

DATI GEOMETRICI										Foglio 1 di 12																																																											
TRAVE IN ACCIAIO	Altezza sezione metallica (cm)	80	Interasse travi metalliche sup. (cm)		300	CONCIO		C1																																																													
	Interasse travi metalliche (cm)	300	Interasse travi metalliche inf. (cm)		300	FRAME																																																															
	Larghezza ala superiore esterna (cm)	30				JOINT																																																															
	Spessore ala superiore esterna (cm)	1,5	Interasse irrigidimenti verticali (cm)		75																																																																
	Larghezza raddoppio superiore (cm)	0	Luce campata di riferimento (m)		15,35	num. Travi		2																																																													
	Spessore Raddoppio ala superiore (cm)	0,0																																																																			
	Spessore anima (cm)	1,0	Acciaio tipo		S	328,2	tipologia	VIA SUPERIORE																																																													
	Larghezza raddoppio inferiore (cm)	0																																																																			
	Spessore Raddoppio ala inferiore (cm)	0,0																																																																			
	Larghezza ala inferiore esterna (cm)	40																																																																			
CONTROVENTI SUPERIORI	Spessore ala inferiore esterna (cm)	2,5																																																																			
	Modulo elasticità acciaio (daN/cm ²)	2.100.000																																																																			
	Passo controventi superiori a (cm)	300,0																																																																			
	Area controventi superiori (cm ²)	27,80																																																																			
	Posizione baric. controventi sup. rispetto estradosso trave (cm)	30,0																																																																			
	Distanza punto schema bar. bulloni (cm)	30,0																																																																			
	Numero controventi	2																																																																			
	Angolo α travi princ. e controventi	45																																																																			
	Spessore equivalente t* (cm)	0,17																																																																			
	CONTROVENTI INFERIORI	Passo controventi inferiori a (cm)	300,0																																																																		
Area controventi inferiori (cm ²)		0,00																																																																			
Posizione baric. controventi inf. rispetto all'intradosso trave (cm)		30,0																																																																			
Distanza punto schema bar. bulloni (cm)		30,0																																																																			
Numero controventi		2																																																																			
Angolo α travi princ. e controventi		45																																																																			
Spessore equivalente t* (cm)		0,00																																																																			
SOLETTA		Classe di resistenza Rck (kg/cm ²)	450	diametro ferri superiori soletta (cm)		1,4	passo (cm)		20,0																																																												
		Spessore totale soletta (cm)	20,0	n° ferri superiori		12,08	copriferro (cm)		4,0																																																												
		Spessore da togliere per predalle (cm)	0,0	Area ferri superiori soletta (cm ²)		18,59																																																															
	Spessore sol. Collaborante (cm)	20,0	diametro ferri inferiori soletta (cm)		1,4	passo (cm)		20,0																																																													
	Larghezza sol. collaborante (cm)	241,5	n° ferri inferiori		12,08	copriferro (cm)		3,0																																																													
	Larghezza soletta x ritiro (cm)	300,0	Area ferri inferiori soletta (cm ²)		18,59																																																																
COEFF.	Coeff. omogeneizz. per perm.	16,01																																																																			
	Coeff. omogeneizz. per acc.	6,06																																																																			
	Coeff. omogeneizz. per ritiro	14,22																																																																			
	Coeff. omogeneizz. per cedimenti	19,63																																																																			
	Coeff. di contrazione per ritiro ε _{tr}	2,786E-04																																																																			
TEMP	Riduzione per non contemporaneità	0																																																																			
	Variazione termica differenziale (°C)	10																																																																			
PIOLI	Resistenza piolo (daN) a SLE	6.569																																																																			
	Coefficiente di sicurezza connessioni γ _v	1,25																																																																			
	Diametro pioli (mm)	22																																																																			
	Numero pioli in linea n°	3																																																																			
	passo pioli (cm)	20																																																																			
SALDATURE	Altezza gola anima sup. (mm)	8	Larghezza gola anima sup. (mm)		12																																																																
	Altezza gola anima inf. (mm)	8	Larghezza gola anima inf. (mm)		12																																																																
	Altezza gola raddoppio sup. (mm)	0	Larghezza gola raddoppio sup. (mm)		0																																																																
	Altezza gola raddoppio inf. (mm)	0	Larghezza gola raddoppio inf. (mm)		0																																																																
<table border="1"> <thead> <tr> <th rowspan="4">FASCE</th> <th>Fase 2a</th> <th>Permanenti</th> </tr> <tr> <th>Fase 3</th> <th>Accidentali</th> </tr> <tr> <th>Fase 2b</th> <th>Ritiro</th> </tr> <tr> <th>Fase 2c</th> <th>Cedimenti</th> </tr> </thead> </table>										FASCE	Fase 2a	Permanenti	Fase 3	Accidentali	Fase 2b	Ritiro	Fase 2c	Cedimenti																																																			
FASCE	Fase 2a	Permanenti																																																																			
	Fase 3	Accidentali																																																																			
	Fase 2b	Ritiro																																																																			
	Fase 2c	Cedimenti																																																																			
CARATTERISTICHE GEOMETRICHE <table border="1"> <thead> <tr> <th></th> <th>A (cm²)</th> <th>y_i (cm)</th> <th>J (cm⁴)</th> <th>J_{tot} (cm⁴)</th> <th>W_{sol} (cm³)</th> <th>W_{ste} (cm³)</th> <th>W_{fte} (cm³)</th> <th>W_{animsup} (cm³)</th> <th>W_{animinf} (cm³)</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>Sezione metallica</td> <td>221</td> <td>30,6</td> <td>236.740</td> <td>267</td> <td>0</td> <td>4.795</td> <td>7.729</td> <td>4.945</td> <td>8.416</td> </tr> <tr> <td>Sezione metallica + soletta collab. Fase 2a</td> <td>16,01</td> <td>560</td> <td>66,9</td> <td>719.050</td> <td>267</td> <td>347.408</td> <td>54.735</td> <td>10.754</td> <td>61.791</td> </tr> <tr> <td>Sezione metallica + soletta collab. Fase 3</td> <td>6,06</td> <td>1.055</td> <td>77,7</td> <td>880.288</td> <td>267</td> <td>239.478</td> <td>386.810</td> <td>11.326</td> <td>1.134.735</td> </tr> <tr> <td>Sezione metallica + soletta collab. Fase 2b</td> <td>14,22</td> <td>598</td> <td>68,3</td> <td>739.900</td> <td>267</td> <td>332.249</td> <td>63.417</td> <td>10.828</td> <td>72.774</td> </tr> <tr> <td>Sezione metallica + soletta collab. Fase 2c</td> <td>19,63</td> <td>504</td> <td>64,3</td> <td>683.179</td> <td>267</td> <td>375.761</td> <td>43.543</td> <td>10.623</td> <td>48.146</td> </tr> </tbody> </table>											A (cm ²)	y _i (cm)	J (cm ⁴)	J _{tot} (cm ⁴)	W _{sol} (cm ³)	W _{ste} (cm ³)	W _{fte} (cm ³)	W _{animsup} (cm ³)	W _{animinf} (cm ³)	Sezione metallica	221	30,6	236.740	267	0	4.795	7.729	4.945	8.416	Sezione metallica + soletta collab. Fase 2a	16,01	560	66,9	719.050	267	347.408	54.735	10.754	61.791	Sezione metallica + soletta collab. Fase 3	6,06	1.055	77,7	880.288	267	239.478	386.810	11.326	1.134.735	Sezione metallica + soletta collab. Fase 2b	14,22	598	68,3	739.900	267	332.249	63.417	10.828	72.774	Sezione metallica + soletta collab. Fase 2c	19,63	504	64,3	683.179	267	375.761	43.543	10.623	48.146
	A (cm ²)	y _i (cm)	J (cm ⁴)	J _{tot} (cm ⁴)	W _{sol} (cm ³)	W _{ste} (cm ³)	W _{fte} (cm ³)	W _{animsup} (cm ³)	W _{animinf} (cm ³)																																																												
Sezione metallica	221	30,6	236.740	267	0	4.795	7.729	4.945	8.416																																																												
Sezione metallica + soletta collab. Fase 2a	16,01	560	66,9	719.050	267	347.408	54.735	10.754	61.791																																																												
Sezione metallica + soletta collab. Fase 3	6,06	1.055	77,7	880.288	267	239.478	386.810	11.326	1.134.735																																																												
Sezione metallica + soletta collab. Fase 2b	14,22	598	68,3	739.900	267	332.249	63.417	10.828	72.774																																																												
Sezione metallica + soletta collab. Fase 2c	19,63	504	64,3	683.179	267	375.761	43.543	10.623	48.146																																																												

AZIONI TRAVI PRINCIPALI

Foglio
2 di 12

AZIONI SOLLECITANTI (M max)

1°Nodo

2°Nodo

M (Nm)

N (N)

T (N)

Mt (Nm)

Mt (Nm)

valori x10⁴

AZIONI SOLLECITANTI (Mt max)

Mt (Nm)

Mt (Nm)

valori x10⁴

Peso proprio acciaio	0	0	2	0	0	0	0
Peso proprio soletta	0	0	12	0	0	0	0
Permanenti	0	0	8	0	0	0	0
Effetti primari del ritiro	43	199	0	0	0	0	0
Effetti secondari del ritiro	0	0	0	0	0	0	0
Accidentali mezzi + folla	0	0	61	0	0	0	0
Vento	0	0	1	0	0	0	0
Deformazioni termiche primarie	21	167	0	0	0	0	0
Deformazioni termiche secondarie	0	0	0	0	0	0	0
Cedimenti	0	0	0	0	0	0	0

VERIFICHE DELLE TRAVI PRINCIPALI AGLI STATI LIMITE ULTIMI N.T.C.2018

VERIFICHE TRAVI PRINCIPALI A PRESSOFLESSIONE

(positive le compressioni)

PARZIALI (daN/cm2)

TOTALI ALLO SLU STR - Az.base Accidentali mezzi + folla- (daN/cm2)

sup. sol.

sup. fe.

anima sup.

anima inf.

inf. fe.

sup. sol.

sup. fe.

anima sup.

anima inf.

inf. fe.

VERIFICHE DELLE TRAVI PRINCIPALI AGLI STATI LIMITE	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Peso proprio soletta	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Permanenti	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Effetti primari del ritiro	-5	400	391	-51	-65	-6	480	470	-61	-78
Effetti secondari del ritiro	0	0	0	0	0	-6	480	470	-61	-78
Accidentali mezzi + folla	0	0	0	0	0	-6	480	470	-61	-78
Vento	0	0	0	0	0	-6	480	470	-61	-78
Deformazioni termiche primarie +ΔT	0	-164	-160	17	23	-6	362	354	-49	-62
Deformazioni termiche secondarie +ΔT	0	0	0	0	0	-6	362	354	-49	-62
Deformazioni termiche primarie -ΔT	0	164	160	-17	-23	-6	598	585	-73	-95
Deformazioni termiche secondarie -ΔT	0	0	0	0	0	-6	598	585	-73	-95
Cedimenti	0	0	0	0	0	-6	598	585	-73	-95

Rapp σ sup

Rapp σ inf

0,19

0,03

VERIFICHE TRAVI PRINCIPALI A TAGLIO E TORSIONE

VERIFICHE A TAGLIO

PARZIALI (daN/cm2)

TOTALI ALLO SLU STR (daN/cm2)

VERIFICHE A TORSIONE

PARZIALI (daN/cm2)

TOTALI (daN/cm2)

Anima sup

Anima max

Anima inf

Anima sup

Anima max

Anima inf

Anima

Anima

Peso proprio acciaio	18	28	25	25	38	34	0,00	0,00
Peso proprio soletta	111	167	149	175	263	235	0,00	0,00
Permanenti	84	111	73	300	429	344	0,00	0,00
Effetti primari del ritiro	0	0	0	300	429	344	0,00	0,00
Effetti secondari del ritiro	0	0	0	300	429	344	0,00	0,00
Accidentali mezzi + folla	683	847	530	1.222	1.573	1.059	0,00	0,00
Vento	11	14	9	1.232	1.585	1.067	0,00	0,00
Deformazioni termiche	0	0	0	1.232	1.585	1.067	0,00	0,00
Cedimenti	0	0	0	1.232	1.585	1.067	0,00	0,00

VERIFICHE A TAGLIO E TORSIONE

PARZIALI (daN/cm2)

TOTALI ALLO SLU STR (daN/cm2)

Anima sup

Anima max

Anima inf

Anima sup

Anima max

Anima inf

Peso proprio acciaio	18	28	25	25	38	34
Peso proprio soletta	111	167	149	175	263	235
Permanenti	84	111	73	300	429	344
Effetti primari del ritiro	0	0	0	300	429	344
Effetti secondari del ritiro	0	0	0	300	429	344
Accidentali mezzi + folla	683	847	530	1.222	1.573	1.059
Vento	11	14	9	1.232	1.585	1.067
Deformazioni termiche	0	0	0	1.232	1.585	1.067
Cedimenti	0	0	0	1.232	1.585	1.067

τ_{media}

Rapp τ

1295,0

0,88

VERIFICHE TRAVI PRINCIPALI TENSIONI IDEALI

TOTALI (daN/cm2)

Anima sup

Anima inf

Peso proprio acciaio	43	58
Peso proprio soletta	303	406
Permanenti	520	596
Effetti primari del ritiro	701	599
Effetti secondari del ritiro	701	599
Accidentali mezzi + folla	2.168	1.836
Vento	2.185	1.850
Deformazioni termiche	2.213	1.850
Cedimenti	2.213	1.850

VERIFICHE ARMATURE SOLETTA

PARZIALI (daN/cm2)

PARZIALI arm sup

TOTALI arm sup

Peso proprio acciaio	0	0
Peso proprio soletta	0	0
Permanenti	0	0
Effetti primari del ritiro	493	592
Effetti secondari del ritiro	0	592
Accidentali mezzi + folla	0	592
Vento	0	592
Deformazioni termiche	201	737
Cedimenti	0	737

Rapp σ sup

Rapp σ inf

0,71

0,59

Le verifiche sono condotte negli attacchi piattabande - anima

VERIFICA DELLA SEZIONE IN CLASSE 4										Foglio 4 di 12
COEFFICIENTI DA NORMATIVA										
γ_{M0}	coefficiente di resistenza	1,05	<div style="display: flex; justify-content: space-between;"> <div>Sono presenti irrigidimenti longitudinali ? (S/N)</div> <div style="color: blue;">N</div> </div>							
γ_{M1}	coefficiente a instabilità	1,10								
η	coefficiente adimensionale	1,20								
Altezza netta dell'anima		b' =	760	mm						
TENSIONI AI BORDI										
σ_1	Tensione massima	58,5	N/mm ²	<div style="border: 1px solid black; padding: 5px;"> ITERATIVO: CAMBIA LA SEZIONE E DI CONSEGUENZA LE SIGMA AI BORDI (SI PARTE DALLE TENSIONI DELLA SEZ LORDA E POI SI INSERISCONO QUELLI DERIVANTI DA CALCOLO DELLA SEZ EFFICACE) </div>						
σ_2	Tensione minima	-7,3	N/mm ²							
VALORI DA TAB C4.2.VIII e C4.2.IX CIRCOLARE n°617/C.S.LL.PP										
Rapporto tra le tensioni ai bordi		$\psi =$	-0,12							
Coefficiente per instabilità a compr.		$k\sigma =$	8,75							
Snellezza relativa		$\lambda_p =$	1,07							
Coefficiente di riduzione		$\rho =$	0,94							
Larghezza efficace		$b_{eff} =$	632	mm						
Larghezza lato 1		$b_{e1} =$	253	mm						
Larghezza lato 2		$b_{e2} =$	379	mm						
Larghezza rimanente		$b_1 =$	84	mm						
Si utilizza acciaio da carpenteria di tipo		S 328								
Resistenza allo snervamento		$f_{yd} =$	312,6	N/mm ²						
Coefficiente		$\epsilon =$	0,85							
CARATTERISTICHE GEOMETRICHE SEZIONE EFFICACE										
		A_{eff} (cm ²)	y_t (cm)	J_{eff} (cm ⁴)	J_{tor} (cm ⁴)	W_{sol} (cm ³)	W_{sfe} (cm ³)	W_{ffe} (cm ³)	$W_{animsup}$ (cm ³)	$W_{animainf}$ (cm ³)
Sezione metallica		217	30	234.873	267	0	4.718	7.773	4.865	8.474
Sezione metallica + soletta collab. Fase 2a		16,01	67	717.984	267	348.203	55.178	10.718	62.368	11.134
Sezione metallica + soletta collab. Fase 3		6,06	78	877.191	267	239.832	405.252	11.270	1.319.963	11.644
Sezione metallica + soletta collab. Fase 2b		14,22	68	738.621	267	333.017	64.008	10.789	73.571	11.198
Sezione metallica + soletta collab. Fase 2c		19,63	64	682.437	267	376.580	43.821	10.592	48.491	11.020

AZIONI TRAVI PRINCIPALI										Foglio 5 di 12																																																																																																																																																																																
<div> <div> AZIONI SOLLECITANTI (M max) <table border="1"> <thead> <tr> <th>valori x10⁴</th> <th>M+N*e_N (Nm)</th> <th>N (N)</th> <th>T (N)</th> <th>Mt (Nm)</th> <th>Mt (Nm)</th> <th>e_N (cm)</th> </tr> </thead> <tbody> <tr><td>Peso proprio acciaio</td><td>0</td><td>0</td><td>2</td><td>0</td><td>0</td><td>-0,41</td></tr> <tr><td>Peso proprio soletta</td><td>0</td><td>0</td><td>12</td><td>0</td><td>0</td><td>-0,41</td></tr> <tr><td>Permanenti</td><td>0</td><td>0</td><td>8</td><td>0</td><td>0</td><td>0,12</td></tr> <tr><td>Effetti primari del ritiro</td><td>43</td><td>199</td><td>0</td><td>0</td><td>0</td><td>0,13</td></tr> <tr><td>Effetti secondari del ritiro</td><td>0</td><td>0</td><td>0</td><td>0</td><td>0</td><td>0,13</td></tr> <tr><td>Accidentali mezzi + folla</td><td>0</td><td>0</td><td>61</td><td>0</td><td>0</td><td>0,11</td></tr> <tr><td>Vento</td><td>0</td><td>0</td><td>1</td><td>0</td><td>0</td><td>0,11</td></tr> <tr><td>Deformazioni termiche primarie</td><td>20</td><td>167</td><td>0</td><td>0</td><td>0</td><td>0,11</td></tr> <tr><td>Deformazioni termiche secondarie</td><td>0</td><td>0</td><td>0</td><td>0</td><td>0</td><td>0,11</td></tr> <tr><td>Cedimenti</td><td>0</td><td>0</td><td>0</td><td>0</td><td>0</td><td>0,12</td></tr> </tbody> </table> </div> <div> AZIONI SOLLECITANTI (Mt max) <table border="1"> <thead> <tr> <th>valori x10⁴</th> <th>Mt (Nm)</th> <th>Mt (Nm)</th> </tr> </thead> <tbody> <tr><td></td><td>0</td><td>0</td></tr> <tr><td></td><td>0</td><td>0</td></tr> <tr><td></td><td>0</td><td>0</td></tr> <tr><td></td><td>0</td><td>0</td></tr> <tr><td></td><td>0</td><td>0</td></tr> <tr><td></td><td>0</td><td>0</td></tr> <tr><td></td><td>0</td><td>0</td></tr> <tr><td></td><td>0</td><td>0</td></tr> <tr><td></td><td>0</td><td>0</td></tr> <tr><td></td><td>0</td><td>0</td></tr> <tr><td></td><td>0</td><td>0</td></tr> </tbody> </table> </div> </div>												valori x10 ⁴	M+N*e _N (Nm)	N (N)	T (N)	Mt (Nm)	Mt (Nm)	e _N (cm)	Peso proprio acciaio	0	0	2	0	0	-0,41	Peso proprio soletta	0	0	12	0	0	-0,41	Permanenti	0	0	8	0	0	0,12	Effetti primari del ritiro	43	199	0	0	0	0,13	Effetti secondari del ritiro	0	0	0	0	0	0,13	Accidentali mezzi + folla	0	0	61	0	0	0,11	Vento	0	0	1	0	0	0,11	Deformazioni termiche primarie	20	167	0	0	0	0,11	Deformazioni termiche secondarie	0	0	0	0	0	0,11	Cedimenti	0	0	0	0	0	0,12	valori x10 ⁴	Mt (Nm)	Mt (Nm)		0	0		0	0		0	0		0	0		0	0		0	0		0	0		0	0		0	0		0	0		0	0																																																														
valori x10 ⁴	M+N*e _N (Nm)	N (N)	T (N)	Mt (Nm)	Mt (Nm)	e _N (cm)																																																																																																																																																																																				
Peso proprio acciaio	0	0	2	0	0	-0,41																																																																																																																																																																																				
Peso proprio soletta	0	0	12	0	0	-0,41																																																																																																																																																																																				
Permanenti	0	0	8	0	0	0,12																																																																																																																																																																																				
Effetti primari del ritiro	43	199	0	0	0	0,13																																																																																																																																																																																				
Effetti secondari del ritiro	0	0	0	0	0	0,13																																																																																																																																																																																				
Accidentali mezzi + folla	0	0	61	0	0	0,11																																																																																																																																																																																				
Vento	0	0	1	0	0	0,11																																																																																																																																																																																				
Deformazioni termiche primarie	20	167	0	0	0	0,11																																																																																																																																																																																				
Deformazioni termiche secondarie	0	0	0	0	0	0,11																																																																																																																																																																																				
Cedimenti	0	0	0	0	0	0,12																																																																																																																																																																																				
valori x10 ⁴	Mt (Nm)	Mt (Nm)																																																																																																																																																																																								
	0	0																																																																																																																																																																																								
	0	0																																																																																																																																																																																								
	0	0																																																																																																																																																																																								
	0	0																																																																																																																																																																																								
	0	0																																																																																																																																																																																								
	0	0																																																																																																																																																																																								
	0	0																																																																																																																																																																																								
	0	0																																																																																																																																																																																								
	0	0																																																																																																																																																																																								
	0	0																																																																																																																																																																																								
	0	0																																																																																																																																																																																								
VERIFICHE DELLE TRAVI PRINCIPALI AGLI STATI LIMITE ULTIMI N.T.C.2018																																																																																																																																																																																										
VERIFICHE TRAVI PRINCIPALI A PRESSOFLESSIONE <table border="1"> <thead> <tr> <th rowspan="2">(positive le compressioni)</th> <th colspan="5">PARZIALI (daN/cm2)</th> <th colspan="5">TOTALI ALLO SLU STR - Az.base Accidentali mezzi + folla- (daN/cm2)</th> </tr> <tr> <th>sup. sol.</th> <th>sup. fe.</th> <th>anima sup.</th> <th>anima inf.</th> <th>inf. fe.</th> <th>sup. sol.</th> <th>sup. fe.</th> <th>anima sup.</th> <th>anima inf.</th> <th>inf. fe.</th> </tr> </thead> <tbody> <tr><td>Peso proprio acciaio</td><td>0</td><td>0</td><td>0</td><td>0</td><td>0</td><td>0</td><td>0</td><td>0</td><td>0</td><td>0</td></tr> <tr><td>Peso proprio soletta</td><td>0</td><td>0</td><td>0</td><td>0</td><td>0</td><td>0</td><td>0</td><td>0</td><td>0</td><td>0</td></tr> <tr><td>Permanenti</td><td>0</td><td>0</td><td>0</td><td>0</td><td>0</td><td>0</td><td>0</td><td>0</td><td>0</td><td>0</td></tr> <tr><td>Effetti primari del ritiro</td><td>-5</td><td>402</td><td>393</td><td>-47</td><td>-62</td><td>-6</td><td>482</td><td>472</td><td>-57</td><td>-74</td></tr> <tr><td>Effetti secondari del ritiro</td><td>0</td><td>0</td><td>0</td><td>0</td><td>0</td><td>-6</td><td>482</td><td>472</td><td>-57</td><td>-74</td></tr> <tr><td>Accidentali mezzi + folla</td><td>0</td><td>0</td><td>0</td><td>0</td><td>0</td><td>-6</td><td>482</td><td>472</td><td>-57</td><td>-74</td></tr> <tr><td>Vento</td><td>0</td><td>0</td><td>0</td><td>0</td><td>0</td><td>-6</td><td>482</td><td>472</td><td>-57</td><td>-74</td></tr> <tr><td>Deformazioni termiche primarie +DT</td><td>0</td><td>-164</td><td>-161</td><td>16</td><td>21</td><td>-6</td><td>364</td><td>356</td><td>-46</td><td>-59</td></tr> <tr><td>Deformazioni termiche secondarie +DT</td><td>0</td><td>0</td><td>0</td><td>0</td><td>0</td><td>-6</td><td>364</td><td>356</td><td>-46</td><td>-59</td></tr> <tr><td>Deformazioni termiche primarie -DT</td><td>0</td><td>164</td><td>161</td><td>-16</td><td>-21</td><td>-6</td><td>600</td><td>587</td><td>-68</td><td>-90</td></tr> <tr><td>Deformazioni termiche secondarie -DT</td><td>0</td><td>0</td><td>0</td><td>0</td><td>0</td><td>-6</td><td>600</td><td>587</td><td>-68</td><td>-90</td></tr> <tr><td>Cedimenti</td><td>0</td><td>0</td><td>0</td><td>0</td><td>0</td><td>-6</td><td>600</td><td>587</td><td>-68</td><td>-90</td></tr> <tr> <td></td> <td colspan="9">Rapp σ sup</td> <td>Rapp σ inf</td> </tr> <tr> <td></td> <td colspan="9">0,19</td> <td>0,03</td> </tr> </tbody> </table>												(positive le compressioni)	PARZIALI (daN/cm2)					TOTALI ALLO SLU STR - Az.base Accidentali mezzi + folla- (daN/cm2)					sup. sol.	sup. fe.	anima sup.	anima inf.	inf. fe.	sup. sol.	sup. fe.	anima sup.	anima inf.	inf. fe.	Peso proprio acciaio	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	Peso proprio soletta	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	Permanenti	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	Effetti primari del ritiro	-5	402	393	-47	-62	-6	482	472	-57	-74	Effetti secondari del ritiro	0	0	0	0	0	-6	482	472	-57	-74	Accidentali mezzi + folla	0	0	0	0	0	-6	482	472	-57	-74	Vento	0	0	0	0	0	-6	482	472	-57	-74	Deformazioni termiche primarie +DT	0	-164	-161	16	21	-6	364	356	-46	-59	Deformazioni termiche secondarie +DT	0	0	0	0	0	-6	364	356	-46	-59	Deformazioni termiche primarie -DT	0	164	161	-16	-21	-6	600	587	-68	-90	Deformazioni termiche secondarie -DT	0	0	0	0	0	-6	600	587	-68	-90	Cedimenti	0	0	0	0	0	-6	600	587	-68	-90		Rapp σ sup									Rapp σ inf		0,19									0,03
(positive le compressioni)	PARZIALI (daN/cm2)					TOTALI ALLO SLU STR - Az.base Accidentali mezzi + folla- (daN/cm2)																																																																																																																																																																																				
	sup. sol.	sup. fe.	anima sup.	anima inf.	inf. fe.	sup. sol.	sup. fe.	anima sup.	anima inf.	inf. fe.																																																																																																																																																																																
Peso proprio acciaio	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0																																																																																																																																																																																
Peso proprio soletta	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0																																																																																																																																																																																
Permanenti	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0																																																																																																																																																																																
Effetti primari del ritiro	-5	402	393	-47	-62	-6	482	472	-57	-74																																																																																																																																																																																
Effetti secondari del ritiro	0	0	0	0	0	-6	482	472	-57	-74																																																																																																																																																																																
Accidentali mezzi + folla	0	0	0	0	0	-6	482	472	-57	-74																																																																																																																																																																																
Vento	0	0	0	0	0	-6	482	472	-57	-74																																																																																																																																																																																
Deformazioni termiche primarie +DT	0	-164	-161	16	21	-6	364	356	-46	-59																																																																																																																																																																																
Deformazioni termiche secondarie +DT	0	0	0	0	0	-6	364	356	-46	-59																																																																																																																																																																																
Deformazioni termiche primarie -DT	0	164	161	-16	-21	-6	600	587	-68	-90																																																																																																																																																																																
Deformazioni termiche secondarie -DT	0	0	0	0	0	-6	600	587	-68	-90																																																																																																																																																																																
Cedimenti	0	0	0	0	0	-6	600	587	-68	-90																																																																																																																																																																																
	Rapp σ sup									Rapp σ inf																																																																																																																																																																																
	0,19									0,03																																																																																																																																																																																
VERIFICHE TRAVI PRINCIPALI A TAGLIO E TORSIONE <table border="1"> <thead> <tr> <th rowspan="2">VERIFICHE A TAGLIO</th> <th colspan="3">PARZIALI (daN/cm2)</th> <th colspan="3">TOTALI ALLO SLU STR (daN/cm2)</th> <th rowspan="2">VERIFICHE A TORSIONE</th> <th colspan="2">PARZIALI (daN/cm2)</th> <th colspan="2">TOTALI (daN/cm2)</th> </tr> <tr> <th>Anima sup</th> <th>Anima max</th> <th>Anima inf</th> <th>Anima sup</th> <th>Anima max</th> <th>Anima inf</th> <th>Anima</th> <th>Anima</th> </tr> </thead> <tbody> <tr><td>Peso proprio acciaio</td><td>19</td><td>28</td><td>25</td><td>25</td><td>38</td><td>33</td><td></td><td>0,00</td><td>0,00</td></tr> <tr><td>Peso proprio soletta</td><td>113</td><td>167</td><td>148</td><td>178</td><td>263</td><td>233</td><td></td><td>0,00</td><td>0,00</td></tr> <tr><td>Permanenti</td><td>84</td><td>111</td><td>73</td><td>303</td><td>429</td><td>343</td><td></td><td>0,00</td><td>0,00</td></tr> <tr><td>Effetti primari del ritiro</td><td>0</td><td>0</td><td>0</td><td>303</td><td>429</td><td>343</td><td></td><td>0,00</td><td>0,00</td></tr> <tr><td>Effetti secondari del ritiro</td><td>0</td><td>0</td><td>0</td><td>303</td><td>429</td><td>343</td><td></td><td>0,00</td><td>0,00</td></tr> <tr><td>Accidentali mezzi + folla</td><td>679</td><td>847</td><td>533</td><td>1.219</td><td>1.573</td><td>1.062</td><td></td><td>0,00</td><td>0,00</td></tr> <tr><td>Vento</td><td>11</td><td>14</td><td>9</td><td>1.229</td><td>1.585</td><td>1.070</td><td></td><td>0,00</td><td>0,00</td></tr> <tr><td>Deformazioni termiche</td><td>0</td><td>0</td><td>0</td><td>1.229</td><td>1.585</td><td>1.070</td><td></td><td>0,00</td><td>0,00</td></tr> <tr><td>Cedimenti</td><td>0</td><td>0</td><td>0</td><td>1.229</td><td>1.585</td><td>1.070</td><td></td><td>0,00</td><td>0,00</td></tr> </tbody> </table>												VERIFICHE A TAGLIO	PARZIALI (daN/cm2)			TOTALI ALLO SLU STR (daN/cm2)			VERIFICHE A TORSIONE	PARZIALI (daN/cm2)		TOTALI (daN/cm2)		Anima sup	Anima max	Anima inf	Anima sup	Anima max	Anima inf	Anima	Anima	Peso proprio acciaio	19	28	25	25	38	33		0,00	0,00	Peso proprio soletta	113	167	148	178	263	233		0,00	0,00	Permanenti	84	111	73	303	429	343		0,00	0,00	Effetti primari del ritiro	0	0	0	303	429	343		0,00	0,00	Effetti secondari del ritiro	0	0	0	303	429	343		0,00	0,00	Accidentali mezzi + folla	679	847	533	1.219	1.573	1.062		0,00	0,00	Vento	11	14	9	1.229	1.585	1.070		0,00	0,00	Deformazioni termiche	0	0	0	1.229	1.585	1.070		0,00	0,00	Cedimenti	0	0	0	1.229	1.585	1.070		0,00	0,00																																																																	
VERIFICHE A TAGLIO	PARZIALI (daN/cm2)			TOTALI ALLO SLU STR (daN/cm2)			VERIFICHE A TORSIONE	PARZIALI (daN/cm2)		TOTALI (daN/cm2)																																																																																																																																																																																
	Anima sup	Anima max	Anima inf	Anima sup	Anima max	Anima inf		Anima	Anima																																																																																																																																																																																	
Peso proprio acciaio	19	28	25	25	38	33		0,00	0,00																																																																																																																																																																																	
Peso proprio soletta	113	167	148	178	263	233		0,00	0,00																																																																																																																																																																																	
Permanenti	84	111	73	303	429	343		0,00	0,00																																																																																																																																																																																	
Effetti primari del ritiro	0	0	0	303	429	343		0,00	0,00																																																																																																																																																																																	
Effetti secondari del ritiro	0	0	0	303	429	343		0,00	0,00																																																																																																																																																																																	
Accidentali mezzi + folla	679	847	533	1.219	1.573	1.062		0,00	0,00																																																																																																																																																																																	
Vento	11	14	9	1.229	1.585	1.070		0,00	0,00																																																																																																																																																																																	
Deformazioni termiche	0	0	0	1.229	1.585	1.070		0,00	0,00																																																																																																																																																																																	
Cedimenti	0	0	0	1.229	1.585	1.070		0,00	0,00																																																																																																																																																																																	
<table border="1"> <thead> <tr> <th>VERIFICHE A TAGLIO E TORSIONE</th> <th colspan="3">PARZIALI (daN/cm2)</th> <th colspan="3">TOTALI ALLO SLU STR (daN/cm2)</th> <th rowspan="2">T_{media}</th> <th rowspan="2">Rapp τ</th> </tr> <tr> <th></th> <th>Anima sup</th> <th>Anima max</th> <th>Anima inf</th> <th>Anima sup</th> <th>Anima max</th> <th>Anima inf</th> </tr> </thead> <tbody> <tr><td>Peso proprio acciaio</td><td>19</td><td>28</td><td>25</td><td>25</td><td>38</td><td>33</td><td rowspan="9">1294,7</td><td rowspan="9">0,88</td></tr> <tr><td>Peso proprio soletta</td><td>113</td><td>167</td><td>148</td><td>178</td><td>263</td><td>233</td></tr> <tr><td>Permanenti</td><td>84</td><td>111</td><td>73</td><td>303</td><td>429</td><td>343</td></tr> <tr><td>Effetti primari del ritiro</td><td>0</td><td>0</td><td>0</td><td>303</td><td>429</td><td>343</td></tr> <tr><td>Effetti secondari del ritiro</td><td>0</td><td>0</td><td>0</td><td>303</td><td>429</td><td>343</td></tr> <tr><td>Accidentali mezzi + folla</td><td>679</td><td>847</td><td>533</td><td>1.219</td><td>1.573</td><td>1.062</td></tr> <tr><td>Vento</td><td>11</td><td>14</td><td>9</td><td>1.229</td><td>1.585</td><td>1.070</td></tr> <tr><td>Deformazioni termiche</td><td>0</td><td>0</td><td>0</td><td>1.229</td><td>1.585</td><td>1.070</td></tr> <tr><td>Cedimenti</td><td>0</td><td>0</td><td>0</td><td>1.229</td><td>1.585</td><td>1.070</td></tr> </tbody> </table>												VERIFICHE A TAGLIO E TORSIONE	PARZIALI (daN/cm2)			TOTALI ALLO SLU STR (daN/cm2)			T _{media}	Rapp τ		Anima sup	Anima max	Anima inf	Anima sup	Anima max	Anima inf	Peso proprio acciaio	19	28	25	25	38	33	1294,7	0,88	Peso proprio soletta	113	167	148	178	263	233	Permanenti	84	111	73	303	429	343	Effetti primari del ritiro	0	0	0	303	429	343	Effetti secondari del ritiro	0	0	0	303	429	343	Accidentali mezzi + folla	679	847	533	1.219	1.573	1.062	Vento	11	14	9	1.229	1.585	1.070	Deformazioni termiche	0	0	0	1.229	1.585	1.070	Cedimenti	0	0	0	1.229	1.585	1.070																																																																																														
VERIFICHE A TAGLIO E TORSIONE	PARZIALI (daN/cm2)			TOTALI ALLO SLU STR (daN/cm2)			T _{media}	Rapp τ																																																																																																																																																																																		
	Anima sup	Anima max	Anima inf	Anima sup	Anima max	Anima inf																																																																																																																																																																																				
Peso proprio acciaio	19	28	25	25	38	33	1294,7	0,88																																																																																																																																																																																		
Peso proprio soletta	113	167	148	178	263	233																																																																																																																																																																																				
Permanenti	84	111	73	303	429	343																																																																																																																																																																																				
Effetti primari del ritiro	0	0	0	303	429	343																																																																																																																																																																																				
Effetti secondari del ritiro	0	0	0	303	429	343																																																																																																																																																																																				
Accidentali mezzi + folla	679	847	533	1.219	1.573	1.062																																																																																																																																																																																				
Vento	11	14	9	1.229	1.585	1.070																																																																																																																																																																																				
Deformazioni termiche	0	0	0	1.229	1.585	1.070																																																																																																																																																																																				
Cedimenti	0	0	0	1.229	1.585	1.070																																																																																																																																																																																				
VERIFICHE TRAVI PRINCIPALI TENSIONI IDEALI <table border="1"> <thead> <tr> <th rowspan="2"></th> <th colspan="2">TOTALI (daN/cm2)</th> </tr> <tr> <th>Anima sup</th> <th>Anima inf</th> </tr> </thead> <tbody> <tr><td>Peso proprio acciaio</td><td>44</td><td>58</td></tr> <tr><td>Peso proprio soletta</td><td>308</td><td>404</td></tr> <tr><td>Permanenti</td><td>524</td><td>594</td></tr> <tr><td>Effetti primari del ritiro</td><td>705</td><td>597</td></tr> <tr><td>Effetti secondari del ritiro</td><td>705</td><td>597</td></tr> <tr><td>Accidentali mezzi + folla</td><td>2.163</td><td>1.840</td></tr> <tr><td>Vento</td><td>2.180</td><td>1.854</td></tr> <tr><td>Deformazioni termiche</td><td>2.208</td><td>1.854</td></tr> <tr><td>Cedimenti</td><td>2.208</td><td>1.854</td></tr> </tbody> </table> <div> <div> Le verifiche sono condotte negli attacchi piattabande - anima </div> <div> Rapp σ sup 0,71 </div> <div> Rapp σ inf 0,59 </div> </div>													TOTALI (daN/cm2)		Anima sup	Anima inf	Peso proprio acciaio	44	58	Peso proprio soletta	308	404	Permanenti	524	594	Effetti primari del ritiro	705	597	Effetti secondari del ritiro	705	597	Accidentali mezzi + folla	2.163	1.840	Vento	2.180	1.854	Deformazioni termiche	2.208	1.854	Cedimenti	2.208	1.854																																																																																																																																															
	TOTALI (daN/cm2)																																																																																																																																																																																									
	Anima sup	Anima inf																																																																																																																																																																																								
Peso proprio acciaio	44	58																																																																																																																																																																																								
Peso proprio soletta	308	404																																																																																																																																																																																								
Permanenti	524	594																																																																																																																																																																																								
Effetti primari del ritiro	705	597																																																																																																																																																																																								
Effetti secondari del ritiro	705	597																																																																																																																																																																																								
Accidentali mezzi + folla	2.163	1.840																																																																																																																																																																																								
Vento	2.180	1.854																																																																																																																																																																																								
Deformazioni termiche	2.208	1.854																																																																																																																																																																																								
Cedimenti	2.208	1.854																																																																																																																																																																																								
VERIFICA A RESPIRO D'ANIMA <table border="1"> <thead> <tr> <th>Tipologia di ponte</th> <th>STRADALE</th> <th>$b/t \leq 30 + 4,0 L \leq 300$</th> <th>for road bridges</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>Verifica del web breathing</td> <td>VERIFICA DA CONDURRE</td> <td>$b/t \leq 55 + 3,3 L \leq 250$</td> <td>for railway bridges</td> </tr> </tbody> </table>												Tipologia di ponte	STRADALE	$b/t \leq 30 + 4,0 L \leq 300$	for road bridges	Verifica del web breathing	VERIFICA DA CONDURRE	$b/t \leq 55 + 3,3 L \leq 250$	for railway bridges																																																																																																																																																																							
Tipologia di ponte	STRADALE	$b/t \leq 30 + 4,0 L \leq 300$	for road bridges																																																																																																																																																																																							
Verifica del web breathing	VERIFICA DA CONDURRE	$b/t \leq 55 + 3,3 L \leq 250$	for railway bridges																																																																																																																																																																																							

VERIFICHE DEL RESPIRO D'ANIMA IN COMBINAZIONE FREQUENTE - EN 1994-2										Foglio 6 di 12
VERIFICHE TRAVI PRINCIPALI A PRESSOFLESSIONE										
(positive le compressioni)	PARZIALI (daN/cm2)					TOTALI ALLO SLU STR - Az.base Accidentali mezzi + folla- (daN/cm2)				
	sup. sol.	sup. fe.	anima sup.	anima inf.	inf. fe.	sup. sol.	sup. fe.	anima sup.	anima inf.	inf. fe.
Peso proprio acciaio	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Peso proprio soletta	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Permanenti	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Effetti primari del ritiro	-5	402	393	-47	-62	-5	402	393	-47	-62
Effetti secondari del ritiro	0	0	0	0	0	-5	402	393	-47	-62
Accidentali mezzi + folla	0	0	0	0	0	-5	402	393	-47	-62
Vento	0	0	0	0	0	-5	402	393	-47	-62
Deformazioni termiche primarie +DT	0	-164	-161	16	21	-5	303	296	-38	-49
Deformazioni termiche secondarie +DT	0	0	0	0	0	-5	303	296	-38	-49
Deformazioni termiche primarie -DT	0	164	161	-16	-21	-5	500	489	-57	-75
Deformazioni termiche secondarie -DT	0	0	0	0	0	-5	500	489	-57	-75
Cedimenti	0	0	0	0	0	-5	500	489	-57	-75
VERIFICHE TRAVI PRINCIPALI A TAGLIO E TORSIONE										
VERIFICHE A TAGLIO	PARZIALI (daN/cm2)			TOTALI ALLO SLU STR (daN/cm2)			VERIFICHE A TORSIONE	PARZIALI (daN/cm2)	TOTALI (daN/cm2)	
	Anima sup	Anima max	Anima inf	Anima sup	Anima max	Anima inf		Anima	Anima	
Peso proprio acciaio	19	25	25	19	25	25		0,00	0,00	
Peso proprio soletta	113	150	148	132	175	173		0,00	0,00	
Permanenti	84	100	73	215	275	246		0,00	0,00	
Effetti primari del ritiro	0	0	0	215	275	246		0,00	0,00	
Effetti secondari del ritiro	0	0	0	215	275	246		0,00	0,00	
Accidentali mezzi + folla	679	763	533	724	847	645		0,00	0,00	
Vento	11	13	9	724	847	645		0,00	0,00	
Deformazioni termiche	0	0	0	724	847	645		0,00	0,00	
Cedimenti	0	0	0	724	847	645		0,00	0,00	
VERIFICHE A TAGLIO E TORSIONE	PARZIALI (daN/cm2)			TOTALI ALLO SLU STR (daN/cm2)						
	Anima sup	Anima max	Anima inf	Anima sup	Anima max	Anima inf				
Peso proprio acciaio	19	25	25	19	25	25	<div>Tmedia 738,74</div>			
Peso proprio soletta	113	150	148	132	175	173				
Permanenti	84	100	73	215	275	246				
Effetti primari del ritiro	0	0	0	215	275	246				
Effetti secondari del ritiro	0	0	0	215	275	246				
Accidentali mezzi + folla	679	763	533	724	847	645				
Vento	11	13	9	724	847	645				
Deformazioni termiche	0	0	0	724	847	645				
Cedimenti	0	0	0	724	847	645				
VERIFICA DEL WEB BREATHING										
<div>$\sqrt{\left(\frac{\sigma_{x,Ed,ser}}{k_{\sigma} \sigma_E}\right)^2 + \left(\frac{1.1 \tau_{x,Ed,ser}}{k_{\tau} \sigma_E}\right)^2} \leq 1.1$</div>										
Numero di irrigidimenti longitudinali	1	[-]								
Rapporto d'allungamento α = a/hw	0,938	[-]								
Tensione critica euleriana intera anima	σE	29,69	[MPa]							
Tensione critica euleriana pannello sup.	σE	23,99	[MPa]							
Tensione critica euleriana pannello inf.	σE	2.345,68	[MPa]							
dist. dal lembo inferiore del punto di σ = 0	x	8,31	[cm]							
controllo posizionamento irrigidimento	non presente									
Tensione SLU nel pannello ad altezza hw1	σsl1	-118	[MPa]							

