.2	18.3
67	561.1	145.8	18.3
68	560.9	160.4	18.3
69	560.9	182.3	18.3
70	560.9	201.0	18.3
71	560.9	219.7	18.3
72	560.9	238.4	18.3
73	560.9	257.1	18.3
74	553.0	145.8	18.3
75	532.9	145.8	18.3
76	472.6	145.8	18.3
77	231.6	145.8	18.3
78	211.5	145.8	18.3
79	191.4	145.8	18.3
80	171.3	145.8	18.3
81	152.0	145.8	18.3
82	532.9	123.0	18.3
83	472.6	123.0	18.3
84	452.5	123.0	18.3
85	432.4	123.0	18.3
86	412.4	123.0	18.3
87	392.3	123.0	18.3
88	372.2	123.0	18.3
89	352.1	123.0	18.3
90	332.0	123.0	18.3
91	311.9	123.0	18.3
92	291.8	123.0	18.3
93	271.8	123.0	18.3
94	251.7	123.0	18.3
95	231.6	123.0	18.3
96	211.5	123.0	18.3
97	191.4	123.0	18.3
98	171.3	123.0	18.3
99	152.0	123.0	18.3
100	472.4	133.0	18.3
101	512.4	133.0	18.3
102	532.3	133.0	18.3
103	561.3	133.0	18.3
104	560.9	275.8	18.3
105	231.6	453.5	18.3
106	191.4	453.5	18.3
107	152.0	453.5	18.3
108	133.7	454.4	18.3
109	133.7	409.9	18.3
110	120.9	409.9	18.3
111	110.9	410.1	18.3
112	133.7	393.3	18.3
113	110.9	393.3	18.3

GENERAL CONTRACTOR		ALTA SORVEGLIANZA		
				
		Progetto	Lotto	Codifica
		IN17	12	EI2CLVI2104001
				B

114	110.9	429.4	18.3
115	133.7	442.8	18.3
116	110.9	333.4	18.3
117	110.9	352.4	18.3
118	110.9	371.4	18.3
119	121.5	442.9	18.3
120	120.9	371.2	18.3
121	120.9	332.8	18.3
122	120.9	313.6	18.3
123	120.9	294.4	18.3
124	133.7	371.2	18.3
125	133.7	352.0	18.3
126	133.7	332.8	18.3
127	133.7	313.6	18.3
128	133.7	294.4	18.3
129	561.1	443.0	18.3
130	560.9	428.5	18.3
131	560.9	406.6	18.3
132	560.9	387.9	18.3
133	560.9	369.2	18.3
134	560.9	350.5	18.3
135	560.9	331.8	18.3
136	560.9	294.4	18.3
137	553.0	443.0	18.3
138	532.9	443.0	18.3
139	512.8	443.0	18.3
140	231.6	443.0	18.3
141	211.5	443.0	18.3
142	191.4	443.0	18.3
143	171.3	443.0	18.3
144	152.0	443.0	18.3
145	532.9	465.8	18.3
146	472.6	465.8	18.3
147	452.5	465.8	18.3
148	432.4	465.8	18.3
149	412.4	465.8	18.3
150	392.3	465.8	18.3
151	372.2	465.8	18.3
152	352.1	465.8	18.3
153	332.0	465.8	18.3
154	311.9	465.8	18.3
155	291.8	465.8	18.3
156	271.8	465.8	18.3
157	251.7	465.8	18.3
158	231.6	465.8	18.3
159	211.5	465.8	18.3
160	191.4	465.8	18.3
161	171.3	465.8	18.3
162	152.0	465.8	18.3
163	472.4	455.8	18.3
164	512.4	455.8	18.3
165	532.3	455.8	18.3
166	561.3	455.8	18.3
167	560.9	313.1	18.3
168	913.0	135.4	18.3
169	953.2	135.4	18.3
170	992.6	135.4	18.3
171	1010.9	134.5	18.3
172	1010.9	178.9	18.3

GENERAL CONTRACTOR		ALTA SORVEGLIANZA		
				
		Progetto	Lotto	Codifica
		IN17	12	EI2CLV12104001
				B

173	1023.7	178.9	18.3
174	1033.7	178.8	18.3
175	1010.9	195.6	18.3
176	1033.7	195.6	18.3
177	1033.7	159.4	18.3
178	1010.9	146.0	18.3
179	1033.7	255.5	18.3
180	1033.7	236.5	18.3
181	1033.7	217.5	18.3
182	1024.3	146.0	18.3
183	1023.7	217.7	18.3
184	1023.7	256.1	18.3
185	1023.7	275.2	18.3
186	1010.9	217.7	18.3
187	1010.9	236.9	18.3
188	1010.9	256.1	18.3
189	1010.9	275.2	18.3
190	583.5	145.8	18.3
191	583.7	160.4	18.3
192	583.7	182.3	18.3
193	583.7	201.0	18.3
194	583.7	219.7	18.3
195	583.7	238.4	18.3
196	583.7	257.1	18.3
197	591.6	145.8	18.3
198	611.7	145.8	18.3
199	672.0	145.8	18.3
200	913.0	145.8	18.3
201	933.1	145.8	18.3
202	953.2	145.8	18.3
203	973.3	145.8	18.3
204	992.6	145.8	18.3
205	611.7	123.0	18.3
206	672.0	123.0	18.3
207	692.1	123.0	18.3
208	712.1	123.0	18.3
209	732.2	123.0	18.3
210	752.3	123.0	18.3
211	772.4	123.0	18.3
212	792.5	123.0	18.3
213	812.6	123.0	18.3
214	832.7	123.0	18.3
215	852.8	123.0	18.3
216	872.8	123.0	18.3
217	892.9	123.0	18.3
218	913.0	123.0	18.3
219	933.1	123.0	18.3
220	953.2	123.0	18.3
221	973.3	123.0	18.3
222	992.6	123.0	18.3
223	672.2	133.0	18.3
224	632.2	133.0	18.3
225	612.3	133.0	18.3
226	583.3	133.0	18.3
227	572.3	133.0	18.3
228	583.7	275.8	18.3
229	913.0	453.5	18.3
230	953.2	453.5	18.3
231	992.6	453.5	18.3

GENERAL CONTRACTOR		ALTA SORVEGLIANZA		
				
		Progetto	Lotto	Codifica
		IN17	12	EI2CLVI2104001
				B

232	1010.9	454.4	18.3
233	1010.9	409.9	18.3
234	1023.7	409.9	18.3
235	1033.7	410.1	18.3
236	1010.9	393.3	18.3
237	1033.7	393.3	18.3
238	1033.7	429.4	18.3
239	1010.9	442.8	18.3
240	1033.7	333.4	18.3
241	1033.7	352.4	18.3
242	1033.7	371.4	18.3
243	1024.3	442.9	18.3
244	1023.7	371.2	18.3
245	1023.7	332.8	18.3
246	1023.7	313.6	18.3
247	1023.7	294.4	18.3
248	1010.9	371.2	18.3
249	1010.9	352.0	18.3
250	1010.9	332.8	18.3
251	1010.9	313.6	18.3
252	1010.9	294.4	18.3
253	583.5	443.0	18.3
254	583.7	428.5	18.3
255	583.7	406.6	18.3
256	583.7	387.9	18.3
257	583.7	369.2	18.3
258	583.7	350.5	18.3
259	583.7	331.8	18.3
260	583.7	294.4	18.3
261	591.6	443.0	18.3
262	611.7	443.0	18.3
263	672.0	443.0	18.3
264	913.0	443.0	18.3
265	933.1	443.0	18.3
266	953.2	443.0	18.3
267	973.3	443.0	18.3
268	992.6	443.0	18.3
269	592.6	465.8	18.3
270	611.7	465.8	18.3
271	672.0	465.8	18.3
272	692.1	465.8	18.3
273	712.1	465.8	18.3
274	732.2	465.8	18.3
275	752.3	465.8	18.3
276	772.4	465.8	18.3
277	792.5	465.8	18.3
278	812.6	465.8	18.3
279	832.7	465.8	18.3
280	852.8	465.8	18.3
281	872.8	465.8	18.3
282	892.9	465.8	18.3
283	913.0	465.8	18.3
284	933.1	465.8	18.3
285	953.2	465.8	18.3
286	973.3	465.8	18.3
287	992.6	465.8	18.3
288	672.2	455.8	18.3
289	632.2	455.8	18.3
290	612.3	455.8	18.3

GENERAL CONTRACTOR		ALTA SORVEGLIANZA		
				
		Progetto	Lotto	Codifica
		IN17	12	EI2CLV12104001
				B

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

DATI GENERAZIONI LINEARI DI BARRE

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

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

CALCOLO DI RESISTENZA - SFORZI PER OGNI COMBINAZIONE ASSEGNATA

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

N°Comb.	N	Mx	My	Vy	Vx
1	34550.71	22743.98	18964.62	0.00	0.00
2	24073.39	4578.92	15936.95	0.00	0.00
3	34550.71	36805.35	10996.14	0.00	0.00
4	35508.65	25068.42	30076.75	0.00	0.00
5	25031.32	6903.36	27049.08	0.00	0.00
6	35508.65	39129.79	22108.27	0.00	0.00
7	24788.35	6708.43	18520.22	0.00	0.00
8	24788.35	6708.43	18520.22	0.00	0.00
9	24788.35	6708.43	18520.22	0.00	0.00
10	30007.14	13896.86	11378.77	0.00	0.00
11	23720.75	3812.54	9562.17	0.00	0.00
12	30007.14	22333.68	6597.69	0.00	0.00
13	30884.33	26608.40	18041.40	0.00	0.00
14	24073.39	4578.92	15936.95	0.00	0.00
15	30884.33	40669.78	10072.93	0.00	0.00
16	31842.27	28932.84	29153.54	0.00	0.00
17	25031.32	6903.36	27049.08	0.00	0.00
18	31842.27	42994.22	21185.06	0.00	0.00
19	24788.35	6708.43	18520.22	0.00	0.00
20	24788.35	6708.43	18520.22	0.00	0.00
21	24788.35	6708.43	18520.22	0.00	0.00
22	27807.31	16500.61	10824.84	0.00	0.00
23	23720.75	3812.54	9562.17	0.00	0.00

GENERAL CONTRACTOR



ALTA SORVEGLIANZA



	Progetto	Lotto	Codifica	
	IN17	12	EI2CLV12104001	B

24	27807.31	24937.43	6043.76	0.00	0.00
25	29321.67	20874.64	29422.70	0.00	0.00
26	24073.39	4578.92	15936.95	0.00	0.00
27	29321.67	34936.01	21454.23	0.00	0.00
28	30279.61	23199.08	40534.83	0.00	0.00
29	25031.32	6903.36	27049.08	0.00	0.00
30	30279.61	37260.46	32566.36	0.00	0.00
31	24788.35	6708.43	18520.22	0.00	0.00
32	24788.35	6708.43	18520.22	0.00	0.00
33	24788.35	6708.43	18520.22	0.00	0.00
34	26869.72	13181.86	17653.62	0.00	0.00
35	23720.75	3812.54	9562.17	0.00	0.00
36	26869.72	21618.69	12872.54	0.00	0.00
37	19655.83	87338.93	30176.19	0.00	0.00
38	19655.83	27672.08	99612.87	0.00	0.00
39	23479.59	27672.08	30176.19	0.00	0.00
40	19150.12	88030.74	30048.85	0.00	0.00
41	19150.12	28363.89	99485.53	0.00	0.00
42	22973.88	28363.89	30048.85	0.00	0.00
43	18934.58	87307.56	31618.68	0.00	0.00
44	18934.58	27640.71	101055.36	0.00	0.00
45	22758.34	27640.71	31618.68	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	24284.07	14542.33	13079.05
2	17058.32	2795.09	10991.00
3	24284.07	24239.83	7583.55
4	24922.69	16091.96	20487.13
5	17696.95	4344.72	18399.09
6	24922.69	25789.46	14991.63
7	17514.70	4510.03	12346.81
8	17514.70	4510.03	12346.81
9	17514.70	4510.03	12346.81
10	21755.53	17480.54	12442.35
11	17058.32	2795.09	10991.00
12	21755.53	27178.04	6946.85
13	22394.15	19030.17	19850.44
14	17696.95	4344.72	18399.09
15	22394.15	28727.67	14354.94
16	17514.70	4510.03	12346.81
17	17514.70	4510.03	12346.81
18	17514.70	4510.03	12346.81
19	20677.83	13642.61	20291.52
20	17058.32	2795.09	10991.00
21	20677.83	23340.11	14796.02
22	21316.46	15192.24	27699.61
23	17696.95	4344.72	18399.09
24	21316.46	24889.74	22204.11
25	17514.70	4510.03	12346.81
26	17514.70	4510.03	12346.81

GENERAL CONTRACTOR  IRICAV2		ALTA SORVEGLIANZA  GRUPPO FERROVIE DELLO STATO ITALIANE		
		Progetto	Lotto	Codifica
		IN17	12	EI2CLV12104001
				B

