

COMMITTENTE:



ALTA SORVEGLIANZA:



GENERAL CONTRACTOR:



INFRASTRUTTURE FERROVIARIE STRATEGICHE DEFINITE DALLA LEGGE OBIETTIVO N. 443/01

TRATTA A.V. /A.C. TERZO VALICO DEI GIOVI PROGETTO ESECUTIVO

ADEGUAMENTO NODO DI PONTEDECIMO VIADOTTO 1

Relazione di Calcolo Pila 1

GENERAL CONTRACTOR	DIRETTORE DEI LAVORI
Consorzio Cociv Ing. G. Guagnozzi	

COMMESSA	LOTTO	FASE	ENTE	TIPO DOC.	OPERA/DISCIPLINA	PROGR.	REV.
I G 5 1	0 1	E	C V	C L	N V 0 7 0 X	0 0 6	A

Progettazione :

Rev	Descrizione	Redatto	Data	Verificato	Data	Progettista Integratore	Data	IL PROGETTISTA
A00	Prima emissione	Leonardo Struture 	17/09/2012	Ing. F. Colla 	18/09/2012	E. Pagani 	21/09/2012	Ing. E. Ghislandi

n. Elab.:	File: IG51-01-E-CV-CL-NV07-0X-006-A00
-----------	---------------------------------------

<p>GENERAL CONTRACTOR</p>  <p>Consorzio Collegamenti Integrati Veloci</p>	<p>ALTA SORVEGLIANZA</p>  <p>GRUPPO FERROVIE DELLO STATO ITALIANE</p>
	<p style="text-align: center;">IG51-01-E-CV-CL-NV07-0X-006-A00</p> <p style="text-align: right;">Foglio 3 di 54</p>

INDICE

1	INTRODUZIONE	4
1.1	Generalità	4
1.2	Normative di riferimento	5
1.3	Caratteristiche dei materiali	6
1.3.1	Calcestruzzo	6
1.3.2	Armature per c.a.	6
1.3.3	Acciaio da carpenteria	6
1.4	Ipotesi di Calcolo	7
1.5	Coefficienti sismici	7
1.6	Parametri geotecnici	7
2	PILA 1	9
2.1	Analisi dei carichi	9
2.1.1	Permanenti	9
2.1.2	Accidentale sull'impalcato	10
2.1.3	Condizioni di Carico	10
2.1.4	Frenatura	11
2.1.5	Forza Centrifuga	12
2.1.6	Vento trasversale	13
2.1.7	Attrito Appoggi	14
2.1.8	Sisma	14
2.2	Combinazioni di carico	16
2.2.1	Combinazioni alla base della Fondazione	16
2.2.2	Combinazioni alla base della Elevazione	17
2.3	Verifica palificata	19
2.3.1	Schema di calcolo	19
2.3.2	Dati Geometrici	19
2.3.3	Azioni Sui Micropali	20
2.3.4	Verifica micropali	21
2.3.5	Verifica capacità portante	21
2.3.6	Verifica del Palo Alle Azioni Taglianti	22
2.4	Verifica fondazione	23
2.4.1	Verifica soletta in alveo in senso Trasversale (Cond. Esercizio)	23
2.4.2	Verifica soletta in alveo in senso Trasversale (Cond. Sismiche)	25
2.4.3	Verifica soletta in alveo in senso longitudinale in condizioni di esercizio	26
2.5	Elevazione Pila	27
2.5.1	Combinazione C.d.C.2	28
2.5.2	Combinazione C.d.C.4	30
2.5.3	Combinazione C.d.C.9 (Sismica)	32
2.6	Mensola Trasversale Pila	34
2.6.1	Analisi dei carichi	34
2.6.2	Stesa di carico 2 Impalcati Carichi	35
2.6.3	Stesa di carico 1 Impalcato Carico	36
2.6.4	In Condizioni di Esercizio due Impalcati Carichi	36
2.6.5	Verifica a Taglio e Torsione Due Impalcati Carichi	43
2.6.6	In Condizioni di Esercizio Un Impalcato Carico	46
2.6.7	In Condizioni Sismiche (sisma verticale)	50

1 INTRODUZIONE

1.1 Generalità

La presente relazione si riferisce alla progettazione esecutiva della pila 1 del Viadotto 1, nell'ambito degli interventi relativi alla nuova viabilità da realizzare in corrispondenza della frazione di Pontedecimo in sponda destra del torrente Verde e al collegamento della viabilità urbana con un nuovo ponte alla S.P. n.6 che corre in sinistra idraulica.

Tale intervento è inserito nell'ambito delle attività collaterali previste per la cantierizzazione della tratta Alta Velocità Milano – Genova, III Valico.

La zona dell'intervento è classificata sismica in zona 4, secondo l'ordinanza del Presidente del Consiglio dei Ministri n.3274 del 20.03.2003.

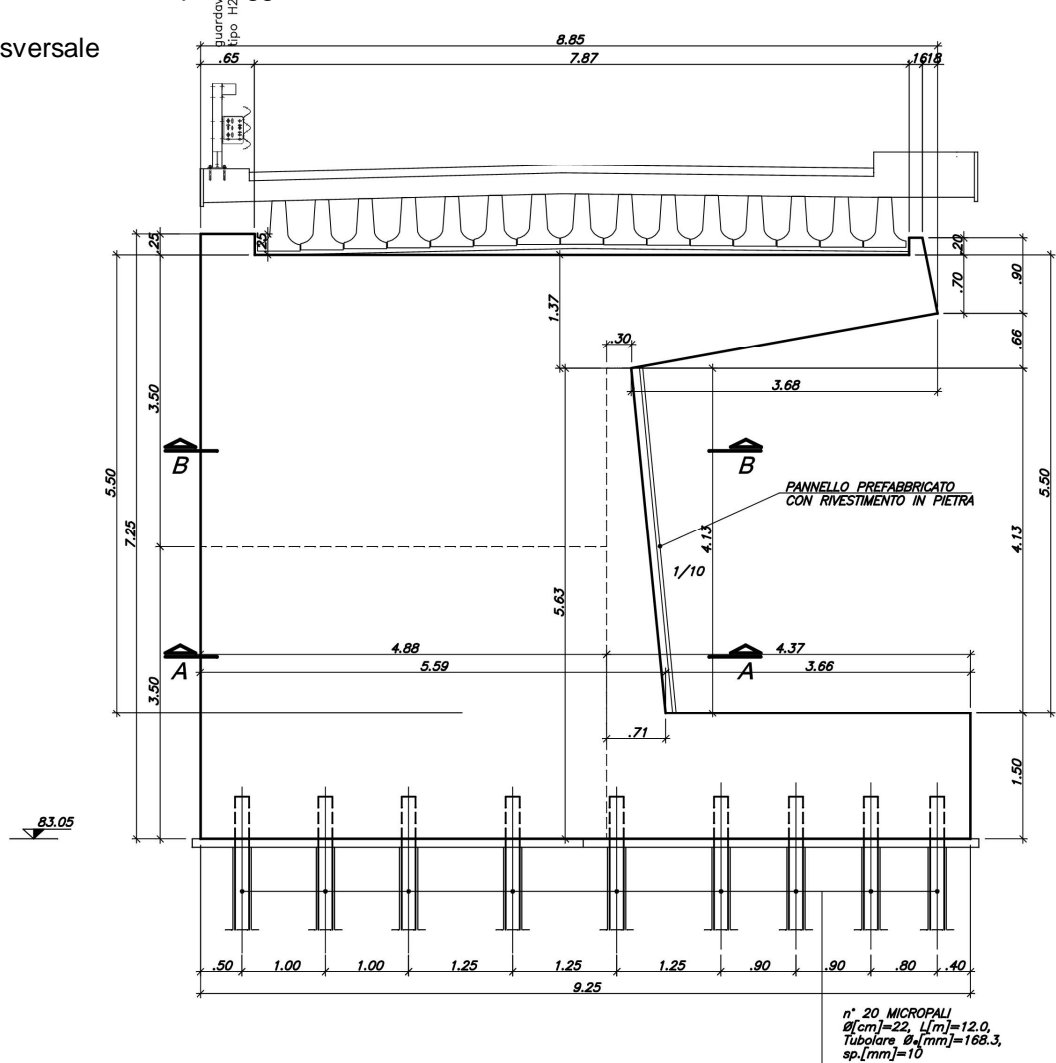
Il viadotto oggetto della presente relazione (denominato Viadotto 1) è previsto sulla rampa con pendenza pari a circa il 6% necessaria per il raggiungimento, dal piazzale antistante la scuola, della quota attuale del Ponte delle Piane e sarà costituito da tre campate di 12,50 di luce e due da 15,00, per una lunghezza complessiva di 67,50.

Tale viadotto è costituito da un impalcato con travi a T rovescio in cls precompresso prefabbricate affiancate di altezza $h=60\text{cm}$ e soletta in c.a. di spessore $s=25\text{cm}$,

Le pile sono in cemento armato con plinto di fondazione su micropali.

Si allegano di seguito schemi delle pile oggetto di calcolo:

PILA 1 : Sezione trasversale



<p>GENERAL CONTRACTOR</p> 	<p>ALTA SORVEGLIANZA</p> 
	<p style="text-align: center;">IG51-01-E-CV-CL-NV07-0X-006-A00</p> <p style="text-align: right;">Foglio 5 di 54</p>

1.2 Normative di riferimento

a)	D.M. LL.PP. +istruz. relative	16.01.1996	Norme tecniche relative ai «Criteri generali per la verifica di sicurezza delle costruzioni e dei carichi e sovraccarichi».
b)	Circ.Min.LL.PP.	04.07.1996, n.156AA	Istruzioni relative ai «Criteri generali per la verifica di sicurezza delle costruzioni e dei carichi e sovraccarichi» di cui al D.M. 16/01/96.
c)	Legge	05.11.1971, n.1086	Norme per la disciplina delle opere di conglomerato cementizio armato, normale e precompresso ed a struttura metallica.
d)	D.M. LL.PP.	09.01.1996	Norme tecniche per l'esecuzione ed il collaudo delle opere in cemento armato normale e precompresso e per le strutture metalliche.
e)	D.M. LL.PP.	04.05.1990	Aggiornamento delle norme tecniche per la progettazione, l'esecuzione e il collaudo dei ponti stradali.
f)	D.M.LL.PP.	11.03.1988	Norme tecniche riguardanti le indagini sui terreni e sulle rocce, la stabilità dei pendii naturali e delle scarpate, i criteri generali e le prescrizioni per la progettazione, l'esecuzione ed il collaudo delle opere di sostegno delle terre e delle opere di fondazione.
g)	D.M.LL.PP.	16.01.1996	Norme Tecniche per le costruzioni in Zone Sismiche.
h)	Circ.Min.LL.PP.	10.04.1997, n.65 AAGG	Istruzioni per l'applicazione delle "Norme tecniche per le costruzioni in zone sismiche di cui al decreto ministeriale 16 gennaio 1996".
i)	Circ.Min.LL.PP.	15.10.1996, n.252 AAGG	Istruzioni per l'applicazione delle "Norme tecniche per il calcolo, l'esecuzione ed il collaudo delle opere in cemento armato, normale e precompresso e per le strutture metalliche".
j)	Circ.Min.LL.PP.	25.02.1991, n.34233	Istruzioni relative alla normativa tecnica dei ponti stradali.
k)	D.M.LL.PP.	03.12.1987	Norme tecniche per la progettazione esecuzione e collaudo delle costruzioni prefabbricate.
l)	Circ.Min.LL.PP.	16.03.1989	Istruzioni in merito alle norme tecniche per la progettazione, esecuzione e collaudo delle costruzioni prefabbricate.

GENERAL CONTRACTOR  Consorzio Collegamenti Integrati Veloci	ALTA SORVEGLIANZA  GRUPPO FERROVIE DELLO STATO ITALIANE
	IG51-01-E-CV-CL-NV07-0X-006-A00 Foglio 6 di 54

- | | | | |
|----|------------------|------------|---|
| m) | Norme CNR | 10024/86 | Analisi strutturale mediante elaboratore: impostazione e redazione delle relazioni di calcolo. |
| n) | Ordinanza P.C.M. | 20.03.2003 | "Primi elementi in materia di criteri generali per la classificazione sismica del territorio nazionale e di normative tecniche per le costruzioni in zona sismica". |

1.3 Caratteristiche dei materiali

1.3.1 Calcestruzzo

Magrone di pulizia e livellamento

Resistenza media : $R_m \geq 15 \text{ MPa}$
 contenuto min. cemento : 150 kg/mc

Fondazioni Pile

Classe di Resistenza : C25/30 (ex $R_{ck} = 300 \text{ kg/cm}^2$)
 tensioni normali ammissibili: $\sigma_{f,amm} = 95,5 \text{ daN/cm}^2$
 tensioni tangenziali ammissibili: $\tau_{co} = 6,00 \text{ daN/cm}^2$
 Classe di Esposizione : XF1
 Copriferro : $c = 40 \text{ mm}$
 Classe di consistenza slump : S 3 ÷ 5
 Diametro max aggregato : 32 mm
 Classe contenuto cloruri : Cl 0,4

Elevazione e mensole (pulsino) Pile

Classe di Resistenza : C32/40 (ex $R_{ck} = 400 \text{ kg/cm}^2$)
 tensioni normali ammissibili: $\sigma_{f,amm} = 122,5 \text{ daN/cm}^2$
 tensioni tangenziali ammissibili: $\tau_{co} = 7,33 \text{ daN/cm}^2$
 Classe di Esposizione : XF1
 Copriferro : $c = 40 \text{ mm}$
 Classe di consistenza slump : S 3 ÷ 5
 Diametro max aggregato : 32 mm
 Classe contenuto cloruri : Cl 0,2

1.3.2 Armature per c.a.

Acciaio per armature lente B450C

1.3.3 Acciaio da carpenteria

Acciaio utilizzato per i pali: S275 J2
 tensione di snervamento $f_y \geq 2750 \text{ daNg/cm}^2$
 tensione ammissibile $\sigma_{fa} = 1900 \text{ daN/cm}^2$

Acciaio utilizzato per i tiranti: trefoli in acciaio armonico

$f_{tpk} \geq 18000,00 \text{ daN/cm}^2$

<p>GENERAL CONTRACTOR</p> 	<p>ALTA SORVEGLIANZA</p> 
	<p style="text-align: center;">IG51-01-E-CV-CL-NV07-0X-006-A00</p> <p style="text-align: right;">Foglio 7 di 54</p>

1.4 Ipotesi di Calcolo

Le azioni sulle strutture sono dovute essenzialmente alla spinta del terreno, ai carichi permanenti della struttura, ai carichi accidentali trasmessi dall'impalcato e dal rilevato, e al sisma.

Il calcolo viene condotto con i metodi della Scienza delle Costruzioni, basati sull'ipotesi dell'elasticità lineare dei materiali, con l'ausilio di fogli di calcolo (Excel) i cui risultati sono di seguito dettagliati. Le verifiche di resistenza sono state effettuate con il metodo delle tensioni ammissibili.

Le unità di misura sono essenzialmente kNewton [kN] ed il metro [m], tranne che per le verifiche delle sezioni in c.a. ove si adotta il [Kg] ed il [cm].

1.5 Coefficienti sismici

Nell'analisi in condizioni sismiche viene recepita la normativa attuale per quanto riguarda la classificazione sismica del territorio nazionale, mantenendo le modalità di verifica secondo la normativa ancora vigente nel periodo di transizione.

Per quanto sopra nella classificazione del territorio la struttura ricade in zona 4, che possiamo assimilare ad una zona a bassa sismicità. La classificazione suddivide il territorio in quattro diverse zone sismiche, mentre la pregressa normativa faceva riferimento ad una suddivisione di zone sismiche e non sismiche, ponendo poi nelle zone dichiarate sismiche tre diversi gradi di sismicità.

A favore di sicurezza le verifiche di seguito riportate terranno conto di una condizione sismica con sismicità $S = 6$.

