

**E78 GROSSETO - FANO**  
**Tratto Nodo di Arezzo – Selci – Lama (E45)**  
**Adeguamento a quattro corsie del tratto**  
**San Zeno – Arezzo – Palazzo del Pero, 1° lotto**

**PROGETTO DEFINITIVO**

**FI 508**

**ANAS - DIREZIONE PROGETTAZIONE E REALIZZAZIONE LAVORI**

<p><b>IL GEOLOGO</b></p> <p><i>Dott. Geol. Roberto Salucci</i></p> <p>Ordine dei geologi della Regione Lazio n. 633</p>	<p><b>I PROGETTISTI SPECIALISTICI</b></p> <p><i>Ing. Ambrogio Signorelli</i></p> <p>Ordine Ingegneri Provincia di Roma n. A35111</p>	<p><b>PROGETTAZIONE ATI:</b> (Mandataria)</p> <p><b>GP INGENGNERIA</b></p> <p><i>GESTIONE PROGETTI INGEGNERIA srl</i></p> <p>(Mandante)</p>
<p><b>COORDINATORE PER LA SICUREZZA IN FASE DI PROGETTAZIONE</b></p> <p><i>Arch. Santo Salvatore Vermiglio</i></p> <p>Ordine Architetti Provincia di Reggio Calabria n. 1270</p>	<p><i>Ing. Moreno Panfili</i></p> <p>Ordine Ingegneri Provincia di Perugia n. A2657</p> <p><i>Ing. Matteo Bordugo</i></p> <p>Ordine Ingegneri Provincia di Pordenone n. 750A</p>	<p>(Mandante)</p> <p><b>cooprogetti</b></p> <p><b>engeko</b></p> <p><b>AIM</b> Studio di Architettura e Ingegneria Moderna</p>
<p><b>VISTO: IL RESP. DEL PROCEDIMENTO</b></p> <p><i>Ing. Francesco Pisani</i></p>	<p><i>Ing. Giuseppe Festa</i></p> <p>Ordine Ingegneri Provincia di Roma n. 20629</p>	<p>(Mandante)</p> <p><b>IL PROGETTISTA RESPONSABILE DELL'INTEGRAZIONE DELLE PRESTAZIONI SPECIALISTICHE. (DPR207/10 ART 15 COMMA 12):</b></p>
<p><b>VISTO: IL RESP. DEL PROGETTO</b></p> <p><i>Arch. Pianif. Marco Colazza</i></p>		<p><b>Dott. Ing. GIORGIO GUIDUCCI</b> ORDINE INGEGNERI ROMA N° 14035</p>

**OPERE D'ARTE MAGGIORI**  
**Asse principale**  
**VI.10 – Viadotto Scopetone**  
**Relazione di calcolo**

<p><b>CODICE PROGETTO</b></p> <p>PROGETTO      LIV.PROG      ANNO</p>	<p><b>NOME FILE</b></p> <p>V01V110STRRE01_B</p>	<p><b>REVISIONE</b></p>	<p><b>SCALA</b></p>		
<p><b>DPFI508</b>    <b>D</b>    <b>23</b></p>	<p><b>CODICE ELAB.</b>    <b>V01V110STRRE01</b></p>	<p><b>B</b></p>	<p><b>-</b></p>		
<p><b>D</b></p>					
<p><b>C</b></p>					
<p><b>B</b></p>	<p>Revisione a seguito Istruttoria n°U. 0016028.09-01-2024</p>	<p>Gennaio '24</p>	<p>Cassarini</p>	<p>Bordugo</p>	<p>Guiducci</p>
<p><b>A</b></p>	<p>Emissione</p>	<p>Agosto '23</p>	<p>Cassarini</p>	<p>Bordugo</p>	<p>Guiducci</p>
<p><b>REV.</b></p>	<p><b>DESCRIZIONE</b></p>	<p><b>DATA</b></p>	<p><b>REDATTO</b></p>	<p><b>VERIFICATO</b></p>	<p><b>APPROVATO</b></p>

## INDICE

<b>1. PREMESSA.....</b>	<b>4</b>
1.1. DESCRIZIONE DELL'OPERA NUOVA.....	4
<b>2. NORMATIVE DI RIFERIMENTO.....</b>	<b>6</b>
<b>3. CARATTERISTICHE MATERIALI.....</b>	<b>6</b>
3.1. CALCESTRUZZO PER IMPALCATO.....	6
3.1. CALCESTRUZZO SOTTOTRUTTURE.....	8
3.2. ACCIAIO ORDINARIO PER ARMATURE.....	9
3.3. ACCIAIO PER CARPENTERIA.....	9
3.4. ACCIAIO E COPPIA DI SERRAGGIO DEI BULLONI.....	10
3.5. PIOLI CON TESTA TIPO "NELSON".....	10
3.6. GIUNZIONI SALDATE.....	10
<b>4. VITA NOMINALE, CLASSE D'USO E PERIODO DI RIFERIMENTO.....</b>	<b>10</b>
<b>5. CLASSE DI ESECUZIONE.....</b>	<b>11</b>
5.1. CLASSE DI IMPORTANZA.....	11
<b>6. ANALISI DEI CARICHI DI PROGETTO.....</b>	<b>13</b>
6.1. PESO PROPRIO DELLE STRUTTURE (G1).....	15
6.2. PESO PROPRIO FINITURE E PAVIMENTAZIONE (G2).....	16
6.3. EFFETTI DI RITIRO E VISCOSITÀ DEI CALCESTRUZZI (E2).....	19
6.4. EFFETTI DELLE VARIAZIONI TERMICHE (E3).....	21
6.4.1. <i>Variazioni termiche uniformi <math>\Delta TN</math></i> .....	21
6.4.2. <i>Variazioni termiche differenziali <math>\Delta TM</math></i> .....	22
6.5. EFFETTI DOVUTI ALLA VISCOSITÀ (E4).....	22
6.6. EFFETTI DEI CEDIMENTI DIFFERENZIALI (E5).....	25
6.7. CARICHI MOBILI (Q1).....	25
6.7.1. <i>Schema di carico</i> .....	25
6.7.2. <i>Disposizione delle corsie di carico</i> .....	26
6.8. CARICO DA TRAFFICO PER VERIFICHE A FATICA.....	28
6.8.1. <i>Metodi di verifica</i> .....	28
6.8.2. <i>Verifica dei dettagli di fatica</i> .....	29
6.9. AZIONE DI FRENAMENTO O ACCELERAZIONE (Q3).....	29
6.10. AZIONE CENTRIFUGA (Q4).....	29
6.11. AZIONE VENTO (Q5).....	29

6.11.1.	<i>Velocità di riferimento</i> .....	29
6.11.2.	<i>Pressione del vento</i> .....	30
6.11.3.	<i>Coefficiente di esposizione</i> .....	30
6.11.4.	<i>Azione da vento</i> .....	33
6.12.	AZIONE SISMICA (Q6).....	36
<b>7.</b>	<b><u>COMBINAZIONI DI CARICO</u></b> .....	<b>44</b>
7.1.	COMBINAZIONI PER GLI SLU.....	44
7.2.	COMBINAZIONI PER GLI SLE.....	46
<b>8.</b>	<b><u>CODICE DI CALCOLO</u></b> .....	<b>46</b>
<b>9.</b>	<b><u>DESCRIZIONE DEL MODELLO DI CALCOLO</u></b> .....	<b>47</b>
<b>10.</b>	<b><u>FASI DI COSTRUZIONE</u></b> .....	<b>49</b>
<b>11.</b>	<b><u>SEZIONI MEMBRATURE IMPALCATO</u></b> .....	<b>51</b>
<b>12.</b>	<b><u>STATO DI SOLLECITAZIONE</u></b> .....	<b>76</b>
12.1.	TRAVI D'IMPALCATO.....	76
<b>13.</b>	<b><u>ANALISI SISMICA DELLA STRUTTURA</u></b> .....	<b>83</b>
<b>14.</b>	<b><u>APPARECCHI DI APPOGGIO E GIUNTI</u></b> .....	<b>89</b>
<b>15.</b>	<b><u>STATO DI DEFORMAZIONE IN ESERCIZIO</u></b> .....	<b>93</b>
<b>16.</b>	<b><u>VERIFICHE STRUTTURALI</u></b> .....	<b>94</b>
16.1.	VERIFICA DI RESISTENZA.....	95
16.1.1.	<i>Verifica a flessione</i> .....	98
16.1.2.	<i>Verifica a sforzo di taglio</i> .....	101
16.1.3.	<i>Verifica all'instabilità flessione torsionale</i> .....	103
16.1.1.	<i>Verifica connessione trave-soletta</i> .....	105
16.2.	VERIFICHE ESTESE.....	110
16.2.1.	<i>sezione di mezzeria</i> .....	110
16.2.1.	<i>sezione di pila</i> .....	129
<b>17.</b>	<b><u>VERIFICHE A FATICA</u></b> .....	<b>145</b>
17.1.	INTRODUZIONE.....	145
17.2.	MODELLO DI CARICO A FATICA.....	145
17.3.	COEFFICIENTI PARZIALI PER LA RESISTENZA A FATICA.....	146
17.4.	METODI DI VERIFICA.....	146
17.5.	VERIFICA DEI DETTAGLI DI FATICA.....	147
<b>18.</b>	<b><u>SOLETTA D'IMPALCATO</u></b> .....	<b>149</b>
18.1.	DETERMINAZIONE DELLE SOLLECITAZIONI.....	151

1.1.1	Carichi permanenti.....	153
1.1.2	Condizione di carico a momento negativo sulla trave esterna.....	155
1.1.3	Condizione di carico a momento positivo.....	158
18.1.1.	Condizione di veicolo in svio.....	161
<b>19.</b>	<b>TRAVERSI.....</b>	<b>163</b>
19.1.	TRAVERSO CORRENTE.....	163
19.2.	TRAVERSI IN APPOGGIO.....	169
<b>20.</b>	<b>SPALLA.....</b>	<b>175</b>
20.1.	SPINTE DEL TERRENO.....	178
20.2.	COMBINAZIONI PER GLI SLU PER LA VERIFICA DELLE SOTTOSTRUTTURE.....	184
20.3.	VERIFICA DEL PLINTO DI FONDAZIONE.....	191
20.4.	VERIFICA DEL MURO FRONTALE.....	192
20.5.	VERIFICA DEL PARAGHIAIA.....	195
20.6.	VERIFICA DEL MURO DI RISVOLTO.....	199
<b>21.</b>	<b>PILA203</b>	
21.1.	PULVINO.....	220
21.2.	PILA P1-P3.....	220
21.1.	PILA P2.....	221
21.1.	FUSTO PILA.....	223
21.2.	RINGROSSO BASE PILA P1.....	223
21.1.	SEZIONE TIPICA Ø3000.....	224
<b>22.</b>	<b>ACCETTABILITA' DEI RISULTATI (CAP.10.2 NTC2018).....</b>	<b>225</b>

## 1. PREMESSA

La presente relazione contiene il progetto del nuovo viadotto di svincolo VI10 nell'ambito della progettazione per l'adeguamento a quattro corsie del tratto San Zeno – Arezzo – Palazzo del Pero, 1° lotto per il completamento della E78 GROSSETO – FANO - Tratto Nodo di Arezzo – Selci – Lama (E45).

### 1.1. DESCRIZIONE DELL'OPERA NUOVA

La struttura dell'impalcato ha uno schema statico a trave continua con la seguente scansione di luci 50+62+62+50 per complessivi 224m con una andamento planimetrico curvo, nel tratto centrale il raggio di curvatura minimo è di 62m).

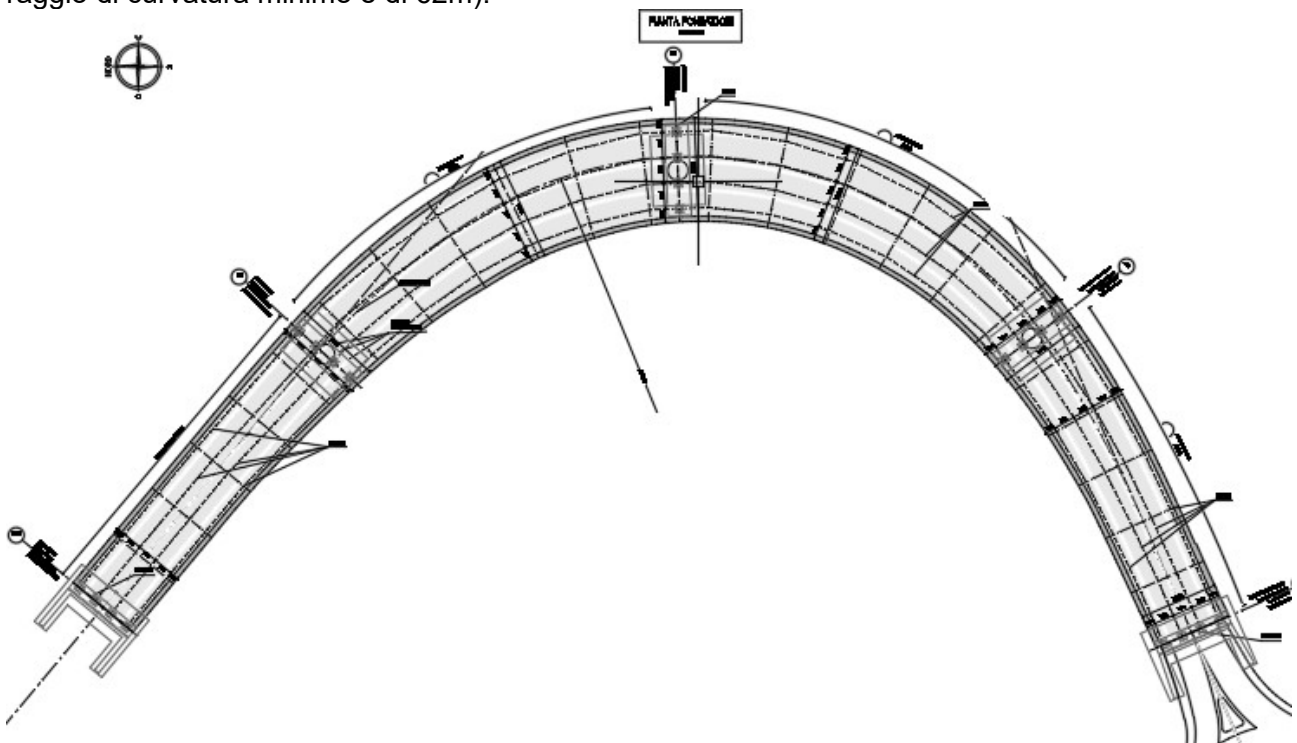


Figura 1.1 pianta

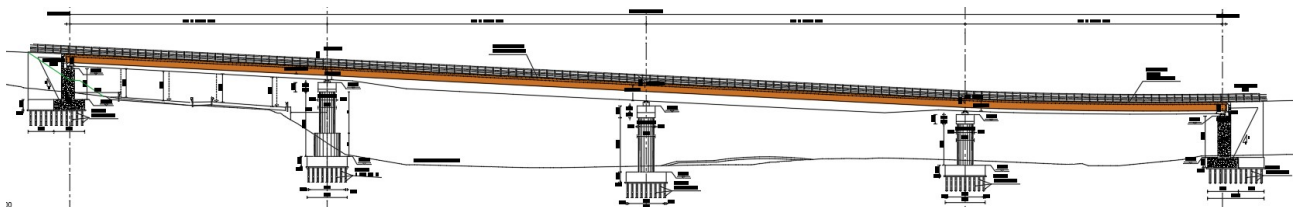


Figura 1.2 prospetto

L'impalcato è ripartito in due cordoli di lato 75cm ed una carreggiata di larghezza variabile da 10m sulla spalla a 13.86m in corrispondenza di P2.

PROGETTAZIONE ATI:

**GPI** INGEGNERIA  
GESTIONE PROGETTI INGEGNERIA srl



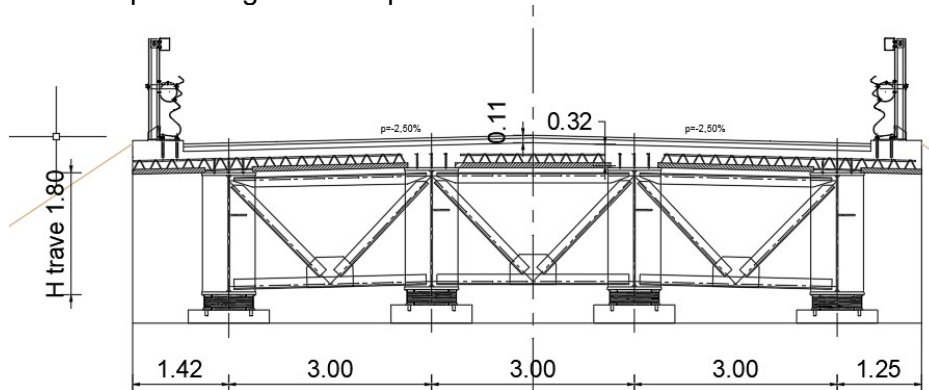
coopprogetti



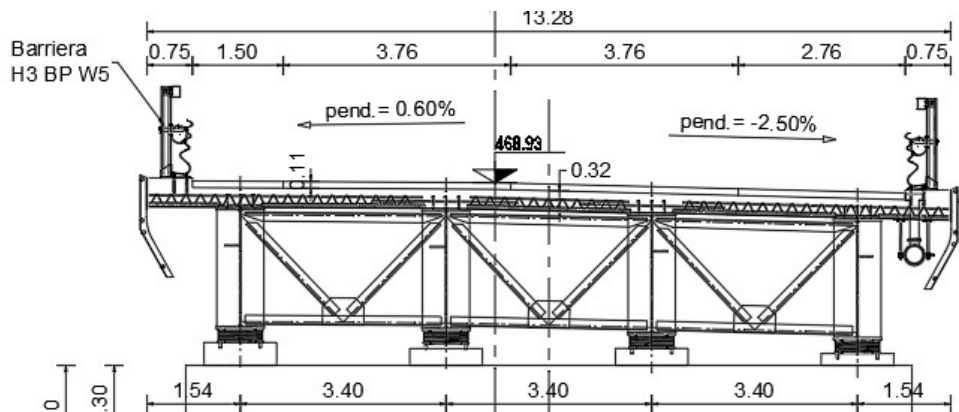
L'impalcato ha un retrotrave pari a 0.60m.

Lo schema statico è a graticcio di trave nelle campate di riva, nelle campate centrali è stata inserita una controventatura inferiore per incrementare la rigidità e compensare gli effetti legati alla l'elevata curvatura ed all'incremento della larghezza della carreggiata.

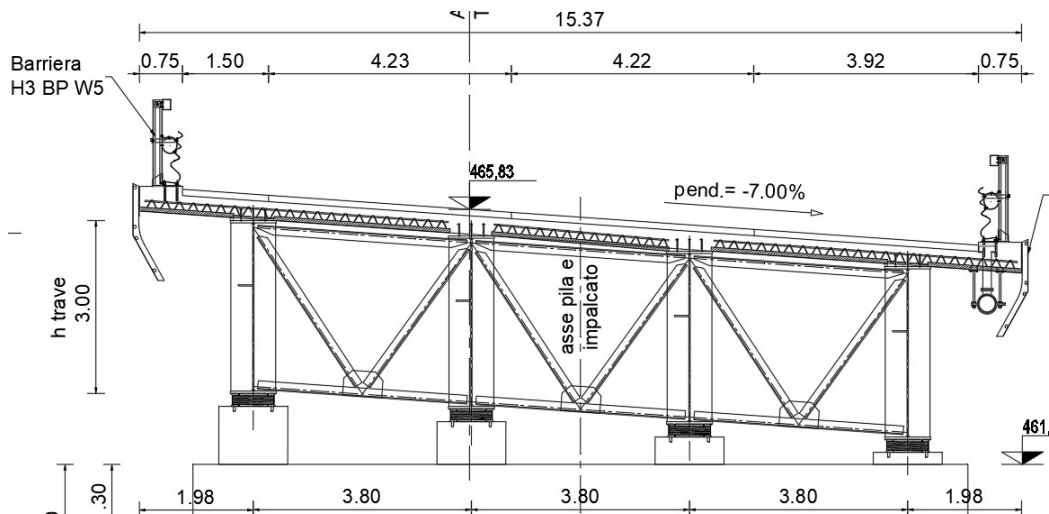
La sezione resistente è affidata ad una quattro travi in sistema misto acciaio-clc poste ad un interasse variabile da 3m in corrispondenza delle spalle a 3.8m in corrispondenza della pila centrale P2 con una altezza variabile da 1.8m sulle spalle fino a 2m sulle pile adiacenti, nel tratto centrale l'altezza delle travi è costante pari a 3m interasse con una altezza variabile da 2m in spalla a 3m in pila e nella campata centrale. La soletta ha uno spessore complessivo di 32cm costituito da 7cm di predalle e da 25cm di spessore gettato in opera.



**Figura 1.3 sezione di spalla.**



**Figura 1.4 sezione su pile P1-P3.**



**Figura 1.5 sezione su pila P2.**

La collaborazione della soletta è affidata a pioli Nelson saldati alla piattabanda superiore.

Il passo dei traversi reticolari varia da 4m a 6m.

Le pile sono costituite da fusti circolari con diametro 3m con un pulvino superiore con uno spessore di 1.8m su p1 e p3, 2.3m su p2.

Alla base la fondazione è costituita da plinti di spessore 2m e dimensioni in pianta 7.8mx10.5m su micropali.

Le spalle sono realizzate su fondazioni C su micropali, il muro frontale ha uno spessore di 2.5m e supporta un paraghiaia di spessore 40cm.

## **2. NORMATIVE DI RIFERIMENTO**

Si riportano le Normative adottate per le verifiche delle singole componenti strutturali:

D.M. 17-01-2018 “Norme Tecniche per le Costruzioni” [NTC18]

UNI EN1991-2 “Azioni sulle strutture: carichi da traffico su ponti” [EC1-2]

UNI EN1991-1-5 “Azioni sulle strutture: azioni in generale-azioni termiche” [EC1-1-5]

UNI EN1991-1-7 “Azioni sulle strutture: azioni in generale-azioni eccezionali” [EC1-1-7]

UNI EN1992-1-1 “Progettazione delle strutture in calcestruzzo: regole generali e regole per gli edifici” [EC2-1]

UNI EN1993-1-1 “Progettazione delle strutture in acciaio: regole generali e regole per gli edifici” [EC3-1]

UNI EN1993-1-5 “Progettazione delle strutture in acciaio: elementi strutturali a lastra” [EC3-1-5]

UNI EN1993-1-8 “Progettazione delle strutture in acciaio: progettazione dei collegamenti” [EC3-1-8]

UNI EN1993-1-9 “Progettazione delle strutture in acciaio: fatica” [EC3-1-9]

UNI EN1993-2 “Progettazione delle strutture in acciaio: Ponti di acciaio” [EC3-1-8]

UNI EN1994-1-1 “Progettazione delle strutture in composte acciaio-calcestruzzo: progettazione dei collegamenti” [EC4-1-1]

## **3. CARATTERISTICHE MATERIALI**

PROGETTAZIONE ATI:

**GPI** INGEGNERIA  
GESTIONE PROGETTI INGEGNERIA srl



cooprogetti



### 3.1. CALCESTRUZZO PER IMPALCATO

SOLETTA 35/45

CALCESTRUZZO		NTC 2018		
Classe C35/45				
<i>coefficiente di sicurezza</i>	$\gamma_c$	<b>1.5</b>	<i>par. 4.3.3</i>	
<i>resistenza a compressione cilindrica caratteristica</i>	$f_{ck}$	<b>35 MPa</b>	<i>par. 11.2.10.1 (11.2.2)</i>	
<i>resistenza a compressione cubica caratteristica</i>	$R_{ck}$	<b>45 MPa</b>	<i>par. 11.2.10.1</i>	
<i>resistenza a compressione cilindrica media</i>	$f_{cm}$	<b>43.00 MPa</b>	<i>par. 11.2.10.1 (11.2.2)</i>	
<i>resistenza a trazione semplice media</i>	$f_{ctm}$	<b>3.21 MPa</b>	<i>par. 11.2.10.2 (11.2.3a,b)</i>	
<i>resistenza a trazione semplice caratteristica</i>	$f_{ctk}$	<b>2.25 MPa</b>	<i>par. 11.2.10.2</i>	
<i>resistenza a trazione per flessione media</i>	$f_{cfm}$	<b>3.85 MPa</b>	<i>par. 11.2.10.2 (11.2.4)</i>	
<i>resistenza a trazione per flessione caratteristica</i>	$f_{ctk}$	<b>2.70 MPa</b>	<i>par. 11.2.10.2</i>	
<i>modulo elastico</i>	$E_{cm}$	<b>34077 MPa</b>	<i>par. 11.2.10.3 (11.2.5)</i>	
<i>coefficiente di Poisson (cls non fessurato)</i>	$\nu_{NF}$	<b>0.2 -</b>	<i>par. 11.2.10.4</i>	
<i>coefficiente di Poisson (cls fessurato)</i>	$\nu_F$	<b>0 -</b>	<i>par. 11.2.10.4</i>	
<i>coefficiente di dilatazione termica</i>	$\alpha$	<b>1.00E-05 1/°C</b>	<i>par. 11.2.10.5</i>	
<i>densità</i>	$\rho$	<b>2500 kg/m<sup>3</sup></b>		
<i>resistenza a compressione cilindrica di progetto allo SLU</i>	$f_{cd}$	<b>19.83 MPa</b>	<i>par. 4.1.2.1.1.1</i>	
<i>resistenza a trazione cilindrica di progetto allo SLU</i>	$f_{ctd}$	<b>1.50 MPa</b>	<i>par. 4.1.2.1.1.2</i>	
<i>tensione limite allo SLE nella comb. rara</i>	$\sigma_{c,rara}$	<b>21.00 MPa</b>	<i>par. 4.1.2.2.5.1</i>	
<i>tensione limite allo SLE nella comb. quasi perm.</i>	$\sigma_{c,q.per.}$	<b>15.75 MPa</b>	<i>par. 4.1.2.2.5.1</i>	

Tali valori sono coerenti con quanto indicato nei quaderni tecnici Anas per strade non di montagna

Elemento strutturale	Classe di esposizione	Classe di resistenza minima	Rapporto A/C massimo	Classe di consistenza S (slump)	Dosaggio minimo di cemento (kg/m <sup>3</sup> )	Cemento	inerte max (mm)	copriferro su barre B450C (mm)
<b>Solette in c.a. gettate in opera (1)</b>	XC3 + XD1	C32/40	0,55	S4	320	-----	22	35
Predalles collaboranti con la soletta	XC3 + XD1	C40/50	0,45	(2)	350	-----	16	25
Impalcato in c.a. o in c.a.p. gettati in opera (1)	XC4 + XD1	C32/40	0,50	S5	340	-----	22	35
Elementi prefabbricati di Impalcato (conci, travi, solette, ecc.)	XC4 + XD1	C40/50	0,50	(2)	340	-----	22	30
<b>Parti in elevazione delle Pile:</b>								
- pile a setti	XC4 + XD1	C28/35	0,55	S4	320	-----	22	40
- pile a setti costruite con casseri rampanti	XC4 + XD1	C28/35	0,55	S3	320	-----	22	40
- pile piene	XC4 + XD1	C28/35	0,55	S4	320	CEM IV	22	40
- pulvini "a mensola" (6)	XC4 + XD1	C32/40	0,50	S4	340	CEM IV	22	40
<b>Parti in elevazione delle Spalle e dei Muri (muri di sostegno, muri d'ala, muri andatori e muri di sottscarpa)</b>								
XC4 + XD1 + XC2		C28/35	0,55	(4)	320	-----	22	35
<b>Parti in elevazione dei Muri di controripa:</b>								
- muri dotati di rivestimento protettivo sul lato di valle	XC3 + XC2	C28/35	0,55	(4)	320	-----	22	35
- muri non dotati di rivestimento protettivo sul lato di valle	XD3 + XC4 + XC2	C32/40	0,50	(4)	340	-----	32	45
<b>Plinti di fondazione, pareti di pozzi aventi funzione strutturale definitiva ed eseguiti per sottomurazione</b>								
XC2		C25/30	0,60	S4	300	CEM IV	32	45
XC2 + XA1		C28/35	0,55	S4	320	CEM IV	32	45
XC2 + XA2		C32/40	0,50	S4	320	(3)	32	45
<b>Pali (esclusi quelli prefabbricati), diaframmi e riempimento di pozzi armati</b>								
XC2		C25/30	0,60	S5	300	CEM IV	32	75
XC2 + XA1		C28/35	0,55	S5	320	CEM IV	32	75
XC2 + XA2		C32/40	0,50	S5	320	(3)	32	75
<b>Sottofondazioni ("magroni"), cls per riempimenti pozzi non armati o debolmente armati</b>								
-----		C12/15	-----	-----	-----	-----	-----	-----
<b>cls per opere aventi funzioni provvisoriali</b>								
-----		C20/25	-----	-----	-----	-----	-----	(6)



Valutando il copriferro minimo secondo quanto indicato nell'eurocodice 2 si ottiene un copriferro nominale minimo di 34mm.

<b>COPRIFERRO</b>		<i>UNI EN 1992-1-1:2005</i>	
<i>Vita utile di progetto</i>		<b>50</b>	anni
<b>Copriferro estradosso</b>			
<i>Classe di esposizione (ai fini del copriferro)</i>		<b>XC3</b>	<i>par. 4.2, prosp. 4.1</i>
<i>Classe di esposizione (ai fini della composizione)</i>		<b>XC3</b>	<i>par. 4.2, prosp. 4.1</i>
<i>Controllo di qualità speciale della produzione del cls?</i>		<b>No</b>	<i>par. 4.4.1.2, prosp. 4.3N</i>
<i>Classe strutturale</i> S		<b>2</b>	<i>par. 4.4.1.2(5)</i>
<i>Copriferro minimo dovuto al requisito di aderenza (ferri sup)</i>	$C_{min,b,sup}$	<b>24</b>	mm <i>par. 4.4.1.2(3)</i>
<i>Copriferro minimo dovuto alle condizioni ambientali</i>	$C_{min,dur}$	<b>15</b>	mm <i>par. 4.4.1.2(5)</i>
<i>Margine di sicurezza</i>	$\Delta C_{dur,y}$	<b>0</b>	mm <i>par. 4.4.1.2(6) e Appendice Nazionale</i>
<i>Riduzione del copriferro minimo per acciaio inox</i>	$\Delta C_{dur,st}$	<b>0</b>	mm <i>par. 4.4.1.2(7) e Appendice Nazionale</i>
<i>Riduzione del copriferro minimo per protezione aggiuntiva</i>	$\Delta C_{dur,add}$	<b>0</b>	mm <i>par. 4.4.1.2(8) e Appendice Nazionale</i>
<b><i>Copriferro nominale minimo - strato superiore</i></b>		<b><math>C_{nom,sup}</math></b>	<b>34 mm</b>
<i>Margine di progetto per gli scostamenti</i>		$\Delta C_{dev,sup}$	<b>10</b> mm <i>par. 4.4.1.3(1,3) e Appendice Nazionale</i>
<i>Copriferro minimo</i>		$C_{min,sup}$	<b>24</b> mm <i>par. 4.4.1.2(2)</i>
max		$C_{min,b,sup}$	24 mm
		$C_{min,dur} + \Delta C_{dur,y} - \Delta C_{dur,st} - \Delta C_{dur,add}$	15 mm
			10 mm

Per quanto sopra esposto si considera un valore minimo di 35mm, tenuto conto la posizione e l'aggressività ambientale.

All'intradosso, essendo la soletta protetta dalla predalle collaboranti con la soletta pari a 25mm

Tabella C4.1.IV - Copriferri minimi in mm

			barre da c.a. elementi a piastra		barre da c.a. altri elementi		cavi da c.a.p. elementi a piastra		cavi da c.a.p. altri elementi	
$C_{min}$	$C_o$	ambiente	$C \geq C_o$	$C_{min} \leq C < C_o$	$C \geq C_o$	$C_{min} \leq C < C_o$	$C \geq C_o$	$C_{min} \leq C < C_o$	$C \geq C_o$	$C_{min} \leq C < C_o$
C25/30	C35/45	ordinario	15	20	20	25	25	30	30	35
C30/37	C40/50	aggressivo	25	30	30	35	35	40	40	45
C35/45	C45/55	molto ag.	35	40	40	45	45	50	50	50

Conglomerato cementizio per predalle collaboranti con la soletta:

- Classe di resistenza C40/50
- Diam. massimo inerte 16 mm
- Classe di consistenza secondo le specifiche di produzione del processo di prefabbricazione

### 3.2. CALCESTRUZZO SOTTOTRUTTURE

Conglomerato cementizio per sottofondazioni:

- Classe di resistenza C12/15
- Classe di consistenza -

PROGETTAZIONE ATI:

**GPI** INGEGNERIA  
 GESTIONE PROGETTI INGEGNERIA srl



cooprogetti



Conglomerato cementizio per pali di fondazione:

- Classe di resistenza C32/40
- Diam. massimo inerte 32 mm
- Classe di consistenza S5

Conglomerato cementizio per platee di fondazione di spalle e pile:

- Classe di resistenza C32/40
- Diam. massimo inerte 32 mm
- Classe di consistenza S4

Conglomerato cementizio per le strutture in elevazione delle spalle:

- Classe di resistenza C32/40
- Diam. massimo inerte 25 mm
- Classe di consistenza S4

Conglomerato cementizio per le strutture in elevazione delle pile:

- Classe di resistenza C32/40
- Diam. massimo inerte 25 mm
- Classe di consistenza S4

Conglomerato cementizio per baggioli:

- Classe di resistenza C35/45
- Diam. massimo inerte 25 mm
- Classe di consistenza S5

### 3.3. ACCIAIO ORDINARIO PER ARMATURE

Si utilizzeranno barre ad aderenza migliorata tipo B450C controllato in stabilimento, aventi le seguenti caratteristiche:

tensione caratteristica di snervamento  $f_{yk} \geq f_{y,nom} = 450$  MPa

tensione caratteristica di rottura  $f_{tk} \geq f_{t,nom} = 540$  MPa

modulo elastico  $E_s = 210.000$  MPa

$1.15 < (f_t / f_y)_k < 1.35$

$(f_{y,eff} / f_{y,nom}) < 1.25$

$(A_{gt})_k \geq 7.5\%$

con tensioni di progetto pari a:

- tensioni allo stato limite ultimo

$f_{yd} = 391$  N/mm<sup>2</sup> con  $\gamma_s = 1.15$

- tensioni allo stato limite esercizio

$\sigma_c = 0.8 f_{yk} = 360$  N/mm<sup>2</sup> (nella c.c. rara)

### 3.4. ACCIAIO PER CARPENTERIA

La carpenteria metallica sarà realizzata in acciaio patinabile a resistenza alla corrosione migliorata: tipo S355J2W - per elementi saldati per spessori  $t \leq 40$  mm;

PROGETTAZIONE ATI:

**GPI** INGEGNERIA  
GESTIONE PROGETTI INGEGNERIA srl



cooprogetti



tipo S355K2W per elementi saldati per spessori  $t > 40$  mm;

tipo S355J2W - per elementi non saldati, piastre sciolte ed angolari

Gli acciai con spessori  $t \leq 40$  mm devono essere conformi alle prescrizioni del D.M. 17.1.2018, dovendo presentare le seguenti caratteristiche:

- tensione di rottura a trazione  
S355  $f_t \geq 510$  MPa
- tensione di snervamento  $f_y \geq 355$  MPa  
S355  $f_y \geq 355$  MPa
- modulo elastico  $E_s = 210.000$  MPa

Gli acciai con spessori  $t > 40$  mm devono essere conformi alle prescrizioni del D.M. 17.1.2018, dovendo presentare le seguenti caratteristiche:

- tensione di rottura a trazione  
S355  $f_t \geq 470$  MPa
- tensione di snervamento  $f_y \geq 355$  MPa  
S355  $f_y \geq 335$  MPa
- modulo elastico  $E_s = 210.000$  MPa

Vengono considerati elementi di carpenteria, quindi caratterizzati dalle specifiche soprariportate anche le predelle metalliche, gli elementi di interfaccia e collegamento degli apparecchi di appoggio.

L'assemblaggio dei conci delle travi principali sarà realizzato mediante giunzioni saldate, secondo quanto riportato negli elaborati progettuali.

### 3.5. ACCIAIO E COPPIA DI SERRAGGIO DEI BULLONI

Le giunzioni bullonate saranno realizzate con bulloni ad alta resistenza per giunzioni ad attrito conformi alle specifiche contenute nel p.to 11.3.4.6.2 del D.M. 17.1.2018 e nella UNI EN 14399-1

- vite classe 10.9 (UNI EN 14399-4)
- dado classe 10 (UNI EN 14399-4)
- rosette classe C50 UNI EN 10083-5/6 )

I bulloni dovranno essere montati con una rosetta sotto la testa della vite e una rosetta sotto il dado, inoltre dovranno essere contrassegnati con le indicazioni del produttore, la classe di resistenza e la marcatura CE.

I bulloni disposti verticalmente avranno la testa della vite rivolta verso l'alto e il dado verso il basso.

### 3.6. PIOLI CON TESTA TIPO "NELSON"

I pioli devono essere conformi alle specifiche contenute nel p.to 11.3.4.7 del D.M. 17.01.2018 e nella UNI EN 10025.

Vengono adottati pioli tipo Nelson  $\Phi 19$  con altezza  $H=200$  mm in acciaio S235J2G3+C450 caratterizzato da:

- resistenza a snervamento dell'acciaio  $f_y \geq 350$  MPa;
- resistenza a rottura dell'acciaio  $f_u \geq 450$  MPa;
- allungamento a rottura dell'acciaio maggiore del 15%;
- strizione a rottura dell'acciaio maggiore del 50%.

### 3.7. GIUNZIONI SALDATE

Le saldature dovranno essere realizzate secondo le indicazioni del D.M. 17.1.2018

PROGETTAZIONE ATI:

**GPINGEGNERIA**  
GESTIONE PROGETTI INGEGNERIA srl



cooprogetti



#### 4. VITA NOMINALE, CLASSE D'USO E PERIODO DI RIFERIMENTO

Per quanto riguarda la vita nominale, con riferimento al par. 2.4.1 e alla tabella 2.4.I del D.M. 17/1/2018, qui riportata, si farà riferimento alla cat. 3, assumendo una vita nominale pari a  $V_N = 50$  anni.

**Tab. 2.4.I – Valori minimi della Vita nominale  $V_N$  di progetto per i diversi tipi di costruzioni**

TIPI DI COSTRUZIONI		Valori minimi di $V_N$ (anni)
1	Costruzioni temporanee e provvisorie	10
2	Costruzioni con livelli di prestazioni ordinari	50
3	Costruzioni con livelli di prestazioni elevati	100

La classe d'uso è la IV cui corrisponde un coefficiente d'uso  $CU=2$

#### 5. CLASSE DI ESECUZIONE

La determinazione della classe di esecuzione avviene nella fase di progettazione strutturale in cui vengono valutate le specifiche per la progettazione e la realizzazione della struttura.

La determinazione della classe di esecuzione viene fatta tenendo conto delle disposizioni nazionali, consultando, e collaborando in tale processo decisionale con tutte le figure che intervengono nella realizzazione dell'opera (costruttore, proprietario, responsabile del progetto) e seguendo le disposizioni nazionali nel luogo di utilizzo della struttura.

La procedura raccomandata per la determinazione della classe di esecuzione avviene in tre fasi: Selezione di una classe di importanza, espressa in termini di conseguenze prevedibili sia umane, che economiche o ambientali, di un guasto o di un cedimento di una componente.

Selezione di una categorie di servizio e di una di categoria di produzione.

Determinazione della classe di esecuzione dei risultati delle due scelte sopra riportate secondo il prospetto B3 della UNI EN 1090-2.

Fattori di amministrazione per la scelta della classe di esecuzione

##### 5.1. CLASSE DI IMPORTANZA

Nell'Eurocodice 0\_EN 1990 "Criteri generali di progettazione" all'appendice B Tabella B1 "differenziazione dell'affidabilità strutturale per le costruzioni" vengono riportate le classi di conseguenza in caso di malfunzionamento della struttura, definite in base all'impatto sulla popolazione, ambiente, vite umane, sociali.

CLASSE DI CONSEGUENZA (CCi)		DESCRIZIONE
CC3	Impatto elevato	Gravi conseguenze per perdite di vite umane, economiche o sociali. Oppure gravi conseguenze per l'ambiente

CC2	impatto medio	Conseguenze di media entità per perdite di vite umane, economiche, sociali, oppure considerevoli conseguenze per l'ambiente.
CC1	basso impatto	Lievi conseguenze per perdite di vite umane, economiche, sociali, oppure basse o trascurabili conseguenze per l'ambiente.

**Rischi connessi con l'esecuzione**

Tali pericoli possono derivare dalla complessità dell'esecuzione dei lavori e dalla incertezza nella esposizione e nella azioni della struttura che possono evidenziare difetti nella struttura durante il suo utilizzo.

Rischi potenziali sono connessi in particolari con:

- fattori di servizio derivanti dalle azioni di cui la struttura e le sue parti possono essere esposte durante il montaggio, l'utilizzo, e i livelli di sollecitazione nei componenti in relazione alla loro resistenza
- fattori di produzione derivanti dalla complessità della realizzazione della struttura e delle sue componenti, per esempio, applicazione di particolari tecniche, procedure o controlli.

Per spiegare questa differenziazione dei rischi in categorie di servizio sono state introdotte le categorie di produzione.

La categoria di produzione può essere determinata sulla base del prospetto B.2. delle UNI EN 1090:2

CATEGORIA DI PRODUZIONE (PC)		
PC1	no saldature e acciai con grado < S355	- Componenti non saldati e realizzati con qualunque grado di acciaio
		- Componenti saldati realizzati con acciaio digrado inferiore a S355
PC2	componenti saldati e acciaio con grado ≥S355	- Componenti saldati realizzati con acciaio digrado S355 e superiore
		- Componenti essenziali per l'integrità strutturale che vengono assemblati tramite saldatura sulla costruzione in situ
		- Componenti con formatura a caldo oppure che abbiano ricevuto un trattamento termico durante la produzione
		- Componenti di tralicci CHS che richiedono taglie profilature

Categoria di servizio - Rischi connessi con l'utilizzo della struttura

La categoria di servizio può essere determinata sulla base del prospetto B.1. delle UNI EN 1090:2

CATEGORIA	DEFINITE IN BASE ALLE	ESEMPI
-----------	-----------------------	--------

PROGETTAZIONE ATI:

**GPI** INGEGNERIA  
GESTIONE PROGETTI INGEGNERIA srl



cooprogetti



DI SERVIZIO (SC)		SOLLECITAZIONI PREVISTE (dinamiche / statiche)	
SC1	sollecitazione statica	- Strutture e componenti progettati per azioni quasi-statiche	(Esempio: Edifici)
		- Strutture e componenti per connessioni progettate per resistere ad azioni sismiche in regioni a bassa intensità sismica e DCL	DCL: Comportamento strutturale poco dissipativo (EN 1998 – Prospetto 6.1)
		- Strutture e componenti progettati per azioni a fatica da gru (Classe S0)	
SC2	sollecitazione dinamica a fatica	- Strutture e componenti progettati per azioni a fatica in accordo con EN 1993	(Esempio: ponti ferroviari e stradali, gru (da S1 a S9), strutture suscettibili a vibrazioni determinate dall'azione del vento, gru oppure macchine con funzione rotazionale)
		- Strutture e componenti le cui connessioni sono progettate per azioni sismiche in regioni con medio ed alto rischio sismico e in DCM e DCH	Comportamento strutturale (EN 1998 – Prospetto 6.1) DCM: mediamente dissipativo DCH: Altamente dissipativo

Determinazione della classe di esecuzione per la carpenteria metallica

- CLASSE DI CONSEGUENZA = CC2
- CLASSE DI SERVIZIO = SC2
- CATEGORIA DI PRODUZIONE = PC2

#### CLASSE DI ESECUZIONE

La classe di esecuzione è deducibile dalla tabella riportata nella 1090-2 appendice B

Tabella di determinazione della classe di esecuzione B.3. UNI EN 1090:2							
Classi di conseguenza		CC1		CC2		CC3	
Categorie di servizio		SC1	SC2	SC1	SC2	SC1	SC2
Categorie di produzione	PC1	EXC1	EXC2	EXC2	EXC3	EXC3	EXC3
	PC2	EXC2	EXC2	EXC2	EXC3	EXC3	EXC4

Per la carpenteria metallica della dell'impalcato in sistema misto acciaio-calcestruzzo la classe di esecuzione può essere assunta pari a EXC3.

## 6. ANALISI DEI CARICHI DI PROGETTO

Elenco delle condizioni Elementari di Carico

Si calcola l'opera sottoposta alle azioni indotte da:

- g1 peso proprio delle strutture: Acciaio-cl. di soletta

PROGETTAZIONE ATI:

**GPI** INGEGNERIA  
 GESTIONE PROGETTI INGEGNERIA srl



cooprogetti

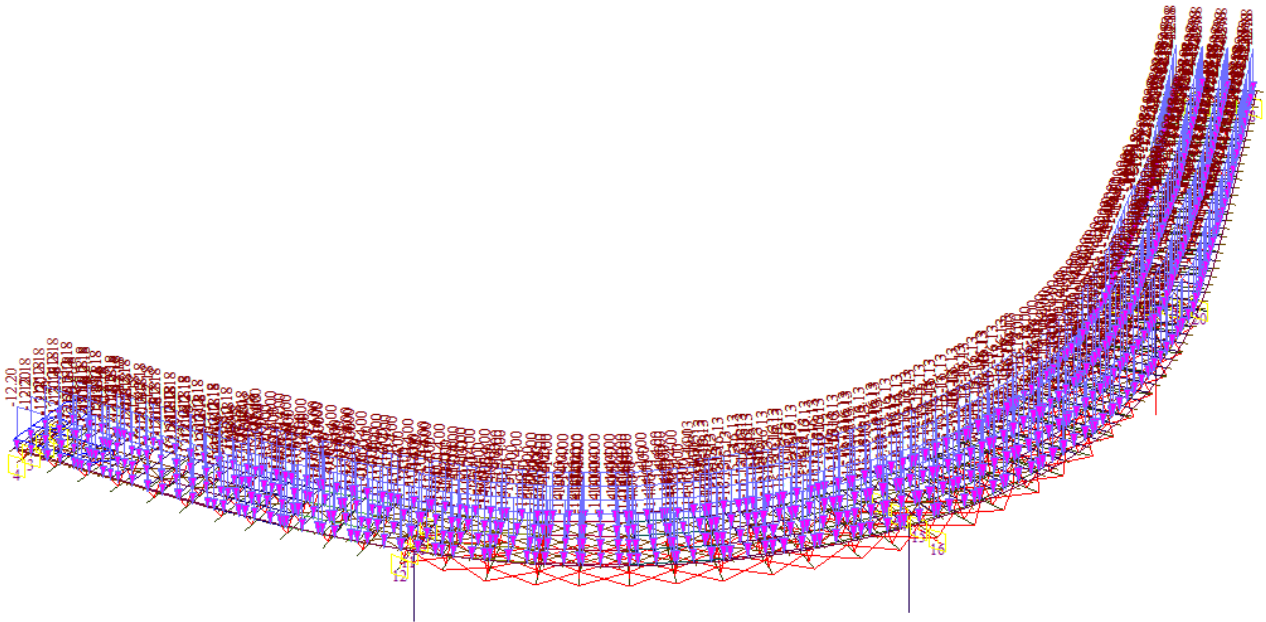


- g2 carichi permanenti portati: pavimentazione, guardrails, marciapiedi, parapetti, cordoli
- $\epsilon 1$  distorsioni di progetto
- $\epsilon 2$  ritiro del calcestruzzo
- $\epsilon 3$  variazioni termiche differenziali: Acciaio-cls.
- $\epsilon 4$  effetti viscosi
- $\epsilon 5$  cedimenti differenziali dei vincoli
- q1 carichi mobili
- q2 effetto dinamico dei carichi mobili
- q3 azioni longitudinali di frenamento
- q4 azione centrifuga
- q5 azioni del vento
- q8 azioni sui parapetti – urto di veicolo in svio

Tali azioni saranno combinate secondo le prescrizioni delle normative vigenti.

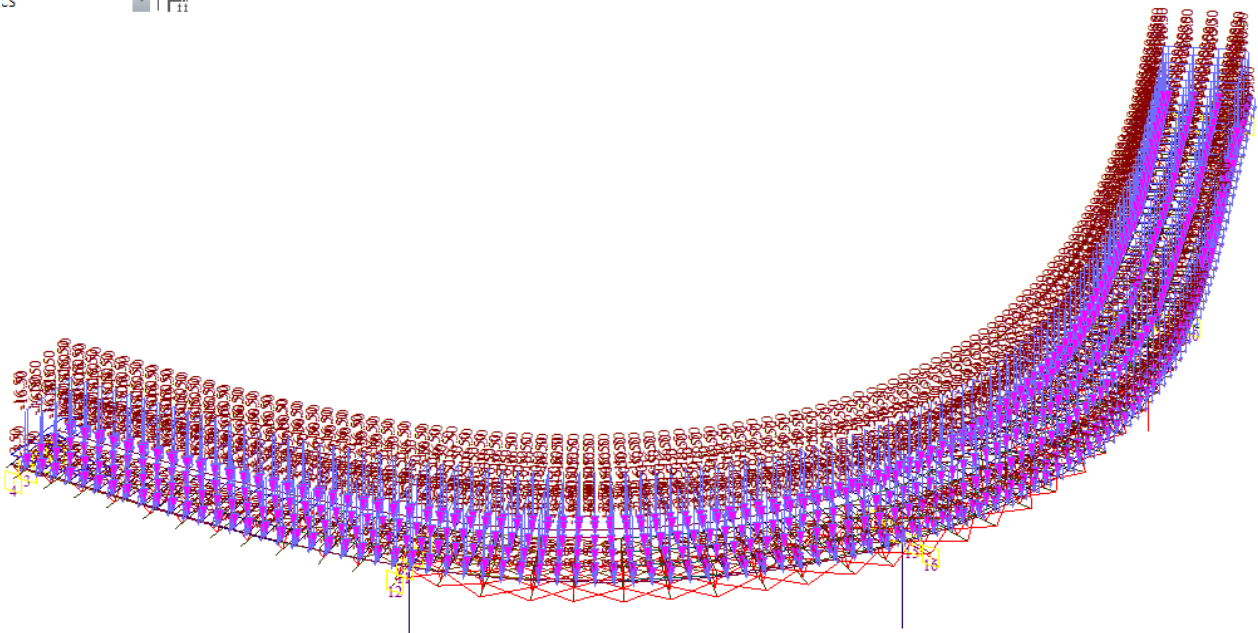






Il getto della soletta è stato considerato per tutta la larghezza del tratto carrabile. Il getto della rimanente parte e dei cordoli viene considerato nella fase G2.

cs



## 6.2. PESO PROPRIO FINITURE E PAVIMENTAZIONE (G2)

In questa condizione di carico viene considerato il getto della rimanente parte dei cordoli e dei seguenti carichi permanenti così definiti ed applicati ai traversi:

I carichi unitari permanentemente portati così definiti sulla sezione tipica

- Pavimentazione tratto carrabile:  $24 \times 0.11 = 2.64 \text{ kN/m}^2$  considerando uno spessore di 11 cm

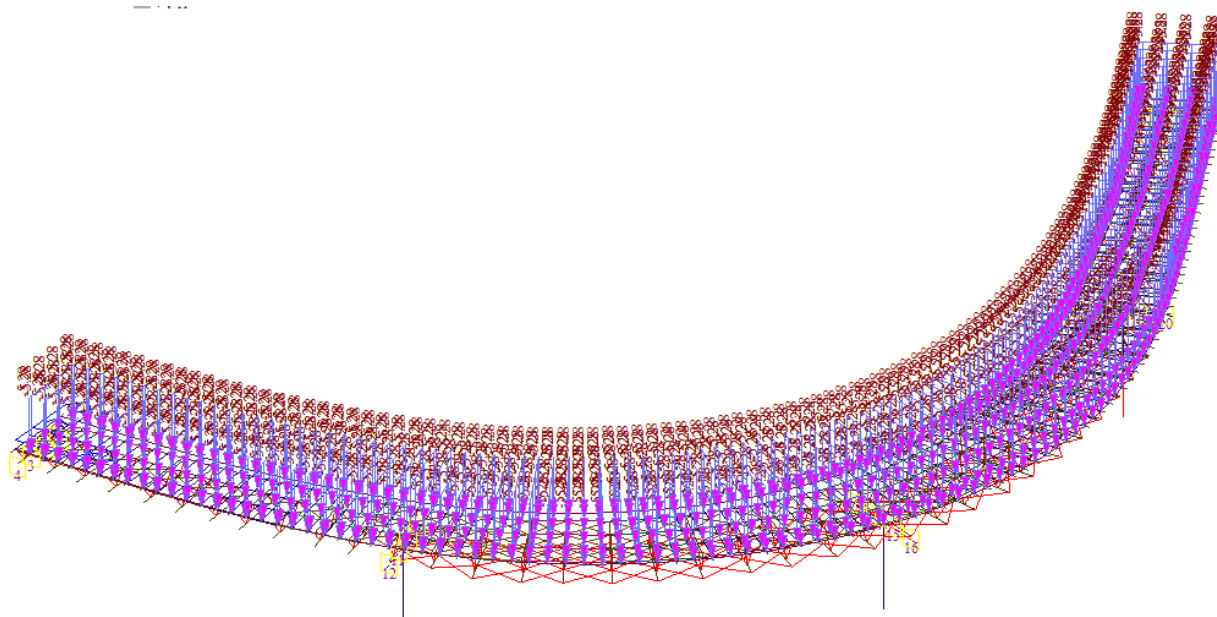
PROGETTAZIONE ATI:

**GPI INGEGNERIA**  
GESTIONE PROGETTI INGEGNERIA srl

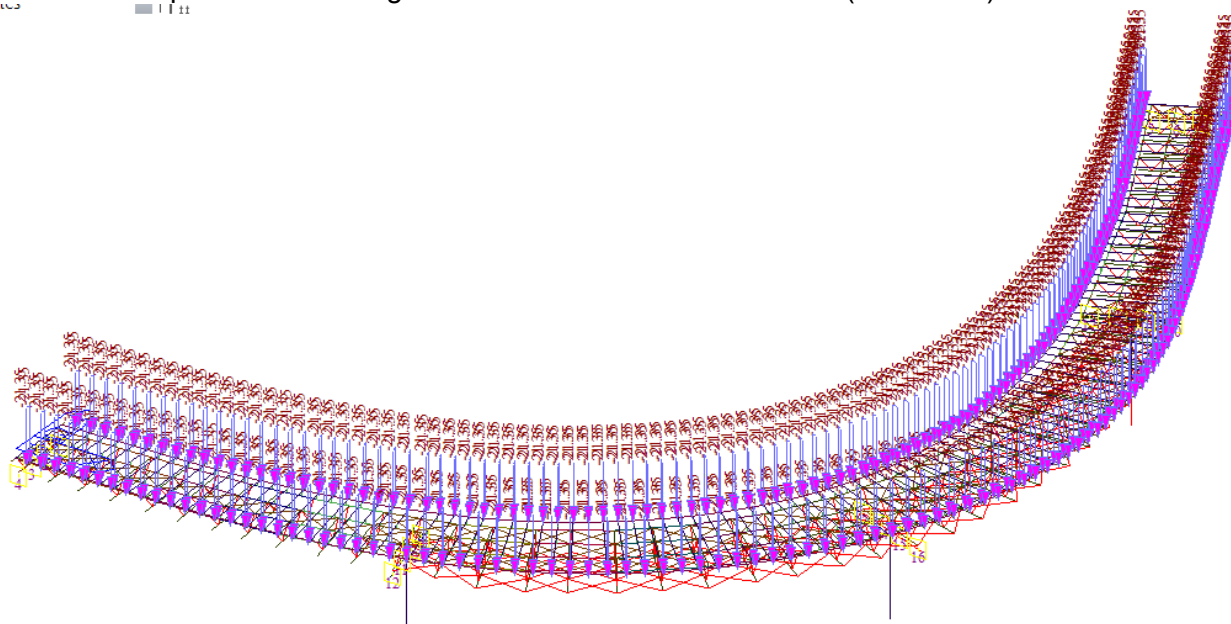


cooprogetti



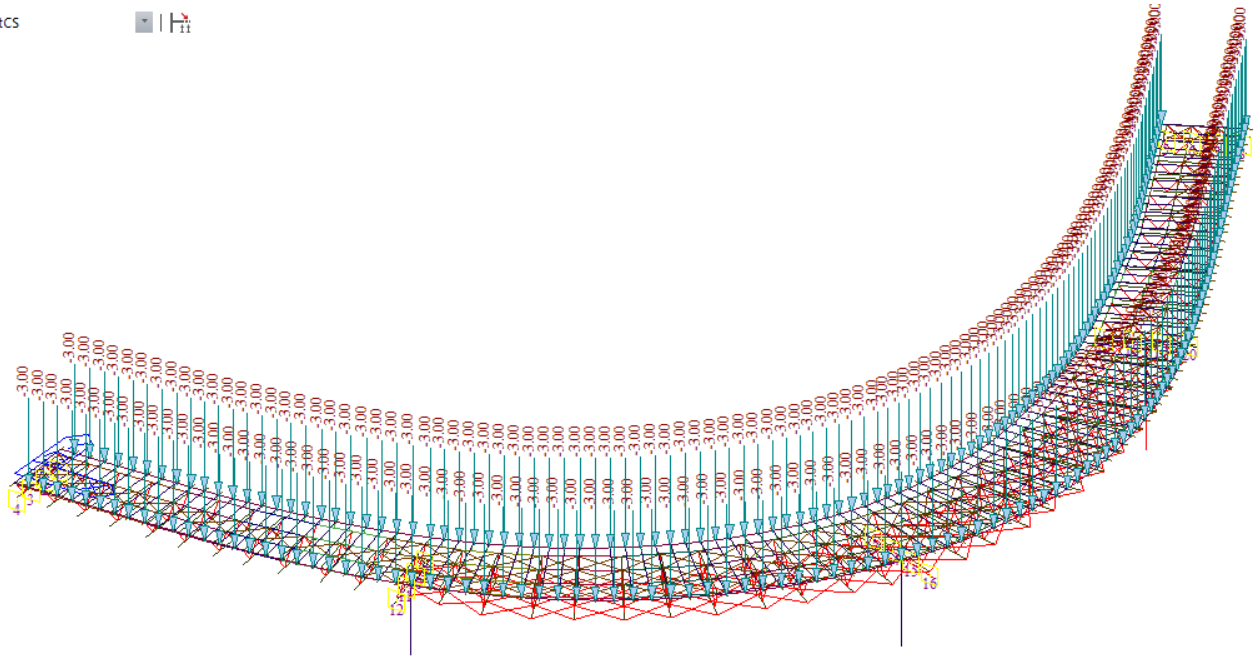


- Cordolo spessore 16cm e getto soletta rimanente 25cm :  $25 \times (0.16 + 0.25) = 10.25 \text{ KN/m}^2$

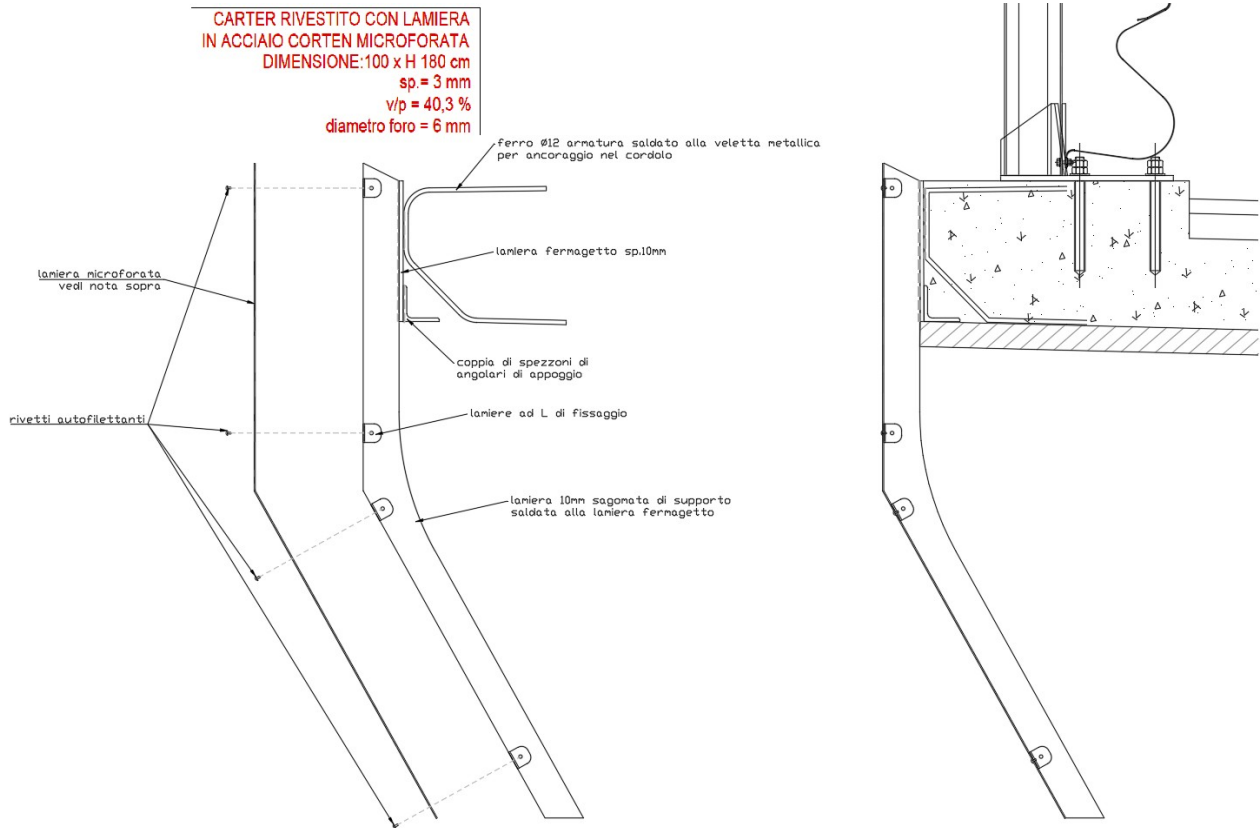


- Guardrail 1.5 KN/m

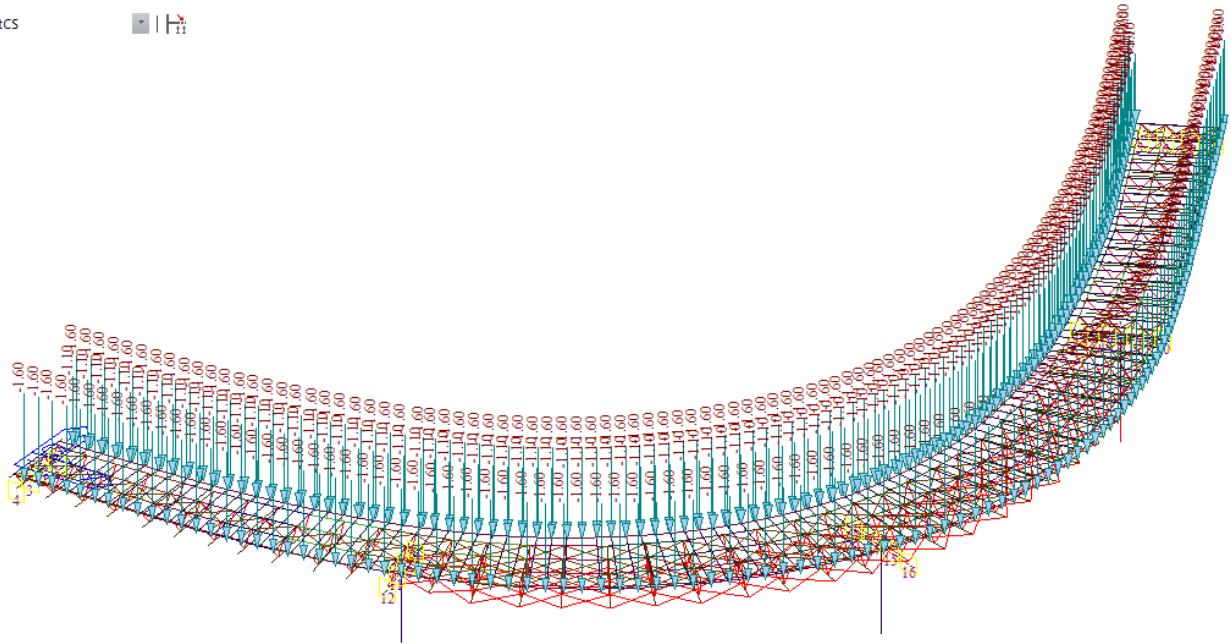
istCS



- Smaltimento acque (tubo Ø300 riempito al 50%):  $0.2+0.5 \times 0.07 \times 10 = 0.55 \text{ kN/m}$
- Carter metallico (vedi schema sotto) :  $0.8 \text{ kN/m}$



PostCS



### 6.3. EFFETTI DI RITIRO E VISCOSITÀ DEI CALCESTRUZZI (E2)

La deformazione totale da ritiro si può esprimere, in sede di progettazione, come una contrazione termica derivante da un  $\Delta t$  differenziale.  
Si considera una larghezza media.

Soletta				
Larghezza	[mm]	11805	Area getto [mm <sup>2</sup> ]	2951250
spessore di getto	[mm]	250	h0 [mm]	500
Perimetro	[mm]	11805		

RITIRO			
RH - umidità relativa	<b>70%</b>		
$f_{ck}$	35	MPa	
$f_{cm}$	43	MPa	resistenza media cilindrica
$f_{ctm}$	3.21	MPa	resistenza media a trazione assiale
$f_{cfm}$	3.85	MPa	resistenza media a trazione per flessione
$E_c$	34077	MPa	modulo elastico istantaneo
Classe cemento	<b>N</b>	-	<b>cemento standard</b>
$\epsilon_{cd}$	<b>3.41E-04</b>		deformazione di base di ritiro per essiccamento
$K_h$	<b>0.700</b>		
$\epsilon_{cd,inf}$	2.39E-04		deformazione di ritiro per essiccamento
$\epsilon_{ca,inf}$	6.25E-05		deformazione per ritiro autogeno
$\alpha$	1.00E-05		coefficiente di dilatazione termica del cls ( $^{\circ}C^{-1}$ )
$\epsilon_{cs}$	3.01E-04		deformazione totale per ritiro
il ritiro è equivalente ad una contrazione termica derivante da un $\Delta t$ pari a :			
<b><math>\Delta t</math></b>	<b>30.1</b>	<b><math>^{\circ}C</math></b>	

L'azione di ritiro è applicata alla soletta dell'elemento sezione considerando il modulo elastico differito del cls della soletta per la fase di ritiro.

Per la modellazione dell'azione viene considerato il momento flettente primario dovuto dall'eccentricità dello sforzo normale fittizio dovuto alla contrazione della soletta moltiplicato per la distanza tra il baricentro della soletta e la media dei baricentri della sezione composta dei conci presenti nel tratto in campata non fessurato,

Lo sforzo normale fittizio è pari a :

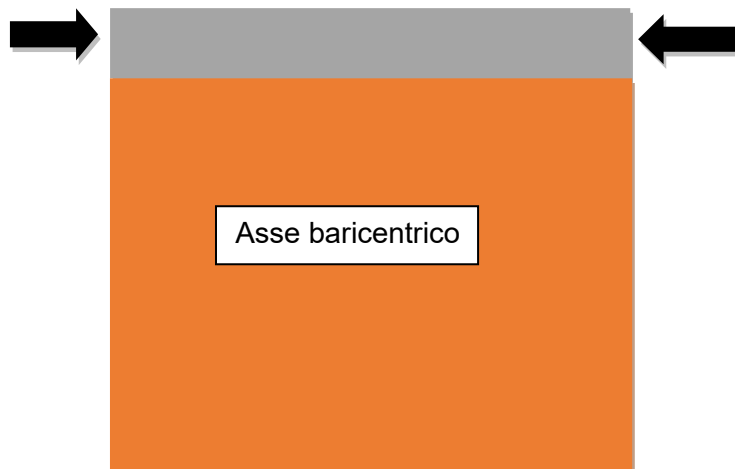
$N = \text{Area totale cls} \times \alpha \times D_{tr} \times E_r$  dove:

$\alpha$  = coefficiente di dilatazione termica

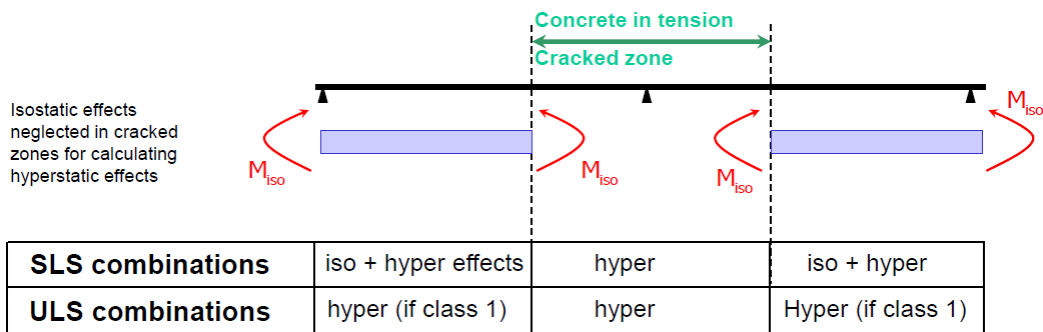
$E_r$  = modulo elastico omogeneizzato al ritiro

Cui corrisponde un momento isostatico pari a:

$M_{iso} = N \times \text{distanza baricentro dalla soletta}$



Le coppie sono applicate alle estremità del tratto di campata non fessurata, il diagramma delle sollecitazioni flettenti che si ottiene è da considerarsi una sommatoria tra quello derivante tra il ritiro primario o isostatico ed il ritiro secondario o iperstatico.  
In questo modo viene considerato per affetto del ritiro un momento positivo nei tratti non fessurati ed un momento negativo nei tratti fessurati, conforme con quanto riportato ai punti 7 e 8 del par.5.4.2.2 EN 1994-2.



Le azioni da applicare per il momento isostatico sono

RITIRO (singola trave)		
<b>N<sub>rit</sub> [kN]</b>	<b>2746</b>	
	campata 1	campata 2
Yg_medio_mista [m]	0.600	0.982
<b>e<sub>g,mista-cl</sub> [m]</b>	<b>0.760</b>	<b>1.142</b>
M <sub>iso</sub> [kNm]	2088	3135

## 6.4. EFFETTI DELLE VARIAZIONI TERMICHE (E3)

### 6.4.1. VARIAZIONI TERMICHE UNIFORMI ΔTN

Il range di temperature indicato nelle NTC 2018 per il sito in esame è il seguente

#### Zona II

Liguria, Toscana, Umbria, Lazio, Sardegna, Campania, Basilicata:

$$T_{\min} = -8 - 6 \cdot a_s / 1000 \quad [3.5.3]$$

$$T_{\max} = 42 - 2 \cdot a_s / 1000 \quad [3.5.4]$$

Cui corrisponde un range, essendo la zona di Arezzo a quota di 450m:

$$T_{\min} = -8 - 6 \cdot 450 / 1000 = -10.7^\circ$$

$$T_{\max} = 42 - 2 \cdot 450 / 1000 = 41.1^\circ$$

PROGETTAZIONE ATI:

**GPI** INGEGNERIA  
GESTIONE PROGETTI INGEGNERIA srl



cooprogetti



Fissando  $T_0$  a 15.0 °C, dedotto dall'Annesso nazionale dell'Eurocodice coerente con il valore indicato dal D.M. 17.1.2018 par. 3.5.4, si ottiene l'escursione termica effettiva subita dall'impalcato:

- $\Delta T_{Ncomp} = T_0 - T_{emin} = 15 - (-10.7) = 25.7 \text{ °C}$
- $\Delta T_{Nexp} = T_{emax} - T_0 = 41.64 - 15 = +26.1 \text{ °C}$

a cui corrisponde complessivamente un'escursione pari a:  
 $\Delta T_N = 51.8 \text{ °C}$ .

#### 6.4.2. VARIAZIONI TERMICHE DIFFERENZIALI $\Delta T_M$

Valutazione con eurocodice 1991-1-5 – paragrafo 6.1.4

Per la determinazione del gradiente di temperatura si farà riferimento all'approccio 1.

Per ponti di tipo 2 a sezione composta i valori caratteristici delle variazioni lineari di temperatura (gradiente tra intradosso ed estradosso) risultano:

Type of Deck <sup>(a)</sup>	Top warmer than bottom $\Delta T_{M,heat} [^{\circ}C]$	Bottom warmer than top $\Delta T_{M,cool} [^{\circ}C]$
Type 1. Steel deck	18	13
Type 2. Composite deck	15	18
Type 3. Concrete deck:		
- concrete box girder	10	5
- concrete beam	15	8
- concrete slab	15	8

$\Delta T_{M,heat} = 15.0 \text{ °C}$

$\Delta T_{M,cool} = -18.0 \text{ °C}$

Il coefficiente riduttivo di  $\Delta T_{M,heat}$  concesso per tenere conto dello spessore del manto di asfaltatura (ponti di tipo 2 -  $k_{sur} = 1.0$  per spessore compreso tra 100mm e 150mm) non apporta variazioni ai valori caratteristici:

$k_{sur} \times \Delta T_{M,heat} = 15.0 \text{ °C}$  estradosso più caldo dell'intradosso

$k_{sur} \times \Delta T_{M,cool} = -18.0 \text{ °C}$  estradosso più freddo dell'intradosso

#### 6.5. EFFETTI DOVUTI ALLA VISCOSITÀ (E4)

Dei fenomeni viscosi si tiene conto nella definizione delle sezioni. Ciò porta alla caratterizzazione delle differenti rigidità che la struttura mista assume nelle diverse fasi temporali di lavoro (fase 2 a lungo termine e fase 3 a breve termine). Le NTC, al paragrafo 11.2.10.7, rimandano all'UNI EN 1992-1-1 per valutazioni accurate del coefficiente di viscosità a tempo infinito; i coefficienti di viscosità a tempo infinito vengono dunque valutati secondo il procedimento descritto nell'appendice B.

$$\varphi(t, t_0) = \varphi_0 \cdot \beta_c(t, t_0)$$

Coefficiente di viscosità

$$\varphi_0 = \varphi_{RH} \cdot \beta(f_{cm}) \cdot \beta(t_0)$$

Coefficiente nominale di viscosità

per  $f_{cm} \leq 35 \text{ MPa}$

PROGETTAZIONE ATI:

**GPI INGEGNERIA**  
 GESTIONE PROGETTI INGEGNERIA srl



cooprogetti



$$\varphi_{RH} = 1 + \frac{\left[1 - \frac{RH}{100}\right]}{0.1 \cdot \sqrt[3]{h_0}}$$

$$\varphi_{RH} = 1 + \left[ \frac{\left[1 - \frac{RH}{100}\right]}{0.1 \cdot \sqrt[3]{h_0}} \cdot \alpha_1 \right] \cdot \alpha_2 \quad \text{per fcm} > 35\text{MPa}$$

Con:

RH umidità relativa in %;

$\beta(f_{cm}) = \frac{16.8}{\sqrt{f_{cm}}}$  coefficiente che tiene conto dell'effetto della resistenza del calcestruzzo sul coefficiente nominale di viscosità

$\beta(t_0) = \frac{1}{(0.1 + t_0^{0.20})}$  coefficiente che tiene conto dell'effetto dell'età del calcestruzzo al momento del carico sul coefficiente nominale di viscosità.

$\beta_c(t, t_0) = \left[ \frac{(t - t_0)}{(\beta_H + t - t_0)} \right]^{0.3}$  coefficiente atto a descrivere l'evoluzione della viscosità nel tempo dopo

l'applicazione del carico

t età del calcestruzzo, in giorni, al momento considerato;

t0 età del calcestruzzo, in giorni, al momento dell'applicazione del carico; t - t0 la durata non corretta del carico, in giorni;

$\beta_H$  coefficiente dipendente dall'umidità relativa (RH in %) e dalla dimensione fittizia dell'elemento ( $h_0$  in millimetri):

$$\beta_H = 1.5 \cdot [1 + (0.012 \cdot RH)^{18}] \cdot h_0 + 250 \leq 1500 \quad \text{per fcm} \leq 35 \text{ MPa (B.8)}$$

$$\beta_H = 1.5 \cdot [1 + (0.012 \cdot RH)^{18}] \cdot h_0 + 250 \cdot \alpha_3 \leq 1500 \cdot \alpha_3 \quad \text{per fcm} \geq 35 \text{ MPa}$$

L'effetto del tipo di cemento sul coefficiente di viscosità può essere considerato modificando l'età del carico t0 nell'espressione (B.5) secondo la seguente espressione:

$$t_0 = t_{0,T} \cdot \left( \frac{9}{2 + t_{0,T}^{1.2}} + 1 \right)^\alpha \geq 0,5$$

Con:

t0,T età del calcestruzzo, in giorni, al momento dell'applicazione del carico

$\alpha$  esponente che dipende dal tipo di cemento:

= -1 per cemento di classe S;

= 0 per cemento di classe N;

= 1 per cemento di classe R.

il valori di Ac ed u sono stati considerati per la valutazione del valore della dimensione fittizia di h0 nella valutazione del parametro frh. I valori di Ac e u utilizzati fanno riferimento alla sezione di mezzeria nelle campate tipiche con luce 24.5 con spessore del getto maggiore di 245mm e predalle metallica che forniscono un valore di h0 pari a:

Soletta			
Larghezza	[mm]	9900	Area getto [mm <sup>2</sup> ] 2465100
spessore di getto	[mm]	249	h0 [mm] 498
Perimetro	[mm]	9900	

RH-umidità relativa = 70%

PROGETTAZIONE ATI:

**GPI INGEGNERIA**  
 GESTIONE PROGETTI INGEGNERIA srl



cooprogetti





<b>COEFFICIENTE DI OMOGENEIZZAZIONE - CARICHI PERMANENTI</b>				UNI EN 1994-2:2006, UNI EN 1992-1-1:2005	
t	<b>1.00E+15</b>	giorni - età del calcestruzzo al momento considerato			
t <sub>0</sub>	<b>28</b>	giorni - tempo di messa in carico			
tipo di carico	<b>carichi permanenti</b>				
ψ <sub>L</sub>	1.1	moltiplicatore del fattore di viscosità			
n	<b>18.04</b>	<b>coefficiente di omogeneizzazione</b>			
E <sub>cinf</sub>	11639	MPa	modulo elastico modificato		
<b>φ(t,t<sub>0</sub>)</b>	<b>1.753</b>	<b>φ<sub>0</sub></b>	<b>1.753</b>	<b>β<sub>c(t,t<sub>0</sub>)</sub></b>	<b>1.000</b>
		φ <sub>Rh</sub>	1.338	β <sub>H</sub>	626
		α <sub>1</sub>	0.866	α <sub>3</sub>	0.902
		α <sub>2</sub>	0.960		
		β <sub>fc,m</sub>	2.562		
		β <sub>t0</sub>	0.511		
				Influenza temperatura	
				T(Δt <sub>i</sub> ) [°C]	<b>15</b>
				t <sub>T</sub>	22.05
				α	0.00
				t <sub>0,corr</sub>	22.05

<b>COEFFICIENTE DI OMOGENEIZZAZIONE - RITIRO</b>				UNI EN 1994-2:2006, UNI EN 1992-1-1:2005	
t	<b>1.00E+15</b>	giorni - età del calcestruzzo al momento considerato			
t <sub>0</sub>	<b>1</b>	tempo di messa in carico			
tipo di carico	<b>ritiro</b>				
ψ <sub>L</sub>	0.55	moltiplicatore del fattore di viscosità			
n	<b>17.20</b>	<b>coefficiente di omogeneizzazione</b>			
E <sub>cinf</sub>	12213	MPa	modulo elastico modificato		
<b>φ(t,t<sub>0</sub>)</b>	<b>3.255</b>	<b>φ<sub>0</sub></b>	<b>3.255</b>	<b>β<sub>c(t,t<sub>0</sub>)</sub></b>	<b>1.000</b>
		φ <sub>Rh</sub>	1.338	β <sub>H</sub>	1353
		α <sub>1</sub>	0.866	α <sub>3</sub>	0.902
		α <sub>2</sub>	0.960		
		β <sub>fc,m</sub>	2.562		
		β <sub>t0</sub>	0.949		
				Influenza temperatura	
				T(Δt <sub>i</sub> ) [°C]	<b>15</b>
				t <sub>T</sub>	0.79
				α	0.00
				t <sub>0,corr</sub>	0.79

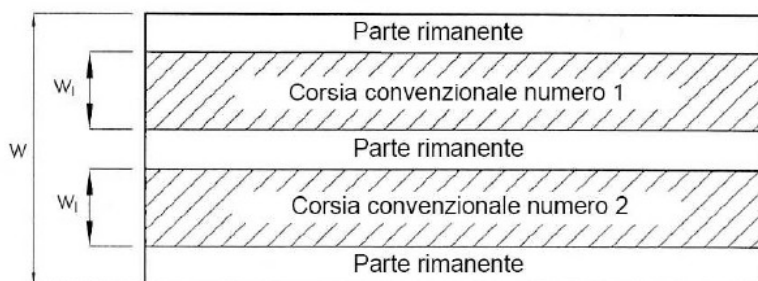
## 6.6. EFFETTI DEI CEDIMENTI DIFFERENZIALI (E5)

Le fondazioni sono di tipo profondo e pertanto cedimenti di significativa entità non sono attesi, in ogni caso si applica cautelativamente un cedimento differenziale di entità pari ad 1/5000 della luce maggiore che afferisce alla sottostruttura.

## 6.7. CARICHI MOBILI (Q1)

I carichi variabili da traffico sono definiti dagli Schemi di Carico descritti nel § 5.1.3.3.3 NTC18, disposti su corsie convenzionali.

Le larghezze  $w_l$  delle corsie convenzionali su una carreggiata ed il massimo numero (intero) possibile di tali corsie su di essa sono indicati nel prospetto di Fig. 5.1.1 e Tab. 5.1.I NTC18.



Larghezza di carreggiata "w"	Numero corsie convenzionali	Larghezza corsia convenzionale [m]	Larghezza della zona rimanente [m]
$w < 5.40$ m	$n_i = 1$	3.00	$(w - 3.00)$
$5.4 \leq w < 6.0$	$n_i = 2$	$w/2$	0
$6.0 \text{ m} \leq w$	$n_i = \text{Int}(w/3)$	3.00	$w - (3.00 \times n_i)$

La disposizione e la numerazione delle corsie va determinata in modo da indurre le più sfavorevoli condizioni di progetto. Per ogni singola verifica il numero di corsie da considerare caricate, la loro disposizione sulla carreggiata e la loro numerazione vanno scelte in modo che gli effetti della disposizione dei carichi risultino i più sfavorevoli.

La corsia che, caricata, dà l'effetto più sfavorevole è numerata come corsia Numero 1; la corsia che dà il successivo effetto più sfavorevole è numerata come corsia Numero 2, ecc.

### 6.7.1. SCHEMA DI CARICO

Le azioni variabili del traffico, comprensive degli effetti dinamici, sono definite dai seguenti Schemi di Carico:

Schema di Carico 1: è costituito da carichi concentrati su due assi in tandem, applicati su impronte di pneumatico di forma quadrata e lato 0,40 m, e da carichi uniformemente distribuiti. Questo schema è da assumere a riferimento sia per le verifiche globali, sia per le verifiche locali, considerando un solo carico tandem per corsia, disposto in asse alla corsia stessa. Il carico tandem, se presente, va considerato per intero.

Schema di Carico 2: è costituito da un singolo asse applicato su specifiche impronte di pneumatico di forma rettangolare, di larghezza 0,60 m ed altezza 0,35 m. Questo schema va considerato autonomamente con asse longitudinale nella posizione più gravosa ed è da assumere a riferimento

solo per verifiche locali. Qualora sia più gravoso si considererà il peso di una singola ruota di 200 kN.

Schema di Carico 3: è costituito da un carico isolato da 150kN con impronta quadrata di lato 0,40m. Si utilizza per verifiche locali su marciapiedi non protetti da sicurvia.

Schema di Carico 4: è costituito da un carico isolato da 10 kN con impronta quadrata di lato 0,10m. Si utilizza per verifiche locali su marciapiedi protetti da sicurvia e sulle passerelle pedonali.

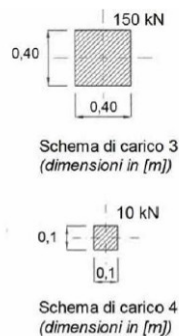
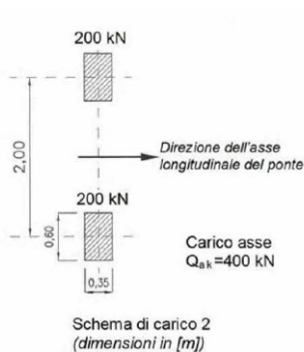
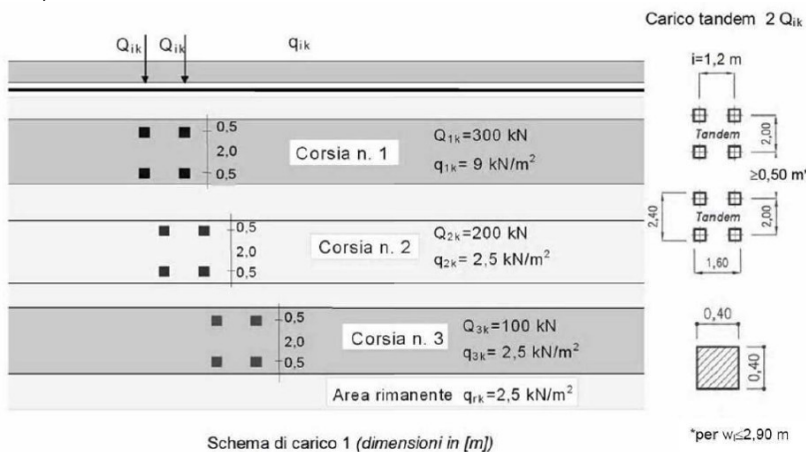
Schema di Carico 5: costituito dalla folla compatta, agente con intensità nominale, comprensiva degli effetti dinamici, di 5,0 kN/m<sup>2</sup>. Il valore di combinazione è invece di 2,5 kN/m<sup>2</sup>. Il carico folla deve essere applicato su tutte le zone significative della superficie di influenza, inclusa l'area dello spartitraffico centrale, ove rilevante.

Categoria stradale

Il ponte in oggetto è definito di Categoria 1°.

### 6.7.2. DISPOSIZIONE DELLE CORSIE DI CARICO

Il numero delle colonne di carichi mobili da considerare nel calcolo dei ponti di 1a e 2a Categoria è quello massimo compatibile con la larghezza della carreggiata, comprese le eventuali banchine di rispetto e per sosta di emergenza, nonché gli eventuali marciapiedi non protetti e di altezza inferiore a 20 cm, tenuto conto che la larghezza di ingombro convenzionale è stabilita per ciascuna colonna in 3,00 m.

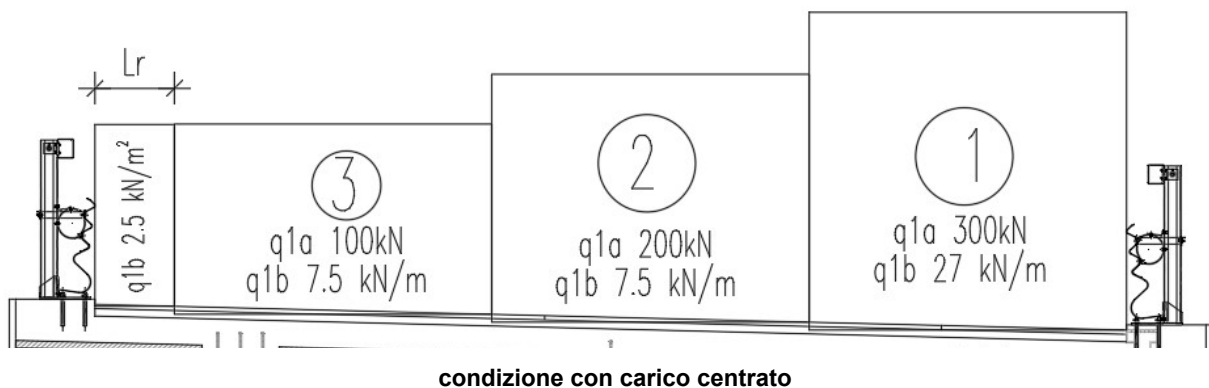
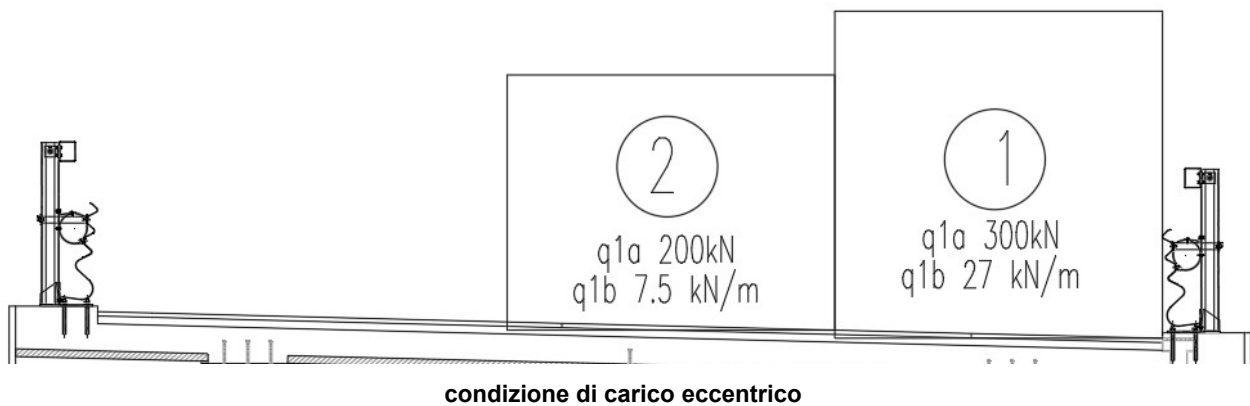


La disposizione e la numerazione delle corsie viene determinata in modo da indurre le più sfavorevoli condizioni di progetto. Per ogni singola verifica il numero di corsie da considerare caricate, la loro disposizione sulla carreggiata e la loro numerazione vengono scelte in modo che gli effetti della disposizione dei carichi risultino i più sfavorevoli. La corsia che, caricata, dà l'effetto più sfavorevole è numerata come Corsia 1; la corsia che dà il successivo effetto più sfavorevole è numerata come Corsia 2, ecc.

Per i ponti di 1° Categoria si devono considerare, compatibilmente con le larghezze precedentemente definite, le seguenti intensità dei carichi (NTC18):

Posizione carico asse	$Q_{ik}$ [kN]	$q_{ik}$ [kN/m <sup>2</sup> ]
Corsia numero 1	300	9.00
Corsia numero 2	200	2.50
Corsia numero 3	100	2.50
Altre corsie	0	2.50

L'analisi della disposizione in senso longitudinale dei carichi mobili che massimizzino le sollecitazioni su ogni singolo elemento strutturale principale è automaticamente svolta dal programma di calcolo attraverso l'analisi della linea di influenza, una volta assegnate le caratteristiche in termini di geometria, posizione e pesi di ciascuna colonna di carico. Per quanto riguarda la disposizione trasversale dei carichi, tenuta in considerazione che la struttura portante dell'impalcato è costituita da una coppia di travi con uno schema di ripartizione a graticcio si considerano le seguenti disposizioni di carico trasversale..