27	17514.70	4510.03	12346.81
28	18445.43	59278.02	20379.51
29	18445.43	19253.80	66957.28
30	19444.92	19253.80	20379.51
31	17939.72	59969.84	20252.17
32	17939.72	19945.62	66829.94
33	18939.22	19945.62	20252.17
34	17724.18	59246.65	21822.00
35	17724.18	19222.44	68399.77
36	18723.68	19222.44	21822.00

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

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

N°Comb.	N	Mx	My
1	21150.57	15542.52 (0.00)	7847.43 (0.00)
2	21789.19	17092.15 (517371.77)	15255.52 (461777.80)
3	17514.70	4510.03 (0.00)	12346.81 (0.00)
4	19633.45	17305.45 (0.00)	7465.41 (0.00)
5	20272.07	18855.08 (172537.83)	14873.50 (136103.45)
6	17514.70	4510.03 (0.00)	12346.81 (0.00)
7	18986.83	15002.69 (865545.24)	12174.91 (702403.06)
8	19625.45	16552.32 (126838.96)	19583.00 (150062.79)
9	17514.70	4510.03 (0.00)	12346.81 (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	16450.32	2401.69 (0.00)	0.00 (0.00)
2	16450.32	2401.69 (0.00)	0.00 (0.00)
3	16450.32	2401.69 (0.00)	0.00 (0.00)

RISULTATI DEL CALCOLO

Sezione verificata per tutte le combinazioni assegnate

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

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

GENERAL CONTRACTOR  IRICAV2	ALTA SORVEGLIANZA  GRUPPO FERROVIE DELLO STATO ITALIANE
	Progetto Lotto Codifica IN17 12 EI2CLV12104001 B

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

N°Comb	Ver	N	Mx	My	N Res	Mx Res	My Res	Mis.Sic.	As Totale
1	S	34550.71	22743.98	18964.62	34550.80	110116.43	92419.58	4.85	904.8(343.3)
2	S	24073.39	4578.92	15936.95	24073.49	58815.76	207910.73	13.03	904.8(343.3)
3	S	34550.71	36805.35	10996.14	34550.41	113525.18	33868.73	3.08	904.8(343.3)
4	S	35508.65	25068.42	30076.75	35508.44	106699.90	127737.10	4.25	904.8(343.3)
5	S	25031.32	6903.36	27049.08	25031.38	55211.71	215449.15	7.97	904.8(343.3)
6	S	35508.65	39129.79	22108.27	35508.44	113592.93	64178.99	2.90	904.8(343.3)
7	S	24788.35	6708.43	18520.22	24788.58	70246.77	192491.89	10.40	904.8(343.3)
8	S	24788.35	6708.43	18520.22	24788.58	70246.77	192491.89	10.40	904.8(343.3)
9	S	24788.35	6708.43	18520.22	24788.58	70246.77	192491.89	10.40	904.8(343.3)
10	S	30007.14	13896.86	11378.77	30007.11	104190.55	85211.35	7.49	904.8(343.3)
11	S	23720.75	3812.54	9562.17	23720.75	73220.03	183698.46	19.21	904.8(343.3)
12	S	30007.14	22333.68	6597.69	30007.12	106807.49	31887.92	4.79	904.8(343.3)
13	S	30884.33	26608.40	18041.40	30884.40	106344.65	72359.38	4.00	904.8(343.3)
14	S	24073.39	4578.92	15936.95	24073.49	58815.76	207910.73	13.03	904.8(343.3)
15	S	30884.33	40669.78	10072.93	30884.39	108261.27	26838.45	2.66	904.8(343.3)
16	S	31842.27	28932.84	29153.54	31842.45	104956.72	105541.13	3.62	904.8(343.3)
17	S	25031.32	6903.36	27049.08	25031.38	55211.71	215449.15	7.97	904.8(343.3)
18	S	31842.27	42994.22	21185.06	31842.40	108771.76	52994.95	2.52	904.8(343.3)
19	S	24788.35	6708.43	18520.22	24788.58	70246.77	192491.89	10.40	904.8(343.3)
20	S	24788.35	6708.43	18520.22	24788.58	70246.77	192491.89	10.40	904.8(343.3)
21	S	24788.35	6708.43	18520.22	24788.58	70246.77	192491.89	10.40	904.8(343.3)
22	S	27807.31	16500.61	10824.84	27807.26	102080.43	66858.97	6.18	904.8(343.3)
23	S	23720.75	3812.54	9562.17	23720.75	73220.03	183698.46	19.21	904.8(343.3)
24	S	27807.31	24937.43	6043.76	27807.41	103675.75	25081.34	4.16	904.8(343.3)
25	S	29321.67	20874.64	29422.70	29321.96	96785.52	136291.97	4.63	904.8(343.3)
26	S	24073.39	4578.92	15936.95	24073.49	58815.76	207910.73	13.03	904.8(343.3)
27	S	29321.67	34936.01	21454.23	29321.44	104471.83	64393.12	2.99	904.8(343.3)
28	S	30279.61	23199.08	40534.83	30279.53	91879.54	161183.98	3.97	904.8(343.3)
29	S	25031.32	6903.36	27049.08	25031.38	55211.71	215449.15	7.97	904.8(343.3)
30	S	30279.61	37260.46	32566.36	30279.37	104184.04	90289.31	2.79	904.8(343.3)
31	S	24788.35	6708.43	18520.22	24788.58	70246.77	192491.89	10.40	904.8(343.3)
32	S	24788.35	6708.43	18520.22	24788.58	70246.77	192491.89	10.40	904.8(343.3)
33	S	24788.35	6708.43	18520.22	24788.58	70246.77	192491.89	10.40	904.8(343.3)
34	S	26869.72	13181.86	17653.62	26869.97	94918.65	127835.63	7.23	904.8(343.3)
35	S	23720.75	3812.54	9562.17	23720.75	73220.03	183698.46	19.21	904.8(343.3)
36	S	26869.72	21618.69	12872.54	26869.74	101002.85	60306.90	4.68	904.8(343.3)
37	S	19655.83	87338.93	30176.19	19655.88	91063.32	31178.89	1.04	904.8(343.3)
38	S	19655.83	27672.08	99612.87	19656.08	54807.24	199789.37	2.00	904.8(343.3)
39	S	23479.59	27672.08	30176.19	23479.67	93279.63	101058.18	3.36	904.8(343.3)
40	S	19150.12	88030.74	30048.85	19150.15	90280.55	31163.85	1.03	904.8(343.3)
41	S	19150.12	28363.89	99485.53	19150.37	56366.77	196096.48	1.97	904.8(343.3)
42	S	22973.88	28363.89	30048.85	22973.90	92733.34	98645.59	3.28	904.8(343.3)
43	S	18934.58	87307.56	31618.68	18934.63	89917.67	32281.21	1.03	904.8(343.3)
44	S	18934.58	27640.71	101055.36	18934.33	54210.10	198272.14	1.96	904.8(343.3)
45	S	22758.34	27640.71	31618.68	22758.37	91772.06	105749.70	3.33	904.8(343.3)

METODO AGLI STATI LIMITE ULTIMI - DEFORMAZIONI UNITARIE ALLO STATO ULTIMO

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

<p>GENERAL CONTRACTOR</p>  <p>IRICAV2</p>	<p>ALTA SORVEGLIANZA</p>  <p>ITALFERR GRUPPO FERROVIE DELLO STATO ITALIANE</p>								
	<table border="1" style="width: 100%;"> <tr> <td style="width: 25%;">Progetto</td> <td style="width: 25%;">Lotto</td> <td style="width: 25%;">Codifica</td> <td style="width: 25%;"></td> </tr> <tr> <td style="text-align: center;">IN17</td> <td style="text-align: center;">12</td> <td style="text-align: center;">EI2CLVI2104001</td> <td style="text-align: center;">B</td> </tr> </table>	Progetto	Lotto	Codifica		IN17	12	EI2CLVI2104001	B
Progetto	Lotto	Codifica							
IN17	12	EI2CLVI2104001	B						

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	0.00313	992.6	465.8	-0.01306	152.0	123.0
2	0.00350	1025.8	466.8	0.00337	1024.6	455.7	-0.00805	120.0	133.2
3	0.00350	1002.3	474.4	0.00289	992.6	465.8	-0.02229	152.0	123.0
4	0.00350	1014.7	472.5	0.00327	1010.6	464.2	-0.00912	134.0	124.7
5	0.00350	1025.8	466.8	0.00337	1024.6	455.7	-0.00806	120.0	133.2
6	0.00350	1002.3	474.4	0.00303	992.6	465.8	-0.01677	152.0	123.0
7	0.00350	1025.8	466.8	0.00335	1010.6	464.2	-0.00768	134.0	124.7
8	0.00350	1025.8	466.8	0.00335	1010.6	464.2	-0.00768	134.0	124.7
9	0.00350	1025.8	466.8	0.00335	1010.6	464.2	-0.00768	134.0	124.7
10	0.00350	1002.3	474.4	0.00307	992.6	465.8	-0.01550	152.0	123.0
11	0.00350	1014.7	472.5	0.00335	1010.6	464.2	-0.00789	134.0	124.7
12	0.00350	1002.3	474.4	0.00283	992.6	465.8	-0.02457	152.0	123.0
13	0.00350	1002.3	474.4	0.00303	992.6	465.8	-0.01717	152.0	123.0
14	0.00350	1025.8	466.8	0.00337	1024.6	455.7	-0.00805	120.0	133.2
15	0.00350	1002.3	474.4	0.00281	992.6	465.8	-0.02517	152.0	123.0
16	0.00350	1002.3	474.4	0.00317	1010.6	464.2	-0.01216	134.0	124.7
17	0.00350	1025.8	466.8	0.00337	1024.6	455.7	-0.00806	120.0	133.2
18	0.00350	1002.3	474.4	0.00295	992.6	465.8	-0.02000	152.0	123.0
19	0.00350	1025.8	466.8	0.00335	1010.6	464.2	-0.00768	134.0	124.7
20	0.00350	1025.8	466.8	0.00335	1010.6	464.2	-0.00768	134.0	124.7
21	0.00350	1025.8	466.8	0.00335	1010.6	464.2	-0.00768	134.0	124.7
22	0.00350	1002.3	474.4	0.00298	992.6	465.8	-0.01918	152.0	123.0
23	0.00350	1014.7	472.5	0.00335	1010.6	464.2	-0.00789	134.0	124.7
24	0.00350	1002.3	474.4	0.00277	992.6	465.8	-0.02682	152.0	123.0
25	0.00350	1014.7	472.5	0.00328	1010.6	464.2	-0.00943	134.0	124.7
26	0.00350	1025.8	466.8	0.00337	1024.6	455.7	-0.00805	120.0	133.2
27	0.00350	1002.3	474.4	0.00298	992.6	465.8	-0.01903	152.0	123.0
28	0.00350	1014.7	472.5	0.00333	1010.6	464.2	-0.00769	134.0	124.7
29	0.00350	1025.8	466.8	0.00337	1024.6	455.7	-0.00806	120.0	133.2
30	0.00350	1002.3	474.4	0.00309	992.6	465.8	-0.01468	152.0	123.0
31	0.00350	1025.8	466.8	0.00335	1010.6	464.2	-0.00768	134.0	124.7
32	0.00350	1025.8	466.8	0.00335	1010.6	464.2	-0.00768	134.0	124.7
33	0.00350	1025.8	466.8	0.00335	1010.6	464.2	-0.00768	134.0	124.7
34	0.00350	1014.7	472.5	0.00324	1010.6	464.2	-0.01068	134.0	124.7
35	0.00350	1014.7	472.5	0.00335	1010.6	464.2	-0.00789	134.0	124.7
36	0.00350	1002.3	474.4	0.00294	992.6	465.8	-0.02066	152.0	123.0
37	0.00350	1002.3	474.4	0.00272	992.6	465.8	-0.02927	152.0	123.0
38	0.00350	1025.8	466.8	0.00336	1024.6	455.7	-0.00897	120.0	133.2
39	0.00350	1002.3	474.4	0.00309	1010.6	464.2	-0.01512	134.0	124.7
40	0.00350	1002.3	474.4	0.00271	992.6	465.8	-0.02953	152.0	123.0
41	0.00350	1025.8	466.8	0.00335	1024.6	455.7	-0.00898	120.0	133.2
42	0.00350	1002.3	474.4	0.00308	992.6	465.8	-0.01564	152.0	123.0
43	0.00350	1002.3	474.4	0.00272	992.6	465.8	-0.02937	152.0	123.0
44	0.00350	1025.8	466.8	0.00336	1024.6	455.7	-0.00913	120.0	133.2
45	0.00350	1002.3	474.4	0.00311	1010.6	464.2	-0.01458	134.0	124.7