Per il calcolo sono stati assunti i seguenti coefficienti:

coeff. di protezione sismica	$I = 1.0$
coeff. di struttura	$\beta = 1.2$
coeff. di fondazione	$\varepsilon = 1.0$
coeff. di risposta	$R = 1$
coeff. di intensità sismica	$c = 0.04$

1.6 Parametri geotecnici

Si assumono i seguenti parametri relativi alle caratteristiche del terreno desunti dalla relazione geotecnica:

Materiale di riporto

coesione	$c = 0.05 \text{ t/m}^2$
angolo d'attrito	$\varphi = 32^\circ$
peso specifico	$\gamma = 2.0 \text{ t/m}^3$
spessore strato	$s = 2.5 \text{ m}$

Depositi alluvionali

coesione	$c = 0.0 \text{ t/m}^2$
angolo d'attrito	$\varphi = 32^\circ$
peso specifico	$\gamma = 2.1 \text{ t/m}^3$
spessore strato	$s = 6.0 \text{ m}$

Substrato superficiale

coesione	$c = 0.6 \text{ t/m}^2$
angolo d'attrito	$\varphi = 24^\circ$
peso specifico	$\gamma = 2.5 \text{ t/m}^3$
spessore strato	$s = 2.5 \text{ m}$

Substrato basale

coesione	$c = 2.5 \text{ t/m}^2$
angolo d'attrito	$\varphi = 26^\circ$

GENERAL CONTRACTOR



ALTA SORVEGLIANZA



IG51-01-E-CV-CL-NV07-0X-006-A00

Foglio
8 di 54

peso specifico

$\gamma = 2.5 \text{ t/m}^3$

GENERAL CONTRACTOR  Consorzio Collegamenti Integrati Veloci	ALTA SORVEGLIANZA  GRUPPO FERROVIE DELLO STATO ITALIANE	
IG51-01-E-CV-CL-NV07-0X-006-A00		Foglio 10 di 54

Peso impalcati	1	x	2256,09 =	2256,09 kN	10365,19	kNm
Peso corpo pile	1	x	1514,49 =	1514,49 kN	5133,89	kNm
Peso fondazione				1158,38 kN	5326,97	kNm
			N	4928,96 kN	Mt	= 20826,04 kNm

Alla Base della Pila
B=1,50m

	p.u.	largh	altezz	lung	γ -p.p.	carico			
corpo pila		1,50	3,50	5,00	25	= 656,25 kN	x	2,50	= 1640,63 kNm
mensola		1,50	1,40	3,86	25	= 202,65 kN	x	6,93	= 1404,36 kNm
	-0,5	1,50	0,70	3,86	25	= <u>-50,66 kN</u>	x	7,57	= <u>-383,68 kNm</u>
						808,24 kN			2661,31 kNm

Totale permanenti alla base della pila

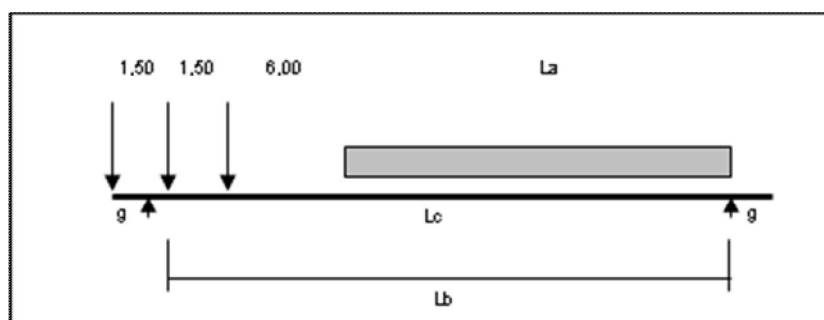
Peso impalcati	1	x	2256,09 =	2256,09 kN	10365,19	kNm
Peso corpo pile	1	x	808,24 =	808,24 kN	2661,31	kNm
			N	3064,33 kN	Mt	= 13026,49 kNm

2.1.2 Accidentale sull'impalcato

L = 12.50 m

L = 15,00 m

$\varphi = 1.4 - (L - 10) / 150 = 1.387$



2.1.3 Condizioni di Carico

Si analizzano le seguenti Condizioni di Carico

A -N.2 impalcati Carichi - 2 colonne lato interno

Carico agente sulla pila	$N=R_{max} \times (1+0,5) =$	1369,23	kN
eccentricità 1	e1=	2,3	m
eccentricità 2	e2=	5,8	m
Momento Trasversale agente sulla pila			

Momento Longitudinale agente sulla pila

$$M_T = R_{\max}(e_1 + 0,5xe_2) = 4746,66 \quad \text{kNm}$$

$$M_L = 10,69 \quad \text{kNm}$$

B - 2 impalcati Carichi - 2 colonne lato torrente + folla

Carico agente sulla pila

$$N = R_{\max} \times (1 + 0,5) + \text{folla} = 1441,72 \quad \text{kN}$$

eccentricità 1

$$e_1 = 6,3 \quad \text{m}$$

eccentricità 2

$$e_2 = 2,8 \quad \text{m}$$

eccentricità folla

$$e(\text{folla}) = 8,55 \quad \text{m}$$

Momento Trasversale agente sulla pila

$$M_T = R_{\max}(e_1 + 0,5xe_2) + e \times R \text{folla} = 11162,78 \quad \text{kNm}$$

Momento Longitudinale agente sulla pila

$$M_L = 10,69 \quad \text{kNm}$$

C - 1 impalcato Carico - 2 colonne lato interno

Carico agente sulla pila

$$N = R_{\max} \times (1 + 0,5) = 1210,27 \quad \text{kN}$$

eccentricità 1

$$e_1 = 2,3 \quad \text{m}$$

eccentricità 2

$$e_2 = 5,8 \quad \text{m}$$

Momento Trasversale agente sulla pila

$$M_T = 2 \times (R \times e_1 + 0,5 \times R \times e_2) = 1707,74 \quad \text{kNm}$$

Momento Longitudinale agente sulla pila

$$M_L = 484,11 \quad \text{kNm}$$

D - 1 impalcato Carico - 2 colonne lato torrente + folla

Carico agente sulla pila

$$N = R_{\max} \times (1 + 0,5) + \text{folla} = 1250,62 \quad \text{kN}$$

eccentricità 1

$$e_1 = 6,3 \quad \text{m}$$

eccentricità 2

$$e_2 = 2,8 \quad \text{m}$$

eccentricità folla

$$e_f = 8,55 \quad \text{m}$$

Momento Trasversale agente sulla pila

$$M_T = 2 \times (R \times e_1 + 0,5 \times R \times e_2 + Q_f \times e_f) = 9971,09 \quad \text{kNm}$$

Momento Longitudinale agente sulla pila

$$M_L = 562,78 \quad \text{kNm}$$

2.1.4 Frenatura

altezza impalcato	0,85	m
altezza appoggio	0,10	m
altezza pila	5,50	m

GENERAL CONTRACTOR  Consorzio Collegamenti Integrati Veloci	ALTA SORVEGLIANZA  GRUPPO FERROVIE DELLO STATO ITALIANE
	IG51-01-E-CV-CL-NV07-0X-006-A00 Foglio 12 di 54

altezza fondazione	1,50	m
carico concentrato	600,00	kN
carico distribuito	30,00	kN/m

coefficiente per colonna 1	1,00	
coefficiente per colonna 2	0,50	
coefficiente per colonna 3	0,00	
Due campate		
lunghezza carico distribuito	6,00	m
numero pile	2	

Si considera la condizione più gravosa tra le seguenti:

	totale del carico			
20,00%	QA	H _{L1}	90,00	kN
10,00%	colonna di carico più pesante	H _{L2}	39,00	kN

a) **H_L 90,00 kN**
alla base della fondazione
 h 7,95 m

b) **M_L 1431,00 kNm**
alla base della elevazione
 h 4,45 m
M_L 400,50 kNm

2.1.5 Forza Centrifuga

Raggio curva	R=	40	m
carico	q=300/R=	7,50	kN/m
altezza impalcato		0,85	m
altezza appoggio		0,10	m
altezza pila+pulvino		5,50	m
altezza fondazione		1,50	m
numero pile		2	
braccio	b=	8,95	m

L'azione si considera agente ad altezza 1,00m sopra il piano Viabile

a) Un impalcato
 carico trasversale

$$H_T = 2 \cdot q \cdot (1,0 + 0,5) \cdot 26,90 / 2 = 337,50 \text{ kN}$$

momento trasversale

$$M_T = H_T \cdot b = 3020,63 \text{ kNm}$$

b) Due impalcati
 carico trasversale

$$H_T = 2 \cdot q \cdot (1,0 + 0,5) \cdot 26,90 = 675,00 \text{ kN}$$

momento trasversale

$$M_T = H_T \cdot b = 6041,25 \text{ kNm}$$

Alla base dell'elevazione

a) Un impalcato
carico trasversale

$$H_T = 2 \cdot q \cdot (1,0 + 0,5) \cdot 26,90 / 2 = 337,50 \text{ kN}$$

momento trasversale $M_T = H_T \cdot b = 1501,88 \text{ kNm}$

b) Due impalcati
carico trasversale

$$H_T = 2 \cdot q \cdot (1,0 + 0,5) \cdot 26,90 = 675,00 \text{ kN}$$

momento trasversale $M_T = H_T \cdot b = 3003,75 \text{ kNm}$

2.1.6 Vento trasversale

altezza impalcato	0,85	m	
altezza scalino	0,15	m	[va a detrarsi dall'altezza dell'accidentale]
altezza accidentale	3,00	m	
altezza appoggio	0,10	m	
altezza impalcato+barriera fonoassorbente	3,95	m	
altezza pila	5,50	m	
altezza fondazione	1,50	m	
carico distribuito vento	q= 2,50	kN/m	(D.M. 4 MAGGIO 1990 art. 3.8)
lunghezza impalcato	15,00	m	
lunghezza carico distribuito	15,00	m	

a)	numero campate	2						
impalcato			31,88	kN	x	7,525	x	239,86 kNm
accidentale			106,88	kN	x	9,375	x	1001,95 \
pulvino			13,51	kN	x	7,70	x	104,03 kNm
pila			51,25	kN	x	4,25	x	217,81 kNm
			H_T					
			= 203,51	kN				M_T= 1563,65 kNm

b)	numero campate	1	2					
impalcato			31,88	kN	x	7,525	x	239,86 kNm
accidentale			53,44	kN	x	9,375	x	500,98 kNm
pulvino			13,51	kN	x	7,70	x	104,03 kNm
pila			51,25	kN	x	4,25	x	217,81 kNm
			H_T					
			= 150,07	kN				M_T= 1062,68 kNm

Alla base dell'elevazione

a)	numero campate	2						
impalcato			31,88	kN	x	4,025	x	128,30 kNm
accidentale			106,88	kN	x	5,875	x	627,89 \
pulvino			13,51	kN	x	4,20	x	56,74 kNm

GENERAL CONTRACTOR  Consorzio Collegamenti Integrati Veloci	ALTA SORVEGLIANZA  GRUPPO FERROVIE DELLO STATO ITALIANE	
IG51-01-E-CV-CL-NV07-0X-006-A00		Foglio 14 di 54

pila				<u>43,75</u>	kN	x		1,75	x	<u>76,56</u>	kNm
			H_T								
			=	196,01	kN					M_T= 889,49	kNm
b)	numero campate	1	2								
impalcato				31,88	kN	x		4,025	x	128,30	kNm
accidentale				53,44	kN	x		5,875	x	313,95	kNm
pulvino				13,51	kN	x		4,20	x	56,74	kNm
pila				<u>43,75</u>	kN	x		1,75	x	<u>76,56</u>	kNm
			H_T								
			=	142,57	kN					M_T= 575,55	kNm

2.1.7 Attrito Appoggi

Si assume un coeff. d'attrito

$$\phi_a = 0,02$$

altezza appoggio	0,10	m
altezza pila + pulvino	5,50	m
altezza fondazione	1,50	m

permanenti impalcato

$$N \quad 2256,09 \quad x \quad 0,02 \quad = \quad 45,122 \quad \text{kN} \quad x \quad 7,10 \quad = \quad 320,37 \quad \text{kNm}$$

accidentali trasmessi dall' impalcato C.d.C. A

$$N_a \quad 1369,23 \quad x \quad 0,02 \quad = \quad 27,385 \quad \text{kN} \quad x \quad 7,10 \quad = \quad 194,43 \quad \text{kNm}$$

accidentali trasmessi dall' impalcato C.d.C. B

$$N_b \quad 1210,27 \quad x \quad 0,02 \quad = \quad 24,205 \quad \text{kN} \quad x \quad 7,10 \quad = \quad 171,86 \quad \text{kNm}$$

accidentali trasmessi dall' impalcato C.d.C. A

$$N_a \quad 2,80 \quad x \quad 0,02 \quad = \quad 0,056 \quad \text{kN} \quad x \quad 7,10 \quad = \quad 0,40 \quad \text{kNm}$$

2.1.8 Sisma

C.1.6.1 SISMA VERTICALE

zona $S= 6$ $I= 1$ $c= 0,04$ $m= 2$
 $\beta= 1,2$

Altezza trave 0,85 m Altezza appoggio 0,10 m
 incremento percentuale carichi permanenti $\Delta N=c*I*\beta*m = 0,096$

Peso impalcato + pila 4928,96 t
 $\Delta N_{el} \pm 0,096 x 4928,96 = 473,18 \quad t$

numero di pile 1
 Impalcato

	p.u.	largh.	lungh	spessore	γ -p.p.	carico
soletta	1,20	15,00	0,25	25	1,000	$= 112,50 \text{ kN} \quad x \quad 1,075 = 120,94 \text{ kNm}$

GENERAL CONTRACTOR  Consorzio Collegamenti Integrati Veloci	ALTA SORVEGLIANZA  GRUPPO FERROVIE DELLO STATO ITALIANE
IG51-01-E-CV-CL-NV07-0X-006-A00	
Foglio 15 di 54	

cordoli	1	2,35	15,00	0,15	25	1,000	=	132,19 kN	x	1,275	=	168,54 kNm
cordoli	1	1,25	15,00	0,25	25	1,000	=	117,19 kN	x	1,475	=	172,85 kNm
cordoli	1	0,50	15,00	0,25	25	1,000	=	46,88 kN	x	1,325	=	62,11 kNm
pavimentazione guardiavia+parapett i		7,50	15,00		3,000	1,000	=	337,50 kN	x	1,250	=	421,88 kNm
		0,10	15,00	2	3,000	1,000	=	91,50 kN	x	1,600	=	146,40 kNm
trave		15,00	15,00	0,159	25	1,000	=	894,38 kN	x	0,525	=	469,55 kNm
traversi	0	0,30	1,50	5,50	25	1,000	=	0,00 kN	x	1,25	=	0,00 kNm
								1732,13 kN				1562,26 kNm

$$M = 1562,26 \times 0,048 = 74,99 \text{ tm}$$

C.1.6.1 SISMA LONGITUDINALE

coefficiente incremento sismico orizzontale	β	x	l	x	c	=	0,048
lunghezza totale impalcato							15,00 m
altezza: impalcato + pila	1,50	+	0,85	+	5,50	+	0,10 = 7,95 m

▪ sisma sull'impalcato

permanenti portati	1732,13						
Apparecchio d'appoggio in neoprene armato				2	campate		
$H_L =$	0,048	x	1.732,13	=	83,14	kN	
$M_L =$	74,988	+	83,14	x	7,95	=	735,97 kNm