VERIFICHE PARTICOLARI								Foglio 7 di 12
VERIFICA SALDATURE	ANIMA SUP.		ANIMA INF.		RADDOPPIO SUP.		RADDOPPIO INF.	
	PARZIALI (daN/cm2)	TOTALI (daN/cm2)	PARZIALI (daN/cm2)	TOTALI (daN/cm2)	PARZIALI (daN/cm2)	TOTALI (daN/cm2)	PARZIALI (daN/cm2)	TOTALI (daN/cm2)
Peso proprio acciaio	11	15	15	20	0	0	0	0
Peso proprio soletta	65	103	88	138	0	0	0	0
Permanenti	49	177	43	203	0	0	0	0
Effetti primari del ritiro	0	177	0	203	0	0	0	0
Effetti secondari del ritiro	0	177	0	203	0	0	0	0
Accidentali mezzi + folla	402	720	312	624	0	0	0	0
Vento	7	726	5	629	0	0	0	0
Deformazioni termiche	0	726	0	629	0	0	0	0
Cedimenti	0	726	0	629	0	0	0	0

VERIFICHE DI INSTABILITA' DELL'ANIMA				Foglio 8 di 12
Caratteristiche geometriche del pannello		OBLIQUITA' 0		
	Descrizione	Valore	u.d.m.	
a	distanza tra irrigidimenti verticali	750	mm	
h	altezza totale del pannello	800	mm	
hw	altezza totale dell'anima	760	mm	
tw	spessore dell'anima	10	mm	
Anima provvista di nervature trasversali e longitudinali				
Irrigidimenti:	acciaio S 328,2	f _{yk} (Mpa)= 328,2	f _{yd} (Mpa)=	328,20
Pannelli:	acciaio S 328,2	f _{yk} (Mpa)= 328,2	f _{yd} (Mpa)=	328,20
γ _m 1				
Deve essere verificata la limitazione: (punto 1.2-10030)				
hw/tw = 76,00		hw/tw ≤ 400	OK	
Verifiche di stabilità				
Sollecitazioni agli SLU nella sezione				
	Descrizione	Valore	u.d.m.	
σ ₁	tensione normale al lembo 1	-58,73	N/mm ²	
σ ₂	tensione normale al lembo 2	6,81	N/mm ²	
τ	tensione tangenziale media	129,47	N/mm ²	
Verifica nervature longitudinali (punti 7.2.6-10011, 3.1.2-10030, 3.2.3-10030)				
	b (mm)	h (mm)	A (mm ²)	γ (mm)
anima	0	0	0	0
ala	0	0	0	0
Sezione simmetrica				
Pareti sottili con bordo irrigidito		b/t ≤ 12		
b = 0		t = 0		b2 = 0
b1 = 30 × t1 = 300		t1 = 10		
b/t = 0,00		≤	12,00	OK
Deve essere verificata la disuguaglianza: I ≥ 0,15 mL γL hw tw³				
	Descrizione	Valore	u.d.m.	
mL	1,00 ≤ 0,015 (hw/tw - 70) ≤ 2,00	1,00		
n	n° irrigidimenti longitudinali	0		
AL	area effettiva irrigidimento long.	0	mm ²	
α	rapporto tra i lati del pannello	0,987		
ψ	coefficiente di variazione lineare di σ	-0,116		
δ	AL/(hw tw)	0,000		
η1	h1/hw	-		
η2	h2/hw	FALSO		
Valori tabulari (prospetti 3.1 e 3.2 10030)				
γ(L,τ)	0,00	γ(L,σ)	0,00	
I _L = - - - VERIFICA NON NECESSARIA				
Verifica nervature trasversali (punto 3.1.3-10030)				
Sezione simmetrica				
	b (mm)	h (mm)	A (mm ²)	γ (mm)
anima	6	195	1.170	97,5
ala	0	0	0	195
Pareti sottili con bordo irrigidito		b/t ≤ 12		
b = 195		t = 6		b2 = 0
b1 = 30 × t1 = 300		t1 = 10		
Deve essere verificata la disuguaglianza:		I ≥ 0,15 γτ hw tw³		
Valori tabulari (prospetti 3.1 e 3.2 10030)				
K	1,00	γτ	60,00	
I _L = 14.829.750 > 6.840.000 VERIFICA SODDISFATTA				

NB: h corrisponde all'altezza totale della trave, mentre hw è h - spessori ali e raddoppi

NB: si assume b1 30 volte lo spessore dell'anima della trave; inoltre b2 assunto pari alla (b-h) dell'ala dell'irrigidimento

0,987

	α	τ	σ
α inf	0,7	0	0
α sup	1	0	0
Valore interpolato		0,00	0,00

NB: inserire "sezione simmetrica" (irrigidimenti a I) o "sezione asimmetrica" (irrigidimenti a L)

0,987

	α	T
α inf	0,7	60
α sup	1	60
Valore interpolato		60,00

Stabilità dell'anima (punto 7.6-10011)

Foglio
9 di 12

Dimensioni pannello (mm)
Tensioni ai bordi (N/mm²)

h=	800	hw=	760
σ_1 =	-58,7	σ_2 =	6,81
τ =	129,5	y_n (mm)=	681,1

Deve essere verificata la disuguaglianza: $\sigma_{cr,red}/\alpha_{id} \geq \beta \cdot v$

Pannello	1	2	3	4	5
i	800	0			
tl	0	-			
h	800	-			
a	750	-			
tw	10	-			
α	0,94	-			
σ_1	-58,7	-			
σ_2	10,3	-			
σ_1^*	58,7	-			
σ_2^*	-10,3	-			
τ	129,5	-			
ψ	-0,17	-			
α_{id}	231,82	-			
$\sigma_{cr,0}$	29,09	-			
$k\sigma$	-	-			
$k\sigma$	2,393	-			
$k\sigma$	-	-			
$k\tau$	10,076	-			
σ_{cr}	-	-			
σ_{cr}	69,63	-			
σ_{cr}	-	-			
τ_{cr}	293,14	-			
$\sigma_{cr,id}$	237,50	-			
$0,8 \cdot f_d$	262,56	-			
$\sigma_{cr,red}$	237,50	-			
$\sigma_{cr,red}/\alpha_{id}$	1,02	-			
β	0,80	-			
v	1,00	1,00			
$\beta \cdot v$	0,80	-			
	OK	OK			

interasse verticale tra i due irrigidimenti del pannello; da inserire per ogni pannello (n° irrig. + 1)

compaiono solo i numeri per i casi in questione (dipendono da α e ψ)

il caso IV è sempre presente: dipende dal taglio
per la σ_{cr} compaiono solo i casi corrispondenti da $k\sigma$

inserire manualmente il valore

Verifiche agli SLU

Verifica dell'anima (punto 3.2.1-10030)

Sollecitazioni esterne (kN e m):	Vsd=	1.120	Msd=	652
Momento resistente delle sole piattabande:	M _{rd} =	2.836	kNm	
Momento resistente della sezione lorda:	M _{rld} =	3.540	kNm	
Spessore equivalente anima:	t _{we2} =	10,00	mm	

NB: valori agli SLU

Taglio resistente di calcolo:		Vrd = Vcr+Vt			
τ* = τcr,min	293,14	bs	300	bi	400
σtd	-178,93	ts	15	ti	25
θ	0,792	Nfd	3.636.227		
Φ	0,528	Mfs	28.034.003	Mfi	4.666.784
		ds	0.00	di	0.00

NB: bs e ts ala compressa; bi e ti ala tesa

V _{cr} = h _w t _{we2} τ^* =	2.227.871	N		
V _t =	0	N		
V _{Rd} =	2.227.871	N		
Verifica=	2.227.871	N	>=	1.119.812

VERIFICA SODDISFATTA

Verifica delle nervature trasversali (punto 3.2.2-10030)

Larghezza collaborante anima = be+te	10	mm		
Lunghezza libera inflessione = 0,7*hw	532	mm		
Sforzo normale = Nird=Vrd-0,8*Vcr	445.574	N		
Area = A=	1.270	mmmq		
Distanza baricentro asse anima =	94,43	mm		
Inerzia = J=	4.676.169	mm4		
Raggio giratorio d'inerzia = i=	60,68	mm		
Snellezza = λ=	8,77			
Sforzo critico euleriano = σcr=	26.964	N/mmq		
Forza critica euleriana = NcrE=	34.244.120	N		
Carico resistente a instabilità = NRd=	416.814	N		
NRd =	416.814	>=	Nird =	445.574

VERIFICA NON SODDISFATTA

Caratteristiche geometriche del pannello d'anima:

Altezza pannello h	800	[mm]
Spessore pannello t	10	[mm]
Rapporto altezza spessore hw/t	80,00	[-]

Tensione di snervamento anima fyw	328	[MPa]
Coefficiente η	1,20	[-]
Coefficiente ε	0,85	[-]
Pannello irrigidito (S/N)	N	

Minimo coefficiente di instabilità per taglio del pannello k_T 10,08 [-]

Necessaria verifica instabilità per taglio poiché:

$$hw/t = 80,00 > 72/\eta \cdot \varepsilon = 50,771$$

a = lunghezza del pannello compreso tra due irrigiditori trasversali rigidi consecutivi
(in assenza di irrigidimenti la lunghezza del pannello si considera coincidente con quella della trave)

a 750 [mm]

Numero di irrigidimenti longitudinali	0	[-]
Rapporto d'allungamento $\alpha = a/hw$	0,938	[-]

Caratteristiche geometriche singolo irrigidimento longitudinale

Altezza hsl	0	[mm]	Larghezza bsl	200	[mm]
Spessore tsl	20	[mm]	Irrigidimento a I/L o altro (I/L/A)	I	
$15 \varepsilon t$	126,928	[mm]			

Momento di inerzia del singolo irrigiditore longitudinale rispetto all'asse baricentrico parallelo al piano dell'anima, considerando una larghezza collaborante di anima pari a $15 \varepsilon t$ da ciascun lato dell'irrigiditore:

Isl, singolo 0 [mm⁴]

Somma dei momenti di inerzia:

Isl 0 [mm⁴]

Coefficiente per l'instabilità a taglio	k_T	10,076	[-]
Tensione critica euleriana	σ_E	29,688	[MPa]
Tensione tangenziale critica	τ_{cr}	299,123	[MPa]
Snellezza intero pannello	λ_w	0,796	[-]

Calcolo della snellezza $\lambda_{w,1}$ del sottopannello più critico (in assenza di irrigidimenti longitudinali coincide con la snellezza del pannello intero).

Altezza sottopannello hw,1	800	[mm]	α_1	0,938	[-]
Minimo coefficiente di instabilità per taglio del sottopannello	$k_{T,1}$	10,076	[-]		
Snellezza del sottopannello	$\lambda_{w,1}$	0,796	[-]		

Snellezza di calcolo	λ_w	0,796	[-]
Montanti d'appoggio rigidi/altri casi (R/A)	A		
Coefficiente χ_w (Tabella C4.2.VII)	1,043	[-]	
γ_{M1}	1,10	[-]	
Contributo resistente dell'anima Vbw,Rd UNI EN 1993-1-5 paragrafo 5.3	1436,798	[kN]	

Trascurare il contributo delle piattabande? (Teoria delle bande diagonali) (S/N)

N

Contributo resistente delle piattabande secondo UNI EN 1993-1-5 paragrafo 5.4:
Vbf,Rd 0,000 [kN]

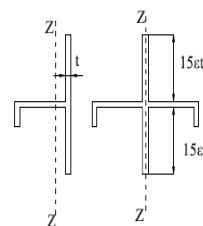
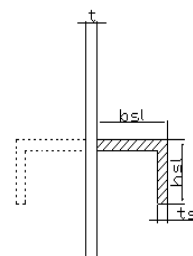


Figura C4.2.12 – Irrigidimenti longitudinali dei pannelli d'anima

CARATTERISTICHE TRAVE E SOLLECITAZIONI

Spessore piattabanda sup	ifs	15	[mm]
Larghezza piattabanda sup	bfs	300	[mm]
Spessore piattabanda inf	ifi	25	[mm]
Larghezza piattabanda inf	bfi	400	[mm]
Area piattabanda sup	Afs	4.500	[mm ²]
Area piattabanda inf	Afi	10.000	[mm ²]

Spessore della piattabanda di minima resistenza assiale tf

Larghezza piattabanda assunta nel calcolo bf

Tensione di snervamento piattabande fyf

γ_{M1}

Distanza tra le cerniere plastiche c

Distanza tra i baricentri delle piattabande hf

Momento resistente caratteristico delle sole piattabande M_{fk}

γ_{M0}

Momento resistente di progetto delle sole piattabande M_{f,Rd}

Momento resistente di progetto ridotto in presenza di sforzo assiale M_{f,red}

15	[mm]
300	[mm]
328	[MPa]
1,10	[-]
200,16	[mm]
820	[mm]
1.211	[kNm]
1,05	[-]
1.153	[kNm]

257 [kNm]

Azioni sollecitanti allo stato limite ultimo nella sezione di verifica:

Taglio sollecitante V _{Ed,SLU}	1.120	[kN]
Azione assiale sollecitante N _{Ed,SLU}	3.521	[kN]
Momento flettente sollecitante M _{Ed,SLU}	652	[kNm]

Controllo dell'azione flettente

M_{Ed}/M_{f,red} = 2,53 [-]

Le piattabande sono completamente impegnate dal momento flettente: V_bf,Rd = 0.

Resistenza a stabilità per taglio:

V_b,Rd = V_bw,Rd + V_bf,Rd = 1.437 [kN]

Coefficiente di utilizzo per instabilità a taglio: $\eta_3 = V_{Ed}/V_{b,Rd} = 0,78$ [-] **VERIFICA SODDISFATTA**

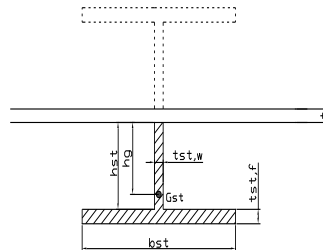
Verifica dei requisiti di rigidità degli irrigiditori trasversali (EN 1993-1-5: 9.3.3)

CARATTERISTICHE GEOMETRICHE DELL'IRRIGIDITORE

Spessore anima t _{st,w}	6	[mm]
Altezza anima h _{st}	195	[mm]
Spessore ala t _{st,f}	0	[mm]
Larghezza ala b _{st}	0	[mm]
Irrigiditore su entrambi i lati (S/N)	N	

Area effettiva irrigiditore	1.170	[mm ²]
Momento d'inerzia effettivo I _{st}	3.707.438	[mm ⁴]
$\alpha = a/h_w$	0,94	< $\sqrt{2}$

Momento d'inerzia limite I_{limite} = 1.365.333 [mm⁴]



L'irrigiditore è rigido (EN 1993-1-5: 9.3.3)

Verifica dei requisiti minimi degli irrigiditori trasversali (EN 1993-1-5: 9.2.1(5))

Pannelli irrigiditi soggetti a sola azione di compressione N_{Ed} (assenza di azione assiale nell'irrigiditore trasversale)

As (Area effettiva irr. + 2·15et ² + t _{st,w} ·t)	3.769	[mm ²]
Distanza tra baricentro e asse anima e	32	[mm]
I _s (inerzia di As rispetto al baricentro)	12.205.082	[mm ⁴]
Lunghezza del pannello precedente a ₁	750	[mm]
Lunghezza del pannello seguente a ₂	750	[mm]
Luce dell'irrigiditore trasversale b	800	[mm]
Difetto di rettilineità w ₀	2,50	[mm]
Tensione di snervamento fyk	328	[MPa]
γ_{M1}	1,10	[-]
σ critica per instabilità di colonna $\sigma_{cr,c}$	33,74	[MPa]
σ critica per instabilità di piastra $\sigma_{cr,p}$	257,41	[MPa]
Rapporto $\sigma_{cr,c} / \sigma_{cr,p}$	0,50	[-]
Ac,eff	6.319	[mm ²]

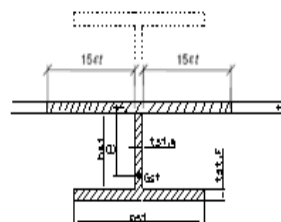
σ_{max} = 58,73 [MPa]

N_{Ed} = 185,57 [kN]

$$\sigma_m = \frac{\sigma_{cr,c}}{\sigma_{cr,p}} \frac{N_{Ed}}{b} \left(\frac{1}{a_1} + \frac{1}{a_2} \right) = 0,31 \text{ [MPa]}$$

e_{max} = 168,18 [-]

$$u = \frac{\pi^2 E e_{max}}{f_y 300 b} \geq 1,0 = 4,87 \text{ [-]}$$



valore compreso tra 0.50 e 1.00;
area efficace della parte compressa del pannello d'anima nervato o no;
massima tensione di compressione nel pannello d'anima nervato o no;
massima forza di compressione nei pannelli adiacenti all'irrigiditore trasversale;

massima distanza tra i lembi dell'irrigiditore ed il suo baricentro;

$$I_{st} = \frac{\sigma_m}{E} \left(\frac{b}{\pi} \right)^4 \left(1 + w_0 \frac{300}{b} u \right) = 34.455 \text{ [mm⁴]}$$

I_s = 12.205.082 [mm⁴] ≥ I_{st} = 34.455 [mm⁴] **VERIFICA SODDISFATTA**

Verifica dei requisiti minimi degli irrigiditori trasversali (EN 1993-1-5: 9.2.1(6))

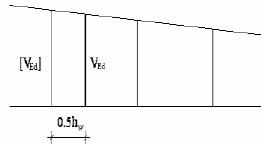
Foglio
12 di 12

Pannelli irrigiditi soggetti a sola azione di compressione N_{Ed} e azione assiale $N_{st,Ed}$ nell'irrigiditore trasversale

Gli irrigiditori trasversali rigidi devono essere verificati per una forza assiale $N_{st,ten}$ da EN 1993-1-5: Eq. 9.48.

Taglio di calcolo a distanza $0,5 h_w$ dal pannello soggetto alla massima azione tagliante:

$$V_{Ed} = 1.120 \text{ [kN]}$$



Forza assiale nell'irrigiditore trasversale dovuto al campo tensionale diagonale nel pannello per effetto del taglio:

$$N_{st,ten} = V_{Ed} - \frac{1}{\lambda_w^2} \cdot t \cdot h_w \frac{f_{yw}}{\sqrt{3}} = 0 \text{ [kN]}$$

se tale azione è risulta di segno negativo si assume uguale a zero.

Se l'irrigiditore trasversale è soggetto ad azione assiale questa deve essere incrementata secondo quanto indicato in EN 1993-1-5: 9.2.1(6).

$$\Delta N_{st} = \sigma_m b^2 / \pi^2 = 20,06 \text{ [kN]}$$

$$\Sigma N_{st,Ed} = N_{st,Ed} + \Delta N_{st,Ed} = 20,06 \text{ [kN]}$$

As (Area effettiva irr. + $2 \cdot 15ct^2 + t_{st,w} t$)

3.769 [mm²]

Is (inerzia di As rispetto al baricentro)

12.205.082 [mm⁴]

e_{max}

168 [-]

massima distanza tra lembi e baricentro

lunghezza di inflessione $l_0 = h_w$

800 [mm]

Carico critico euleriano $N_{cr,st}$

39.526 [kN]

$$\zeta q_m = \frac{N_{st,Ed} e_0}{\Sigma N_{st,Ed} W_0} = 0,00 \text{ [-]}$$

I requisiti di rigidezza e resistenza sono soddisfatti se valgono le seguenti disuguaglianze:

$$w = W_0 \frac{1}{N_{cr,st} - 1} (1 + 1,25 q_m) = 0,00 \text{ [mm]} < b/300 = 2,67 \text{ [mm]} -$$

$$\sigma_{max} = \frac{N_{st,Ed}}{A_{st}} + \frac{\Sigma N_{st,Ed} e_{max} W_0}{I_{st}} \cdot \frac{1}{1 - \frac{\Sigma N_{st,Ed}}{N_{cr,st}}} (1 + 1,11 q_m) = 0,69 \text{ [MPa]} \leq 298,36 \text{ [Mpa]} -$$

VERIFICA SODDISFATTA

Verifica a stabilità per compressione degli irrigiditori trasversali (EN 1993-1-1: 6.3)

Tensione di snervamento f_{yk}	328	[MPa]
As (Area effettiva irr. + $2 \cdot 15ct^2 + t_{st,w} t$)	3.769	[mm ²]
Is (inerzia di As rispetto al baricentro)	12.205.082	[mm ⁴]
lunghezza di inflessione $l_0 = h_w$	800	[mm]
Carico critico euleriano $N_{cr,st}$	39.526	[kN]
Snellezza adimensionale λ	0,18	[-]
Coefficiente di imperfezione α	0,49	[-]
Coefficiente ϕ	0,51	
Coefficiente di riduzione χ	1,00	
Resistenza ad instabilità dell'irrigidimento	1.124,40	[kN]
Azione sollecitante $N_{st,ten}$	0,00	[kN]

Indice di resistenza 0,00 [-]

VERIFICA SODDISFATTA

DATI GEOMETRICI										Foglio 1 di 12																																																											
TRAVE IN ACCIAIO	Altezza sezione metallica (cm)	80	Interasse travi metalliche sup. (cm)		300	CONCIO		C1																																																													
	Interasse travi metalliche (cm)	300	Interasse travi metalliche inf. (cm)		300	FRAME																																																															
	Larghezza ala superiore esterna (cm)	30				JOINT																																																															
	Spessore ala superiore esterna (cm)	1,5	Interasse irrigidimenti verticali (cm)		75																																																																
	Larghezza raddoppio superiore (cm)	0	Luce campata di riferimento (m)		15,35	num. Travi		2																																																													
	Spessore Raddoppio ala superiore (cm)	0,0																																																																			
	Spessore anima (cm)	1,0	Acciaio tipo		S	328,2	tipologia	VIA SUPERIORE																																																													
	Larghezza raddoppio inferiore (cm)	0																																																																			
	Spessore Raddoppio ala inferiore (cm)	0,0																																																																			
	Larghezza ala inferiore esterna (cm)	40																																																																			
CONTROVENTI SUPERIORI	Spessore ala inferiore esterna (cm)	2,5																																																																			
	Modulo elasticità acciaio (daN/cm ²)	2.100.000																																																																			
	Passo controventi superiori a (cm)	300,0																																																																			
	Area controventi superiori (cm ²)	27,80																																																																			
	Posizione baric. controventi sup. rispetto estradosso trave (cm)	30,0																																																																			
	Distanza punto schema bar. bulloni (cm)	30,0																																																																			
	Numero controventi	2																																																																			
	Angolo α travi princ. e controventi	45																																																																			
	Spessore equivalente t* (cm)	0,17																																																																			
	CONTROVENTI INFERIORI	Passo controventi inferiori a (cm)	300,0																																																																		
Area controventi inferiori (cm ²)		0,00																																																																			
Posizione baric. controventi inf. rispetto all'intradosso trave (cm)		30,0																																																																			
Distanza punto schema bar. bulloni (cm)		30,0																																																																			
Numero controventi		2																																																																			
Angolo α travi princ. e controventi		45																																																																			
Spessore equivalente t* (cm)		0,00																																																																			
SOLETTA		Classe di resistenza Rck (kg/cm ²)	450	diametro ferri superiori soletta (cm)		1,4	passo (cm)		20,0																																																												
		Spessore totale soletta (cm)	20,0	n° ferri superiori		12,08	copriferro (cm)		4,0																																																												
		Spessore da togliere per predalle (cm)	0,0	Area ferri superiori soletta (cm ²)		18,59																																																															
	Spessore sol. Collaborante (cm)	20,0	diametro ferri inferiori soletta (cm)		1,4	passo (cm)		20,0																																																													
	Larghezza sol. collaborante (cm)	241,5	n° ferri inferiori		12,08	copriferro (cm)		3,0																																																													
	Larghezza soletta x ritiro (cm)	300,0	Area ferri inferiori soletta (cm ²)		18,59																																																																
COEFF.	Coeff. omogeneizz. per perm.	16,01																																																																			
	Coeff. omogeneizz. per acc.	6,06																																																																			
	Coeff. omogeneizz. per ritiro	14,22																																																																			
	Coeff. omogeneizz. per cedimenti	19,63																																																																			
	Coeff. di contrazione per ritiro ε _r	2,786E-04																																																																			
TEMP	Riduzione per non contemporaneità	0																																																																			
	Variazione termica differenziale (°C)	10																																																																			
PIOLI	Resistenza piolo (daN) a SLE	6.569																																																																			
	Coefficiente di sicurezza connessioni γ _v	1,25																																																																			
	Diametro pioli (mm)	22																																																																			
	Numero pioli in linea n°	3																																																																			
	passo pioli (cm)	20																																																																			
SALDATURE	Altezza gola anima sup. (mm)	8	Larghezza gola anima sup. (mm)		12																																																																
	Altezza gola anima inf. (mm)	8	Larghezza gola anima inf. (mm)		12																																																																
	Altezza gola raddoppio sup. (mm)	0	Larghezza gola raddoppio sup. (mm)		0																																																																
	Altezza gola raddoppio inf. (mm)	0	Larghezza gola raddoppio inf. (mm)		0																																																																
<table border="1"> <thead> <tr> <th rowspan="4">FAS</th> <th colspan="2">Fase 2a</th> <th>Permanenti</th> </tr> <tr> <th colspan="2">Fase 3</th> <th>Accidentali</th> </tr> <tr> <th colspan="2">Fase 2b</th> <th>Ritiro</th> </tr> <tr> <th colspan="2">Fase 2c</th> <th>Cedimenti</th> </tr> </thead> </table>										FAS	Fase 2a		Permanenti	Fase 3		Accidentali	Fase 2b		Ritiro	Fase 2c		Cedimenti																																															
FAS	Fase 2a		Permanenti																																																																		
	Fase 3		Accidentali																																																																		
	Fase 2b		Ritiro																																																																		
	Fase 2c		Cedimenti																																																																		
CARATTERISTICHE GEOMETRICHE <table border="1"> <thead> <tr> <th></th> <th>A (cm²)</th> <th>y_i (cm)</th> <th>J (cm⁴)</th> <th>J_{tot} (cm⁴)</th> <th>W_{sol} (cm³)</th> <th>W_{ste} (cm³)</th> <th>W_{fte} (cm³)</th> <th>W_{animsup} (cm³)</th> <th>W_{animinf} (cm³)</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>Sezione metallica</td> <td>221</td> <td>30,6</td> <td>236.740</td> <td>267</td> <td>0</td> <td>4.795</td> <td>7.729</td> <td>4.945</td> <td>8.416</td> </tr> <tr> <td>Sezione metallica + soletta collab. Fase 2a</td> <td>16,01</td> <td>560</td> <td>66,9</td> <td>719.050</td> <td>267</td> <td>347.408</td> <td>54.735</td> <td>10.754</td> <td>61.791</td> </tr> <tr> <td>Sezione metallica + soletta collab. Fase 3</td> <td>6,06</td> <td>1.055</td> <td>77,7</td> <td>880.288</td> <td>267</td> <td>239.478</td> <td>386.810</td> <td>11.326</td> <td>1.134.735</td> </tr> <tr> <td>Sezione metallica + soletta collab. Fase 2b</td> <td>14,22</td> <td>598</td> <td>68,3</td> <td>739.900</td> <td>267</td> <td>332.249</td> <td>63.417</td> <td>10.828</td> <td>72.774</td> </tr> <tr> <td>Sezione metallica + soletta collab. Fase 2c</td> <td>19,63</td> <td>504</td> <td>64,3</td> <td>683.179</td> <td>267</td> <td>375.761</td> <td>43.543</td> <td>10.623</td> <td>48.146</td> </tr> </tbody> </table>											A (cm ²)	y _i (cm)	J (cm ⁴)	J _{tot} (cm ⁴)	W _{sol} (cm ³)	W _{ste} (cm ³)	W _{fte} (cm ³)	W _{animsup} (cm ³)	W _{animinf} (cm ³)	Sezione metallica	221	30,6	236.740	267	0	4.795	7.729	4.945	8.416	Sezione metallica + soletta collab. Fase 2a	16,01	560	66,9	719.050	267	347.408	54.735	10.754	61.791	Sezione metallica + soletta collab. Fase 3	6,06	1.055	77,7	880.288	267	239.478	386.810	11.326	1.134.735	Sezione metallica + soletta collab. Fase 2b	14,22	598	68,3	739.900	267	332.249	63.417	10.828	72.774	Sezione metallica + soletta collab. Fase 2c	19,63	504	64,3	683.179	267	375.761	43.543	10.623	48.146
	A (cm ²)	y _i (cm)	J (cm ⁴)	J _{tot} (cm ⁴)	W _{sol} (cm ³)	W _{ste} (cm ³)	W _{fte} (cm ³)	W _{animsup} (cm ³)	W _{animinf} (cm ³)																																																												
Sezione metallica	221	30,6	236.740	267	0	4.795	7.729	4.945	8.416																																																												
Sezione metallica + soletta collab. Fase 2a	16,01	560	66,9	719.050	267	347.408	54.735	10.754	61.791																																																												
Sezione metallica + soletta collab. Fase 3	6,06	1.055	77,7	880.288	267	239.478	386.810	11.326	1.134.735																																																												
Sezione metallica + soletta collab. Fase 2b	14,22	598	68,3	739.900	267	332.249	63.417	10.828	72.774																																																												
Sezione metallica + soletta collab. Fase 2c	19,63	504	64,3	683.179	267	375.761	43.543	10.623	48.146																																																												

AZIONI TRAVI PRINCIPALI										Foglio 2 di 12	
AZIONI SOLLECITANTI (M max)											
	1°Nodo			2°Nodo		valori x10 ⁴	AZIONI SOLLECITANTI (Mt max)			valori x10 ⁴	
	M (Nm)	N (N)	T (N)	Mt (Nm)	Mt (Nm)		Mt (Nm)	Mt (Nm)			
Peso proprio acciaio	8	0	1	0	0		0	0			
Peso proprio soletta	38	0	5	0	0		0	0			
Permanenti	25	0	3	0	0		0	0			
Effetti primari del ritiro	43	199	0	0	0		0	0			
Effetti secondari del ritiro	0	0	0	0	0		0	0			
Accidentali mezzi + folla	192	0	27	0	0		0	0			
Vento	4	0	1	0	0		0	0			
Deformazioni termiche primarie	21	167	0	0	0		0	0			
Deformazioni termiche secondarie	0	0	0	0	0	0	0				
Cedimenti	0	0	0	0	0	0	0				
VERIFICHE DELLE TRAVI PRINCIPALI AGLI STATI LIMITE ULTIMI N.T.C.2018											
VERIFICHE TRAVI PRINCIPALI A PRESSOFLESSIONE											
(positive le compressioni)	PARZIALI (daN/cm2)					TOTALI ALLO SLU STR - Az.base Accidentali mezzi + folla- (daN/cm2)					
	sup. sol.	sup. fe.	anima sup.	anima inf.	inf. fe.	sup. sol.	sup. fe.	anima sup.	anima inf.	inf. fe.	
VERIFICHE DELLE TRAVI PRINCIPALI AGLI STATI LIMITE	0	167	162	-95	-104	0	225	218	-128	-140	
Peso proprio soletta	0	792	768	-452	-492	0	1.295	1.256	-738	-803	
Permanenti	7	46	40	-224	-232	11	1.364	1.316	-1.074	-1.152	
Effetti primari del ritiro	-5	400	391	-51	-65	5	1.844	1.786	-1.134	-1.230	
Effetti secondari del ritiro	0	0	0	0	0	5	1.844	1.786	-1.134	-1.230	
Accidentali mezzi + folla	80	50	17	-1.641	-1.695	113	1.911	1.809	-3.349	-3.519	
Vento	2	1	0	-34	-35	115	1.912	1.809	-3.380	-3.551	
Deformazioni termiche primarie +ΔT	0	-164	-160	17	23	115	1.794	1.694	-3.368	-3.534	
Deformazioni termiche secondarie +ΔT	0	0	0	0	0	115	1.794	1.694	-3.368	-3.534	
Deformazioni termiche primarie -ΔT	0	164	160	-17	-23	115	2.030	1.925	-3.392	-3.567	
Deformazioni termiche secondarie -ΔT	0	0	0	0	0	115	2.030	1.925	-3.392	-3.567	
Cedimenti	0	0	0	0	0	115	2.030	1.925	-3.392	-3.567	
									Rapp σ sup	Rapp σ inf	
									0,65	1,14	
VERIFICHE TRAVI PRINCIPALI A TAGLIO E TORSIONE											
VERIFICHE A TAGLIO	PARZIALI (daN/cm2)			TOTALI ALLO SLU STR (daN/cm2)			VERIFICHE A TORSIONE	PARZIALI (daN/cm2)	TOTALI (daN/cm2)		
	Anima sup	Anima max	Anima inf	Anima sup	Anima max	Anima inf		Anima	Anima		
Peso proprio acciaio	9	14	12	12	19	17		0,00	0,00		
Peso proprio soletta	46	69	62	75	113	101		0,00	0,00		
Permanenti	31	42	27	122	175	142		0,00	0,00		
Effetti primari del ritiro	0	0	0	122	175	142		0,00	0,00		
Effetti secondari del ritiro	0	0	0	122	175	142		0,00	0,00		
Accidentali mezzi + folla	302	375	235	530	681	458		0,00	0,00		
Vento	11	14	9	540	694	466		0,00	0,00		
Deformazioni termiche	0	0	0	540	694	466		0,00	0,00		
Cedimenti	0	0	0	540	694	466		0,00	0,00		
VERIFICHE A TAGLIO E TORSIONE	PARZIALI (daN/cm2)			TOTALI ALLO SLU STR (daN/cm2)							
	Anima sup	Anima max	Anima inf	Anima sup	Anima max	Anima inf					
Peso proprio acciaio	9	14	12	12	19	17					
Peso proprio soletta	46	69	62	75	113	101					
Permanenti	31	42	27	122	175	142					
Effetti primari del ritiro	0	0	0	122	175	142					
Effetti secondari del ritiro	0	0	0	122	175	142					
Accidentali mezzi + folla	302	375	235	530	681	458					
Vento	11	14	9	540	694	466					
Deformazioni termiche	0	0	0	540	694	466					
Cedimenti	0	0	0	540	694	466					
							T _{media}	Rapp τ			
							566,6	0,38			
VERIFICHE TRAVI PRINCIPALI TENSIONI IDEALI											
	TOTALI (daN/cm2)										
	Anima sup	Anima inf									
Peso proprio acciaio	219	132									
Peso proprio soletta	1.262	758									
Permanenti	1.333	1.101									
Effetti primari del ritiro	1.799	1.161									
Effetti secondari del ritiro	1.799	1.161									
Accidentali mezzi + folla	2.029	3.442									
Vento	2.037	3.475									
Deformazioni termiche	2.140	3.487									
Cedimenti	2.140	3.487									
VERIFICHE ARMATURE SOLETTA											
	PARZIALI (daN/cm2)	PARZIALI arm sup	TOTALI arm sup								
Peso proprio acciaio		0	0								
Peso proprio soletta		0	0								
Permanenti		101	152								
Effetti primari del ritiro		493	744								
Effetti secondari del ritiro		0	744								
Accidentali mezzi + folla		399	1.282								
Vento		8	1.290								
Deformazioni termiche		201	1.434								
Cedimenti		0	1.434								
							Rapp σ sup	Rapp σ inf			
							0,68	1,14			
Le verifiche sono condotte negli attacchi piattabande - anima											

VERIFICHE DELLE TRAVI PRINCIPALI AGLI STATI LIMITE D'ESERCIZIO N.T.C.2018										Foglio 3 di 12
VERIFICHE TRAVI PRINCIPALI A PRESSOFLESSIONE										
	PARZIALI (daN/cm2)					TOTALI ALLO SLE (daN/cm2)				
(positive le compressioni)	sup. sol.	sup. fe.	anima sup.	anima inf.	inf. fe.	sup. sol.	sup. fe.	anima sup.	anima inf.	inf. fe.
Peso proprio acciaio	0	167	162	-95	-104	0	167	162	-95	-104
Peso proprio soletta	0	792	768	-452	-492	0	959	930	-547	-595
Permanenti	7	46	40	-224	-232	7	1.005	971	-770	-828
Effetti primari del ritiro	-5	400	391	-51	-65	2	1.405	1.362	-821	-893
Effetti secondari del ritiro	0	0	0	0	0	2	1.405	1.362	-821	-893
Accidentali mezzi + folla	80	50	17	-1.641	-1.695	83	1.455	1.379	-2.462	-2.588
Vento	2	1	0	-34	-35	84	1.455	1.379	-2.482	-2.609
Deformazioni termiche primarie +ΔT	0	-164	-160	17	23	84	1.357	1.283	-2.472	-2.596
Deformazioni termiche secondarie +ΔT	0	0	0	0	0	84	1.357	1.283	-2.472	-2.596
Deformazioni termiche primarie -ΔT	0	164	160	-17	-23	84	1.554	1.475	-2.492	-2.623
Deformazioni termiche secondarie -ΔT	0	0	0	0	0	84	1.554	1.475	-2.492	-2.623
Cedimenti	0	0	0	0	0	84	1.554	1.475	-2.492	-2.623
VERIFICHE TRAVI PRINCIPALI A TAGLIO E TORSIONE										
VERIFICHE A TAGLIO	PARZIALI (daN/cm2)			TOTALI ALLO SLE (daN/cm2)			VERIFICHE A TORSIONE	PARZIALI (daN/cm2)	TOTALI (daN/cm2)	
	Anima sup	Anima max	Anima inf	Anima sup	Anima max	Anima inf		Anima	Anima	
Peso proprio acciaio	9	14	12	9	14	12		0,00	0,00	
Peso proprio soletta	46	69	62	55	83	74		0,00	0,00	
Permanenti	31	42	27	87	125	102		0,00	0,00	
Effetti primari del ritiro	0	0	0	87	125	102		0,00	0,00	
Effetti secondari del ritiro	0	0	0	87	125	102		0,00	0,00	
Accidentali mezzi + folla	302	375	235	389	500	336		0,00	0,00	
Vento	11	14	9	396	508	342		0,00	0,00	
Deformazioni termiche	0	0	0	396	508	342		0,00	0,00	
Cedimenti	0	0	0	396	508	342		0,00	0,00	
VERIFICHE A TAGLIO E TORSIONE	PARZIALI (daN/cm2)			TOTALI ALLO SLE (daN/cm2)						
	Anima sup	Anima max	Anima inf	Anima sup	Anima max	Anima inf				
Peso proprio acciaio	9	14	12	9	14	12				
Peso proprio soletta	46	69	62	55	83	74				
Permanenti	31	42	27	87	125	102				
Effetti primari del ritiro	0	0	0	87	125	102				
Effetti secondari del ritiro	0	0	0	87	125	102				
Accidentali mezzi + folla	302	375	235	389	500	336				
Vento	11	14	9	396	508	342				
Deformazioni termiche	0	0	0	396	508	342				
Cedimenti	0	0	0	396	508	342				
VERIFICHE TRAVI PRINCIPALI TENSIONI IDEALI										
	TOTALI (daN/cm2)									
	Anima sup	Anima inf								
Peso proprio acciaio	163	97								
Peso proprio soletta	935	562								
Permanenti	982	790								
Effetti primari del ritiro	1.370	840								
Effetti secondari del ritiro	1.370	840								
Accidentali mezzi + folla	1.535	2.530								
Vento	1.540	2.552								
Deformazioni termiche	1.627	2.562								
Cedimenti	1.627	2.562								
Le verifiche sono condotte negli attacchi piattabande - anima										
CALCOLO CLASSE DELLA SEZIONE										
CLASSE DELLA PIATTABANDA										
Larghezza	c	15	cm							
Spessore	t	1,5	cm							
Tipo di acciaio		328	N/mmq							
	ε	0,85								
Rapporto c/t		10,00	CL. 3							
CLASSE DELL'ANIMA										
Larghezza parte compressa	c	74	cm							
Spessore parte compressa	t	1,0	cm							
Tipo di acciaio		328	N/mmq							
	ε	0,85								
Rapporto c/t		74	CL. 3							
<div> <div> Piattabanda compressa: VALORI DA TAB C4.2.IX CIRCOLARE n°617/C.S.LL.PP <i>Ala superiore</i> $b_p = 14,500$ cm $t_{fp} = 1,500$ cm </div> <div> <i>Raddoppio ala superiore</i> $b_{radd} = 0,000$ cm $t_{fradd} = 0,000$ cm </div> </div> <div> $k_{\sigma} = 0,430$ - $\lambda_{pp} = 0,613$ - $\rho_p = 1,000$ - </div> <div> $k_{\sigma} = 0,430$ - $\lambda_{pradd} = 0,000$ - $\rho_{radd} = 1,000$ - </div>										
CLASSE SEZ 3										