POSIZIONE ASSE NEUTRO PER OGNI COMB. DI RESISTENZA

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

N°Comb	a	b	c	x/d	C.Rid.
--------	---	---	---	-----	--------

GENERAL CONTRACTOR		ALTA SORVEGLIANZA			
					
		Progetto	Lotto	Codifica	
		IN17	12	EI2CLV12104001	B

1	0.000003451	0.000038762	-0.018349398	----	----
2	0.000008660	0.000011096	-0.010563258	----	----
3	0.000001626	0.000069445	-0.031077442	----	----
4	0.000004324	0.000025323	-0.012851720	----	----
5	0.000008943	0.000010358	-0.010509155	----	----
6	0.000002650	0.000051273	-0.023482036	----	----
7	0.000007483	0.000013178	-0.010327424	----	----
8	0.000007483	0.000013178	-0.010327424	----	----
9	0.000007483	0.000013178	-0.010327424	----	----
10	0.000003341	0.000045993	-0.021669262	----	----
11	0.000007234	0.000014423	-0.010655100	----	----
12	0.000001593	0.000076037	-0.034171560	----	----
13	0.000002953	0.000051671	-0.023974958	----	----
14	0.000008660	0.000011096	-0.010563258	----	----
15	0.000001377	0.000078250	-0.035005675	----	----
16	0.000003862	0.000035184	-0.017064224	----	----
17	0.000008943	0.000010358	-0.010509155	----	----
18	0.000002336	0.000061228	-0.027890001	----	----
19	0.000007483	0.000013178	-0.010327424	----	----
20	0.000007483	0.000013178	-0.010327424	----	----
21	0.000007483	0.000013178	-0.010327424	----	----
22	0.000002842	0.000057675	-0.026711386	----	----
23	0.000007234	0.000014423	-0.010655100	----	----
24	0.000001350	0.000083008	-0.037235818	----	----
25	0.000004858	0.000024872	-0.013180696	----	----
26	0.000008660	0.000011096	-0.010563258	----	----
27	0.000002738	0.000057499	-0.026523813	----	----
28	0.000005524	0.000018177	-0.010693587	----	----
29	0.000008943	0.000010358	-0.010509155	----	----
30	0.000003478	0.000043308	-0.020533131	----	----
31	0.000007483	0.000013178	-0.010327424	----	----
32	0.000007483	0.000013178	-0.010327424	----	----
33	0.000007483	0.000013178	-0.010327424	----	----
34	0.000004745	0.000028738	-0.014893178	----	----
35	0.000007234	0.000014423	-0.010655100	----	----
36	0.000002651	0.000062338	-0.028732648	----	----
37	0.000001757	0.000089011	-0.040491182	----	----
38	0.000009523	0.000011512	-0.011642850	----	----
39	0.000004008	0.000043278	-0.021050347	----	----
40	0.000001767	0.000089719	-0.040837751	----	----
41	0.000009371	0.000011957	-0.011694198	----	----
42	0.000003950	0.000044907	-0.021765341	----	----
43	0.000001820	0.000089127	-0.040609440	----	----
44	0.000009672	0.000011597	-0.011835199	----	----
45	0.000004199	0.000041278	-0.020292948	----	----

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

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

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

GENERAL CONTRACTOR					ALTA SORVEGLIANZA				
									
					Progetto	Lotto	Codifica		
					IN17	12	EI2CLV12104001		B

1	S	3.43	1014.7	472.5	6.2	134.0	124.7	---	---
2	S	1.95	1025.8	466.8	10.9	120.0	133.2	---	---
3	S	3.93	1002.3	474.4	-0.7	152.0	123.0	384	5.3
4	S	3.88	1014.7	472.5	1.2	134.0	124.7	---	---
5	S	2.40	1025.8	466.8	5.8	120.0	133.2	---	---
6	S	4.41	1002.3	474.4	-6.8	134.0	124.7	1289	13.2
7	S	2.16	1025.8	466.8	9.0	134.0	124.7	---	---
8	S	2.16	1025.8	466.8	9.0	134.0	124.7	---	---
9	S	2.16	1025.8	466.8	9.0	134.0	124.7	---	---
10	S	3.42	1002.3	474.4	0.6	134.0	124.7	0	0.0
11	S	1.95	1025.8	466.8	10.9	120.0	133.2	---	---
12	S	4.02	1002.3	474.4	-9.9	152.0	123.0	3715	36.8
13	S	3.89	1014.7	472.5	-5.0	134.0	124.7	985	10.5
14	S	2.40	1025.8	466.8	5.8	120.0	133.2	---	---
15	S	4.61	1002.3	474.4	-19.7	134.0	124.7	6118	57.9
16	S	2.16	1025.8	466.8	9.0	134.0	124.7	---	---
17	S	2.16	1025.8	466.8	9.0	134.0	124.7	---	---
18	S	2.16	1025.8	466.8	9.0	134.0	124.7	---	---
19	S	3.36	1014.7	472.5	-1.2	134.0	124.7	219	2.6
20	S	1.95	1025.8	466.8	10.9	120.0	133.2	---	---
21	S	3.96	1002.3	474.4	-11.4	134.0	124.7	3426	36.8
22	S	3.85	1014.7	472.5	-7.4	134.0	124.7	1786	21.0
23	S	2.40	1025.8	466.8	5.8	120.0	133.2	---	---
24	S	4.56	1014.7	472.5	-21.3	134.0	124.7	5973	57.9
25	S	2.16	1025.8	466.8	9.0	134.0	124.7	---	---
26	S	2.16	1025.8	466.8	9.0	134.0	124.7	---	---
27	S	2.16	1025.8	466.8	9.0	134.0	124.7	---	---
28	S	9.23	1002.3	474.4	-292.3	152.0	123.0	41959	344.6
29	S	7.02	1025.8	466.8	-96.0	120.0	133.2	13849	118.4
30	S	3.78	1014.7	472.5	-11.6	134.0	124.7	3267	34.2
31	S	9.31	1002.3	474.4	-304.0	152.0	123.0	42134	344.6
32	S	7.15	1025.8	466.8	-102.5	120.0	133.2	14199	121.0
33	S	3.83	1014.7	472.5	-14.2	134.0	124.7	4313	44.7
34	S	9.34	1002.3	474.4	-302.6	152.0	123.0	41892	341.9
35	S	7.19	1025.8	466.8	-105.8	120.0	133.2	14390	123.6
36	S	3.83	1014.7	472.5	-14.9	134.0	124.7	4541	44.7

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

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

Comb.	Ver	e1	e2	k2	Ø	Cf	e _{sm} - e _{cm}	sr max	wk	Mx fess	My fess
1	S	0.00000	0.00000	---	---	---	---	---	0.000 (990.00)	0.00	0.00
2	S	0.00000	0.00000	---	---	---	---	---	0.000 (990.00)	0.00	0.00

GENERAL CONTRACTOR		ALTA SORVEGLIANZA			
					
		Progetto	Lotto	Codifica	
		IN17	12	EI2CLVI2104001	B

3	S	-0.00001	0.00000	0.645	18.3	77	0.00000 (0.00000)	554	0.001 (990.00)	534277.64	167151.39
4	S	0.00000	0.00000	---	---	---	---	---	0.000 (990.00)	0.00	0.00
5	S	0.00000	0.00000	---	---	---	---	---	0.000 (990.00)	0.00	0.00
6	S	-0.00004	0.00000	0.833	18.3	79	0.00002 (0.00002)	776	0.016 (990.00)	164955.86	95890.23
7	S	0.00000	0.00000	---	---	---	---	---	0.000 (990.00)	0.00	0.00
8	S	0.00000	0.00000	---	---	---	---	---	0.000 (990.00)	0.00	0.00
9	S	0.00000	0.00000	---	---	---	---	---	0.000 (990.00)	0.00	0.00
10	S	0.00000	0.00000	0.833	18.3	79	0.00002 (0.00002)	0	0.003 (990.00)	2180930.62	1552349.19
11	S	0.00000	0.00000	---	---	---	---	---	0.000 (990.00)	0.00	0.00
12	S	-0.00006	0.00000	0.833	18.3	77	0.00003 (0.00003)	784	0.023 (990.00)	156706.76	40055.07
13	S	-0.00003	0.00000	0.833	18.3	79	0.00002 (0.00002)	753	0.011 (990.00)	157292.87	164072.76
14	S	0.00000	0.00000	---	---	---	---	---	0.000 (990.00)	0.00	0.00
15	S	-0.00011	0.00000	0.833	18.3	79	0.00006 (0.00006)	816	0.048 (990.00)	101009.79	50473.62
16	S	0.00000	0.00000	---	---	---	---	---	0.000 (990.00)	0.00	0.00
17	S	0.00000	0.00000	---	---	---	---	---	0.000 (990.00)	0.00	0.00
18	S	0.00000	0.00000	---	---	---	---	---	0.000 (990.00)	0.00	0.00
19	S	-0.00001	0.00000	0.785	18.3	79	0.00000 (0.00000)	674	0.002 (990.00)	315923.03	469892.39
20	S	0.00000	0.00000	---	---	---	---	---	0.000 (990.00)	0.00	0.00
21	S	-0.00006	0.00000	0.833	18.3	79	0.00003 (0.00003)	750	0.026 (990.00)	113830.08	72160.42
22	S	-0.00004	0.00000	0.833	18.3	79	0.00002 (0.00002)	708	0.016 (990.00)	97169.04	177165.75
23	S	0.00000	0.00000	---	---	---	---	---	0.000 (990.00)	0.00	0.00
24	S	-0.00011	0.00000	0.833	18.3	79	0.00006 (0.00006)	803	0.051 (990.00)	78439.53	69975.82
25	S	0.00000	0.00000	---	---	---	---	---	0.000 (990.00)	0.00	0.00
26	S	0.00000	0.00000	---	---	---	---	---	0.000 (990.00)	0.00	0.00
27	S	0.00000	0.00000	---	---	---	---	---	0.000 (990.00)	0.00	0.00
28	S	-0.00151	0.00000	0.833	18.3	77	0.00088 (0.00088)	893	0.783 (990.00)	49718.35	17092.94
29	S	-0.00049	0.00000	0.833	18.3	79	0.00029 (0.00029)	874	0.252 (990.00)	23308.19	81056.89
30	S	-0.00006	0.00000	0.833	18.3	79	0.00003 (0.00003)	763	0.027 (990.00)	92031.40	97412.19
31	S	-0.00157	0.00000	0.833	18.3	77	0.00091 (0.00091)	895	0.816 (990.00)	49140.05	16594.89
32	S	-0.00053	0.00000	0.833	18.3	79	0.00031 (0.00031)	875	0.269 (990.00)	23372.66	78312.61
33	S	-0.00008	0.00000	0.833	18.3	79	0.00004 (0.00004)	768	0.033 (990.00)	84125.55	85418.50
34	S	-0.00156	0.00000	0.833	18.3	77	0.00091 (0.00091)	897	0.814 (990.00)	48255.40	17773.65
35	S	-0.00054	0.00000	0.833	18.3	79	0.00032 (0.00032)	871	0.276 (990.00)	22285.78	79300.13
36	S	-0.00008	0.00000	0.833	18.3	79	0.00004 (0.00004)	794	0.036 (990.00)	78388.91	88989.88

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

N°Comb	Ver	Sc max	Xc max	Yc max	Ss min	Xs min	Ys min	Ac eff.	As eff.
1	S	3.07	1002.3	474.4	4.4	134.0	124.7	---	---
2	S	3.50	1014.7	472.5	-0.6	134.0	124.7	232	2.6
3	S	2.16	1025.8	466.8	9.0	134.0	124.7	---	---
4	S	3.06	1002.3	474.4	1.1	134.0	124.7	---	---
5	S	3.52	1014.7	472.5	-4.5	134.0	124.7	941	10.5
6	S	2.16	1025.8	466.8	9.0	134.0	124.7	---	---
7	S	3.02	1014.7	472.5	0.0	134.0	124.7	0	0.0
8	S	3.49	1014.7	472.5	-5.9	134.0	124.7	1310	13.2
9	S	2.16	1025.8	466.8	9.0	134.0	124.7	---	---

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

Comb.	Ver	e1	e2	k2	Ø	Cf	e sm - e cm	sr max	wk	Mx fess	My fess
1	S	0.00000	0.00000	---	---	---	---	---	0.000 (0.20)	0.00	0.00
2	S	-0.00001	0.00000	0.646	18.3	79	0.00000 (0.00000)	622	0.001 (0.20)	517371.77	461777.80
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	-0.00003	0.00000	0.833	18.3	79	0.00001 (0.00001)	731	0.010 (0.20)	172537.83	136103.45
6	S	0.00000	0.00000	---	---	---	---	---	0.000 (0.20)	0.00	0.00

GENERAL CONTRACTOR



IRICAV2

ALTA SORVEGLIANZA



GRUPPO FERROVIE DELLO STATO ITALIANE

	Progetto	Lotto	Codifica	
	IN17	12	EI2CLVI2104001	B

7	S	0.00000	0.00000	0.833	18.3	79	0.00001 (0.00001)	0	0.002 (0.20)	865545.24	702403.06
8	S	-0.00003	0.00000	0.833	18.3	79	0.00002 (0.00002)	784	0.014 (0.20)	126838.96	150062.79
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	1.46	142.3	474.4	16.8	992.6	123.0	----	----
2	S	1.46	142.3	474.4	16.8	992.6	123.0	----	----
3	S	1.46	142.3	474.4	16.8	992.6	123.0	----	----

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

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

GENERAL CONTRACTOR  IRICAV2	ALTA SORVEGLIANZA  ITALFERR GRUPPO FERROVIE DELLO STATO ITALIANE			
	Progetto IN17	Lotto 12	Codifica EI2CLVI2104001	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	EI2CLVI2104001	B

