

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 Pile n.2 - 3

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 7	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-007-A00
-----------	---------------------------------------

<p>GENERAL CONTRACTOR</p> 	<p>ALTA SORVEGLIANZA</p> 
	<p style="text-align: center;">IG51-01-E-CV-CL-NV07-0X-007-A00</p> <p style="text-align: right;">Foglio 3 di 74</p>

INDICE

1	INTRODUZIONE	5
1.1	Generalità	5
1.2	Normative di riferimento	6
1.3	Caratteristiche dei materiali	7
1.3.1	Calcestruzzo	7
1.3.2	Armature per c.a.	7
1.3.3	Acciaio da carpenteria	7
1.4	Ipotesi di Calcolo	8
1.5	Coefficienti sismici	8
1.6	Parametri geotecnici	8
2	PILA 2	10
2.1	Analisi dei carichi	10
2.1.1	Permanenti	10
2.1.2	Accidentale sull'impalcato	11
2.1.3	Frenatura	12
2.1.4	Forza Centrifuga	13
2.1.5	Vento trasversale	14
2.1.6	Attrito Appoggi	15
2.1.7	Sisma	15
2.1.8	Precompressione colonna	17
2.2	Combinazioni di carico	17
2.2.1	Combinazioni alla base della Fondazione	17
2.2.2	Combinazioni alla base della Elevazione	19
2.3	Verifica palificata	21
2.3.1	Schema di calcolo	21
2.3.2	Dati Geometrici	21
2.3.3	Azioni sui micropali	22
2.3.4	Verifica micropali	23
2.4	Verifica fondazione	25
2.4.1	Verifica soletta in alveo in senso Trasversale (Cond. Esercizio)	25
2.4.2	Verifica soletta in alveo in senso Trasversale (Cond. Sismiche)	27
2.4.3	Verifica soletta in alveo in senso longitudinale in condizioni di esercizio	27
2.5	Elevazione Pila	30
2.5.1	Combinazione C.d.C.1	30
2.5.2	Combinazione C.d.C.4	32
2.5.3	Combinazione C.d.C.9 (Sismica)	33
2.6	Mensola Trasversale Pila	35
2.6.1	Analisi dei carichi	35
2.6.2	Caratteristiche della Sollecitazione	38
2.6.3	Verifiche a Pressoflessione	42
2.6.4	Verifiche a Taglio e Torsione	52
2.6.5	Verifiche a Flessione e Fessurazione	61
3	PILA 3	64
3.1	Analisi dei carichi	64
3.1.1	Permanenti	64
3.1.2	Accidentali sull'impalcato	65
3.1.3	Frenatura	66
3.1.4	Forza Centrifuga	66
3.1.5	Vento Trasversale	67
3.1.6	Attrito Appoggi	68
3.1.7	Sisma	68
3.2	Combinazioni di Carico	70

<p>GENERAL CONTRACTOR</p> 	<p>ALTA SORVEGLIANZA</p> 
	<p style="text-align: center;">IG51-01-E-CV-CL-NV07-0X-007-A00</p> <p style="text-align: right;">Foglio 4 di 74</p>

3.2.1	Combinazioni alla base della Fondazione	70
3.3	Verifica Palificata	73
3.3.1	Azioni sui Micropali	73

<p>GENERAL CONTRACTOR</p> 	<p>ALTA SORVEGLIANZA</p> 
	<p style="text-align: center;">IG51-01-E-CV-CL-NV07-0X-007-A00</p> <p style="text-align: right;">Foglio 6 di 74</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. |

<p>GENERAL CONTRACTOR</p> 	<p>ALTA SORVEGLIANZA</p> 
	<p>IG51-01-E-CV-CL-NV07-0X-007-A00</p> <p style="text-align: right;">Foglio 7 di 74</p>

- | | | | |
|----|------------------|------------|---|
| 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 : $R_m \geq 15$ MPa
 contenuto min. cemento : 150 kg/mc

Fondazioni Pile

Classe di Resistenza : C25/30 (ex $R_{ck} = 300$ kg/cm²)
 tensioni normali ammissibili: $\sigma_{f,amm} = 95,5$ daN/cm²
 tensioni tangenziali ammissibili: $\tau_{co} = 6,00$ daN/cm²
 Classe di Esposizione : XF1
 Copriferro : c = 40 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 $R_{ck} = 400$ kg/cm²)
 tensioni normali ammissibili: $\sigma_{f,amm} = 122,5$ daN/cm²
 tensioni tangenziali ammissibili: $\tau_{co} = 7,33$ daN/cm²
 Classe di Esposizione : XF1
 Copriferro : c = 40 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 $f_y \geq 2750$ daNg/cm²
 tensione ammissibile $\sigma_{fa} = 1900$ daN/cm²

Acciaio utilizzato per i tiranti: trefoli in acciaio armonico

$f_{tpk} \geq 18000,00$ daN/cm²

<p>GENERAL CONTRACTOR</p> 	<p>ALTA SORVEGLIANZA</p> 
	<p style="text-align: center;">IG51-01-E-CV-CL-NV07-0X-007-A00</p> <p style="text-align: right;">Foglio 8 di 74</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	$c = 2.5 \text{ t/m}^2$
----------	-------------------------

GENERAL CONTRACTOR



ALTA SORVEGLIANZA



IG51-01-E-CV-CL-NV07-0X-007-A00

Foglio
9 di 74

angolo d'attrito
peso specifico

$\varphi = 26^\circ$
 $\gamma = 2.5 \text{ t/m}^3$

GENERAL CONTRACTOR  Consorzio Collegamenti Integrati Veloci	ALTA SORVEGLIANZA  GRUPPO FERROVIE DELLO STATO ITALIANE
	IG51-01-E-CV-CL-NV07-0X-007-A00 <div style="float: right;">Foglio 10 di 74</div>

2 PILA 2

2.1 Analisi dei carichi

2.1.1 Permanenti

Lunghezza impalcato	L _{1c}	15,00	m
	L _{2c}	15,00	m
Altezza pila	h	6,10	m
larghezza impalcato	L _{imp}	9,25	m
larghezza carreggiata	L _{carr}	7,50	m
numero di colonne di carico			
numero pile su fondazione		1	

PERMANENTI

Impalcato

	p.u.	largh.	lungh	spessore	γ -p.p.	carico	dist.bar	. Y	momenti	MT
soletta		9,25	1,00	0,25	25	= 57,813 kN/m	x	0,00	=	0,00 kNm/m
cordoli	1	1,20	1,00	0,25	25	= 7,500 kN/m	x	4,03	=	30,23 kNm/m
cordoli	1	0,55	1,00	0,25	25	= 3,438 kN/m	x	-4,38	=	-15,06 kNm/m
cordoli	0	0,00	1,00	0,25	25	= 0,000 kN/m	x	0,00	=	0,00 kNm/m
pavimentazione			1,00	9,25	3	= 27,750 kN/m	x	-0,32	=	-8,88 kNm/m
parapetti	1				1,5	= 1,500 kN/m	x	4,53	=	6,80 kNm/m
guardiavia+barriera										
fonoass.		1			4	= 4,000 kN/m	x	-4,53	=	-18,12 kNm/m
trave	15	1,00	1,00	0,159	25,00	= 59,625 kN/m	x	0,00	=	0,00 kNm/m
						161,625 kN/m			=	-5,04 kNm/m
traversi		0,30	7,50	0,60	25,00	= 33,750 kN				
Al baricentro impalcato						2458,13 kN			=	-75,54 kNm

Sollecitazioni al bordo pila lato
terrapieno

MT trasporto

Carico dovuto ai due semi-impalcati sulla pila: $N = 2458,125 \text{ kN} \times 4,625 = 11293,28 \text{ kNm}$

Pila

	p.u.	largh.	altezz a	lungh	γ -p.p.	carico				
corpo pila		2,50	6,10	2,40	25	= 915,00 kN	x	1,20	=	1098,00 kNm
corpo pila a detrarre		-1,00	4,05	2,40	25	= -243,00 kN	x	1,20	=	-291,60 kNm
mensola		1,50	1,70	6,90	25	= 439,88 kN	x	5,85	=	2573,27 kNm
pulvino a detrarre	-0,5	1,50	1,23	6,90	25	= -159,13 kN	x	7,00	=	-1113,92 kNm
						952,74 kN			=	2265,75 kNm
fondazione		3,50	1,50	3,50	25	= 459,38 kN	x	5,45	=	2503,59 kNm

	3,70	1,50	2,50	25	=	346,88 kN	x	1,85	=	641,72	kNm
terreno	3,50	0,50	3,50	18	=	110,25 kN	x	1,75	=	192,94	kNm
0,00	3,50	5,00	18	=	0,00 kN	x	2,50	=	0,00	kNm	
						<u>916,50 kN</u>				<u>3338,25</u>	kNm

Altezza totale della pila + il pulvino 6,10 m

Totale permanenti alla base della fondazione

Peso impalcati	1	x	2458,13	=	2458,13 kN		11293,28	kNm
Peso corpo pile	1	x	952,74	=	952,74 kN		2265,75	kNm
Peso fondazione				=	916,50 kN		3338,25	kNm
			N		4327,37 kN	Mt	=	16897,28 kNm

Alla Base della Pila B=1,50m

	p.u.	largh.	altezz a	lungh	γ -p.p.	carico					
corpo pila		1,50	4,05	2,40	25	= 364,50 kN	x	1,20	=	437,40	kNm
mensola		1,50	1,70	6,90	25	= 439,88 kN	x	5,85	=	2573,27	kNm
	-0,5	1,50	1,23	6,90	25	= -159,13 kN	x	7,00	=	-1113,92	kNm
						<u>645,24 kN</u>				<u>1896,75</u>	kNm

Totale permanenti alla base della pila

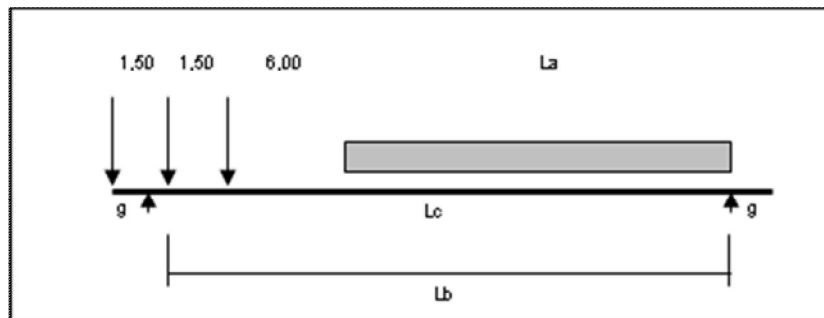
Peso impalcati	1	x	2458,13	=	2458,13 kN		11293,28	kNm
Peso corpo pile	1	x	645,24	=	645,24 kN		1896,75	kNm
			N		3103,37 kN	Mt	=	13190,03 kNm

2.1.2 Accidentale sull'impalcato

L = 12,50 m

L = 15,00 m

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



Si analizzano le seguenti Condizioni di Carico

GENERAL CONTRACTOR  Consorzio Collegamenti Integrati Veloci	ALTA SORVEGLIANZA  GRUPPO FERROVIE DELLO STATO ITALIANE	
IG51-01-E-CV-CL-NV07-0X-007-A00		Foglio 12 di 74

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

Carico agente sulla pila	$N=R_{\max} \times (1+0,5) =$	1418,38	kN
eccentricità 1	$e_1 =$	2,3	m
eccentricità 2	$e_2 =$	5,8	m
Momento Trasversale agente sulla pila	$M_T = R_{\max} (e_1 + 0,5 \times e_2) =$	4917,04	kNm
Momento Longitudinale agente sulla pila	$M_L =$	0,00	kNm

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

Carico agente sulla pila	$N=R_{\max} \times (1+0,5) + \text{folla} =$	1499,05	kN
eccentricità 1	$e_1 =$	6,3	m
eccentricità 2	$e_2 =$	2,8	m
	$e(\text{folla}) =$	8,55	m
Momento Trasversale agente sulla pila	$M_T = R_{\max} (e_1 + 0,5 \times e_2) + e_x R \text{folla} =$	7970,7	kNm
Momento Longitudinale agente sulla pila	$M_L =$	0,00	kNm

C - 1 impalcato Carico - 2 colonne lato interno

Carico agente sulla pila	$N=R_{\max} \times (1+0,5) =$	1210,27	kN
eccentricità 1	$e_1 =$	2,3	m
eccentricità 2	$e_2 =$	5,8	m
Momento Trasversale agente sulla pila	$M_T = 2 * (R * e_1 + 0,5 * R * e_2) =$	1707,74	kNm
Momento Longitudinale agente sulla pila	$M_L =$	544,62	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	kN
eccentricità 1	$e_1 =$	6,3	m
eccentricità 2	$e_2 =$	2,8	m
eccentricità folla	$e_f =$	8,55	m
Momento Trasversale agente sulla pila	$M_T = 2 * (R * e_1 + 0,5 * R * e_2 + Q_f * e_f) =$	6554,03	kNm
Momento Longitudinale agente sulla pila	$M_L =$	562,78	kNm

2.1.3 Frenatura

altezza impalcato	0,85	m
altezza appoggio	0,10	m
altezza pila	6,10	m
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
	<u>alla base della fondazione</u>		
	h	8,55	m
b)	M_L	1539,00	kNm
	<u>alla base della elevazione</u>		
	h	4,45	m
	M_L	400,50	kNm

2.1.4 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		6,10	m
altezza fondazione		1,50	m
numero pile		2	
braccio	b=	9,55	m

a)	Un impalcato		
carico trasversale		$H_T=2*q*(1,0+0,5)*26,90/2$	
		= 337,50	kN
momento trasversale		$M_T=H_T*b=$	3223,13 kNm
b)	Due impalcati		
carico trasversale		$H_T=2*q*(1,0+0,5)*26,90=$	675,00 kN
momento trasversale		$M_T=H_T*b=$	6446,25 kNm

Alla base dell'elevazione

a)	Un impalcato		
carico trasversale		$H_T=2*q*(1,0+0,5)*26,90/2$	
		= 337,50	kN

GENERAL CONTRACTOR  Consorzio Collegamenti Integrati Veloci	ALTA SORVEGLIANZA  GRUPPO FERROVIE DELLO STATO ITALIANE
	IG51-01-E-CV-CL-NV07-0X-007-A00 Foglio 14 di 74

momento trasversale	$M_T = H_T \cdot b =$	1501,88	kNm
b) Due impalcati			
carico trasversale			
	$H_T = 2 \cdot q \cdot (1,0 + 0,5) \cdot 26,90 =$	675,00	kN
momento trasversale	$M_T = H_T \cdot b =$	3003,75	kNm

2.1.5 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	6,10	m					
altezza fondazione	1,50	m					
		kN/					
carico distribuito vento	$q =$	2,50	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	8,125	x	258,98	kNm
accidentale	106,88	kN	x	9,975	x	1066,08	\
pulvino	29,33	kN	x	8,45	x	247,80	kNm
pila	55,00	kN	x	4,55	x	250,25	kNm
	$H_T =$	223,08	kN			$M_T =$	1823,11 kNm
b) numero campate	1						
	2						
impalcato	31,88	kN	x	8,125	x	258,98	kNm
accidentale	53,44	kN	x	9,975	x	533,04	kNm
pulvino	29,33	kN	x	8,45	x	247,80	kNm
pila	55,00	kN	x	4,55	x	250,25	kNm
	$H_T =$	169,64	kN			$M_T =$	1290,07 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	29,33	kN	x	4,20	x	123,17	kNm
pila	43,75	kN	x	1,75	x	76,56	kNm
	$H_T =$	211,83	kN			$M_T =$	955,92 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	29,33	kN	x	4,20	x	123,17	kNm

GENERAL CONTRACTOR  Consorzio Collegamenti Integrati Veloci	ALTA SORVEGLIANZA  GRUPPO FERROVIE DELLO STATO ITALIANE
	IG51-01-E-CV-CL-NV07-0X-007-A00 Foglio 15 di 74

pila

$$H_T = \frac{43,75}{158,39} \text{ kN} \times 1,75 \times \frac{76,56}{641,97} \text{ kNm}$$

2.1.6 Attrito Appoggi

Si assume un coeff. d'attrito

$$\phi_a = 0,02$$

altezza appoggio	0,10	m
altezza pila + pulvino	6,10	m
altezza fondazione	1,50	m

permanenti impalcato

$$N \quad 2458,13 \quad \times \quad 0,02 \quad = \quad 49,163 \text{ kN} \quad \times \quad 7,70 \quad = \quad 378,55 \text{ kNm}$$

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

$$N_a \quad 1418,38 \quad \times \quad 0,02 \quad = \quad 28,368 \text{ kN} \quad \times \quad 7,70 \quad = \quad 218,43 \text{ kNm}$$

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

$$N_b \quad 1210,27 \quad \times \quad 0,02 \quad = \quad 24,205 \text{ kN} \quad \times \quad 7,70 \quad = \quad 186,38 \text{ kNm}$$

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

$$N_a \quad 2,80 \quad \times \quad 0,02 \quad = \quad 0,056 \text{ kN} \quad \times \quad 7,70 \quad = \quad 0,43 \text{ kNm}$$