VERIFICA DELLA SEZIONE IN CLASSE 4										Foglio 4 di 12
COEFFICIENTI DA NORMATIVA										
γ_{M0}	coefficiente di resistenza	1,05	<div style="display: flex; justify-content: space-between;"> <div>Sono presenti irrigidimenti longitudinali ? (S/N)</div> <div style="color: blue;">N</div> </div>							
γ_{M1}	coefficiente a instabilità	1,10								
η	coefficiente adimensionale	1,20								
Altezza netta dell'anima		b' =	760	mm						
TENSIONI AI BORDI										
σ_1	Tensione massima	192,5	N/mm ²	<div style="border: 1px solid black; padding: 5px;"> ITERATIVO: CAMBIA LA SEZIONE E DI CONSEGUENZA LE SIGMA AI BORDI (SI PARTE DALLE TENSIONI DELLA SEZ LORDA E POI SI INSERISCONO QUELLI DERIVANTI DA CALCOLO DELLA SEZ EFFICACE) </div>						
σ_2	Tensione minima	-339,2	N/mm ²							
VALORI DA TAB C4.2.VIII e C4.2.IX CIRCOLARE n°617/C.S.LL.PP										
Rapporto tra le tensioni ai bordi		$\psi =$	-1,76							
Coefficiente per instabilità a compr.		$k_{\sigma} =$	45,62							
Snellezza relativa		$\lambda_p =$	0,47							
Coefficiente di riduzione		$\rho =$	1,00							
Larghezza efficace		$b_{eff} =$	275	mm		<div style="border: 1px solid black; padding: 5px;"> Area efficace A_{eff} = 2.752 mm² </div>				
Larghezza lato 1		$b_{e1} =$	110	mm						
Larghezza lato 2		$b_{e2} =$	165	mm						
Larghezza rimanente		$b_1 =$	485	mm						
Si utilizza acciaio da carpenteria di tipo		S 328								
Resistenza allo snervamento		$f_{yd} =$	312,6	N/mm ²						
Coefficiente		$\varepsilon =$	0,85							
CARATTERISTICHE GEOMETRICHE SEZIONE EFFICACE										
		A _{eff} (cm ²)	y _i (cm)	J _{eff} (cm ⁴)	J _{tor} (cm ⁴)	W _{sol} (cm ³)	W _{sfte} (cm ³)	W _{ffe} (cm ³)	W _{animsup} (cm ³)	W _{animainf} (cm ³)
Sezione metallica		221	31	236.740	267	0	4.795	7.729	4.945	8.416
Sezione metallica + soletta collab. Fase 2a		16,01	67	719.050	267	347.408	54.735	10.754	61.791	11.172
Sezione metallica + soletta collab. Fase 3		6,06	78	880.288	267	239.478	386.810	11.326	1.134.735	11.702
Sezione metallica + soletta collab. Fase 2b		14,22	68	739.900	267	332.249	63.417	10.828	72.774	11.239
Sezione metallica + soletta collab. Fase 2c		19,63	64	683.179	267	375.761	43.543	10.623	48.146	11.053

AZIONI TRAVI PRINCIPALI										Foglio 5 di 12	
AZIONI SOLLECITANTI (M max)											
valori x10 ⁴		M+N* <i>e_N</i> (Nm)	N (N)	T (N)	Mt (Nm)	Mt (Nm)	<i>e_N</i> (cm)		AZIONI SOLLECITANTI (Mt max)		
									Mt (Nm)	Mt (Nm)	valori x10 ⁴
Peso proprio acciaio		8	0	1	0	0	0,00		0	0	
Peso proprio soletta		38	0	5	0	0	0,00		0	0	
Permanenti		25	0	3	0	0	0,00		0	0	
Effetti primari del ritiro		43	199	0	0	0	0,00		0	0	
Effetti secondari del ritiro		0	0	0	0	0	0,00		0	0	
Accidentali mezzi + folla		192	0	27	0	0	0,00		0	0	
Vento		4	0	1	0	0	0,00		0	0	
Deformazioni termiche primarie		21	167	0	0	0	0,00		0	0	
Deformazioni termiche secondarie		0	0	0	0	0	0,00		0	0	
Cedimenti		0	0	0	0	0	0,00		0	0	
VERIFICHE DELLE TRAVI PRINCIPALI AGLI STATI LIMITE ULTIMI N.T.C.2018											
VERIFICHE TRAVI PRINCIPALI A PRESSOFLESSIONE											
		PARZIALI (daN/cm2)					TOTALI ALLO SLU STR - Az.base Accidentali mezzi + folla- (daN/cm2)				
(positive le compressioni)		sup. sol.	sup. fe.	anima sup.	anima inf.	inf. fe.	sup. sol.	sup. fe.	anima sup.	anima inf.	inf. fe.
Peso proprio acciaio		0	167	162	-95	-104	0	225	218	-128	-140
Peso proprio soletta		0	792	768	-452	-492	0	1.295	1.256	-738	-803
Permanenti		7	46	40	-224	-232	11	1.364	1.316	-1.074	-1.152
Effetti primari del ritiro		-5	400	391	-51	-65	5	1.844	1.786	-1.134	-1.230
Effetti secondari del ritiro		0	0	0	0	0	5	1.844	1.786	-1.134	-1.230
Accidentali mezzi + folla		80	50	17	-1.641	-1.695	113	1.911	1.809	-3.349	-3.519
Vento		2	1	0	-34	-35	115	1.912	1.809	-3.380	-3.551
Deformazioni termiche primarie +DT		0	-164	-160	17	23	115	1.794	1.694	-3.368	-3.534
Deformazioni termiche secondarie +DT		0	0	0	0	0	115	1.794	1.694	-3.368	-3.534
Deformazioni termiche primarie -DT		0	164	160	-17	-23	115	2.030	1.925	-3.392	-3.567
Deformazioni termiche secondarie -DT		0	0	0	0	0	115	2.030	1.925	-3.392	-3.567
Cedimenti		0	0	0	0	0	115	2.030	1.925	-3.392	-3.567
										Rapp σ sup	Rapp σ inf
										0,65	1,14
VERIFICHE TRAVI PRINCIPALI A TAGLIO E TORSIONE											
VERIFICHE A TAGLIO		PARZIALI (daN/cm2)			TOTALI ALLO SLU STR (daN/cm2)			VERIFICHE A TORSIONE		PARZIALI (daN/cm2)	TOTALI (daN/cm2)
		Anima sup	Anima max	Anima inf	Anima sup	Anima max	Anima inf			Anima	Anima
Peso proprio acciaio		9	14	12	12	19	17			0,00	0,00
Peso proprio soletta		46	69	62	75	113	101			0,00	0,00
Permanenti		31	42	27	122	175	142			0,00	0,00
Effetti primari del ritiro		0	0	0	122	175	142			0,00	0,00
Effetti secondari del ritiro		0	0	0	122	175	142			0,00	0,00
Accidentali mezzi + folla		302	375	235	530	681	458			0,00	0,00
Vento		11	14	9	540	694	466			0,00	0,00
Deformazioni termiche		0	0	0	540	694	466			0,00	0,00
Cedimenti		0	0	0	540	694	466			0,00	0,00
VERIFICHE A TAGLIO E TORSIONE		PARZIALI (daN/cm2)			TOTALI ALLO SLU STR (daN/cm2)						
		Anima sup	Anima max	Anima inf	Anima sup	Anima max	Anima inf				
Peso proprio acciaio		9	14	12	12	19	17				
Peso proprio soletta		46	69	62	75	113	101				
Permanenti		31	42	27	122	175	142				
Effetti primari del ritiro		0	0	0	122	175	142				
Effetti secondari del ritiro		0	0	0	122	175	142				
Accidentali mezzi + folla		302	375	235	530	681	458				
Vento		11	14	9	540	694	466				
Deformazioni termiche		0	0	0	540	694	466				
Cedimenti		0	0	0	540	694	466				
								τ _{media}	Rapp τ		
								566,6	0,38		
VERIFICHE TRAVI PRINCIPALI TENSIONI IDEALI											
		TOTALI (daN/cm2)									
		Anima sup	Anima inf								
Peso proprio acciaio		219	132								
Peso proprio soletta		1.262	758								
Permanenti		1.333	1.101								
Effetti primari del ritiro		1.799	1.161								
Effetti secondari del ritiro		1.799	1.161								
Accidentali mezzi + folla		2.029	3.442								
Vento		2.037	3.475								
Deformazioni termiche		2.140	3.487								
Cedimenti		2.140	3.487								
										Rapp σ sup	Rapp σ inf
										0,68	1,14
VERIFICA A RESPIRO D'ANIMA											
Tipologia di ponte		STRADALE									
Verifica del web breathing		VERIFICA DA CONDURRE					b/t ≤ 30 + 4,0 L ≤ 300 for road bridges				
							b/t ≤ 55 + 3,3 L ≤ 250 for railway bridges				

VERIFICHE DEL RESPIRO D'ANIMA IN COMBINAZIONE FREQUENTE - EN 1994-2											Foglio 6 di 12	
VERIFICHE TRAVI PRINCIPALI A PRESSOFLESSIONE												
	PARZIALI (daN/cm2)					TOTALI ALLO SLU STR - Az.base Accidentali mezzi + folla- (daN/cm2)						
(positive le compressioni)	sup. sol.	sup. fe.	anima sup.	anima inf.	inf. fe.	sup. sol.	sup. fe.	anima sup.	anima inf.	inf. fe.		
Peso proprio acciaio	0	167	162	-95	-104	0	167	162	-95	-104		
Peso proprio soletta	0	792	768	-452	-492	0	959	930	-547	-595		
Permanenti	7	46	40	-224	-232	7	1.005	971	-770	-828		
Effetti primari del ritiro	-5	400	391	-51	-65	2	1.405	1.362	-821	-893		
Effetti secondari del ritiro	0	0	0	0	0	2	1.405	1.362	-821	-893		
Accidentali mezzi + folla	80	50	17	-1.641	-1.695	63	1.442	1.375	-2.052	-2.164		
Vento	2	1	0	-34	-35	63	1.442	1.375	-2.052	-2.164		
Deformazioni termiche primarie +DT	0	-164	-160	17	23	62	1.344	1.279	-2.041	-2.151		
Deformazioni termiche secondarie +DT	0	0	0	0	0	62	1.344	1.279	-2.041	-2.151		
Deformazioni termiche primarie -DT	0	164	160	-17	-23	63	1.541	1.471	-2.062	-2.178		
Deformazioni termiche secondarie -DT	0	0	0	0	0	63	1.541	1.471	-2.062	-2.178		
Cedimenti	0	0	0	0	0	63	1.541	1.471	-2.062	-2.178		
VERIFICHE TRAVI PRINCIPALI A TAGLIO E TORSIONE												
VERIFICHE A TAGLIO	PARZIALI (daN/cm2)			TOTALI ALLO SLU STR (daN/cm2)			VERIFICHE A TORSIONE			PARZIALI (daN/cm2)	TOTALI (daN/cm2)	
	Anima sup	Anima max	Anima inf	Anima sup	Anima max	Anima inf			Anima	Anima		
Peso proprio acciaio	9	13	12	9	13	12			0,00	0,00		
Peso proprio soletta	46	63	62	55	75	74			0,00	0,00		
Permanenti	31	38	27	87	113	102			0,00	0,00		
Effetti primari del ritiro	0	0	0	87	113	102			0,00	0,00		
Effetti secondari del ritiro	0	0	0	87	113	102			0,00	0,00		
Accidentali mezzi + folla	302	338	235	314	366	278			0,00	0,00		
Vento	11	13	9	314	366	278			0,00	0,00		
Deformazioni termiche	0	0	0	314	366	278			0,00	0,00		
Cedimenti	0	0	0	314	366	278			0,00	0,00		
VERIFICHE A TAGLIO E TORSIONE	PARZIALI (daN/cm2)			TOTALI ALLO SLU STR (daN/cm2)								
	Anima sup	Anima max	Anima inf	Anima sup	Anima max	Anima inf						
Peso proprio acciaio	9	13	12	9	13	12						
Peso proprio soletta	46	63	62	55	75	74						
Permanenti	31	38	27	87	113	102						
Effetti primari del ritiro	0	0	0	87	113	102						
Effetti secondari del ritiro	0	0	0	87	113	102						
Accidentali mezzi + folla	302	338	235	314	366	278						
Vento	11	13	9	314	366	278						
Deformazioni termiche	0	0	0	314	366	278						
Cedimenti	0	0	0	314	366	278						
							Tmedia					
							318,98					
VERIFICA DEL WEB BREATHING												
$\sqrt{\left(\frac{\sigma_{x,Ed,ser}}{k_{\sigma} \sigma_E}\right)^2 + \left(\frac{1,1 \tau_{x,Ed,ser}}{k_{\tau} \sigma_E}\right)^2} \leq 1,1$												
Numero di irrigidimenti longitudinali	1	[-]										
Rapporto d'allungamento $\alpha = a/hw$	0,938	[-]										
Tensione critica euleriana intera anima	σ_E	29,69	[MPa]									
Tensione critica euleriana pannello sup.	σ_E	23,99	[MPa]									
Tensione critica euleriana pannello inf.	σ_E	2.345,68	[MPa]									
dist. dal lembo inferiore del punto di $\sigma = 0$	x	46,69	[cm]									
controllo posizionamento irrigidimento	non presente											
Tensione SLU nel pannello ad altezza hw1	σ_{sl1}	-2.459	[MPa]									
				Altezza totale pannello d'anima				hw [cm] =	80,0			
				Spessore anima				sw [mm] =	10			
				Lunghezza pannello compreso tra 2 irrigiditori trasversali				a [mm] =	750			
				Coeff. di instabilità a taglio intera anima				k τ	10,08	[-]		
				Coeff. di instabilità a taglio pannello SUP.				k τ	25,67	[-]		
				Coeff. di instabilità a taglio pannello INF.				k τ	-75,38	[-]		
				Intera anima				-	VERIFICA NON NECESSARIA			
				Pannello sup.				0,315	VERIFICA SODDISFATTA			
				Pannello inf.				0,004	VERIFICA SODDISFATTA			
									Rapp η			
									0,29			

VERIFICHE PARTICOLARI								Foglio 7 di 12
VERIFICA SALDATURE	ANIMA SUP.		ANIMA INF.		RADDOPPIO SUP.		RADDOPPIO INF.	
	PARZIALI (daN/cm2)	TOTALI (daN/cm2)	PARZIALI (daN/cm2)	TOTALI (daN/cm2)	PARZIALI (daN/cm2)	TOTALI (daN/cm2)	PARZIALI (daN/cm2)	TOTALI (daN/cm2)
Peso proprio acciaio	5	7	7	10	0	0	0	0
Peso proprio soletta	27	44	37	59	0	0	0	0
Permanenti	19	72	16	83	0	0	0	0
Effetti primari del ritiro	0	72	0	83	0	0	0	0
Effetti secondari del ritiro	0	72	0	83	0	0	0	0
Accidentali mezzi + folla	178	312	138	270	0	0	0	0
Vento	7	318	5	275	0	0	0	0
Deformazioni termiche	0	318	0	275	0	0	0	0
Cedimenti	0	318	0	275	0	0	0	0

VERIFICHE DI INSTABILITA' DELL'ANIMA				Foglio 8 di 12
Caratteristiche geometriche del pannello		OBLIQUITA'	0	
	Descrizione	Valore	u.d.m.	
a	distanza tra irrigidimenti verticali	750	mm	
h	altezza totale del pannello	800	mm	
hw	altezza totale dell'anima	760	mm	
tw	spessore dell'anima	10	mm	
NB: h corrisponde all'altezza totale della trave, mentre hw è h - spessori ali e raddoppi				
Anima provvista di nervature trasversali e longitudinali				
Irrigidimenti:	acciaio S 328,2	fyk(Mpa)= 328,2	fyd (Mpa)= 328,20	
Pannelli:	acciaio S 328,2	fyk(Mpa)= 328,2	fyd (Mpa)= 328,20	
γm				
1				
Deve essere verificata la limitazione: (punto 1.2-10030)				
hw/tw = 76,00		<= 400	OK	
Verifiche di stabilità				
Sollecitazioni agli SLU nella sezione				
	Descrizione	Valore	u.d.m.	
σ ₁	tensione normale al lembo 1	-192,48	N/mm ²	
σ ₂	tensione normale al lembo 2	339,23	N/mm ²	
τ	tensione tangenziale media	56,66	N/mm ²	
Verifica nervature longitudinali (punti 7.2.6-10011, 3.1.2-10030, 3.2.3-10030)				
	b (mm)	h (mm)	A (mm ²)	γ (mm)
anima	0	0	0	0
ala	0	0	0	0
Sezione simmetrica				
Pareti sottili con bordo irrigidito		b/t <= 12		
b = 0		t = 0	b2 = 0	
b1=30xt1= 300		t1 = 10		
b/t = 0,00		<= 12,00	OK	
Deve essere verificata la disuguaglianza: I >= 0,15 mL γL hw tw³				
	Descrizione	Valore	u.d.m.	
mL	1,00 <= 0,015 (hw/tw-70) <= 2,00	1,00		
n	n° irrigidimenti longitudinali	0		
AL	area effettiva irrigidimento long.	0	mm ²	
α	rapporto tra i lati del pannello	0,987		
ψ	coefficiente di variazione lineare di σ	-1,762		
δ	AL/(hw tw)	0,000		
η1	h1/hw	-		
η2	h2/hw	FALSO		
Valori tabulari (prospetti 3.1 e 3.2 10030)				
γ(L,τ)	0,00	γ(L,σ)	0,00	
I _L = - - - VERIFICA NON NECESSARIA				
Verifica nervature trasversali (punto 3.1.3-10030)				
Sezione simmetrica				
	b (mm)	h (mm)	A (mm ²)	γ (mm)
anima	6	100	600	50
ala	0	0	0	100
Pareti sottili con bordo irrigidito		b/t <= 12		
b = 100		t = 6	b2 = 0	
b1=30xt1= 300		t1 = 10		
Deve essere verificata la disuguaglianza: I >= 0,15 γτ hw tw³				
Valori tabulari (prospetti 3.1 e 3.2 10030)				
K	1,00	γτ	60,00	
I _L = 2.000.000 > 6.840.000 VERIFICA NON SODDISFATTA				

NB: h corrisponde all'altezza totale della trave, mentre hw è h - spessori ali e raddoppi

NB: si assume b1 30 volte lo spessore dell'anima della trave; inoltre b2 assunto pari alla (b-h) dell'ala dell'irrigidimento

0,987

	α	τ	σ
α inf	0,7	0	0
α sup	1	0	0
Valore interpolato		0,00	0,00

NB: inserire "sezione simmetrica" (irrigidimenti a I) o "sezione asimmetrica" (irrigidimenti a L)

0,987

	α	T
α inf	0,7	60
α sup	1	60
Valore interpolato		60,00

Stabilità dell'anima (punto 7.6-10011)

Foglio
9 di 12

Dimensioni pannello (mm)
Tensioni ai bordi (N/mm²)

h=	800	hw=	760
σ_1 =	-192,5	σ_2 =	339,23
τ =	56,7	y_n (mm)=	275,1

Deve essere verificata la disuguaglianza: $\sigma_{cr,red}/\alpha_{id} \geq \beta \cdot v$

Pannello	1	2	3	4	5
i	800	0			
tl	0	-			
h	800	-			
a	750	-			
tw	10	-			
α	0,94	-			
σ_1	-192,5	-			
σ_2	367,2	-			
σ_1^*	192,5	-			
σ_2^*	-367,2	-			
τ	56,7	-			
ψ	-1,91	-			
α_{id}	216,06	-			
$\sigma_{cr,0}$	29,09	-			
$k\sigma$	-	-			
$k\sigma$	-	-			
$k\sigma$	23,900	-			
$k\tau$	10,076	-			
σ_{cr}	-	-			
σ_{cr}	-	-			
σ_{cr}	695,34	-			
τ_{cr}	293,14	-			
$\sigma_{cr,id}$	658,78	-			
$0,8 \cdot f_d$	262,56	-			
$\sigma_{cr,red}$	319,94	-			
$\sigma_{cr,red}/\alpha_{id}$	1,48	-			
β	0,80	-			
v	1,00	1,00			
$\beta \cdot v$	0,80	-			
	OK	OK			

interasse verticale tra i due irrigidimenti del pannello; da inserire per ogni pannello (n° irrig. + 1)

Caso I
Caso II
Caso III
Caso IV
il caso IV è sempre presente: dipende dal taglio
per la σ_{cr} compaiono solo i casi corrispondenti da $k\sigma$

inserire manualmente il valore

Verifiche agli SLU

Verifica dell'anima (punto 3.2.1-10030)

Sollecitazioni esterne (kN e m):	Vsd=	490	Msd=	4.207
Momento resistente delle sole piattabande:	M _{rd} =	2.836	kNm	
Momento resistente della sezione lorda:	M' _{rd} =	3.540	kNm	
Spessore equivalente anima:	t _{we2} =	10,00	mm	

NB: valori agli SLU

Taglio resistente di calcolo:		Vrd = Vcr+Vt			
τ* = τcr,min	293,14	bs	300	bi	400
σtd	-178,93	ts	15	ti	25
θ	0,792	Nfd	3.636.227		
Φ	0,528	Mfs	28.034.003	Mfi	4.666.784
		ds	0.00	di	0.00

NB: bs e ts ala compressa; bi e ti ala tesa

V_{cr} = h_w t_{we2} τ^* = 2.227.871 N
V_t = 0 N
V_{Rd} = 2.227.871 N
Verifica = #NUM! N >= 490.010

#NUM!

Verifica delle nervature trasversali (punto 3.2.2-10030)

Larghezza collaborante anima = b _e + t _w	10 mm
Lunghezza libera inflessione = 0,7 * h _w	532 mm
Sforzo normale = N _{ird} = V _{rd} - 0,8 * V _{cr}	445.574 N
Area = A	700 mm ²
Distanza baricentro asse anima =	47,14 mm
Inerzia = J	760.119 mm ⁴
Raggio giratorio d'inerzia = i	32,95 mm
Snellezza = λ	16,14
Sforzo critico euleriano = σ_{cr}	7.952 N/mm ²
Forza critica euleriana = N _{crE}	5.566.438 N
Carico resistente a instabilità = N _{Rd}	229.740 N

N_{Rd} = 229.740 >= N_{ird} = 445.574

VERIFICA NON SODDISFATTA

VERIFICHE di stabilità dei pannelli soggetti a taglio (EN 1993-1-5: cap. 5)

 Foglio
10 di 12

Caratteristiche geometriche del pannello d'anima:

Altezza pannello h	800	[mm]
Spessore pannello t	10	[mm]
Rapporto altezza spessore hw/t	80,00	[-]

Tensione di snervamento anima fyw	328	[MPa]
Coefficiente η	1,20	[-]
Coefficiente ε	0,85	[-]
Pannello irrigidito (S/N)	N	

 Minimo coefficiente di instabilità per taglio del pannello k_T 10,08 [-]

Necessaria verifica instabilità per taglio poiché:

 $hw/t = 80,00 > 72/\eta \cdot \varepsilon = 50,771$

a = lunghezza del pannello compreso tra due irrigiditori trasversali rigidi consecutivi
(in assenza di irrigidimenti la lunghezza del pannello si considera coincidente con quella della trave)

a 750 [mm]

Numero di irrigidimenti longitudinali	0	[-]
Rapporto d'allungamento $\alpha = a/hw$	0,938	[-]

Caratteristiche geometriche singolo irrigidimento longitudinale

Altezza hsl	0	[mm]	Larghezza bsl	200	[mm]
Spessore tsl	20	[mm]	Irrigidimento a I/L o altro (I/L/A)	I	
$15 \varepsilon t$	126,928	[mm]			

Momento di inerzia del singolo irrigiditore longitudinale rispetto all'asse baricentrico parallelo al piano dell'anima, considerando una larghezza collaborante di anima pari a $15 \varepsilon t$ da ciascun lato dell'irrigiditore:

 Isl,singolo 0 [mm⁴]

Somma dei momenti di inerzia:

 Isl 0 [mm⁴]

Coefficiente per l'instabilità a taglio	k_T	10,076	[-]
Tensione critica euleriana	σ_E	29,688	[MPa]
Tensione tangenziale critica	τ_{cr}	299,123	[MPa]
Snellezza intero pannello	λ_w	0,796	[-]

Calcolo della snellezza $\lambda_{w,1}$ del sottopannello più critico (in assenza di irrigidimenti longitudinali coincide con la snellezza del pannello intero).

Altezza sottopannello hw,1	800	[mm]	α_1	0,938	[-]
Minimo coefficiente di instabilità per taglio del sottopannello	$k_{T,1}$	10,076	[-]		
Snellezza del sottopannello	$\lambda_{w,1}$	0,796	[-]		

Snellezza di calcolo	λ_w	0,796	[-]
Montanti d'appoggio rigidi/altri casi (R/A)	A		
Coefficiente χ_w (Tabella C4.2.VII)	1,043	[-]	
γ_{M1}	1,10	[-]	
Contributo resistente dell'anima Vbw,Rd UNI EN 1993-1-5 paragrafo 5.3	1436,798	[kN]	

Trascurare il contributo delle piattabande? (Teoria delle bande diagonali) (S/N)

Contributo resistente delle piattabande secondo UNI EN 1993-1-5 paragrafo 5.4:
Vbf,Rd 0,000 [kN]

N

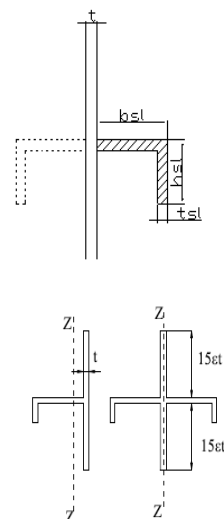


Figura C4.2.12 – Irrigidimenti longitudinali dei pannelli d'anima

CARATTERISTICHE TRAVE E SOLLECITAZIONI

Spessore piattabanda sup	ifs	15	[mm]
Larghezza piattabanda sup	bfs	300	[mm]
Spessore piattabanda inf	ifi	25	[mm]
Larghezza piattabanda inf	bfi	400	[mm]
Area piattabanda sup	Afs	4.500	[mm ²]
Area piattabanda inf	Afi	10.000	[mm ²]

Spessore della piattabanda di minima resistenza assiale tf

Larghezza piattabanda assunta nel calcolo bf

Tensione di snervamento piattabande fyf

γ_{M1}

Distanza tra le cerniere plastiche c

Distanza tra i baricentri delle piattabande hf

Momento resistente caratteristico delle sole piattabande M_{fk}

γ_{M0}

Momento resistente di progetto delle sole piattabande M_{f,Rd}

Momento resistente di progetto ridotto in presenza di sforzo assiale M_{f,red}

15	[mm]
300	[mm]
328	[MPa]
1,10	[-]
200,16	[mm]
820	[mm]
1.211	[kNm]
1,05	[-]
1.153	[kNm]

257 [kNm]

Azioni sollecitanti allo stato limite ultimo nella sezione di verifica:

Taglio sollecitante V _{Ed,SLU}	490	[kN]
Azione assiale sollecitante N _{Ed,SLU}	3.521	[kN]
Momento flettente sollecitante M _{Ed,SLU}	4.207	[kNm]

Controllo dell'azione flettente

M_{Ed}/M_{f,red} = 16,35 [-]

Le piattabande sono completamente impegnate dal momento flettente: V_bf_{Rd} = 0.

Resistenza a stabilità per taglio:

V_{b,Rd} = V_{bw,Rd} + V_{bf,Rd} 1.437 [kN]

Coefficiente di utilizzo per instabilità a taglio: $\eta_3 = V_{Ed}/V_{b,Rd} = 0,34$ [-] **VERIFICA SODDISFATTA**

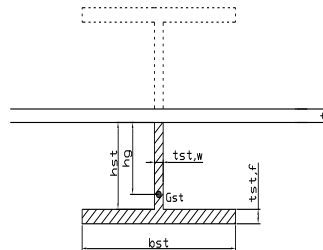
Verifica dei requisiti di rigidità degli irrigiditori trasversali (EN 1993-1-5: 9.3.3)

CARATTERISTICHE GEOMETRICHE DELL'IRRIGIDITORE

Spessore anima t _{st,w}	6	[mm]
Altezza anima h _{st}	100	[mm]
Spessore ala t _{st,f}	0	[mm]
Larghezza ala b _{st}	0	[mm]
Irrigiditore su entrambi i lati (S/N)	N	

Area effettiva irrigiditore	600	[mm ²]
Momento d'inerzia effettivo I _{st}	500.000	[mm ⁴]
$\alpha = a/h_w$	0,94	< $\sqrt{2}$

Momento d'inerzia limite I_{limite} = 1.365.333 [mm⁴]



L'irrigiditore non è rigido (EN 1993-1-5: 9.3.3)

Verifica dei requisiti minimi degli irrigiditori trasversali (EN 1993-1-5: 9.2.1(5))

Pannelli irrigiditi soggetti a sola azione di compressione N_{Ed} (assenza di azione assiale nell'irrigiditore trasversale)

As (Area effettiva irr. + 2·15et ² + t _{st,w} ·t)	3.199	[mm ²]
Distanza tra baricentro e asse anima e	10	[mm]
I _s (inerzia di As rispetto al baricentro)	1.996.188	[mm ⁴]
Lunghezza del pannello precedente a ₁	750	[mm]
Lunghezza del pannello seguente a ₂	750	[mm]
Luce dell'irrigiditore trasversale b	800	[mm]
Difetto di rettilineità w ₀	2,50	[mm]
Tensione di snervamento fyk	328	[MPa]
γ_{M1}	1,10	[-]
σ critica per instabilità di colonna $\sigma_{cr,c}$	33,74	[MPa]
σ critica per instabilità di piastra $\sigma_{cr,p}$	1.354,71	[MPa]
Rapporto $\sigma_{cr,c} / \sigma_{cr,p}$	0,50	[-]
Ac,eff	2.752	[mm ²]

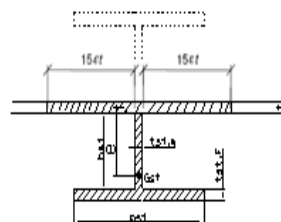
σ_{max} 192,48 [MPa]

N_{Ed} 264,82 [kN]

$$\sigma_m = \frac{\sigma_{cr,c}}{\sigma_{cr,p}} \frac{N_{Ed}}{b} \left(\frac{1}{a_1} + \frac{1}{a_2} \right) = 0,44 \text{ [MPa]}$$

e_{max} 94,68 [-]

$$u = \frac{\pi^2 E e_{max}}{f_y 300 b} \geq 1,0 = 2,74 \text{ [-]}$$



valore compreso tra 0.50 e 1.00;
area efficace della parte compressa del pannello d'anima nervato o no;
massima tensione di compressione nel pannello d'anima nervato o no;
massima forza di compressione nei pannelli adiacenti all'irrigiditore trasversale;

massima distanza tra i lembi dell'irrigiditore ed il suo baricentro;

$$I_{st} = \frac{\sigma_m}{E} \left(\frac{b}{\pi} \right)^4 \left(1 + w_0 \frac{300}{b} u \right) = 31.543 \text{ [mm}^4\text{]}$$

I_s = 1.996.188 [mm⁴] ≥ I_{st} = 31.543 [mm⁴] **VERIFICA SODDISFATTA**

Verifica dei requisiti minimi degli irrigiditori trasversali (EN 1993-1-5: 9.2.1(6))

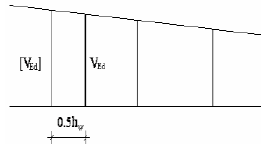
Foglio
12 di 12

Pannelli irrigiditi soggetti a sola azione di compressione N_{Ed} e azione assiale $N_{st,Ed}$ nell'irrigiditore trasversale

Gli irrigiditori trasversali rigidi devono essere verificati per una forza assiale $N_{st,ten}$ da EN 1993-1-5: Eq. 9.48.

Taglio di calcolo a distanza $0,5 h_w$ dal pannello soggetto alla massima azione tagliante:

V_{Ed} [kN]



Forza assiale nell'irrigiditore trasversale dovuto al campo tensionale diagonale nel pannello per effetto del taglio:

$$N_{st,ten} = V_{Ed} - \frac{1}{\lambda_w^2} \cdot t \cdot h_w \frac{f_{yw}}{\sqrt{3}} \quad 0 \quad [\text{kN}] \quad \text{se tale azione è risulta di segno negativo si assume uguale a zero.}$$

Se l'irrigiditore trasversale è soggetto ad azione assiale questa deve essere incrementata secondo quanto indicato in EN 1993-1-5: 9.2.1(6).

$$\Delta N_{st} = \sigma_m b^2 / \pi^2 = 28,62 \quad [\text{kN}]$$

$$\Sigma N_{st,Ed} = N_{st,Ed} + \Delta N_{st,Ed} \quad 28,62 \quad [\text{kN}]$$

As (Area effettiva irr. + $2 \cdot 15ct^2 + t_{st,w} t$)

3.199 [mm²]

Is (inerzia di As rispetto al baricentro)

1.996.188 [mm⁴]

e_{max}

95 [-]

massima distanza tra lembi e baricentro

lunghezza di inflessione $l_0 = h_w$

800 [mm]

Carico critico euleriano $N_{cr,st}$

6.465 [kN]

$$\zeta q_m = \frac{N_{st,Ed} e_0}{\Sigma N_{st,Ed} W_0} = 0,00 \quad [-]$$

I requisiti di rigidezza e resistenza sono soddisfatti se valgono le seguenti disuguaglianze:

$$w = W_0 \frac{1}{N_{cr,st} - 1} (1 + 1,25 q_m) \quad 0,00 \quad [\text{mm}] \quad < \quad b/300 = 2,67 \quad [\text{mm}] \quad -$$

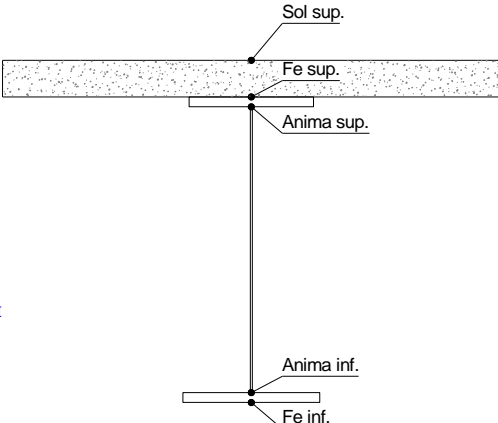
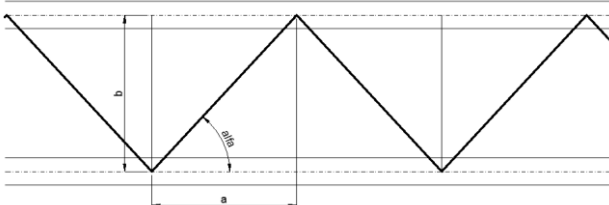
$$\sigma_{max} = \frac{N_{st,Ed}}{A_{st}} + \frac{\Sigma N_{st,Ed} e_{max} W_0}{I_{st}} \cdot \frac{1}{1 - \frac{\Sigma N_{st,Ed}}{N_{cr,st}}} (1 + 1,11 q_m) \quad 3,41 \quad [\text{MPa}] \leq 298,36 \quad [\text{MPa}] \quad - \quad \text{VERIFICA SODDISFATTA}$$

Verifica a stabilità per compressione degli irrigiditori trasversali (EN 1993-1-1: 6.3)

Tensione di snervamento f_{yk}	328	[MPa]
As (Area effettiva irr. + $2 \cdot 15ct^2 + t_{st,w} t$)	3.199	[mm ²]
Is (inerzia di As rispetto al baricentro)	1.996.188	[mm ⁴]
lunghezza di inflessione $l_0 = h_w$	800	[mm]
Carico critico euleriano $N_{cr,st}$	6.465	[kN]
Snellezza adimensionale λ	0,40	[-]
Coefficiente di imperfezione α	0,49	[-]
Coefficiente ϕ	0,63	
Coefficiente di riduzione χ	0,90	
Resistenza ad instabilità dell'irrigidimento	854,84	[kN]
Azione sollecitante $N_{st,ten}$	0,00	[kN]

Indice di resistenza **0,00** [-]

VERIFICA SODDISFATTA

DATI GEOMETRICI										Foglio 1 di 12		
TRAVE IN ACCIAIO	Altezza sezione metallica (cm)	80	Interasse travi metalliche sup. (cm)		300	CONCIO		C1				
	Interasse travi metalliche (cm)	300	Interasse travi metalliche inf. (cm)		300	FRAME						
	Larghezza ala superiore esterna (cm)	30				JOINT						
	Spessore ala superiore esterna (cm)	1,5	Interasse irrigidimenti verticali (cm)		75							
	Larghezza raddoppio superiore (cm)	0	Luce campata di riferimento (m)		15,35	num. Travi		2				
	Spessore Raddoppio ala superiore (cm)	0,0										
	Spessore anima (cm)	1,0	Acciaio tipo		S	328,2	tipologia	VIA SUPERIORE				
	Larghezza raddoppio inferiore (cm)	0										
	Spessore Raddoppio ala inferiore (cm)	0,0										
	Larghezza ala inferiore esterna (cm)	40										
	Spessore ala inferiore esterna (cm)	3,0										
Modulo elasticità acciaio (daN/cm2)	2.100.000											
CONTROVENTI SUPERIORI	Passo controventi superiori a (cm)	300,0	SI 2L 90x8									
	Area controventi superiori (cm2)	27,80										
	Posizione baric. controvent.sup. rispetto estradosso trave (cm)	30,0										
	Distanza punto schema bar. bulloni (cm)	30,0										
	Numero controventi	2										
CONTROVENTI INFERIORI	Angolo α travi princ. e controventi	45	NO ASSENTI									
	Spessore equivalente t* (cm)	0,17										
	Passo controventi inferiori a (cm)	300,0										
	Area controventi inferiori (cm2)	0,00										
	Posizione baric. controvent.inf. rispetto all'intradosso trave (cm)	30,0										
SOLETTA	Distanza punto schema bar. bulloni (cm)	30,0										
	Numero controventi	2										
	Angolo α travi princ. e controventi	45										
	Spessore equivalente t* (cm)	0,00										
	Classe di resistenza Rck (kg/cm2)	450	diametro ferri superiori soletta(cm)	1,4	passo (cm)	20,0						
	Spessore totale soletta (cm)	20,0	n° ferri superiori	15,00	copriferro (cm)	4,0						
COEFF.	Spessore da togliere per predalle (cm)	0,0	Area ferri superiori soletta (cmq)	23,09								
	Spessore sol. Collaborante (cm)	20,0	diametro ferri inferiori soletta(cm)	1,4	passo (cm)	20,0						
	Larghezza sol. collaborante (cm)	300,0	n° ferri inferiori	15,00	copriferro (cm)	3,0						
	Larghezza soletta x ritiro (cm)	300,0	Area ferri inferiori soletta (cmq)	23,09								
	Coeff. omogeneizz. per perm.	16,01										
	Coeff. omogeneizz. per acc.	6,06										
TEMP	Coeff. omogeneizz. per ritiro	14,22										
	Coeff. omogeneizz. per cedimenti	19,63										
	Coeff. di contrazione per ritiro ϵ_r	2,786E-04										
	Riduzione per non contemporaneità	0										
	Variazione termica differenziale (°C)	10										
	PIOLI	Resistenza piolo (daN) a SLE	6.569									
Coefficiente di sicurezza connessioni γ_v		1,25										
Diametro pioli (mm)		22										
Numero pioli in linea n°		3										
passo pioli (cm)		20										
SALDATURE	Altezza gola anima sup. (mm)	8	Larghezza gola anima sup. (mm)	12			FASI		Fase 2a	Permanenti		
	Altezza gola anima inf. (mm)	8	Larghezza gola anima inf. (mm)	12					Fase 3	Accidentali		
	Altezza gola raddoppio sup. (mm)	0	Larghezza gola raddoppio sup.(mm)	0					Fase 2b	Ritiro		
	Altezza gola raddoppio inf. (mm)	0	Larghezza gola raddoppio inf. (mm)	0					Fase 2c	Cedimenti		

CARATTERISTICHE GEOMETRICHE											
		A (cm²)	y _i (cm)	J (cm⁴)	J _{tot} (cm⁴)	W _{sol} (cm³)	W _{ste} (cm³)	W _{fte} (cm³)	W _{animsup} (cm³)	W _{animainf} (cm³)	
Sezione metallica		241	28,4	250.668	419	0	4.855	8.836	5.000	9.881	
Sezione metallica + soletta collab. Fase 2a		16,01	67,9	845.520	419	421.779	69.910	12.451	79.808	13.027	
Sezione metallica + soletta collab. Fase 3		6,06	78,6	1.026.565	419	290.074	709.826	13.068	-19.087.956	13.587	
Sezione metallica + soletta collab. Fase 2b		14,22	709	869.267	419	403.643	81.825	12.530	95.277	13.096	
Sezione metallica + soletta collab. Fase 2c		19,63	592	804.351	419	455.390	54.821	12.313	61.064	12.905	

AZIONI TRAVI PRINCIPALI										Foglio 2 di 12	
AZIONI SOLLECITANTI (M max)											
	1°Nodo			2°Nodo		valori x10 ⁴	AZIONI SOLLECITANTI (Mt max)				
	M (Nm)	N (N)	T (N)	Mt (Nm)	Mt (Nm)		Mt (Nm)	Mt (Nm)	valori x10 ⁴		
Peso proprio acciaio	10	0	0	0	0		0	0			
Peso proprio soletta	45	0	0	0	0		0	0			
Permanenti	30	0	0	0	0		0	0			
Effetti primari del ritiro	51	247	0	0	0		0	0			
Effetti secondari del ritiro	0	0	0	0	0		0	0			
Accidentali mezzi + folla	227	0	22	0	0		0	0			
Vento	5	0	0	0	0		0	0			
Deformazioni termiche primarie	24	208	0	0	0		0	0			
Deformazioni termiche secondarie	0	0	0	0	0		0	0			
Cedimenti	0	0	0	0	0		0	0			
VERIFICHE DELLE TRAVI PRINCIPALI AGLI STATI LIMITE ULTIMI N.T.C.2018											
VERIFICHE TRAVI PRINCIPALI A PRESSOFLESSIONE											
(positive le compressioni)	PARZIALI (daN/cm2)					TOTALI ALLO SLU STR - Az.base Accidentali mezzi + folla- (daN/cm2)					
	sup. sol.	sup. fe.	anima sup.	anima inf.	inf. fe.	sup. sol.	sup. fe.	anima sup.	anima inf.	inf. fe.	
VERIFICHE DELLE TRAVI PRINCIPALI AGLI STATI LIMITE ULTIMI N.T.C.2018	0	206	200	-101	-113	0	278	270	-137	-153	
Peso proprio soletta	0	927	900	-455	-509	0	1.529	1.485	-751	-840	
Permanenti	7	43	38	-230	-241	11	1.594	1.541	-1.097	-1.202	
Effetti primari del ritiro	-4	411	402	-40	-58	6	2.086	2.023	-1.145	-1.271	
Effetti secondari del ritiro	0	0	0	0	0	6	2.086	2.023	-1.145	-1.271	
Accidentali mezzi + folla	78	32	-1	-1.671	-1.737	111	2.129	2.022	-3.401	-3.616	
Vento	2	1	0	-37	-38	113	2.130	2.022	-3.434	-3.651	
Deformazioni termiche primarie +ΔT	0	-166	-163	12	19	113	2.010	1.905	-3.425	-3.637	
Deformazioni termiche secondarie +ΔT	0	0	0	0	0	113	2.010	1.905	-3.425	-3.637	
Deformazioni termiche primarie -ΔT	0	166	163	-12	-19	113	2.250	2.139	-3.443	-3.665	
Deformazioni termiche secondarie -ΔT	0	0	0	0	0	113	2.250	2.139	-3.443	-3.665	
Cedimenti	0	0	0	0	0	113	2.250	2.139	-3.443	-3.665	
									Rapp σ sup	Rapp σ inf	
									0,72	1,17	
VERIFICHE TRAVI PRINCIPALI A TAGLIO E TORSIONE											
VERIFICHE A TAGLIO	PARZIALI (daN/cm2)			TOTALI ALLO SLU STR (daN/cm2)			VERIFICHE A TORSIONE	PARZIALI (daN/cm2)	TOTALI (daN/cm2)		
	Anima sup	Anima max	Anima inf	Anima sup	Anima max	Anima inf		Anima	Anima		
Peso proprio acciaio	0	0	0	0	0	0		0,00	0,00		
Peso proprio soletta	0	0	0	0	0	0		0,00	0,00		
Permanenti	0	0	0	0	0	0		0,00	0,00		
Effetti primari del ritiro	0	0	0	0	0	0		0,00	0,00		
Effetti secondari del ritiro	0	0	0	0	0	0		0,00	0,00		
Accidentali mezzi + folla	244	306	198	329	413	268		0,00	0,00		
Vento	0	0	0	329	413	268		0,00	0,00		
Deformazioni termiche	0	0	0	329	413	268		0,00	0,00		
Cedimenti	0	0	0	329	413	268		0,00	0,00		
VERIFICHE A TAGLIO E TORSIONE	PARZIALI (daN/cm2)			TOTALI ALLO SLU STR (daN/cm2)							
	Anima sup	Anima max	Anima inf	Anima sup	Anima max	Anima inf					
Peso proprio acciaio	0	0	0	0	0	0					
Peso proprio soletta	0	0	0	0	0	0					
Permanenti	0	0	0	0	0	0					
Effetti primari del ritiro	0	0	0	0	0	0					
Effetti secondari del ritiro	0	0	0	0	0	0					
Accidentali mezzi + folla	244	306	198	329	413	268					
Vento	0	0	0	329	413	268					
Deformazioni termiche	0	0	0	329	413	268					
Cedimenti	0	0	0	329	413	268					
							τ _{media}	Rapp τ			
							336,3	0,23			
VERIFICHE TRAVI PRINCIPALI TENSIONI IDEALI											
	TOTALI (daN/cm2)										
	Anima sup	Anima inf									
Peso proprio acciaio	270	137									
Peso proprio soletta	1.485	751									
Permanenti	1.541	1.097									
Effetti primari del ritiro	2.023	1.145									
Effetti secondari del ritiro	2.023	1.145									
Accidentali mezzi + folla	2.100	3.432									
Vento	2.100	3.465									
Deformazioni termiche	2.213	3.474									
Cedimenti	2.213	3.474									
Le verifiche sono condotte negli attacchi piattabande - anima											
VERIFICHE ARMATURE SOLETTA											
	PARZIALI (daN/cm2)	PARZIALI arm sup	TOTALI arm sup								
Peso proprio acciaio	0	0	0								
Peso proprio soletta	0	0	0								
Permanenti	100	150	150								
Effetti primari del ritiro	504	755	755								
Effetti secondari del ritiro	0	755	755								
Accidentali mezzi + folla	386	1.275	1.275								
Vento	8	1.283	1.283								
Deformazioni termiche	203	1.429	1.429								
Cedimenti	0	1.429	1.429								