P01 (H=8.0m)Calcolo del taglio agente – Direzione Longitudinale

H _{pila}	8.00	m	Altezza fusto pila
M _{Rd,inf_long}	90281	kNm	Momento resistente della sezione di base della pila
M _{E,i_long}	87338.93	kNm	Momento sollecitante alla base della pila
V _{Rd}	1		Fattore di sovraresistenza (§7.9.5.1 NTC2008)
V _{E,i_long}	9555	kN	Azione di taglio di calcolo base pila - Comb. Sismica di progetto
V _{gr,0}	9877	kN	Valore del taglio di progetto per la gerarchia delle resistenze $V_{gr0} = \min(V_{ed} \gamma_{rd} M_{rd}/M_{ed}; V_{ed} q)$
V _{E,i,long} /V _{gr,c}	0.967	-	
V _{Rd}	1.00	-	Fattore di sovraresistenza aggiuntivo (§7.9.5.2.2 NTC2008)
V _{gr,i,long}	9877	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'	87	mm	
larghezza dell'anima resistente	bw	1000	mm	
altezza utile della sezione	d	3513	mm	
area della sezione di calcestruzzo	A _c	2901738	mm ²	
diametro delle barre longitudinali	Ø _{bl}	22	mm	
diametro delle staffe	Ø _{st}	11.2	mm	
passo delle staffe	sst	150.0	mm	
numero di bracci delle staffe	nbw	6.0		
inclinazione delle staffe ($\alpha=90^\circ$ per staffe or	α	90	°	
inclinazione delle bielle di calcestruzzo rispe	ϑ	24	°	
taglio resistente relativo alle armature tese	V _{Rsd}	10770	KN	
taglio resistente relativo alle bielle compress	V _{Rcd}	10770	KN	
taglio resistente di calcolo	V _{Rd}	10770	KN	
taglio agente sul pannello	V _{Ed}	9877	KN	
	C.S.	0.92	<1	

GENERAL CONTRACTOR



ALTA SORVEGLIANZA



Progetto

Lotto

Codifica

IN17

12

EI2CLVI2104001

B

Direzione Trasversale				
altezza della sezione	h	9400	mm	
copriferro netto	c netto	60	mm	
copriferro al baricentro dell'armatura long	c'	87	mm	
larghezza dell'anima resistente	bw	800	mm	
altezza utile della sezione	d	9313	mm	
area della sezione di calcestruzzo	Ac	5829938	mm ²	
diametro delle barre longitudinali	Øbl	22	mm	
diametro delle staffe	Øst	11.2	mm	
passo delle staffe	sst	150.0	mm	
numero di bracci delle staffe	nbw	4.0		
inclinazione delle staffe ($\alpha=90^\circ$ per staffe ortogonali)	α	90	°	
inclinazione delle bielle di calcestruzzo rispetto all'asse delle staffe	ϑ	22	°	
taglio resistente relativo alle armature tese	VRsd	21204	KN	
taglio resistente relativo alle bielle compresse	VRcd	21204	KN	
taglio resistente di calcolo	VRd	21204	KN	
taglio agente sul pannello	VEd	8320	KN	
	C.S.	0.39	<1	

GENERAL CONTRACTOR  IRICAV2	ALTA SORVEGLIANZA  ITALFERR GRUPPO FERROVIE DELLO STATO ITALIANE			
	Progetto IN17	Lotto 12	Codifica EI2CLVI2104001	B

9.4 Verifica minimi di armatura

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

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

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

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

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

GENERAL CONTRACTOR  IRICAV2	ALTA SORVEGLIANZA  GRUPPO FERROVIE DELLO STATO ITALIANE			
	Progetto IN17	Lotto 12	Codifica EI2CLVI2104001	B

Sezioni rettangolari piene o cave

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

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

Dove:

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

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

s = Interasse verticale delle staffe.

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

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

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

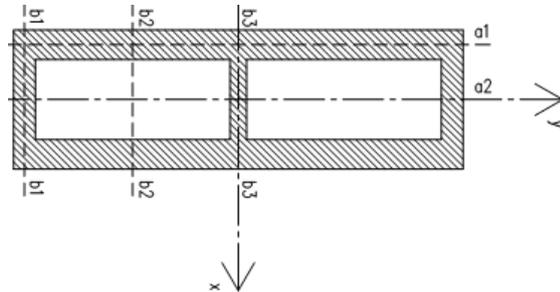
$\zeta = 0,03$ per le zone classificate sismiche con $a_g(SLV) < 0,15 g$

minimi per armatura flessionale			
numero di ferri longitudinali	n	344	
diametro del ferro longitudinale	fi	22	mm
passo massimo longitudinale	p	20	cm
area dell'armatura longitudinale	As	130765.6526	mm ²
area di calcestruzzo (non riempito)	Ac	11452700	mm ³
		1.14%	>0.6%
minimi per armatura trasversale			
diametro minimo armatura a taglio	fi	8	mm
dimensione (diametro) del nucleo	d	4000	mm
interasse massimo staffe	s	220	mm

Progetto	Lotto	Codifica	
IN17	12	EI2CLVI2104001	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

Asw 2637.6 mm2
 s 150 mm
 b 3500 mm
 fyd 391 Mpa
 fcd 18.13 Mpa
 ζ 0.04

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

Sez. **a1-a1**

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

	d	A	n°
sp	10	78.5	20
st	16	200.96	10

Asw 3579.6 mm2
 s 150 mm
 b 9100 mm
 fyd 391 Mpa
 fcd 18.13 Mpa
 ζ 0.04

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

Sez. **b2-b2**

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

	d	A	n°
sp	10	78.5	0
st	16	200.96	4

Asw 803.84 mm2
 s 150 mm
 b 800 mm
 fyd 391 Mpa
 fcd 18.13 Mpa
 ζ 0.04

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

Sez. **a2-a2**

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

	d	A	n°
sp	10	78.5	0
st	16	200.96	6

Asw 1205.76 mm2
 s 150 mm
 b 1200 mm
 fyd 391 Mpa
 fcd 18.13 Mpa
 ζ 0.04

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

Sez. **b3-b3**

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

	d	A	n°
sp	10	78.5	8
st	16	200.96	8

Asw 2235.68 mm2
 s 150 mm
 b 3500 mm
 fyd 391 Mpa
 fcd 18.13 Mpa
 ζ 0.04

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

GENERAL CONTRACTOR  IRICAV2	ALTA SORVEGLIANZA  GRUPPO FERROVIE DELLO STATO ITALIANE			
	Progetto IN17	Lotto 12	Codifica EI2CLVI2104001	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	9.0	m
rigidezza flessionale longitudinale	J	22.3	m ⁴
modulo elastico	E	33345.8	MPa
spostamento in testa pila	D	0.58	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  IRICAV2	ALTA SORVEGLIANZA  ITALFERR GRUPPO FERROVIE DELLO STATO ITALIANE			
	Progetto IN17	Lotto 12	Codifica EI2CLVI2104001	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	0.22	sec
fattore di struttura	q	1.5	
fattore di duttilità in spostamento	μ	2.0	
accelerazione di riferimento pila dir. long	ag (T)	0.50	g
	w	28.09	sec
		0.01	m
spostamento SLV relativo all'analisi spettrale	dEe	0.0000	m
spostamento totale relativo	dEd	0.0125	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



IRICAV2

ALTA SORVEGLIANZA



GRUPPO FERROVIE DELLO STATO ITALIANE

Progetto

Lotto

Codifica

IN17

12

EI2CLVI2104001

B

spostamento longitudinale relativo alla termica

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

spostamento longitudinale finale

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

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

altri spostamenti longitudinali

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

Progetto

IN17

Lotto

12

Codifica

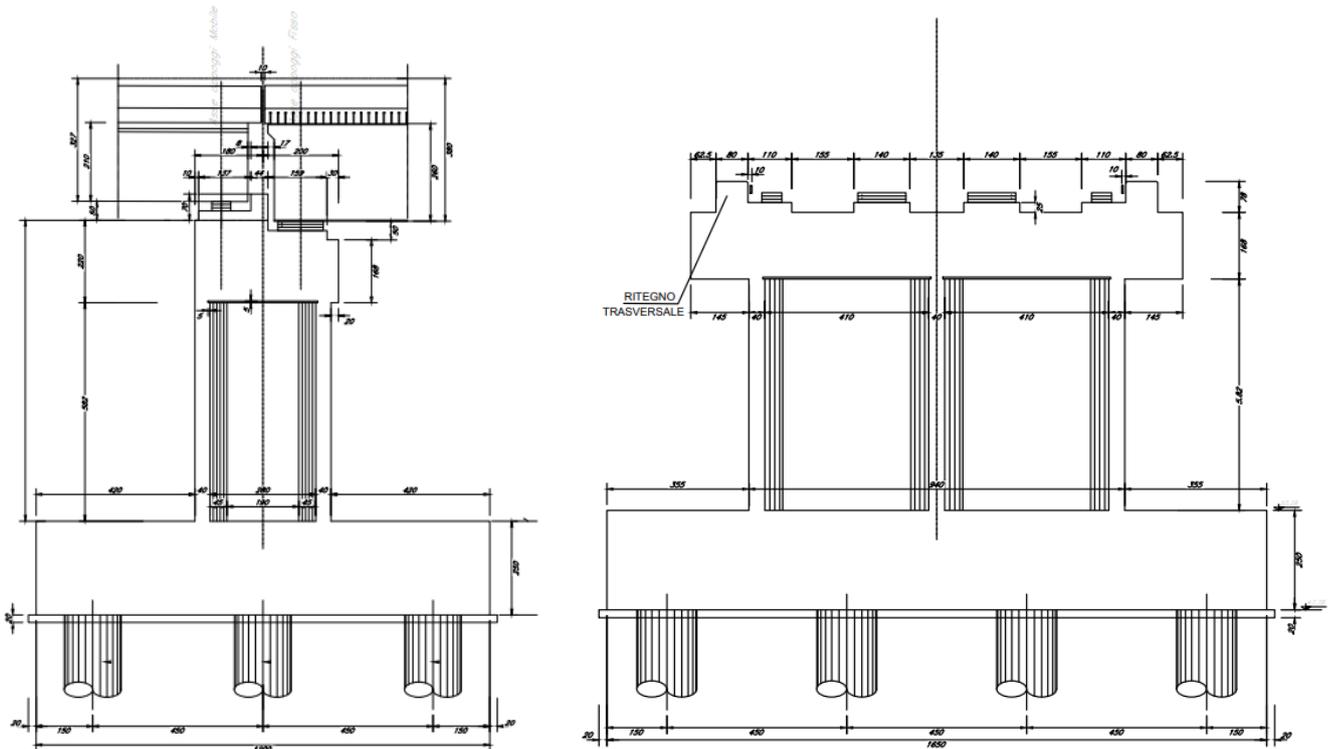
EI2CLV12104001

B

10. Pulvino

Il pulvino presenta un'altezza di 1.68m lato impalcato c.a.p. e un'altezza di 2.20m lato implacato in misto, sezione rettangolare piena smussata con forma medesima a quella della pila e dimensioni pari a 3.6m x 9.4m rispettivamente nelle direzioni degli assi longitudinale e trasversale del viadotto.

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



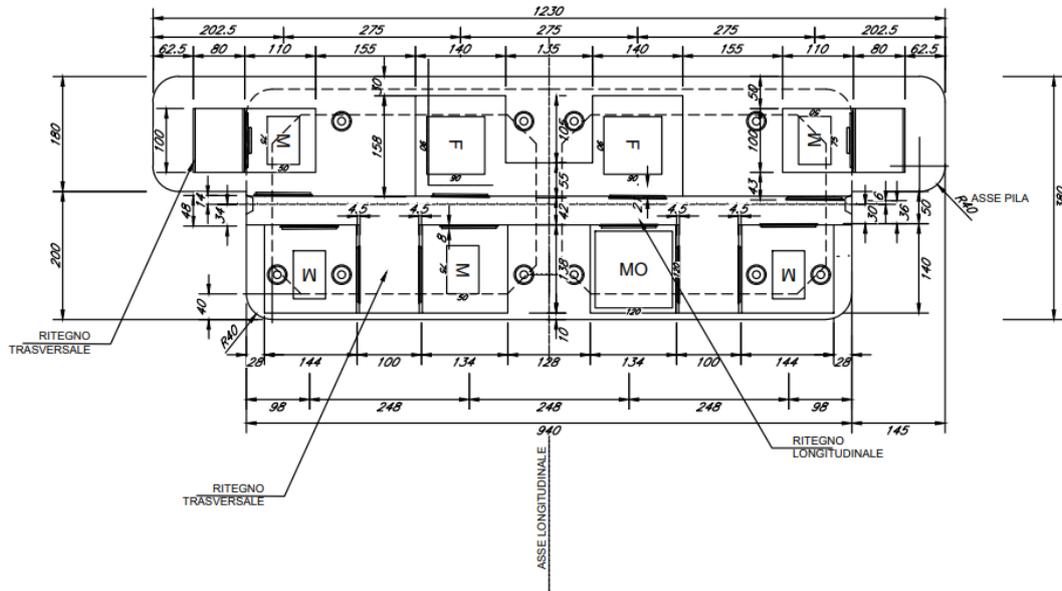


Figura 23 – Sezioni e pianta pulvino (Allineamento fisso lato impalcato in Misto)

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 - IN1712EI2CLVI2104008.