2.1.7 Sisma

SISMA VERTICALE

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

Altezza trave $0,85 \text{ m}$ Altezza appoggio $0,10 \text{ m}$

$$\Delta N = c \cdot I \cdot \beta^*$$

incremento percentuale carichi permanenti $\text{m} = 0,096$

Peso impalcato + pila $4327,37 \text{ t}$

$$\Delta N_{el} \pm 0,096 \times 4327,37 = 415,43 \text{ kN}$$

numero di pile 1

SISMA ORIZZONTALE

Impalcato

	p.u.	largh.	lungh	spessore	γ -p.p.	carico	moment i
soletta		1,20	15,00	0,25	25 1	$112,50 \text{ kN} \times 1,075$	$= 120,94 \text{ kNm}$
cordoli	1	2,35	15,00	0,15	25 1	$132,19 \text{ kN} \times 1,275$	$= 168,54 \text{ kNm}$
cordoli	1	1,25	15,00	0,25	25 1	$117,19 \text{ kN} \times 1,475$	$= 172,85 \text{ kNm}$
cordoli	1	0,50	15,00	0,25	25 1	$46,88 \text{ kN} \times 1,325$	$= 62,11 \text{ kNm}$
pavimentazione guardiavia+parapett i		7,50	15,00		3,000 1	$337,50 \text{ kN} \times 1,250$	$= 421,88 \text{ kNm}$
		0,10	15,00	2	3,000 1	$91,50 \text{ kN} \times 1,600$	$= 146,40 \text{ kNm}$
trave	15		15,00	0,159	25 1	$894,38 \text{ kN} \times 0,525$	$= 469,55 \text{ kNm}$

$$\text{traversi} \quad 0 \quad 0,30 \quad 1,50 \quad 5,50 \quad 25 \quad 1 \quad = \quad \frac{0,00 \text{ kN}}{1732,13 \text{ kN}} \quad \times \quad 1,25 \quad = \quad \frac{0,00 \text{ kNm}}{1562,26 \text{ kNm}}$$

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

SISMA LONGITUDINALE

coefficiente incremento sismico orizzontale	β	\times	l	\times	c	$=$	0,048
lunghezza totale impalcato							15,00 m
altezza: impalcato + pila	1,50	$+$	6,10	$+$	0,10	$=$	7,70 m

- sisma sull'impalcato

permanenti portati 2458,13

Apparecchio d'appoggio in neoprene armato 2 e compat

$H_L =$	0,048	\times	2.458,13	$=$	117,99 kN
$M_L =$	74,988	$+$	117,99 \times 7,70	$=$	983,51 kNm

- sisma sulla pila

distanza baricentro-base fondazione

pila a detrarre	3,53	m	(altezza concio/2+mensola+corpo pila+fondazione)
pulvino	8,45	m	(altezza pulvino/2+corpo pila+fondazione)
terreno	4,55	m	(altezza terreno/2+fondazione)
corpo pila	4,55	m	(altezza corpo pila/2+fondazione)
fondazione	0,75	m	(altezza fondazione/2)

concio pila pieno	1	0,048	-243,00	t	$=$	-11,66	\times	3,53	$=$	-41,12 kNm
pulvino	1	0,048	280,74	t	$=$	13,48	\times	8,45	$=$	113,87 kNm
corpo pila	1	0,048	915,00	t	$=$	43,92	\times	4,55	$=$	199,84 kNm
						45,73	kN			272,59 kNm
fondazione		0,048	459,38	t	$=$	22,05	\times	0,75	$=$	16,54 kNm

Alla base della fondazione

$H_L =$	117,99	$+$	45,73	$+$	22,05	$=$	185,77 kN
$M_L =$	983,51	$+$	272,59	$+$	16,54	$=$	1.272,64 kNm

SISMA TRASVERSALE

$H_T =$		$=$	185,77 kN
$M_T =$		$=$	1272,64 kNm

Alla base dell' elevazione

- sisma sull'impalcato

$H_L =$		$=$	117,99 kN		
$M_L =$	74,988	$+$	117,99 \times 4,45	$=$	600,04 kNm

- sisma sulla pila

GENERAL CONTRACTOR  Consorzio Collegamenti Integrati Veloci	ALTA SORVEGLIANZA  GRUPPO FERROVIE DELLO STATO ITALIANE	
IG51-01-E-CV-CL-NV07-0X-007-A00		Foglio 17 di 74

concio pila	1	0,048	364,50 t	=	17,50	x	1,75	=	30,62	kNm
pulvino	1	0,048	280,74 t	=	<u>13,48</u>	x	2,80	=	<u>37,73</u>	kNm
					30,97	kN			68,35	kNm
H_L=	148,96	kN								
M_L=	668,39	kNm								
H_T=	148,96	kN								
M_T=	668,39	kNm								

2.1.8 Precompressione colonna

Si prevede l'adozione di n.2 cavi post da 34 trefoli da 0,6", con asse verticale posto a 40cm dal lembo interno (rispetto al torrente) della colonna della Pila.

Sono previste le seguenti fasi:

- Getto della pila e del Pulvino
- Tesatura al 50% dei cavi di precompressione
- Sconto del 40% delle perdite
- Varo delle travi e completamento dei getti in opera dell' impalcato
- Tesatura del 50% residuo dei cavi e conto perdite residue.

Di seguito si analizza la Condizione di Carico a tempo infinito le cui sollecitazioni sono da inserire nelle successive combinazioni di Carico

N. cavi post tesi	2			
n. trefoli per cavo	34	da 0,6"	1,39	cm ²
eccentricità rispetto al baricentro Pila	ea =	0,8	m	
Tensione di Tiro	N =	13800	daN/cm ²	
Calo di tensione per Perdite		2551	daN/cm ²	
Forza di Precompressione a tempo infinito	Np =	10632,55	kN	
Momento di Precompressione	Mp=	-8506,044	kNm	

2.2 Combinazioni di carico

2.2.1 Combinazioni alla base della Fondazione

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

N	=	4327,37	+	1418,38	=	5745,75	kN	
M_T	=	4917,04	+	0,60 x	1290,07	+	16897,28	= 22588,37 kNm
H_T	=	0,6	x	169,64	=	101,78	kN	
M_L	=	378,55	+	378,55	+	0,00	= 757,10 kNm	
H_L	=	49,16	+	49,1625	=	98,33	kN	

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

GENERAL CONTRACTOR  Consorzio Collegamenti Integrati Veloci	ALTA SORVEGLIANZA  GRUPPO FERROVIE DELLO STATO ITALIANE	
IG51-01-E-CV-CL-NV07-0X-007-A00		Foglio 18 di 74

$$\begin{aligned}
N &= 4327,37 + 1250,62 = 5577,99 \text{ kN} \\
M_T &= 6554,03 + 0,60 \times 1290,07 + 16897,28 = 24225,36 \text{ kNm} \\
H_T &= 0,6 \times 169,64 = 101,78 \text{ kN} \\
M_L &= 378,55 + 186,38 + 562,78 = 1127,71 \text{ kNm} \\
H_L &= 49,16 + 24,2054 = 73,37 \text{ kN}
\end{aligned}$$

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

$$\begin{aligned}
N &= 4327,37 + 1418,38 = 5745,75 \text{ kN} \\
M_T &= 4917,04 + 0,20 \times 1290,07 + 16897,28 = 22072,34 \text{ kNm} \\
H_T &= 0,2 \times 169,64 = 33,93 \text{ kN} \\
M_L &= 218,43 + 378,55 + 1539,00 + 0,00 = 2135,98 \text{ kNm} \\
H_L &= 49,16 + 28,37 + 90,00 = 167,53 \text{ kN}
\end{aligned}$$

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

$$\begin{aligned}
N &= 4327,37 + 1250,62 = 5577,99 \text{ kN} \\
M_T &= 6554,03 + 0,20 \times 1290,07 + 16897,28 = 23709,33 \text{ kNm} \\
H_T &= 0,2 \times 169,64 = 33,93 \text{ kN} \\
M_L &= 0,43 + 378,55 + 1539,00 + 562,78 = 2480,76 \text{ kNm} \\
H_L &= 49,16 + 0,06 + 90,00 = 139,22 \text{ kN}
\end{aligned}$$

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

$$\begin{aligned}
N &= 4327,37 + 1418,38 + 13,00 = 5745,75 \text{ kN} \\
M_T &= 4917,04 + 16897,28 + 258,01 + 3223,13 = 25295,46 \text{ kNm} \\
H_T &= 0,2 \times 169,64 + 337,5 = 371,43 \text{ kN} \\
M_L &= 0,00 + 186,38 + 0,00 = 186,38 \text{ kNm} \\
H_L &= 49,16 + 0,00 + 0,00 = 49,16 \text{ kN}
\end{aligned}$$

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

$$\begin{aligned}
N &= 4327,37 + 1250,62 = 5577,99 \text{ kN} \\
M_T &= 1707,74 + 16897,28 + 258,01 + 3223,13 = 22086,16 \text{ kNm} \\
H_T &= 0,2 \times 169,64 + 337,5 = 371,43 \text{ kN} \\
M_L &= 0,00 + 0,00 + 0,00 + 544,62 = 544,62 \text{ kNm} \\
H_L &= 49,16 + 0,00 + 0,00 = 49,16 \text{ kN}
\end{aligned}$$

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

$$\begin{aligned}
N &= 1,096 \times 4327,37 = 4742,80 \text{ kN} \\
M_T &= 1,096 \times 16897,28 + 1272,64 = 19792,06 \text{ kNm} \\
H_T &= 185,77 \text{ kN} \\
M_L &= 0,00 \text{ kNm} \\
H_L &= 0,00 \text{ kN}
\end{aligned}$$

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

$$\begin{aligned}
N &= 0,904 \times 4327,37 = 3911,94 \text{ kN} \\
M_T &= 0,904 \times 16897,28 - 1272,64 = 14002,51 \text{ kNm} \\
H_T &= 185,77 \text{ kN} \\
M_L &= 0,00 \text{ kNm} \\
H_L &= 0,00 \text{ kN}
\end{aligned}$$

GENERAL CONTRACTOR  Consorzio Collegamenti Integrati Veloci	ALTA SORVEGLIANZA  GRUPPO FERROVIE DELLO STATO ITALIANE
	IG51-01-E-CV-CL-NV07-0X-007-A00

Foglio
19 di 74

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

$$\begin{aligned}
N &= 1,096 \times 4327,37 &= 4742,80 \text{ kN} \\
M_T &= 1,096 \times 16897,28 &= 18519,42 \text{ kNm} \\
H_T &= &= 0,00 \text{ kN} \\
M_L &= &= 1272,64 \text{ kNm} \\
H_L &= &= 185,77 \text{ kN}
\end{aligned}$$

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

$$\begin{aligned}
N &= 0,904 \times 4327,37 &= 3911,94 \text{ kN} \\
M_T &= 0,904 \times 16897,28 &= 15275,15 \text{ kNm} \\
H_T &= &= 0,00 \text{ kN} \\
M_L &= &= 1272,64 \text{ kNm} \\
H_L &= &= 185,77 \text{ kN}
\end{aligned}$$

2.2.2 Combinazioni alla base della Elevazione

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

$$\begin{aligned}
N &= 3103,37 + 1418,38 &= 4521,75 \text{ kN} & 15154,30 \text{ kN} \\
M_T &= 4917,04 + 0,60 \times 955,92 + 13190,03 &= 18680,62 \text{ kNm} & 4748,481 \text{ kNm} \\
H_T &= 0,6 \times 211,83 &= 127,10 \text{ kN} \\
M_L &= 204,02 + 117,73 + 0,00 &= 321,75 \text{ kNm} \\
H_L &= 49,16 + 28,37 &= 77,53 \text{ kN}
\end{aligned}$$

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

$$\begin{aligned}
N &= 3103,37 + 1250,62 &= 4353,99 \text{ kN} & 14986,54 \\
M_T &= 6554,03 + 0,60 \times 641,97 + 13190,03 &= 20129,25 \text{ kNm} & 6398,4158 \text{ kNm} \\
H_T &= 0,6 \times 158,39 &= 95,03 \text{ kN} \\
M_L &= 204,02 + 186,38 + 562,78 &= 953,19 \text{ kNm} \\
H_L &= 49,16 + 24,205 &= 73,37 \text{ kN}
\end{aligned}$$

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

$$\begin{aligned}
N &= 3103,37 + 1418,38 &= 4521,75 \text{ kN} & 15154,30 \\
M_T &= 4917,04 + 0,20 \times 955,92 + 13190,03 &= 18298,26 \text{ kNm} & 4366,115 \text{ kNm} \\
H_T &= 0,2 \times 211,83 &= 42,37 \text{ kN} \\
M_L &= 204,02 + 218,43 + 400,50 + 0,00 &= 822,95 \text{ kNm} \\
H_L &= 49,16 + 28,37 + 90,00 &= 167,53 \text{ kN}
\end{aligned}$$

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

$$\begin{aligned}
N &= 1499,05 + 1250,62 &= 2749,67 \text{ kN} & 13382,22 \\
M_T &= 7970,70 + 0,20 \times 641,97 + 13190,03 &= 21289,13 \text{ kNm} & 9483,4805 \text{ kNm} \\
H_T &= 0,2 \times 158,39 &= 31,68 \text{ kN} \\
M_L &= 204,02 + 100,45 + 400,50 + 0,00 &= 604,52 \text{ kNm} \\
H_L &= 49,16 + 24,21 + 90,00 &= 163,37 \text{ kN}
\end{aligned}$$

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

$$\begin{aligned}
N &= 3103,37 + 1418,38 + 13,00 &= 4521,75 \text{ kN} & 15154,30 \\
M_T &= 4917,04 + 13190,03 + 258,01 + 3003,75 &= 21368,84 \text{ kNm} & 7436,696 \text{ kNm} \\
H_T &= 0,2 \times 158,39 + 675,00 &= 706,68 \text{ kN} \\
M_L &= 204,02 + 186,38 + 0,00 &= 390,41 \text{ kNm} \\
H_L &= 49,16 + 28,37 &= 77,53 \text{ kN}
\end{aligned}$$

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

$$\begin{aligned}
 N &= 3103,37 + 1250,62 = 4353,99 \text{ kN} & 14986,54 \\
 M_T &= 1707,74 + 13190,03 \times 258,01 + 1501,88 = 16657,66 \text{ kNm} & 2926,833 \text{ kNm} \\
 H_T &= 0,2 \times 158,39 + 337,50 = 369,18 \text{ kN} \\
 M_L &= 204,02 + 100,45 + 0,00 + 544,62 = 849,10 \text{ kNm} \\
 H_L &= 49,16 + 24,21 + = 73,37 \text{ kN}
 \end{aligned}$$

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

$$\begin{aligned}
 N &= 1,096 \times 3103,37 = 3401,29 \text{ kN} & 14033,85 \\
 M_T &= 1,096 \times 13190,03 \times 668,39 = 15124,67 \text{ kNm} & 2537,0772 \text{ kNm} \\
 H_T &= = 148,96 \text{ kN} \\
 M_L &= = 0,00 \text{ kNm} \\
 H_L &= = 0,00 \text{ kN}
 \end{aligned}$$

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

$$\begin{aligned}
 N &= 0,904 \times 3103,37 = 2805,45 \text{ kN} & 13438,00 \\
 M_T &= 0,904 \times 13190,03 \times 668,39 = 12592,18 \text{ kNm} & 719,60673 \text{ kNm} \\
 H_T &= = 148,96 \text{ kN} \\
 M_L &= = 0,00 \text{ kNm} \\
 H_L &= = 0,00 \text{ kN}
 \end{aligned}$$

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

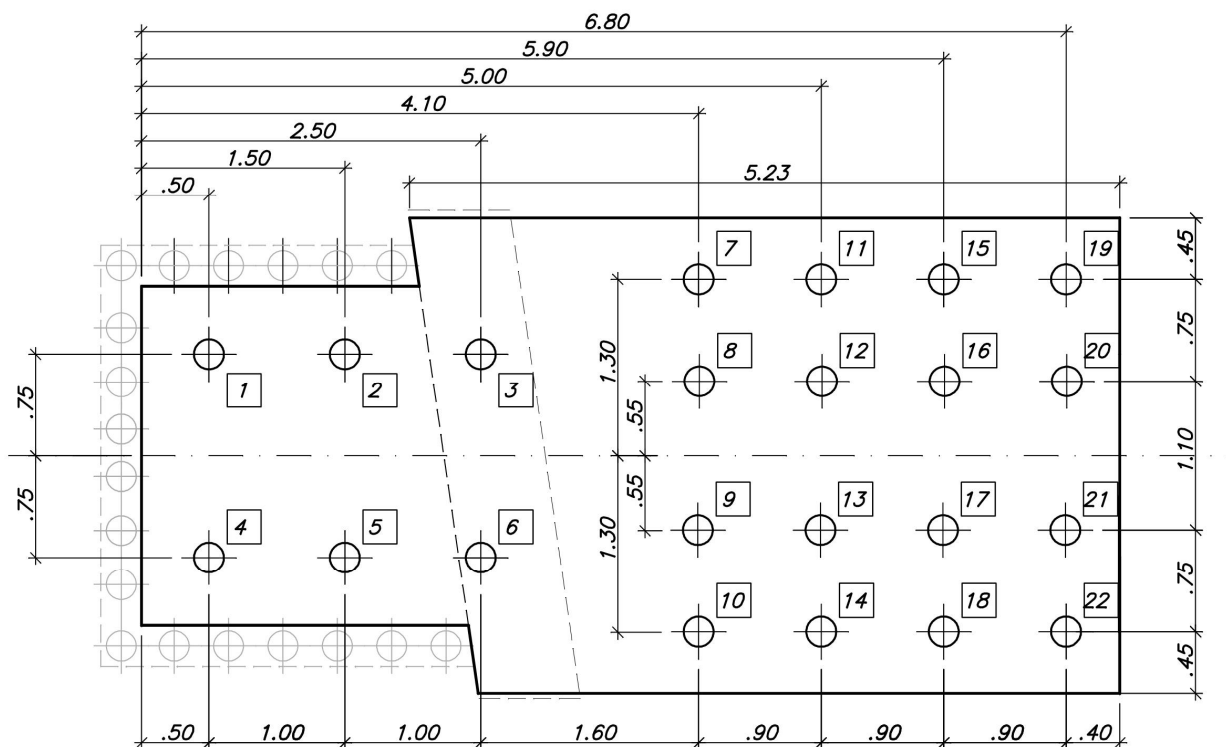
$$\begin{aligned}
 N &= 1,096 \times 3103,37 = 3401,29 \text{ kN} & 14033,85 \\
 M_T &= 1,096 \times 13190,03 = 14456,28 \text{ kNm} & 1868,6833 \text{ kNm} \\
 H_T &= = 0,00 \text{ kN} \\
 M_L &= = 668,39 \text{ kNm} \\
 H_L &= = 148,96 \text{ kN}
 \end{aligned}$$