VERIFICA DELLA SEZIONE IN CLASSE 4					Foglio 4 di 12					
COEFFICIENTI DA NORMATIVA										
γ_{M0}	coefficiente di resistenza	1,05				Sono presenti irrigidimenti longitudinali ? (S/N) <div style="text-align: right; color: blue;">N</div>				
γ_{M1}	coefficiente a instabilità	1,10								
η	coefficiente adimensionale	1,20								
Altezza netta dell'anima		$b' =$	755	mm						
TENSIONI AI BORDI										
σ_1	Tensione massima	217,4	N/mm ²	ITERATIVO: CAMBIA LA SEZIONE E DI CONSEGUENZA LE SIGMA AI BORDI (SI PARTE DALLE TENSIONI DELLA SEZ LORDA E POI SI INSERISCONO QUELLI DERIVANTI DA CALCOLO DELLA SEZ EFFICACE)						
σ_2	Tensione minima	-405,7	N/mm ²							
VALORI DA TAB C4.2.VIII e C4.2.IX CIRCOLARE n°617/C.S.LL.PP										
Rapporto tra le tensioni ai bordi		$\psi =$	-1,87							
Coefficiente per instabilità a compr.		$k_{\sigma} =$	49,12							
Snellezza relativa		$\lambda_p =$	0,45							
Coefficiente di riduzione		$\rho =$	1,00							
Larghezza efficace		$b_{eff} =$	263	mm						
Larghezza lato 1		$b_{e1} =$	105	mm						
Larghezza lato 2		$b_{e2} =$	158	mm						
Larghezza rimanente		$b_1 =$	492	mm						
Si utilizza acciaio da carpenteria di tipo		S 328								
Resistenza allo snervamento		$f_{yd} =$	312,6	N/mm ²						
Coefficiente		$\varepsilon =$	0,85							
CARATTERISTICHE GEOMETRICHE SEZIONE EFFICACE										
		A_{eff} (cm ²)	y_t (cm)	J_{eff} (cm ⁴)	J_{tor} (cm ⁴)	W_{sol} (cm ³)	W_{sfe} (cm ³)	W_{ffe} (cm ³)	$W_{animsup}$ (cm ³)	$W_{animainf}$ (cm ³)
Sezione metallica		241	28	250.668	419	0	4.855	8.836	5.000	9.881
Sezione metallica + soletta collab. Fase 2a		16,01	68	845.520	419	421.779	69.910	12.451	79.808	13.027
Sezione metallica + soletta collab. Fase 3		6,06	79	1.026.565	419	290.074	709.826	13.068	-19.087.956	13.587
Sezione metallica + soletta collab. Fase 2b		14,22	69	869.267	419	403.643	81.825	12.530	95.277	13.096
Sezione metallica + soletta collab. Fase 2c		19,63	65	804.351	419	455.390	54.821	12.313	61.064	12.905

AZIONI TRAVI PRINCIPALI										Foglio 5 di 12																																																																																																																																																																																
<div style="display: flex; justify-content: space-between;"> <div> AZIONI SOLLECITANTI (M max) <table border="1"> <thead> <tr> <th>valori x10⁴</th> <th>M+N*e_N (Nm)</th> <th>N (N)</th> <th>T (N)</th> <th>1°Nodo Mt (Nm)</th> <th>2°Nodo Mt (Nm)</th> <th>e_N (cm)</th> </tr> </thead> <tbody> <tr><td>Peso proprio acciaio</td><td>10</td><td>0</td><td>0</td><td>0</td><td>0</td><td>0,00</td></tr> <tr><td>Peso proprio soletta</td><td>45</td><td>0</td><td>0</td><td>0</td><td>0</td><td>0,00</td></tr> <tr><td>Permanenti</td><td>30</td><td>0</td><td>0</td><td>0</td><td>0</td><td>0,00</td></tr> <tr><td>Effetti primari del ritiro</td><td>51</td><td>247</td><td>0</td><td>0</td><td>0</td><td>0,00</td></tr> <tr><td>Effetti secondari del ritiro</td><td>0</td><td>0</td><td>0</td><td>0</td><td>0</td><td>0,00</td></tr> <tr><td>Accidentali mezzi + folla</td><td>227</td><td>0</td><td>22</td><td>0</td><td>0</td><td>0,00</td></tr> <tr><td>Vento</td><td>5</td><td>0</td><td>0</td><td>0</td><td>0</td><td>0,00</td></tr> <tr><td>Deformazioni termiche primarie</td><td>24</td><td>208</td><td>0</td><td>0</td><td>0</td><td>0,00</td></tr> <tr><td>Deformazioni termiche secondarie</td><td>0</td><td>0</td><td>0</td><td>0</td><td>0</td><td>0,00</td></tr> <tr><td>Cedimenti</td><td>0</td><td>0</td><td>0</td><td>0</td><td>0</td><td>0,00</td></tr> </tbody> </table> </div> <div> AZIONI SOLLECITANTI (Mt max) <table border="1"> <thead> <tr> <th>valori x10⁴</th> <th>Mt (Nm)</th> <th>Mt (Nm)</th> </tr> </thead> <tbody> <tr><td></td><td>0</td><td>0</td></tr> <tr><td></td><td>0</td><td>0</td></tr> <tr><td></td><td>0</td><td>0</td></tr> <tr><td></td><td>0</td><td>0</td></tr> <tr><td></td><td>0</td><td>0</td></tr> <tr><td></td><td>0</td><td>0</td></tr> <tr><td></td><td>0</td><td>0</td></tr> <tr><td></td><td>0</td><td>0</td></tr> <tr><td></td><td>0</td><td>0</td></tr> <tr><td></td><td>0</td><td>0</td></tr> </tbody> </table> </div> </div>												valori x10 ⁴	M+N*e _N (Nm)	N (N)	T (N)	1°Nodo Mt (Nm)	2°Nodo Mt (Nm)	e _N (cm)	Peso proprio acciaio	10	0	0	0	0	0,00	Peso proprio soletta	45	0	0	0	0	0,00	Permanenti	30	0	0	0	0	0,00	Effetti primari del ritiro	51	247	0	0	0	0,00	Effetti secondari del ritiro	0	0	0	0	0	0,00	Accidentali mezzi + folla	227	0	22	0	0	0,00	Vento	5	0	0	0	0	0,00	Deformazioni termiche primarie	24	208	0	0	0	0,00	Deformazioni termiche secondarie	0	0	0	0	0	0,00	Cedimenti	0	0	0	0	0	0,00	valori x10 ⁴	Mt (Nm)	Mt (Nm)		0	0		0	0		0	0		0	0		0	0		0	0		0	0		0	0		0	0		0	0																																																																	
valori x10 ⁴	M+N*e _N (Nm)	N (N)	T (N)	1°Nodo Mt (Nm)	2°Nodo Mt (Nm)	e _N (cm)																																																																																																																																																																																				
Peso proprio acciaio	10	0	0	0	0	0,00																																																																																																																																																																																				
Peso proprio soletta	45	0	0	0	0	0,00																																																																																																																																																																																				
Permanenti	30	0	0	0	0	0,00																																																																																																																																																																																				
Effetti primari del ritiro	51	247	0	0	0	0,00																																																																																																																																																																																				
Effetti secondari del ritiro	0	0	0	0	0	0,00																																																																																																																																																																																				
Accidentali mezzi + folla	227	0	22	0	0	0,00																																																																																																																																																																																				
Vento	5	0	0	0	0	0,00																																																																																																																																																																																				
Deformazioni termiche primarie	24	208	0	0	0	0,00																																																																																																																																																																																				
Deformazioni termiche secondarie	0	0	0	0	0	0,00																																																																																																																																																																																				
Cedimenti	0	0	0	0	0	0,00																																																																																																																																																																																				
valori x10 ⁴	Mt (Nm)	Mt (Nm)																																																																																																																																																																																								
	0	0																																																																																																																																																																																								
	0	0																																																																																																																																																																																								
	0	0																																																																																																																																																																																								
	0	0																																																																																																																																																																																								
	0	0																																																																																																																																																																																								
	0	0																																																																																																																																																																																								
	0	0																																																																																																																																																																																								
	0	0																																																																																																																																																																																								
	0	0																																																																																																																																																																																								
	0	0																																																																																																																																																																																								
VERIFICHE DELLE TRAVI PRINCIPALI AGLI STATI LIMITE ULTIMI N.T.C.2018																																																																																																																																																																																										
VERIFICHE TRAVI PRINCIPALI A PRESSOFLESSIONE <table border="1"> <thead> <tr> <th rowspan="2">(positive le compressioni)</th> <th colspan="5">PARZIALI (daN/cm2)</th> <th colspan="5">TOTALI ALLO SLU STR - Az.base Accidentali mezzi + folla- (daN/cm2)</th> </tr> <tr> <th>sup. sol.</th> <th>sup. fe.</th> <th>anima sup.</th> <th>anima inf.</th> <th>inf. fe.</th> <th>sup. sol.</th> <th>sup. fe.</th> <th>anima sup.</th> <th>anima inf.</th> <th>inf. fe.</th> </tr> </thead> <tbody> <tr><td>Peso proprio acciaio</td><td>0</td><td>206</td><td>200</td><td>-101</td><td>-113</td><td>0</td><td>278</td><td>270</td><td>-137</td><td>-153</td></tr> <tr><td>Peso proprio soletta</td><td>0</td><td>927</td><td>900</td><td>-455</td><td>-509</td><td>0</td><td>1.529</td><td>1.485</td><td>-751</td><td>-840</td></tr> <tr><td>Permanenti</td><td>7</td><td>43</td><td>38</td><td>-230</td><td>-241</td><td>11</td><td>1.594</td><td>1.541</td><td>-1.097</td><td>-1.202</td></tr> <tr><td>Effetti primari del ritiro</td><td>-4</td><td>411</td><td>402</td><td>-40</td><td>-58</td><td>6</td><td>2.086</td><td>2.023</td><td>-1.145</td><td>-1.271</td></tr> <tr><td>Effetti secondari del ritiro</td><td>0</td><td>0</td><td>0</td><td>0</td><td>0</td><td>6</td><td>2.086</td><td>2.023</td><td>-1.145</td><td>-1.271</td></tr> <tr><td>Accidentali mezzi + folla</td><td>78</td><td>32</td><td>-1</td><td>-1.671</td><td>-1.737</td><td>111</td><td>2.129</td><td>2.022</td><td>-3.401</td><td>-3.616</td></tr> <tr><td>Vento</td><td>2</td><td>1</td><td>0</td><td>-37</td><td>-38</td><td>113</td><td>2.130</td><td>2.022</td><td>-3.434</td><td>-3.651</td></tr> <tr><td>Deformazioni termiche primarie +DT</td><td>0</td><td>-166</td><td>-163</td><td>12</td><td>19</td><td>113</td><td>2.010</td><td>1.905</td><td>-3.425</td><td>-3.637</td></tr> <tr><td>Deformazioni termiche secondarie +DT</td><td>0</td><td>0</td><td>0</td><td>0</td><td>0</td><td>113</td><td>2.010</td><td>1.905</td><td>-3.425</td><td>-3.637</td></tr> <tr><td>Deformazioni termiche primarie -DT</td><td>0</td><td>166</td><td>163</td><td>-12</td><td>-19</td><td>113</td><td>2.250</td><td>2.139</td><td>-3.443</td><td>-3.665</td></tr> <tr><td>Deformazioni termiche secondarie -DT</td><td>0</td><td>0</td><td>0</td><td>0</td><td>0</td><td>113</td><td>2.250</td><td>2.139</td><td>-3.443</td><td>-3.665</td></tr> <tr><td>Cedimenti</td><td>0</td><td>0</td><td>0</td><td>0</td><td>0</td><td>113</td><td>2.250</td><td>2.139</td><td>-3.443</td><td>-3.665</td></tr> <tr> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> <td>Rapp σ sup</td> <td>Rapp σ inf</td> </tr> <tr> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> <td>0,72</td> <td>1,17</td> </tr> </tbody> </table>												(positive le compressioni)	PARZIALI (daN/cm2)					TOTALI ALLO SLU STR - Az.base Accidentali mezzi + folla- (daN/cm2)					sup. sol.	sup. fe.	anima sup.	anima inf.	inf. fe.	sup. sol.	sup. fe.	anima sup.	anima inf.	inf. fe.	Peso proprio acciaio	0	206	200	-101	-113	0	278	270	-137	-153	Peso proprio soletta	0	927	900	-455	-509	0	1.529	1.485	-751	-840	Permanenti	7	43	38	-230	-241	11	1.594	1.541	-1.097	-1.202	Effetti primari del ritiro	-4	411	402	-40	-58	6	2.086	2.023	-1.145	-1.271	Effetti secondari del ritiro	0	0	0	0	0	6	2.086	2.023	-1.145	-1.271	Accidentali mezzi + folla	78	32	-1	-1.671	-1.737	111	2.129	2.022	-3.401	-3.616	Vento	2	1	0	-37	-38	113	2.130	2.022	-3.434	-3.651	Deformazioni termiche primarie +DT	0	-166	-163	12	19	113	2.010	1.905	-3.425	-3.637	Deformazioni termiche secondarie +DT	0	0	0	0	0	113	2.010	1.905	-3.425	-3.637	Deformazioni termiche primarie -DT	0	166	163	-12	-19	113	2.250	2.139	-3.443	-3.665	Deformazioni termiche secondarie -DT	0	0	0	0	0	113	2.250	2.139	-3.443	-3.665	Cedimenti	0	0	0	0	0	113	2.250	2.139	-3.443	-3.665										Rapp σ sup	Rapp σ inf										0,72	1,17
(positive le compressioni)	PARZIALI (daN/cm2)					TOTALI ALLO SLU STR - Az.base Accidentali mezzi + folla- (daN/cm2)																																																																																																																																																																																				
	sup. sol.	sup. fe.	anima sup.	anima inf.	inf. fe.	sup. sol.	sup. fe.	anima sup.	anima inf.	inf. fe.																																																																																																																																																																																
Peso proprio acciaio	0	206	200	-101	-113	0	278	270	-137	-153																																																																																																																																																																																
Peso proprio soletta	0	927	900	-455	-509	0	1.529	1.485	-751	-840																																																																																																																																																																																
Permanenti	7	43	38	-230	-241	11	1.594	1.541	-1.097	-1.202																																																																																																																																																																																
Effetti primari del ritiro	-4	411	402	-40	-58	6	2.086	2.023	-1.145	-1.271																																																																																																																																																																																
Effetti secondari del ritiro	0	0	0	0	0	6	2.086	2.023	-1.145	-1.271																																																																																																																																																																																
Accidentali mezzi + folla	78	32	-1	-1.671	-1.737	111	2.129	2.022	-3.401	-3.616																																																																																																																																																																																
Vento	2	1	0	-37	-38	113	2.130	2.022	-3.434	-3.651																																																																																																																																																																																
Deformazioni termiche primarie +DT	0	-166	-163	12	19	113	2.010	1.905	-3.425	-3.637																																																																																																																																																																																
Deformazioni termiche secondarie +DT	0	0	0	0	0	113	2.010	1.905	-3.425	-3.637																																																																																																																																																																																
Deformazioni termiche primarie -DT	0	166	163	-12	-19	113	2.250	2.139	-3.443	-3.665																																																																																																																																																																																
Deformazioni termiche secondarie -DT	0	0	0	0	0	113	2.250	2.139	-3.443	-3.665																																																																																																																																																																																
Cedimenti	0	0	0	0	0	113	2.250	2.139	-3.443	-3.665																																																																																																																																																																																
									Rapp σ sup	Rapp σ inf																																																																																																																																																																																
									0,72	1,17																																																																																																																																																																																
VERIFICHE TRAVI PRINCIPALI A TAGLIO E TORSIONE <table border="1"> <thead> <tr> <th rowspan="2">VERIFICHE A TAGLIO</th> <th colspan="3">PARZIALI (daN/cm2)</th> <th colspan="3">TOTALI ALLO SLU STR (daN/cm2)</th> <th rowspan="2">VERIFICHE A TORSIONE</th> <th colspan="2">PARZIALI (daN/cm2)</th> <th colspan="2">TOTALI (daN/cm2)</th> </tr> <tr> <th>Anima sup</th> <th>Anima max</th> <th>Anima inf</th> <th>Anima sup</th> <th>Anima max</th> <th>Anima inf</th> <th>Anima</th> <th>Anima</th> </tr> </thead> <tbody> <tr><td>Peso proprio acciaio</td><td>0</td><td>0</td><td>0</td><td>0</td><td>0</td><td>0</td><td></td><td>0,00</td><td>0,00</td></tr> <tr><td>Peso proprio soletta</td><td>0</td><td>0</td><td>0</td><td>0</td><td>0</td><td>0</td><td></td><td>0,00</td><td>0,00</td></tr> <tr><td>Permanenti</td><td>0</td><td>0</td><td>0</td><td>0</td><td>0</td><td>0</td><td></td><td>0,00</td><td>0,00</td></tr> <tr><td>Effetti primari del ritiro</td><td>0</td><td>0</td><td>0</td><td>0</td><td>0</td><td>0</td><td></td><td>0,00</td><td>0,00</td></tr> <tr><td>Effetti secondari del ritiro</td><td>0</td><td>0</td><td>0</td><td>0</td><td>0</td><td>0</td><td></td><td>0,00</td><td>0,00</td></tr> <tr><td>Accidentali mezzi + folla</td><td>244</td><td>306</td><td>198</td><td>329</td><td>413</td><td>268</td><td></td><td>0,00</td><td>0,00</td></tr> <tr><td>Vento</td><td>0</td><td>0</td><td>0</td><td>329</td><td>413</td><td>268</td><td></td><td>0,00</td><td>0,00</td></tr> <tr><td>Deformazioni termiche</td><td>0</td><td>0</td><td>0</td><td>329</td><td>413</td><td>268</td><td></td><td>0,00</td><td>0,00</td></tr> <tr><td>Cedimenti</td><td>0</td><td>0</td><td>0</td><td>329</td><td>413</td><td>268</td><td></td><td>0,00</td><td>0,00</td></tr> </tbody> </table>												VERIFICHE A TAGLIO	PARZIALI (daN/cm2)			TOTALI ALLO SLU STR (daN/cm2)			VERIFICHE A TORSIONE	PARZIALI (daN/cm2)		TOTALI (daN/cm2)		Anima sup	Anima max	Anima inf	Anima sup	Anima max	Anima inf	Anima	Anima	Peso proprio acciaio	0	0	0	0	0	0		0,00	0,00	Peso proprio soletta	0	0	0	0	0	0		0,00	0,00	Permanenti	0	0	0	0	0	0		0,00	0,00	Effetti primari del ritiro	0	0	0	0	0	0		0,00	0,00	Effetti secondari del ritiro	0	0	0	0	0	0		0,00	0,00	Accidentali mezzi + folla	244	306	198	329	413	268		0,00	0,00	Vento	0	0	0	329	413	268		0,00	0,00	Deformazioni termiche	0	0	0	329	413	268		0,00	0,00	Cedimenti	0	0	0	329	413	268		0,00	0,00																																																																	
VERIFICHE A TAGLIO	PARZIALI (daN/cm2)			TOTALI ALLO SLU STR (daN/cm2)			VERIFICHE A TORSIONE	PARZIALI (daN/cm2)		TOTALI (daN/cm2)																																																																																																																																																																																
	Anima sup	Anima max	Anima inf	Anima sup	Anima max	Anima inf		Anima	Anima																																																																																																																																																																																	
Peso proprio acciaio	0	0	0	0	0	0		0,00	0,00																																																																																																																																																																																	
Peso proprio soletta	0	0	0	0	0	0		0,00	0,00																																																																																																																																																																																	
Permanenti	0	0	0	0	0	0		0,00	0,00																																																																																																																																																																																	
Effetti primari del ritiro	0	0	0	0	0	0		0,00	0,00																																																																																																																																																																																	
Effetti secondari del ritiro	0	0	0	0	0	0		0,00	0,00																																																																																																																																																																																	
Accidentali mezzi + folla	244	306	198	329	413	268		0,00	0,00																																																																																																																																																																																	
Vento	0	0	0	329	413	268		0,00	0,00																																																																																																																																																																																	
Deformazioni termiche	0	0	0	329	413	268		0,00	0,00																																																																																																																																																																																	
Cedimenti	0	0	0	329	413	268		0,00	0,00																																																																																																																																																																																	
<table border="1"> <thead> <tr> <th>VERIFICHE A TAGLIO E TORSIONE</th> <th colspan="3">PARZIALI (daN/cm2)</th> <th colspan="3">TOTALI ALLO SLU STR (daN/cm2)</th> <th rowspan="2">T_{media}</th> <th rowspan="2">Rapp τ</th> </tr> <tr> <th></th> <th>Anima sup</th> <th>Anima max</th> <th>Anima inf</th> <th>Anima sup</th> <th>Anima max</th> <th>Anima inf</th> </tr> </thead> <tbody> <tr><td>Peso proprio acciaio</td><td>0</td><td>0</td><td>0</td><td>0</td><td>0</td><td>0</td><td rowspan="2">336,3</td><td rowspan="2">0,23</td></tr> <tr><td>Peso proprio soletta</td><td>0</td><td>0</td><td>0</td><td>0</td><td>0</td><td>0</td></tr> <tr><td>Permanenti</td><td>0</td><td>0</td><td>0</td><td>0</td><td>0</td><td>0</td></tr> <tr><td>Effetti primari del ritiro</td><td>0</td><td>0</td><td>0</td><td>0</td><td>0</td><td>0</td></tr> <tr><td>Effetti secondari del ritiro</td><td>0</td><td>0</td><td>0</td><td>0</td><td>0</td><td>0</td></tr> <tr><td>Accidentali mezzi + folla</td><td>244</td><td>306</td><td>198</td><td>329</td><td>413</td><td>268</td></tr> <tr><td>Vento</td><td>0</td><td>0</td><td>0</td><td>329</td><td>413</td><td>268</td></tr> <tr><td>Deformazioni termiche</td><td>0</td><td>0</td><td>0</td><td>329</td><td>413</td><td>268</td></tr> <tr><td>Cedimenti</td><td>0</td><td>0</td><td>0</td><td>329</td><td>413</td><td>268</td></tr> </tbody> </table>												VERIFICHE A TAGLIO E TORSIONE	PARZIALI (daN/cm2)			TOTALI ALLO SLU STR (daN/cm2)			T _{media}	Rapp τ		Anima sup	Anima max	Anima inf	Anima sup	Anima max	Anima inf	Peso proprio acciaio	0	0	0	0	0	0	336,3	0,23	Peso proprio soletta	0	0	0	0	0	0	Permanenti	0	0	0	0	0	0	Effetti primari del ritiro	0	0	0	0	0	0	Effetti secondari del ritiro	0	0	0	0	0	0	Accidentali mezzi + folla	244	306	198	329	413	268	Vento	0	0	0	329	413	268	Deformazioni termiche	0	0	0	329	413	268	Cedimenti	0	0	0	329	413	268																																																																																														
VERIFICHE A TAGLIO E TORSIONE	PARZIALI (daN/cm2)			TOTALI ALLO SLU STR (daN/cm2)			T _{media}	Rapp τ																																																																																																																																																																																		
	Anima sup	Anima max	Anima inf	Anima sup	Anima max	Anima inf																																																																																																																																																																																				
Peso proprio acciaio	0	0	0	0	0	0	336,3	0,23																																																																																																																																																																																		
Peso proprio soletta	0	0	0	0	0	0																																																																																																																																																																																				
Permanenti	0	0	0	0	0	0																																																																																																																																																																																				
Effetti primari del ritiro	0	0	0	0	0	0																																																																																																																																																																																				
Effetti secondari del ritiro	0	0	0	0	0	0																																																																																																																																																																																				
Accidentali mezzi + folla	244	306	198	329	413	268																																																																																																																																																																																				
Vento	0	0	0	329	413	268																																																																																																																																																																																				
Deformazioni termiche	0	0	0	329	413	268																																																																																																																																																																																				
Cedimenti	0	0	0	329	413	268																																																																																																																																																																																				
VERIFICHE TRAVI PRINCIPALI TENSIONI IDEALI <table border="1"> <thead> <tr> <th rowspan="2"></th> <th colspan="2">TOTALI (daN/cm2)</th> </tr> <tr> <th>Anima sup</th> <th>Anima inf</th> </tr> </thead> <tbody> <tr><td>Peso proprio acciaio</td><td>270</td><td>137</td></tr> <tr><td>Peso proprio soletta</td><td>1.485</td><td>751</td></tr> <tr><td>Permanenti</td><td>1.541</td><td>1.097</td></tr> <tr><td>Effetti primari del ritiro</td><td>2.023</td><td>1.145</td></tr> <tr><td>Effetti secondari del ritiro</td><td>2.023</td><td>1.145</td></tr> <tr><td>Accidentali mezzi + folla</td><td>2.100</td><td>3.432</td></tr> <tr><td>Vento</td><td>2.100</td><td>3.465</td></tr> <tr><td>Deformazioni termiche</td><td>2.213</td><td>3.474</td></tr> <tr><td>Cedimenti</td><td>2.213</td><td>3.474</td></tr> </tbody> </table> <div style="text-align: right;"> <table border="1"> <tr> <td>Rapp σ sup</td> <td>Rapp σ inf</td> </tr> <tr> <td>0,72</td> <td>1,17</td> </tr> </table> </div>													TOTALI (daN/cm2)		Anima sup	Anima inf	Peso proprio acciaio	270	137	Peso proprio soletta	1.485	751	Permanenti	1.541	1.097	Effetti primari del ritiro	2.023	1.145	Effetti secondari del ritiro	2.023	1.145	Accidentali mezzi + folla	2.100	3.432	Vento	2.100	3.465	Deformazioni termiche	2.213	3.474	Cedimenti	2.213	3.474	Rapp σ sup	Rapp σ inf	0,72	1,17																																																																																																																																											
	TOTALI (daN/cm2)																																																																																																																																																																																									
	Anima sup	Anima inf																																																																																																																																																																																								
Peso proprio acciaio	270	137																																																																																																																																																																																								
Peso proprio soletta	1.485	751																																																																																																																																																																																								
Permanenti	1.541	1.097																																																																																																																																																																																								
Effetti primari del ritiro	2.023	1.145																																																																																																																																																																																								
Effetti secondari del ritiro	2.023	1.145																																																																																																																																																																																								
Accidentali mezzi + folla	2.100	3.432																																																																																																																																																																																								
Vento	2.100	3.465																																																																																																																																																																																								
Deformazioni termiche	2.213	3.474																																																																																																																																																																																								
Cedimenti	2.213	3.474																																																																																																																																																																																								
Rapp σ sup	Rapp σ inf																																																																																																																																																																																									
0,72	1,17																																																																																																																																																																																									
<div style="display: flex; justify-content: space-between;"> <div> VERIFICA A RESPIRO D'ANIMA <table border="1"> <tr> <td>Tipologia di ponte</td> <td>STRADALE</td> </tr> </table> </div> <div> $b/t \leq 30 + 4,0 L \leq 300$ for road bridges $b/t \leq 55 + 3,3 L \leq 250$ for railway bridges </div> </div>												Tipologia di ponte	STRADALE																																																																																																																																																																													
Tipologia di ponte	STRADALE																																																																																																																																																																																									
<table border="1"> <tr> <td>Verifica del web breathing</td> <td>VERIFICA DA CONDURRE</td> </tr> </table>												Verifica del web breathing	VERIFICA DA CONDURRE																																																																																																																																																																													
Verifica del web breathing	VERIFICA DA CONDURRE																																																																																																																																																																																									

VERIFICHE DEL RESPIRO D'ANIMA IN COMBINAZIONE FREQUENTE - EN 1994-2											Foglio 6 di 12	
VERIFICHE TRAVI PRINCIPALI A PRESSOFLESSIONE												
	PARZIALI (daN/cm2)					TOTALI ALLO SLU STR - Az.base Accidentali mezzi + folla- (daN/cm2)						
(positive le compressioni)	sup. sol.	sup. fe.	anima sup.	anima inf.	inf. fe.	sup. sol.	sup. fe.	anima sup.	anima inf.	inf. fe.		
Peso proprio acciaio	0	206	200	-101	-113	0	206	200	-101	-113		
Peso proprio soletta	0	927	900	-455	-509	0	1.133	1.100	-557	-622		
Permanenti	7	43	38	-230	-241	7	1.176	1.138	-787	-863		
Effetti primari del ritiro	-4	411	402	-40	-58	3	1.586	1.539	-827	-921		
Effetti secondari del ritiro	0	0	0	0	0	3	1.586	1.539	-827	-921		
Accidentali mezzi + folla	78	32	-1	-1.671	-1.737	62	1.610	1.538	-2.080	-2.224		
Vento	2	1	0	-37	-38	62	1.610	1.538	-2.080	-2.224		
Deformazioni termiche primarie +DT	0	-166	-163	12	19	62	1.511	1.441	-2.073	-2.213		
Deformazioni termiche secondarie +DT	0	0	0	0	0	62	1.511	1.441	-2.073	-2.213		
Deformazioni termiche primarie -DT	0	166	163	-12	-19	62	1.710	1.636	-2.088	-2.236		
Deformazioni termiche secondarie -DT	0	0	0	0	0	62	1.710	1.636	-2.088	-2.236		
Cedimenti	0	0	0	0	0	62	1.710	1.636	-2.088	-2.236		
VERIFICHE TRAVI PRINCIPALI A TAGLIO E TORSIONE												
VERIFICHE A TAGLIO	PARZIALI (daN/cm2)			TOTALI ALLO SLU STR (daN/cm2)			VERIFICHE A TORSIONE			PARZIALI (daN/cm2)	TOTALI (daN/cm2)	
	Anima sup	Anima max	Anima inf	Anima sup	Anima max	Anima inf			Anima	Anima		
Peso proprio acciaio	0	0	0	0	0	0			0,00	0,00		
Peso proprio soletta	0	0	0	0	0	0			0,00	0,00		
Permanenti	0	0	0	0	0	0			0,00	0,00		
Effetti primari del ritiro	0	0	0	0	0	0			0,00	0,00		
Effetti secondari del ritiro	0	0	0	0	0	0			0,00	0,00		
Accidentali mezzi + folla	244	275	198	183	206	149			0,00	0,00		
Vento	0	0	0	183	206	149			0,00	0,00		
Deformazioni termiche	0	0	0	183	206	149			0,00	0,00		
Cedimenti	0	0	0	183	206	149			0,00	0,00		
VERIFICHE A TAGLIO E TORSIONE	PARZIALI (daN/cm2)			TOTALI ALLO SLU STR (daN/cm2)								
	Anima sup	Anima max	Anima inf	Anima sup	Anima max	Anima inf						
Peso proprio acciaio	0	0	0	0	0	0						
Peso proprio soletta	0	0	0	0	0	0						
Permanenti	0	0	0	0	0	0						
Effetti primari del ritiro	0	0	0	0	0	0						
Effetti secondari del ritiro	0	0	0	0	0	0						
Accidentali mezzi + folla	244	275	198	183	206	149						
Vento	0	0	0	183	206	149						
Deformazioni termiche	0	0	0	183	206	149						
Cedimenti	0	0	0	183	206	149						
							T _{media}					
							179,18					
VERIFICA DEL WEB BREATHING												
$\sqrt{\left(\frac{\sigma_{x,Ed,ser}}{k_{\sigma} \sigma_E}\right)^2 + \left(\frac{1,1 \tau_{x,Ed,ser}}{k_{\tau} \sigma_E}\right)^2} \leq 1.1$												
Numero di irrigidimenti longitudinali	1		[-]									
Rapporto d'allungamento $\alpha = a/hw$	0,938		[-]									
Tensione critica euleriana intera anima	σ_E	29,69	[MPa]									
Tensione critica euleriana pannello sup.	σ_E	23,99	[MPa]									
Tensione critica euleriana pannello inf.	σ_E	2.345,68	[MPa]									
dist. dal lembo inferiore del punto di $\sigma = 0$	x	44,85	[cm]									
controllo posizionamento irrigidimento		non presente										
Tensione SLU nel pannello ad altezza hw1	σ_{sl1}	-2.507	[MPa]									
Altezza totale pannello d'anima	hw [cm]	=	80,0									
Spessore anima	sw [mm]	=	10									
Lunghezza pannello compreso tra 2 irrigiditori trasversali	a [mm]	=	750									
Coeffic. di instabilità a taglio intera anima	k_{τ}	10,08	[-]									
Coeffic. di instabilità a taglio pannello SUP.	k_{τ}	25,67	[-]									
Coeffic. di instabilità a taglio pannello INF.	k_{τ}	-75,38	[-]									
Intera anima	-	VERIFICA NON NECESSARIA										
Pannello sup.	0,358	VERIFICA SODDISFATTA										
Pannello inf.	0,004	VERIFICA SODDISFATTA										
				Rapp η								
				0,33								

VERIFICHE PARTICOLARI								Foglio 7 di 12
VERIFICA SALDATURE	ANIMA SUP.		ANIMA INF.		RADDOPPIO SUP.		RADDOPPIO INF.	
	PARZIALI (daN/cm2)	TOTALI (daN/cm2)	PARZIALI (daN/cm2)	TOTALI (daN/cm2)	PARZIALI (daN/cm2)	TOTALI (daN/cm2)	PARZIALI (daN/cm2)	TOTALI (daN/cm2)
Peso proprio acciaio	0	0	0	0	0	0	0	0
Peso proprio soletta	0	0	0	0	0	0	0	0
Permanenti	0	0	0	0	0	0	0	0
Effetti primari del ritiro	0	0	0	0	0	0	0	0
Effetti secondari del ritiro	0	0	0	0	0	0	0	0
Accidentali mezzi + folla	144	194	117	158	0	0	0	0
Vento	0	194	0	158	0	0	0	0
Deformazioni termiche	0	194	0	158	0	0	0	0
Cedimenti	0	194	0	158	0	0	0	0

VERIFICHE DI INSTABILITA' DELL'ANIMA				Foglio 8 di 12
Caratteristiche geometriche del pannello		OBLIQUITA'	0	
	Descrizione	Valore	u.d.m.	
a	distanza tra irrigidimenti verticali	750	mm	
h	altezza totale del pannello	800	mm	
hw	altezza totale dell'anima	755	mm	
tw	spessore dell'anima	10	mm	
NB: h corrisponde all'altezza totale della trave, mentre hw è h - spessori ali e raddoppi				
Anima provvista di nervature trasversali e longitudinali				
Irrigidimenti:	acciaio S 328,2	f _{yk} (Mpa)= 328,2	f _{yd} (Mpa)= 328,20	
Pannelli:	acciaio S 328,2	f _{yk} (Mpa)= 328,2	f _{yd} (Mpa)= 328,20	
γ _m				
1				
Deve essere verificata la limitazione: (punto 1.2-10030)				
hw/tw = 75,50		hw/tw ≤ 400	OK	
Verifiche di stabilità				
Sollecitazioni agli SLU nella sezione				
	Descrizione	Valore	u.d.m.	
σ ₁	tensione normale al lembo 1	-213,89	N/mm ²	
σ ₂	tensione normale al lembo 2	344,28	N/mm ²	
τ	tensione tangenziale media	33,63	N/mm ²	
Verifica nervature longitudinali (punti 7.2.6-10011, 3.1.2-10030, 3.2.3-10030)				
	b (mm)	h (mm)	A (mm ²)	γ (mm)
anima	0	0	0	0
ala	0	0	0	0
Sezione simmetrica				
Pareti sottili con bordo irrigidito		b/t ≤ 12		
b = 0		t = 0	b2 = 0	
b1 = 30 × t1 = 300		t1 = 10		
b/t = 0,00		≤	12,00	OK
Deve essere verificata la disuguaglianza: I ≥ 0,15 mL γL hw tw³				
	Descrizione	Valore	u.d.m.	
mL	1,00 ≤ 0,015 (hw/tw - 70) ≤ 2,00	1,00		
n	n° irrigidimenti longitudinali	0		
AL	area effettiva irrigidimento long.	0	mm ²	
α	rapporto tra i lati del pannello	0,993		
ψ	coefficiente di variazione lineare di σ	-1,610		
δ	AL/(hw tw)	0,000		
η1	h1/hw	-		
η2	h2/hw	FALSO		
Valori tabulari (prospetti 3.1 e 3.2 10030)				
γ(L,τ)	0,00	γ(L,σ)	0,00	
I _L = - - - VERIFICA NON NECESSARIA				
Verifica nervature trasversali (punto 3.1.3-10030)				
Sezione simmetrica				
	b (mm)	h (mm)	A (mm ²)	γ (mm)
anima	6	100	600	50
ala	0	0	0	100
Pareti sottili con bordo irrigidito		b/t ≤ 12		
b = 100		t = 6	b2 = 0	
b1 = 30 × t1 = 300		t1 = 10		
Deve essere verificata la disuguaglianza: I ≥ 0,15 γτ hw tw³				
Valori tabulari (prospetti 3.1 e 3.2 10030)				
K	1,00	γτ	60,00	
I _L = 2.000.000 > 6.795.000 VERIFICA NON SODDISFATTA				

NB: h corrisponde all'altezza totale della trave, mentre hw è h - spessori ali e raddoppi

NB: si assume b1 30 volte lo spessore dell'anima della trave; inoltre b2 assunto pari alla (b-h) dell'ala dell'irrigidimento

NB: inserire "sezione simmetrica" (irrigidimenti a I) o "sezione asimmetrica" (irrigidimenti a L)

0,993

	α	τ	σ
α inf	0,7	0	0
α sup	1	0	0
Valore interpolato		0,00	0,00

0,993

	α	T
α inf	0,7	60
α sup	1	60
Valore interpolato		60,00

Stabilità dell'anima (punto 7.6-10011)

Foglio
9 di 12

Dimensioni pannello (mm)
Tensioni ai bordi (N/mm²)

h=	800	hw=	755
σ_1 =	-213,9	σ_2 =	344,28
τ =	33,6	y_n (mm)=	289,3

Deve essere verificata la disuguaglianza: $\sigma_{cr,red}/\alpha_{id} \geq \beta \cdot v$

Pannello	1	2	3	4	5
i	800	0			
tl	0	-			
h	800	-			
a	750	-			
tw	10	-			
α	0,94	-			
σ_1	-213,9	-			
σ_2	377,5	-			
σ_1^*	213,9	-			
σ_2^*	-377,5	-			
τ	33,6	-			
ψ	-1,77	-			
α_{id}	221,68	-			
$\sigma_{cr,0}$	29,09	-			
$k\sigma$	-	-			
$k\sigma$	-	-			
$k\sigma$	23,900	-			
$k\tau$	10,076	-			
σ_{cr}	-	-			
σ_{cr}	-	-			
σ_{cr}	695,34	-			
τ_{cr}	293,14	-			
$\sigma_{cr,id}$	681,79	-			
$0.8 \cdot f_d$	262,56	-			
$\sigma_{cr,red}$	320,50	-			
$\sigma_{cr,red}/\alpha_{id}$	1,45	-			
β	0,80	-			
v	1,00	1,00			
$\beta \cdot v$	0,80	-			
	OK	OK			

interasse verticale tra i due irrigidimenti del pannello; da inserire per ogni pannello (n° irrig. + 1)

Caso I compaiono solo i numeri per i casi in questione (dipendono da α e ψ)

Caso I
Caso II
Caso III
Caso IV
Caso I
Caso II
Caso III
Caso IV

il caso IV è sempre presente: dipende dal taglio
per la σ_{cr} compaiono solo i casi corrispondenti da $k\sigma$

inserire manualmente il valore

Verifiche agli SLU

Verifica dell'anima (punto 3.2.1-10030)

Sollecitazioni esterne (kN e m):	Vsd=	291	Msd=	4.988
Momento resistente delle sole piattabande:	M _{rd} =	3.388	kNm	
Momento resistente della sezione lorda:	M _{rd} =	4.085	kNm	
Spessore equivalente anima:	t _{we2} =	10,00	mm	

NB: valori agli SLU

Taglio resistente di calcolo:		Vrd = Vcr+Vt			
τ* = τcr,min	293,14	bs	300	bi	400
σtd	-178,93	ts	15	ti	30
θ	0,789	Nfd	4.358.092		
Φ	0,526	Mfs	42.686.716	Mfi	6.630.818
		ds	0,00	di	0,00

NB: bs e ts ala compressa; bi e ti ala tesa

$$\begin{aligned} V_{cr} &= h_w t_{we2} \tau^* = 2.213.214 \text{ N} \\ V_t &= 0 \text{ N} \\ V_{Rd} &= 2.213.214 \text{ N} \\ Verifica &= \#NUM! \text{ N} \geq 291.357 \end{aligned}$$

#NUM!