▪ sisma sulla pila

distanza baricentro-base fondazione

concio pila pieno	4,25	m	(altezza concio/2+mensola+corpo pila+fondazione)
pulvino	7,70	m	(altezza pulvino/2+corpo pila+fondazione)
terreno	4,25	m	(altezza terreno/2+fondazione)
corpo pila	4,25	m	(altezza corpo pila/2+fondazione)
fondazione	0,75	m	(altezza fondazione/2)

concio pila pieno	1	0,048	-218,75	t	=	-10,50	x	4,25	=	-44,63 kNm
pulvino	1	0,048	151,99	t	=	7,30	x	7,70	=	56,17 kNm
corpo pila	1	0,048	1581,25	t	=	75,90	x	4,25	=	322,58 kNm
						72,70	kN			334,12 kNm
fondazione		0,048	459,38	t	=	22,05	x	0,75	=	16,54 kNm

alla base della fondazione

$$H_L = 83,14 + 72,70 + 22,05 = 177,89 \text{ kN}$$

$$M_L = 735,97 + 334,12 + 16,54 = 1.086,63 \text{ kNm}$$

SISMA TRASVERSALE

$$H_T = 177,89 \text{ kN}$$

$$M_T = 1086,63 \text{ kNm}$$

Alla base dell' elevazione

▪ sisma sull'impalcato

GENERAL CONTRACTOR  Consorzio Collegamenti Integrati Veloci	ALTA SORVEGLIANZA  GRUPPO FERROVIE DELLO STATO ITALIANE
IG51-01-E-CV-CL-NV07-0X-006-A00	
Foglio 17 di 54	

$$\begin{aligned}
M_T &= 4746,66 + 20826,04 + 212,54 + 3020,63 = \mathbf{28805,86} \text{ kNm} \\
H_T &= 0,2 \times 150,07 + 337,5 = \mathbf{367,51} \text{ kN} \\
M_L &= 0,00 + 171,86 + 10,69 = \mathbf{182,55} \text{ kNm} \\
H_L &= 45,12 + 0,00 = \mathbf{45,12} \text{ kN}
\end{aligned}$$

C.2.6 Permanenti + Accidentali(C.d.C B)+ 0.2 Vento + F. Centrifuga

$$\begin{aligned}
N &= 4928,96 + 1250,62 = \mathbf{6179,58} \text{ kN} \\
M_T &= 1707,74 + 20826,04 \times 212,54 + 3020,63 = \mathbf{25766,94} \text{ kNm} \\
H_T &= 0,2 \times 150,07 + 337,5 = \mathbf{367,51} \text{ kN} \\
M_L &= 0,00 + 0,00 + 0,00 + 484,11 = \mathbf{484,11} \text{ kNm} \\
H_L &= 45,12 + 0,00 = \mathbf{45,12} \text{ kN}
\end{aligned}$$

Permanenti + Sisma trasversale + Sisma verso il basso

C.2.7

$$\begin{aligned}
N &= 1,096 \times 4928,96 = \mathbf{5402,14} \text{ kN} \\
M_T &= 1,096 \times 20826,04 + 1086,63 = \mathbf{23911,97} \text{ kNm} \\
H_T &= \mathbf{177,89} \text{ kN} \\
M_L &= \mathbf{0,00} \text{ kNm} \\
H_L &= \mathbf{0,00} \text{ kN}
\end{aligned}$$

Permanenti + Sisma trasversale + Sisma verso l'alto

C.2.8

$$\begin{aligned}
N &= 0,904 \times 4928,96 = \mathbf{4455,78} \text{ kN} \\
M_T &= 0,904 \times 20826,04 - 1086,63 = \mathbf{17740,11} \text{ kNm} \\
H_T &= \mathbf{177,89} \text{ kN} \\
M_L &= \mathbf{0,00} \text{ kNm} \\
H_L &= \mathbf{0,00} \text{ kN}
\end{aligned}$$

C.2.9 Permanenti + Sisma longitudinale + Sisma verso il basso

$$\begin{aligned}
N &= 1,096 \times 4928,96 = \mathbf{5402,14} \text{ kN} \\
M_T &= 1,096 \times 20826,04 = \mathbf{22825,34} \text{ kNm} \\
H_T &= \mathbf{0,00} \text{ kN} \\
M_L &= \mathbf{1086,63} \text{ kNm} \\
H_L &= \mathbf{177,89} \text{ kN}
\end{aligned}$$

C.2.10 Permanenti + Sisma longitudinale + Sisma verso l'alto

$$\begin{aligned}
N &= 0,904 \times 4928,96 = \mathbf{4455,78} \text{ kN} \\
M_T &= 0,904 \times 20826,04 = \mathbf{18826,74} \text{ kNm} \\
H_T &= \mathbf{0,00} \text{ kN} \\
M_L &= \mathbf{1086,63} \text{ kNm} \\
H_L &= \mathbf{177,89} \text{ kN}
\end{aligned}$$

2.2.2 Combinazioni alla base della Elevazione

C.2.1 Permanenti + Accidentali(C.d.C.A) + 0.6 Vento

baricentro Pila

GENERAL CONTRACTOR  Consorzio Collegamenti Integrati Veloci	ALTA SORVEGLIANZA  GRUPPO FERROVIE DELLO STATO ITALIANE
	IG51-01-E-CV-CL-NV07-0X-006-A00 Foglio 18 di 54

$$\begin{aligned}
N &= 3064,33 + 1369,23 = 4433,56 \text{ kN} \\
M_T &= 4746,66 + 0,60 \times 889,49 + 13026,49 = 18306,85 \text{ kNm} \quad 7222,943 \text{ kNm} \\
H_T &= 0,6 \times 196,01 = 117,61 \text{ kN} \\
M_L &= 0,00 + 320,37 + 10,69 = 331,06 \text{ kNm} \\
H_L &= 0,00 + 45,12 = 45,12 \text{ kN}
\end{aligned}$$

C.2.2 Permanenti + Accidentali(C.d.C.D) + 0.6 Vento

$$\begin{aligned}
N &= 3064,33 + 1250,62 = 4314,95 \text{ kN} \\
M_T &= 9971,09 + 0,60 \times 575,55 + 13026,49 = 23342,91 \text{ kNm} \quad 12555,53 \text{ kNm} \\
H_T &= 0,6 \times 142,57 = 85,54 \text{ kN} \\
M_L &= 320,37 + 171,86 + 562,78 = 1055,00 \text{ kNm} \\
H_L &= 45,12 + 24,205 = 69,33 \text{ kN}
\end{aligned}$$

Permanenti + Accidentali(C.d.C A)+ 0.2 Vento +
C.2.3 Frenatura

$$\begin{aligned}
N &= 3064,33 + 1369,23 = 4433,56 \text{ kN} \\
M_T &= 4746,66 + 0,20 \times 889,49 + 13026,49 = 17951,05 \text{ kNm} \quad 6867,146 \text{ kNm} \\
H_T &= 0,2 \times 196,01 = 39,20 \text{ kN} \\
M_L &= 194,43 + 0,00 + 400,50 + 10,69 = 605,62 \text{ kNm} \\
H_L &= 45,12 + 27,38 + 90,00 = 162,51 \text{ kN}
\end{aligned}$$

Permanenti + Accidentali(C.d.C B)+ 0.2 Vento +
C.2.4 Frenatura

$$\begin{aligned}
N &= 1441,72 + 1250,62 = 2692,34 \text{ kN} \\
M_T &= 11162,78 + 0,20 \times 575,55 + 13026,49 = 24304,38 \text{ kNm} \quad 17573,53 \text{ kNm} \\
H_T &= 0,2 \times 142,57 = 28,51 \text{ kN} \\
M_L &= 0,40 + 320,37 + 400,50 + 10,69 = 731,95 \text{ kNm} \\
H_L &= 45,12 + 0,06 + 90,00 = 135,18 \text{ kN}
\end{aligned}$$

C.2.5 Permanenti + Accidentali(C.d.C A)+ 0.2 Vento + F. Centrifuga

$$\begin{aligned}
N &= 3064,33 + 1369,23 + 13,00 = 4433,56 \text{ kN} \\
M_T &= 4746,66 + 13026,49 + 212,54 + 3003,75 = 20989,44 \text{ kNm} \quad 9905,533 \text{ kNm} \\
H_T &= 0,2 \times 142,57 + 675,00 = 703,51 \text{ kN} \\
M_L &= 0,00 + 171,86 + 10,69 = 182,55 \text{ kNm} \\
H_L &= 45,12 + 0,00 + 0,00 = 45,12 \text{ kN}
\end{aligned}$$

C.2.6 Permanenti + Accidentali(C.d.C B)+ 0.2 Vento + F. Centrifuga

$$\begin{aligned}
N &= 3064,33 + 1250,62 = 4314,95 \text{ kN} \\
M_T &= 1707,74 + 13026,49 \times 212,54 + 1501,88 = 16448,64 \text{ kNm} \quad 5661,263 \text{ kNm} \\
H_T &= 0,2 \times 142,57 + 337,50 = 366,01 \text{ kN} \\
M_L &= 0,00 + 0,00 + 0,00 + 484,11 = 484,11 \text{ kNm} \\
H_L &= 45,12 + 0,00 + 0,00 = 45,12 \text{ kN}
\end{aligned}$$

C.2.7 Permanenti + Sisma trasversale + Sisma verso il basso

$$\begin{aligned}
N &= 1,096 \times 3064,33 = 3358,51 \text{ kN} \\
M_T &= 1,096 \times 13026,49 + 520,52 = 14797,56 \text{ kNm} \quad 6401,289 \text{ kNm} \\
H_T &= 121,94 \text{ kN} \\
M_L &= 0,00 \text{ kNm} \\
H_L &= 0,00 \text{ kN}
\end{aligned}$$

C.2.8 Permanenti + Sisma trasversale + Sisma verso l'alto

$$\begin{aligned}
N &= 0,904 \times 3064,33 = 2770,16 \text{ kN} \\
M_T &= 0,904 \times 13026,49 + 520,52 = 12296,47 \text{ kNm} \quad 5371,081 \text{ kNm} \\
H_T &= 121,94 \text{ kN} \\
M_L &= 0,00 \text{ kNm}
\end{aligned}$$

$$H_L = \quad \quad \quad = \quad \quad \quad \mathbf{0,00 \text{ kN}}$$

C.2.9 Permanenti + Sisma longitudinale + Sisma verso il basso

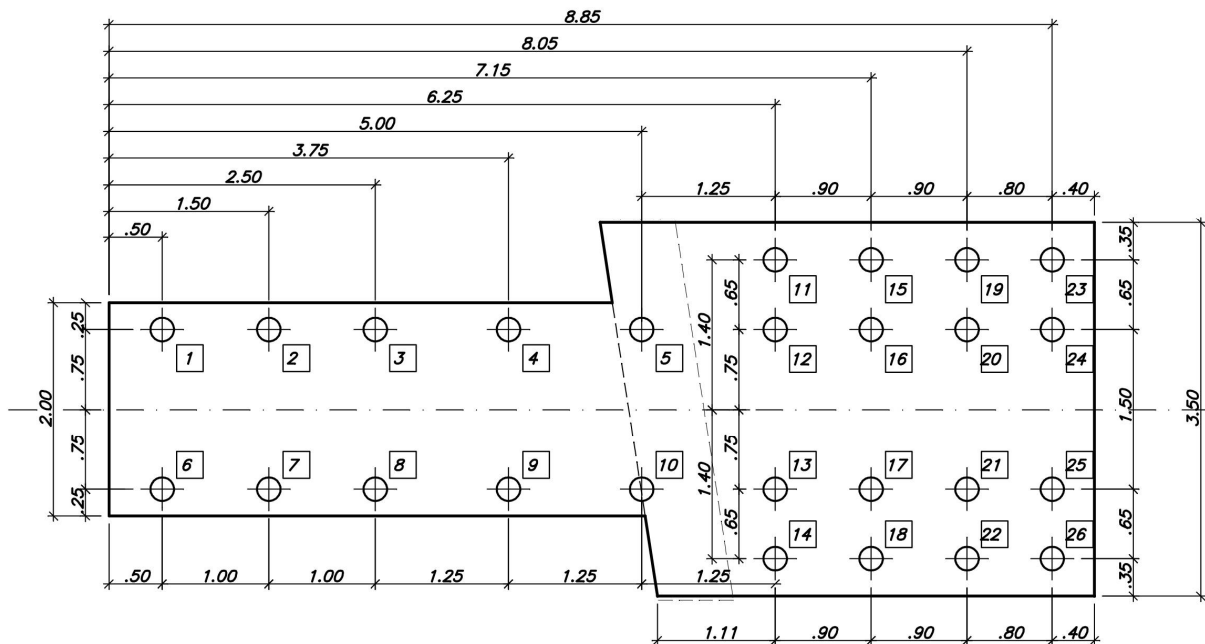
$$\begin{aligned}
 N &= 1,096 \times 3064,33 = \mathbf{3358,51 \text{ kN}} \\
 M_T &= 1,096 \times 13026,49 = \mathbf{14277,03 \text{ kNm} \quad \mathbf{5880,766 \text{ kNm}}} \\
 H_T &= \mathbf{0,00 \text{ kN}} \\
 M_L &= \mathbf{520,52 \text{ kNm}} \\
 H_L &= \mathbf{121,94 \text{ kN}}
 \end{aligned}$$

C.2.10 Permanenti + Sisma longitudinale + Sisma verso l'alto

$$\begin{aligned}
 N &= 0,904 \times 3064,33 = \mathbf{2770,16 \text{ kN}} \\
 M_T &= 0,904 \times 13026,49 = \mathbf{11775,95 \text{ kNm} \quad \mathbf{4850,559 \text{ kNm}}} \\
 H_T &= \mathbf{0,00 \text{ kN}} \\
 M_L &= \mathbf{520,52 \text{ kNm}} \\
 H_L &= \mathbf{121,94 \text{ kN}}
 \end{aligned}$$

2.3 Verifica palificata

2.3.1 Schema di calcolo



2.3.2 Dati Geometrici

Coordinate pali

n. palo	X	Y	n. palo	X	Y
1	0,500	0,750	17	7,150	-0,700
2	1,500	0,750	18	7,150	-1,400
3	2,500	0,750	19	8,050	1,400
4	3,750	0,750	20	8,050	0,700
5	5,000	0,750	21	8,050	-0,700
6	0,500	-0,750	22	8,050	-1,400

GENERAL CONTRACTOR  Consorzio Collegamenti Integrati Veloci	ALTA SORVEGLIANZA  GRUPPO FERROVIE DELLO STATO ITALIANE	
IG51-01-E-CV-CL-NV07-0X-006-A00		Foglio 20 di 54

7	1,500	-0,750	23	8,850	1,400
8	2,500	-0,750	24	8,850	0,700
9	3,750	-0,750	25	8,850	-0,700
10	5,000	-0,750	26	8,850	-1,400
11	6,250	1,400			
			Baricentr		
12	6,250	0,700	o		
13	6,250	-0,700		Xg	Yg
14	6,250	-1,400		5,68	0,00
15	7,150	1,400	Momento di inerzia		
16	7,150	0,700		Jx	Jy
				12,67	516,90

2.3.3 Azioni Sui Micropali

AZIONE NORMALE SUL PALO

	C.2.1	C.2.2	C.2.3	C.2.4	C.2.5
n. palo	N	N	N	N	N
1	247,43	267,26	286,03	304,50	244,28
2	238,13	263,69	276,31	300,52	237,50
3	228,83	260,13	266,60	296,54	230,72
4	217,21	255,67	254,46	291,57	222,25
5	205,58	251,21	242,32	286,59	213,78
6	227,74	204,52	188,74	166,87	233,42
7	218,45	200,96	179,02	162,89	226,64
8	209,15	197,39	169,31	158,91	219,87
9	197,52	192,93	157,17	153,93	211,40
10	185,90	188,47	145,03	148,96	202,93
11	202,49	273,94	272,34	341,26	210,01
12	193,30	244,66	226,93	277,03	204,95
13	174,93	186,11	136,13	148,57	194,82
14	165,74	156,83	90,73	84,34	189,75
15	194,12	270,72	263,60	337,68	203,91
16	184,93	241,45	218,19	273,45	198,85
17	166,56	182,90	127,39	144,99	188,72
18	157,37	153,62	81,98	80,76	183,65
19	185,75	267,51	254,85	334,09	197,81
20	176,56	238,24	209,45	269,86	192,75
21	158,19	179,68	118,65	141,41	182,62
22	149,00	150,41	73,24	77,18	177,55
23	178,31	264,66	247,08	330,91	192,39
24	169,12	235,38	201,68	266,68	187,33
25	150,75	176,83	110,88	138,22	177,20
26	141,56	147,55	65,47	73,99	172,13

GENERAL CONTRACTOR  Consorzio Collegamenti Integrati Veloci	ALTA SORVEGLIANZA  GRUPPO FERROVIE DELLO STATO ITALIANE	
IG51-01-E-CV-CL-NV07-0X-006-A00		Foglio 21 di 54