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

$$\begin{aligned}
 N &= 0,904 \times 3103,37 = 2805,45 \text{ kN} & 13438,00 \\
 M_T &= 0,904 \times 13190,03 = 11923,79 \text{ kNm} & 51,212815 \text{ kNm} \\
 H_T &= = 0,00 \text{ kN} \\
 M_L &= = 668,39 \text{ kNm} \\
 H_L &= = 148,96 \text{ kN}
 \end{aligned}$$

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	12	5,000	0,550
2	1,500	0,750	13	5,900	0,550
3	2,500	0,750	14	6,800	0,550
4	0,500	-0,750	15	4,100	-0,550
5	1,500	-0,750	16	5,000	-0,550
6	2,500	-0,750	17	5,900	-0,550
7	4,100	1,300	18	6,800	-0,550
8	5,000	1,300	19	4,100	-1,300
9	5,900	1,300	20	5,000	-1,300
10	6,800	1,300	21	5,900	-1,300

GENERAL CONTRACTOR  <small>Consorzio Collegamenti Integrati Veloci</small>	ALTA SORVEGLIANZA  <small>GRUPPO FERROVIE DELLO STATO ITALIANE</small>	IG51-01-E-CV-CL-NV07-0X-007-A00	Foglio 22 di 74
---	---	---------------------------------	--------------------

11 4,100 0,550 22 6,800 -1,300

Baricentro

Xg Yg
4,37 0,00

Momento di inerzia

Jx Jy
9,70 255,69

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	288,08	297,17	341,11	349,20	268,58
2	283,09	296,85	335,11	347,86	268,91
3	278,11	296,52	329,12	346,52	269,25
4	229,28	209,59	175,23	156,55	254,10
5	224,30	209,27	169,23	155,21	254,44
6	219,31	208,94	163,24	153,87	254,77
7	291,70	328,11	380,34	415,02	275,09
8	287,21	327,82	374,95	413,82	275,39
9	282,73	327,53	369,55	412,61	275,70
10	278,24	327,23	364,15	411,40	276,00
11	262,30	284,32	297,40	318,69	267,85
12	257,81	284,03	292,01	317,49	268,16
13	253,33	283,74	286,61	316,28	268,46
14	248,84	283,44	281,21	315,08	268,76
15	219,18	220,10	175,76	177,41	257,24
16	214,69	219,81	170,36	176,21	257,54
17	210,21	219,51	164,96	175,00	257,84
18	205,72	219,22	159,57	173,80	258,15
19	189,78	176,31	92,82	81,09	250,00
20	185,30	176,02	87,42	79,88	250,30
21	180,81	175,72	82,02	78,67	250,61
22	176,33	175,43	76,63	77,47	250,91
MIN	176,33	175,43	76,63	77,47	250,00
MAX	291,70	328,11	380,34	415,02	276,00

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	272,43	214,65	174,77	262,82	225,43
2	267,90	212,79	168,67	258,46	221,84
3	263,37	210,93	162,57	254,10	218,24
4	230,13	214,65	174,77	163,98	126,60
5	225,60	212,79	168,67	159,62	123,00

6	221,08	210,93	162,57	155,26	119,41
7	271,63	207,95	152,82	283,36	248,72
8	267,56	206,28	147,33	279,43	245,49
9	263,48	204,60	141,84	275,51	242,25
10	259,41	202,93	136,35	271,58	239,01
11	250,49	207,95	152,82	233,94	199,31
12	246,41	206,28	147,33	230,01	196,07
13	242,33	204,60	141,84	226,09	192,83
14	238,26	202,93	136,35	222,17	189,59
15	219,47	207,95	152,82	161,46	126,83
16	215,39	206,28	147,33	157,54	123,59
17	211,32	204,60	141,84	153,61	120,35
18	207,24	202,93	136,35	149,69	117,12
19	198,32	207,95	152,82	112,05	77,41
20	194,25	206,28	147,33	108,12	74,17
21	190,17	204,60	141,84	104,20	70,94
22	186,09	202,93	136,35	100,27	67,70
MIN	186,09	202,93	136,35	100,27	67,70
MAX	272,43	214,65	174,77	283,36	248,72

2.3.4 Verifica micropali

2.3.4.1 Verifica capacità portante

DATI PALO

lunghezza	12,00	m			
di cui m iniziali	0,00	m (che trascuro)	area sezione palo	0,038	mq
di diametro	220	mm	area bulbo	0,096	mq
			diametro bulbo =	0,35	m
CARICO SUL PALO	415,02	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

$$q = \sum \gamma_i H_i = \gamma (H-l) = 276 \text{ kN}$$

$$Q_p = A (c N_c + q N_q) = 662 \text{ kN}$$

PER ATTRITO LATERALE

$$\begin{aligned} \sigma_h &= \gamma H/2 = & 138 & \text{ kN} \\ \tan \delta &= & 0,344 & \\ \text{PESO PALO} \quad QI &= (c + \Sigma \sigma_h \times \text{tg } \delta) A_l = & 393,5 & \text{ kN} \\ &\text{decurto il terreno} \quad P_p = & 12,8 & \text{ kN} \end{aligned}$$

Coefficiente di Sicurezza alla portanza dei Pali:

$$v = 662 + 393,5 - 12,8 = 1042,60 / 415,02 = \mathbf{2,51 > 2,5}$$

2.3.4.2 Verifica del palo alle azioni taglianti

Si considera il palo totalmente immerso nel terreno con la testa libera di spostarsi ma non di ruotare, soggetto ad un'azione orizzontale H.

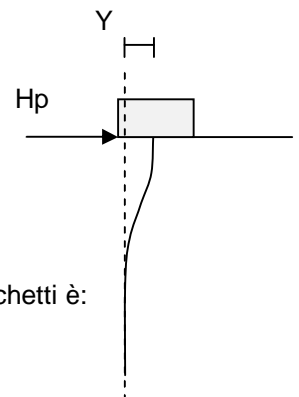
La massima forza orizzontale agente alla testa dei pali risulta:

in condizioni di esercizio : $H_t \text{ max} = 371,43 \text{ kN (5}^\circ \text{ c.d.c)}$
 $H_p = 371,43/22 = 16,88 \text{ kN}$

in condizioni sismiche : $H_t \text{ max} = 185,77 \text{ (9-10}^\circ \text{ c.d.c)}$
 $H_p = 185,77/22 = 8,44 \text{ kN}$

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

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



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

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

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

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

$T = 50,03 \text{ cm} \quad L_p = 1200 \text{ cm} \quad Z = L/T = 1200/51,56 = 23,27$

$A_\phi = 1,623 \quad B_\phi = 1,749$

In condizioni di esercizio:

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

$M_{\text{max}} = 16,88 \times 1,623/1,749 \times 50,03 = 783 \text{ kNcm}$

Carico massimo (cautelativamente si assume quello della c.d.c.4)

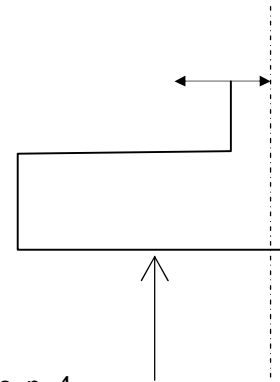
$N_{\text{max}} = 415,02 \text{ kN}$

Considerando agente la sola sezione in acciaio risulta :

$\sigma_{\text{max}} = \frac{415,02}{42,22} + \frac{783 \times 8,4}{1412} = 14,28 \text{ KN/cm}^2$

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
10	411,40	9	412,61	8	413,82	7	415,02
14	315,08	13	316,28	12	317,49	11	318,69
18	173,80	17	175,00	16	176,21	15	177,41
22	77,47	21	78,67	20	79,88	19	81,09
	977,75		982,57		987,39		992,21
e	3,20		2,30		1,40		0,50

Reazioni micropali 3939,92 kN

$$\begin{aligned}
 & \text{p.p. plinto} \quad -459,38 \quad \text{kN} \quad \times \quad 2,05 \quad = \quad 7267,15 \quad \text{kNm} \\
 & \text{terreno} \quad \underline{-110,25} \quad \text{kN} \quad \times \quad 2,05 \quad = \quad -941,72 \quad \text{kNm} \\
 & \quad \quad \quad \quad \quad \quad \quad \quad \quad \quad \quad \quad \quad \quad \quad = \quad \underline{-226,01} \quad \text{kNm} \\
 & T = \quad \underline{3370,29} \quad \quad \quad \quad \quad \quad \quad \quad \quad M = \quad 6099,42 \quad \text{kNm}
 \end{aligned}$$

Elemento: Verifica Fond PILA 2 in senso Trasv.

Dati

geometrici:

Altezza sezione:	H =	150	cm
Larghezza sezione	B =	350	cm
Spaziatura orizzontale barre:	s =	20,00	cm
Spaziatura verticale barre:	S =	2,00	cm

GENERAL CONTRACTOR  Consorzio Collegamenti Integrati Veloci	ALTA SORVEGLIANZA  GRUPPO FERROVIE DELLO STATO ITALIANE	
IG51-01-E-CV-CL-NV07-0X-007-A00		Foglio 26 di 74

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	42,47	8 ϕ 26
4	146	185,82	35 ϕ 26

Sollecitazioni: Sforzo normale: $N = 0$ daN
 Momento flettente: $M = 451171$ daN m
 $T = 303439$ daN

Verifica a Taglio: $\tau = 6,60$ daN/cm²

Verifica a Flessione: Asse neutro:
 $x = 42,82$ cm
 $\sigma_c = 42$ daN/cm²
 $\sigma_s = 1503$ 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: $k_2 = 0,4$
 Coeff. che tiene conto del diagramma delle tensioni: $k_3 = 0,212$
 Larghezza efficace: $b_{eff} = 350,00$ cm
 Altezza efficace: $d_{eff} = 25,50$ cm

GENERAL CONTRACTOR  Consorzio Collegamenti Integrati Veloci	ALTA SORVEGLIANZA  GRUPPO FERROVIE DELLO STATO ITALIANE
	IG51-01-E-CV-CL-NV07-0X-007-A00 Foglio 27 di 74

Area efficace:	Ac.eff.	8925,00	cm ²
Area acciaio posta in Ac.eff.:	As	228,29	cm ²
Percentuale di armatura efficace:	ρ_r	0,0256	
Distanza media tra le fessure:	S _{rm}	20,63	cm

Calcolo della deformazione unitaria media dell'armatura:

Tensione dell'acciaio:	σ_s	1502,53	daN/cm ²
Tensione dell'acciaio 1° fessurazione:	σ_{sr}	1056,70	daN/cm ²
Coeff. rappresentativo aderenza:	β_1	1	
Carichi di lunga durata(Y/N)?	γ		
Coeff. durata carichi:	β_2	0,5	
Deformazione unitaria media:	ϵ_{sm}	0,0005385	

Calcolo ampiezza delle fessure:

rif.4.3.1.7.1.2 $w_k = 0,189 \text{ mm} < 0,200 \text{ mm}$

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:

Pali	1	Pali	2	Pali	3,00	Pali	4,00
10	259,41	9	263,48	8	267,56	7	271,63
14	238,26	13	238,26	12	246,41	11	250,49
18	207,24	17	207,24	16	215,39	15	219,47
22	186,09	21	186,09	20	194,25	19	198,32
	891,00		895,07		923,60		939,91
e	3,20		2,30		1,40		0,50

Reazioni micropali	3649,58	kN				6672,86	kNm
p.p. plinto terreno	-496,13	kN	x	2,05	=	-1017,06	kNm
	-119,07	kN	x	2,05	=	-244,09	kNm
T =	3034,39				M =	5411,71	kNm

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

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 sommano 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
7	415,02	11	318,69
8	413,82	12	317,49
9	412,61	13	316,28
10	411,40	14	315,08
	1652,85		1267,54
e	1,25		0,60

Reazioni micropali 2920,39 kN

					2826,59	kNm	
p.p. plinto	-229,69	kN	x	1,75	=	-401,95	kNm
terreno	-55,13	kN	x	1,75	=	-96,47	kNm
T =	2635,58				M =	2328,17	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 =	232817	daN m
	T =	263558	daN

Verifica a Taglio:

	$\tau =$	5,73	daN/cm ²
--	----------	------	---------------------

Verifica a Flessione:

Asse neutro:	x =	27,94	cm
	$\sigma_c =$	30	daN/cm ²
	$\sigma_s =$	1929	daN/cm ²

Materiale:

Acciaio FeB	44	k	$\sigma_{s\text{ amm}} =$	2600	daN/cm ²
Calcestruzzo Rbk	350	daN/cm ²	$\sigma_{c\text{ amm}} =$	110	daN/cm ²
Modulo elastico acciaio=	2100000	daN/cm ²			
Resistenza a trazione del cls	28,89	daN/cm ²	$\Phi = Et /$	0,50	

GENERAL CONTRACTOR  Consorzio Collegamenti Integrati Veloci	ALTA SORVEGLIANZA  GRUPPO FERROVIE DELLO STATO ITALIANE	
IG51-01-E-CV-CL-NV07-0X-007-A00		Foglio 29 di 74

	$f_{ctm} =$			$E_c =$
rif. 4.3.1.2	Resistenza a trazione del cls	24,27	daN/cm ²	x = 62,24 cm
	Coef. 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	
	Coef. che caratterizza l'aderenza:	k ₂	0,4
	Coef. che tiene conto del diagramma delle tensioni:	k ₃	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.} :	A _s	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	1929,46	daN/cm ²
	Tensione dell'acciaio 1° fessurazione:	σ _{sr}	2169,62	daN/cm ²
	Coef. rappresentativo aderenza:	β ₁	1	
	Carichi di lunga durata (Y/N)?	y		
	Coef. durata carichi:	β ₂	0,5	
	Deformazione unitaria media:	ε _{sm}	0,0003675	

Calcolo ampiezza delle fessure:

rif. 4.3.1.7.1.2		w _k	0,159 mm	<	0,200 mm
------------------	--	----------------	----------	---	----------

GENERAL CONTRACTOR  Consorzio Collegamenti Integrati Veloci	ALTA SORVEGLIANZA  GRUPPO FERROVIE DELLO STATO ITALIANE
	IG51-01-E-CV-CL-NV07-0X-007-A00
	Foglio 30 di 74

2.5 Elevazione Pila

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

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.1

INTESTAZIONE E DATI CARATTERISTICI DEL LAVORO

```

=====
Intestazione del lavoro      : SezionePila2_V1_CdC1
Unità misura Forza          : kN
Unità misura Lunghezza     : m

```

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.

```

Contorno (ClS)
Coordinate vertici
  z'      y'
-1.2002  -0.7495
-1.2002   0.7505
 1.1998   0.7505
 1.1998  -0.7495

```

```

Risultati:
z'g (baricentro) = -0.0002
y'g (baricentro) =  0.0005
Angolo principale =  0.0

```

```

Area = 3.600000

```



Sollecitazioni agenti
 Sforzo normale N = -15154.000
 Momento flettente Mz = 321.700
 Momento flettente My = 4748.500

Punti estremi dell'asse neutro
 sezione tutta compressa

Tensioni calcestruzzo

z'	y'	Tens
-1.200	-0.749	-0.81
-1.200	0.751	-1.42
1.200	0.751	-6.88
1.200	-0.749	-6.27