Verifica delle nervature trasversali (punto 3.2.2-10030)

Larghezza collaborante anima = $b_e + t_w$	10 mm
Lunghezza libera inflessione = $0,7 \cdot h_w$	529 mm
Sforzo normale = $N_{rd} = V_{rd} - 0,8 \cdot V_{cr}$	442.643 N
Area = A	700 mm ²
Distanza baricentro asse anima =	47,14 mm
Inerzia = J	760.119 mm ⁴
Raggio giratorio d'inerzia = i	32,95 mm
Snellezza = λ	16,04
Sforzo critico euleriano = σ_{cr}	8.058 N/mm ²
Forza critica euleriana = N_{crE}	5.640.410 N
Carico resistente a instabilità = N_{Rd}	229.740 N

$$N_{Rd} = 229.740 \geq N_{rd} = 442.643$$

VERIFICA NON SODDISFATTA

Caratteristiche geometriche del pannello d'anima:

Altezza pannello h	800	[mm]
Spessore pannello t	10	[mm]
Rapporto altezza spessore hw/t	80,00	[-]

Tensione di snervamento anima fyw	328	[MPa]
Coefficiente η	1,20	[-]
Coefficiente ε	0,85	[-]
Pannello irrigidito (S/N)	N	

Minimo coefficiente di instabilità per taglio del pannello k_T 10,08 [-]

Necessaria verifica instabilità per taglio poiché:

$$hw/t = 80,00 > 72/\eta \cdot \varepsilon = 50,771$$

a = lunghezza del pannello compreso tra due irrigiditori trasversali rigidi consecutivi
(in assenza di irrigidimenti la lunghezza del pannello si considera coincidente con quella della trave)

a 750 [mm]

Numero di irrigidimenti longitudinali	0	[-]
Rapporto d'allungamento $\alpha = a/hw$	0,938	[-]

Caratteristiche geometriche singolo irrigidimento longitudinale

Altezza hsl	0	[mm]	Larghezza bsl	200	[mm]
Spessore tsl	20	[mm]	Irrigidimento a I/L o altro (I/L/A)	I	
$15 \varepsilon t$	126,928	[mm]			

Momento di inerzia del singolo irrigiditore longitudinale rispetto all'asse baricentrico parallelo al piano dell'anima, considerando una larghezza collaborante di anima pari a $15 \varepsilon t$ da ciascun lato dell'irrigiditore:

Isl, singolo 0 [mm⁴]

Somma dei momenti di inerzia:

Isl 0 [mm⁴]

Coefficiente per l'instabilità a taglio	k_T	10,076	[-]
Tensione critica euleriana	σ_E	29,688	[MPa]
Tensione tangenziale critica	τ_{cr}	299,123	[MPa]
Snellezza intero pannello	λ_w	0,796	[-]

Calcolo della snellezza $\lambda_{w,1}$ del sottopannello più critico (in assenza di irrigidimenti longitudinali coincide con la snellezza del pannello intero).

Altezza sottopannello hw,1	800	[mm]	α_1	0,938	[-]
Minimo coefficiente di instabilità per taglio del sottopannello	$k_{T,1}$	10,076	[-]		
Snellezza del sottopannello	$\lambda_{w,1}$	0,796	[-]		

Snellezza di calcolo	λ_w	0,796	[-]
Montanti d'appoggio rigidi/altri casi (R/A)	A		
Coefficiente χ_w (Tabella C4.2.VII)	1,043	[-]	
γ_{M1}	1,10	[-]	
Contributo resistente dell'anima Vbw,Rd UNI EN 1993-1-5 paragrafo 5.3	1436,798	[kN]	

Trascurare il contributo delle piattabande? (Teoria delle bande diagonali) (S/N)

Contributo resistente delle piattabande secondo UNI EN 1993-1-5 paragrafo 5.4:
Vbf,Rd 0,000 [kN]

N

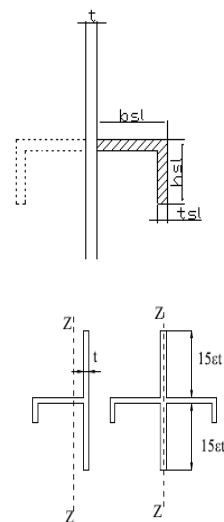


Figura C4.2.12 – Irrigidimenti longitudinali dei pannelli d'anima

CARATTERISTICHE TRAVE E SOLLECITAZIONI

Spessore piattabanda sup	ifs	15	[mm]
Larghezza piattabanda sup	bfs	300	[mm]
Spessore piattabanda inf	ifi	30	[mm]
Larghezza piattabanda inf	bfi	400	[mm]
Area piattabanda sup	Afs	4.500	[mm ²]
Area piattabanda inf	Afi	12.000	[mm ²]

Spessore della piattabanda di minima resistenza assiale t_f
 Larghezza piattabanda assunta nel calcolo b_f
 Tensione di snervamento piattabande f_{yf}
 γ_{M1}
 Distanza tra le cerniere plastiche c
 Distanza tra i baricentri delle piattabande h_f
 Momento resistente caratteristico delle sole piattabande M_{fk}
 γ_{M0}
 Momento resistente di progetto delle sole piattabande $M_{f,Rd}$
 Momento resistente di progetto ridotto in presenza di sforzo assiale $M_{f,red}$

15	[mm]
300	[mm]
328	[MPa]
1,10	[-]
200,16	[mm]
823	[mm]
1.215	[kNm]
1,05	[-]
1.157	[kNm]

176 [kNm]

Azioni sollecitanti allo stato limite ultimo nella sezione di verifica:

Taglio sollecitante $V_{Ed,SLU}$	291	[kN]
Azione assiale sollecitante $N_{Ed,SLU}$	4.374	[kN]
Momento flettente sollecitante $M_{Ed,SLU}$	4.988	[kNm]

Controllo dell'azione flettente

$M_{Ed}/M_{f,red} = 28,38$ [-]

Le piattabande sono completamente impegnate dal momento flettente: $V_{bf,Rd} = 0$.

Resistenza a stabilità per taglio:

$V_{b,Rd} = V_{bw,Rd} + V_{bf,Rd} = 1.437$ [kN]

Coefficiente di utilizzo per instabilità a taglio: $\eta_3 = V_{Ed}/V_{b,Rd} = 0,20$ [-] **VERIFICA SODDISFATTA**

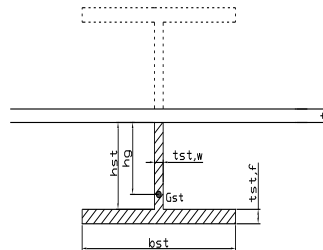
Verifica dei requisiti di rigidità degli irrigiditori trasversali (EN 1993-1-5: 9.3.3)

CARATTERISTICHE GEOMETRICHE DELL'IRRIGIDITORE

Spessore anima $t_{st,w}$	6	[mm]
Altezza anima h_{st}	100	[mm]
Spessore ala $t_{st,f}$	0	[mm]
Larghezza ala b_{st}	0	[mm]
Irrigiditore su entrambi i lati (S/N)	N	

Area effettiva irrigiditore	600	[mm ²]
Momento d'inerzia effettivo I_{st}	500.000	[mm ⁴]
$\alpha = a/h_w$	0,94	< $\sqrt{2}$

Momento d'inerzia limite $I_{limite} = 1.365.333$ [mm⁴]



L'irrigiditore non è rigido (EN 1993-1-5: 9.3.3)

Verifica dei requisiti minimi degli irrigiditori trasversali (EN 1993-1-5: 9.2.1(5))

Pannelli irrigiditi soggetti a sola azione di compressione N_{Ed} (assenza di azione assiale nell'irrigiditore trasversale)

A_s (Area effettiva irr. + $2 \cdot 15et^2 + t_{st,w} \cdot t$)	3.199	[mm ²]
Distanza tra baricentro e asse anima e	10	[mm]
I_s (inerzia di A_s rispetto al baricentro)	1.996.188	[mm ⁴]
Lunghezza del pannello precedente a_1	750	[mm]
Lunghezza del pannello seguente a_2	750	[mm]
Luce dell'irrigiditore trasversale b	800	[mm]
Difetto di rettilineità w_0	2,50	[mm]
Tensione di snervamento f_{yk}	328	[MPa]
γ_{M1}	1,10	[-]
σ critica per instabilità di colonna $\sigma_{cr,c}$	33,74	[MPa]
σ critica per instabilità di piastra $\sigma_{cr,p}$	1.208,99	[MPa]
Rapporto $\sigma_{cr,c} / \sigma_{cr,p}$	0,50	[-]
$A_{c,eff}$	2.634	[mm ²]

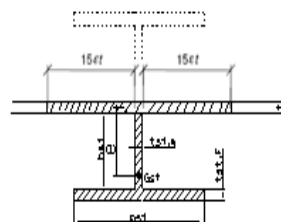
$\sigma_{max} = 213,89$ [MPa]

$N_{Ed} = 281,71$ [kN]

$$\sigma_m = \frac{\sigma_{cr,c}}{\sigma_{cr,p}} \frac{N_{Ed}}{b} \left(\frac{1}{a_1} + \frac{1}{a_2} \right) = 0,47 \text{ [MPa]}$$

$e_{max} = 94,68$ [-]

$$u = \frac{\pi^2 E e_{max}}{f_y 300 b} \geq 1,0 = 2,74 \text{ [-]}$$



valore compreso tra 0.50 e 1.00;
 area efficace della parte compressa del pannello d'anima nervato o no;
 massima tensione di compressione nel pannello d'anima nervato o no;
 massima forza di compressione nei pannelli adiacenti all'irrigiditore trasversale;

massima distanza tra i lembi dell'irrigiditore ed il suo baricentro;

$$I_{st} = \frac{\sigma_m}{E} \left(\frac{b}{\pi} \right)^4 \left(1 + w_0 \frac{300}{b} u \right) = 33.556 \text{ [mm}^4\text{]}$$

$I_s = 1.996.188$ [mm⁴] $\geq I_{st} = 33.556$ [mm⁴] **VERIFICA SODDISFATTA**

Verifica dei requisiti minimi degli irrigiditori trasversali (EN 1993-1-5: 9.2.1(6))

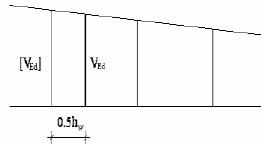
Foglio
12 di 12

Pannelli irrigiditi soggetti a sola azione di compressione N_{Ed} e azione assiale $N_{st,Ed}$ nell'irrigiditore trasversale

Gli irrigiditori trasversali rigidi devono essere verificati per una forza assiale $N_{st,ten}$ da EN 1993-1-5: Eq. 9.48.

Taglio di calcolo a distanza $0,5 h_w$ dal pannello soggetto alla massima azione tagliante:

V_{Ed} 291 [kN]



Forza assiale nell'irrigiditore trasversale dovuto al campo tensionale diagonale nel pannello per effetto del taglio:

$$N_{st,ten} = V_{Ed} - \frac{1}{\lambda_w^2} \cdot t \cdot h_w \frac{f_{yw}}{\sqrt{3}} \quad 0 \quad [\text{kN}] \quad \text{se tale azione è risulta di segno negativo si assume uguale a zero.}$$

Se l'irrigiditore trasversale è soggetto ad azione assiale questa deve essere incrementata secondo quanto indicato in EN 1993-1-5: 9.2.1(6).

$$\Delta N_{st} = \sigma_m b^2 / \pi^2 = \quad 30,45 \quad [\text{kN}]$$

$$\Sigma N_{st,Ed} = N_{st,Ed} + \Delta N_{st,Ed} \quad 30,45 \quad [\text{kN}]$$

As (Area effettiva irr. + $2 \cdot 15ct^2 + t_{st,w} t$)

3.199 [mm²]

Is (inerzia di As rispetto al baricentro)

1.996.188 [mm⁴]

e_{max}

95 [-]

massima distanza tra lembi e baricentro

lunghezza di inflessione $l_0 = h_w$

800 [mm]

Carico critico euleriano $N_{cr,st}$

6.465 [kN]

$$\zeta q_m = \frac{N_{st,Ed} e_0}{\Sigma N_{st,Ed} W_0} = \quad 0,00 \quad [-]$$

I requisiti di rigidezza e resistenza sono soddisfatti se valgono le seguenti disuguaglianze:

$$w = W_0 \frac{1}{N_{cr,st} - 1} (1 + 1,25 q_m) \quad 0,00 \quad [\text{mm}] \quad < \quad b/300 \quad = \quad 2,67 \quad [\text{mm}] \quad -$$

$$\sigma_{max} = \frac{N_{st,Ed}}{A_{st}} + \frac{\Sigma N_{st,Ed} e_{max} W_0}{I_{st}} \cdot \frac{1}{1 - \frac{\Sigma N_{st,Ed}}{N_{cr,st}}} (1 + 1,11 q_m) \quad 3,63 \quad [\text{MPa}] \quad \leq \quad 298,36 \quad [\text{MPa}] \quad - \quad \text{VERIFICA SODDISFATTA}$$

Verifica a stabilità per compressione degli irrigiditori trasversali (EN 1993-1-1: 6.3)

Tensione di snervamento f_{yk}	328	[MPa]
As (Area effettiva irr. + $2 \cdot 15ct^2 + t_{st,w} t$)	3.199	[mm ²]
Is (inerzia di As rispetto al baricentro)	1.996.188	[mm ⁴]
lunghezza di inflessione $l_0 = h_w$	800	[mm]
Carico critico euleriano $N_{cr,st}$	6.465	[kN]
Snellezza adimensionale λ	0,40	[-]
Coefficiente di imperfezione α	0,49	[-]
Coefficiente ϕ	0,63	
Coefficiente di riduzione χ	0,90	
Resistenza ad instabilità dell'irrigidimento	854,84	[kN]
Azione sollecitante $N_{st,ten}$	0,00	[kN]

Indice di resistenza 0,00 [-]

VERIFICA SODDISFATTA

DATI GEOMETRICI										Foglio 1 di 13	
TRAVE IN ACCIAIO	Altezza sezione metallica (cm)	194	Interasse travi metalliche sup. (cm)		300	CONCIO		C3			
	Interasse travi metalliche (cm)	300	Interasse travi metalliche inf. (cm)		300	FRAME					
	Larghezza ala superiore esterna (cm)	30				JOINT					
	Spessore ala superiore esterna (cm)	1,5	Interasse irrigidimenti verticali (cm)		88,75						
	Larghezza raddoppio superiore (cm)	0	Luce campata di riferimento (m)		49,1	num. Travi		2			
	Spessore Raddoppio ala superiore (cm)	0,0									
	Spessore anima (cm)	1,0	Acciaio tipo		S	328,2	tipologia	VIA SUPERIORE			
	Larghezza raddoppio inferiore (cm)	0									
	Spessore Raddoppio ala inferiore (cm)	0,0									
	Larghezza ala inferiore esterna (cm)	60									
CONTROVENTI SUPERIORI	Spessore ala inferiore esterna (cm)	2,5									
	Modulo elasticità acciaio (daN/cm ²)	2.100.000									
	Passo controventi superiori a (cm)	300,0									
	Area controventi superiori (cm ²)	27,80									
	Posizione baric. controventi sup. rispetto estradosso trave (cm)	30,0									
	Distanza punto schema bar. bulloni (cm)	30,0									
	Numero controventi	2									
	Angolo α travi princ. e controventi	45									
	Spessore equivalente t* (cm)	0,17									
	CONTROVENTI INFERIORI	Passo controventi inferiori a (cm)	300,0								
Area controventi inferiori (cm ²)		0,00									
Posizione baric. controventi inf. rispetto all'intradosso trave (cm)		30,0									
Distanza punto schema bar. bulloni (cm)		30,0									
Numero controventi		2									
Angolo α travi princ. e controventi		45									
Spessore equivalente t* (cm)		0,00									
SOLETTA		Classe di resistenza Rck (kg/cm ²)	450	diametro ferri superiori soletta (cm)		1,4	passo (cm)	20,0			
		Spessore totale soletta (cm)	20,0	n° ferri superiori		15,00	copriferro (cm)	4,0			
		Spessore da togliere per predalle (cm)	0,0	Area ferri superiori soletta (cm ²)		23,09					
	Spessore sol. Collaborante (cm)	20,0	diametro ferri inferiori soletta (cm)		1,4	passo (cm)	20,0				
	Larghezza sol. collaborante (cm)	300,0	n° ferri inferiori		15,00	copriferro (cm)	3,0				
	Larghezza soletta x ritiro (cm)	300,0	Area ferri inferiori soletta (cm ²)		23,09						
COEFF.	Coeff. omogeneizz. per perm.	16,01									
	Coeff. omogeneizz. per acc.	6,06									
	Coeff. omogeneizz. per ritiro	14,22									
	Coeff. omogeneizz. per cedimenti	19,63									
	Coeff. di contrazione per ritiro ε _{sr}	2,786E-04									
	Riduzione per non contemporaneità	0									
PIOLI	Variazione termica differenziale (°C)	10									
	Resistenza piolo (daN) a SLE	6.569									
	Coefficiente di sicurezza connessioni γ _v	1,25									
	Diametro pioli (mm)	22									
	Numero pioli in linea n°	3									
SALDATURE	passo pioli (cm)	20									
	Altezza gola anima sup. (mm)	8	Larghezza gola anima sup. (mm)		12						
	Altezza gola anima inf. (mm)	8	Larghezza gola anima inf. (mm)		12						
	Altezza gola raddoppio sup. (mm)	0	Larghezza gola raddoppio sup. (mm)		0						
	Altezza gola raddoppio inf. (mm)	0	Larghezza gola raddoppio inf. (mm)		0						
FASCE											
	Fase 2a	Permanenti									
	Fase 3	Accidentali									
	Fase 2b	Ritiro									
	Fase 2c	Cedimenti									
CARATTERISTICHE GEOMETRICHE											
		A (cm ²)	y _i (cm)	J (cm ⁴)	J _{tot} (cm ⁴)	W _{sol} (cm ³)	W _{ste} (cm ³)	W _{fte} (cm ³)	W _{animsup} (cm ³)	W _{animinf} (cm ³)	
Sezione metallica		385	71,2	2.107.370	410	0	17.160	29.601	17.372	30.679	
Sezione metallica + soletta collab. Fase 2a		16,01	806	140,8	5.665.732	410	1.239.447	106.530	40.235	109.621	
Sezione metallica + soletta collab. Fase 3		6,06	1.421	168,2	7.091.903	410	937.762	274.569	42.171	291.497	
Sezione metallica + soletta collab. Fase 2b		14,22	853	144,3	5.846.841	410	1.193.016	117.665	40.516	121.327	
Sezione metallica + soletta collab. Fase 2c		19,63	737	134,9	5.358.901	410	1.329.718	90.658	39.728	93.019	

SI
2L 90x8

NO

ASSENTI

AZIONI TRAVI PRINCIPALI										Foglio 2 di 13			
AZIONI SOLLECITANTI (M max)													
	1°Nodo		2°Nodo		valori x10 ⁴	AZIONI SOLLECITANTI (Mt max)		valori x10 ⁴					
	M (Nm)	N (N)	T (N)	Mt (Nm)		Mt (Nm)	Mt (Nm)		Mt (Nm)				
Peso proprio acciaio	0	0	15	0		0	0		0				
Peso proprio soletta	0	0	38	0		0	0		0				
Permanenti	0	0	25	0		0	0		0				
Effetti primari del ritiro	147	247	0	0		0	0		0				
Effetti secondari del ritiro	0	0	0	0		0	0		0				
Accidentali mezzi + folla	0	0	100	0		0	0		0				
Vento	0	0	7	0		0	0		0				
Deformazioni termiche primarie	74	208	0	0		0	0		0				
Deformazioni termiche secondarie	0	0	0	0	0	0	0						
Cedimenti	0	0	0	0	0	0	0						
VERIFICHE DELLE TRAVI PRINCIPALI AGLI STATI LIMITE ULTIMI N.T.C.2018													
VERIFICHE TRAVI PRINCIPALI A PRESSOFLESSIONE													
(positive le compressioni)	PARZIALI (daN/cm2)					TOTALI ALLO SLU STR - Az.base Accidentali mezzi + folla- (daN/cm2)							
	sup. sol.	sup. fe.	anima sup.	anima inf.	inf. fe.	sup. sol.	sup. fe.	anima sup.	anima inf.	inf. fe.			
	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0			
	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0			
	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0			
	-8	415	411	-68	-74	-10	497	493	-82	-89			
	0	0	0	0	0	-10	497	493	-82	-89			
	0	0	0	0	0	-10	497	493	-82	-89			
	0	0	0	0	0	-10	497	493	-82	-89			
	3	-173	-172	28	30	-8	373	369	-62	-67			
	0	0	0	0	0	-8	373	369	-62	-67			
	-3	173	172	-28	-30	-12	622	617	-102	-111			
	0	0	0	0	0	-12	622	617	-102	-111			
	0	0	0	0	0	-8	622	617	-102	-111			
										Rapp σ sup	Rapp σ inf		
									0,20	0,04			
VERIFICHE TRAVI PRINCIPALI A TAGLIO E TORSIONE													
VERIFICHE A TAGLIO	PARZIALI (daN/cm2)			TOTALI ALLO SLU STR (daN/cm2)			VERIFICHE A TORSIONE	PARZIALI (daN/cm2)	TOTALI (daN/cm2)				
	Anima sup	Anima max	Anima inf	Anima sup	Anima max	Anima inf		Anima	Anima				
	69	86	55	93	116	75		0,00	0,00				
	175	218	140	329	410	264		0,00	0,00				
	115	143	92	501	625	403		0,00	0,00				
	0	0	0	501	625	403		0,00	0,00				
	0	0	0	501	625	403		0,00	0,00				
	516	573	353	1.198	1.398	880		0,00	0,00				
	36	40	25	1.230	1.434	902		0,00	0,00				
	0	0	0	1.230	1.434	902		0,00	0,00				
	0	0	0	1.230	1.434	902		0,00	0,00				
								Tmedia	Rapp τ				
								1188,7	0,79				
	VERIFICHE TRAVI PRINCIPALI TENSIONI IDEALI												
		TOTALI (daN/cm2)											
Anima sup		Anima inf											
161		130											
570		458											
868		698											
998		703											
998		703											
2.133		1.526											
2.187		1.564											
2.219		1.565											
2.219	1.565												
VERIFICHE ARMATURE SOLETTA													
	PARZIALI (daN/cm2)		PARZIALI arm sup		TOTALI arm sup								
	Peso proprio acciaio		0		0								
	Peso proprio soletta		0		0								
	Permanenti		0		0								
	Effetti primari del ritiro		455		546								
	Effetti secondari del ritiro		0		546								
	Accidentali mezzi + folla		0		546								
	Vento		0		546								
	Deformazioni termiche		190		683								
Cedimenti		0		683									
						Rapp σ sup	Rapp σ inf						
						0,71	0,50						
Le verifiche sono condotte negli attacchi piattabande - anima													

Le verifiche sono condotte negli attacchi piattabande - anima

VERIFICHE DELLE TRAVI PRINCIPALI AGLI STATI LIMITE D'ESERCIZIO N.T.C.2018										Foglio 3 di 13
VERIFICHE TRAVI PRINCIPALI A PRESSOFLESSIONE										
	PARZIALI (daN/cm2)					TOTALI ALLO SLE (daN/cm2)				
(positive le compressioni)	sup. sol.	sup. fe.	anima sup.	anima inf.	inf. fe.	sup. sol.	sup. fe.	anima sup.	anima inf.	inf. fe.
Peso proprio acciaio	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Peso proprio soletta	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Permanenti	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Effetti primari del ritiro	-8	415	411	-68	-74	-8	415	411	-68	-74
Effetti secondari del ritiro	0	0	0	0	0	-8	415	411	-68	-74
Accidentali mezzi + folla	0	0	0	0	0	-8	415	411	-68	-74
Vento	0	0	0	0	0	-8	415	411	-68	-74
Deformazioni termiche primarie +ΔT	3	-173	-172	28	30	-7	310	308	-51	-56
Deformazioni termiche secondarie +ΔT	0	0	0	0	0	-7	310	308	-51	-56
Deformazioni termiche primarie -ΔT	-3	173	172	-28	-30	-10	519	514	-85	-93
Deformazioni termiche secondarie -ΔT	0	0	0	0	0	-10	519	514	-85	-93
Cedimenti	0	0	0	0	0	-7	519	514	-85	-93
VERIFICHE TRAVI PRINCIPALI A TAGLIO E TORSIONE										
VERIFICHE A TAGLIO	PARZIALI (daN/cm2)			TOTALI ALLO SLE (daN/cm2)			VERIFICHE A TORSIONE	PARZIALI (daN/cm2)	TOTALI (daN/cm2)	
	Anima sup	Anima max	Anima inf	Anima sup	Anima max	Anima inf		Anima	Anima	
Peso proprio acciaio	69	86	55	69	86	55		0,00	0,00	
Peso proprio soletta	175	218	140	244	304	196		0,00	0,00	
Permanenti	115	143	92	358	447	288		0,00	0,00	
Effetti primari del ritiro	0	0	0	358	447	288		0,00	0,00	
Effetti secondari del ritiro	0	0	0	358	447	288		0,00	0,00	
Accidentali mezzi + folla	516	573	353	875	1.019	641		0,00	0,00	
Vento	36	40	25	896	1.044	656		0,00	0,00	
Deformazioni termiche	0	0	0	896	1.044	656		0,00	0,00	
Cedimenti	0	0	0	896	1.044	656		0,00	0,00	
VERIFICHE A TAGLIO E TORSIONE	PARZIALI (daN/cm2)			TOTALI ALLO SLE (daN/cm2)						
	Anima sup	Anima max	Anima inf	Anima sup	Anima max	Anima inf				
Peso proprio acciaio	69	86	55	69	86	55				
Peso proprio soletta	175	218	140	244	304	196				
Permanenti	115	143	92	358	447	288				
Effetti primari del ritiro	0	0	0	358	447	288				
Effetti secondari del ritiro	0	0	0	358	447	288				
Accidentali mezzi + folla	516	573	353	875	1.019	641				
Vento	36	40	25	896	1.044	656				
Deformazioni termiche	0	0	0	896	1.044	656				
Cedimenti	0	0	0	896	1.044	656				
VERIFICHE TRAVI PRINCIPALI TENSIONI IDEALI										
	TOTALI (daN/cm2)									
	Anima sup	Anima inf								
Peso proprio acciaio	119	96								
Peso proprio soletta	422	339								
Permanenti	621	499								
Effetti primari del ritiro	744	504								
Effetti secondari del ritiro	744	504								
Accidentali mezzi + folla	1.570	1.113								
Vento	1.606	1.138								
Deformazioni termiche	1.635	1.140								
Cedimenti	1.635	1.140								
Le verifiche sono condotte negli attacchi piattabande - anima										
CALCOLO CLASSE DELLA SEZIONE										
CLASSE DELLA PIATTABANDA										
Larghezza	c	15	cm							
Spessore	t	1,5	cm							
Tipo di acciaio		328	N/mmq							
	ε	0,85								
Rapporto c/t		10,00	CL.	3						
Piattabanda compressa: VALORI DA TAB C4.2.IX CIRCOLARE n°617/C.S.LL.PP <i>Ala superiore</i> <i>Raddoppio ala superiore</i> $b_p =$ 14,500 cm $b_{radd} =$ 0,000 cm $t_{fp} =$ 1,500 cm $t_{fradd} =$ 0,000 cm $k_{\sigma} =$ 0,430 - $k_{\sigma} =$ 0,430 - $\lambda_{pp} =$ 0,613 - $\lambda_{Pradd} =$ 0,000 - $\rho_p =$ 1,000 - $\rho_{radd} =$ 1,000 -										
CLASSE DELL'ANIMA										
Larghezza parte compressa	c	188	cm							
Spessore parte compressa	t	1,0	cm							
Tipo di acciaio		328	N/mmq							
	ε	0,85								
Rapporto c/t		188	CL.	4						
CLASSE SEZ 4										

VERIFICA DELLA SEZIONE IN CLASSE 4										Foglio 4 di 13
COEFFICIENTI DA NORMATIVA										
γ_{M0}	coefficiente di resistenza	1,05	Sono presenti irrigidimenti longitudinali ? (S/N) <div style="text-align: right;">S</div>							
γ_{M1}	coefficiente a instabilità	1,10								
η	coefficiente adimensionale	1,20								
Altezza netta dell'anima	hw =	1.900	mm	Classe dell'irrigidimento longitudinale piattabanda 16 classe 1 anima 13 classe 3 profilo classe 3						
Larghezza irrigidimento longitudinale	bsl =	200	mm							
Altezza irrigidimento longitudinale	hsl =	166	mm							
Spessore irrigidimento longitudinale	tsl =	13,5	mm							
	15ε t =	127	mm							
	hw1 =	985	mm	Distanza tra lembo superiore compresso del pannello d'anima e baricentro della piattabanda dell'irrigidimento longitudinale.						
Distanza tra gli irrigidimenti trasversali	a =	888	mm							
TENSIONI										
σ1	Tensione totale SLU anima sup (positiva)	51,4	N/mmq	ITERATIVO: CAMBIA LA SEZIONE E DI CONSEGUENZA LE SIGMA AI BORDI (SI PARTE DALLE TENSIONI DELLA SEZ LORDA E POI SI INSERISCONO QUELLI DERIVANTI DA CALCOLO DELLA SEZ EFFICACE)						
σ2	Tensione totale SLU anima inf (negativa)	-8,5								
σsl	Tensione SLU nel pannello ad altezza hw1	20,3	N/mmq							
Calcolo stabilità dei pannelli soggetti a compressione Piattabanda compressa: VALORI DA TAB C4.2.IX CIRCOLARE n°617/C.S.LL.PP <i>Ala superiore</i> <i>Raddoppio ala superiore</i> bp = 14,5 cm bradd = 0,0 cm tfp = 1,5 cm tradd = 0,0 cm κσ = 0,430 - κσ = 0,430 - coefficiente per l'instabilità a compressione λpp = 0,613 - λpradd = 0,000 - ρp = 1,000 - ρradd = 1,000 -										
Calcolo delle aree efficaci e lorde dei sottopannelli. VALORI DA TAB C4.2.VIII CIRCOLARE n°617/C.S.LL.PP Sottopannello 1: Sottopannello 2: b1 = 978 mm b2c = 641 mm b2 = 908 mm ψ1 = 0,396 - ψ2 = -0,418 - b2t = 268 mm κσ1 = 5,671 - κσ2 = 12,145 - λp1 = 1,709 - λp2 = 0,765 - ρ1 = 0,521 - ρ2 = 1,000 - larghezze lorde: larghezze lorde: b1,lat = 425 mm b2,sup = 256 mm b1,inf = 553 mm b2,lat = 384 mm larghezze efficaci larghezze efficaci b1,eff = 510 mm b2,eff = 641 mm b1,lat,eff = 221 mm b2,sup,eff = 256 mm b1,inf,eff = 288 mm b2,lat,eff = 384 mm x1,eff = 468 mm x2,eff = 0 mm										
Comportamento tipo piastra: calcolo di σcr,p e ρ : Asl,1 12.989 [mm²] area lorda dell'irrigiditore longitudinale e della porzione lorda di anima collaborante. xsl,1 53 [mm] distanza tra baricentro dell'area lorda e asse dell'anima. Isl,1 8.295 [cm⁴] momento d'inerzia fuori piano dell'area lorda. Buckling dell'irrigidimento longitudinale e calcolo di σcr,p b1 985 [mm] distanza tra irrigiditore e bordo longitudinale compresso del pannello d'anima b2 915 [mm] distanza tra irrigiditore e bordo longitudinale teso del pannello d'anima b 1.900 [mm] altezza del pannello d'anima ac 10.567 [mm] distanza critica tra gli irrigidimenti trasversali σcr,sl 16.806 [MPa] tensione critica nell'irrigiditore longitudinale σcr,p 42.376 [MPa] tensione critica al lembo maggiormente compresso del pannello d'anima per comportamento a piastra Calcolo del coefficiente ρ: AC 12.989 [mm²] area lorda della zona compressa del pannello d'anima irrigidito eccetto le parti laterali Ac,eff,loc 10.340 [mm²] area efficace della zona compressa del pannello d'anima irrigidito eccetto le parti laterali βAc ^p 0,796 [-] rapporto Ac,eff,loc / AC λp 0,079 [-] snellezza ψ -0,165 [-] relativo all'intero pannello d'anima = σ2/σ1 ρ 1,000 [-] coefficiente di riduzione per instabilità di piastra										

Comportamento tipo colonna: calcolo di $\sigma_{cr,c}$ e χ_c :

Foglio
5 di 13

$A_{sl,1}$	12.989	[mm ²]	area lorda dell'irrigiditore longitudinale e della porzione lorda di anima collaborante.
$I_{sl,1}$	8.295	[cm ⁴]	momento d'inerzia fuori piano dell'area lorda
$A_{sl,1,eff}$	10.340	[mm ²]	area dell'irrigiditore longitudinale e della porzione efficace di anima collaborante
$\beta_{A,c}$	0,796	[-]	rapporto $A_{sl,1,eff} / A_{sl,1}$
$\sigma_{cr,sl}$	16.805	[MPa]	tensione critica euleriana dell'irrigiditore longitudinale
$\sigma_{cr,c}$	42.374	[MPa]	tensione critica al lembo maggiormente compresso del pannello d'anima per comportamento a colonna
λ_c	0,079	[-]	snellezza
i	80	[mm]	raggio d'inerzia fuori piano della sezione lorda
e_2	53	[mm]	distanza tra baricentro della sezione lorda di irrigiditore + parte di anima collaborante e asse medio dell'anima
e_1	92	[mm]	distanza tra baricentro del solo irrigiditore e baricentro della sezione lorda di irrigiditore + anima collaborante
e	92	[mm]	max (e_1 ; e_2)
α	0,49	[-]	coefficiente di imperfezione
αE	0,594	[-]	
Φ	0,467	[-]	
χ_c	1,000	[-]	coefficiente di riduzione per instabilità di colonna

Interpolazione tra comportamento a piastra e comportamento a colonna

ξ	0,000	[-]	
ρ_c	1,000	[-]	coefficiente di riduzione per instabilità globale

Calcolo delle caratteristiche geometriche efficaci

$$A_{c,eff} = \rho_c A_{c,eff,loc} + \sum b_{l,at,eff} \cdot t \quad 16.398 \quad [mm^2] \quad \text{area efficace della parte compressa del pannello d'anima}$$

In accordo a UNI EN 1993-1-5 par. 4.5.1(7) per il calcolo del momento d'inerzia J_{eff} della sezione metallica efficace, l'area effettiva della parte compressa del pannello d'anima può essere uniformemente ridotta moltiplicando lo spessore dell'anima t e lo spessore dell'irrigidimento longitudinale t_{sl} per il fattore rc .

l_{red}	10,0	[mm]
$l_{sl,red}$	13,5	[mm]

Si utilizza acciaio da carpenteria di tipo

S 328

Resistenza allo snervamento $f_{yd} = 312,6$ N/mmq

Coefficiente $\epsilon = 0,85$

CARATTERISTICHE GEOMETRICHE SEZIONE EFFICACE

	A_{eff} (cm ²)	y_i (cm)	J_{eff} (cm ⁴)	J_{tor} (cm ⁴)	W_{sol} (cm ³)	W_{de} (cm ³)	W_{fe} (cm ³)	$W_{animsup}$ (cm ³)	$W_{animainf}$ (cm ³)
Sezione metallica	386	64	1.830.854	410	0	14.123	28.445	14.288	29.595
Sezione metallica + soletta collab. Fase 2a	16,01	807	137	5.767.053	410	1.206.725	102.048	41.946	104.830
Sezione metallica + soletta collab. Fase 3	6,06	1.422	166	7.345.139	410	932.534	264.863	44.176	280.009
Sezione metallica + soletta collab. Fase 2b	14,22	854	141	5.967.496	410	1.165.012	112.938	42.274	116.238
Sezione metallica + soletta collab. Fase 2c	19,63	738	131	5.427.473	410	1.287.576	86.500	41.351	88.618

AZIONI TRAVI PRINCIPALI										Foglio 6 di 13	
AZIONI SOLLECITANTI (M max)											
valori x10 ⁴		M+N* <i>e_N</i> (Nm)	N (N)	T (N)	Mt (Nm)	Mt (Nm)	<i>e_N</i> (cm)		AZIONI SOLLECITANTI (Mt max)		
									Mt (Nm)	Mt (Nm)	valori x10 ⁴
Peso proprio acciaio		0	0	15	0	0	-6,83		0	0	
Peso proprio soletta		0	0	38	0	0	-6,83		0	0	
Permanenti		0	0	25	0	0	-3,33		0	0	
Effetti primari del ritiro		155	247	0	0	0	-3,15		0	0	
Effetti secondari del ritiro		0	0	0	0	0	-3,15		0	0	
Accidentali mezzi + folla		0	0	100	0	0	-1,90		0	0	
Vento		0	0	7	0	0	-1,90		0	0	
Deformazioni termiche primarie		78	208	0	0	0	-1,90		0	0	
Deformazioni termiche secondarie		0	0	0	0	0	-1,90		0	0	
Cedimenti		0	0	0	0	0	-3,63		0	0	
VERIFICHE DELLE TRAVI PRINCIPALI AGLI STATI LIMITE ULTIMI N.T.C.2018											
VERIFICHE TRAVI PRINCIPALI A PRESSOFLESSIONE											
(positive le compressioni)		PARZIALI (daN/cm2)					TOTALI ALLO SLU STR - Az.base Accidentali mezzi + folla- (daN/cm2)				
		sup. sol.	sup. fe.	anima sup.	anima inf.	inf. fe.	sup. sol.	sup. fe.	anima sup.	anima inf.	inf. fe.
Peso proprio acciaio		0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Peso proprio soletta		0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Permanenti		0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Effetti primari del ritiro		-7	426	422	-71	-78	-9	512	507	-86	-93
Effetti secondari del ritiro		0	0	0	0	0	-9	512	507	-86	-93
Accidentali mezzi + folla		0	0	0	0	0	-9	512	507	-86	-93
Vento		0	0	0	0	0	-9	512	507	-86	-93
Deformazioni termiche primarie +DT		2	-176	-174	29	31	-7	385	382	-65	-71
Deformazioni termiche secondarie +DT		0	0	0	0	0	-7	385	382	-65	-71
Deformazioni termiche primarie -DT		-2	176	174	-29	-31	-11	638	632	-106	-116
Deformazioni termiche secondarie -DT		0	0	0	0	0	-11	638	632	-106	-116
Cedimenti		0	0	0	0	0	-7	638	632	-106	-116
										Rapp σ sup	Rapp σ inf
										0,20	0,04
VERIFICHE TRAVI PRINCIPALI A TAGLIO E TORSIONE											
VERIFICHE A TAGLIO		PARZIALI (daN/cm2)			TOTALI ALLO SLU STR (daN/cm2)			VERIFICHE A TORSIONE		PARZIALI (daN/cm2)	
		Anima sup	Anima max	Anima inf	Anima sup	Anima max	Anima inf			Anima	TOTALI (daN/cm2)
										Anima	Anima
Peso proprio acciaio		71	86	53	96	116	72			0,00	0,00
Peso proprio soletta		120	218	196	259	410	337			0,00	0,00
Permanenti		119	143	89	437	625	470			0,00	0,00
Effetti primari del ritiro		0	0	0	437	625	470			0,00	0,00
Effetti secondari del ritiro		0	0	0	437	625	470			0,00	0,00
Accidentali mezzi + folla		525	573	337	1.146	1.398	925			0,00	0,00
Vento		37	40	24	1.179	1.434	946			0,00	0,00
Deformazioni termiche		0	0	0	1.179	1.434	946			0,00	0,00
Cedimenti		0	0	0	1.179	1.434	946			0,00	0,00
VERIFICHE A TAGLIO E TORSIONE		PARZIALI (daN/cm2)			TOTALI ALLO SLU STR (daN/cm2)						
		Anima sup	Anima max	Anima inf	Anima sup	Anima max	Anima inf				
Peso proprio acciaio		71	86	53	96	116	72				
Peso proprio soletta		120	218	196	259	410	337				
Permanenti		119	143	89	437	625	470				
Effetti primari del ritiro		0	0	0	437	625	470				
Effetti secondari del ritiro		0	0	0	437	625	470				
Accidentali mezzi + folla		525	573	337	1.146	1.398	925				
Vento		37	40	24	1.179	1.434	946				
Deformazioni termiche		0	0	0	1.179	1.434	946				
Cedimenti		0	0	0	1.179	1.434	946				
								τ _{media}		Rapp τ	
								1186,4		0,79	
VERIFICHE TRAVI PRINCIPALI TENSIONI IDEALI											
		TOTALI (daN/cm2)									
		Anima sup	Anima inf								
Peso proprio acciaio		167	124								
Peso proprio soletta		448	584								
Permanenti		757	814								
Effetti primari del ritiro		911	818								
Effetti secondari del ritiro		911	818								
Accidentali mezzi + folla		2.049	1.604								
Vento		2.105	1.641								
Deformazioni termiche		2.138	1.642								
Cedimenti		2.138	1.642								
Le verifiche sono condotte negli attacchi piattabande - anima											
VERIFICA A RESPIRO D'ANIMA											
Tipologia di ponte		STRADALE									
Verifica del web breathing		VERIFICA NON NECESSARIA									
		b/t ≤ 30 + 4,0 L ≤ 300 for road bridges									
		b/t ≤ 55 + 3,3 L ≤ 250 for railway bridges									

VERIFICHE DEL RESPIRO D'ANIMA IN COMBINAZIONE FREQUENTE - EN 1994-2

Foglio7 di 13

VERIFICHE TRAVI PRINCIPALI A PRESSOFLESSIONE

(positive le compressioni)	PARZIALI (daN/cm2)					TOTALI ALLO SLU STR - Az.base Accidentali mezzi + folla- (daN/cm2)				
	sup. sol.	sup. fe.	anima sup.	anima inf.	inf. fe.	sup. sol.	sup. fe.	anima sup.	anima inf.	inf. fe.
Peso proprio acciaio	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Peso proprio soletta	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Permanenti	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Effetti primari del ritiro	-7	426	422	-71	-78	-7	426	422	-71	-78
Effetti secondari del ritiro	0	0	0	0	0	-7	426	422	-71	-78
Accidentali mezzi + folla	0	0	0	0	0	-7	426	422	-71	-78
Vento	0	0	0	0	0	-7	426	422	-71	-78
Deformazioni termiche primarie +DT	2	-176	-174	29	31	-6	321	318	-54	-59
Deformazioni termiche secondarie +DT	0	0	0	0	0	-6	321	318	-54	-59
Deformazioni termiche primarie -DT	-2	176	174	-29	-31	-9	532	527	-89	-97
Deformazioni termiche secondarie -DT	0	0	0	0	0	-9	532	527	-89	-97
Cedimenti	0	0	0	0	0	-6	532	527	-89	-97

VERIFICHE TRAVI PRINCIPALI A TAGLIO E TORSIONE

VERIFICHE A TAGLIO

	PARZIALI (daN/cm2)			TOTALI ALLO SLU STR (daN/cm2)				PARZIALI (daN/cm2) Anima	TOTALI (daN/cm2) Anima
	Anima sup	Anima max	Anima inf	Anima sup	Anima max	Anima inf			
Peso proprio acciaio	48	77	78	48	77	78		0,00	0,00
Peso proprio soletta	120	196	196	168	273	274		0,00	0,00
Permanenti	119	129	89	287	402	363		0,00	0,00
Effetti primari del ritiro	0	0	0	287	402	363		0,00	0,00
Effetti secondari del ritiro	0	0	0	287	402	363		0,00	0,00
Accidentali mezzi + folla	525	515	337	681	789	615		0,00	0,00
Vento	37	36	24	681	789	615		0,00	0,00
Deformazioni termiche	0	0	0	681	789	615		0,00	0,00
Cedimenti	0	0	0	681	789	615		0,00	0,00

VERIFICHE A TAGLIO E TORSIONE

	PARZIALI (daN/cm2)			TOTALI ALLO SLU STR (daN/cm2)			
	Anima sup	Anima max	Anima inf	Anima sup	Anima max	Anima inf	
Peso proprio acciaio	48	77	78	48	77	78	
Peso proprio soletta	120	196	196	168	273	274	
Permanenti	119	129	89	287	402	363	
Effetti primari del ritiro	0	0	0	287	402	363	
Effetti secondari del ritiro	0	0	0	287	402	363	
Accidentali mezzi + folla	525	515	337	681	789	615	
Vento	37	36	24	681	789	615	
Deformazioni termiche	0	0	0	681	789	615	
Cedimenti	0	0	0	681	789	615	

Tmedia

694,91

VERIFICA DEL WEB BREATHING

Numero di irrigidimenti longitudinali

1

[-]

Rapporto d'allungamento α = a/hw

0,457

[-]

Tensione critica euleriana intera anima

σE

5,05

[MPa]

Tensione critica euleriana pannello sup.