MIN	141,56	147,55	65,47	73,99	172,13
MAX	247,43	273,94	286,03	341,26	244,28

AZIONE NORMALE SUL PALO

	C.2.6	C.2.7	C.2.8	C.2.9	C.2.10
n. palo	N	N	N	N	N
1	247,53	204,48	167,70	236,26	200,53
2	238,46	197,90	160,34	228,62	194,23
3	229,38	191,31	152,98	220,98	187,93
4	218,04	183,08	143,78	211,42	180,05
5	206,69	174,84	134,58	201,87	172,17
6	218,74	204,48	167,70	171,65	135,92
7	209,67	197,90	160,34	164,00	129,61
8	200,59	191,31	152,98	156,36	123,31
9	189,25	183,08	143,78	146,81	115,43
10	177,90	174,84	134,58	137,25	107,55
11	207,82	166,61	125,38	220,32	192,29
12	194,39	166,61	125,38	190,16	162,13
13	167,52	166,61	125,38	129,86	101,82
14	154,08	166,61	125,38	99,70	71,67
15	199,65	160,68	118,75	213,44	186,61
16	186,22	160,68	118,75	183,29	156,46
17	159,35	160,68	118,75	122,98	96,15
18	145,92	160,68	118,75	92,82	66,00
19	191,48	154,76	112,13	206,56	180,94
20	178,05	154,76	112,13	176,41	150,79
21	151,18	154,76	112,13	116,10	90,48
22	137,75	154,76	112,13	85,95	60,32
23	184,22	149,49	106,24	200,45	175,90
24	170,79	149,49	106,24	170,29	145,74
25	143,92	149,49	106,24	109,99	85,44
26	130,49	149,49	106,24	79,83	55,28
MIN	130,49	149,49	106,24	79,83	55,28
MAX	247,53	204,48	167,70	236,26	200,53

2.3.4 Verifica micropali

2.3.5 Verifica capacità portante

DATI PALO

lunghezza 12,00 m

di cui m iniziali 0,00 m (che trascuro)

diametro 220 mm

area sezione palo 0,038 mq

area bulbo 0,096 mq

diametro bulbo = 0,35 m

CARICO SUL PALO 341,26 kN

sup lat utile Al = 8,29 mq

DATI TERRENO

coesione	0	kN/mq	
p. specifico	23	KN/m ³	
δ =	19°		angolo di attrito terra muro
angolo attrito			
Φ =	32°		
Nc =	40,0		
Nq =	25,0		

PORTATA LIMITE
ALLA PUNTA

$$Q_p = \begin{matrix} q = \sum \gamma_i H_i = \gamma (H-l) = & 276 & \text{kN} \\ A (c N_c + q N_q) = & 662 & \text{kN} \end{matrix}$$

PER ATTRITO LATERALE

$$\begin{matrix} \sigma_h = \gamma H/2 = & 138 & \text{kN} \\ \tan \delta = & 0,344 & \end{matrix}$$

PESO PALO

$$Q_l = (c + \sum \sigma_h \times \tan \delta) A_l = 393,5 \text{ kN}$$

$$\text{decurto il terreno} \quad P_p = 12,8 \text{ kN}$$

Coefficiente di Sicurezza alla portanza dei Pali:

$$v = 662 + 393,5 - 12,8 = 1042,60 / 341,26 = \mathbf{3,06 > 2,5}$$

2.3.6 Verifica del Palo Alle Azioni Taglianti

Si considera il palo totalmente immerso nel terreno con la testa libera di spostarsi ma non di ruotare sotto l'azione orizzontale H. getto ad

La massima forza orizzontale agente alla testa dei pali risulta:

$$\text{in condizioni di esercizio : } H_{t \max} = 367,51 \text{ kN (5° c.d.c)}$$

$$H_p = 367,51/26 = 14,14 \text{ kN}$$

$$\text{in condizioni sismiche : } H_{t \max} = 177,89 \text{ (9-10° c.d.c)}$$

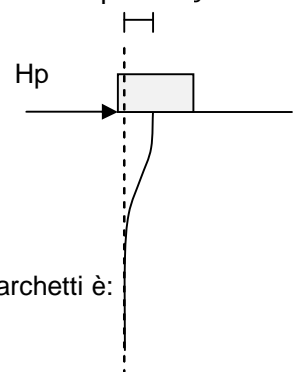
$$H_p = 177,89/26 = 6,84 \text{ t}$$

Il momento flettente agente sulla testa del palo secondo le formule di Jamolkowsky-Marchetti è:

$$M = \frac{H_p \times A_\phi \times T}{B_\phi} \quad \text{dove } T = [\frac{E \times J}{k}]^{1/5}$$

Bφ

k



Considerando reagente la sola armatura metallica costituita da un tubo con diametro esterno 176mm sp 8mm:

$$J = \frac{\pi \times (16,3^4 - 14,3^4)}{64} = 1412 \text{ cm}^4$$

$$E = 2100000 \text{ Kg/cm}^2$$

$$k = 10 \text{ Kg/cm}^3$$

$$T = 50,03 \text{ cm}$$

$$L_p = 1200 \text{ cm}$$

$$Z = L/T = 1200/51,56 = 23,27$$

$$A\phi = 1,623 \qquad B\phi = 1,749$$

In condizioni di esercizio:

Momento di incastro alla testa del palo libera di spostarsi ma non di ruotare :

$$M_{max} = 14,14 \times 1,623 / 1,749 \times 50,03 = 656 \text{ kNcm}$$

Carico massimo.

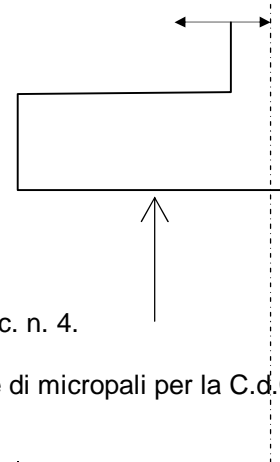
$$N_{max} = 341,26 \text{ kN}$$

Considerando agente la sola sezione in acciaio risulta :

$$\sigma_{max} = \frac{341,26}{42,22} + \frac{656 \times 8,4}{1412} = 12,00 \text{ KN/cm}^2$$

2.4 Verifica fondazione

Le condizioni sismiche risultano meno gravose rispetto a quelle di esercizio e per questo se ne omette la verifica



2.4.1 Verifica soletta in alveo in senso Trasversale (Cond. Esercizio)

Si considera la condizione di carico maggiormente gravosa, costituita dalla c.d.c. n. 4.

Viene condotta una verifica di carattere globale sommano i valori delle quartine di micropali per la C.d.C. dichiarata:

Pali	1	Pali	2	Pali	3,00	Pali	4,00
23	330,91	19	334,09	15	337,68	11	341,26
24	266,68	20	269,86	16	273,45	12	277,03
25	138,22	21	141,41	17	144,99	13	148,57
26	73,99	22	77,18	18	80,76	14	84,34
	809,81		822,54		836,87		851,20
e	3,40		2,60		1,80		0,80

Reazioni micropali 3320,42 kN

$$\begin{aligned}
 & \text{p.p. plinto} \quad -459,38 \text{ kN} \quad \times \quad 2,05 \quad = \quad -941,72 \text{ kNm} \\
 & \text{terreno} \quad \underline{-110,25 \text{ kN}} \quad \times \quad 2,05 \quad = \quad \underline{-226,01 \text{ kNm}} \\
 & T = \quad 2750,79 \qquad \qquad \qquad M = \quad 5911,54 \text{ kNm}
 \end{aligned}$$

Dati

geometrici: Altezza sezione: $H = 150 \text{ cm}$

GENERAL CONTRACTOR  Consorzio Collegamenti Integrati Veloci	ALTA SORVEGLIANZA  GRUPPO FERROVIE DELLO STATO ITALIANE
	IG51-01-E-CV-CL-NV07-0X-006-A00 Foglio 24 di 54

Larghezza sezione $B = 350$ cm
 Spaziatura orizzontale barre: $s = 20,00$ cm
 Spaziatura verticale barre: $S = 2,00$ cm
 Copertura ferro netta: $c = 4,00$ cm
 Altezza utile: $h' = 146,00$ cm

Armature:

strato arm.	posizione dello strato (cm)	A (cm ²)	barre (n ϕ diam)
1	4	53,41	17 ϕ 20
2	0	0,00	ϕ
3	144	106,18	20 ϕ 26
4	146	185,82	35 ϕ 26

Sollecitazioni: Sforzo normale: $N = 0$ daN
 Momento flettente: $M = 591154$ daN m
 $T = 275079$ daN

Verifica a Taglio: $\tau = 5,98$ daN/cm²

Verifica a Flessione: Asse neutro:
 $x = 47,43$ cm
 $\sigma_c = 50$ daN/cm²
 $\sigma_s = 1567$ daN/cm²

Materiale: Acciaio FeB 44 k $\sigma_{s amm} = 2600$ daN/cm²
 Calcestruzzo Rbk 350 $\sigma_{c amm} = 110$ daN/cm²
 Modulo elastico acciaio= 2100000 daN/cm²
 Resistenza a trazione del cls $f_{ctm} = 28,89$ daN/cm² $\Phi = E_t / E_c = 0,50$
 Resistenza a trazione del cls $f_{ck} = 24,27$ daN/cm²
 Coeff.di omogeneizzazione= 15 $x = 65,29$ cm

Scelta del valore limite di apertura delle fessure:

rif. 4.3.1.3 Condizione di carico frequente
 rif. 4.3.1.4 Condizioni ambientali mod. aggressive
 rif. 4.3.1.5 Armature poco sensibili
 rif. 4.3.1.6 Valore nominale di apertura: $w = 0,2$ mm

Occorre eseguire il calcolo dell'ampiezza delle fessure.

Verifiche:

Calcolo della distanza media tra le fessure:

rif. B.6.6.3 Barre ad aderenza migliorata(Y/N)? y
 Coeff. che caratterizza l'aderenza: $k_2 = 0,4$

GENERAL CONTRACTOR  Consorzio Collegamenti Integrati Veloci	ALTA SORVEGLIANZA  GRUPPO FERROVIE DELLO STATO ITALIANE
	IG51-01-E-CV-CL-NV07-0X-006-A00 Foglio 25 di 54

Coeff. che tiene conto del diagramma delle tensioni:	k3	0,212
Larghezza efficace:	beff.	350,00 cm
Altezza efficace:	deff.	25,50 cm
Area efficace:	Ac.eff.	8925,00 cm ²
Area acciaio posta in Ac.eff.:	As	292,00 cm ²
Percentuale di armatura efficace:	ρ_r	0,0327
Distanza media tra le fessure:	Srm	18,75 cm

Calcolo della deformazione unitaria media dell'armatura:

Tensione dell'acciaio:	σ_s	1567,19	daN/cm ²
Tensione dell'acciaio 1° fessurazione:	σ_{sr}	894,72	daN/cm ²
Coeff. rappresentativo aderenza:	β_1	1	
Carichi di lunga durata(Y/N)?	y		
Coeff. durata carichi:	β_2	0,5	
Deformazione unitaria media:	ϵ_{sm}	0,0006247	

Calcolo ampiezza delle fessure:

rif.4.3.1.7.1.2	wk	0,199 mm	<	0,200 mm
-----------------	----	----------	---	----------

2.4.2 Verifica soletta in alveo in senso Trasversale (Cond. Sismiche)

Si considera la condizione di carico maggiormente gravosa tra le sismiche, costituita dalla c.d.c. n. 7.

Viene condotta una verifica di carattere globale sommano i valori delle quartine di micropali per la C.d.C. dichiarata:

C.S. n.7

Pali	1	Pali	2	Pali	3,00	Pali	4,00
23	149,49	19	154,76	15	160,68	11	166,61
24	149,49	20	154,76	16	160,68	12	166,61
25	149,49	21	154,76	17	160,68	13	166,61
26	149,49	22	154,76	18	160,68	14	166,61
	597,95		619,02		642,73		666,44
e	3,30		2,50		1,60		0,70

Reazioni micropali	2526,14	kN				5015,66	kNm
p.p. plinto terreno	-496,13	kN	x	2,05	=	-1017,06	kNm
	-119,07	kN	x	2,05	=	-244,09	kNm
T =	1910,95				M =	3754,51	kNm

Le sollecitazioni sono nettamente inferiori a quelle in condizioni normali di esercizio, se ne omette dunque la verifica.

GENERAL CONTRACTOR  Consorzio Collegamenti Integrati Veloci	ALTA SORVEGLIANZA  GRUPPO FERROVIE DELLO STATO ITALIANE
	IG51-01-E-CV-CL-NV07-0X-006-A00 Foglio 26 di 54

2.4.3 Verifica soletta in alveo in senso longitudinale in condizioni di esercizio

Si considera la condizione di carico maggiormente gravosa, costituita dalla c.d.c. n. 4.

Viene condotta una verifica di carattere globale sommando i valori delle quartine di micropali per la C.d.C. dichiarata e calcolando il valore delle sollecitazioni di Taglio e Momento all'asse della pila:

C.E. n.4			
Pali	1	Pali	2
11	341,26	12	277,03
15	337,68	16	273,45
19	334,09	20	269,86
23	330,91	24	266,68
	1343,94		1087,02
e	1,25		0,60

Eccentricità

Reazioni micropali	2430,96	kN					
						2332,13	kNm
p.p. plinto terreno	-229,69	kN	x	1,75	=	-401,95	kNm
	-55,13	kN	x	1,75	=	-96,47	kNm
T =	2146,15				M =	1833,71	kNm

Dati

geometrici:	Altezza sezione:	H =	150	cm
	Larghezza sezione	B =	350	cm
	Spaziatura orizzontale barre:	s =	20,00	cm
	Spaziatura verticale barre:	S =	0,00	cm
	Copertura ferro netta:	c =	4,00	cm
	Altezza utile:	h' =	146,00	cm

Armature:

strato arm.	posizione dello strato (cm)	A (cm ²)	barre (n ϕ diam)
1	4	53,41	17 ϕ 20
2	0	0,00	ϕ
3	0	0,00	0 ϕ 26
4	146	87,96	28 ϕ 20

Sollecitazioni:	Sforzo normale:	N =	0	daN
	Momento flettente:	M =	172334	daN m
		T =	203933	daN

Verifica a Taglio:		$\tau =$	4,43	daN/cm ²
---------------------------	--	----------	------	---------------------

Verifica a Flessione:	Asse neutro:	x =	27,94	cm
		$\sigma_C =$	23	daN/cm ²
		$\sigma_S =$	1428	daN/cm ²

GENERAL CONTRACTOR  Consorzio Collegamenti Integrati Veloci	ALTA SORVEGLIANZA  GRUPPO FERROVIE DELLO STATO ITALIANE
	IG51-01-E-CV-CL-NV07-0X-006-A00 Foglio 27 di 54

Materiale:	Acciaio FeB	44	k	$\sigma_{s amm} =$	2600	daN/cm ²
	Calcestruzzo Rbk	350		$\sigma_{c amm} =$	110	daN/cm ²
	Modulo elastico acciaio=	2100000				
rif.2.1.2	Resistenza a trazione del cls	fctm=	28,89			$\Phi = Et / Ec =$ 0,50
rif.4.3.1.2	Resistenza a trazione del cls	fcfk=	24,27			
	Coeff.di omogeneizzazione=		15	x =	62,24	cm

Scelta del valore limite di apertura delle fessure:

rif. 4.3.1.3	Condizione di carico	frequente	
rif. 4.3.1.4	Condizioni ambientali	mod.	aggressive
rif. 4.3.1.5	Armature poco sensibili		
rif. 4.3.1.6	Valore nominale di apertura:	w	0,2 mm

Il momento è inferiore al valore di prima fessurazione: non è necessario il calcolo dell'ampiezza delle fessure.