GENERAL CONTRACTOR  IRICAV2	ALTA SORVEGLIANZA  ITALFERR GRUPPO FERROVIE DELLO STATO ITALIANE			
	Progetto IN17	Lotto 12	Codifica EI2CLVI2104001	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 VI21. È inoltre esplicitato il sistema di riferimento e la numerazione dei pali utilizzata nel calcolo.

Si prevedono 12 pali aventi diametro $D=1500$ mm e lunghezza pari a 35.0 m. Il plinto è caratterizzato da un'altezza di 2.5 m ed ha delle dimensioni in pianta pari a 12.00 m x 16.50 m. Sul plinto di fondazione in esame è previsto un ricoprimento di terreno di spessore pari a 2.5 m.

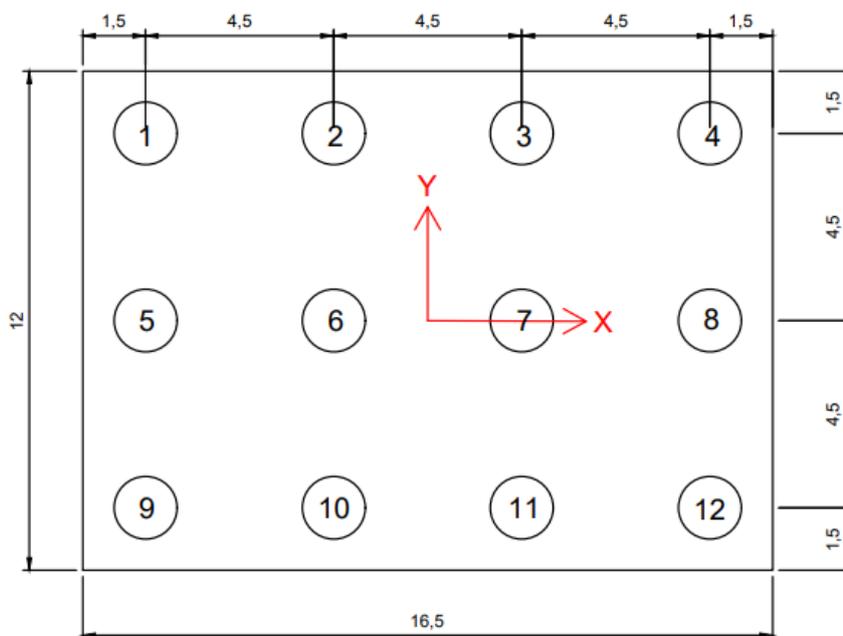


Figura 24 – Geometria del plinto di fondazione

GENERAL CONTRACTOR  IRICAV2	ALTA SORVEGLIANZA  GRUPPO FERROVIE DELLO STATO ITALIANE			
	Progetto IN17	Lotto 12	Codifica EI2CLV12104001	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.

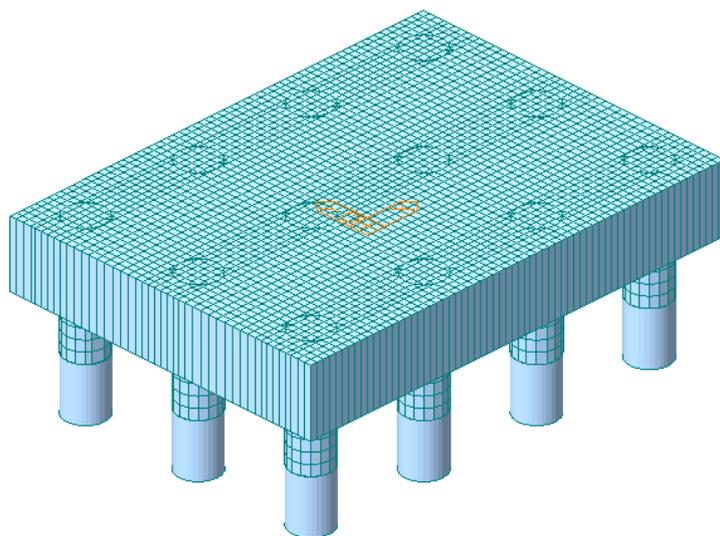


Figura 25 – Vista estrusa del modello agli elementi finiti

GENERAL CONTRACTOR  IRICAV2	ALTA SORVEGLIANZA  ITALFERR GRUPPO FERROVIE DELLO STATO ITALIANE			
	Progetto IN17	Lotto 12	Codifica EI2CLVI2104001	B

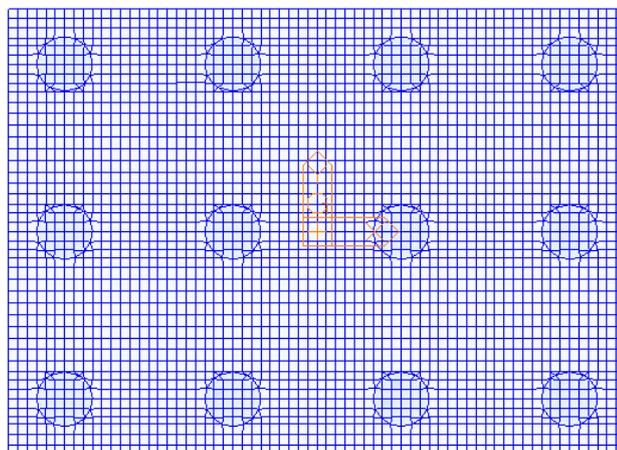


Figura 26 – Pianta del modello agli elementi finiti

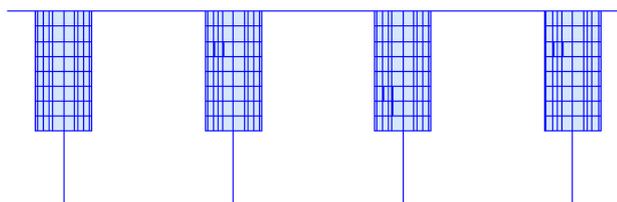


Figura 27 – Prospetto del modello agli elementi finiti

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

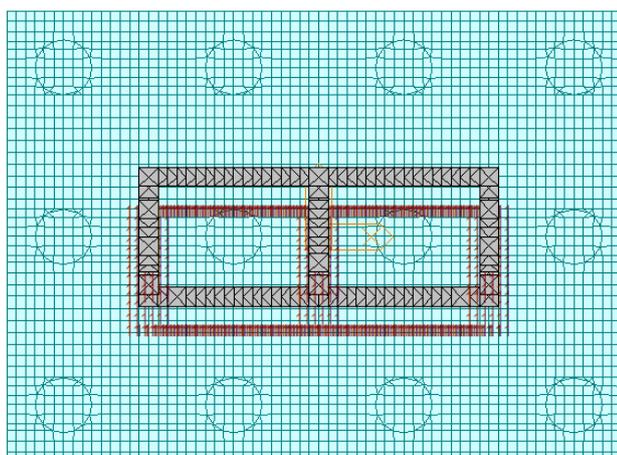


Figura 28 – Sistema di vincoli del modello agli elementi finiti

GENERAL CONTRACTOR  IRICAV2	ALTA SORVEGLIANZA  ITALFERR GRUPPO FERROVIE DELLO STATO ITALIANE			
	Progetto IN17	Lotto 12	Codifica EI2CLVI2104001	B

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

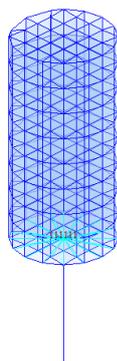


Figura 29 – Sistema di vincoli del palo nel modello agli elementi finiti

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

11.3 Azioni di progetto

11.3.1 Reazioni dei pali

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

Sono state considerate tutte le combinazioni che presentano azioni che:

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

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

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

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

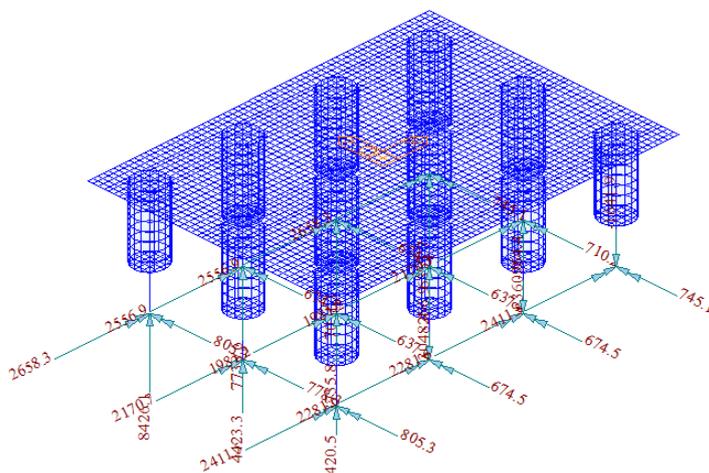


Figura 30 – Applicazione delle reazioni dei pali nel modello agli elementi finiti

11.3.2 Peso proprio plinto di fondazione

Il peso proprio del plinto di fondazione è stato valutato assumendo per il calcestruzzo un peso specifico γ_{cls} pari a 25 kN/m^3 , ed è stato calcolato automaticamente dal programma.

11.3.3 Peso terreno di ricoprimento

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

$$P_{\text{terreno}} = \gamma_{\text{terreno}} \cdot h_{\text{rinterro}} = 19 \cdot 2.5 = 47.5 \text{ kN/m}^2$$

GENERAL CONTRACTOR  IRICAV2	ALTA SORVEGLIANZA  GRUPPO FERROVIE DELLO STATO ITALIANE			
	Progetto IN17	Lotto 12	Codifica EI2CLVI2104001	B

11.4 Risultati di analisi

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

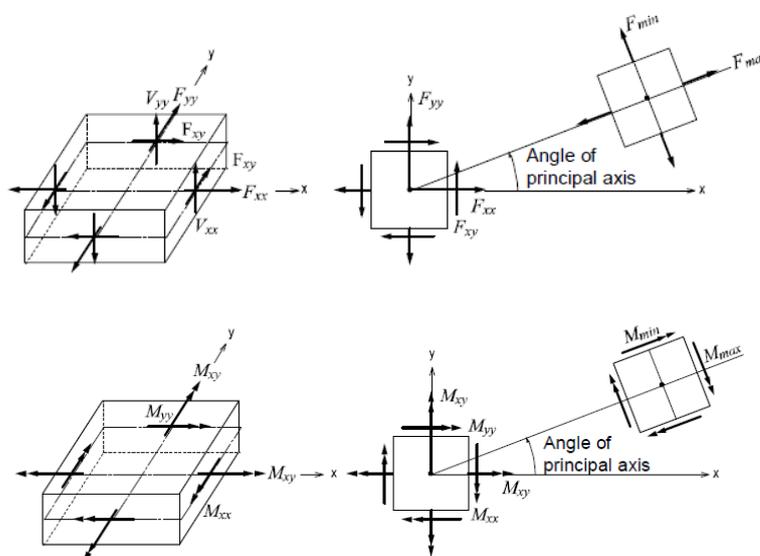


Figura 31 – Posizioni di output delle forze dell'elemento piastra per unità di lunghezza e convenzione del segno

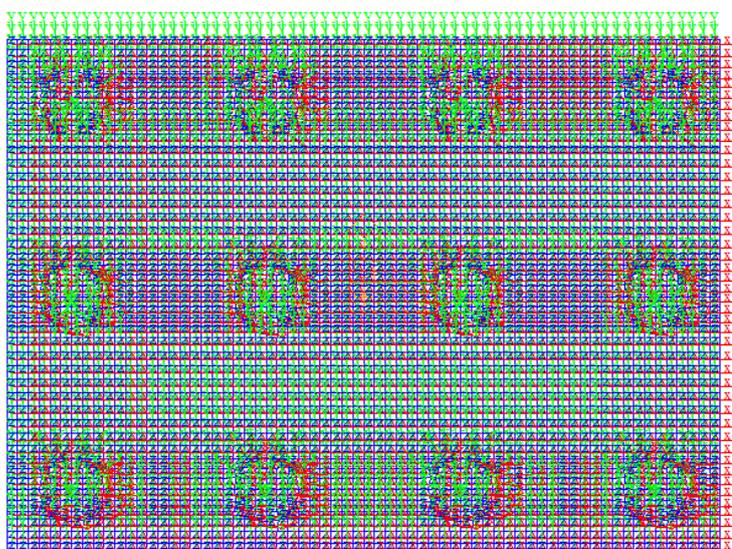


Figura 32 – Assi locali per gli elementi del plinto di fondazione

GENERAL CONTRACTOR  IRICAV2	ALTA SORVEGLIANZA  GRUPPO FERROVIE DELLO STATO ITALIANE			
	Progetto IN17	Lotto 12	Codifica EI2CLVI2104001	B