σE

19,58

[MPa]

Tensione critica euleriana pannello inf.

σE

20,83

[MPa]

dist. dal lembo inferiore del punto di σ = 0

x

27,91

[cm]

controllo posizionamento irrigidimento

OK

Tensione SLU nel pannello ad altezza hw1

σsl1

214

[MPa]

Altezza totale pannello d'anima

hw [cm] =

194,0

Spessore anima

sw [mm] =

10

Lunghezza pannello compreso tra 2 irrigiditori trasversali

a [mm] =

888

Coeffic. di instabilità a taglio intera anima

kτ

29,52

[-]

Coeffic. di instabilità a taglio pannello SUP.

kτ

61,38

[-]

Coeffic. di instabilità a taglio pannello INF.

kτ

62,10

[-]

Intera anima

-

VERIFICA NON NECESSARIA

Pannello sup.

0,484

VERIFICA SODDISFATTA

Pannello inf.

0,108

VERIFICA SODDISFATTA

Rapp η

0,44

Allegato A - 43

VERIFICHE PARTICOLARI								Foglio 8 di 13
VERIFICA SALDATURE	ANIMA SUP.		ANIMA INF.		RADDOPPIO SUP.		RADDOPPIO INF.	
	PARZIALI (daN/cm2)	TOTALI (daN/cm2)	PARZIALI (daN/cm2)	TOTALI (daN/cm2)	PARZIALI (daN/cm2)	TOTALI (daN/cm2)	PARZIALI (daN/cm2)	TOTALI (daN/cm2)
Peso proprio acciaio	41	55	33	44	0	0	0	0
Peso proprio soletta	103	194	83	156	0	0	0	0
Permanenti	68	295	54	237	0	0	0	0
Effetti primari del ritiro	0	295	0	237	0	0	0	0
Effetti secondari del ritiro	0	295	0	237	0	0	0	0
Accidentali mezzi + folla	304	706	208	518	0	0	0	0
Vento	21	725	15	531	0	0	0	0
Deformazioni termiche	0	725	0	531	0	0	0	0
Cedimenti	0	725	0	531	0	0	0	0

VERIFICHE DI INSTABILITA' DELL'ANIMA				Foglio 9 di 13
Caratteristiche geometriche del pannello		OBLIQUITA'	0	
	Descrizione	Valore	u.d.m.	
a	distanza tra irrigidimenti verticali	888	mm	
h	altezza totale del pannello	1.940	mm	
hw	altezza totale dell'anima	1.900	mm	
tw	spessore dell'anima	10	mm	
NB: h corrisponde all'altezza totale della trave, mentre hw è h - spessori ali e raddoppi				
Anima provvista di nervature trasversali e longitudinali				
Irrigidimenti:	acciaio S 328,2	f _{yk} (Mpa)= 328,2	f _{yd} (Mpa)= 328,20	
Pannelli:	acciaio S 328,2	f _{yk} (Mpa)= 328,2	f _{yd} (Mpa)= 328,20	
γ _m				
1				
Deve essere verificata la limitazione: (punto 1.2-10030)				
hw/tw = 190,00		hw/tw ≤ 400	OK	
Verifiche di stabilità				
Sollecitazioni agli SLU nella sezione				
	Descrizione	Valore	u.d.m.	
σ ₁	tensione normale al lembo 1	-63,24	N/mm ²	
σ ₂	tensione normale al lembo 2	10,63	N/mm ²	
τ	tensione tangenziale media	118,64	N/mm ²	
Verifica nervature longitudinali (punti 7.2.6-10011, 3.1.2-10030, 3.2.3-10030)				
	b (mm)	h (mm)	A (mm ²)	γ (mm)
anima	8,6	200	1.720	100
ala	180	13,5	2.430	206,75
Sezione simmetrica				
Pareti sottili con bordo irrigidito		b/t ≤ 12		
b = 200		t = 8,6	b2 = 166,5	
b1=30xt1= 300		t1 = 10		
b/t = 23,26		≤ 12,00	NO!	
Deve essere verificata la disuguaglianza: I ≥ 0,15 mL γL hw tw³				
	Descrizione	Valore	u.d.m.	
mL	1,00 ≤ 0,015 (hw/tw-70) ≤ 2,00	1,80		
n	n° irrigidimenti longitudinali	1		
AL	area effettiva irrigidimento long.	4.150	mm ²	
α	rapporto tra i lati del pannello	0,467		
ψ	coefficiente di variazione lineare di σ	-0,168		
δ	AL/(hw tw)	0,218		
η1	h1/hw	0,516		
η2	h2/hw	-		
Valori tabulari (prospetti 3.1 e 3.2 10030)				
γ(L,τ)	8,00	γ(L,σ)	3,00	
I _L = 126.841.956		>	4.104.000	
VERIFICA SODDISFATTA				
Verifica nervature trasversali (punto 3.1.3-10030)				
Sezione simmetrica				
	b (mm)	h (mm)	A (mm ²)	γ (mm)
anima	9	200	1.800	100
ala	90	9	810	204,5
Pareti sottili con bordo irrigidito		b/t ≤ 12		
b = 200		t = 9	b2 = 81	
b1=30xt1= 300		t1 = 10		
Deve essere verificata la disuguaglianza: I ≥ 0,15 γτ hw tw³				
Valori tabulari (prospetti 3.1 e 3.2 10030)				
K	1,00	γτ	60,00	
I _L = 57.879.870		>	17.100.000	
VERIFICA SODDISFATTA				

0,467

	α	τ	σ
α inf	0,4	8	3
α sup	0,7	8	3
Valore interpolato		8,00	3,00

0,467

	α	T
α inf	0,4	60
α sup	0,7	60
Valore interpolato		60,00

Stabilità dell'anima (punto 7.6-10011)

Foglio
10 di 13

Dimensioni pannello (mm)
Tensioni ai bordi (N/mm²)

h=	1.940	hw=	1.900
σ_1 =	-63,2	σ_2 =	10,63
τ =	118,6	y_n (mm)=	1.626,7

Deve essere verificata la disuguaglianza: $\sigma_{cr,red}/\alpha_{id} \geq \beta \cdot v$

Pannello	1	2	3	4	5
i	985	955			
tl	9	9			
h	981	951			
a	888	888			
tw	10	10			
α	0,90	0,93			
σ_1	-63,2	-24,8			
σ_2	-25,1	12,2			
σ_1^*	63,2	24,8			
σ_2^*	25,1	-12,2			
τ	118,6	118,6			
ψ	0,40	-0,49			
α_{id}	215,00	206,98			
$\sigma_{cr,0}$	19,36	20,60			
$k\sigma$	5,667	-			
$k\sigma$	-	6,477			
$k\sigma$	-	-			
$k\tau$	10,520	10,128			
σ_{cr}	109,71	-			
σ_{cr}	-	133,43			
σ_{cr}	-	-			
τ_{cr}	203,68	208,64			
$\sigma_{cr,id}$	240,45	336,61			
$0.8 \cdot f_d$	262,56	262,56			
$\sigma_{cr,red}$	240,45	294,39			
$\sigma_{cr,red}/\alpha_{id}$	1,12	1,42			
β	0,80	0,80			
v	1,00	1,00			
$\beta \cdot v$	0,80	0,80			
	OK	OK			

interasse verticale tra i due irrigidimenti del pannello; da inserire per ogni pannello (n° irrig. + 1)

compaiono solo i numeri per i casi in questione (dipendono da α e ψ)

il caso IV è sempre presente: dipende dal taglio
per la σ_{cr} compaiono solo i casi corrispondenti da $k\sigma$

inserire manualmente il valore

Verifiche agli SLU

Verifica dell'anima (punto 3.2.1-10030)

Sollecitazioni esterne (kN e m):	Vsd=	2.456	Msd=	2.261
Momento resistente delle sole piattabande:	Mrd =	9.484	kNm	
Momento resistente della sezione lorda:	M'rd =	13.181	kNm	
Spessore equivalente anima:	twe2 =	10,00	mm	

NB: valori agli SLU

Taglio resistente di calcolo:		Vrd = Vcr+Vt			
τ* = τcr,min	203,68	bs	300	bi	600
σtd	-24,16	ts	15	ti	25
θ	1,134	Nfd	4.939.795		
Φ	0,756	Mfs	56.419.708	Mfi	210.292
		ds	0,00	di	0,00

NB: bs e ts ala compressa; bi e ti ala tesa

Vcr=hw twe2 τ^* =	3.869.856	N		
Vt =	0	N		
VRd =	3.869.856	N		
Verifica=	3.869.856	N	>=	2.455.934

VERIFICA SODDISFATTA

Verifica delle nervature trasversali (punto 3.2.2-10030)

Larghezza collaborante anima = be+t=	10	mm			
Lunghezza libera inflessione = 0,7*hw=	1.330	mm			
Sforzo normale = Nird=Vrd-0,8*Vcr=	773.971	N			
Area = A=	2.710	mmmq			
Distanza baricentro asse anima =	132,36	mm			
Inerzia = J=	14.466.895	mm4			
Raggio giratorio d'inerzia = i=	73,06	mm			
Snellezza = λ=	18,20				
Sforzo critico euleriano = σcr=	6.255	N/mmq			
Forza critica euleriana = NcrE=	16.950.835	N			
Carico resistente a instabilità = NRd=	889.422	N			
NRd =	889.422	>=	Nird =	773.971	

VERIFICA SODDISFATTA

Caratteristiche geometriche del pannello d'anima:

Altezza pannello h	1.940	[mm]
Spessore pannello t	10	[mm]
Rapporto altezza spessore hw/t	194,00	[-]

Tensione di snervamento anima fyw	328	[MPa]
Coefficiente η	1,20	[-]
Coefficiente ε	0,85	[-]
Pannello irrigidito (S/N)	S	

Minimo coefficiente di instabilità per taglio del pannello k_T 49,85 [-]

Necessaria verifica instabilità per taglio poiché:

$$hw/t = 194,00 > 31/\eta \cdot \varepsilon \cdot \sqrt{k_T} = 154,332$$

a = lunghezza del pannello compreso tra due irrigiditori trasversali rigidi consecutivi
(in assenza di irrigidimenti la lunghezza del pannello si considera coincidente con quella della trave)

a 888 [mm]

Numero di irrigidimenti longitudinali	1	[-]
Rapporto d'allungamento $\alpha = a/h_w$	0,457	[-]

Caratteristiche geometriche singolo irrigidimento longitudinale

Altezza hsl	166	[mm]	Larghezza bsl	200	[mm]
Spessore tsl	14	[mm]	Irrigidimento a I/L o altro (I/L/A)	I	
$15 \varepsilon t$	126,928	[mm]			

Momento di inerzia del singolo irrigiditore longitudinale rispetto all'asse baricentrico parallelo al piano dell'anima, considerando una larghezza collaborante di anima pari a $15 \varepsilon t$ da ciascun lato dell'irrigiditore:

Isl, singolo 23.832.771 [mm⁴]

Somma dei momenti di inerzia:

Isl 23.832.771 [mm⁴]

Coefficiente per l'instabilità a taglio	k_T	49,845	[-]
Tensione critica euleriana	σ_E	5,048	[MPa]
Tensione tangenziale critica	τ_{cr}	251,636	[MPa]
Snellezza intero pannello	λ_w	0,868	[-]

Calcolo della snellezza $\lambda_{w,1}$ del sottopannello più critico (in assenza di irrigidimenti longitudinali coincide con la snellezza del pannello intero).

Altezza sottopannello hw,1	1.940	[mm]	α_1	0,457	[-]
Minimo coefficiente di instabilità per taglio del sottopannello	$k_{T,1}$	29,516	[-]		
Snellezza del sottopannello	$\lambda_{w,1}$	1,128	[-]		

Snellezza di calcolo	λ_w	1,128	[-]
Montanti d'appoggio rigidi/altri casi (R/A)	A		
Coefficiente χ_w (Tabella C4.2.VII)	0,956	[-]	
γ_{M1}	1,10	[-]	
Contributo resistente dell'anima Vbw,Rd UNI EN 1993-1-5 paragrafo 5.3	3195,720	[kN]	

Trascurare il contributo delle piattabande? (Teoria delle bande diagonali) (S/N)

N

Contributo resistente delle piattabande secondo UNI EN 1993-1-5 paragrafo 5.4:
Vbf,Rd 0,000 [kN]

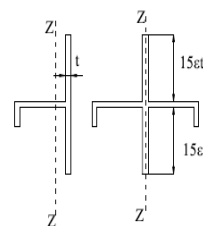
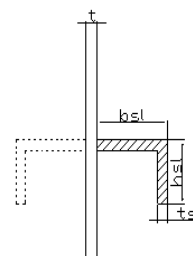


Figura C4.2.12 – Irrigidimenti longitudinali dei pannelli d'anima

CARATTERISTICHE TRAVE E SOLLECITAZIONI

Spessore piattabanda sup	ifs	15	[mm]
Larghezza piattabanda sup	bfs	300	[mm]
Spessore piattabanda inf	ifi	25	[mm]
Larghezza piattabanda inf	bfi	600	[mm]
Area piattabanda sup	Afs	4.500	[mm ²]
Area piattabanda inf	Afi	15.000	[mm ²]

Spessore della piattabanda di minima resistenza assiale tf

Larghezza piattabanda assunta nel calcolo bf

Tensione di snervamento piattabande fyf

γ_{M1}

Distanza tra le cerniere plastiche c

Distanza tra i baricentri delle piattabande hf

Momento resistente caratteristico delle sole piattabande M_{fk}

γ_{M0}

Momento resistente di progetto delle sole piattabande $M_{f,Rd}$

Momento resistente di progetto ridotto in presenza di sforzo assiale $M_{f,red}$

15	[mm]
300	[mm]
328	[MPa]
1,10	[-]
224,42	[mm]
1.960	[mm]
2.895	[kNm]
1,05	[-]
2.757	[kNm]

778 [kNm]

Azioni sollecitanti allo stato limite ultimo nella sezione di verifica:

Taglio sollecitante $V_{Ed,SLU}$	2.456	[kN]
Azione assiale sollecitante $N_{Ed,SLU}$	4.374	[kN]
Momento flettente sollecitante $M_{Ed,SLU}$	2.261	[kNm]

Controllo dell'azione flettente

$M_{Ed}/M_{f,red} = 2,90$ [-]

Le piattabande sono completamente impegnate dal momento flettente: $V_{bf,Rd} = 0$.

Resistenza a stabilità per taglio:

$V_{b,Rd} = V_{bw,Rd} + V_{bf,Rd} = 3.196$ [kN]

Coefficiente di utilizzo per instabilità a taglio: $\eta_3 = V_{Ed}/V_{b,Rd} = 0,77$ [-] **VERIFICA SODDISFATTA**

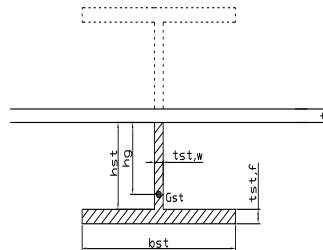
Verifica dei requisiti di rigidità degli irrigiditori trasversali (EN 1993-1-5: 9.3.3)

CARATTERISTICHE GEOMETRICHE DELL'IRRIGIDITORE

Spessore anima $t_{st,w}$	9	[mm]
Altezza anima h_{st}	200	[mm]
Spessore ala $t_{st,f}$	0	[mm]
Larghezza ala b_{st}	0	[mm]
Irrigiditore su entrambi i lati (S/N)	N	

Area effettiva irrigiditore	1.800	[mm ²]
Momento d'inerzia effettivo I_{st}	6.000.000	[mm ⁴]
$\alpha = a/h_w$	0,46	< $\sqrt{2}$

Momento d'inerzia limite $I_{limite} = 13.904.639$ [mm⁴]



L'irrigiditore non è rigido (EN 1993-1-5: 9.3.3)

Verifica dei requisiti minimi degli irrigiditori trasversali (EN 1993-1-5: 9.2.1(5))

Pannelli irrigiditi soggetti a sola azione di compressione N_{Ed} (assenza di azione assiale nell'irrigiditore trasversale)

As (Area effettiva irr. + $2 \cdot 15et^2 + t_{st,w} \cdot t$)	4.429	[mm ²]
Distanza tra baricentro e asse anima e	43	[mm]
Is (inerzia di As rispetto al baricentro)	17.800.835	[mm ⁴]
Lunghezza del pannello precedente a_1	888	[mm]
Lunghezza del pannello seguente a_2	888	[mm]
Luce dell'irrigiditore trasversale b	1.940	[mm]
Difetto di rettilineità w_0	2,96	[mm]
Tensione di snervamento f_{yk}	328	[MPa]
γ_{M1}	1,10	[-]
σ critica per instabilità di colonna $\sigma_{cr,c}$	42.373,94	[MPa]
σ critica per instabilità di piastra $\sigma_{cr,p}$	42.376,03	[MPa]
Rapporto $\sigma_{cr,c} / \sigma_{cr,p}$	1,00	[-]
Ac,eff	10.340	[mm ²]

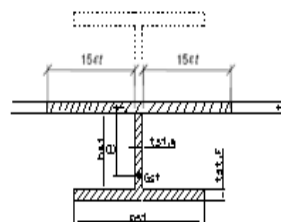
$\sigma_{max} = 63,24$ [MPa]

$N_{Ed} = 326,95$ [kN]

$$\sigma_m = \frac{\sigma_{cr,c}}{\sigma_{cr,p}} \frac{N_{Ed}}{b} \left(\frac{1}{a_1} + \frac{1}{a_2} \right) = 0,38 \text{ [MPa]}$$

$e_{max} = 162,32$ [-]

$$u = \frac{\pi^2 E e_{max}}{f_y 300 b} \geq 1,0 = 1,94 \text{ [-]}$$



valore compreso tra 0.50 e 1.00;
area efficace della parte compressa del pannello d'anima nervato o no;
massima tensione di compressione nel pannello d'anima nervato o no;
massima forza di compressione nei pannelli adiacenti all'irrigiditore trasversale;

massima distanza tra i lembi dell'irrigiditore ed il suo baricentro;

$$I_{st} = \frac{\sigma_m}{E} \left(\frac{b}{\pi} \right)^4 \left(1 + w_0 \frac{300}{b} u \right) = 496.057 \text{ [mm⁴]}$$

Is = 17.800.835 [mm⁴] ≥ Ist = 496.057 [mm⁴] **VERIFICA SODDISFATTA**

Verifica dei requisiti minimi degli irrigiditori trasversali (EN 1993-1-5: 9.2.1(6))

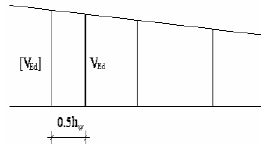
Foglio
13 di 13

Pannelli irrigiditi soggetti a sola azione di compressione N_{Ed} e azione assiale $N_{st,Ed}$ nell'irrigiditore trasversale

Gli irrigiditori trasversali rigidi devono essere verificati per una forza assiale $N_{st,ten}$ da EN 1993-1-5: Eq. 9.48.

Taglio di calcolo a distanza $0,5 h_w$ dal pannello soggetto alla massima azione tagliante:

$$V_{Ed} = 2.456 \text{ [kN]}$$



Forza assiale nell'irrigiditore trasversale dovuto al campo tensionale diagonale nel pannello per effetto del taglio:

$$N_{st,ten} = V_{Ed} - \frac{1}{\lambda_w^2} \cdot t \cdot h_w \frac{f_{yw}}{\sqrt{3}} = 0 \text{ [kN]}$$

se tale azione è risulta di segno negativo
si assume uguale a zero.

Se l'irrigiditore trasversale è soggetto ad azione assiale questa deve essere incrementata secondo quanto indicato in EN 1993-1-5: 9.2.1(6).

$$\Delta N_{st} = \sigma_m b^2 / \pi^2 = 144,82 \text{ [kN]}$$

$$\Sigma N_{st,Ed} = N_{st,Ed} + \Delta N_{st,Ed} = 144,82 \text{ [kN]}$$

As (Area effettiva irr. + $2 \cdot 15ct^2 + t_{st,w} t$)

4.429 [mm²]

Is (inerzia di As rispetto al baricentro)

17.800.835 [mm⁴]

e_{max}

162 [-]

massima distanza tra lembi e baricentro

lunghezza di inflessione $l_0 = h_w$

1.940 [mm]

Carico critico euleriano $N_{cr,st}$

9.803 [kN]

$$\xi q_m = \frac{N_{st,Ed} e_0}{\Sigma N_{st,Ed} W_0} = 0,00 \text{ [-]}$$

I requisiti di rigidezza e resistenza sono soddisfatti se valgono le seguenti disuguaglianze:

$$w = W_0 \frac{1}{N_{cr,st} - 1} (1 + 1,25 q_m) = 0,00 \text{ [mm]} < b/300 = 6,47 \text{ [mm]} -$$

$$\sigma_{max} = \frac{N_{st,Ed}}{A_{st}} + \frac{\Sigma N_{st,Ed} e_{max} W_0}{I_{st}} \cdot \frac{1}{1 - \frac{\Sigma N_{st,Ed}}{N_{cr,st}}} (1 + 1,11 q_m) = 3,97 \text{ [MPa]} \leq 298,36 \text{ [Mpa]} -$$

VERIFICA SODDISFATTA

Verifica a stabilità per compressione degli irrigiditori trasversali (EN 1993-1-1: 6.3)

Tensione di snervamento f_{yk}	328	[MPa]
As (Area effettiva irr. + $2 \cdot 15ct^2 + t_{st,w} t$)	4.429	[mm ²]
Is (inerzia di As rispetto al baricentro)	17.800.835	[mm ⁴]
lunghezza di inflessione $l_0 = h_w$	1.940	[mm]
Carico critico euleriano $N_{cr,st}$	9.803	[kN]
Snellezza adimensionale λ	0,39	[-]
Coefficiente di imperfezione α	0,49	[-]
Coefficiente ϕ	0,62	
Coefficiente di riduzione χ	0,91	
Resistenza ad instabilità dell'irrigidimento	1.196,05	[kN]
Azione sollecitante $N_{st,ten}$	0,00	[kN]

Indice di resistenza 0,00 [-]

VERIFICA SODDISFATTA

DATI GEOMETRICI										Foglio 1 di 13	
TRAVE IN ACCIAIO	Altezza sezione metallica (cm)	194	Interasse travi metalliche sup. (cm)		300	CONCIO		C3			
	Interasse travi metalliche (cm)	300	Interasse travi metalliche inf. (cm)		300	FRAME					
	Larghezza ala superiore esterna (cm)	30				JOINT					
	Spessore ala superiore esterna (cm)	1,5	Interasse irrigidimenti verticali (cm)		88,75						
	Larghezza raddoppio superiore (cm)	0	Luce campata di riferimento (m)		49,1	num. Travi		2			
	Spessore Raddoppio ala superiore (cm)	0,0									
	Spessore anima (cm)	1,0	Acciaio tipo		S	328,2	tipologia	VIA SUPERIORE			
	Larghezza raddoppio inferiore (cm)	0									
	Spessore Raddoppio ala inferiore (cm)	0,0									
	Larghezza ala inferiore esterna (cm)	60									
CONTROVENTI SUPERIORI	Spessore ala inferiore esterna (cm)	2,5									
	Modulo elasticità acciaio (daN/cm2)	2.100.000									
	Passo controventi superiori a (cm)	300,0									
	Area controventi superiori (cm2)	27,80									
	Posizione baric. controventi rispetto estradosso trave (cm)	30,0									
CONTROVENTI INFERIORI	Distanza punto schema bar. bulloni (cm)	30,0									
	Numero controventi	2									
	Angolo α travi princ. e controventi	45									
	Spessore equivalente t* (cm)	0,17									
	Passo controventi inferiori a (cm)	300,0									
SOLETTA	Area controventi inferiori (cm2)	0,00									
	Posizione baric. controventi rispetto all'intradosso trave (cm)	30,0									
	Distanza punto schema bar. bulloni (cm)	30,0									
	Numero controventi	2									
	Angolo α travi princ. e controventi	45									
COEFF.	Spessore equivalente t* (cm)	0,00									
	Classe di resistenza Rck (kg/cm2)	450	diametro ferri superiori soletta(cm)		1,4	passo (cm)		20,0			
	Spessore totale soletta (cm)	20,0	n° ferri superiori		15,00	copriferro (cm)		4,0			
	Spessore da togliere per predalle (cm)	0,0	Area ferri superiori soletta (cmq)		23,09						
	Spessore sol. Collaborante (cm)	20,0	diametro ferri inferiori soletta(cm)		1,4	passo (cm)		20,0			
PIOLI	Larghezza sol. collaborante (cm)	300,0	n° ferri inferiori		15,00	copriferro (cm)		3,0			
	Larghezza soletta x ritiro (cm)	300,0	Area ferri inferiori soletta (cmq)		23,09						
	Coeff. omogeneizz. per perm.	16,01									
	Coeff. omogeneizz. per acc.	6,06									
	Coeff. omogeneizz. per ritiro	14,22									
SALDATURE	Coeff. omogeneizz. per cedimenti	19,63									
	Coeff. di contrazione per ritiro ε _r	2,786E-04									
	Riduzione per non contemporaneità	0									
	Variazione termica differenziale (°C)	10									
	Resistenza piolo (daN) a SLE	6.569									
FASI	Coefficiente di sicurezza connessioni γ _v	1,25									
	Diametro pioli (mm)	22									
	Numero pioli in linea n°	3									
	passo pioli (cm)	20									
	Altezza gola anima sup. (mm)	8	Larghezza gola anima sup. (mm)		12						
FASCE	Altezza gola anima inf. (mm)	8	Larghezza gola anima inf. (mm)		12	Fase 2a		Permanenti			
	Altezza gola raddoppio sup. (mm)	0	Larghezza gola raddoppio sup.(mm)		0	Fase 3		Accidentali			
	Altezza gola raddoppio inf. (mm)	0	Larghezza gola raddoppio inf. (mm)		0	Fase 2b		Ritiro			
						Fase 2c		Cedimenti			
CARATTERISTICHE GEOMETRICHE											
		A (cm ²)	y _i (cm)	J (cm ⁴)	J _{tot} (cm ⁴)	W _{sol} (cm ³)	W _{ste} (cm ³)	W _{fte} (cm ³)	W _{animsup} (cm ³)	W _{animinf} (cm ³)	
Sezione metallica		385	71,2	2.107.370	410	0	17.160	29.601	17.372	30.679	
Sezione metallica + soletta collab. Fase 2a		16,01	806	140,8	5.665.732	410	1.239.447	106.530	40.235	109.621	
Sezione metallica + soletta collab. Fase 3		6,06	1.421	168,2	7.091.903	410	937.762	274.569	42.171	291.497	
Sezione metallica + soletta collab. Fase 2b		14,22	853	144,3	5.846.841	410	1.193.016	117.665	40.516	121.327	
Sezione metallica + soletta collab. Fase 2c		19,63	737	134,9	5.358.901	410	1.329.718	90.658	39.728	93.019	

AZIONI TRAVI PRINCIPALI										Foglio 2 di 13	
AZIONI SOLLECITANTI (M max)											
	1°Nodo		2°Nodo		valori x10 ⁴	AZIONI SOLLECITANTI (Mt max)		valori x10 ⁴			
	M (Nm)	N (N)	T (N)	Mt (Nm)		Mt (Nm)					
Peso proprio acciaio	74	0	12	0		0					
Peso proprio soletta	165	0	26	0		0					
Permanenti	107	0	17	0		0					
Effetti primari del ritiro	147	247	0	0		0					
Effetti secondari del ritiro	0	0	0	0		0					
Accidentali mezzi + folla	515	0	83	0		0					
Vento	35	0	6	0		0					
Deformazioni termiche primarie	74	208	0	0		0					
Deformazioni termiche secondarie	0	0	0	0	0						
Cedimenti	0	0	0	0	0						
VERIFICHE DELLE TRAVI PRINCIPALI AGLI STATI LIMITE ULTIMI N.T.C.2018											
VERIFICHE TRAVI PRINCIPALI A PRESSOFLESSIONE											
(positive le compressioni)	PARZIALI (daN/cm2)					TOTALI ALLO SLU STR - Az.base Accidentali mezzi + folla- (daN/cm2)					
	sup. sol.	sup. fe.	anima sup.	anima inf.	inf. fe.	sup. sol.	sup. fe.	anima sup.	anima inf.	inf. fe.	
Peso proprio acciaio	0	69	68	-181	-184	0	94	91	-244	-248	
Peso proprio soletta	0	155	151	-403	-410	0	303	294	-788	-802	
Permanenti	9	100	98	-261	-266	13	454	441	-1.179	-1.201	
Effetti primari del ritiro	-8	415	411	-68	-74	3	951	934	-1.261	-1.290	
Effetti secondari del ritiro	0	0	0	0	0	3	951	934	-1.261	-1.290	
Accidentali mezzi + folla	55	188	177	-1.203	-1.221	77	1.204	1.172	-2.885	-2.939	
Vento	4	13	12	-82	-83	80	1.216	1.183	-2.959	-3.013	
Deformazioni termiche primarie +ΔT	3	-173	-172	28	30	82	1.091	1.059	-2.939	-2.991	
Deformazioni termiche secondarie +ΔT	0	0	0	0	0	82	1.091	1.059	-2.939	-2.991	
Deformazioni termiche primarie -ΔT	-3	173	172	-28	-30	78	1.341	1.307	-2.979	-3.035	
Deformazioni termiche secondarie -ΔT	0	0	0	0	0	78	1.341	1.307	-2.979	-3.035	
Cedimenti	0	0	0	0	0	82	1.341	1.307	-2.979	-3.035	
									Rapp σ sup	Rapp σ inf	
									0,43	0,97	
VERIFICHE TRAVI PRINCIPALI A TAGLIO E TORSIONE											
VERIFICHE A TAGLIO	PARZIALI (daN/cm2)			TOTALI ALLO SLU STR (daN/cm2)			VERIFICHE A TORSIONE	PARZIALI (daN/cm2)	TOTALI (daN/cm2)		
	Anima sup	Anima max	Anima inf	Anima sup	Anima max	Anima inf					
Peso proprio acciaio	55	69	44	74	93	60		0,00	0,00		
Peso proprio soletta	119	149	96	236	294	190		0,00	0,00		
Permanenti	78	97	63	353	440	284		0,00	0,00		
Effetti primari del ritiro	0	0	0	353	440	284		0,00	0,00		
Effetti secondari del ritiro	0	0	0	353	440	284		0,00	0,00		
Accidentali mezzi + folla	428	475	293	931	1.082	679		0,00	0,00		
Vento	31	34	21	959	1.113	698		0,00	0,00		
Deformazioni termiche	0	0	0	959	1.113	698		0,00	0,00		
Cedimenti	0	0	0	959	1.113	698		0,00	0,00		
VERIFICHE A TAGLIO E TORSIONE	PARZIALI (daN/cm2)			TOTALI ALLO SLU STR (daN/cm2)							
	Anima sup	Anima max	Anima inf	Anima sup	Anima max	Anima inf					
Peso proprio acciaio	55	69	44	74	93	60					
Peso proprio soletta	119	149	96	236	294	190					
Permanenti	78	97	63	353	440	284					
Effetti primari del ritiro	0	0	0	353	440	284					
Effetti secondari del ritiro	0	0	0	353	440	284					
Accidentali mezzi + folla	428	475	293	931	1.082	679					
Vento	31	34	21	959	1.113	698					
Deformazioni termiche	0	0	0	959	1.113	698					
Cedimenti	0	0	0	959	1.113	698					
							τ _{media}	Rapp τ			
							923,4	0,62			
VERIFICHE TRAVI PRINCIPALI TENSIONI IDEALI											
	TOTALI (daN/cm2)			PARZIALI		TOTALI					
	Anima sup	Anima inf		arm sup	arm sup						
Peso proprio acciaio	158	265		0	0						
Peso proprio soletta	503	853		0	0						
Permanenti	754	1.278		131	196						
Effetti primari del ritiro	1.116	1.354		455	742						
Effetti secondari del ritiro	1.116	1.354		0	742						
Accidentali mezzi + folla	1.994	3.116		304	1.152						
Vento	2.039	3.197		21	1.170						
Deformazioni termiche	2.114	3.215		190	1.307						
Cedimenti	2.114	3.215		0	1.307						
							Rapp σ sup	Rapp σ inf			
							0,68	1,03			
Le verifiche sono condotte negli attacchi piattabande - anima											

VERIFICHE DELLE TRAVI PRINCIPALI AGLI STATI LIMITE D'ESERCIZIO N.T.C.2018										Foglio 3 di 13
VERIFICHE TRAVI PRINCIPALI A PRESSOFLESSIONE										
	PARZIALI (daN/cm2)					TOTALI ALLO SLE (daN/cm2)				
(positive le compressioni)	sup. sol.	sup. fe.	anima sup.	anima inf.	inf. fe.	sup. sol.	sup. fe.	anima sup.	anima inf.	inf. fe.
Peso proprio acciaio	0	69	68	-181	-184	0	69	68	-181	-184
Peso proprio soletta	0	155	151	-403	-410	0	224	218	-583	-594
Permanenti	9	100	98	-261	-266	9	325	316	-845	-860
Effetti primari del ritiro	-8	415	411	-68	-74	0	739	726	-913	-934
Effetti secondari del ritiro	0	0	0	0	0	0	739	726	-913	-934
Accidentali mezzi + folla	55	188	177	-1.203	-1.221	55	927	903	-2.116	-2.155
Vento	4	13	12	-82	-83	57	935	910	-2.165	-2.205
Deformazioni termiche primarie +ΔT	3	-173	-172	28	30	59	830	807	-2.148	-2.187
Deformazioni termiche secondarie +ΔT	0	0	0	0	0	59	830	807	-2.148	-2.187
Deformazioni termiche primarie -ΔT	-3	173	172	-28	-30	56	1.039	1.013	-2.181	-2.223
Deformazioni termiche secondarie -ΔT	0	0	0	0	0	56	1.039	1.013	-2.181	-2.223
Cedimenti	0	0	0	0	0	59	1.039	1.013	-2.181	-2.223
VERIFICHE TRAVI PRINCIPALI A TAGLIO E TORSIONE										
VERIFICHE A TAGLIO	PARZIALI (daN/cm2)			TOTALI ALLO SLE (daN/cm2)			VERIFICHE A TORSIONE	PARZIALI (daN/cm2)	TOTALI (daN/cm2)	
	Anima sup	Anima max	Anima inf	Anima sup	Anima max	Anima inf		Anima	Anima	
Peso proprio acciaio	55	69	44	55	69	44		0,00	0,00	
Peso proprio soletta	119	149	96	175	218	140		0,00	0,00	
Permanenti	78	97	63	253	315	203		0,00	0,00	
Effetti primari del ritiro	0	0	0	253	315	203		0,00	0,00	
Effetti secondari del ritiro	0	0	0	253	315	203		0,00	0,00	
Accidentali mezzi + folla	428	475	293	681	790	496		0,00	0,00	
Vento	31	34	21	700	811	509		0,00	0,00	
Deformazioni termiche	0	0	0	700	811	509		0,00	0,00	
Cedimenti	0	0	0	700	811	509		0,00	0,00	
VERIFICHE A TAGLIO E TORSIONE	PARZIALI (daN/cm2)			TOTALI ALLO SLE (daN/cm2)						
	Anima sup	Anima max	Anima inf	Anima sup	Anima max	Anima inf				
Peso proprio acciaio	55	69	44	55	69	44				
Peso proprio soletta	119	149	96	175	218	140				
Permanenti	78	97	63	253	315	203				
Effetti primari del ritiro	0	0	0	253	315	203				
Effetti secondari del ritiro	0	0	0	253	315	203				
Accidentali mezzi + folla	428	475	293	681	790	496				
Vento	31	34	21	700	811	509				
Deformazioni termiche	0	0	0	700	811	509				
Cedimenti	0	0	0	700	811	509				
VERIFICHE TRAVI PRINCIPALI TENSIONI IDEALI										
	TOTALI (daN/cm2)									
	Anima sup	Anima inf								
Peso proprio acciaio	117	196								
Peso proprio soletta	373	632								
Permanenti	540	915								
Effetti primari del ritiro	848	978								
Effetti secondari del ritiro	848	978								
Accidentali mezzi + folla	1.486	2.284								
Vento	1.516	2.337								
Deformazioni termiche	1.580	2.353								
Cedimenti	1.580	2.353								
Le verifiche sono condotte negli attacchi piattabande - anima										
CALCOLO CLASSE DELLA SEZIONE										
CLASSE DELLA PIATTABANDA										
Larghezza	c	15	cm							
Spessore	t	1,5	cm							
Tipo di acciaio		328	N/mm ²							
	ε	0,85								
Rapporto c/t		10,00	CL.	3						
CLASSE DELL'ANIMA										
Larghezza parte compressa	c	188	cm							
Spessore parte compressa	t	1,0	cm							
Tipo di acciaio		328	N/mm ²							
	ε	0,85								
Rapporto c/t		188	CL.	4						
<div> <div> CLASSE SEZ 4 </div> <div> Piattabanda compressa: VALORI DA TAB C4.2.IX CIRCOLARE n°617/C.S.LL.PP <i>Ala superiore</i> $b_p = 14,500$ cm $t_{fp} = 1,500$ cm $k_{\sigma} = 0,430$ - $\lambda_{pp} = 0,613$ - $\rho_p = 1,000$ - </div> <div> <i>Raddoppio ala superiore</i> $b_{radd} = 0,000$ cm $t_{fradd} = 0,000$ cm $k_{\sigma} = 0,430$ - $\lambda_{pradd} = 0,000$ - $\rho_{radd} = 1,000$ - </div> </div>										

VERIFICA DELLA SEZIONE IN CLASSE 4										Foglio 4 di 13	
COEFFICIENTI DA NORMATIVA											
γ_{M0}	coefficiente di resistenza	1,05	Sono presenti irrigidimenti longitudinali ? (S/N) <div style="text-align: right;">S</div>								
γ_{M1}	coefficiente a instabilità	1,10									
η	coefficiente adimensionale	1,20									
Altezza netta dell'anima	hw =	1.900	mm	Classe dell'irrigidimento longitudinale piattabanda 16 classe 1 anima 13 classe 3 profilo classe 3							
Larghezza irrigidimento longitudinale	bsl =	200	mm								
Altezza irrigidimento longitudinale	hsl =	166	mm								
Spessore irrigidimento longitudinale	tsl =	13,5	mm								
	15ε t =	127	mm								
	hw1 =	985	mm	Distanza tra lembo superiore compresso del pannello d'anima e baricentro della piattabanda dell'irrigidimento longitudinale.							
Distanza tra gli irrigidimenti trasversali	a =	888	mm								
TENSIONI											
σ1	Tensione totale SLU anima sup (positiva)	240,0	N/mmq	ITERATIVO: CAMBIA LA SEZIONE E DI CONSEGUENZA LE SIGMA AI BORDI (SI PARTE DALLE TENSIONI DELLA SEZ LORDA E POI SI INSERISCONO QUELLI DERIVANTI DA CALCOLO DELLA SEZ EFFICACE)							
σ2	Tensione totale SLU anima inf (negativa)	-220,0									
σsl1	Tensione SLU nel pannello ad altezza hw1	1,5	N/mmq								
Calcolo stabilità dei pannelli soggetti a compressione Piattabanda compressa: VALORI DA TAB C4.2.IX CIRCOLARE n°617/C.S.LL.PP											
<div style="display: flex; justify-content: space-between;"> <div style="width: 45%;"> Ala superiore bp = 14,5 cm tfp = 1,5 cm kσ = 0,430 λpp = 0,613 ρp = 1,000 </div> <div style="width: 45%;"> Raddoppio ala superiore bradd = 0,0 cm tradd = 0,0 cm kσ = 0,430 λpradd = 0,000 ρradd = 1,000 </div> </div> <div style="text-align: right; margin-top: -20px;">coefficiente per l'instabilità a compressione</div>											
Calcolo delle aree efficaci e lorde dei sottopannelli. VALORI DA TAB C4.2.VIII CIRCOLARE n°617/C.S.LL.PP											
<div style="display: flex; justify-content: space-between;"> <div style="width: 45%;"> Sottopannello 1: b1 = 978 mm ψ1 = 0,006 kσ1 = 7,763 λp1 = 1,461 ρ1 = 0,607 larghezze lorde: b1,lat = 392 mm b1,inf = 586 mm larghezze efficaci b1,eff = 594 mm b1,lat,eff = 238 mm b1,inf,eff = 356 mm x1,eff = 384 mm </div> <div style="width: 45%;"> Sottopannello 2: b2c = 6 mm ψ2 = -144,138 kσ2 = 23,900 λp2 = 0,005 ρ2 = 1,000 larghezze lorde: b2,sup = 3 mm b2,lat = 4 mm larghezze efficaci b2,eff = 6 mm b2,sup,eff = 3 mm b2,lat,eff = 4 mm x2,eff = 0 mm </div> </div> <div style="display: flex; justify-content: space-between; margin-top: 10px;"> <div style="width: 45%;"> Comportamento tipo piastra: calcolo di σcr,p e ρ : Asl,1 = 10.783 [mm²] xsl,1 = 64 [mm] Isl,1 = 7.540 [cm⁴] </div> <div style="width: 45%;"> area lorda dell'irrigiditore longitudinale e della porzione lorda di anima collaborante. distanza tra baricentro dell'area lorda e asse dell'anima. momento d'inerzia fuori piano dell'area lorda. </div> </div>											
Buckling dell'irrigidimento longitudinale e calcolo di σcr,p b1 = 985 [mm] distanza tra irrigiditore e bordo longitudinale compresso del pannello d'anima b2 = 915 [mm] distanza tra irrigiditore e bordo longitudinale teso del pannello d'anima b = 1.900 [mm] altezza del pannello d'anima ac = 10.317 [mm] distanza critica tra gli irrigidimenti trasversali σcr,sl = 18.401 [MPa] tensione critica nell'irrigiditore longitudinale σcr,p = 1.411.767 [MPa] tensione critica al lembo maggiormente compresso del pannello d'anima per comportamento a piastra											
Calcolo del coefficiente ρ: AC = 10.783 [mm²] area lorda della zona compressa del pannello d'anima irrigidito eccetto le parti laterali Ac,eff,loc = 8.478 [mm²] area efficace della zona compressa del pannello d'anima irrigidito eccetto le parti laterali βAc ^p = 0,786 [-] rapporto Ac,eff,loc / AC λp = 0,014 [-] snellezza ψ = -0,917 [-] relativo all'intero pannello d'anima = σ2/σ1 ρ = 1,000 [-] coefficiente di riduzione per instabilità di piastra											