Tensione massima nel calcestruzzo

z'	y'	Tens
1.200	0.751	-6.88

Tensioni armature

z'	y'	d	Tens
-1.160	-0.709	26.0	-13.74
-1.160	0.711	26.0	-22.39
1.160	0.711	26.0	-101.57
1.160	-0.709	26.0	-92.92
-1.160	0.609	26.0	-21.77
-1.160	0.508	26.0	-21.16
-1.160	0.406	26.0	-20.54
-1.160	0.305	26.0	-19.92
-1.160	0.203	26.0	-19.30
-1.160	0.102	26.0	-18.69
-1.160	0.001	26.0	-18.07
-1.160	-0.101	26.0	-17.45
-1.160	-0.202	26.0	-16.83
-1.160	-0.304	26.0	-16.21
-1.160	-0.405	26.0	-15.60
-1.160	-0.507	26.0	-14.98
-1.160	-0.608	26.0	-14.36
1.160	0.609	26.0	-100.95
1.160	0.508	26.0	-100.33
1.160	0.406	26.0	-99.71
1.160	0.305	26.0	-99.10
1.160	0.203	26.0	-98.48
1.160	0.102	26.0	-97.86
1.160	0.001	26.0	-97.24
1.160	-0.101	26.0	-96.62
1.160	-0.202	26.0	-96.01
1.160	-0.304	26.0	-95.39
1.160	-0.405	26.0	-94.77
1.160	-0.507	26.0	-94.15
1.160	-0.608	26.0	-93.54
-0.967	-0.709	20.0	-20.34
-0.774	-0.709	20.0	-26.94
-0.580	-0.709	20.0	-33.54
-0.387	-0.709	20.0	-40.13
-0.194	-0.709	20.0	-46.73
-0.000	-0.709	20.0	-53.33
0.193	-0.709	20.0	-59.93
0.386	-0.709	20.0	-66.53
0.580	-0.709	20.0	-73.12
0.773	-0.709	20.0	-79.72
0.966	-0.709	20.0	-86.32
-0.967	0.711	20.0	-28.99
-0.774	0.711	20.0	-35.59
-0.580	0.711	20.0	-42.19
-0.387	0.711	20.0	-48.78
-0.194	0.711	20.0	-55.38
-0.000	0.711	20.0	-61.98
0.193	0.711	20.0	-68.58
0.386	0.711	20.0	-75.18
0.580	0.711	20.0	-81.77
0.773	0.711	20.0	-88.37
0.966	0.711	20.0	-94.97

Tensione massima nelle armature

z'	y'	d	Tens
-1.160	-0.709	26.0	-13.74

2.5.2 Combinazione C.d.C.4

INTESTAZIONE E DATI CARATTERISTICI DEL LAVORO

```

=====
Nome archivio di lavoro      : SezionePila2_V1_CdC4
Intestazione del lavoro     : SezionePila2_V1_CdC4
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 =          -13382.000
Momento flettente Mz =       604.000
Momento flettente My =       9483.000
  
```

Punti estremi dell'asse neutro

z'	y'
-0.699	0.751
-0.415	-0.749

Tensioni calcestruzzo

z'	y'	Tens
-1.200	-0.749	0.00
-1.200	0.751	0.00
1.200	0.751	-10.12
1.200	-0.749	-8.61

Tensione massima nel calcestruzzo

z'	y'	Tens
1.200	0.751	-10.12

Tensioni armature

z'	y'	d	Tens
-1.160	-0.709	26.0	58.95
-1.160	0.711	26.0	37.48
1.160	0.711	26.0	-148.00
1.160	-0.709	26.0	-126.52
-1.160	0.609	26.0	39.01
-1.160	0.508	26.0	40.54
-1.160	0.406	26.0	42.08
-1.160	0.305	26.0	43.61
-1.160	0.203	26.0	45.15
-1.160	0.102	26.0	46.68
-1.160	0.001	26.0	48.21
-1.160	-0.101	26.0	49.75
-1.160	-0.202	26.0	51.28
-1.160	-0.304	26.0	52.82
-1.160	-0.405	26.0	54.35
-1.160	-0.507	26.0	55.88
-1.160	-0.608	26.0	57.42
1.160	0.609	26.0	-146.46
1.160	0.508	26.0	-144.93
1.160	0.406	26.0	-143.39
1.160	0.305	26.0	-141.86
1.160	0.203	26.0	-140.33
1.160	0.102	26.0	-138.79
1.160	0.001	26.0	-137.26
1.160	-0.101	26.0	-135.72
1.160	-0.202	26.0	-134.19
1.160	-0.304	26.0	-132.66
1.160	-0.405	26.0	-131.12
1.160	-0.507	26.0	-129.59
1.160	-0.608	26.0	-128.05
-0.967	-0.709	20.0	43.50
-0.774	-0.709	20.0	28.04
-0.580	-0.709	20.0	12.58
-0.387	-0.709	20.0	-2.87
-0.194	-0.709	20.0	-18.33
-0.000	-0.709	20.0	-33.78
0.193	-0.709	20.0	-49.24
0.386	-0.709	20.0	-64.70
0.580	-0.709	20.0	-80.15
0.773	-0.709	20.0	-95.61
0.966	-0.709	20.0	-111.06
-0.967	0.711	20.0	22.02
-0.774	0.711	20.0	6.56
-0.580	0.711	20.0	-8.89
-0.387	0.711	20.0	-24.35
-0.194	0.711	20.0	-39.80
-0.000	0.711	20.0	-55.26
0.193	0.711	20.0	-70.72

GENERAL CONTRACTOR  Consorzio Collegamenti Integrati Veloci	ALTA SORVEGLIANZA  GRUPPO FERROVIE DELLO STATO ITALIANE	
	IG51-01-E-CV-CL-NV07-0X-007-A00	Foglio 33 di 74

0.386	0.711	20.0	-86.17
0.580	0.711	20.0	-101.63
0.773	0.711	20.0	-117.08
0.966	0.711	20.0	-132.54

Tensione massima nelle armature

z'	y'	d	Tens
-1.160	-0.709	26.0	58.95

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
0.500	-0.714	26.0	46.38
0.705	-0.714	26.0	41.07

GENERAL CONTRACTOR  Consorzio Collegamenti Integrati Veloci	ALTA SORVEGLIANZA  GRUPPO FERROVIE DELLO STATO ITALIANE	
	IG51-01-E-CV-CL-NV07-0X-007-A00	Foglio 35 di 74

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	$0.200 \times 2 =$	4,00 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

Carico su una trave ;	Rpdx	74,93 kN		
	Rpsx	74,93 kN		
	TP =	149,85 kN	ML =	0,000 kNm

Sovraccarico Accidentale

luce di calcolo	$L_{c1} = 14.10$ m	
	$L_{c2} = 14.10$ 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 13 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

GENERAL CONTRACTOR  Consorzio Collegamenti Integrati Veloci	ALTA SORVEGLIANZA  GRUPPO FERROVIE DELLO STATO ITALIANE	
IG51-01-E-CV-CL-NV07-0X-007-A00		Foglio 36 di 74

$$\begin{aligned}
Wt5 &= 2x(3.50^2+3.00^2+2.50^2+2.00^2+1.50^2+1.00^2+0.50^2)/1.50 &= 46,67 \text{ m}^3 \\
Wt6 &= 2x(3.50^2+3.00^2+2.50^2+2.00^2+1.50^2+1.00^2+0.50^2)/1.00 &= 70 \text{ m}^3 \\
Wt7 &= 2x(3.50^2+3.00^2+2.50^2+2.00^2+1.50^2+1.00^2+0.50^2)/0.50 &= 140 \text{ m}^3 \\
Wt8 &= &= / \text{ m}^3 \\
Wt9 &= 2x(3.50^2+3.00^2+2.50^2+2.00^2+1.50^2+1.00^2+0.50^2)/-0.50 &= -140 \text{ m}^3 \\
Wt10 &= 2x(3.50^2+3.00^2+2.50^2+2.00^2+1.50^2+1.00^2+0.50^2)/-1,00 &= -70 \text{ m}^3 \\
Wt11 &= 2x(3.50^2+3.00^2+2.50^2+2.00^2+1.50^2+1.00^2+0.50^2)/-1.50 &= -46,7 \text{ m}^3 \\
Wt12 &= 2x(3.50^2+3.00^2+2.50^2+2.00^2+1.50^2+1.00^2+0.50^2)/-2,00 &= -35 \text{ m}^3 \\
Wt13 &= 2x(3.50^2+3.00^2+2.50^2+2.00^2+1.50^2+1.00^2+0.50^2)/-2.50 &= -28 \text{ m}^3
\end{aligned}$$

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

Q1 (e_1)		Q2 (e_2)		Qf (e_f)	
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
m81 =	0,067	m82 =	0,067	m73 =	0,067
m91 =	0,054	m92 =	0,079	m8 3 =	0,038
m10 1 =	0,042	m10 2 =	0,092	m9 3 =	0,010
m11 1 =	0,029	m11 2 =	0,104	m10 3 =	-0,019
m12 1 =	0,017	m12 2 =	0,117	m11 3 =	-0,048
m13 1 =	0,004	m13 2 =	0,129	m12 3 =	-0,076

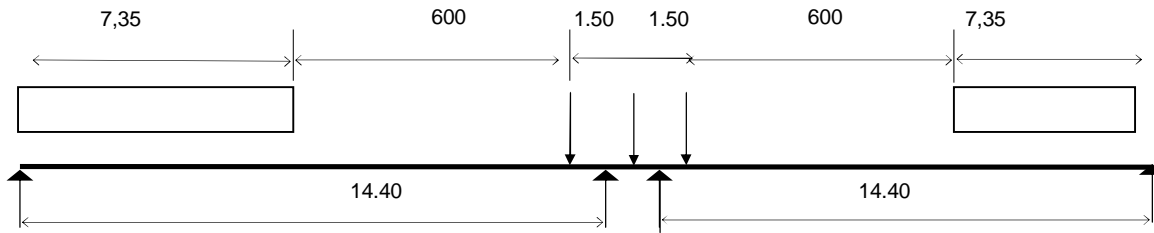
Carichi sulle travi:

$$\begin{aligned}
Q &= 200 \text{ kN} \\
q &= 30 \text{ kN/m} \\
&\text{kN/} \\
qf &= 4 \text{ m} \quad \text{folla}
\end{aligned}$$

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
Q8a =	18,48	q8a =	2,77	qf8a =	0,37
Q9a =	15,02	q9a =	2,25	qf9a =	0,21
Q10a =	11,55	q10a =	1,73	qf10a =	0,05
Q11a =	8,09	q11a =	1,21	qf11a =	-0,11
Q12a =	4,62	q12a =	0,69	qf12a =	-0,26
Q13a =	1,16	q13a =	0,17	qf13a =	-0,42

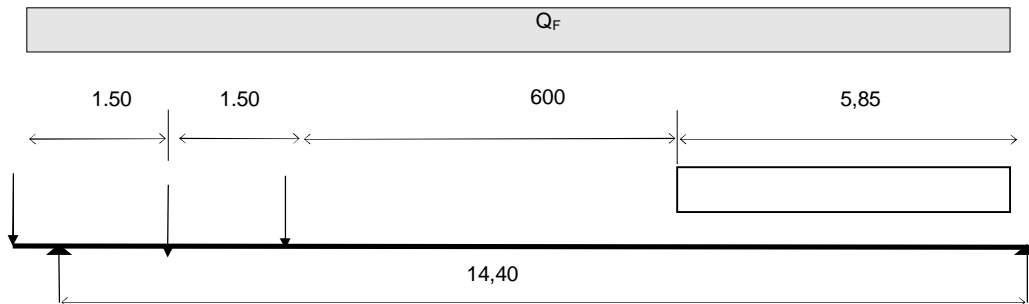
Stesa di carico 2 Impalcati Carichi

Q_F



REAZIONI TRAVI SUL PULVINO

Trave				Ttot		Mo	
R1	83,32	x 2	=	166,65	kN	0,00	kNm
R2	76,30	x 2	=	152,59	kN	0,00	kNm
R3	69,27	x 2	=	138,54	kN	0,00	kNm
R4	62,24	x 2	=	124,48	kN	0,00	kNm
R5	55,21	x 2	=	110,43	kN	0,00	kNm
R6	48,19	x 2	=	96,37	kN	0,00	kNm
R7	41,16	x 2	=	82,32	kN	0,00	kNm
R8	34,13	x 2	=	68,26	kN	0,00	kNm
R9	27,10	x 2	=	54,21	kN	0,00	kNm
R10	20,07	x 2	=	40,15	kN	0,00	kNm
R11	13,05	x 2	=	26,09	kN	0,00	kNm
R12	6,02	x 2	=	12,04	kN	0,00	kNm
R13	-1,01	x 2	=	-2,02	kN	0,00	kNm

Stesa di carico 1 Impalcato Carico

REAZIONI TRAVI SUL PULVINO

Trave		L= 15,00		Ttot		Mo		
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
R8	0,00	+	56,94	=	56,94	kN	25,63	kNm
R9	0,00	+	45,64	=	45,64	kN	20,54	kNm
R10	0,00	+	34,33	=	34,33	kN	15,45	kNm
R11	0,00	+	23,03	=	23,03	kN	10,36	kNm
R12	0,00	+	11,72	=	11,72	kN	5,28	kNm
R13	0,00	+	0,42	=	0,42	kN	0,19	kNm

2.6.2 Caratteristiche della Sollecitazione

2.6.2.1 In Condizioni di Esercizio due Impalcati Carichi

SEZ A-A

p.p.pulvin						
o	59,06	x	1,125	=	66,45	kNm
	16,88	x	0,750	=	12,66	kNm
Travi perm	149,85	x	1,56	=	233,77	kNm
	149,85	x	1,04	=	155,84	kNm
	149,85	x	0,52	=	77,92	kNm
	149,85	x	0,00	=	0,00	kNm
Tp =	675,34	kN		Mp =	546,63	kNm
Travi Acc.	166,65	x	1,56	=	259,97	kNm
	152,59	x	1,04	=	158,69	kNm
	138,54	x	0,52	=	72,04	kNm
	124,48	x	0,00	=	0,00	kNm
Tp+a =	1257,59	kN		Mp+a =	1037,33	kNm

SEZ B-B

p.p.pulvin						
o	64,35	x	0,78	=	50,19	kNm
	5,85	x	0,520	=	3,04	kNm
Travi perm	149,85	x	1,04	=	155,84	kNm
	149,85	x	0,52	=	77,92	kNm
	149,85	x	0,00	=	0,00	kNm
	675,34	x	1,56	=	1053,53	kNm
				=	546,63	kNm
Tp =	1195,09	kN		Mp =	1887,16	kNm
Travi Acc.	110,43	x	1,04	=	114,84	kNm
	96,37		0,52	=	50,11	kNm
	82,32	x	0,00	=	0,00	kNm
				=	490,70	kNm
T =	2066,45	kN		Mf =	3451,13	kNm

SEZ C-C

p.p.pulvin						
o	76,05	x	0,78	=	59,32	kNm
	5,85	x	0,520	=	3,04	kNm
Travi perm	149,85	x	1,04	=	155,84	kNm
	149,85	x	0,52	=	77,92	kNm
	149,85	x	0,00	=	0,00	kNm

GENERAL CONTRACTOR  Consorzio Collegamenti Integrati Veloci	ALTA SORVEGLIANZA  GRUPPO FERROVIE DELLO STATO ITALIANE	
IG51-01-E-CV-CL-NV07-0X-007-A00		Foglio 39 di 74

	1195,09	x	1,56	=	1864,34	kNm	
					<u>1887,16</u>	kNm	
Tp =	1726,54	kN			4047,62	kNm	
Travi Acc.	68,26	x	1,04	=	70,99	kNm	
	54,21	x	0,52	=	28,19	kNm	
	40,15	x	0,00	=	0,00	kNm	
					1563,97	kNm	
	<u>871,36</u>	x	1,56	=	<u>1359,33</u>	kNm	
T =	2760,52	kN			7070,10	kNm	

SEZD-D

p.p.pulvin o	87,75	x	0,78	=	68,45	kNm	
	5,85	x	0,520	=	3,04	kNm	
Travi perm	149,85	x	1,04	=	155,84	kNm	
	149,85	x	0,52	=	77,92	kNm	
	149,85	x	0,00	=	0,00	kNm	
	1726,54	x	1,56	=	2693,40	kNm	
					<u>4047,62</u>	kNm	
Tp =	2269,69	kN			7046,28	kNm	
Travi Acc.	26,09	x	1,04	=	27,14	kNm	
	12,04	x	0,52	=	6,26	kNm	
	-2,02	x	0,00	=	0,00	kNm	
					3022,47	kNm	
	<u>1033,98</u>	x	1,56	=	<u>1613,01</u>	kNm	
T =	3339,78	kN			11715,15	kNm	

2.6.2.2 In Condizioni di Esercizio – Un Impalcato Carico

SEZ A-A

p.p.pulvin o	59,06	x	1,125	=	66,45	kNm	
	16,88	x	0,750	=	12,66	kNm	
Travi perm	149,85	x	1,56	=	233,77	kNm	0,00 kNm
	149,85	x	1,04	=	155,84	kNm	0,00 kNm
	149,85	x	0,52	=	77,92	kNm	0,00 kNm
	<u>149,85</u>	x	0,00	=	<u>0,00</u>	kNm	<u>0,00</u> kNm
Tp =	675,34	kN			546,63	kNm	Mop = 0,00 kNm
Travi Acc.	136,08	x	1,56	=	212,29	kNm	56,15 kNm
	124,78	x	1,04	=	129,77	kNm	51,06 kNm
	113,47	x	0,52	=	59,01	kNm	45,97 kNm
	102,17	x	0,00	=	0,00	kNm	<u>51,06</u> kNm
Tp+a =	1151,83	kN			947,70	kNm	Mo = 204,25 kNm