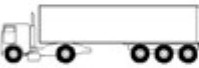




Per il viadotto in oggetto  $L_r$  è pari a 0.75m cui corrisponde un carico lineare di 1.875 kN/m. Per il calcolo della soletta è stata considerate ulteriore condizioni, si veda il capitolo specifico.

La condizione di massimo carico è stata applicata anche in interno curva.  
 Oltre alle condizioni rappresentate è stata effettuata anche una configurazione centrata sulla carreggiata.

### 6.8. CARICO DA TRAFFICO PER VERIFICHE A FATICA

Con riferimento a quanto prescritto dalle NTC 2018, in funzione del limitato carico di traffico previsto per il ponte, si fa riferimento al modello di carico a fatica 2 previsto al punto 5.1.4.3 del DM 17/1/2018. Si adotta pertanto il più gravoso dei mezzi riportati in tabella 5.1.VII, considerato viaggiante da solo sulla corsia convenzionale (massima eccentricità trasversale) per la verifica sulla trave principale.

SAGOMA del VEICOLO		Distanza tra gli assi (m)	Carico frequente per asse (kN)	Tipo di ruota (Tab. 5.1.IX)
		4,5	90 190	A B
		4,20 1,30	80 140 140	A B B
		3,20	90	A
		5,20	180	B
		1,30	120	C
		1,30	120	C
		3,40	90	A
		6,00	190	B
		1,80	140 140	B B
		4,80	90	A
		3,60	180	B
		4,40	120	C
		1,30	110	C
		1,30	110	C

**Veicolo schema di carico a fatica 2**

Coefficienti parziali per la resistenza a fatica

I valori dei coefficienti  $\gamma_{Mf}$  adottati nelle verifiche a fatica sono riportati nella seguente tabella, estratta dalla circolare delle NTC18.

Coefficienti parziali di sicurezza

$\gamma_f = 1$  coefficiente parziale di sicurezza relativo alle azioni di fatica

$\gamma_M = 1.35$  coefficiente parziale di sicurezza relativo alla resistenza a fatica

$\gamma_{Mf} = \gamma_f \cdot \gamma_M = 1.35$  coefficiente parziale di sicurezza per le verifiche a fatica

Metodo di valutazione	Conseguenze del collasso	
	Basse conseguenze	Alte conseguenze
metodo del "danneggiamento accettabile"	1,00	1,15
metodo della "vita sicura"	1,15	1,35

#### 6.8.1. METODI DI VERIFICA

PROGETTAZIONE ATI:

**GPI** INGEGNERIA  
 GESTIONE PROGETTI INGEGNERIA srl



cooprogetti



Per la verifica a fatica secondo il criterio della vita illimitata, l'ampiezza di tensione di riferimento è quella ad ampiezza costante, definita come

$$\Delta\sigma_D = 0.737 \cdot \Delta\sigma_C$$

dove  $\Delta\sigma_C$  è il valore della classe del dettaglio.

La verifica a vita illimitata si esegue controllando che sia

$$\Delta\sigma_{\max} \leq \Delta\sigma_D / \gamma_{Mf}$$

dove  $\Delta\sigma_D$  sono i valori di progetto delle massime escursioni di tensioni normali indotte nel dettaglio considerato dallo spettro di carico per vita illimitata.

### 6.8.2. VERIFICA DEI DETTAGLI DI FATICA

Nelle verifiche a fatica le tensioni considerate sono coerenti con quelle alle quali è riferita la curva S-N del dettaglio.

Si veda capitolo specifico della presente relazione.

### 6.9. AZIONE DI FRENAMENTO O ACCELERAZIONE (Q3)

Secondo quanto riportato nel DM 17 gennaio 2018 paragrafo 5.1.3.5, la forza orizzontale dovuta al frenamento dei veicoli per l'impalcato in questione diviene:

$$Q3 = 0.6 \times 2 \times 300 + 0.1 \times 27 \times 146 = 755 \text{ kN}$$

### 6.10. AZIONE CENTRIFUGA (Q4)

Essendo la curvatura massima in corrispondenza della pila P2, nel dimensionamento della stessa viene considerata una azione pari a  $0.2 \times 1200 = 240 \text{ kN}$ .

### 6.11. AZIONE VENTO (Q5)

L'azione del vento può essere convenzionalmente assimilata ad un carico orizzontale e verticale statico, diretto ortogonalmente all'asse del ponte e/o diretto nelle direzioni più sfavorevoli per alcuni dei suoi elementi (ad es. le pile). Tale azione si considera agente sulla proiezione nel piano delle superfici direttamente investite.

#### 6.11.1. VELOCITÀ DI RIFERIMENTO

La velocità di riferimento  $v_b$  assunta nei calcoli è il valore caratteristico della velocità del vento a 20 m dal suolo su un terreno di categoria di esposizione II, mediata su 10 minuti e riferita ad un periodo di ritorno di 50 anni.

In mancanza di specifiche ed adeguate indagini statistiche  $v_b$  è data dall'espressione:

$$v_b = v_{b,0} \text{ per } a_s \leq a_0$$

$$v_b = v_{b,0} + k_a (a_s - a_0) \text{ per } a_0 < a_s \leq 1500 \text{ m}$$

dove:

$v_{b,0}$ ,  $a_0$ ,  $k_a$  sono parametri forniti nella norma e legati alla regione in cui sorge la costruzione in esame;

$a_s$  è l'altitudine sul livello del mare (in m) del sito ove sorge la costruzione.

Zona	Descrizione	$v_{b,0}$ [m/s]	$a_0$ [m]	$k_s$
1	Valle d'Aosta, Piemonte, Lombardia, Trentino Alto Adige, Veneto, Friuli Venezia Giulia (con l'eccezione della provincia di Trieste)	25	1000	0,40
2	Emilia Romagna	25	750	0,45
3	Toscana, Marche, Umbria, Lazio, Abruzzo, Molise, Puglia, Campania, Basilicata, Calabria (esclusa la provincia di Reggio Calabria)	27	500	0,37
4	Sicilia e provincia di Reggio Calabria	28	500	0,36
5	Sardegna (zona a oriente della retta congiungente Capo Teulada con l'Isola di Maddalena)	28	750	0,40
6	Sardegna (zona a occidente della retta congiungente Capo Teulada con l'Isola di Maddalena)	28	500	0,36
7	Liguria	28	1000	0,54
8	Provincia di Trieste	30	1500	0,50
9	Isole (con l'eccezione di Sicilia e Sardegna) e mare aperto	31	500	0,32

La Toscana è in zona 3 cui corrisponde una  $v_{b,0} = 27$  m/sec

Pressione cinetica di riferimento

La pressione cinetica di riferimento  $q_b$  (in N/m<sup>2</sup>) è data dall'espressione:

$$q_b = 0.5 \cdot \rho \cdot v_b^2$$

dove:

$v_b$  è la velocità di riferimento del vento (in m/s);

$\rho$  è la densità dell'aria assunta convenzionalmente costante e pari a 1,25 kg/m<sup>3</sup>.

### 6.11.2. PRESSIONE DEL VENTO

La pressione del vento è data dall'espressione:

$$p = q_b \cdot c_e \cdot c_p \cdot c_d$$

dove:

$q_b$  è la pressione cinetica di riferimento di cui al § 3.3.6 D.M. 14/01/08;

$c_e$  è il coefficiente di esposizione di cui al § 3.3.7 D.M. 14/01/08;

$c_p$  è il coefficiente di forma (o coefficiente aerodinamico), funzione della tipologia e della geometria della costruzione e del suo orientamento rispetto alla direzione del vento;

$c_d$  è il coefficiente dinamico con cui si tiene conto degli effetti riduttivi associati alla non contemporaneità delle massime pressioni locali e degli effetti amplificativi dovuti alle vibrazioni strutturali. Indicazioni per la sua valutazione sono riportate al § 3.3.8 D.M. 14/01/08.

### 6.11.3. COEFFICIENTE DI ESPOSIZIONE

Il coefficiente di esposizione  $c_e$  dipende dall'altezza  $z$  sul suolo del punto considerato, dalla topografia del terreno, e dalla categoria di esposizione del sito ove sorge la costruzione.

In assenza di analisi specifiche che tengano in conto la direzione di provenienza del vento e l'effettiva scabrezza e topografia del terreno che circonda la costruzione, per altezze sul suolo non maggiori di  $z = 200$  m, esso è dato dalla relazione:

$$c_e(z) = k_r \cdot c_t \cdot \ln(z/z_0) [7 + c_t \cdot \ln(z/z_0)] \text{ per } z \geq z_{min}$$

$$c_e(z) = c_e(z_{min}) \text{ per } z < z_{min}$$

PROGETTAZIONE ATI:

**GPI** INGEGNERIA  
 GESTIONE PROGETTI INGEGNERIA srl



cooprogetti



dove:

$k_r$ ,  $z_0$ ,  $z_{min}$  sono assegnati in Tab. 3.3.II D.M. 14/01/08 in funzione della categoria di esposizione del sito ove sorge la costruzione;  
 $ct$  è il coefficiente di topografia.

Categoria di esposizione del sito	$k_r$	$z_0$ [m]	$z_{min}$ [m]
I	0,17	0,01	2
II	0,19	0,05	4
III	0,20	0,10	5
IV	0,22	0,30	8
V	0,23	0,70	12

In mancanza di analisi specifiche, la categoria di esposizione è assegnata nella Fig. 3.3.2 D.M. 14/01/08 in funzione della posizione geografica del sito ove sorge la costruzione e della classe di rugosità del terreno definita in Tab. 3.3.III D.M. 14/01/08.

ZONE 1,2,3,4,5						
	costa			500m	750m	
	mare					
	2 km	10 km	30 km			
A	--	IV	IV	V	V	V
B	--	III	III	IV	IV	IV
C	--	*	III	III	IV	IV
D	I	II	II	II	III	**
* Categoria II in zona 1,2,3,4 Categoria III in zona 5						
** Categoria III in zona 2,3,4,5 Categoria IV in zona 1						

Nel caso in esame, vista l'ubicazione del sito posto oltre 30 km dalla costa ad una quota inferiore a 500m, si è considerata una categoria di esposizione II.

Il coefficiente di topografia  $ct$  è posto generalmente pari a 1, sia per le zone pianeggianti sia per quelle ondulate, collinose e montane.

Classe di rugosità del terreno	Descrizione
A	Aree urbane in cui almeno il 15% della superficie sia coperto da edifici la cui altezza media superi i 15m
B	Aree urbane (non di classe A), suburbane, industriali e boschive
C	Aree con ostacoli diffusi (alberi, case, muri, recinzioni,...); aree con rugosità non riconducibile alle classi A, B, D
D	Aree prive di ostacoli (aperta campagna, aeroporti, aree agricole, pascoli, zone paludose o sabbiose, superfici innevate o ghiacciate, mare, laghi,...)

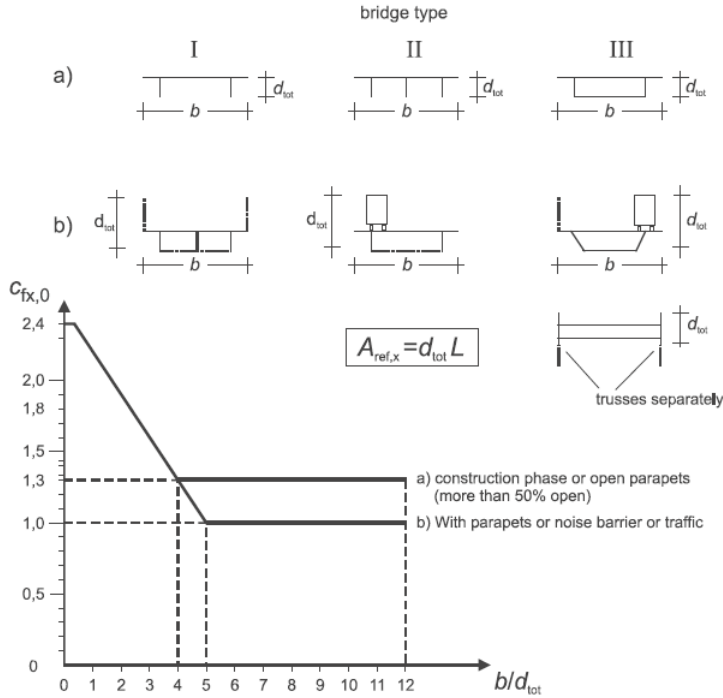
L'assegnazione della classe di rugosità non dipende dalla conformazione orografica e topografica del terreno. Affinché una costruzione possa dirsi ubicata in classe A o B è necessario che la situazione che contraddistingue la classe permanga intorno alla costruzione per non meno di 1 km e comunque non meno di 20 volte l'altezza della costruzione. Laddove sussistano dubbi sulla scelta della classe di rugosità, a meno di analisi dettagliate, verrà assegnata la classe più sfavorevole.



Si adotta per la zona del ponte una Classe D.

Coefficienti di forma

Il coefficiente di forma è determinato sulla base del diagramma fornito dalla UNI-EN 1991-1-4:2005.



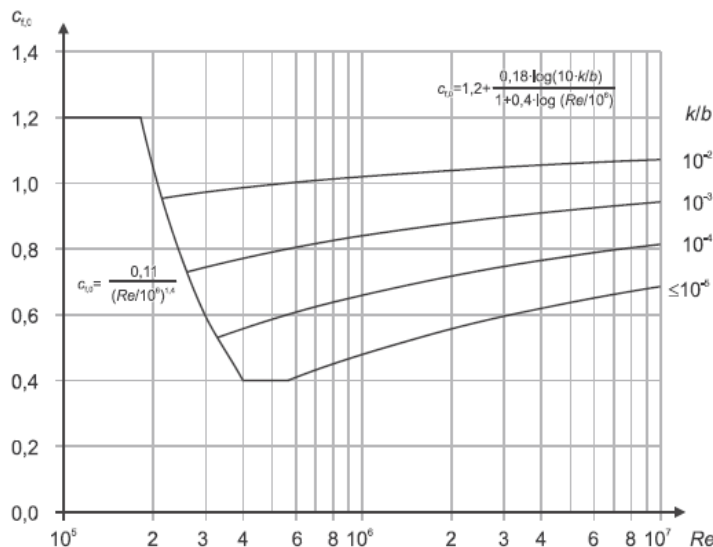
Per il ponte in oggetto, conforme alla tipologia b perché soggetto al traffico, il coefficiente di forma è assunto pari a:

Ponte scarico = 1.463, essendo il rapporto  $b/d=11.25/(3.54)=3.18$ .

Ponte carico = 1.914, essendo il rapporto  $b/d=11.25/(3.17+3)=1.82$ .

Il guardrail aperto è fattorizzato per 0.3 così come indicato nella EN 1991-1-4 al paragrafo 8.3.1 al punto 4.a.4

Per il fusto circolare della pila il coefficiente di forma può essere valutato dalla formulazione seguente (UNI ENV 1991-2-4:2010) in base al numero di Reynolds



Essendo il numero di reynolds pari a :

$$Re = \frac{b \cdot v(z_0)}{v}$$

diametro = b	3
v	1.50E-05
qp	76.62
ce(z)	2.73
Vpicco	11.07
Re	1476269.55

Da cui si ottiene un coefficiente di forma pari a 1.29.

coefficiente per sezione circolari		
Reynolds	Re	1.48E+06
	k	1
	k/b	0.33
<b>Controlla nella tabella a fianco</b>	Cf,0	<b>1.29</b>

#### 6.11.4. AZIONE DA VENTO

L'azione da vento può essere convenzionalmente assimilata ad una carico statico diretto ortogonalmente e/o verticalmente all'asse del ponte. Come superficie investita orizzontalmente è stata presa in considerazione la situazione con ponte sia carico (con sagoma veicolare) sia scarico, mentre la superficie verticale non risente del traffico veicolare.

Le superfici di esposizione dell'impalcato al vento sono state calcolate in accordo all'Eurocodice UNI EN 1991-1-4:2005 par. 8.3.

Tenuta in considerazione la bassa altezza del suolo e l'ingombro limitato dei telai delle sottostrutture, l'azione su di essi viene trascurata.

Di seguito vengono riportati i parametri considerati con riferimento agli elaborati grafici di progetto. Per la determinazione dell'area di riferimento si è valutata graficamente la sagoma.

CALCOLO DELLA PRESSIONE DEL VENTO				
<b>Pressione cinetica di riferimento</b>				
<b>NORMATIVA</b>		<b>NTC2008</b>		
Altitudine sito	$a_s$	450	m	
Zona		3		Toscana, Marche, Umbria, Lazio, Abruzzo, Molise, Campania, Puglia, Basilicata, Calabria (esclusa la prov. di Reggio Calabria)
Velocità di riferimento	$V_{ref. o}$	27	m/s	
	$a_0$	500	m	
	$K_a$	0.02	1/s	
Velocità di riferimento	$V_b$	27	m/s	
Tempo di ritorno	$Tr$	100		
§ 3.3.2 C.M. 02/02/09:	$cr$	1.04		$\alpha_R = 0.75 \sqrt{1 - 0.2 \ln \left[ -\ln \left( 1 - \frac{1}{Tr} \right) \right]} = 1.039$
	$Vr(Tr)$	28.06	m/s	
Pressione cinetica di riferimento	$q_b$	492.08	N/mq	
<b>Classe di rugosità</b>	Classe	<b>D</b>		Aree prive di ostacoli o con al più rari ostacoli isolati
Distanza dalla costa		<b>Terra oltre 30 Km e h &lt; 500 m</b>		
Coefficiente topografico	$c_t$	1		
Altezza dal suolo	$z$	20	m	
Categoria di Esposizione		<b>II</b>		
	$z_0$	0.05	m	
Parametri per la determinazione del coef. di esposizione	$z_{min}$	4	m	
	$K_r$	0.19		
<b>Coefficiente di esposizione</b>	$c_e$	2.81		$c_e(z) = k_r^2 c_t \ln(z/z_0) [7 + c_t \ln(z/z_0)]$
<b>Coefficiente dinamico</b>	$c_p$	1		$c_e(z) = c_e(z_{min})$

La pressione di picco di progetto, senza coefficiente di forma, è pari a:

$$p = q_b c_e c_p = 492.08 \times 2.81 \times 1 = 1382.73 \text{ N/m}^2$$

dove:

- $q_b$  è la pressione cinetica di riferimento di cui al § 3.3.6 D.M. 14/01/08;
- $c_e$  è il coefficiente di esposizione di cui al § 3.3.7 D.M. 14/01/08;
- $c_p$  è il coefficiente dinamico

le pressioni sono pertanto pari a :

$$p \text{ scarico} = 1382.73 \times 1.46 = 2022 \text{ N/m}^2$$

$$p \text{ carico} = 1382.73 \times 1.91 = 2647 \text{ N/m}^2$$

La distribuzione dell'azione del vento possono essere di seguito riassunte secondo i seguenti schemi:

Ponte scarico con applicazione sulla trave esterna.

L'azione complessiva per metro di impalcato è pari a  $P = 2022 \times (3.54) = 7160 \text{ N/m}$   
 Applicato sulla trave sopra vento.

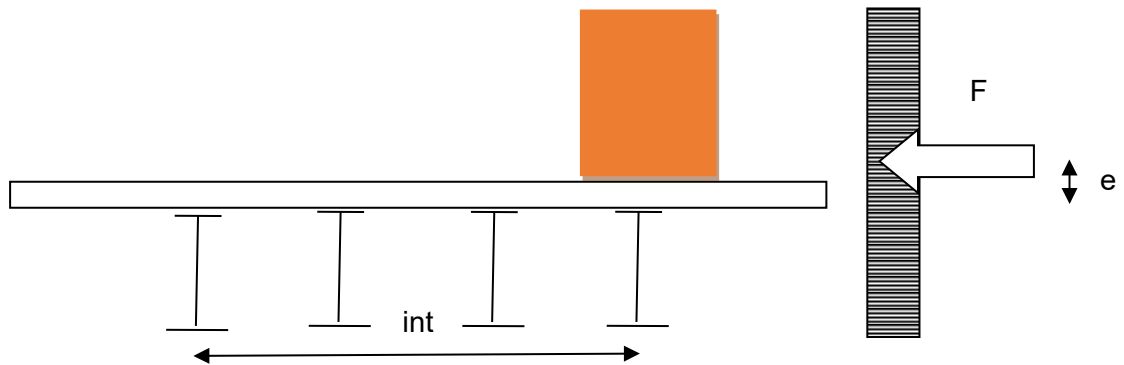
Ponte carico con applicazione sulla trave esterna e sulla sagoma di traffico.

L'azione per metro di impalcato è pari a  $P=2647 \times (3.17+3)=16330$  N/m applicato sulla trave più esposta.

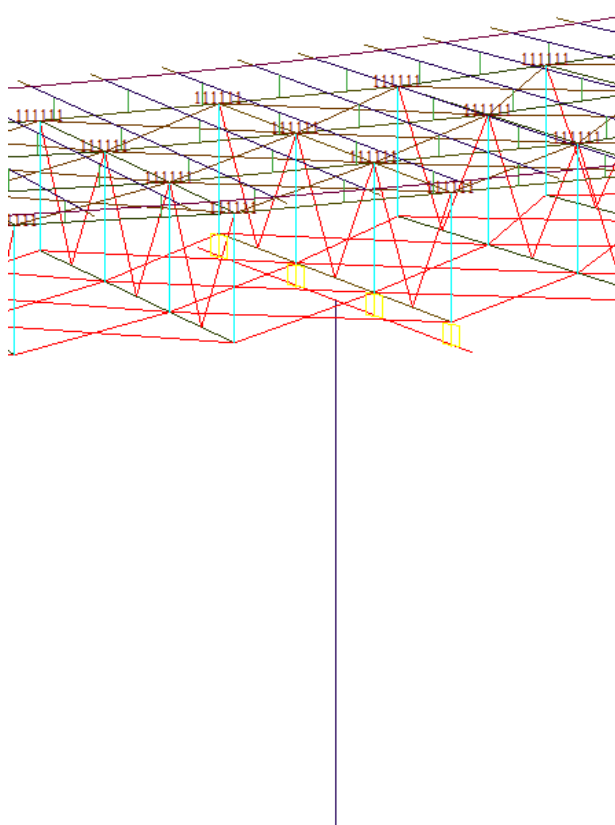
Sul fusto della pila la pressione è pari a  $1.382 \times 1.29 = 1.781$  kN/m<sup>2</sup>

L'azione lineare è pari a  $1.781 \times 3 = 5.33$  kN/m

Lo spessore dell'impalcato (trave+soletta+pavimentazione) è sostanzialmente equivalente alla sagoma di carico dei mobili, pertanto la risultante è applicata a quota impalcato. Lievi eccentricità comportano effetti torsionali risibili sulle travi di impalcato quando trasformati attraverso la divisione per il numero di travi e per l'interasse delle travi in coppie di forze, in quanto il rapporto tra  $e/int$  risulta di lieve entità.



L'eccentricità sulla sottostruttura è schematizzata grazie alla presenza di bracci rigidi pari alla distanza tra la soletta ed il piano di appoggi in modo da garantire una corretta ripartizione del momento trasversale trasmesso alla sottostruttura.



## 6.12. AZIONE SISMICA (Q6)

Le azioni sismiche su ciascuna costruzione vengono valutate in relazione ad un periodo di riferimento VR che si ricava, per ciascun tipo di costruzione, moltiplicandone la vita nominale VN per il coefficiente d'uso CU.

Si ottiene pertanto il periodo di riferimento:  $VR = VN \times CU = 50 \times 2 = 100$  anni

Per il terreno e le caratteristiche topografiche si sono assunti seguenti parametri:

Terreno tipo B

Classe topografica T1

La struttura si trova in corrispondenza delle seguenti coordinate geografiche:

## FASE 1. INDIVIDUAZIONE DELLA PERICOLOSITÀ DEL SITO

Ricerca per coordinate

LONGITUDINE:       LATTITUDINE:

---

Ricerca per comune

REGIONE:       PROVINCIA:       COMUNE:

**Elaborazioni grafiche**

- Grafici spettri di risposta
- Variabilità dei parametri

**Elaborazioni numeriche**


- Tabella parametri

**Reticolo di riferimento**

Controllo sul reticolo

- Sito esterno al reticolo
- Interpolazione su 3 nodi
- Interpolazione corretta

Interpolazione



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

INTRO

FASE 1

FASE 2

FASE 3

## FASE 2. SCELTA DELLA STRATEGIA DI PROGETTAZIONE

Vita nominale della costruzione (in anni) -  $V_N$   info  
 Coefficiente d'uso della costruzione -  $c_U$   info

### Valori di progetto

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

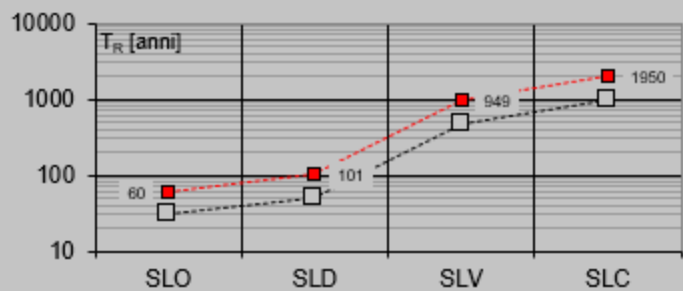
Periodi di ritorno per la definizione dell'azione sismica (in anni) -  $T_R$  info

Stati limite di esercizio - SLE	{ SLO - $P_{VR} = 81\%$	<input type="text" value="60"/>	info
	{ SLD - $P_{VR} = 63\%$	<input type="text" value="101"/>	info
Stati limite ultimi - SLU	{ SLV - $P_{VR} = 10\%$	<input type="text" value="949"/>	info
	{ SLC - $P_{VR} = 5\%$	<input type="text" value="1950"/>	info

### Elaborazioni

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

### Strategia di progettazione



### LEGENDA GRAFICO

- Strategia per costruzioni ordinarie
- Strategia scelta

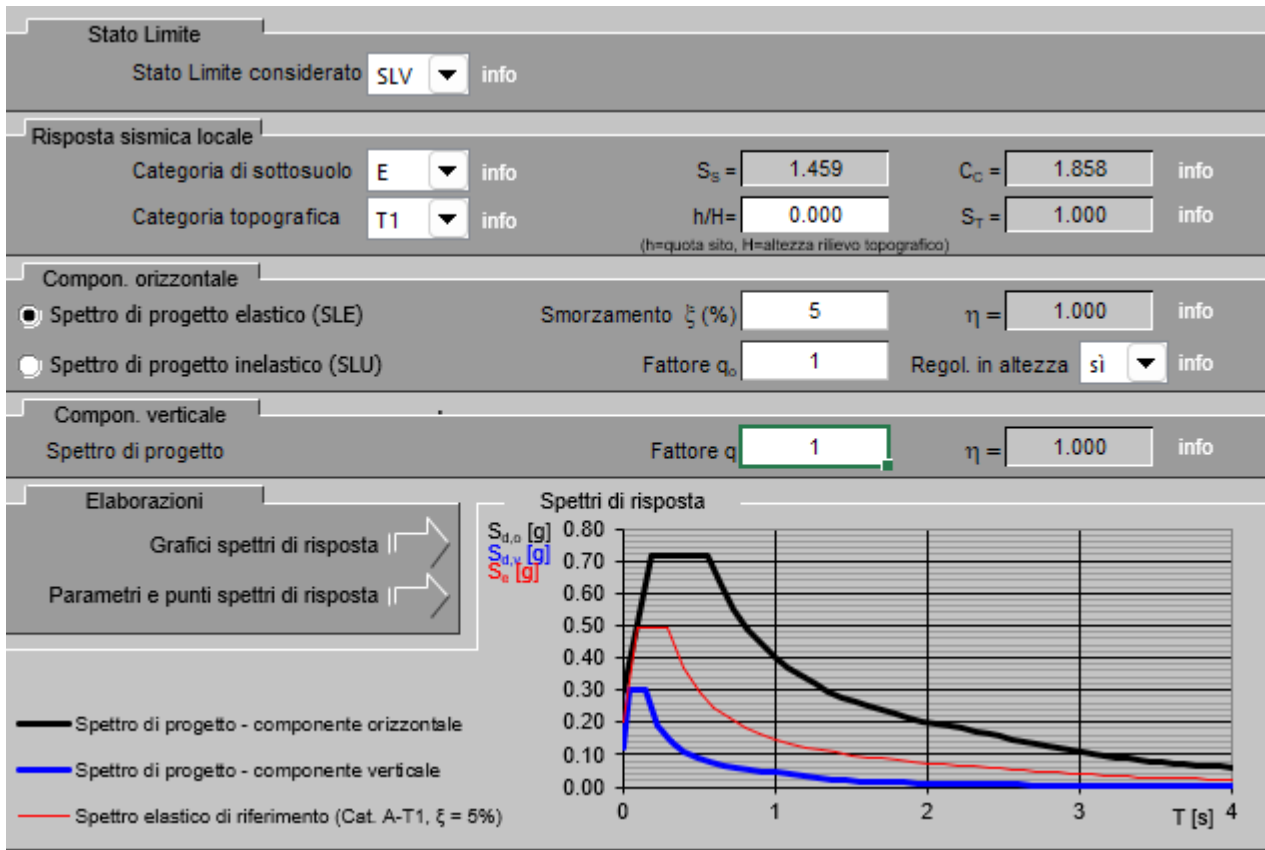
INTRO

FASE 1

**FASE 2**

FASE 3

SLV





**Parametri e punti dello spettro di risposta orizzontale per lo stato SL'**

**Parametri indipendenti**

STATO LIMITE	SLV
$a_g$	0.202 g
$F_o$	2.434
$T_c$	0.301 s
$S_s$	1.459
$C_c$	1.858
$S_T$	1.000
$q$	1.000

**Parametri dipendenti**

$S$	1.459
$\eta$	1.000
$T_B$	0.187 s
$T_C$	0.560 s
$T_D$	2.408 s

**Espressioni dei parametri dipendenti**

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

**Punti dello spettro di risposta**

	T [s]	Se [g]
	0.000	0.295
$T_B$	0.187	0.718
$T_C$	0.560	0.718
	0.648	0.620
	0.736	0.546
	0.824	0.488
	0.912	0.441
	1.000	0.402
	1.088	0.369
	1.176	0.342
	1.264	0.318
	1.352	0.297
	1.440	0.279
	1.528	0.263
	1.616	0.249
	1.704	0.236
	1.792	0.224
	1.880	0.214
	1.968	0.204
	2.056	0.195
	2.144	0.187
	2.232	0.180
	2.320	0.173
$T_D$	2.408	0.167
	2.484	0.157
	2.560	0.148
	2.636	0.139
	2.712	0.132
	2.787	0.125
	2.863	0.118
	2.939	0.112
	3.015	0.106
	3.091	0.101
	3.166	0.097
	3.242	0.092
	3.318	0.088
	3.394	0.084
	3.469	0.080
	3.545	0.077
	3.621	0.074
	3.697	0.071
	3.773	0.068
	3.848	0.065
	3.924	0.063
	4.000	0.060

### Parametri e punti dello spettro di risposta verticale per lo stato limSL

#### Parametri indipendenti

STATO LIMITE	SLV
$a_{sv}$	0.123 g
$S_s$	1.000
$S_T$	1.000
$q$	1.000
$T_B$	0.050 s
$T_C$	0.150 s
$T_D$	1.000 s

#### Parametri dipendenti

$F_v$	1.477
$S$	1.000
$\eta$	1.000

#### Espressioni dei parametri dipendenti

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

$$\eta = 1/q \quad (\text{NTC-08 §. 3.2.3.5})$$

$$F_v = 1,35 \cdot F_o \cdot \left(\frac{a_g}{g}\right)^{0,5} \quad (\text{NTC-08 Eq. 3.2.11})$$

#### Espressioni dello spettro di risposta (NTC-08 Eq. 3.2.10)

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

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

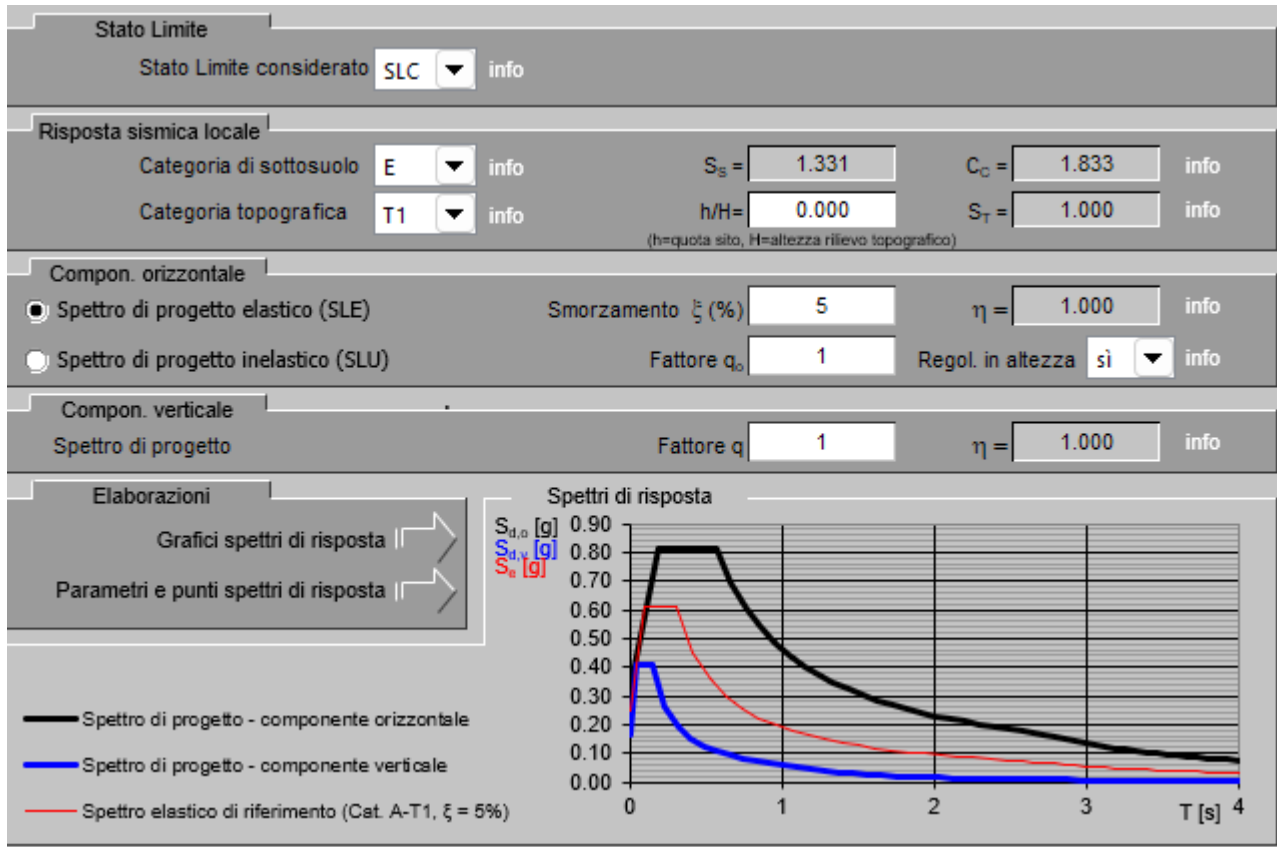
$$T_C \leq T < T_D \quad S_c(T) = a_g \cdot S \cdot \eta \cdot F_v \cdot \left( \frac{T_C}{T} \right)$$

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

#### Punti dello spettro di risposta

	T [s]	Se [g]
	0.000	0.123
$T_B$	0.050	0.239
$T_C$	0.150	0.239
	0.235	0.191
	0.320	0.140
	0.405	0.111
	0.490	0.091
	0.575	0.078
	0.660	0.068
	0.745	0.060
	0.830	0.054
	0.915	0.049
$T_D$	1.000	0.045
	1.094	0.037
	1.188	0.032
	1.281	0.027
	1.375	0.024
	1.469	0.021
	1.563	0.018
	1.656	0.016
	1.750	0.015
	1.844	0.013
	1.938	0.012
	2.031	0.011
	2.125	0.010
	2.219	0.009
	2.313	0.008
	2.406	0.008
	2.500	0.007
	2.594	0.007
	2.688	0.006
	2.781	0.006
	2.875	0.005
	2.969	0.005
	3.063	0.005
	3.156	0.004
	3.250	0.004
	3.344	0.004
	3.438	0.004
	3.531	0.004
	3.625	0.003
	3.719	0.003
	3.813	0.003
	3.906	0.003
	4.000	0.003

SLC



**Parametri e punti dello spettro di risposta orizzontale per lo stato SLC**

**Parametri indipendenti**

STATO LIMITE	SLC
$a_g$	0.247 g
$F_o$	2.463
$T_c$	0.312 s
$S_s$	1.331
$C_c$	1.833
$S_T$	1.000
$q$	1.000

**Parametri dipendenti**

$S$	1.331
$\eta$	1.000
$T_B$	0.190 s
$T_C$	0.571 s
$T_D$	2.588 s

**Espressioni dei parametri dipendenti**

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

**Punti dello spettro di risposta**

	T [s]	Se [g]
	0.000	0.329
$T_B$	0.190	0.809
$T_C$	0.571	0.809
	0.667	0.693
	0.763	0.606
	0.859	0.538
	0.955	0.484
	1.051	0.440
	1.147	0.403
	1.243	0.372
	1.339	0.345
	1.436	0.322
	1.532	0.302
	1.628	0.284
	1.724	0.268
	1.820	0.254
	1.916	0.241
	2.012	0.230
	2.108	0.219
	2.204	0.210
	2.300	0.201
	2.396	0.193
	2.492	0.186
$T_D$	2.588	0.179
	2.655	0.170
	2.722	0.161
	2.790	0.154
	2.857	0.147
	2.924	0.140
	2.991	0.134
	3.059	0.128
	3.126	0.122
	3.193	0.117
	3.260	0.113
	3.328	0.108
	3.395	0.104
	3.462	0.100
	3.529	0.096
	3.597	0.093
	3.664	0.089
	3.731	0.086
	3.798	0.083
	3.866	0.080
	3.933	0.077
	4.000	0.075

**Parametri e punti dello spettro di risposta verticale per lo stato limite**

**Parametri indipendenti**

STATO LIMITE	SLC
$a_{sv}$	0.166 g
$S_s$	1.000
$S_T$	1.000
$q$	1.000
$T_B$	0.050 s
$T_C$	0.150 s
$T_D$	1.000 s

**Parametri dipendenti**

$F_v$	1.652
$S$	1.000
$\eta$	1.000

**Espressioni dei parametri dipendenti**

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

$$\eta = 1/q \quad (\text{NTC-08 §. 3.2.3.5})$$

$$F_v = 1,35 \cdot F_o \cdot \left(\frac{a_g}{g}\right)^{0,5} \quad (\text{NTC-08 Eq. 3.2.11})$$

**Espressioni dello spettro di risposta (NTC-08 Eq. 3.2.10)**

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

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

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

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

**Punti dello spettro di risposta**

	T [s]	Se [g]
	0.000	0.166
$T_r$	0.050	0.408
$T_c$	0.150	0.408
	0.235	0.260
	0.320	0.191
	0.405	0.151
	0.490	0.125
	0.575	0.106
	0.660	0.093
	0.745	0.082
	0.830	0.074
	0.915	0.067
$T_D$	1.000	0.061
	1.094	0.051
	1.188	0.043
	1.281	0.037
	1.375	0.032
	1.469	0.028
	1.563	0.025
	1.656	0.022
	1.750	0.020
	1.844	0.018
	1.938	0.016
	2.031	0.015
	2.125	0.014
	2.219	0.012
	2.313	0.011
	2.406	0.011
	2.500	0.010
	2.594	0.009
	2.688	0.008
	2.781	0.008
	2.875	0.007
	2.969	0.007
	3.063	0.007
	3.156	0.006
	3.250	0.006
	3.344	0.005
	3.438	0.005
	3.531	0.005
	3.625	0.005
	3.719	0.004
	3.813	0.004
	3.906	0.004
	4.000	0.004

L'impalcato è vincolato con 20 isolatori in gomma.

Inoltre le proprietà nominali dell'isolatore, e dunque quelle di tutto il sistema di isolamento, possono subire modifiche dovute all'invecchiamento, temperatura, storia di carico. Questa variabilità è tenuta in conto (come richiesto per le costruzioni in classe d'uso III e IV al paragrafo 7.10.5.1 del D.M. 14.01.2008) in accordo alla EN1998-2 [punto 7.5.2.4(2)P], tramite l'utilizzo di due gruppi di caratteristiche del sistema di isolamento:

- proprietà di progetto limiti superiori [upper bound design properties (UBDP)]
- proprietà di progetto limiti inferiori [lower bound design properties (LBDP)]

In generale devono essere effettuate due distinte analisi, una usando l'UBDP, ed un'altra usando l'LBDP. L'analisi con UBDP conduce in genere alle azioni massime su sottostrutture ed impalcato, mentre quella con LBDP porta ai massimi spostamenti dei dispositivi di isolamento.

I valori di progetto UBDP e LBDP sono calcolati in accordo alle EN1998-2 (Appendici J e JJ) e la UNI EN 15129, secondo quanto riportato di seguito attraverso la definizione di un parametro  $\lambda$  che tengono conto di alcuni effetti come bassa temperatura e invecchiamento che aumentano la rigidità di progetto della gomma.

A questo va aggiunta una variabilità del 20% per la produzione.

Tenuto conto che il rapporto tra i parametri UBDP e LBDP deve essere almeno maggiore di 1.8, si considera un fattore di 1.5 per l'UBDP e di 0.8 per LBDP.

## 7. COMBINAZIONI DI CARICO

### 7.1. COMBINAZIONI PER GLI SLU

Con riferimento al §5.1.3.12 del NTC 2018, ed alle tabelle riportate nel seguito, si sono impiegate nei calcoli di verifica le seguenti combinazioni allo SLU.

Combinazione tipo:

$$1.35 g_1 + 1.5 g_2 + 1.35 q_{1A,i} + 0.9 q_{5vento2} + 1.2 \varepsilon_2$$

		Coefficiente	EQU <sup>(1)</sup>	A1 STR	A2 GEO
Carichi permanenti	favorevoli	$\gamma_{G1}$	0,90	1,00	1,00
	sfavorevoli		1,10	1,35	1,00
Carichi permanenti non strutturali <sup>(2)</sup>	favorevoli	$\gamma_{G2}$	0,00	0,00	0,00
	sfavorevoli		1,50	1,50	1,30
Carichi variabili da traffico	favorevoli	$\gamma_Q$	0,00	0,00	0,00
	sfavorevoli		1,35	1,35	1,15
Carichi variabili	favorevoli	$\gamma_{Qi}$	0,00	0,00	0,00
	sfavorevoli		1,50	1,50	1,30
Distorsioni e presollecitazioni di progetto	favorevoli	$\gamma_{e1}$	0,90	1,00	1,00
	sfavorevoli		1,00 <sup>(3)</sup>	1,00 <sup>(4)</sup>	1,00
Ritiro e viscosità, Variazioni termiche, Cedimenti vincolari	favorevoli	$\gamma_{e2}, \gamma_{e3}, \gamma_{e4}$	0,00	0,00	0,00
	sfavorevoli		1,20	1,20	1,00

<sup>(1)</sup> Equilibrio che non coinvolga i parametri di deformabilità e resistenza del terreno; altrimenti si applicano i valori di GEO.  
<sup>(2)</sup> Nel caso in cui i carichi permanenti non strutturali (ad es. carichi permanenti portati) siano compiutamente definiti si potranno adottare gli stessi coefficienti validi per le azioni permanenti.  
<sup>(3)</sup> 1,30 per instabilità in strutture con precompressione esterna  
<sup>(4)</sup> 1,20 per effetti locali

Per quanto riguarda i carichi mobili, la simultaneità dei sistemi di carico definiti nel DM 17 gennaio 2018 (modelli di carico 1, 2, 3, 4, 6 - forze orizzontali - carichi agenti su ponti pedonali), deve essere tenuta in conto considerando i "gruppi di azioni" definiti nella tabella seguente.

Ognuno dei "gruppi di azioni", indipendente dagli altri, deve essere considerato come azione

PROGETTAZIONE ATI:

**GPINGEGNERIA**  
GESTIONE PROGETTI INGEGNERIA srl



cooprogetti



caratteristica per la combinazione con gli altri carichi agenti sul ponte.

Gruppo di azioni	Carichi sulla carreggiata					Carichi su marciapiedi e piste ciclabili
	Carichi verticali			Carichi orizzontali		Carichi verticali
	Modello principale (Schemi di carico 1, 2, 3, 4, 6)	Veicoli speciali	Folla (Schema di carico 5)	Frenatura q <sub>3</sub>	Forza centrifuga q <sub>4</sub>	Carico uniformemente distribuito
1	Valore caratteristico					Schema di carico 5 con valore di combinazione 2,5 kN/m <sup>2</sup>
2 a	Valore frequente			Valore caratteristico		
2 b	Valore frequente				Valore caratteristico	
3 <sup>(*)</sup>						Schema di carico 5 con valore caratteristico 5,0 kN/m <sup>2</sup>
4 <sup>(**)</sup>			Schema di carico 5 con valore caratteristico 5,0 kN/m <sup>2</sup>			Schema di carico 5 con valore caratteristico 5,0 kN/m <sup>2</sup>
5 <sup>(***)</sup>	Da definirsi per il singolo progetto	Valore caratteristico o nominale				

<sup>(\*)</sup> Ponti di 3<sup>a</sup> categoria  
<sup>(\*\*)</sup> Da considerare solo se richiesto dal particolare progetto (ad es. ponti in zona urbana)  
<sup>(\*\*\*)</sup> Da considerare solo se si considerano veicoli speciali

Le combinazioni di azioni per le verifiche agli stati limite ultimi, definite al punto 2.5.3 del D.M. 17 gennaio 2018, sono espresse complessivamente dalle seguenti relazioni:

$$\sum_{j>1} \gamma_{G,j} \cdot G_{k,j} + \gamma_P \cdot P + \gamma_{Q,1} \cdot Q_{k,1} + \sum_{i>1} \gamma_{Q,i} \cdot \psi_{0,i} \cdot Q_{k,i}$$

Dove:

- G<sub>k</sub> è il valore caratteristico delle azioni permanenti;
- E è l'azione del sisma per lo stato limite considerato;
- P è il valore caratteristico delle azioni di precompressione;
- Q<sub>k</sub> è il valore caratteristico delle azioni variabili;
- γ<sub>G</sub>, γ<sub>P</sub>, γ<sub>Q</sub> sono i coefficienti parziali delle azioni agli SLU;
- ψ<sub>0</sub>, ψ<sub>2</sub> sono i coefficienti di combinazione delle azioni variabili;

I valori dei coefficienti ψ<sub>0</sub>, γ<sub>G</sub>, γ<sub>P</sub>, γ<sub>Q</sub> sono riportati nelle tabelle sottostanti:

Azioni	Gruppo di azioni (Tabella 5.1.IV)	Coefficiente $\Psi_0$ di combinazione	Coefficiente $\Psi_1$ (valori frequenti)	Coefficiente $\Psi_2$ (valori quasi permanenti)
Azioni da traffico (Tabella 5.1.IV)	Schema 1 (Carichi tandem)	0,75	0,75	0,0
	Schemi 1, 5 e 6 (Carichi distribuiti)	0,40	0,40	0,0
	Schemi 3 e 4 (carichi concentrati)	0,40	0,40	0,0
	Schema 2	0,0	0,75	0,0
	2	0,0	0,0	0,0
	3	0,0	0,0	0,0
Vento $q_s$	Vento a ponte scarico			
	SLU e SLE	0,6	0,2	0,0
	Esecuzione	0,8	----	0,0
Neve $q_s$	Vento a ponte carico	0,6		
	SLU e SLE	0,0	0,0	0,0
Temperatura	esecuzione	0,8	0,6	0,5
	$T_k$	0,6	0,6	0,5

		Coefficiente	EQU <sup>(1)</sup>	A1 STR	A2 GEO
Carichi permanenti	favorevoli	$\gamma_{G1}$	0,90	1,00	1,00
	sfavorevoli		1,10	1,35	1,00
Carichi permanenti non strutturali <sup>(2)</sup>	favorevoli	$\gamma_{G2}$	0,00	0,00	0,00
	sfavorevoli		1,50	1,50	1,30
Carichi variabili da traffico	favorevoli	$\gamma_Q$	0,00	0,00	0,00
	sfavorevoli		1,35	1,35	1,15
Carichi variabili	favorevoli	$\gamma_{Qi}$	0,00	0,00	0,00
	sfavorevoli		1,50	1,50	1,30
Distorsioni e presollecitazioni di progetto	favorevoli	$\gamma_{e1}$	0,90	1,00	1,00
	sfavorevoli		1,00 <sup>(3)</sup>	1,00 <sup>(4)</sup>	1,00
Ritiro e viscosità, Variazioni termiche, Cedimenti vincolari	favorevoli	$\gamma_{e2}, \gamma_{e3}, \gamma_{e4}$	0,00	0,00	0,00
	sfavorevoli		1,20	1,20	1,00

<sup>(1)</sup> Equilibrio che non coinvolga i parametri di deformabilità e resistenza del terreno; altrimenti si applicano i valori di GEO.  
<sup>(2)</sup> Nel caso in cui i carichi permanenti non strutturali (ad es. carichi permanenti portati) siano compiutamente definiti si potranno adottare gli stessi coefficienti validi per le azioni permanenti.  
<sup>(3)</sup> 1,30 per instabilità in strutture con precompressione esterna  
<sup>(4)</sup> 1,20 per effetti locali

## 7.2. COMBINAZIONI PER GLI SLE

Le combinazioni di azioni per le verifiche agli stati limite di esercizio SLE, sono invece espresse dalla seguente relazione di limitazione delle tensioni, in combinazione di carico caratteristica

$$G_1 + G_2 + P + Q_{k1} + \Psi_{02} \cdot Q_{k2} + \Psi_{03} \cdot Q_{k3} + \dots$$

## 8. CODICE DI CALCOLO

Il calcolo agli elementi finiti della struttura è stato condotto mediante l'utilizzo del software MIDAS CIVIL 2020 ver.3.2.

### Origine e caratteristiche del codice di calcolo

**MIDAS Information Technology, Co., Ltd.**

SKn Technopark Tech-center 15th fl. 190-1 Sangdaewon1-dong

Jungwon-gu, Seongnam, Gyeonggi-do, 462-721, Korea

Tel: 82-31-789-2000 Fax: 82-31-789-2001

PROGETTAZIONE ATI:

**GPI INGEGNERIA**  
GESTIONE PROGETTI INGEGNERIA srl



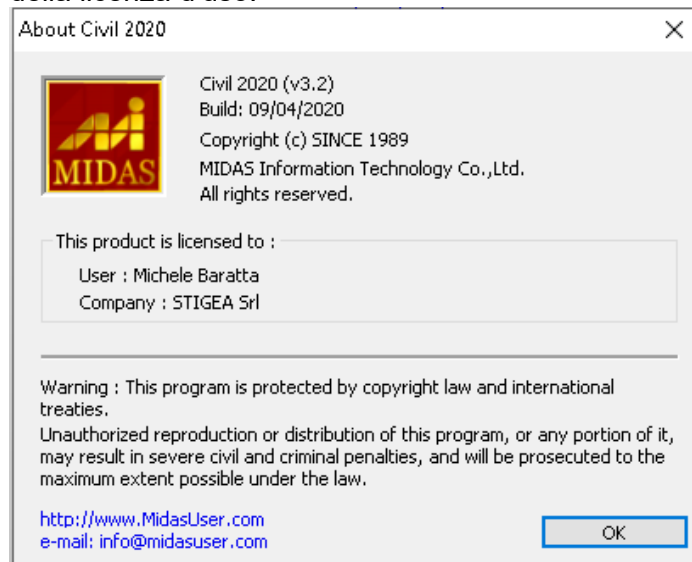
cooprogetti





- n. di serie della licenza: U001-09640
- intestato alla Ditta : STIGEA S.r.l., Bologna

Si allegano gli estremi della licenza d'uso:



### **Affidabilità del codice utilizzato**

La documentazione di validazione a corredo del software, fornita dal distributore del prodotto e preliminarmente esaminata dal progettista, è disponibile presso STIGEA S.r.l., via Inrnerio n.10, Bologna.

## **9. DESCRIZIONE DEL MODELLO DI CALCOLO**

Per la modellazione dell'impalcato si è considerato uno schema strutturale a travi, costituito da n.2 travi a sezione composta (trave "a doppia T" in acciaio e soletta in c.a. s=0.32 m).

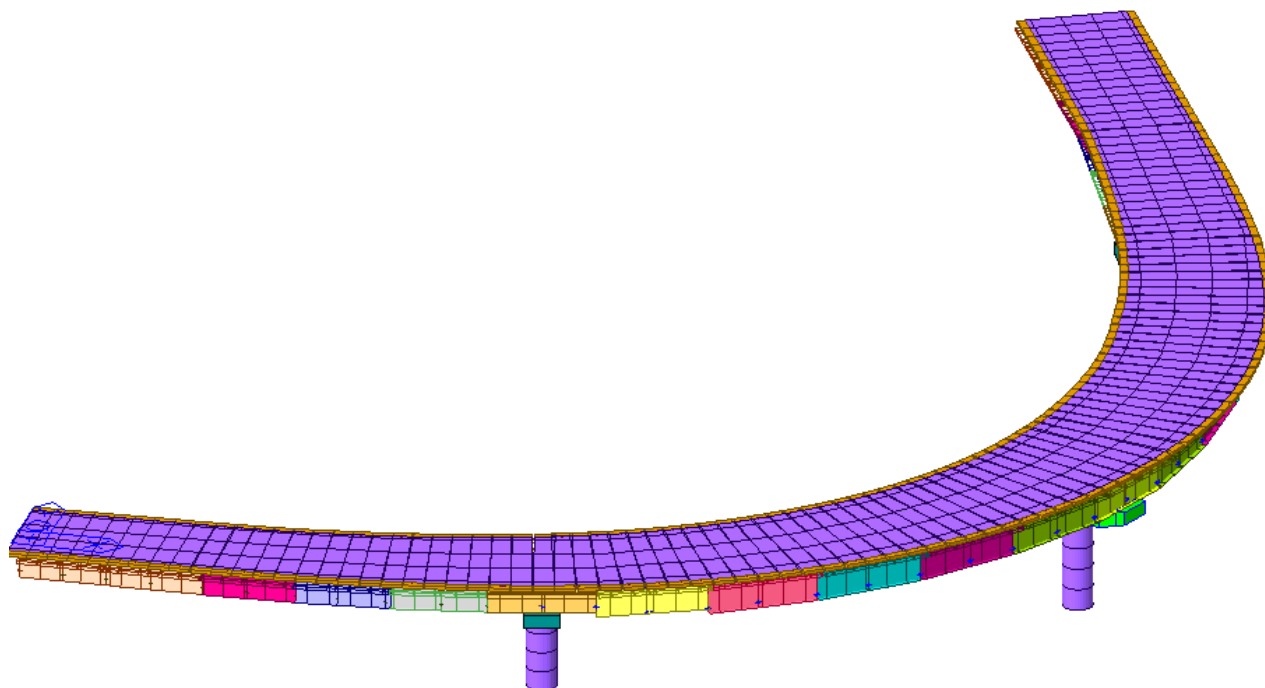
La modellazione dell'impalcato è completata dai traversi a sezione generica con inerzia equivalente ai traversi reticolari (diaframmi), costituiti da profili a L accoppiati in acciaio, posti a un interasse tra i 4 ed i 6.00m.

Solo i diaframmi in appoggio sono modellati tridimensionalmente per tenere in conto della distanza ed eccentricità dal piano di appoggio.

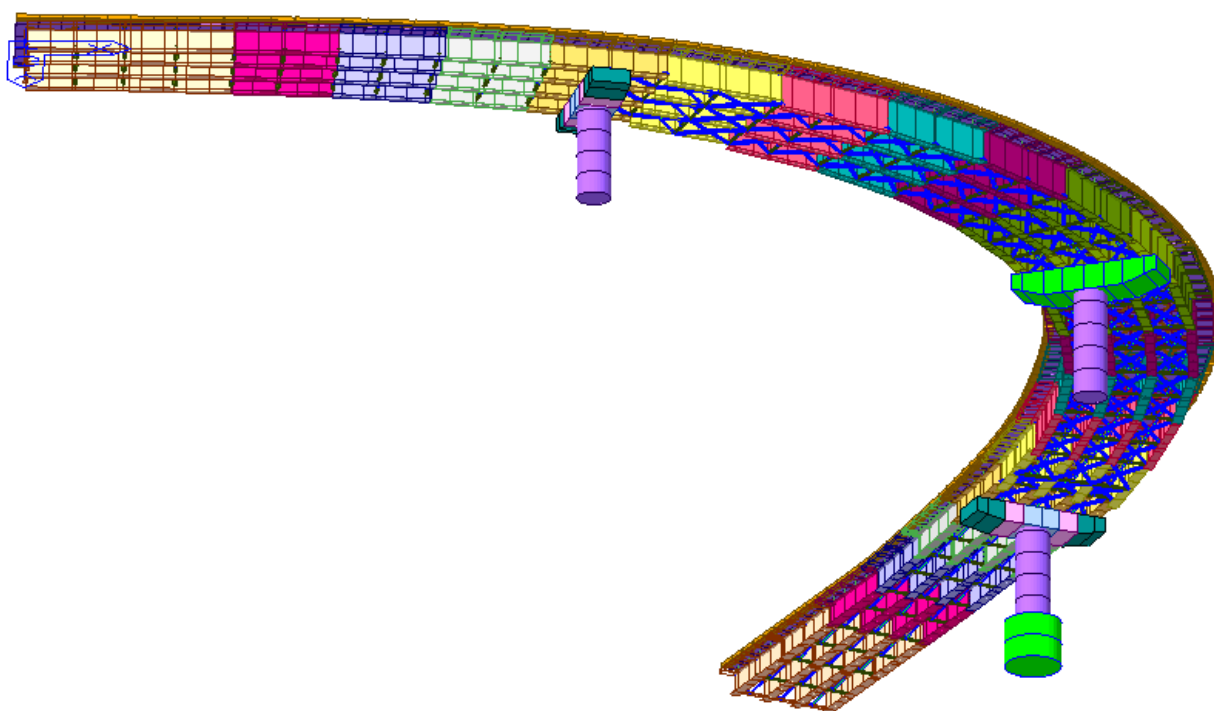
Nelle due campate centrali è modellata anche la controventatura inferiore.

Nel modello è rappresentato il piano della soletta costituito da elementi con passo 2m collegati con elementi rigidi solo assialmente (quindi non in grado di influenzare la deformabilità della trave) sui cui viene fatto viaggiare il carico mobile che trasferisce alle travi la quotaparte di carico

Delle sottostrutture sono modellate solo le elevazioni delle pile, le spalle sono considerate come punti fissi essendo il ponte vincolato tramite isolatori elastomerici.



**Figura 7 Modello di calcolo - vista estrusa**



**Figura 8 Modello di calcolo – vista estrusa**

## 10. FASI DI COSTRUZIONE

Le varie fasi esecutive dell'impalcato e i differenti tempi di applicazione del carico sono determinate attraverso la construction stage analysis secondo il metodo:  
**SEQUENTIAL ANALYSIS + LONG-TERM MODULAR RATIO**

In cui vengono definite delle caratteristiche inerziali con coefficienti di omogenizzazione del cls all'acciaio differenti a seconda della natura temporale dell'azione agente, sostanzialmente raggruppate nelle seguenti fasi:

- Fase 1: Considera il peso proprio della struttura metallica, il peso delle lastre prefabbricate e del getto fluido della soletta (che in questa fase non è ancora reagente).
- Fase 2: Considera il peso dei successivi carichi permanenti applicati alla struttura (pavimentazione, cordoli, barriere di sicurezza, velette prefabbricate in cls, parapetti metallici), i carichi dovuti al ritiro del cls ed eventuali cedimenti vincolari.

In questa fase viene considerato un coefficiente  $n=Es/Ec$  pari a 18 così come definito nel par.7.5

- Fase 3: Considera il transito dei carichi mobili (comprese le azioni centrifughe e di avviamento/frenamento ad essi imputabili), l'azione del vento, le azioni sismiche e l'effetto della differenza di temperatura tra la soletta in cls e le travi metalliche.

La sezione resistente è completamente reagente; le sue caratteristiche statiche sono calcolate con modulo istantaneo ( $n = Es / Ec$ ) in virtù della breve durata delle sollecitazioni.

Per il calcolo della larghezza collaborante efficace di soletta ( $B_{eff}$ ), si è fatto riferimento a quanto prescritto al paragrafo 4.3.2.3 delle NTC.

### 4.3.2.3 Larghezze efficaci

La distribuzione delle tensioni normali negli elementi composti, deve essere determinata o mediante una analisi rigorosa o utilizzando nel calcolo la larghezza efficace della soletta.

La larghezza efficace,  $b_{eff}$ , di una soletta in calcestruzzo può essere determinata mediante l'espressione

$$b_{eff} = b_0 + b_{e1} + b_{e2}, \quad (4.3.2)$$

dove  $b_0$  è la distanza tra gli assi dei connettori e  $b_{ei} = \min(L_e/8, b_i)$  è il valore della larghezza collaborante da ciascun lato della sezione composta (vedi fig. 4.3.1).

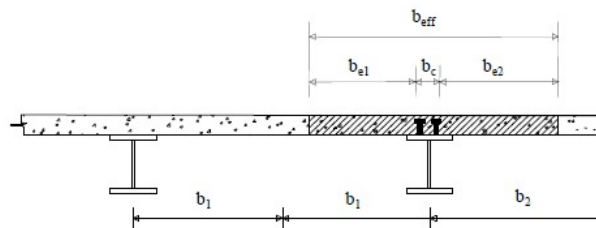


Figura 4.3.1. - Definizione della larghezza efficace  $b_{eff}$  e delle aliquote  $b_{ei}$ .

$L_e$  nelle travi semplicemente appoggiate è la luce della trave, nelle travi continue è la distanza indicata in fig. 4.3.2.

Per gli appoggi di estremità la formula diviene

$$b_{eff} = b_0 + \beta_1 b_{e1} + \beta_2 b_{e2}, \quad (4.3.3)$$

dove  $\beta_i = \left( 0,55 + 0,025 \cdot \frac{L_e}{b_{ei}} \right) \leq 1,0$ .

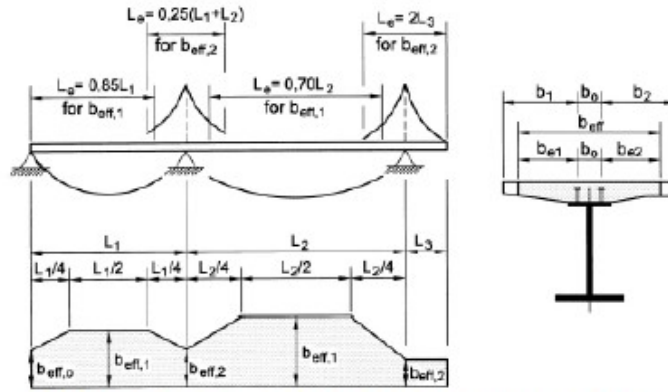
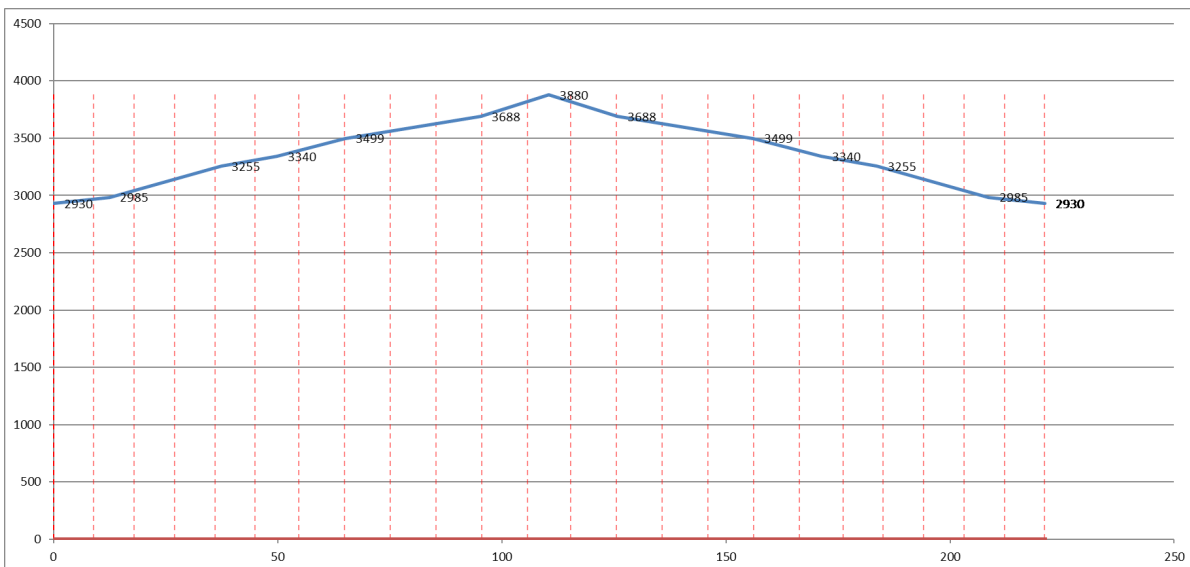


Figura 4.3.2 - Larghezza efficace,  $b_{eff}$  e luci equivalenti,  $L_e$ , per le travi continue

Si riporta di seguito il grafico dell'andamento della larghezza collaborante nello sviluppo dell'impalcato.



La larghezza collaborante aumenta nel tratto centrale per effetto dell'aumento dell'interasse delle travi, nei conci si adotta un valore medio dei valori all'estremità del conca stesso.

Per le sezioni comprese nelle zone adiacenti alle pile per una estensione pari al 15% della luce della campata la sezione viene considerata fessurata.

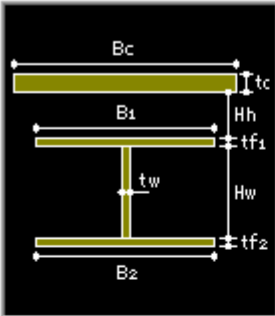
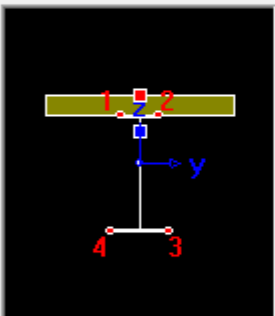
**11. SEZIONI MEMBRATURE IMPALCATO**

Nel modello di calcolo si sono considerate le seguenti 12 sezioni della trave principale, di seguito si riportano le caratteristiche geometriche e le caratteristiche inerziali secondo le fasi di calcolo considerate:

Concio:	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	11	10	9	8	7	6	5	4	3	2	1
	Spalla					Pila						Pila						Pila					Spalla
n° pila:						<b>1</b>						<b>2</b>						<b>3</b>					

Section ID:  Name:

Section Type:

FEM  Equation

Offset:

Slab

Bc	<input type="text" value="2.921"/>	m
tc	<input type="text" value="0.32"/>	m
Hh	<input type="text" value="0"/>	m

Girder

Hw	<input type="text" value="1.74"/>	tw	<input type="text" value="0.022"/>	m
B1	<input type="text" value="0.6"/>	B2	<input type="text" value="0.9"/>	m
Bf1	<input type="text" value="0"/>	Bf2	<input type="text" value="0"/>	m
tf1	<input type="text" value="0.03"/>	tf2	<input type="text" value="0.03"/>	m
Bf3	<input type="text" value="0"/>	tfp	<input type="text" value="0"/>	m

Material

Es / Ec	<input type="text" value="6.16251"/>	Ds / Dc	<input type="text" value="3.0792"/>
Ps	<input type="text" value="0.3"/>	Pc	<input type="text" value="0.2"/>
Ts / Tc	<input type="text" value="1.2"/>		

Multiple Modulus of Elasticity

Es/Ec (Creep)   
Es/Ec (Shrinkage)

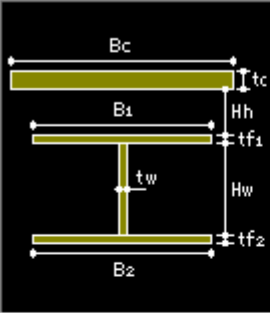
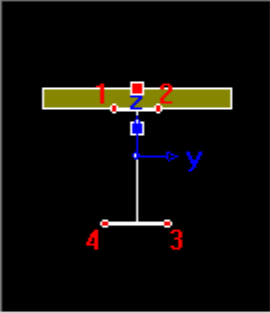
Consider Shear Deformation.  
 Consider Warping Effect(7th DOF)

Section Properties X

	Value(Before)	Value(After)	Long Term	Shrinkage	Unit
Area	8.328000e-02	2.349585e-01	1.352089e-01	1.352089e-01	m^2
Asy	3.382082e-02	1.580525e-01	6.202170e-02	6.202170e-02	m^2
Asz	3.759449e-02	4.451544e-02	4.104798e-02	4.104798e-02	m^2
Ixx	1.978232e-05	2.824148e-03	9.798898e-04	9.798898e-04	m^4
Iyy	4.414476e-02	1.172383e-01	8.730388e-02	8.730388e-02	m^4
Izz	2.364044e-03	1.102105e-01	3.928653e-02	3.928653e-02	m^4
Cyp	4.500000e-01	4.500000e-01	4.500000e-01	4.500000e-01	m
Cym	4.500000e-01	4.500000e-01	4.500000e-01	4.500000e-01	m
Czp	9.956412e-01	2.496120e-01	5.518008e-01	5.518008e-01	m
Czm	8.043588e-01	1.550388e+00	1.248199e+00	1.248199e+00	m
Qyb	0.000000e+00	0.000000e+00	0.000000e+00	0.000000e+00	m^2
Qzb	0.000000e+00	0.000000e+00	0.000000e+00	0.000000e+00	m^2
Peri:O	6.556000e+00	1.303800e+01	1.303800e+01	1.303800e+01	m
Peri:I	0.000000e+00	0.000000e+00	0.000000e+00	0.000000e+00	m
Center:y	4.500000e-01	1.460500e+00	1.460500e+00	1.460500e+00	m
Center:z	8.043588e-01	1.550388e+00	1.248199e+00	1.248199e+00	m
y1	-3.000000e-01	-3.000000e-01	-3.000000e-01	-3.000000e-01	m
z1	9.956412e-01	2.496120e-01	5.518008e-01	5.518008e-01	m
y2	3.000000e-01	3.000000e-01	3.000000e-01	3.000000e-01	m
z2	9.956412e-01	2.496120e-01	5.518008e-01	5.518008e-01	m
y3	4.500000e-01	4.500000e-01	4.500000e-01	4.500000e-01	m
z3	-8.043588e-01	-1.550388e+00	-1.248199e+00	-1.248199e+00	m
y4	-4.500000e-01	-4.500000e-01	-4.500000e-01	-4.500000e-01	m
z4	-8.043588e-01	-1.550388e+00	-1.248199e+00	-1.248199e+00	m

Section ID  Name

Section Type :

FEM  Equation

Offset : Center-Top

Slab

Bc	<input type="text" value="2.979"/>	m
tc	<input type="text" value="0.32"/>	m
Hh	<input type="text" value="0"/>	m

Girder

Hw	<input type="text" value="1.755"/>	tw	<input type="text" value="0.02"/>	m
B1	<input type="text" value="0.7"/>	B2	<input type="text" value="1"/>	m
Bf1	<input type="text" value="0"/>	Bf2	<input type="text" value="0"/>	m
tf1	<input type="text" value="0.03"/>	tf2	<input type="text" value="0.04"/>	m
Bf3	<input type="text" value="0"/>	tfp	<input type="text" value="0"/>	m

Material

Es / Ec	<input type="text" value="6.16251"/>	Ds / Dc	<input type="text" value="3.0792"/>
Ps	<input type="text" value="0.3"/>	Pc	<input type="text" value="0.2"/>
Ts / Tc	<input type="text" value="1.2"/>		

Multiple Modulus of Elasticity

Es/Ec (Creep)	<input type="text" value="18"/>
Es/Ec (Shrinkage)	<input type="text" value="18"/>

Consider Shear Deformation.  
 Consider Warping Effect(7th DOF)

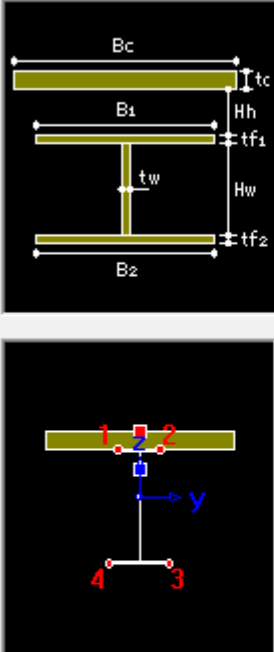


Section Properties

	Value(Before)	Value(After)	Long Term	Shrinkage	Unit
Area	9.610000e-02	2.507902e-01	1.490600e-01	1.490600e-01	m^2
Asy	4.712517e-02	1.681287e-01	7.005848e-02	7.005848e-02	m^2
Asz	3.478895e-02	4.118338e-02	3.834328e-02	3.834328e-02	m^2
Ixx	3.240667e-05	2.892457e-03	1.011578e-03	1.011578e-03	m^4
Iyy	5.490065e-02	1.482525e-01	1.083644e-01	1.083644e-01	m^4
Izz	4.192003e-03	1.185911e-01	4.335787e-02	4.335787e-02	m^4
Cyp	5.000000e-01	5.000000e-01	5.000000e-01	5.000000e-01	m
Cym	5.000000e-01	5.000000e-01	5.000000e-01	5.000000e-01	m
Czp	1.086038e+00	3.174678e-01	6.433292e-01	6.433292e-01	m
Czm	7.389620e-01	1.507532e+00	1.181671e+00	1.181671e+00	m
Qyb	0.000000e+00	0.000000e+00	0.000000e+00	0.000000e+00	m^2
Qzb	0.000000e+00	0.000000e+00	0.000000e+00	0.000000e+00	m^2
Peri:O	7.010000e+00	1.360800e+01	1.360800e+01	1.360800e+01	m
Peri:I	0.000000e+00	0.000000e+00	0.000000e+00	0.000000e+00	m
Center:y	5.000000e-01	1.489500e+00	1.489500e+00	1.489500e+00	m
Center:z	7.389620e-01	1.507532e+00	1.181671e+00	1.181671e+00	m
y1	-3.500000e-01	-3.500000e-01	-3.500000e-01	-3.500000e-01	m
z1	1.086038e+00	3.174678e-01	6.433292e-01	6.433292e-01	m
y2	3.500000e-01	3.500000e-01	3.500000e-01	3.500000e-01	m
z2	1.086038e+00	3.174678e-01	6.433292e-01	6.433292e-01	m
y3	5.000000e-01	5.000000e-01	5.000000e-01	5.000000e-01	m
z3	-7.389620e-01	-1.507532e+00	-1.181671e+00	-1.181671e+00	m
y4	-5.000000e-01	-5.000000e-01	-5.000000e-01	-5.000000e-01	m
z4	-7.389620e-01	-1.507532e+00	-1.181671e+00	-1.181671e+00	m

Section ID:  Name:

Section Type:



Display Centroid

FEM  Equation

Offset:

Slab

Bc	<input type="text" value="3.094"/>	m
tc	<input type="text" value="0.32"/>	m
Hh	<input type="text" value="0"/>	m

Girder

Hw	<input type="text" value="1.805"/>	tw	<input type="text" value="0.02"/>	m
B1	<input type="text" value="0.7"/>	B2	<input type="text" value="1"/>	m
Bf1	<input type="text" value="0"/>	Bf2	<input type="text" value="0"/>	m
tf1	<input type="text" value="0.03"/>	tf2	<input type="text" value="0.04"/>	m
Bf3	<input type="text" value="0"/>	tfp	<input type="text" value="0"/>	m

Material

Es / Ec	<input type="text" value="6.16251"/>	Ds / Dc	<input type="text" value="3.0792"/>
Ps	<input type="text" value="0.3"/>	Pc	<input type="text" value="0.2"/>
Ts / Tc	<input type="text" value="1.2"/>		

Multiple Modulus of Elasticity

Es/Ec (Creep)	<input type="text" value="18"/>
Es/Ec (Shrinkage)	<input type="text" value="18"/>

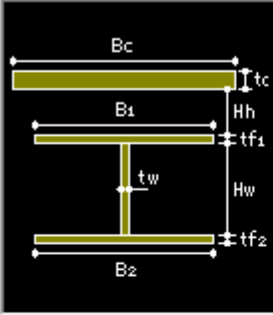
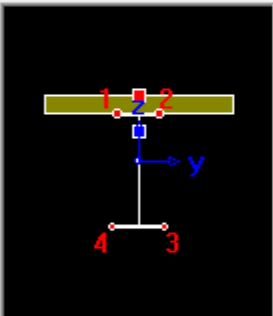
Consider Shear Deformation.  
 Consider Warping Effect(7th DOF)

Section Properties

	Value(Before)	Value(After)	Long Term	Shrinkage	Unit
Area	9.710000e-02	2.577618e-01	1.521044e-01	1.521044e-01	m^2
Asy	4.713521e-02	1.728613e-01	7.104067e-02	7.104067e-02	m^2
Asz	3.577002e-02	4.211785e-02	3.923776e-02	3.923776e-02	m^2
Ixx	3.254000e-05	3.002998e-03	1.049511e-03	1.049511e-03	m^4
Iyy	5.832441e-02	1.579413e-01	1.157939e-01	1.157939e-01	m^4
Izz	4.192037e-03	1.323578e-01	4.807108e-02	4.807108e-02	m^4
Cyp	5.000000e-01	5.000000e-01	5.000000e-01	5.000000e-01	m
Cym	5.000000e-01	5.000000e-01	5.000000e-01	5.000000e-01	m
Czp	1.114091e+00	3.199557e-01	6.533507e-01	6.533507e-01	m
Czm	7.609089e-01	1.555044e+00	1.221649e+00	1.221649e+00	m
Qyb	0.000000e+00	0.000000e+00	0.000000e+00	0.000000e+00	m^2
Qzb	0.000000e+00	0.000000e+00	0.000000e+00	0.000000e+00	m^2
Peri:O	7.110000e+00	1.393800e+01	1.393800e+01	1.393800e+01	m
Peri:I	0.000000e+00	0.000000e+00	0.000000e+00	0.000000e+00	m
Center:y	5.000000e-01	1.547000e+00	1.547000e+00	1.547000e+00	m
Center:z	7.609089e-01	1.555044e+00	1.221649e+00	1.221649e+00	m
y1	-3.500000e-01	-3.500000e-01	-3.500000e-01	-3.500000e-01	m
z1	1.114091e+00	3.199557e-01	6.533507e-01	6.533507e-01	m
y2	3.500000e-01	3.500000e-01	3.500000e-01	3.500000e-01	m
z2	1.114091e+00	3.199557e-01	6.533507e-01	6.533507e-01	m
y3	5.000000e-01	5.000000e-01	5.000000e-01	5.000000e-01	m
z3	-7.609089e-01	-1.555044e+00	-1.221649e+00	-1.221649e+00	m
y4	-5.000000e-01	-5.000000e-01	-5.000000e-01	-5.000000e-01	m
z4	-7.609089e-01	-1.555044e+00	-1.221649e+00	-1.221649e+00	m

Section ID:  Name:

Section Type:

FEM  Equation

Offset:

Slab

Bc	<input type="text" value="3.191"/>	m
tc	<input type="text" value="0.32"/>	m
Hh	<input type="text" value="0"/>	m

Girder

Hw	<input type="text" value="1.855"/>	tw	<input type="text" value="0.02"/>	m
B1	<input type="text" value="0.7"/>	B2	<input type="text" value="0.9"/>	m
Bf1	<input type="text" value="0"/>	Bf2	<input type="text" value="0"/>	m
tf1	<input type="text" value="0.03"/>	tf2	<input type="text" value="0.04"/>	m
Bf3	<input type="text" value="0"/>	tfp	<input type="text" value="0"/>	m

Material

Es / Ec	<input type="text" value="6.16251"/>	Ds / Dc	<input type="text" value="3.0792"/>
Ps	<input type="text" value="0.3"/>	Pc	<input type="text" value="0.2"/>
Ts / Tc	<input type="text" value="1.2"/>		

Multiple Modulus of Elasticity

Es/Ec (Creep)	<input type="text" value="18"/>
Es/Ec (Shrinkage)	<input type="text" value="18"/>

Consider Shear Deformation.  
 Consider Warping Effect(7th DOF)

Section Properties X

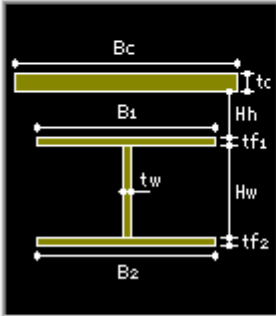
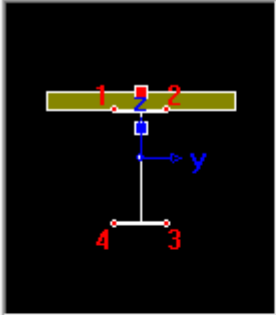
	Value(Before)	Value(After)	Long Term	Shrinkage	Unit
Area	9.410000e-02	2.597987e-01	1.508289e-01	1.508289e-01	m^2
Asy	4.562373e-02	1.749592e-01	6.974672e-02	6.974672e-02	m^2
Asz	3.684790e-02	4.314560e-02	4.018114e-02	4.018114e-02	m^2
Ixx	3.054000e-05	3.094125e-03	1.079394e-03	1.079394e-03	m^4
Iyy	5.944010e-02	1.576019e-01	1.169772e-01	1.169772e-01	m^4
Izz	3.288737e-03	1.438907e-01	5.142547e-02	5.142547e-02	m^4
Cyp	4.500000e-01	4.500000e-01	4.500000e-01	4.500000e-01	m
Cym	4.500000e-01	4.500000e-01	4.500000e-01	4.500000e-01	m
Czp	1.109652e+00	2.998724e-01	6.321178e-01	6.321178e-01	m
Czm	8.153480e-01	1.625128e+00	1.292882e+00	1.292882e+00	m
Qyb	0.000000e+00	0.000000e+00	0.000000e+00	0.000000e+00	m^2
Qzb	0.000000e+00	0.000000e+00	0.000000e+00	0.000000e+00	m^2
Peri:O	7.010000e+00	1.403200e+01	1.403200e+01	1.403200e+01	m
Peri:I	0.000000e+00	0.000000e+00	0.000000e+00	0.000000e+00	m
Center:y	4.500000e-01	1.595500e+00	1.595500e+00	1.595500e+00	m
Center:z	8.153480e-01	1.625128e+00	1.292882e+00	1.292882e+00	m
y1	-3.500000e-01	-3.500000e-01	-3.500000e-01	-3.500000e-01	m
z1	1.109652e+00	2.998724e-01	6.321178e-01	6.321178e-01	m
y2	3.500000e-01	3.500000e-01	3.500000e-01	3.500000e-01	m
z2	1.109652e+00	2.998724e-01	6.321178e-01	6.321178e-01	m
y3	4.500000e-01	4.500000e-01	4.500000e-01	4.500000e-01	m
z3	-8.153480e-01	-1.625128e+00	-1.292882e+00	-1.292882e+00	m
y4	-4.500000e-01	-4.500000e-01	-4.500000e-01	-4.500000e-01	m
z4	-8.153480e-01	-1.625128e+00	-1.292882e+00	-1.292882e+00	m

Section Data

DB/User Composite

Section ID  Name

Section Type :

Slab

Bc	<input type="text" value="3.273"/>	m
tc	<input type="text" value="0.32"/>	m
Hh	<input type="text" value="0"/>	m

Girder

Hw	<input type="text" value="1.9"/>	tw	<input type="text" value="0.022"/>	m
B1	<input type="text" value="0.9"/>	B2	<input type="text" value="0.9"/>	m
Bf1	<input type="text" value="0"/>	Bf2	<input type="text" value="0"/>	m
tf1	<input type="text" value="0.04"/>	tf2	<input type="text" value="0.04"/>	m
Bf3	<input type="text" value="0"/>	tfp	<input type="text" value="0"/>	m

Material

Es / Ec	<input type="text" value="6.16251"/>	Ds / Dc	<input type="text" value="3.0792"/>
Ps	<input type="text" value="0.3"/>	Pc	<input type="text" value="0.2"/>
Ts / Tc	<input type="text" value="1.2"/>		

Multiple Modulus of Elasticity

Es/Ec (Creep)

Es/Ec (Shrinkage)

Consider Shear Deformation.

Consider Warping Effect(7th DOF)

Offset : Center-Top

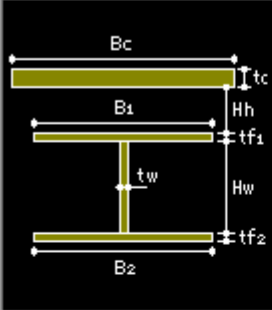
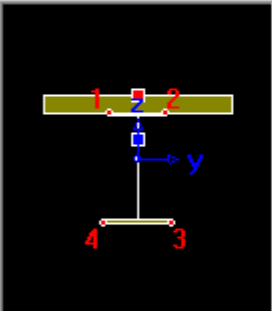
FEM  Equation

Section Properties X

	Value(Before)	Value(After)	Long Term	Shrinkage	Unit
Area	1.138000e-01	2.837567e-01	1.719867e-01	1.719867e-01	m^2
Asy	6.048889e-02	1.922159e-01	8.074987e-02	8.074987e-02	m^2
Asz	4.172159e-02	4.850930e-02	4.531924e-02	4.531924e-02	m^2
Ixx	4.528571e-05	3.187597e-03	1.121093e-03	1.121093e-03	m^4
Iyy	8.032923e-02	1.719221e-01	1.317432e-01	1.317432e-01	m^4
Izz	4.861686e-03	1.565839e-01	5.680555e-02	5.680555e-02	m^4
Cyp	4.500000e-01	4.500000e-01	4.500000e-01	4.500000e-01	m
Cym	4.500000e-01	4.500000e-01	4.500000e-01	4.500000e-01	m
Czp	9.900000e-01	3.012049e-01	6.009311e-01	6.009311e-01	m
Czm	9.900000e-01	1.678795e+00	1.379069e+00	1.379069e+00	m
Qyb	0.000000e+00	0.000000e+00	0.000000e+00	0.000000e+00	m^2
Qzb	0.000000e+00	0.000000e+00	0.000000e+00	0.000000e+00	m^2
Peri:O	7.516000e+00	1.470200e+01	1.470200e+01	1.470200e+01	m
Peri:l	0.000000e+00	0.000000e+00	0.000000e+00	0.000000e+00	m
Center:y	4.500000e-01	1.636500e+00	1.636500e+00	1.636500e+00	m
Center:z	9.900000e-01	1.678795e+00	1.379069e+00	1.379069e+00	m
y1	-4.500000e-01	-4.500000e-01	-4.500000e-01	-4.500000e-01	m
z1	9.900000e-01	3.012049e-01	6.009311e-01	6.009311e-01	m
y2	4.500000e-01	4.500000e-01	4.500000e-01	4.500000e-01	m
z2	9.900000e-01	3.012049e-01	6.009311e-01	6.009311e-01	m
y3	4.500000e-01	4.500000e-01	4.500000e-01	4.500000e-01	m
z3	-9.900000e-01	-1.678795e+00	-1.379069e+00	-1.379069e+00	m
y4	-4.500000e-01	-4.500000e-01	-4.500000e-01	-4.500000e-01	m
z4	-9.900000e-01	-1.678795e+00	-1.379069e+00	-1.379069e+00	m

Section ID:  Name:

Section Type:

FEM  Equation

Offset:

Slab

Bc	<input type="text" value="3.323"/>	m
tc	<input type="text" value="0.32"/>	m
Hh	<input type="text" value="0"/>	m

Girder

Hw	<input type="text" value="1.86"/>	tw	<input type="text" value="0.024"/>	m
B1	<input type="text" value="1"/>	B2	<input type="text" value="1.2"/>	m
Bf1	<input type="text" value="0"/>	Bf2	<input type="text" value="0"/>	m
tf1	<input type="text" value="0.04"/>	tf2	<input type="text" value="0.06"/>	m
Bf3	<input type="text" value="0"/>	tfp	<input type="text" value="0"/>	m

Material

Es / Ec	<input type="text" value="6.16251"/>	Ds / Dc	<input type="text" value="3.0792"/>
Ps	<input type="text" value="0.3"/>	Pc	<input type="text" value="0.2"/>
Ts / Tc	<input type="text" value="1.2"/>		

Multiple Modulus of Elasticity

Es/Ec (Creep)	<input type="text" value="18"/>
Es/Ec (Shrinkage)	<input type="text" value="18"/>

Consider Shear Deformation.  
 Consider Warping Effect(7th DOF)



Section Properties



	Value(Before)	Value(After)	Long Term	Shrinkage	Unit
Area	1.566400e-01	3.291931e-01	2.157156e-01	2.157156e-01	m^2
Asy	9.139427e-02	2.130511e-01	1.019489e-01	1.019489e-01	m^2
Asz	4.478665e-02	5.180258e-02	4.863382e-02	4.863382e-02	m^2
Ixx	1.165346e-04	3.306849e-03	1.208776e-03	1.208776e-03	m^4
Iyy	1.091692e-01	2.555890e-01	1.854027e-01	1.854027e-01	m^4
Izz	1.197548e-02	1.707578e-01	6.633645e-02	6.633645e-02	m^4
Cyp	6.000000e-01	6.000000e-01	6.000000e-01	6.000000e-01	m
Cym	6.000000e-01	6.000000e-01	6.000000e-01	6.000000e-01	m
Czp	1.168672e+00	4.722223e-01	8.048039e-01	8.048039e-01	m
Czm	7.913279e-01	1.487778e+00	1.155196e+00	1.155196e+00	m
Qyb	0.000000e+00	0.000000e+00	0.000000e+00	0.000000e+00	m^2
Qzb	0.000000e+00	0.000000e+00	0.000000e+00	0.000000e+00	m^2
Peri:O	8.272000e+00	1.555800e+01	1.555800e+01	1.555800e+01	m
Peri:I	0.000000e+00	0.000000e+00	0.000000e+00	0.000000e+00	m
Center.y	6.000000e-01	1.661500e+00	1.661500e+00	1.661500e+00	m
Center.z	7.913279e-01	1.487778e+00	1.155196e+00	1.155196e+00	m
y1	-5.000000e-01	-5.000000e-01	-5.000000e-01	-5.000000e-01	m
z1	1.168672e+00	4.722223e-01	8.048039e-01	8.048039e-01	m
y2	5.000000e-01	5.000000e-01	5.000000e-01	5.000000e-01	m
z2	1.168672e+00	4.722223e-01	8.048039e-01	8.048039e-01	m
y3	6.000000e-01	6.000000e-01	6.000000e-01	6.000000e-01	m
z3	-7.913279e-01	-1.487778e+00	-1.155196e+00	-1.155196e+00	m
y4	-6.000000e-01	-6.000000e-01	-6.000000e-01	-6.000000e-01	m
z4	-7.913279e-01	-1.487778e+00	-1.155196e+00	-1.155196e+00	m



Section ID  Name

Section Type :

FEM  Equation

Offset : Center-Top

Slab

Bc	<input type="text" value="3.445"/>	m
tc	<input type="text" value="0.32"/>	m
Hh	<input type="text" value="0"/>	m

Girder

Hw	<input type="text" value="2.4"/>	tw	<input type="text" value="0.02"/>	m
B1	<input type="text" value="0.8"/>	B2	<input type="text" value="1"/>	m
Bf1	<input type="text" value="0"/>	Bf2	<input type="text" value="0"/>	m
tf1	<input type="text" value="0.04"/>	tf2	<input type="text" value="0.04"/>	m
Bf3	<input type="text" value="0"/>	tfp	<input type="text" value="0"/>	m

Material

Es / Ec	<input type="text" value="6.16251"/>	Ds / Dc	<input type="text" value="3.0792"/>
Ps	<input type="text" value="0.3"/>	Pc	<input type="text" value="0.2"/>
Ts / Tc	<input type="text" value="1.2"/>		

Multiple Modulus of Elasticity

Es/Ec (Creep)	<input type="text" value="18"/>
Es/Ec (Shrinkage)	<input type="text" value="18"/>

Consider Shear Deformation.  
 Consider Warping Effect(7th DOF)

Section Properties

	Value(Before)	Value(After)	Long Term	Shrinkage	Unit
Area	1.200000e-01	2.988881e-01	1.812444e-01	1.812444e-01	m^2
Asy	5.781891e-02	1.964370e-01	8.025218e-02	8.025218e-02	m^2
Asz	4.791557e-02	5.387495e-02	5.114885e-02	5.114885e-02	m^2
Ixx	4.490667e-05	3.352350e-03	1.177248e-03	1.177248e-03	m^4
Iyy	1.294206e-01	2.885484e-01	2.189225e-01	2.189225e-01	m^4
Izz	5.041600e-03	1.819624e-01	6.561248e-02	6.561248e-02	m^4
Cyp	5.000000e-01	5.000000e-01	5.000000e-01	5.000000e-01	m
Cym	5.000000e-01	5.000000e-01	5.000000e-01	5.000000e-01	m
Czp	1.321333e+00	4.347375e-01	8.207749e-01	8.207749e-01	m
Czm	1.158667e+00	2.045262e+00	1.659225e+00	1.659225e+00	m
Qyb	0.000000e+00	0.000000e+00	0.000000e+00	0.000000e+00	m^2
Qzb	0.000000e+00	0.000000e+00	0.000000e+00	0.000000e+00	m^2
Peri:O	8.520000e+00	1.605000e+01	1.605000e+01	1.605000e+01	m
Peri:I	0.000000e+00	0.000000e+00	0.000000e+00	0.000000e+00	m
Center:y	5.000000e-01	1.722500e+00	1.722500e+00	1.722500e+00	m
Center:z	1.158667e+00	2.045262e+00	1.659225e+00	1.659225e+00	m
y1	-4.000000e-01	-4.000000e-01	-4.000000e-01	-4.000000e-01	m
z1	1.321333e+00	4.347375e-01	8.207749e-01	8.207749e-01	m
y2	4.000000e-01	4.000000e-01	4.000000e-01	4.000000e-01	m
z2	1.321333e+00	4.347375e-01	8.207749e-01	8.207749e-01	m
y3	5.000000e-01	5.000000e-01	5.000000e-01	5.000000e-01	m
z3	-1.158667e+00	-2.045262e+00	-1.659225e+00	-1.659225e+00	m
y4	-5.000000e-01	-5.000000e-01	-5.000000e-01	-5.000000e-01	m
z4	-1.158667e+00	-2.045262e+00	-1.659225e+00	-1.659225e+00	m

Section ID:  Name:

Section Type:

**Slab**

Bc	<input type="text" value="3.53"/>	m
tc	<input type="text" value="0.32"/>	m
Hh	<input type="text" value="0"/>	m

**Girder**

Hw	<input type="text" value="2.93"/>	tw	<input type="text" value="0.02"/>	m
B1	<input type="text" value="0.8"/>	B2	<input type="text" value="0.8"/>	m
Bf1	<input type="text" value="0"/>	Bf2	<input type="text" value="0"/>	m
tf1	<input type="text" value="0.03"/>	tf2	<input type="text" value="0.04"/>	m
Bf3	<input type="text" value="0"/>	tfp	<input type="text" value="0"/>	m

FEM  Equation

Offset:

**Material**

Es / Ec	<input type="text" value="6.16251"/>	Ds / Dc	<input type="text" value="3.0792"/>
Ps	<input type="text" value="0.3"/>	Pc	<input type="text" value="0.2"/>
Ts / Tc	<input type="text" value="1.2"/>		

Multiple Modulus of Elasticity

Es/Ec (Creep)

Es/Ec (Shrinkage)

Consider Shear Deformation.