Comportamento tipo colonna: calcolo di $\sigma_{cr,c}$ e χ_c :

Foglio
5 di 13

Asl,1	10.783	[mm ²]	area lorda dell'irrigiditore longitudinale e della porzione lorda di anima collaborante.
Isl,1	7.540	[cm ⁴]	momento d'inerzia fuori piano dell'area lorda
Asl,1,eff	8.478	[mm ²]	area dell'irrigiditore longitudinale e della porzione efficace di anima collaborante
$\beta_{A,c}$	0,786	[-]	rapporto Asl,1,eff / Asl,1
$\sigma_{cr,sl}$	18.400	[MPa]	tensione critica euleriana dell'irrigiditore longitudinale
$\sigma_{cr,c}$	1.411.690	[MPa]	tensione critica al lembo maggiormente compresso del pannello d'anima per comportamento a colonna
λ_c	0,014	[-]	snellezza
i	84	[mm]	raggio d'inerzia fuori piano della sezione lorda
e2	64	[mm]	distanza tra baricentro della sezione lorda di irrigiditore + parte di anima collaborante e asse medio dell'anima
e1	81	[mm]	distanza tra baricentro del solo irrigiditore e baricentro della sezione lorda di irrigiditore + anima collaborante
e	81	[mm]	max (e1; e2)
α	0,49	[-]	coefficiente di imperfezione
αE	0,577	[-]	
Φ	0,446	[-]	
χ_c	1,000	[-]	coefficiente di riduzione per instabilità di colonna

Interpolazione tra comportamento a piastra e comportamento a colonna

ξ	0,000	[-]	
ρ_c	1,000	[-]	coefficiente di riduzione per instabilità globale

Calcolo delle caratteristiche geometriche efficaci

$$A_{c,eff} = \rho_c A_{c,eff,loc} + \sum b_{l,at,eff} \cdot t \quad 10.894 \quad [mm^2] \quad \text{area efficace della parte compressa del pannello d'anima}$$

In accordo a UNI EN 1993-1-5 par. 4.5.1(7) per il calcolo del momento d'inerzia J_{eff} della sezione metallica efficace, l'area effettiva della parte compressa del pannello d'anima può essere uniformemente ridotta moltiplicando lo spessore dell'anima t e lo spessore dell'irrigidimento longitudinale tsl per il fattore rc .

l_{red}	10,0	[mm]
tsl_{red}	13,5	[mm]

Si utilizza acciaio da carpenteria di tipo

S 328

Resistenza allo snervamento $f_{yd} = 312,6$ N/mmq

Coefficiente $\varepsilon = 0,85$

CARATTERISTICHE GEOMETRICHE SEZIONE EFFICACE

	A_{eff} (cm ²)	y_i (cm)	J_{eff} (cm ⁴)	J_{tor} (cm ⁴)	W_{sol} (cm ³)	W_{de} (cm ³)	W_{fe} (cm ³)	$W_{animsup}$ (cm ³)	$W_{animinf}$ (cm ³)
Sezione metallica	394	66	1.874.534	410	0	14.630	28.457	14.804	29.579
Sezione metallica + soletta collab. Fase 2a	16,01	815	137	5.769.509	410	1.206.867	102.049	41.971	104.830
Sezione metallica + soletta collab. Fase 3	6,06	1.430	166	7.355.538	410	930.298	263.505	44.288	278.468
Sezione metallica + soletta collab. Fase 2b	14,22	862	141	5.970.188	410	1.164.610	112.865	42.311	116.159
Sezione metallica + soletta collab. Fase 2c	19,63	746	131	5.430.046	410	1.288.879	86.602	41.356	88.725

AZIONI TRAVI PRINCIPALI										Foglio 6 di 13																																																																																																																																																																																
<div style="display: flex; justify-content: space-between;"> <div> AZIONI SOLLECITANTI (M max) <table border="1"> <thead> <tr> <th>valori x10⁴</th> <th>M+N*e_N (Nm)</th> <th>N (N)</th> <th>T (N)</th> <th>Mt (Nm)</th> <th>Mt (Nm)</th> <th>e_N (cm)</th> </tr> </thead> <tbody> <tr><td>Peso proprio acciaio</td><td>74</td><td>0</td><td>12</td><td>0</td><td>0</td><td>-5,32</td></tr> <tr><td>Peso proprio soletta</td><td>165</td><td>0</td><td>26</td><td>0</td><td>0</td><td>-5,32</td></tr> <tr><td>Permanenti</td><td>107</td><td>0</td><td>17</td><td>0</td><td>0</td><td>-3,35</td></tr> <tr><td>Effetti primari del ritiro</td><td>155</td><td>247</td><td>0</td><td>0</td><td>0</td><td>-3,21</td></tr> <tr><td>Effetti secondari del ritiro</td><td>0</td><td>0</td><td>0</td><td>0</td><td>0</td><td>-3,21</td></tr> <tr><td>Accidentali mezzi + folla</td><td>515</td><td>0</td><td>83</td><td>0</td><td>0</td><td>-2,09</td></tr> <tr><td>Vento</td><td>35</td><td>0</td><td>6</td><td>0</td><td>0</td><td>-2,09</td></tr> <tr><td>Deformazioni termiche primarie</td><td>79</td><td>208</td><td>0</td><td>0</td><td>0</td><td>-2,09</td></tr> <tr><td>Deformazioni termiche secondarie</td><td>0</td><td>0</td><td>0</td><td>0</td><td>0</td><td>-2,09</td></tr> <tr><td>Cedimenti</td><td>0</td><td>0</td><td>0</td><td>0</td><td>0</td><td>-3,59</td></tr> </tbody> </table> </div> <div> AZIONI SOLLECITANTI (Mt max) <table border="1"> <thead> <tr> <th>valori x10⁴</th> <th>Mt (Nm)</th> <th>Mt (Nm)</th> </tr> </thead> <tbody> <tr><td></td><td>0</td><td>0</td></tr> <tr><td></td><td>0</td><td>0</td></tr> <tr><td></td><td>0</td><td>0</td></tr> <tr><td></td><td>0</td><td>0</td></tr> <tr><td></td><td>0</td><td>0</td></tr> <tr><td></td><td>0</td><td>0</td></tr> <tr><td></td><td>0</td><td>0</td></tr> <tr><td></td><td>0</td><td>0</td></tr> <tr><td></td><td>0</td><td>0</td></tr> <tr><td></td><td>0</td><td>0</td></tr> </tbody> </table> </div> </div>												valori x10 ⁴	M+N*e _N (Nm)	N (N)	T (N)	Mt (Nm)	Mt (Nm)	e _N (cm)	Peso proprio acciaio	74	0	12	0	0	-5,32	Peso proprio soletta	165	0	26	0	0	-5,32	Permanenti	107	0	17	0	0	-3,35	Effetti primari del ritiro	155	247	0	0	0	-3,21	Effetti secondari del ritiro	0	0	0	0	0	-3,21	Accidentali mezzi + folla	515	0	83	0	0	-2,09	Vento	35	0	6	0	0	-2,09	Deformazioni termiche primarie	79	208	0	0	0	-2,09	Deformazioni termiche secondarie	0	0	0	0	0	-2,09	Cedimenti	0	0	0	0	0	-3,59	valori x10 ⁴	Mt (Nm)	Mt (Nm)		0	0		0	0		0	0		0	0		0	0		0	0		0	0		0	0		0	0		0	0																																																																	
valori x10 ⁴	M+N*e _N (Nm)	N (N)	T (N)	Mt (Nm)	Mt (Nm)	e _N (cm)																																																																																																																																																																																				
Peso proprio acciaio	74	0	12	0	0	-5,32																																																																																																																																																																																				
Peso proprio soletta	165	0	26	0	0	-5,32																																																																																																																																																																																				
Permanenti	107	0	17	0	0	-3,35																																																																																																																																																																																				
Effetti primari del ritiro	155	247	0	0	0	-3,21																																																																																																																																																																																				
Effetti secondari del ritiro	0	0	0	0	0	-3,21																																																																																																																																																																																				
Accidentali mezzi + folla	515	0	83	0	0	-2,09																																																																																																																																																																																				
Vento	35	0	6	0	0	-2,09																																																																																																																																																																																				
Deformazioni termiche primarie	79	208	0	0	0	-2,09																																																																																																																																																																																				
Deformazioni termiche secondarie	0	0	0	0	0	-2,09																																																																																																																																																																																				
Cedimenti	0	0	0	0	0	-3,59																																																																																																																																																																																				
valori x10 ⁴	Mt (Nm)	Mt (Nm)																																																																																																																																																																																								
	0	0																																																																																																																																																																																								
	0	0																																																																																																																																																																																								
	0	0																																																																																																																																																																																								
	0	0																																																																																																																																																																																								
	0	0																																																																																																																																																																																								
	0	0																																																																																																																																																																																								
	0	0																																																																																																																																																																																								
	0	0																																																																																																																																																																																								
	0	0																																																																																																																																																																																								
	0	0																																																																																																																																																																																								
VERIFICHE DELLE TRAVI PRINCIPALI AGLI STATI LIMITE ULTIMI N.T.C.2018																																																																																																																																																																																										
VERIFICHE TRAVI PRINCIPALI A PRESSOFLESSIONE																																																																																																																																																																																										
<table border="1"> <thead> <tr> <th rowspan="2">(positive le compressioni)</th> <th colspan="5">PARZIALI (daN/cm2)</th> <th colspan="5">TOTALI ALLO SLU STR - Az.base Accidentali mezzi + folla- (daN/cm2)</th> </tr> <tr> <th>sup. sol.</th> <th>sup. fe.</th> <th>anima sup.</th> <th>anima inf.</th> <th>inf. fe.</th> <th>sup. sol.</th> <th>sup. fe.</th> <th>anima sup.</th> <th>anima inf.</th> <th>inf. fe.</th> </tr> </thead> <tbody> <tr><td>Peso proprio acciaio</td><td>0</td><td>73</td><td>71</td><td>-173</td><td>-176</td><td>0</td><td>98</td><td>95</td><td>-234</td><td>-238</td></tr> <tr><td>Peso proprio soletta</td><td>0</td><td>162</td><td>157</td><td>-386</td><td>-393</td><td>0</td><td>316</td><td>308</td><td>-755</td><td>-769</td></tr> <tr><td>Permanenti</td><td>9</td><td>105</td><td>102</td><td>-250</td><td>-255</td><td>13</td><td>473</td><td>461</td><td>-1.130</td><td>-1.151</td></tr> <tr><td>Effetti primari del ritiro</td><td>-8</td><td>424</td><td>420</td><td>-74</td><td>-81</td><td>4</td><td>982</td><td>965</td><td>-1.219</td><td>-1.248</td></tr> <tr><td>Effetti secondari del ritiro</td><td>0</td><td>0</td><td>0</td><td>0</td><td>0</td><td>4</td><td>982</td><td>965</td><td>-1.219</td><td>-1.248</td></tr> <tr><td>Accidentali mezzi + folla</td><td>55</td><td>195</td><td>185</td><td>-1.145</td><td>-1.163</td><td>79</td><td>1.246</td><td>1.214</td><td>-2.765</td><td>-2.818</td></tr> <tr><td>Vento</td><td>4</td><td>13</td><td>13</td><td>-78</td><td>-79</td><td>82</td><td>1.258</td><td>1.226</td><td>-2.835</td><td>-2.889</td></tr> <tr><td>Deformazioni termiche primarie +DT</td><td>2</td><td>-175</td><td>-174</td><td>30</td><td>33</td><td>84</td><td>1.132</td><td>1.101</td><td>-2.814</td><td>-2.865</td></tr> <tr><td>Deformazioni termiche secondarie +DT</td><td>0</td><td>0</td><td>0</td><td>0</td><td>0</td><td>84</td><td>1.132</td><td>1.101</td><td>-2.814</td><td>-2.865</td></tr> <tr><td>Deformazioni termiche primarie -DT</td><td>-2</td><td>175</td><td>174</td><td>-30</td><td>-33</td><td>81</td><td>1.384</td><td>1.351</td><td>-2.857</td><td>-2.912</td></tr> <tr><td>Deformazioni termiche secondarie -DT</td><td>0</td><td>0</td><td>0</td><td>0</td><td>0</td><td>81</td><td>1.384</td><td>1.351</td><td>-2.857</td><td>-2.912</td></tr> <tr><td>Cedimenti</td><td>0</td><td>0</td><td>0</td><td>0</td><td>0</td><td>84</td><td>1.384</td><td>1.351</td><td>-2.857</td><td>-2.912</td></tr> <tr> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> <td>Rapp σ sup</td> <td>Rapp σ inf</td> </tr> <tr> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> <td>0,44</td> <td>0,93</td> </tr> </tbody> </table>												(positive le compressioni)	PARZIALI (daN/cm2)					TOTALI ALLO SLU STR - Az.base Accidentali mezzi + folla- (daN/cm2)					sup. sol.	sup. fe.	anima sup.	anima inf.	inf. fe.	sup. sol.	sup. fe.	anima sup.	anima inf.	inf. fe.	Peso proprio acciaio	0	73	71	-173	-176	0	98	95	-234	-238	Peso proprio soletta	0	162	157	-386	-393	0	316	308	-755	-769	Permanenti	9	105	102	-250	-255	13	473	461	-1.130	-1.151	Effetti primari del ritiro	-8	424	420	-74	-81	4	982	965	-1.219	-1.248	Effetti secondari del ritiro	0	0	0	0	0	4	982	965	-1.219	-1.248	Accidentali mezzi + folla	55	195	185	-1.145	-1.163	79	1.246	1.214	-2.765	-2.818	Vento	4	13	13	-78	-79	82	1.258	1.226	-2.835	-2.889	Deformazioni termiche primarie +DT	2	-175	-174	30	33	84	1.132	1.101	-2.814	-2.865	Deformazioni termiche secondarie +DT	0	0	0	0	0	84	1.132	1.101	-2.814	-2.865	Deformazioni termiche primarie -DT	-2	175	174	-30	-33	81	1.384	1.351	-2.857	-2.912	Deformazioni termiche secondarie -DT	0	0	0	0	0	81	1.384	1.351	-2.857	-2.912	Cedimenti	0	0	0	0	0	84	1.384	1.351	-2.857	-2.912										Rapp σ sup	Rapp σ inf										0,44	0,93
(positive le compressioni)	PARZIALI (daN/cm2)					TOTALI ALLO SLU STR - Az.base Accidentali mezzi + folla- (daN/cm2)																																																																																																																																																																																				
	sup. sol.	sup. fe.	anima sup.	anima inf.	inf. fe.	sup. sol.	sup. fe.	anima sup.	anima inf.	inf. fe.																																																																																																																																																																																
Peso proprio acciaio	0	73	71	-173	-176	0	98	95	-234	-238																																																																																																																																																																																
Peso proprio soletta	0	162	157	-386	-393	0	316	308	-755	-769																																																																																																																																																																																
Permanenti	9	105	102	-250	-255	13	473	461	-1.130	-1.151																																																																																																																																																																																
Effetti primari del ritiro	-8	424	420	-74	-81	4	982	965	-1.219	-1.248																																																																																																																																																																																
Effetti secondari del ritiro	0	0	0	0	0	4	982	965	-1.219	-1.248																																																																																																																																																																																
Accidentali mezzi + folla	55	195	185	-1.145	-1.163	79	1.246	1.214	-2.765	-2.818																																																																																																																																																																																
Vento	4	13	13	-78	-79	82	1.258	1.226	-2.835	-2.889																																																																																																																																																																																
Deformazioni termiche primarie +DT	2	-175	-174	30	33	84	1.132	1.101	-2.814	-2.865																																																																																																																																																																																
Deformazioni termiche secondarie +DT	0	0	0	0	0	84	1.132	1.101	-2.814	-2.865																																																																																																																																																																																
Deformazioni termiche primarie -DT	-2	175	174	-30	-33	81	1.384	1.351	-2.857	-2.912																																																																																																																																																																																
Deformazioni termiche secondarie -DT	0	0	0	0	0	81	1.384	1.351	-2.857	-2.912																																																																																																																																																																																
Cedimenti	0	0	0	0	0	84	1.384	1.351	-2.857	-2.912																																																																																																																																																																																
									Rapp σ sup	Rapp σ inf																																																																																																																																																																																
									0,44	0,93																																																																																																																																																																																
VERIFICHE TRAVI PRINCIPALI A TAGLIO E TORSIONE																																																																																																																																																																																										
<table border="1"> <thead> <tr> <th rowspan="2">VERIFICHE A TAGLIO</th> <th colspan="3">PARZIALI (daN/cm2)</th> <th colspan="3">TOTALI ALLO SLU STR (daN/cm2)</th> <th rowspan="2">VERIFICHE A TORSIONE</th> <th colspan="2">PARZIALI (daN/cm2)</th> <th colspan="2">TOTALI (daN/cm2)</th> </tr> <tr> <th>Anima sup</th> <th>Anima max</th> <th>Anima inf</th> <th>Anima sup</th> <th>Anima max</th> <th>Anima inf</th> <th>Anima</th> <th>Anima</th> </tr> </thead> <tbody> <tr><td>Peso proprio acciaio</td><td>57</td><td>69</td><td>42</td><td>77</td><td>93</td><td>57</td><td></td><td>0,00</td><td>0,00</td></tr> <tr><td>Peso proprio soletta</td><td>80</td><td>149</td><td>134</td><td>184</td><td>294</td><td>239</td><td></td><td>0,00</td><td>0,00</td></tr> <tr><td>Permanenti</td><td>81</td><td>97</td><td>60</td><td>306</td><td>440</td><td>329</td><td></td><td>0,00</td><td>0,00</td></tr> <tr><td>Effetti primari del ritiro</td><td>0</td><td>0</td><td>0</td><td>306</td><td>440</td><td>329</td><td></td><td>0,00</td><td>0,00</td></tr> <tr><td>Effetti secondari del ritiro</td><td>0</td><td>0</td><td>0</td><td>306</td><td>440</td><td>329</td><td></td><td>0,00</td><td>0,00</td></tr> <tr><td>Accidentali mezzi + folla</td><td>437</td><td>475</td><td>279</td><td>896</td><td>1.082</td><td>706</td><td></td><td>0,00</td><td>0,00</td></tr> <tr><td>Vento</td><td>32</td><td>34</td><td>20</td><td>925</td><td>1.113</td><td>724</td><td></td><td>0,00</td><td>0,00</td></tr> <tr><td>Deformazioni termiche</td><td>0</td><td>0</td><td>0</td><td>925</td><td>1.113</td><td>724</td><td></td><td>0,00</td><td>0,00</td></tr> <tr><td>Cedimenti</td><td>0</td><td>0</td><td>0</td><td>925</td><td>1.113</td><td>724</td><td></td><td>0,00</td><td>0,00</td></tr> </tbody> </table>												VERIFICHE A TAGLIO	PARZIALI (daN/cm2)			TOTALI ALLO SLU STR (daN/cm2)			VERIFICHE A TORSIONE	PARZIALI (daN/cm2)		TOTALI (daN/cm2)		Anima sup	Anima max	Anima inf	Anima sup	Anima max	Anima inf	Anima	Anima	Peso proprio acciaio	57	69	42	77	93	57		0,00	0,00	Peso proprio soletta	80	149	134	184	294	239		0,00	0,00	Permanenti	81	97	60	306	440	329		0,00	0,00	Effetti primari del ritiro	0	0	0	306	440	329		0,00	0,00	Effetti secondari del ritiro	0	0	0	306	440	329		0,00	0,00	Accidentali mezzi + folla	437	475	279	896	1.082	706		0,00	0,00	Vento	32	34	20	925	1.113	724		0,00	0,00	Deformazioni termiche	0	0	0	925	1.113	724		0,00	0,00	Cedimenti	0	0	0	925	1.113	724		0,00	0,00																																																																	
VERIFICHE A TAGLIO	PARZIALI (daN/cm2)			TOTALI ALLO SLU STR (daN/cm2)			VERIFICHE A TORSIONE	PARZIALI (daN/cm2)		TOTALI (daN/cm2)																																																																																																																																																																																
	Anima sup	Anima max	Anima inf	Anima sup	Anima max	Anima inf		Anima	Anima																																																																																																																																																																																	
Peso proprio acciaio	57	69	42	77	93	57		0,00	0,00																																																																																																																																																																																	
Peso proprio soletta	80	149	134	184	294	239		0,00	0,00																																																																																																																																																																																	
Permanenti	81	97	60	306	440	329		0,00	0,00																																																																																																																																																																																	
Effetti primari del ritiro	0	0	0	306	440	329		0,00	0,00																																																																																																																																																																																	
Effetti secondari del ritiro	0	0	0	306	440	329		0,00	0,00																																																																																																																																																																																	
Accidentali mezzi + folla	437	475	279	896	1.082	706		0,00	0,00																																																																																																																																																																																	
Vento	32	34	20	925	1.113	724		0,00	0,00																																																																																																																																																																																	
Deformazioni termiche	0	0	0	925	1.113	724		0,00	0,00																																																																																																																																																																																	
Cedimenti	0	0	0	925	1.113	724		0,00	0,00																																																																																																																																																																																	
<table border="1"> <thead> <tr> <th rowspan="2">VERIFICHE A TAGLIO E TORSIONE</th> <th colspan="3">PARZIALI (daN/cm2)</th> <th colspan="3">TOTALI ALLO SLU STR (daN/cm2)</th> <th rowspan="2">T_{media}</th> <th rowspan="2">Rapp τ</th> </tr> <tr> <th>Anima sup</th> <th>Anima max</th> <th>Anima inf</th> <th>Anima sup</th> <th>Anima max</th> <th>Anima inf</th> </tr> </thead> <tbody> <tr><td>Peso proprio acciaio</td><td>57</td><td>69</td><td>42</td><td>77</td><td>93</td><td>57</td><td rowspan="9">920,4</td><td rowspan="9">0,62</td></tr> <tr><td>Peso proprio soletta</td><td>80</td><td>149</td><td>134</td><td>184</td><td>294</td><td>239</td></tr> <tr><td>Permanenti</td><td>81</td><td>97</td><td>60</td><td>306</td><td>440</td><td>329</td></tr> <tr><td>Effetti primari del ritiro</td><td>0</td><td>0</td><td>0</td><td>306</td><td>440</td><td>329</td></tr> <tr><td>Effetti secondari del ritiro</td><td>0</td><td>0</td><td>0</td><td>306</td><td>440</td><td>329</td></tr> <tr><td>Accidentali mezzi + folla</td><td>437</td><td>475</td><td>279</td><td>896</td><td>1.082</td><td>706</td></tr> <tr><td>Vento</td><td>32</td><td>34</td><td>20</td><td>925</td><td>1.113</td><td>724</td></tr> <tr><td>Deformazioni termiche</td><td>0</td><td>0</td><td>0</td><td>925</td><td>1.113</td><td>724</td></tr> <tr><td>Cedimenti</td><td>0</td><td>0</td><td>0</td><td>925</td><td>1.113</td><td>724</td></tr> </tbody> </table>												VERIFICHE A TAGLIO E TORSIONE	PARZIALI (daN/cm2)			TOTALI ALLO SLU STR (daN/cm2)			T _{media}	Rapp τ	Anima sup	Anima max	Anima inf	Anima sup	Anima max	Anima inf	Peso proprio acciaio	57	69	42	77	93	57	920,4	0,62	Peso proprio soletta	80	149	134	184	294	239	Permanenti	81	97	60	306	440	329	Effetti primari del ritiro	0	0	0	306	440	329	Effetti secondari del ritiro	0	0	0	306	440	329	Accidentali mezzi + folla	437	475	279	896	1.082	706	Vento	32	34	20	925	1.113	724	Deformazioni termiche	0	0	0	925	1.113	724	Cedimenti	0	0	0	925	1.113	724																																																																																															
VERIFICHE A TAGLIO E TORSIONE	PARZIALI (daN/cm2)			TOTALI ALLO SLU STR (daN/cm2)			T _{media}	Rapp τ																																																																																																																																																																																		
	Anima sup	Anima max	Anima inf	Anima sup	Anima max	Anima inf																																																																																																																																																																																				
Peso proprio acciaio	57	69	42	77	93	57	920,4	0,62																																																																																																																																																																																		
Peso proprio soletta	80	149	134	184	294	239																																																																																																																																																																																				
Permanenti	81	97	60	306	440	329																																																																																																																																																																																				
Effetti primari del ritiro	0	0	0	306	440	329																																																																																																																																																																																				
Effetti secondari del ritiro	0	0	0	306	440	329																																																																																																																																																																																				
Accidentali mezzi + folla	437	475	279	896	1.082	706																																																																																																																																																																																				
Vento	32	34	20	925	1.113	724																																																																																																																																																																																				
Deformazioni termiche	0	0	0	925	1.113	724																																																																																																																																																																																				
Cedimenti	0	0	0	925	1.113	724																																																																																																																																																																																				
VERIFICHE TRAVI PRINCIPALI TENSIONI IDEALI																																																																																																																																																																																										
<table border="1"> <thead> <tr> <th rowspan="2"></th> <th colspan="2">TOTALI (daN/cm2)</th> <th rowspan="2">Le verifiche sono condotte negli attacchi piattabande - anima</th> </tr> <tr> <th>Anima sup</th> <th>Anima inf</th> </tr> </thead> <tbody> <tr><td>Peso proprio acciaio</td><td>164</td><td>254</td><td rowspan="9"></td></tr> <tr><td>Peso proprio soletta</td><td>444</td><td>861</td></tr> <tr><td>Permanenti</td><td>702</td><td>1.266</td></tr> <tr><td>Effetti primari del ritiro</td><td>1.101</td><td>1.346</td></tr> <tr><td>Effetti secondari del ritiro</td><td>1.101</td><td>1.346</td></tr> <tr><td>Accidentali mezzi + folla</td><td>1.971</td><td>3.024</td></tr> <tr><td>Vento</td><td>2.017</td><td>3.100</td></tr> <tr><td>Deformazioni termiche</td><td>2.095</td><td>3.120</td></tr> <tr><td>Cedimenti</td><td>2.095</td><td>3.120</td></tr> </tbody> </table>													TOTALI (daN/cm2)		Le verifiche sono condotte negli attacchi piattabande - anima	Anima sup	Anima inf	Peso proprio acciaio	164	254		Peso proprio soletta	444	861	Permanenti	702	1.266	Effetti primari del ritiro	1.101	1.346	Effetti secondari del ritiro	1.101	1.346	Accidentali mezzi + folla	1.971	3.024	Vento	2.017	3.100	Deformazioni termiche	2.095	3.120	Cedimenti	2.095	3.120																																																																																																																																													
	TOTALI (daN/cm2)		Le verifiche sono condotte negli attacchi piattabande - anima																																																																																																																																																																																							
	Anima sup	Anima inf																																																																																																																																																																																								
Peso proprio acciaio	164	254																																																																																																																																																																																								
Peso proprio soletta	444	861																																																																																																																																																																																								
Permanenti	702	1.266																																																																																																																																																																																								
Effetti primari del ritiro	1.101	1.346																																																																																																																																																																																								
Effetti secondari del ritiro	1.101	1.346																																																																																																																																																																																								
Accidentali mezzi + folla	1.971	3.024																																																																																																																																																																																								
Vento	2.017	3.100																																																																																																																																																																																								
Deformazioni termiche	2.095	3.120																																																																																																																																																																																								
Cedimenti	2.095	3.120																																																																																																																																																																																								
<table border="1"> <thead> <tr> <th colspan="2"></th> <th>Rapp σ sup</th> <th>Rapp σ inf</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td colspan="2"></td> <td>0,67</td> <td>1,00</td> </tr> </tbody> </table>														Rapp σ sup	Rapp σ inf			0,67	1,00																																																																																																																																																																							
		Rapp σ sup	Rapp σ inf																																																																																																																																																																																							
		0,67	1,00																																																																																																																																																																																							
VERIFICA A RESPIRO D'ANIMA																																																																																																																																																																																										
Tipologia di ponte		STRADALE		$b/t \leq 30 + 4,0 L \leq 300$		for road bridges																																																																																																																																																																																				
Verifica del web breathing		VERIFICA NON NECESSARIA		$b/t \leq 55 + 3,3 L \leq 250$		for railway bridges																																																																																																																																																																																				

Foglio
7 di 13

VERIFICHE DEL RESPIRO D'ANIMA IN COMBINAZIONE FREQUENTE - EN 1994-2

VERIFICHE TRAVI PRINCIPALI A PRESSOFLESSIONE

(positive le compressioni)	PARZIALI (daN/cm2)					TOTALI ALLO SLU STR - Az.base Accidentali mezzi + folla- (daN/cm2)				
	sup. sol.	sup. fe.	anima sup.	anima inf.	inf. fe.	sup. sol.	sup. fe.	anima sup.	anima inf.	inf. fe.
Peso proprio acciaio	0	73	71	-173	-176	0	73	71	-173	-176
Peso proprio soletta	0	162	157	-386	-393	0	234	228	-559	-569
Permanenti	9	105	102	-250	-255	9	339	330	-809	-824
Effetti primari del ritiro	-8	424	420	-74	-81	1	763	750	-884	-905
Effetti secondari del ritiro	0	0	0	0	0	1	763	750	-884	-905
Accidentali mezzi + folla	55	195	185	-1.145	-1.163	43	909	889	-1.743	-1.777
Vento	4	13	13	-78	-79	43	909	889	-1.743	-1.777
Deformazioni termiche primarie +DT	2	-175	-174	30	33	44	804	784	-1.725	-1.758
Deformazioni termiche secondarie +DT	0	0	0	0	0	44	804	784	-1.725	-1.758
Deformazioni termiche primarie -DT	-2	175	174	-30	-33	41	1.015	993	-1.761	-1.797
Deformazioni termiche secondarie -DT	0	0	0	0	0	41	1.015	993	-1.761	-1.797
Cedimenti	0	0	0	0	0	44	1.015	993	-1.761	-1.797

VERIFICHE TRAVI PRINCIPALI A TAGLIO E TORSIONE

VERIFICHE A TAGLIO	PARZIALI (daN/cm2)			TOTALI ALLO SLU STR (daN/cm2)			VERIFICHE A TORSIONE	PARZIALI (daN/cm2) Anima	TOTALI (daN/cm2) Anima
	Anima sup	Anima max	Anima inf	Anima sup	Anima max	Anima inf			
Peso proprio acciaio	37	62	62	37	62	62		0,00	0,00
Peso proprio soletta	80	134	134	116	196	197		0,00	0,00
Permanenti	81	88	60	197	284	257		0,00	0,00
Effetti primari del ritiro	0	0	0	197	284	257		0,00	0,00
Effetti secondari del ritiro	0	0	0	197	284	257		0,00	0,00
Accidentali mezzi + folla	437	428	279	525	604	466		0,00	0,00
Vento	32	31	20	525	604	466		0,00	0,00
Deformazioni termiche	0	0	0	525	604	466		0,00	0,00
Cedimenti	0	0	0	525	604	466		0,00	0,00

VERIFICHE A TAGLIO E TORSIONE

	PARZIALI (daN/cm2)			TOTALI ALLO SLU STR (daN/cm2)		
	Anima sup	Anima max	Anima inf	Anima sup	Anima max	Anima inf
Peso proprio acciaio	37	62	62	37	62	62
Peso proprio soletta	80	134	134	116	196	197
Permanenti	81	88	60	197	284	257
Effetti primari del ritiro	0	0	0	197	284	257
Effetti secondari del ritiro	0	0	0	197	284	257
Accidentali mezzi + folla	437	428	279	525	604	466
Vento	32	31	20	525	604	466
Deformazioni termiche	0	0	0	525	604	466
Cedimenti	0	0	0	525	604	466

VERIFICA DEL WEB BREATHING

$\sqrt{\left(\frac{\sigma_{x,Ed\ ser}}{k_\sigma \cdot \sigma_E}\right)^2}+\left(\frac{1.1 \tau_{x,Ed\ ser}}{k_\tau \cdot \sigma_E}\right)^2\leq 1.1$

Número di irrigidimenti longitudinali	1	[·]
Rapporto d'allungamento α = a/hw	0,457	[·]

Tensione critica euleriana intera anima	σE	5,05	[MPa]
Tensione critica euleriana pannello sup.	σE	19,58	[MPa]
Tensione critica euleriana pannello inf.	σE	20,83	[MPa]

dist. dal lembo inferiore del punto di σ = 0	x	124,04	[cm]
controllo posizionamento irrigidimento	IRRIGIDIMENTO IN ZONA TESA		
Tensione SLU nel pannello ad altezza hw1	σsl1	-405	[MPa]

Altezza totale pannello d'anima	hw [cm] =	194,0
Spessore anima	sw [mm] =	10
Lunghezza pannello compreso tra 2 irrigiditori trasversali	a [mm] =	888

Coeffic. di instabilità a taglio intera anima	kτ	29,52	[·]
Coeffic. di instabilità a taglio pannello SUP.	kτ	61,38	[·]
Coeffic. di instabilità a taglio pannello INF.	kτ	62,10	[·]

Intera anima	-	VERIFICA NON NECESSARIA
Pannello sup.	0,670	VERIFICA SODDISFATTA
Pannello inf.	0,096	VERIFICA SODDISFATTA

Rapp η	0,61
--------	------

VERIFICHE PARTICOLARI								Foglio 8 di 13
VERIFICA SALDATURE	ANIMA SUP.		ANIMA INF.		RADDOPPIO SUP.		RADDOPPIO INF.	
	PARZIALI (daN/cm2)	TOTALI (daN/cm2)	PARZIALI (daN/cm2)	TOTALI (daN/cm2)	PARZIALI (daN/cm2)	TOTALI (daN/cm2)	PARZIALI (daN/cm2)	TOTALI (daN/cm2)
Peso proprio acciaio	32	44	26	35	0	0	0	0
Peso proprio soletta	70	139	57	112	0	0	0	0
Permanenti	46	208	37	167	0	0	0	0
Effetti primari del ritiro	0	208	0	167	0	0	0	0
Effetti secondari del ritiro	0	208	0	167	0	0	0	0
Accidentali mezzi + folla	252	549	173	400	0	0	0	0
Vento	18	565	12	412	0	0	0	0
Deformazioni termiche	0	565	0	412	0	0	0	0
Cedimenti	0	565	0	412	0	0	0	0

VERIFICHE DI INSTABILITA' DELL'ANIMA				Foglio 9 di 13
Caratteristiche geometriche del pannello		OBLIQUITA'	0	
	Descrizione	Valore	u.d.m.	
a	distanza tra irrigidimenti verticali	888	mm	
h	altezza totale del pannello	1.940	mm	
hw	altezza totale dell'anima	1.900	mm	
tw	spessore dell'anima	10	mm	
NB: h corrisponde all'altezza totale della trave, mentre hw è h - spessori ali e raddoppi				
Anima provvista di nervature trasversali e longitudinali				
Irrigidimenti:	acciaio S 328,2	f _{yk} (Mpa)= 328,2	f _{yd} (Mpa)= 328,20	
Pannelli:	acciaio S 328,2	f _{yk} (Mpa)= 328,2	f _{yd} (Mpa)= 328,20	
γ _m				
1				
Deve essere verificata la limitazione: (punto 1.2-10030)				
hw/tw = 190,00		hw/tw ≤ 400	OK	
Verifiche di stabilità				
Sollecitazioni agli SLU nella sezione				
	Descrizione	Valore	u.d.m.	
σ ₁	tensione normale al lembo 1	-135,08	N/mm ²	
σ ₂	tensione normale al lembo 2	285,71	N/mm ²	
τ	tensione tangenziale media	92,04	N/mm ²	
Verifica nervature longitudinali (punti 7.2.6-10011, 3.1.2-10030, 3.2.3-10030)				
	b (mm)	h (mm)	A (mm ²)	γ (mm)
anima	8,6	200	1.720	100
ala	180	13,5	2.430	206,75
Sezione simmetrica				
Pareti sottili con bordo irrigidito		b/t ≤ 12		
b = 200		t = 8,6	b2 = 166,5	
b1=30xt1= 300		t1 = 10		
b/t = 23,26		≤ 12,00	NO!	
Deve essere verificata la disuguaglianza: I ≥ 0,15 mL γL hw tw³				
	Descrizione	Valore	u.d.m.	
mL	1,00 ≤ 0,015 (hw/tw-70) ≤ 2,00	1,80		
n	n° irrigidimenti longitudinali	1		
AL	area effettiva irrigidimento long.	4.150	mm ²	
α	rapporto tra i lati del pannello	0,467		
ψ	coefficiente di variazione lineare di σ	-2,115		
δ	AL/(hw tw)	0,218		
η1	h1/hw	0,516		
η2	h2/hw	-		
Valori tabulari (prospetti 3.1 e 3.2 10030)				
γ(L,τ)	8,00	γ(L,σ)	3,00	
I _L = 126.841.956		>	4.104.000	
VERIFICA SODDISFATTA				
Verifica nervature trasversali (punto 3.1.3-10030)				
Sezione simmetrica				
	b (mm)	h (mm)	A (mm ²)	γ (mm)
anima	9	200	1.800	100
ala	90	9	810	204,5
Pareti sottili con bordo irrigidito		b/t ≤ 12		
b = 200		t = 9	b2 = 81	
b1=30xt1= 300		t1 = 10		
Deve essere verificata la disuguaglianza: I ≥ 0,15 γτ hw tw³				
Valori tabulari (prospetti 3.1 e 3.2 10030)				
K	1,00	γτ	60,00	
I _L = 57.879.870		>	17.100.000	
VERIFICA SODDISFATTA				

0,467

	α	τ	σ
α inf	0,4	8	3
α sup	0,7	8	3
Valore interpolato		8,00	3,00

0,467

	α	T
α inf	0,7	60
α sup	1	60
Valore interpolato		60,00

Stabilità dell'anima (punto 7.6-10011)

Foglio
10 di 13

Dimensioni pannello (mm)
Tensioni ai bordi (N/mm²)

h=	1.940	hw=	1.900
σ ₁ =	-135,1	σ ₂ =	285,71
τ=	92,0	y _n (mm)=	609,9

Deve essere verificata la disuguaglianza: $\sigma_{cr,red}/\alpha_{id} \geq \beta \cdot v$

Pannello	1	2	3	4	5
i	985	955			
tl	9	9			
h	981	951			
a	888	888			
tw	10	10			
α	0,90	0,93			
σ ₁	-135,1	84,0			
σ ₂	82,1	294,6			
σ ₁ *	135,1	-84,0			
σ ₂ *	-82,1	-294,6			
τ	92,0	92,0			
ψ	-0,61	3,51			
α _{id}	208,95	180,20			
σ _{cr,0}	19,36	20,60			
kσ	-	1,832			
kσ	8,457	-			
kσ	-	-			
kτ	10,520	10,128			
σ _{cr}	-	37,75			
σ _{cr}	163,72	-			
σ _{cr}	-	-			
τ _{cr}	203,68	208,64			
σ _{cr,id}	219,60	361,38			
0.8*fd	262,56	262,56			
σ _{cr,red}	219,60	299,34			
σ _{cr,red} /α _{id}	1,05	1,66			
β	0,80	0,80			
v	1,00	1,00			
β*v	0,80	0,80			
	OK	OK			

interasse verticale tra i due irrigidimenti del pannello; da inserire per ogni pannello (n° irrig. + 1)

Caso I
Caso II
Caso III
Caso IV
Caso I
Caso II
Caso III
Caso IV

compaiono solo i numeri per i casi in questione (dipendono da α e ψ)
il caso IV è sempre presente: dipende dal taglio
per la σ_{cr} compaiono solo i casi corrispondenti da kσ

inserire manualmente il valore

Verifiche agli SLU

Verifica dell'anima (punto 3.2.1-10030)

Sollecitazioni esterne (kN e m):	Vsd=	1.906	Msd=	14.130
Momento resistente delle sole piattabande:	M _{rd} =	9.484	kNm	
Momento resistente della sezione lorda:	M' _{rd} =	13.181	kNm	
Spessore equivalente anima:	t _{we2} =	10,00	mm	

NB: valori agli SLU

Taglio resistente di calcolo:		Vrd = Vcr+Vt			
τ* = τcr,min	203,68	bs	300	bi	600
σtd	-24,16	ts	15	ti	25
θ	1,134	Nfd	4.939.795		
Φ	0,756	Mfs	56.419.708	Mfi	210.292
		ds	0,00	di	0,00

NB: bs e ts ala compressa; bi e ti ala tesa

V_{cr} = h_w t_{we2} τ* = 3.869.856 N
V_t = 0 N
V_{Rd} = 3.869.856 N
Verifica = #NUM! N >= 1.905.593

#NUM!

Verifica delle nervature trasversali (punto 3.2.2-10030)

Larghezza collaborante anima = b _e + t _w	10 mm
Lunghezza libera inflessione = 0,7*hw	1.330 mm
Sforzo normale = N _{rd} = V _{rd} - 0,8*V _{cr}	773.971 N
Area = A	2.710 mm ²
Distanza baricentro asse anima =	132,36 mm
Inerzia = J	14.466.895 mm ⁴
Raggio giratorio d'inerzia = i	73,06 mm
Snellezza = λ	18,20
Sforzo critico euleriano = σ _{cr}	6.255 N/mm ²
Forza critica euleriana = N _{crE}	16.950.835 N
Carico resistente a instabilità = N _{Rd}	889.422 N
NRd =	889.422
Nird =	773.971

VERIFICA SODDISFATTA

Caratteristiche geometriche del pannello d'anima:

Altezza pannello h	1.940	[mm]
Spessore pannello t	10	[mm]
Rapporto altezza spessore hw/t	194,00	[-]

Tensione di snervamento anima fyw	328	[MPa]
Coefficiente η	1,20	[-]
Coefficiente ε	0,85	[-]
Pannello irrigidito (S/N)	S	

Minimo coefficiente di instabilità per taglio del pannello k_T 49,85 [-]

Necessaria verifica instabilità per taglio poiché:

$$hw/t = 194,00 > 31/\eta \cdot \varepsilon \cdot \sqrt{k_T} = 154,332$$

a = lunghezza del pannello compreso tra due irrigiditori trasversali rigidi consecutivi
(in assenza di irrigidimenti la lunghezza del pannello si considera coincidente con quella della trave)

a 888 [mm]

Numero di irrigidimenti longitudinali	1	[-]
Rapporto d'allungamento $\alpha = a/hw$	0,457	[-]

Caratteristiche geometriche singolo irrigidimento longitudinale

Altezza hsl	166	[mm]	Larghezza bsl	200	[mm]
Spessore tsl	14	[mm]	Irrigidimento a I/L o altro (I/L/A)	I	
15 ε t	126,928	[mm]			

Momento di inerzia del singolo irrigiditore longitudinale rispetto all'asse baricentrico parallelo al piano dell'anima, considerando una larghezza collaborante di anima pari a 15 ε t da ciascun lato dell'irrigiditore:

Isl, singolo 23.832.771 [mm⁴]

Somma dei momenti di inerzia:

Isl 23.832.771 [mm⁴]

Coefficiente per l'instabilità a taglio	k_T	49,845	[-]
Tensione critica euleriana	σ_E	5,048	[MPa]
Tensione tangenziale critica	τ_{cr}	251,636	[MPa]
Snellezza intero pannello	λ_w	0,868	[-]

Calcolo della snellezza $\lambda_{w,1}$ del sottopannello più critico (in assenza di irrigidimenti longitudinali coincide con la snellezza del pannello intero).