SEZ B-B

GENERAL CONTRACTOR  Consorzio Collegamenti Integrati Veloci	ALTA SORVEGLIANZA  GRUPPO FERROVIE DELLO STATO ITALIANE	
IG51-01-E-CV-CL-NV07-0X-007-A00		Foglio 40 di 74

p.p.pulvin							
o	64,35	x	0,78	=	50,19	kNm	
	5,85	x	0,520	=	3,04	kNm	
Travi perm	149,85	x	1,04	=	155,84	kNm	
	149,85	x	0,52	=	77,92	kNm	
	149,85	x	0,00	=	0,00	kNm	0,00 kNm
	675,34	x	1,56	=	1053,53	kNm	0,00 kNm
					<u>546,63</u>	kNm	<u>0,00</u> kNm
Tp =	1195,09	kN			Mp = 1887,16	kNm	<u>0,00</u> kNm

Travi Acc.	90,86	x	1,04	=	94,50	kNm	
	79,56		0,52	=	41,37	kNm	
	68,25	x	0,00	=	0,00	kNm	45,97 kNm
					401,06	kNm	40,89 kNm
	<u>476,50</u>	x	1,56	=	<u>743,34</u>	kNm	<u>107,21</u> kNm
T =	1910,25	kN			Mf = 3167,42	kNm	Mo = 194,07 kNm

SEZ C-C

p.p.pulvin							
o	76,05	x	0,78	=	59,32	kNm	
	5,85	x	0,520	=	3,04	kNm	
Travi perm	149,85	x	1,04	=	155,84	kNm	
	149,85	x	0,52	=	77,92	kNm	
	149,85	x	0,00	=	0,00	kNm	0,00 kNm
	1195,09	x	1,56	=	1864,34	kNm	0,00 kNm
					<u>1887,16</u>	kNm	<u>0,00</u> kNm
Tp =	1726,54	kN			Mp = 4047,62	kNm	<u>0,00</u> kNm

Travi Acc.	56,94	x	1,04	=	59,22	kNm	
	45,64	x	0,52	=	23,73	kNm	
	34,33	x	0,00	=	0,00	kNm	35,80 kNm
					1280,26	kNm	30,71 kNm
	<u>715,16</u>	x	1,56	=	<u>1115,66</u>	kNm	<u>194,07</u> kNm
T =	2578,62	kN			Mf = 6526,50	kNm	Mo = 260,59 kNm

SEZD-D

p.p.pulvin							
o	87,75	x	0,78	=	68,45	kNm	
	5,85	x	0,520	=	3,04	kNm	
Travi perm	149,85	x	1,04	=	155,84	kNm	
	149,85	x	0,52	=	77,92	kNm	
	149,85	x	0,00	=	0,00	kNm	
	1726,54	x	1,56	=	2693,40	kNm	0,00 kNm
					<u>4047,62</u>	kNm	<u>0,00</u> kNm
Tp =	2269,69	kN			Mp = 7046,28	kNm	<u>0,00</u> kNm

GENERAL CONTRACTOR  Consorzio Collegamenti Integrati Veloci	ALTA SORVEGLIANZA  GRUPPO FERROVIE DELLO STATO ITALIANE	
IG51-01-E-CV-CL-NV07-0X-007-A00		Foglio 41 di 74

Travi Acc.	23,03	x	1,04	=	23,95	kNm	
	11,72	x	0,52	=	6,10	kNm	
	0,42	x	0,00	=	0,00	kNm	
					2478,87	kNm	25,63 kNm
	<u>852,08</u>	x	1,56	=	<u>1329,25</u>	kNm	<u>260,59</u> kNm
T =	3156,94	kN		Mf =	10884,45	kNm	Mo = 286,21 kNm

2.6.2.3 In Condizioni Sismiche

Sisma Verticale con incremento del 40% del carico permanente (mensola)

SEZ A-A

p.p.pulvino

	59,06	x	1,125	=	66,45	kNm	
	16,88	x	0,750	=	12,66	kNm	
Travi perm	149,85	x	1,56	=	233,77	kNm	
	149,85	x	1,04	=	155,84	kNm	
	149,85	x	0,52	=	77,92	kNm	
	<u>149,85</u>	x	0,00	=	<u>0,00</u>	kNm	
Tp =	675,34	kN		Mp =	546,63	kNm	
Tp+a =	769,88	kN		Mp+a =	623,16	kNm	

SEZ B-B

p.p.pulvino

	64,35	x	0,78	=	50,19	kNm	
	5,85	x	0,520	=	3,04	kNm	
Travi perm	149,85	x	1,04	=	155,84	kNm	
	149,85	x	0,52	=	77,92	kNm	
	149,85	x	0,00	=	0,00	kNm	
	675,34	x	1,56	=	1053,53	kNm	
					546,63	kNm	
Tp =	1195,09	kN		Mp =	1887,16	kNm	
T =	1338,50	kN		Mf =	2113,62	kNm	

SEZ C-C

p.p.pulvino

	76,05	x	0,78	=	59,32	kNm	
	5,85	x	0,520	=	3,04	kNm	
Travi perm	149,85	x	1,04	=	155,84	kNm	
	149,85	x	0,52	=	77,92	kNm	
	149,85	x	0,00	=	0,00	kNm	
	1195,09	x	1,56	=	1864,34	kNm	
					1887,16	kNm	
Tp =	1726,54	kN		Mp =	4047,62	kNm	

GENERAL CONTRACTOR  Consorzio Collegamenti Integrati Veloci	ALTA SORVEGLIANZA  GRUPPO FERROVIE DELLO STATO ITALIANE
	IG51-01-E-CV-CL-NV07-0X-007-A00

Foglio
42 di 74

$$T = 1968,25 \text{ kN} \qquad M_f = 4614,29 \text{ kNm}$$

SEZ D-D

p.p.pulvin						
o	87,75	x	0,78	=	68,45	kNm
	5,85	x	0,520	=	3,04	kNm
Travi						
perm	149,85	x	1,04	=	155,84	kNm
	149,85	x	0,52	=	77,92	kNm
	149,85	x	0,00	=	0,00	kNm
	1726,54	x	1,56	=	2693,40	kNm
					4047,62	kNm
Tp =	2269,69	kN		Mp =	7046,28	kNm
T =	2587,44	kN		Mf =	8032,75	kNm

2.6.3 Verifiche a Pressoflessione

Si prevede la posa in opera di n.3 cavi di post-tensione costituiti da n.34 trefoli da 0,6" ciascuno del tipo fissomobile con testata di tesatura lato interno Pila (lato opposto al torrente).

Si ipotizza agente la post-tensione dalla sezione B-B alla sez D-D (filo colonna).

La sez A-A sarà verificata come sezione in cemento armato ordinario

A scopo cautelativo anche la sez. B-B sarà armata e verificata anche come sezione in c.a. ordinario.

Sempre nell'ottica di un procedimento di tipo cautelativo si trascura il favorevole contributo tagliante dei cavi di precompressione nella verifica a taglio e torsione di seguito riportata.

2.6.3.1 Caratteristiche d'inerzia delle sezioni e armatura di precompressione

sezione D-D mensola :

Altezza	170	cm
Base	150	
Area	25500	cm ²
Ordinata baricentro	85	cm
Momento di inerzia rispetto a x	61412500	cm ⁴
Modulo di resistenza superiore	722500	cm ³
Modulo di resistenza inferiore	722500	cm ³

sezione C-C mensola :

Altezza	150	cm
Base	150	
Area	22500	cm ²
Ordinata baricentro	75	cm
Momento di inerzia rispetto a x	42187500	cm ⁴
Modulo di resistenza superiore soletta	562500	cm ³
Modulo di resistenza superiore	562500	cm ³
Modulo di resistenza inferiore	117989	cm ³

GENERAL CONTRACTOR  Consorzio Collegamenti Integrati Veloci	ALTA SORVEGLIANZA  GRUPPO FERROVIE DELLO STATO ITALIANE
	IG51-01-E-CV-CL-NV07-0X-007-A00 <div style="float: right;">Foglio 43 di 74</div>

sezione B-B mensola :

Altezza	130	cm
Base	150	
Area	19500	cm ²
Ordinata baricentro	65	cm
Momento di inerzia rispetto a x	27462500	cm ⁴
Modulo di resistenza superiore soletta	422500	cm ³
Modulo di resistenza superiore	422500	cm ³
Modulo di resistenza inferiore	117989	cm ³

Armatura di precompressione A trefolo 1,39 cm² Φ 0,6"

n	Ya	nxYa
34	50	1700
34	50	1700
34	50	1700

102 5100

baricentro armature
= 50 cm

Tensione di Tiro 13800 daN/cm²
Perdite di tensione 2551 daN/cm²

2.6.3.2 Verifica a pressoflessione Sez- D-D

Al filo della colonna

Sollecitazioni permanente relativo alla sola mensola (Fase 1)

1,50 x 6,90 x 0,70 x 2,5	=	18,12 t x	6,90/2 =	62,51 tm
1,50 x 6,90 x 1,00 x 2,5/2	=	12,94 t x	6,900/3 =	29,76 "
Tp	=	31,06 t	Mp =	92,76 tm

SEZIONE: **SEZ D-D**
FASE : 1 - **Tesatura cavi al 50%**

Caratteristiche geometriche della sezione

1/A = 0,3922 m ⁻²	1/W _{ss} = ---- m ⁻³	1/W _s = 1,3841 m ⁻³	1/W ₁ = 1,3841 m ⁻³
---------------------------------	---	--	--

Forza di Precompressione : Eccentricità :
N_p = = 978,28 kN ea = 50,00 cm

Momento di precompressione : Mp = 489,14 [tm]
Momento esterno : Me = -92,27 [tm]

Momento risultante : Mr = 396,871 [tm]

Incremento di tensione normale

$\Delta\sigma_{ss} =$ 978,28 x ---- - 396,871 x ---- = ---- [t/m²]

GENERAL CONTRACTOR  Consorzio Collegamenti Integrati Veloci	ALTA SORVEGLIANZA  GRUPPO FERROVIE DELLO STATO ITALIANE	IG51-01-E-CV-CL-NV07-0X-007-A00	Foglio 44 di 74
--	--	---------------------------------	--------------------

$$\Delta\sigma_s = 978,28 \times 0,3922 + 396,871 \times 1,3841 = 932,94 \text{ [t/m}^2\text{]}$$

$$\Delta\sigma_i = 978,28 \times 0,3922 - 396,871 \times 1,3841 = -165,66 \text{ [t/m}^2\text{]}$$

Tensione normale risultante:

$$\sigma_{ss} = \text{----} \text{ [daN/cm}^2\text{]}$$

$$\sigma_s = 93,3 \text{ [daN/cm}^2\text{]}$$

$$\sigma_i = -16,6 \text{ [daN/cm}^2\text{]}$$

SEZIONE: **SEZ D-D**
FASE : **2 - Sconto 40%perdite**

Caratteristiche geometriche della sezione

1/A = 0,3922 m ⁻²	1/W _{ss} = ---- m ⁻³	1/W _s = 1,3841 m ⁻³	1/W ₁ = 1,384 m ⁻³
------------------------------	--	---	--

Forza di Precompressione : $N_p = 72,34 \text{ t}$ Eccentricità : $ea = 50 \text{ cm}$

Momento di precompressione : $M_p = 36,168 \text{ [tm]}$
Momento esterno : $M_e = 0 \text{ [tm]}$

Momento risultante : $M_r = 36,168 \text{ [tm]}$

Incremento di tensione normale

$$\Delta\sigma_{ss} = 72,34 \times \text{----} + 36,168 \times \text{----} = \text{----} \text{ [t/m}^2\text{]}$$

$$\Delta\sigma_s = 72,34 \times 0,3922 + 36,168 \times 1,3841 = 78,43 \text{ [t/m}^2\text{]}$$

$$\Delta\sigma_i = 72,34 \times 0,3922 - 36,168 \times 1,3841 = -21,69 \text{ [t/m}^2\text{]}$$

Tensione normale risultante:

$$\sigma_{ss} = \text{----} + \text{----} = \text{----} \text{ [daN/cm}^2\text{]}$$

$$\sigma_s = 93,3 + 7,8 = 101,1 \text{ [daN/cm}^2\text{]}$$

$$\sigma_i = -16,6 + -2,2 = -18,7 \text{ [daN/cm}^2\text{]}$$

SEZIONE: **SEZ D-D**
FASE : **3 - Varo Impalcato**

Caratteristiche geometriche della sezione

1/A = 0,3922 m ⁻²	1/W _{ss} = ---- m ⁻³	1/W _s = 1,384 m ⁻³	1/W ₁ = 1,384 m ⁻³
------------------------------	--	--	--

Forza di Precompressione : $N_p = 0,00 \text{ t}$ Eccentricità : $ea = 50 \text{ cm}$

GENERAL CONTRACTOR  Consorzio Collegamenti Integrati Veloci	ALTA SORVEGLIANZA  GRUPPO FERROVIE DELLO STATO ITALIANE	
IG51-01-E-CV-CL-NV07-0X-007-A00		Foglio 45 di 74

Momento di precompressione : $M_p = 0,000$ [tm]
Momento esterno : $M_e = -612,36$ [tm]
Momento risultante : $M_r = -612,358$ [tm]

Incremento di tensione normale

$\Delta\sigma_{ss} = 0,00 \times -612,36 = -612,36$ [t/m²]
 $\Delta\sigma_s = 0,00 \times 0,3922 + -612,36 \times 1,3841 = -847,55$ [t/m²]
 $\Delta\sigma_i = 0,00 \times 0,3922 - -612,36 \times 1,3841 = 847,55$ [t/m²]

Tensione normale risultante:

$\sigma_{ss} = -612,36 + 0,00 = -612,36$ [daN/cm²]
 $\sigma_s = 101,1 + -84,8 = 16,4$ [daN/cm²]
 $\sigma_i = -18,7 + 84,8 = 66,0$ [daN/cm²]

SEZIONE: **SEZ D-D**
FASE : **4 - Tesatura Finale e sconto perdite residue**

Caratteristiche geometriche della sezione

$1/A = 0,3922$ m ⁻²	$1/W_{ss} = 0,00000$ m ⁻³	$1/W_s = 1,384$ m ⁻³	$1/W_1 = 1,384$ m ⁻³
--------------------------------	--------------------------------------	---------------------------------	---------------------------------

Forza di Precompressione : $N_p = 797,44$ t Eccentricità : $ea = 50$ cm

Momento di precompressione : $M_p = 398,721$ [tm]
Momento esterno : $M_e = 0$ [tm]
Momento risultante : $M_r = 398,72$ [tm]

Incremento di tensione normale

$\Delta\sigma_{ss} = 0,00 \times 0,3922 = 0,00$ [t/m²]
 $\Delta\sigma_s = 797,44 \times 0,3922 + 398,72 \times 1,3841 = 864,58$ [t/m²]
 $\Delta\sigma_i = 797,44 \times 0,3922 - 398,72 \times 1,3841 = -239,1$ [t/m²]

Tensione normale risultante:

$\sigma_{ss} = 0,00 + 0,00 = 0,00$ [daN/cm²]
 $\sigma_s = 16,4 + 86,5 = 102,8$ [daN/cm²]
 $\sigma_i = 66,0 + -23,9 = 42,1$ [daN/cm²]

SEZIONE: **SEZ D-D**
FASE : **5 - Carichi accidentali (Due Impalcati Carichi)**

GENERAL CONTRACTOR  Consorzio Collegamenti Integrati Veloci	ALTA SORVEGLIANZA  GRUPPO FERROVIE DELLO STATO ITALIANE	
IG51-01-E-CV-CL-NV07-0X-007-A00		Foglio 46 di 74

Caratteristiche geometriche della sezione

$1/A = 0,3922 \text{ m}^{-2}$	$1/W_{ss} = 0 \text{ m}^{-3}$	$1/W_s = 1,3841 \text{ m}^{-3}$	$1/W_1 = \frac{1,3840}{8} \text{ m}^{-3}$
-------------------------------	-------------------------------	---------------------------------	---

Forza di Precompressione :
 $N_p = 0,00 \text{ t}$ Eccentricità :
 $ea = 50 \text{ cm}$

Momento di precompressione : $M_p = 0,000 \text{ [tm]}$
 Momento esterno : $Me = 466,89 \text{ [tm]}$

Momento risultante : $Mr = 466,888 \text{ [tm]}$

Incremento di tensione normale

$\Delta\sigma_{ss} = 0,00$	x	0,3922	-	466,89	x	0	=	0,00 [t/m ²]
$\Delta\sigma_s = 0,00$	x	0,3922	-	466,89	x	1,384083	=	-646,21 [t/m ²]
$\Delta\sigma_i = 0,00$	x	0,3922	+	466,89	x	1,384083	=	646,21 [t/m ²]

Tensione normale risultante:

$\sigma_{ss} = 0,00$	+	0,00	=	0,00 [daN/cm ²]
$\sigma_s = 102,8$	+	-64,6	=	38,2 [daN/cm ²]
$\sigma_i = 42,1$	+	64,6	=	106,7 [daN/cm ²]

2.6.3.3 Verifica a pressoflessione Sez- C-C

A 1,56m dal filo della colonna

Sollecitazioni permanente relativo alla sola mensola (Fase 1)

$1,50 \times 5,35 \times 0,70 \times 2,5$	=	14,04 t	x	5,35/2	=	37,57 tm
$1,50 \times 5,35 \times 0,80 \times 2,5/2$	=	8,02 t	x	5,35/3	=	14,30 "
T_p	=	22,06 t		M_p	=	51,87 tm

SEZIONE: **SEZ C-C**
 FASE : 1 - **Tesatura cavi al 50%**

Caratteristiche geometriche della sezione

$1/A = 0,4444 \text{ m}^{-2}$	$1/W_{ss} = \text{----} \text{ m}^{-3}$	$1/W_s = 1,7778 \text{ m}^{-3}$	$1/W_1 = 1,7778 \text{ m}^{-3}$
-------------------------------	---	---------------------------------	---------------------------------