Consider Warping Effect(7th DOF)

Section Properties X

	Value(Before)	Value(After)	Long Term	Shrinkage	Unit
Area	1.146000e-01	2.979019e-01	1.773556e-01	1.773556e-01	m^2
Asy	4.723450e-02	1.921544e-01	7.532995e-02	7.532995e-02	m^2
Asz	5.795937e-02	6.343011e-02	6.087884e-02	6.087884e-02	m^2
Ixx	3.217333e-05	3.421222e-03	1.192454e-03	1.192454e-03	m^4
Iyy	1.638093e-01	3.837276e-01	2.899117e-01	2.899117e-01	m^4
Izz	2.988620e-03	1.933309e-01	6.815451e-02	6.815451e-02	m^4
Cyp	4.000000e-01	4.000000e-01	4.000000e-01	4.000000e-01	m
Cym	4.000000e-01	4.000000e-01	4.000000e-01	4.000000e-01	m
Czp	1.599712e+00	5.169442e-01	9.770549e-01	9.770549e-01	m
Czm	1.400288e+00	2.483056e+00	2.022945e+00	2.022945e+00	m
Qyb	0.000000e+00	0.000000e+00	0.000000e+00	0.000000e+00	m^2
Qzb	0.000000e+00	0.000000e+00	0.000000e+00	0.000000e+00	m^2
Peri:O	9.160000e+00	1.686000e+01	1.686000e+01	1.686000e+01	m
Peri:I	0.000000e+00	0.000000e+00	0.000000e+00	0.000000e+00	m
Center:y	4.000000e-01	1.765000e+00	1.765000e+00	1.765000e+00	m
Center:z	1.400288e+00	2.483056e+00	2.022945e+00	2.022945e+00	m
y1	-4.000000e-01	-4.000000e-01	-4.000000e-01	-4.000000e-01	m
z1	1.599712e+00	5.169442e-01	9.770549e-01	9.770549e-01	m
y2	4.000000e-01	4.000000e-01	4.000000e-01	4.000000e-01	m
z2	1.599712e+00	5.169442e-01	9.770549e-01	9.770549e-01	m
y3	4.000000e-01	4.000000e-01	4.000000e-01	4.000000e-01	m
z3	-1.400288e+00	-2.483056e+00	-2.022945e+00	-2.022945e+00	m
y4	-4.000000e-01	-4.000000e-01	-4.000000e-01	-4.000000e-01	m
z4	-1.400288e+00	-2.483056e+00	-2.022945e+00	-2.022945e+00	m

Section ID:  Name:

Section Type:

**Slab**

Bc	<input type="text" value="3.594"/>	m
tc	<input type="text" value="0.32"/>	m
Hh	<input type="text" value="0"/>	m

**Girder**

Hw	<input type="text" value="2.9"/>	tw	<input type="text" value="0.02"/>	m
B1	<input type="text" value="0.8"/>	B2	<input type="text" value="0.9"/>	m
Bf1	<input type="text" value="0"/>	Bf2	<input type="text" value="0"/>	m
tf1	<input type="text" value="0.03"/>	tf2	<input type="text" value="0.04"/>	m
Bf3	<input type="text" value="0"/>	tfp	<input type="text" value="0"/>	m

FEM  Equation

Offset:

**Material**

Es / Ec	<input type="text" value="6.16251"/>	Ds / Dc	<input type="text" value="3.0792"/>
Ps	<input type="text" value="0.3"/>	Pc	<input type="text" value="0.2"/>
Ts / Tc	<input type="text" value="1.2"/>		

Multiple Modulus of Elasticity

Es/Ec (Creep)	<input type="text" value="18"/>
Es/Ec (Shrinkage)	<input type="text" value="18"/>

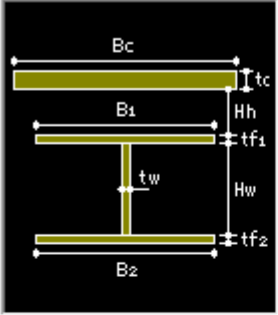
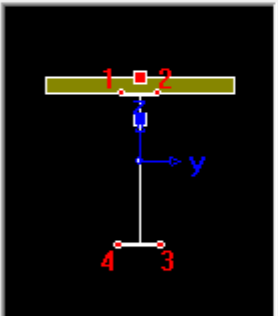
Consider Shear Deformation.  
 Consider Warping Effect(7th DOF)

Section Properties

	Value(Before)	Value(After)	Long Term	Shrinkage	Unit
Area	1.180000e-01	3.046253e-01	1.818933e-01	1.818933e-01	m^2
Asy	4.988516e-02	1.963832e-01	7.761938e-02	7.761938e-02	m^2
Asz	5.733532e-02	6.295124e-02	6.035406e-02	6.035406e-02	m^2
Ixx	3.422667e-05	3.484720e-03	1.215543e-03	1.215543e-03	m^4
Iyy	1.672837e-01	4.006367e-01	3.007132e-01	3.007132e-01	m^4
Izz	3.711933e-03	2.045959e-01	7.248691e-02	7.248691e-02	m^4
Cyp	4.500000e-01	4.500000e-01	4.500000e-01	4.500000e-01	m
Cym	4.500000e-01	4.500000e-01	4.500000e-01	4.500000e-01	m
Czp	1.630508e+00	5.335735e-01	1.001560e+00	1.001560e+00	m
Czm	1.339492e+00	2.436427e+00	1.968440e+00	1.968440e+00	m
Qyb	0.000000e+00	0.000000e+00	0.000000e+00	0.000000e+00	m^2
Qzb	0.000000e+00	0.000000e+00	0.000000e+00	0.000000e+00	m^2
Peri:O	9.300000e+00	1.712800e+01	1.712800e+01	1.712800e+01	m
Peri:I	0.000000e+00	0.000000e+00	0.000000e+00	0.000000e+00	m
Center:y	4.500000e-01	1.797000e+00	1.797000e+00	1.797000e+00	m
Center:z	1.339492e+00	2.436427e+00	1.968440e+00	1.968440e+00	m
y1	-4.000000e-01	-4.000000e-01	-4.000000e-01	-4.000000e-01	m
z1	1.630508e+00	5.335735e-01	1.001560e+00	1.001560e+00	m
y2	4.000000e-01	4.000000e-01	4.000000e-01	4.000000e-01	m
z2	1.630508e+00	5.335735e-01	1.001560e+00	1.001560e+00	m
y3	4.500000e-01	4.500000e-01	4.500000e-01	4.500000e-01	m
z3	-1.339492e+00	-2.436427e+00	-1.968440e+00	-1.968440e+00	m
y4	-4.500000e-01	-4.500000e-01	-4.500000e-01	-4.500000e-01	m
z4	-1.339492e+00	-2.436427e+00	-1.968440e+00	-1.968440e+00	m

Section ID:  Name:

Section Type:

FEM  Equation

Offset:

Slab

Bc	<input type="text" value="3.657"/>	m
tc	<input type="text" value="0.32"/>	m
Hh	<input type="text" value="0"/>	m

Girder

Hw	<input type="text" value="2.9"/>	tw	<input type="text" value="0.02"/>	m
B1	<input type="text" value="0.7"/>	B2	<input type="text" value="0.8"/>	m
Bf1	<input type="text" value="0"/>	Bf2	<input type="text" value="0"/>	m
tf1	<input type="text" value="0.03"/>	tf2	<input type="text" value="0.04"/>	m
Bf3	<input type="text" value="0"/>	tfp	<input type="text" value="0"/>	m

Material

Es / Ec	<input type="text" value="6.16251"/>	Ds / Dc	<input type="text" value="3.0792"/>
Ps	<input type="text" value="0.3"/>	Pc	<input type="text" value="0.2"/>
Ts / Tc	<input type="text" value="1.2"/>		

Multiple Modulus of Elasticity

Es/Ec (Creep)	<input type="text" value="18"/>
Es/Ec (Shrinkage)	<input type="text" value="18"/>

Consider Shear Deformation.  
 Consider Warping Effect(7th DOF)

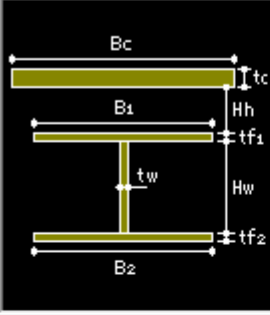
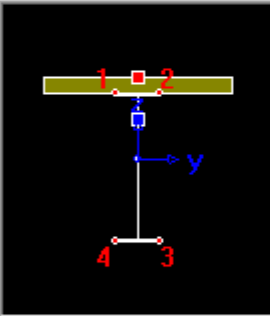


Section Properties X

	Value(Before)	Value(After)	Long Term	Shrinkage	Unit
Area	1.110000e-01	3.008966e-01	1.760133e-01	1.760133e-01	m^2
Asy	4.393838e-02	1.941295e-01	7.399039e-02	7.399039e-02	m^2
Asz	5.730289e-02	6.281205e-02	6.008024e-02	6.008024e-02	m^2
Ixx	3.119333e-05	3.542171e-03	1.233218e-03	1.233218e-03	m^4
Iyy	1.524874e-01	3.777163e-01	2.839137e-01	2.839137e-01	m^4
Izz	2.566100e-03	2.142004e-01	7.502156e-02	7.502156e-02	m^4
Cyp	4.000000e-01	4.000000e-01	4.000000e-01	4.000000e-01	m
Cym	4.000000e-01	4.000000e-01	4.000000e-01	4.000000e-01	m
Czp	1.626622e+00	4.990801e-01	9.667044e-01	9.667044e-01	m
Czm	1.343378e+00	2.470920e+00	2.003296e+00	2.003296e+00	m
Qyb	0.000000e+00	0.000000e+00	0.000000e+00	0.000000e+00	m^2
Qzb	0.000000e+00	0.000000e+00	0.000000e+00	0.000000e+00	m^2
Peri:O	8.900000e+00	1.685400e+01	1.685400e+01	1.685400e+01	m
Peri:l	0.000000e+00	0.000000e+00	0.000000e+00	0.000000e+00	m
Center:y	4.000000e-01	1.828500e+00	1.828500e+00	1.828500e+00	m
Center:z	1.343378e+00	2.470920e+00	2.003296e+00	2.003296e+00	m
y1	-3.500000e-01	-3.500000e-01	-3.500000e-01	-3.500000e-01	m
z1	1.626622e+00	4.990801e-01	9.667044e-01	9.667044e-01	m
y2	3.500000e-01	3.500000e-01	3.500000e-01	3.500000e-01	m
z2	1.626622e+00	4.990801e-01	9.667044e-01	9.667044e-01	m
y3	4.000000e-01	4.000000e-01	4.000000e-01	4.000000e-01	m
z3	-1.343378e+00	-2.470920e+00	-2.003296e+00	-2.003296e+00	m
y4	-4.000000e-01	-4.000000e-01	-4.000000e-01	-4.000000e-01	m
z4	-1.343378e+00	-2.470920e+00	-2.003296e+00	-2.003296e+00	m

Section ID:  Name:

Section Type:

Display Centroid

FEM  Equation

Offset: Center-Top

Change Offset ...

Slab

Bc	<input type="text" value="3.754"/>	m
tc	<input type="text" value="0.32"/>	m
Hh	<input type="text" value="0"/>	m

Girder

Hw	<input type="text" value="2.9"/>	tw	<input type="text" value="0.024"/>	m
B1	<input type="text" value="0.9"/>	B2	<input type="text" value="0.9"/>	m
Bf1	<input type="text" value="0"/>	Bf2	<input type="text" value="0"/>	m
tf1	<input type="text" value="0.04"/>	tf2	<input type="text" value="0.04"/>	m
Bf3	<input type="text" value="0"/>	tfp	<input type="text" value="0"/>	m

Stiffener...

Material

Select Material from DB ...

Es / Ec	<input type="text" value="6.16251"/>	Ds / Dc	<input type="text" value="3.0792"/>
Ps	<input type="text" value="0.3"/>	Pc	<input type="text" value="0.2"/>
Ts / Tc	<input type="text" value="1.2"/>		

Multiple Modulus of Elasticity

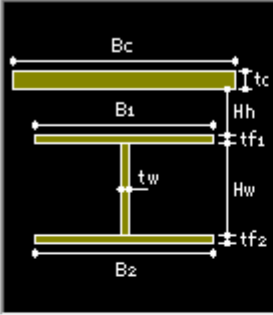
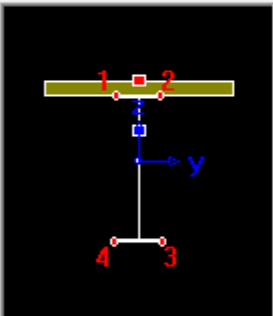
Es/Ec (Creep)	<input type="text" value="18"/>
Es/Ec (Shrinkage)	<input type="text" value="18"/>

Consider Shear Deformation.  
 Consider Warping Effect(7th DOF)

	<b>Value(Before)</b>	<b>Value(After)</b>	<b>Long Term</b>	<b>Shrinkage</b>	<b>Unit</b>
Area	1.416000e-01	3.365336e-01	2.083378e-01	2.083378e-01	m^2
Asy	6.064837e-02	2.129474e-01	8.564817e-02	8.564817e-02	m^2
Asz	6.899629e-02	7.505939e-02	7.193569e-02	7.193569e-02	m^2
Ixx	5.194752e-05	3.656052e-03	1.285855e-03	1.285855e-03	m^4
Iyy	2.043724e-01	4.293362e-01	3.284328e-01	3.284328e-01	m^4
Izz	4.863341e-03	2.337887e-01	8.323861e-02	8.323861e-02	m^4
Cyp	4.500000e-01	4.500000e-01	4.500000e-01	4.500000e-01	m
Cym	4.500000e-01	4.500000e-01	4.500000e-01	4.500000e-01	m
Czp	1.490000e+00	5.342547e-01	9.614481e-01	9.614481e-01	m
Czm	1.490000e+00	2.445745e+00	2.018552e+00	2.018552e+00	m
Qyb	0.000000e+00	0.000000e+00	0.000000e+00	0.000000e+00	m^2
Qzb	0.000000e+00	0.000000e+00	0.000000e+00	0.000000e+00	m^2
Peri:O	9.512000e+00	1.766000e+01	1.766000e+01	1.766000e+01	m
Peri:l	0.000000e+00	0.000000e+00	0.000000e+00	0.000000e+00	m
Center:y	4.500000e-01	1.877000e+00	1.877000e+00	1.877000e+00	m
Center:z	1.490000e+00	2.445745e+00	2.018552e+00	2.018552e+00	m
y1	-4.500000e-01	-4.500000e-01	-4.500000e-01	-4.500000e-01	m
z1	1.490000e+00	5.342547e-01	9.614481e-01	9.614481e-01	m
y2	4.500000e-01	4.500000e-01	4.500000e-01	4.500000e-01	m
z2	1.490000e+00	5.342547e-01	9.614481e-01	9.614481e-01	m
y3	4.500000e-01	4.500000e-01	4.500000e-01	4.500000e-01	m
z3	-1.490000e+00	-2.445745e+00	-2.018552e+00	-2.018552e+00	m
y4	-4.500000e-01	-4.500000e-01	-4.500000e-01	-4.500000e-01	m
z4	-1.490000e+00	-2.445745e+00	-2.018552e+00	-2.018552e+00	m

Section ID:  Name:

Section Type:

Display Centroid

FEM  Equation

Offset: Center-Top

Slab

Bc	<input type="text" value="3.849"/>	m
tc	<input type="text" value="0.32"/>	m
Hh	<input type="text" value="0"/>	m

Girder

Hw	<input type="text" value="2.9"/>	tw	<input type="text" value="0.028"/>	m
B1	<input type="text" value="0.9"/>	B2	<input type="text" value="1"/>	m
Bf1	<input type="text" value="0"/>	Bf2	<input type="text" value="0"/>	m
tf1	<input type="text" value="0.04"/>	tf2	<input type="text" value="0.06"/>	m
Bf3	<input type="text" value="0"/>	tfp	<input type="text" value="0"/>	m

Material

Es / Ec	<input type="text" value="6.16251"/>	Ds / Dc	<input type="text" value="3.0792"/>
Ps	<input type="text" value="0.3"/>	Pc	<input type="text" value="0.2"/>
Ts / Tc	<input type="text" value="1.2"/>		

Multiple Modulus of Elasticity

Es/Ec (Creep)	<input type="text" value="18"/>
Es/Ec (Shrinkage)	<input type="text" value="18"/>

Consider Shear Deformation.  
 Consider Warping Effect(7th DOF)

Section Properties X

	Value(Before)	Value(After)	Long Term	Shrinkage	Unit
Area	1.772000e-01	3.770666e-01	2.456267e-01	2.456267e-01	m^2
Asy	7.994746e-02	2.213473e-01	9.148566e-02	9.148566e-02	m^2
Asz	8.081475e-02	8.783710e-02	8.419159e-02	8.419159e-02	m^2
Ixx	1.127861e-04	3.808098e-03	1.377919e-03	1.377919e-03	m^4
Iyy	2.588818e-01	5.829126e-01	4.288691e-01	4.288691e-01	m^4
Izz	7.435305e-03	2.541840e-01	9.191259e-02	9.191259e-02	m^4
Cyp	5.000000e-01	5.000000e-01	5.000000e-01	5.000000e-01	m
Cym	5.000000e-01	5.000000e-01	5.000000e-01	5.000000e-01	m
Czp	1.692483e+00	7.105624e-01	1.176418e+00	1.176418e+00	m
Czm	1.307517e+00	2.289438e+00	1.823582e+00	1.823582e+00	m
Qyb	0.000000e+00	0.000000e+00	0.000000e+00	0.000000e+00	m^2
Qzb	0.000000e+00	0.000000e+00	0.000000e+00	0.000000e+00	m^2
Peri:O	9.744000e+00	1.808200e+01	1.808200e+01	1.808200e+01	m
Peri:I	0.000000e+00	0.000000e+00	0.000000e+00	0.000000e+00	m
Center:y	5.000000e-01	1.924500e+00	1.924500e+00	1.924500e+00	m
Center:z	1.307517e+00	2.289438e+00	1.823582e+00	1.823582e+00	m
y1	-4.500000e-01	-4.500000e-01	-4.500000e-01	-4.500000e-01	m
z1	1.692483e+00	7.105624e-01	1.176418e+00	1.176418e+00	m
y2	4.500000e-01	4.500000e-01	4.500000e-01	4.500000e-01	m
z2	1.692483e+00	7.105624e-01	1.176418e+00	1.176418e+00	m
y3	5.000000e-01	5.000000e-01	5.000000e-01	5.000000e-01	m
z3	-1.307517e+00	-2.289438e+00	-1.823582e+00	-1.823582e+00	m
y4	-5.000000e-01	-5.000000e-01	-5.000000e-01	-5.000000e-01	m
z4	-1.307517e+00	-2.289438e+00	-1.823582e+00	-1.823582e+00	m

## 12. STATO DI SOLLECITAZIONE

Nel presente paragrafo si riportano gli involuipi delle componenti di sollecitazione delle travi principali per le condizioni di carico principali considerate.

### 12.1. TRAVI D'IMPALCATO

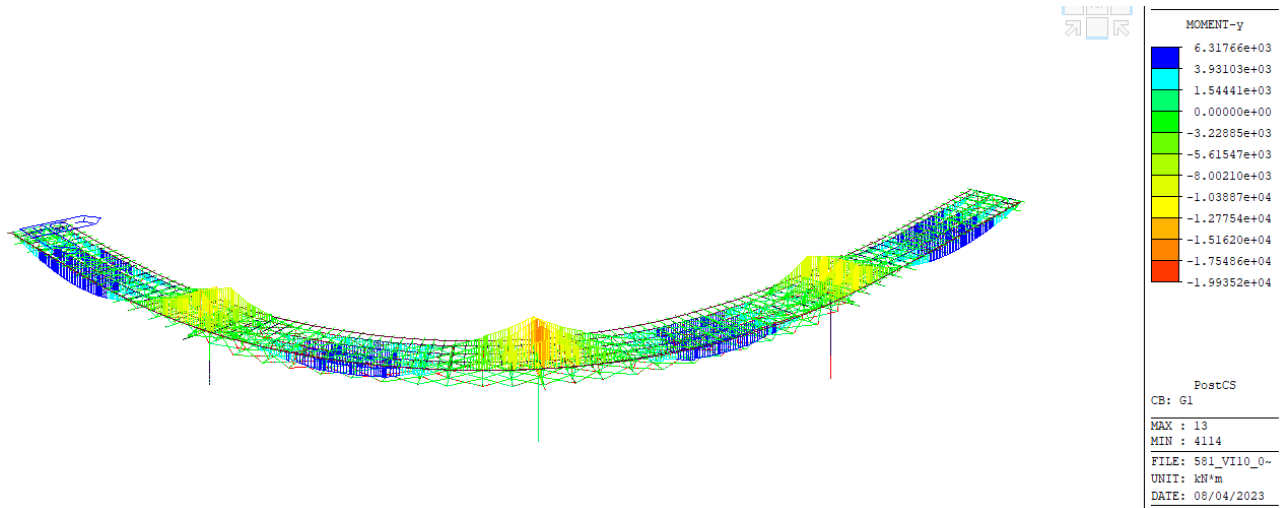


Figure 1 g1- momento flettente

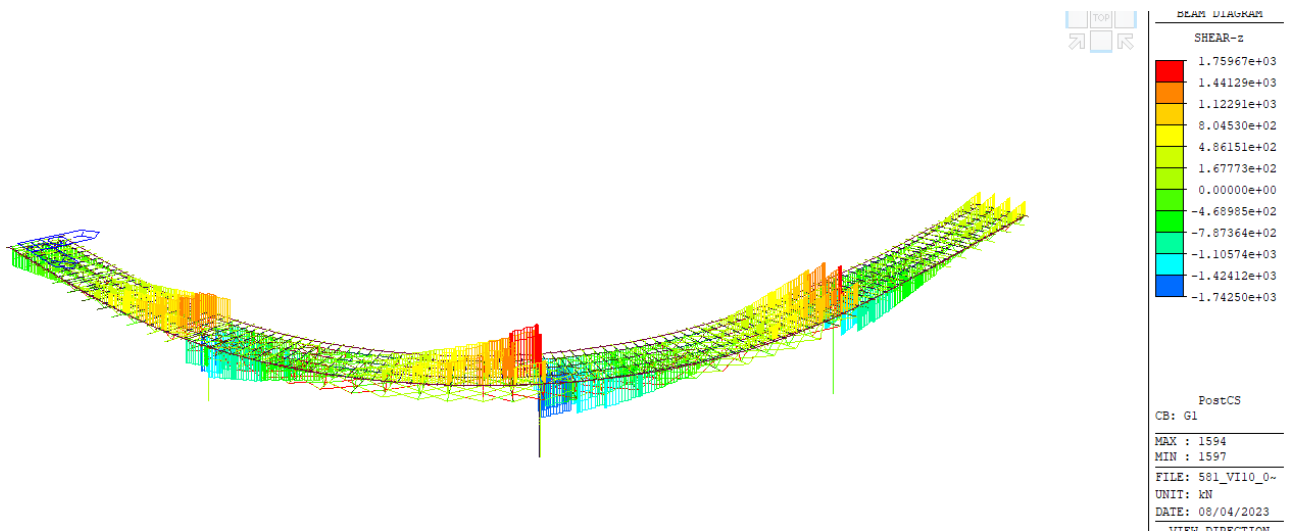
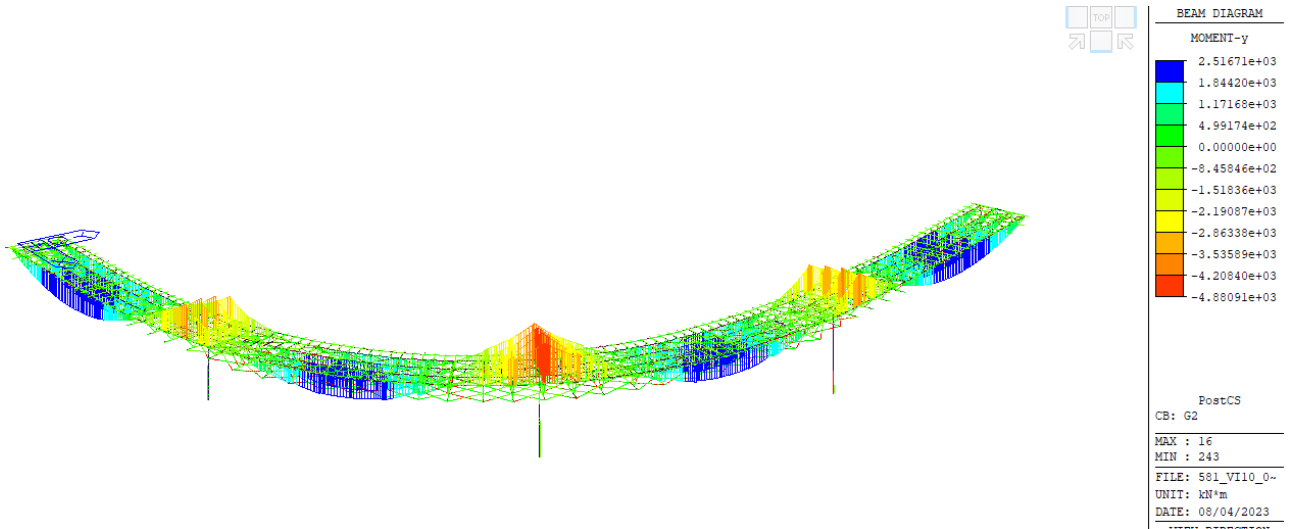
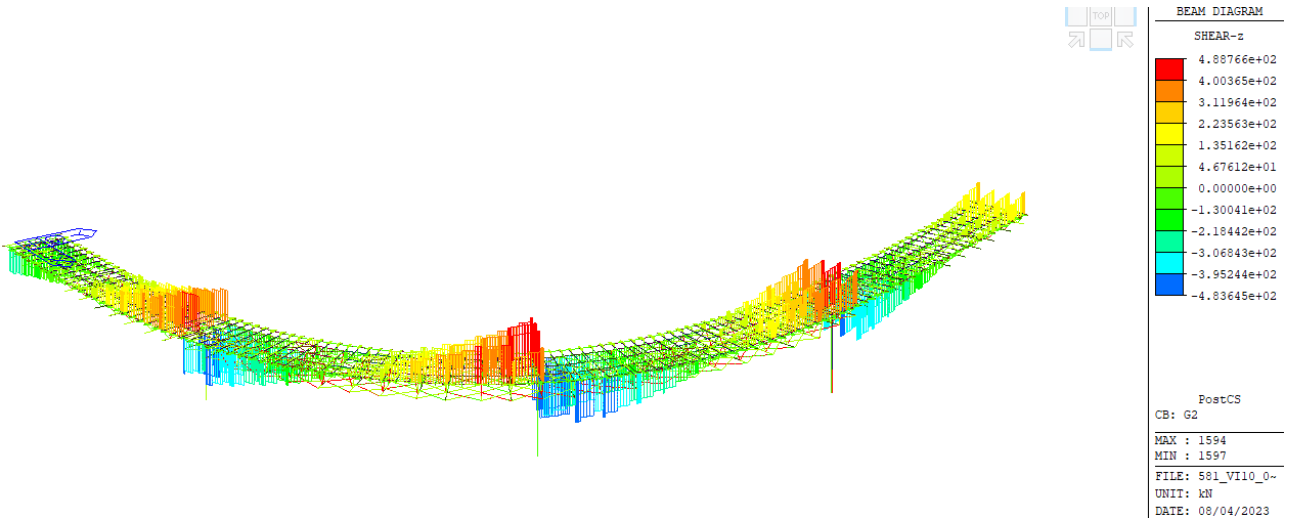


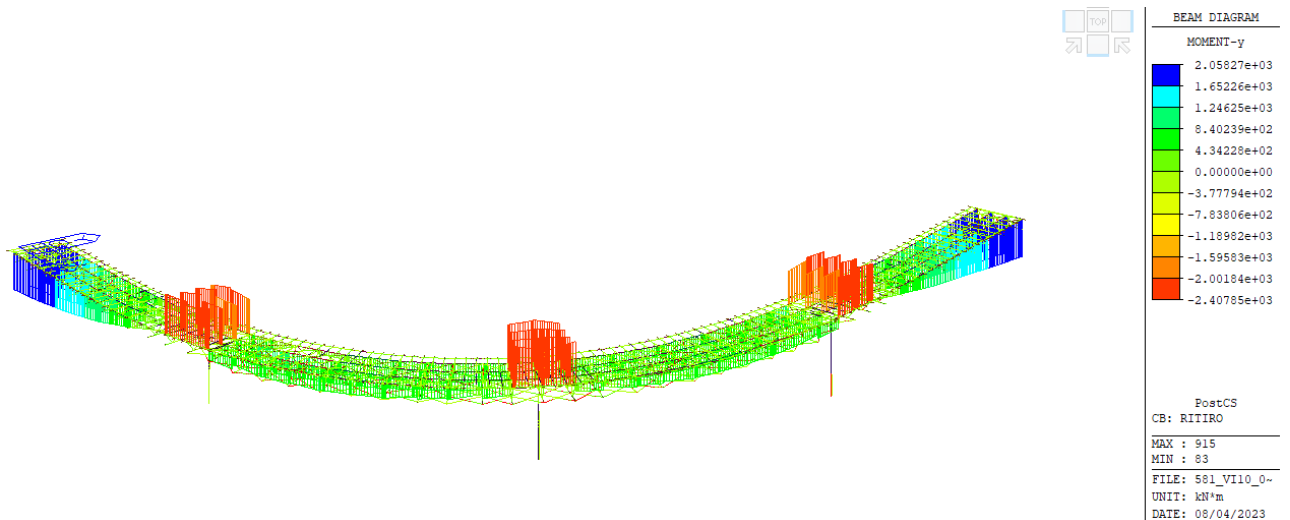
Figure 2 g1- sforzo di taglio



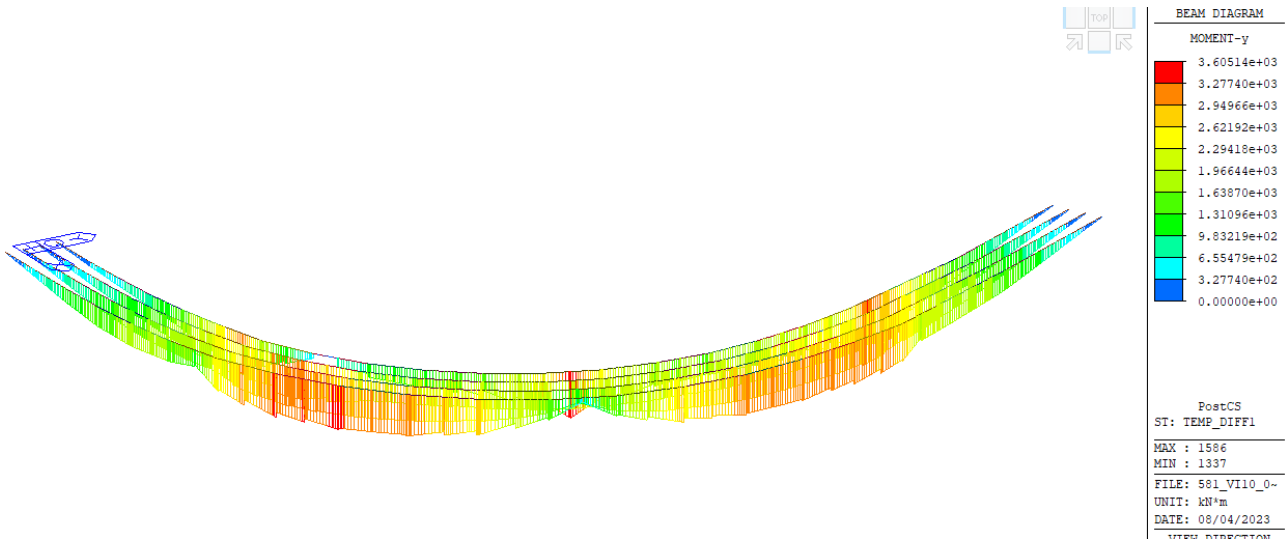
**Figure 3 g2 – momento flettente**



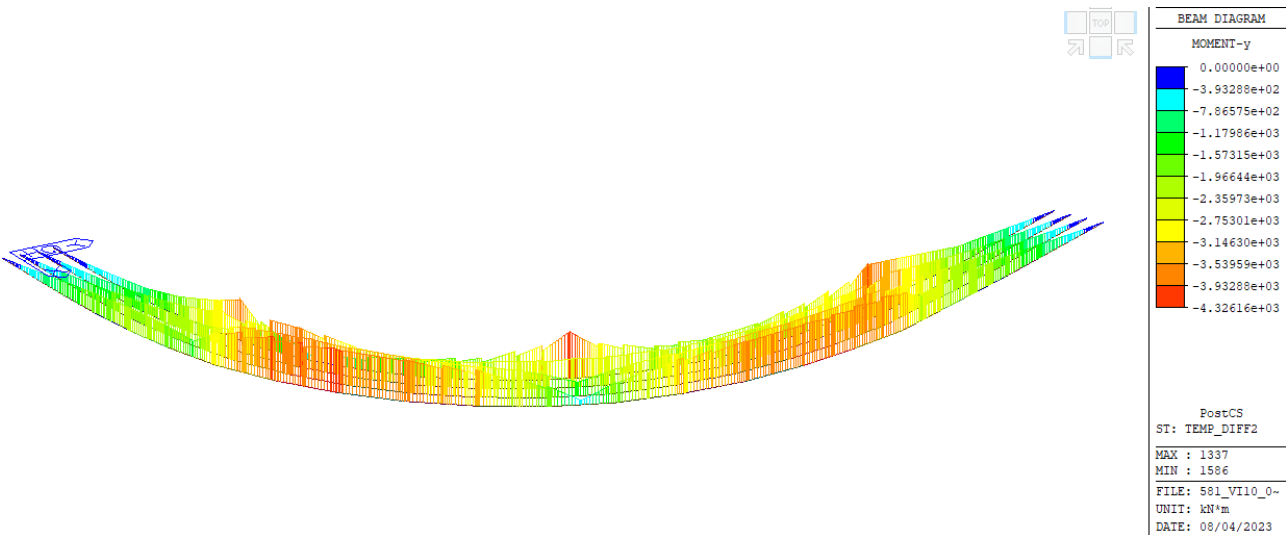
**Figure 4 g2 – sforzo di taglio**



**Figure 5 ritiro – momento flettente**

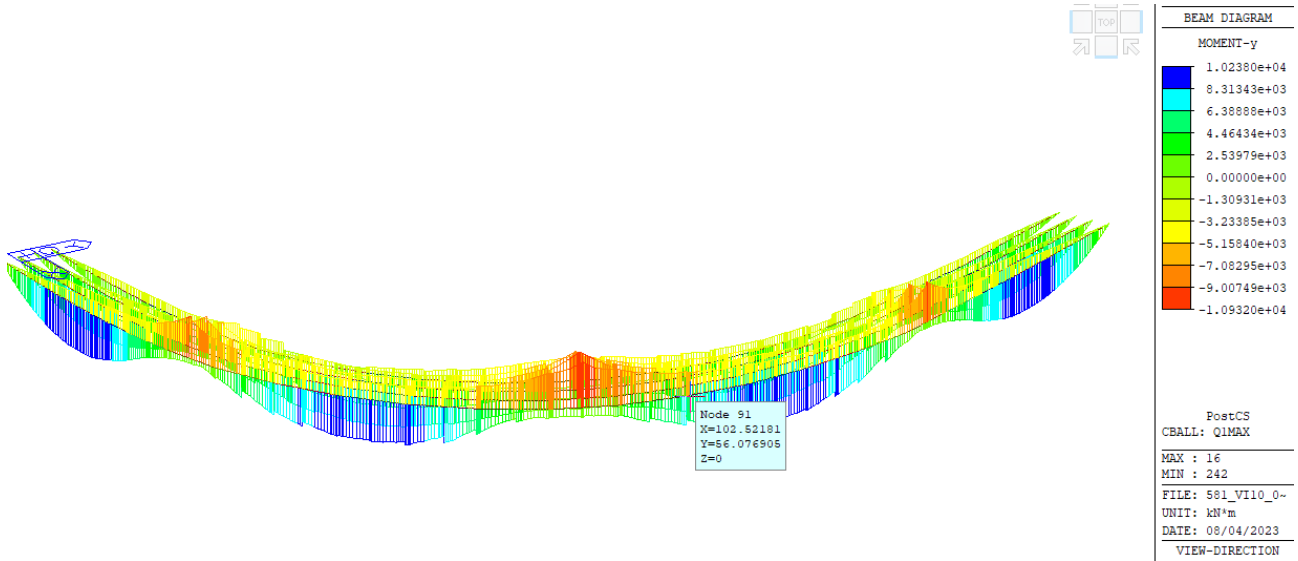


**Figure 6 variazione termica positiva – momento flettente**

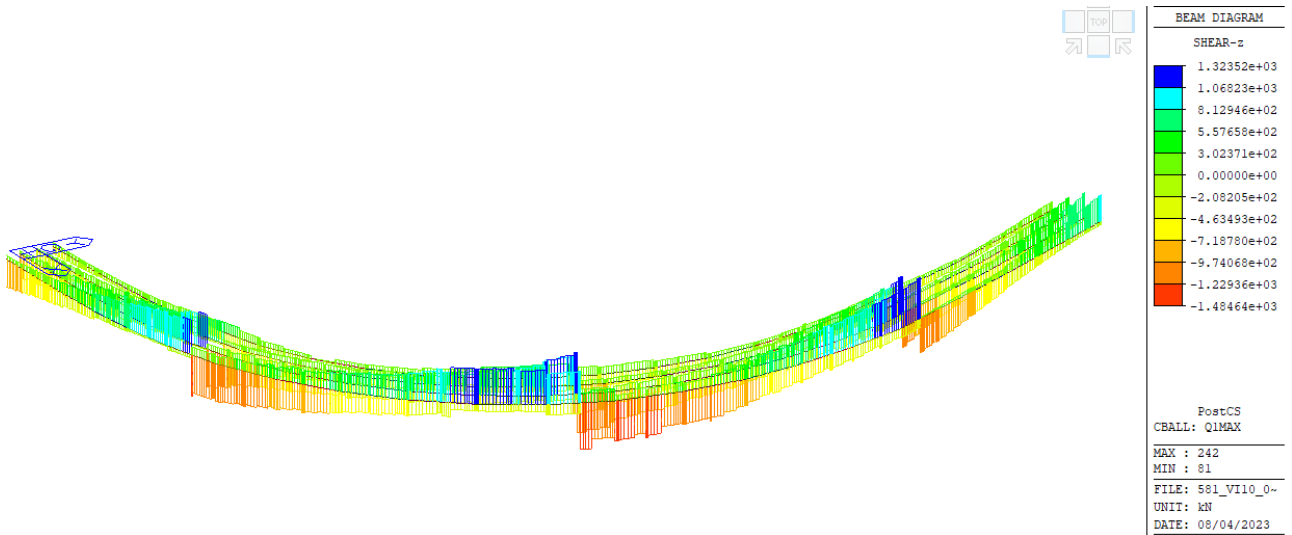


**Figure 7 variazione termica negativa – momento flettente**

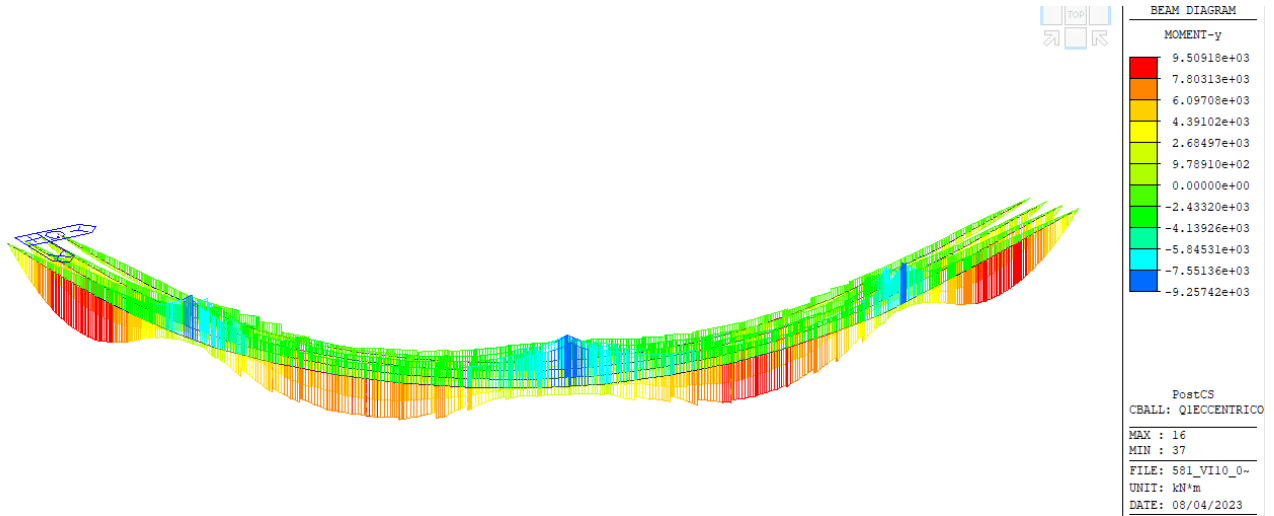




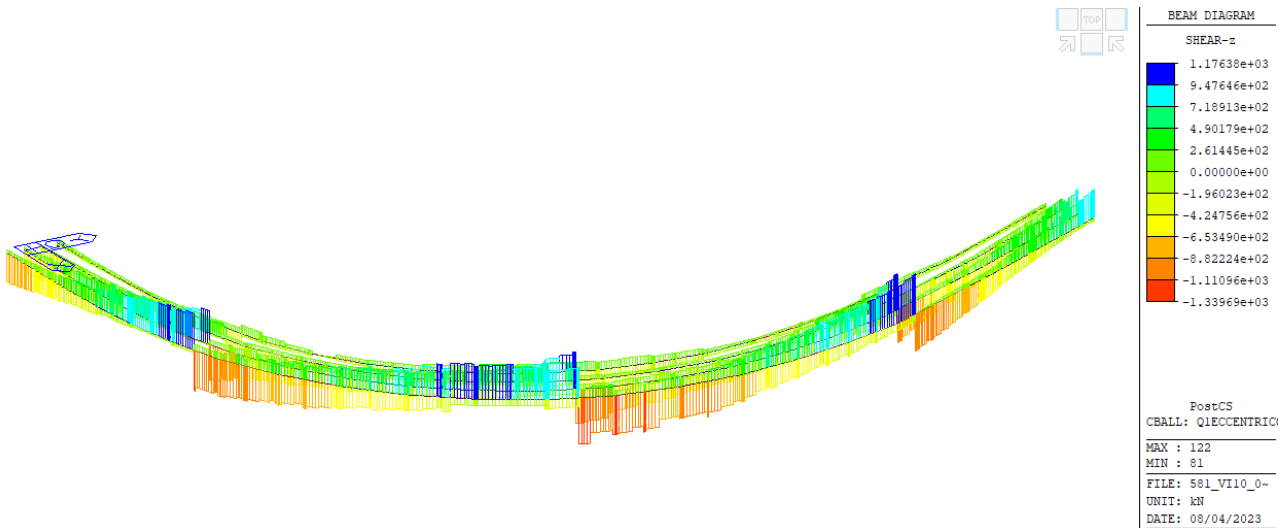
**Figure 8 inviluppo dei carichi mobili – massimo carico in esterno curva – momento flettente**



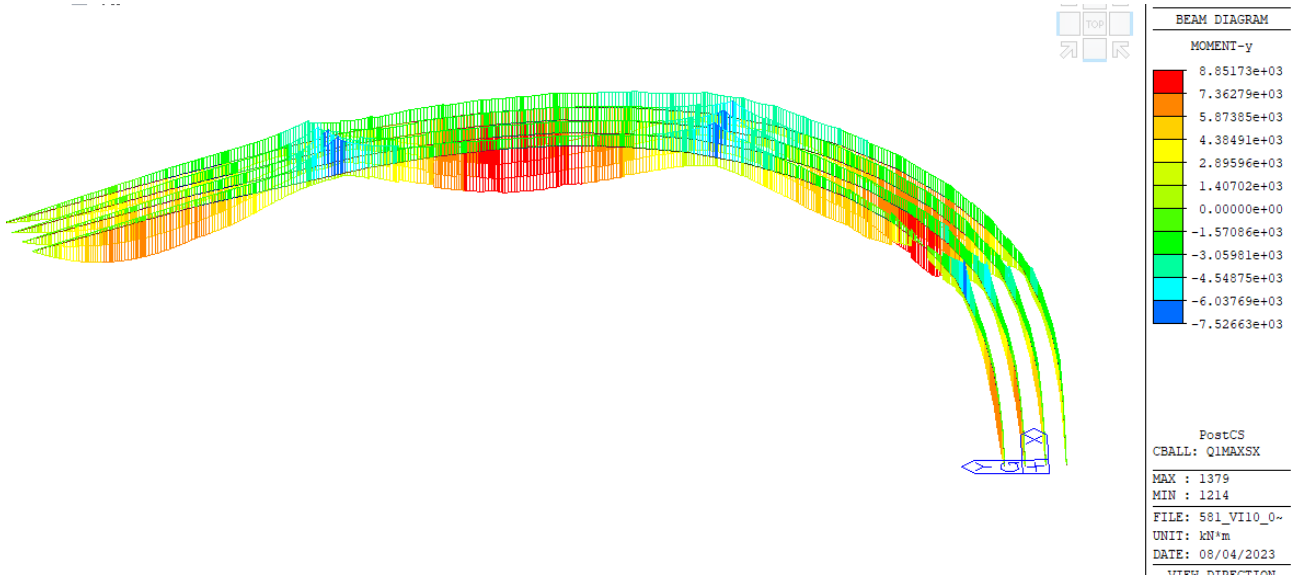
**Figure 9 inviluppo dei carichi mobili – massimo carico in esterno curva – sforzo di taglio**



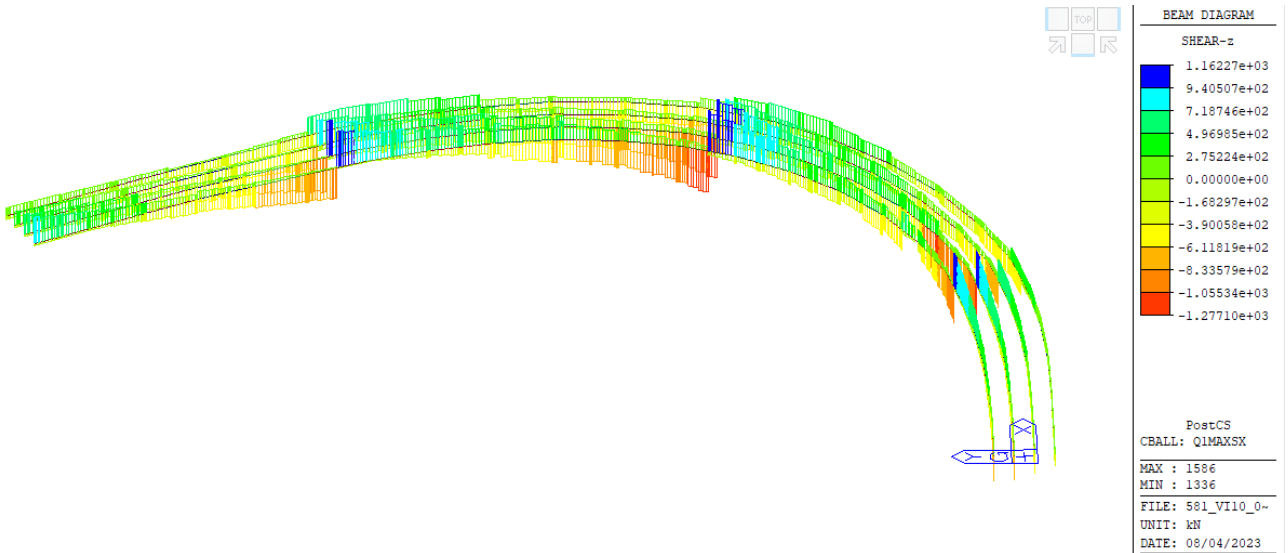
**Figure 10** involucro dei carichi mobili – massimo carico eccentrico in esterno curva– momento flettente



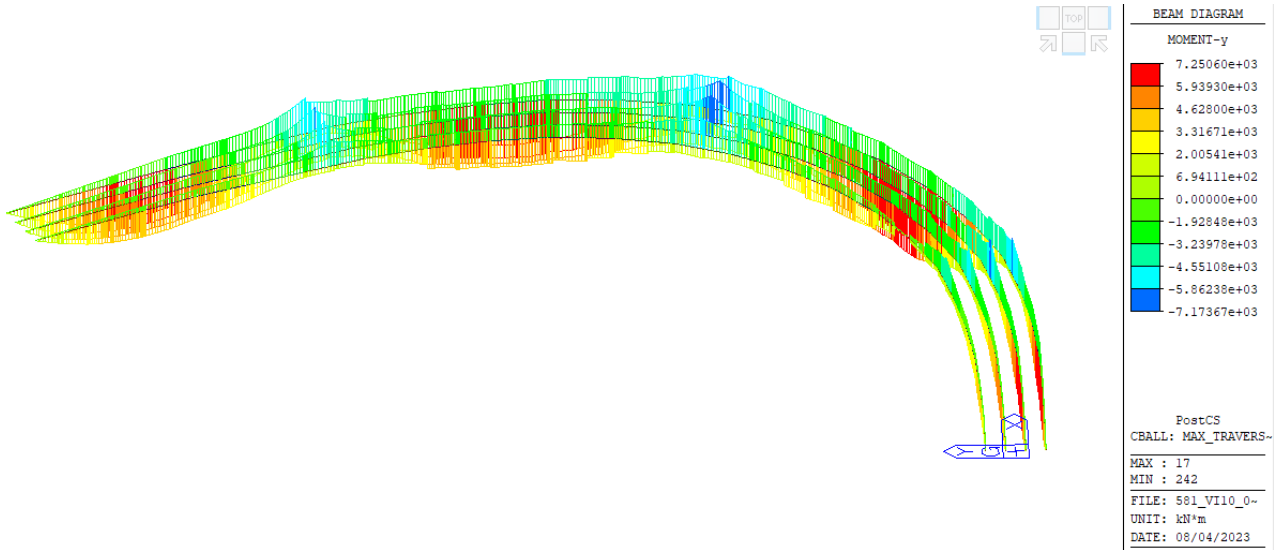
**Figure 11** involucro dei carichi mobili – massimo carico eccentrico in esterno curva– sforzo di taglio



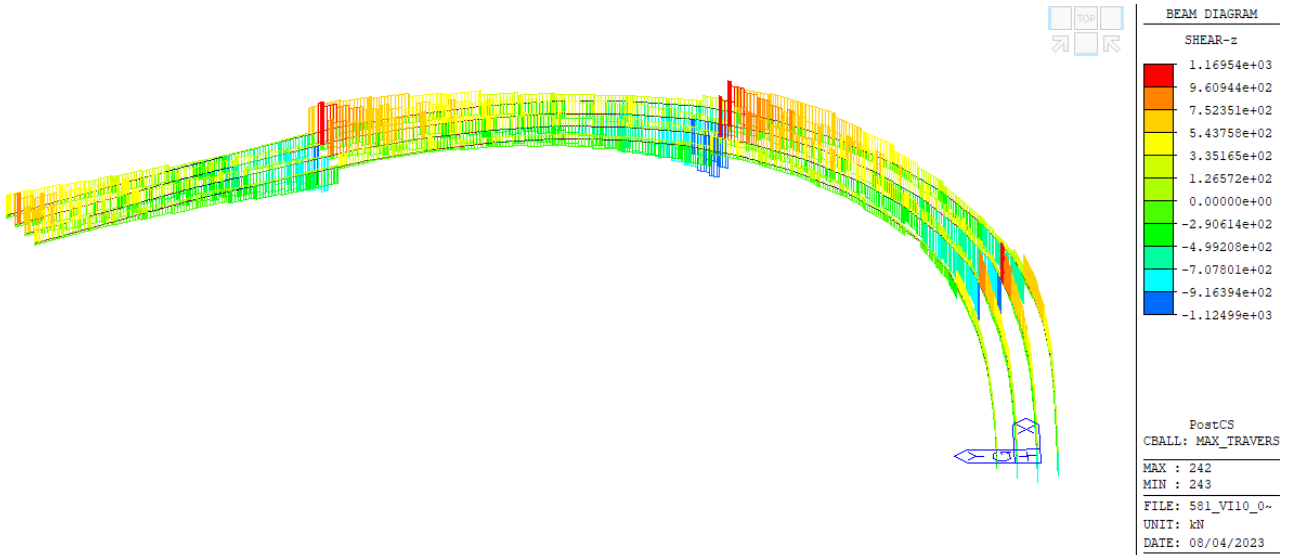
**Figure 12 involucri dei carichi mobili – massimo carico in interno curva – momento flettente**



**Figure 13 involucri dei carichi mobili – massimo carico in interno curva – sforzo di taglio**



**Figure 14 inviluppo dei carichi mobili – massimo carico centrato – momento flettente**



**Figure 15 inviluppo dei carichi mobili – massimo carico centrato – sforzo di taglio**

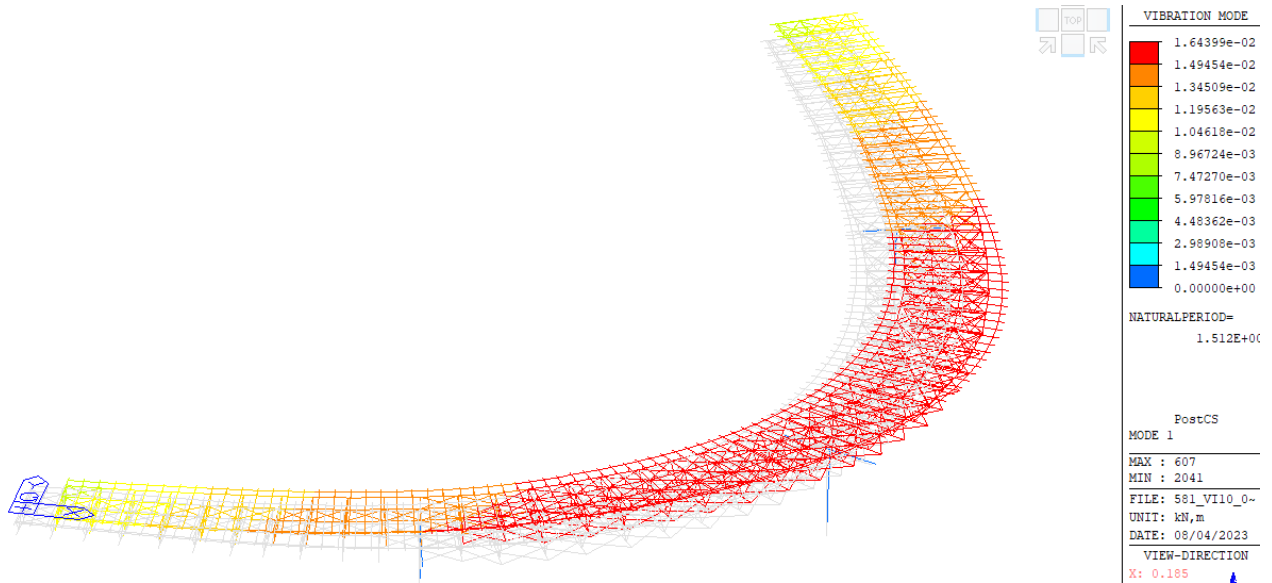
### 13. ANALISI SISMICA DELLA STRUTTURA

Come indicato nel paragrafo 7.12, l'analisi è stata effettuata tramite la definizione della modifica delle proprietà dei dispositivi di vincolo attraverso le due soglie limiti UBDP (Upper bound design properties) ed LBDB (lower bound design properties),

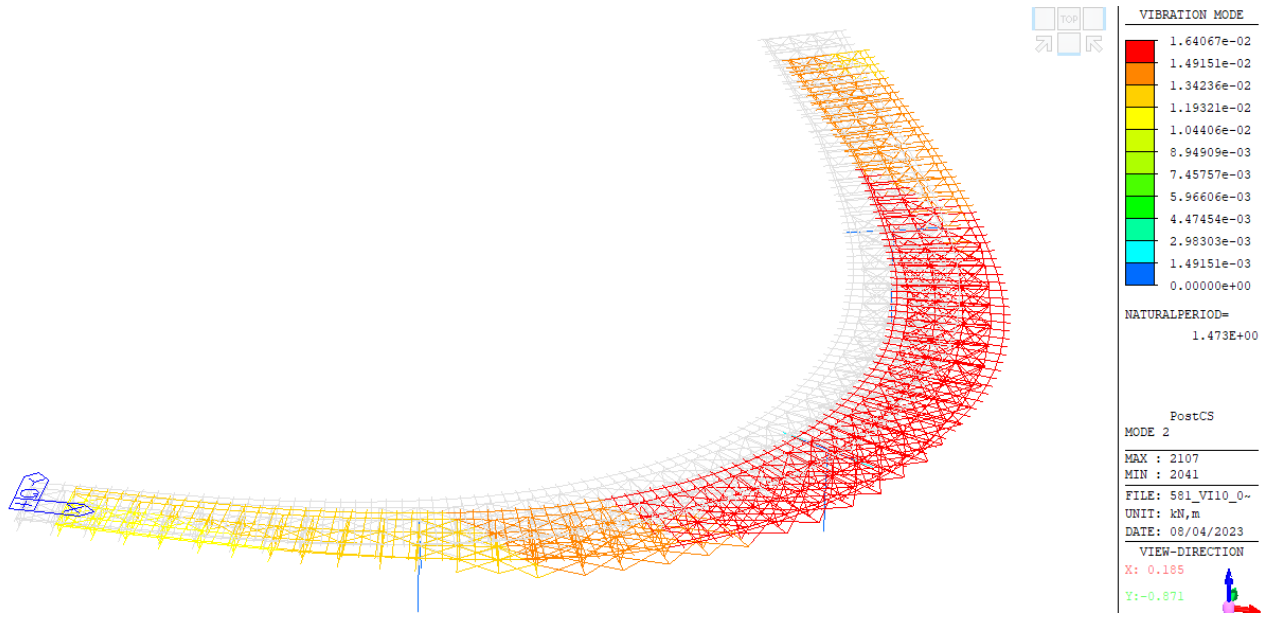
<b>Rigidezza</b>	pila	spalla
Rigidezza nominale appoggio	3.35	3.04 kN/mm
Rigidezza eq.appoggio LBDB	2.68	2.432 kN/mm
Rigidezza eq.appoggio UBDP	5.025	4.56 kN/mm

L'analisi UBDP è associata allo spettro SLV per rendere massima la sollecitazione sulle strutture, La condizione LBDB invece è associata allo spettro SLC per valutare lo spostamento massimo dei dispositivi.

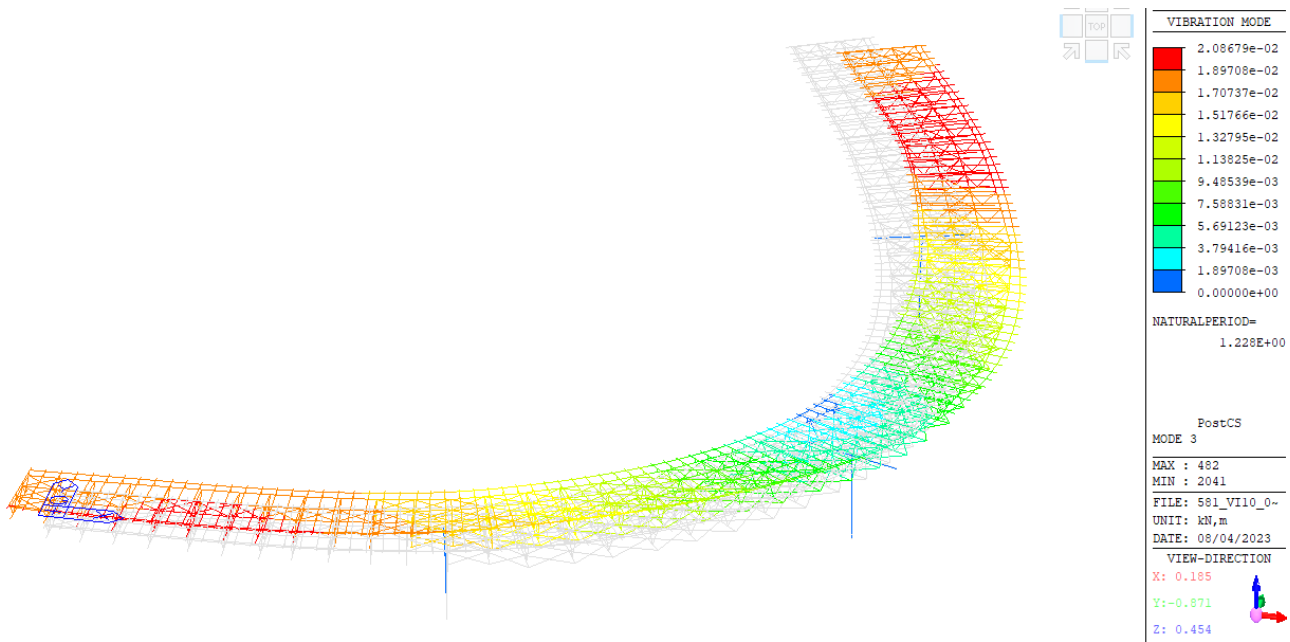
Si illustrano le deformate associate ai modi di vibrare piani più significativi, determinati mediante l'analisi modale:



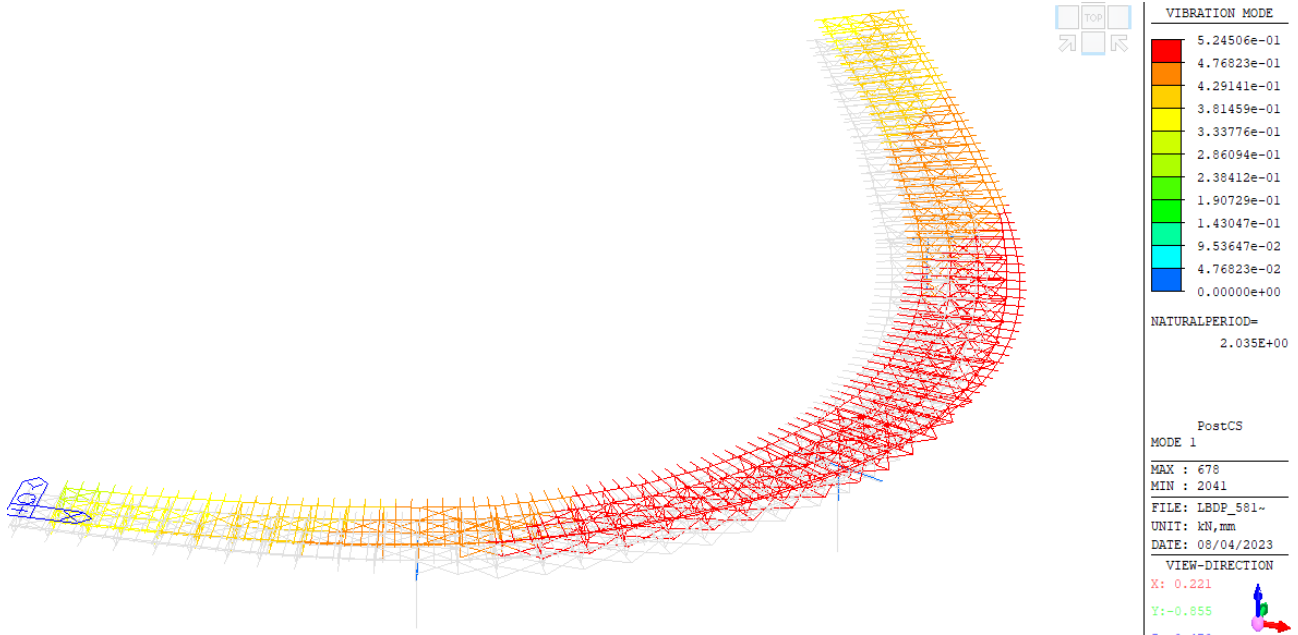
**UBDP - Modo di vibrare n.1 - Traslazionale in Y - T=1.51 s**



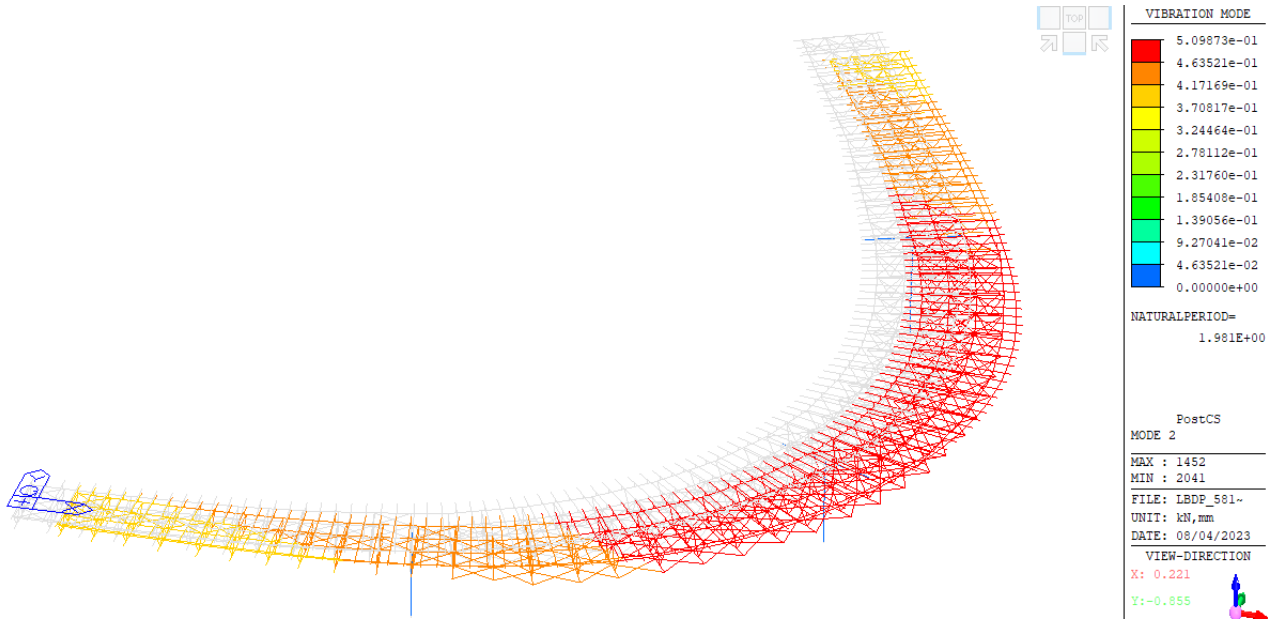
**UBDP - Modo di vibrare n.2 - Traslazionale in X - T=1.47 s**



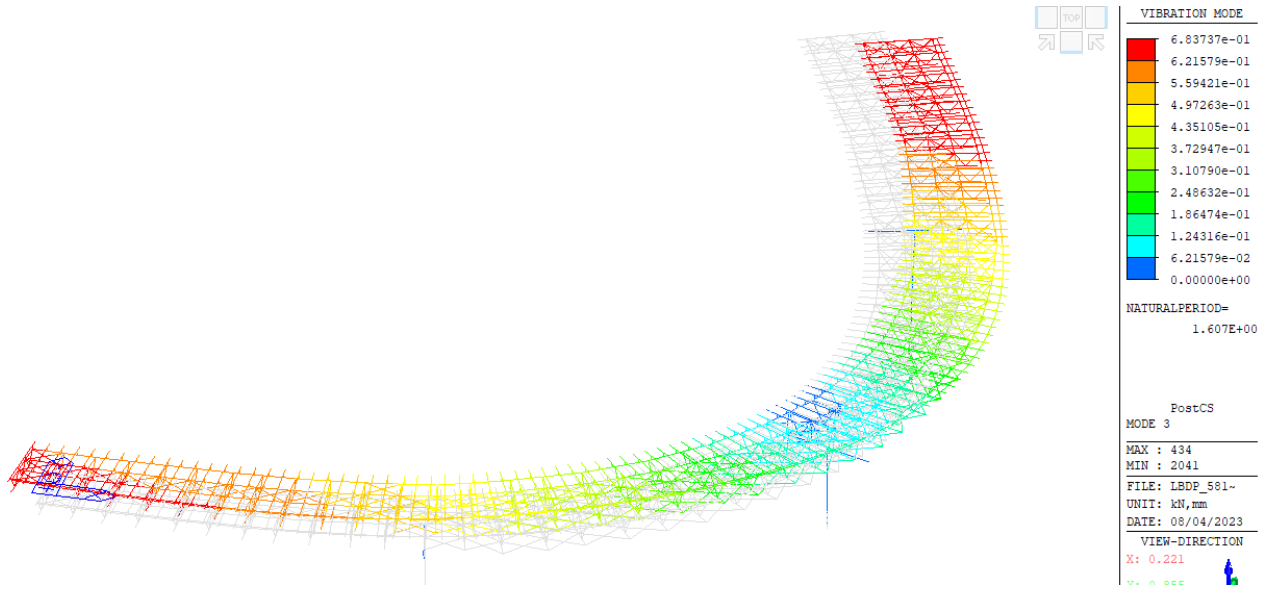
**UBDP - Modo di vibrare n.3 - Rotazionale in Z - T=1.22 s**



**LBDP - Modo di vibrare n.1 - Traslazionale in Y - T=2.03 s**



**LBDP - Modo di vibrare n.2 - Traslazionale in X - T=1.98 s**



**LBDP - Modo di vibrare n.3 - Rotazionale in Z - T=1.60 s**



Come prescritto dalle NTC2018 al par.7.3.3.1, si è determinato, tramite calcolo agli autovalori, un numero di modi di vibrare sufficiente da attivare l'85% della massa delle strutture in elevazione.

MODAL PARTICIPATION MASSES PRINTOUT					
Mode No	TRAN-X		TRAN-Y		
	MASS(%)	SUM(%)	MASS(%)	SUM(%)	
1	13.36	13.36	62.09	62.09	
2	65.83	79.18	13.62	75.71	
3	0.58	79.76	3.92	79.63	
4	0.84	80.60	0.59	80.22	
5	0.09	80.69	0.33	80.55	
6	0.12	80.81	0.25	80.80	
7	0.00	80.81	0.01	80.81	
8	0.01	80.81	0.01	80.81	
9	0.03	80.85	0.01	80.83	
10	0.01	80.86	0.00	80.83	
11	0.00	80.86	0.02	80.85	
12	0.00	80.87	0.00	80.85	
13	0.01	80.87	0.01	80.86	
14	0.89	81.76	0.01	80.87	
15	0.76	82.52	0.36	81.24	
16	0.21	82.73	0.10	81.34	
17	0.83	83.56	4.03	85.37	
18	0.51	84.07	0.11	85.48	
19	0.03	84.10	0.02	85.50	
20	1.26	85.36	0.18	85.68	
21	0.85	86.21	4.85	90.53	
22	0.01	86.22	0.38	90.92	
23	0.02	86.24	0.47	91.39	
24	0.00	86.24	0.09	91.47	
25	0.23	86.47	0.00	91.47	
26	0.41	86.88	0.08	91.56	
27	0.38	87.26	0.00	91.56	
28	0.11	87.37	0.16	91.72	
29	0.80	88.17	0.05	91.77	
30	4.04	92.22	0.02	91.79	
31	0.34	92.55	0.70	92.49	
32	0.24	92.79	0.13	92.62	
33	0.29	93.08	0.14	92.76	
34	0.24	93.32	0.00	92.76	
35	0.64	93.96	0.07	92.83	
36	0.01	93.97	0.13	92.97	
37	0.00	93.97	0.00	92.97	

	38	0.01	93.97	0.50	93.47
	39	0.03	94.00	0.04	93.51
	40	0.00	94.00	0.00	93.51

#### **14. APPARECCHI DI APPOGGIO E GIUNTI**

Per la presente opera si adottano isolatori elastomerici, con schema appoggi che prevede l'isolamento delle sottostrutture.

Si riportano le azioni sugli appoggi per le condizioni di carico più significative, gli elementi 1-2-3-4 si riferiscono alla spalla, 9-10-11-12 alla pile di riva, 13-14-15-16 per la pila centrale:

No.	Load	Axial (kN)
1	G1-acciaio	-195
2	G1-acciaio	-220
3	G1-acciaio	-242
4	G1-acciaio	-271
9	G1-acciaio	-533
10	G1-acciaio	-1047
11	G1-acciaio	-1131
12	G1-acciaio	-602
13	G1-acciaio	-698
14	G1-acciaio	-1323
15	G1-acciaio	-1342
16	G1-acciaio	-571
1	G1-soletta	-318
2	G1-soletta	-379
3	G1-soletta	-414
4	G1-soletta	-435
9	G1-soletta	-964
10	G1-soletta	-1954
11	G1-soletta	-2065
12	G1-soletta	-1022
13	G1-soletta	-1357
14	G1-soletta	-2551
15	G1-soletta	-2518
16	G1-soletta	-950
1	G2-pavimentazione	-98
2	G2-pavimentazione	-119
3	G2-pavimentazione	-129
4	G2-pavimentazione	-134
9	G2-pavimentazione	-295
10	G2-pavimentazione	-614
11	G2-pavimentazione	-648
12	G2-pavimentazione	-314
13	G2-pavimentazione	-418
14	G2-pavimentazione	-805
15	G2-pavimentazione	-794

PROGETTAZIONE ATI:

**GPINGEGNERIA**  
GESTIONE PROGETTI INGEGNERIA srl



cooprogetti



16	G2-pavimentazione	-291
1	G2-cordoli	-79
2	G2-cordoli	-51
3	G2-cordoli	-57
4	G2-cordoli	-102
9	G2-cordoli	-255
10	G2-cordoli	-223
11	G2-cordoli	-243
12	G2-cordoli	-247
13	G2-cordoli	-311
14	G2-cordoli	-219
15	G2-cordoli	-223
16	G2-cordoli	-241
1	G2-barriere	-14
2	G2-barriere	-10
3	G2-barriere	-11
4	G2-barriere	-18
9	G2-barriere	-45
10	G2-barriere	-44
11	G2-barriere	-48
12	G2-barriere	-44
13	G2-barriere	-56
14	G2-barriere	-44
15	G2-barriere	-44
16	G2-barriere	-43
1	G2-accessori	-16
2	G2-accessori	-8
3	G2-accessori	-6
4	G2-accessori	-9
9	G2-accessori	-51
10	G2-accessori	-34
11	G2-accessori	-24
12	G2-accessori	-22
13	G2-accessori	-56
14	G2-accessori	-28
15	G2-accessori	-23
16	G2-accessori	-23
1	q1max(min)	-219
2	q1max(min)	-469
3	q1max(min)	-731
4	q1max(min)	-909
9	q1max(min)	-370
10	q1max(min)	-1250
11	q1max(min)	-2127
12	q1max(min)	-1586

PROGETTAZIONE ATI:

**GPI** INGEGNERIA  
GESTIONE PROGETTI INGEGNERIA srl



cooprogetti



13	q1max(min)	-376
14	q1max(min)	-1775
15	q1max(min)	-2336
16	q1max(min)	-1362

Tali apparecchi sono stati scelti alla luce dei valori massimi delle reazioni vincolari verticali massime (COMB. SLU e SISMICHE) sugli appoggi emersi dal calcolo, e precisamente:

	comb.	N (kN)
spalla	SLU13(min)	-2559
pila di riva	SLU13(min)	-8821
pila centrale	SLU13(min)	-10027

Si adottano apparecchi tipo FIP SI H 700-160 ( $K_e = 3.37$  kN/mm,  $K_v = 2104$  kN/mm) sulle pile e SI H 650/153 ( $K_e = 3.04$  kN/mm,  $K_v = 1930$  kN/mm) sulle spalle.

Riguardo al dimensionamento dei giunti, si è considerata la combinazione dello spostamento relativo spalla-impalcato e della dilatazione termica lineare combinata al 50% dell'impalcato stesso.

	Node	Load	DX (mm)	DY (mm)	DX+0.3DY	DX+0.3DY	Node	Load	DX (mm)	DY (mm)	DX+0.3DY	DX+0.3DY	Δtot(mm)	temperatura	Δmax(mm)
1	2048	sismax	0.0	0.0	0.0	0.0	2013	sismax	235.1	36.9	253.9	67.5	262.7	17.1	279.8
		sismay	0.0	0.0	0.0	0.0		sismay	62.6	102.1	253.9	67.5			
2	2047	sismax	0.0	0.0	0.0	0.0	2012	sismax	234.5	36.9	254.5	67.6	263.4	17.9	281.2
		sismay	0.0	0.0	0.0	0.0		sismay	66.7	102.2	254.5	67.6			
3	2042	sismax	0.0	0.0	0.0	0.0	2007	sismax	234.1	36.9	255.6	67.6	264.4	18.7	283.0
		sismay	0.0	0.0	0.0	0.0		sismay	71.5	102.2	255.6	67.6			
4	2041	sismax	0.0	0.0	0.0	0.0	2006	sismax	233.6	36.9	256.3	67.5	265.0	19.4	284.4
		sismay	0.0	0.0	0.0	0.0		sismay	75.8	102.1	256.3	67.5			
5	2046	sismax	0.0	0.0	0.0	0.0	2011	sismax	137.7	61.5	164.8	126.6	207.8	14.7	222.5
		sismay	0.0	0.0	0.0	0.0		sismay	90.4	216.9	164.8	126.6			
6	2045	sismax	0.0	0.0	0.0	0.0	2010	sismax	136.6	59.3	164.1	125.0	206.3	15.1	221.4
		sismay	0.0	0.0	0.0	0.0		sismay	91.7	219.0	164.1	125.0			
7	2043	sismax	0.0	0.0	0.0	0.0	2008	sismax	134.4	55.5	162.3	122.0	203.0	15.5	218.5
		sismay	0.0	0.0	0.0	0.0		sismay	92.9	221.6	162.3	122.0			
8	2044	sismax	0.0	0.0	0.0	0.0	2009	sismax	133.1	53.5	161.4	120.5	201.4	16.0	217.4
		sismay	0.0	0.0	0.0	0.0		sismay	94.2	223.6	161.4	120.5			
9	2053	sismax	8.0	1.7	8.6	3.6	2018	sismax	237.0	29.3	254.2	87.4	259.6	10.0	269.6
		sismay	1.9	6.4	8.6	3.6		sismay	57.4	193.7	254.2	87.4			
10	2054	sismax	7.8	1.6	8.4	3.5	2019	sismax	236.4	29.4	254.9	88.0	260.6	10.6	271.2
		sismay	1.9	6.4	8.4	3.5		sismay	61.8	195.3	254.9	88.0			
11	2055	sismax	7.8	1.6	8.4	3.5	2020	sismax	235.7	29.4	255.6	88.5	261.4	11.2	272.6
		sismay	1.9	6.4	8.4	3.5		sismay	66.3	196.8	255.6	88.5			
12	2056	sismax	8.0	1.7	8.6	3.6	2021	sismax	235.1	29.4	256.3	88.8	262.0	11.8	273.8
		sismay	2.1	6.4	8.6	3.6		sismay	70.9	197.8	256.3	88.8			
13	2051	sismax	12.5	3.5	13.5	7.9	2016	sismax	236.0	34.0	246.1	106.1	252.4	15.3	267.7
		sismay	3.5	14.7	13.5	7.9		sismay	33.7	240.4	246.1	106.1			
14	2052	sismax	12.4	3.5	13.4	7.9	2017	sismax	236.5	34.4	246.7	107.2	253.6	15.9	269.4
		sismay	3.5	14.5	13.4	7.9		sismay	34.1	242.7	246.7	107.2			
15	2057	sismax	12.4	3.5	13.4	7.9	2022	sismax	236.7	34.9	247.0	108.3	254.3	16.4	270.6
		sismay	3.5	14.6	13.4	7.9		sismay	34.5	244.7	247.0	108.3			
16	2058	sismax	12.5	3.5	13.5	8.0	2023	sismax	236.7	35.4	247.3	109.5	254.8	16.9	271.7
		sismay	3.5	14.8	13.5	8.0		sismay	35.1	247.0	247.3	109.5			
17	2049	sismax	19.4	5.7	21.4	12.7	2014	sismax	208.7	37.0	225.3	108.2	225.1	7.8	232.9
		sismay	6.7	23.3	21.4	12.7		sismay	55.3	237.5	225.3	108.2			
18	2050	sismax	19.3	5.6	21.3	12.6	2015	sismax	207.6	36.1	224.5	108.1	224.5	8.4	232.9
		sismay	6.7	23.2	21.3	12.6		sismay	56.4	239.9	224.5	108.1			
19	2059	sismax	19.3	5.6	21.3	12.6	2024	sismax	206.0	35.5	223.3	108.2	223.5	8.9	232.4
		sismay	6.7	23.2	21.3	12.6		sismay	57.4	242.4	223.3	108.2			
20	2060	sismax	19.3	5.7	21.3	12.7	2025	sismax	204.6	35.3	222.2	108.7	222.6	9.5	232.1
		sismay	6.8	23.5	21.3	12.7		sismay	58.5	244.8	222.2	108.7			

Si è pertanto ottenuto:

$$\delta_{SIS} = \pm 265 \text{ mm} \quad \text{SISMA SLC}$$

$$0.50 \times \delta_T = \pm 19.4 \text{ mm}$$

da cui:

$$\delta_{TOT} = \delta_{SIS} + 0.50\delta_T = 265 + 19.4 = \pm 284 \text{ mm}$$

Si adottano pertanto giunti con capacità di scorrimento superiore a  $\pm 300\text{mm}$ .

## 15. STATO DI DEFORMAZIONE IN ESERCIZIO

Analizzando i valori degli spostamenti verticali delle travi principali dell'impalcato, si ottiene:

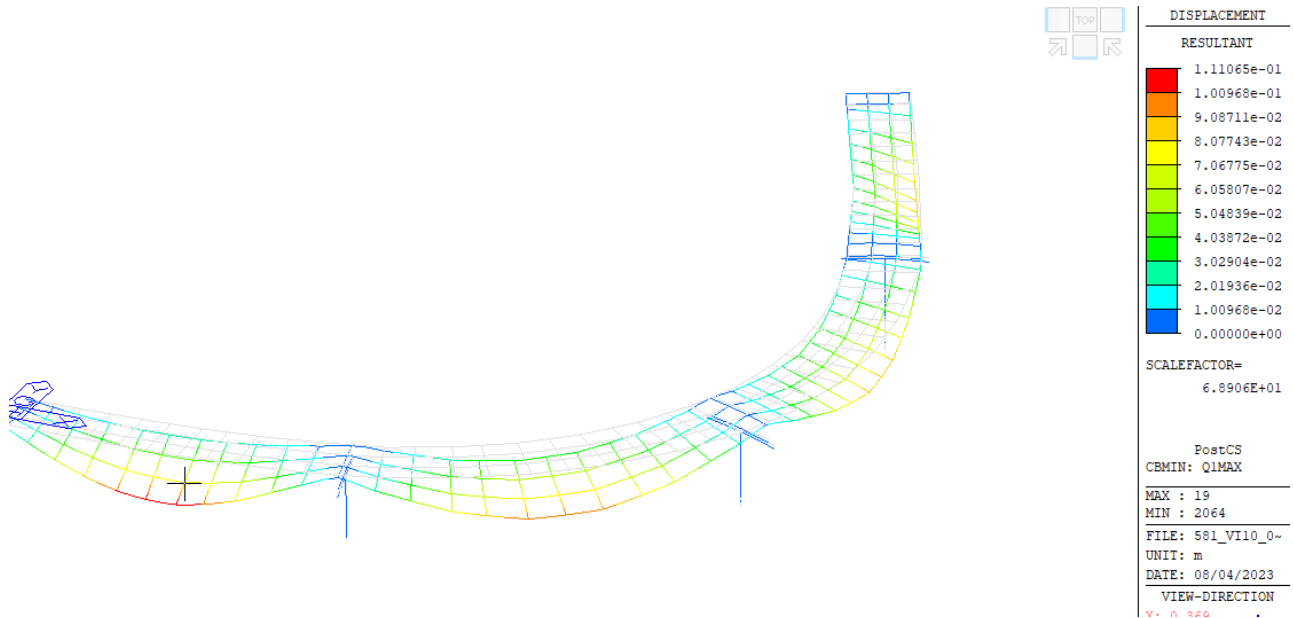
Campata di riva (50m):

$$\delta_{z2} = 111\text{mm} < L/400=125\text{mm} \quad (\text{soli carichi da traffico})$$

Campata centrale (62m):

$$\delta_{z2} = 97\text{mm} < L/400=155\text{mm} \quad (\text{soli carichi da traffico})$$

spostamenti compatibili con la tipologia di struttura in esame.



**Figura 9 DZ2 Carichi traffico**

## 16. VERIFICHE STRUTTURALI

Nei seguenti paragrafi si riportano i risultati delle verifiche agli SLU effettuate per gli elementi caratteristici dei conci strutturali che compongono la travata.

Per effettuare la verifica, viene prima fatta la classificazione della sezione in funzione della loro capacità rotazionale  $C_\theta$  definita come:

$$C_\theta = \frac{\theta_r}{\theta_y} - 1$$

essendo  $\theta_r$  e  $\theta_y$  le curvature corrispondenti rispettivamente al raggiungimento della deformazione ultima ed allo snervamento. Si distinguono le seguenti classi di sezioni:

Classe1: quando la sezione è in grado di sviluppare una cerniera plastica avente la capacità rotazionale richiesta per l'analisi strutturale condotta con il metodo plastico di cui al §4.2.3.2 senza subire riduzioni della resistenza. Possono generalmente classificarsi come tali le sezioni con capacità rotazionale  $C_\theta \geq 3$ ;

Classe2: la sezione può sviluppare il proprio momento resistente plastico, ma ha una capacità rotazionale limitata. Possono generalmente classificarsi come tali le sezioni con capacità rotazionale  $C_\theta \geq 1,5$ ;

Classe3: sono quelle sezioni trasversali dove la fibra d'acciaio estrema compressa può raggiungere la tensione di snervamento, ma l'instabilità locale può impedire il raggiungimento del momento resistente plastico;

Classe4: quando, per determinarne la resistenza flettente, tagliante o normale, è necessario tener conto degli effetti dell'instabilità locale in fase elastica nelle parti compresse che compongono la sezione. In tal caso nel calcolo della resistenza la sezione geometrica effettiva può sostituirsi con una sezione efficace.

La definizione delle classi viene fornita dalla NTC2018 e nel caso di una sezione composta, la classificazione è funzione della classe più sfavorevole relativa alle varie parti che la compongono (piattabanda superiore, inferiore e pannello d'anima). Questa classificazione delle sezioni trasversali dipende dalla proporzione di ciascuno dei suoi elementi compressi e dallo stato tensionale; quindi dai rapporti geometrici tra la larghezza e lo spessore per tutti gli elementi costituenti i conci di acciaio dell'impalcato si ricava il coefficiente adimensionale che consentirà di stabilire la classe di appartenenza dei vari elementi.

La tipologia di verifica da eseguire dipende dalla classificazione della sezione:

- Per le classi 1 e 2 si esegue una verifica plastica;
- Per la classe 3 si esegue una verifica elastica con la geometria reale della sezione;
- Per la classe 4 si esegue una verifica elastica con la geometria efficace della sezione;

Nell'eventualità in cui la sezione sia passibile di fenomeni di instabilità locale (classe 4), tali effetti vengono implicitamente incorporati nella definizione della cosiddetta "geometria efficace" della sezione. Non è quindi più richiesto dalla norma il rispetto di criteri geometrico/tensionali (si veda

PROGETTAZIONE ATI:

**GPI** INGEGNERIA  
GESTIONE PROGETTI INGEGNERIA srl



cooprogetti





procedura illustrata in UNI EN 1993-1-5:2007). Per le sezioni ricadenti in classe 3 o inferiore il fenomeno è scongiurato, poiché la sezione è in grado di raggiungere il almeno il momento resistente elastico della intera sezione senza decurtazioni.