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

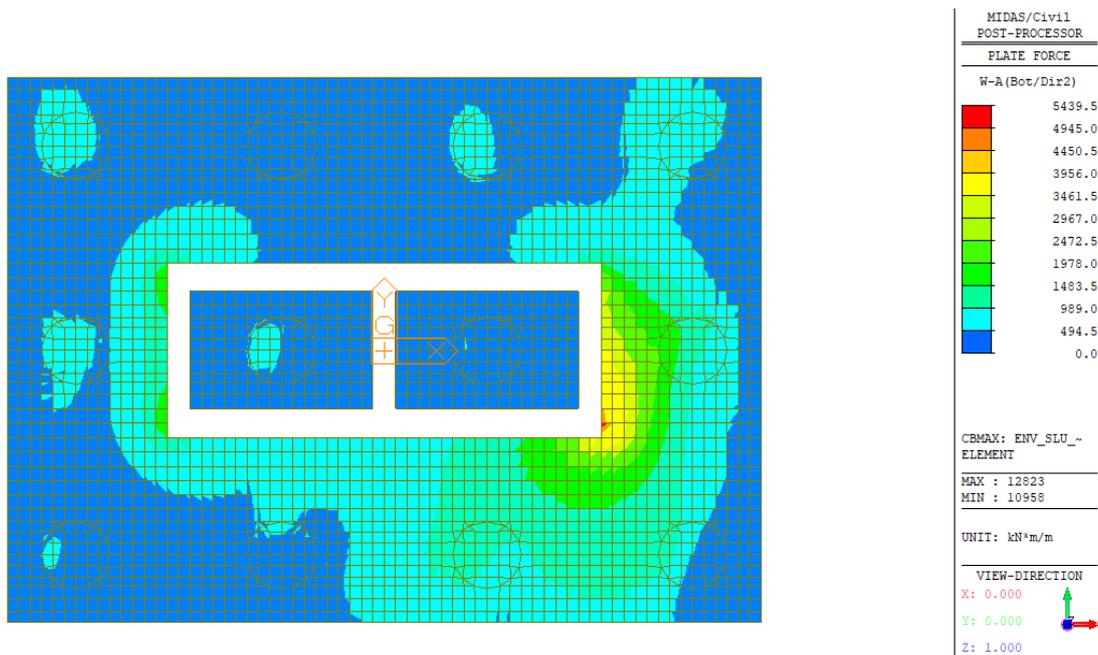


Figura 33 – Wood Armer Moment – Direction1 – Top (Involuppo SLU/SLV)

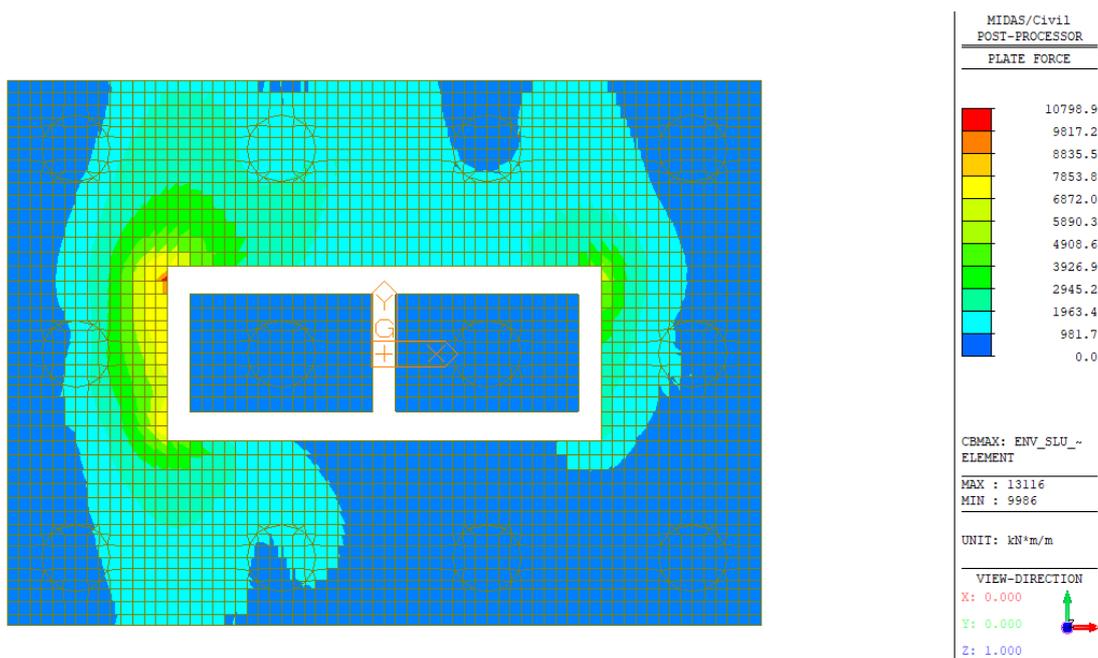


Figura 34 – Wood Armer Moment – Direction1 – Bottom (Involuppo SLU/SLV)

GENERAL CONTRACTOR



ALTA SORVEGLIANZA



	Progetto	Lotto	Codifica	
	IN17	12	EI2CLVI2104001	B

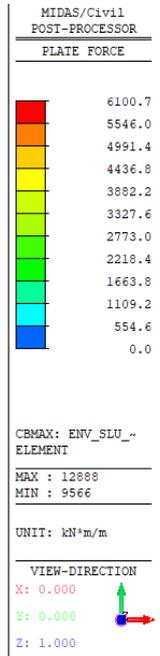
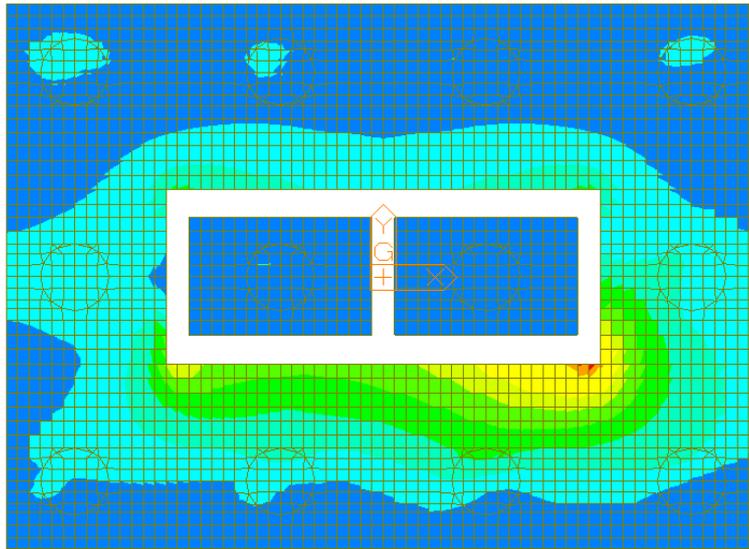


Figura 35 – Wood Armer Moment – Direction 2 – Top (Inviluppo SLU/SLV)

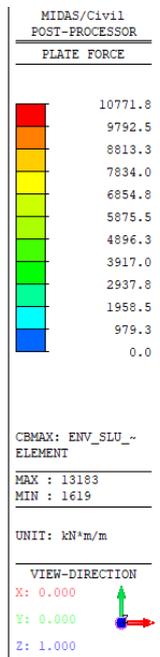
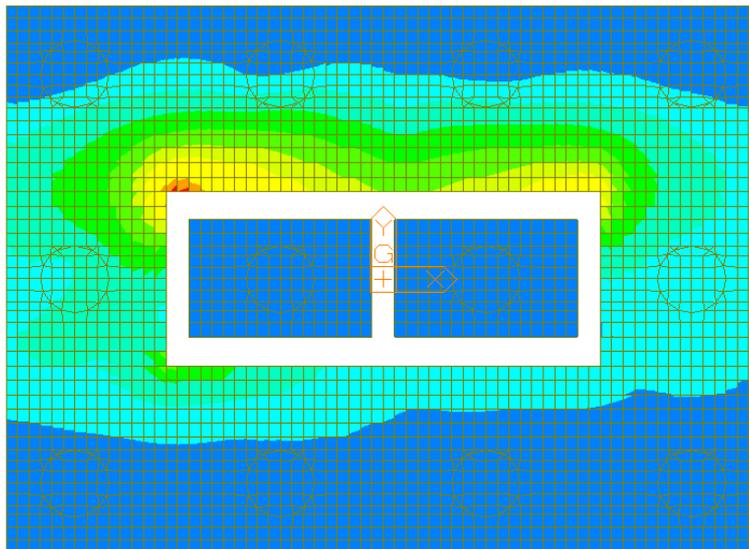


Figura 36 – Wood Armer Moment – Direction 2 – Bottom (Inviluppo SLU/SLV)

GENERAL CONTRACTOR



ALTA SORVEGLIANZA



Progetto

IN17

Lotto

12

Codifica

EI2CLV12104001

B

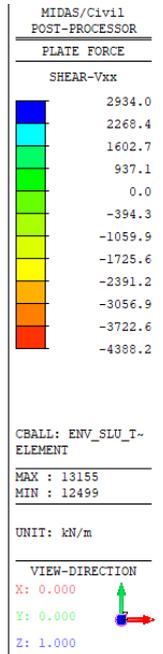
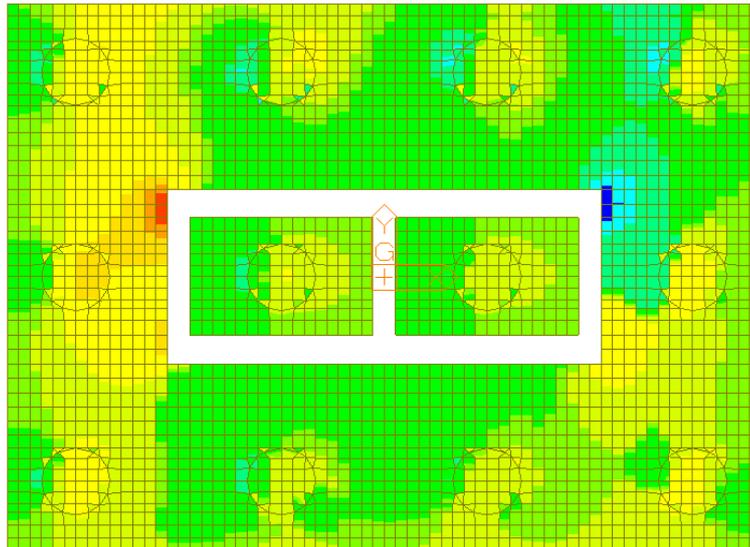


Figura 37 – Vxx, Inviluppo SLU/SLV

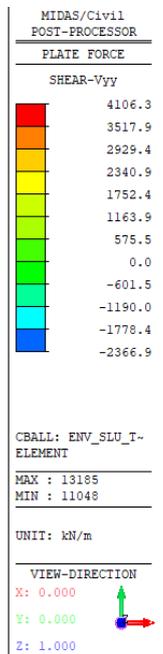
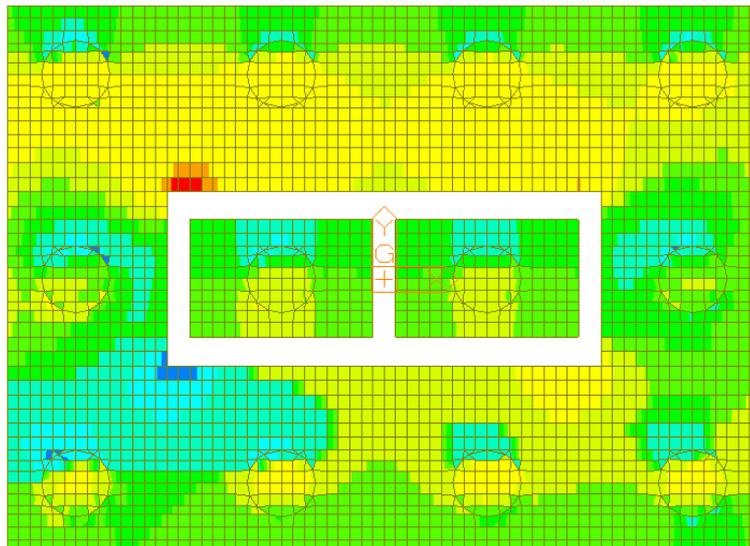