Forza di Precompressione :
 $N_p = 978,28 \text{ kN}$ Eccentricità :
 $ea = 35,00 \text{ cm}$

Momento di precompressione : $M_p = 342,40 \text{ [tm]}$
 Momento esterno : $Me = -51,87 \text{ [tm]}$

Momento risultante : $Mr = 290,529 \text{ [tm]}$

Incremento di tensione normale

GENERAL CONTRACTOR  Consorzio Collegamenti Integrati Veloci	ALTA SORVEGLIANZA  GRUPPO FERROVIE DELLO STATO ITALIANE	IG51-01-E-CV-CL-NV07-0X-007-A00	Foglio 47 di 74
--	--	---------------------------------	--------------------

$\Delta\sigma_{ss} =$	978,28	x	----	-	290,529	x	----	=	----	[t/m ²]
$\Delta\sigma_s =$	978,28	x	0,4444	+	290,529	x	1,7778	=	951,29	[t/m ²]
$\Delta\sigma_i =$	978,28	x	0,4444	-	290,529	x	1,7778	=	-81,70	[t/m ²]

Tensione normale risultante:

$\sigma_{ss} =$	----	[daN/cm ²]
$\sigma_s =$	95,1	[daN/cm ²]
$\sigma_i =$	-8,2	[daN/cm ²]

SEZIONE: **SEZ C-C**
 FASE : **2 - Sconto 40%perdite**

Caratteristiche geometriche della sezione

1/A = 0,4444 m ⁻²	1/W _{ss} = ---- m ⁻³	1/W _s = 1,7778 m ⁻³	1/W ₁ = 1,778 m ⁻³
------------------------------	--	---	--

Forza di Precompressione : $N_p = 72,34$ t Eccentricità : $ea = 35$ cm

Momento di precompressione : $M_p = 25,318$ [tm]
 Momento esterno : $M_e = 0$ [tm]

Momento risultante : $M_r = 25,318$ [tm]

Incremento di tensione normale

$\Delta\sigma_{ss} =$	72,34	x	----		25,318	x	----	=	----	[t/m ²]
$\Delta\sigma_s =$	72,34	x	0,4444	+	25,318	x	1,7778	=	77,16	[t/m ²]
$\Delta\sigma_i =$	72,34	x	0,4444	-	25,318	x	1,7778	=	-12,86	[t/m ²]

Tensione normale risultante:

$\sigma_{ss} =$	----	+	----	=	----	[daN/cm ²]
$\sigma_s =$	95,1	+	7,7	=	102,8	[daN/cm ²]
$\sigma_i =$	-8,2	+	-1,3	=	-9,5	[daN/cm ²]

SEZIONE: **SEZ C-C**
 FASE : **3 - Varo Impalcato**

Caratteristiche geometriche della sezione

1/A = 0,4444 m ⁻²	1/W _{ss} = ---- m ⁻³	1/W _s = 1,778 m ⁻³	1/W ₁ = 1,778 m ⁻³
------------------------------	--	--	--

Forza di Precompressione : $N_p = 0,00$ t Eccentricità : $ea = 35$ cm

Momento di precompressione : $M_p = 0,000$ [tm]

GENERAL CONTRACTOR  Consorzio Collegamenti Integrati Veloci	ALTA SORVEGLIANZA  GRUPPO FERROVIE DELLO STATO ITALIANE	
IG51-01-E-CV-CL-NV07-0X-007-A00		Foglio 48 di 74

Momento esterno : $M_e = \underline{\underline{-352,89}}$ [tm]

Momento risultante : $M_r = \underline{\underline{-352,892}}$ [tm]

Incremento di tensione normale

$\Delta\sigma_{ss} =$	0,00	x	----		-352,89	x	----	=	----	[t/m ²]
$\Delta\sigma_s =$	0,00	x	0,4444	+	-352,89	x	1,7778	=	-627,36	[t/m ²]
$\Delta\sigma_i =$	0,00	x	0,4444	-	-352,89	x	1,7778	=	627,36	[t/m ²]

Tensione normale risultante:

$\sigma_{ss} =$	----	+	----	=	----	[daN/cm ²]
$\sigma_s =$	102,8	+	-62,7	=	40,1	[daN/cm ²]
$\sigma_i =$	-9,5	+	62,7	=	53,3	[daN/cm ²]

SEZIONE: **SEZ C-C**
FASE : **4 - Tesatura Finale e sconto perdite residue**

Caratteristiche geometriche della sezione

$1/A =$ 0,4444 m ⁻²	$1/W_{ss} =$ 0,00000 m ⁻³	$1/W_s =$ 1,778 m ⁻³	$1/W_1 =$ 1,778 m ⁻³
--------------------------------	--------------------------------------	---------------------------------	---------------------------------

Forza di Precompressione : $N_p = 797,44$ t Eccentricità : $ea =$ = 35 cm

Momento di precompressione : $M_p = 279,105$ [tm]
Momento esterno : $M_e = \underline{\underline{0}}$ [tm]

Momento risultante : $M_r = \underline{\underline{279,10}}$ [tm]

Incremento di tensione normale

$\Delta\sigma_{ss} =$	0,00	x	0,4444		279,10	x	0,0000	=	0,00	[t/m ²]
$\Delta\sigma_s =$	797,44	x	0,4444	+	279,10	x	1,7778	=	850,60	[t/m ²]
$\Delta\sigma_i =$	797,44	x	0,4444	-	279,10	x	1,7778	=	-141,8	[t/m ²]

Tensione normale risultante:

$\sigma_{ss} =$	----	+	0,00	=	0,00	[daN/cm ²]
$\sigma_s =$	40,1	+	85,1	=	125,2	[daN/cm ²]
$\sigma_i =$	53,3	+	-14,2	=	39,1	[daN/cm ²]

SEZIONE: **SEZ C-C**
FASE : **5 - Carichi accidentali (Due Impalcati Carichi)**

Caratteristiche geometriche della sezione

$1/A =$ 0,4444 m ⁻²	$1/W_{ss} =$ 0 m ⁻³	$1/W_s =$ 1,7778 m ⁻³	$1/W_1 =$ 1,7778 m ⁻³
--------------------------------	--------------------------------	----------------------------------	----------------------------------

GENERAL CONTRACTOR  Consorzio Collegamenti Integrati Veloci	ALTA SORVEGLIANZA  GRUPPO FERROVIE DELLO STATO ITALIANE	IG51-01-E-CV-CL-NV07-0X-007-A00	Foglio 50 di 74
--	--	---------------------------------	--------------------

$$\Delta\sigma_s = 978,28 \times 0,5128 + 122,502 \times 2,3669 = 791,63 \text{ [t/m}^2\text{]}$$

$$\Delta\sigma_i = 978,28 \times 0,5128 - 122,502 \times 2,3669 = 211,74 \text{ [t/m}^2\text{]}$$

Tensione normale risultante:

$$\sigma_{ss} = \text{----} \text{ [daN/cm}^2\text{]}$$

$$\sigma_s = 79,2 \text{ [daN/cm}^2\text{]}$$

$$\sigma_i = 21,2 \text{ [daN/cm}^2\text{]}$$

SEZIONE: **SEZ B-B**
 FASE : **2 - Sconto 40%perdite**

Caratteristiche geometriche della sezione

1/A = 0,5128 m ⁻²	1/W _{ss} = ---- m ⁻³	1/W _s = 2,3669 m ⁻³	1/W ₁ = 2,367 m ⁻³
------------------------------	--	---	--

Forza di Precompressione : $N_p = 72,34 \text{ t}$ Eccentricità : $ea = 15 \text{ cm}$

Momento di precompressione : $M_p = 10,850 \text{ [tm]}$
 Momento esterno : $M_e = 0 \text{ [tm]}$

Momento risultante : $M_r = 10,850 \text{ [tm]}$

Incremento di tensione normale

$$\Delta\sigma_{ss} = 72,34 \times \text{----} + 10,850 \times \text{----} = \text{----} \text{ [t/m}^2\text{]}$$

$$\Delta\sigma_s = 72,34 \times 0,5128 + 10,850 \times 2,3669 = 62,78 \text{ [t/m}^2\text{]}$$

$$\Delta\sigma_i = 72,34 \times 0,5128 - 10,850 \times 2,3669 = 11,41 \text{ [t/m}^2\text{]}$$

Tensione normale risultante:

$$\sigma_{ss} = \text{----} + \text{----} = \text{----} \text{ [daN/cm}^2\text{]}$$

$$\sigma_s = 79,2 + 6,3 = 85,4 \text{ [daN/cm}^2\text{]}$$

$$\sigma_i = 21,2 + 1,1 = 22,3 \text{ [daN/cm}^2\text{]}$$

SEZIONE: **SEZ B-B**
 FASE : **3 - Varo Impalcato**

Caratteristiche geometriche della sezione

1/A = 0,5128 m ⁻²	1/W _{ss} = ---- m ⁻³	1/W _s = 2,367 m ⁻³	1/W ₁ = 2,367 m ⁻³
------------------------------	--	--	--

Forza di Precompressione : $N_p = 0,00 \text{ t}$ Eccentricità : $ea = 15 \text{ cm}$

Momento di precompressione : $M_p = 0,000 \text{ [tm]}$
 Momento esterno : $M_e = -164,48 \text{ [tm]}$

Momento risultante : $M_r = -164,476 \text{ [tm]}$

Incremento di tensione normale

$$\begin{aligned} \Delta\sigma_{ss} &= 0,00 \quad \times \quad \text{----} \quad \quad \quad -164,48 \quad \times \quad \text{----} \quad = \quad \text{----} \quad [t/m^2] \\ \Delta\sigma_s &= 0,00 \quad \times \quad 0,5128 \quad + \quad -164,48 \quad \times \quad 2,3669 \quad = \quad -389,29 \quad [t/m^2] \\ \Delta\sigma_i &= 0,00 \quad \times \quad 0,5128 \quad - \quad -164,48 \quad \times \quad 2,3669 \quad = \quad 389,29 \quad [t/m^2] \end{aligned}$$

Tensione normale risultante:

$$\begin{aligned} \sigma_{ss} &= \text{----} \quad + \quad \text{----} \quad = \quad \text{----} \quad [daN/cm^2] \\ \sigma_s &= 85,4 \quad + \quad -38,9 \quad = \quad 46,5 \quad [daN/cm^2] \\ \sigma_i &= 22,3 \quad + \quad 38,9 \quad = \quad 61,2 \quad [daN/cm^2] \end{aligned}$$

SEZIONE: **SEZ B-B**
 FASE : **4 - Tesatura Finale e sconto perdite residue**

Caratteristiche geometriche della sezione

1/A = 0,5128 m ²	1/W _{ss} = 0,00000 m ⁻³	1/W _s = 2,367 m ⁻³	1/W ₁ = 2,367 m ⁻³
-----------------------------	---	--	--

Forza di Precompressione :
 N_p = 797,44 t

Eccentricità :
 ea = 15 cm

Momento di precompressione : Mp = 119,616 [tm]
 Momento esterno : Me = 0 [tm]

Momento risultante : Mr = **119,62** [tm]

Incremento di tensione normale

$$\begin{aligned} \Delta\sigma_{ss} &= 0,00 \quad \times \quad 0,5128 \quad \quad \quad 119,62 \quad \times \quad 0,0000 \quad = \quad 0,00 \quad [t/m^2] \\ \Delta\sigma_s &= 797,44 \quad \times \quad 0,5128 \quad + \quad 119,62 \quad \times \quad 2,3669 \quad = \quad 692,06 \quad [t/m^2] \\ \Delta\sigma_i &= 797,44 \quad \times \quad 0,5128 \quad - \quad 119,62 \quad \times \quad 2,3669 \quad = \quad 125,8 \quad [t/m^2] \end{aligned}$$

Tensione normale risultante:

$$\begin{aligned} \sigma_{ss} &= \text{----} \quad + \quad 0,00 \quad = \quad 0,00 \quad [daN/cm^2] \\ \sigma_s &= 46,5 \quad + \quad 69,2 \quad = \quad 115,7 \quad [daN/cm^2] \\ \sigma_i &= 61,2 \quad + \quad 12,6 \quad = \quad 73,8 \quad [daN/cm^2] \end{aligned}$$

SEZIONE: **SEZ B-B**
 FASE : **5 - Carichi accidentali (Due Impalcati Carichi)**

Caratteristiche geometriche della sezione

1/A = 0,5128 m ²	1/W _{ss} = 0 m ⁻³	1/W _s = 2,3669 m ⁻³	1/W ₁ = 2,36686 m ⁻³
-----------------------------	---------------------------------------	---	--

Forza di Precompressione :
 N_p = 0,00 t

Eccentricità :
 ea = 15 cm

Momento di precompressione : Mp = 0,000 [tm]

<p>GENERAL CONTRACTOR</p>  <p>Consorzio Collegamenti Integrati Veloci</p>	<p>ALTA SORVEGLIANZA</p>  <p>GRUPPO FERROVIE DELLO STATO ITALIANE</p>	
IG51-01-E-CV-CL-NV07-0X-007-A00		Foglio 52 di 74

Momento esterno : $M_e = \underline{\quad 156,40 \quad}$ [tm]

Momento risultante : $M_r = \underline{\quad 156,397 \quad}$ [tm]

Incremento di tensione normale

$\Delta\sigma_{ss} =$	0,00	x	0,5128	-	156,40	x	0	=	0,00	[t/m ²]
$\Delta\sigma_s =$	0,00	x	0,5128	-	156,40	x	2,3668639	=	-370,17	[t/m ²]
$\Delta\sigma_i =$	0,00	x	0,5128	+	156,40	x	2,3668639	=	370,17	[t/m ²]

Tensione normale risultante:

$\sigma_{ss} =$	0,00	+	0,00	=	0,00	[daN/cm ²]
$\sigma_s =$	115,7	+	-37,0	=	78,7	[daN/cm ²]
$\sigma_i =$	73,8	+	37,0	=	110,8	[daN/cm ²]

2.6.4 Verifiche a Taglio e Torsione

2.6.4.1 Due Impalcati Carichi

SEZ A-

A-	B =	150 cm	1,5 m
	H =	110 cm	1,1 m
	Hu =	106 cm	1,06 m

T = 1257,59

Mf = 1037,33

Mo = 0,00

Taglio

$\tau = 8,79$ daN/cm²

Torsione

$\psi = 4,39$

$\tau = 0,00$ daN/cm²

SEZ B-B

B-B	B =	150 cm	1,5 m
	H =	112 cm	1,12 m
	Hu =	108 cm	1,08 m

T = 2066,45 kN

Mf = 3451,13 kNm

Mo = 0,00 kNm

Taglio

$\tau = 14,17$ daN/cm²

Torsione

$\psi = 4,41$

$\tau = 0,00$ daN/cm²

SEZ C-C

C-C	B =	150 cm	1,5 m
	H =	130 cm	1,3 m
	Hu =	126 cm	1,26 m

T = 2760,52 kN



$M_f = 7046,28 \text{ kNm}$
 $M_o = 0,00 \text{ kNm}$
 Taglio
 $\tau = 16,23 \text{ daN/cm}^2$
 Torsione
 $\psi = 4,58$
 $\tau = 0,00 \text{ daN/cm}^2$

SEZ D-D
 $B = 150 \text{ cm}$ $1,5 \text{ m}$
 $H = 140 \text{ cm}$ $1,4 \text{ m}$
 $H_u = 136 \text{ cm}$ $1,36 \text{ m}$

$T = 3339,78$
 $M_f = 11715,15$
 $M_o = 0,00$
 Taglio
 $\tau = 18,19 \text{ daN/cm}^2$
 Torsione
 $\psi = 4,67$
 $\tau = 0,00 \text{ daN/cm}^2$

TRATTO A-B

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

Armatura Longitudinale dedicata alla Torsione
per lato

$A_l = 0,00 \text{ cm}^2 = 0,0 \text{ cm}^2$

Armatura staffe dedicate alla torsione

$A_{st} = 0,00 \text{ cm}^2/20$

$\theta_{a-b} = 179099 \text{ daN}$

Staffe
 n. braccia 4
 sez 1,54 cm²
 tensione di calcolo 2200 daN/cm²
 passo 15 cm²

$\theta_{st} = 93961 \text{ daN}$
 $0,0 \text{ daN}$

 93961 daN

barre piegate
 n. 6
 sez 5,31 cm²
 tensione di calcolo 2200 daN/cm²

$\theta_p = 99110 \text{ daN}$

$\theta_{st+p} = 193071 > \theta_{a-b} = 179099 \text{ daN}$

TRATTO B-C

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

Armatura Longitudinale dedicata alla Torsione
per lato

$$A_l = 0,00 \text{ cm}^2 = 0,0 \text{ cm}^2$$

Armatura staffe dedicate alla torsione

$$A_{st} = 0,00 \text{ cm}^2/20$$

$$\theta_{a-b} = 237135 \text{ daN}$$

Staffe	n.	
	braccia	4
	sez	1,54 cm ²
	tensione di calcolo	2200 daN/cm ²
	passo	10 cm
$\theta_{st} =$	140941 daN	
	<u>0,0 daN</u>	
	140941 daN	