## 16.1. VERIFICA DI RESISTENZA

Si riportano di seguito delle tabelle sintetiche di verifica, per i concetti più significativi di mezzeria di campata e in appoggio viene riportata la verifica estesa.

La dicitura delle condizioni di azioni è la seguente

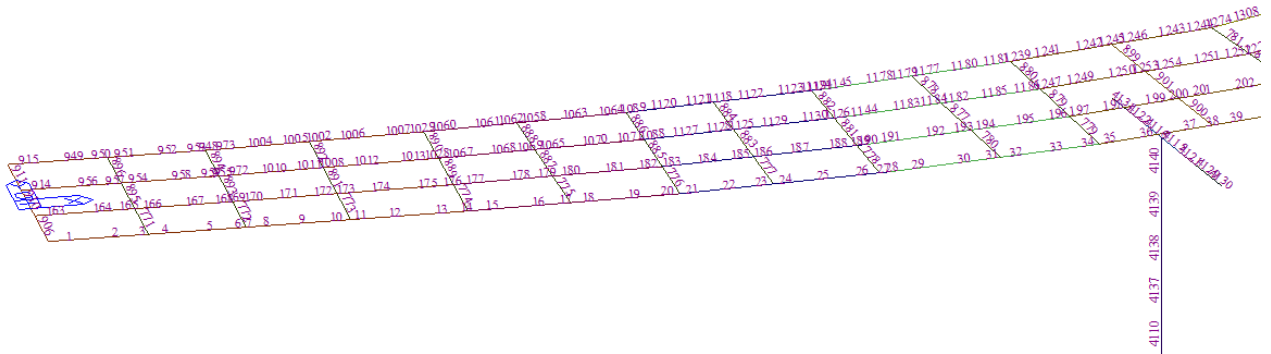
- g1 peso proprio delle strutture
- g2 carichi permanenti portati
- Cedimenti distorsioni di progetto
- Ritiro ritiro del calcestruzzo
- dt variazioni termiche differenziali: Acciaio-cls.
- $\epsilon 4$  effetti viscosi
- Cedimenti cedimenti differenziali dei vincoli
- q1 : carichi mobili
- freno: azioni longitudinali di frenamento
- vento azioni del vento

Si riportano di seguito le combinazioni di verifica adottate:

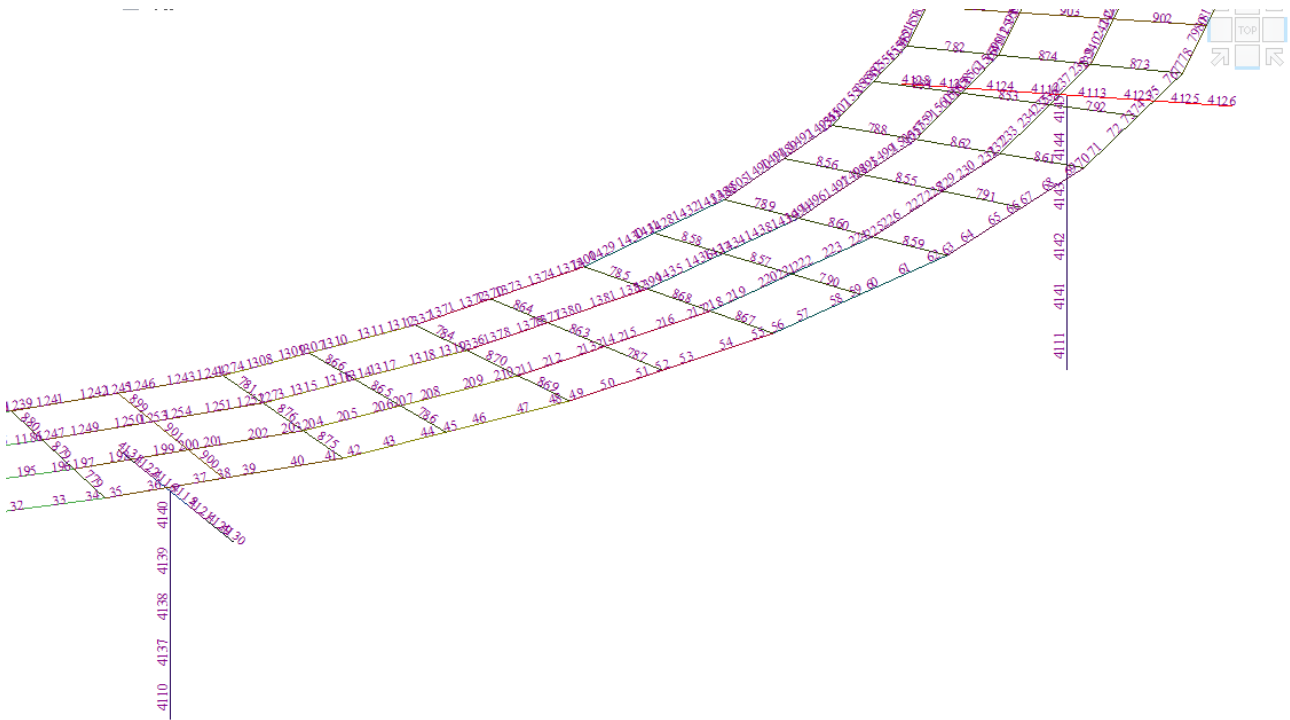
```
NAME=SLU1, STEEL, STRENGTH, 0, 0, , 0, 0, 0
    CBS, g1, 1.35, CBS, g2, 1.5, CBS, Ritiro, 1.2, CBS, cedimenti, 1.2
    CBS, vento, 0.9, CBS, dt1, 0.9, CBS, qlecc, 1.35
NAME=SLU2, STEEL, STRENGTH, 0, 0, , 0, 0, 0
    CBS, g1, 1.35, CBS, g2, 1.5, CBS, Ritiro, 1.2, CBS, cedimenti, 1.2
    CBS, vento, 0.9, CBS, dt2, 0.9, CBS, qlecc, 1.35
NAME=SLU3, STEEL, STRENGTH, 0, 0, , 0, 0, 0
    CBS, g1, 1.35, CBS, g2, 1.5, CBS, Ritiro, 1.2, CBS, cedimenti, 1.2
    CBS, vento, -0.9, CBS, dt1, 0.9, CBS, qlecc, 1.35
NAME=SLU4, STEEL, STRENGTH, 0, 0, , 0, 0, 0
    CBS, g1, 1.35, CBS, g2, 1.5, CBS, Ritiro, 1.2, CBS, cedimenti, 1.2
    CBS, vento, -0.9, CBS, dt2, 0.9, CBS, qlecc, 1.35
NAME=SLU5, STEEL, STRENGTH, 0, 0, , 0, 0, 0
    CBS, g1, 1, CBS, g2, 1, CBS, Ritiro, 1, CBS, cedimenti, 1
    CBS, vento, 0.9, CBS, dt1, 0.9, CBS, qlecc, 1.35
NAME=SLU6, STEEL, STRENGTH, 0, 0, , 0, 0, 0
    CBS, g1, 1, CBS, g2, 1, CBS, Ritiro, 1, CBS, cedimenti, 1
    CBS, vento, 0.9, CBS, dt2, 0.9, CBS, qlecc, 1.35
NAME=SLU7, STEEL, STRENGTH, 0, 0, , 0, 0, 0
    CBS, g1, 1, CBS, g2, 1, CBS, Ritiro, 1, CBS, cedimenti, 1
    CBS, vento, -0.9, CBS, dt1, 0.9, CBS, qlecc, 1.35
NAME=SLU8, STEEL, STRENGTH, 0, 0, , 0, 0, 0
    CBS, g1, 1, CBS, g2, 1, CBS, Ritiro, 1, CBS, cedimenti, 1
    CBS, vento, -0.9, CBS, dt2, 0.9, CBS, qlecc, 1.35
NAME=SLU9, STEEL, STRENGTH, 0, 0, , 0, 0, 0
    CBS, g1, 1.35, CBS, g2, 1.5, CBS, Ritiro, 1.2, CBS, cedimenti, 1.2
    CBS, dt1, 0.9, CBS, qlmax, 1.35, CBS, freno, 1.35
NAME=SLU10, STEEL, STRENGTH, 0, 0, , 0, 0, 0
    CBS, g1, 1.35, CBS, g2, 1.5, CBS, Ritiro, 1.2, CBS, cedimenti, 1.2
```

CBS, dt2, 0.9, CBS, qlmax, 1.35, CBS, freno, 1.35  
NAME=SLU11, STEEL, STRENGTH, 0, 0, , 0, 0, 0  
CBS, g1, 1, CBS, g2, 1, CBS, Ritiro, 1, CBS, cedimenti, 1  
CBS, dt1, 0.9, CBS, qlmax, 1.35, CBS, freno, 1.35  
NAME=SLU12, STEEL, STRENGTH, 0, 0, , 0, 0, 0  
CBS, g1, 1, CBS, g2, 1, CBS, Ritiro, 1, CBS, cedimenti, 1  
CBS, dt2, 0.9, CBS, qlmax, 1.35, CBS, freno, 1.35  
NAME=SLU13, STEEL, STRENGTH, 0, 0, , 0, 0, 0  
CBS, g1, 1.35, CBS, g2, 1.5, CBS, Ritiro, 1.2, CBS, cedimenti, 1.2  
CBS, dt1, 1.5, CBS, qlmax, 1.35  
NAME=SLU14, STEEL, STRENGTH, 0, 0, , 0, 0, 0  
CBS, g1, 1.35, CBS, g2, 1.5, CBS, Ritiro, 1.2, CBS, cedimenti, 1.2  
CBS, dt2, 1.5, CBS, qlmax, 1.35  
NAME=SLU15, STEEL, STRENGTH, 0, 0, , 0, 0, 0  
CBS, g1, 1, CBS, g2, 1, CBS, Ritiro, 1, CBS, cedimenti, 1  
CBS, dt1, 1.5, CBS, qlmax, 1.35  
NAME=SLU16, STEEL, STRENGTH, 0, 0, , 0, 0, 0  
CBS, g1, 1, CBS, g2, 1, CBS, Ritiro, 1, CBS, cedimenti, 1  
CBS, dt2, 1.5, CBS, qlmax, 1.35  
NAME=SLU17, STEEL, STRENGTH, 0, 0, , 0, 0, 0  
CBS, g1, 1.35, CBS, g2, 1.5, CBS, Ritiro, 1.2, CBS, cedimenti, 1.2  
CBS, vento, 1.5  
NAME=SLU18, STEEL, STRENGTH, 0, 0, , 0, 0, 0  
CBS, g1, 1, CBS, g2, 1, CBS, Ritiro, 1, CBS, cedimenti, 1  
CBS, vento, 1.5  
NAME=SLE1\_CAR, STEEL, SERVICE, 0, 0, , 3, 0, 0  
CBS, g1, 1, CBS, g2, 1, CBS, Ritiro, 1, CBS, cedimenti, 1  
CBS, vento, 0.6, CBS, dt1, 0.6, CBS, qlmax, 1  
NAME=SLE2\_CAR, STEEL, SERVICE, 0, 0, , 3, 0, 0  
CBS, g1, 1, CBS, g2, 1, CBS, Ritiro, 1, CBS, cedimenti, 1  
CBS, vento, 0.6, CBS, dt2, 0.6, CBS, qlmax, 1  
NAME=SLE3\_CAR, STEEL, SERVICE, 0, 0, , 3, 0, 0  
CBS, g1, 1, CBS, g2, 1, CBS, Ritiro, 1, CBS, cedimenti, 1  
CBS, vento, -0.6, CBS, dt1, 0.6, CBS, qlmax, 1  
NAME=SLE4\_CAR, STEEL, SERVICE, 0, 0, , 3, 0, 0  
CBS, g1, 1, CBS, g2, 1, CBS, Ritiro, 1, CBS, cedimenti, 1  
CBS, vento, -0.6, CBS, dt2, 0.6, CBS, qlmax, 1  
NAME=SLE1\_FR, STEEL, SERVICE, 0, 0, , 2, 0, 0  
CBS, g1, 1, CBS, Ritiro, 1, CBS, cedimenti, 1, CBS, dt1, 0.6  
MV, Massimo tandem, 0.75, MV, Massimo distribuito, 0.4, CBS, vento, 0.2  
NAME=SLE2\_FR, STEEL, SERVICE, 0, 0, , 2, 0, 0  
CBS, g1, 1, CBS, Ritiro, 1, CBS, cedimenti, 1, CBS, dt1, 0.6  
MV, Massimo ecc tandem, 0.75, MV, Massimo ecc distribuiti, 0.4  
CBS, vento, 0.2  
NAME=SLE3\_FR, STEEL, SERVICE, 0, 0, , 2, 0, 0  
CBS, g1, 1, CBS, Ritiro, 1, CBS, cedimenti, 1, CBS, dt2, 0.6  
MV, Massimo tandem, 0.75, MV, Massimo distribuito, 0.4, CBS, vento, 0.2  
NAME=SLE4\_FR, STEEL, SERVICE, 0, 0, , 2, 0, 0  
CBS, g1, 1, CBS, Ritiro, 1, CBS, cedimenti, 1, CBS, dt2, 0.6  
MV, Massimo ecc tandem, 0.75, MV, Massimo ecc distribuiti, 0.4  
CBS, vento, 0.2  
NAME=SLE1\_QP, STEEL, SERVICE, 0, 0, , 1, 0, 0  
CBS, g1, 1, CBS, Ritiro, 1, CBS, cedimenti, 1, CBS, dt1, 0.5  
NAME=SLE2\_QP, STEEL, SERVICE, 0, 0, , 1, 0, 0  
CBS, g1, 1, CBS, Ritiro, 1, CBS, cedimenti, 1, CBS, dt2, 0.5

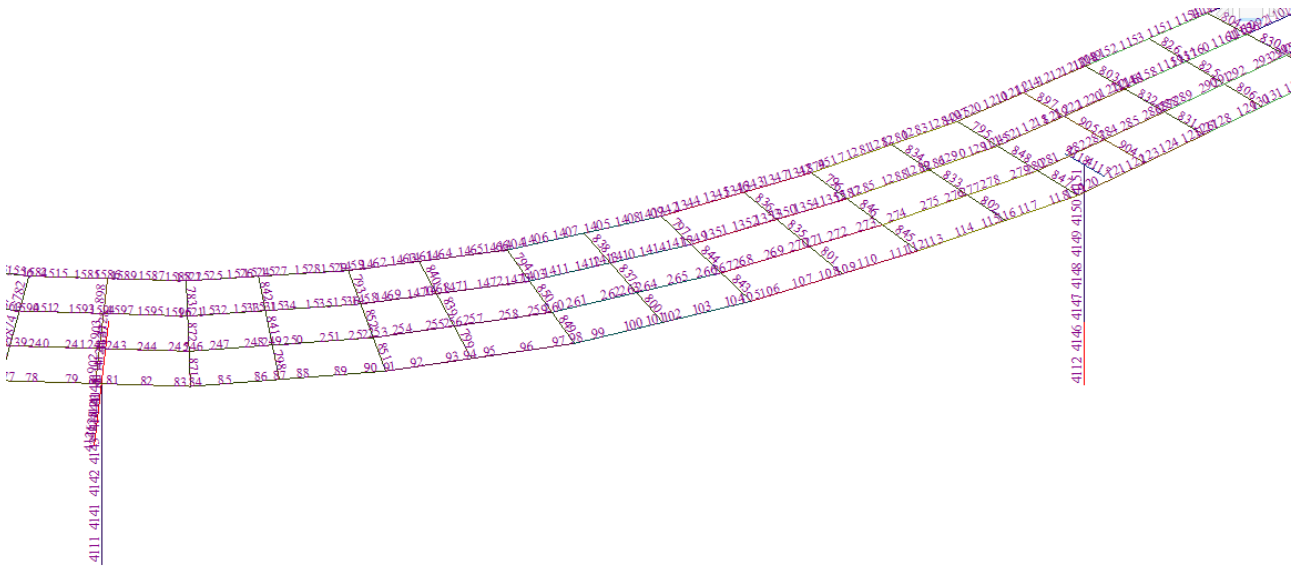
Si riportano di seguito le schermate con la posizione degli elementi di impalcato.



Prima campata

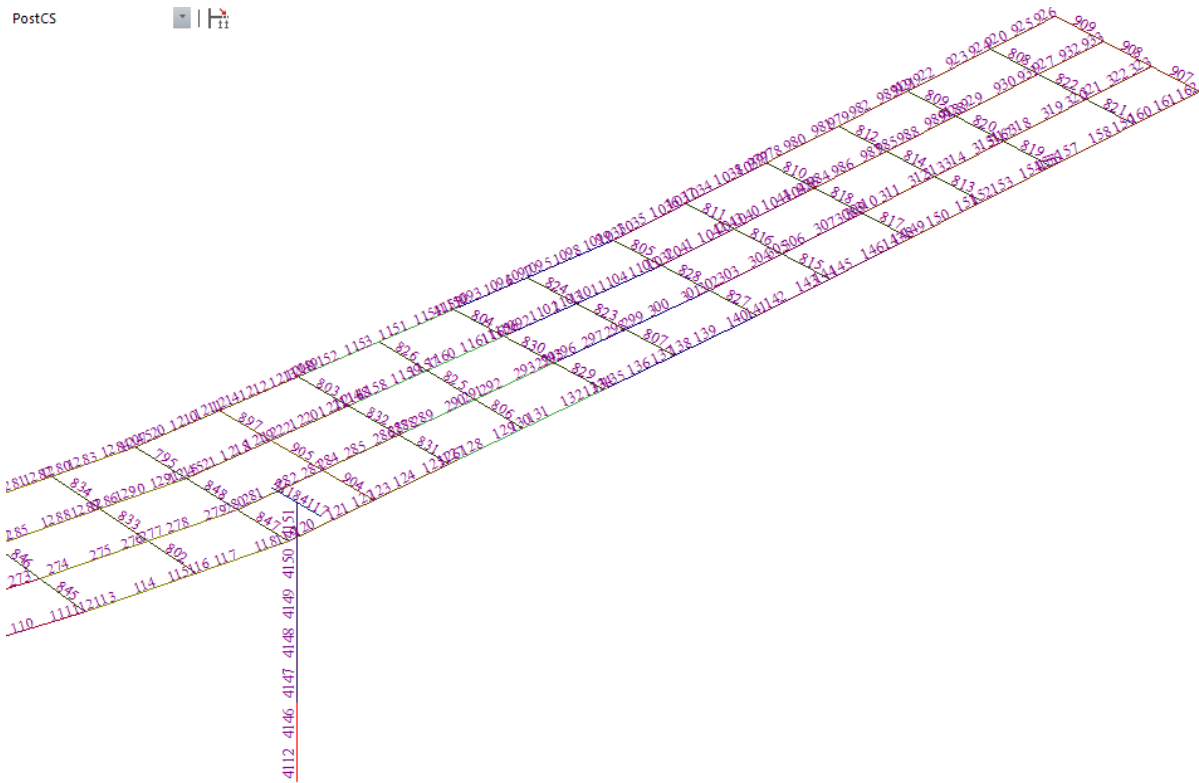


Seconda campata



Terza campata

PostCS



Quarta campata

**16.1.1. VERIFICA A FLESSIONE**

PROGETTAZIONE ATI:  
**GPI INGEGNERIA**  
 GESTIONE PROGETTI INGEGNERIA srl



Si riporta una tabella sintetica della verifica di resistenza flessione per le sezioni significative dei conci strutturali che compongono la travata con valutazione del tasso di sfruttamento della sezione.

Elem	Part	Positive/Negative	Lcom	Type	Top Class	Bot Class	Web Class	Sect. Class	Ma,Ed (kN*m)	Mc,Ed (kN*m)	Mpl,Rd (kN*m)	Mel,Rd (kN*m)	M_Rd (kN*m)	Sezione	(Ma,ed + Mc,ed)/M_Rd	(Ma,ed + Mc,ed)/Mel_Rd
1	I[1]	Ne g	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-			
1	I[1]	Pos	SLU1	MY-MAX	1	1	1	1	-307	2622	30886	25682	30886	C1	0.07	0.09
7	J[8]	Pos	SLU13	MY-MAX	1	1	1	1	5871	14051	30886	23348	30886	C1	0.65	0.85
8	I[8]	Ne g	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-			
8	I[8]	Pos	SLU13	MY-MAX	1	1	1	1	5860	14031	38117	31352	38117	C2	0.52	0.63
13	J[14]	Ne g	SLU16	MY-MIN	1	1	4	4	6318	-246	25404	19219	19219	C2	0.32	0.32
13	J[14]	Pos	SLU13	MY-MAX	1	1	1	1	8529	19816	38117	30488	38117	C2	0.74	0.93
14	I[14]	Ne g	SLU16	MY-MIN	1	1	4	4	6315	-243	26498	20199	20199	C3	0.30	0.30
14	I[14]	Pos	SLU13	MY-MAX	1	1	1	1	8525	19809	39533	31568	39533	C3	0.72	0.90
20	J[21]	Ne g	SLU16	MY-MIN	1	1	4	4	5077	-2963	26498	20199	20199	C3	0.10	0.10
20	J[21]	Pos	SLU13	MY-MAX	1	1	1	1	6854	19157	39533	32111	39533	C3	0.66	0.81
21	I[21]	Ne g	SLU16	MY-MIN	1	1	4	4	5081	-2969	28145	22712	22712	C4	0.09	0.09
21	I[21]	Pos	SLU13	MY-MAX	1	1	1	1	6859	19178	38402	30523	38402	C4	0.68	0.85
27	J[28]	Ne g	SLU16	MY-MIN	1	3	3	3	37	-6385	28145	22825	22825	C4	0.28	0.28
27	J[28]	Pos	SLU13	MY-MAX	1	1	1	1	50	11228	38402	32771	38402	C4	0.29	0.34
28	I[28]	Ne g	SLU16	MY-MIN	1	3	4	4	47	-6395	34386	28948	28948	C5	0.22	0.22
28	I[28]	Pos	SLU13	MY-MAX	1	1	1	1	64	11244	41157	34607	41157	C5	0.27	0.33
34	J[35]	Ne g	SLU14	MY-MIN	1	3	3	3	11043	14193	34386	28356	28356	C5	0.89	0.89
34	J[35]	Pos	SLU15	MY-MAX	1	3	3	3	-8180	1186	41157	39885	39885	C5	0.18	0.18
35	I[35]	Ne g	SLU14	MY-MIN	1	3	3	3	10646	16330	54601	46222	46222	C6	0.58	0.58
37	J[38]	Ne g	SLU14	MY-MIN	1	3	3	3	16253	22978	54601	42302	42302	C6	0.93	0.93
37	J[38]	Pos	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-			
38	I[38]	Ne g	SLU14	MY-MIN	1	3	3	3	15241	20722	54601	43009	43009	C6	0.84	0.84
41	J[42]	Ne g	SLU14	MY-MIN	1	3	3	3	-9220	16897	54601	47219	47219	C6	0.55	0.55
41	J[42]	Pos	SLU15	MY-MAX	1	3	3	3	-6830	957	61574	46496	46496	C6	0.13	0.13
42	I[42]	Ne g	SLU14	MY-MIN	1	4	4	4	10219	13824	52626	38815	38815	C7	0.62	0.62
42	I[42]	Pos	SLU15	MY-MAX	1	4	3	4	-7570	2653	56783	60982	60982	C7	0.08	0.08
48	J[49]	Ne	SLU16	MY-MIN	1	4	4	4	2058	-7118	52626	39251	39251	C7	0.13	0.13

PROGETTAZIONE ATI:

**GPI** INGEGNERIA  
 GESTIONE PROGETTI INGEGNERIA srl



cooprogetti



48	J[49]	Pos	SLU13	MY-MAX	1	1	1	1	2778	14946	56783	46968	56783	C7	0.31	0.38
49	I[49]	Ne g	SLU16	MY-MIN	1	3	4	4	973	-6752	49484	38706	38706	C8	0.15	0.15
49	I[49]	Pos	SLU13	MY-MAX	1	1	1	1	1313	12385	65319	51827	65319	C8	0.21	0.26
55	J[56]	Ne g	SLU14	MY-MIN	1	1	4	4	7787	-3258	49484	44188	44188	C8	0.10	0.10
55	J[56]	Pos	SLU13	MY-MAX	1	1	1	1	7787	19802	65319	49749	65319	C8	0.42	0.55
56	I[56]	Ne g	SLU16	MY-MIN	1	1	4	4	5416	-4769	48349	40821	40821	C9	0.02	0.02
56	I[56]	Pos	SLU13	MY-MAX	1	1	1	1	7312	19288	68403	53279	68403	C9	0.39	0.50
59	J[60]	Ne g	SLU16	MY-MIN	1	1	4	4	5828	-4543	48349	40821	40821	C9	0.03	0.03
59	J[60]	Pos	SLU13	MY-MAX	1	1	1	1	7868	19715	68403	53103	68403	C9	0.40	0.52
62	J[63]	Ne g	SLU16	MY-MIN	1	3	4	4	4921	-5292	48349	40821	40821	C9	0.01	0.01
62	J[63]	Pos	SLU13	MY-MAX	1	1	1	1	6643	18200	68403	53491	68403	C9	0.36	0.46
63	I[63]	Ne g	SLU16	MY-MIN	1	3	4	4	5421	-5585	47825	41885	41885	C10	0.00	0.00
63	I[63]	Pos	SLU13	MY-MAX	1	1	1	1	7319	19645	64541	49145	64541	C10	0.42	0.55
69	J[70]	Ne g	SLU14	MY-MIN	1	3	4	4	-759.2	-8266	47825	38377	38377	C10	0.24	0.24
69	J[70]	Pos	SLU15	MY-MAX	1	1	1	1	-562.4	9106	64541	51878	64541	C10	0.13	0.16
70	I[70]	Ne g	SLU16	MY-MIN	1	3	4	4	639	-8491	69237	47098	47098	C11	0.17	0.17
70	I[70]	Pos	SLU13	MY-MAX	1	1	1	1	862.7	12085	74670	59109	74670	C11	0.17	0.22
76	J[77]	Ne g	SLU14	MY-MIN	1	3	4	4	13118	16941	69237	46368	46368	C11	0.65	0.65
76	J[77]	Pos	SLU5	MY-MAX	1	3	4	4	-9717	189.8	74670	70835	70835	C11	0.13	0.13
77	I[77]	Ne g	SLU14	MY-MIN	1	2	3	2	11982	20286	71552	73776	71552	C12	0.45	0.44
80	J[81]	Ne g	SLU14	MY-MIN	1	2	3	2	17782	24247	71552	73055	71552	C12	0.59	0.58
80	J[81]	Pos	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-			
81	I[81]	Ne g	SLU13	MY-MIN	1	2	3	2	17708	23575	71552	73064	71552	C12	0.58	0.57
83	J[84]	Ne g	SLU14	MY-MIN	1	2	3	2	11989	19849	71552	73775	71552	C12	0.44	0.43
83	J[84]	Pos	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-			
84	I[84]	Ne g	SLU14	MY-MIN	1	3	4	4	13142	17040	69237	46367	46367	C11	0.65	0.65
84	I[84]	Pos	SLU5	FY-MAX	1	3	4	4	-9734	375	74670	70844	70844	C11	0.13	0.13
90	J[91]	Ne g	SLU16	MY-MIN	1	3	4	4	933.1	-8854	69237	47050	47050	C11	0.17	0.17
90	J[91]	Pos	SLU13	MY-MAX	1	1	1	1	1260	13093	74670	58998	74670	C11	0.19	0.24
91	I[91]	Ne g	SLU14	MY-MIN	1	3	4	4	-485.3	-8559	47825	38391	38391	C10	0.24	0.24
91	I[91]	Pos	SLU13	MY-MAX	1	1	1	1	-485.3	10323	64541	51851	64541	C10	0.15	0.19
97	J[98]	Ne g	SLU16	MY-MIN	1	3	4	4	5761	-5439	47825	41885	41885	C10	0.01	0.01
97	J[98]	Pos	SLU13	MY-MAX	1	1	1	1	7778	20264	64541	48986	64541	C10	0.43	0.57
98	I[98]	Ne g	SLU16	MY-MIN	1	3	4	4	5224	-5433	48349	40821	40821	C9	0.01	0.01

98	I[98]	Pos	SLU13	MY-MAX	1	1	1	1	7053	19070	68403	53362	68403	C9	0.38	0.49
101	J[102]	Ne g	SLU16	MY-MIN	1	1	4	4	6177	-4192	48349	40821	40821	C9	0.05	0.05
101	J[102]	Pos	SLU13	MY-MAX	1	1	1	1	8339	20353	68403	52954	68403	C9	0.42	0.54
104	J[105]	Ne g	SLU16	MY-MIN	1	1	4	4	5635	-4053	48349	40821	40821	C9	0.04	0.04
104	J[105]	Pos	SLU13	MY-MAX	1	1	1	1	7608	19471	68403	53186	68403	C9	0.40	0.51
105	I[105]	Ne g	SLU14	MY-MIN	1	1	4	4	8104	-2816	49484	44188	44188	C8	0.12	0.12
105	I[105]	Pos	SLU13	MY-MAX	1	1	1	1	8104	20187	65319	49647	65319	C8	0.43	0.57
111	J[112]	Ne g	SLU16	MY-MIN	1	3	4	4	1202	-6102	49484	38664	38664	C8	0.13	0.13
111	J[112]	Pos	SLU13	MY-MAX	1	1	1	1	1622	12998	65319	51728	65319	C8	0.22	0.28
112	I[112]	Ne g	SLU16	MY-MIN	1	4	4	4	2348	-6350	52626	39221	39221	C7	0.10	0.10
112	I[112]	Pos	SLU13	MY-MAX	1	1	1	1	3170	15354	56783	46865	56783	C7	0.33	0.40
118	J[119]	Ne g	SLU14	MY-MIN	1	4	4	4	-9516	12955	52626	38860	38860	C7	0.58	0.58
118	J[119]	Pos	SLU15	MY-MAX	1	4	3	4	-7049	3639	56783	60982	60982	C7	0.06	0.06
119	I[119]	Ne g	SLU14	MY-MIN	1	3	3	3	-8565	16174	54601	47678	47678	C6	0.52	0.52
119	I[119]	Pos	SLU15	MY-MAX	1	3	3	3	-6344	2068	61574	46496	46496	C6	0.09	0.09
122	J[123]	Ne g	SLU14	MY-MIN	1	3	3	3	14823	21231	54601	43301	43301	C6	0.83	0.83
122	J[123]	Pos	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-			
123	I[123]	Ne g	SLU14	MY-MIN	1	3	3	3	16156	23119	54601	42369	42369	C6	0.93	0.93
126	J[127]	Ne g	SLU14	MY-MIN	1	3	3	3	-9772	15231	54601	46833	46833	C6	0.53	0.53
126	J[127]	Pos	SLU15	MY-MAX	1	3	3	3	-7238	567.9	61574	46496	46496	C6	0.14	0.14
127	I[127]	Ne g	SLU14	MY-MIN	1	3	3	3	-9814	12749	34386	28425	28425	C5	0.79	0.79
127	I[127]	Pos	SLU15	MY-MAX	1	3	3	3	-7270	2706	41157	39885	39885	C5	0.11	0.11
134	J[135]	Ne g	SLU16	MY-MIN	1	3	4	4	8.813	-5593	34386	28952	28952	C5	0.19	0.19
134	J[135]	Pos	SLU13	MY-MAX	1	1	1	1	11.9	10979	41157	34621	41157	C5	0.27	0.32
135	I[135]	Ne g	SLU16	MY-MIN	1	3	3	3	-2.38	-5594	28145	22825	22825	C4	0.25	0.25
135	I[135]	Pos	SLU13	MY-MAX	1	1	1	1	-3.213	10980	38402	32789	38402	C4	0.29	0.33
140	J[141]	Ne g	SLU16	MY-MIN	1	1	4	4	4446	-2454	28145	22712	22712	C4	0.09	0.09
140	J[141]	Pos	SLU13	MY-MAX	1	1	1	1	6002	17838	38402	30806	38402	C4	0.62	0.77
141	I[141]	Ne g	SLU16	MY-MIN	1	1	4	4	4444	-2449	26498	20199	20199	C3	0.10	0.10
141	I[141]	Pos	SLU13	MY-MAX	1	1	1	1	5999	17820	39533	32389	39533	C3	0.60	0.74
147	J[148]	Ne g	SLU16	MY-MIN	1	1	4	4	5594	-36.06	26498	20199	20199	C3	0.28	0.28
147	J[148]	Pos	SLU13	MY-MAX	1	1	1	1	7552	18142	39533	31884	39533	C3	0.65	0.81
148	I[148]	Ne g	SLU16	MY-MIN	1	1	4	4	5597	-36.54	25404	19219	19219	C2	0.29	0.29
148	I[148]	Pos	SLU13	MY-MAX	1	1	1	1	7556	18143	38117	30803	38117	C2	0.67	0.83

154	J[155]	Pos	SLU13	MY-MAX	1	1	1	1	5646	13502	38117	31421	38117	C2	0.50	0.61
155	I[155]	Ne g	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-			
155	I[155]	Pos	SLU13	MY-MAX	1	1	1	1	5658	13524	30886	23429	30886	C1	0.62	0.82
162	J[163]	Pos	SLU13	MY-MAX	1	1	1	1	-256.3	2625	30886	25663	30886	C1	0.08	0.09
244	J[246]	Ne g	SLU14	MY-MIN	1	2	3	2	13899	20054	71552	73538	71552	C12	0.47	0.46
244	J[246]	Pos	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-			

### 16.1.2. VERIFICA A SFORZO DI TAGLIO

La verifica al taglio viene effettuata secondo la seguente formulazione>

$$V_{b,Rd} = V_{bw,Rd} + V_{bf,Rd} \leq \frac{\eta f_{yw} h_w t}{\sqrt{3} \gamma_M1} \quad (3.43)$$

EN1994-2:  
6.2.2.3  
EN1993-1-1:  
(5.1)

La verifica viene estesa nelle sezioni in cui il tasso superi 0.5 controllando l'interazione con il momento controllando la verifica della seguente formula.

$$\bar{\eta}_1 + \left(1 - \frac{M_{f,Rd}}{M_{pl,Rd}}\right) \left(2\bar{\eta}_3 - 1\right)^2 \leq 1.0 \quad (3.52)$$

EN1993-1-1:  
7.1(1)

Elem	Part	Lcom	Type	Top Class	Bot Class	Web Class	Sect. Class	N_Ed (kN)	M_Ed (kN*m)	V_Ed (kN)	Vpl,Rd (kN)	Vb,Rd (kN)	Sezione	(V_ed)/Vb_rd	
1	I[1]	SLU13	FZ-MIN	1	1	1	1	446	1971	-2423	8967	5788	C1	0.42	ok
7	J[8]	SLU13	FZ-MIN	1	1	1	1	281	75525	-1546	8967	5354	C1	0.29	ok
8	I[8]	SLU13	FZ-MIN	1	1	1	1	281	67451	-1546	8222	4599	C2	0.34	ok
13	J[14]	SLU13	FZ-MIN	1	1	1	1	259	96431	-794	8222	4731	C2	0.17	ok
14	I[14]	SLU13	FZ-MIN	1	1	1	1	252	97280	-589	8456	4787	C3	0.12	ok
20	J[21]	SLU14	FZ-MAX	1	1	1	1	-128	73143	1318	8456	4787	C3	0.28	ok
21	I[21]	SLU14	FZ-MAX	1	1	1	1	-127	77368	1599	8690	4842	C4	0.33	ok
27	J[28]	SLU13	FZ-MAX	1	1	1	1	277	6026	2454	8690	4690	C4	0.52	ok
28	I[28]	SLU13	FZ-MAX	1	1	1	1	276	5995	2454	9791	5533	C5	0.4	ok

PROGETTAZIONE ATI:

**GPI INGEGNERIA**  
GESTIONE PROGETTI INGEGNERIA srl



cooprogetti





														4	
34	J[35]	SLU13	FZ-MAX	1	3	3	3	286	20854	3522	9791	5807	C5	0.6	ok
														1	
35	I[35]	SLU13	FZ-MAX	1	3	3	3	-41	23641	2758	10456	6851	C6	0.4	ok
														0	
37	J[38]	SLU13	FZ-MAX	1	3	3	3	-13	42163	3253	10456	6638	C6	0.4	ok
														9	
38	I[38]	SLU13	FZ-MIN	1	3	3	3	1785	40355	-3837	10456	6665	C6	0.5	ok
														8	
41	J[42]	SLU13	FZ-MIN	1	3	3	3	1749	18195	-3164	10456	6891	C6	0.4	ok
														6	
42	I[42]	SLU13	FZ-MIN	1	4	4	4	1052	23133	-4098	11243	5556	C7	0.7	ok
														4	
48	J[49]	SLU13	FZ-MIN	1	1	1	1	639	29954	-2860	11243	5490	C7	0.5	ok
														2	
49	I[49]	SLU13	FZ-MIN	1	1	1	1	83	16802	-2828	13726	5981	C8	0.4	ok
														7	
55	J[56]	SLU13	FZ-MIN	1	1	1	1	80.361	71567	-1610	13726	5848	C8	0.2	ok
														8	
56	I[56]	SLU14	FZ-MIN	1	1	1	1	-842.84	61449	-1334	13586	5822	C9	0.2	ok
														3	
59	J[60]	SLU13	FZ-MAX	1	1	1	1	-0.126	69786	1172	13586	5822	C9	0.2	ok
														0	
62	I[62]	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-			
62	J[63]	SLU13	FZ-MAX	1	1	1	1	109.09	58928	1661	13586	5822	C9	0.2	ok
														9	
63	I[63]	SLU13	FZ-MAX	1	1	1	1	349.4	72616	1965	13586	5822	C10	0.3	ok
														4	
69	J[70]	SLU13	FZ-MAX	1	1	1	1	367.91	3083.5	3348	13586	5980	C10	0.5	ok
														6	
70	I[70]	SLU13	FZ-MAX	1	1	1	1	602.59	16759	3334	16303	8240	C11	0.4	ok
														0	
76	J[77]	SLU13	FZ-MAX	1	3	4	4	992.75	31046	3988	16303	8069	C11	0.4	ok
														9	
77	I[77]	SLU13	FZ-MAX	1	2	3	2	1065.1	27094	2831	19020	10562	C12	0.2	ok
														7	
80	J[81]	SLU13	FZ-MAX	1	2	3	2	1073.7	47678	3416	19020	10404	C12	0.3	ok
														3	
81	I[81]	SLU13	FZ-MIN	1	2	3	2	1486.5	46443	-3919	19020	10416	C12	0.3	ok
														8	
83	J[84]	SLU13	FZ-MIN	1	2	3	2	1449.7	25568	-3090	19020	10570	C12	0.2	ok
														9	
84	I[84]	SLU13	FZ-MIN	1	3	4	4	939.35	30163	-4307	16303	8082	C11	0.5	ok
														3	
90	J[91]	SLU13	FZ-MIN	1	1	1	1	769.89	14590	-3286	16303	8255	C11	0.4	ok
														0	
91	I[91]	SLU13	FZ-MIN	1	1	1	1	420.85	1904.4	-3338	13586	5981	C10	0.5	ok
														6	
97	J[98]	SLU13	FZ-MIN	1	1	1	1	378.81	76969	-2063	13586	5822	C10	0.3	ok
														5	
98	I[98]	SLU13	FZ-MIN	1	1	1	1	226.78	62775	-1791	13586	5822	C9	0.3	ok
														1	
101	J[102]	SLU13	FZ-MIN	1	1	1	1	320.19	74407	-920	13586	5822	C9	0.1	ok
														6	
104	I[104]	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-			
104	J[105]	SLU14	FZ-MAX	1	1	1	1	-1255.8	64515	1380	13586	5822	C9	0.2	ok
														4	
105	I[105]	SLU13	FZ-MAX	1	1	1	1	456.45	74439	1560	13726	5848	C8	0.2	ok
														7	
111	J[112]	SLU13	FZ-MAX	1	1	1	1	496.29	19631	2774	13726	5967	C8	0.4	ok
														6	
112	I[112]	SLU13	FZ-MAX	1	1	1	1	973.45	33009	2686	11243	5446	C7	0.4	ok
														9	
118	J[119]	SLU13	FZ-MAX	1	4	3	4	1181.4	20772	3907	11243	5582	C7	0.7	ok
														0	
119	I[119]	SLU13	FZ-MAX	1	3	3	3	1351.5	18319	3195	10456	6890	C6	0.4	ok
														6	

PROGETTAZIONE ATI:

**GPINGEGNERIA**  
 GESTIONE PROGETTI INGEGNERIA srl



cooprogetti



122	J[123]	SLU13	FZ-MAX	1	3	3	3	1350.4	39466	3837	10456	6677	C6	0.57	ok
123	I[123]	SLU10	FZ-MIN	1	3	3	3	-46.591	46888	-3476	10456	6580	C6	0.53	ok
126	J[127]	SLU14	FZ-MIN	1	3	3	3	-165.05	28279	-3298	10456	6322	C6	0.52	ok
127	I[127]	SLU14	FZ-MIN	1	3	3	3	-165.05	21752	-3298	9791	5533	C5	0.60	ok
134	J[135]	SLU14	FZ-MIN	1	1	1	1	-177.4	2258.9	-2333	9791	5533	C5	0.42	ok
135	I[135]	SLU14	FZ-MIN	1	1	1	1	-177.4	2170.7	-2333	8690	4690	C4	0.50	ok
140	J[141]	SLU14	FZ-MIN	1	1	1	1	-179.72	67869	-1481	8690	4842	C4	0.31	ok
141	I[141]	SLU14	FZ-MIN	1	1	1	1	-170.86	64393	-1294	8456	4787	C3	0.27	ok
147	J[148]	SLU13	FZ-MAX	1	1	1	1	312.02	86867	601	8456	4645	C3	0.13	ok
148	I[148]	SLU13	FZ-MAX	1	1	1	1	312.02	85454	601	8222	4599	C2	0.13	ok
154	J[155]	SLU13	FZ-MAX	1	1	1	1	333.58	64729	1343	8222	4599	C2	0.29	ok
155	I[155]	SLU13	FZ-MAX	1	1	1	1	333.58	72523	1343	8967	5354	C1	0.25	ok
162	J[163]	SLU13	FZ-MAX	1	1	1	1	459.93	2126.6	2355	8967	5788	C1	0.41	ok

### 16.1.3. VERIFICA ALL'INSTABILITÀ FLESSO TORSIONALE

La verifica viene effettuata secondo la seguente formulazione per i conci di trave compresi tra diaframmi, con la valutazione di un coefficiente di riduzione  $\chi_{LT}$  che dipende dalla snellezza della sezione  $\lambda_{LT}$

$$M_{b,Rd} = \chi_{LT} M_{Rd} \quad (3.56)$$

EN1994-2:  
6.4.2(1)

$$\chi_{LT} = \frac{1}{\Phi_{LT} + \sqrt{\Phi_{LT}^2 - \lambda_{LT}^2}} \leq 1.0 \quad (3.57)$$

EN1993-1-  
6.3.2.2

Elem	Part	Lcom	Type	Sect. Class	N <sub>Ed</sub> (kN)	M <sub>Ed</sub> (kN*m)	Nb,Rd (kN)	Mb,Rd (kN*m)	Mcr (kN*m)	Interaction Ratio	Sezione	
1	I[1]	SLU1	FZ-MAX	1	640	2314	66698	28714	78	0.09	C1	ok
7	J[8]	SLU13	MY-MAX	1	399	19922	65017	27294	57	0.74	C1	ok
8	I[8]	SLU13	MY-MAX	1	399	19892	74324	35141	98	0.57	C2	ok
13	J[14]	SLU13	MY-MAX	1	380	28345	71848	34153	86	0.84	C2	ok
14	I[14]	SLU13	MY-MAX	1	370	28334	76273	36370	94	0.78	C3	ok
20	J[21]	SLU4	MZ-MAX	4	-218	6828	34103	7077	41	0.97	C3	ok

PROGETTAZIONE ATI:

**GPINGEGNERIA**  
GESTIONE PROGETTI INGEGNERIA srl



cooprogetti



21	I[21]	SLU4	MX-MAX	4	-212	6837	34080	7972	45	0.86	C4	ok
27	J[28]	SLU13	MY-MAX	1	395	11277	72119	33752	69	0.34	C4	ok
28	I[28]	SLU13	MY-MAX	1	395	11308	87139	38687	0	0.30	C5	ok
34	J[35]	SLU14	MY-MIN	3	19	-25235	39891	27449	0	0.92	C5	ok
35	I[35]	SLU14	MY-MIN	3	-786	-26975	62232	46121	151	0.60	C6	ok
37	J[38]	SLU14	MY-MIN	3	-832	-39231	62232	42248	155	0.94	C6	ok
38	I[38]	SLU13	MY-MIN	3	2707	-34899	62232	42873	146	0.86	C6	ok
41	J[42]	SLU14	MY-MIN	3	602	-26117	62232	47080	148	0.56	C6	ok
42	I[42]	SLU14	MY-MIN	4	-291	-24044	48274	37438	68	0.65	C7	ok
48	J[49]	SLU13	MY-MAX	1	490	17724	87256	51694	97	0.35	C7	ok
49	I[49]	SLU13	MY-MAX	1	98	13699	86977	60647	68	0.23	C8	ok
55	J[56]	SLU13	MY-MAX	1	30.58	27590	81472	57387	53	0.48	C8	ok
56	I[56]	SLU13	MY-MAX	1	30.07	26600	86183	61529	69	0.43	C9	ok
59	J[60]	SLU13	MY-MAX	1	21.2	27582	86183	61507	68	0.45	C9	ok
62	J[63]	SLU13	MY-MAX	1	71.93	24843	86183	61599	70	0.40	C9	ok
63	I[63]	SLU13	MY-MAX	1	190.2	26964	76529	54167	51	0.50	C10	ok
69	J[70]	SLU14	MY-MIN	4	-438	-9025	36391	35445	36	0.27	C10	ok
70	I[70]	SLU16	MY-MIN	4	-588	-7852	50853	41633	0	0.20	C11	ok
76	J[77]	SLU14	MY-MIN	4	-285	-30059	53641	43196	0	0.70	C11	ok
77	I[77]	SLU14	MY-MIN	2	922	-32268	66025	67279	108	0.49	C12	ok
80	J[81]	SLU14	MY-MIN	2	921.5	-42029	66025	67289	109	0.64	C12	ok
81	I[81]	SLU13	MY-MIN	2	2256	-41283	66025	67545	115	0.65	C12	ok
83	J[84]	SLU14	MY-MIN	2	381.2	-31838	66025	67351	111	0.48	C12	ok
84	I[84]	SLU14	MY-MIN	4	-336	-30182	53641	43030	0	0.71	C11	ok
90	J[91]	SLU13	MY-MAX	1	544.5	14353	97765	68837	0	0.21	C11	ok
91	I[91]	SLU14	MY-MIN	4	-553	-9044	36391	35083	33	0.27	C10	ok
97	J[98]	SLU13	MY-MAX	1	191.1	28042	76529	54296	53	0.52	C10	ok
98	I[98]	SLU13	MY-MAX	1	137.2	26123	86183	61531	69	0.43	C9	ok
101	J[102]	SLU13	MY-MAX	1	136.9	28692	86183	61507	68	0.47	C9	ok
104	J[105]	SLU13	MY-MAX	1	221.8	27079	86183	61568	70	0.44	C9	ok
105	I[105]	SLU13	MY-MAX	1	337.1	28291	81472	57328	52	0.50	C8	ok
111	J[112]	SLU13	MY-MAX	1	448.1	14620	100719	65319	181	0.23	C8	ok
112	I[112]	SLU13	MY-MAX	1	720.4	18524	89805	52667	100	0.36	C7	ok
118	J[119]	SLU14	MY-MIN	4	-619	-22472	48274	37682	71	0.61	C7	ok
119	I[119]	SLU14	MY-MIN	3	895.3	-24738	62497	47678	151	0.53	C6	ok
122	J[123]	SLU14	MY-MIN	3	943.1	-36054	62497	43301	156	0.85	C6	ok
123	I[123]	SLU14	MY-MIN	3	6.683	-39275	62740	42369	176	0.93	C6	ok
126	J[127]	SLU14	MY-MIN	3	-4.87	-25003	62740	46833	172	0.53	C6	ok
127	I[127]	SLU14	MY-MIN	3	-4.91	-22563	39703	27330	0	0.83	C5	ok
134	J[135]	SLU13	MY-MAX	1	451	10991	92264	40630	0	0.28	C5	ok
135	I[135]	SLU13	MY-MAX	1	451	10977	78327	36158	93	0.31	C4	ok
140	J[141]	SLU13	MY-MAX	1	445.5	23840	74170	34502	75	0.70	C4	ok
141	I[141]	SLU13	MY-MAX	1	440.6	23819	76273	36374	95	0.66	C3	ok
147	J[148]	SLU13	MY-MAX	1	444.7	25694	73716	35385	85	0.73	C3	ok
148	I[148]	SLU13	MY-MAX	1	444.7	25698	71848	34121	85	0.76	C2	ok

PROGETTAZIONE ATI:

**GPI** INGEGNERIA  
GESTIONE PROGETTI INGEGNERIA srl



cooprogetti



154	J[155]	SLU13	MY-MAX	1	458	19148	75324	35551	103	0.54	C2	ok
155	I[155]	SLU13	MY-MAX	1	458.1	19182	66137	27634	59	0.70	C1	ok
162	J[163]	SLU13	MX-MAX	1	628.5	2365	67826	28618	74	0.09	C1	ok

### 16.1.1. VERIFICA CONNESSIONE TRAVE-SOLETTA

La resistenza del connettore è valutata secondo la seguente formulazione

$$P_{Rd} = \min[P_{Rd1}, P_{Rd2}] \quad (2.58)$$

EN1994-2:2005  
6.6.3.1(1)

$$P_{Rd1} = \frac{0.8 f_u \pi d^2 / 4}{\gamma_V} \quad (2.59)$$

$$P_{Rd2} = \frac{0.29 \alpha d^2 \sqrt{f_{ck} E_{cm}}}{\gamma_V} \quad (2.60)$$

Lo sforzo resistente è pari alla somma delle resistenze

$$V_{L,Rd} = \frac{P_{Rd} N}{s_c} \quad (2.61)$$

Con:

N : numero dei connettori.

s<sub>c</sub> : spazio tra i connettori.

L'azione sollecitante è valutata:

- Se la sezione è di classe 1 o 2

$$V_{L,Ed} = \frac{V_{L,Ed}}{L_v} \quad (2.62)$$

Dove,

$$V_{L,Ed} = \frac{(N_{c,f} - N_{c,ei})(M_{ED} - M_{ei,Rd})}{M_{pi,Rd} - M_{ei,Rd}} \quad (2.63)$$

Considerando come L<sub>v</sub> una lunghezza pari alla larghezza collaborante della soletta.

- Se la sezione è di classe 3 o 4

Lo scorrimento è valutato con jourawsky, essendo Q<sub>z</sub> il momento statico della sezione nel punto di collegamento trave-soletta.

PROGETTAZIONE ATI:

**GPI** INGEGNERIA  
GESTIONE PROGETTI INGEGNERIA srl



cooprogetti



$$V_{L,Ed} = \frac{V_{Ed} Q_s}{I_y}$$

(2.64)

Con:

- V<sub>L,Ed</sub>: Sforzo di scorrimento agente nella zona plasticizzata
- v<sub>L,Ed</sub>: Sforzo di scorrimento per unità di lunghezza tra trave-soletta
- P<sub>Rd</sub>: Valore di resistenza del singolo connettore
- v<sub>L,Rd</sub>: valore di resistenza per unità di lunghezza tra trave-soletta

Elem	Part	Lcom	Type	V <sub>L,Ed</sub> (kN)	v <sub>L,Ed</sub> (kN/m)	P <sub>Rd</sub> (kN)	v <sub>L,Rd</sub> (kN/m)	v <sub>L,Ed</sub> /v <sub>L,Rd</sub>	
1	I[1]	SLU13	FZ-MIN	-1582	837	82	1633	0.51	ok
7	J[8]	SLU13	FZ-MIN	-1070	566	82	1633	0.35	ok
8	I[8]	SLU13	FZ-MIN	-1070	532	82	1225	0.43	ok
13	J[14]	SLU13	FZ-MIN	-663	330	82	1225	0.27	ok
14	I[14]	SLU13	FZ-MIN	-569	277	82	1225	0.23	ok
20	J[21]	SLU14	FZ-MAX	952	464	82	1225	0.38	ok
21	I[21]	SLU14	FZ-MAX	1064	513	82	1225	0.42	ok
27	J[28]	SLU13	FZ-MAX	1497	722	82	1225	0.59	ok
28	I[28]	SLU13	FZ-MAX	1497	681	82	1225	0.56	ok
34	J[35]	SLU13	FZ-MAX	2119	964	82	1225	0.79	ok
35	I[35]	SLU13	FZ-MAX	1793	764	82	1225	0.62	ok
37	J[38]	SLU13	FZ-MAX	2083	887	82	1225	0.72	ok
38	I[38]	SLU13	FZ-MIN	-2556	1088	82	1225	0.89	ok
41	J[42]	SLU13	FZ-MIN	-2142	912	82	1225	0.74	ok
42	I[42]	SLU13	FZ-MIN	-2499	919	82	1225	0.75	ok
48	J[49]	SLU13	FZ-MIN	-1789	658	82	1225	0.54	ok
49	I[49]	SLU13	FZ-MIN	-1817	586	82	1225	0.48	ok
55	J[56]	SLU13	FZ-MIN	-1180	381	82	1225	0.31	ok
56	I[56]	SLU14	FZ-MIN	-1093	352	82	1225	0.29	ok
59	J[60]	SLU13	FZ-MAX	1101	355	82	1225	0.29	ok
62	J[63]	SLU13	FZ-MAX	1289	416	82	1225	0.34	ok
63	I[63]	SLU13	FZ-MAX	1393	461	82	1225	0.38	ok
69	J[70]	SLU13	FZ-MAX	2154	712	82	1225	0.58	ok
70	I[70]	SLU13	FZ-MAX	2145	674	82	1225	0.55	ok
76	J[77]	SLU13	FZ-MAX	2367	745	82	1225	0.61	ok
77	I[77]	SLU13	FZ-MAX	1901	566	82	1225	0.46	ok

80	J[81]	SLU13	FZ-MAX	2164	645	82	1225	0.53	ok
81	I[81]	SLU13	FZ-MIN	-2719	810	82	1225	0.66	ok
83	J[84]	SLU13	FZ-MIN	-2144	638	82	1225	0.52	ok
84	I[84]	SLU13	FZ-MIN	-2615	822	82	1225	0.67	ok
90	J[91]	SLU13	FZ-MIN	-2024	637	82	1225	0.52	ok
91	I[91]	SLU13	FZ-MIN	-2070	684	82	1225	0.56	ok
97	J[98]	SLU13	FZ-MIN	-1457	482	82	1225	0.39	ok
98	I[98]	SLU13	FZ-MIN	-1385	447	82	1225	0.36	ok
101	J[102]	SLU14	FZ-MAX	967	312	82	1225	0.25	ok
104	J[105]	SLU14	FZ-MAX	1129	364	82	1225	0.30	ok
105	I[105]	SLU13	FZ-MAX	1157	373	82	1225	0.30	ok
111	J[112]	SLU13	FZ-MAX	1775	573	82	1225	0.47	ok
112	I[112]	SLU13	FZ-MAX	1669	614	82	1225	0.50	ok
118	J[119]	SLU13	FZ-MAX	2359	868	82	1225	0.71	ok
119	I[119]	SLU13	FZ-MAX	2111	899	82	1225	0.73	ok
122	J[123]	SLU13	FZ-MAX	2508	1068	82	1225	0.87	ok
123	I[123]	SLU13	FZ-MIN	-2114	900	82	1225	0.73	ok
126	J[127]	SLU14	FZ-MIN	-1999	851	82	1225	0.70	ok
127	I[127]	SLU14	FZ-MIN	-1999	910	82	1225	0.74	ok
134	J[135]	SLU14	FZ-MIN	-1456	662	82	1225	0.54	ok
135	I[135]	SLU14	FZ-MIN	-1456	702	82	1225	0.57	ok
140	J[141]	SLU14	FZ-MIN	-984	475	82	1225	0.39	ok
141	I[141]	SLU14	FZ-MIN	-924	450	82	1225	0.37	ok
147	J[148]	SLU13	FZ-MAX	587	286	82	1225	0.23	ok
148	I[148]	SLU13	FZ-MAX	587	292	82	1225	0.24	ok
154	J[155]	SLU13	FZ-MAX	953	474	82	1225	0.39	ok
155	I[155]	SLU13	FZ-MAX	953	504	82	1633	0.31	ok
162	J[163]	SLU13	FZ-MAX	1538	813	82	1633	0.50	ok

La stessa verifica viene effettuata anche in combinazione allo Stato Limite di Esercizio utilizzando una resistenza limite ridotta del connettore valutata secondo la seguente formulazione tramite l'impiego di un coefficiente di riduzione ks pari a 0.75

$$v_{L,Rd} = \frac{k_s P_{Rd} N_{conn}}{S_{conn}} \quad (2.76)$$

Elem	Part	Lcom	Type	V_c,Ed (kN)	v_L,Ed (kN/m)	P_Rd_ser (kN)	v_L,Rd (kN/m)	v_L,Ed/v_L,Rd	
1	I[1]	sle1	Characteristic	-1154	610	61	1225	0.50	ok

PROGETTAZIONE ATI:

**GPI** INGEGNERIA  
 GESTIONE PROGETTI INGEGNERIA srl



cooprogetti



1	J[2]	-	-	-	-	-	-	-	-	-
7	I[7]	-	-	-	-	-	-	-	-	-
7	J[8]	sle1	Characteristic	-800	423	61	1225	0.35	ok	
8	I[8]	sle1	Characteristic	-800	398	61	919	0.43	ok	
8	J[9]	-	-	-	-	-	-	-	-	-
13	I[13]	-	-	-	-	-	-	-	-	-
13	J[14]	sle1	Characteristic	-505	251	61	919	0.27	ok	
14	I[14]	sle1	Characteristic	-435	212	61	919	0.23	ok	
14	J[15]	-	-	-	-	-	-	-	-	-
20	I[20]	-	-	-	-	-	-	-	-	-
20	J[21]	sle2	Characteristic	753	367	61	919	0.40	ok	
21	I[21]	sle2	Characteristic	813	392	61	919	0.43	ok	
21	J[22]	-	-	-	-	-	-	-	-	-
27	I[27]	-	-	-	-	-	-	-	-	-
27	J[28]	sle1	Characteristic	1092	527	61	919	0.57	ok	
28	I[28]	sle1	Characteristic	1092	491	61	919	0.53	ok	
28	J[29]	-	-	-	-	-	-	-	-	-
34	I[34]	-	-	-	-	-	-	-	-	-
34	J[35]	sle1	Characteristic	1539	691	61	919	0.75	ok	
35	I[35]	sle1	Characteristic	1301	504	61	919	0.55	ok	
35	J[36]	-	-	-	-	-	-	-	-	-
37	I[37]	-	-	-	-	-	-	-	-	-
37	J[38]	sle1	Characteristic	1508	584	61	919	0.64	ok	
38	I[38]	sle1	Characteristic	-1849	716	61	919	0.78	ok	
38	J[39]	-	-	-	-	-	-	-	-	-
41	I[41]	-	-	-	-	-	-	-	-	-
41	J[42]	sle1	Characteristic	-1529	592	61	919	0.64	ok	
42	I[42]	sle1	Characteristic	-1758	664	61	919	0.72	ok	
42	J[43]	-	-	-	-	-	-	-	-	-
48	I[48]	-	-	-	-	-	-	-	-	-
48	J[49]	sle1	Characteristic	-1257	474	61	919	0.52	ok	
49	I[49]	sle1	Characteristic	-1261	407	61	919	0.44	ok	
49	J[50]	-	-	-	-	-	-	-	-	-
55	I[55]	-	-	-	-	-	-	-	-	-
55	J[56]	sle1	Characteristic	-852	275	61	919	0.30	ok	
56	I[56]	sle2	Characteristic	-800	258	61	919	0.28	ok	
56	J[57]	-	-	-	-	-	-	-	-	-
59	I[59]	-	-	-	-	-	-	-	-	-
59	J[60]	sle1	Characteristic	773	249	61	919	0.27	ok	
62	I[62]	-	-	-	-	-	-	-	-	-
62	J[63]	sle1	Characteristic	874	282	61	919	0.31	ok	
63	I[63]	sle1	Characteristic	991	328	61	919	0.36	ok	
63	J[64]	-	-	-	-	-	-	-	-	-
69	I[69]	-	-	-	-	-	-	-	-	-
69	J[70]	sle1	Characteristic	1517	502	61	919	0.55	ok	

PROGETTAZIONE ATI:

**GPINGEGNERIA**  
GESTIONE PROGETTI INGEGNERIA srl



cooprogetti



70	I[70]	sle1	Characteristic	1513	476	61	919	0.52	ok
70	J[71]	-	-	-	-	-	-		
76	I[76]	-	-	-	-	-	-		
76	J[77]	sle1	Characteristic	1642	516	61	919	0.56	ok
77	I[77]	sle1	Characteristic	1167	370	61	919	0.40	ok
77	J[78]	-	-	-	-	-	-		
80	I[80]	-	-	-	-	-	-		
80	J[81]	sle1	Characteristic	1364	432	61	919	0.47	ok
81	I[81]	sle1	Characteristic	-1927	611	61	919	0.66	ok
81	J[82]	-	-	-	-	-	-		
83	I[83]	-	-	-	-	-	-		
83	J[84]	sle1	Characteristic	-1483	470	61	919	0.51	ok
84	I[84]	sle1	Characteristic	-1853	583	61	919	0.63	ok
84	J[85]	-	-	-	-	-	-		
90	I[90]	-	-	-	-	-	-		
90	J[91]	sle1	Characteristic	-1413	445	61	919	0.48	ok
91	I[91]	sle1	Characteristic	-1426	472	61	919	0.51	ok
91	J[92]	-	-	-	-	-	-		
97	I[97]	-	-	-	-	-	-		
97	J[98]	sle1	Characteristic	-1020	337	61	919	0.37	ok
98	I[98]	sle1	Characteristic	-929	299	61	919	0.33	ok
98	J[99]	-	-	-	-	-	-		
101	I[101]	-	-	-	-	-	-		
101	J[102]	sle2	Characteristic	750	242	61	919	0.26	ok
104	I[104]	-	-	-	-	-	-		
104	J[105]	sle2	Characteristic	841	271	61	919	0.30	ok
105	I[105]	sle1	Characteristic	843	272	61	919	0.30	ok
105	J[106]	-	-	-	-	-	-		
111	I[111]	-	-	-	-	-	-		
111	J[112]	sle1	Characteristic	1256	405	61	919	0.44	ok
112	I[112]	sle1	Characteristic	1193	451	61	919	0.49	ok
112	J[113]	-	-	-	-	-	-		
118	I[118]	-	-	-	-	-	-		
118	J[119]	sle1	Characteristic	1683	636	61	919	0.69	ok
119	I[119]	sle1	Characteristic	1465	567	61	919	0.62	ok
119	J[120]	-	-	-	-	-	-		
122	I[122]	-	-	-	-	-	-		
122	J[123]	sle1	Characteristic	1781	690	61	919	0.75	ok
123	I[123]	sle2	Characteristic	-1589	616	61	919	0.67	ok
123	J[124]	-	-	-	-	-	-		
126	I[126]	-	-	-	-	-	-		
126	J[127]	sle2	Characteristic	-1488	576	61	919	0.63	ok
127	I[127]	sle2	Characteristic	-1488	668	61	919	0.73	ok
127	J[128]	-	-	-	-	-	-		
134	I[134]	-	-	-	-	-	-		

PROGETTAZIONE ATI:

**GPINGEGNERIA**  
GESTIONE PROGETTI INGEGNERIA srl



cooprogetti





134	J[135]	sle2	Characteristic	-1090	490	61	919	0.53	ok
135	I[135]	sle2	Characteristic	-1090	526	61	919	0.57	ok
135	J[136]	-	-	-	-	-	-		
140	I[140]	-	-	-	-	-	-		
140	J[141]	sle2	Characteristic	-758	366	61	919	0.40	ok
141	I[141]	sle2	Characteristic	-731	356	61	919	0.39	ok
141	J[142]	-	-	-	-	-	-		
147	I[147]	-	-	-	-	-	-		
147	J[148]	sle1	Characteristic	440	215	61	919	0.23	ok
148	I[148]	sle1	Characteristic	440	219	61	919	0.24	ok
148	J[149]	-	-	-	-	-	-		
154	I[154]	-	-	-	-	-	-		
154	J[155]	sle1	Characteristic	705	350	61	919	0.38	ok
155	I[155]	sle1	Characteristic	705	373	61	1225	0.30	ok
155	J[156]	-	-	-	-	-	-		
162	I[162]	-	-	-	-	-	-		
162	J[163]	sle1	Characteristic	1111	587	61	1225	0.48	ok

## 16.2. VERIFICHE ESTESE

Si riporta la verifica estesa per le sezioni più significative

### 16.2.1. SEZIONE DI MEZZERIA

#### Campata di riva

Element Number	14
Position Information	I

## 1 Design Condition

### 1.1 Design Parameters

#### ■ Partial factors

$\gamma_C$ for concrete	1.50	$\gamma_V$ for headed stud	1.25
$\gamma_S$ for reinforcing steel	1.15	$\gamma_{Ff}$ for equivalent constant Amplitude stress range	1.00
$\gamma_{M0}$ for structural steel	1.05	$\gamma_{Mf}$ for fatigue strength	1.00
$\gamma_{M1}$ for structural steel	1.10	$\gamma_{Mf,s}$ for fatigue strength of studs in shear	1.00

### 1.2 Material Information

#### ■ Structural steel

$$f_{sk} = 355.000 \text{ MPa} \quad E_s = 210000.000 \text{ MPa}$$

PROGETTAZIONE ATI:

**GPI INGEGNERIA**  
 GESTIONE PROGETTI INGEGNERIA srl



cooprogetti



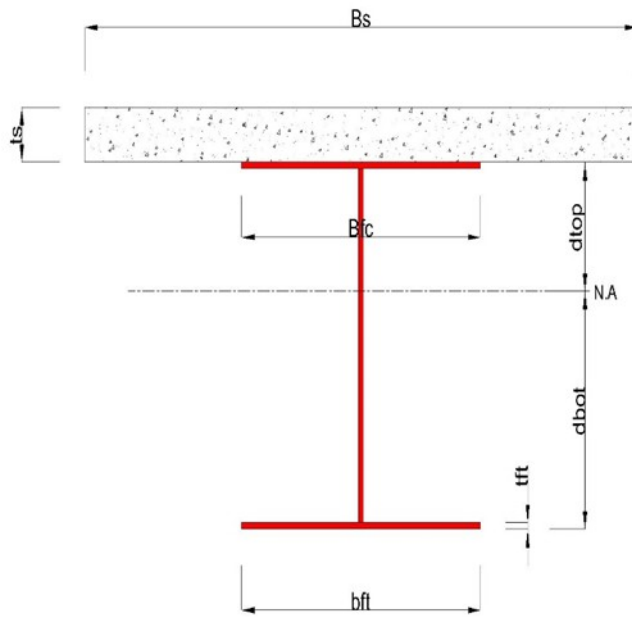
■ Concrete

$$f_{ck} = 35.000 \text{ MPa} \quad E_{cm} = 34000.000 \text{ MPa}$$

■ Reinforcement

$$f_{yk} = 450.000 \text{ MPa} \quad E_r = 210000.000 \text{ MPa}$$

1.3 Sectional Information



■ Section Dimensions

Slab

$B_c$	3094.000	mm	$t_c$	320.000	mm	$H_h$	0.000	mm
-------	----------	----	-------	---------	----	-------	-------	----

Girder

$H_w$	1805.000	mm	$B_1$	700.000	mm	$B_2$	1000.000	mm
$t_w$	20.000	mm	$t_{f1}$	30.000	mm	$t_{f2}$	40.000	mm

■ Section Stiffness

Before

$A_{,a}$	97100.000	mm <sup>2</sup>
$I_{y,a}$	58324408960.050	mm <sup>4</sup>
$I_{z,a}$	4192036666.667	mm <sup>4</sup>
$C_{y,a}$	500.000	mm
$C_{z,a}$	760.909	mm

After

$A_{,c}$	257761.808	mm <sup>2</sup>
$I_{y,c}$	157941260047.024	mm <sup>4</sup>
$I_{z,c}$	132357798492.070	mm <sup>4</sup>
$C_{y,c}$	500.000	mm
$C_{z,c}$	1555.044	mm

Crack

$A_{c,c}$	103130.000	mm <sup>2</sup>
$I_{y,c}$	67799943679.088	mm <sup>4</sup>
$I_{z,c}$	8694533176.393	mm <sup>4</sup>
$C_{y,c}$	500.000	mm
$C_{z,c}$	836.223	mm

## 2 Bending Resistance

### 2.1 Positive Moment

■ Design load

Load combination name : SLU13

$N_{a,Ed}$	104.107	kN
$N_{c,Ed}$	265.579	kN
$M_{a,Ed}$	8525.137	kN · m
$M_{c,Ed}$	19808.794	kN · m

- Stress

Top Flange

Left	$y_1$	-350.000	mm	$z_1$	319.956	mm	$\sigma_1$	-207.296	MPa
	$y_2$	-10.000	mm	$z_2$	319.956	mm	$\sigma_2$	-201.054	MPa
Right	$y_1$	350.000	mm	$z_1$	319.956	mm	$\sigma_1$	-194.444	MPa
	$y_2$	10.000	mm	$z_2$	319.956	mm	$\sigma_2$	-200.686	MPa

Bottom Flange

Left	$y_1$	-500.000	mm	$z_1$	-1555.044	mm	$\sigma_1$	299.174	MPa
	$y_2$	-10.000	mm	$z_2$	-1555.044	mm	$\sigma_2$	308.171	MPa
Right	$y_1$	500.000	mm	$z_1$	-1555.044	mm	$\sigma_1$	317.535	MPa
	$y_2$	10.000	mm	$z_2$	-1555.044	mm	$\sigma_2$	308.538	MPa

Web

Right	$y_1$	0.000	mm	$z_1$	289.956	mm	$\sigma_1$	-192.722	MPa
	$y_2$	0.000	mm	$z_2$	-1515.044	mm	$\sigma_2$	297.491	MPa

■ Classification of sections

Part	Class
Top flange	1
Web	1
Bottom flange	1
Section	1

- Plastic resistance moment,  $M_{pl,Rd}$

Plastic NA = 1847.129 mm

$N_{slab} = 19636.587$  kN

$N_{g,top} = 6596.230$  kN (Upper side of PNA)

$N_{g,bot} = 26232.817$  kN (Lower side of PNA)

$M_{pl,Rd} = 39532.559$  kN · m

$x_{pl} = 347.871$  mm

$M_{Rd} = \beta M_{pl,Rd} = 39532.559$  kN · m

here,  $\beta = 1.000$

$M_{Rd} = 39532.559$  kN · m >  $M_{Ed} = 28333.931$   $\frac{kN}{m}$  ... OK

## 2 Bending Resistance

### 2.2 Negative Moment

■ Design load

Load combination name : SLU16

$N_{a,Ed}$	77.116	kN
$N_{c,Ed}$	-172.242	kN
$M_{a,Ed}$	6314.916	kN · m
$M_{c,Ed}$	-242.917	kN · m

- Stress

Top Flange

Left	$y_1$	-350.000	mm	$z_1$	1038.777	mm	$\sigma_1$	-115.827	MPa
	$y_2$	-10.000	mm	$z_2$	1038.777	mm	$\sigma_2$	-117.724	MPa
Right	$y_1$	350.000	mm	$z_1$	1038.777	mm	$\sigma_1$	-119.732	MPa
	$y_2$	10.000	mm	$z_2$	1038.777	mm	$\sigma_2$	-117.835	MPa

Bottom Flange

PROGETTAZIONE ATI:

**GPI** INGEGNERIA  
 GESTIONE PROGETTI INGEGNERIA srl



cooprogetti



Left	y <sub>1</sub>	-500.000	mm	Z <sub>1</sub>	-836.223	mm	σ <sub>1</sub>	81.303	MPa
	y <sub>2</sub>	-10.000	mm	Z <sub>2</sub>	-836.223	mm	σ <sub>2</sub>	78.569	MPa
Right	y <sub>1</sub>	500.000	mm	Z <sub>1</sub>	-836.223	mm	σ <sub>1</sub>	75.724	MPa
	y <sub>2</sub>	10.000	mm	Z <sub>2</sub>	-836.223	mm	σ <sub>2</sub>	78.458	MPa

**Web**

Right	y <sub>1</sub>	0.000	mm	Z <sub>1</sub>	1008.777	mm	σ <sub>1</sub>	-114.639	MPa
	y <sub>2</sub>	0.000	mm	Z <sub>2</sub>	-796.223	mm	σ <sub>2</sub>	74.326	MPa

**■ Classification of sections**

Part	Class
Top flange	1
Web	4
Bottom flange	1
Section	4

- Effective section

- Effective stiffness for N<sub>Ed</sub>

Before

A <sub>a,eff</sub>	97100.000	mm <sup>2</sup>
I <sub>y,a,eff</sub>	58324408960.050	mm <sup>4</sup>
I <sub>z,a,eff</sub>	4192036666.667	mm <sup>4</sup>
C <sub>y,a,eff</sub>	500.000	mm
C <sub>z,a,eff</sub>	760.909	mm

After

A <sub>c,eff</sub>	77402.931	mm <sup>2</sup>
I <sub>y,c,eff</sub>	55917530574.452	mm <sup>4</sup>
I <sub>z,c,eff</sub>	132357798492.070	mm <sup>4</sup>
C <sub>y,c,eff</sub>	500.000	mm
C <sub>z,c,eff</sub>	714.699	mm

- Effective stiffness for M<sub>Ed</sub>

Before

A <sub>a,eff</sub>	94863.851	mm <sup>2</sup>
I <sub>y,a,eff</sub>	57544272026.080	mm <sup>4</sup>
I <sub>z,a,eff</sub>	4192036666.667	mm <sup>4</sup>
C <sub>y,a,eff</sub>	500.000	mm
C <sub>z,a,eff</sub>	657.174	mm

After

A <sub>c,eff</sub>	103015.143	mm <sup>2</sup>
I <sub>y,c,eff</sub>	67629759968.464	mm <sup>4</sup>
I <sub>z,c,eff</sub>	8694533176.393	mm <sup>4</sup>
C <sub>y,c,eff</sub>	500.000	mm
C <sub>z,c,eff</sub>	834.871	mm

- Added moment

$$\Delta M_{a,Ed} = N_{a,Ed} \cdot (C_{z,a} - C_{z,a,eff}) = 0.000 \text{ kN} \cdot \text{m}$$

$$\Delta M_{c,Ed} = N_{c,Ed} \cdot (C_{z,c} - C_{z,c,eff}) = 20.932 \text{ kN} \cdot \text{m}$$

$$\sigma_{a,top} = [N_{a,Ed}/A_{a,eff} + (M_{a,Ed} + \Delta M_{a,Ed}) \cdot (z_{t,a}/I_{y,a,eff})] + [N_{c,Ed}/A_{c,eff} + (M_{c,Ed} + \Delta M_{c,Ed}) \cdot (z_{t,c}/I_{y,c,eff})]$$

$$= -130.230 \text{ MP}$$

PROGETTAZIONE ATI:

**GPI** INGEGNERIA  
 GESTIONE PROGETTI INGEGNERIA srl



cooprogetti



$$\sigma_{a,bot} = [N_{a,Ed}/A_{a,eff} + (M_{a,Ed} + \Delta M_{a,Ed}) \cdot (z_{b,a}/I_{y,a,eff})] + [N_{c,Ed}/A_{c,eff} + (M_{c,Ed} + \Delta M_{c,Ed}) \cdot (z_{b,c}/I_{y,c,eff})]$$

$$= 69.378 \frac{MP}{a}$$

k = 83.240 : the lowest factor such that a stress limit is reached.

(Calculate minimum value between Steel Girder and Slab Reinforcement.)

$$M_{el,Rd} = M_{a,Ed} + \Delta M_{a,Ed} + k \cdot (M_{c,Ed} + \Delta M_{c,Ed}) = 20199.403 \text{ kN} \cdot \text{m}$$

$$M_{Rd} = M_{el,Rd} = 20199.403 \text{ kN} \cdot \text{m}$$

$$M_{Rd} = 20199.403 \text{ kN} \cdot \text{m} > M_{Ed} = -242.917 \frac{\text{kN}}{\text{m}} \quad \dots \quad \text{OK}$$

### 3 Resistance to Vertical Shear

#### ■ Design load

Load combination name : SLU13

$$N_{Ed} = 252.464 \text{ kN}$$

$$M_{a,Ed} = 8525.137 \text{ kN} \cdot \text{m}$$

$$M_{c,Ed} = 16894.195 \text{ kN} \cdot \text{m}$$

$$V_{Ed,a} = -19.888 \text{ kN}$$

$$V_{Ed,c} = -569.476 \text{ kN}$$

$$V_{Ed} = -589.364 \text{ kN}$$

$$M_{Ed} = \max(M_{Ed,t}, M_{Ed,b}) = 97279.652 \text{ kN} \cdot \text{m}$$

$$M_{Ed,t} = 97279.652 \text{ kN} \cdot \text{m}$$

$$M_{Ed,b} = 28190.503 \text{ kN} \cdot \text{m}$$

#### - Stress

##### Top Flange

Left	y <sub>1</sub>	-350.000	mm	Z <sub>1</sub>	319.956	mm	σ <sub>1</sub>	-201.246	MPa
	y <sub>2</sub>	-10.000	mm	Z <sub>2</sub>	319.956	mm	σ <sub>2</sub>	-195.194	MPa
Right	y <sub>1</sub>	350.000	mm	Z <sub>1</sub>	319.956	mm	σ <sub>1</sub>	-188.787	MPa
	y <sub>2</sub>	10.000	mm	Z <sub>2</sub>	319.956	mm	σ <sub>2</sub>	-194.838	MPa

##### Bottom Flange

Left	y <sub>1</sub>	-500.000	mm	Z <sub>1</sub>	-1555.044	mm	σ <sub>1</sub>	270.708	MPa
	y <sub>2</sub>	-10.000	mm	Z <sub>2</sub>	-1555.044	mm	σ <sub>2</sub>	279.429	MPa
Right	y <sub>1</sub>	500.000	mm	Z <sub>1</sub>	-1555.044	mm	σ <sub>1</sub>	288.506	MPa

PROGETTAZIONE ATI:

**GPI** INGEGNERIA  
 GESTIONE PROGETTI INGEGNERIA srl



cooprogetti



	y <sub>2</sub>	10.000	mm	Z <sub>2</sub>	-1555.044	mm	σ <sub>2</sub>	279.785	MPa
--	----------------	--------	----	----------------	-----------	----	----------------	---------	-----

Web

Right	y <sub>1</sub>	0.000	mm	Z <sub>1</sub>	289.956	mm	σ <sub>1</sub>	-187.422	MPa
	y <sub>2</sub>	0.000	mm	Z <sub>2</sub>	-1515.044	mm	σ <sub>2</sub>	269.482	MPa

■ Classification of sections

Part	Class
Top flange	1
Web	1
Bottom flange	1
Section	1

■ Plastic resistance moment, M<sub>pl,Rd</sub>

Plastic NA = 1847.129 mm

N<sub>slab</sub> = 19636.587 kN  
N<sub>rebar,t</sub> = 0.000 kN (Upper side of PNA)  
N<sub>rebar,b</sub> = 0.000 kN (Lower side of PNA)  
N<sub>g,top</sub> = 6596.230 kN (Upper side of PNA)  
N<sub>g,bot</sub> = 26232.817 kN (Lower side of PNA)

M<sub>pl,Rd</sub> = 39532.559 kN · m

■ Calculation. V<sub>bw,Rd</sub>

Web

■ Contribution from the web

$$\lambda_w = \frac{h_w}{\sqrt{k_t} \cdot t \cdot \varepsilon} = 1.225$$

$$X_w = \frac{1.37}{0.7 + \lambda_w} = 0.712 \quad \lambda_w \geq 1.08$$

$$V_{bw,Rd} = \frac{X_w \cdot f_{yw} \cdot h_w \cdot t}{\sqrt{3} \cdot \gamma_{M1}} = 4786.931 \frac{kN}{N}$$

V<sub>Rd</sub> = 4786.931 kN

$$V_{Edi} = V_{Ed} / \text{Num. of Web} = -589.364 \frac{kN}{N}$$

$$\eta'_3 = V_{Edi} / V_{bw,Rd} = 0.123 \leq 1.0$$

■ Contribution from the flange

$$M_{f,Rd} = 28333.991 \text{ kN} \cdot \text{m}$$

$M_{f,Rd}$  is calculated as  $M_{pl,Rd}$  but neglecting the web contribution.

$$V_{bf,Rd} = \frac{b_f \cdot t_f^2 \cdot f_{yf}}{c \cdot \gamma_{M1}} \left( 1 - \left( \frac{M_{Ed}}{M_{f,Rd}} \right)^2 \right) = 0.000 \frac{\text{k}}{\text{N}}$$

where

$$M_{f,Rd} = 28333.991 \text{ kN} \cdot \text{m}$$

$$M_{Ed} = 97279.652 \text{ kN} \cdot \text{m} \quad (\text{Taken as the greatest value of } (\sum \sigma_i)W)$$

$$c = \frac{a \cdot \left( 0.25 + \frac{1.6 \cdot b_f \cdot t_f^2 \cdot f_{yf}}{t \cdot h_w^2 \cdot f_{yw}} \right)}{0.25 + \frac{1.6 \cdot b_f \cdot t_f^2 \cdot f_{yf}}{t \cdot h_w^2 \cdot f_{yw}}} = 1327.347$$

■ Check Shear Resistance

$$V_{Ed} / (V_{bw,Rd} + V_{bf,Rd}) = 0.123 < 1.0 \quad \dots \text{ OK}$$

■ Interaction M-V

For the section class 1 or 2, M-V interaction should be checked separately by the user.

#### 4 Resistance to Lateral Torsional Buckling

- Design load

Load combination name : SLU13

$$N_{Ed} = 369.686 \text{ kN}$$

$$M_{Ed} = 28333.931 \text{ kN} \cdot \text{m}$$

$$V_1 = -420.290 \text{ kN}$$

$$V_2 = -432.060 \text{ kN}$$

$$M_1 = 28388.139 \text{ kN} \cdot \text{m}$$

$$M_2 = 28333.931 \text{ kN} \cdot \text{m}$$

$$M_{pl,Rd} = 39532.559 \text{ kN} \cdot \text{m}$$

$$M_{el,Rd} = 31568.165 \text{ kN} \cdot \text{m}$$

-  $M_{b,Rd}$  Buckling resistance moment

$$L = 4.500 \text{ m}$$

$$c = C_d / I = 0.000 \frac{\text{kN}}{\text{m}^2}$$

$$\gamma = \frac{c \cdot L^4}{E \cdot I} = 0.000$$

$$\mu = V_2 / V_1 = 0.973$$

$$\Phi = 2 \cdot (1 - M_2 / M_1) / (1 + \mu) = 0.002$$

$$m_1 = 1 + 0.44 \cdot (1 + \mu) \cdot \Phi^{1.5} + (3 + 2 \cdot \Phi) \cdot \gamma / (350 - 50 \cdot \mu) = 1.000$$

$$m_2 = 1 + 0.44 \cdot (1 + \mu) \cdot \Phi^{1.5} + (0.195 + (0.05 + \mu / 100) \cdot \Phi) \cdot \gamma^{0.5} = 1.000$$

$$m = \text{Min}(m_1, m_2) = 1.000$$

PROGETTAZIONE ATI:

**GPI INGEGNERIA**  
 GESTIONE PROGETTI INGEGNERIA srl



cooprogetti





$$\alpha_{LT} = 0.760$$

$$\lambda_{LT} = \frac{1.103 \cdot L/b \cdot \sqrt{(f_y/E_m) \cdot \sqrt{(1+A_{wd}/(3 \cdot A_r))}}}{A_r)} = 0.305$$

$$\Phi_{LT} = 0.5 \cdot (1 + \alpha_{LT} \cdot (\lambda_{LT} - 0.2) + \lambda_{LT}^2) = 0.586$$

$$X_{LT} = \frac{1}{\Phi_{LT} + \sqrt{(\Phi_{LT}^2 - \lambda_{LT}^2)}} = 0.919998608$$

$$M_{Rd} = 39532.559 \text{ kN} \cdot \text{m}$$

$$M_{b,Rd} = X_{LT} \cdot M_{Rd} = 36369.899 \text{ kN} \cdot \text{m}$$

-  $N_{b,Rd}$  Axial buckling resistance

$$X_{LT,N} = 0.875$$

$$N_{b,Rd} = X_{LT} \cdot \text{Area} \cdot f_{yd} = 76273.412 \frac{\text{k}}{\text{N}}$$

$$\text{Combined Ratio} = \frac{N_{Ed}}{N_{b,Rd}} + \frac{M_{Ed}}{M_{b,Rd}} = 0.783895777$$

## 5 Resistance to Longitudinal Shear

- Design load

Load combination name : SLU13

$$N_{c,el} = 11224.707 \text{ kN}$$

$$N_{c,f} = 19636.587 \text{ kN}$$

$$M_{Ed} = 25419.332 \text{ kN} \cdot \text{m}$$

$$V_{Ed} = -569.476 \text{ kN}$$

$$M_{pl,Rd} = 39532.559 \text{ kN} \cdot \text{m}$$

$$M_{el,Rd} = 31568.165 \text{ kN} \cdot \text{m}$$

- Shear resistance of a single connector

$$P_{Rd,1} = 0.8 \cdot f_u \cdot \pi \cdot d^2 / 4 / \gamma_V = 81.656 \frac{\text{k}}{\text{N}}$$

$$P_{Rd,2} = 0.29 \cdot \alpha \cdot d^2 \cdot \sqrt{(f_{ck} \cdot E_{cm})} / \gamma_V = 91.363 \frac{\text{k}}{\text{N}}$$

$$P_{Rd} = \text{Min}(P_{Rd,1}, P_{Rd,2}) = 81.656 \frac{\text{k}}{\text{N}}$$

where  $f_u = 450.000 \text{ MPa}$

$$\alpha = 1$$

$$\frac{f_o}{r} \quad h_{sc}/d > 4$$

$$\text{Num.} = 3$$

$$d = 19.000 \text{ mm}$$

$$h_{sc} = 200.000 \text{ mm}$$

PROGETTAZIONE ATI:

**GPI INGEGNERIA**  
 GESTIONE PROGETTI INGEGNERIA srl



cooprogetti



Space = 200.000 mm

- Verification

$$V_{L,Ed} = V_{Ed} \cdot (A \cdot z / I) = 277.403 \text{ kN/m}$$

$$V_{L,Rd} = P_{Rd} \cdot \text{Num.}/\text{Space} = 1224.844 \text{ kN/m}$$

$$V_{L,Ed} < V_{L,Rd} \quad \dots \quad \text{OK}$$

## 6 Stress Limitation

- In the structural steel

Characteristic load combination name : sle1

$$\sigma_{Ed,ser} = -255.120 \frac{\text{MP}}{a} \quad (\text{Bottom-right fiber in the flange})$$

$$T_{Ed,ser} = 12.551 \frac{\text{MP}}{a} \quad (\text{Neutral axis in the web})$$

$$\sigma_{Ed,ser} < f_y / \gamma_{M,ser}$$

$$-255.120 \text{ MPa} < 355.000 \text{ MPa} \quad \dots \quad \text{OK}$$

$$T_{Ed,ser} < f_y / (\sqrt{3} \cdot \gamma_{M,ser})$$

$$12.551 \text{ MPa} < 204.959 \text{ MPa} \quad \dots \quad \text{OK}$$

$$\sqrt{(\sigma_{Ed,ser}^2 + 3T_{Ed,ser}^2)} < f_y / \gamma_{M,ser}$$

$$256.045 \text{ MPa} < 355.000 \text{ MPa} \quad \dots \quad \text{OK}$$

- In the concrete of the slab

Characteristic load combination name : sle1

$$\sigma_c \leq k_1 f_{ck}$$

$$11.833 \text{ MPa} < 21.000 \text{ MPa} \quad \dots \quad \text{OK}$$

- In the reinforcement

Load combination name : sle1

$$\sigma_s \leq k_3 f_{yk}$$

$$-55.519 \text{ MPa}$$

Rebar is under compression. No need to check.