Figura 38 – Vyy, Inviluppo SLU/SLV

11.5 Dimensionamento e verifica delle armature

11.5.1 Dimensionamento delle armature

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

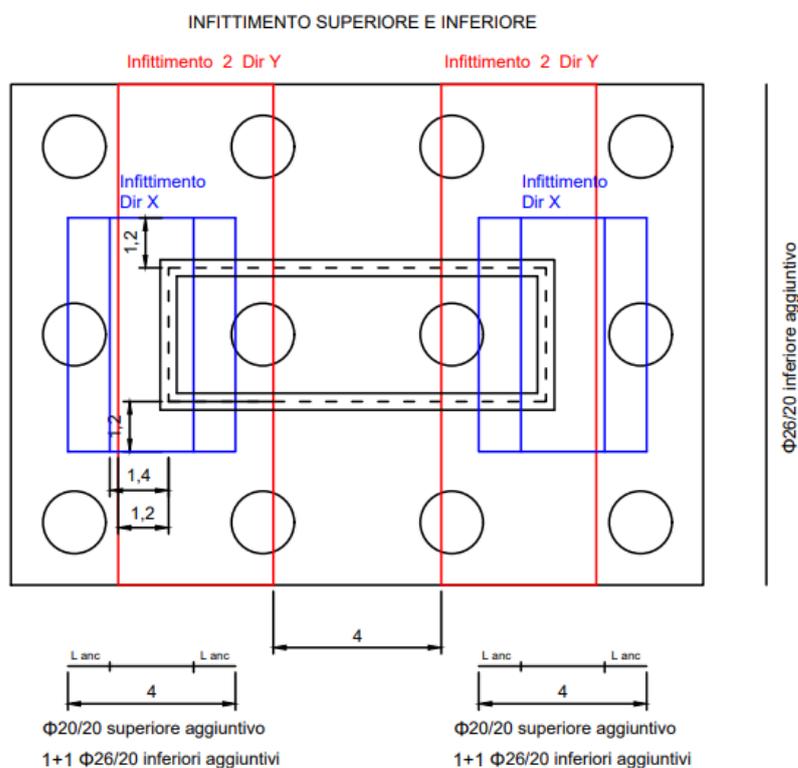


Figura 39 – Zone di infittimento dell'armatura a flessione del plinto

Maglia base

Armatura in direzione X

Armatura in direzione Y

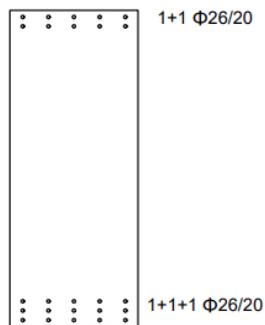
GENERAL CONTRACTOR



ALTA SORVEGLIANZA



	Progetto	Lotto	Codifica	
	IN17	12	EI2CLVI2104001	B



GENERAL CONTRACTOR  IRICAV2	ALTA SORVEGLIANZA  GRUPPO FERROVIE DELLO STATO ITALIANE			
	Progetto IN17	Lotto 12	Codifica EI2CLVI2104001	B

Armatura aggiuntiva

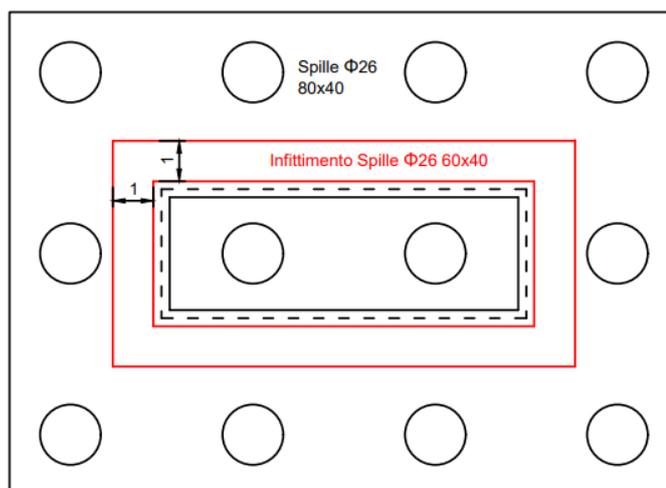
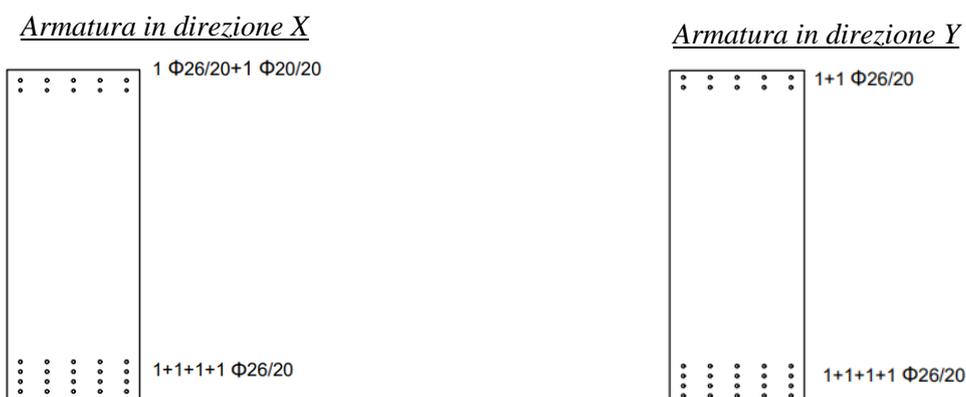


Figura 40 – Armatura a taglio del plinto

11.5.2 Verifica a flessione

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

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

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

GENERAL CONTRACTOR  IRICAV2	ALTA SORVEGLIANZA  ITALFERR GRUPPO FERROVIE DELLO STATO ITALIANE			
	Progetto IN17	Lotto 12	Codifica E12CLV12104001	B

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

GENERAL CONTRACTOR  IRICAV2	ALTA SORVEGLIANZA  GRUPPO FERROVIE DELLO STATO ITALIANE			
	Progetto	Lotto	Codifica	
	IN17	12	EI2CLV12104001	B

	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	3974.2	4868.1	7966.8	8814.4
SLE Rara	2019.3	2613.8	5657.0	6210.7
SLE Fessurazione	348.0	308.1	3223.2	3370.8
SLE Quasi Perm.	250.1	240.9	1855.1	1771.9

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

Sezione per la verifica delle armature in direzione X

DATI GENERALI SEZIONE GENERICA IN C.A.

NOME FILE SEZIONE: VI21_P1_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/cm²
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/cm²
Diagramma tensione-deformaz.: Bilineare finito
Coeff. Aderenza istantaneo $\beta_1\beta_2$: 1.00
Coeff. Aderenza differito $\beta_1\beta_2$: 0.50
Sf limite S.L.E. Comb. Rare: 337.50 MPa

GENERAL CONTRACTOR		ALTA SORVEGLIANZA		
				
		Progetto	Lotto	Codifica
		IN17	12	EI2CLV12104001
				B

CARATTERISTICHE DOMINIO CONGLOMERATO

Forma del Dominio: Poligonale
 Classe Conglomerato: C25/30

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

DATI BARRE ISOLATE

N°Barra	X [cm]	Y [cm]	DiamØ[mm]
1	40.0	-94.8	26
2	20.0	-94.8	26
3	0.0	-94.8	26
4	-20.0	-94.8	26
5	-40.0	-94.8	26
6	40.0	-102.2	26
7	20.0	-102.2	26
8	0.0	-102.2	26
9	-20.0	-102.2	26
10	-40.0	-102.2	26
11	40.0	-109.7	26
12	20.0	-109.7	26
13	0.0	-109.7	26
14	-20.0	-109.7	26
15	-40.0	-109.7	26
16	40.0	109.6	20
17	20.0	109.6	20
18	0.0	109.6	20
19	-20.0	109.6	20
20	-40.0	109.6	20
21	40.0	117.1	26
22	20.0	117.1	26
23	0.0	117.1	26
24	-20.0	117.1	26
25	-40.0	117.1	26
26	40.0	-117.1	26
27	20.0	-117.1	26
28	0.0	-117.1	26
29	-20.0	-117.1	26
30	-40.0	-117.1	26

CALCOLO DI RESISTENZA - SFORZI PER OGNI COMBINAZIONE ASSEGNATA

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

N°Comb.	N	Mx	Vy
1	0.00	-3974.20	0.00

GENERAL CONTRACTOR  IRICAV2	ALTA SORVEGLIANZA  ITALFERR GRUPPO FERROVIE DELLO STATO ITALIANE			
	Progetto IN17	Lotto 12	Codifica EI2CLV12104001	B

METODO AGLI STATI LIMITE ULTIMI - DEFORMAZIONI UNITARIE ALLO STATO ULTIMO

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

N°Comb	ec max	x/d	Xc max	Yc max	es min	Xs min	Ys min	es max	Xs max	Ys max
1	0.00350	0.072	50.0	-125.0	0.00192	40.0	-117.1	-0.04491	40.0	117.1
2	0.00350	0.098	-50.0	125.0	0.00234	40.0	117.1	-0.03213	40.0	-117.1

POSIZIONE ASSE NEUTRO PER OGNI COMB. DI RESISTENZA

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

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

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

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

N°Comb	Ver	Sc max	Xc max	Yc max	Sf min	Xs min	Ys min	Ac eff.	As eff.
1	S	3.02	50.0	-125.0	-215.6	-40.0	117.1	2640	42.3
2	S	6.91	-50.0	125.0	-270.2	-40.0	-117.1	4712	106.2

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

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

GENERAL CONTRACTOR  IRICAV2		ALTA SORVEGLIANZA  GRUPPO FERROVIE DELLO STATO ITALIANE			
		Progetto	Lotto	Codifica	
		IN17	12	EI2CLVI2104001	B

Mx fess.	My fess.	Componente momento di prima fessurazione intorno all'asse X [kNm]											
Mx fess.	My fess.	Componente momento di prima fessurazione intorno all'asse Y [kNm]											
Comb.	Ver	e1	e2	k2	Ø	Cf	e sm - e cm sr max			wk	Mx fess	My fess	
1	S	-0.00112	0	0.500	23.4	66	0.00065	0.00065	473	0.306	(990.00)	-3109.86	0.00
2	S	-0.00141	0	0.500	26.0	66	0.00096	0.00081	421	0.404	(990.00)	3290.88	0.00

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

N°Comb	Ver	Sc max	Xc max	Yc max	Sf min	Xs min	Ys min	Ac eff.	As eff.
1	S	0.52	50.0	-125.0	-37.2	-40.0	117.1	2640	42.3
2	S	3.94	-50.0	125.0	-154.0	-40.0	-117.1	4712	106.2

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

Comb.	Ver	e1	e2	k2	Ø	Cf	e sm - e cm sr max			wk	Mx fess	My fess	
1	S	-0.00019	0	0.500	23.4	66	0.00011	0.00011	473	0.053	(0.20)	-3109.86	0.00
2	S	-0.00080	0	0.500	26.0	66	0.00046	0.00046	421	0.194	(0.20)	3290.88	0.00

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

N°Comb	Ver	Sc max	Xc max	Yc max	Sf min	Xs min	Ys min	Ac eff.	As eff.
1	S	0.37	50.0	-125.0	-26.7	-40.0	117.1	2640	42.3
2	S	2.27	-50.0	125.0	-88.6	-40.0	-117.1	4712	106.2

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

Comb.	Ver	e1	e2	k2	Ø	Cf	e sm - e cm sr max			wk	Mx fess	My fess	
1	S	-0.00014	0	0.500	23.4	66	0.00008	0.00008	473	0.038	(990.00)	-3109.86	0.00
2	S	-0.00046	0	0.500	26.0	66	0.00027	0.00027	421	0.112	(990.00)	3290.88	0.00

Sezione per la verifica delle armature in direzione Y

DATI GENERALI SEZIONE GENERICA IN C.A.

NOME FILE SEZIONE: VI21_P1_DirY

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

CARATTERISTICHE DI RESISTENZA DEI MATERIALI IMPIEGATI

CALCESTRUZZO -	Classe:	C25/30
	Resis. compr. di progetto fcd:	14.160 MPa
	Def.unit. max resistenza ec2:	0.0020
	Def.unit. ultima ecu:	0.0035
	Diagramma tensione-deformaz.:	Parabola-Rettangolo

GENERAL CONTRACTOR  IRICAV2	ALTA SORVEGLIANZA  ITALFERR GRUPPO FERROVIE DELLO STATO ITALIANE			
	Progetto IN17	Lotto 12	Codifica EI2CLV12104001	B

Modulo Elastico Normale Ec:	31475.0	MPa
Resis. media a trazione fctm:	2.560	MPa
Coeff. Omogen. S.L.E.:	15.00	
Coeff. Omogen. S.L.E.:	15.00	
Sc limite S.L.E. comb. Frequenti:	137.50	daN/cm ²
Ap.Fessure limite S.L.E. comb. Frequenti:	0.200	mm
Sc limite S.L.E. comb. Q.Permanenti:	0.00	Mpa
Ap.Fess.limite S.L.E. comb. Q.Perm.:	0.200	mm

ACCIAIO -

Tipo:	B450C	
Resist. caratt. snervam. fyk:	450.00	MPa
Resist. caratt. rottura ftk:	450.00	MPa
Resist. snerv. di progetto fyd:	391.30	MPa
Resist. ultima di progetto ftd:	391.30	MPa
Deform. ultima di progetto Epu:	0.068	
Modulo Elastico Ef	2000000	daN/cm ²
Diagramma tensione-deformaz.:	Bilineare finito	
Coeff. Aderenza istantaneo $\beta_1 \cdot \beta_2$:	1.00	
Coeff. Aderenza differito $\beta_1 \cdot \beta_2$:	0.50	
Sf limite S.L.E. Comb. Rare:	337.50	MPa

CARATTERISTICHE DOMINIO CONGLOMERATO

Forma del Dominio: Poligonale
Classe Conglomerato: C25/30

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

DATI BARRE ISOLATE

N°Barra	X [cm]	Y [cm]	DiamØ[mm]
1	40.0	-97.4	26
2	20.0	-97.4	26
3	0.0	-97.4	26
4	-20.0	-97.4	26
5	-40.0	-97.4	26
6	40.0	-104.8	26
7	20.0	-104.8	26
8	0.0	-104.8	26
9	-20.0	-104.8	26
10	-40.0	-104.8	26
11	40.0	-112.3	26
12	20.0	-112.3	26
13	0.0	-112.3	26
14	-20.0	-112.3	26
15	-40.0	-112.3	26
16	40.0	112.2	26
17	20.0	112.2	26
18	0.0	112.2	26
19	-20.0	112.2	26
20	-40.0	112.2	26
21	40.0	-119.7	26
22	20.0	-119.7	26