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

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

$$\theta_{st+p} = 223533 > \theta_{a-b} = 237135 \text{ daN}$$

TRATTO C-D

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

Armatura Longitudinale dedicata alla Torsione
per lato

$$A_l = 0,00 \text{ cm}^2 = 0,0 \text{ cm}^2$$

Armatura staffe dedicate alla torsione

$$A_{st} = 0,00 \text{ cm}^2/20$$

$$\theta_{c-d} = 211679 \text{ daN}$$

Staffe	n.	
	braccia	4
	sez	1,54 cm ²
	tensione di calcolo	2200 daN/cm ²
	passo	10 cm
$\theta_{st} =$	111126 daN	
	<u>0,0 daN</u>	
	111126 daN	

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

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

GENERAL CONTRACTOR



ALTA SORVEGLIANZA



IG51-01-E-CV-CL-NV07-0X-007-A00

Foglio
55 di 74

$\theta_{st+p} = 193718 >$ $\theta_{a-b} = 211679 \text{ daN}$

2.6.4.2 Un Impalcato Carico

SEZ A-

A-	B =	150 cm	1,5 m
	H =	93 cm	0,93 m
	Hu =	89 cm	0,89 m

T = 1151,83

Mf = 947,70

Mo = 204,25

Taglio

$\tau = 9,59 \text{ daN/cm}^2$

Torsione

$\psi = 4,22$

$\tau = 7,25 \text{ daN/cm}^2$

SEZ B-B

B-B	B =	150 cm	1,5 m
	H =	112 cm	1,12 m
	Hu =	108 cm	1,08 m

T = 1910,25 kN

Mf = 3167,42 kNm

Mo = 194,07 kNm

Taglio

$\tau = 13,10 \text{ daN/cm}^2$

Torsione

$\psi = 4,41$

$\tau = 4,90 \text{ daN/cm}^2$

SEZ C-C

C-C	B =	150 cm	1,5 m
	H =	130 cm	1,3 m
	Hu =	126 cm	1,26 m

T = 2578,62 kN

Mf = 6526,50 kNm

Mo = 260,59 kNm

Taglio

$\tau = 15,16 \text{ daN/cm}^2$

Torsione

$\psi = 4,58$

$\tau = 5,02 \text{ daN/cm}^2$

SEZ D-D

D-D	B =	150 cm	1,5 m
	H =	140 cm	1,4 m
	Hu =	136 cm	1,36 m

T = 3156,94

Mf = 10884,45

Mo = 286,21

Taglio

$\tau = 17,19 \text{ daN/cm}^2$

Torsione

$\psi = 4,67$

$$\tau = 4,82 \text{ daN/cm}^2$$

TRATTO A-B

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

Armatura Longitudinale dedicata alla Torsione

$$A_l = 17,12 \text{ cm}^2 = 4,3 \text{ cm}^2 \text{ per lato}$$

Armatura staffe dedicata alla torsione

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

$$\theta_{a-b} = 176970 \text{ daN}$$

Staffe	n.	
	braccia	4
	sez	1,54 cm ²
	tensione di calcolo	2200 daN/cm ²
	passo	15 cm ²

$$\theta_{st} = 93961 \text{ daN}$$

$$\underline{-423,9 \text{ daN}}$$

$$93537 \text{ daN}$$

barre piegate	n.	6
	sez	5,31 cm ²
	tensione di calcolo	2200 daN/cm ²

$$\theta_p = 99110 \text{ daN}$$

$$\theta_{st+p} = 192647 > \theta_{a-b} = 176970 \text{ daN}$$

TRATTO B-C

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

Armatura Longitudinale dedicata alla Torsione

$$A_l = 14,45 \text{ cm}^2 = 3,6 \text{ cm}^2 \text{ per lato}$$

Armatura staffe dedicata alla torsione

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

$$\theta_{a-b} = 220438 \text{ daN}$$

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

$$\theta_{st} = 140941 \text{ daN}$$

$$\underline{-330,6 \text{ daN}}$$

$$140610 \text{ daN}$$

barre piegate	n.	5
---------------	----	---

sez 5,31 cm²
 tensione di calcolo 2200 daN/cm²

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

$\theta st+p = 223202 >$ $\theta a-b = 220438 \text{ daN}$

TRATTO C-D

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

Armatura Longitudinale dedicata alla Torsione

per lato
 $Al = 17,78 \text{ cm}^2 = 4,4 \text{ cm}^2$

Armatura staffe dedicate alla torsione

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

$\theta c-d = 198978 \text{ daN}$

Staffe n. braccia 4
 sez 1,54 cm²
 tensione di calcolo 2200 daN/cm²
 passo 10 cm²

$\theta st = 111126 \text{ daN}$
 $\underline{-299,2 \text{ daN}}$
 110827 daN

barre piegate n. 6
 sez 5,31 cm²
 tensione di calcolo 2200 daN/cm²

$\theta p = 99110 \text{ daN}$

$\theta st+p = 209937 >$ $\theta a-b = 198978 \text{ daN}$

2.6.4.3 Condizioni Sismiche

SEZ A-A- B = 150 cm 1,5
 H = 93 cm 0,93
 Hu = 89 cm 0,89

T = 769,88

Mf = 623,16

Mo = 0,00

Taglio

$\tau = 6,41 \text{ daN/cm}^2$

Torsione

$\psi = 4,22$

$\tau = 0,00 \text{ daN/cm}^2$

SEZ B-B

B =	150 cm	1,5
H =	112 cm	1,12
Hu =	108 cm	1,08

T =	769,88 kN
Mf =	2113,62 kNm
Mo =	0,00 kNm
Taglio	
$\tau =$	5,28 daN/cm ²
Torsione	
$\psi =$	4,41
$\tau =$	0,00 daN/cm ²

SEZ C-C

B =	150 cm	1,5
H =	130 cm	1,3
Hu =	126 cm	1,26

T =	1968,25 kN
Mf =	4614,29 kNm
Mo =	0,00 kNm
Taglio	
$\tau =$	11,57 daN/cm ²
Torsione	
$\psi =$	4,58
$\tau =$	0,00 daN/cm ²

SEZ D-D

B =	150 cm	1,5
H =	140 cm	1,4
Hu =	136 cm	1,36

T =	2587,44
Mf =	8032,75
Mo =	0,00
Taglio	
$\tau =$	14,09 daN/cm ²
Torsione	
$\psi =$	4,67
$\tau =$	0,00 daN/cm ²

TRATTO A-B

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

Armatura Longitudinale dedicata alla Torsione
per lato

Al = 0,00 cm² = 0,0 cm²

Armatura staffe dedicate alla torsione

Ast = 0,00 cm²/20

θ a-b = 91167 daN

Staffe n.
braccia 4



	sez	1,54	cm ²		
	tensione di calcolo	2200	daN/cm ²		
	passo	15	cm ²		
$\theta_{st} =$	93961	daN			
	<u>0,0</u>	daN			
	93961	daN			
barre piegate	n.	6			
	sez	5,31	cm ²		
	tensione di calcolo	2200	daN/cm ²		
$\theta_p =$	99110	daN			
$\theta_{st+p} =$	193071	>		$\theta_{a-b} =$	91167 daN

TRATTO B-C

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

Armatura Longitudinale dedicata alla Torsione
per latoAl = 0,00 cm² = 0,0 cm²

Armatura staffe dedicate alla torsione

Ast = 0,00 cm²/20 $\theta_{a-b} = 131442$ daN

Staffe	n.	4			
	braccia				
	sez	1,54	cm ²		
	tensione di calcolo	2200	daN/cm ²		
	passo	10	cm ²		
$\theta_{st} =$	140941	daN			
	<u>0,0</u>	daN			
	140941	daN			
barre piegate	n.	5			
	sez	5,31	cm ²		
	tensione di calcolo	2200	daN/cm ²		

 $\theta_p = 82592$ daN $\theta_{st+p} = 223533 >$ $\theta_{a-b} = 131442$ daN**TRATTO C-D**

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

Armatura Longitudinale dedicata alla Torsione
per latoAl = 0,00 cm² = 0,0 cm²

Armatura staffe dedicate alla torsione

Ast = 0,00 cm²/20

GENERAL CONTRACTOR  Consorzio Collegamenti Integrati Veloci	ALTA SORVEGLIANZA  GRUPPO FERROVIE DELLO STATO ITALIANE
	IG51-01-E-CV-CL-NV07-0X-007-A00 Foglio 61 di 74

θ c-d = 157833 daN

Staffe
 n. braccia 4
 sez 1,54 cm²
 tensione di calcolo 2200 daN/cm²
 passo 10 cm²

θ st = 111126 daN
 0,0 daN
 111126 daN

barre piegate
 n. 6
 sez 5,31 cm²
 tensione di calcolo 2200 daN/cm²

θ p = 99110 daN

θ st+p = 210236 > θ a-b = 157833 daN

2.6.5 Verifiche a Flessione e Fessurazione

Verifiche delle sez. A-A e B-B considerate in cemento armato con armatura ordinaria

2.6.5.1 SEZ A-A

Elemento: Verifica Mensola Sez A-A Pila 2

Dati

geometrici: Altezza sezione: H = 110 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' = 106,00 cm

Armature:

strato arm.	posizione dello strato (cm)	A (cm ²)	barre (n ϕ diam)
1	4	16,08	8 ϕ 16
2	0	0,00	ϕ
3	0	42,47	8 ϕ 26
4	106	74,33	14 ϕ 26

Sollecitazioni: Sforzo normale: N = 0 daN
 Momento flettente: M = 103733 daN m
 T = 125759 daN

Verifica a Taglio: τ = 8,79 daN/cm²

Verifica a Flessione: Asse neutro: 28,73 cm

GENERAL CONTRACTOR  Consorzio Collegamenti Integrati Veloci	ALTA SORVEGLIANZA  GRUPPO FERROVIE DELLO STATO ITALIANE	
IG51-01-E-CV-CL-NV07-0X-007-A00		Foglio 62 di 74

$$x =$$

$$\sigma_c = \frac{35}{2} \text{ daN/cm}^2$$

$$\sigma_s = \frac{1414}{2} \text{ daN/cm}^2$$

Materiale:	Acciaio FeB	44	k	$\sigma_{s \text{ amm}} =$	2600	$\frac{\text{daN/cm}^2}{2}$
	Calcestruzzo Rbk	350		$\sigma_{c \text{ amm}} =$	110	$\frac{\text{daN/cm}^2}{2}$
	Modulo elastico acciaio=	2100000				
	Resistenza a trazione del cls					$\Phi = \frac{E_t}{E_c} =$
rif. 2.1.2	fctm=	28,89	daN/cm ²			0,50
	Resistenza a trazione del cls					
rif. 4.3.1.2	fcfk=	24,27	daN/cm ²	x =	48,57	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	0,202
	Larghezza efficace:	b _{eff.}	150,00 cm
	Altezza efficace:	d _{eff.}	23,50 cm
	Area efficace:	Ac _{eff.}	3525,00 cm ²
	Area acciaio posta in Ac _{eff.} :	As	116,80 cm ²
	Percentuale di armatura efficace:	ρ_r	0,0331
	Distanza media tra le fessure:	S _{rm}	18,35 cm

Calcolo della deformazione unitaria media dell'armatura:

	Tensione dell'acciaio:	σ_s	1413,89	$\frac{\text{daN/cm}^2}{2}$
	Tensione dell'acciaio 1° fessurazione:	σ_{sr}	1101,53	$\frac{\text{daN/cm}^2}{2}$
	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}	0,000469	

Calcolo ampiezza delle fessure:

rif. 4.3.1.7.1.2		wk	0,146 mm	<	0,200 mm
------------------	--	----	----------	---	----------



2.6.5.2 SEZ B-B

Si omette la verifica a fessurazione in quanto la sezione è precompressa

Elemento: Verifica Plinto PILA 2 in senso long.

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	4	16,08	8 ϕ 16
2	0	0,00	ϕ
3	124	42,47	8 ϕ 26
4	126	79,64	15 ϕ 26

Sollecitazioni:

Sforzo normale:	N =	0	daN
Momento flettente:	M =	345113	daN m
	T =	206645	daN
			daN/cm

Verifica a Taglio:

$$\tau = 12,15 \text{ 2}$$

Verifica a Flessione:

$$\begin{aligned} \text{Asse neutro: } x &= 43,31 \text{ cm} \\ &= 43,31 \text{ daN/cm} \\ \sigma_c &= 89 \text{ 2} \\ &= 89 \text{ daN/cm} \\ \sigma_s &= 2562 \text{ 2} \end{aligned}$$

GENERAL CONTRACTOR  Consorzio Collegamenti Integrati Veloci	ALTA SORVEGLIANZA  GRUPPO FERROVIE DELLO STATO ITALIANE
IG51-01-E-CV-CL-NV07-0X-007-A00	Foglio 64 di 74

3 PILA 3

3.1 Analisi dei carichi

3.1.1 Permanenti

Impalcato

	p.u.	largh.	lungh	spessore	γ -p.p.	carico	dist.bar	Y	momenti	MT
soletta		9,25	1,00	0,25	25	= 57,813 kN/m	x	0,00	=	0,00 kNm/m
cordoli	1	1,20	1,00	0,25	25	= 7,500 kN/m	x	4,03	=	30,23 kNm/m
cordoli	1	0,55	1,00	0,25	25	= 3,438 kN/m	x	-4,38	=	-15,06 kNm/m
cordoli	0	0,00	1,00	0,25	25	= 0,000 kN/m	x	0,00	=	0,00 kNm/m
pavimentazione			1,00	9,25	3	= 27,750 kN/m	x	-0,32	=	-8,88 kNm/m
parapetti	1				1,5	= 1,500 kN/m	x	4,53	=	6,80 kNm/m
guardiavia+barriera										
fonoass.		1			4	= 4,000 kN/m	x	-4,53	=	-18,12 kNm/m
trave	15	1,00	1,00	0,159	25,00	= 59,625 kN/m	x	0,00	=	0,00 kNm/m
						161,625 kN/m			=	-5,04 kNm/m
traversi		0,30	7,50	0,60	25,00	= 33,750 kN				

Al baricentro
impalcato

1245,94 kN
1043,91 kN
-69,25 kNm

Sollecitazioni al bordo pila lato
terrapieno

MT trasporto

Carico dovuto ai due semi-impalcato sulla pila:

N = 2289,844 kN
x 4,625 =
ML = 90,91 kNm
MT = 5693,21 kNm

Pila

	p.u.	largh.	altezz a	lungh	γ -p.p.	carico			=	
corpo pila		2,50	7,10	3,28	25	= 1453,28 kN	x	1,64	=	2379,75 kNm
corpo pila a detrarre		-1,00	2,25	3,00	25	= -168,75 kN	x	1,50	=	-253,13 kNm
mensola		1,60	1,70	6,28	25	= 427,04 kN	x	6,42	=	2739,46 kNm
pulvino a detrarre		-0,5	1,60	1,12	25	= -140,67 kN	x	7,46	=	-1049,65 kNm
						1570,90 kN			=	3816,44 kNm
fondazione		3,50	1,50	3,60	25	= 472,50 kN	x	5,50	=	2598,75 kNm
		3,70	1,50	3,60	25	= 499,50 kN	x	1,85	=	924,08 kNm
terreno		3,50	0,50	3,60	18	= 113,40 kN	x	1,80	=	204,12 kNm
		0,00	0,00	0,00	18	= 0,00 kN	x	0,00	=	0,00 kNm
						1085,40 kN			=	3726,95 kNm

Altezza totale della pila + il pulvino 7,10 m

Totale permanenti alla base della fondazione

GENERAL CONTRACTOR  Consorzio Collegamenti Integrati Veloci	ALTA SORVEGLIANZA  GRUPPO FERROVIE DELLO STATO ITALIANE
IG51-01-E-CV-CL-NV07-0X-007-A00	
Foglio 65 di 74	

Peso impalcati	1	x	1245,94 =	1245,94 kN		5693,21	kNm
Peso corpo pile	1	x	1570,90 =	1570,90 kN		3816,44	kNm
Peso fondazione				1085,40 kN		3726,95	kNm
			N	3902,24 kN		13236,59	kNm
					Mt		

Alla Base della Pila B=1,50m

	p.u.	largh.	altezz a	lungh	γ -p.p.	carico				
corpo pila		1,50	4,05	2,40	25	= 364,50 kN	x	1,20	=	437,40 kNm
mensola		1,60	1,70	6,28	25	= 427,04 kN	x	5,54	=	2365,80 kNm
	-0,5	1,50	1,12	6,28	25	= -131,88 kN	x	6,59	=	-868,65 kNm
						659,66 kN				1934,55 kNm

Totale permanenti alla base della pila

Peso impalcati	1	x	2289,84 =	2289,84 kN		5693,21	kNm
Peso corpo pile	1	x	659,66 =	659,66 kN		1934,55	kNm
			N	2949,50 kN		7627,76	kNm
					Mt		

3.1.2 Accidentali sull'impalcato

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	$M_T = R_{\max} (e_1 + 0,5 \times e_2) =$	4746,66	kNm
Momento Longitudinale agente sulla pila	$M_L =$	10,69	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	kN
eccentricità 1	$e1 =$	6,3	m
eccentricità 2	$e2 =$	2,8	m
	$e(\text{folla}) =$	8,55	m
Momento Trasversale agente sulla pila	$M_T = R_{\max} (e_1 + 0,5 \times e_2) + e \times R_{\text{folla}} =$	11162,78	kNm
Momento Longitudinale agente sulla pila	$M_L =$	10,69	kNm