## 7 Longitudinal Shear for SLS(Serviceability limit state)

- Shear resistance of a single connector

Load combination name : sle1

$$P_{Rd,1} = 0.8 \cdot f_u \cdot \pi \cdot d^2 / 4 / \gamma_V = 81.656 \frac{\text{k}}{\text{N}}$$

$$P_{Rd,2} = 0.29 \cdot \alpha \cdot d^2 \cdot \sqrt{(f_{ck} \cdot E_{cm})} / \gamma_V = 91.363 \frac{\text{k}}{\text{N}}$$

$$P_{Rd} = \text{Min}(P_{Rd,1}, P_{Rd,2}) = 81.656 \text{ k}$$

PROGETTAZIONE ATI:

**GPI INGEGNERIA**  
GESTIONE PROGETTI INGEGNERIA srl



cooprogetti



$$P_{Rd,ser} = k_s \cdot P_{Rd} = 61.242 \frac{kN}{N}$$

where  $f_u = 450.000 \text{ MPa}$

$\alpha = 1$   $f_{or} \text{ } h_{sc}/d > 4$

Num. = 3

d = 19.000 mm

$h_{sc} = 200.000 \text{ mm}$

Space = 200.000 mm

$k_s = 0.750$

**- Verification**

$V_{L,Ed} = V_{Ed} \cdot (A \cdot z / I) = 213.527 \text{ kN/m}$

$V_{L,Rd} = P_{Rd,ser} \cdot \text{Num./Space} = 918.633 \text{ kN/m}$

$V_{L,Ed} < V_{L,Rd} \dots \text{OK}$

**Campata centrali**

Element Number	59
Position Information	J

**1 Design Condition**

**1.1 Design Parameters**

■ Partial factors

$\gamma_C$ for concrete	1.50	$\gamma_V$ for headed stud	1.25
$\gamma_S$ for reinforcing steel	1.15	$\gamma_{Ff}$ for equivalent constant Amplitude stress range	1.00
$\gamma_{M0}$ for structural steel	1.05	$\gamma_{Mf}$ for fatigue strength	1.00
$\gamma_{M1}$ for structural steel	1.10	$\gamma_{Mf,s}$ for fatigue strength of studs in shear	1.00

**1.2 Material Information**

■ Structural steel

$f_{sk} = 355.000 \text{ MPa}$        $E_s = 210000.000 \text{ MPa}$

■ Concrete

$f_{ck} = 35.000 \text{ MPa}$        $E_{cm} = 34000.000 \text{ MPa}$

■ Reinforcement

$f_{yk} = 450.000 \text{ MPa}$        $E_r = 210000.000 \text{ MPa}$

PROGETTAZIONE ATI:

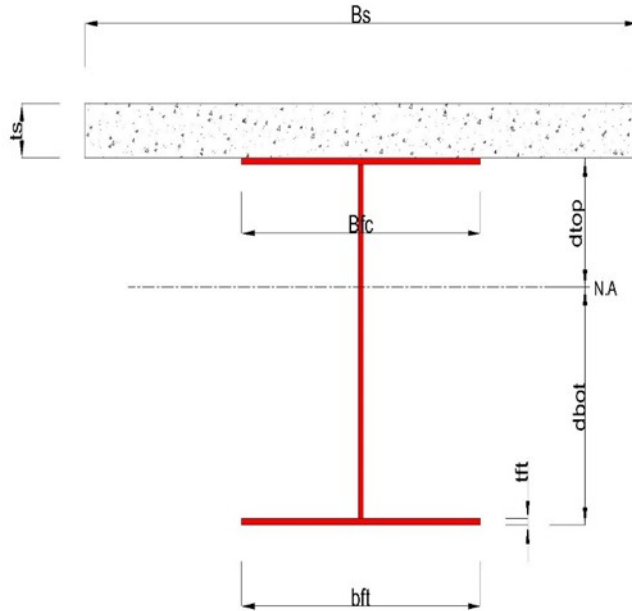
**GPI INGEGNERIA**  
 GESTIONE PROGETTI INGEGNERIA srl



cooprogetti



### 1.3 Sectional Information



#### ■ Section Dimensions

##### Slab

$B_c$	3594.000	mm	$t_c$	320.000	mm	$H_h$	0.000	mm
-------	----------	----	-------	---------	----	-------	-------	----

##### Girder

$H_w$	2900.000	mm	$B_1$	800.000	mm	$B_2$	900.000	mm
$t_w$	20.000	mm	$t_{f1}$	30.000	mm	$t_{f2}$	40.000	mm

#### ■ Section Stiffness

##### Before

$A_{,a}$	118000.000	mm <sup>2</sup>
$I_{y,a}$	167283702824.859	mm <sup>4</sup>
$I_{z,a}$	3711933333.333	mm <sup>4</sup>
$C_{y,a}$	450.000	mm
$C_{z,a}$	1339.492	mm

##### After

$A_{,c}$	304625.255	mm <sup>2</sup>
$I_{y,c}$	400636662729.062	mm <sup>4</sup>
$I_{z,c}$	204595917657.902	mm <sup>4</sup>
$C_{y,c}$	450.000	mm
$C_{z,c}$	2436.427	mm

##### Crack

$A_{,c}$	124834.000	mm <sup>2</sup>
$I_{y,c}$	188381766775.590	mm <sup>4</sup>
$I_{z,c}$	10272682711.023	mm <sup>4</sup>

$C_{y,c}$	450.000	mm
$C_{z,c}$	1438.279	mm

## 2 Bending Resistance

### 2.1 Positive Moment

#### ■ Design load

Load combination name : SLU13

$N_{a,Ed}$	150.483	kN
$N_{c,Ed}$	-129.285	kN
$M_{a,Ed}$	7867.624	kN · m
$M_{c,Ed}$	19714.711	kN · m

#### - Stress

##### Top Flange

Left	$y_1$	-400.000	mm	$z_1$	533.573	mm	$\sigma_1$	-100.759	MPa
	$y_2$	-10.000	mm	$z_2$	533.573	mm	$\sigma_2$	-102.058	MPa
Right	$y_1$	400.000	mm	$z_1$	533.573	mm	$\sigma_1$	-103.423	MPa
	$y_2$	10.000	mm	$z_2$	533.573	mm	$\sigma_2$	-102.124	MPa

##### Bottom Flange

Left	$y_1$	-450.000	mm	$z_1$	-2436.427	mm	$\sigma_1$	185.240	MPa
	$y_2$	-10.000	mm	$z_2$	-2436.427	mm	$\sigma_2$	183.775	MPa
Right	$y_1$	450.000	mm	$z_1$	-2436.427	mm	$\sigma_1$	182.244	MPa
	$y_2$	10.000	mm	$z_2$	-2436.427	mm	$\sigma_2$	183.709	MPa

##### Web

Right	$y_1$	0.000	mm	$z_1$	503.573	mm	$\sigma_1$	-99.204	MPa
	$y_2$	0.000	mm	$z_2$	-2396.427	mm	$\sigma_2$	179.893	MPa

#### ■ Classification of sections

Part	Class
Top flange	1
Web	1
Bottom flange	1

Section	1
---------	---

- Plastic resistance moment,  $M_{pl,Rd}$

Plastic NA = 2876.649 mm

$N_{slab}$  = 22809.920 kN

$N_{g,top}$  = 8542.659 kN (Upper side of PNA)

$N_{g,bot}$  = 31352.579 kN (Lower side of PNA)

$M_{pl,Rd}$  = 68402.842 kN · m

$X_{pl}$  = 413.351 mm

$M_{Rd}$  =  $\beta M_{pl,Rd}$  = 68402.842 kN · m

here,  $\beta$  = 1.000

$M_{Rd}$  = 68402.842 kN · m >  $M_{Ed}$  = 27582.335  $\frac{kN \cdot m}{m}$  ... OK

## 2 Bending Resistance

### 2.2 Negative Moment

#### ■ Design load

Load combination name : SLU16

$N_{a,Ed}$	111.469	kN
$N_{c,Ed}$	-422.887	kN
$M_{a,Ed}$	5827.870	kN · m
$M_{c,Ed}$	-4542.852	kN · m

- Stress

Top Flange

Left	$y_1$	-400.000	mm	$z_1$	1531.721	mm	$\sigma_1$	-15.465	MPa
	$y_2$	-10.000	mm	$z_2$	1531.721	mm	$\sigma_2$	-22.138	MPa
Right	$y_1$	400.000	mm	$z_1$	1531.721	mm	$\sigma_1$	-29.154	MPa
	$y_2$	10.000	mm	$z_2$	1531.721	mm	$\sigma_2$	-22.480	MPa

Bottom Flange

Left	$y_1$	-450.000	mm	$z_1$	-1438.279	mm	$\sigma_1$	17.238	MPa
	$y_2$	-10.000	mm	$z_2$	-1438.279	mm	$\sigma_2$	9.709	MPa
Right	$y_1$	450.000	mm	$z_1$	-1438.279	mm	$\sigma_1$	1.838	MPa

PROGETTAZIONE ATI:

**GPI INGEGNERIA**  
 GESTIONE PROGETTI INGEGNERIA srl



cooprogetti



	y <sub>2</sub>	10.000	mm	z <sub>2</sub>	-1438.279	mm	σ <sub>2</sub>	9.367	MPa
--	----------------	--------	----	----------------	-----------	----	----------------	-------	-----

Web

Right	y <sub>1</sub>	0.000	mm	z <sub>1</sub>	1501.721	mm	σ <sub>1</sub>	-21.988	MPa
	y <sub>2</sub>	0.000	mm	z <sub>2</sub>	-1398.279	mm	σ <sub>2</sub>	9.109	MPa

■ Classification of sections

Part	Class
Top flange	1
Web	4
Bottom flange	1
Section	4

- Effective section

- Effective stiffness for N<sub>Ed</sub>

Before

A <sub>a,eff</sub>	118000.000	mm <sup>2</sup>
I <sub>y,a,eff</sub>	167283702824.859	mm <sup>4</sup>
I <sub>z,a,eff</sub>	3711933333.333	mm <sup>4</sup>
C <sub>y,a,eff</sub>	450.000	mm
C <sub>z,a,eff</sub>	1339.492	mm

After

A <sub>c,eff</sub>	77189.230	mm <sup>2</sup>
I <sub>y,c,eff</sub>	151709795382.776	mm <sup>4</sup>
I <sub>z,c,eff</sub>	204595917657.902	mm <sup>4</sup>
C <sub>y,c,eff</sub>	450.000	mm
C <sub>z,c,eff</sub>	1259.916	mm

- Effective stiffness for M<sub>Ed</sub>

Before

A <sub>a,eff</sub>	106542.481	mm <sup>2</sup>
I <sub>y,a,eff</sub>	162043632619.469	mm <sup>4</sup>
I <sub>z,a,eff</sub>	3711933333.333	mm <sup>4</sup>
C <sub>y,a,eff</sub>	450.000	mm
C <sub>z,a,eff</sub>	1091.974	mm

After

A <sub>c,eff</sub>	117405.273	mm <sup>2</sup>
I <sub>y,c,eff</sub>	182950373909.858	mm <sup>4</sup>
I <sub>z,c,eff</sub>	10272682711.023	mm <sup>4</sup>
C <sub>y,c,eff</sub>	450.000	mm
C <sub>z,c,eff</sub>	1486.274	mm

- Added moment

$$\Delta M_{a,Ed} = N_{a,Ed} \cdot (C_{z,a} - C_{z,a,eff}) = 0.000 \text{ kN} \cdot \text{m}$$

$$\Delta M_{c,Ed} = N_{c,Ed} \cdot (C_{z,c} - C_{z,c,eff}) = 75.427 \text{ kN} \cdot \text{m}$$

$$\begin{aligned} \sigma_{a,top} &= [N_{a,Ed}/A_{a,eff} + (M_{a,Ed} + \Delta M_{a,Ed}) \cdot (z_{t,a}/I_{y,a,eff})] + [N_{c,Ed}/A_{c,eff} + (M_{c,Ed} + \Delta M_{c,Ed}) \cdot (z_{t,c}/I_{y,c,eff})] \\ &= -31.312 \frac{\text{MP}}{\text{a}} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \sigma_{a,bot} &= [N_{a,Ed}/A_{a,eff} + (M_{a,Ed} + \Delta M_{a,Ed}) \cdot (z_{b,a}/I_{y,a,eff})] + [N_{c,Ed}/A_{c,eff} + (M_{c,Ed} + \Delta M_{c,Ed}) \cdot (z_{b,c}/I_{y,c,eff})] \\ &= 2.980 \frac{\text{MP}}{\text{a}} \end{aligned}$$

$$k = 9.002 : \text{the lowest factor such that a stress limit is reached.}$$

(Calculate minimum value between Steel Girder and Slab Reinforcement.)

$$M_{el,Rd} = M_{a,Ed} + \Delta M_{a,Ed} + k \cdot (M_{c,Ed}) + \Delta M_{c,Ed} = 40821.240 \text{ kN} \cdot \text{m}$$

$$M_{Rd} = M_{el,Rd} = 40821.240 \text{ kN} \cdot \text{m}$$

$$M_{Rd} = 40821.240 \text{ kN} \cdot \text{m} > M_{Ed} = -4542.852 \frac{\text{kN}}{\text{m}} \quad \dots \text{OK}$$

### 3 Resistance to Vertical Shear

#### ■ Design load

Load combination name : SLU13

$$N_{Ed} = -0.126 \text{ kN}$$

$$M_{a,Ed} = 7867.624 \text{ kN} \cdot \text{m}$$

$$M_{c,Ed} = 12206.642 \text{ kN} \cdot \text{m}$$

$$V_{Ed,a} = 70.208 \text{ kN}$$

$$V_{Ed,c} = 1101.349 \text{ kN}$$

$$V_{Ed} = 1171.557 \text{ kN}$$

$$M_{Ed} = \max(M_{Ed,t}, M_{Ed,b}) = 69786.352 \text{ kN} \cdot \text{m}$$

$$M_{Ed,t} = 69786.352 \text{ kN} \cdot \text{m}$$

$$M_{Ed,b} = 22565.868 \text{ kN} \cdot \text{m}$$

#### - Stress

##### Top Flange

Left	y <sub>1</sub>	-400.000	mm	z <sub>1</sub>	533.573	mm	σ <sub>1</sub>	-90.436	MPa
	y <sub>2</sub>	-10.000	mm	z <sub>2</sub>	533.573	mm	σ <sub>2</sub>	-91.637	MPa
Right	y <sub>1</sub>	400.000	mm	z <sub>1</sub>	533.573	mm	σ <sub>1</sub>	-92.899	MPa
	y <sub>2</sub>	10.000	mm	z <sub>2</sub>	533.573	mm	σ <sub>2</sub>	-91.698	MPa

##### Bottom Flange

Left	y <sub>1</sub>	-450.000	mm	z <sub>1</sub>	-2436.427	mm	σ <sub>1</sub>	139.892	MPa
	y <sub>2</sub>	-10.000	mm	z <sub>2</sub>	-2436.427	mm	σ <sub>2</sub>	138.537	MPa
Right	y <sub>1</sub>	450.000	mm	z <sub>1</sub>	-2436.427	mm	σ <sub>1</sub>	137.122	MPa
	y <sub>2</sub>	10.000	mm	z <sub>2</sub>	-2436.427	mm	σ <sub>2</sub>	138.476	MPa

##### Web

Right	y	0.000	mm	z <sub>1</sub>	503.573	mm	σ	-89.343	MPa
-------	---	-------	----	----------------	---------	----	---	---------	-----

PROGETTAZIONE ATI:

**GPI INGEGNERIA**  
 GESTIONE PROGETTI INGEGNERIA srl



cooprogetti





	1					1		
	y	0.000	mm	Z <sub>2</sub>	-2396.427	mm	σ	135.407
	2					2		MPa

■ Classification of sections

Part	Class
Top flange	1
Web	1
Bottom flange	1
Section	1

■ Plastic resistance moment, M<sub>pl,Rd</sub>

Plastic NA = 2876.649 mm

N<sub>slab</sub> = 22809.920 kN

N<sub>rebar,t</sub> = 0.000 kN (Upper side of PNA)

N<sub>rebar,b</sub> = 0.000 kN (Lower side of PNA)

N<sub>g,top</sub> = 8542.659 kN (Upper side of PNA)

N<sub>g,bot</sub> = 31352.579 kN (Lower side of PNA)

M<sub>pl,Rd</sub> = 68402.842 kN · m

■ Calculation. V<sub>bw,Rd</sub>

Web

■ Contribution from the web

$$\lambda_w = \frac{h_w}{\sqrt{k_r} \cdot t \cdot \varepsilon} = 1.843$$

$$X_w = \frac{1.37}{0.7 + \lambda_w} = 0.539 \quad \lambda_w \geq 1.08$$

$$V_{bw,Rd} = \frac{X_w \cdot f_{yw} \cdot h_w \cdot t}{\sqrt{3} \cdot \gamma_{M1}} = 5822.251 \frac{k}{N}$$

V<sub>Rd</sub> = 5822.251 kN

V<sub>Edi</sub> = V<sub>Ed</sub> / Num. of Web = 1171.557  $\frac{k}{N}$

$$\eta'_3 = V_{Edi} / V_{bw,Rd} = 0.201 \leq 1.0$$

■ Contribution from the flange

M<sub>f,Rd</sub> = 39632.322 kN · m

M<sub>f,Rd</sub> is calculated as M<sub>pl,Rd</sub> but neglecting the web contribution.

$$V_{bf,Rd} = \frac{b_f \cdot t_f^2 \cdot f_{yf}}{c \cdot \gamma_{M1}} \left( 1 - \left( \frac{M_{Ed}}{M_{f,Rd}} \right)^2 \right) = 0.000 \text{ kN}$$

where

$$M_{f,Rd} = 39632.076 \text{ kN} \cdot \text{m}$$

$$M_{Ed} = 69786.352 \text{ kN} \cdot \text{m} \quad (\text{Taken as the greatest value of } (\sum \sigma_i)W)$$

$$c = \frac{a \cdot \left( 0.25 + \frac{1.6 \cdot b_f \cdot t_f^2 \cdot f_{yf}}{t \cdot h_w^2 \cdot f_{yw}} \right)}{0.25 + \frac{1.6 \cdot b_f \cdot t_f^2 \cdot f_{yf}}{t \cdot h_w^2 \cdot f_{yw}}} = 1282.201$$

■ Check Shear Resistance

$$V_{Edi} / (V_{bw,Rd} + V_{bf,Rd}) = 0.201 < 1.0 \quad \dots \text{ OK}$$

■ Interaction M-V

For the section class 1 or 2, M-V interaction should be checked separately by the user.

#### 4 Resistance to Lateral Torsional Buckling

- Design load

Load combination name : SLU13

$$\begin{aligned} N_{Ed} &= 21.198 \text{ kN} \\ M_{Ed} &= 27582.335 \text{ kN} \cdot \text{m} \\ V_1 &= 555.146 \text{ kN} \\ V_2 &= 559.400 \text{ kN} \\ M_1 &= 27709.915 \text{ kN} \cdot \text{m} \\ M_2 &= 27582.335 \text{ kN} \cdot \text{m} \\ M_{pl,Rd} &= 68402.842 \text{ kN} \cdot \text{m} \\ M_{el,Rd} &= 53103.487 \text{ kN} \cdot \text{m} \end{aligned}$$

-  $M_{b,Rd}$  Buckling resistance moment

$$\begin{aligned} L &= 5.500 \text{ m} \\ c &= C_d / I = 0.000 \text{ kN/m}^2 \\ \gamma &= \frac{c \cdot L^4}{E \cdot I} = 0.000 \\ \mu &= V_2 / V_1 = 0.992 \\ \Phi &= 2 \cdot (1 - M_2 / M_1) / (1 + \mu) = 0.005 \\ m_1 &= 1 + 0.44 \cdot (1 + \mu) \cdot \Phi^{1.5} + (3 + 2 \cdot \Phi) \cdot \gamma / (350 - 50 \cdot \mu) = 1.000 \\ m_2 &= 1 + 0.44 \cdot (1 + \mu) \cdot \Phi^{1.5} + (0.195 + (0.05 + \mu / 100) \cdot \Phi) \cdot \gamma^{0.5} = 1.000 \\ m &= \text{Min}(m_1, m_2) = 1.000 \\ \alpha_{LT} &= 0.760 \\ \lambda_{LT} &= \frac{1.103 \cdot L / b \cdot \sqrt{f_y / E_m} \cdot \sqrt{(1 + A_{wd} / (3 \cdot A_f))}}{1.103 \cdot L / b \cdot \sqrt{f_y / E_m} \cdot \sqrt{(1 + A_{wd} / (3 \cdot A_f))}} = 0.333 \\ \Phi_{LT} &= 0.5 \cdot (1 + \alpha_{LT} \cdot (\lambda_{LT} - 0.2) + \lambda_{LT}^2) = 0.606 \end{aligned}$$

PROGETTAZIONE ATI:

**GPI** INGEGNERIA  
 GESTIONE PROGETTI INGEGNERIA srl



cooprogetti



$$X_{LT} = \frac{1}{\Phi_{LT} + \sqrt{(\Phi_{LT}^2 - \lambda_{LT}^2)}} = 0.899184398$$

$$M_{Rd} = 68402.842 \text{ kN} \cdot \text{m}$$

$$M_{b,Rd} = X_{LT} \cdot M_{Rd} = 61506.768 \text{ kN} \cdot \text{m}$$

-  $N_{b,Rd}$  Axial buckling resistance

$$X_{LT,N} = 0.837$$

$$N_{b,Rd} = X_{LT} \cdot Area \cdot f_{yd} = 86182.800 \frac{\text{k}}{\text{N}}$$

$$\text{Combined Ratio} = \frac{N_{Ed}}{N_{b,R}} + \frac{M_{Ed}}{M_{b,R}} = 0.448689864$$

## 5 Resistance to Longitudinal Shear

- Design load

Load combination name : SLU13

$$N_{c,el} = 14581.840 \text{ kN}$$

$$N_{c,f} = 22809.920 \text{ kN}$$

$$M_{Ed} = 20074.266 \text{ kN} \cdot \text{m}$$

$$V_{Ed} = 1101.349 \text{ kN}$$

$$M_{pl,Rd} = 68402.842 \text{ kN} \cdot \text{m}$$

$$M_{el,Rd} = 53103.487 \text{ kN} \cdot \text{m}$$

- Shear resistance of a single connector

$$P_{Rd,1} = 0.8 \cdot f_u \cdot \pi \cdot d^2 / 4 / \gamma_V = 81.656 \frac{\text{k}}{\text{N}}$$

$$P_{Rd,2} = 0.29 \cdot \alpha \cdot d^2 \cdot \sqrt{(f_{ck} \cdot E_{cm})} / \gamma_V = 91.363 \frac{\text{k}}{\text{N}}$$

$$P_{Rd} = \text{Min}(P_{Rd,1}, P_{Rd,2}) = 81.656 \frac{\text{k}}{\text{N}}$$

where  $f_u = 450.000 \text{ MPa}$

,

$$\alpha = 1$$

$$f_{or} \quad h_{sc}/d > 4$$

$$\text{Num.} = 3$$

$$d = 19.000 \text{ mm}$$

$$h_{sc} = 200.000 \text{ mm}$$

$$\text{Space} = 200.000 \text{ mm}$$

- Verification

$$V_{L,Ed} = V_{Ed} \cdot (A \cdot z / I) = 355.021 \text{ kN/m}$$

PROGETTAZIONE ATI:

**GPI INGEGNERIA**  
GESTIONE PROGETTI INGEGNERIA srl



cooprogetti



$$V_{L,Rd} = P_{Rd} \cdot \text{Num./Space} = 1224.844 \text{ kN/m}$$

$$V_{L,Ed} < V_{L,Rd} \quad \dots \quad \text{OK}$$

## 6 Stress Limitation

- In the structural steel

Characteristic load combination name : sle1

$$\sigma_{Ed,ser} = -156.559 \text{ MPa} \quad (\text{Bottom-left fiber in the flange})$$

$$T_{Ed,ser} = 14.780 \text{ MPa} \quad (\text{Neutral axis in the web})$$

$$\sigma_{Ed,ser} < f_y / \gamma_{M,ser}$$

$$-156.559 \text{ MPa} < 355.000 \text{ MPa} \quad \dots \quad \text{OK}$$

$$T_{Ed,ser} < f_y / (\sqrt{3} \cdot \gamma_{M,ser})$$

$$14.780 \text{ MPa} < 204.959 \text{ MPa} \quad \dots \quad \text{OK}$$

$$\sqrt{(\sigma_{Ed,ser}^2 + 3T_{Ed,ser}^2)} < f_y / \gamma_{M,ser}$$

$$158.638 \text{ MPa} < 355.000 \text{ MPa} \quad \dots \quad \text{OK}$$

- In the concrete of the slab

Characteristic load combination name : sle1

$$\sigma_c \leq k_1 f_{ck}$$

$$6.574 \text{ MPa} < 21.000 \text{ MPa} \quad \dots \quad \text{OK}$$

- In the reinforcement

Load combination name : sle1

$$\sigma_s \leq k_3 f_{yk}$$

$$-27.579 \text{ MPa}$$

Rebar is under compression. No need to check.

## 7 Longitudinal Shear for SLS(Serviceability limit state)

- Shear resistance of a single connector

Load combination name : sle1

$$P_{Rd,1} = 0.8 \cdot f_u \cdot \pi \cdot d^2 / 4 / \gamma_V = 81.656 \frac{\text{k}}{\text{N}}$$

$$P_{Rd,2} = 0.29 \cdot \alpha \cdot d^2 \cdot \sqrt{(f_{ck} \cdot E_{cm})} / \gamma_V = 91.363 \frac{\text{k}}{\text{N}}$$

$$P_{Rd} = \text{Min}(P_{Rd,1}, P_{Rd,2}) = 81.656 \frac{\text{k}}{\text{N}}$$

$$P_{Rd,ser} = k_s \cdot P_{Rd} = 61.242 \frac{\text{k}}{\text{N}}$$

where  $f_u = 450.000 \text{ MPa}$

$$\alpha = 1 \qquad \frac{f_{or}}{r} \quad h_{sc}/d > 4$$

Num.	=	3
d	=	19.000 mm
h <sub>sc</sub>	=	200.000 mm
Space	=	200.000 mm
k <sub>s</sub>	=	0.750

**- Verification**

$V_{L,Ed}$	=	$V_{Ed} \cdot (A \cdot z / l)$	=	259.567 kN/m
$V_{L,Rd}$	=	$P_{Rd,ser} \cdot Num./Space$	=	918.633 kN/m
$V_{L,Ed}$	<	$V_{L,Rd}$	...	OK

**16.2.1. SEZIONE DI PILA**

**Sezione su pila di riva (p1-p3)**

Element Number	37
Position Information	J

**1 Design Condition**

**1.1 Design Parameters**

■ Partial factors

$\gamma_C$ for concrete	1.50	$\gamma_V$ for headed stud	1.25
$\gamma_S$ for reinforcing steel	1.15	$\gamma_{Ff}$ for equivalent constant Amplitude stress range	1.00
$\gamma_{M0}$ for structural steel	1.05	$\gamma_{Mf}$ for fatigue strength	1.00
$\gamma_{M1}$ for structural steel	1.10	$\gamma_{Mf,s}$ for fatigue strength of studs in shear	1.00

**1.2 Material Information**

■ Structural steel

$f_{sk}$	=	355.000 MPa	$E_s$	=	210000.000 MPa
----------	---	-------------	-------	---	----------------

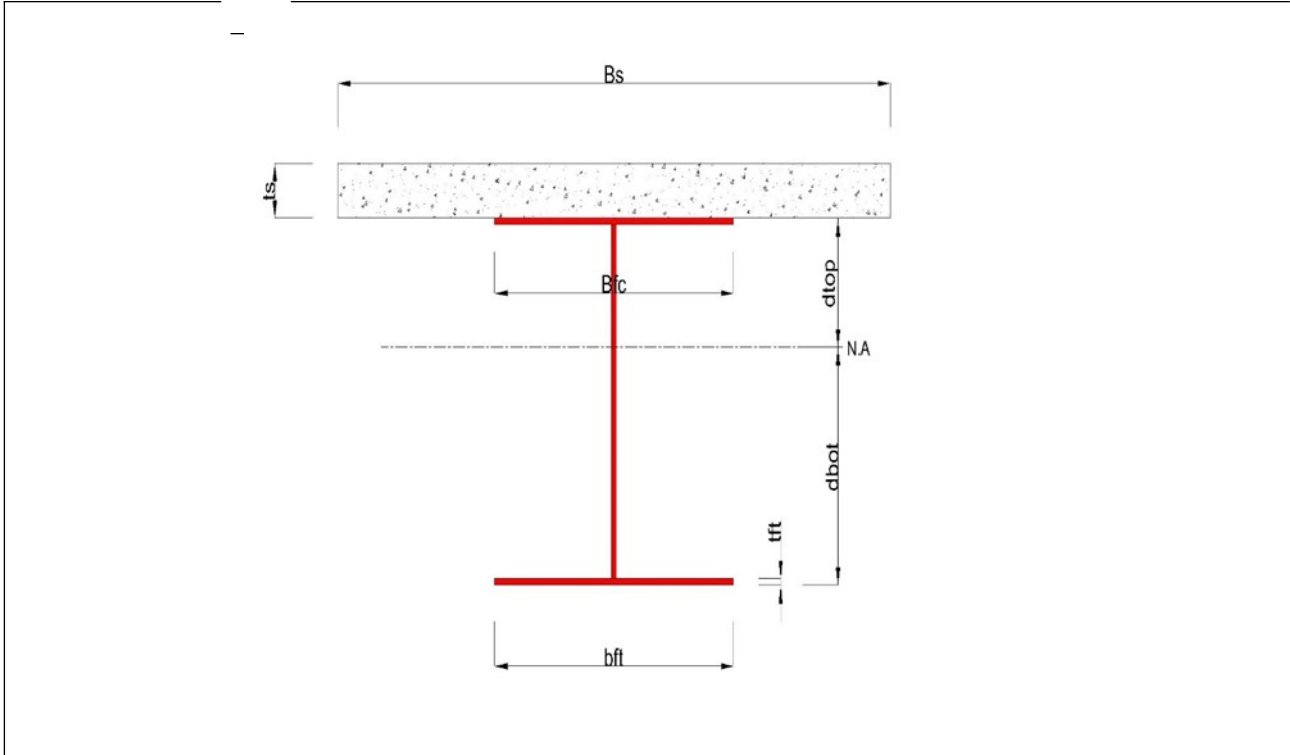
■ Concrete

$f_{ck}$	=	35.000 MPa	$E_{cm}$	=	34000.000 MPa
----------	---	------------	----------	---	---------------

■ Reinforcement

$$f_{yk} = 450.000 \text{ MPa} \quad E_r = 210000.000 \text{ MPa}$$

1.3 Sectional Information



■ Section Dimensions

Slab

$B_c$	3323.000	mm	$t_c$	320.000	mm	$H_h$	0.000	mm
-------	----------	----	-------	---------	----	-------	-------	----

Girder

$H_w$	1860.000	mm	$B_1$	1000.000	mm	$B_2$	1200.000	mm
$t_w$	24.000	mm	$t_{f1}$	40.000	mm	$t_{f2}$	60.000	mm

■ Section Stiffness

Before

$A_a$	156640.000	mm <sup>2</sup>
$I_{y,a}$	109169169133.129	mm <sup>4</sup>
$I_{z,a}$	11975476053.333	mm <sup>4</sup>
$C_{y,a}$	600.000	mm
$C_{z,a}$	791.328	mm

After

$A_c$	329193.067	mm <sup>2</sup>
$I_{y,c}$	255588984635.582	mm <sup>4</sup>
$I_{z,c}$	170757787230.651	mm <sup>4</sup>
$C_{y,c}$	600.000	mm
$C_{z,c}$	1487.778	mm

Crack

$A_c$	185568.000	mm <sup>2</sup>
-------	------------	-----------------

$I_{y,c}$	152627819639.619	mm <sup>4</sup>
$I_{z,c}$	36637638358.378	mm <sup>4</sup>
$C_{y,c}$	600.000	mm
$C_{z,c}$	998.453	mm

## 2 Bending Resistance

### 2.1 Negative Moment

#### ■ Design load

Load combination name : SLU14

$N_{a,Ed}$	-238.964	kN
$N_{c,Ed}$	-593.110	kN
$M_{a,Ed}$	-16253.060	kN · m
$M_{c,Ed}$	-22977.631	kN · m

#### - Stress

##### Top Flange

Left	$y_1$	-500.000	mm	$z_1$	961.547	mm	$\sigma_1$	325.907	MPa
	$y_2$	-12.000	mm	$z_2$	961.547	mm	$\sigma_2$	314.313	MPa
Right	$y_1$	500.000	mm	$z_1$	961.547	mm	$\sigma_1$	302.148	MPa
	$y_2$	12.000	mm	$z_2$	961.547	mm	$\sigma_2$	313.742	MPa

##### Bottom Flange

Left	$y_1$	-600.000	mm	$z_1$	-998.453	mm	$\sigma_1$	-258.593	MPa
	$y_2$	-12.000	mm	$z_2$	-998.453	mm	$\sigma_2$	-272.563	MPa
Right	$y_1$	600.000	mm	$z_1$	-998.453	mm	$\sigma_1$	-287.103	MPa
	$y_2$	12.000	mm	$z_2$	-998.453	mm	$\sigma_2$	-273.133	MPa

##### Web

Right	$y_1$	0.000	mm	$z_1$	921.547	mm	$\sigma_1$	302.050	MPa
	$y_2$	0.000	mm	$z_2$	-938.453	mm	$\sigma_2$	-254.883	MPa

#### ■ Classification of sections

Part	Class
Top flange	1

Web	3
Bottom flange	3
Section	3

- Elastic resistance moment,  $M_{el,Rd}$

$k = 1.134$  : the lowest factor such that a stress limit is reached.

(Calculate minimum value between Steel Girder and Slab Reinforcement.)

$$M_{el,Rd} = M_{a,Ed} + k \cdot M_{c,Ed} = 42301.515 \text{ kN} \cdot \text{m}$$

$$M_{Rd} = M_{el,Rd} = 42301.515 \text{ kN} \cdot \text{m}$$

$$M_{Rd} = 42301.515 \text{ kN} \cdot \text{m} > M_{Ed} = -39230.691 \frac{\text{kN}}{\text{m}} \quad \dots \text{OK}$$

### 3 Resistance to Vertical Shear

#### ■ Design load

Load combination name : SLU13

$$N_{Ed} = -12.510 \text{ kN}$$

$$M_{a,Ed} = -16253.060 \text{ kN} \cdot \text{m}$$

$$M_{c,Ed} = -14544.629 \text{ kN} \cdot \text{m}$$

$$V_{Ed,a} = 1169.751 \text{ kN}$$

$$V_{Ed,c} = 2083.444 \text{ kN}$$

$$V_{Ed} = 3253.196 \text{ kN}$$

$$M_{Ed} = \max(M_{Ed,t}, M_{Ed,b}) = 42162.557 \text{ kN} \cdot \text{m}$$

$$M_{Ed,t} = 42162.557 \text{ kN} \cdot \text{m}$$

$$M_{Ed,b} = 32553.961 \text{ kN} \cdot \text{m}$$

- Stress

Top Flange

Left	$y_1$	-500.000	mm	$z_1$	961.547	mm	$\sigma_1$	278.767	MPa
	$y_2$	-12.000	mm	$z_2$	961.547	mm	$\sigma_2$	264.383	MPa
Right	$y_1$	500.000	mm	$z_1$	961.547	mm	$\sigma_1$	249.290	MPa
	$y_2$	12.000	mm	$z_2$	961.547	mm	$\sigma_2$	263.675	MPa

Bottom Flange

Left	$y_1$	-600.000	mm	$z_1$	-998.453	mm	$\sigma_1$	-196.866	MPa
	$y_2$	-12.000	mm	$z_2$	-998.453	mm	$\sigma_2$	-214.199	MPa

PROGETTAZIONE ATI:

**GPI INGEGNERIA**  
 GESTIONE PROGETTI INGEGNERIA srl



cooprogetti





Right	y <sub>1</sub>	600.000	mm	Z <sub>1</sub>	-998.453	mm	σ <sub>1</sub>	-232.239	MPa
	y <sub>2</sub>	12.000	mm	Z <sub>2</sub>	-998.453	mm	σ <sub>2</sub>	-214.907	MPa

**Web**

Right	y <sub>1</sub>	0.000	mm	Z <sub>1</sub>	921.547	mm	σ <sub>1</sub>	254.262	MPa
	y <sub>2</sub>	0.000	mm	Z <sub>2</sub>	-938.453	mm	σ <sub>2</sub>	-199.902	MPa

■ **Classification of sections**

Part	Class
Top flange	1
Web	3
Bottom flange	3
Section	3

■ **Plastic resistance moment, M<sub>pl,Rd</sub>**

Plastic NA = 1105.354 mm

N<sub>slab</sub> = 0.000 kN  
 N<sub>rebar,t</sub> = 11319.652 kN (Upper side of PNA)  
 N<sub>rebar,b</sub> = 0.000 kN (Lower side of PNA)  
 N<sub>g,top</sub> = 20134.079 kN (Upper side of PNA)  
 N<sub>g,bot</sub> = 31453.731 kN (Lower side of PNA)

M<sub>pl,Rd</sub> = 54601.470 kN · m

■ **Calculation. V<sub>bw,Rd</sub>**

**Web**

■ **Contribution from the web**

$$\lambda_w = \frac{h_w / (37.4 \cdot t \cdot \epsilon \cdot \sqrt{k_r})}{\sqrt{k_r}} = 1.049$$

$$X_w = 0.83 / \lambda_w = 0.791 \quad 0.83/\eta \leq \lambda_w < 1.08$$

$$V_{bw,Rd} = \frac{X_w \cdot f_{yw} \cdot h_w \cdot t}{\sqrt{3} \cdot \gamma_{M1}} = 6580.440 \frac{k}{N}$$

V<sub>Rd</sub> = 6580.440 kN

V<sub>Edi</sub> = V<sub>Ed</sub> / Num. of Web = 3253.196  $\frac{k}{N}$

$$\eta'_3 = V_{Edi} / V_{bw,Rd} = 0.494 \leq 1.0$$

■ Contribution from the flange

$$M_{f,Rd0} = 45947.815 \text{ kN} \cdot \text{m}$$

$M_{f,Rd0}$  is calculated as  $M_{pl,Rd}$  but neglecting the web contribution.

$$\text{Reduction factor for } N_{Ed} = 1 - \frac{N_{Ed}}{(A_{f1}+A_{f2}) \cdot f_{yf}/\gamma_{M0}} = 1.000$$

$$M_{f,Rd} = \text{Reduction factor for } N_{Ed} \cdot M_{f,Rd0} = 45932.065 \text{ kN} \cdot \text{m}$$

$$V_{bf,Rd} = \frac{b_f \cdot t_f^2 \cdot f_{yf}}{c \cdot \gamma_{M1}} \left( 1 - \left( \frac{M_{Ed}}{M_{f,Rd}} \right)^2 \right) = 57.882 \frac{\text{k}}{\text{N}}$$

where

$$M_{f,Rd} = 45932.065 \text{ kN} \cdot \text{m}$$

$$M_{Ed} = 42162.557 \text{ kN} \cdot \text{m} \quad (\text{Taken as the greatest value of } (\sum \sigma_i)W)$$

$$c = \frac{a \cdot \left( 0.25 + \frac{1.6 \cdot b_f \cdot t_f^2 \cdot f_{yf}}{t \cdot h_w^2 \cdot f_{yw}} \right)}{0.25 + \frac{1.6 \cdot b_f \cdot t_f^2 \cdot f_{yf}}{t \cdot h_w^2 \cdot f_{yw}}} = 1404.160$$

■ Check Shear Resistance

$$V_{Edi} / (V_{bw,Rd} + V_{bf,Rd}) = 0.490 < 1.0 \quad \dots \text{ OK}$$

■ Interaction M-V

$$\eta'_3 = 0.494 < 0.5$$

There is no need to verify the interaction criterion

#### 4 Resistance to Lateral Torsional Buckling

- Design load

Load combination name : SLU14

$$N_{Ed} = -832.074 \text{ kN}$$

$$M_{Ed} = -39230.691 \text{ kN} \cdot \text{m}$$

$$V_1 = 2536.782 \text{ kN}$$

$$V_2 = 2673.196 \text{ kN}$$

$$M_1 = -39230.691 \text{ kN} \cdot \text{m}$$

$$M_2 = -34242.487 \text{ kN} \cdot \text{m}$$

$$M_{pl,Rd} = 54601.470 \text{ kN} \cdot \text{m}$$

$$M_{el,Rd} = 42301.515 \text{ kN} \cdot \text{m}$$

-  $M_{b,Rd}$  Buckling resistance moment

$$L = 5.200 \text{ m}$$

$$c = C_d / I = 0.000 \text{ kN/}$$

PROGETTAZIONE ATI:

**GPINGEGNERIA**  
 GESTIONE PROGETTI INGEGNERIA srl



cooprogetti



$$\begin{aligned} \gamma &= \frac{c \cdot L^4}{E \cdot I} = 0.000 \text{ m}^2 \\ \mu &= V_2 / V_1 = 0.949 \\ \Phi &= 2 \cdot (1 - M_2 / M_1) / (1 + \mu) = 0.130 \\ m_1 &= 1 + 0.44 \cdot (1 + \mu) \cdot \Phi^{1.5} + (3 + 2 \cdot \Phi) \cdot \gamma / (350 - 50 \cdot \mu) = 1.040 \\ m_2 &= 1 + 0.44 \cdot (1 + \mu) \cdot \Phi^{1.5} + (0.195 + (0.05 + \mu / 100) \cdot \Phi) \cdot \gamma^{0.5} = 1.040 \\ m &= \text{Min}(m_1, m_2) = 1.040 \\ \alpha_{LT} &= 0.490 \\ \lambda_{LT} &= \frac{1.103 \cdot L / b \cdot \sqrt{(f_y / E_m)} \cdot \sqrt{(1 + A_{wc} / (3 \cdot A_f))}}{=} = 0.202 \\ \Phi_{LT} &= 0.5 \cdot (1 + \alpha_{LT} \cdot (\lambda_{LT} - 0.2) + \lambda_{LT}^2) = 0.521 \\ X_{LT} &= \frac{1}{\Phi_{LT} + \sqrt{(\Phi_{LT}^2 - \lambda_{LT}^2)}} = 0.998745398 \\ M_{Rd} &= 42301.515 \text{ kN} \cdot \text{m} \\ M_{b,Rd} &= X_{LT} \cdot M_{Rd} = 42248.443 \text{ kN} \cdot \text{m} \end{aligned}$$

-  $N_{b,Rd}$  Axial buckling resistance

$$\begin{aligned} X_{LT,N} &= 0.992 \\ N_{b,Rd} &= X_{LT} \cdot \text{Area} \cdot f_{yd} = 62232.212 \frac{\text{k}}{\text{N}} \end{aligned}$$

$$\text{Combined Ratio} = \frac{N_{Ed}}{N_{b,Rd}} + \frac{M_{Ed}}{M_{b,Rd}} = 0.941941753$$

## 5 Resistance to Longitudinal Shear

- Design load

Load combination name : SLU13

$$\begin{aligned} N_{c,el} &= 0.000 \text{ kN} \\ N_{c,f} &= 0.000 \text{ kN} \\ M_{Ed} &= -30797.689 \text{ kN} \cdot \text{m} \\ V_{Ed} &= 2083.444 \text{ kN} \\ M_{pl,Rd} &= 54601.470 \text{ kN} \cdot \text{m} \\ M_{el,Rd} &= 42301.515 \text{ kN} \cdot \text{m} \end{aligned}$$

- Shear resistance of a single connector

$$\begin{aligned} P_{Rd,1} &= 0.8 \cdot f_u \cdot \pi \cdot d^2 / 4 / \gamma_V = 81.656 \frac{\text{k}}{\text{N}} \\ P_{Rd,2} &= 0.29 \cdot \alpha \cdot d^2 \cdot \sqrt{(f_{ck} \cdot E_{cm})} / \gamma_V = 91.363 \frac{\text{k}}{\text{N}} \\ P_{Rd} &= \text{Min}(P_{Rd,1}, P_{Rd,2}) = 81.656 \frac{\text{k}}{\text{N}} \end{aligned}$$

PROGETTAZIONE ATI:

**GPINGEGNERIA**  
 GESTIONE PROGETTI INGEGNERIA srl



cooprogetti



where

$f_u$	$=$	450.000 MPa	
$\alpha$	$=$	1	$f_{or} \quad h_{sc}/d > 4$
Num.	$=$	3	
d	$=$	19.000 mm	
$h_{sc}$	$=$	200.000 mm	
Space	$=$	200.000 mm	

**- Verification**

$V_{L,Ed}$	$=$	$V_{Ed} \cdot (A \cdot z / I)$	$=$	887.257 kN/m
$V_{L,Rd}$	$=$	$P_{Rd} \cdot \text{Num.}/\text{Space}$	$=$	1224.844 kN/m
$V_{L,Ed}$	$<$	$V_{L,Rd}$	$\dots$	OK

**6 Stress Limitation**

**- In the structural steel**

Characteristic load combination name : sle2

$\sigma_{Ed,ser}$	$=$	-267.965 MPa	(Top-left fiber in the flange)
$T_{Ed,ser}$	$=$	53.387 MPa	(Neutral axis in the web)

$\sigma_{Ed,ser}$	$<$	$f_y / \gamma_{M,ser}$	
-267.965 MPa	$<$	355.000 MPa	$\dots$ OK

$T_{Ed,ser}$	$<$	$f_y / (\sqrt{3} \cdot \gamma_{M,ser})$	
53.387 MPa	$<$	204.959 MPa	$\dots$ OK

$\sqrt{(\sigma_{Ed,ser}^2 + 3T_{Ed,ser}^2)}$	$<$	$f_y / \gamma_{M,ser}$	
283.471 MPa	$<$	355.000 MPa	$\dots$ OK

**- In the concrete of the slab**

Characteristic load combination name : sle1

$\sigma_c \leq k_1 f_{ck}$			
0.000 MPa	$<$	21.000 MPa	$\dots$ OK

**- In the reinforcement**

Load combination name : sle1

$\sigma_s \leq k_3 f_{yk}$			
143.859 MPa	$<$	360.000 MPa	$\dots$ OK

## 7 Longitudinal Shear for SLS(Serviceability limit state)

- Shear resistance of a single connector

Load combination name : sle1

$$P_{Rd,1} = 0.8 \cdot f_u \cdot \pi \cdot d^2 / 4 / \gamma_V = 81.656 \frac{k}{N}$$

$$P_{Rd,2} = 0.29 \cdot \alpha \cdot d^2 \cdot \sqrt{(f_{ck} \cdot E_{cm})} / \gamma_V = 91.363 \frac{k}{N}$$

$$P_{Rd} = \text{Min}(P_{Rd,1}, P_{Rd,2}) = 81.656 \frac{k}{N}$$

$$P_{Rd,ser} = k_s \cdot P_{Rd} = 61.242 \frac{k}{N}$$

where  $f_u = 450.000 \text{ MPa}$

$\alpha = 1$

$f_{or} \quad h_{sc}/d > 4$

Num. = 3

$d = 19.000 \text{ mm}$

$h_{sc} = 200.000 \text{ mm}$

Space = 200.000 mm

$k_s = 0.750$

- Verification

$$V_{L,Ed} = V_{Ed} \cdot (A \cdot z / I) = 645.900 \text{ kN/m}$$

$$V_{L,Rd} = P_{Rd,ser} \cdot \text{Num.}/\text{Space} = 918.633 \text{ kN/m}$$

$$V_{L,Ed} < V_{L,Rd} \quad \dots \quad \text{OK}$$

## Sezione su pila di riva (p2)

Element Number	81
Position Information	I

### 1 Design Condition

#### 1.1 Design Parameters

##### ■ Partial factors

$\gamma_C$ for concrete	1.50	$\gamma_V$ for headed stud	1.25
$\gamma_S$ for reinforcing steel	1.15	$\gamma_{Ff}$ for equivalent constant Amplitude stress range	1.00
$\gamma_{M0}$ for structural steel	1.05	$\gamma_{Mf}$ for fatigue strength	1.00
$\gamma_{M1}$ for structural steel	1.10	$\gamma_{Mf,s}$ for fatigue strength of studs in shear	1.00

#### 1.2 Material Information

##### ■ Structural steel

PROGETTAZIONE ATI:

**GPI INGEGNERIA**  
 GESTIONE PROGETTI INGEGNERIA srl



cooprogetti



$$f_{sk} = 355.000 \text{ MPa} \quad E_s = 210000.000 \text{ MPa}$$

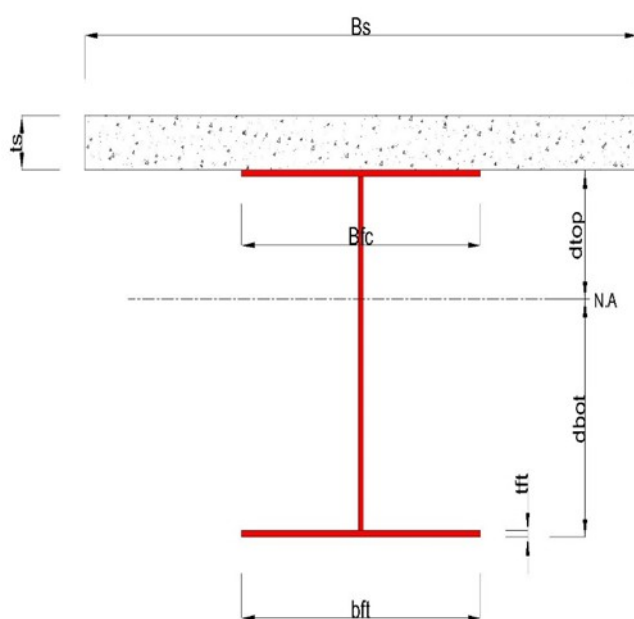
■ Concrete

$$f_{ck} = 35.000 \text{ MPa} \quad E_{cm} = 34000.000 \text{ MPa}$$

■ Reinforcement

$$f_{yk} = 450.000 \text{ MPa} \quad E_r = 210000.000 \text{ MPa}$$

1.3 Sectional Information



■ Section Dimensions

Slab

$B_c$	3849.000	mm	$t_c$	320.000	mm	$H_h$	0.000	mm
-------	----------	----	-------	---------	----	-------	-------	----

Girder

$H_w$	2900.000	mm	$B_1$	900.000	mm	$B_2$	1000.000	mm
$t_w$	28.000	mm	$t_{f1}$	40.000	mm	$t_{f2}$	60.000	mm

■ Section Stiffness

Before

$A_{,a}$	177200.000	mm <sup>2</sup>
$I_{y,a}$	258881774115.877	mm <sup>4</sup>
$I_{z,a}$	7435305066.667	mm <sup>4</sup>

After

$A_{,c}$	377066.613	mm <sup>2</sup>
$I_{y,c}$	582912595071.981	mm <sup>4</sup>
$I_{z,c}$	254183979655.430	mm <sup>4</sup>

$C_{y,a}$	500.000	mm
$C_{z,a}$	1307.517	mm

$C_{y,c}$	500.000	mm
$C_{z,c}$	2289.438	mm

Crack

$A_{c,c}$	21152.000	mm <sup>2</sup>
$I_{y,c}$	358041849899.475	mm <sup>4</sup>
$I_{z,c}$	48744822803.907	mm <sup>4</sup>
$C_{y,c}$	500.000	mm
$C_{z,c}$	1608.325	mm

## 2 Bending Resistance

### 2.1 Negative Moment

■ Design load

Load combination name : SLU13

$N_{a,Ed}$	462.424	kN
$N_{c,Ed}$	1793.626	kN
$M_{a,Ed}$	-17707.743	kN · m
$M_{c,Ed}$	-23575.163	kN · m

- Stress

Top Flange

Left	$y_1$	-450.000	mm	$z_1$	1391.675	mm	$\sigma_1$	225.790	MPa
	$y_2$	-14.000	mm	$z_2$	1391.675	mm	$\sigma_2$	218.717	MPa
Right	$y_1$	450.000	mm	$z_1$	1391.675	mm	$\sigma_1$	211.190	MPa
	$y_2$	14.000	mm	$z_2$	1391.675	mm	$\sigma_2$	218.263	MPa

Bottom Flange

Left	$y_1$	-500.000	mm	$z_1$	-1608.325	mm	$\sigma_1$	-176.136	MPa
	$y_2$	-14.000	mm	$z_2$	-1608.325	mm	$\sigma_2$	-184.020	MPa
Right	$y_1$	500.000	mm	$z_1$	-1608.325	mm	$\sigma_1$	-192.358	MPa
	$y_2$	14.000	mm	$z_2$	-1608.325	mm	$\sigma_2$	-184.474	MPa

Web

Right	$y_1$	0.000	mm	$z_1$	1351.675	mm	$\sigma_1$	213.120	MPa
	$y_2$	0.000	mm	$z_2$	-1548.325	mm	$\sigma_2$	-176.192	MPa

PROGETTAZIONE ATI:

**GPI** INGEGNERIA  
 GESTIONE PROGETTI INGEGNERIA srl



cooprogetti



	2		2
--	---	--	---

■ Classification of sections

Part	Class
Top flange	1
Web	3
Bottom flange	2
Section	2

- Plastic resistance moment,  $M_{pl,Rd}$

Plastic NA = 1851.760 mm

Effective Plastic NA = 2956.458 mm

$N_{slab} = 0.000$  kN

$N_{rebar,t} = 13442.087$  kN (Upper side of PNA)

$N_{rebar,b} = 0.000$  kN (Lower side of PNA)

$N_{g,top} = 12204.964$  kN (Upper side of PNA)

$N_{g,bot} = 27769.362$  kN (Lower side of PNA)

$M_{pl,Rd} = 71551.831$  kN · m

$M_{Rd} = M_{pl,Rd} = 71551.831$  kN · m

$M_{Rd} = 71551.831$  kN · m >  $M_{Ed} = -41282.906$   $\frac{kN \cdot m}{m}$  ... OK

### 3 Resistance to Vertical Shear

■ Design load

Load combination name : SLU13

$N_{Ed} = 1486.460$  kN

$M_{a,Ed} = -17707.743$  kN · m

$M_{c,Ed} = -16658.711$  kN · m

$V_{Ed,a} = -1199.905$  kN

$V_{Ed,c} = -2718.938$  kN

$V_{Ed} = -3918.843$  kN

$M_{Ed} = \max(M_{Ed,t}, M_{Ed,b}) = 46442.638$  kN · m

$M_{Ed,t} = 46442.638$  kN · m

$M_{Ed,b} = 36568.612$  kN · m

- Stress

Top Flange

PROGETTAZIONE ATI:

**GPI** INGEGNERIA  
 GESTIONE PROGETTI INGEGNERIA srl



cooprogetti





Left	y <sub>1</sub>	-450.000	mm	Z <sub>1</sub>	1391.675	mm	σ <sub>1</sub>	196.661	MPa
	y <sub>2</sub>	-14.000	mm	Z <sub>2</sub>	1391.675	mm	σ <sub>2</sub>	190.357	MPa
Right	y <sub>1</sub>	450.000	mm	Z <sub>1</sub>	1391.675	mm	σ <sub>1</sub>	183.648	MPa
	y <sub>2</sub>	14.000	mm	Z <sub>2</sub>	1391.675	mm	σ <sub>2</sub>	189.952	MPa

#### Bottom Flange

Left	y <sub>1</sub>	-500.000	mm	Z <sub>1</sub>	-1608.325	mm	σ <sub>1</sub>	-147.401	MPa
	y <sub>2</sub>	-14.000	mm	Z <sub>2</sub>	-1608.325	mm	σ <sub>2</sub>	-154.428	MPa
Right	y <sub>1</sub>	500.000	mm	Z <sub>1</sub>	-1608.325	mm	σ <sub>1</sub>	-161.859	MPa
	y <sub>2</sub>	14.000	mm	Z <sub>2</sub>	-1608.325	mm	σ <sub>2</sub>	-154.833	MPa

#### Web

Right	y <sub>1</sub>	0.000	mm	Z <sub>1</sub>	1351.675	mm	σ <sub>1</sub>	185.557	MPa
	y <sub>2</sub>	0.000	mm	Z <sub>2</sub>	-1548.325	mm	σ <sub>2</sub>	-147.735	MPa

#### ■ Classification of sections

Part	Class
Top flange	1
Web	3
Bottom flange	2
Section	2

#### ■ Plastic resistance moment, M<sub>pl,Rd</sub>

Plastic NA = 1851.760 mm

N<sub>slab</sub> = 0.000 kN  
 N<sub>rebar,t</sub> = 13442.087 kN (Upper side of PNA)  
 N<sub>rebar,b</sub> = 0.000 kN (Lower side of PNA)  
 N<sub>g,top</sub> = 12204.964 kN (Upper side of PNA)  
 N<sub>g,bot</sub> = 27769.362 kN (Lower side of PNA)

M<sub>pl,Rd</sub> = 87200.832 kN · m

#### ■ Calculation. V<sub>bw,Rd</sub>

Web

■ Contribution from the web

$$\lambda_w = \frac{h_w / (37.4 \cdot t \cdot \varepsilon \cdot \sqrt{k_\tau})}{\sqrt{k_\tau}} = 1.316$$

$$X_w = 1.37 / (0.7 + \lambda_w) = 0.679 \quad \lambda_w \geq 1.08$$

$$V_{bw,Rd} = \frac{X_w \cdot f_{yw} \cdot h_w \cdot t}{\sqrt{3} \cdot \gamma_{M1}} = 10279.716 \frac{k}{N}$$

$$V_{Rd} = 10279.716 \text{ kN}$$

$$V_{Edi} = V_{Ed} / \text{Num. of Web} = -3918.843 \frac{k}{N}$$

$$\eta'_3 = V_{Edi} / V_{bw,Rd} = 0.381 \leq 1.0$$

■ Contribution from the flange

$$M_{f,Rd} = 58986.018 \text{ kN} \cdot \text{m}$$

$M_{f,Rd}$  is calculated as  $M_{pl,Rd}$  but neglecting the web contribution.

$$V_{bf,Rd} = \frac{b_f \cdot t_f^2 \cdot f_{yf}}{c \cdot \gamma_{M1}} \left( 1 - \left( \frac{M_{Ed}}{M_{f,Rd}} \right)^2 \right) = 135.985 \frac{k}{N}$$

where

$$M_{f,Rd} = 58986.018 \text{ kN} \cdot \text{m}$$

$$M_{Ed} = 46442.638 \text{ kN} \cdot \text{m} \quad (\text{Taken as the greatest value of } (\sum \sigma_i)W)$$

$$c = \frac{a \cdot \left( 0.25 + \frac{1.6 \cdot b_f \cdot t_f^2 \cdot f_{yf}}{t \cdot h_w^2 \cdot f_{yw}} \right)}{0.25 + \frac{1.6 \cdot b_f \cdot t_f^2 \cdot f_{yf}}{t \cdot h_w^2 \cdot f_{yw}}} = 1298.921$$

■ Check Shear Resistance

$$V_{Edi} / (V_{bw,Rd} + V_{bf,Rd}) = 0.376 < 1.0 \quad \dots \text{ OK}$$

■ Interaction M-V

For the section class 1 or 2, M-V interaction should be checked separately by the user.

#### 4 Resistance to Lateral Torsional Buckling

- Design load

Load combination name : SLU13

$$N_{Ed} = 2256.050 \text{ kN}$$

$$M_{Ed} = -41282.906 \text{ kN} \cdot \text{m}$$

$$V_1 = -3302.734 \text{ kN}$$

$$V_2 = -2473.677 \text{ kN}$$

$$M_1 = -41282.906 \text{ kN} \cdot \text{m}$$

PROGETTAZIONE ATI:

**GPI** INGEGNERIA  
 GESTIONE PROGETTI INGEGNERIA srl



cooprogetti



$$\begin{aligned} M_2 &= -36342.498 \text{ kN} \cdot \text{m} \\ M_{pl,Rd} &= 71551.831 \text{ kN} \cdot \text{m} \\ M_{el,Rd} &= 73063.887 \text{ kN} \cdot \text{m} \end{aligned}$$

-  $M_{b,Rd}$  Buckling resistance moment

$$\begin{aligned} L &= 5.500 \text{ m} \\ c &= C_d / I = 0.000 \frac{\text{kN}}{\text{m}^2} \\ \gamma &= \frac{c \cdot L^4}{(E \cdot I)} = 0.000 \\ \mu &= V_2 / V_1 = 0.749 \\ \Phi &= 2 \cdot (1 - M_2 / M_1) / (1 + \mu) = 0.137 \\ m_1 &= 1 + 0.44 \cdot (1 + \mu) \cdot \Phi^{1.5} + (3 + 2 \cdot \Phi) \cdot \gamma / (350 - 50 \cdot \mu) = 1.039 \\ m_2 &= 1 + 0.44 \cdot (1 + \mu) \cdot \Phi^{1.5} + (0.195 + (0.05 + \mu / 100) \cdot \Phi) \cdot \gamma^{0.5} = 1.039 \\ m &= \text{Min}(m_1, m_2) = 1.039 \\ \alpha_{LT} &= 0.760 \\ \lambda_{LT} &= \frac{1.103 \cdot L / b \cdot \sqrt{(f_y / E_m)} \cdot \sqrt{(1 + A_{wc} / (3 \cdot A_f))}}{=} = 0.273 \\ \Phi_{LT} &= 0.5 \cdot (1 + \alpha_{LT} \cdot (\lambda_{LT} - 0.2) + \lambda_{LT}^2) = 0.565 \\ X_{LT} &= \frac{1}{\Phi_{LT} + \sqrt{(\Phi_{LT}^2 - \lambda_{LT}^2)}} = 0.943995911 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} M_{Rd} &= 71551.831 \text{ kN} \cdot \text{m} \\ M_{b,Rd} &= X_{LT} \cdot M_{Rd} = 67544.636 \text{ kN} \cdot \text{m} \end{aligned}$$

-  $N_{b,Rd}$  Axial buckling resistance

$$\begin{aligned} X_{LT,N} &= 0.923 \\ N_{b,Rd} &= X_{LT} \cdot \text{Area} \cdot f_{yd} = 66025.188 \frac{\text{k}}{\text{N}} \end{aligned}$$

$$\text{Combined Ratio} = \frac{N_{Ed}}{N_{b,Rd}} + \frac{M_{Ed}}{M_{b,Rd}} = 0.645363974$$

## 5 Resistance to Longitudinal Shear

- Design load

Load combination name : SLU13

$$\begin{aligned} N_{c,el} &= 0.000 \text{ kN} \\ N_{c,f} &= 0.000 \text{ kN} \\ M_{Ed} &= -34366.454 \text{ kN} \cdot \text{m} \\ V_{Ed} &= -2718.938 \text{ kN} \\ M_{pl,Rd} &= 71551.831 \text{ kN} \cdot \text{m} \\ M_{el,Rd} &= 73063.887 \text{ kN} \cdot \text{m} \end{aligned}$$

PROGETTAZIONE ATI:

**GPI INGEGNERIA**  
 GESTIONE PROGETTI INGEGNERIA srl



cooprogetti



- Shear resistance of a single connector

$$P_{Rd,1} = 0.8 \cdot f_u \cdot \pi \cdot d^2 / 4 / \gamma_V = 81.656 \frac{k}{N}$$

$$P_{Rd,2} = 0.29 \cdot \alpha \cdot d^2 \cdot \sqrt{(f_{ck} \cdot E_{cm})} / \gamma_V = 91.363 \frac{k}{N}$$

$$P_{Rd} = \text{Min}(P_{Rd,1}, P_{Rd,2}) = 81.656 \frac{k}{N}$$

where

$$f_u = 450.000 \text{ MPa}$$

$$\alpha = 1 \quad \text{for } h_{sc}/d > 4$$

$$\text{Num.} = 3$$

$$d = 19.000 \text{ mm}$$

$$h_{sc} = 200.000 \text{ mm}$$

$$\text{Space} = 200.000 \text{ mm}$$

- Verification

$$V_{L,Ed} = V_{Ed} \cdot (A \cdot z / I) = 809.754 \text{ kN/m}$$

$$V_{L,Rd} = P_{Rd} \cdot \text{Num.} / \text{Space} = 1224.844 \text{ kN/m}$$

$$V_{L,Ed} < V_{L,Rd} \quad \dots \text{ OK}$$

## 6 Stress Limitation

- In the structural steel

Characteristic load combination name : sle2

$$\sigma_{Ed,ser} = -177.571 \frac{MP}{a} \quad (\text{Top-left fiber in the flange})$$

$$T_{Ed,ser} = 35.540 \frac{MP}{a} \quad (\text{Neutral axis in the web})$$

$$\sigma_{Ed,ser} = -177.571 \text{ MPa} < f_y / \gamma_{M,ser} = 355.000 \text{ MPa} \quad \dots \text{ OK}$$

$$T_{Ed,ser} = 35.540 \text{ MPa} < f_y / (\sqrt{3} \cdot \gamma_{M,ser}) = 204.959 \text{ MPa} \quad \dots \text{ OK}$$

$$\sqrt{(\sigma_{Ed,ser}^2 + 3T_{Ed,ser}^2)} = 187.938 \text{ MPa} < f_y / \gamma_{M,ser} = 355.000 \text{ MPa} \quad \dots \text{ OK}$$

- In the concrete of the slab

Characteristic load combination name : sle1

$$\sigma_c \leq k_1 f_{ck} = 0.000 \text{ MPa} < 21.000 \text{ MPa} \quad \dots \text{ OK}$$

PROGETTAZIONE ATI:

**GPI INGEGNERIA**  
 GESTIONE PROGETTI INGEGNERIA srl



cooprogetti



- In the reinforcement

Load combination name : sle1

$$\sigma_s \leq k_3 f_{yk}$$

89.543 MPa < 360.000 MPa ... OK

## 7 Longitudinal Shear for SLS(Serviceability limit state)

- Shear resistance of a single connector

Load combination name : sle1

$$P_{Rd,1} = 0.8 \cdot f_u \cdot \pi \cdot d^2 / 4 / \gamma_V = 81.656 \frac{k}{N}$$

$$P_{Rd,2} = 0.29 \cdot \alpha \cdot d^2 \cdot \sqrt{(f_{ck} \cdot E_{cm})} / \gamma_V = 91.363 \frac{k}{N}$$

$$P_{Rd} = \text{Min}(P_{Rd,1}, P_{Rd,2}) = 81.656 \frac{k}{N}$$

$$P_{Rd,ser} = k_s \cdot P_{Rd} = 61.242 \frac{k}{N}$$

where  $f_u = 450.000 \text{ MPa}$

$$\alpha = 1$$

$$\frac{f_o}{r} \quad h_{sc}/d > 4$$

$$\text{Num.} = 3$$

$$d = 19.000 \text{ mm}$$

$$h_{sc} = 200.000 \text{ mm}$$

$$\text{Space} = 200.000 \text{ mm}$$

$$k_s = 0.750$$

- Verification

$$V_{L,Ed} = V_{Ed} \cdot (A \cdot z / I) = 594.761 \text{ kN/m}$$

$$V_{L,Rd} = P_{Rd,ser} \cdot \text{Num.}/\text{Space} = 918.633 \text{ kN/m}$$

$$V_{L,Ed} < V_{L,Rd} \quad \dots \text{ OK}$$

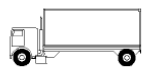




## 17. VERIFICHE A FATICA

### 17.1. INTRODUZIONE

Con riferimento al §5.4.3 delle NTC2018, per strutture, elementi strutturali e dettagli sensibili a fenomeni di fatica vanno eseguite opportune verifiche. Vengono svolte le verifiche a fatica per vita illimitata adottando gli spettri di carico associati. In assenza di studi specifici, volti alla determinazione dell'effettivo spettro di carico che interessa il ponte, si fa far riferimento ai modelli descritti nel seguito.

### 17.2. MODELLO DI CARICO A FATICA

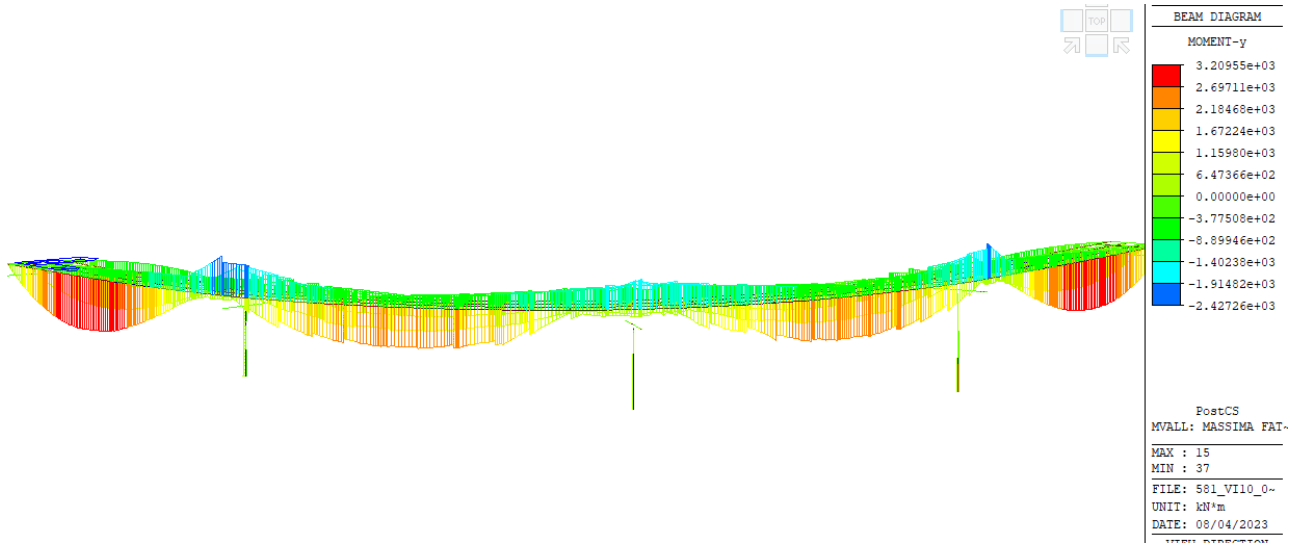
Secondo quanto previsto dalle NTC18 al § 5.1.4.3, per la verifica a vita illimitata si prevede il modello di carico di fatica 2, sulla corsia identificata come lenta. Si riportano le cinque configurazioni di sagoma del veicolo.

SAGOMA del VEICOLO	Distanza tra gli assi (m)	Carico frequente per asse (kN)	Tipo di ruota (Tab. 5.1.IX)
	4,5	90 190	A B
	4,20 1,30	80 140 140	A B B
	3,20 5,20 1,30 1,30	90 180 120 120 120	A B C C C
	3,40 6,00 1,80	90 190 140 140	A B B B
	4,80 3,60 4,40 1,30	90 180 120 110 110	A B C C C

I delta di tensione si determinano in base agli effetti più severi dei diversi autocarri, considerati separatamente, che viaggiano da soli sulla corsia.

In particolare per le verifiche delle componenti strutturali si è assunto il più gravoso dei casi analizzati riportando direttamente le sollecitazioni di involuppo.

Si riportano i grafici delle sollecitazioni.



**Fig. 1: q1 fatica - involucro del momento flettente [kNm]**

### 17.3. COEFFICIENTI PARZIALI PER LA RESISTENZA A FATICA

I valori dei coefficienti  $\gamma_{Mf}$  adottati nelle verifiche a fatica sono riportati nella seguente tabella, estratta dalla circolare delle NTC18.

Coefficienti parziali di sicurezza

$\gamma_f = 1$  coefficiente parziale di sicurezza relativo alle azioni di fatica

$\gamma_M = 1.35$  coefficiente parziale di sicurezza relativo alla resistenza a fatica

$\gamma_{Mf} = \gamma_f \cdot \gamma_M = 1.35$  coefficiente parziale di sicurezza per le verifiche a fatica

Metodo di valutazione	Conseguenze del collasso	
	Basse conseguenze	Alte conseguenze
metodo del "danneggiamento accettabile"	1,00	1,15
metodo della "vita sicura"	1,15	1,35

### 17.4. METODI DI VERIFICA

Per la verifica a fatica secondo il criterio della vita illimitata, l'ampiezza di tensione di riferimento è quella ad ampiezza costante, definita come

$$\Delta\sigma_D = 0.737 \cdot \Delta\sigma_C$$

dove  $\Delta\sigma_C$  è il valore della classe del dettaglio.

Verifica a vita illimitata

PROGETTAZIONE ATI:

**GPI INGEGNERIA**  
GESTIONE PROGETTI INGEGNERIA srl



cooprogetti



La verifica a vita illimitata si esegue controllando che sia

$$\Delta\sigma_{\max} \leq \Delta\sigma_D / \gamma_{Mf}$$

dove  $\Delta\sigma_D$  sono i valori di progetto delle massime escursioni di tensioni normali indotte nel dettaglio considerato dallo spettro di carico per vita illimitata.

### 17.5. VERIFICA DEI DETTAGLI DI FATICA

Nelle verifiche a fatica le tensioni considerate sono coerenti con quelle alle quali è riferita la curva S-N del dettaglio. Per le successive verifiche si farà riferimento a tre dettagli tipologici di classe 56, 80 e 90 ritenuti rappresentativi dei dettagli previsti per l'impalcato metallico. A tali dettagli si associa una curva S-N riferita alle tensioni nominali e pertanto ad esse si fa riferimento.

Le resistenze a fatica dei dettagli tipici sono:

Dettaglio 80: per le giunzioni previste per realizzare il collegamento degli irrigidimenti verticali.

<p>80 (a) 71 (b)</p>		<p>Attacchi trasversali</p> <p>6) Saldati a una piastra</p> <p>7) Nervature verticali saldate a un profilo o a una trave composta</p> <p>8) Diagrammi di travi a cassone composte, saldati all'anima o alla piattabanda</p> <p>(a) <math>l \leq 50</math> mm</p> <p>(b) <math>50 &lt; l \leq 80</math> mm</p> <p>Le classi sono valide anche per nervature anulari</p>	<p>6) e 7) Le parti terminali delle saldature devono essere molate accuratamente per eliminare tutte le rientranze presenti</p> <p>7) Se la nervatura termina nell'anima, <math>\Delta\sigma</math> deve essere calcolato usando le tensioni principali</p>
--------------------------	--	--	---

Caratteristiche resistenziali del dettaglio a fatica

$\Delta\sigma_c = 80$  MPa                      classe del particolare: limite di fatica per  $2 \times 10^6$  cicli  
 $\Delta\sigma_D = 0.737 \Delta\sigma_c = 58.96$  MPa                      limite di fatica ad ampiezza costante per  $5 \times 10^6$  cicli

Dettaglio 80: effetto saldatura del piolo

<p>80</p>		<p>9) Effetto della saldatura del piolo sul materiale base della piastra</p>	
-----------	--	--	--

Caratteristiche resistenziali del dettaglio a fatica

$\Delta\sigma_c = 80$  MPa                      classe del particolare: limite di fatica per  $2 \times 10^6$  cicli  
 $\Delta\sigma_D = 0.737 \Delta\sigma_c = 58.96$  MPa                      limite di fatica ad ampiezza costante per  $5 \times 10^6$  cicli



Dettaglio 90: per le giunzioni previste per realizzare il collegamento fra le anime e piattabande di due concii successivi.

90		<p>Saldature senza piatto di sostegno</p> <p>5) Giunti trasversali in piatti e lamiera</p> <p>6) Giunti trasversali completi di profili laminati, in assenza di lunette di scarico</p> <p>7) Giunti trasversali di lamiera e piatti con rastremazioni in larghezza e spessore con pendenza non maggiore di 1:4.</p> <p>Nelle zone di transizione gli intagli nelle saldature devono essere eliminati</p> <p>Per spessori <math>t &gt; 25</math> mm, si deve adottare una classe ridotta del coefficiente</p> $k_s = (25/t)^{0.2}$	<p>Saldature effettuate da entrambi i lati e sottoposte a controlli non distruttivi</p> <p>Sovraspessore di saldatura non maggiore del 10% della larghezza del cordone, con zone di transizione regolari</p> <p>Le saldature devono essere iniziate e terminate su tacchi d'estremità, da rimuovere una volta completata la saldatura</p> <p>I bordi esterni delle saldature devono essere molati in direzione degli sforzi</p> <p>Le saldature dei dettagli 5) e 7) devono essere eseguite in piano</p>
----	--	---	--

Caratteristiche resistenziali del dettaglio a fatica

$\Delta\sigma_c = 90$  MPa

classe del particolare: limite di fatica per  $2 \times 10^6$  cicli

$\Delta\sigma_D = 0.737 \Delta\sigma_c = 66.33$  MPa

limite di fatica ad ampiezza costante per  $5 \times 10^6$  cicli

Dettaglio 112 : per le giunzioni previste per realizzare il collegamento fra le anime e la piattabanda.

112		<p>3) Saldatura automatica a cordoni d'angolo o a piena penetrazione effettuata da entrambi i lati, ma contenente punti di interruzione/ripresa.</p> <p>4) Saldatura automatica a piena penetrazione su piatto di sostegno, non contenente punti di interruzione/ripresa</p>	<p>4) Se il dettaglio contiene punti di interruzione/ripresa, si deve far riferimento alla classe 100</p>
-----	--	--	---

Caratteristiche resistenziali del dettaglio a fatica

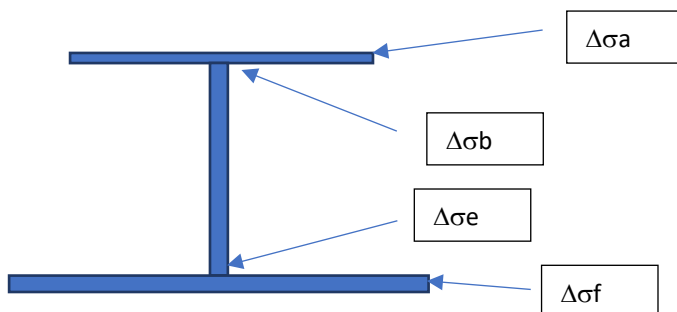
$\Delta\sigma_c = 112$  MPa

classe del particolare: limite di fatica per  $2 \times 10^6$  cicli

$\Delta\sigma_D = 0.737 \Delta\sigma_c = 82.54$  MPa

limite di fatica ad ampiezza costante per  $5 \times 10^6$  cicli

Si riportano di seguito le tensioni ed i tassi di sfruttamento a fatica per i dettagli considerati:



		sez.	1		2		3		4	
$\Delta\sigma$ - piattabande	$\Delta\sigma(A)$	$\Delta\sigma(F)$	11.73	31.79	11.70	36.76	11.21	39.37	11.75	40.57
$\Delta\sigma$ - anima	$\Delta\sigma(B)$	$\Delta\sigma(E)$	11.30	31.14	10.98	35.79	10.65	38.81	11.17	40.00
FATICA_calcolata Giunto piattabande	$\Delta\sigma C$	90	49.13	47.37	47.37	44.73	44.73	44.73	44.73	44.73
	k ampl,sup	k ampl,inf	1.00	0.96	0.96	0.91	0.91	0.91	0.91	0.91
		$\eta$	0.24	0.67	0.25	0.82	0.25	0.88	0.26	0.91
FATICA_calcolata giunto d'anima	$\Delta\sigma C$	90	49.13	49.13	49.13	49.13	49.13	49.13	49.13	49.13
	k ampl,sup	k ampl,inf	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00
		$\eta$	0.23	0.63	0.22	0.73	0.22	0.79	0.23	0.81
FATICA_calcolata collegamento anima piattabanda	$\Delta\sigma C$	112	61.14	58.95	58.95	55.66	55.66	55.66	55.66	55.66
	k ampl,sup	k ampl,inf	1.00	0.96	0.96	0.91	0.91	0.91	0.91	0.91
		$\eta$	0.19	0.54	0.20	0.66	0.20	0.71	0.21	0.73
FATICA_calcolata irrigidimenti trasversali	$\Delta\sigma C$	80	43.67	43.67	43.67	43.67	43.67	43.67	43.67	43.67
		$\eta$	0.27	0.73	0.27	0.84	0.26	0.90	0.27	0.93

		sez.	5		6		7		8	
$\Delta\sigma$ - piattabande	$\Delta\sigma(A)$	$\Delta\sigma(F)$	6.00	27.88	-0.59	12.71	7.25	28.69	7.60	24.99
$\Delta\sigma$ - anima	$\Delta\sigma(B)$	$\Delta\sigma(E)$	5.56	27.16	-0.86	12.44	6.91	28.35	7.37	24.75
FATICA_calcolata Giunto piattabande	$\Delta\sigma C$	90	44.73	40.59	44.73	44.73	44.73	44.73	44.73	44.73
	k ampl,sup	k ampl,inf	0.91	0.83	0.91	0.91	0.91	0.91	0.91	0.91
		$\eta$	0.13	0.69	0.01	0.28	0.16	0.64	0.17	0.56
FATICA_calcolata giunto d'anima	$\Delta\sigma C$	90	48.75	48.75	49.13	49.13	49.13	49.13	49.13	49.13
	k ampl,sup	k ampl,inf	0.99	0.99	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00
		$\eta$	0.11	0.56	0.02	0.25	0.14	0.58	0.15	0.50
FATICA_calcolata collegamento anima piattabanda	$\Delta\sigma C$	112	55.66	50.51	55.66	55.66	55.66	55.66	55.66	55.66
	k ampl,sup	k ampl,inf	0.91	0.83	0.91	0.91	0.91	0.91	0.91	0.91
		$\eta$	0.11	0.55	-0.01	0.23	0.13	0.52	0.14	0.45
FATICA_calcolata irrigidimenti trasversali	$\Delta\sigma C$	80	43.67	43.67	43.67	43.67	43.67	43.67	43.67	43.67
		$\eta$	0.14	0.64	-0.01	0.29	0.17	0.66	0.17	0.57

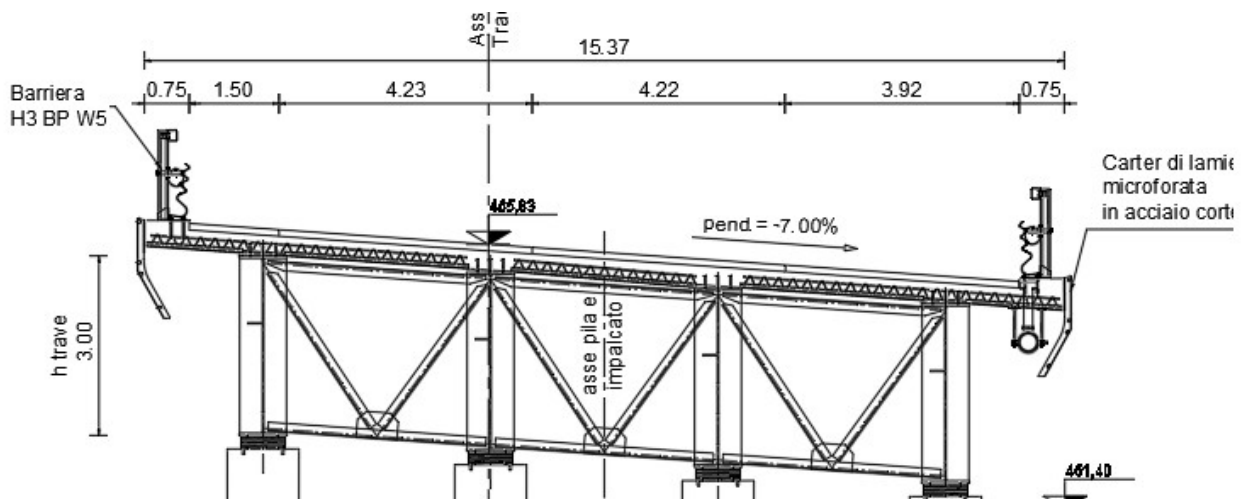
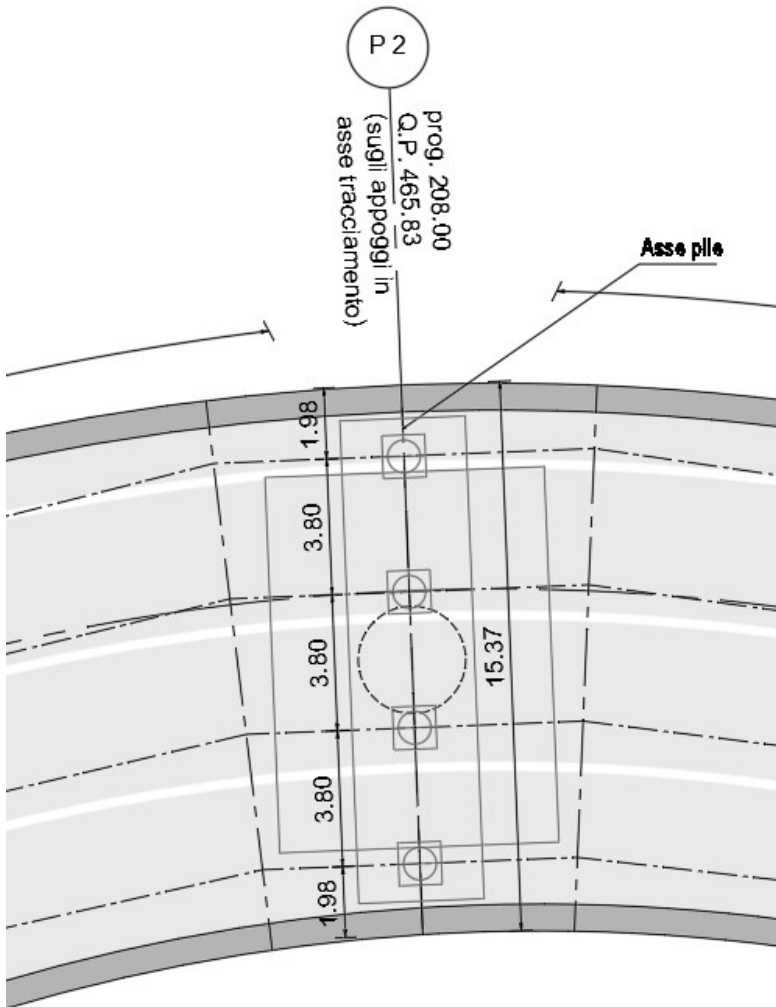
		sez.	9		10		11		12	
$\Delta\sigma$ - piattabande	$\Delta\sigma(A)$	$\Delta\sigma(F)$	6.82	24.93	7.58	26.78	3.56	18.61	0.17	12.91
$\Delta\sigma$ - anima	$\Delta\sigma(B)$	$\Delta\sigma(E)$	6.58	24.69	7.32	26.52	3.36	18.41	-0.00	12.74
FATICA_calcolata Giunto piattabande	$\Delta\sigma C$	90	44.73	44.73	44.73	44.73	44.73	44.73	44.73	44.73
	k ampl,sup	k ampl,inf	0.91	0.91	0.91	0.91	0.91	0.91	0.91	0.91
		$\eta$	0.15	0.56	0.17	0.60	0.08	0.42	0.00	0.29
FATICA_calcolata giunto d'anima	$\Delta\sigma C$	90	49.13	49.13	49.13	49.13	49.13	49.13	49.13	49.13
	k ampl,sup	k ampl,inf	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00
		$\eta$	0.13	0.50	0.15	0.54	0.07	0.37	0.00	0.26
FATICA_calcolata collegamento anima piattabanda	$\Delta\sigma C$	112	55.66	55.66	55.66	55.66	55.66	55.66	55.66	55.66
	k ampl,sup	k ampl,inf	0.91	0.91	0.91	0.91	0.91	0.91	0.91	0.91
		$\eta$	0.12	0.45	0.14	0.48	0.06	0.33	0.00	0.23
FATICA_calcolata irrigidimenti trasversali	$\Delta\sigma C$	80	43.67	43.67	43.67	43.67	43.67	43.67	43.67	43.67
		$\eta$	0.16	0.57	0.17	0.61	0.08	0.43	0.00	0.30

## 18. SOLETTA D'IMPALCATO

La soletta d'impalcato ha una larghezza variabile, per la verifica si considera la sua maggiore estensione sulla pila P2 in cui ha la seguente geometria:

- Larghezza totale di 15.37m
- cordoli laterali da 75cm
- larghezza singola carreggiata da 13.87m

La dimensione degli sbalzi laterali della soletta sono pari a 1.98 m e l'interasse delle travi è 3.8m.



La soletta d'impalcato, avente spessore complessivo pari a 32 cm, viene realizzata mediante getto in opera su predalles collaboranti, aventi spessore 70 mm. Le predalles sono armate con idonei tralci per sostenere la fase di getto.

PROGETTAZIONE ATI:

**GPINGEGNERIA**  
GESTIONE PROGETTI INGEGNERIA srl



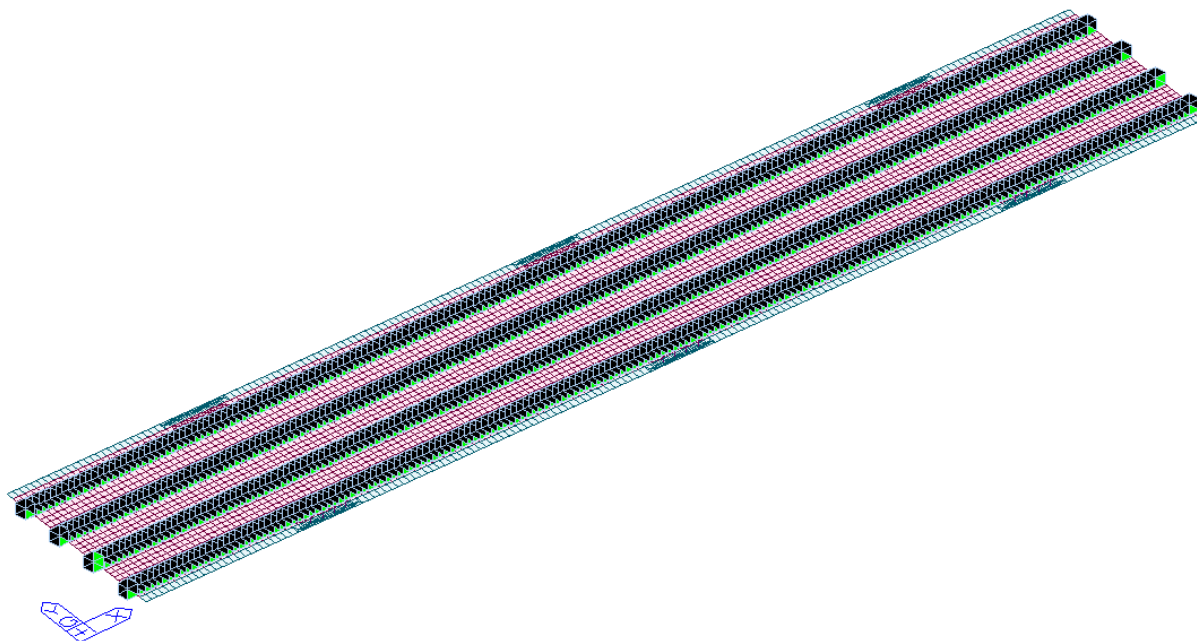
cooprogetti



### 18.1. DETERMINAZIONE DELLE SOLLECITAZIONI

Per la determinazioni degli stati di sollecitazione è stato realizzato il modello della soletta con elementi bidimensionali “plate” con luna lunghezza tale da non essere influenzato dagli effetti di bordo.

Le travi sono considerate come punti fissi.