GENERAL CONTRACTOR  IRICAV2		ALTA SORVEGLIANZA  GRUPPO FERROVIE DELLO STATO ITALIANE		
		Progetto	Lotto	Codifica
		IN17	12	EI2CLV12104001
				B

23	0.0	-119.7	26
24	-20.0	-119.7	26
25	-40.0	-119.7	26
26	40.0	119.7	26
27	20.0	119.7	26
28	0.0	119.7	26
29	-20.0	119.7	26
30	-40.0	119.7	26

CALCOLO DI RESISTENZA - SFORZI PER OGNI COMBINAZIONE ASSEGNATA

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

N°Comb.	N	Mx	Vy
1	0.00	-4868.10	0.00
2	0.00	8814.40	0.00

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

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

N°Comb.	N	Mx	My
1	0.00	-2613.80	0.00
2	0.00	6210.70	0.00

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

N Sforzo normale [kN] applicato nel Baricentro (+ se di compressione)
Mx Momento flettente [kNm] intorno all'asse X 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	-308.10 (-3192.81)	0.00 (0.00)
2	0.00	3370.80 (3346.56)	0.00 (0.00)

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

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

N°Comb.	N	Mx	My
1	0.00	-240.90 (-3192.81)	0.00 (0.00)
2	0.00	1771.90 (3346.56)	0.00 (0.00)

RISULTATI DEL CALCOLO

GENERAL CONTRACTOR  IRICAV2		ALTA SORVEGLIANZA  GRUPPO FERROVIE DELLO STATO ITALIANE		
		Progetto	Lotto	Codifica
		IN17	12	EI2CLV12104001
				B

Sezione verificata per tutte le combinazioni assegnate

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

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

Ver	S = combinazione verificata / N = combin. non verificata
N	Sforzo normale assegnato [kN] nel baricentro B sezione cls.(positivo se di compressione)
Mx	Componente del momento assegnato [kNm] riferito all'asse x princ. d'inerzia
N Res	Sforzo normale resistente [kN] nel baricentro B sezione cls.(positivo se di compress.)
Mx Res	Momento flettente resistente [kNm] riferito all'asse x princ. d'inerzia
Mis.Sic.	Misura sicurezza = rapporto vettoriale tra (N r,Mx Res,My Res) e (N,Mx,My) Verifica positiva se tale rapporto risulta >=1.000
As Tesa	Area armature trave [cm ²] 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	-4868.10	0.00	-5109.82	1.05	106.2(37.0)
2	S	0.00	8814.40	0.00	9348.25	1.06	106.2(37.0)

METODO AGLI STATI LIMITE ULTIMI - DEFORMAZIONI UNITARIE ALLO STATO ULTIMO

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

N°Comb	ec max	x/d	Xc max	Yc max	es min	Xs min	Ys min	es max	Xs max	Ys max
1	0.00350	0.070	50.0	-125.0	0.00241	40.0	-119.7	-0.04675	40.0	119.7
2	0.00350	0.085	-50.0	125.0	0.00261	40.0	119.7	-0.03752	40.0	-119.7

POSIZIONE ASSE NEUTRO PER OGNI COMB. DI RESISTENZA

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

N°Comb	a	b	c	x/d	C.Rid.
1	0.000000000	-0.000205371	-0.022171362	0.070	0.700
2	0.000000000	0.000167650	-0.017456195	0.085	0.700

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

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

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

GENERAL CONTRACTOR				ALTA SORVEGLIANZA			
				Progetto	Lotto	Codifica	
				IN17	12	EI2CLVI2104001	B

1	S	3.46	50.0	-125.0	-222.0	-40.0	119.7	2250	53.1
2	S	7.24	-50.0	125.0	-291.5	-40.0	-119.7	4100	106.2

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

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

Comb.	Ver	e1	e2	k2	Ø	Cf	e sm - e cm	sr max	wk	Mx fess	My fess
1	S	-0.00114	0	0.500	26.0	40	0.00074 (0.00067)	323	0.238 (990.00)	-3192.81	0.00
2	S	-0.00150	0	0.500	26.0	40	0.00111 (0.00087)	307	0.341 (990.00)	3346.56	0.00

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

N°Comb	Ver	Sc max	Xc max	Yc max	Sf min	Xs min	Ys min	Ac eff.	As eff.
1	S	0.41	50.0	-125.0	-26.2	-40.0	119.7	2250	53.1
2	S	3.93	-50.0	125.0	-158.2	-40.0	-119.7	4100	106.2

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

Comb.	Ver	e1	e2	k2	Ø	Cf	e sm - e cm	sr max	wk	Mx fess	My fess
1	S	-0.00013	0	0.500	26.0	40	0.00008 (0.00008)	323	0.025 (0.20)	-3192.81	0.00
2	S	-0.00081	0	0.500	26.0	40	0.00047 (0.00047)	307	0.146 (0.20)	3346.56	0.00

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

N°Comb	Ver	Sc max	Xc max	Yc max	Sf min	Xs min	Ys min	Ac eff.	As eff.
1	S	0.32	50.0	-125.0	-20.5	-40.0	119.7	2250	53.1
2	S	2.06	-50.0	125.0	-83.2	-40.0	-119.7	4100	106.2

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

Comb.	Ver	e1	e2	k2	Ø	Cf	e sm - e cm	sr max	wk	Mx fess	My fess
1	S	-0.00011	0	0.500	26.0	40	0.00006 (0.00006)	323	0.020 (990.00)	-3192.81	0.00
2	S	-0.00043	0	0.500	26.0	40	0.00025 (0.00025)	307	0.076 (990.00)	3346.56	0.00

GENERAL CONTRACTOR  IRICAV2	ALTA SORVEGLIANZA  ITALFERR GRUPPO FERROVIE DELLO STATO ITALIANE			
	Progetto IN17	Lotto 12	Codifica EI2CLV12104001	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 E12CLV12104001	B

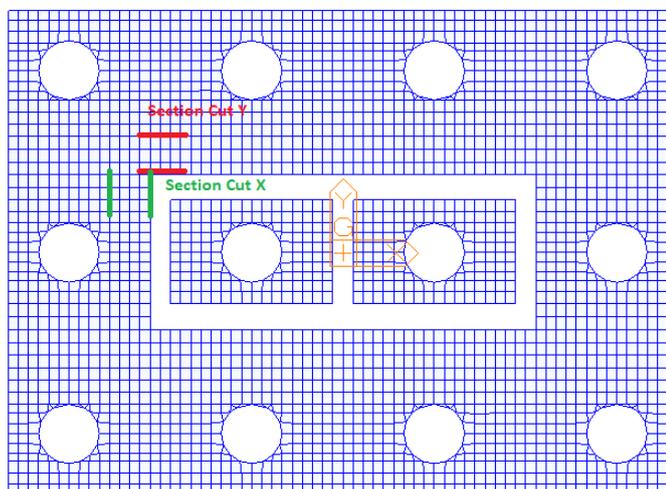


Figura 41 – Section cut considerate per la verifica a taglio

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 $V_{Ed,max} = 4097$ kN/m.

Caratteristiche materiali

Cls

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

Acciaio barre longitudinali

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

Acciaio staffe

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

GENERAL CONTRACTOR  IRICAV2		ALTA SORVEGLIANZA  GRUPPO FERROVIE DELLO STATO ITALIANE		
		Progetto	Lotto	Codifica
		IN17	12	EI2CLV12104001
				B

Calcoli preliminari

A_{sl}	5309.3	mm ²	area dell'armatura longitudinale
ρ_l	0.0022		rapporto geometrico d'armatura longitudinale
$\rho_{l,eff}$	0.0022		rapporto considerato nei calcoli
σ_{cp}	0.000	N/mm ²	tensione media di compressione nella sezione
$\sigma_{cp,eff}$	0.000	N/mm ²	tensione media considerata nei calcoli
n_{bw}	1.67		numero di bracci degli spilli (in 1 m)
φ_{st}	26	mm	diametro degli spilli
S_{st}	400	mm	passo degli spilli
A_{sw}	884.9	mm ²	area della singola staffa (è considerato il numero di braccia)

Elemento non armato a taglio

k	1.29		
k_{eff}	1.29		
v_{min}	0.26		
$V_{Rd,1}$	654.96	KN	taglio resistente - valore 1
$V_{Rd,2}$	612.50	KN	taglio resistente - valore 2
V_{Rd}	654.96	KN	taglio resistente di calcolo

Elemento armato a taglio

α	1.571	rad	inclinazione delle staffe rispetto all'orizzontale
θ	0.384	rad	inclinazione delle bielle compresse rispetto all'asse della trave
f_{cd}	7.055	N/mm ²	resistenza a compressione ridotta del cls d'anima
α_c	1.000		coefficiente maggiorativo per compressione
N_{Rd}	35275	KN	sforzo normale di compressione ultimo
$ctg\alpha$	0.00		
$ctg\theta$	2.48		
V_{Rsd}	4621.6	KN	taglio resistente relativo alle armature tese
V_{Rcd}	5285.7	KN	taglio resistente relativo alle bielle compresse
V_{Rd}	4621.6	KN	taglio resistente di calcolo
V_{Ed}	4097	kN	Taglio di calcolo
Verifica	ok		
FS	1.13		Coefficiente di sicurezza

GENERAL CONTRACTOR  IRICAV2	ALTA SORVEGLIANZA  GRUPPO FERROVIE DELLO STATO ITALIANE			
	Progetto IN17	Lotto 12	Codifica EI2CLV12104001	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:

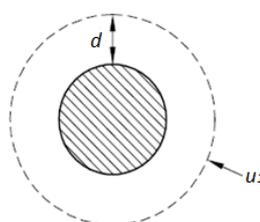
$$v_{Ed} \leq v_{Rd,cs}$$

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 EI2CLVI2104001	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 EI2CLVI2104001	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: $V_{Ed} = 8426$ kN.

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

Caratteristiche materiali

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

Armatatura tesa

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

Impronta di carico

a	75	cm	(a = raggio per sezioni circolari)
h	250	cm	Altezza plinto
d	239	cm	Altezza utile
β	1		Coeff. che tiene conto eccentricità del carico

u_1	806.04	cm	Perimetro di verifica di base
u_0	471.24	cm	Perimetro dell'area caricata
k	1.29		Coefficiente
ρ_l	0.0015		Percentuale di armatura tesa

Peso del plinto

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

Peso del rinterro

GENERAL CONTRACTOR		ALTA SORVEGLIANZA		
 IRICAV2		 ITALFERR GRUPPO FERROVIE DELLO STATO ITALIANE		
		Progetto	Lotto	Codifica
		IN17	12	EI2CLVI2104001
				B

γ_{terr}	19	kN/m ³	<i>Peso specifico terreno</i>
h_{rint}	2.5	m	<i>Altezza rinterro</i>
A	19.12	m ²	<i>Area di verifica in corrispondenza dell'estradosso del plinto</i>
ΔV_{sd}	908.2	kN	<i>Riduzione di taglio dovuta al peso del rinterro</i>

Tensione massima di taglio

V_{ed}	8426	kN	<i>Reazione agli SLU</i>
V_{ed}	6863	kN	<i>Taglio applicato (ridotto del peso proprio e del rinterro)</i>
V_{ed}	851	kN/m	<i>Taglio applicato per unità di lunghezza</i>
v_{ed}	0.36	N/mm ²	<i>Tensione di taglio agente</i>

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

v_{ed}	0.61	N/mm ²	<i>Tensione di taglio a rifosso del palo</i>
v_{rdmax}	3.83	N/mm ²	<i>Tensione resistente massima</i>
Verifica	ok		
FS	6.28		

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

$v_{Rd,c}$	0.26	N/mm ²	<i>Tensione resistente senza armatura a taglio</i>
v_{min}	0.26	N/mm ²	
V_{Rd}	612.34	kN/m	<i>Taglio resistente per unità di lunghezza</i>
Verifica	no		
FS	0.72		

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

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

s_r	400	mm	<i>Passo radiale dei perimetri dell'armatura a taglio-punzonamento</i>
d/s_r	5.98		

$A_{sw\ min}$	901.3	mm ²	<i>Area di armatura minima a taglio-punzonamento di uno strato</i>
---------------	-------	-----------------	--

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

$v_{Rd,cs}$	0.56	N/mm ²	<i>Valore di progetto del taglio-punzonamento resistente</i>
v_{Ed}	0.36	N/mm ²	<i>Tensione di taglio-punzonamento agente</i>
Verifica	ok		
FS	1.56		

GENERAL CONTRACTOR  IRICAV2	ALTA SORVEGLIANZA  ITALFERR GRUPPO FERROVIE DELLO STATO ITALIANE			
	Progetto IN17	Lotto 12	Codifica EI2CLVI2104001	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.