Verifiche:

Calcolo della distanza media tra le fessure:

rif. B.6.6.3	Barre ad aderenza migliorata(Y/N)?	y	
	Coeff. che caratterizza l'aderenza:	k2	0,4
	Coeff. che tiene conto del diagramma delle tensioni:	k3	0,223
	Larghezza efficace:	b _{eff.}	350,00 cm
	Altezza efficace:	d _{eff.}	19,00 cm
	Area efficace:	Ac _{eff.}	6650,00 cm ²
	Area acciaio posta in Ac _{eff.} :	As	87,96 cm ²
	Percentuale di armatura efficace:	ρ_r	0,0132
	Distanza media tra le fessure:	S _{rm}	25,48 cm

Calcolo della deformazione unitaria media dell'armatura:

	Tensione dell'acciaio:	σ_s	1428,21	daN/cm ²
	Tensione dell'acciaio 1° fessurazione:	σ_{sr}	2169,62	daN/cm ²
	Coeff. rappresentativo aderenza:	β_1	1	
	Carichi di lunga durata(Y/N)?	y		
	Coeff. durata carichi:	β_2	0,5	
	Deformazione unitaria media:	ϵ_{sm}	0,000272	

Calcolo ampiezza delle fessure:

rif.4.3.1.7.1.2		wk	0,118 mm	<	0,200 mm
-----------------	--	----	----------	---	----------

2.5 Elevazione Pila

Il calcolo viene condotto alla quota del restringimento da 2,50 a 1,50m di spessore.

GENERAL CONTRACTOR  Consorzio Collegamenti Integrati Veloci	ALTA SORVEGLIANZA  GRUPPO FERROVIE DELLO STATO ITALIANE
	IG51-01-E-CV-CL-NV07-0X-006-A00
	Foglio 28 di 54

Viene condotta la verifica a pressoflessione deviata della Pila per le condizioni di carico maggiormente sollecitanti. Il calcolo è stato condotto con la procedura "Verifiche CA della AMV S.r.l di cui di seguito si allegano i tabulati.

2.5.1 Combinazione C.d.C.2

INTESTAZIONE E DATI CARATTERISTICI DEL LAVORO

```

=====
Nome archivio di lavoro      : SezionePilal_V1
Intestazione del lavoro     : SezionePilal_V1_CdC 2
Unità misura Forza         : kN
Unità misura Lunghezza    : m
Tensioni                    : N/mm²
Diametro armature          : mm

```

I vertici in input sono riportati in senso orario per il contorno esterno e antiorario per le cavità. Il primo vertice è quello più in basso, a sinistra.

```

Sollecitazioni agenti
Sforzo normale N =          4314.000
Momento flettente Mz =      597.000
Momento flettente My =     12555.000

```

Punti estremi dell'asse neutro

z'	y'
1.549	0.746
1.960	-0.754

Tensioni calcestruzzo

z'	y'	Tens
-2.499	-0.754	0.00
-2.499	0.746	0.00
2.501	0.746	-3.20
2.501	-0.754	-1.82

Tensione massima nel calcestruzzo

z'	y'	Tens
2.501	0.746	-3.20

Tensioni armature

z'	y'	d	Tens
2.461	-0.511	26.0	-28.62
2.461	-0.309	26.0	-31.42
2.461	-0.106	26.0	-34.22
2.461	0.097	26.0	-37.02
2.461	0.300	26.0	-39.82
2.461	0.503	26.0	-42.62
-2.459	0.503	26.0	205.42
-2.459	0.300	26.0	208.22
-2.459	0.097	26.0	211.02
-2.459	-0.106	26.0	213.82
-2.459	-0.309	26.0	216.62
-2.459	-0.511	26.0	219.42
-2.459	-0.714	26.0	222.22
-2.459	0.706	26.0	202.62
2.461	0.706	26.0	-45.42
2.461	-0.714	26.0	-25.83
-2.457	0.601	26.0	203.95
-2.457	0.398	26.0	206.75
-2.457	0.195	26.0	209.55
-2.457	-0.008	26.0	212.35
-2.457	-0.210	26.0	215.15
-2.457	-0.413	26.0	217.95
-2.457	-0.616	26.0	220.75
2.461	-0.609	26.0	-27.28
2.461	-0.406	26.0	-30.08
2.461	-0.203	26.0	-32.88
2.461	-0.000	26.0	-35.68
2.461	0.202	26.0	-38.48
2.461	0.405	26.0	-41.28
2.461	0.608	26.0	-44.08
-2.254	0.706	26.0	192.28
-2.049	0.706	26.0	181.95
-1.844	0.706	26.0	171.61
-1.639	0.706	26.0	161.28
-1.434	0.706	26.0	150.94
-1.229	0.706	26.0	140.61
-1.024	0.706	26.0	130.27
-0.819	0.706	26.0	119.94
-0.614	0.706	26.0	109.60



-0.409	0.706	26.0	99.27
-0.204	0.706	26.0	88.93
0.001	0.706	26.0	78.60
0.206	0.706	26.0	68.26
0.411	0.706	26.0	57.93
0.616	0.706	26.0	47.59
0.821	0.706	26.0	37.26
1.026	0.706	26.0	26.92
1.231	0.706	26.0	16.59
1.436	0.706	26.0	6.25
1.641	0.706	26.0	-4.08
1.846	0.706	26.0	-14.42
2.051	0.706	26.0	-24.75
2.256	0.706	26.0	-35.09
-2.254	-0.714	26.0	211.88
-2.049	-0.714	26.0	201.55
-1.844	-0.714	26.0	191.21
-1.639	-0.714	26.0	180.88
-1.434	-0.714	26.0	170.54
-1.229	-0.714	26.0	160.21
-1.024	-0.714	26.0	149.87
-0.819	-0.714	26.0	139.54
-0.614	-0.714	26.0	129.20
-0.409	-0.714	26.0	118.87
-0.204	-0.714	26.0	108.53
0.001	-0.714	26.0	98.20
0.206	-0.714	26.0	87.86
0.411	-0.714	26.0	77.53
0.616	-0.714	26.0	67.19
0.821	-0.714	26.0	56.86
1.026	-0.714	26.0	46.52
1.231	-0.714	26.0	36.19
1.436	-0.714	26.0	25.85
1.641	-0.714	26.0	15.52
1.846	-0.714	26.0	5.18
2.051	-0.714	26.0	-5.15
2.256	-0.714	26.0	-15.49
-1.637	-0.006	20.0	171.02
-0.817	-0.005	20.0	129.68
0.002	-0.004	20.0	88.34
0.822	-0.003	20.0	47.00
1.642	-0.002	20.0	5.66
-2.165	0.706	26.0	187.80
-1.960	0.706	26.0	177.47
-1.755	0.706	26.0	167.13
-1.550	0.706	26.0	156.80
-1.345	0.706	26.0	146.46
-1.140	0.706	26.0	136.12
-0.935	0.706	26.0	125.79
-0.730	0.706	26.0	115.45
-0.525	0.706	26.0	105.12
-0.320	0.706	26.0	94.78
-0.115	0.706	26.0	84.45
0.090	0.706	26.0	74.11
0.295	0.706	26.0	63.78
0.500	0.706	26.0	53.44
0.705	0.706	26.0	43.11
0.910	0.706	26.0	32.77
1.115	0.706	26.0	22.44
1.320	0.706	26.0	12.10
1.525	0.706	26.0	1.77
1.730	0.706	26.0	-8.57
1.935	0.706	26.0	-18.90
2.140	0.706	26.0	-29.24
2.345	0.706	26.0	-39.57
-2.165	-0.714	26.0	207.40
-1.960	-0.714	26.0	197.06
-1.755	-0.714	26.0	186.73
-1.550	-0.714	26.0	176.39
-1.345	-0.714	26.0	166.06
-1.140	-0.714	26.0	155.72
-0.935	-0.714	26.0	145.39
-0.730	-0.714	26.0	135.05
-0.525	-0.714	26.0	124.72
-0.320	-0.714	26.0	114.38
-0.115	-0.714	26.0	104.05
0.090	-0.714	26.0	93.71
0.295	-0.714	26.0	83.38
0.500	-0.714	26.0	73.04
0.705	-0.714	26.0	62.71
0.910	-0.714	26.0	52.37
1.115	-0.714	26.0	42.04
1.320	-0.714	26.0	31.70
1.525	-0.714	26.0	21.37



1.730	-0.714	26.0	11.03
1.935	-0.714	26.0	0.70
2.140	-0.714	26.0	-9.64
2.345	-0.714	26.0	-19.97

Tensione massima nelle armature

z'	y'	d	Tens
-2.459	-0.714	26.0	222.22

2.5.2 Combinazione C.d.C.4

INTESTAZIONE E DATI CARATTERISTICI DEL LAVORO

```

=====
Nome archivio di lavoro      : SezionePilal_V1
Intestazione del lavoro     : SezionePilal_V1_CdC 4
Unità misura Forza         : kN
Unità misura Lunghezza     : m
Tensioni                    : N/mm²
Diametro armature          : mm

```

I vertici in input sono riportati in senso orario per il contorno esterno e antiorario per le cavità.
Il primo vertice è quello più in basso, a sinistra.

```

Sollecitazioni agenti
Sforzo normale N =          2692.000
Momento flettente Mz =      433.000
Momento flettente My =     17573.000

```

Punti estremi dell'asse neutro

z'	y'
1.378	0.746
1.604	-0.754

Tensioni calcestruzzo

z'	y'	Tens
-2.499	-0.754	0.00
-2.499	0.746	0.00
2.501	0.746	-4.44
2.501	-0.754	-3.55

Tensione massima nel calcestruzzo

z'	y'	Tens
2.501	0.746	-4.44

Tensioni armature

z'	y'	d	Tens
2.461	-0.511	26.0	-52.99
2.461	-0.309	26.0	-54.80
2.461	-0.106	26.0	-56.62
2.461	0.097	26.0	-58.44
2.461	0.300	26.0	-60.25
2.461	0.503	26.0	-62.07
-2.459	0.503	26.0	229.64
-2.459	0.300	26.0	231.45
-2.459	0.097	26.0	233.27
-2.459	-0.106	26.0	235.09
-2.459	-0.309	26.0	236.90
-2.459	-0.511	26.0	238.72
-2.459	-0.714	26.0	240.54
-2.459	0.706	26.0	227.82
2.461	0.706	26.0	-63.89
2.461	-0.714	26.0	-51.17
-2.457	0.601	26.0	228.63
-2.457	0.398	26.0	230.44
-2.457	0.195	26.0	232.26
-2.457	-0.008	26.0	234.08
-2.457	-0.210	26.0	235.90
-2.457	-0.413	26.0	237.71
-2.457	-0.616	26.0	239.53
2.461	-0.609	26.0	-52.11
2.461	-0.406	26.0	-53.93
2.461	-0.203	26.0	-55.75
2.461	-0.000	26.0	-57.56
2.461	0.202	26.0	-59.38
2.461	0.405	26.0	-61.20
2.461	0.608	26.0	-63.01
-2.254	0.706	26.0	215.66
-2.049	0.706	26.0	203.51
-1.844	0.706	26.0	191.36
-1.639	0.706	26.0	179.20
-1.434	0.706	26.0	167.05
-1.229	0.706	26.0	154.89



-1.024	0.706	26.0	142.74
-0.819	0.706	26.0	130.58
-0.614	0.706	26.0	118.43
-0.409	0.706	26.0	106.27
-0.204	0.706	26.0	94.12
0.001	0.706	26.0	81.97
0.206	0.706	26.0	69.81
0.411	0.706	26.0	57.66
0.616	0.706	26.0	45.50
0.821	0.706	26.0	33.35
1.026	0.706	26.0	21.19
1.231	0.706	26.0	9.04
1.436	0.706	26.0	-3.12
1.641	0.706	26.0	-15.27
1.846	0.706	26.0	-27.42
2.051	0.706	26.0	-39.58
2.256	0.706	26.0	-51.73
-2.254	-0.714	26.0	228.38
-2.049	-0.714	26.0	216.23
-1.844	-0.714	26.0	204.07
-1.639	-0.714	26.0	191.92
-1.434	-0.714	26.0	179.77
-1.229	-0.714	26.0	167.61
-1.024	-0.714	26.0	155.46
-0.819	-0.714	26.0	143.30
-0.614	-0.714	26.0	131.15
-0.409	-0.714	26.0	118.99
-0.204	-0.714	26.0	106.84
0.001	-0.714	26.0	94.68
0.206	-0.714	26.0	82.53
0.411	-0.714	26.0	70.38
0.616	-0.714	26.0	58.22
0.821	-0.714	26.0	46.07
1.026	-0.714	26.0	33.91
1.231	-0.714	26.0	21.76
1.436	-0.714	26.0	9.60
1.641	-0.714	26.0	-2.55
1.846	-0.714	26.0	-14.71
2.051	-0.714	26.0	-26.86
2.256	-0.714	26.0	-39.01
-1.637	-0.006	20.0	185.47
-0.817	-0.005	20.0	136.86
0.002	-0.004	20.0	88.26
0.822	-0.003	20.0	39.65
1.642	-0.002	20.0	-8.96
-2.165	0.706	26.0	210.39
-1.960	0.706	26.0	198.24
-1.755	0.706	26.0	186.08
-1.550	0.706	26.0	173.93
-1.345	0.706	26.0	161.77
-1.140	0.706	26.0	149.62
-0.935	0.706	26.0	137.46
-0.730	0.706	26.0	125.31
-0.525	0.706	26.0	113.16
-0.320	0.706	26.0	101.00
-0.115	0.706	26.0	88.85
0.090	0.706	26.0	76.69
0.295	0.706	26.0	64.54
0.500	0.706	26.0	52.38
0.705	0.706	26.0	40.23
0.910	0.706	26.0	28.07
1.115	0.706	26.0	15.92
1.320	0.706	26.0	3.77
1.525	0.706	26.0	-8.39
1.730	0.706	26.0	-20.54
1.935	0.706	26.0	-32.70
2.140	0.706	26.0	-44.85
2.345	0.706	26.0	-57.01
-2.165	-0.714	26.0	223.11
-1.960	-0.714	26.0	210.96
-1.755	-0.714	26.0	198.80
-1.550	-0.714	26.0	186.65
-1.345	-0.714	26.0	174.49
-1.140	-0.714	26.0	162.34
-0.935	-0.714	26.0	150.18
-0.730	-0.714	26.0	138.03
-0.525	-0.714	26.0	125.87
-0.320	-0.714	26.0	113.72
-0.115	-0.714	26.0	101.57
0.090	-0.714	26.0	89.41
0.295	-0.714	26.0	77.26
0.500	-0.714	26.0	65.10
0.705	-0.714	26.0	52.95
0.910	-0.714	26.0	40.79

1.115	-0.714	26.0	28.64
1.320	-0.714	26.0	16.48
1.525	-0.714	26.0	4.33
1.730	-0.714	26.0	-7.82
1.935	-0.714	26.0	-19.98
2.140	-0.714	26.0	-32.13
2.345	-0.714	26.0	-44.29

Tensione massima nelle armature			
z'	y'	d	Tens
-2.459	-0.714	26.0	240.54

2.5.3 Combinazione C.d.C.9 (Sismica)

INTESTAZIONE E DATI CARATTERISTICI DEL LAVORO

```

=====
Nome archivio di lavoro      : SezionePilal_V1
Intestazione del lavoro     : SezionePilal_V1_CdC sismica
Unità misura Forza          : kN
Unità misura Lunghezza     : m
Tensioni                    : N/mm²
Diametro armature          : mm
  
```

I vertici in input sono riportati in senso orario per il contorno esterno e antiorario per le cavità.
Il primo vertice è quello più in basso, a sinistra.

```

Sollecitazioni agenti
Sforzo normale N =          2770.000
Momento flettente Mz =      520.000
Momento flettente My =      5881.000
  
```

```

Punti estremi dell'asse neutro
z'      y'
1.547   0.746
2.311  -0.754
  
```

```

Tensioni calcestruzzo
z'      y'      Tens
-2.499  -0.754  0.00
-2.499  0.746  0.00
2.501   0.746 -1.65
2.501  -0.754 -0.33
  
```

```

Tensione massima nel calcestruzzo
z'      y'      Tens
2.501   0.746 -1.65
  