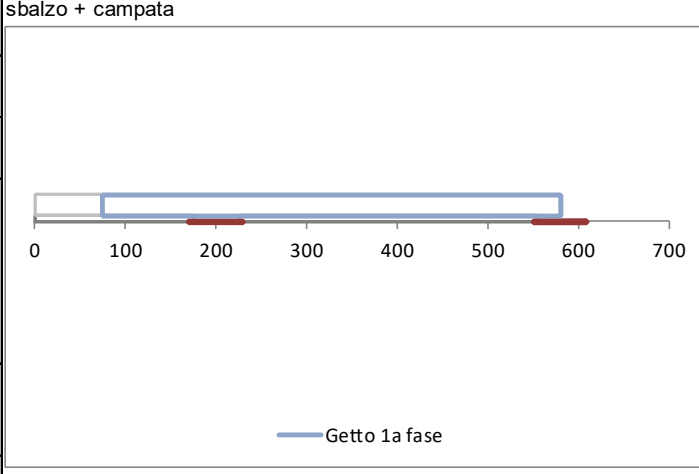
I riferimenti normativi per le verifiche condotte sono da individuarsi come segue:

- Le verifiche di resistenza a flessione sono condotte ai sensi del par. 4.1.2.1.2.4 del DM 17.1.2018;

#### Verifica della fase di getto

Si riporta la verifica della predalle nella configurazione più sfavorevo di interasse pari a 3.8m e sbalzo massimo di 2m

Larghezza modulo verifica direzione principale (con tralici)	$B_1$				<b>2400</b> mm		
Larghezza modulo verifica direzione secondaria (senza tralici)	$B_2$				<b>1000</b> mm		
Spessore totale (incluso predalle)	$H$				<b>320</b> mm		
Lastra predalle	Presente?	<b>VERO</b>	Materiale	<b>cls</b>	$H_p$	<b>70</b> mm	Getto 250 mm
Traliccio tipo 1	<b>12/16/10, H205</b>	Corr.inf.	<b>φ12</b>	Corr.sup.	<b>φ16</b>	Parete <b>φ10</b>	Htot <b>205</b> mm

Dati geometrici									
Tipo di schema statico	B		sbalzo + campata						
Larghezza totale	5.80	m							
Larghezza marciapiede/cordolo sx	0.00	m							
Spessore aggiuntivo sx	0	cm							
	0.00	m							
	0	cm							
Sbalzo complessivo soletta sx	2.00	m							
Sbalzo getto sx	MAX 2.00	1.25						m	
Interasse travi		3.80						m	
		0.00						m	
	MAX 0.00	0.00						m	
		0.00	m						
Spessore totale fondello	7.0	cm							
Materiale fondello	cls								
Spessore totale soletta	32	cm							
Spessore getto	25.0	cm							
Interasse predalles	2.40	m							
Numero tralicci / predalle (campata)	6	-	Tipo	1	H [mm]	Φinf	Φsup	Φpar	H utile [mm]
Numero tralicci / predalle (appoggio)	6	-	Tipo	1	205	12	16	10	205
Larghezza piattabanda superiore	60	cm							
Appoggio predalle sulle pb	5	cm							
Schema statico transitorio appoggio netto									

Armatura									
Considerare ferro aggiuntivo nel fondello della predalle			no	Predalle collaborante?			no		
Armatura singolo traliccio (campata)									
Corrente superiore	1	Φ16	Af,cs =	201	mm <sup>2</sup>				
Correnti inferiori	2	Φ12	Af,ci =	226	mm <sup>2</sup>				
Di default mettere 0	0	Φ20	Af,i1 =	0	mm <sup>2</sup>	numero di barre aggiuntive/traliccio			
Di default mettere 0	0	Φ0	Af,i2 =	0	mm <sup>2</sup>	numero di barre aggiuntive/traliccio			
Predalle metallica		4		0	mm <sup>2</sup>				
Di default mettere 0			Parziale	0	mm <sup>2</sup>				
Armatura intradosso			Af,inf =	226	mm <sup>2</sup>				
Armatura singolo traliccio (appoggio)									
Traliccio, superiore	1	Φ16	Af =	201	mm <sup>2</sup>				
Traliccio, inferiore	2	Φ12	Af =	226	mm <sup>2</sup>				
Di default mettere 0	0	Φ16	Af,i1 =	0	mm <sup>2</sup>	numero di barre aggiuntive/traliccio			
Di default mettere 0	0	Φ0	Af,i2 =	0	mm <sup>2</sup>	numero di barre aggiuntive/traliccio			
Predalle metallica		0		0	mm <sup>2</sup>				
Di default mettere 0	totale			0	mm <sup>2</sup>				
Armatura inferiore			totale		226	mm <sup>2</sup>			
					79				
<b>Tralicciatura di parete</b>	<b>2</b>	<b>Φ10.0</b>	passo	200	mm	base	<b>108</b> mm		

<b>Carichi</b>			
	Valori caratt/m <sup>2</sup>	Valori caratt/predalle	Valori SLU/predalle
Peso proprio fondello	1.75 kN/m <sup>2</sup>	4.20 kN/m	<b>5.67 kN/m</b>
Peso getto integrativo	6.25 kN/m <sup>2</sup>	15.00 kN/m	<b>20.25 kN/m</b>
Eventuale carico accidentale	1.00 kN/m <sup>2</sup>	2.40 kN/m	<b>3.60 kN/m</b>
<b>Carico totale</b>	<b>9.00 kN/m<sup>2</sup></b>	<b>21.60 kN/m</b>	<b>29.52 kN/m</b>
<b>Carico totale z.esterna al getto</b>	<b>2.75 kN/m<sup>2</sup></b>	<b>6.60 kN/m</b>	<b>9.27 kN/m</b>

<b>Caratteristiche della sollecitazione</b> (per singola predalle)			
Momento in campata transitorio, SLU	39.0 kNm	<i>calcolato in semplice appoggio sulla luce maggiore</i>	
Momento in campata a getto finito, SLU	25.4 kNm		
Momento sull'appoggio, SLU	-30.0 kNm	Momento sullo sbalzo, SLU	-59.04 kNm
Taglio sull'appoggio, SLU	57.2 kN		

<b>Verifiche di resistenza e stabilità 1a fase</b>					
<b>Campata</b>					
Fmax corr.superiore (singolo traliccio)	-32 kN	$\sigma_{s,sup}$	-158 MPa	$\sigma_s$	-103 MPa SLE ( $\gamma=1$ )
Fmax corr.inferiore (singolo traliccio)	32 kN	$\sigma_{s,inf}$	140 MPa	$\sigma_s$	91 MPa SLE ( $\gamma=1$ )
<b>Barre superiori</b> N,Ed sup =	-31.7 kN	<b>OK!</b>	<	55.2 kN	par. 4.2.4.1.3 DM14/1/2008
<b>Barre inferiori</b> armatura traliccio	1.000	Coefficienti di ripartizione sulle barre inferiori			
armatura aggiuntiva 1	0.000				
armatura aggiuntiva 2	0.000				
predalle metallica	0.000				
N,Ed traliccio =	15.8 kN	<b>OK!</b>	<	88.5 kN	par.4.2.4.1.2 DM14/1/2008
N,Ed aggiuntiva 1 =	0.0 kN				
N,Ed aggiuntiva 2 =	0.0 kN				
N,Ed predalle =	0.0 kN				
<b>Appoggio</b>					
Fmax corr.superiore (singolo traliccio)	24 kN	$\sigma_s$	121 MPa	$\sigma_s$	79 MPa SLE ( $\gamma=1$ )
Fmax corr.inferiore (singolo traliccio)	-24 kN	$\sigma_s$	-108 MPa	$\sigma_s$	-70 MPa SLE ( $\gamma=1$ )
<b>Barra superiore</b> N,Ed sup =	24.4 kN	<b>OK!</b>	<	79 kN	par. 4.2.4.1.2 DM14/1/2008
<b>Barre inferiori</b> armatura traliccio	1.000	Coefficienti di ripartizione sulle barre inferiori			
armatura aggiuntiva 1	0.000				
armatura aggiuntiva 2	0.000				
predalle metallica	0.000				
N,Ed traliccio =	-12.2 kN	<b>OK!</b>	<	12.3 kN	par. 4.2.4.1.3 DM14/1/2008
N,Ed aggiuntiva 1 =	0.0 kN				
N,Ed aggiuntiva 2 =	0.0 kN				
N,Ed predalle =	0.0 kN				
<b>Barra di parete</b> N,Ed parete =	-5 kN	<b>OK!</b>	<	17 kN	par. 4.2.4.1.3 DM14/1/2008

**18.1.1. CARICHI PERMANENTI**

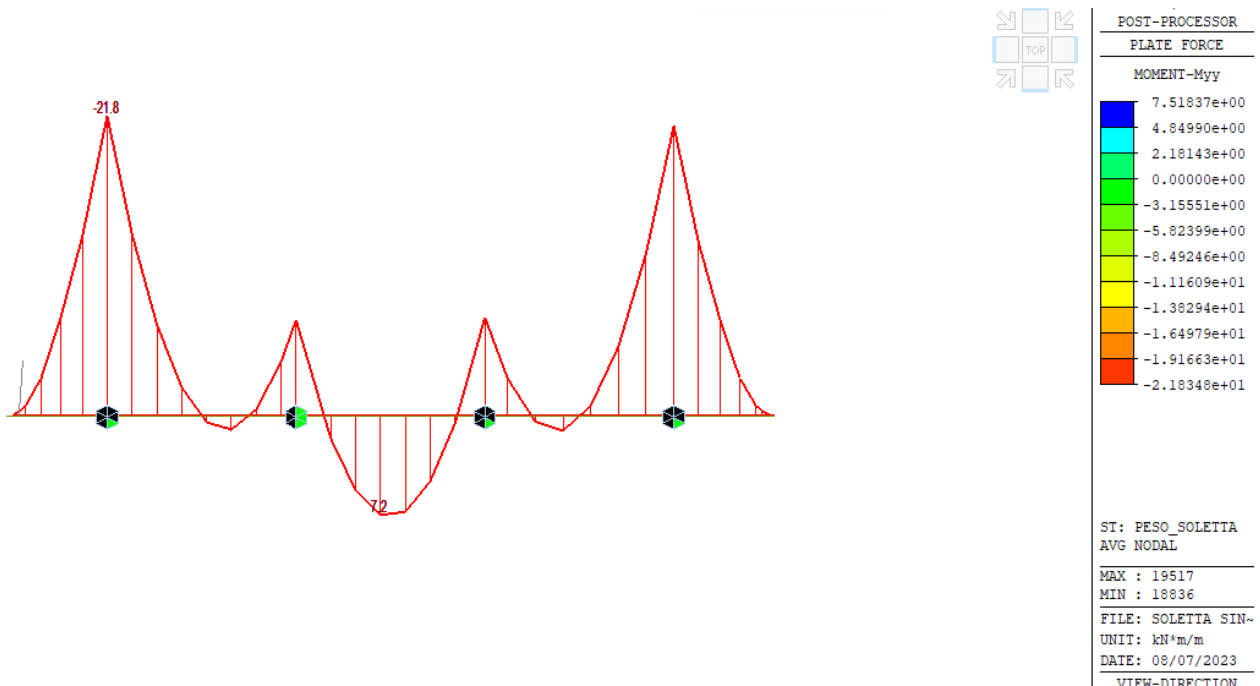


Diagramma dei momenti flettenti per carichi permanenti  
-Momento negativo sulla trave esterna: -21.8 kNm/m  
-Momento positivo tra le travi: 7.2 kNm/m

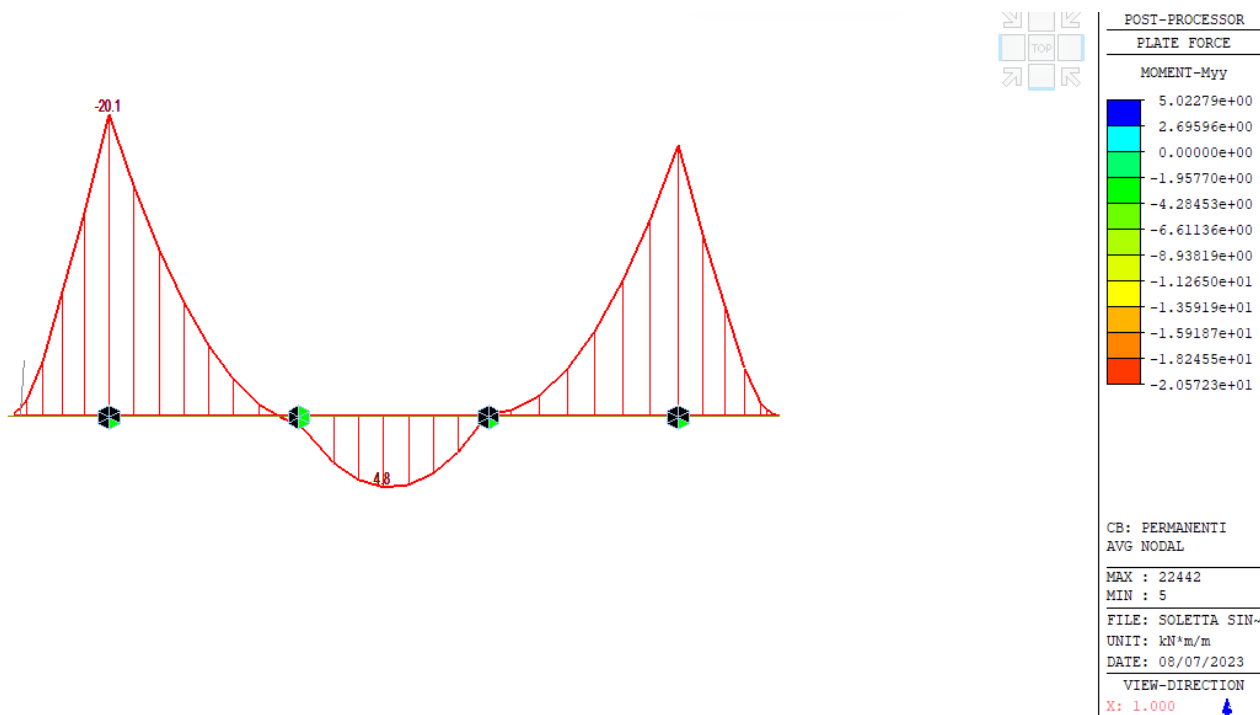
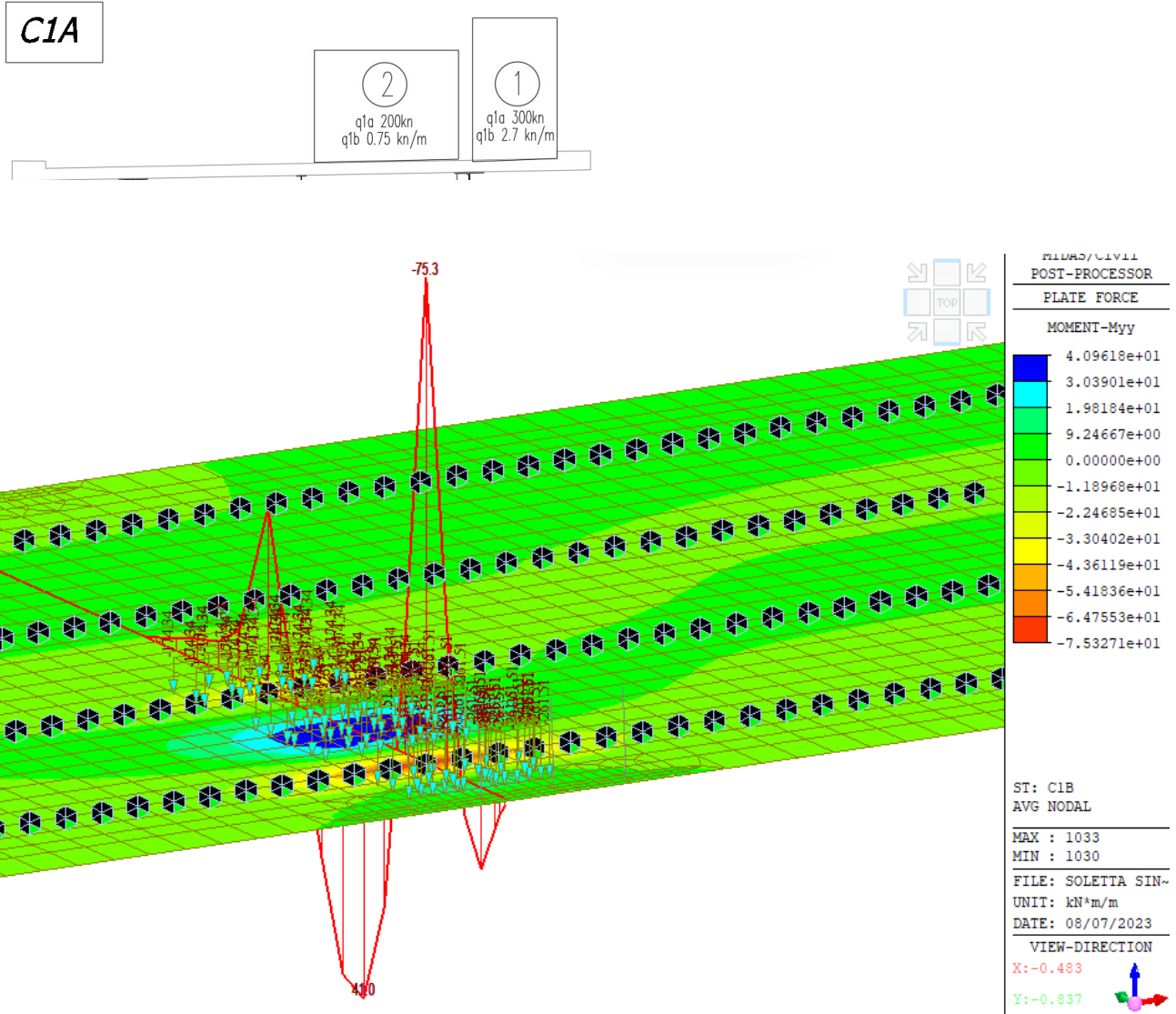


Diagramma dei momenti flettenti per carichi permanenti  
-Momento negativo sulla trave esterna: -20.1 kNm/m  
-Momento positivo tra le travi: 4.8 kNm/m

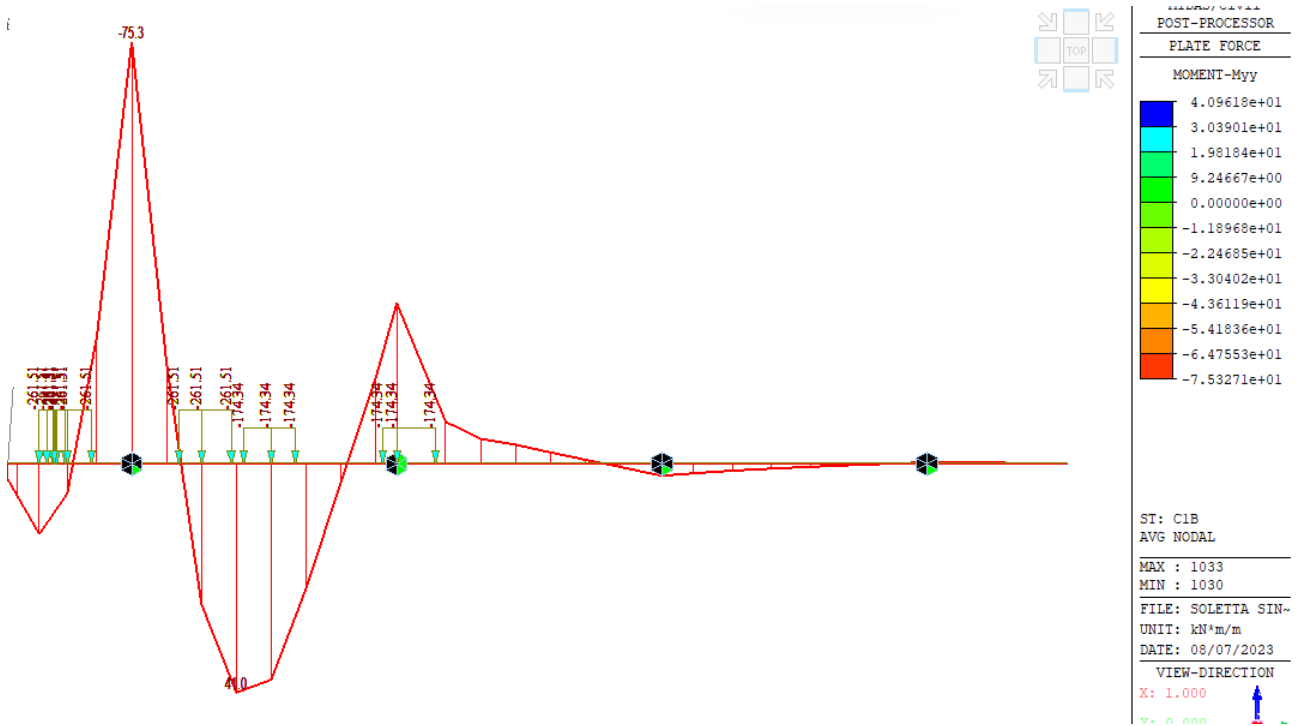
**18.1.2. CONDIZIONE DI CARICO A MOMENTO NEGATIVO SULLA TRAVE ESTERNA**

**1.1.1.1 Condizione C1a**

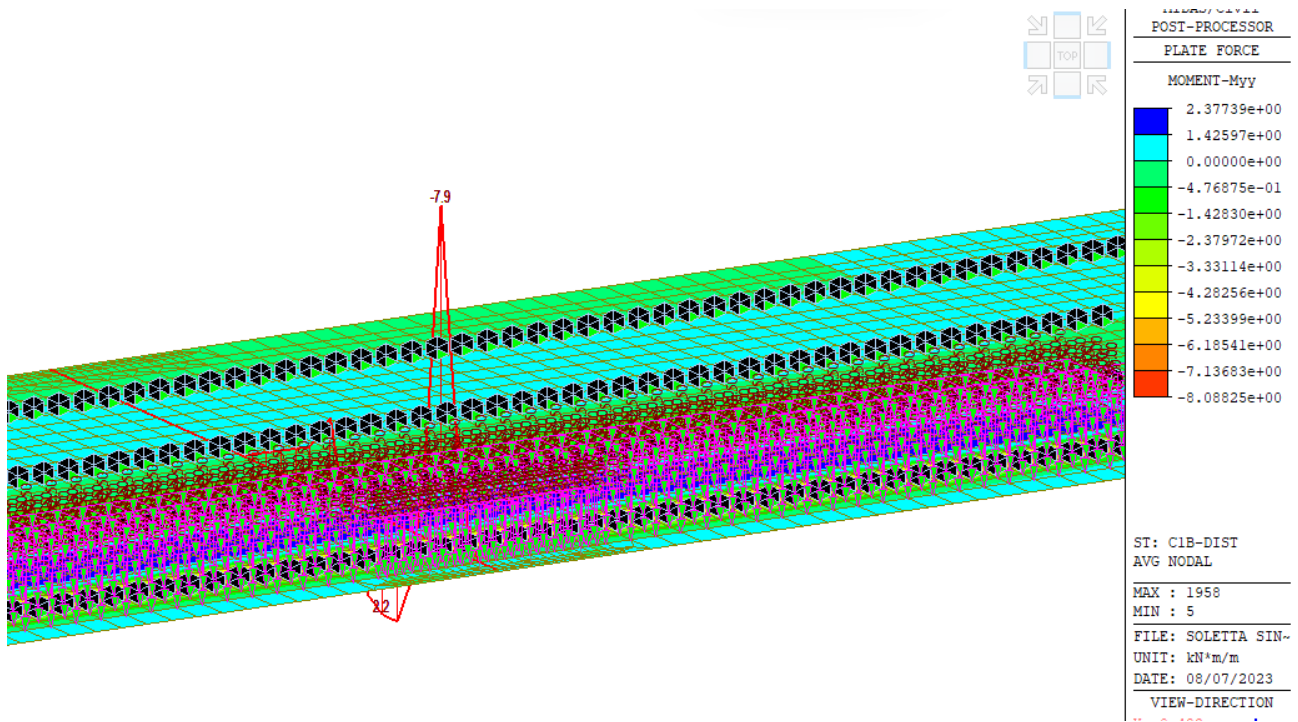


*Momento negativo sulla trave esterna per effetto del carico tandem*

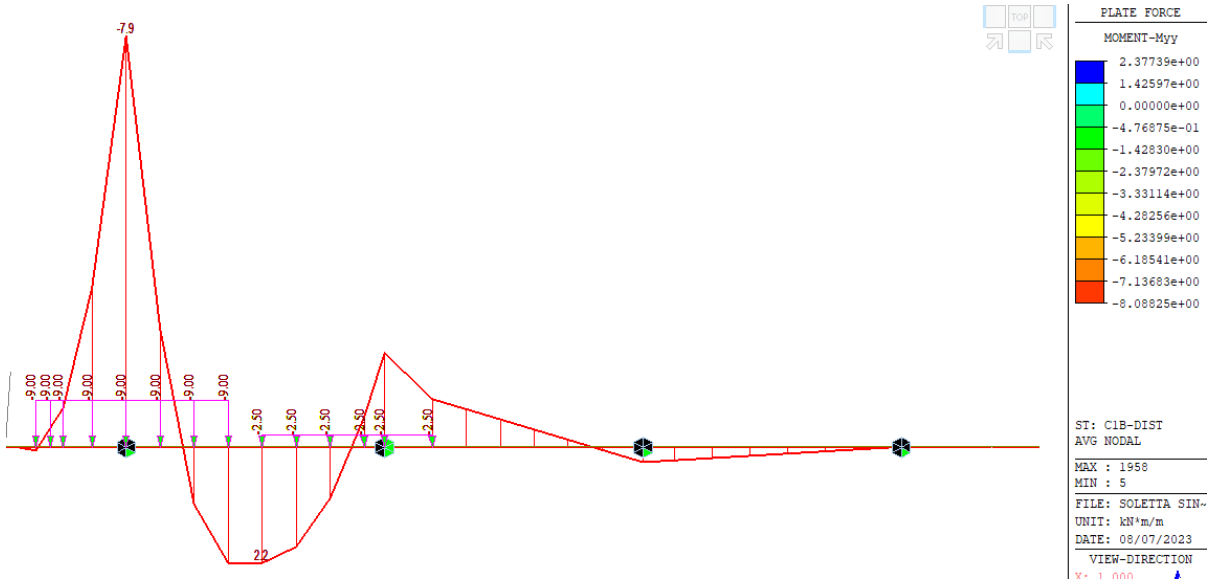




*Momento negativo sulla trave esterna per effetto del carico tandem*



*Momento negativo sulla trave esterna per effetto del carico distribuito*



Momento negativo sulla trave esterna per effetto del carico distribuito

### 1.1.1.1 verifica a momento negativo

Il momento negativo slu massimo è pari a:

$$M_{neg}: -21.8 \times 1.35 - 20.1 \times 1.5 - (7.9 + 75.3) \times 1.35 = -171.9 \text{ kNm/m}$$

Considerando una armatura minima all'estradosso di 5Ø24/m

Titolo : \_\_\_\_\_

N° strati barre  Zoom

N°	b [cm]	h [cm]	N°	As [cm²]	d [cm]
1	100	32	1	22.62	5
			2	15.71	28

Tipo Sezione  
 Rettan.re  Trapezi  
 a T  Circolare  
 Rettangoli  Coord.  
 DXF

File

Metodo di calcolo  
 S.L.U.+  S.L.U.-  
 Metodo n

Tipo flessione  
 Retta  Deviata

N° rett.

Calcola MRd  Dominio M-N

L<sub>0</sub>  cm  Col. modello

M-curvatura

Precompresso

Materiali

B450C	C35/45
ε <sub>su</sub> 67.5 ‰	ε <sub>c2</sub> 2 ‰
f <sub>yd</sub> 391.3 N/mm²	ε <sub>cu</sub> 3.5 ‰
E <sub>s</sub> 200,000 N/mm²	f <sub>cd</sub> 19.83
E <sub>s</sub> /E <sub>c</sub> 15	f <sub>cc</sub> /f <sub>cd</sub> 0.8
ε <sub>syd</sub> 1.957 ‰	σ <sub>c,adm</sub> 13.5
σ <sub>s,adm</sub> 255 N/mm²	τ <sub>co</sub> 0.8
	τ <sub>c1</sub> 2.257

M<sub>xRd</sub> -219 kNm

σ<sub>c</sub> -19.83 N/mm²

σ<sub>s</sub> 391.3 N/mm²

ε<sub>c</sub> 3.5 ‰

ε<sub>s</sub> 17.01 ‰

d 27 cm

x 4.607 w/d 0.1706

δ 0.7

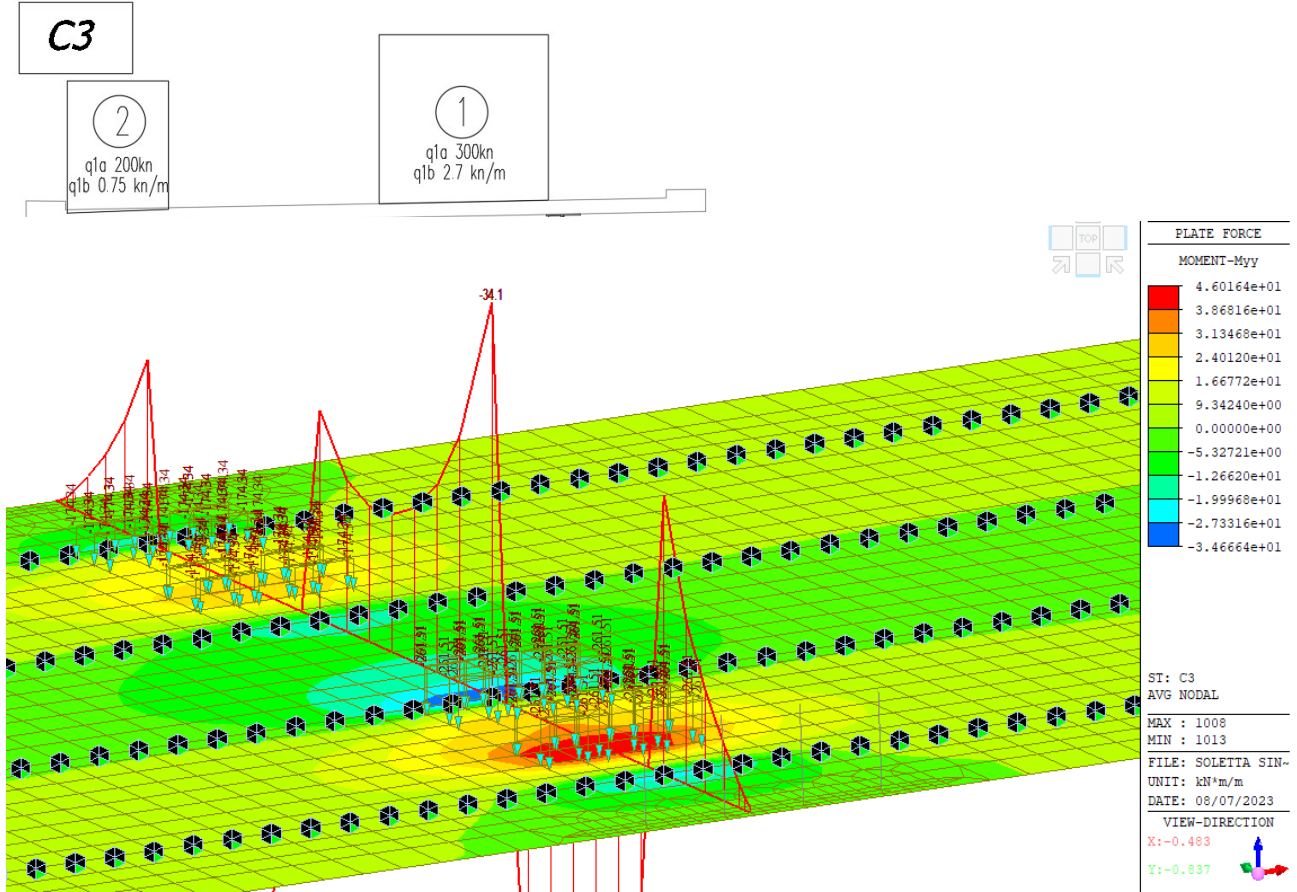
Lato calcestruzzo - Acciaio snervato

P.to applicazione N  
 Centro  Baricentro cls  
 Coord. [cm] xN 0 yN 0

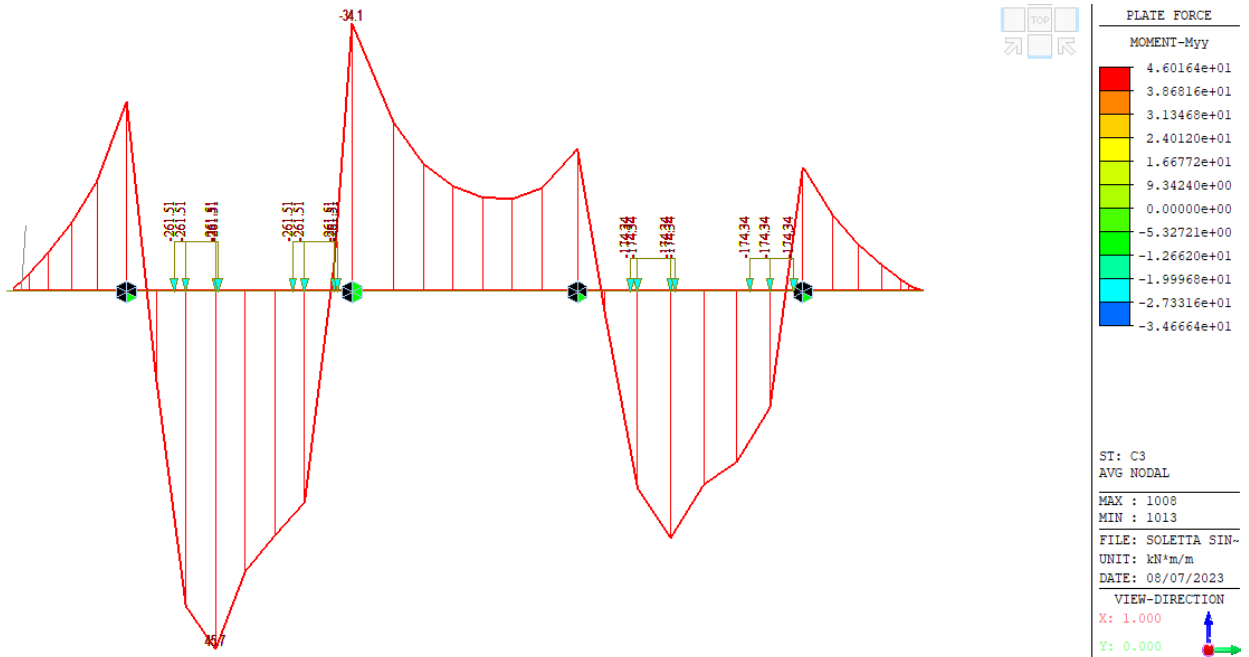
Tipo rottura

**18.1.3. CONDIZIONE DI CARICO A MOMENTO POSITIVO**

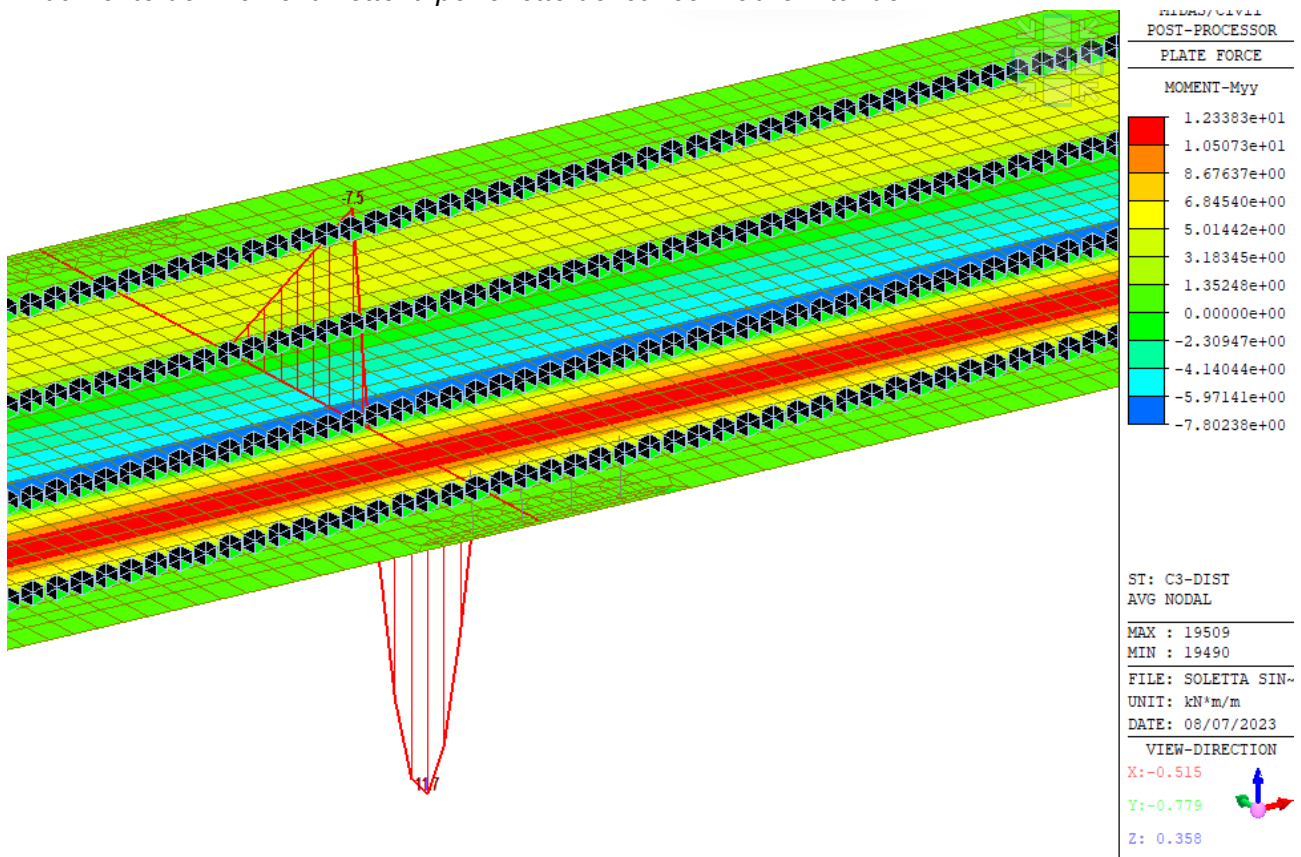
**1.1.1.2 Condizione C3**



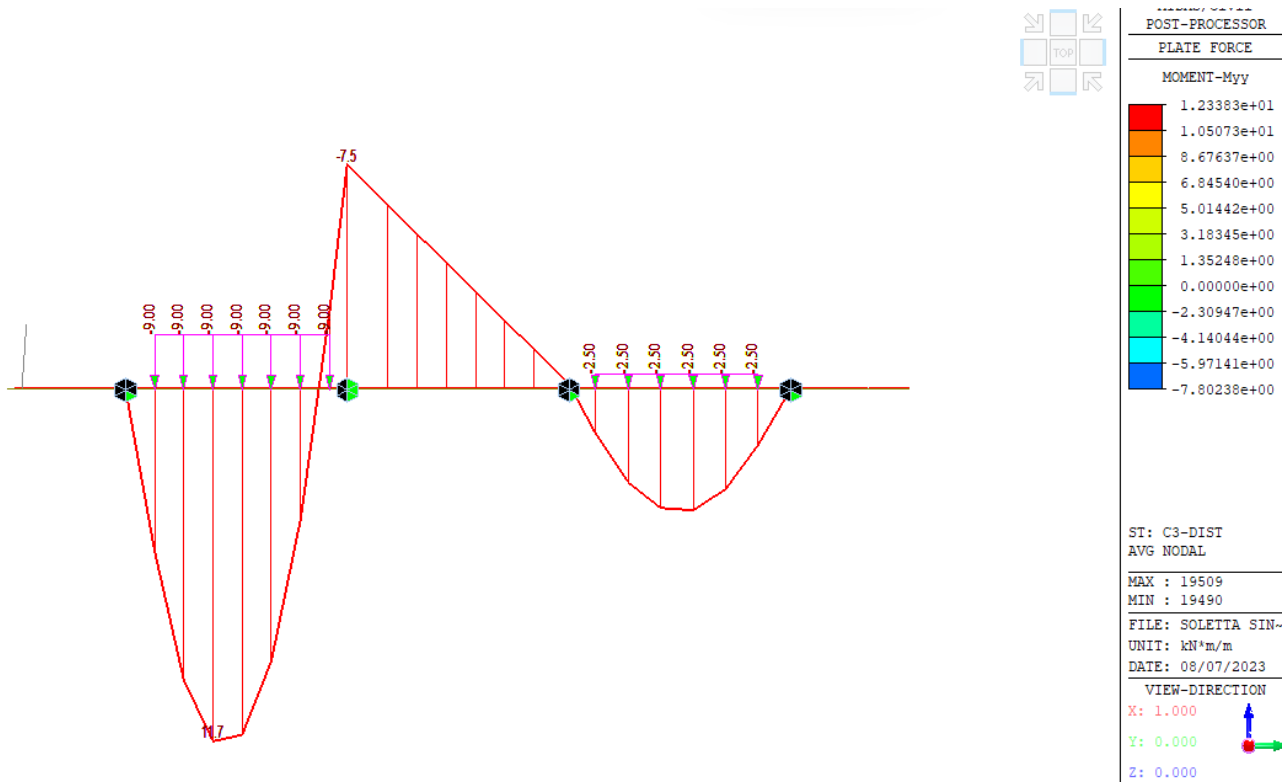
*Andamento dei momenti flettenti per effetto del carico mobile - tandem*



Andamento dei momenti flettenti per effetto del carico mobile – tandem



Andamento dei momenti flettenti per effetto del carico mobile – distribuiti



*Andamento dei momenti flettenti per effetto del carico mobile – distribuiti*

### 1.1.1.3 verifica a momento positivo

Il momento positivo slu massimo è pari a:

$$M_{pos} = 7.2 \times 1.35 + 4.8 \times 1.5 + (12 + 46) \times 1.35 = 95.2 \text{ kNm/m}$$

Si considera una armatura minima all'intradosso di  $5\varnothing 20/m$ .

**Titolo :** \_\_\_\_\_

N° strati barre  **Zoom**

N°	b [cm]	h [cm]	N°	As [cm²]	d [cm]
1	100	32	1	10.05	5
			2	15.71	28

**Sollecitazioni**  
S.L.U.  **Metodo n**

**P.to applicazione N**  
 Centro  Baricentro cls  
 Coord.[cm] xN  yN

**Materiali**  
**B450C** **C35/45**  
 $\epsilon_{su}$  67.5 ‰  $\epsilon_{c2}$  2 ‰  
 $f_{yd}$  391.3 N/mm<sup>2</sup>  $\epsilon_{cu}$  3.5 ‰  
 $E_s$  200.000 N/mm<sup>2</sup>  $f_{cd}$  19.83 ‰  
 $E_s/E_c$  15  $f_{cc}/f_{cd}$  0.8  
 $\epsilon_{syd}$  1.957 ‰  $\sigma_{c,adm}$  13.5  
 $\sigma_{s,adm}$  255 N/mm<sup>2</sup>  $\tau_{co}$  0.8  
 $\tau_{c1}$  2.257

**M**  $M_{xRd}$  163.8 kN m  
 $\sigma_c$  -19.83 N/mm<sup>2</sup>  
 $\sigma_s$  391.3 N/mm<sup>2</sup>  
 $\epsilon_c$  3.5 ‰  
 $\epsilon_s$  18.72 ‰  
d 28 cm  
x 4.411 x/d 0.1575  
 $\delta$  0.7

**Tipo Sezione**  
 Rettan.re  Trapezi  
 a T  Circolare  
 Rettangoli  Coord.  
 DXF

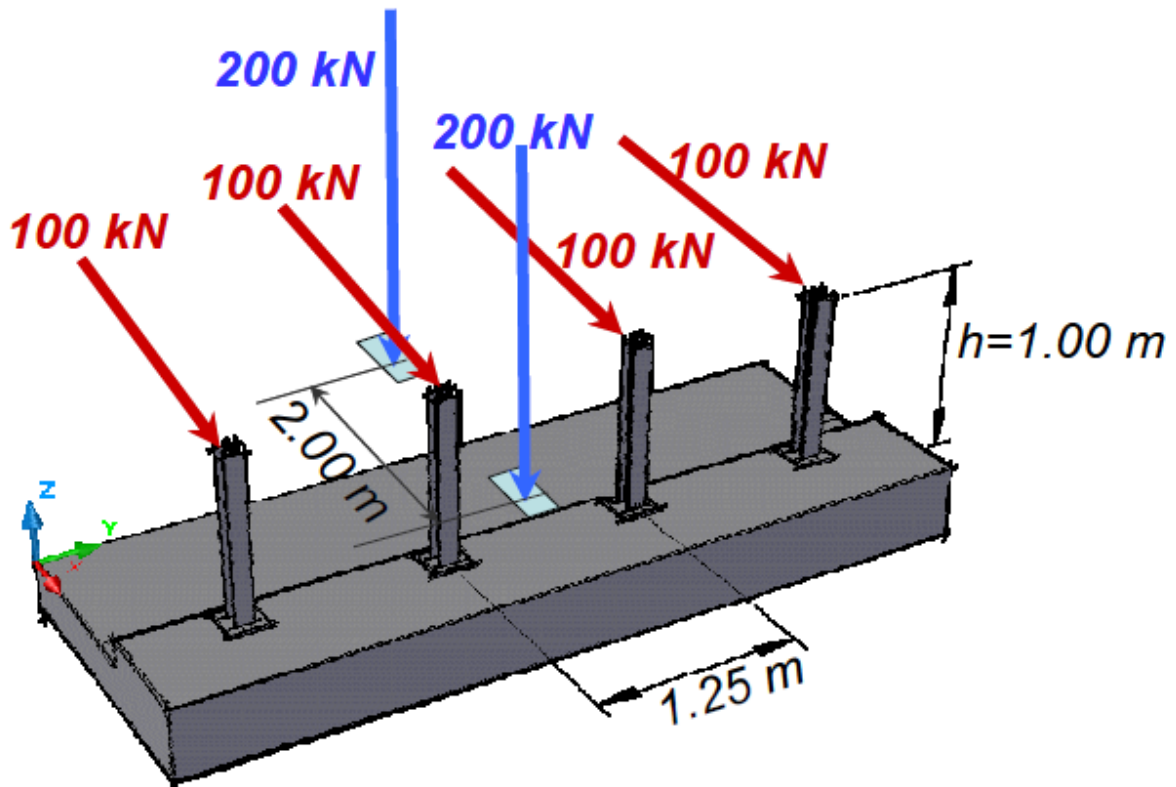
**Metodo di calcolo**  
 S.L.U.+  S.L.U.-  
 Metodo n

**Tipo flessione**  
 Retta  Deviata

N° rett. 100  
**Calcola MRd** **Dominio M-N**  
L<sub>0</sub> 0 cm **Col. modello**  
**M-curvatura**  
 Precompresso

#### 18.1.4. CONDIZIONE DI VEICOLO IN SVIO

Per la verifica del veicolo in svio si adotta il seguente schema di 4 forze da 100kN associate allo schema di carico 2:



Schema di carico per condizioni di progetto più severe.

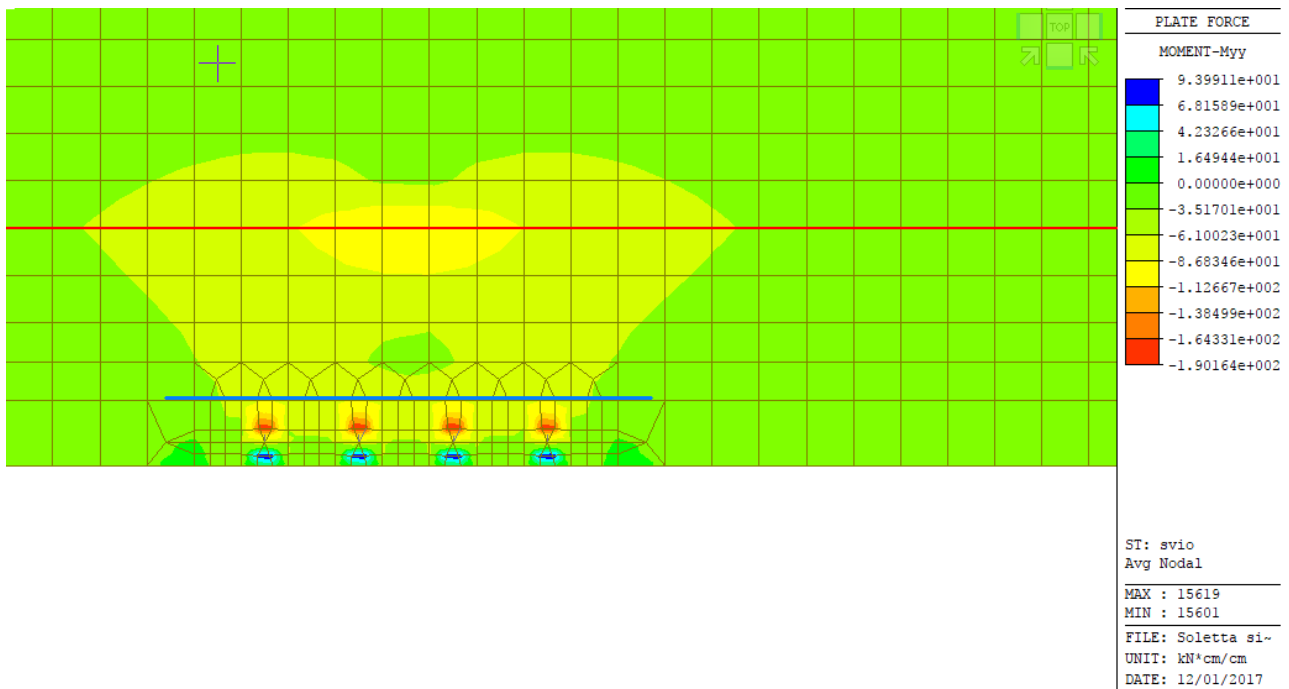


Diagramma del momento flettente (in rosso l'asse trave – in blu la sezione di spiccato del cordolo)

Il valore del momento flettente in corrispondenza della trave è pari a 89 kNm/metro minore del valore utilizzato per verificare lo sbalzo della soletta.

In corrispondenza della sezione di spiccato la sollecitazione flettente è pari a 50 kNm/metro ed una trazione di 1.2 kN/m.

Considerando un momento flettente aggiuntivo di 12 kNm/metro dovuto ai pesi permanenti ed alla barriera si ha la seguente verifica a tenso-flessione.

**Titolo :** \_\_\_\_\_

N° strati barre  **Zoom**

N°	b [cm]	h [cm]
1	100	32

N°	As [cm²]	d [cm]
1	15.71	5
2	15.71	28

**Tipo Sezione**  
 Rettan.re  Trapezi  
 a T  Circolare  
 Rettangoli  Coord.  
 DXF

**Sollecitazioni**  
 S.L.U.  Metodo n   
 N<sub>Ed</sub>  kN  
 M<sub>xEd</sub>  kNm  
 M<sub>yEd</sub>  kNm

**P.to applicazione N**  
 Centro  Baricentro cls  
 Coord.[cm] xN   
 yN

**Tipo rottura**  
 Lato calcestruzzo - Acciaio snervato

**Metodo di calcolo**  
 S.L.U.+  S.L.U.-  
 Metodo n

**Tipo flessione**  
 Retta  Deviata

**Materiali**  
 B450C C35/45  
 ε<sub>su</sub>  ‰ ε<sub>c2</sub>  ‰  
 f<sub>yd</sub>  N/mm<sup>2</sup> ε<sub>cu</sub>  ‰  
 E<sub>s</sub>  N/mm<sup>2</sup> f<sub>cd</sub>  ‰  
 E<sub>s</sub>/E<sub>c</sub>  f<sub>cc</sub>/f<sub>cd</sub>  ?  
 ε<sub>syd</sub>  ‰ σ<sub>c,adm</sub>  ‰  
 σ<sub>s,adm</sub>  N/mm<sup>2</sup> τ<sub>co</sub>  ‰  
 τ<sub>c1</sub>  ‰

M<sub>xRd</sub>  kN m  
 σ<sub>c</sub>  N/mm<sup>2</sup>  
 σ<sub>s</sub>  N/mm<sup>2</sup>  
 ε<sub>c</sub>  ‰  
 ε<sub>s</sub>  ‰  
 d  cm  
 x  x/d   
 δ

**Calcola MRd** **Dominio M-N**  
 L<sub>o</sub>  cm **Col. modello**  
**M-curvatura**  
 Precompresso

## 19. TRAVERSI

### 19.1. TRAVERSO CORRENTE

Per il dimensionamento del traverso corrente si considera lo stato di sollecitazione derivante dal comportamento globale in combinazione SLU.

#### Diagonali



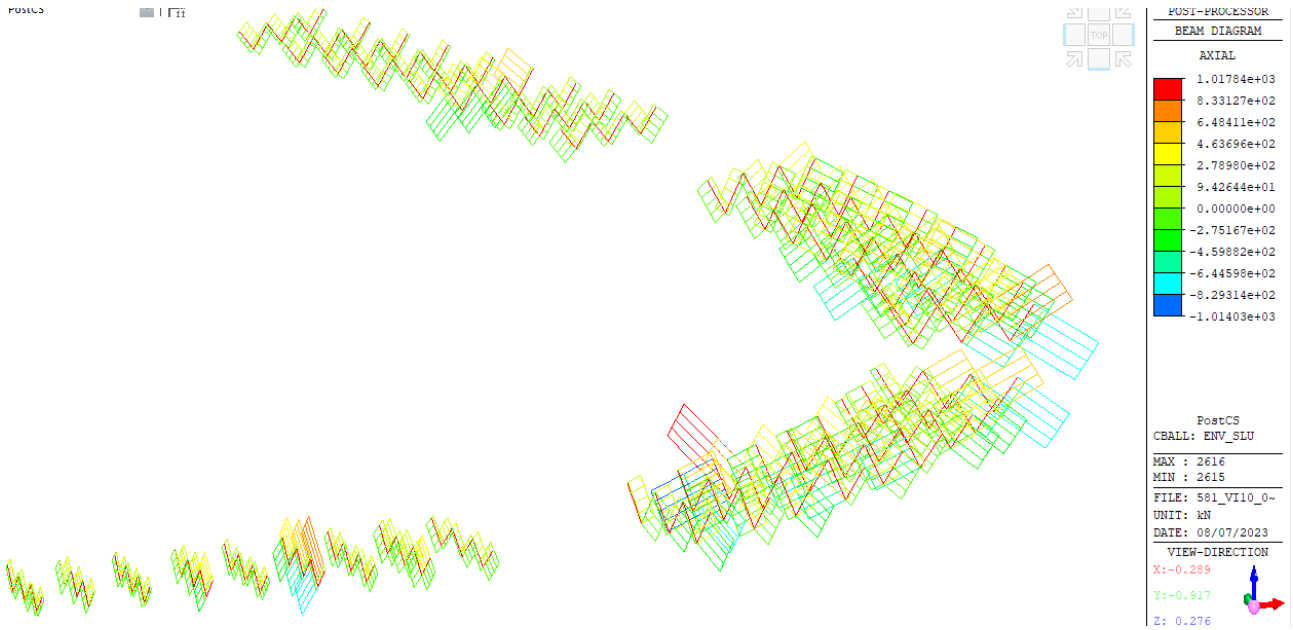


Diagramma involuppo degli sforzi normali in combinazione SLU -  $N=+/- 1017$  kN

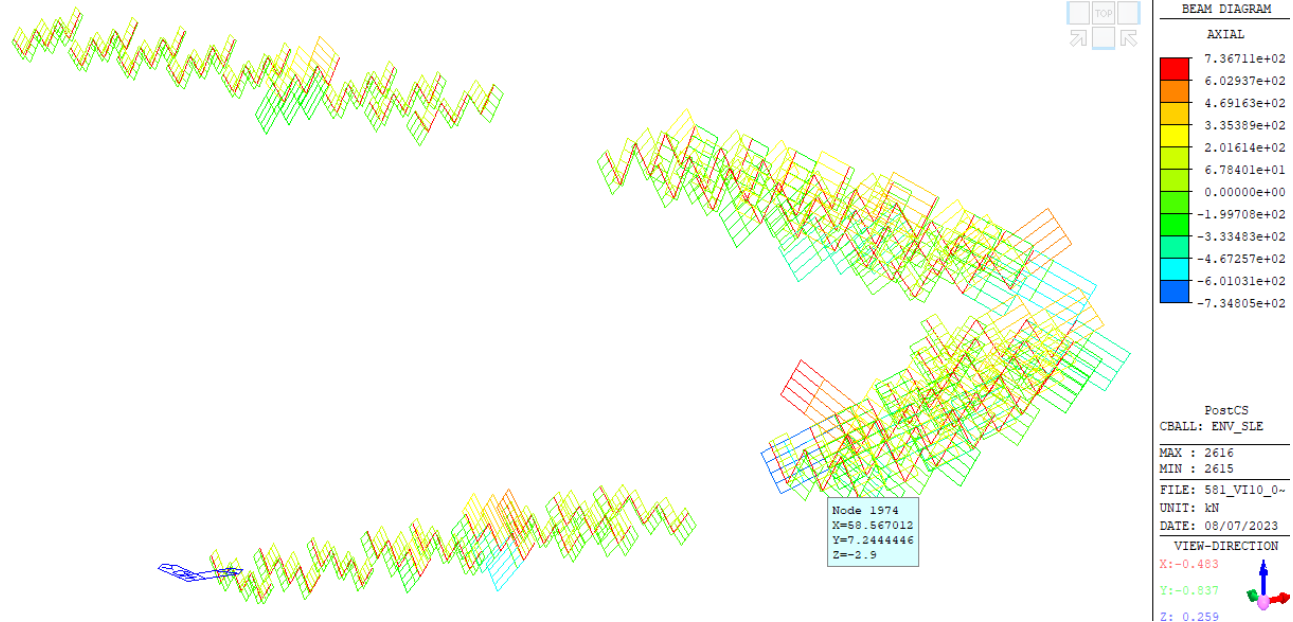


Diagramma involuppo degli sforzi normali in combinazione SLE -  $N=+/- 736$  kN

**Correnti**

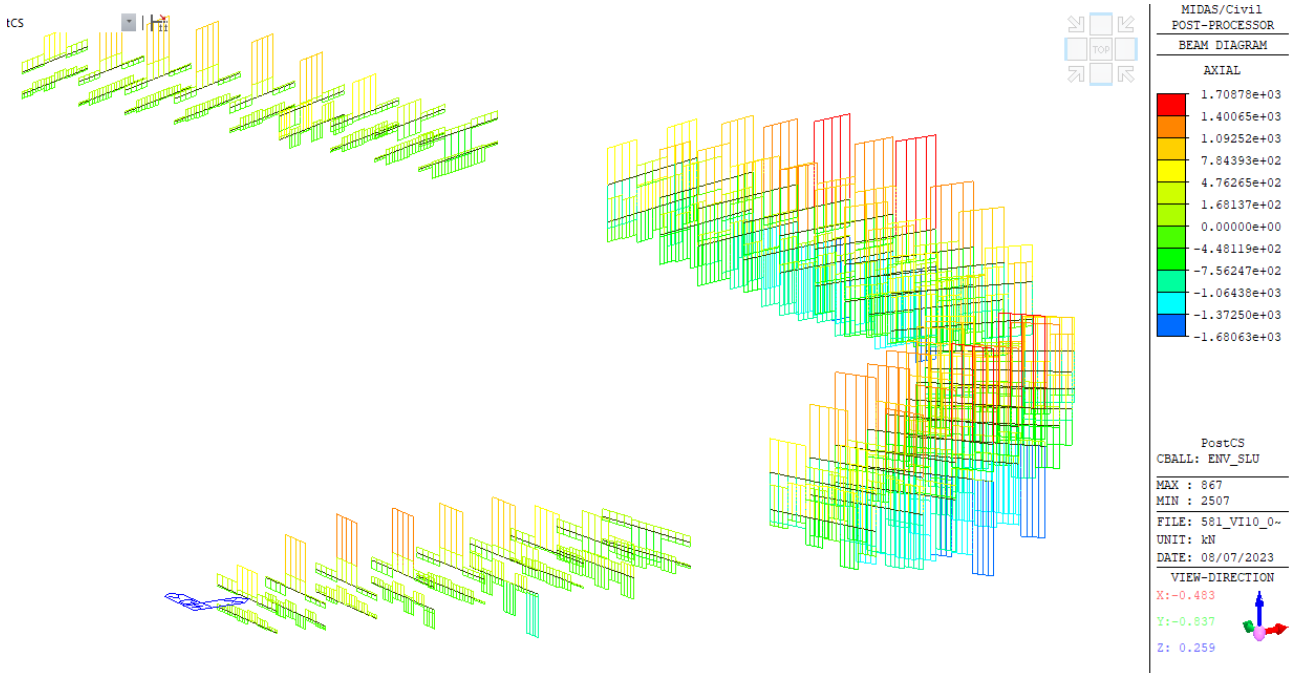


Diagramma involuppo degli sforzi normali in combinazione SLU -  $N=+/- 1700$  kN

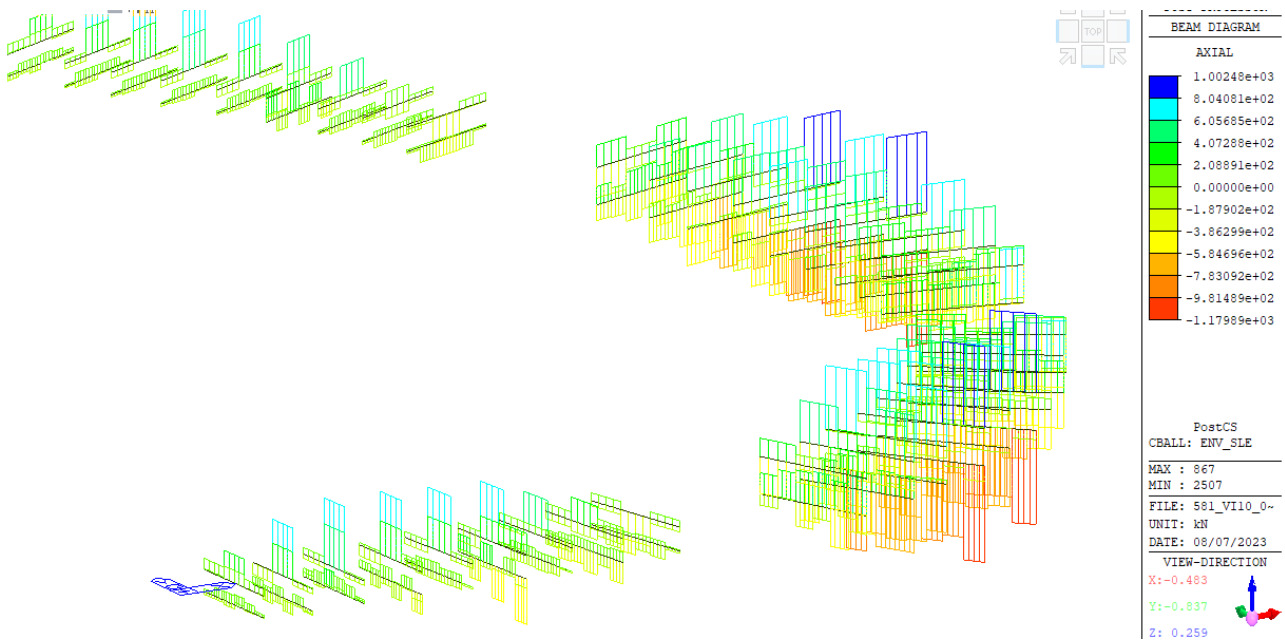
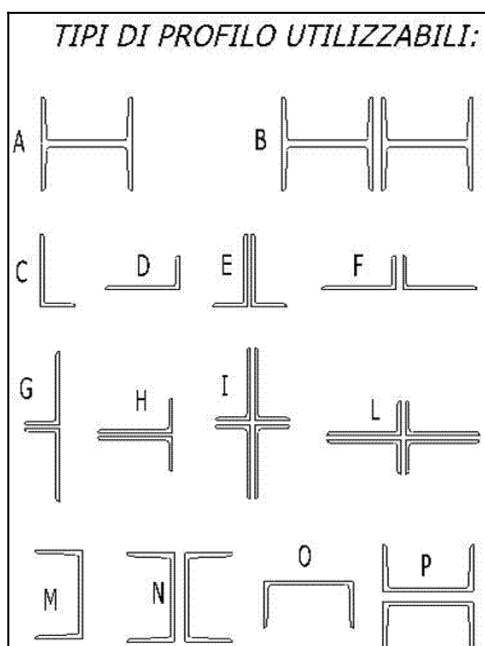


Diagramma involuppo degli sforzi normali in combinazione SLE -  $N=+/- 1179$  kN

Si riporta di seguito la verifica dei profili:



Legenda di composizione dei profili

DIAGONALE tipo			CORRENTE tipo		
101,700	-101,700	SLU	170,000	-170,000	SLU
73,600	-73,600	SLE variabile	73,600	-73,600	SLE variabile
RISULTATI			RISULTATI		
COMPRESSIONE	OK	0.655	COMPRESSIONE	OK	0.563
TRAZIONE	OK	0.436	TRAZIONE	OK	0.497
lunghezza dell'asta	300	cm	lunghezza dell'asta	380	cm
Tipo di vincolo asta	<i>entrambi i vincoli a cerniera</i>		Tipo di vincolo asta	<i>entrambi i vincoli a cerniera</i>	
profilo	<b>L 150 x 12</b>		profilo	<b>L 150 x 10</b>	
Tipo composizione	<b>E</b>		Tipo composizione	<b>I</b>	
<i>Due angolari accoppiati orizzontalmente</i>			<i>Quattro angolari a croce</i>		
A (singolo profilo) =	34.83	cm <sup>2</sup>	A (singolo profilo) =	29.27	cm <sup>2</sup>
e <sub>x</sub> (singolo profilo) =	4.12	cm	e <sub>x</sub> (singolo profilo) =	4.03	cm
e <sub>y</sub> (singolo profilo) =	4.12	cm	e <sub>y</sub> (singolo profilo) =	4.03	cm
u (singolo profilo) =		cm	u (singolo profilo) =		cm
v (singolo profilo) =		cm	v (singolo profilo) =		cm
J <sub>x</sub> (singolo profilo) =	736.90	cm <sup>4</sup>	J <sub>x</sub> (singolo profilo) =	624.00	cm <sup>4</sup>
J <sub>y</sub> (singolo profilo) =	736.90	cm <sup>4</sup>	J <sub>y</sub> (singolo profilo) =	624.00	cm <sup>4</sup>
J <sub>max</sub> (singolo profilo) =		cm <sup>4</sup>	J <sub>max</sub> (singolo profilo) =		cm <sup>4</sup>
J <sub>min</sub> (singolo profilo) =		cm <sup>4</sup>	J <sub>min</sub> (singolo profilo) =		cm <sup>4</sup>
<b>A (composizione) =</b>	<b>70</b>	<b>cm<sup>2</sup></b>	<b>A (composizione) =</b>	<b>117</b>	<b>cm<sup>2</sup></b>
<b>J<sub>x</sub> (composizione) =</b>	<b>1,474</b>	<b>cm<sup>4</sup></b>	<b>J<sub>x</sub> (composizione) =</b>	<b>5,171</b>	<b>cm<sup>4</sup></b>
<b>J<sub>y</sub> (composizione) =</b>	<b>3,126</b>	<b>cm<sup>4</sup></b>	<b>J<sub>y</sub> (composizione) =</b>	<b>5,171</b>	<b>cm<sup>4</sup></b>
<b>J<sub>max</sub> (composizione) =</b>	<b>3,126</b>	<b>cm<sup>4</sup></b>	<b>J<sub>max</sub> (composizione) =</b>	<b>5,171</b>	<b>cm<sup>4</sup></b>
<b>J<sub>min</sub> (composizione) =</b>	<b>1,474</b>	<b>cm<sup>4</sup></b>	<b>J<sub>min</sub> (composizione) =</b>	<b>5,171</b>	<b>cm<sup>4</sup></b>
Sp. piatto collegamento =	1.5	cm	Sp. piatto collegamento =	1.5	cm
Sp. profilo =	1.2	cm	Sp. profilo =	1	cm
Verifiche di stabilità di aste compresse			Verifiche di stabilità di aste compresse		
	<i>piano XX</i>	<i>piano YY</i>		<i>piano XX</i>	<i>piano YY</i>
L0 =	300	300	L0 =	341	341
i_min [cm] =	4.6	6.7	i_min [cm] =	6.6	6.6
passo imbottiture =	69.0	cm	passo imbottiture =	99.7	cm
β =	1	1	β =	1	1
λ geometrica =	65.2	44.8	λ geometrica =	51.3	51.3
f <sub>y</sub> [DaN/cm <sup>2</sup> ] =	3550	3550	f <sub>y</sub> [DaN/cm <sup>2</sup> ] =	3550	3550
Ncr [DaN] =	339,403	719870.3	Ncr [DaN] =	923,059	923059.0
λ <sup>Λ</sup> =	0.854	0.6	λ <sup>Λ</sup> =	0.671	0.7
Curva instabilità	b	b	Curva instabilità	b	b
α =	0.34	0.3	α =	0.34	0.34
Φ =	0.975	0.7	Φ =	0.805	0.8
χ =	0.691	0.8	χ =	0.800	0.8
Nb,Rd [daN] =	155,315	189,734	Nb,Rd [daN] =	302,210	302,210
Nb,Ed [daN] =	101,700	101,700	Nb,Ed [daN] =	170,000	170,000
NEd/NRd [daN] =	<b>0.655</b>	<b>0.536</b>	NEd/NRd [daN] =	<b>0.563</b>	<b>0.563</b>

Verifica di resistenza dei giunti agli SLU a taglio			Verifica di resistenza dei giunti agli SLU a taglio		
bulloni M	24	10.9	bulloni M	27	10.9
Disposizione bulloni	quinconce	e	Disposizione bulloni	quinconce	
	<i>piastra</i>	<i>profilo</i>		<i>piastra</i>	<i>profilo</i>
e1 [mm]	51	51	e1 [mm]	65	65
	OK	OK		OK	OK
e2 [mm]	36	36	e2 [mm]	40	40
	OK	OK		OK	OK
p1 [mm]	90	90	p1 [mm]	90	90
	OK	OK		OK	OK
p2 [mm]	93	93	p2 [mm]	73	73
	OK	OK		OK	OK
L [mm]	103	103	L [mm]	86	86
fub	10000	kg/cm2	fub	10000	kg/cm2
Fv,s Rd	18,096	daN	Fv,s Rd	22,902	daN
Fv,s Rd_tot	36,191	daN	Fv,s Rd_tot	45,804	daN
n° min taglio =	<b>3</b>	bulloni	n° min taglio =	<b>4</b>	bulloni
Verifica a rifollamento piastra e profilo			Verifica a rifollamento piastra e profilo		
piastra	1.5	cm	piastra	1.5	cm
profilo	1.2	cm	profilo	1	cm
sp coprigiunto	0	cm	sp coprigiunto	0	cm
	<i>piastra</i>	<i>profilo</i>		<i>piastra</i>	<i>profilo</i>
cest =	0.67	0.67	cest =	0.72	0.72
cint =	0.93	0.93	cint =	0.75	0.75
kest =	2.25	2.25	kest =	2.03	2.03
kint =	2.50	2.50	kint =	2.50	2.50
Fb, Rd (bordo) [DaN] =	22,061	35,297	Fb, Rd (bordo) [DaN] =	24,266	32,354
Fb, Rd (interni) [DaN] =	34,020	54,432	Fb, Rd (interni) [DaN] =	30,983	41,310
F Rd, rifollamento =	22,061	DaN	F Rd, rifollamento =	24,266	DaN
n° min rifollamento =	<b>5</b>	minimo su piastra	n° min rifollamento =	<b>8</b>	minimo su piastra

## 19.2. TRAVERSI IN APPOGGIO

Per il dimensionamento del traverso corrente si considera lo stato di sollecitazione derivante dal comportamento globale in combinazione SLU e dall'azione sismica.

### Diagonali

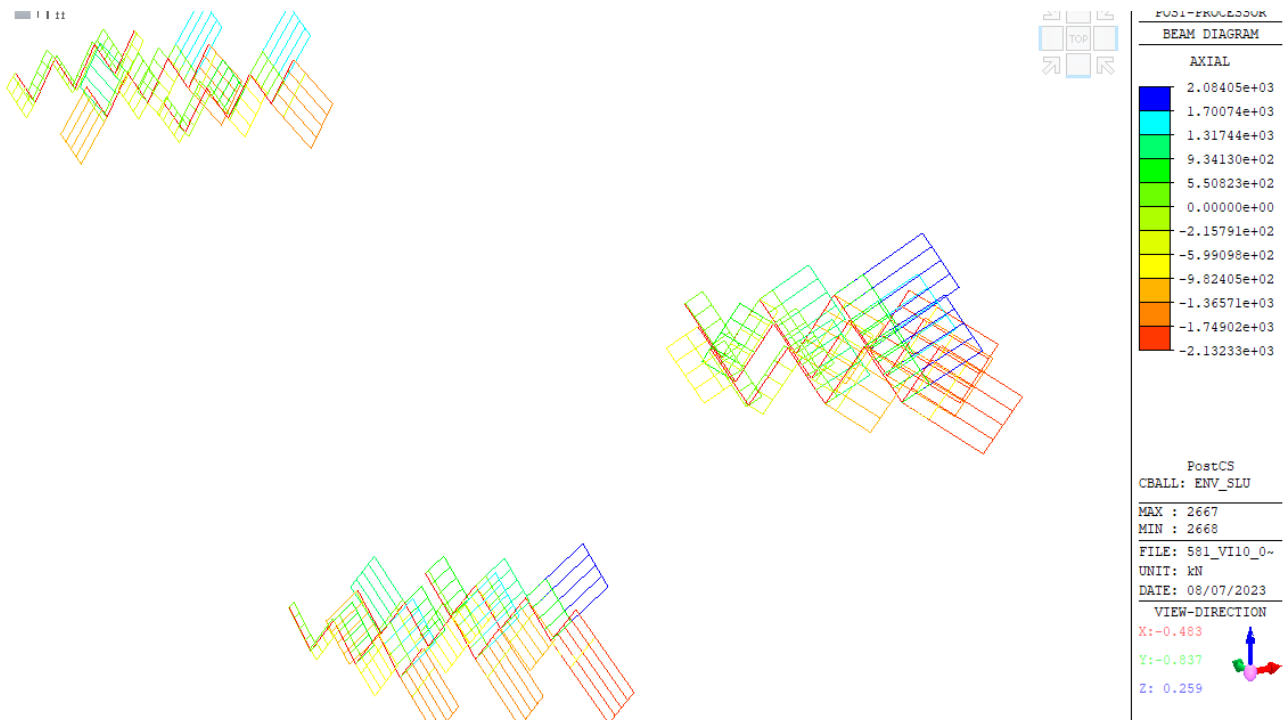


Diagramma involucro degli sforzi normali in combinazione SLU - N=- 2130 kN / + 2084 kN

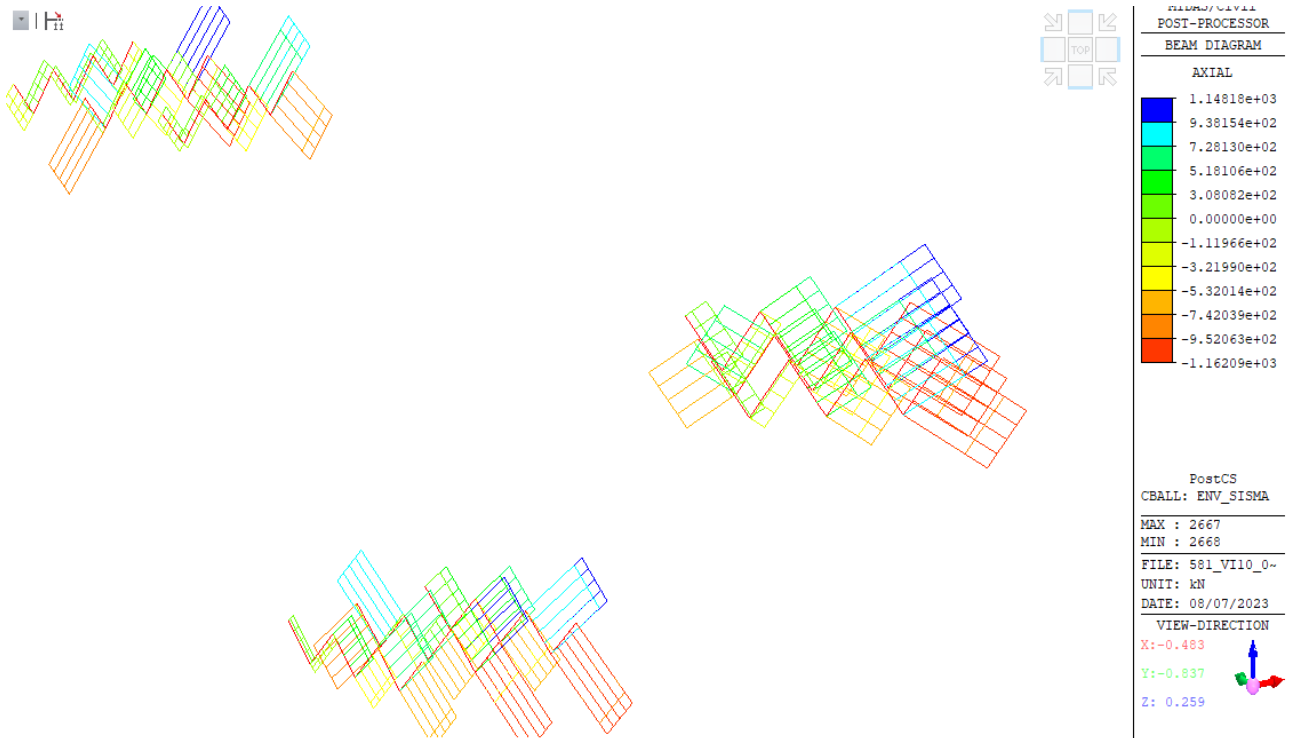


Diagramma involuppo degli sforzi normali in combinazione SISMICA - N=+/- 1116 kN

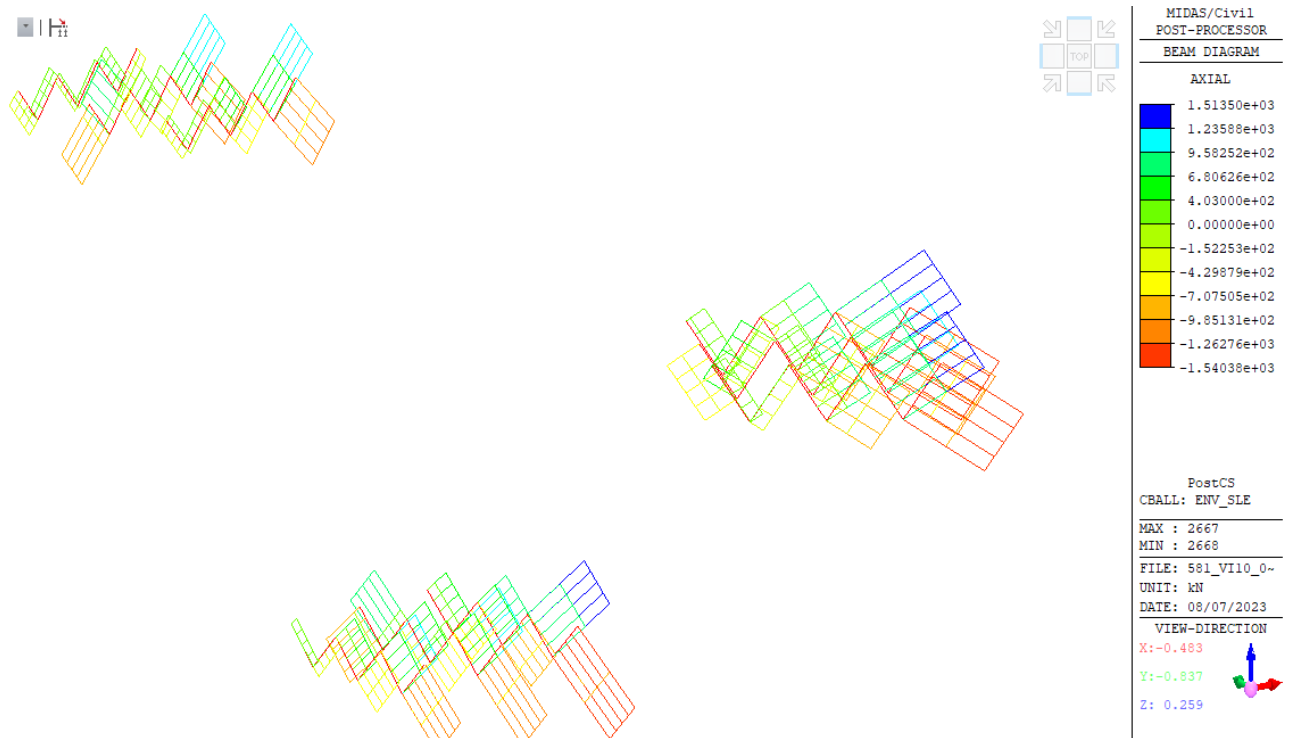


Diagramma involuppo degli sforzi normali in combinazione SLE - N=+/- 1540 kN

**Correnti**

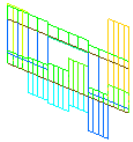
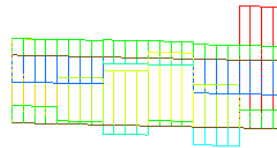
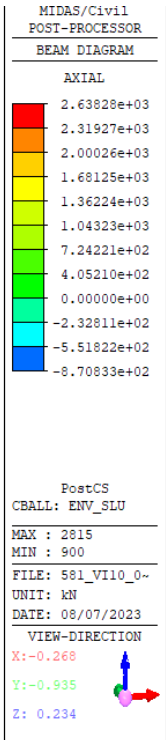
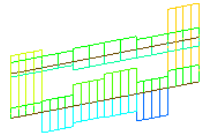


Diagramma involuppo degli sforzi normali in combinazione SLU - N=- 870 kN / + 2638 kN

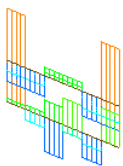
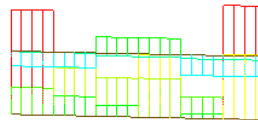
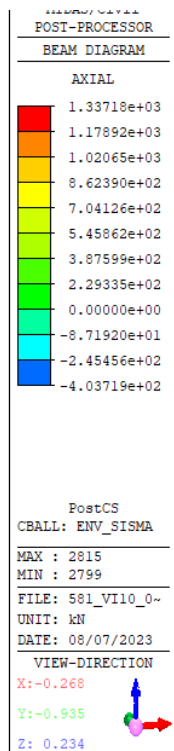
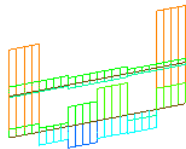


Diagramma involuppo degli sforzi normali in combinazione SISMICA - N=- 403 kN / + 1337 kN



11

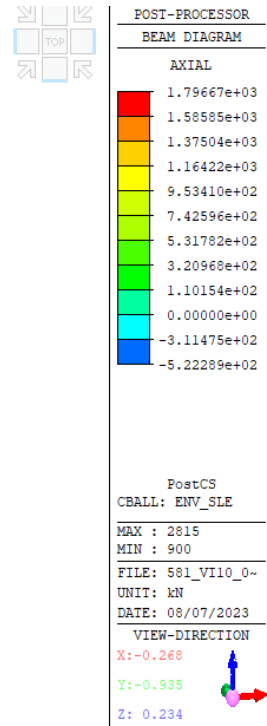
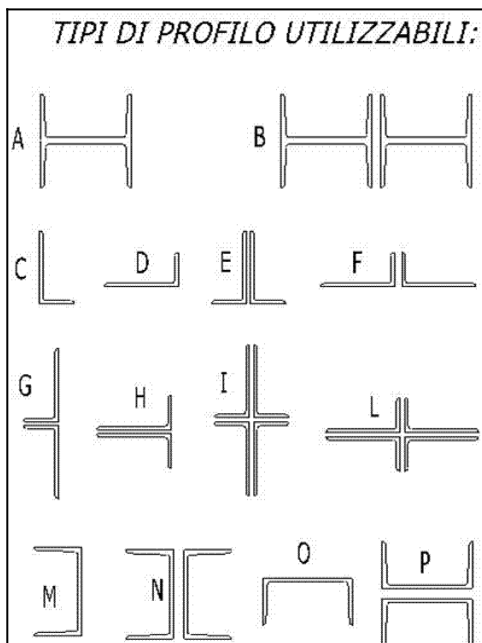


Diagramma involuppo degli sforzi normali in combinazione SLE - N=- 522 kN / + 1796 kN

Si riporta di seguito la verifica dei profili:



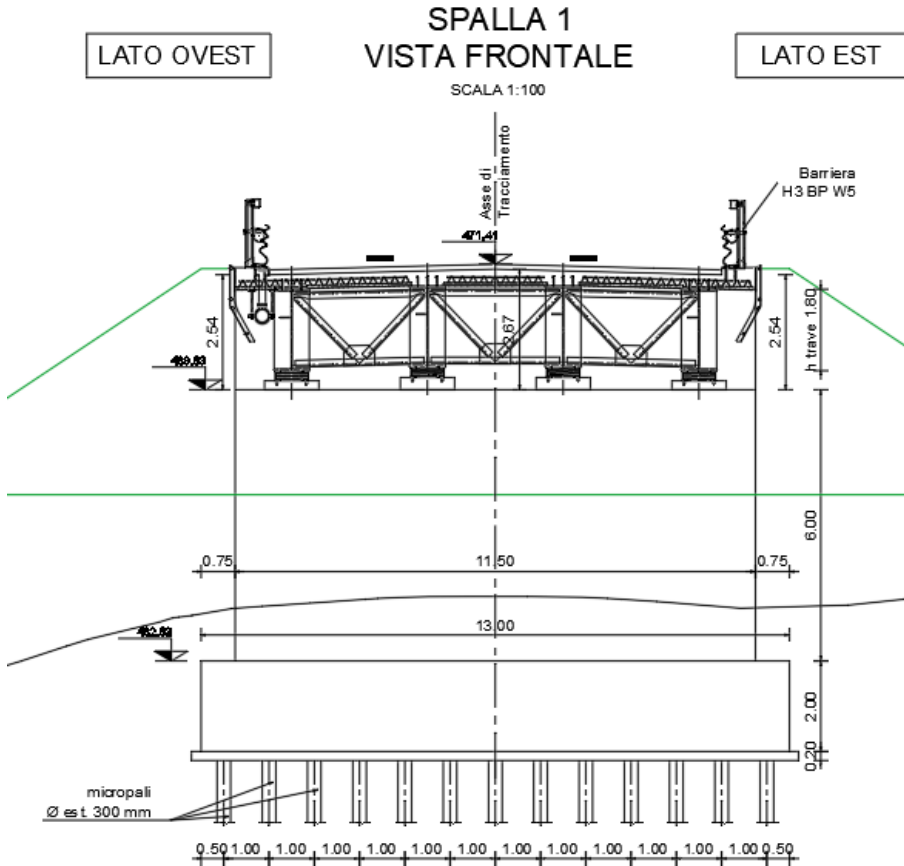
Legenda di composizione dei profili

CORRENTE zona pila			DIAGONALE zona pila		
263,800	-87,000	SLU	208,400	-213,000	SLU
179,600	-52,200	SLE	154,000	-154,000	SLE variabile
RISULTATI			RISULTATI		
COMPRESSIONE	OK	0.197	COMPRESSIONE	OK	0.746
TRAZIONE	OK	0.508	TRAZIONE	OK	0.596
lunghezza dell'asta	380	cm	lunghezza dell'asta	300	cm
Tipo di vincolo asta	<i>entrambi i vincoli a cerniera</i>		Tipo di vincolo asta	<i>entrambi i vincoli a cerniera</i>	
profilo	L 150 x 15		profilo	L 180 x 15	
Tipo composizione	I		Tipo composizione	E	
<i>Quattro angolari a croce</i>			<i>Due angolari accoppiati orizzontalmente</i>		
A (singolo profilo) =	43.02	cm <sup>2</sup>	A (singolo profilo) =	52.10	cm <sup>2</sup>
e <sub>x</sub> (singolo profilo) =	4.25	cm	e <sub>x</sub> (singolo profilo) =	4.98	cm
e <sub>y</sub> (singolo profilo) =	4.25	cm	e <sub>y</sub> (singolo profilo) =	4.98	cm
u (singolo profilo) =		cm	u (singolo profilo) =		cm
v (singolo profilo) =		cm	v (singolo profilo) =		cm
J <sub>x</sub> (singolo profilo) =	898.10	cm <sup>4</sup>	J <sub>x</sub> (singolo profilo) =	1590.00	cm <sup>4</sup>
J <sub>y</sub> (singolo profilo) =	898.10	cm <sup>4</sup>	J <sub>y</sub> (singolo profilo) =	1590.00	cm <sup>4</sup>
J <sub>max</sub> (singolo profilo) =		cm <sup>4</sup>	J <sub>max</sub> (singolo profilo) =		cm <sup>4</sup>
J <sub>min</sub> (singolo profilo) =		cm <sup>4</sup>	J <sub>min</sub> (singolo profilo) =		cm <sup>4</sup>
<b>A (composizione) =</b>	<b>172.08</b>	<b>cm<sup>2</sup></b>	<b>A (composizione) =</b>	<b>104.20</b>	<b>cm<sup>2</sup></b>
<b>J<sub>x</sub> (composizione) =</b>	<b>9,282</b>	<b>cm<sup>4</sup></b>	<b>J<sub>x</sub> (composizione) =</b>	<b>3,180</b>	<b>cm<sup>4</sup></b>
<b>J<sub>y</sub> (composizione) =</b>	<b>9,282</b>	<b>cm<sup>4</sup></b>	<b>J<sub>y</sub> (composizione) =</b>	<b>7,555</b>	<b>cm<sup>4</sup></b>
<b>J<sub>max</sub> (composizione) =</b>	<b>9,282</b>	<b>cm<sup>4</sup></b>	<b>J<sub>max</sub> (composizione) =</b>	<b>7,555</b>	<b>cm<sup>4</sup></b>
<b>J<sub>min</sub> (composizione) =</b>	<b>9,282</b>	<b>cm<sup>4</sup></b>	<b>J<sub>min</sub> (composizione) =</b>	<b>3,180</b>	<b>cm<sup>4</sup></b>
Sp. piatto collegamento =	3	cm	Sp. piatto collegamento =	3	cm
Sp. profilo =	1.5	cm	Sp. profilo =	1.5	cm
Verifiche di stabilità di aste compresse			Verifiche di stabilità di aste compresse		
	piano XX	piano YY		piano XX	piano YY
L0 =	380	380	L0 =	243	243
i_min [cm] =	7.3	7.3	i_min [cm] =	5.5	8.5
passo imbottiture =	110.2	cm	passo imbottiture =	82.9	cm
β =	1	1	β =	1	1
λ geometrica =	51.7	51.7	λ geometrica =	44.0	28.5
f <sub>y</sub> [DaN/cm <sup>2</sup> ] =	3550	3550	f <sub>y</sub> [DaN/cm <sup>2</sup> ] =	3550	3550
Ncr [DaN] =	1,332,244	1332244.1	Ncr [DaN] =	1,116,178	2651941.5
λ <sup>*</sup> =	0.677	0.7	λ <sup>*</sup> =	0.576	0.4
Curva instabilità	b	b	Curva instabilità	b	b
α =	0.34	0.34	α =	0.34	0.34
Φ =	0.810	0.8	Φ =	0.730	0.6
χ =	0.796	0.8	χ =	0.849	0.9
Nb,Rd [daN] =	442,310	442,310	Nb,Rd [daN] =	285,530	314,916
Nb,Ed [daN] =	87,000	87,000	Nb,Ed [daN] =	213,000	213,000
NEd/NRd [daN] =	<b>0.197</b>	<b>0.197</b>	NEd/NRd [daN] =	<b>0.746</b>	<b>0.676</b>

Verifica di resistenza dei giunti agli SLU a taglio			Verifica di resistenza dei giunti agli SLU a taglio		
bulloni M	24	10.9	bulloni M	27	10.9
Disposizione bulloni	quinconce	e	Disposizione bulloni	quinconce	
	<i>piastra</i>	<i>profilo</i>		<i>piastra</i>	<i>profilo</i>
e1 [mm]	51	51	e1 [mm]	75	75
	OK	OK		OK	OK
e2 [mm]	36	36	e2 [mm]	45	45
	OK	OK		OK	OK
p1 [mm]	90	90	p1 [mm]	110	110
	OK	OK		OK	OK
p2 [mm]	93	93	p2 [mm]	50	50
	OK	OK		OK	OK
L [mm]	103	103	L [mm]	74	74
fub	10000	kg/cm2	fub	10000	kg/cm2
Fv,s Rd	18,096	daN	Fv,s Rd	22,902	daN
Fv,s Rd_tot	36,191	daN	Fv,s Rd_tot	45,804	daN
n° min taglio =	<b>8</b>	bulloni	n° min taglio =	<b>5</b>	bulloni
Verifica a rifollamento piastra e profilo			Verifica a rifollamento piastra e profilo		
piastra	3	cm	piastra	3	cm
profilo	1.5	cm	profilo	1.5	cm
sp coprigiunto	0	cm	sp coprigiunto	0	cm
	<i>piastra</i>	<i>profilo</i>		<i>piastra</i>	<i>profilo</i>
αest =	0.67	0.67	αest =	0.83	0.83
αint =	0.93	0.93	αint =	0.97	0.97
kest =	2.25	2.25	kest =	2.50	2.50
kint =	2.50	2.50	kint =	2.50	2.50
Fb, Rd (bordo) [DaN] =	44,122	44,122	Fb, Rd (bordo) [DaN] =	68,850	68,850
Fb, Rd (interni) [DaN] =	68,040	68,040	Fb, Rd (interni) [DaN] =	80,325	80,325
F Rd, rifollamento =	44,122	DaN	F Rd, rifollamento =	68,850	DaN
n° min rifollamento =	<b>6</b>	minimo su piastra	n° min rifollamento =	<b>4</b>	minimo su piastra

**20. SPALLA**

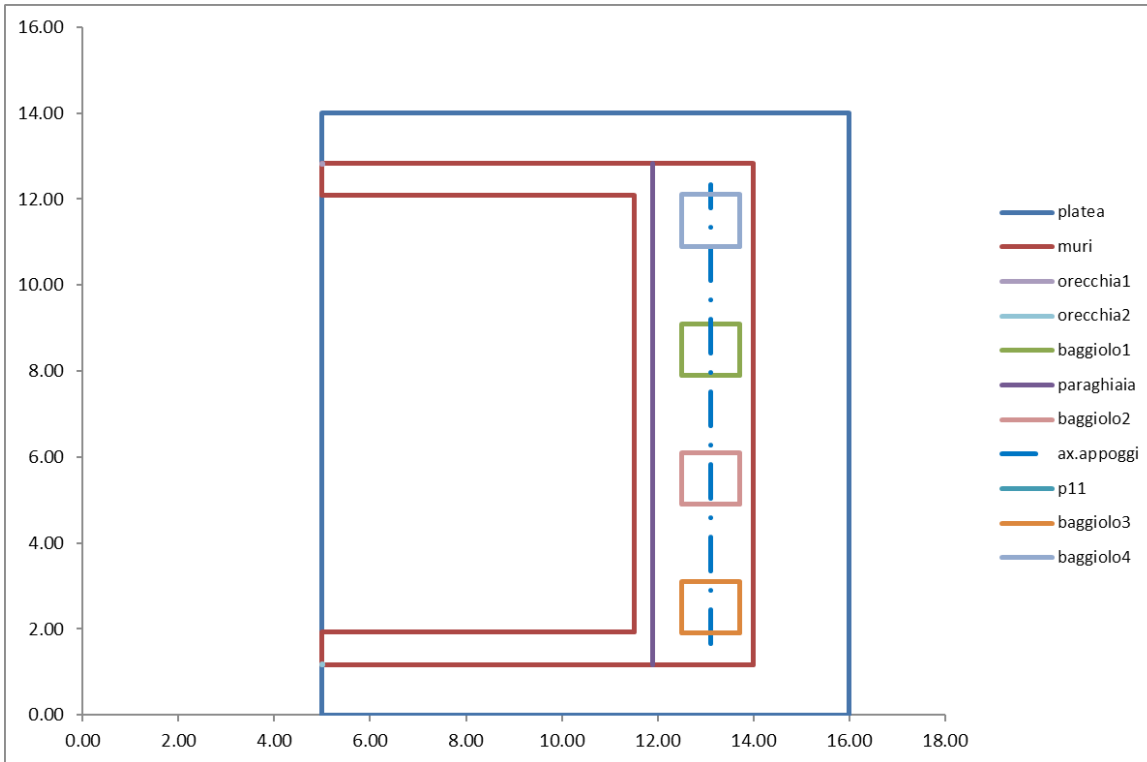
La spalla è costituita da un muro frontale con altezza di 6m per la S1 ed 8m per la S2 e spessore di 2.5m supportato su di un plinto di 2m di spessore fondato su micropali.  
Per il dimensionamento si adotta la configurazione geometrica più sfavorevole della spalla 2.