C - 1 impalcato Carico - 2 colonne lato interno

Carico agente sulla pila	$N=R_{\max} \times (1+0,5) =$	1210,27	kN
eccentricità 1	$e1 =$	2,3	m
eccentricità 2	$e2 =$	5,8	m

GENERAL CONTRACTOR  Consorzio Collegamenti Integrati Veloci	ALTA SORVEGLIANZA  GRUPPO FERROVIE DELLO STATO ITALIANE
	IG51-01-E-CV-CL-NV07-0X-007-A00 Foglio 66 di 74

Momento Trasversale agente sulla pila

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

Momento Longitudinale agente sulla pila

$$M_L = 544,62 \quad \text{kNm}$$

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

Carico agente sulla pila $N = R_{\max} \cdot X(1+0,5) + \text{folla} = 1250,62 \quad \text{kN}$

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

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

Momento Longitudinale agente sulla pila

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

3.1.3 Frenatura

altezza impalcato	0,85	m
altezza appoggio	0,10	m
altezza pila	7,10	m
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:

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

	H_L	90,00	kN
a)	<u>alla base della fondazione</u>		
	h	9,55	m
	M_L	1719,00	kNm
b)	<u>alla base della elevazione</u>		
	h	4,45	m
	M_L	400,50	kNm

3.1.4 Forza Centrifuga

Raggio curva	R=	40	m
carico	$q = 300/R =$	7,50	kN/m

GENERAL CONTRACTOR  Consorzio Collegamenti Integrati Veloci	ALTA SORVEGLIANZA  GRUPPO FERROVIE DELLO STATO ITALIANE
	IG51-01-E-CV-CL-NV07-0X-007-A00

Foglio
67 di 74

altezza impalcato	0,85	m
altezza appoggio	0,10	m
altezza pila+pulvino	7,10	m
altezza fondazione	1,50	m
numero pile	2	
braccio	b=	10,55 m

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 $M_T = H_T \cdot b = 3560,63 \text{ kNm}$

b) Due impalcati
carico trasversale

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

momento trasversale $M_T = H_T \cdot b = 7121,25 \text{ kNm}$

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

3.1.5 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	7,10	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	9,125	x	290,86	kNm
accidentale	106,88	kN	x	10,975	x	1172,95	\
pulvino	26,69	kN	x	9,45	x	252,22	kNm
pila	0,00	kN	x	5,05	x	0,00	kNm
H_T=	165,44	kN				M_T	1716,03 kNm

		=									
b)	numero campate	1	2								
impalcato				31,88	kN	x	9,125	x	290,86	kNm	
accidentale				53,44	kN	x	10,975	x	586,48	kNm	
pulvino				26,69	kN	x	9,45	x	252,22	kNm	
pila				0,00	kN	x	5,05	x	0,00	kNm	
				H_T=	112,00	kN			M_T=	1129,56	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				26,69	kN	x	4,20	x	112,10	kNm		
pila				43,75	kN	x	1,75	x	76,56	kNm		
				H_T=	209,19	kN			M_T	=	944,85	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				26,69	kN	x	4,20	x	112,10	kNm		
pila				43,75	kN	x	1,75	x	76,56	kNm		
				H_T=	155,75	kN			M_T	=	630,90	kNm

3.1.6 Attrito Appoggi

Si assume un coeff. d'attrito

$$\phi_a = 0,02$$

altezza appoggio	0,10	m
altezza pila + pulvino	7,10	m
altezza fondazione	1,50	m

permanenti impalcato

N	1245,94	x	0,02	=	24,919	kN	x	8,70	=	216,79	kNm
accidentali trasmessi dall' impalcato C.d.C. A											
Na	1369,23	x	0,02	=	27,385	kN	x	8,70	=	238,25	kNm
accidentali trasmessi dall' impalcato C.d.C. B											
Nb	1210,27	x	0,02	=	24,205	kN	x	8,70	=	210,59	kNm
accidentali trasmessi dall' impalcato C.d.C. A											
Na	2,80	x	0,02	=	0,056	kN	x	8,70	=	0,49	kNm

3.1.7 Sisma

GENERAL CONTRACTOR  Consorzio Collegamenti Integrati Veloci	ALTA SORVEGLIANZA  GRUPPO FERROVIE DELLO STATO ITALIANE	
IG51-01-E-CV-CL-NV07-0X-007-A00		Foglio 69 di 74

SISMA VERTICALE

zona	S= 6	l= 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			3902,24 t	
	ΔN_{el}	$\pm 0,096$	x	3902,24 = 374,61 kN

numero di pile 1

SISMA ORIZZONTALE

Impalcato

	p.u.	largh.	lungh.	spessore	γ -p.p.	carico	momenti
soletta		1,20	15,00	0,25	25	1 = 112,50 kN	x 1,075 = 120,94 kNm
cordoli	1	2,35	15,00	0,15	25	1 = 132,19 kN	x 1,275 = 168,54 kNm
cordoli	1	1,25	15,00	0,25	25	1 = 117,19 kN	x 1,475 = 172,85 kNm
cordoli	1	0,50	15,00	0,25	25	1 = 46,88 kN	x 1,325 = 62,11 kNm
pavimentazione		7,50	15,00		3,000	1 = 337,50 kN	x 1,250 = 421,88 kNm
guardiavia+parapetti		0,10	15,00	2	3,000	1 = 91,50 kN	x 1,600 = 146,40 kNm
trave	15		15,00	0,159	25	1 = 894,38 kN	x 0,525 = 469,55 kNm
traversi	0	0,30	1,50	5,50	25	1 = 0,00 kN	x 1,25 = 0,00 kNm
						1732,13 kN	1562,26 kNm

$$M= 1562,26 \quad x \quad 0,048 \quad = \quad 74,99 \quad tm$$

SISMA LONGITUDINALE

coefficiente incremento sismico orizzontale	β	x	l	x	c	= 0,048
lunghezza totale impalcato						15,00 m
altezza: impalcato + pila	1,50	+	7,10	+	0,10	= 8,70 m

▪ sisma sull'impalcato

permanenti portati	1245,94					
Apparecchio d'appoggio in neoprene armato				2	campate	
$H_L=$	0,048	x	1.245,94	=	59,81	kN
$M_L=$	74,988	+	59,81	x	8,70	= 595,29 kNm

▪ sisma sulla pila

distanza baricentro-base fondazione

pila a detrarre	2,63	m	(altezza concio/2+mensola+corpo pila+fondazione)
pulvino	9,45	m	(altezza pulvino/2+corpo pila+fondazione)
terreno	5,05	m	(altezza terreno/2+fondazione)
corpo pila	5,05	m	(altezza corpo pila/2+fondazione)
fondazione	0,75	m	(altezza fondazione/2)

concio pila pieno	1	0,048	-168,75	t	=	-8,10	x	2,63	=	-21,26	kNm
pulvino	1	0,048	286,37	t	=	13,75	x	9,45	=	129,90	kNm
corpo pila	1	0,048	1453,28	t	=	69,76	x	5,05	=	352,28	kNm
						75,40	kN			460,91	kNm

GENERAL CONTRACTOR  Consorzio Collegamenti Integrati Veloci	ALTA SORVEGLIANZA  GRUPPO FERROVIE DELLO STATO ITALIANE	
IG51-01-E-CV-CL-NV07-0X-007-A00		Foglio 70 di 74

$$\text{fondazione} \quad 0,048 \quad 472,50 \quad t \quad = \quad 22,68 \quad x \quad 0,75 \quad = \quad 17,01 \quad \text{kNm}$$

Alla base della fondazione

$$\begin{aligned}
 H_L &= 59,81 + 75,40 + 22,68 = 157,89 \quad \text{kN} \\
 M_L &= 595,29 + 460,91 + 17,01 = 1.073,21 \quad \text{kNm}
 \end{aligned}$$

SISMA TRASVERSALE

$$\begin{aligned}
 H_T &= 157,89 \quad \text{kN} \\
 M_T &= 1073,21 \quad \text{kNm}
 \end{aligned}$$

Alla base dell' elevazione

- sisma sull'impalcato

$$\begin{aligned}
 H_L &= 59,81 \quad \text{kN} \\
 M_L &= 74,988 + 59,81 \times 4,45 = 341,12 \quad \text{kNm}
 \end{aligned}$$

- sisma sulla pila

$$\begin{aligned}
 \text{concio pila} & \quad 1 \quad 0,048 \quad 364,50 \quad t \quad = \quad 17,50 \quad x \quad 1,75 \quad = \quad 30,62 \quad \text{kNm} \\
 \text{pulsino} & \quad 1 \quad 0,048 \quad 295,16 \quad t \quad = \quad \frac{14,17}{31,66} \quad x \quad 2,80 \quad = \quad \frac{39,67}{70,29} \quad \text{kNm}
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 H_L &= 91,47 \quad \text{kN} \\
 M_L &= 411,41 \quad \text{kNm} \\
 H_T &= 91,47 \quad \text{kN} \\
 M_T &= 411,41 \quad \text{kNm}
 \end{aligned}$$

3.2 Combinazioni di Carico

3.2.1 Combinazioni alla base della Fondazione

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

$$\begin{aligned}
 N &= 3902,24 + 1369,23 = 5271,47 \quad \text{kN} \\
 M_T &= 4746,66 + 0,60 \times 1129,56 + 13236,59 = 18660,99 \quad \text{kNm} \\
 H_T &= 0,6 \times 112,00 = 67,20 \quad \text{kN} \\
 M_L &= 216,79 + 216,79 + 10,69 = 444,28 \quad \text{kNm} \\
 H_L &= 24,92 + 24,91875 = 49,84 \quad \text{kN}
 \end{aligned}$$

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

$$\begin{aligned}
 N &= 3902,24 + 1250,62 = 5152,86 \quad \text{kN} \\
 M_T &= 9971,09 + 0,60 \times 1129,56 + 13236,59 = 23885,42 \quad \text{kNm} \\
 H_T &= 0,6 \times 112,00 = 67,20 \quad \text{kN} \\
 M_L &= 216,79 + 210,59 + 562,78 = 990,16 \quad \text{kNm} \\
 H_L &= 24,92 + 24,2054 = 49,12 \quad \text{kN}
 \end{aligned}$$

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

GENERAL CONTRACTOR  Consorzio Collegamenti Integrati Veloci	ALTA SORVEGLIANZA  GRUPPO FERROVIE DELLO STATO ITALIANE
	IG51-01-E-CV-CL-NV07-0X-007-A00

Foglio
71 di 74

$$\begin{aligned}
N &= 3902,24 + 1369,23 = 5271,47 \text{ kN} \\
M_T &= 4746,66 + 0,20 \times 1129,56 + 13236,59 = 18209,17 \text{ kNm} \\
H_T &= 0,2 \times 112,00 = 22,40 \text{ kN} \\
M_L &= 238,25 + 216,79 + 1719,00 + 10,69 = 2184,73 \text{ kNm} \\
H_L &= 24,92 + 27,38 + 90,00 = 142,30 \text{ kN}
\end{aligned}$$

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

$$\begin{aligned}
N &= 3902,24 + 1250,62 = 5152,86 \text{ kN} \\
M_T &= 9971,09 + 0,20 \times 1129,56 + 13236,59 = 23433,60 \text{ kNm} \\
H_T &= 0,2 \times 112,00 = 22,40 \text{ kN} \\
M_L &= 0,49 + 216,79 + 1719,00 + 562,78 = 2499,06 \text{ kNm} \\
H_L &= 24,92 + 0,06 + 90,00 = 114,97 \text{ kN}
\end{aligned}$$

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

$$\begin{aligned}
N &= 3902,24 + 1369,23 + 13,00 = 5271,47 \text{ kN} \\
M_T &= 4746,66 + 13236,59 + 225,91 + 3560,63 = 21769,79 \text{ kNm} \\
H_T &= 0,2 \times 112,00 + 337,5 = 359,90 \text{ kN} \\
M_L &= 0,00 + 210,59 + 10,69 = 221,28 \text{ kNm} \\
H_L &= 24,92 + 0,00 = 24,92 \text{ kN}
\end{aligned}$$

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

$$\begin{aligned}
N &= 3902,24 + 1250,62 = 5152,86 \text{ kN} \\
M_T &= 1707,74 + 13236,59 + 225,91 + 3560,63 = 18730,87 \text{ kNm} \\
H_T &= 0,2 \times 112,00 + 337,5 = 359,90 \text{ kN} \\
M_L &= 0,00 + 0,00 + 0,00 + 544,62 = 544,62 \text{ kNm} \\
H_L &= 24,92 + 0,00 = 24,92 \text{ kN}
\end{aligned}$$

Permanenti + Sisma trasversale + Sisma verso il basso

C.2.7

$$\begin{aligned}
N &= 1,096 \times 3902,24 = 4276,85 \text{ kN} \\
M_T &= 1,096 \times 13236,59 + 1073,21 = 15580,52 \text{ kNm} \\
H_T &= 157,89 \text{ kN} \\
M_L &= 0,00 \text{ kNm} \\
H_L &= 0,00 \text{ kN}
\end{aligned}$$

Permanenti + Sisma trasversale + Sisma verso l'alto

C.2.8

$$\begin{aligned}
N &= 0,904 \times 3902,24 = 3527,62 \text{ kN} \\
M_T &= 0,904 \times 13236,59 - 1073,21 = 10892,67 \text{ kNm} \\
H_T &= 157,89 \text{ kN} \\
M_L &= 0,00 \text{ kNm} \\
H_L &= 0,00 \text{ kN}
\end{aligned}$$

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

$$\begin{aligned}
N &= 1,096 \times 3902,24 = 4276,85 \text{ kN} \\
M_T &= 1,096 \times 13236,59 = 14507,31 \text{ kNm} \\
H_T &= 0,00 \text{ kN} \\
M_L &= 1073,21 \text{ kNm} \\
H_L &= 157,89 \text{ kN}
\end{aligned}$$

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

N	=	0,904	x	3902,24	=	3527,62	kN
M_T	=	0,904	x	13236,59	=	11965,88	kNm
H_T	=				=	0,00	kN
M_L	=				=	1073,21	kNm
H_L	=				=	157,89	kN

GENERAL CONTRACTOR  Consorzio Collegamenti Integrati Veloci	ALTA SORVEGLIANZA  GRUPPO FERROVIE DELLO STATO ITALIANE	
IG51-01-E-CV-CL-NV07-0X-007-A00		Foglio 73 di 74

3.3 Verifica Palificata

3.3.1 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	252,55	274,00	319,69	332,14	246,95
2	243,93	276,66	310,18	333,92	244,43
3	235,30	279,32	300,66	335,69	241,91
4	218,05	197,10	150,02	138,07	229,76
5	209,42	199,76	140,51	139,84	227,24
6	200,80	202,42	131,00	141,61	224,73
7	234,15	311,77	347,65	409,68	244,19
8	226,39	314,16	339,09	411,28	241,92
9	218,63	316,55	330,53	412,87	239,66
10	210,86	318,95	321,97	414,47	237,39
11	216,90	273,32	262,82	312,65	235,59
12	209,14	275,71	254,26	314,24	233,33
13	201,37	278,11	245,70	315,83	231,06
14	193,61	280,50	237,13	317,43	228,80
15	191,60	216,93	138,40	170,32	222,99
16	183,84	219,32	129,84	171,92	220,73
17	176,07	221,72	121,27	173,51	218,46
18	168,31	224,11	112,71	175,11	216,20
19	174,35	178,48	53,57	73,28	214,40
20	166,58	180,87	45,00	74,88	212,14
21	158,82	183,27	36,44	76,47	209,87
22	151,06	185,66	27,88	78,07	207,60
MIN	151,06	178,48	27,88	73,28	207,60
MAX	252,55	318,95	347,65	414,47	246,95

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	251,63	191,34	155,89	231,95	198,62
2	244,17	185,20	146,99	223,71	191,82
3	236,70	179,07	138,08	215,47	185,03
4	209,34	191,34	155,89	148,61	115,28
5	201,87	185,20	146,99	140,37	108,48
6	194,40	179,07	138,08	132,13	101,68
7	240,25	169,26	123,83	232,85	204,71
8	233,53	163,74	115,82	225,43	198,59
9	226,81	158,22	107,80	218,01	192,47
10	220,09	152,70	99,79	210,60	186,36
11	219,11	169,26	123,83	191,17	163,04
12	212,39	163,74	115,82	183,76	156,92

GENERAL CONTRACTOR  Consorzio Collegamenti Integrati Veloci	ALTA SORVEGLIANZA  GRUPPO FERROVIE DELLO STATO ITALIANE
	IG51-01-E-CV-CL-NV07-0X-007-A00 Foglio 74 di 74

13	205,66	158,22	107,80	176,34	150,80
14	198,94	152,70	99,79	168,92	144,68
15	188,09	169,26	123,83	130,05	101,92
16	181,37	163,74	115,82	122,64	95,80
17	174,65	158,22	107,80	115,22	89,68
18	167,92	152,70	99,79	107,80	83,56
19	166,94	169,26	123,83	88,38	60,24
20	160,22	163,74	115,82	80,96	54,13
21	153,50	158,22	107,80	73,55	48,01
22	146,78	152,70	99,79	66,13	41,89
MIN	146,78	152,70	99,79	66,13	41,89
MAX	251,63	191,34	155,89	232,85	204,71

Sollecitazioni inferiori a quelle desunte dalla Pila 2, si omette dunque l'inserimento in relazione delle relative Verifiche.