```

```

Tensioni armature
z'      y'      d      Tens
2.461  -0.511  26.0  -7.08
2.461  -0.309  26.0  -9.76
2.461  -0.106  26.0 -12.43
2.461   0.097  26.0 -15.11
2.461   0.300  26.0 -17.78
2.461   0.503  26.0 -20.46
-2.459   0.503  26.0 106.95
-2.459   0.300  26.0 109.62
-2.459   0.097  26.0 112.30
-2.459  -0.106  26.0 114.98
-2.459  -0.309  26.0 117.65
-2.459  -0.511  26.0 120.33
-2.459  -0.714  26.0 123.00
-2.459   0.706  26.0 104.27
2.461   0.706  26.0 -23.13
2.461  -0.714  26.0  -4.41
-2.457   0.601  26.0 105.60
-2.457   0.398  26.0 108.27
-2.457   0.195  26.0 110.95
-2.457  -0.008  26.0 113.62
-2.457  -0.210  26.0 116.30
-2.457  -0.413  26.0 118.98
-2.457  -0.616  26.0 121.65
2.461  -0.609  26.0  -5.80
2.461  -0.406  26.0  -8.47
2.461  -0.203  26.0 -11.15
2.461  -0.000  26.0 -13.82
2.461   0.202  26.0 -16.50
2.461   0.405  26.0 -19.17
2.461   0.608  26.0 -21.85
-2.254   0.706  26.0  98.97
-2.049   0.706  26.0  93.66
-1.844   0.706  26.0  88.35
  
```




-1.639	0.706	26.0	83.04
-1.434	0.706	26.0	77.73
-1.229	0.706	26.0	72.42
-1.024	0.706	26.0	67.11
-0.819	0.706	26.0	61.80
-0.614	0.706	26.0	56.50
-0.409	0.706	26.0	51.19
-0.204	0.706	26.0	45.88
0.001	0.706	26.0	40.57
0.206	0.706	26.0	35.26
0.411	0.706	26.0	29.95
0.616	0.706	26.0	24.64
0.821	0.706	26.0	19.33
1.026	0.706	26.0	14.03
1.231	0.706	26.0	8.72
1.436	0.706	26.0	3.41
1.641	0.706	26.0	-1.90
1.846	0.706	26.0	-7.21
2.051	0.706	26.0	-12.52
2.256	0.706	26.0	-17.83
-2.254	-0.714	26.0	117.69
-2.049	-0.714	26.0	112.38
-1.844	-0.714	26.0	107.08
-1.639	-0.714	26.0	101.77
-1.434	-0.714	26.0	96.46
-1.229	-0.714	26.0	91.15
-1.024	-0.714	26.0	85.84
-0.819	-0.714	26.0	80.53
-0.614	-0.714	26.0	75.22
-0.409	-0.714	26.0	69.91
-0.204	-0.714	26.0	64.61
0.001	-0.714	26.0	59.30
0.206	-0.714	26.0	53.99
0.411	-0.714	26.0	48.68
0.616	-0.714	26.0	43.37
0.821	-0.714	26.0	38.06
1.026	-0.714	26.0	32.75
1.231	-0.714	26.0	27.45
1.436	-0.714	26.0	22.14
1.641	-0.714	26.0	16.83
1.846	-0.714	26.0	11.52
2.051	-0.714	26.0	6.21
2.256	-0.714	26.0	0.90
-1.637	-0.006	20.0	92.38
-0.817	-0.005	20.0	71.14
0.002	-0.004	20.0	49.90
0.822	-0.003	20.0	28.66
1.642	-0.002	20.0	7.42
-2.165	0.706	26.0	96.66
-1.960	0.706	26.0	91.35
-1.755	0.706	26.0	86.04
-1.550	0.706	26.0	80.74
-1.345	0.706	26.0	75.43
-1.140	0.706	26.0	70.12
-0.935	0.706	26.0	64.81
-0.730	0.706	26.0	59.50
-0.525	0.706	26.0	54.19
-0.320	0.706	26.0	48.88
-0.115	0.706	26.0	43.58
0.090	0.706	26.0	38.27
0.295	0.706	26.0	32.96
0.500	0.706	26.0	27.65
0.705	0.706	26.0	22.34
0.910	0.706	26.0	17.03
1.115	0.706	26.0	11.72
1.320	0.706	26.0	6.41
1.525	0.706	26.0	1.11
1.730	0.706	26.0	-4.20
1.935	0.706	26.0	-9.51
2.140	0.706	26.0	-14.82
2.345	0.706	26.0	-20.13
-2.165	-0.714	26.0	115.39
-1.960	-0.714	26.0	110.08
-1.755	-0.714	26.0	104.77
-1.550	-0.714	26.0	99.46
-1.345	-0.714	26.0	94.16
-1.140	-0.714	26.0	88.85
-0.935	-0.714	26.0	83.54
-0.730	-0.714	26.0	78.23
-0.525	-0.714	26.0	72.92
-0.320	-0.714	26.0	67.61
-0.115	-0.714	26.0	62.30
0.090	-0.714	26.0	56.99
0.295	-0.714	26.0	51.69

GENERAL CONTRACTOR  Consorzio Collegamenti Integrati Veloci	ALTA SORVEGLIANZA  GRUPPO FERROVIE DELLO STATO ITALIANE	
	IG51-01-E-CV-CL-NV07-0X-006-A00	Foglio 34 di 54

0.500	-0.714	26.0	46.38
0.705	-0.714	26.0	41.07
0.910	-0.714	26.0	35.76
1.115	-0.714	26.0	30.45
1.320	-0.714	26.0	25.14
1.525	-0.714	26.0	19.83
1.730	-0.714	26.0	14.52
1.935	-0.714	26.0	9.22
2.140	-0.714	26.0	3.91
2.345	-0.714	26.0	-1.40

Tensione massima nelle armature			
z'	y'	d	Tens
-2.459	-0.714	26.0	123.00

2.6 Mensola Trasversale Pila

2.6.1 Analisi dei carichi

Permanente

p.p. trave	$0.1562 \times 25 =$	3,91 kN/m (al rilascio dei trefoli)
p.p. soletta su una trave	$9.25 \times 0.25 \times 25 =$ $57,81/15$	57,81 kN/m = 3,85 kN/m

Permanente portato

pavimentazione	$3,00 \times 7.50 =$	22,50 kN/m
cordoli	$0.25 \times (0.30 + 0.25) \times 2 \times 2.5 =$	6,88 kN/m
barriere + parapetto	$0.200 \times 2 =$	<u>4,00</u> kN/m
		33,38 kN/m

Carico su una trave: $P_2 = 33,38 / 15 = 2,23$ kN/m

Reazione Permanente +Permanente Portato su una Trave

$$RP = (3,91+3,85+2,23) \times 12,50/2 = \mathbf{62,4 \text{ kN}}$$

$$RP = (3,91+3,85+2,23) \times 15,00/2 = \mathbf{74,93 \text{ kN}}$$

Sommano Taglio $T_p =$ = 137,36 KN

Momento Longitudinale $ML = 74,93-62,40) \times 0,45$ = 5,62

Sovraccarico Accidentale

luce di calcolo	$L_{c1} = 12.05 \text{ m}$ $L_{c2} = 15.00 \text{ m}$	
incremento dinamico	$\varphi = 1.4 - (L_c - 10) / 150 =$	1.386

Si individuano i carichi sulla trave di bordo secondo la ripartizione di Courbon

Coefficienti di Courbon $R = 1 / n + e / w$

dove $n = 15$ travi

Si analizzano le prime sette travi di bordo che sollecitano la mensola trasversale della pila

$Wt1 = 2x(3.50^2+3.00^2+2.50^2+2.00^2+1.50^2+1.00^2+0.50^2)/3.50$	= 20	m ³
$Wt2 = 2x(3.50^2+3.00^2+2.50^2+2.00^2+1.50^2+1.00^2+0.50^2)/3.00$	= 23,33	m ³
$Wt3 = 2x(3.50^2+3.00^2+2.50^2+2.00^2+1.50^2+1.00^2+0.50^2)/2.50$	= 28	m ³
$Wt4 = 2x(3.50^2+3.00^2+2.50^2+2.00^2+1.50^2+1.00^2+0.50^2)/2.00$	= 35	m ³

$$Wt5 = 2x(3.50^2+3.00^2+2.50^2+2.00^2+1.50^2+1.00^2+0.50^2)/1.50 = 46,67 \text{ m}^3$$

$$Wt6 = 2x(3.50^2+3.00^2+2.50^2+2.00^2+1.50^2+1.00^2+0.50^2)/1.00 = 70 \text{ m}^3$$

$$Wt7 = 2x(3.50^2+3.00^2+2.50^2+2.00^2+1.50^2+1.00^2+0.50^2)/0.50 = 140 \text{ m}^3$$

per ($e_1 = 1.75 \text{ m}$) per ($e_2 = -175 \text{ m}$) per ($e_3 = 4.00 \text{ m}$)
 Coefficienti
 Courbon

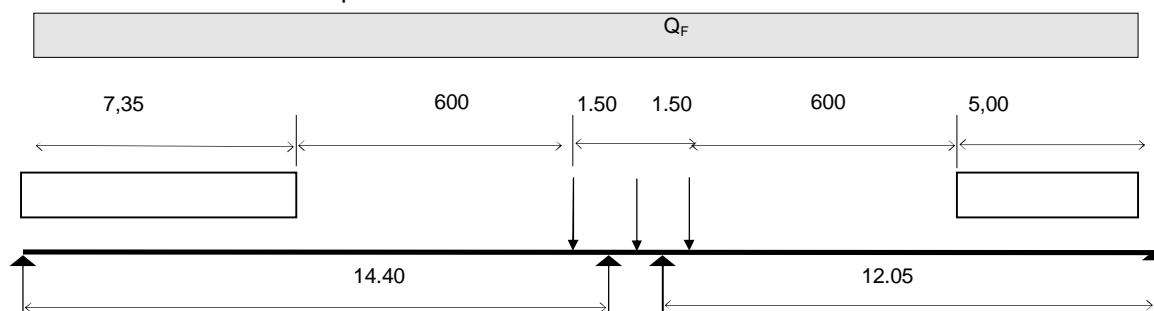
Q1 (e1)		Q2 (e2)		Qf (ef)	
m11 =	0,154	m12 =	-0,021	m13 =	0,267
m21 =	0,142	m22 =	-0,008	m23 =	0,238
m31 =	0,129	m32 =	0,004	m33 =	0,210
m41 =	0,117	m42 =	0,017	m43 =	0,181
m51 =	0,104	m52 =	0,029	m53 =	0,152
m61 =	0,092	m62 =	0,042	m63 =	0,124
m71 =	0,079	m72 =	0,054	m73 =	0,095

Carichi sulle travi n.1-2-3-4-5-6-7:

Q = 200 kN
 q = 30 kN/m
 qf = 4 kN/m folla

Q1a =	42,74	q1a =	6,41	qf1a =	1,48
Q2a =	39,27	q2a =	5,89	qf2a =	1,32
Q3a =	35,81	q3a =	5,37	qf3a =	1,16
Q4a =	32,34	q4a =	4,85	qf4a =	1,00
Q5a =	28,88	q5a =	4,33	qf5a =	0,84
Q6a =	25,41	q6a =	3,81	qf6a =	0,69
Q7a =	21,95	q7a =	3,29	qf7a =	0,53

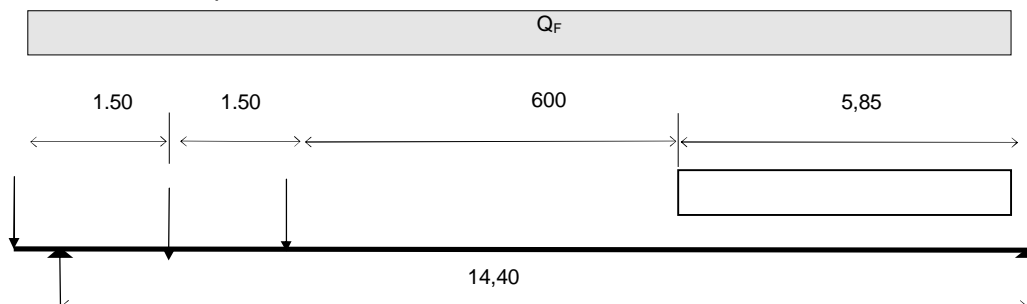
2.6.2 Stesa di carico 2 Impalcati Carichi



REAZIONI TRAVI SUL PULVINO

Trave	L = 12,50		L = 15,00		Ttot		Mo
R1	125,47	+	136,08	=	261,56	kN	4,77 kNm
R2	115,07	+	124,78	=	239,84	kN	4,37 kNm
R3	104,66	+	113,47	=	218,13	kN	3,96 kNm
R4	94,26	+	102,17	=	196,42	kN	3,56 kNm
R5	83,85	+	90,86	=	174,71	kN	3,15 kNm
R6	73,44	+	79,56	=	153,00	kN	2,75 kNm
R7	63,04	+	68,25	=	131,29	kN	2,35 kNm

2.6.3 Stesa di carico 1 Impalcato Carico



REAZIONI TRAVI SUL PULVINO

Trave	L = 12,50		L = 15,00		Ttot		Mo	e rispetto a Sez8
R1	0,00	+	136,08	=	136,08 kN		61,24 kNm	
R2	0,00	+	124,78	=	124,78 kN		56,15 kNm	
R3	0,00	+	113,47	=	113,47 kN		51,06 kNm	
R4	0,00	+	102,17	=	102,17 kN		45,97 kNm	
R5	0,00	+	90,86	=	90,86 kN		40,89 kNm	
R6	0,00	+	79,56	=	79,56 kN		35,80 kNm	
R7	0,00	+	68,25	=	68,25 kN		30,71 kNm	

2.6.4 In Condizioni di Esercizio due Impalcati Carichi

2.6.4.1 Sollecitazioni

SEZ A-A

p.p.pulvino	32,81	x	0,625	=	20,51 kNm		
	10,65	x	0,417	=	4,44 kNm		
Travi perm	137,36	x	0,52	=	71,43 kNm		5,62 kNm
	137,36	x	0,00	=	0,00 kNm		5,62 kNm
Travi Acc.	<u>318,19</u>	kN			<u>96,38</u>	kNm	<u>11,24</u> kNm
Travi Acc.	261,56	x	0,52	=	136,01 kNm		4,77 kNm
	239,84	x	0,00	=	0,00 kNm		4,37 kNm
Travi Acc.	<u>819,59</u>	kN			<u>232,38</u>	kNm	<u>31,62</u> kNm

SEZ B-B

p.p.pulvino	27,30	x	0,625	=	17,06 kNm		
	7,37	x	0,347	=	2,56 kNm		
Travi perm	137,36	x	0,52	=	71,43 kNm		
	137,36	x	0,00	=	0,00 kNm		5,62 kNm
Travi Acc.	<u>318,19</u>	x	0,52	=	165,46 kNm		5,62 kNm

GENERAL CONTRACTOR  Consorzio Collegamenti Integrati Veloci	ALTA SORVEGLIANZA  GRUPPO FERROVIE DELLO STATO ITALIANE	
IG51-01-E-CV-CL-NV07-0X-006-A00		Foglio 37 di 54

$T_p =$	<u>627,59</u> kN			$M_p =$	<u>96,38</u> kNm		<u>11,24</u> kNm
					352,88 kNm		22,48 kNm
Travi Acc.	218,13 x	0,52	=	113,43 kNm			
	196,42 x	0,00	=	0,00 kNm			3,96 kNm
				136,01 kNm			3,56 kNm
$T =$	<u>501,40</u> x	1,04	=	<u>521,46</u> kNm			<u>9,14</u> kNm
	1543,55 kN			$M_f =$	1123,78 kNm	$M_o =$	39,15 kNm

SEZ C-C

p.p.pulvin o	27,30 x	0,625	=	17,06 kNm			
	7,37 x	0,347	=	2,56 kNm			
Travi perm	137,36 x	0,52	=	71,43 kNm			
	137,36 x	0,00	=	0,00 kNm			5,62 kNm
	627,59 x	1,04	=	652,69 kNm			5,62 kNm
				352,88 kNm			22,48 kNm
$T_p =$	<u>936,99</u> kN			$M_p =$	1096,62 kNm		<u>33,72</u> kNm
Travi Acc.	83,85 x	0,52	=	43,60 kNm			
	73,44 x	0,00	=	0,00 kNm			3,15 kNm
				770,89 kNm			2,75 kNm
$T =$	<u>915,96</u> x	1,04	=	<u>952,59</u> kNm			<u>16,67</u> kNm
	2010,24 kN			$M_f =$	2863,71 kNm	$M_o =$	56,29 kNm