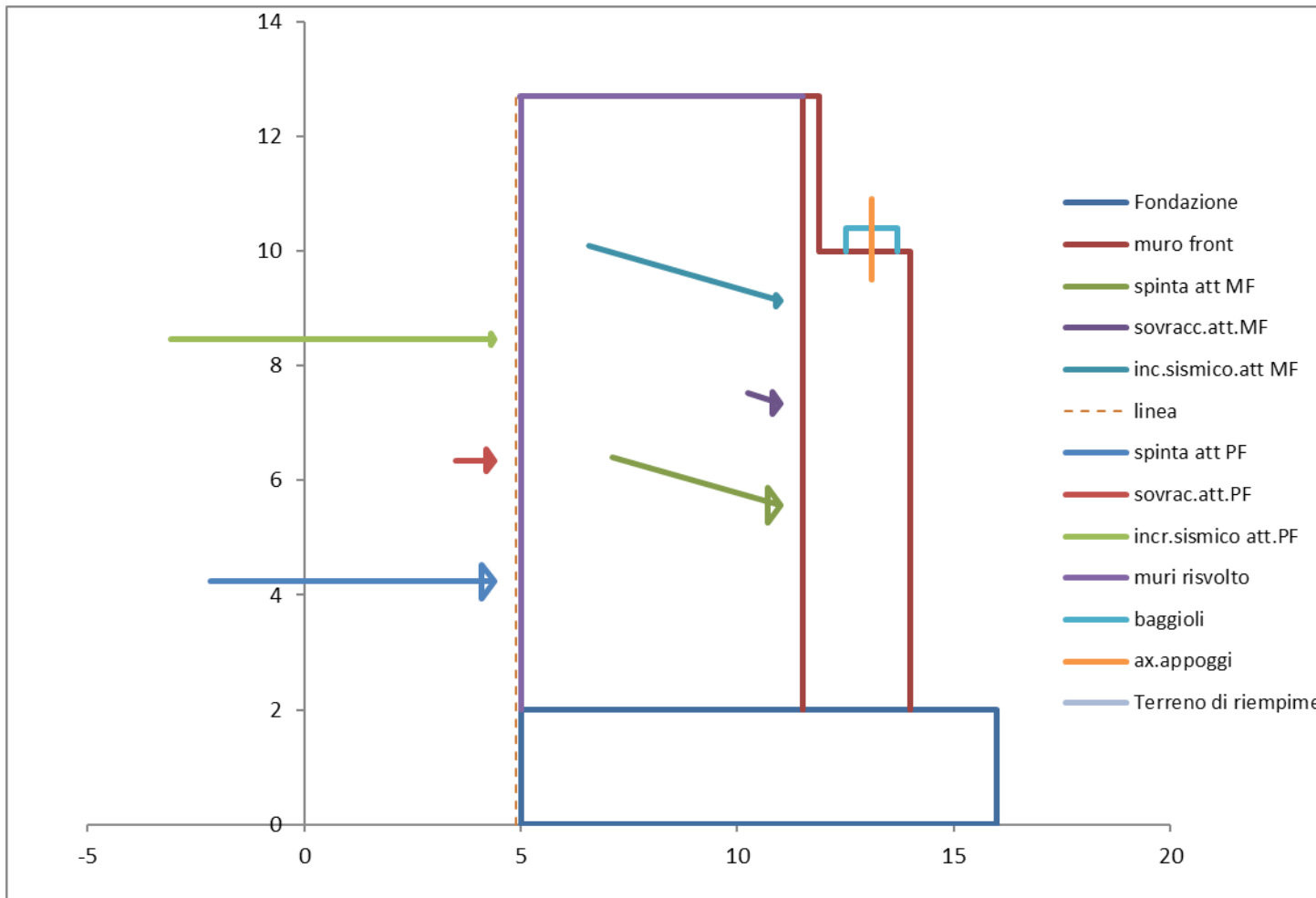


### Geometria della spalla

<b>Tipo Platea</b>	rettangolare
Dimensione long. X	11.000 m
Dimensione trasv. Y	14.000 m
Spessore	2.000 m
<b>Paraghiaia</b>	
Altezza media	2.700 m
Spessore	0.400 m
<b>Muro frontale</b>	
Altezza	8.000 m
Spessore	2.500 m
Larghezza	11.66 m
Dist. bordo ant.	2.000 m
<b>Baggioli</b>	
N.	4
Altezza	0.400 m
Lunghezza	1.200 m
Larghezza	1.200 m
Pos. X appoggi	0.900 m
interasse	3.000 m
<b>Muro andatore</b>	
Altezza	10.700 m
Spessore testa -altezza	0.750
Spessore base -altezza	1.00
Spessore medio	0.750 m
Lunghezza	6.500 m
<b>Terreno di riempimento</b>	
$\gamma$	19.000 kN/mc
$\phi$	35.000 °
Ang. attrito terra muro	23.33 °
Inclinazione terrapieno	0.000 °
<b>Terreno di ricoprimento</b>	
$\gamma$	0.010 kN/mc
Altezza min.	0.000 m
<b>Carico sul rilevato</b>	
p	20.000 kN/mq



## 20.1. SPINTE DEL TERRENO



Si considera pertanto un angolo di attrito di  $35^\circ$  per valutare la spinta del terreno.  
Per dimensionare la struttura si adotta la spinta statica a riposo secondo la teoria di wood.

Il coefficiente di spinta attiva risulta pari a:

$$k=1-\text{sen}\varnothing$$



	(Angoli in radianti)	(Angoli in gradi)	Coeff. Par.geotecnici		Caratteristiche terr.	
			M1	M2	M1	M2
g	19.000		1.00	1.00	19.000	19.000
$\phi$	0.610865238	35.000	1.00	1.25	0.611	0.511
C'k	0		1.00	1.25	0.000	0.000
Cu	0		1.00	1.40	0.000	0.000
$\delta$	0.407243492	23.333	1.00	1.25	0.407	0.332
$\theta+$	0.333	19.068				
$\theta-$	0.251	14.406				
$\psi$	1.571	90.000				
$\beta$	0.000	0.000				
Analisi	STATICA				M1	M2
	Coefficiente di spinta attiva		Ka		0.244	0.306
	Coefficiente di spinta a riposo		K0		0.426	0.511
	Coefficiente di spinta misto cementato		Kh		1.437	1.649
Analisi sismica	SISMICA		MONONOBE OKABE			
	Coefficiente di spinta attiva		$K_{as}(q+)$		0.543	0.655
	Coefficiente di spinta attiva		$K_{as}(q-)$		0.438	0.529
					0.543	0.655

Il carico è applicato come pressione sugli elementi a circa 1/3 dalla fondazione.

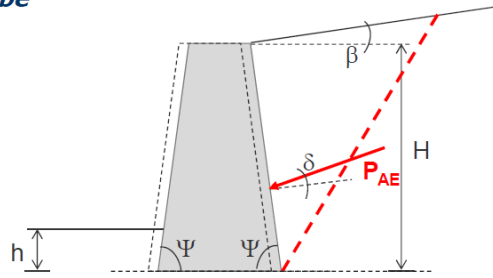
### Azione sismica

In condizione sismica viene considerata anche la spinta valutata con la formulazione di Mononobe Okabe.

**Soluzione di Mononobe-Okabe**

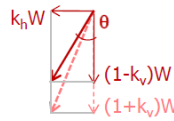
$$P_{AE} = \frac{1}{2} (1 \pm k_v) \gamma H^2 K_{AE}$$

**segno - per forze dirette verso l'alto**



$$K_{AE} = \frac{\sin^2(\psi + \phi - \theta)}{\cos \theta \sin^2 \psi \sin(\psi - \theta - \delta) \left[ 1 + \frac{\sin(\phi + \delta) \sin(\phi - \beta - \theta)}{\sin(\psi - \theta - \delta) \sin(\psi + \beta)} \right]^2}$$

$$\tan \theta = \frac{k_h}{1 \pm k_v}$$



L'azione sismica sulla struttura della spalla viene applicata con metodo pseudo statico

I coefficienti sismici **orizzontale e verticale,  $k_h$  e  $k_v$** , sono valutati mediante le seguenti espressioni:

$$k_h = \beta_m \cdot a_{max} / g \quad k_v = \pm 0.5 k_h$$

$a_{max} = S \cdot a_g = S_S \cdot S_T \cdot a_g$  *accelerazione orizzontale massima al sito*  
 $a_g$  *accelerazione orizzontale massima al sito su terreno rigido*  
 $S_S$  e  $S_T$  *coefficienti di amplificazione stratigrafica e topografica*  
 $g$  *accelerazione di gravità*

$\beta_m$  si ricava dalla

**Tabella 7.11.II**

	Categoria di sottosuolo	
	A	B, C, D, E
	$\beta_m$	$\beta_m$
$0.2 < a_g(g) \leq 0.4$	0,31	0,31
$0.1 < a_g(g) \leq 0.2$	0,29	0,24
$a_g(g) \leq 0.1$	0,20	0,18

**NB:** per muri che non siano in grado di subire spostamenti relativi  $\beta_m = 1$

**Punto di applicazione dell'incremento di spinta dovuto al sisma:**

- muro libero di ruotare o traslare → stesso punto di applicazione della spinta statica
- altri casi, in assenza di studi specifici → a metà altezza del muro

Considerando cautelativamente il coefficiente  $\beta=1$ .

Tabella riassuntiva dei parametri di spinta:

<b>Parametri sismici</b>					
Coefficiente $S=S_s \cdot S_t$	S	1.459			
Accelerazione orizzontale massima attesa su sito di riferimento rigido	$a_g$	0.202	g		Parametri desunti da "Spettri-NTCver.1.0.3." per lo SLV
Accelerazione orizzontale massima attesa sul sito	$a_{max}$	0.295	g		
Coefficiente di riduzione della accelerazione orizzontale massima	$\beta$	1			Vale 1 se la struttura non si può spostare altrimenti vedere tabella 7.11.II
Coefficiente sismico orizzontale	$k_h$	0.295			
Coefficiente sismico verticale	$k_{v+}$	0.147			
	$k_{v-}$	-0.147			
angolo	$\theta+$	19.07	°		
	$\theta-$	14.41	°		

Il carico è applicato come pressione sugli elementi a circa 1/2 dalla fondazione.

Tabella riassuntiva delle spinte:

<b>Azione orizzontali</b>	<b>Con spinta attiva</b>				
	Fh -M1 (kN)	Fh - M2 (kN)	braccio Z (m)	MI (kNm) - A1	MI (kNm) - A2
Spinta sov P.F.	723.9	907.3	6.35	4596.5	5761.1
Spinta sov M.F.	609.9	764.4	5.35	3262.8	4089.4
Spinta sov base MA	340.0 kN		5.35	1818.9	
Spinta sov sommità MA	276.4 kN		4.35	1202.5	
	Fh -M1 (kN)	Fh - M2 (kN)	braccio Z (m)	MI (kNm) - A1	MI (kNm) - A2
Spinta att. P.F.	5242.97	6571.35	4.23	22195.2	27818.7
Incremento sismico PF	6398.28	7490.09	8.47	54172.1	63416.1
	Fh -M1 (kN)	Fh - M2 (kN)	braccio Z (m)	MI (kNm) - A1	MI (kNm) - A2
Spinta att. M.F.	3099.6	3885.0	3.57	11055.3	13856.3
Incremento sismico MF	3782.6	4428.1	7.13	26982.8	31587.1
	Fh -M1 (kN)	Fh - M2 (kN)	braccio Z (m)	MI (kNm) - A1	MI (kNm) - A2
Spinta att. Base.Paragh.	197.4	247.4	0.90	177.6	222.6
Incremento sismico BP	240.9	282.0	1.80	433.5	507.5

Con spinta a riposo					
	Fh -M1 (kN)	Fh - M2 (kN)	braccio Z (m)	MI (kNm) - A1	MI (kNm) - A2
Spinta sov P.F.	1262.9	1514.2	6.35	8019.5	9615.5
Spinta sov M.F.	1064.0	1275.8	5.35	6825.4	6825.4
Spinta sov base MA	593.2 kN		5.35	3173.4	
Spinta sov sommità MA	482.3 kN		4.35	2097.9	
<b>ATTIVA</b>	Fh -M1 (kN)	Fh - M2 (kN)	braccio Z (m)	MI (kNm) - A1	MI (kNm) - A2
Spinta riposo P.F.	9147.5	10967.9	4.23	38724.2	46430.8
Incremento sismico PF	6398.3	7490.1	8.47	54172.1	63416.1
Spinta riposo. M.F.	5407.928068	6484.2	3.57	19288.3	23126.8
Incremento sismico MF					
Spinta riposo. Base.Paraghi	344.3426991	412.9	0.90	309.9	371.6
Incremento sismico B.P.					

## Geometria palificata

### Pali

numero pali	114
Diametro (mm)	300
n.file trasv.// asse X	14
n.file long.// Asse Y	16

file long.// Asse Y	n.pali	dist.bordo (m)	interasse (m)	Ascissa della fila (m)
Y1j	14	0.500	1.000	Xi1 0.500
Y2j	14	0.500	1.000	Xi2 1.500
Y3j	14	0.500	1.000	Xi3 2.500
Y4j	14	0.500	1.000	Xi4 3.500
Y5j	14	0.500	1.000	Xi5 4.500
Y6j	14	0.500	1.000	Xi6 5.500
Y7j	14	0.500	1.000	Xi7 6.500
Y8j	14	0.500	1.000	Xi8 7.500
Y9j	14	0.500	1.000	Xi8 8.500
Y10j	14	0.500	1.000	Xi8 9.500
Y11j	14	0.500	1.000	Xi8 10.500

## Caratteristiche inerziali della palificata

### Baricentro G

Yg	7 m
Xg	5.5 m

### Momento d'inerzia baricentrico

IYg	2502.5 m <sup>4</sup>
IXg	1540 m <sup>4</sup>

PROGETTAZIONE ATI:

**GPI INGEGNERIA**  
 GESTIONE PROGETTI INGEGNERIA srl



cooprogetti



Tabella riassuntiva delle masse strutturali della spalla:

Elementi	Volumi (mc)	Pesi (kN)		X (m) - filo ant	Y (m)	Z (m)	MI (kNm)
Platea	308.000	7700.00		5.50	7.00	1.00	-42350.000
Muro frontale	233.200	5830.00		3.25	7.00	6.00	-18947.500
Baggioli	2.304	57.60		2.90	7.00	10.20	-167.040
Paraghiaia	12.593	314.82		4.30	7.00	11.35	-1353.726
Muri andatori	121.713	3042.81		7.75	7.00	7.35	-23581.797
Orecchie	0.000	0.00		11.01	7.00	12.70	-0.001
Terreno di riempimento	689.241	13095.57	si	7.56	7.00	7.35	-98993.354
Terreno di ricoprimento	14.990	0.15		6.48	7.00	2.50	-0.972
Struttura in c.a.		16945.23		5.10	7.00		6798.716
Peso totale		30040.95		6.17	7.00		-20169.154
Peso sovraccarico		1515.80		7.56	7.00		-3121.489
peso terreno		13095.72		7.56	7.00		-26967.869
<b>Azione sismica spalla</b>		Pesi (kN)	Azione (kN)	X (m)		Z (m)	MI (kNm)
sisma orr		30040.952	8853.609			5.51	48763.513
sisma ver			4426.805	6.17			27319.532

CARICHI TRASMESSI DALL'IMPALCATO						
	Carichi	N (kN)	Ht (kN)	HI (kN)	MI (kNm)	Mt (kNm)
Peso proprio delle strutture	<b>G1</b>	2363.30				813.24
Carichi permanenti non strutturali	<b>G2</b>	860.41				259.75
Spinte delle terre	<b>G3_M1</b>					
Ritiro e viscosità	<b>ε<sub>2</sub></b>	189.91		29.10		
Variazioni termiche	<b>ε<sub>3</sub></b>	100.90		243.91		0.00
Cedimenti	<b>ε<sub>4</sub></b>	23.48				
Mobili_MaxN	<b>Q_MCmax</b>	1968.19				1328.58
Mobili_Max Mtr	<b>q_MCmax</b>	1635.72				1700.44
Mobili_rilevato	<b>Q_MCmin</b>					
frenatura	<b>q3</b>			160.00		
forza centrifuga	<b>q4</b>		0.00			0.00
azione del vento	<b>q5 (ponte scarico)</b>		147.82	181.78		8.71
azione del vento	<b>q5 (ponte carico)</b>		189.36	231.91		71.34
Azione sismica	<b>q6 (verticale)</b>	238.40				
Azione sismica	<b>q6 (longitudinale)</b>		528.97	2542.39		
Azione sismica	<b>q6 (trasversale)</b>		1073.52	660.74		
Resistenze parassite vincolo	<b>q7_p</b>			0.00		
Resistenze parassite vincolo	<b>q7_Q</b>			0.00		
Urto di veicoli in svio	<b>q8</b>					
Altre azioni variabili	<b>q9</b>					
tipo di spinta	<b>riposo</b>					

**AZIONI ALLA BASE DELLA FONDAZIONE (CARICHI NOMINALI)**

SPALLA	P	V3=Ttras v	V2=Tlong	T=Mtorc	M3=Mlong	M2=Mtrasv
--------	---	---------------	----------	---------	----------	-----------

PROGETTAZIONE ATI:

**GPI** INGEGNERIA  
 GESTIONE PROGETTI INGEGNERIA srl



cooprogetti



Descrizione	Axial (kN)	Shear-y (kN)	Shear-z (kN)	Torsion (kN*m)	Moment-y (kN*m)	Moment-z (kN*m)
G1-PP_TOT	19308.53				7413.17	813.24
G2-PERMANENTI	860.41				223.71	259.75
Spinta delle terre M1	13095.72		9147.45		19462.89	0.00
Spinta delle terre M2			10967.90		11756.36	
E1-DISTORSIONI						
E2-RITIRO	189.91		29.10		359.28	
E3-TERMICA-U	100.90		243.91		2623.85	
E4-CEDIMENTI	23.48		243.91		2603.72	
Mobili_MaxN	1968.19				511.73	1328.58
Mobili_Max Mtr	1635.72				425.29	1700.44
Mobili_rilevato	1515.80		1262.91		4898.01	
Q3-FRENATURA	0.00		160.00		1704.00	
Q4-CENTRIFUGA	0.00	0.00				0.00
Q5-VENTO-C	0.00	189.36				2088.05
Q5-VENTO-LONG						
Q5-VENTO-S	0.00	147.82				1583.01
Q7-ATTRITO-P			0.00		0.00	
Q7-ATTRITO-Q			0.00		0.00	
SLVX_T+	0.00	528.97	11396.00		81331.55	5501.25
SLVX_T-	0.00	-528.97	11396.00		-81331.55	-5501.25
SLVY_T+	0.00	9927.13	660.74		8464.04	59928.09
SLVY_T-	0.00	-9927.13	-660.74		-8464.04	-59928.09
SLVV_T+	4665.20				101.03	
SLVV_T-	-4665.20				-101.03	

## 20.2. COMBINAZIONI PER GLI SLU PER LA VERIFICA DELLE SOTTOSTRUTTURE

Con riferimento al §6.2.4.1.1 del NTC 2018, ed alle tabelle riportate nel seguito, si sono impiegate nei calcoli di verifica le seguenti combinazioni allo SLU.

Combinazione tipo A1:

$$1.3 \gamma_1 + 1.5 g_2 + 1.5 q$$

Tab. 6.2.I – Coefficienti parziali per le azioni o per l'effetto delle azioni

	Effetto	Coefficiente Parziale $\gamma_F$ (o $\gamma_E$ )	EQU	(A1)	(A2)
Carichi permanenti G <sub>1</sub>	Favorevole	$\gamma_{G1}$	0,9	1,0	1,0
	Sfavorevole		1,1	1,3	1,0
Carichi permanenti G <sub>2</sub> <sup>(1)</sup>	Favorevole	$\gamma_{G2}$	0,8	0,8	0,8
	Sfavorevole		1,5	1,5	1,3
Azioni variabili Q	Favorevole	$\gamma_Q$	0,0	0,0	0,0
	Sfavorevole		1,5	1,5	1,3

<sup>(1)</sup> Per i carichi permanenti G<sub>2</sub> si applica quanto indicato alla Tabella 2.6.I. Per la spinta delle terre si fa riferimento ai coefficienti  $\gamma_{G1}$

Si riporta di seguito la tabella dei coefficienti di combinazione:

COND	SLE_COMBINAZIONE CARATTERISTICA (RARA)															
	SLE_R_P	SLE_T	SLE_VL	SLE_R_VS	SLE_R_VC1	SLE_R_VC2	SLE_R_VC2	SLE_R_1_1	SLE_R_1_2	SLE_R_1_3	SLE_R_2a_1	SLE_R_2a_2	SLE_R_2a_3	SLE_R_2b_1	SLE_R_2b_2	SLE_R_2b_3
	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00
G1-TOTALE	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00
G2-PERMANENTI	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00
Spinta delle terre M1	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00
Spinta delle terre M2	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
E1-DISTORSIONI	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00
E2-RITIRO	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00
E3-TERMICA-U		1.00	0.60	0.60	0.60	0.60	0.60	0.60	0.60	0.60	0.60	0.60	0.60	0.60	0.60	0.60
E4-CEDIMENTI	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00
MaxP					1.00			1.00			1.00			1.00		
Max Mtr						1.00		1.00				1.00			1.00	
Mobili rilevato				1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00
Q3-FRENATURA	0.00			0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	1.00	1.00	1.00	0.00	0.00	0.00
Q4-CENTRIFUGA	0.00			0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	1.00	1.00	1.00
Q5-VENTO-C	0.00			0.00	1.00	1.00	1.00	0.60	0.60	0.60	0.60	0.60	0.60	0.60	0.60	0.60
Q5-VENTO-LONG		0.60	1.00													
Q5-VENTO-S	0.00			1.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
SLVX_T+	0.00			0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
SLVX_T-	0.00			0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
SLVY_T+	0.00			0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
SLVY_T-	0.00			0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
SLVV_T+	0.00			0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
SLVV_T-	0.00			0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00

comb.num.	17	18	19	20	21	22	23	24
	SLE_FREQUENTE E QUASI PERMANENTE							
COND	SLE_F_P	SLE_F_VS	SLE_F_VC1	SLE_F_VC2	SLE_F_VC3	SLE_F_1_1	SLE_F_1_2	SLE_F_1_3
	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00
G1-TOTALE	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00
G2-PERMANENTI	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00
Spinta delle terre M1	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00
Spinta delle terre M2	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
E1-DISTORSIONI	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00
E2-RITIRO	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00
E3-TERMICA-U		0.50	0.60	0.00	0.50	0.50	0.60	0.50
E4-CEDIMENTI	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00
MaxP			1.00			1.00		
Max Mtr				1.00			1.00	
Mobili rilevato			1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00
Q3-FRENATURA	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
Q4-CENTRIFUGA	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
Q5-VENTO-C	0.00	0.00	0.20	0.20	0.20	0.20	0.20	0.20
Q5-VENTO-LONG								
Q5-VENTO-S	0.00	0.20	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
SLVX_T+	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
SLVX_T-	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
SLVY_T+	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
SLVY_T-	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
SLVV_T+	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
SLVV_T-	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00

PROGETTAZIONE ATI:

**GPI INGEGNERIA**  
 GESTIONE PROGETTI INGEGNERIA srl



cooprogetti



comb.num.	25	26	27	28	29	30	31	32	33	34	35	36	37	38	39	40	41
	SLU_STR(A1)																
<b>COND</b>	<b>SLU_P1</b>	<b>SLU_P2</b>	<b>SLU_T</b>	<b>SLU_VL</b>	<b>SLU_VS</b>	<b>SLU_VC1</b>	<b>SLU_VC2</b>	<b>SLU_VC3</b>	<b>SLU_1_1</b>	<b>SLU_1_2</b>	<b>SLU_1_3</b>	<b>SLU_2a1</b>	<b>SLU_2a2</b>	<b>SLU_2a3</b>	<b>SLU_2b1</b>	<b>SLU_2b2</b>	<b>SLU_2b3</b>
	0.00	1.30	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
G1-TOTALE	1.30	1.30	1.30	1.30	1.30	1.30	1.30	1.30	1.30	1.30	1.30	1.30	1.30	1.30	1.30	1.30	1.30
G2-PERMANENTI	1.50	1.50	1.50	1.50	1.50	1.50	1.50	1.50	1.50	1.50	1.50	1.50	1.50	1.50	1.50	1.50	1.50
Spinta delle terre M1	1.30	1.30	1.30	1.30	1.30	1.30	1.30	1.30	1.30	1.30	1.30	1.30	1.30	1.30	1.30	1.30	1.30
Spinta delle terre M2	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
E1-DISTORSIONI	1.20	1.20	1.20	1.20	1.20	1.20	1.20	1.20	1.20	1.20	1.20	1.20	1.20	1.20	1.20	1.20	1.20
E2-RITIRO	1.20	1.20	1.20	1.20	1.20	1.20	1.20	1.20	1.20	1.20	1.20	1.20	1.20	1.20	1.20	1.20	1.20
E3-TERMICA-U	0.00	0.00	1.20	0.72	0.72	0.72	0.72	0.72	0.72	0.72	0.72	0.72	0.72	0.72	0.72	0.72	0.72
E4-CEDIMENTI	1.20	1.20	1.20	1.20	1.20	1.20	1.20	1.20	1.20	1.20	1.20	1.20	1.20	1.20	1.20	1.20	1.20
MaxP						1.01			1.50			0.90			0.90		
Max Mtr							1.01			1.50			0.90			0.90	
Mobili rilevato						1.01	1.01	1.01	1.50	1.50	1.50	0.90	0.90	0.90	0.90	0.90	0.90
Q3-FRENATURA	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	1.50	1.50	1.50	0.00	0.00	0.00
Q4-CENTRIFUGA	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	1.50	1.50	1.50
Q5-VENTO-C	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	1.50	1.50	1.50	0.90	0.90	0.90	0.90	0.90	0.90	0.90	0.90	0.90
Q5-VENTO-LONG			0.90	1.50													
Q5-VENTO-S	0.00	0.00	0.00	0.00	1.50	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
SLVX_T+	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
SLVX_T-	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
SLVY_T+	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
SLVY_T-	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
SLVW_T+	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
SLVW_T-	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00

comb.num.	42	43	44	45	46	47
	SLU SISMICA					
<b>COND</b>	<b>SLU_SL1</b>	<b>SLU_SL2</b>	<b>SLU_ST1</b>	<b>SLU_ST2</b>	<b>SLU_V1</b>	<b>SLU_V2</b>
	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00
G1-TOTALE	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00
G2-PERMANENTI	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00
Spinta delle terre M1	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00
Spinta delle terre M2	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
E1-DISTORSIONI	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00
E2-RITIRO	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00
E3-TERMICA-U	0.50	0.50	0.50	0.50	0.50	0.50
E4-CEDIMENTI	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00
MaxP						
Max Mtr						
Mobili rilevato						
Q3-FRENATURA	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
Q4-CENTRIFUGA	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
Q5-VENTO-C	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
Q5-VENTO-LONG						
Q5-VENTO-S	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
SLVX_T+	1.00	0.00	0.30	0.00	0.30	0.00
SLVX_T-	0.00	1.00	0.00	0.30	0.00	0.30
SLVY_T+	0.30	0.00	1.00	0.00	0.30	0.00
SLVY_T-	0.00	0.30	0.00	1.00	0.00	0.30
SLVW_T+	0.30	0.00	0.30	0.00	1.00	0.00
SLVW_T-	0.00	0.30	0.00	0.30	0.00	1.00



comb.num.	48	49	50	51	52	53	54	55	56	57	58	59	60	61	62	63	64
	SLU_GEO (A2)																
COND	SLU_G_P1	SLU_G_P2	SLU_G_T	SLU_G_VL	SLU_G_VS	SLU_G_VC1	SLU_G_VC2	SLU_G_VC3	SLU_G_1_1	SLU_G_1_2	SLU_G_1_3	SLU_G_2a1	SLU_G_2a2	SLU_G_2a3	SLU_G_2b1	SLU_G_2b2	SLU_G_2b3
	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00
G1-TOTALE	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00
G2-PERMANENTI	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00
Spinta delle terre M1	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
Spinta delle terre M2	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00
E1-DISTORSIONI	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00
E2-RITIRO	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00
E3-TERMICA-U			1.00	0.60	0.60	0.60	0.60	0.60	0.60	0.60	0.60	0.60	0.60	0.60	0.60	0.60	0.60
E4-CEDIMENTI	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00
MaxP						1.15			1.15			1.15			1.15		
Max Mtr							1.15			1.15			1.15			1.15	
Mobili rilevato						1.15	1.15	1.15	1.15	1.15	1.15	1.15	1.15	1.15	1.15	1.15	1.15
Q3-FRENATURA	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	1.15	1.15	1.15	0.00	0.00	0.00
Q4-CENTRIFUGA	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	1.15	1.15	1.15
Q5-VENTO-C	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	1.30	1.30	1.30	0.78	0.78	0.78	0.78	0.78	0.78	0.78	0.78	0.78
Q5-VENTO-LONG			0.78	1.30													
Q5-VENTO-S	0.00	0.00	0.00	0.00	1.30	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
SLVX_T+	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
SLVX_T-	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
SLVY_T+	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
SLVY_T-	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
SLVW_T+	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
SLVW_T-	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00

Si riporta di seguito le azioni combinate sul piano di fondazione nel baricentro della palificata:

SPALLA		AZIONI INTRADOSSO FONDAZIONE				
		P	V3=Ttrasv	V2=Tlong	M3=Mlong	M2=Mtrasv
		Axial (kN)	Shear-y (kN)	Shear-z (kN)	Moment-y (kN*m)	Moment-z (kN*m)
1	SLS_R_P	33478	0	9420	0	30063
2	SLS_T	33579	0	9664	0	32687
3	SLS_VL	33539	0	9567	0	31637
4	SLS_R_VS	33539	148	9567	0	31637
5	SLS_R_VC1	37023	189	10830	0	37047
6	SLS_R_VC2	36690	189	10830	0	36960
7	SLS_R_VC2	35054	189	10830	0	36535
8	SLS_R_1_1	37023	114	10830	0	37047
9	SLS_R_1_2	36690	114	10830	0	36960
10	SLS_R_1_3	35054	114	10830	0	36535
11	SLS_R_2a_1	37023	114	10990	0	38751
12	SLS_R_2a_2	36690	114	10990	0	38664
13	SLS_R_2a_3	35054	114	10990	0	38239
14	SLS_R_2b_1	37023	114	10830	0	37047
15	SLS_R_2b_2	36690	114	10830	0	36960
16	SLS_R_2b_3	35054	114	10830	0	36535
17	SLS_F_P	33478	0	9420	0	30063
18	SLS_F_VS	33529	30	9542	0	31375
19	SLS_F_VC1	37023	38	10830	0	37047
20	SLS_F_VC2	36630	38	10683	0	35386

PROGETTAZIONE ATI:

21	SLS_F_VC3		35044	38	10805	0	36273
22	SLS_F_1_1		37012	38	10805	0	36784
23	SLS_F_1_2		36690	38	10830	0	36960
24	SLS_F_1_3		35044	38	10805	0	36273
25	ULS_P1	ULS_STR (A1)	43672	0	12219	0	38830
26	ULS_P2		43672	0	12219	0	38830
27	ULS_T		43793	0	12512	0	41979
28	ULS_VL		43745	0	12395	0	40719
29	ULS_VS		43745	222	12395	0	40719
30	ULS_VC1		47272	284	13674	0	46197
31	ULS_VC2		46936	284	13674	0	46109
32	ULS_VC3		45280	284	13674	0	45678
33	ULS_1_1		48971	170	14289	0	48834
34	ULS_1_2		48472	170	14289	0	48704
35	ULS_1_3		46019	170	14289	0	48066
36	ULS_2a1		46880	170	13772	0	48144
37	ULS_2a2		46581	170	13772	0	48066
38	ULS_2a3		45109	170	13772	0	47683
39	ULS_2b1		46880	170	13532	0	45588
40	ULS_2b2	46581	170	13532	0	45510	
41	ULS_2b3	45109	170	13532	0	45127	
42	ULS_SL1	ULS SEISMIC	34928	3507	21137	0	115276
43	ULS_SL2		32129	-3507	-2052	0	-52526
44	ULS_ST1		34928	10086	13622	0	64269
45	ULS_ST2		32129	-10086	5463	0	-1519
46	ULS_V1		38194	3137	13159	0	58414
47	ULS_V2		28863	-3137	5925	0	4335
48	ULS_G_P1	ULS_GEO (A2)	20382	0	11241	0	22356
49	ULS_G_P2		20382	0	11241	0	22356
50	ULS_G_T		20483	0	11485	0	24980
51	ULS_G_VL		20443	0	11387	0	23931
52	ULS_G_VS		20443	192	11387	0	23931
53	ULS_G_VC1		24449	246	12840	0	30152
54	ULS_G_VC2		24067	246	12840	0	30052
55	ULS_G_VC3		22186	246	12840	0	29563
56	ULS_G_1_1		24449	148	12840	0	30152
57	ULS_G_1_2		24067	148	12840	0	30052
58	ULS_G_1_3		22186	148	12840	0	29563
59	ULS_G_2a1		24449	148	13024	0	32111
60	ULS_G_2a2		24067	148	13024	0	32012
61	ULS_G_2a3		22186	148	13024	0	31523
62	ULS_G_2b1		24449	148	12840	0	30152
63	ULS_G_2b2		24067	148	12840	0	30052
64	ULS_G_2b3		22186	148	12840	0	29563

Le azioni in testa ai pali sono valutate per ogni combinazione secondo la seguente formulazione:

$$N_{palo} = N / (\text{num pali}) + (M_{t_{trasv}} / W_{trasv}) + (M_{l_{long}} / W)$$

Lo sforzo di taglio viene ripartito tra tutti i pali.

PROGETTAZIONE ATI:

**GPINGEGNERIA**  
 GESTIONE PROGETTI INGEGNERIA srl



cooprogetti



**Azioni sui singoli pali**

1

Comb.	N max (kN)	N min (kN)	T max (kN)		
1	309.192	123.739	61.172	SLS_R_P	SLS_characteristic combination
2	318.367	115.875	62.756	SLS_T	
3	314.697	119.021	62.122	SLS_VL	
4	318.809	114.909	62.130	SLS_R_VS	
5	362.820	116.144	70.334	SLS_R_VC1	
6	361.346	113.300	70.334	SLS_R_VC2	
7	344.927	108.476	70.334	SLS_R_VC2	
8	360.651	118.314	70.327	SLS_R_1_1	
9	359.177	115.470	70.327	SLS_R_1_2	
10	342.758	110.646	70.327	SLS_R_1_3	
11	366.183	112.781	71.366	SLS_R_2a_1	
12	364.709	109.937	71.366	SLS_R_2a_2	
13	348.290	105.113	71.366	SLS_R_2a_3	
14	360.651	118.314	70.327	SLS_R_2b_1	
15	359.177	115.470	70.327	SLS_R_2b_2	
16	342.758	110.646	70.327	SLS_R_2b_3	
17	309.192	123.739	61.172	SLS_F_P	SLS_frequent and quasi-permanent combination
18	314.602	118.985	61.964	SLS_F_VS	
19	358.481	120.483	70.323	SLS_F_VC1	
20	351.503	122.357	69.373	SLS_F_VC2	
21	339.671	113.601	70.165	SLS_F_VC3	
22	357.564	121.270	70.165	SLS_F_1_1	
23	357.008	117.639	70.323	SLS_F_1_2	
24	339.671	113.601	70.165	SLS_F_1_3	
25	402.247	162.522	79.346	ULS_P1	ULS_STR (A1)
26	402.247	162.522	79.346	ULS_P2	
27	413.256	153.085	81.247	ULS_T	
28	408.852	156.860	80.486	ULS_VL	
29	415.020	150.692	80.499	ULS_VS	
30	460.221	151.303	88.809	ULS_VC1	
31	458.729	148.424	88.809	ULS_VC2	
32	442.105	143.539	88.809	ULS_VC3	
33	477.783	155.799	92.794	ULS_1_1	
34	475.573	151.533	92.794	ULS_1_2	
35	450.944	144.297	92.794	ULS_1_3	
36	460.462	145.972	89.432	ULS_2a1	
37	459.136	143.412	89.432	ULS_2a2	
38	444.359	139.071	89.432	ULS_2a3	
39	452.163	154.271	87.874	ULS_2b1	
40	450.837	151.711	87.874	ULS_2b2	
41	436.060	147.369	87.874	ULS_2b3	
42	654.711	-203.030	138.845	ULS_SL1	
43	442.645	-27.152	26.177	ULS_SL2	
44	588.216	-136.535	109.833	ULS_ST1	
45	376.149	39.343	74.282	ULS_ST2	

PROGETTAZIONE ATI:

**GPINGEGNERIA**  
 GESTIONE PROGETTI INGEGNERIA srl



cooprogetti



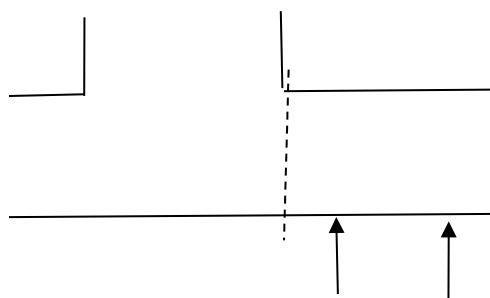
46	481.655	12.246	87.747	ULS_V1	
47	241.767	131.505	43.570	ULS_V2	
48	196.989	61.578	72.993	ULS_G_P1	ULS_GEO (A2)
49	196.989	61.578	72.993	ULS_G_P2	
50	206.163	53.714	74.577	ULS_G_T	
51	202.493	56.860	73.943	ULS_G_VL	
52	207.838	51.515	73.954	ULS_G_VS	
53	258.649	52.738	83.389	ULS_G_VC1	
54	256.954	49.467	83.389	ULS_G_VC2	
55	238.072	43.920	83.389	ULS_G_VC3	
56	255.828	55.558	83.380	ULS_G_1_1	
57	254.134	52.288	83.380	ULS_G_1_2	
58	235.252	46.740	83.380	ULS_G_1_3	
59	262.191	49.196	84.574	ULS_G_2a1	
60	260.496	45.925	84.574	ULS_G_2a2	
61	241.614	40.378	84.574	ULS_G_2a3	
62	255.828	55.558	83.380	ULS_G_2b1	
63	254.134	52.288	83.380	ULS_G_2b2	
64	235.252	46.740	83.380	ULS_G_2b3	

comb. 33 **NmaxSLU** 477.8 **TmaxSLU** 92.8  
comb. 42 **NmaxSLV** 654.7 **TmaxSLV** 138.8

Per la verifica del palo si rimanda alla relazione delle fondazioni.

### 20.3. VERIFICA DEL PLINTO DI FONDAZIONE

Per la verifica del plinto di fondazione di adotta il momento indotto sulla mensola anteriore generato dalla sommatoria degli sforzi normali nelle prime due file di micropali.



Lo sforzo massimo sui pali anteriore è generato nella combinazione 42, pari a 654.8 kN.

Si riporta la distribuzione degli sforzi nella combinazione 42.

	Sollecitazioni su ciascun palo - combinazione 42.000													
Fila trasv 1	P1-1	P1-2	P1-3	P1-4	P1-5	P1-6	P1-7	P1-8	P1-9	P1-10	P1-11	P1-12	P1-13	P1-14
N	665	655	645	635	626	616	606	596	586	577	567	557	547	537
T	139	139	139	139	139	139	139	139	139	139	139	139	139	139
Fila trasv 2	P2-1	P2-2	P2-3	P2-4	P2-5	P2-6	P2-7	P2-8	P2-9	P2-10	P2-11	P2-12	P2-13	P2-14
N	590	580	570	561	551	541	531	521	512	502	492	482	472	462
T	139	139	139	139	139	139	139	139	139	139	139	139	139	139
Fila trasv 3	P3-1	P3-2	P3-3	P3-4	P3-5	P3-6	P3-7	P3-8	P3-9	P3-10	P3-11	P3-12	P3-13	P3-14
N	515	505	496	486	476	466	456	446	437	427	417	407	397	388
T	139	139	139	139	139	139	139	139	139	139	139	139	139	139
Fila trasv 4	P4-1	P4-2	P4-3	P4-4	P4-5	P4-6	P4-7	P4-8	P4-9	P4-10	P4-11	P4-12	P4-13	P4-14
N	440	430	421	411	401	391	381	372	362	352	342	332	323	313
T	139	139	139	139	139	139	139	139	139	139	139	139	139	139
Fila trasv 5	P5-1	P5-2	P5-3	P5-4	P5-5	P5-6	P5-7	P5-8	P5-9	P5-10	P5-11	P5-12	P5-13	P5-14
N	365	356	346	336	326	316	307	297	287	277	267	258	248	238
T	139	139	139	139	139	139	139	139	139	139	139	139	139	139
Fila trasv 6	P6-1	P6-2	P6-3	P6-4	P6-5	P6-6	P6-7	P6-8	P6-9	P6-10	P6-11	P6-12	P6-13	P6-14
N	291	281	271	261	251	242	232	222	212	202	192	183	173	163
T	139	139	139	139	139	139	139	139	139	139	139	139	139	139
Fila trasv 7	P7-1	P7-2	P7-3	P7-4	P7-5	P7-6	P7-7	P7-8	P7-9	P7-10	P7-11	P7-12	P7-13	P7-14
N	216	206	196	186	176	167	157	147	137	127	118	108	98	88
T	139	139	139	139	139	139	139	139	139	139	139	139	139	139
Fila trasv 8	P8-1	P8-2	P8-3	P8-4	P8-5	P8-6	P8-7	P8-8	P8-9	P8-10	P8-11	P8-12	P8-13	P8-14
N	141	131	121	111	102	92	82	72	62	53	43	33	23	13
T	139	139	139	139	139	139	139	139	139	139	139	139	139	139
Fila trasv 8	P9-1	P9-2	P9-3	P9-4	P9-5	P9-6	P9-7	P9-8	P9-9	P9-10	P9-11	P9-12	P9-13	P9-14
N	66	56	46	37	27	17	7	-3	-12	-22	-32	-42	-52	-62
T	139	139	139	139	139	139	139	139	139	139	139	139	139	139
Fila trasv 8	P10-1	P10-2	P10-3	P10-4	P10-5	P10-6	P10-7	P10-8	P10-9	P10-10	P10-11	P10-12	P10-13	P10-14
N	-9	-19	-28	-38	-48	-58	-68	-78	-87	-97	-107	-117	-127	-136
T	139	139	139	139	139	139	139	139	139	139	139	139	139	139
Fila trasv 8	P11-1	P11-2	P11-3	P11-4	P11-5	P11-6	P11-7	P11-8	P11-9	P11-10	P11-11	P11-12	P11-13	P11-14
N	-84	-94	-103	-113	-123	-133	-143	-152	-162	-172	-182	-192	-201	-211
T	139	139	139	139	139	139	139	139	139	139	139	139	139	139

La sommatoria delle azioni del primo allineamento è pari a 8415 kN, mentre quelle del secondo sono 7367 kN.

A queste sollecitazioni corrisponde un momento sul plinto di fondazione pari a  $8415 \times 1.5 + 7367 \times 0.5 = 16306$  kNm cui corrisponde una sollecitazione per unità di lunghezza pari a  $16306/14 = 1164$  kNm

Si riporta di seguito il calcolo del momento resistente in una sezione armata con 1Ø20/20 superiore ed 1Ø24/20 inferiore pari a 1701 kNm > Med=1164 kNm.

Titolo : \_\_\_\_\_

N° strati barre  Zoom

N°	b [cm]	h [cm]
1	100	200

N°	As [cm²]	d [cm]
1	15.71	5
2	22.62	195

Sollecitazioni: S.L.U. Metodo n

N<sub>Ed</sub>  kN  
M<sub>xEd</sub>  kNm  
M<sub>yEd</sub>  kNm

P.to applicazione N:  Centro  Baricentro cls  
 Coord.[cm] xN  yN

Tipo rottura: Lato acciaio - Acciaio snervato

Materiali: B450C C30/37

ε<sub>su</sub>  ‰ ε<sub>c2</sub>  ‰  
f<sub>yd</sub>  N/mm² ε<sub>cu</sub>  ‰  
E<sub>s</sub>  N/mm² f<sub>cd</sub>  ‰  
E<sub>s</sub>/E<sub>c</sub>  f<sub>cc</sub>/f<sub>cd</sub>  ?  
ε<sub>syd</sub>  ‰ σ<sub>c,adm</sub>  ‰  
σ<sub>s,adm</sub>  N/mm² τ<sub>co</sub>  ‰  
τ<sub>c1</sub>  ‰

M<sub>xRd</sub>  kN m  
σ<sub>c</sub>  N/mm²  
σ<sub>s</sub>  N/mm²  
ε<sub>s</sub>  ‰  
ε<sub>s</sub>  ‰  
d  cm  
x  x/d   
δ

Metodo di calcolo:  S.L.U.+  S.L.U.-  Metodo n

Tipo flessione:  Retta  Deviata

N° rett.   
Calcola MRd Dominio M-N  
L<sub>0</sub>  cm Col. modello  
M-curvatura  
 Precompresso

## 20.4. VERIFICA DEL MURO FRONTALE

### AZIONI ALLA BASE DEL MURO FRONTALE

(CARICHI NOMINALI)

SPALLA	P	V3=Ttrasv	V2=Tlong	T=Mtorc	M3=Mlong	M2=Mtrasv
SLE_R_1	Axial (kN)	Shear-y (kN)	Shear-z (kN)	Torsion (kN*m)	Moment-y (kN*m)	Moment-z (kN*m)
G1-PP_TOT	8565.72				516.75	813.24
G2-PERMANENTI	860.41				301.14	259.75
Spinta delle terre M1	0.00		3099.62		11055.29	0.00
Spinta delle terre M2						
E1-DISTORSIONI						
E2-RITIRO	189.91				66.47	
E3-TERMICA-U	100.90				35.32	
E4-CEDIMENTI	23.48				8.22	
Mobili_MaxN	1968.19				688.87	1328.58
Mobili_Max Mtr	1635.72				572.50	1700.44
Mobili_rilevato	0.00				0.00	
Q3-FRENATURA	0.00		160.00		1280.00	
Q4-CENTRIFUGA	0.00	0.00				0.00
Q5-VENTO-C	0.00	189.36				1586.24
Q5-VENTO-LONG						
Q5-VENTO-S	0.00	147.82				1191.28
Q7-ATTRITO-P			0.00		0.00	

PROGETTAZIONE ATI:

**GPI INGEGNERIA**  
GESTIONE PROGETTI INGEGNERIA srl



cooprogetti



Q7-ATTRITO-Q			0.00		0.00	
SLVX_T+	0.00	528.97	4370.36		39018.73	5718.13
SLVX_T-	0.00	-528.97	-4370.36		-39018.73	-5718.13
SLVY_T+	0.00	2901.48	660.74		7142.57	23140.19
SLVY_T-	0.00	-2901.48	-660.74		-7142.57	-23140.19
SLVV_T+	1152.38				37.70	
SLVV_T-	-1152.38				-37.70	

Si riportano le azioni combinate alla base del muro frontale

**SPALLA**

**AZIONI ALLA BASE DEL MURO FRONTALE**

		P	V3=Ttrasv	V2=Tlong	T=Mtorc	M3=Mlong	M2=Mtrasv
		Axial (kN)	Shear-y (kN)	Shear-z (kN)	Torsion (kN*m)	Moment-y (kN*m)	Moment-z (kN*m)
SLS_R_P	SLS_characteristic combination	9640	0	3100	0	11948	1073
SLS_T		9740	0	3100	0	11983	1073
SLS_VL		9700	0	3100	0	11969	1073
SLS_R_VS		9700	148	3100	0	11969	2264
SLS_R_VC1		11668	189	3100	0	12658	3988
SLS_R_VC2		11336	189	3100	0	12542	4360
SLS_R_VC2		9700	189	3100	0	11969	2659
SLS_R_1_1		11668	114	3100	0	12658	3353
SLS_R_1_2		11336	114	3100	0	12542	3725
SLS_R_1_3		9700	114	3100	0	11969	2025
SLS_R_2a_1		11668	114	3260	0	13938	3353
SLS_R_2a_2		11336	114	3260	0	13822	3725
SLS_R_2a_3		9700	114	3260	0	13249	2025
SLS_R_2b_1		11668	114	3100	0	12658	3353
SLS_R_2b_2		11336	114	3100	0	12542	3725
SLS_R_2b_3	9700	114	3100	0	11969	2025	
SLS_F_P	SLS_frequent and quasi-permanent combination	9640	0	3100	0	11948	1073
SLS_F_VS		9690	30	3100	0	11966	1311
SLS_F_VC1		11668	38	3100	0	12658	2719
SLS_F_VC2		11275	38	3100	0	12520	3091
SLS_F_VC3		9690	38	3100	0	11966	1390
SLS_F_1_1		11658	38	3100	0	12654	2719
SLS_F_1_2		11336	38	3100	0	12542	3091
SLS_F_1_3	9690	38	3100	0	11966	1390	
ULS_P1	ULS_STR (A1)	12682	0	4029	0	15585	1447
ULS_P2		12682	0	4029	0	15585	1447
ULS_T		12803	0	4029	0	15627	1447
ULS_VL		12755	0	4029	0	15610	1447
ULS_VS		12755	222	4029	0	15610	3234
ULS_VC1		14748	284	4029	0	16308	5171
ULS_VC2		14411	284	4029	0	16190	5548
ULS_VC3		12755	284	4029	0	15610	3826
ULS_1_1		15707	170	4029	0	16644	4867
ULS_1_2		15208	170	4029	0	16469	5425
ULS_1_3	12755	170	4029	0	15610	2874	

PROGETTAZIONE ATI:

**GPI** INGEGNERIA  
 GESTIONE PROGETTI INGEGNERIA srl



cooprogetti



ULS_2a1		14526	170	4269	0	18150	4070
ULS_2a2		14227	170	4269	0	18046	4405
ULS_2a3		12755	170	4269	0	17530	2874
ULS_2b1		14526	170	4029	0	16230	4070
ULS_2b2		14227	170	4029	0	16126	4405
ULS_2b3		12755	170	4029	0	15610	2874
ULS_SL1	ULS SEISMIC	10036	1399	7668	0	53138	13733
ULS_SL2		9344	-1399	-1469	0	-29207	-11587
ULS_ST1		10036	3060	5071	0	30825	25929
ULS_ST2		9344	-3060	1128	0	-6894	-23783
ULS_V1		10842	1029	4609	0	25852	9730
ULS_V2		8538	-1029	1590	0	-1921	-7585
ULS_G_P1	ULS_GEO (A2)	9640	0	0	0	893	1073
ULS_G_P2		9640	0	0	0	893	1073
ULS_G_T		9740	0	0	0	928	1073
ULS_G_VL		9700	0	0	0	914	1073
ULS_G_VS		9700	192	0	0	914	2622
ULS_G_VC1		11963	246	0	0	1706	4663
ULS_G_VC2		11581	246	0	0	1572	5091
ULS_G_VC3		9700	246	0	0	914	3135
ULS_G_1_1		11963	148	0	0	1706	3838
ULS_G_1_2		11581	148	0	0	1572	4266
ULS_G_1_3		9700	148	0	0	914	2310
ULS_G_2a1		11963	148	184	0	3178	3838
ULS_G_2a2		11581	148	184	0	3044	4266
ULS_G_2a3		9700	148	184	0	2386	2310
ULS_G_2b1		11963	148	0	0	1706	3838
ULS_G_2b2		11581	148	0	0	1572	4266
ULS_G_2b3		9700	148	0	0	914	2310

Il momento ultimo massimo è pari a 53138 kNm su tutta la larghezza del muro cui corrisponde un momento specifico di  $53138/11.66=4557$  kNm.

Si riporta di seguito il calcolo del momento resistente in una sezione armata con 1Ø20/20 anteriore e 1Ø20/20+1Ø24/10 disposti posteriormente che risulta pari a 5656 kNm > Med=4557 kNm.



**Titolo :** \_\_\_\_\_

N° strati barre

N°	b [cm]	h [cm]
1	100	250

N°	As [cm²]	d [cm]
1	15.71	5
2	45.24	245
3	15.71	235

**Tipo Sezione**  
 Rettan.re  Trapezi  
 a T  Circolare  
 Rettangoli  Coord.  
 DXF

**Sollecitazioni**  
 S.L.U.  Metodo n

**P.to applicazione N**  
 Centro  Baricentro cls  
 Coord.[cm] xN  yN

**Materiali**  
   
 $\epsilon_{su}$  67.5 ‰  $\epsilon_{c2}$  2 ‰  
 $f_{yd}$  391.3 N/mm²  $\epsilon_{cu}$  3.5 ‰  
 $E_s$  200,000 N/mm²  $f_{cd}$  17 ‰  
 $E_s/E_c$  15  $f_{cc}/f_{cd}$  0.8  
 $\epsilon_{syd}$  1.957 ‰  $\sigma_{c,adm}$  11.5  
 $\sigma_{s,adm}$  255 N/mm²  $\tau_{co}$  0.6933  
 $\tau_{c1}$  2.029

**Tipo rottura**  
 Lato calcestruzzo - Acciaio snervato

**Metodo di calcolo**  
 S.L.U.+  S.L.U.-  
 Metodo n

**Tipo flessione**  
 Retta  Deviata

$M_{xRd}$  5,656 kN m  
 $\sigma_c$  -17 N/mm²  
 $\sigma_s$  391.3 N/mm²  
 $\epsilon_c$  3.5 ‰  
 $\epsilon_s$  63.63 ‰  
 d 245 cm  
 x 12.77 x/d 0.05214  
 $\delta$  0.7

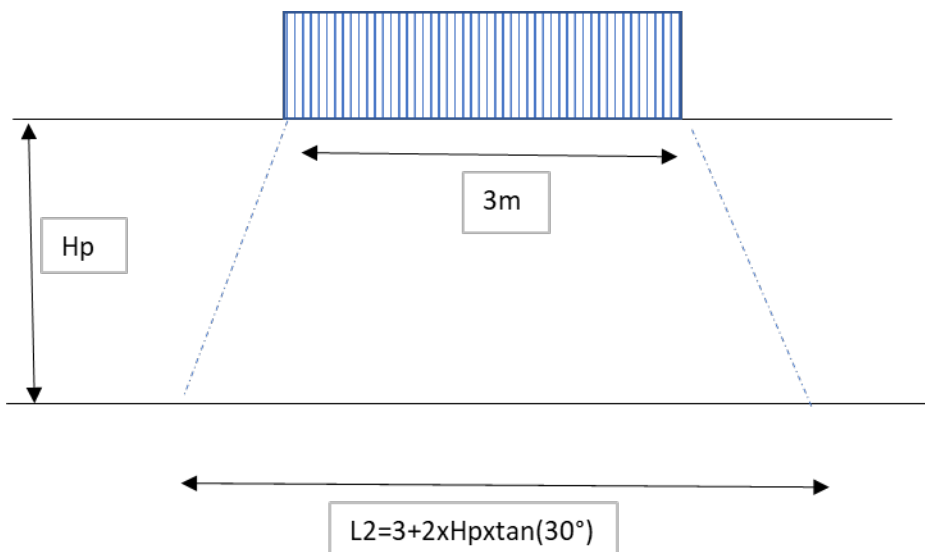
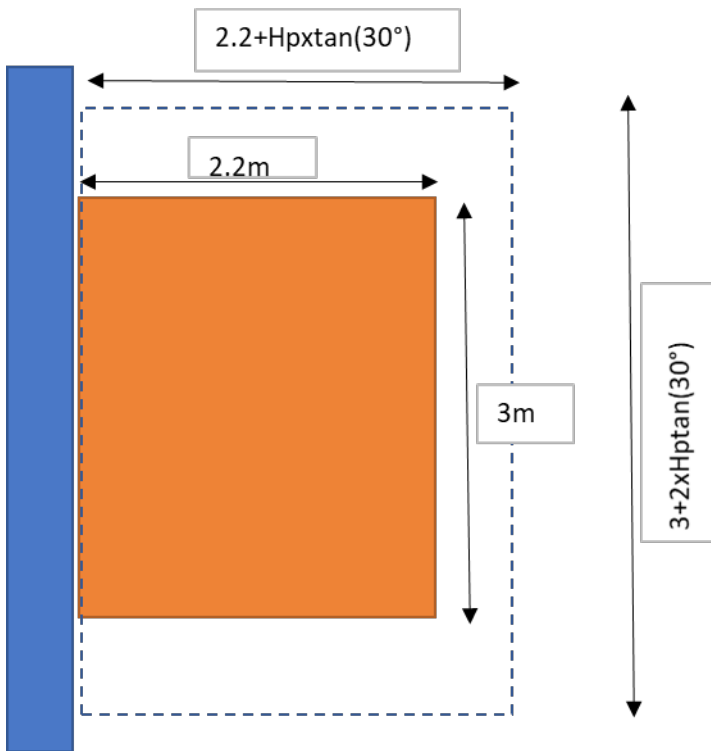
**Calcola MRd** **Dominio M-N**  
 N° rett. 100  
 L<sub>0</sub> 0 cm **Col. modello**  
**M-curvatura**  
 Precompresso

## 20.5. VERIFICA DEL PARAGHIAIA

L'altezza massima del paraghiaia  $H_p$  è pari circa a 2.7m, con uno spessore di 40cm.

Le azioni applicate al paraghiaia sono le seguenti:

- peso proprio
- spinta terreno a riposo applicata ad 1/3 dell'altezza del paraghiaia
- spinta sovraccarico 20 kN/m<sup>2</sup> a tergo paraghiaia valore che corrisponde circa alla pressione che si ottiene ripartendo l'asse che resta sul rilevato pari a 300 kN sui di una superficie di lato pari a  $3+2 \times H_p \tan(30^\circ) = 5.3m$  e  $2.2+H_p \tan(30^\circ) = 3.35$  ipotizzando una diffusione a 30° all'interno del corpo del rilevato (rif.C5.1.3.3.5.1 circolare NTC).



Applicata a metà altezza del paraghiaia.

-azione di frenamento di 180 kN in orizzontale e un'asse da 150 kN in verticale (rif.C5.1.3.3.5.2 circolare NTC)

La sezione resistente del paraghiaia alla base viene considerata larga 5.3m ipotizzando una larghezza ripartita a  $45^\circ$  ( $2.3 + 2 \times H_p \tan(45^\circ)$ )

PROGETTAZIONE ATI:

**GPI** INGEGNERIA  
GESTIONE PROGETTI INGEGNERIA srl



cooprogetti



Vengono considerate due combinazioni di carico:

- Con il sovraccarico a tergo del paraghiaia
- Con l'azione di frenamento ed il carico di un asse agente sul paraghiaia

distanza assi 2.3 m  
 altezza paraghiaia Hp 2.7 m  
 Impronte diffusione carico (L2 L1) (m) 6.12 3.76  
 pressione equivalente carico 26.09 kN/m<sup>2</sup>

larghezza paraghiaia alla base 6.12 m  
 angolo attrito terreno riempimento 35 °  
 Coeff.spinta 0.426

<b>combinazione 1</b>			N	M (kNm)		Mslu	Nslu
spinta terreno	180.7	kN		146.3	1.3	190.2	
Sovraccarico	183.8	KN		248.1	1.5	372.2	
Peso del paraghiaia e della mensola			165.2		1.00		165.2
totali						562.4	165.2

<b>Combinazione 2</b>				M (kNm)		Mslu	Nslu
Azione di frenamento	180	kN		486	1.5	729	
Asse sul paraghiaia			225		1.5		337.5
Peso del paraghiaia e della mensola			165.2		1		165.2
totali						729.0	502.7

Comb1  $M=562.4/6.12=91.86$  kNm/m

$N=165.2/6.12=27$  kN/m

Comb2  $M=729/6.12=119.1$  kNm/m

$N=502.7/6.12=82.14$  kN/m

Il setto del paraghiaia è armato in modo simmetrico con 5Ø20/m all'interno e 5Ø16/m all'esterno.

**Combinazione slu1**

**Titolo :** \_\_\_\_\_

N° strati barre **2** Zoom

N°	b [cm]	h [cm]
1	100	40

N°	As [cm²]	d [cm]
1	10.05	5
2	15.71	35

**Sollecitazioni**  
S.L.U. Metodo n

N<sub>Ed</sub> 27 0 kN  
M<sub>xEd</sub> 91.86 0 kNm  
M<sub>yEd</sub> 0 0

**P.to applicazione N**  
 Centro  Baricentro cls  
 Coord.[cm] xN 0 yN 0

Tipo rottura  
Lato calcestruzzo - Acciaio snervato

**Materiali**  
B450C C30/37  
ε<sub>su</sub> 67.5 ‰ ε<sub>c2</sub> 2 ‰  
f<sub>yd</sub> 391.3 N/mm² ε<sub>cu</sub> 3.5 ‰  
E<sub>s</sub> 200,000 N/mm² f<sub>cd</sub> 17  
E<sub>s</sub>/E<sub>c</sub> 15 f<sub>cc</sub>/f<sub>cd</sub> 0.8  
ε<sub>syd</sub> 1.957 ‰ σ<sub>c,adm</sub> 11.5  
σ<sub>s,adm</sub> 255 N/mm² τ<sub>co</sub> 0.6933  
τ<sub>c1</sub> 2.029

M<sub>xRd</sub> 208.3 kNm  
σ<sub>c</sub> -17 N/mm²  
σ<sub>s</sub> 391.3 N/mm²  
ε<sub>s</sub> 3.5 ‰  
ε<sub>s</sub> 21.84 ‰  
d 35 cm  
x 4.833 x/d 0.1381  
δ 0.7

**Tipo Sezione**  
 Rettan.re  Trapezi  
 a T  Circolare  
 Rettangoli  Coord.  
 DXF

File

**Metodo di calcolo**  
 S.L.U.+  S.L.U.-  
 Metodo n

**Tipo flessione**  
 Retta  Deviata

N° rett. 100  
Calcola MRd Dominio M-N  
L<sub>0</sub> 0 cm Col. modello  
M-curvatura  
 Precompresso

**Combinazione slu2**

**Titolo :** \_\_\_\_\_

N° strati barre **2** Zoom

N°	b [cm]	h [cm]
1	100	40

N°	As [cm²]	d [cm]
1	10.05	5
2	15.71	35

**Sollecitazioni**  
S.L.U. Metodo n

N<sub>Ed</sub> 82.14 0 kN  
M<sub>xEd</sub> 119.1 0 kNm  
M<sub>yEd</sub> 0 0

**P.to applicazione N**  
 Centro  Baricentro cls  
 Coord.[cm] xN 0 yN 0

Tipo rottura  
Lato calcestruzzo - Acciaio snervato

**Materiali**  
B450C C30/37  
ε<sub>su</sub> 67.5 ‰ ε<sub>c2</sub> 2 ‰  
f<sub>yd</sub> 391.3 N/mm² ε<sub>cu</sub> 3.5 ‰  
E<sub>s</sub> 200,000 N/mm² f<sub>cd</sub> 17  
E<sub>s</sub>/E<sub>c</sub> 15 f<sub>cc</sub>/f<sub>cd</sub> 0.8  
ε<sub>syd</sub> 1.957 ‰ σ<sub>c,adm</sub> 11.5  
σ<sub>s,adm</sub> 255 N/mm² τ<sub>co</sub> 0.6933  
τ<sub>c1</sub> 2.029

M<sub>xRd</sub> 216.9 kNm  
σ<sub>c</sub> -17 N/mm²  
σ<sub>s</sub> 391.3 N/mm²  
ε<sub>s</sub> 3.5 ‰  
ε<sub>s</sub> 20.86 ‰  
d 35 cm  
x 5.029 x/d 0.1437  
δ 0.7

**Tipo Sezione**  
 Rettan.re  Trapezi  
 a T  Circolare  
 Rettangoli  Coord.  
 DXF

File

**Metodo di calcolo**  
 S.L.U.+  S.L.U.-  
 Metodo n

**Tipo flessione**  
 Retta  Deviata

N° rett. 100  
Calcola MRd Dominio M-N  
L<sub>0</sub> 0 cm Col. modello  
M-curvatura  
 Precompresso

## 20.6. VERIFICA DEL MURO DI RISVOLTO

Per la verifica del muro di risvolto si adottano gli schemi a lastra incastrata su due lati soggetta a carico uniforme (sovraccarico) ed a carico con distribuzione triangolare (terreno) (rif. "Calcolo di lastre e piastre" R.Bares ed.clup).

In base alla geometria del muro si possono ottenere dei coefficienti moltiplicativi da applicare alle grandezze Carico x lunghezza<sup>2</sup>.

Il carico viene valutato attraverso la ripartizione del carico tandem utilizzata per il dimensionamento del paraghiaia considerato affiancato al muro.

distanza assi	2.3 m
altezza muro b	10.7 m
Impronte diffusione carico (L2 L1) (m)	15.36    8.38
pressione equivalente carico	4.66 kN/m <sup>2</sup>
pressione alla base terreno	203.3 kN/m <sup>2</sup>
larghezza muro a	6.50 m
angolo attrito terreno riempimento	35 °
Coeff.spinta	0.426
pressione spinta sovraccarico	1.988896 kN/m <sup>2</sup>
pressione spinta terreno	86.69191 kN/m <sup>2</sup>
Rapporto dimensionale a/b	0.607477

<b>Lato verticale</b>	Sovraccarico	terreno
fattore moltiplicativo	84.0 kNm <sup>2</sup>	3662.7 kNm <sup>2</sup>
Coefficiente di incastro	-0.3959	-0.0859
Momento massimo di incastro superiore	-33.3 kNm/m	-314.7 kNm/m

<b>Lato di base orizzontale</b>		
fattore moltiplicativo	227.7 kNm <sup>2</sup>	9925.4 kNm <sup>2</sup>
Coefficiente di incastro	-0.1635	-0.0696
Momento massimo di incastro alla base	-37.2 kNm/m	-691.3 kNm/m

Interpolando i valori:

Rapporto dimensionale a/b	sovracc.		spinta	
	Mx1	My30	Mx1	My30
0.5	0.4296	0.2076	0.0884	0.0546
0.75	0.3513	0.1051	0.0826	0.0896
<b>0.607</b>	0.395938	0.163535	0.085907	0.069647

Tab. 1.41<sup>1</sup>

$\mu = 0,20$   
 $\gamma = \frac{a}{b}$   
 $M_{22} = -\mu M_{20}$   
 $M_{33} = -\mu M_{20}$

$\gamma$	0,125	0,25	0,375	0,5	0,75	1	f.m.
$M_{x1}$	-0,4925	-0,4752	-0,4565	-0,4296	-0,3513	-0,2949	
$M_{x2}$	-0,3135	-0,3078	-0,2895	-0,2552	-0,1692	-0,1046	
$M_{x3}$	-0,1792	-0,1728	-0,1550	-0,1216	-0,0529	-0,0146	
$M_{x4}$	-0,0768	-0,0753	-0,0605	-0,0340	-0,0105	+0,0268	
$M_{x5}$	-0,0192	-0,0176	-0,0085	+0,0068	+0,0288	+0,0324	
$M_{x10}$	-0,4992	-0,4815	-0,4286	-0,3596	-0,2342	-0,1724	
$M_{x11}$	-0,3200	-0,3008	-0,2532	-0,1980	-0,1103	-0,0643	
$M_{x12}$	-0,1792	-0,1616	-0,1252	-0,0876	-0,0345	-0,0097	$qa^2$
$M_{x13}$	-0,0768	-0,0673	-0,0427	-0,0212	+0,0041	+0,0132	
$M_{x14}$	-0,0192	-0,0128	-0,0014	+0,0072	+0,0140	+0,0141	
$M_{x16}$	-0,4925	-0,4320	-0,3400	-0,2580	-0,1468	-0,1033	
$M_{x17}$	-0,3135	-0,2560	-0,1884	-0,1336	-0,0670	-0,0384	
$M_{x18}$	-0,1728	-0,1296	-0,0855	-0,0548	-0,0213	-0,0069	
$M_{x19}$	-0,0768	-0,0465	-0,0228	-0,0108	-0,0002	+0,0032	
$M_{x20}$	-0,0192	-0,0032	+0,0050	+0,0064	+0,0046	+0,0023	
$R_{x1}$	+0,9728	+0,9060	+0,8722	+0,9194	+1,1050	+1,1828	
$R_{x6}$	+1,0101	+1,0552	+1,1020	+1,1140	+1,0433	+0,9335	
$R_{x10}$	+1,0020	+1,0156	+1,0120	+0,9548	+0,7567	+0,5948	
$R_{x16}$	+1,0032	+1,0028	+0,9170	+0,7796	+0,5217	+0,3699	
$R_{x22}$	+0,9649	+0,7328	+0,4700	+0,2844	+0,0988	+0,0548	
$R_{x26}$	+0,0321	+0,0100	-0,0414	-0,0802	-0,0930	-0,0887	
$M_{y7}$	-0,0006	-0,0020	-0,0031	-0,0028	+0,0001	+0,0023	
$M_{y12}$	-0,0006	-0,0018	-0,0020	-0,0004	+0,0034	+0,0032	
$M_{y18}$	-0,0005	-0,0010	0	+0,0014	+0,0005	-0,0069	
$M_{y23}$	-0,0003	+0,0002	-0,0003	-0,0035	-0,0176	-0,0384	
$M_{y28}$	-0,0023	-0,0086	-0,0168	-0,0296	-0,0623	-0,1033	
$R_{y8}$	-0,0003	-0,0007	+0,0002	+0,0032	+0,0106	+0,0141	
$M_{y13}$	-0,0002	-0,0004	+0,0018	+0,0063	+0,0139	+0,0132	
$M_{y19}$	-0,0002	+0,0006	+0,0036	+0,0065	+0,0042	-0,0097	$qb^2$
$M_{y24}$	+0,0001	+0,0015	+0,0007	-0,0051	-0,0296	-0,0643	
$M_{y29}$	-0,0043	-0,0158	-0,0307	-0,0541	-0,1104	-0,1724	
$M_{y9}$	0	+0,0005	+0,0037	+0,0105	+0,0257	+0,0324	
$M_{y15}$	0	+0,0010	+0,0060	+0,0145	+0,0279	+0,0268	
$M_{y21}$	+0,0001	+0,0024	+0,0078	+0,0122	+0,0077	-0,0146	
$M_{y25}$	+0,0004	+0,0030	+0,0012	-0,0088	-0,0501	-0,1046	
$M_{y31}$	-0,0083	-0,0304	-0,0589	-0,1051	-0,2076	-0,2949	
$R_{y26}$	+0,0041	+0,0025	-0,0155	-0,0401	-0,0698	-0,0887	
$R_{y27}$	-0,0062	-0,0058	-0,0080	+0,0011	+0,0333	+0,0548	
$R_{y28}$	+0,0503	+0,0998	+0,1135	+0,1576	+0,2595	+0,3699	
$R_{y29}$	+0,1060	+0,2009	+0,2213	+0,3024	+0,4574	+0,5948	$qb$
$R_{y30}$	+0,2029	+0,3764	+0,4296	+0,5696	+0,7928	+0,9335	
$R_{y31}$	+0,3120	+0,5716	+0,6709	+0,8739	+1,1288	+1,1828	

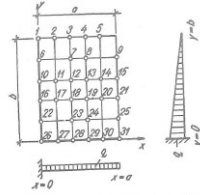
Tab. 1.97<sup>1</sup>

$\mu = 0,20$

$\gamma = \frac{a}{b}$

$M_{yb} = -\mu M_{xb}$

$M_{xa} = -\mu M_{ya}$



$\gamma$	0,125	0,25	0,375	0,5	0,75	1	f. m.
$M_{x1}$	-0,0448	-0,0688	-0,0818	-0,0884	-0,0826	-0,0662	
$M_{x2}$	-0,0384	-0,0660	-0,0676	-0,0668	-0,0478	-0,0291	
$M_{x3}$	-0,0256	-0,0416	-0,0469	-0,0400	-0,0190	-0,0056	
$M_{x4}$	-0,0128	-0,0256	-0,0263	-0,0184	-0,0014	+0,0059	
$M_{x5}$	-0,0064	-0,0112	-0,0107	-0,0052	+0,0050	+0,0077	
$M_{x10}$	-0,1985	-0,1905	-0,1657	-0,1336	-0,0816	+0,0518	
$M_{x11}$	-0,1280	-0,1184	-0,0946	-0,0696	-0,0346	-0,0173	
$M_{x12}$	-0,0704	-0,0624	-0,0441	-0,0276	-0,0082	-0,0004	
$M_{x13}$	-0,0320	-0,0240	-0,0128	-0,0036	+0,0041	+0,0059	
$M_{x14}$	-0,0064	-0,0048	+0,0014	+0,0052	+0,0064	+0,0054	$qa^2$
$M_{x16}$	-0,2943	-0,2400	-0,1750	-0,1236	-0,0640	-0,0368	
$M_{x17}$	-0,1855	-0,1360	-0,0868	-0,0540	-0,0215	-0,0092	
$M_{x18}$	-0,1024	-0,0640	-0,0320	-0,0148	-0,0018	+0,0015	
$M_{x19}$	-0,0448	-0,0176	-0,0014	+0,0044	+0,0053	+0,0041	
$M_{x20}$	-0,0064	+0,0032	+0,0085	+0,0084	+0,0051	+0,0028	
$R_{x1}$	+0,0600	+0,0304	+0,0107	+0,0332	+0,1298	+0,1917	
$R_{x6}$	+0,2017	+0,2228	+0,2508	+0,2804	+0,2755	+0,2481	
$R_{x10}$	+0,4008	+0,4105	+0,4138	+0,3906	+0,3070	+0,2364	
$R_{x16}$	+0,6040	+0,6050	+0,5462	+0,4622	+0,3176	+0,2289	
$R_{x22}$	+0,7710	+0,6900	+0,4042	+0,2826	+0,1590	+0,1047	$qa$
$R_{x26}$	+0,0448	-0,0336	+0,0117	-0,0158	-0,0259	-0,0224	

$\gamma$	0,125	0,25	0,375	0,5	0,75	1	f. m.
$M_{y7}$	-0,0001	-0,0007	+0,0012	-0,0010	+0,0004	+0,0019	
$M_{y12}$	-0,0002	-0,0007	+0,0003	+0,0010	+0,0044	+0,0064	
$M_{y18}$	-0,0003	-0,0002	-0,0012	+0,0032	+0,0060	+0,0062	
$M_{y23}$	-0,0002	+0,0006	-0,0014	+0,0012	-0,0019	-0,0073	
$M_{y28}$	-0,0021	-0,0069	+0,0119	-0,0193	-0,0352	-0,0515	
$M_{y8}$	-0,0001	-0,0005	-0,0004	+0,0007	+0,0039	+0,0059	
$M_{y13}$	-0,0001	-0,0001	+0,0013	+0,0041	+0,0093	+0,0112	
$M_{y19}$	-0,0001	+0,0009	+0,0037	+0,0067	+0,0096	+0,0078	$qb^2$
$M_{y13}$	-0,0001	+0,0017	+0,0028	+0,0018	-0,0050	-0,0148	
$M_{y29}$	-0,0038	-0,0121	-0,0202	-0,0318	-0,0548	-0,0759	
$M_{y9}$	-0,0001	-0,0004	-0,0002	+0,0026	+0,0087	+0,0118	
$M_{y15}$	0	+0,0006	+0,0034	+0,0079	+0,0155	+0,0172	
$M_{y21}$	+0,0001	+0,0022	+0,0067	+0,0109	+0,0132	+0,0084	
$M_{y25}$	+0,0004	+0,0032	+0,0043	+0,0017	-0,0108	-0,0268	
$M_{y31}$	-0,0072	-0,0221	-0,0354	-0,0546	-0,0896	-0,1157	
$R_{y26}$	+0,0056	+0,0084	+0,0044	-0,0079	-0,0194	-0,0224	
$R_{y27}$	-0,0008	+0,0133	+0,0309	+0,0573	+0,1105	+0,1598	
$R_{y28}$	+0,0510	+0,1020	+0,1232	+0,1665	+0,2399	+0,2991	$qb$
$R_{y29}$	+0,0996	+0,1780	+0,1911	+0,2446	+0,3236	+0,3794	
$R_{y30}$	+0,1819	+0,3009	+0,3079	+0,3698	+0,4489	+0,4909	
$R_{y31}$	+0,2706	+0,4232	+0,4185	+0,4827	+0,5505	+0,5586	

Lo spessore del muro è pari a 1 m alla base e 75cm in sommità.

Alla base viene considerato uno sforzo normale di  $25 \times 10,70 \times 0,875 = 234$  kN/m

**Verifica del muro all'incastro di base**

$M_{slu} = 1,3 \times 691,3 + 1,5 \times 37,2 = 954,5$  kNm

La sezione è armata con  $5\varnothing 20/m + 5\varnothing 24/m$  all'interno e  $5\varnothing 20/m$  all'esterno.

**Titolo :** \_\_\_\_\_

N° strati barre  Zoom

N°	b [cm]	h [cm]
1	100	100

N°	As [cm²]	d [cm]
1	15.71	5
2	22.62	95
3	15.71	90

**Sollecitazioni**  
S.L.U.  Metodo n

N<sub>Ed</sub>  0 kN  
M<sub>xEd</sub>  0 kNm  
M<sub>yEd</sub>  0

**P.to applicazione N**  
 Centro  Baricentro cls  
 Coord.[cm] xN  yN

**Materiali**  
B450C C30/37  
ε<sub>su</sub>  ‰ ε<sub>c2</sub>  ‰  
f<sub>yd</sub>  N/mm² ε<sub>cu</sub>  ‰  
E<sub>s</sub>  N/mm² f<sub>cd</sub>  ‰  
E<sub>s</sub>/E<sub>c</sub>  f<sub>cc</sub>/f<sub>cd</sub>  ?  
ε<sub>syd</sub>  ‰ σ<sub>c,adm</sub>   
σ<sub>s,adm</sub>  N/mm² τ<sub>co</sub>   
τ<sub>c1</sub>

M<sub>xRd</sub>  kN m  
σ<sub>c</sub>  N/mm²  
σ<sub>s</sub>  N/mm²  
ε<sub>c</sub>  ‰  
ε<sub>s</sub>  ‰  
d  cm  
x  x/d   
δ

**Tipo Sezione**  
 Rettan.re  Trapezi  
 a T  Circolare  
 Rettangoli  Coord.  
 DXF

**Metodo di calcolo**  
 S.L.U.+  S.L.U.-  
 Metodo n

**Tipo flessione**  
 Retta  Deviata

N° rett.   
Calcola MRd Dominio M-N  
L<sub>0</sub>  cm Col. modello  
M-curvatura  
 Precompresso

### Verifica del muro all'incastro con il muro frontale

$$M_{slu} = 1.3 \times 314.7 + 1.5 \times 33.3 = 459 \text{ kNm}$$

La sezione è armata con 5Ø20/m all'interno e 5Ø16/m all'esterno.



**Titolo :** \_\_\_\_\_

N° strati barre  **Zoom**

N°	b [cm]	h [cm]
1	100	75

N°	As [cm²]	d [cm]
1	10.05	5
2	15.71	95

**Sollecitazioni**  
S.L.U.  Metodo n

N<sub>Ed</sub>  kN  
M<sub>xEd</sub>  kNm  
M<sub>yEd</sub>  kNm

**P.to applicazione N**  
 Centro  Baricentro cls  
 Coord.[cm] xN  yN

**Tipo rottura**  
Lato calcestruzzo - Acciaio snervato

**Materiali**  
B450C C30/37  
E<sub>su</sub>  ‰ E<sub>c2</sub>  ‰  
f<sub>yd</sub>  N/mm² E<sub>cu</sub>  ‰  
E<sub>s</sub>  N/mm² f<sub>cd</sub>  ‰  
E<sub>s</sub>/E<sub>c</sub>  f<sub>cc</sub>/f<sub>cd</sub>  ?  
E<sub>syd</sub>  ‰ σ<sub>c,adm</sub>  ‰  
σ<sub>s,adm</sub>  N/mm² τ<sub>co</sub>  ‰  
τ<sub>c1</sub>  ‰

M<sub>xRd</sub>  kN m  
σ<sub>c</sub>  N/mm²  
σ<sub>s</sub>  N/mm²  
ε<sub>c</sub>  ‰  
ε<sub>s</sub>  ‰  
d  cm  
x  x/d   
δ

**Tipo Sezione**  
 Rettan.re  Trapezi  
 a T  Circolare  
 Rettangoli  Coord.  
 DXF

**Metodo di calcolo**  
 S.L.U.+  S.L.U.-  
 Metodo n

**Tipo flessione**  
 Retta  Deviata

N° rett.   
Calcola MRd  Dominio M-N   
L<sub>0</sub>  cm Col. modello   
M-curvatura   
 Precompresso

## 21. PILA

La pila è costituita da un fusto circolare di 3m di diametro, con altezza di 15.65m per p1 e 16.35m per p2, che sorregge un pulvino di sezione rettangolare di altezza variabile, pari a 3.5x1.8m in prossimità della pila e variabile fino a 3.5x1.3m.

Il plinto ha una geometria rettangolare 7.8m x 10.5m di 2m di spessore fondata su 108 micropali Ø300.

Inerzia platea:

spessore= 2 m  
Ntrasv = 12.00  
nlong = 9.00  
Dpalo = 0.30 m  
int = 0.90 m  
bordo = 0.30 m  
Btrasv = 10.50 m

PROGETTAZIONE ATI:

**GPI INGEGNERIA**  
GESTIONE PROGETTI INGEGNERIA srl



cooprogetti



Blong = 7.80 m  
 ntot pali = 108.00  
 Pplinto = 4,095.00 kN  
 Pterra= 3,112.20 kN

**Caratteristiche inerziali della palificata**

Trasv		Di_trasv_^2		Long		Di_long^2
		<b>1,042.47</b>	<b>mq</b>			<b>583.20</b>
						<b>mq</b>
1	-4.95 m	24.50		1	-3.6 m	12.96
2	-4.05 m	16.40		2	-2.7 m	7.29
3	-3.15 m	9.92		3	-1.8 m	3.24
4	-2.25 m	5.06		4	-0.9 m	0.81
5	-1.35 m	1.82		5	0 m	0.00
6	-0.45 m	0.20		6	0.9 m	0.81
7	0.45 m	0.20		7	1.8 m	3.24
8	1.35 m	1.82		8	2.7 m	7.29
9	2.25 m	5.06		9	3.6 m	12.96
10	3.15 m	9.92		10		
11	4.05 m	16.40		11		
12	4.95 m	24.50		12		

Si riportano le sollecitazioni alla base del fusto pila, ordinate secondo condizioni che massimizzano e minimizzano rispettivamente lo sforzo normale ed i momenti flessionali nelle direzioni trasversali e longitudinali essendo Mt= momento longitudinale

Mz= momento trasversale

Shear-y = taglio trasversale

Shear- z = taglio longitudinale

La dicitura delle condizioni di azioni è la seguenti

- g1 peso proprio delle strutture
- g2 carichi permanenti portati
- Cedimenti distorsioni di progetto
- Ritiro ritiro del calcestruzzo
- dt variazioni termiche differenziali: Acciaio-clc.
- Cedimenti cedimenti differenziali dei vincoli
- q1 : carichi mobili
- freno: azioni longitudinali di frenamento
- SISMA azione sismica
- vento azioni del vento

Si riportano di seguito le combinazioni di verifica adottate:

NAME=SLU1, CONC, STRENGTH, 0, 0, , 0, 0, 0  
 CBC, g1, 1.35, CBC, g2, 1.5, CBC, Ritiro, 1.2, CBC, cedimenti, 1.2  
 CBC, vento, 0.9, CBC, dt1, 0.9, CBC, qlecc, 1.35

PROGETTAZIONE ATI:

**GPI INGEGNERIA**  
 GESTIONE PROGETTI INGEGNERIA srl



cooprogetti



NAME=SLU2, CONC, STRENGTH, 0, 0, , 0, 0, 0  
CBC, g1, 1.35, CBC, g2, 1.5, CBC, Ritiro, 1.2, CBC, cedimenti, 1.2  
CBC, vento, 0.9, CBC, dt2, 0.9, CBC, qlecc, 1.35  
NAME=SLU3, CONC, STRENGTH, 0, 0, , 0, 0, 0  
CBC, g1, 1.35, CBC, g2, 1.5, CBC, Ritiro, 1.2, CBC, cedimenti, 1.2  
CBC, vento, -0.9, CBC, dt1, 0.9, CBC, qlecc, 1.35  
NAME=SLU4, CONC, STRENGTH, 0, 0, , 0, 0, 0  
CBC, g1, 1.35, CBC, g2, 1.5, CBC, Ritiro, 1.2, CBC, cedimenti, 1.2  
CBC, vento, -0.9, CBC, dt2, 0.9, CBC, qlecc, 1.35  
NAME=SLU5, CONC, STRENGTH, 0, 0, , 0, 0, 0  
CBC, g1, 1, CBC, g2, 1, CBC, Ritiro, 1, CBC, cedimenti, 1  
CBC, vento, 0.9, CBC, dt1, 0.9, CBC, qlecc, 1.35  
NAME=SLU7, CONC, STRENGTH, 0, 0, , 0, 0, 0  
CBC, g1, 1, CBC, g2, 1, CBC, Ritiro, 1, CBC, cedimenti, 1  
CBC, vento, -0.9, CBC, dt1, 0.9, CBC, qlecc, 1.35  
NAME=SLU8, CONC, STRENGTH, 0, 0, , 0, 0, 0  
CBC, g1, 1, CBC, g2, 1, CBC, Ritiro, 1, CBC, cedimenti, 1  
CBC, vento, -0.9, CBC, dt2, 0.9, CBC, qlecc, 1.35  
NAME=SLU9, CONC, STRENGTH, 0, 0, , 0, 0, 0  
CBC, g1, 1.35, CBC, g2, 1.5, CBC, Ritiro, 1.2, CBC, cedimenti, 1.2  
CBC, dt1, 0.9, CBC, qlmax, 1.35, CBC, freno, 1.35  
NAME=SLU10, CONC, STRENGTH, 0, 0, , 0, 0, 0  
CBC, g1, 1.35, CBC, g2, 1.5, CBC, Ritiro, 1.2, CBC, cedimenti, 1.2  
CBC, dt2, 0.9, CBC, qlmax, 1.35, CBC, freno, 1.35  
NAME=SLU11, CONC, STRENGTH, 0, 0, , 0, 0, 0  
CBC, g1, 1, CBC, g2, 1, CBC, Ritiro, 1, CBC, cedimenti, 1  
CBC, dt1, 0.9, CBC, qlmax, 1.35, CBC, freno, 1.35  
NAME=SLU12, CONC, STRENGTH, 0, 0, , 0, 0, 0  
CBC, g1, 1, CBC, g2, 1, CBC, Ritiro, 1, CBC, cedimenti, 1  
CBC, dt2, 0.9, CBC, qlmax, 1.35, CBC, freno, 1.35  
NAME=SLU13, CONC, STRENGTH, 0, 0, , 0, 0, 0  
CBC, g1, 1.35, CBC, g2, 1.5, CBC, Ritiro, 1.2, CBC, cedimenti, 1.2  
CBC, dt1, 1.5, CBC, qlmax, 1.35  
NAME=SLU14, CONC, STRENGTH, 0, 0, , 0, 0, 0  
CBC, g1, 1.35, CBC, g2, 1.5, CBC, Ritiro, 1.2, CBC, cedimenti, 1.2  
CBC, dt2, 1.5, CBC, qlmax, 1.35  
NAME=SLU15, CONC, STRENGTH, 0, 0, , 0, 0, 0  
CBC, g1, 1, CBC, g2, 1, CBC, Ritiro, 1, CBC, cedimenti, 1  
CBC, dt1, 1.5, CBC, qlmax, 1.35  
NAME=SLU16, CONC, STRENGTH, 0, 0, , 0, 0, 0  
CBC, g1, 1, CBC, g2, 1, CBC, Ritiro, 1, CBC, cedimenti, 1  
CBC, dt2, 1.5, CBC, qlmax, 1.35  
NAME=SLU17, CONC, STRENGTH, 0, 0, , 0, 0, 0  
CBC, g1, 1.35, CBC, g2, 1.5, CBC, Ritiro, 1.2, CBC, cedimenti, 1.2  
CBC, vento, 1.5  
NAME=SLU18, CONC, STRENGTH, 0, 0, , 0, 0, 0  
CBC, g1, 1, CBC, g2, 1, CBC, Ritiro, 1, CBC, cedimenti, 1  
CBC, vento, 1.5  
NAME=SISMA1, CONC, STRENGTH, 0, 0, , 0, 0, 0  
CBC, g1, 1, CBC, g2, 1, CBC, Ritiro, 1, CBC, cedimenti, 1  
CBC, sismax, 1, CBC, sismay, 0.3, CBC, sismaz, 0.3  
NAME=SISMA2, CONC, STRENGTH, 0, 0, , 0, 0, 0  
CBC, g1, 1, CBC, g2, 1, CBC, Ritiro, 1, CBC, cedimenti, 1  
CBC, sismax, 0.3, CBC, sismay, 1, CBC, sismaz, 0.3  
NAME=SISMA3, CONC, STRENGTH, 0, 0, , 0, 0, 0  
CBC, g1, 1, CBC, g2, 1, CBC, Ritiro, 1, CBC, cedimenti, 1  
CBC, sismax, 0.3, CBC, sismay, 0.3, CBC, sismaz, 1

PROGETTAZIONE ATI:

**GPI** INGEGNERIA  
GESTIONE PROGETTI INGEGNERIA srl



cooprogetti



NAME=SISMA4, CONC, STRENGTH, 0, 0, , 0, 0, 0  
 CBC, g1, 1, CBC, g2, 1, CBC, Ritiro, 1, CBC, cedimenti, 1  
 CBC, sismax, -1, CBC, sismay, 0.3, CBC, sismaz, 0.3

NAME=SISMA5, CONC, STRENGTH, 0, 0, , 0, 0, 0  
 CBC, g1, 1, CBC, g2, 1, CBC, Ritiro, 1, CBC, cedimenti, 1  
 CBC, sismax, 0.3, CBC, sismay, -1, CBC, sismaz, 0.3

NAME=SISMA6, CONC, STRENGTH, 0, 0, , 0, 0, 0  
 CBC, g1, 1, CBC, g2, 1, CBC, Ritiro, 1, CBC, cedimenti, 1  
 CBC, sismax, 0.3, CBC, sismay, 0.3, CBC, sismaz, -1

NAME=SISMA7, CONC, STRENGTH, 0, 0, , 0, 0, 0  
 CBC, g1, 1, CBC, g2, 1, CBC, Ritiro, 1, CBC, cedimenti, 1  
 CBC, sismax, 1, CBC, sismay, -0.3, CBC, sismaz, 0.3

NAME=SISMA8, CONC, STRENGTH, 0, 0, , 0, 0, 0  
 CBC, g1, 1, CBC, g2, 1, CBC, Ritiro, 1, CBC, cedimenti, 1  
 CBC, sismax, -0.3, CBC, sismay, 1, CBC, sismaz, 0.3

NAME=SISMA9, CONC, STRENGTH, 0, 0, , 0, 0, 0  
 CBC, g1, 1, CBC, g2, 1, CBC, Ritiro, 1, CBC, cedimenti, 1  
 CBC, sismax, -0.3, CBC, sismay, 0.3, CBC, sismaz, 1

NAME=SISMA10, CONC, STRENGTH, 0, 0, , 0, 0, 0  
 CBC, g1, 1, CBC, g2, 1, CBC, Ritiro, 1, CBC, cedimenti, 1  
 CBC, sismax, 1, CBC, sismay, 0.3, CBC, sismaz, -0.3

NAME=SISMA11, CONC, STRENGTH, 0, 0, , 0, 0, 0  
 CBC, g1, 1, CBC, g2, 1, CBC, Ritiro, 1, CBC, cedimenti, 1  
 CBC, sismax, 0.3, CBC, sismay, 1, CBC, sismaz, -0.3

NAME=SISMA12, CONC, STRENGTH, 0, 0, , 0, 0, 0  
 CBC, g1, 1, CBC, g2, 1, CBC, Ritiro, 1, CBC, cedimenti, 1  
 CBC, sismax, 0.3, CBC, sismay, 0.3, CBC, sismaz, -1

NAME=SISMA13, CONC, STRENGTH, 0, 0, , 0, 0, 0  
 CBC, g1, 1, CBC, g2, 1, CBC, Ritiro, 1, CBC, cedimenti, 1  
 CBC, sismax, -1, CBC, sismay, -0.3, CBC, sismaz, -0.3

NAME=SISMA14, CONC, STRENGTH, 0, 0, , 0, 0, 0  
 CBC, g1, 1, CBC, g2, 1, CBC, Ritiro, 1, CBC, cedimenti, 1  
 CBC, sismax, -0.3, CBC, sismay, -1, CBC, sismaz, -0.3

NAME=SISMA15, CONC, STRENGTH, 0, 0, , 0, 0, 0  
 CBC, g1, 1, CBC, g2, 1, CBC, Ritiro, 1, CBC, cedimenti, 1  
 CBC, sismax, -0.3, CBC, sismay, -0.3, CBC, sismaz, -1

NAME=SISMA16, CONC, STRENGTH, 0, 0, , 0, 0, 0  
 CBC, g1, 1, CBC, g2, 1, CBC, Ritiro, 1, CBC, cedimenti, 1  
 CBC, sismax, 1, CBC, sismay, -0.3, CBC, sismaz, -0.3

NAME=SISMA17, CONC, STRENGTH, 0, 0, , 0, 0, 0  
 CBC, g1, 1, CBC, g2, 1, CBC, Ritiro, 1, CBC, cedimenti, 1  
 CBC, sismax, 0.3, CBC, sismay, -1, CBC, sismaz, -0.3

NAME=SISMA18, CONC, STRENGTH, 0, 0, , 0, 0, 0  
 CBC, g1, 1, CBC, g2, 1, CBC, Ritiro, 1, CBC, cedimenti, 1  
 CBC, sismax, 0.3, CBC, sismay, -0.3, CBC, sismaz, -1

NAME=SLE1\_CAR, CONC, SERVICE, 0, 0, , 3, 0, 0  
 CBC, g1, 1, CBC, g2, 1, CBC, Ritiro, 1, CBC, cedimenti, 1  
 CBC, vento, 0.6, CBC, dt1, 0.6, CBC, qlmax, 1

NAME=SLE2\_CAR, CONC, SERVICE, 0, 0, , 3, 0, 0  
 CBC, g1, 1, CBC, g2, 1, CBC, Ritiro, 1, CBC, cedimenti, 1  
 CBC, vento, 0.6, CBC, dt2, 0.6, CBC, qlmax, 1

NAME=SLE3\_CAR, CONC, SERVICE, 0, 0, , 3, 0, 0  
 CBC, g1, 1, CBC, g2, 1, CBC, Ritiro, 1, CBC, cedimenti, 1  
 CBC, vento, -0.6, CBC, dt1, 0.6, CBC, qlmax, 1

NAME=SLE4\_CAR, CONC, SERVICE, 0, 0, , 3, 0, 0  
 CBC, g1, 1, CBC, g2, 1, CBC, Ritiro, 1, CBC, cedimenti, 1  
 CBC, vento, -0.6, CBC, dt2, 0.6, CBC, qlmax, 1

PROGETTAZIONE ATI:

**GPI** INGEGNERIA  
GESTIONE PROGETTI INGEGNERIA srl



coopprogetti



NAME=SLE1\_FR, CONC, SERVICE, 0, 0, , 2, 0, 0  
 CBC, gl, 1, CBC, Ritiro, 1, CBC, cedimenti, 1, CBC, dt1, 0.6  
 MV, Massimo tandem, 0.75, MV, Massimo distribuito, 0.4, CBC, vento, 0.2  
 NAME=SLE2\_FR, CONC, SERVICE, 0, 0, , 2, 0, 0  
 CBC, gl, 1, CBC, Ritiro, 1, CBC, cedimenti, 1, CBC, dt1, 0.6  
 MV, Massimo ecc tandem, 0.75, MV, Massimo ecc distribuiti, 0.4  
 CBC, vento, 0.2  
 NAME=SLE3\_FR, CONC, SERVICE, 0, 0, , 2, 0, 0  
 CBC, gl, 1, CBC, Ritiro, 1, CBC, cedimenti, 1, CBC, dt2, 0.6  
 MV, Massimo tandem, 0.75, MV, Massimo distribuito, 0.4, CBC, vento, 0.2  
 NAME=SLE4\_FR, CONC, SERVICE, 0, 0, , 2, 0, 0  
 CBC, gl, 1, CBC, Ritiro, 1, CBC, cedimenti, 1, CBC, dt2, 0.6  
 MV, Massimo ecc tandem, 0.75, MV, Massimo ecc distribuiti, 0.4  
 CBC, vento, 0.2  
 NAME=SLE1\_QP, CONC, SERVICE, 0, 0, , 1, 0, 0  
 CBC, gl, 1, CBC, Ritiro, 1, CBC, cedimenti, 1, CBC, dt1, 0.5  
 NAME=SLE2\_QP, CONC, SERVICE, 0, 0, , 1, 0, 0  
 CBC, gl, 1, CBC, Ritiro, 1, CBC, cedimenti, 1, CBC, dt2, 0.5

Elem	Load	Part	Component	Axial (kN)	Shear-y (kN)	Shear-z (kN)	Moment-y (kN*m)	Moment-z (kN*m)
411 2	SLU1(max)	I[2066 ]	Axial	-16,711	154	-520	-7,440	2,854
411 2	SLU1(max)	I[2066 ]	Moment-y	-20,110	116	-436	-6,229	14,839
411 2	SLU1(max)	I[2066 ]	Moment-z	-21,575	86	-470	-6,723	19,858
411 2	SLU2(max)	I[2066 ]	Axial	-16,910	657	-323	-4,619	7,249
411 2	SLU2(max)	I[2066 ]	Moment-y	-20,309	619	-238	-3,408	19,234
411 2	SLU2(max)	I[2066 ]	Moment-z	-21,774	590	-273	-3,902	24,253
411 2	SLU3(max)	I[2066 ]	Axial	-16,718	-733	141	2,014	-9,687
411 2	SLU3(max)	I[2066 ]	Moment-y	-20,116	-771	225	3,225	2,298
411 2	SLU3(max)	I[2066 ]	Moment-z	-21,582	-801	191	2,731	7,317
411 2	SLU4(max)	I[2066 ]	Axial	-16,917	-230	338	4,835	-5,292
411 2	SLU4(max)	I[2066 ]	Moment-y	-20,315	-267	423	6,045	6,693
411 2	SLU4(max)	I[2066 ]	Moment-z	-21,781	-297	388	5,552	11,712
411 2	SLU5(max)	I[2066 ]	Axial	-11,839	162	-510	-7,298	2,581
411 2	SLU5(max)	I[2066 ]	Moment-	-15,200	123	-426	-6,087	14,666

PROGETTAZIONE ATI:

**GPI** INGEGNERIA  
GESTIONE PROGETTI INGEGNERIA srl



cooprogetti



2		]	y						
411	2	SLU5(max)	I[2066 ]	Moment- z	-16,704	94	-460	-6,581	19,584
411	2	SLU6(max)	I[2066 ]	Axial	-12,038	665	-313	-4,477	6,976
411	2	SLU6(max)	I[2066 ]	Moment- y	-15,399	627	-228	-3,266	19,061
411	2	SLU6(max)	I[2066 ]	Moment- z	-16,902	597	-263	-3,760	23,979
411	2	SLU7(max)	I[2066 ]	Axial	-11,846	-725	151	2,156	-9,960
411	2	SLU7(max)	I[2066 ]	Moment- y	-15,206	-764	235	3,366	2,126
411	2	SLU7(max)	I[2066 ]	Moment- z	-16,710	-793	201	2,873	7,043
411	2	SLU8(max)	I[2066 ]	Axial	-12,045	-222	348	4,977	-5,565
411	2	SLU8(max)	I[2066 ]	Moment- y	-15,405	-260	433	6,187	6,520
411	2	SLU8(max)	I[2066 ]	Moment- z	-16,909	-290	398	5,694	11,438
411	2	SLU9(max)	I[2066 ]	Axial	-16,562	-292	-194	-2,780	-3,953
411	2	SLU9(max)	I[2066 ]	Moment- y	-20,968	-325	-86	-1,227	8,966
411	2	SLU9(max)	I[2066 ]	Moment- z	-22,128	-357	-124	-1,769	14,305
411	2	SLU10(max)	I[2066 ]	Axial	-16,761	211	3	40	442
411	2	SLU10(max)	I[2066 ]	Moment- y	-21,167	178	111	1,594	13,361
411	2	SLU10(max)	I[2066 ]	Moment- z	-22,327	147	74	1,052	18,700
411	2	SLU11(max)	I[2066 ]	Axial	-11,690	-284	-185	-2,638	-4,227
411	2	SLU11(max)	I[2066 ]	Moment- y	-16,058	-318	-76	-1,085	8,794
411	2	SLU11(max)	I[2066 ]	Moment- z	-17,256	-349	-114	-1,627	14,031
411	2	SLU12(max)	I[2066 ]	Axial	-11,889	219	13	183	168
411	2	SLU12(max)	I[2066 ]	Moment- y	-16,257	185	121	1,735	13,189
411	2	SLU12(max)	I[2066 ]	Moment- z	-17,455	154	83	1,194	18,426
411	2	SLU13(max)	I[2066 ]	Axial	-16,496	-459	-260	-3,713	-5,407

PROGETTAZIONE ATI:

**GPINGEGNERIA**  
 GESTIONE PROGETTI INGEGNERIA srl



cooprogetti



411 2	SLU13(max)	I[2066 ]	Moment- y	-20,902	-492	-151	-2,160	7,513
411 2	SLU13(max)	I[2066 ]	Moment- z	-22,062	-524	-189	-2,702	12,851
411 2	SLU14(max)	I[2066 ]	Axial	-16,828	380	69	988	1,918
411 2	SLU14(max)	I[2066 ]	Moment- y	-21,234	347	178	2,541	14,838
411 2	SLU14(max)	I[2066 ]	Moment- z	-22,394	316	140	2,000	20,176
411 2	SLU15(max)	I[2066 ]	Axial	-11,625	-451	-250	-3,571	-5,681
411 2	SLU15(max)	I[2066 ]	Moment- y	-15,992	-485	-141	-2,019	7,340
411 2	SLU15(max)	I[2066 ]	Moment- z	-17,190	-516	-179	-2,560	12,577
411 2	SLU16(max)	I[2066 ]	Axial	-11,956	388	79	1,130	1,644
411 2	SLU16(max)	I[2066 ]	Moment- y	-16,324	354	188	2,683	14,665
411 2	SLU16(max)	I[2066 ]	Moment- z	-17,522	323	150	2,142	19,902
411 2	SLU17(max)	I[2066 ]	Axial	-17,483	712	-588	-8,404	11,307
411 2	SLU17(max)	I[2066 ]	Moment- y	-17,712	716	-588	-8,403	10,698
411 2	SLU17(max)	I[2066 ]	Moment- z	-17,483	712	-588	-8,404	11,307
411 2	SLU18(max)	I[2066 ]	Axial	-12,611	719	-578	-8,262	11,033
411 2	SLU18(max)	I[2066 ]	Moment- y	-12,802	723	-578	-8,261	10,526
411 2	SLU18(max)	I[2066 ]	Moment- z	-12,611	719	-578	-8,262	11,033
411 2	SISMA1(max)	I[2066 ]	Axial	-11,897	2,770	2,432	34,051	44,726
411 2	SISMA1(max)	I[2066 ]	Moment- y	-12,088	2,774	2,432	34,052	44,218
411 2	SISMA1(max)	I[2066 ]	Moment- z	-11,897	2,770	2,432	34,051	44,726
411 2	SISMA2(max)	I[2066 ]	Axial	-11,912	1,942	3,681	51,534	31,552
411 2	SISMA2(max)	I[2066 ]	Moment- y	-12,102	1,945	3,681	51,535	31,045
411 2	SISMA2(max)	I[2066 ]	Moment- z	-11,912	1,942	3,681	51,534	31,552
411	SISMA3(max)	I[2066	Axial	-11,588	1,153	1,404	19,650	19,442

PROGETTAZIONE ATI:

**GPINGEGNERIA**  
GESTIONE PROGETTI INGEGNERIA srl



cooprogetti



2		]						
411	2	SISMA3(max)	I[2066 Moment- y	-11,779	1,157	1,404	19,651	18,935
411	2	SISMA3(max)	I[2066 Moment- z	-11,588	1,153	1,404	19,650	19,442
411	2	SISMA4(max)	I[2066 Axial	-12,638	-2,027	-523	-7,342	-31,055
411	2	SISMA4(max)	I[2066 Moment- y	-12,829	-2,024	-523	-7,341	-31,563
411	2	SISMA4(max)	I[2066 Moment- z	-12,638	-2,027	-523	-7,342	-31,055
411	2	SISMA5(max)	I[2066 Axial	-12,612	-488	-2,843	-39,810	-6,590
411	2	SISMA5(max)	I[2066 Moment- y	-12,802	-485	-2,843	-39,809	-7,098
411	2	SISMA5(max)	I[2066 Moment- z	-12,612	-488	-2,843	-39,810	-6,590
411	2	SISMA6(max)	I[2066 Axial	-13,213	976	1,386	19,404	15,900
411	2	SISMA6(max)	I[2066 Moment- y	-13,403	980	1,386	19,405	15,392
411	2	SISMA6(max)	I[2066 Moment- z	-13,213	976	1,386	19,404	15,900
411	2	SISMA7(max)	I[2066 Axial	-12,107	2,041	474	6,648	33,283
411	2	SISMA7(max)	I[2066 Moment- y	-12,298	2,045	474	6,649	32,775
411	2	SISMA7(max)	I[2066 Moment- z	-12,107	2,041	474	6,648	33,283
411	2	SISMA8(max)	I[2066 Axial	-12,134	502	2,795	39,116	8,818
411	2	SISMA8(max)	I[2066 Moment- y	-12,325	506	2,795	39,117	8,310
411	2	SISMA8(max)	I[2066 Moment- z	-12,134	502	2,795	39,116	8,818
411	2	SISMA9(max)	I[2066 Axial	-11,810	-286	518	7,232	-3,292
411	2	SISMA9(max)	I[2066 Moment- y	-12,001	-283	518	7,233	-3,800
411	2	SISMA9(max)	I[2066 Moment- z	-11,810	-286	518	7,232	-3,292
411	2	SISMA10(max)	I[2066 Axial	-12,385	2,717	2,426	33,978	43,663
411	2	SISMA10(max)	I[2066 Moment- y	-12,576	2,721	2,426	33,979	43,155
411	2	SISMA10(max)	I[2066 Moment- z	-12,385	2,717	2,426	33,978	43,663

PROGETTAZIONE ATI:

**GPI** INGEGNERIA  
GESTIONE PROGETTI INGEGNERIA srl



cooprogetti





411 2	SISMA11(max)	I[2066 ]	Axial	-12,399	1,889	3,676	51,460	30,490
411 2	SISMA11(max)	I[2066 ]	Moment- y	-12,590	1,892	3,676	51,461	29,982
411 2	SISMA11(max)	I[2066 ]	Moment- z	-12,399	1,889	3,676	51,460	30,490
411 2	SISMA12(max)	I[2066 ]	Axial	-13,213	976	1,386	19,404	15,900
411 2	SISMA12(max)	I[2066 ]	Moment- y	-13,403	980	1,386	19,405	15,392
411 2	SISMA12(max)	I[2066 ]	Moment- z	-13,213	976	1,386	19,404	15,900
411 2	SISMA13(max)	I[2066 ]	Axial	-13,335	-2,810	-2,485	-34,819	-43,560
411 2	SISMA13(max)	I[2066 ]	Moment- y	-13,526	-2,806	-2,485	-34,818	-44,068
411 2	SISMA13(max)	I[2066 ]	Moment- z	-13,335	-2,810	-2,485	-34,819	-43,560
411 2	SISMA14(max)	I[2066 ]	Axial	-13,321	-1,981	-3,735	-52,302	-30,387
411 2	SISMA14(max)	I[2066 ]	Moment- y	-13,512	-1,977	-3,735	-52,301	-30,895
411 2	SISMA14(max)	I[2066 ]	Moment- z	-13,321	-1,981	-3,735	-52,302	-30,387
411 2	SISMA15(max)	I[2066 ]	Axial	-13,645	-1,192	-1,458	-20,418	-18,277
411 2	SISMA15(max)	I[2066 ]	Moment- y	-13,836	-1,188	-1,457	-20,417	-18,785
411 2	SISMA15(max)	I[2066 ]	Moment- z	-13,645	-1,192	-1,458	-20,418	-18,277
411 2	SISMA16(max)	I[2066 ]	Axial	-12,595	1,988	469	6,574	32,220
411 2	SISMA16(max)	I[2066 ]	Moment- y	-12,785	1,992	469	6,575	31,713
411 2	SISMA16(max)	I[2066 ]	Moment- z	-12,595	1,988	469	6,574	32,220
411 2	SISMA17(max)	I[2066 ]	Axial	-13,099	-541	-2,849	-39,884	-7,653
411 2	SISMA17(max)	I[2066 ]	Moment- y	-13,290	-538	-2,849	-39,883	-8,160
411 2	SISMA17(max)	I[2066 ]	Moment- z	-13,099	-541	-2,849	-39,884	-7,653
411 2	SISMA18(max)	I[2066 ]	Axial	-13,423	247	-571	-8,000	4,457
411 2	SISMA18(max)	I[2066 ]	Moment- y	-13,613	251	-571	-7,999	3,950
411	SISMA18(max)	I[2066	Moment-	-13,423	247	-571	-8,000	4,457

PROGETTAZIONE ATI:

**GPINGEGNERIA**  
GESTIONE PROGETTI INGEGNERIA srl



cooprogetti



2		]	z					
411 2	SLE1_CAR(ma x)	I[2066 ]	Axial	-11,936	98	-357	-5,101	1,362
411 2	SLE1_CAR(ma x)	I[2066 ]	Moment- y	-15,220	74	-276	-3,951	10,875
411 2	SLE1_CAR(ma x)	I[2066 ]	Moment- z	-16,058	50	-304	-4,352	14,886
411 2	SLE2_CAR(ma x)	I[2066 ]	Axial	-12,068	434	-225	-3,221	4,292
411 2	SLE2_CAR(ma x)	I[2066 ]	Moment- y	-15,353	410	-145	-2,070	13,805
411 2	SLE2_CAR(ma x)	I[2066 ]	Moment- z	-16,191	386	-173	-2,471	17,816
411 2	SLE3_CAR(ma x)	I[2066 ]	Axial	-11,940	-493	84	1,201	-6,999
411 2	SLE3_CAR(ma x)	I[2066 ]	Moment- y	-15,225	-517	164	2,352	2,515
411 2	SLE3_CAR(ma x)	I[2066 ]	Moment- z	-16,063	-541	136	1,951	6,526
411 2	SLE4_CAR(ma x)	I[2066 ]	Axial	-12,073	-157	216	3,082	-4,069
411 2	SLE4_CAR(ma x)	I[2066 ]	Moment- y	-15,357	-181	296	4,232	5,445
411 2	SLE4_CAR(ma x)	I[2066 ]	Moment- z	-16,195	-205	268	3,831	9,455
411 2	SLE1_FR(max)	I[2066 ]	Axial	-9,097	-91	-180	-2,570	-855
411 2	SLE1_FR(max)	I[2066 ]	Moment- y	-10,899	-104	-138	-1,973	4,004
411 2	SLE1_FR(max)	I[2066 ]	Moment- z	-11,161	-115	-150	-2,141	5,981
411 2	SLE2_FR(max)	I[2066 ]	Axial	-9,152	-90	-178	-2,544	-661
411 2	SLE2_FR(max)	I[2066 ]	Moment- y	-10,602	-104	-145	-2,067	3,831
411 2	SLE2_FR(max)	I[2066 ]	Moment- z	-10,961	-115	-155	-2,221	5,709
411 2	SLE3_FR(max)	I[2066 ]	Axial	-9,229	244	-48	-689	2,075
411 2	SLE3_FR(max)	I[2066 ]	Moment- y	-11,032	232	-6	-92	6,934
411 2	SLE3_FR(max)	I[2066 ]	Moment- z	-11,293	220	-18	-261	8,911
411 2	SLE4_FR(max)	I[2066 ]	Axial	-9,285	245	-46	-663	2,269
411 2	SLE4_FR(max)	I[2066 ]	Moment- y	-10,735	232	-13	-187	6,761

PROGETTAZIONE ATI:

**GPINGEGNERIA**  
GESTIONE PROGETTI INGEGNERIA srl



cooprogetti



411 2	SLE4_FR(max)	I[2066 ]	Moment- z	-11,094	220	-24	-341	8,639
411 2	SLE1_QP(max)	I[2066 ]	Axial	-9,434	-156	-72	-1,033	-964
411 2	SLE1_QP(max)	I[2066 ]	Moment- y	-9,625	-153	-72	-1,032	-1,471
411 2	SLE1_QP(max)	I[2066 ]	Moment- z	-9,434	-156	-72	-1,033	-964
411 2	SLE2_QP(max)	I[2066 ]	Axial	-9,545	123	37	535	1,478
411 2	SLE2_QP(max)	I[2066 ]	Moment- y	-9,736	127	37	535	971
411 2	SLE2_QP(max)	I[2066 ]	Moment- z	-9,545	123	37	535	1,478
411 2	SLU1(min)	I[2066 ]	Axial	-22,196	94	-489	-6,996	18,306
411 2	SLU1(min)	I[2066 ]	Moment- y	-19,655	124	-563	-8,046	9,057
411 2	SLU1(min)	I[2066 ]	Moment- z	-17,117	158	-522	-7,471	2,130
411 2	SLU2(min)	I[2066 ]	Axial	-22,395	598	-292	-4,175	22,701
411 2	SLU2(min)	I[2066 ]	Moment- y	-19,854	627	-365	-5,225	13,452
411 2	SLU2(min)	I[2066 ]	Moment- z	-17,316	661	-325	-4,650	6,525
411 2	SLU3(min)	I[2066 ]	Axial	-22,202	-793	172	2,458	5,765
411 2	SLU3(min)	I[2066 ]	Moment- y	-19,662	-763	98	1,408	-3,484
411 2	SLU3(min)	I[2066 ]	Moment- z	-17,123	-729	139	1,983	-10,411
411 2	SLU4(min)	I[2066 ]	Axial	-22,401	-289	369	5,279	10,160
411 2	SLU4(min)	I[2066 ]	Moment- y	-19,861	-259	296	4,229	911
411 2	SLU4(min)	I[2066 ]	Moment- z	-17,322	-226	336	4,804	-6,016
411 2	SLU5(min)	I[2066 ]	Axial	-17,286	101	-479	-6,854	18,134
411 2	SLU5(min)	I[2066 ]	Moment- y	-14,783	132	-553	-7,904	8,783
411 2	SLU5(min)	I[2066 ]	Moment- z	-12,207	165	-513	-7,329	1,958
411 2	SLU6(min)	I[2066 ]	Axial	-17,485	605	-282	-4,033	22,529
411 2	SLU6(min)	I[2066 ]	Moment- z	-14,982	635	-355	-5,083	13,178

PROGETTAZIONE ATI:

**GPINGEGNERIA**  
GESTIONE PROGETTI INGEGNERIA srl



cooprogetti



2		]	y						
411	2	SLU6(min)	I[2066 ]	Moment- z	-12,406	668	-315	-4,508	6,353
411	2	SLU7(min)	I[2066 ]	Axial	-17,292	-786	182	2,600	5,593
411	2	SLU7(min)	I[2066 ]	Moment- y	-14,790	-755	108	1,550	-3,758
411	2	SLU7(min)	I[2066 ]	Moment- z	-12,213	-722	149	2,125	-10,583
411	2	SLU8(min)	I[2066 ]	Axial	-17,491	-282	379	5,421	9,988
411	2	SLU8(min)	I[2066 ]	Moment- y	-14,989	-252	306	4,371	637
411	2	SLU8(min)	I[2066 ]	Moment- z	-12,412	-219	346	4,946	-6,188
411	2	SLU9(min)	I[2066 ]	Axial	-23,626	-336	-151	-2,157	10,567
411	2	SLU9(min)	I[2066 ]	Moment- y	-20,193	-309	-247	-3,532	600
411	2	SLU9(min)	I[2066 ]	Moment- z	-17,988	-274	-203	-2,904	-6,722
411	2	SLU10(min)	I[2066 ]	Axial	-23,825	168	46	664	14,962
411	2	SLU10(min)	I[2066 ]	Moment- y	-20,392	195	-50	-712	4,995
411	2	SLU10(min)	I[2066 ]	Moment- z	-18,187	230	-6	-83	-2,327
411	2	SLU11(min)	I[2066 ]	Axial	-18,716	-329	-141	-2,015	10,395
411	2	SLU11(min)	I[2066 ]	Moment- y	-15,321	-301	-237	-3,390	326
411	2	SLU11(min)	I[2066 ]	Moment- z	-13,078	-267	-193	-2,762	-6,894
411	2	SLU12(min)	I[2066 ]	Axial	-18,915	175	56	805	14,790
411	2	SLU12(min)	I[2066 ]	Moment- y	-15,520	202	-40	-569	4,721
411	2	SLU12(min)	I[2066 ]	Moment- z	-13,277	237	4	59	-2,500
411	2	SLU13(min)	I[2066 ]	Axial	-23,560	-502	-216	-3,090	9,114
411	2	SLU13(min)	I[2066 ]	Moment- y	-20,128	-476	-312	-4,465	-853
411	2	SLU13(min)	I[2066 ]	Moment- z	-17,922	-440	-268	-3,837	-8,176
411	2	SLU14(min)	I[2066 ]	Axial	-23,892	337	113	1,611	16,439

PROGETTAZIONE ATI:

**GPINGEGNERIA**  
 GESTIONE PROGETTI INGEGNERIA srl



cooprogetti



411 2	SLU14(min)	I[2066 ]	Moment- y	-20,459	364	17	236	6,471
411 2	SLU14(min)	I[2066 ]	Moment- z	-18,254	399	61	865	-851
411 2	SLU15(min)	I[2066 ]	Axial	-18,650	-495	-206	-2,949	8,941
411 2	SLU15(min)	I[2066 ]	Moment- y	-15,256	-468	-302	-4,323	-1,127
411 2	SLU15(min)	I[2066 ]	Moment- z	-13,012	-433	-258	-3,695	-8,348
411 2	SLU16(min)	I[2066 ]	Axial	-18,982	344	123	1,753	16,266
411 2	SLU16(min)	I[2066 ]	Moment- y	-15,587	372	26	378	6,198
411 2	SLU16(min)	I[2066 ]	Moment- z	-13,344	406	70	1,007	-1,023
411 2	SLU17(min)	I[2066 ]	Axial	-17,712	716	-588	-8,403	10,698
411 2	SLU17(min)	I[2066 ]	Moment- y	-17,483	712	-588	-8,404	11,307
411 2	SLU17(min)	I[2066 ]	Moment- z	-17,712	716	-588	-8,403	10,698
411 2	SLU18(min)	I[2066 ]	Axial	-12,802	723	-578	-8,261	10,526
411 2	SLU18(min)	I[2066 ]	Moment- y	-12,611	719	-578	-8,262	11,033
411 2	SLU18(min)	I[2066 ]	Moment- z	-12,802	723	-578	-8,261	10,526
411 2	SISMA1(min)	I[2066 ]	Axial	-12,088	2,774	2,432	34,052	44,218
411 2	SISMA1(min)	I[2066 ]	Moment- y	-11,897	2,770	2,432	34,051	44,726
411 2	SISMA1(min)	I[2066 ]	Moment- z	-12,088	2,774	2,432	34,052	44,218
411 2	SISMA2(min)	I[2066 ]	Axial	-12,102	1,945	3,681	51,535	31,045
411 2	SISMA2(min)	I[2066 ]	Moment- y	-11,912	1,942	3,681	51,534	31,552
411 2	SISMA2(min)	I[2066 ]	Moment- z	-12,102	1,945	3,681	51,535	31,045
411 2	SISMA3(min)	I[2066 ]	Axial	-11,779	1,157	1,404	19,651	18,935
411 2	SISMA3(min)	I[2066 ]	Moment- y	-11,588	1,153	1,404	19,650	19,442
411 2	SISMA3(min)	I[2066 ]	Moment- z	-11,779	1,157	1,404	19,651	18,935
411	SISMA4(min)	I[2066	Axial	-12,829	-2,024	-523	-7,341	-31,563

PROGETTAZIONE ATI:

**GPINGEGNERIA**  
GESTIONE PROGETTI INGEGNERIA srl



cooprogetti



2		]						
411	2	SISMA4(min)	I[2066 ] Moment- y	-12,638	-2,027	-523	-7,342	-31,055
411	2	SISMA4(min)	I[2066 ] Moment- z	-12,829	-2,024	-523	-7,341	-31,563
411	2	SISMA5(min)	I[2066 ] Axial	-12,802	-485	-2,843	-39,809	-7,098
411	2	SISMA5(min)	I[2066 ] Moment- y	-12,612	-488	-2,843	-39,810	-6,590
411	2	SISMA5(min)	I[2066 ] Moment- z	-12,802	-485	-2,843	-39,809	-7,098
411	2	SISMA6(min)	I[2066 ] Axial	-13,403	980	1,386	19,405	15,392
411	2	SISMA6(min)	I[2066 ] Moment- y	-13,213	976	1,386	19,404	15,900
411	2	SISMA6(min)	I[2066 ] Moment- z	-13,403	980	1,386	19,405	15,392
411	2	SISMA7(min)	I[2066 ] Axial	-12,298	2,045	474	6,649	32,775
411	2	SISMA7(min)	I[2066 ] Moment- y	-12,107	2,041	474	6,648	33,283
411	2	SISMA7(min)	I[2066 ] Moment- z	-12,298	2,045	474	6,649	32,775
411	2	SISMA8(min)	I[2066 ] Axial	-12,325	506	2,795	39,117	8,310
411	2	SISMA8(min)	I[2066 ] Moment- y	-12,134	502	2,795	39,116	8,818
411	2	SISMA8(min)	I[2066 ] Moment- z	-12,325	506	2,795	39,117	8,310
411	2	SISMA9(min)	I[2066 ] Axial	-12,001	-283	518	7,233	-3,800
411	2	SISMA9(min)	I[2066 ] Moment- y	-11,810	-286	518	7,232	-3,292
411	2	SISMA9(min)	I[2066 ] Moment- z	-12,001	-283	518	7,233	-3,800
411	2	SISMA10(min)	I[2066 ] Axial	-12,576	2,721	2,426	33,979	43,155
411	2	SISMA10(min)	I[2066 ] Moment- y	-12,385	2,717	2,426	33,978	43,663
411	2	SISMA10(min)	I[2066 ] Moment- z	-12,576	2,721	2,426	33,979	43,155
411	2	SISMA11(min)	I[2066 ] Axial	-12,590	1,892	3,676	51,461	29,982
411	2	SISMA11(min)	I[2066 ] Moment- y	-12,399	1,889	3,676	51,460	30,490
411	2	SISMA11(min)	I[2066 ] Moment- z	-12,590	1,892	3,676	51,461	29,982

PROGETTAZIONE ATI:

**GPI** INGEGNERIA  
GESTIONE PROGETTI INGEGNERIA srl



cooprogetti



411 2	SISMA12(min)	I[2066 ]	Axial	-13,403	980	1,386	19,405	15,392	
411 2	SISMA12(min)	I[2066 ]	Moment- y	-13,213	976	1,386	19,404	15,900	
411 2	SISMA12(min)	I[2066 ]	Moment- z	-13,403	980	1,386	19,405	15,392	
411 2	SISMA13(min)	I[2066 ]	Axial	-13,526	-2,806	-2,485	-34,818	-44,068	
411 2	SISMA13(min)	I[2066 ]	Moment- y	-13,335	-2,810	-2,485	-34,819	-43,560	
411 2	SISMA13(min)	I[2066 ]	Moment- z	-13,526	-2,806	-2,485	-34,818	-44,068	
411 2	SISMA14(min)	I[2066 ]	Axial	-13,512	-1,977	-3,735	-52,301	-30,895	
411 2	SISMA14(min)	I[2066 ]	Moment- y	-13,321	-1,981	-3,735	-52,302	-30,387	
411 2	SISMA14(min)	I[2066 ]	Moment- z	-13,512	-1,977	-3,735	-52,301	-30,895	
411 2	SISMA15(min)	I[2066 ]	Axial	-13,836	-1,188	-1,457	-20,417	-18,785	
411 2	SISMA15(min)	I[2066 ]	Moment- y	-13,645	-1,192	-1,458	-20,418	-18,277	
411 2	SISMA15(min)	I[2066 ]	Moment- z	-13,836	-1,188	-1,457	-20,417	-18,785	
411 2	SISMA16(min)	I[2066 ]	Axial	-12,785	1,992	469	6,575	31,713	
411 2	SISMA16(min)	I[2066 ]	Moment- y	-12,595	1,988	469	6,574	32,220	
411 2	SISMA16(min)	I[2066 ]	Moment- z	-12,785	1,992	469	6,575	31,713	
411 2	SISMA17(min)	I[2066 ]	Axial	-	13,289.70	-537.71	2,848.61	-39,883.12	-8,160.31
411 2	SISMA17(min)	I[2066 ]	Moment- y	-	13,099.01	-541.45	2,848.68	-39,884.04	-7,652.76
411 2	SISMA17(min)	I[2066 ]	Moment- z	-	13,289.70	-537.71	2,848.61	-39,883.12	-8,160.31
411 2	SISMA18(min)	I[2066 ]	Axial	-	13,613.32	250.92	-571.15	-7,998.78	3,949.75
411 2	SISMA18(min)	I[2066 ]	Moment- y	-	13,422.64	247.18	-571.22	-7,999.71	4,457.29
411 2	SISMA18(min)	I[2066 ]	Moment- z	-	13,613.32	250.92	-571.15	-7,998.78	3,949.75
411 2	SLE1_CAR(min )	I[2066 ]	Axial	-	17,189.12	66.63	-324.49	-4,639.84	12,061.26
411 2	SLE1_CAR(min )	I[2066 ]	Moment- y	-	14,625.22	85.97	-395.71	-5,658.49	4,734.57
411	SLE1_CAR(min	I[2066	Moment-	-	112.37	-363.11	-5,192.59	-745.72	

PROGETTAZIONE ATI:

**GPI INGEGNERIA**  
 GESTIONE PROGETTI INGEGNERIA srl



cooprogetti



2	)	]	z	13,013.03				
411	SLE2_CAR(min	I[2066		-				
2	)	]	Axial	17,321.71	402.33	-192.98	-2,759.26	14,991.22
411	SLE2_CAR(min	I[2066	Moment-	-				
2	)	]	y	14,757.81	421.68	-264.19	-3,777.90	7,664.53
411	SLE2_CAR(min	I[2066	Moment-	-				
2	)	]	z	13,145.62	448.08	-231.60	-3,312.01	2,184.24
411	SLE3_CAR(min	I[2066		-				
2	)	]	Axial	17,193.52	-524.62	116.24	1,662.70	3,700.62
411	SLE3_CAR(min	I[2066	Moment-	-				
2	)	]	y	14,629.62	-505.28	45.03	644.05	-3,626.07
411	SLE3_CAR(min	I[2066	Moment-	-				
2	)	]	z	13,017.43	-478.87	77.63	1,109.95	-9,106.36
411	SLE4_CAR(min	I[2066		-				
2	)	]	Axial	17,326.11	-188.91	247.76	3,543.28	6,630.58
411	SLE4_CAR(min	I[2066	Moment-	-				
2	)	]	y	14,762.21	-169.57	176.54	2,524.64	-696.11
411	SLE4_CAR(min	I[2066	Moment-	-				
2	)	]	z	13,150.02	-143.17	209.14	2,990.53	-6,176.40
411	SLE1_FR(min	I[2066		-				
2	)	]	Axial	11,816.88	-104.85	-163.07	-2,331.68	4,160.24
411	SLE1_FR(min	I[2066	Moment-	-				
2	)	]	y	10,555.27	-96.19	-197.91	-2,830.03	940.97
411	SLE1_FR(min	I[2066	Moment-	-				
2	)	]	z	-9,713.01	-82.46	-182.71	-2,612.84	-2,137.54
411	SLE2_FR(min	I[2066		-				
2	)	]	Axial	11,324.13	-109.47	-165.27	-2,363.10	4,704.91
411	SLE2_FR(min	I[2066	Moment-	-				
2	)	]	y	10,350.56	-100.37	-192.35	-2,750.42	1,732.95
411	SLE2_FR(min	I[2066	Moment-	-				
2	)	]	z	-9,395.92	-87.00	-178.41	-2,551.20	-1,205.15
411	SLE3_FR(min	I[2066		-				
2	)	]	Axial	11,949.47	230.86	-31.56	-451.10	7,090.20
411	SLE3_FR(min	I[2066	Moment-	-				
2	)	]	y	10,687.86	239.51	-66.40	-949.44	3,870.93
411	SLE3_FR(min	I[2066	Moment-	-				
2	)	]	z	-9,845.60	253.25	-51.20	-732.26	792.42
411	SLE4_FR(min	I[2066		-				
2	)	]	Axial	11,456.72	226.24	-33.75	-482.52	7,634.87
411	SLE4_FR(min	I[2066	Moment-	-				
2	)	]	y	10,483.15	235.34	-60.83	-869.83	4,662.90
411	SLE4_FR(min	I[2066	Moment-	-				
2	)	]	z	-9,528.51	248.71	-46.89	-670.62	1,724.81
411	SLE1_QP(min	I[2066		-				
2	)	]	Axial	-9,625.04	-152.59	-72.15	-1,031.67	-1,471.06
411	SLE1_QP(min	I[2066	Moment-	-				
2	)	]	y	-9,434.35	-156.33	-72.21	-1,032.60	-963.51

PROGETTAZIONE ATI:

**GPINGEGNERIA**  
GESTIONE PROGETTI INGEGNERIA srl



cooprogetti





411 2	SLE1_QP(min)	I[2066 ]	Moment- z	-9,625.04	-152.59	-72.15	-1,031.67	-1,471.06
411 2	SLE2_QP(min)	I[2066 ]	Axial	-9,735.53	127.17	37.45	535.48	970.57
411 2	SLE2_QP(min)	I[2066 ]	Moment- y	-9,544.85	123.43	37.38	534.56	1,478.12
411 2	SLE2_QP(min)	I[2066 ]	Moment- z	-9,735.53	127.17	37.45	535.48	970.57

Le azioni in testa ai pali sono valutate per ogni combinazione secondo la seguente formulazione:

$$N_{palo} = N / (\text{num pali}) + (M_{t_{\text{trasv}}} / W_{\text{trasv}}) + (M_{l_{\text{long}}} / W)$$

Lo sforzo di taglio viene ripartito tra tutti i pali.

<i>Casi</i>	<i>Tipo</i>	<i>Nmax</i>	<i>Mtrasv</i>	<i>Mlong</i>	<i>Ttrasv</i>	<i>Tlong</i>	<i>Npalo</i>	<i>Npalo min</i>	<i>Tpalo</i>
		[kN]	[kNm]	[kNm]	[kN]	[kN]	[kN]	[kN]	[kN]
1	SLU1(max)-Axial	23,919	3,162	8,480	154	-520	-289	-154	5.0
2	SLU1(max)-Moment-y	27,317	15,071	7,101	116	-436	-368	-138	4.2
3	SLU1(max)-Moment-z	28,783	20,030	7,663	86	-470	-409	-124	4.4
4	SLU2(max)-Axial	24,117	8,564	5,265	657	-323	-296	-150	6.8
5	SLU2(max)-Moment-y	27,516	20,473	3,885	619	-238	-376	-134	6.1
6	SLU2(max)-Moment-z	28,982	25,432	4,448	590	-273	-417	-120	6.0
7	SLU3(max)-Axial	23,925	11,153	2,296	-733	141	-289	-154	6.9
8	SLU3(max)-Moment-y	27,323	3,840	3,676	-771	225	-294	-212	7.4
9	SLU3(max)-Moment-z	28,789	8,919	3,113	-801	191	-328	-205	7.6
10	SLU4(max)-Axial	24,124	5,751	5,511	-230	338	-285	-162	3.8
11	SLU4(max)-Moment-y	27,522	7,228	6,891	-267	423	-332	-178	4.6
12	SLU4(max)-Moment-z	28,988	12,306	6,328	-297	388	-366	-171	4.5
13	SLU5(max)-Axial	19,047	2,904	8,318	162	-510	-241	-111	5.0
14	SLU5(max)-Moment-y	22,407	14,913	6,939	123	-426	-321	-94	4.1
15	SLU5(max)-Moment-z	23,911	19,772	7,501	94	-460	-362	-81	4.3
16	SLU6(max)-Axial	19,246	8,306	5,103	665	-313	-249	-107	6.8
17	SLU6(max)-Moment-y	22,606	20,315	3,723	627	-228	-329	-90	6.2
18	SLU6(max)-Moment-z	24,110	25,174	4,286	597	-263	-369	-77	6.0
19	SLU7(max)-Axial	19,053	11,411	2,458	-725	151	-246	-107	6.9
20	SLU7(max)-Moment-y	-	3,653	3,837	-764	235	-249	-166	7.4

PROGETTAZIONE ATI:

**GPI INGEGNERIA**  
 GESTIONE PROGETTI INGEGNERIA srl



cooprogetti



		22,413							
21	SLU7(max)-Moment-z	23,917	8,629	3,275	-793	201	-283	-160	7.6
22	SLU8(max)-Axial	19,252	6,009	5,673	-222	348	-242	-115	3.8
23	SLU8(max)-Moment-y	22,612	7,041	7,053	-260	433	-286	-132	4.7
24	SLU8(max)-Moment-z	24,116	12,017	6,490	-290	398	-320	-126	4.6
25	SLU9(max)-Axial	23,769	4,538	3,169	-292	-194	-261	-179	3.3
26	SLU9(max)-Moment-y	28,175	9,617	1,399	-325	-86	-315	-207	3.1
27	SLU9(max)-Moment-z	29,335	15,019	2,016	-357	-124	-355	-188	3.5
28	SLU10(max)-Axial	23,968	864	46	211	3	-226	-218	2.0
29	SLU10(max)-Moment-y	28,374	13,718	1,816	178	111	-339	-186	1.9
30	SLU10(max)-Moment-z	29,534	18,993	1,199	147	74	-371	-176	1.5
31	SLU11(max)-Axial	18,898	4,796	3,007	-284	-185	-216	-134	3.1
32	SLU11(max)-Moment-y	23,265	9,430	1,237	-318	-76	-268	-163	3.0
33	SLU11(max)-Moment-z	24,463	14,729	1,854	-349	-114	-308	-145	3.4
34	SLU12(max)-Axial	19,096	606	208	219	13	-181	-173	2.0
35	SLU12(max)-Moment-y	23,464	13,559	1,978	185	121	-294	-141	2.1
36	SLU12(max)-Moment-z	24,662	18,735	1,361	154	83	-326	-131	1.6
37	SLU13(max)-Axial	23,704	6,324	4,233	-459	-260	-276	-163	4.9
38	SLU13(max)-Moment-y	28,109	8,496	2,463	-492	-151	-316	-205	4.8
39	SLU13(max)-Moment-z	29,269	13,898	3,080	-524	-189	-356	-186	5.2
40	SLU14(max)-Axial	24,035	2,679	1,126	380	69	-242	-203	3.6
41	SLU14(max)-Moment-y	28,441	15,532	2,896	347	178	-355	-172	3.6
42	SLU14(max)-Moment-z	29,601	20,807	2,279	316	140	-387	-161	3.2
43	SLU15(max)-Axial	18,832	6,583	4,071	-451	-250	-231	-118	4.8
44	SLU15(max)-Moment-y	23,199	8,310	2,301	-485	-141	-268	-161	4.7
45	SLU15(max)-Moment-z	24,397	13,609	2,918	-516	-179	-309	-143	5.1
46	SLU16(max)-Axial	19,163	2,421	1,288	388	79	-197	-158	3.7
47	SLU16(max)-Moment-y	23,531	15,374	3,058	354	188	-310	-126	3.7
48	SLU16(max)-Moment-z	24,729	20,549	2,441	323	150	-342	-116	3.3
49	SLU17(max)-Axial	24,690	12,731	9,580	712	-588	-348	-109	8.5
50	SLU17(max)-Moment-y	24,919	12,131	9,578	716	-588	-347	-114	8.6
51	SLU17(max)-Moment-z	24,690	12,731	9,580	712	-588	-348	-109	8.5
52	SLU18(max)-Axial	-	12,472	9,418	719	-578	-301	-66	8.5

PROGETTAZIONE ATI:

**GPI** INGEGNERIA  
 GESTIONE PROGETTI INGEGNERIA srl



cooprogetti



		19,818							
53	SLU18(max)-Moment-y	20,009	11,972	9,417	723	-578	-300	-70	8.6
54	SLU18(max)-Moment-z	19,818	12,472	9,418	719	-578	-301	-66	8.5
55	SISMA1(max)-Axial	19,105	50,267	38,915	2,770	2,432	-656	302	34.1
56	SISMA1(max)-Moment-y	19,295	49,766	38,916	2,774	2,432	-655	298	34.2
57	SISMA1(max)-Moment-z	19,105	50,267	38,915	2,770	2,432	-656	302	34.1
58	SISMA2(max)-Axial	19,119	35,436	58,897	1,942	3,681	-709	355	38.5
59	SISMA2(max)-Moment-y	19,310	34,936	58,898	1,945	3,681	-708	351	38.6
60	SISMA2(max)-Moment-z	19,119	35,436	58,897	1,942	3,681	-709	355	38.5
61	SISMA3(max)-Axial	18,795	21,748	22,458	1,153	1,404	-416	68	16.8
62	SISMA3(max)-Moment-y	18,986	21,248	22,459	1,157	1,404	-415	64	16.8
63	SISMA3(max)-Moment-z	18,795	21,748	22,458	1,153	1,404	-416	68	16.8
64	SISMA4(max)-Axial	19,845	35,110	8,387	-2,027	-523	-402	35	19.4
65	SISMA4(max)-Moment-y	20,036	35,610	8,386	-2,024	-523	-406	35	19.4
66	SISMA4(max)-Moment-z	19,845	35,110	8,387	-2,027	-523	-402	35	19.4
67	SISMA5(max)-Axial	19,819	7,567	45,497	-488	-2,843	-500	133	26.7
68	SISMA5(max)-Moment-y	20,010	8,067	45,496	-485	-2,843	-504	134	26.7
69	SISMA5(max)-Moment-z	19,819	7,567	45,497	-488	-2,843	-500	133	26.7
70	SISMA6(max)-Axial	20,420	17,852	22,176	976	1,386	-411	33	15.7
71	SISMA6(max)-Moment-y	20,611	17,352	22,177	980	1,386	-410	28	15.7
72	SISMA6(max)-Moment-z	20,420	17,852	22,176	976	1,386	-411	33	15.7
73	SISMA7(max)-Axial	19,315	37,366	7,597	2,041	474	-403	45	19.4
74	SISMA7(max)-Moment-y	19,505	36,866	7,598	2,045	474	-403	41	19.4
75	SISMA7(max)-Moment-z	19,315	37,366	7,597	2,041	474	-403	45	19.4
76	SISMA8(max)-Axial	19,341	9,823	44,706	502	2,795	-502	144	26.3
77	SISMA8(max)-Moment-y	19,532	9,322	44,707	506	2,795	-501	139	26.3
78	SISMA8(max)-Moment-z	19,341	9,823	44,706	502	2,795	-502	144	26.3
79	SISMA9(max)-Axial	19,017	3,865	8,267	-286	518	-245	-107	5.5
80	SISMA9(max)-Moment-y	19,208	4,365	8,268	-283	518	-250	-106	5.5
81	SISMA9(max)-Moment-z	19,017	3,865	8,267	-286	518	-245	-107	5.5
82	SISMA10(max)-Axial	19,592	49,098	38,830	2,717	2,426	-654	291	33.7
83	SISMA10(max)-Moment-y	19,783	48,598	38,831	2,721	2,426	-654	287	33.8
84	SISMA10(max)-Moment-z	-	49,098	38,830	2,717	2,426	-654	291	33.7

PROGETTAZIONE ATI:

**GPI** INGEGNERIA  
GESTIONE PROGETTI INGEGNERIA srl



cooprogetti



		19,592							
85	SISMA11(max)-Axial	19,606	34,267	58,812	1,889	3,676	-707	344	38.3
86	SISMA11(max)-Moment-y	19,797	33,767	58,814	1,892	3,676	-707	340	38.3
87	SISMA11(max)-Moment-z	19,606	34,267	58,812	1,889	3,676	-707	344	38.3
88	SISMA12(max)-Axial	20,420	17,852	22,176	976	1,386	-411	33	15.7
89	SISMA12(max)-Moment-y	20,611	17,352	22,177	980	1,386	-410	28	15.7
90	SISMA12(max)-Moment-z	20,420	17,852	22,176	976	1,386	-411	33	15.7
91	SISMA13(max)-Axial	20,543	49,180	39,790	-2,810	-2,485	-669	289	34.7
92	SISMA13(max)-Moment-y	20,733	49,680	39,789	-2,806	-2,485	-673	290	34.7
93	SISMA13(max)-Moment-z	20,543	49,180	39,790	-2,810	-2,485	-669	289	34.7
94	SISMA14(max)-Axial	20,528	34,349	59,772	-1,981	-3,735	-722	342	39.1
95	SISMA14(max)-Moment-y	20,719	34,849	59,771	-1,977	-3,735	-726	343	39.1
96	SISMA14(max)-Moment-z	20,528	34,349	59,772	-1,981	-3,735	-722	342	39.1
97	SISMA15(max)-Axial	20,852	20,661	23,333	-1,192	-1,458	-435	49	17.4
98	SISMA15(max)-Moment-y	21,043	21,161	23,332	-1,188	-1,457	-439	50	17.4
99	SISMA15(max)-Moment-z	20,852	20,661	23,333	-1,192	-1,458	-435	49	17.4
100	SISMA16(max)-Axial	19,802	36,197	7,512	1,988	469	-402	35	18.9
101	SISMA16(max)-Moment-y	19,993	35,697	7,513	1,992	469	-401	31	18.9
102	SISMA16(max)-Moment-z	19,802	36,197	7,512	1,988	469	-402	35	18.9
103	SISMA17(max)-Axial	20,306	8,736	45,581	-541	-2,849	-511	135	26.8
104	SISMA17(max)-Moment-y	20,497	9,236	45,580	-538	-2,849	-515	135	26.8
105	SISMA17(max)-Moment-z	20,306	8,736	45,581	-541	-2,849	-511	135	26.8
106	SISMA18(max)-Axial	20,630	4,952	9,142	247	-571	-271	-111	5.8
107	SISMA18(max)-Moment-y	20,821	4,452	9,141	251	-571	-270	-115	5.8
108	SISMA18(max)-Moment-z	20,630	4,952	9,142	247	-571	-271	-111	5.8
109	SLE1_CAR(max)-Axial	19,143	1,559	5,815	98	-357	-221	-134	3.4
110	SLE1_CAR(max)-Moment-y	22,427	11,024	4,504	74	-276	-288	-128	2.6
111	SLE1_CAR(max)-Moment-z	23,265	14,987	4,961	50	-304	-317	-114	2.9
112	SLE2_CAR(max)-Axial	19,275	5,160	3,671	434	-225	-226	-131	4.5
113	SLE2_CAR(max)-Moment-y	22,560	14,625	2,360	410	-145	-293	-125	4.0
114	SLE2_CAR(max)-Moment-z	23,398	18,588	2,817	386	-173	-322	-111	3.9
115	SLE3_CAR(max)-Axial	19,147	7,985	1,369	-493	84	-224	-131	4.6
116	SLE3_CAR(max)-Moment-	-	3,549	2,680	-517	164	-241	-174	5.0

PROGETTAZIONE ATI:

**GPI** INGEGNERIA  
GESTIONE PROGETTI INGEGNERIA srl



cooprogetti



	y	22,432							
117	SLE3_CAR(max)-Moment-z	-							
		23,270	7,607	2,223	-541	136	-265	-166	5.2
118	SLE4_CAR(max)-Axial	19,280	4,383	3,513	-157	216	-221	-136	2.5
119	SLE4_CAR(max)-Moment-y	-							
		22,564	5,807	4,824	-181	296	-266	-152	3.2
120	SLE4_CAR(max)-Moment-z	-							
		23,402	9,866	4,367	-205	268	-290	-143	3.1
121	SLE1_FR(max)-Axial	16,304	1,038	2,929	-91	-180	-174	-128	1.9
122	SLE1_FR(max)-Moment-y	18,106	4,211	2,249	-104	-138	-202	-134	1.6
123	SLE1_FR(max)-Moment-z	18,368	6,211	2,441	-115	-150	-215	-126	1.8
124	SLE2_FR(max)-Axial	16,359	842	2,900	-90	-178	-173	-130	1.8
125	SLE2_FR(max)-Moment-y	17,809	4,039	2,356	-104	-145	-199	-131	1.6
126	SLE2_FR(max)-Moment-z	18,168	5,939	2,532	-115	-155	-212	-124	1.8
127	SLE3_FR(max)-Axial	16,437	2,564	786	244	-48	-169	-135	2.3
128	SLE3_FR(max)-Moment-y	18,239	7,399	105	232	-6	-205	-133	2.2
129	SLE3_FR(max)-Moment-z	18,500	9,351	297	220	-18	-218	-125	2.0
130	SLE4_FR(max)-Axial	16,492	2,760	756	245	-46	-170	-135	2.3
131	SLE4_FR(max)-Moment-y	17,942	7,224	213	232	-13	-202	-131	2.1
132	SLE4_FR(max)-Moment-z	18,301	9,080	388	220	-24	-215	-124	2.1
133	SLE1_QP(max)-Axial	16,642	1,276	1,177	-156	-72	-167	-141	1.6
134	SLE1_QP(max)-Moment-y	16,832	1,776	1,176	-153	-72	-172	-140	1.6
135	SLE1_QP(max)-Moment-z	16,642	1,276	1,177	-156	-72	-167	-141	1.6
136	SLE2_QP(max)-Axial	16,752	1,725	609	123	37	-167	-143	1.2
137	SLE2_QP(max)-Moment-y	16,943	1,225	610	127	37	-166	-147	1.2
138	SLE2_QP(max)-Moment-z	16,752	1,725	609	123	37	-167	-143	1.2
139	SLU1(min)-Axial	29,403	18,494	7,974	94	-489	-409	-135	4.6
140	SLU1(min)-Moment-y	26,862	9,305	9,171	124	-563	-350	-148	5.3
141	SLU1(min)-Moment-z	24,324	2,445	8,516	158	-522	-289	-161	5.1
142	SLU2(min)-Axial	29,602	23,897	4,759	598	-292	-417	-131	6.2
143	SLU2(min)-Moment-y	27,061	14,707	5,955	627	-365	-357	-144	6.7
144	SLU2(min)-Moment-z	24,523	7,847	5,300	661	-325	-297	-157	6.8
145	SLU3(min)-Axial	29,410	7,351	2,802	-793	172	-325	-220	7.5
146	SLU3(min)-Moment-y	26,869	5,010	1,605	-763	98	-282	-215	7.1
147	SLU3(min)-Moment-z	24,331	11,869	2,261	-729	139	-296	-155	6.9
148	SLU4(min)-Axial	-	10,738	6,017	-289	369	-362	-186	4.3

PROGETTAZIONE ATI:

**GPI** INGEGNERIA  
GESTIONE PROGETTI INGEGNERIA srl



cooprogetti



		29,608							
149	SLU4(min)-Moment-y	27,068	1,430	4,821	-259	296	-287	-214	3.6
150	SLU4(min)-Moment-z	24,529	6,467	5,476	-226	336	-292	-163	3.7
151	SLU5(min)-Axial	24,493	18,336	7,813	101	-479	-362	-91	4.5
152	SLU5(min)-Moment-y	21,991	9,047	9,009	132	-553	-302	-105	5.3
153	SLU5(min)-Moment-z	19,414	2,287	8,354	165	-513	-242	-117	5.0
154	SLU6(min)-Axial	24,692	23,738	4,597	605	-282	-370	-88	6.2
155	SLU6(min)-Moment-y	22,189	14,449	5,794	635	-355	-310	-101	6.7
156	SLU6(min)-Moment-z	19,613	7,689	5,138	668	-315	-250	-113	6.8
157	SLU7(min)-Axial	24,500	7,164	2,963	-786	182	-279	-175	7.5
158	SLU7(min)-Moment-y	21,997	5,268	1,767	-755	108	-240	-168	7.1
159	SLU7(min)-Moment-z	19,421	12,028	2,422	-722	149	-252	-108	6.8
160	SLU8(min)-Axial	24,698	10,552	6,179	-282	379	-317	-140	4.4
161	SLU8(min)-Moment-y	22,196	1,140	4,982	-252	306	-242	-169	3.7
162	SLU8(min)-Moment-z	19,619	6,625	5,638	-219	346	-248	-115	3.8
163	SLU9(min)-Axial	30,833	11,239	2,459	-336	-151	-354	-217	3.4
164	SLU9(min)-Moment-y	27,400	1,218	4,026	-309	-247	-284	-223	3.7
165	SLU9(min)-Moment-z	25,195	7,270	3,310	-274	-203	-288	-178	3.2
166	SLU10(min)-Axial	31,032	15,298	756	168	46	-365	-210	1.6
167	SLU10(min)-Moment-y	27,599	5,384	811	195	-50	-286	-225	1.9
168	SLU10(min)-Moment-z	25,394	2,786	94	230	-6	-249	-221	2.1
169	SLU11(min)-Axial	25,923	11,052	2,297	-329	-141	-307	-173	3.3
170	SLU11(min)-Moment-y	22,529	929	3,865	-301	-237	-237	-180	3.5
171	SLU11(min)-Moment-z	20,285	7,428	3,148	-267	-193	-243	-133	3.0
172	SLU12(min)-Axial	26,122	15,140	918	175	56	-319	-164	1.7
173	SLU12(min)-Moment-y	22,727	5,126	649	202	-40	-239	-182	1.9
174	SLU12(min)-Moment-z	20,484	2,973	67	237	4	-204	-175	2.2
175	SLU13(min)-Axial	30,767	10,118	3,523	-502	-216	-355	-215	5.1
176	SLU13(min)-Moment-y	27,335	1,805	5,090	-476	-312	-293	-213	5.3
177	SLU13(min)-Moment-z	25,130	9,057	4,373	-440	-268	-303	-163	4.8
178	SLU14(min)-Axial	31,099	17,113	1,836	337	113	-381	-195	3.3
179	SLU14(min)-Moment-y	27,666	7,199	269	364	17	-292	-220	3.4
180	SLU14(min)-Moment-z	-	1,648	986	399	61	-250	-222	3.7

PROGETTAZIONE ATI:

**GPI** INGEGNERIA  
GESTIONE PROGETTI INGEGNERIA srl



cooprogetti



		25,461							
181	SLU15(min)-Axial	25,857	9,932	3,361	-495	-206	-307	-172	5.0
182	SLU15(min)-Moment-y	22,463	2,063	4,928	-468	-302	-248	-168	5.2
183	SLU15(min)-Moment-z	20,220	9,215	4,211	-433	-258	-257	-117	4.7
184	SLU16(min)-Axial	26,189	16,954	1,998	344	123	-335	-150	3.4
185	SLU16(min)-Moment-y	22,794	6,941	431	372	26	-247	-175	3.4
186	SLU16(min)-Moment-z	20,551	1,835	1,148	406	70	-206	-174	3.8
187	SLU17(min)-Axial	24,919	12,131	9,578	716	-588	-347	-114	8.6
188	SLU17(min)-Moment-y	24,690	12,731	9,580	712	-588	-348	-109	8.5
189	SLU17(min)-Moment-z	24,919	12,131	9,578	716	-588	-347	-114	8.6
190	SLU18(min)-Axial	20,009	11,972	9,417	723	-578	-300	-70	8.6
191	SLU18(min)-Moment-y	19,818	12,472	9,418	719	-578	-301	-66	8.5
192	SLU18(min)-Moment-z	20,009	11,972	9,417	723	-578	-300	-70	8.6
193	SISMA1(min)-Axial	19,295	49,766	38,916	2,774	2,432	-655	298	34.2
194	SISMA1(min)-Moment-y	19,105	50,267	38,915	2,770	2,432	-656	302	34.1
195	SISMA1(min)-Moment-z	19,295	49,766	38,916	2,774	2,432	-655	298	34.2
196	SISMA2(min)-Axial	19,310	34,936	58,898	1,945	3,681	-708	351	38.6
197	SISMA2(min)-Moment-y	19,119	35,436	58,897	1,942	3,681	-709	355	38.5
198	SISMA2(min)-Moment-z	19,310	34,936	58,898	1,945	3,681	-708	351	38.6
199	SISMA3(min)-Axial	18,986	21,248	22,459	1,157	1,404	-415	64	16.8
200	SISMA3(min)-Moment-y	18,795	21,748	22,458	1,153	1,404	-416	68	16.8
201	SISMA3(min)-Moment-z	18,986	21,248	22,459	1,157	1,404	-415	64	16.8
202	SISMA4(min)-Axial	20,036	35,610	8,386	-2,024	-523	-406	35	19.4
203	SISMA4(min)-Moment-y	19,845	35,110	8,387	-2,027	-523	-402	35	19.4
204	SISMA4(min)-Moment-z	20,036	35,610	8,386	-2,024	-523	-406	35	19.4
205	SISMA5(min)-Axial	20,010	8,067	45,496	-485	-2,843	-504	134	26.7
206	SISMA5(min)-Moment-y	19,819	7,567	45,497	-488	-2,843	-500	133	26.7
207	SISMA5(min)-Moment-z	20,010	8,067	45,496	-485	-2,843	-504	134	26.7
208	SISMA6(min)-Axial	20,611	17,352	22,177	980	1,386	-410	28	15.7
209	SISMA6(min)-Moment-y	20,420	17,852	22,176	976	1,386	-411	33	15.7
210	SISMA6(min)-Moment-z	20,611	17,352	22,177	980	1,386	-410	28	15.7
211	SISMA7(min)-Axial	19,505	36,866	7,598	2,045	474	-403	41	19.4
212	SISMA7(min)-Moment-y	-	37,366	7,597	2,041	474	-403	45	19.4

PROGETTAZIONE ATI:

**GPI** INGEGNERIA  
GESTIONE PROGETTI INGEGNERIA srl



cooprogetti



		19,315							
213	SISMA7(min)-Moment-z	19,505	36,866	7,598	2,045	474	-403	41	19.4
214	SISMA8(min)-Axial	19,532	9,322	44,707	506	2,795	-501	139	26.3
215	SISMA8(min)-Moment-y	19,341	9,823	44,706	502	2,795	-502	144	26.3
216	SISMA8(min)-Moment-z	19,532	9,322	44,707	506	2,795	-501	139	26.3
217	SISMA9(min)-Axial	19,208	4,365	8,268	-283	518	-250	-106	5.5
218	SISMA9(min)-Moment-y	19,017	3,865	8,267	-286	518	-245	-107	5.5
219	SISMA9(min)-Moment-z	19,208	4,365	8,268	-283	518	-250	-106	5.5
220	SISMA10(min)-Axial	19,783	48,598	38,831	2,721	2,426	-654	287	33.8
221	SISMA10(min)-Moment-y	19,592	49,098	38,830	2,717	2,426	-654	291	33.7
222	SISMA10(min)-Moment-z	19,783	48,598	38,831	2,721	2,426	-654	287	33.8
223	SISMA11(min)-Axial	19,797	33,767	58,814	1,892	3,676	-707	340	38.3
224	SISMA11(min)-Moment-y	19,606	34,267	58,812	1,889	3,676	-707	344	38.3
225	SISMA11(min)-Moment-z	19,797	33,767	58,814	1,892	3,676	-707	340	38.3
226	SISMA12(min)-Axial	20,611	17,352	22,177	980	1,386	-410	28	15.7
227	SISMA12(min)-Moment-y	20,420	17,852	22,176	976	1,386	-411	33	15.7
228	SISMA12(min)-Moment-z	20,611	17,352	22,177	980	1,386	-410	28	15.7
229	SISMA13(min)-Axial	20,733	49,680	39,789	-2,806	-2,485	-673	290	34.7
230	SISMA13(min)-Moment-y	20,543	49,180	39,790	-2,810	-2,485	-669	289	34.7
231	SISMA13(min)-Moment-z	20,733	49,680	39,789	-2,806	-2,485	-673	290	34.7
232	SISMA14(min)-Axial	20,719	34,849	59,771	-1,977	-3,735	-726	343	39.1
233	SISMA14(min)-Moment-y	20,528	34,349	59,772	-1,981	-3,735	-722	342	39.1
234	SISMA14(min)-Moment-z	20,719	34,849	59,771	-1,977	-3,735	-726	343	39.1
235	SISMA15(min)-Axial	21,043	21,161	23,332	-1,188	-1,457	-439	50	17.4
236	SISMA15(min)-Moment-y	20,852	20,661	23,333	-1,192	-1,458	-435	49	17.4
237	SISMA15(min)-Moment-z	21,043	21,161	23,332	-1,188	-1,457	-439	50	17.4
238	SISMA16(min)-Axial	19,993	35,697	7,513	1,992	469	-401	31	18.9
239	SISMA16(min)-Moment-y	19,802	36,197	7,512	1,988	469	-402	35	18.9
240	SISMA16(min)-Moment-z	19,993	35,697	7,513	1,992	469	-401	31	18.9
241	SISMA17(min)-Axial	20,497	9,236	45,580	-538	-2,849	-515	135	26.8
242	SISMA17(min)-Moment-y	20,306	8,736	45,581	-541	-2,849	-511	135	26.8
243	SISMA17(min)-Moment-z	20,497	9,236	45,580	-538	-2,849	-515	135	26.8
244	SISMA18(min)-Axial	-	4,452	9,141	251	-571	-270	-115	5.8

PROGETTAZIONE ATI:

**GPI** INGEGNERIA  
 GESTIONE PROGETTI INGEGNERIA srl



cooprogetti





		20,821							
245	SISMA18(min)-Moment-y	20,630	4,952	9,142	247	-571	-271	-111	5.8
246	SISMA18(min)-Moment-z	20,821	4,452	9,141	251	-571	-270	-115	5.8
247	SLE1_CAR(min)-Axial	24,396	12,195	5,289	67	-324	-316	-135	3.1
248	SLE1_CAR(min)-Moment-y	21,832	4,907	6,450	86	-396	-265	-139	3.7
249	SLE1_CAR(min)-Moment-z	20,220	970	5,919	112	-363	-228	-146	3.5
250	SLE2_CAR(min)-Axial	24,529	15,796	3,145	402	-193	-322	-133	4.1
251	SLE2_CAR(min)-Moment-y	21,965	8,508	4,306	422	-264	-270	-136	4.6
252	SLE2_CAR(min)-Moment-z	20,353	3,080	3,775	448	-232	-226	-151	4.7
253	SLE3_CAR(min)-Axial	24,401	4,750	1,895	-525	116	-260	-192	5.0
254	SLE3_CAR(min)-Moment-y	21,837	4,637	734	-505	45	-229	-176	4.7
255	SLE3_CAR(min)-Moment-z	20,225	10,064	1,265	-479	78	-243	-132	4.5
256	SLE4_CAR(min)-Axial	24,533	7,008	4,039	-189	248	-285	-169	2.9
257	SLE4_CAR(min)-Moment-y	21,969	1,035	2,878	-170	177	-226	-181	2.3
258	SLE4_CAR(min)-Moment-z	20,357	6,463	3,409	-143	209	-240	-137	2.3
259	SLE1_FR(min)-Axial	19,024	4,370	2,658	-105	-163	-213	-139	1.8
260	SLE1_FR(min)-Moment-y	17,762	1,133	3,226	-96	-198	-190	-139	2.0
261	SLE1_FR(min)-Moment-z	16,920	2,302	2,978	-82	-183	-186	-127	1.9
262	SLE2_FR(min)-Axial	18,531	4,924	2,694	-109	-165	-212	-132	1.8
263	SLE2_FR(min)-Moment-y	17,558	1,934	3,135	-100	-192	-191	-134	2.0
264	SLE2_FR(min)-Moment-z	16,603	1,379	2,908	-87	-178	-178	-129	1.8
265	SLE3_FR(min)-Axial	19,157	7,552	514	231	-32	-216	-138	2.2
266	SLE3_FR(min)-Moment-y	17,895	4,350	1,082	240	-66	-193	-138	2.3
267	SLE3_FR(min)-Moment-z	17,053	1,299	835	253	-51	-169	-147	2.4
268	SLE4_FR(min)-Axial	18,664	8,087	550	226	-34	-215	-131	2.1
269	SLE4_FR(min)-Moment-y	17,690	5,134	991	235	-61	-194	-133	2.3
270	SLE4_FR(min)-Moment-z	16,736	2,222	764	249	-47	-170	-140	2.3
271	SLE1_QP(min)-Axial	16,832	1,776	1,176	-153	-72	-172	-140	1.6
272	SLE1_QP(min)-Moment-y	16,642	1,276	1,177	-156	-72	-167	-141	1.6
273	SLE1_QP(min)-Moment-z	16,832	1,776	1,176	-153	-72	-172	-140	1.6
274	SLE2_QP(min)-Axial	16,943	1,225	610	127	37	-166	-147	1.2
275	SLE2_QP(min)-Moment-y	16,752	1,725	609	123	37	-167	-143	1.2
276	SLE2_QP(min)-Moment-z	-	1,225	610	127	37	-166	-147	1.2

PROGETTAZIONE ATI:

**GPI** INGEGNERIA  
GESTIONE PROGETTI INGEGNERIA srl



cooprogetti



		16,943						
--	--	--------	--	--	--	--	--	--

Per la verifica del palo si rimanda alla relazione delle fondazioni.

## 21.1. PULVINO

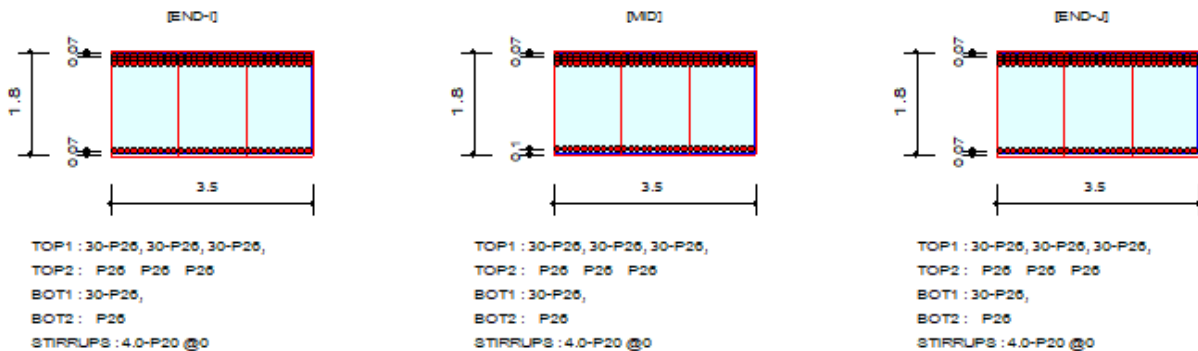
## 21.2. PILA P1-P3

L'armatura prevista per il pulvino è costituita da 3 strati di ferri Ø26 con staffe a sei braccia Ø22.

### 1. Design Information

Design Code	: Eurocode2-2:05
Unit System	: kN, m
Material Data	: fck = 30000, fyk = 450000, fyw = 450000 KPa
Beam Span	: 1.8 m
Section Property	: pulv_350x180 (No : 50)

### 2. Section Diagram



### 3. Bending Moment Capacity

	END-I	MID	END-J
Negative Moment (M <sub>Ed</sub> )	18898.53	16393.98	11384.86
(-) Load Combination No.	1-	1-	1-
Factored Strength (M <sub>Rd</sub> )	27997.69	27997.69	27997.69
Check Ratio (M <sub>Ed</sub> /M <sub>Rd</sub> )	0.6750	0.5855	0.4066



#### 4. Shear Capacity

	END-I	MID	END-J
Load Combination No.	1-	1-	1-
Factored Shear Force (V_Ed)	4870.87	4870.87	4870.87
Shear Strength by Conc.(V_Rdc)	3155.41	3155.41	3155.41
Shear Strength by Rebar.(V_Rds)	9554.34	9554.34	9554.34
Using Shear Reinf. (Asw)	0.0000	0.0000	0.0000
Using Stirrups Spacing	4.0-P20 @0	4.0-P20 @0	4.0-P20 @0
Check Ratio	0.5098	0.5098	0.5098

## 21.1. FUSTO PILA

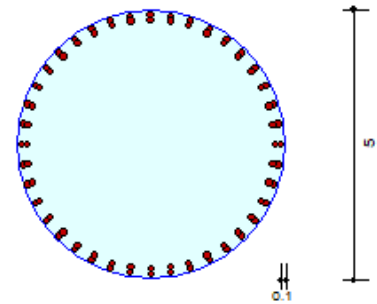
La pila P1 ha una altezza maggiore rispetto le altre pile, pertanto alla base viene previsto un ringrosso della sezione.

## 21.2. RINGROSSO BASE PILA P1

### 1. Design Condition

Design Code	Eurocode2-2:05														
Unit System	kN, m														
Member Number	4112 (PM), 4112 (Shear)														
Material Data	fck = 30000, fyk = 450000, fyw = 450000 KPa														
Column Height	2.04286 m														
Section Property	pila_salvagente (No : 61)														
Rebar Pattern	<table border="1"> <thead> <tr> <th></th> <th>Pos 1</th> <th>Pos 2</th> <th>Pos 3</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>Layer 1</td> <td>40-P26,26</td> <td>--</td> <td>--</td> </tr> <tr> <td>Layer 2</td> <td>40-P26,26</td> <td>--</td> <td>--</td> </tr> </tbody> </table>				Pos 1	Pos 2	Pos 3	Layer 1	40-P26,26	--	--	Layer 2	40-P26,26	--	--
	Pos 1	Pos 2	Pos 3												
Layer 1	40-P26,26	--	--												
Layer 2	40-P26,26	--	--												

Total Rebar Area Ast = 0.04248 m<sup>2</sup> (Rhost = 0.0022)



### 2. Applied Loads

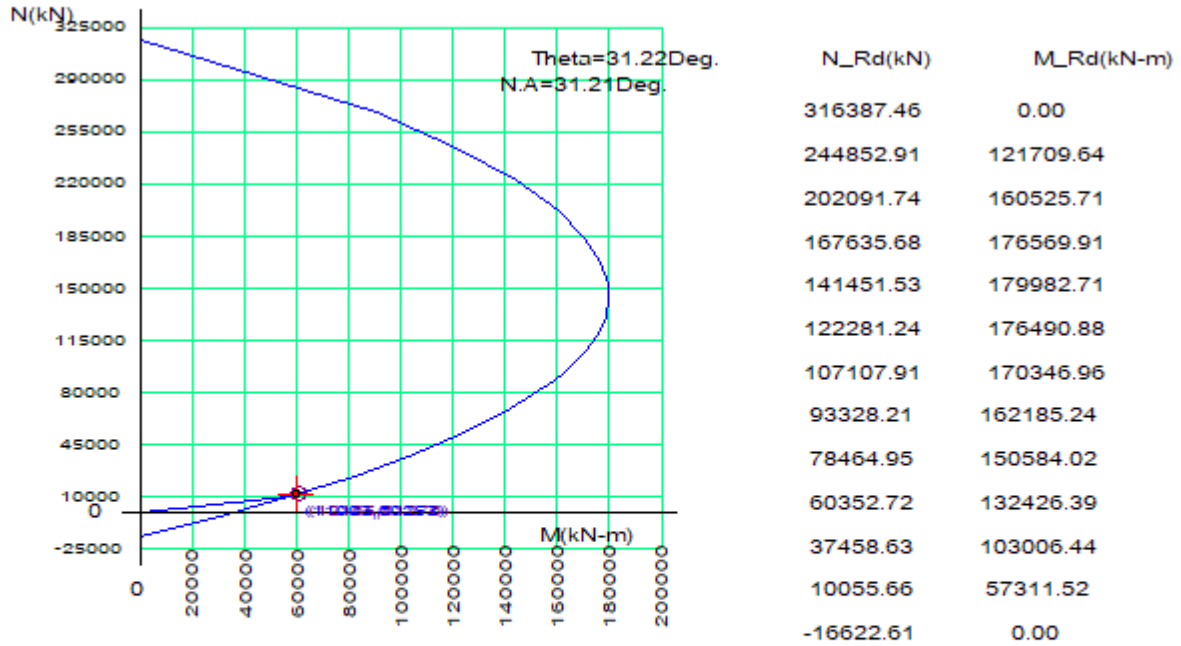
Load Combination 4 AT (I) Point

N<sub>Ed</sub> = 11993.1 kN, M<sub>Edy</sub> = 51533.1, M<sub>Edz</sub> = 31220.2, M<sub>Ed</sub> = 60252.5 kN-m

### 3. Axial Forces and Moments Resistance Check

Concentric Max. Axial Load	N <sub>Rdmax</sub>	= 3.2e+05 kN	
Axial Load Ratio	N <sub>Ed</sub> /N <sub>Rd</sub>	= 11993.1 / 12164.6	= 0.986 < 1.000 ..... O.K
Moment Ratio	M <sub>Edy</sub> /M <sub>Rdy</sub>	= 51533.1 / 52404.5	= 0.983 < 1.000 ..... O.K
	M <sub>Edz</sub> /M <sub>Rdz</sub>	= 31220.2 / 31756.6	= 0.983 < 1.000 ..... O.K
	M <sub>Ed</sub> /M <sub>Rd</sub>	= 60252.5 / 61275.7	= 0.983 < 1.000 ..... O.K

#### 4. P-M Interaction Diagram



#### 5. Shear Force Resistance Check

Applied Shear Resistance	$V_{Ed}$	= 4162.63 kN (Load Combination 4)
Shear Strength by Conc	$V_{Rdc}$	= 5531.30 kN
Shear Resistance by Rebar	$V_{Rds}$	= 6771.23 kN (2.0-P20 @0 )
Shear Ratio	$V_{Ed}/V_{Rd}$	= 4162.63 / 5531.30 = 0.753 < 1.000 ..... O.K

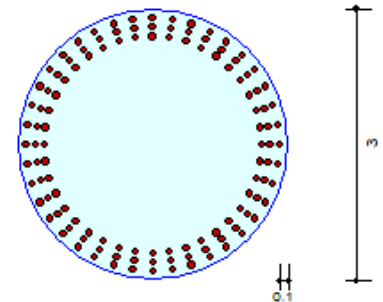
#### 21.3. SEZIONE TIPICA Ø3000

##### 1. Design Condition

Design Code	Eurocode2-2:05
Unit System	kN, m
Member Number	4111 (PM), 4110 (Shear)
Material Data	$f_{ck} = 30000$ , $f_{yk} = 450000$ , $f_{yw} = 450000$ KPa
Column Height	2.04286 m
Section Property	pila (No : 60)

Rebar Pattern	Pos 1	Pos 2	Pos 3
Layer 1	40-P32,32	--	--
Layer 2	40-P32,32	--	--
Layer 3	40-P26,26	--	--

Total Rebar Area  $A_{st} = 0.08556 \text{ m}^2$  ( $R_{host} = 0.0121$ )



##### 2. Applied Loads

Load Combination	4	AT (I) Point		
$N_{Ed}$	= 13935.5 kN,	$M_{Edy}$ = 44703.9,	$M_{Edz}$ = 16946.9,	$M_{Ed}$ = 47808.3 kN-m

PROGETTAZIONE ATI:

**GPI INGEGNERIA**  
GESTIONE PROGETTI INGEGNERIA srl



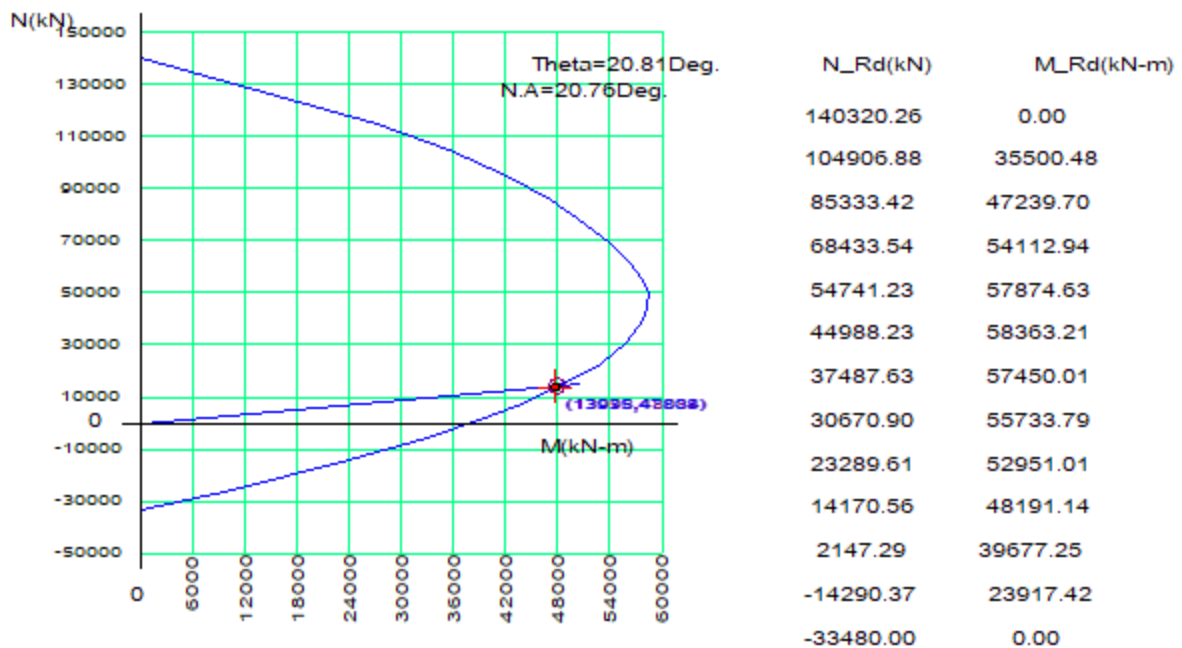
cooprogetti



### 3. Axial Forces and Moments Resistance Check

Concentric Max. Axial Load	$N_{Rdmax}$	= 1.4e+05 kN	
Axial Load Ratio	$N_{Ed}/N_{Rd}$	= 13935.5 / 13997.6	= 0.996 < 1.000 ..... O.K
Moment Ratio	$M_{Edy}/M_{Rdy}$	= 44703.9 / 44948.3	= 0.995 < 1.000 ..... O.K
	$M_{Edz}/M_{Rdz}$	= 16946.9 / 17079.8	= 0.992 < 1.000 ..... O.K
	$M_{Ed}/M_{Rd}$	= 47808.3 / 48084.0	= 0.994 < 1.000 ..... O.K

### 4. P-M Interaction Diagram



### 5. Shear Force Resistance Check

Applied Shear Resistance	$V_{Ed}$	= 3351.84 kN (Load Combination 4)	
Shear Strength by Conc	$V_{Rdc}$	= 3375.79 kN	
Shear Resistance by Rebar	$V_{Rds}$	= 9119.68 kN (4.0-P20 @0 )	
Shear Ratio	$V_{Ed}/V_{Rd}$	= 3351.84 / 3375.79	= 0.993 < 1.000 ..... O.K

## 22. ACCETTABILITA' DEI RISULTATI (CAP.10.2 NTC2018)

### Verifica dei risultati

Nel corso della progettazione sono state effettuate continue validazioni dei valori delle sollecitazioni, nei diversi elementi strutturali, emersi dal calcolo e delle verifiche condotte dal post processore del programma MIDAS GEN 2020 ver.3.2: tali calcolazioni di controllo sono state condotte con metodi consolidati della scienza delle costruzioni o con l'ausilio di altri software o fogli di calcolo.

PROGETTAZIONE ATI:

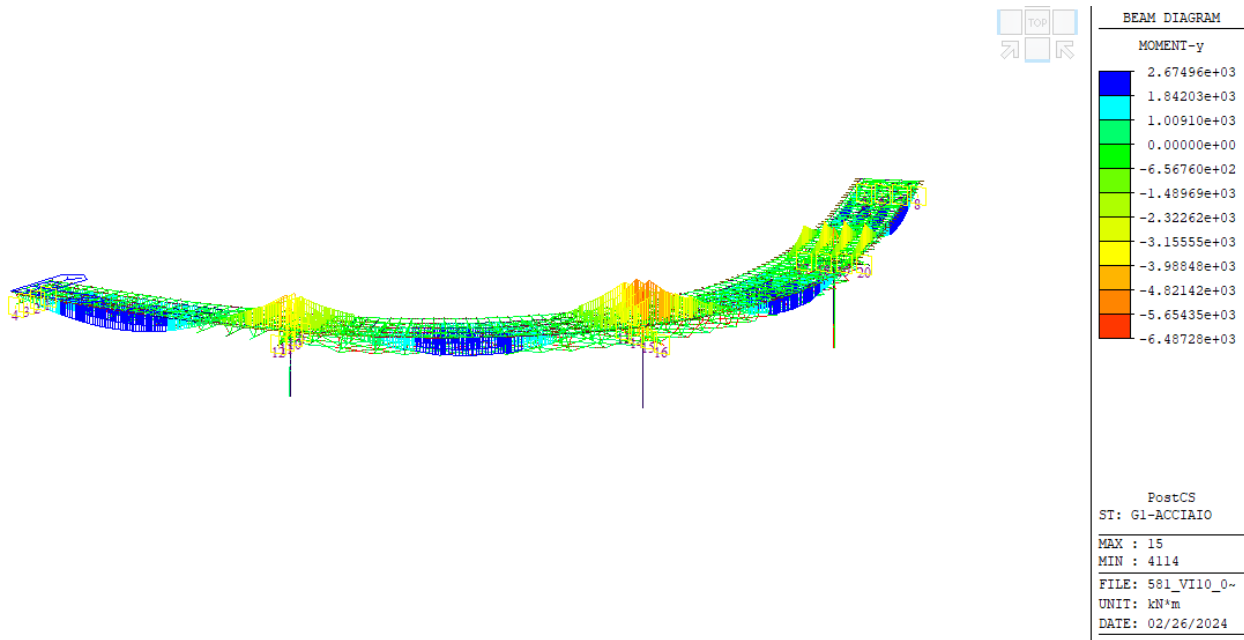
**GPI INGEGNERIA**  
 GESTIONE PROGETTI INGEGNERIA srl



cooprogetti

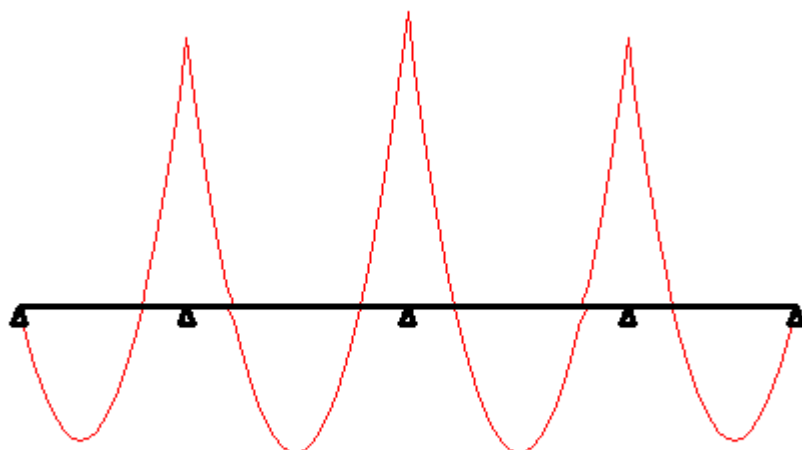


E' possibile fare un confronto con le sollecitazioni indotte da una carico permanente, considerando infatti la condizione di carico della struttura metallica ad esempio si ha il seguente diagramma di sollecitazioni.



La geometria complessa non consente una facile schematizzazione semplificata, ad ogni modo, considerando in modo semplificato (programma "trave continua" P.Gelfi) uno schema a trave continua con la medesima sezione si ha per la trave esterna, che per effetto della curvatura ha delle luci centrali di sviluppo maggiore 65.5m invece dei 62m in asse impalcato, a parità di carico:





M min	0		-5,625		-6,197		-5,625		0
M max		2,814		3,099		3,099		2,814	
R max	307.5		1,074		1,118		1,074		307.5
R min	307.5		1,074		1,118		1,074		307.5

La distribuzione dei momenti flettenti è congruente, sebbene per effetto del cambio di sezione vi siano variazioni poco significative dell'ordine del 5% con quello che si ottiene con il modello di calcolo fem adottato per il dimensionamento della struttura.

### **Giudizio motivato di accettabilità**

Dalle verifiche effettuate e sopra descritte appare evidente l'accettabilità dei risultati ottenuti, in quanto i valori qui determinati risultano coerenti a quelli emersi dal calcolo effettuato con l'ausilio del software.