SEZD-D

p.p.pulvin o	21,53 x	0,41	=	8,83 kNm			
	21,53 x	0,410	=	8,83 kNm			
Travi perm	137,36 x	0,2	=	27,47 kNm			
	936,99 x	0,72	=	674,63 kNm			5,62 kNm
				1096,62 kNm			33,72 kNm
$T_p =$	<u>1117,40</u> kN			$M_p =$	1816,38 kNm		<u>39,34</u> kNm
Travi Acc.	131,29 x	0,2	=	26,26 kNm			
				1767,09 kNm			2,35 kNm
	1073,25 x	0,72	=	772,74 kNm			22,57 kNm
$T =$	<u>2321,94</u> kN			$M_f =$	4382,47 kNm	$M_o =$	64,25 kNm

2.6.4.2 Verifiche a Flessione e Fessurazione

Elemento: Pulvino Sez A-A

Dati Altezza sezione: H = 93 cm

geometrici:

Larghezza sezione	B =	150 cm
Spaziatura orizzontale barre:	s =	20,00 cm
Spaziatura verticale barre:	S =	0,00 cm
Copertura ferro netta:	c =	4,00 cm
Altezza utile:	h' =	89,00 cm

Armature:

strato arm.	posizione dello strato (cm)	A (cm ²)	barre (n ϕ diam)
1	3	16,08	8 ϕ 16
2	0	0,00	ϕ
3	0	0,00	0 ϕ 26
4	89	42,47	8 ϕ 26

Sollecitazioni:

Sforzo normale:	N =	0 daN
Momento flettente:	M =	23238 daN m
	T =	81959 daN

Verifica a Taglio:

	$\tau =$	6,82 daN/cm ²
--	----------	--------------------------

Verifica a Flessione:

Asse neutro:		
	x =	22,43 cm
	$\sigma_c =$	15 daN/cm ²
	$\sigma_s =$	668 daN/cm ²

Materiale:

Acciaio FeB	44	k	$\sigma_{s amm} =$	2600	daN/cm ²
Calcestruzzo Rbk	400		$\sigma_{c amm} =$	122,5	daN/cm ²
Modulo elastico acciaio=	2100000				
Resistenza a trazione del cls					$\Phi = Et / Ec =$
rif.2.1.2 fctm=	31,58	daN/cm ²			0,50
Resistenza a trazione del cls					
rif.4.3.1.2 fck=	26,53	daN/cm ²	x =	39,29	cm
Coeff.di omogeneizzazione=	15				

Scelta del valore limite di apertura delle fessure:

rif. 4.3.1.3	Condizione di carico	frequente	
rif. 4.3.1.4	Condizioni ambientali	mod.	aggressive
rif. 4.3.1.5	Armature poco sensibili		
rif. 4.3.1.6	Valore nominale di apertura:	w	0,2 mm

Il momento è inferiore al valore di prima fessurazione: non è necessario il calcolo dell'ampiezza delle fessure.

Verifiche: Calcolo della distanza media tra le fessure:

rif. B.6.6.3	Barre ad aderenza migliorata(Y/N)?	y	
	Coeff. che caratterizza l'aderenza:	k2	0,4

Coeff. che tiene conto del diagramma delle tensioni:	k3	0,195	
Larghezza efficace:	beff.	150,00	cm
Altezza efficace:	deff.	23,50	cm
Area efficace:	Ac.eff.	3525,00	cm ²
Area acciaio posta in Ac.eff.:	As	42,47	cm ²
Percentuale di armatura efficace:	ρ_r	0,0120	
Distanza media tra le fessure:	S _{rm}	28,86	cm

Calcolo della deformazione unitaria media dell'armatura:

Tensione dell'acciaio:	σ_s	668,15	daN/cm ²
Tensione dell'acciaio 1° fessurazione:	σ_{sr}	1487,47	daN/cm ²
Coeff. rappresentativo aderenza:	β_1	1	
Carichi di lunga durata(Y/N)?	y		
Coeff. durata carichi:	β_2	0,5	
Deformazione unitaria media:	ϵ_{sm}	0,0001273	

Calcolo ampiezza delle fessure:

rif.4.3.1.7.1.2

wk	0,062	mm	<	0,200	mm
----	-------	----	---	-------	----

Elemento: Pulvino Sez B-B**Dati****geometrici:**

Altezza sezione:	H =	112	cm
Larghezza sezione	B =	150	cm
Spaziatura orizzontale barre:	s =	20,00	cm
Spaziatura verticale barre:	S =	0,00	cm
Copertura ferro netta:	c =	4,00	cm
Altezza utile:	h' =	108,00	cm

Armature:

strato arm.	posizione dello strato (cm)	A (cm ²)	barre (n ϕ diam)
1	3	16,08	8 ϕ 16
2	0	0,00	ϕ
3	108	37,16	7 ϕ 26
4	108	42,47	8 ϕ 26

Sollecitazioni: Sforzo normale:	N =	0	daN
Momento flettente:	M =	112378	daN m
	T =	154355	daN

Verifica a Taglio:

$\tau =$	10,59	daN/cm ²
----------	-------	---------------------

Verifica a Flessione:

Asse neutro:	x =	33,11	cm
	$\sigma_c =$	43	daN/cm ²
	$\sigma_s =$	1449	daN/cm ²

GENERAL CONTRACTOR  Consorzio Collegamenti Integrati Veloci	ALTA SORVEGLIANZA  GRUPPO FERROVIE DELLO STATO ITALIANE
	IG51-01-E-CV-CL-NV07-0X-006-A00 Foglio 40 di 54

2

Materiale:	Acciaio FeB	44	k	$\sigma_{s amm} =$	2600	daN/cm 2
	Calcestruzzo Rbk	400		$\sigma_{c amm} =$	122,5	daN/cm 2
	Modulo elastico acciaio=	2100000				
	Resistenza a trazione del cls					$\Phi = Et /$ $E_c =$
rif.2.1.2	fctm=	31,58				0,50
	Resistenza a trazione del cls					
rif.4.3.1.2	fcfk=	26,53		x =	47,19	cm
	Coeff.di omogeneizzazione=	15				

Scelta del valore limite di apertura delle fessure:

rif. 4.3.1.3	Condizione di carico	frequente	
rif. 4.3.1.4	Condizioni ambientali	mod.	aggressive
rif. 4.3.1.5	Armature poco sensibili		
rif. 4.3.1.6	Valore nominale di apertura:	w	0,2 mm

Occorre eseguire il calcolo dell'ampiezza delle fessure.

Verifiche:

Calcolo della distanza media tra le fessure:

rif. B.6.6.3	Barre ad aderenza migliorata(Y/N)?	y	
	Coeff. che caratterizza l'aderenza:	k2	0,4
	Coeff. che tiene conto del diagramma delle tensioni:	k3	0,205
	Larghezza efficace:	beff.	150,00 cm
	Altezza efficace:	deff.	23,50 cm
	Area efficace:	Ac.eff.	3525,00 cm ²
	Area acciaio posta in Ac.eff.:	As	79,64 cm ²
	Percentuale di armatura efficace:	ρ_r	0,0226
	Distanza media tra le fessure:	Srm	21,42 cm

Calcolo della deformazione unitaria media dell'armatura:

	Tensione dell'acciaio:	σ_s	1448,58	daN/cm 2
	Tensione dell'acciaio 1° fessurazione:	σ_{sr}	1064,50	daN/cm 2
	Coeff. rappresentativo aderenza:	β_1	1	
	Carichi di lunga durata(Y/N)?	y		
	Coeff. durata carichi:	β_2	0,5	
	Deformazione unitaria media:	ϵ_{sm}	0,0005036	

Calcolo ampiezza delle fessure:

rif.4.3.1.7.1.2		wk	0,183 mm	<	0,200 mm
-----------------	--	----	----------	---	----------

Elemento: Pulvino Sez C-C

Dati

geometrici: Altezza sezione: H = 130 cm

Larghezza sezione B = 150 cm
 Spaziatura orizzontale barre: s = 20,00 cm
 Spaziatura verticale barre: S = 2,00 cm
 Copertura ferro netta: c = 4,00 cm
 Altezza utile: h' = 126,00 cm

Armature:

strato arm.	posizione dello strato (cm)	A (cm ²)	barre (n ϕ diam)
1	3	25,13	8 ϕ 20
2	0	0,00	ϕ 15
3	124	79,64	15 ϕ 26
4	126	84,95	16 ϕ 26

Sollecitazioni: Sforzo normale: N = 0 daN
 Momento flettente: M = 286371 daN m
 T = 201024 daN

Verifica a Taglio:

$\tau = 11,82$ daN/cm²

Verifica a Flessione:

Asse neutro:
 x = 48,04 cm
 $\sigma_c = 66$ daN/cm²
 $\sigma_s = 1603$ daN/cm²

Materiale:

Acciaio FeB	44	k	$\sigma_{s amm} =$	2600	daN/cm ²
Calcestruzzo Rbk	400		$\sigma_{c amm} =$	122,5	daN/cm ²
Modulo elastico acciaio=	2100000				
Resistenza a trazione del cls					$\Phi = E_t / E_c =$
rif.2.1.2 fctm=	31,58	daN/cm ²			0,50
Resistenza a trazione del cls					
rif.4.3.1.2 fcfk=	26,53	daN/cm ²	x =	57,18	cm
Coeff.di omogeneizzazione=	15				

Scelta del valore limite di apertura delle fessure:

rif. 4.3.1.3	Condizione di carico	frequente	
rif. 4.3.1.4	Condizioni ambientali	mod.	aggressive
rif. 4.3.1.5	Armature poco sensibili		
rif. 4.3.1.6	Valore nominale di apertura:	w	0,2 mm

Occorre eseguire il calcolo dell'ampiezza delle fessure.

Verifiche:

Calcolo della distanza media tra le fessure:

rif. B.6.6.3	Barre ad aderenza migliorata(Y/N)?	y	
	Coeff. che caratterizza l'aderenza:	k2	0,4

GENERAL CONTRACTOR  Consorzio Collegamenti Integrati Veloci	ALTA SORVEGLIANZA  GRUPPO FERROVIE DELLO STATO ITALIANE
	IG51-01-E-CV-CL-NV07-0X-006-A00 Foglio 43 di 54

Materiale:	Acciaio FeB	44	k	$\sigma_{s amm} =$	2600	daN/cm ²
	Calcestruzzo Rbk	400	daN/cm ²	$\sigma_{c amm} =$	122,5	daN/cm ²
	Modulo elastico acciaio=	2100000	daN/cm ²			
				$\Phi = E_t / E_c$		
rif.2.1.2	Resistenza a trazione del cls fctm=	31,58	daN/cm ²	=	0,50	
rif.4.3.1.2	Resistenza a trazione del cls fck=	26,53	daN/cm ²	x =	63,79	cm
	Coeff.di omogeneizzazione=	15				

Scelta del valore limite di apertura delle fessure:

rif. 4.3.1.3	Condizione di carico	frequente	
rif. 4.3.1.4	Condizioni ambientali	mod.	aggressive
rif. 4.3.1.5	Armature poco sensibili		
rif. 4.3.1.6	Valore nominale di apertura:	w	0,2 mm

Occorre eseguire il calcolo dell'ampiezza delle fessure.

Verifiche:

Calcolo della distanza media tra le fessure:

rif. B.6.6.3	Barre ad aderenza migliorata(Y/N)?	y	
	Coeff. che caratterizza l'aderenza:	k2	0,4
	Coeff. che tiene conto del diagramma delle tensioni:	k3	0,208
	Larghezza efficace:	b _{eff.}	150,00 cm
	Altezza efficace:	d _{eff.}	25,50 cm
	Area efficace:	Ac.eff.	3825,00 cm ²
	Area acciaio posta in Ac.eff.:	As	222,98 cm ²
	Percentuale di armatura efficace:	ρ_r	0,0583
	Distanza media tra le fessure:	S _{rm}	15,71 cm

Calcolo della deformazione unitaria media dell'armatura:

	Tensione dell'acciaio:	σ_s	1698,23	daN/cm ²
	Tensione dell'acciaio 1°			daN/cm ²
	fessurazione:	σ_{sr}	681,60	2
	Coeff. rappresentativo aderenza:	β_1	1	
	Carichi di lunga durata(Y/N)?	y		
	Coeff. durata carichi:	β_2	0,5	
	Deformazione unitaria media:	ϵ_{sm}	0,0007435	

rif.4.3.1.7.1.2	Calcolo ampiezza delle fessure:	wk	0,199 mm	<	0,200 mm
-----------------	--	----	----------	---	----------

2.6.5 Verifica a Taglio e Torsione Due Impalcati Carichi

SEZ A-A	B =	150 cm	1,5 m
	H =	93 cm	0,93 m
	H _u =	89 cm	0,89 m
T =		819,59	
M _f =		232,38	



$M_o = 31,62$
 Taglio
 $\tau = 6,82 \text{ daN/cm}^2$
 Torsione
 $\psi = 4,22$
 $\tau = 1,12 \text{ daN/cm}^2$

SEZ B-B $B = 150 \text{ cm}$ $1,5 \text{ m}$
 $H = 112 \text{ cm}$ $1,12 \text{ m}$
 $H_u = 108 \text{ cm}$ $1,08 \text{ m}$
 $T = 1543,55 \text{ kN}$
 $M_f = 1123,78 \text{ kNm}$
 $M_o = 39,15 \text{ kNm}$
 Taglio
 $\tau = 10,59 \text{ daN/cm}^2$
 Torsione
 $\psi = 4,41$
 $\tau = 0,99 \text{ daN/cm}^2$

SEZ C-C $B = 150 \text{ cm}$ $1,5 \text{ m}$
 $H = 130 \text{ cm}$ $1,3 \text{ m}$
 $H_u = 126 \text{ cm}$ $1,26 \text{ m}$
 $T = 2010,24 \text{ kN}$
 $M_f = 1816,38 \text{ kNm}$
 $M_o = 56,29 \text{ kNm}$
 Taglio
 $\tau = 11,82 \text{ daN/cm}^2$
 Torsione
 $\psi = 4,58$
 $\tau = 1,08 \text{ daN/cm}^2$

SEZ D-D $B = 150 \text{ cm}$ $1,5 \text{ m}$
 $H = 140 \text{ cm}$ $1,4 \text{ m}$
 $H_u = 136 \text{ cm}$ $1,36 \text{ m}$
 $T = 2321,94$
 $M_f = 4382,47$
 $M_o = 64,25$
 Taglio
 $\tau = 12,65 \text{ daN/cm}^2$
 Torsione
 $\psi = 4,67$
 $\tau = 1,08 \text{ daN/cm}^2$

TRATTO A-B

Distanza tra A-A e B-B = 104 cm

Armatura Longitudinale dedicata alla Torsione
per lato

$A_l = 2,65 \text{ cm}^2 = 0,7 \text{ cm}^2$

Armatura staffe dedicata alla torsione

$A_{st} = 0,01 \text{ cm}^2/20$

$$\theta_{a-b} = 135783 \text{ daN}$$

Staffe	n.	
	braccia	4
	sez	1,54 cm ²
	tensione di calcolo	2200 daN/cm ²
	passo	20 cm ²

$$\theta_{st} = \begin{array}{r} 70470 \text{ daN} \\ -65,6 \text{ daN} \\ \hline 70405 \text{ daN} \end{array}$$

barre piegate	n.	5
	sez	5,31 cm ²
	tensione di calcolo	2200 daN/cm ²

$$\theta_p = 82592 \text{ daN}$$

$$\theta_{st+p} = 152997 > \quad \theta_{a-b} = 135783 \text{ daN}$$

TRATTO B-C

$$\text{Distanza tra B-B e C-C} = 104 \text{ cm}$$

Armatura Longitudinale dedicata alla Torsione
per lato

$$A_l = 2,91 \text{ cm}^2 = 0,7 \text{ cm}^2$$

Armatura staffe dedicata alla torsione

$$A_{st} = 0,01 \text{ cm}^2/20$$

$$\theta_{a-b} = 174757 \text{ daN}$$

Staffe	n.	
	braccia	4
	sez	1,54 cm ²
	tensione di calcolo	2200 daN/cm ²
	passo	10 cm ²

$$\theta_{st} = \begin{array}{r} 140941 \text{ daN} \\ -66,7 \text{ daN} \\ \hline 140874 \text{ daN} \end{array}$$

barre piegate	n.	5
	sez	5,31 cm ²
	tensione di calcolo	2200 daN/cm ²

$$\theta_p = 82592 \text{ daN}$$

$$\theta_{st+p} = 223466 > \quad \theta_{a-b} = 174757 \text{ daN}$$

TRATTO C-D

$$\text{Distanza tra C-C e D-D} = 82 \text{ cm}$$

GENERAL CONTRACTOR  Consorzio Collegamenti Integrati Veloci	ALTA SORVEGLIANZA  GRUPPO FERROVIE DELLO STATO ITALIANE	
IG51-01-E-CV-CL-NV07-0X-006-A00		Foglio 46 di 54

Armatura Longitudinale dedicata alla Torsione

$$A_l = 3,84 \text{ cm}^2 = 1,0 \text{ cm}^2 \text{ per lato}$$

Armatura staffe dedicate alla torsione

$$A_{st} = 0,01 \text{ cm}^2/20$$

$$\theta_{c-d} = 150458 \text{ daN}$$

Staffe	n. braccia	4
	sez	1,54 cm ²
	tensione di calcolo	2200 daN/cm ²
	passo	10 cm ²

$$\theta_{st} = \begin{array}{r} 111126 \text{ daN} \\ -64,6 \text{ daN} \\ \hline 111062 \text{ daN} \end{array}$$

barre piegate	n.	5
	sez	5,31 cm ²
	tensione di calcolo	2200 daN/cm ²

$$\theta_p = 82592 \text{ daN}$$

$$\theta_{st+p} = 193654 > \theta_{a-b} = 150458 \text{ daN}$$

2.6.6 In Condizioni di Esercizio Un Impalcato Carico

2.6.6.1 Sollecitazioni

SEZ A-A

p.p.pulvino	32,81	x	0,625	=	20,51	kNm	
	10,65	x	0,417	=	4,44	kNm	
Travi perm	137,36	x	0,52	=	71,43	kNm	5,62 kNm
	137,36	x	0,00	=	0,00	kNm	5,62 kNm
Tp =	318,19	kN			96,38	kNm	Mop = 11,24 kNm
Travi Acc.	136,08	x	0,52	=	70,76	kNm	61,24 kNm
	124,78	x	0,00	=	0,00	kNm	56,15 kNm
Tp+a =	579,05	kN			167,14	kNm	Mo = 139,86 kNm

SEZ B-B

p.p.pulvino	27,30	x	0,625	=	17,06	kNm	
	7,37	x	0,347	=	2,56	kNm	
Travi perm	137,36	x	0,52	=	71,43	kNm	
	137,36	x	0,00	=	0,00	kNm	5,62 kNm
	318,19	x	0,52	=	165,46	kNm	5,62 kNm
					96,38	kNm	11,24 kNm
Tp =	627,59	kN			352,88	kNm	22,48 kNm

GENERAL CONTRACTOR  Consorzio Collegamenti Integrati Veloci	ALTA SORVEGLIANZA  GRUPPO FERROVIE DELLO STATO ITALIANE	
IG51-01-E-CV-CL-NV07-0X-006-A00		Foglio 47 di 54

Travi Acc.	113,47	x	0,52	=	59,01	kNm	
	102,17	x	0,00	=	0,00	kNm	51,06 kNm
					70,76	kNm	45,97 kNm
	<u>260,86</u>	x	1,04	=	<u>271,29</u>	kNm	<u>117,39</u> kNm
T =	1104,09	kN			Mf = 753,94	kNm	Mo = 236,90 kNm

SEZ C-C

p.p.pulvino	27,30	x	0,625	=	17,06	kNm	
	7,37	x	0,347	=	2,56	kNm	
Travi perm	137,36	x	0,52	=	71,43	kNm	
	137,36	x	0,00	=	0,00	kNm	5,62 kNm
	627,59	x	1,04	=	652,69	kNm	5,62 kNm
					<u>352,88</u>	kNm	<u>22,48</u> kNm
Tp =	936,99	kN			Mp = 1096,62	kNm	33,72 kNm

Travi Acc.	0,00	x	0,52	=	0,00	kNm	
	0,00	x	0,00	=	0,00	kNm	40,89 kNm
					401,06	kNm	35,80 kNm
	<u>476,50</u>	x	1,04	=	<u>495,56</u>	kNm	<u>214,42</u> kNm
T =	1413,49	kN			Mf = 1993,24	kNm	Mo = 324,83 kNm

SEZD-D

p.p.pulvino	21,53	x	0,41	=	8,83	kNm	
	21,53	x	0,410	=	8,83	kNm	
Travi perm	137,36	x	0,2	=	27,47	kNm	
	936,99	x	0,72	=	674,63	kNm	5,62 kNm
					<u>1096,62</u>	kNm	<u>33,72</u> kNm
Tp =	1117,40	kN			Mp = 1816,38	kNm	39,34 kNm
Travi Acc.	68,25	x	0,2	=	13,65	kNm	
					896,62	kNm	30,71 kNm
	<u>476,50</u>	x	0,72	=	<u>343,08</u>	kNm	<u>291,11</u> kNm
T =	1662,15	kN			Mf = 3069,73	kNm	Mo = 361,16 kNm

2.6.6.2 Verifica a Taglio e Torsione

Si omette di riportare la verifica a flessione in quanto le sollecitazioni flettenti sono risultate sempre inferiori alla condizione con 2 Impalcati carichi.

SEZ A-A	B =	150 cm	1,5 m
	H =	93 cm	0,93 m
	Hu =	89 cm	0,89 m
T =	579,05		
Mf =	167,14		
Mo =	139,86		
Taglio			
$\tau =$	4,82 daN/cm ²		
Torsione			



$$\psi = 4,22$$

$$\tau = 4,96 \text{ daN/cm}^2$$

SEZ B-B

$$B = 150 \text{ cm} \quad 1,5 \text{ m}$$

$$H = 112 \text{ cm} \quad 1,12 \text{ m}$$

$$Hu = 108 \text{ cm} \quad 1,08 \text{ m}$$

$$T = 1104,09 \text{ kN}$$

$$Mf = 753,94 \text{ kNm}$$

$$Mo = 236,90 \text{ kNm}$$

Taglio

$$\tau = 7,57 \text{ daN/cm}^2$$

Torsione

$$\psi = 4,41$$

$$\tau = 5,98 \text{ daN/cm}^2$$

SEZ C-C

$$B = 150 \text{ cm} \quad 1,5 \text{ m}$$

$$H = 130 \text{ cm} \quad 1,3 \text{ m}$$

$$Hu = 126 \text{ cm} \quad 1,26 \text{ m}$$

$$T = 1413,49 \text{ kN}$$

$$Mf = 1993,24 \text{ kNm}$$

$$Mo = 324,83 \text{ kNm}$$

Taglio

$$\tau = 8,31 \text{ daN/cm}^2$$

Torsione

$$\psi = 4,58$$

$$\tau = 6,25 \text{ daN/cm}^2$$

SEZ D-D

$$B = 150 \text{ cm} \quad 1,5 \text{ m}$$

$$H = 140 \text{ cm} \quad 1,4 \text{ m}$$

$$Hu = 136 \text{ cm} \quad 1,36 \text{ m}$$

$$T = 1662,15$$

$$Mf = 3069,73$$

$$Mo = 361,16$$

Taglio

$$\tau = 9,05 \text{ daN/cm}^2$$

Torsione

$$\psi = 4,67$$

$$\tau = 6,08 \text{ daN/cm}^2$$

TRATTO A-B

$$\text{Distanza tra A-A e B-B} = 104 \text{ cm}$$

Armatura Longitudinale dedicata alla Torsione
per lato

$$Al = 11,72 \text{ cm}^2 = 2,9 \text{ cm}^2$$

Armatura staffe dedicate alla torsione

$$Ast = 0,03 \text{ cm}^2/20$$

$$\theta \text{ a-b} = 96658 \text{ daN}$$

$$\text{Staffe} \quad n. \quad 4$$

	braccia		
	sez	1,54	cm ²
	tensione di calcolo	2200	daN/cm ²
	passo	20	cm ²
$\theta_{st} =$	70470	daN	
	<u>-290,3</u>	daN	
	70180	daN	
barre piegate	n.	5	
	sez	5,31	cm ²
	tensione di calcolo	2200	daN/cm ²
$\theta_p =$	82592	daN	
$\theta_{st+p} =$	152772	>	$\theta_{a-b} =$ 96658 daN

TRATTO B-C

Distanza tra B-B e C-C = 104 cm

Armatura Longitudinale dedicata alla Torsione
per latoAl = 17,64 cm² = 4,4 cm²

Armatura staffe dedicata alla torsione

Ast = 0,04 cm²/20 $\theta_{a-b} =$ 123882 daN

Staffe	n.		
	braccia	4	
	sez	1,54	cm ²
	tensione di calcolo	2200	daN/cm ²
	passo	10	cm ²
$\theta_{st} =$	140941	daN	
	<u>-403,5</u>	daN	
	140537	daN	

barre piegate	n.	5	
	sez	5,31	cm ²
	tensione di calcolo	2200	daN/cm ²

 $\theta_p =$ 82592 daN $\theta_{st+p} =$ 223129 > $\theta_{a-b} =$ 123882 daN**TRATTO C-D**

Distanza tra C-C e D-D = 82 cm

Armatura Longitudinale dedicata alla Torsione
per latoAl = 22,16 cm² = 5,5 cm²

Armatura staffe dedicata alla torsione

GENERAL CONTRACTOR  Consorzio Collegamenti Integrati Veloci	ALTA SORVEGLIANZA  GRUPPO FERROVIE DELLO STATO ITALIANE
	IG51-01-E-CV-CL-NV07-0X-006-A00 Foglio 50 di 54

$$Ast = 0,04 \text{ cm}^2/20$$

$$\theta \text{ c-d} = 106782 \text{ daN}$$

Staffe	n. braccia	4
	sez	1,54 cm ²
	tensione di calcolo	2200 daN/cm ²
	passo	10 cm ²

$$\theta \text{ st} = \begin{array}{r} 111126 \text{ daN} \\ -372,9 \text{ daN} \\ \hline 110753 \text{ daN} \end{array}$$

barre piegate	n.	5
	sez	5,31 cm ²
	tensione di calcolo	2200 daN/cm ²

$$\theta \text{ p} = 82592 \text{ daN}$$

$$\theta \text{ st+p} = 193345 > \quad \theta \text{ a-b} = 106782 \text{ daN}$$

2.6.7 In Condizioni Sismiche (sisma verticale)

2.6.7.1 Sollecitazioni

Si assume un incremento per il sisma verticale sulla mensola pari a 40%

SEZ A-A

p.p.pulvino

o	32,81	x	0,625	=	20,51	kNm	
	10,65	x	0,417	=	4,44	kNm	
Travi perm	137,36	x	0,52	=	71,43	kNm	5,62 kNm
	137,36	x	0,00	=	0,00	kNm	5,62 kNm
Tp =	318,19	kN			Mp = 96,38	kNm	Mop = 11,24 kNm

$$Tp+a = \underline{\underline{362,74}} \text{ kN} \quad Mp+a = \underline{\underline{109,87}} \text{ kNm} \quad Mo = \underline{\underline{12,81}} \text{ kNm}$$

SEZ B-B

p.p.pulvino

o	27,30	x	0,625	=	17,06	kNm	
	7,37	x	0,347	=	2,56	kNm	
Travi perm	137,36	x	0,52	=	71,43	kNm	
	137,36	x	0,00	=	0,00	kNm	5,62 kNm
	318,19	x	0,52	=	165,46	kNm	5,62 kNm
					96,38	kNm	11,24 kNm
Tp =	627,59	kN			Mp = 352,88	kNm	22,48 kNm

$$T = \underline{\underline{702,90}} \text{ kN} \quad Mf = \underline{\underline{395,23}} \text{ kNm} \quad Mo = \underline{\underline{25,17}} \text{ kNm}$$

GENERAL CONTRACTOR  Consorzio Collegamenti Integrati Veloci	ALTA SORVEGLIANZA  GRUPPO FERROVIE DELLO STATO ITALIANE
	IG51-01-E-CV-CL-NV07-0X-006-A00

Foglio
51 di 54

SEZ C-C

p.p.pulvin							
o	27,30	x	0,625	=	17,06	kNm	
	7,37	x	0,347	=	2,56	kNm	
Travi perm	137,36	x	0,52	=	71,43	kNm	
	137,36	x	0,00	=	0,00	kNm	5,62 kNm
	627,59	x	1,04	=	652,69	kNm	5,62 kNm
					352,88	kNm	22,48 kNm
Tp =	936,99	kN			1096,62	kNm	33,72 kNm
T =	1068,17	kN			1250,15	kNm	38,44 kNm

SEZ D-D

p.p.pulvin							
o	21,53	x	0,41	=	8,83	kNm	
	21,53	x	0,410	=	8,83	kNm	
Travi perm	137,36	x	0,2	=	27,47	kNm	
	936,99	x	0,72	=	674,63	kNm	5,62 kNm
					1096,62	kNm	33,72 kNm
Tp =	1117,40	kN			1816,38	kNm	39,34 kNm
T =	1273,84	kN			2070,67	kNm	44,84 kNm

2.6.7.2 Verifiche a Taglio e Torsione

Si omette di riportare la verifica a flessione in quanto le sollecitazioni flettenti sono risultate sempre inferiori alla condizione con 2 Impalcati carichi.

SEZ A-A-	B =	150 cm	1,5 m
	H =	93 cm	0,93 m
	Hu =	89 cm	0,89 m
T =	362,74		
Mf =	109,87		
Mo =	12,81		
Taglio			
$\tau =$	3,02	daN/cm ²	
Torsione			
$\psi =$	4,22		
$\tau =$	0,45	daN/cm ²	

SEZ B-B	B =	150 cm	1,5 m
	H =	112 cm	1,12 m
	Hu =	108 cm	1,08 m
T =	702,90	kN	

tensione di calcolo 2200 daN/cm²

$\theta p = 82592$ daN

$\theta st+p = 153036 >$ $\theta a-b = 61152$ daN

TRATTO B-C

Distanza tra B-B e C-C = 104 cm

Armatura Longitudinale dedicata alla Torsione

Al = 1,87 cm² per lato = 0,5 cm²

Armatura staffe dedicate alla torsione

Ast = 0,00 cm²/20

$\theta a-b = 86585$ daN

Staffe	n. braccia	4
	sez	1,54 cm ²
	tensione di calcolo	2200 daN/cm ²
	passo	10 cm ²

$\theta st = 140941$ daN

-42,9 daN

140898 daN

barre piegate	n.	5
	sez	5,31 cm ²
	tensione di calcolo	2200 daN/cm ²

$\theta p = 82592$ daN

$\theta st+p = 223490 >$ $\theta a-b = 86585$ daN

TRATTO C-D

Distanza tra C-C e D-D = 82 cm

Armatura Longitudinale dedicata alla Torsione

Al = 2,62 cm² per lato = 0,7 cm²

Armatura staffe dedicate alla torsione

Ast = 0,00 cm²/20

$\theta c-d = 81289$ daN

Staffe	n. braccia	4
	sez	1,54 cm ²
	tensione di calcolo	2200 daN/cm ²
	passo	10 cm ²

$\theta st = 111126$ daN

-44,1 daN

111082 daN



barre piegate	n.	5	
	sez	5,31	cm ²
	tensione di calcolo	2200	daN/cm ²
$\theta p =$	82592	daN	
$\theta st+p =$	193674	>	$\theta a-b =$ 81289 daN