Altezza sottopannello hw,1	1.940	[mm]	α_1	0,457	[-]
Minimo coefficiente di instabilità per taglio del sottopannello	$k_{T,1}$	29,516	[-]		
Snellezza del sottopannello	$\lambda_{w,1}$	1,128	[-]		

Snellezza di calcolo	λ_w	1,128	[-]
Montanti d'appoggio rigidi/altri casi (R/A)	A		
Coefficiente χ_w (Tabella C4.2.VII)	0,956	[-]	
γ_{M1}	1,10	[-]	
Contributo resistente dell'anima Vbw,Rd UNI EN 1993-1-5 paragrafo 5.3	3195,720	[kN]	

Trascurare il contributo delle piattabande? (Teoria delle bande diagonali) (S/N)

N

Contributo resistente delle piattabande secondo UNI EN 1993-1-5 paragrafo 5.4:
Vbf,Rd 0,000 [kN]

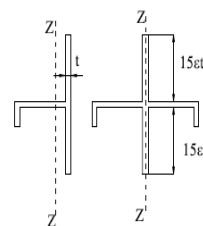
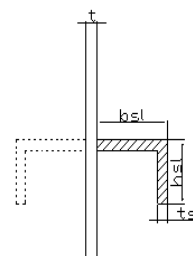


Figura C4.2.12 – Irrigidimenti longitudinali dei pannelli d'anima

CARATTERISTICHE TRAVE E SOLLECITAZIONI

Spessore piattabanda sup	ifs	15	[mm]
Larghezza piattabanda sup	bfs	300	[mm]
Spessore piattabanda inf	ifi	25	[mm]
Larghezza piattabanda inf	bfi	600	[mm]
Area piattabanda sup	Afs	4.500	[mm ²]
Area piattabanda inf	Afi	15.000	[mm ²]

Spessore della piattabanda di minima resistenza assiale tf
Larghezza piattabanda assunta nel calcolo bf
Tensione di snervamento piattabande fyf
 γ_{M1}
Distanza tra le cerniere plastiche c
Distanza tra i baricentri delle piattabande hf
Momento resistente caratteristico delle sole piattabande M_{fk}
 γ_{M0}
Momento resistente di progetto delle sole piattabande $M_{f,Rd}$
Momento resistente di progetto ridotto in presenza di sforzo assiale $M_{f,red}$

15	[mm]
300	[mm]
328	[MPa]
1,10	[-]
224,42	[mm]
1.960	[mm]
2.895	[kNm]
1,05	[-]
2.757	[kNm]

778 [kNm]

Azioni sollecitanti allo stato limite ultimo nella sezione di verifica:

Taglio sollecitante $V_{Ed,SLU}$	1.906	[kN]
Azione assiale sollecitante $N_{Ed,SLU}$	4.374	[kN]
Momento flettente sollecitante $M_{Ed,SLU}$	14.130	[kNm]

Controllo dell'azione flettente

$M_{Ed}/M_{f,red} = 18,15$ [-]

Le piattabande sono completamente impegnate dal momento flettente: $V_{bf,Rd} = 0$.

Resistenza a stabilità per taglio:

$V_{b,Rd} = V_{bw,Rd} + V_{bf,Rd} = 3.196$ [kN]

Coefficiente di utilizzo per instabilità a taglio: $\eta_3 = V_{Ed}/V_{b,Rd} = 0,60$ [-] **VERIFICA SODDISFATTA**

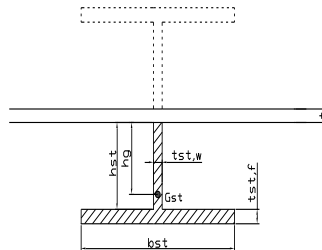
Verifica dei requisiti di rigidità degli irrigiditori trasversali (EN 1993-1-5: 9.3.3)

CARATTERISTICHE GEOMETRICHE DELL'IRRIGIDITORE

Spessore anima $t_{st,w}$	9	[mm]
Altezza anima h_{st}	200	[mm]
Spessore ala $t_{st,f}$	0	[mm]
Larghezza ala b_{st}	0	[mm]
Irrigiditore su entrambi i lati (S/N)	N	

Area effettiva irrigiditore	1.800	[mm ²]
Momento d'inerzia effettivo I_{st}	6.000.000	[mm ⁴]
$\alpha = a/h_w$	0,46	< $\sqrt{2}$

Momento d'inerzia limite $I_{limite} = 13.904.639$ [mm⁴]



L'irrigiditore non è rigido (EN 1993-1-5: 9.3.3)

Verifica dei requisiti minimi degli irrigiditori trasversali (EN 1993-1-5: 9.2.1(5))

Pannelli irrigiditi soggetti a sola azione di compressione N_{Ed} (assenza di azione assiale nell'irrigiditore trasversale)

As (Area effettiva irr. + $2 \cdot 15et^2 + t_{st,w} \cdot t$)	4.429	[mm ²]
Distanza tra baricentro e asse anima e	43	[mm]
Is (inerzia di As rispetto al baricentro)	17.800.835	[mm ⁴]
Lunghezza del pannello precedente a_1	888	[mm]
Lunghezza del pannello seguente a_2	888	[mm]
Luce dell'irrigiditore trasversale b	1.940	[mm]
Difetto di rettilineità w_0	2,96	[mm]
Tensione di snervamento f_{yk}	328	[MPa]
γ_{M1}	1,10	[-]
σ critica per instabilità di colonna $\sigma_{cr,c}$	1.411.690,13	[MPa]
σ critica per instabilità di piastra $\sigma_{cr,p}$	1.411.766,75	[MPa]
Rapporto $\sigma_{cr,c} / \sigma_{cr,p}$	1,00	[-]
Ac,eff	8.478	[mm ²]

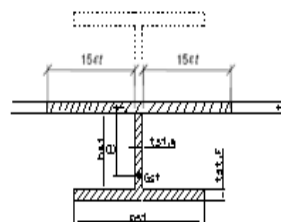
$\sigma_{max} = 135,08$ [MPa]

$N_{Ed} = 572,62$ [kN]

$$\sigma_m = \frac{\sigma_{cr,c}}{\sigma_{cr,p}} \cdot \frac{N_{Ed}}{b} \left(\frac{1}{a_1} + \frac{1}{a_2} \right) = 0,67 \text{ [MPa]}$$

$e_{max} = 162,32$ [-]

$$u = \frac{\pi^2 E e_{max}}{f_y 300 b} \geq 1,0 = 1,94 \text{ [-]}$$



>>>>>>
valore compreso tra 0.50 e 1.00;
area efficace della parte compressa del pannello d'anima nervato o no;
massima tensione di compressione nel pannello d'anima nervato o no;
massima forza di compressione nei pannelli adiacenti all'irrigiditore trasversale;

massima distanza tra i lembi dell'irrigiditore ed il suo baricentro;

$$I_{st} = \frac{\sigma_m}{E} \left(\frac{b}{\pi} \right)^4 \left(1 + w_0 \frac{300}{b} u \right) = 868.779 \text{ [mm⁴]}$$

Is = 17.800.835 [mm⁴] ≥ Ist = 868.779 [mm⁴] **VERIFICA SODDISFATTA**

Verifica dei requisiti minimi degli irrigiditori trasversali (EN 1993-1-5: 9.2.1(6))

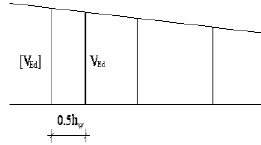
Foglio
13 di 13

Pannelli irrigiditi soggetti a sola azione di compressione N_{Ed} e azione assiale $N_{st,Ed}$ nell'irrigiditore trasversale

Gli irrigiditori trasversali rigidi devono essere verificati per una forza assiale $N_{st,ten}$ da EN 1993-1-5: Eq. 9.48.

Taglio di calcolo a distanza $0,5 h_w$ dal pannello soggetto alla massima azione tagliante:

$$V_{Ed} = 1.906 \text{ [kN]}$$



Forza assiale nell'irrigiditore trasversale dovuto al campo tensionale diagonale nel pannello per effetto del taglio:

$$N_{st,ten} = V_{Ed} - \frac{1}{\lambda_w^2} \cdot t \cdot h_w \frac{f_{yw}}{\sqrt{3}} = 0 \text{ [kN]}$$

se tale azione è risulta di segno negativo
si assume uguale a zero.

Se l'irrigiditore trasversale è soggetto ad azione assiale questa deve essere incrementata secondo quanto indicato in EN 1993-1-5: 9.2.1(6).

$$\Delta N_{st} = \sigma_m b^2 / \pi^2 = 253,63 \text{ [kN]}$$

$$\Sigma N_{st,Ed} = N_{st,Ed} + \Delta N_{st,Ed} = 253,63 \text{ [kN]}$$

As (Area effettiva irr. + $2 \cdot 15ct^2 + t_{st,w} t$)

4.429 [mm²]

Is (inerzia di As rispetto al baricentro)

17.800.835 [mm⁴]

e_{max}

162 [-]

massima distanza tra lembi e baricentro

lunghezza di inflessione $l_0 = h_w$

1.940 [mm]

Carico critico euleriano $N_{cr,st}$

9.803 [kN]

$$\xi q_m = \frac{N_{st,Ed} e_0}{\Sigma N_{st,Ed} W_0} = 0,00 \text{ [-]}$$

I requisiti di rigidezza e resistenza sono soddisfatti se valgono le seguenti disuguaglianze:

$$w = W_0 \frac{1}{N_{cr,st} - 1} (1 + 1,25 q_m) = 0,00 \text{ [mm]} < b/300 = 6,47 \text{ [mm]} -$$

$$\sigma_{max} = \frac{N_{st,Ed}}{A_{st}} + \frac{\Sigma N_{st,Ed} e_{max} W_0}{I_{st}} \cdot \frac{1}{1 - \frac{\Sigma N_{st,Ed}}{N_{cr,st}}} (1 + 1,11 q_m) = 7,02 \text{ [MPa]} \leq 298,36 \text{ [Mpa]} -$$

VERIFICA SODDISFATTA

Verifica a stabilità per compressione degli irrigiditori trasversali (EN 1993-1-1: 6.3)

Tensione di snervamento f_{yk}	328	[MPa]
As (Area effettiva irr. + $2 \cdot 15ct^2 + t_{st,w} t$)	4.429	[mm ²]
Is (inerzia di As rispetto al baricentro)	17.800.835	[mm ⁴]
lunghezza di inflessione $l_0 = h_w$	1.940	[mm]
Carico critico euleriano $N_{cr,st}$	9.803	[kN]
Snellezza adimensionale λ	0,39	[-]
Coefficiente di imperfezione α	0,49	[-]
Coefficiente ϕ	0,62	
Coefficiente di riduzione χ	0,91	
Resistenza ad instabilità dell'irrigidimento	1.196,05	[kN]
Azione sollecitante $N_{st,ten}$	0,00	[kN]

Indice di resistenza 0,00 [-]

VERIFICA SODDISFATTA

DATI GEOMETRICI										Foglio 1 di 13	
TRAVE IN ACCIAIO	Altezza sezione metallica (cm)	194	Interasse travi metalliche sup. (cm)		300	CONCIO		C4			
	Interasse travi metalliche (cm)	300	Interasse travi metalliche inf. (cm)		300	FRAME					
	Larghezza ala superiore esterna (cm)	30				JOINT					
	Spessore ala superiore esterna (cm)	1,5	Interasse irrigidimenti verticali (cm)		150						
	Larghezza raddoppio superiore (cm)	0	Luce campata di riferimento (m)		49,1	num. Travi		2			
	Spessore Raddoppio ala superiore (cm)	0,0									
	Spessore anima (cm)	1,0	Acciaio tipo		S	328,2	tipologia	VIA SUPERIORE			
	Larghezza raddoppio inferiore (cm)	0									
	Spessore Raddoppio ala inferiore (cm)	0,0									
	Larghezza ala inferiore esterna (cm)	60									
	Spessore ala inferiore esterna (cm)	4,0									
	Modulo elasticità acciaio (daN/cm2)	2.100.000									
CONTROVENTI SUPERIORI	Passo controventi superiori a (cm)	300,0	SI 2L 90x8								
	Area controventi superiori (cm2)	27,80									
	Posizione baric. controvent. sup. rispetto estradosso trave (cm)	30,0									
	Distanza punto schema bar. bulloni (cm)	30,0									
	Numero controventi	2									
	Angolo α travi princ. e controventi	45									
CONTROVENTI INFERIORI	Spessore equivalente t* (cm)	0,17	NO								
	Passo controventi inferiori a (cm)	300,0									
	Area controventi inferiori (cm2)	0,00									
	Posizione baric. controvent. inf. rispetto all'intradosso trave (cm)	30,0									
	Distanza punto schema bar. bulloni (cm)	30,0									
	Numero controventi	2									
SOLETTA	Angolo α travi princ. e controventi	45	ASSENTI								
	Spessore equivalente t* (cm)	0,00									
	Classe di resistenza Rck (kg/cm2)	450		diametro ferri superiori soletta(cm)	1,4	passo (cm)	20,0				
	Spessore totale soletta (cm)	20,0		n° ferri superiori	15,00	copriferro (cm)	4,0				
	Spessore da togliere per predalle (cm)	0,0		Area ferri superiori soletta (cmq)	23,09						
	Spessore sol. Collaborante (cm)	20,0		diametro ferri inferiori soletta(cm)	1,4	passo (cm)	20,0				
COEFF.	Larghezza sol. collaborante (cm)	300,0		n° ferri inferiori	15,00	copriferro (cm)	3,0				
	Larghezza soletta x ritiro (cm)	300,0		Area ferri inferiori soletta (cmq)	23,09						
	Coeff. omogeneizz. per perm.	16,01									
	Coeff. omogeneizz. per acc.	6,06									
	Coeff. omogeneizz. per ritiro	14,22									
	Coeff. omogeneizz. per cedimenti	19,63									
TEMP	Coeff. di contrazione per ritiro ε _r	2,786E-04									
	Riduzione per non contemporaneità	0									
PIOLI	Variazione termica differenziale (°C)	10									
	Resistenza piolo (daN) a SLE	6.569									
	Coefficiente di sicurezza connessioni γ _v	1,25									
	Diametro pioli (mm)	22									
	Numero pioli in linea n°	3									
SALDATURE	passo pioli (cm)	20									
	Altezza gola anima sup. (mm)	8	Larghezza gola anima sup. (mm)	12							
	Altezza gola anima inf. (mm)	8	Larghezza gola anima inf. (mm)	12							
	Altezza gola raddoppio sup. (mm)	0	Larghezza gola raddoppio sup.(mm)	0							
	Altezza gola raddoppio inf. (mm)	0	Larghezza gola raddoppio inf. (mm)	0							
FASI							Fase 2a	Permanenti			
							Fase 3	Accidentali			
							Fase 2b	Ritiro			
							Fase 2c	Cedimenti			
CARATTERISTICHE GEOMETRICHE											
		A (cm²)	y _i (cm)	J (cm⁴)	J _{tot} (cm⁴)	W _{sol} (cm³)	W _{ste} (cm³)	W _{fte} (cm³)	W _{animsup} (cm³)	W _{animinf} (cm³)	
Sezione metallica		474	58,5	2.439.553	1.377	0	18.003	41.707	18.205	44.768	
Sezione metallica + soletta collab. Fase 2a		16,01	894	127,2	7.168.548	1.377	1.322.281	107.320	56.355	109.786	58.184
Sezione metallica + soletta collab. Fase 3		6,06	1.510	158,5	9.353.454	1.377	1.021.359	263.503	59.011	275.129	60.539
Sezione metallica + soletta collab. Fase 2b		14,22	942	131,1	7.436.179	1.377	1.274.799	118.131	56.742	121.015	58.529
Sezione metallica + soletta collab. Fase 2c		19,63	825	120,8	6.721.554	1.377	1.415.307	91.791	55.654	93.711	57.561

AZIONI TRAVI PRINCIPALI										Foglio 2 di 13	
AZIONI SOLLECITANTI (M max)											
	1°Nodo			2°Nodo		valori x10 ⁴	AZIONI SOLLECITANTI (Mt max)				valori x10 ⁴
	M (Nm)	N (N)	T (N)	Mt (Nm)	Mt (Nm)		Mt (Nm)	Mt (Nm)			
Peso proprio acciaio	105	0	11	0	0		0	0			
Peso proprio soletta	230	0	23	0	0		0	0			
Permanenti	148	0	14	0	0		0	0			
Effetti primari del ritiro	180	247	0	0	0		0	0			
Effetti secondari del ritiro	0	0	0	0	0		0	0			
Accidentali mezzi + folla	716	0	76	0	0		0	0			
Vento	48	0	5	0	0		0	0			
Deformazioni termiche primarie	95	208	0	0	0		0	0			
Deformazioni termiche secondarie	0	0	0	0	0	0	0				
Cedimenti	0	0	0	0	0	0	0				
VERIFICHE DELLE TRAVI PRINCIPALI AGLI STATI LIMITE ULTIMI N.T.C.2018											
VERIFICHE TRAVI PRINCIPALI A PRESSOFLESSIONE											
(positive le compressioni)	PARZIALI (daN/cm2)					TOTALI ALLO SLU STR - Az.base Accidentali mezzi + folla- (daN/cm2)					
	sup. sol.	sup. fe.	anima sup.	anima inf.	inf. fe.	sup. sol.	sup. fe.	anima sup.	anima inf.	inf. fe.	
Peso proprio acciaio	0	98	96	-180	-186	0	132	129	-244	-252	
Peso proprio soletta	0	214	209	-395	-408	0	421	412	-777	-803	
Permanenti	11	138	135	-254	-263	17	628	614	-1.159	-1.196	
Effetti primari del ritiro	-9	415	411	-46	-55	6	1.126	1.107	-1.213	-1.263	
Effetti secondari del ritiro	0	0	0	0	0	6	1.126	1.107	-1.213	-1.263	
Accidentali mezzi + folla	70	272	260	-1.183	-1.213	101	1.493	1.459	-2.810	-2.901	
Vento	5	18	17	-79	-81	105	1.509	1.474	-2.881	-2.974	
Deformazioni termiche primarie +ΔT	3	-174	-172	19	23	107	1.384	1.350	-2.868	-2.958	
Deformazioni termiche secondarie +ΔT	0	0	0	0	0	107	1.384	1.350	-2.868	-2.958	
Deformazioni termiche primarie -ΔT	-3	174	172	-19	-23	103	1.634	1.598	-2.895	-2.990	
Deformazioni termiche secondarie -ΔT	0	0	0	0	0	103	1.634	1.598	-2.895	-2.990	
Cedimenti	0	0	0	0	0	107	1.634	1.598	-2.895	-2.990	
									Rapp σ sup	Rapp σ inf	
									0,52	0,96	
VERIFICHE TRAVI PRINCIPALI A TAGLIO E TORSIONE											
VERIFICHE A TAGLIO	PARZIALI (daN/cm2)			TOTALI ALLO SLU STR (daN/cm2)			VERIFICHE A TORSIONE	PARZIALI (daN/cm2)	TOTALI (daN/cm2)		
	Anima sup	Anima max	Anima inf	Anima sup	Anima max	Anima inf		Anima	Anima		
Peso proprio acciaio	49	63	46	66	85	62		0,00	0,00		
Peso proprio soletta	102	132	96	203	263	192		0,00	0,00		
Permanenti	62	80	59	296	383	280		0,00	0,00		
Effetti primari del ritiro	0	0	0	296	383	280		0,00	0,00		
Effetti secondari del ritiro	0	0	0	296	383	280		0,00	0,00		
Accidentali mezzi + folla	379	435	305	808	971	692		0,00	0,00		
Vento	25	29	20	830	997	711		0,00	0,00		
Deformazioni termiche	0	0	0	830	997	711		0,00	0,00		
Cedimenti	0	0	0	830	997	711		0,00	0,00		
VERIFICHE A TAGLIO E TORSIONE	PARZIALI (daN/cm2)			TOTALI ALLO SLU STR (daN/cm2)			T _{media}	Rapp τ			
	Anima sup	Anima max	Anima inf	Anima sup	Anima max	Anima inf					
Peso proprio acciaio	49	63	46	66	85	62	845,7	0,55			
Peso proprio soletta	102	132	96	203	263	192					
Permanenti	62	80	59	296	383	280					
Effetti primari del ritiro	0	0	0	296	383	280					
Effetti secondari del ritiro	0	0	0	296	383	280					
Accidentali mezzi + folla	379	435	305	808	971	692					
Vento	25	29	20	830	997	711					
Deformazioni termiche	0	0	0	830	997	711					
Cedimenti	0	0	0	830	997	711					
VERIFICHE TRAVI PRINCIPALI TENSIONI IDEALI											
	TOTALI (daN/cm2)			PARZIALI (daN/cm2)			TOTALI arm sup				
	Anima sup	Anima inf		arm sup							
Peso proprio acciaio	172	266		0		0					
Peso proprio soletta	542	846		0		0					
Permanenti	800	1.256		171		256					
Effetti primari del ritiro	1.220	1.307		453		800					
Effetti secondari del ritiro	1.220	1.307		0		800					
Accidentali mezzi + folla	2.021	3.055		394		1.333					
Vento	2.059	3.133		26		1.356					
Deformazioni termiche	2.150	3.146		190		1.493					
Cedimenti	2.150	3.146		0		1.493					
Le verifiche sono condotte negli attacchi piattabande - anima											
VERIFICHE ARMATURE SOLETTA											
	PARZIALI (daN/cm2)	PARZIALI arm sup	TOTALI arm sup		Rapp σ sup	Rapp σ inf					
Peso proprio acciaio		0	0		0,69	1,01					
Peso proprio soletta		0	0								
Permanenti		171	256								
Effetti primari del ritiro		453	800								
Effetti secondari del ritiro		0	800								
Accidentali mezzi + folla		394	1.333								
Vento		26	1.356								
Deformazioni termiche		190	1.493								
Cedimenti		0	1.493								

VERIFICHE DELLE TRAVI PRINCIPALI AGLI STATI LIMITE D'ESERCIZIO N.T.C.2018										Foglio 3 di 13
VERIFICHE TRAVI PRINCIPALI A PRESSOFLESSIONE										
	PARZIALI (daN/cm2)					TOTALI ALLO SLE (daN/cm2)				
(positive le compressioni)	sup. sol.	sup. fe.	anima sup.	anima inf.	inf. fe.	sup. sol.	sup. fe.	anima sup.	anima inf.	inf. fe.
Peso proprio acciaio	0	98	96	-180	-186	0	98	96	-180	-186
Peso proprio soletta	0	214	209	-395	-408	0	312	305	-576	-594
Permanenti	11	138	135	-254	-263	11	450	440	-830	-857
Effetti primari del ritiro	-9	415	411	-46	-55	3	865	851	-876	-912
Effetti secondari del ritiro	0	0	0	0	0	3	865	851	-876	-912
Accidentali mezzi + folla	70	272	260	-1.183	-1.213	73	1.136	1.111	-2.058	-2.126
Vento	5	18	17	-79	-81	76	1.147	1.122	-2.106	-2.174
Deformazioni termiche primarie +ΔT	3	-174	-172	19	23	77	1.043	1.018	-2.095	-2.161
Deformazioni termiche secondarie +ΔT	0	0	0	0	0	77	1.043	1.018	-2.095	-2.161
Deformazioni termiche primarie -ΔT	-3	174	172	-19	-23	74	1.251	1.225	-2.117	-2.188
Deformazioni termiche secondarie -ΔT	0	0	0	0	0	74	1.251	1.225	-2.117	-2.188
Cedimenti	0	0	0	0	0	77	1.251	1.225	-2.117	-2.188
VERIFICHE TRAVI PRINCIPALI A TAGLIO E TORSIONE										
VERIFICHE A TAGLIO	PARZIALI (daN/cm2)			TOTALI ALLO SLE (daN/cm2)			VERIFICHE A TORSIONE	PARZIALI (daN/cm2)	TOTALI (daN/cm2)	
	Anima sup	Anima max	Anima inf	Anima sup	Anima max	Anima inf		Anima	Anima	
Peso proprio acciaio	49	63	46	49	63	46		0,00	0,00	
Peso proprio soletta	102	132	96	151	195	143		0,00	0,00	
Permanenti	62	80	59	213	275	201		0,00	0,00	
Effetti primari del ritiro	0	0	0	213	275	201		0,00	0,00	
Effetti secondari del ritiro	0	0	0	213	275	201		0,00	0,00	
Accidentali mezzi + folla	379	435	305	591	710	506		0,00	0,00	
Vento	25	29	20	606	727	518		0,00	0,00	
Deformazioni termiche	0	0	0	606	727	518		0,00	0,00	
Cedimenti	0	0	0	606	727	518		0,00	0,00	
VERIFICHE A TAGLIO E TORSIONE	PARZIALI (daN/cm2)			TOTALI ALLO SLE (daN/cm2)						
	Anima sup	Anima max	Anima inf	Anima sup	Anima max	Anima inf				
Peso proprio acciaio	49	63	46	49	63	46				
Peso proprio soletta	102	132	96	151	195	143				
Permanenti	62	80	59	213	275	201				
Effetti primari del ritiro	0	0	0	213	275	201				
Effetti secondari del ritiro	0	0	0	213	275	201				
Accidentali mezzi + folla	379	435	305	591	710	506				
Vento	25	29	20	606	727	518				
Deformazioni termiche	0	0	0	606	727	518				
Cedimenti	0	0	0	606	727	518				
VERIFICHE TRAVI PRINCIPALI TENSIONI IDEALI										
	TOTALI (daN/cm2)									
	Anima sup	Anima inf								
Peso proprio acciaio	128	197								
Peso proprio soletta	401	626								
Permanenti	574	900								
Effetti primari del ritiro	927	942								
Effetti secondari del ritiro	927	942								
Accidentali mezzi + folla	1.511	2.237								
Vento	1.536	2.289								
Deformazioni termiche	1.613	2.300								
Cedimenti	1.613	2.300								
Le verifiche sono condotte negli attacchi piattabande - anima										
CALCOLO CLASSE DELLA SEZIONE										
CLASSE DELLA PIATTABANDA										
Larghezza	c	15	cm							
Spessore	t	1,5	cm							
Tipo di acciaio		328	N/mm ²							
	ε	0,85								
Rapporto c/t		10,00	CL.	3						
CLASSE DELL'ANIMA										
Larghezza parte compressa	c	186	cm							
Spessore parte compressa	t	1,0	cm							
Tipo di acciaio		328	N/mm ²							
	ε	0,85								
Rapporto c/t		186	CL.	4						
<div> <div> Piattabanda compressa: VALORI DA TAB C4.2.IX CIRCOLARE n°617/C.S.LL.PP <i>Ala superiore</i> </div> <div> <i>Raddoppio ala superiore</i> b_p = 14,500 cm b_{radd} = 0,000 cm t_p = 1,500 cm t_{radd} = 0,000 cm k_σ = 0,430 - k_σ = 0,430 - λ_{pp} = 0,613 - λ_{pradd} = 0,000 - ρ_p = 1,000 - ρ_{radd} = 1,000 - </div> </div> <div> CLASSE SEZ 4 </div>										

VERIFICA DELLA SEZIONE IN CLASSE 4										Foglio 4 di 13
COEFFICIENTI DA NORMATIVA										
γ_{M0}	coefficiente di resistenza	1,05	Sono presenti irrigidimenti longitudinali ? (S/N) <div style="text-align: right;">S</div>							
γ_{M1}	coefficiente a instabilità	1,10								
η	coefficiente adimensionale	1,20								
Altezza netta dell'anima	hw =	1.885	mm	Classe dell'irrigidimento longitudinale piattabanda 16 classe 1 anima 13 classe 3 profilo classe 3						
Larghezza irrigidimento longitudinale	bsl =	200	mm							
Altezza irrigidimento longitudinale	hsl =	166	mm							
Spessore irrigidimento longitudinale	tsl =	13,5	mm							
	15ε t =	127	mm							
	hw1 =	985	mm	Distanza tra lembo superiore compresso del pannello d'anima e baricentro della piattabanda dell'irrigidimento longitudinale.						
Distanza tra gli irrigidimenti trasversali	a =	1.500	mm							
TENSIONI										
σ1	Tensione totale SLU anima sup (positiva)	159,8	N/mmq	ITERATIVO: CAMBIA LA SEZIONE E DI CONSEGUENZA LE SIGMA AI BORDI (SI PARTE DALLE TENSIONI DELLA SEZ LORDA E POI SI INSERISCONO QUELLI DERIVANTI DA CALCOLO DELLA SEZ EFFICACE)						
σ2	Tensione totale SLU anima inf (negativa)	-109,5								
σsl	Tensione SLU nel pannello ad altezza hw1	19,1	N/mmq							
Calcolo stabilità dei pannelli soggetti a compressione Piattabanda compressa: VALORI DA TAB C4.2.IX CIRCOLARE n°617/C.S.LL.PP										
<div style="display: flex; justify-content: space-between;"> <div style="width: 45%;"> Ala superiore bp = 14,5 cm tfp = 1,5 cm kσ = 0,430 λpp = 0,613 ρp = 1,000 </div> <div style="width: 45%;"> Raddoppio ala superiore bradd = 0,0 cm tradd = 0,0 cm kσ = 0,430 λpradd = 0,000 ρradd = 1,000 </div> </div> <div style="margin-top: 10px;"> coefficiente per l'instabilità a compressione </div>										
Calcolo delle aree efficaci e lorde dei sottopannelli. VALORI DA TAB C4.2.VIII CIRCOLARE n°617/C.S.LL.PP										
<div style="display: flex; justify-content: space-between;"> <div style="width: 45%;"> Sottopannello 1: b1 = 978 mm ψ1 = 0,119 kσ1 = 7,012 λp1 = 1,537 ρ1 = 0,578 larghezze lorde: b1,lat = 401 mm b1,inf = 577 mm larghezze efficaci b1,eff = 565 mm b1,lat,eff = 232 mm b1,inf,eff = 334 mm x1,eff = 413 mm </div> <div style="width: 45%;"> Sottopannello 2: b2c = 133 mm ψ2 = -5,740 kσ2 = 23,900 λp2 = 0,113 ρ2 = 1,000 larghezze lorde: b2,sup = 53 mm b2,lat = 80 mm larghezze efficaci b2,eff = 133 mm b2,sup,eff = 53 mm b2,lat,eff = 80 mm x2,eff = 0 mm </div> </div> <div style="margin-top: 10px;"> b2 = 893 mm b2t = 761 mm </div>										
Comportamento tipo piastra: calcolo di σcr,p e ρ :										
Asl,1	11.198	[mm²]	area lorda dell'irrigiditore longitudinale e della porzione lorda di anima collaborante. distanza tra baricentro dell'area lorda e asse dell'anima. momento d'inerzia fuori piano dell'area lorda.							
xsl,1	62	[mm]								
Isl,1	7.705	[cm⁴]								
Buckling dell'irrigidimento longitudinale e calcolo di σcr,p										
b1	985	[mm]	distanza tra irrigiditore e bordo longitudinale compresso del pannello d'anima distanza tra irrigiditore e bordo longitudinale teso del pannello d'anima altezza del pannello d'anima distanza critica tra gli irrigidimenti trasversali tensione critica nell'irrigiditore longitudinale tensione critica al lembo maggiormente compresso del pannello d'anima per comportamento a piastra							
b2	900	[mm]								
b	1.885	[mm]								
ac	10.308	[mm]								
σcr,sl	6.341	[MPa]								
σcr,p	51.182	[MPa]								
Calcolo del coefficiente ρ:										
Ac	11.198	[mm²]	area lorda della zona compressa del pannello d'anima irrigidito eccetto le parti laterali area efficace della zona compressa del pannello d'anima irrigidito eccetto le parti laterali rapporto Ac,eff,loc / Ac snellezza relativo all'intero pannello d'anima = σ2/σ1 coefficiente di riduzione per instabilità di piastra							
Ac,eff,loc	8.761	[mm²]								
βAc ^p	0,782	[-]								
λp	0,071	[-]								
ψ	-0,685	[-]								
ρ	1,000	[-]								

Comportamento tipo colonna: calcolo di $\sigma_{cr,c}$ e χ_c :

Foglio
5 di 13

$A_{sl,1}$	11.198	[mm ²]	area lorda dell'irrigiditore longitudinale e della porzione lorda di anima collaborante.
$I_{sl,1}$	7.705	[cm ⁴]	momento d'inerzia fuori piano dell'area lorda
$A_{sl,1,eff}$	8.761	[mm ²]	area dell'irrigiditore longitudinale e della porzione efficace di anima collaborante
$\beta_{A,c}$	0,782	[-]	rapporto $A_{sl,1,eff} / A_{sl,1}$
$\sigma_{cr,sl}$	6.338	[MPa]	tensione critica euleriana dell'irrigiditore longitudinale
$\sigma_{cr,c}$	51.159	[MPa]	tensione critica al lembo maggiormente compresso del pannello d'anima per comportamento a colonna
λ_c	0,071	[-]	snellezza
i	83	[mm]	raggio d'inerzia fuori piano della sezione lorda
e_2	62	[mm]	distanza tra baricentro della sezione lorda di irrigiditore + parte di anima collaborante e asse medio dell'anima
e_1	84	[mm]	distanza tra baricentro del solo irrigiditore e baricentro della sezione lorda di irrigiditore + anima collaborante
e	84	[mm]	max (e_1 ; e_2)
α	0,49	[-]	coefficiente di imperfezione
αE	0,581	[-]	
Φ	0,465	[-]	
χ_c	1,000	[-]	coefficiente di riduzione per instabilità di colonna

Interpolazione tra comportamento a piastra e comportamento a colonna

ξ	0,000	[-]	
ρ_c	1,000	[-]	coefficiente di riduzione per instabilità globale

Calcolo delle caratteristiche geometriche efficaci

$$A_{c,eff} = \rho_c A_{c,eff,loc} + \sum b_{l,at,eff} \cdot t \quad 11.873 \quad [mm^2] \quad \text{area efficace della parte compressa del pannello d'anima}$$

In accordo a UNI EN 1993-1-5 par. 4.5.1(7) per il calcolo del momento d'inerzia J_{eff} della sezione metallica efficace, l'area effettiva della parte compressa del pannello d'anima può essere uniformemente ridotta moltiplicando lo spessore dell'anima t e lo spessore dell'irrigidimento longitudinale t_{sl} per il fattore r_c .

l_{red}	10,0	[mm]
$l_{sl,red}$	13,5	[mm]

Si utilizza acciaio da carpenteria di tipo

S 328

Resistenza allo snervamento $f_{yd} = 312,6$ N/mmq

Coefficiente $\epsilon = 0,85$

CARATTERISTICHE GEOMETRICHE SEZIONE EFFICACE

	A_{eff} (cm ²)	y_i (cm)	J_{eff} (cm ⁴)	J_{Ixx} (cm ⁴)	W_{sol} (cm ³)	W_{ste} (cm ³)	W_{fla} (cm ³)	$W_{animsup}$ (cm ³)	$W_{animinf}$ (cm ³)
Sezione metallica	480	54	2.137.332	1.377	0	15.255	39.656	15.420	42.835
Sezione metallica + soletta collab. Fase 2a	16,01	901	124	7.200.181	1.377	1.284.764	103.266	57.937	105.536
Sezione metallica + soletta collab. Fase 3	6,06	1.516	157	9.559.307	1.377	1.009.810	255.825	61.030	266.524
Sezione metallica + soletta collab. Fase 2b	14,22	948	128	7.488.509	1.377	1.241.726	113.882	58.393	116.540
Sezione metallica + soletta collab. Fase 2c	19,63	832	118	6.719.042	1.377	1.368.915	88.003	57.110	89.767

VERIFICHE DEL RESPIRO D'ANIMA IN COMBINAZIONE FREQUENTE - EN 1994-2											Foglio 7 di 13	
VERIFICHE TRAVI PRINCIPALI A PRESSOFLESSIONE												
	PARZIALI (daN/cm2)					TOTALI ALLO SLU STR - Az.base Accidentali mezzi + folla- (daN/cm2)						
(positive le compressioni)	sup. sol.	sup. fe.	anima sup.	anima inf.	inf. fe.	sup. sol.	sup. fe.	anima sup.	anima inf.	inf. fe.		
Peso proprio acciaio	0	102	99	-175	-181	0	102	99	-175	-181		
Peso proprio soletta	0	223	218	-384	-397	0	324	317	-560	-578		
Permanenti	12	143	140	-247	-255	12	468	458	-807	-834		
Effetti primari del ritiro	-8	425	421	-50	-60	4	892	878	-857	-893		
Effetti secondari del ritiro	0	0	0	0	0	4	892	878	-857	-893		
Accidentali mezzi + folla	71	280	269	-1.143	-1.173	57	1.102	1.080	-1.714	-1.773		
Vento	5	19	18	-77	-79	57	1.102	1.080	-1.714	-1.773		
Deformazioni termiche primarie +DT	2	-176	-174	20	24	58	997	976	-1.702	-1.759		
Deformazioni termiche secondarie +DT	0	0	0	0	0	58	997	976	-1.702	-1.759		
Deformazioni termiche primarie -DT	-2	176	174	-20	-24	56	1.208	1.184	-1.726	-1.788		
Deformazioni termiche secondarie -DT	0	0	0	0	0	56	1.208	1.184	-1.726	-1.788		
Cedimenti	0	0	0	0	0	58	1.208	1.184	-1.726	-1.788		
VERIFICHE TRAVI PRINCIPALI A TAGLIO E TORSIONE												
VERIFICHE A TAGLIO	PARZIALI (daN/cm2)			TOTALI ALLO SLU STR (daN/cm2)			VERIFICHE A TORSIONE		PARZIALI (daN/cm2)	TOTALI (daN/cm2)		
	Anima sup	Anima max	Anima inf	Anima sup	Anima max	Anima inf			Anima	Anima		
Peso proprio acciaio	32	57	64	32	57	64			0,00	0,00		
Peso proprio soletta	67	119	134	100	175	198			0,00	0,00		
Permanenti	64	72	57	164	247	255			0,00	0,00		
Effetti primari del ritiro	0	0	0	164	247	255			0,00	0,00		
Effetti secondari del ritiro	0	0	0	164	247	255			0,00	0,00		
Accidentali mezzi + folla	386	392	295	453	541	476			0,00	0,00		
Vento	25	26	19	453	541	476			0,00	0,00		
Deformazioni termiche	0	0	0	453	541	476			0,00	0,00		
Cedimenti	0	0	0	453	541	476			0,00	0,00		
VERIFICHE A TAGLIO E TORSIONE	PARZIALI (daN/cm2)			TOTALI ALLO SLU STR (daN/cm2)								
	Anima sup	Anima max	Anima inf	Anima sup	Anima max	Anima inf						
Peso proprio acciaio	32	57	64	32	57	64						
Peso proprio soletta	67	119	134	100	175	198						
Permanenti	64	72	57	164	247	255						
Effetti primari del ritiro	0	0	0	164	247	255						
Effetti secondari del ritiro	0	0	0	164	247	255						
Accidentali mezzi + folla	386	392	295	453	541	476						
Vento	25	26	19	453	541	476						
Deformazioni termiche	0	0	0	453	541	476						
Cedimenti	0	0	0	453	541	476						
							Tmedia					
							490,36					
VERIFICA DEL WEB BREATHING												
$\sqrt{\left(\frac{\sigma_{x,Ed,ser}}{k_{\sigma} \sigma_E}\right)^2 + \left(\frac{1,1 \tau_{x,Ed,ser}}{k_{\tau} \sigma_E}\right)^2} \leq 1,1$												
Numero di irrigidimenti longitudinali	1	[-]										
Rapporto d'allungamento $\alpha = a/hw$	0,773	[-]										
Tensione critica euleriana intera anima	σ_E	5,05	[MPa]									
Tensione critica euleriana pannello sup.	σ_E	19,58	[MPa]									
Tensione critica euleriana pannello inf.	σ_E	20,83	[MPa]									
dist. dal lembo inferiore del punto di $\sigma = 0$	x	115,05	[cm]									
controllo posizionamento irrigidimento	IRRIGIDIMENTO IN ZONA TESA											
Tensione SLU nel pannello ad altezza hw1	σ_{sl1}	-293	[MPa]									
Altezza totale pannello d'anima							hw [cm] =	194,0				
Spessore anima							sw [mm] =	10				
Lunghezza pannello compreso tra 2 irrigiditori trasversali							a [mm] =	1.500				
Coeff. di instabilità a taglio intera anima							k_{τ}	12,93	[-]			
Coeff. di instabilità a taglio pannello SUP.							k_{τ}	28,29	[-]			
Coeff. di instabilità a taglio pannello INF.							k_{τ}	28,58	[-]			
Intera anima							-	VERIFICA NON NECESSARIA				
Pannello sup.							0,886	VERIFICA SODDISFATTA		Rapp η		
Pannello inf.							0,116	VERIFICA SODDISFATTA		0,81		

VERIFICHE PARTICOLARI								Foglio 8 di 13
VERIFICA SALDATURE	ANIMA SUP.		ANIMA INF.		RADDOPPIO SUP.		RADDOPPIO INF.	
	PARZIALI (daN/cm2)	TOTALI (daN/cm2)	PARZIALI (daN/cm2)	TOTALI (daN/cm2)	PARZIALI (daN/cm2)	TOTALI (daN/cm2)	PARZIALI (daN/cm2)	TOTALI (daN/cm2)
Peso proprio acciaio	29	39	27	37	0	0	0	0
Peso proprio soletta	60	120	57	113	0	0	0	0
Permanenti	37	175	35	165	0	0	0	0
Effetti primari del ritiro	0	175	0	165	0	0	0	0
Effetti secondari del ritiro	0	175	0	165	0	0	0	0
Accidentali mezzi + folla	223	476	180	408	0	0	0	0
Vento	15	489	12	419	0	0	0	0
Deformazioni termiche	0	489	0	419	0	0	0	0
Cedimenti	0	489	0	419	0	0	0	0

VERIFICHE DI INSTABILITA' DELL'ANIMA				Foglio 9 di 13
Caratteristiche geometriche del pannello		OBLIQUITA' 0		
	Descrizione	Valore	u.d.m.	
a	distanza tra irrigidimenti verticali	1.500	mm	
h	altezza totale del pannello	1.940	mm	
hw	altezza totale dell'anima	1.885	mm	
tw	spessore dell'anima	10	mm	
Anima provvista di nervature trasversali e longitudinali				
Irrigidimenti:	acciaio S 328,2	f _{yk} (Mpa)= 328,2	f _{yd} (Mpa)=	328,20
Pannelli:	acciaio S 328,2	f _{yk} (Mpa)= 328,2	f _{yd} (Mpa)=	328,20
γ _m 1				
Deve essere verificata la limitazione: hw/tw ≤ 400 (punto 1.2-10030) <div style="display: flex; justify-content: space-between; align-items: center;"> hw/tw = 188,50 ≤ 400 OK </div>				
Verifiche di stabilità				
Sollecitazioni agli SLU nella sezione				
	Descrizione	Valore	u.d.m.	
σ ₁	tensione normale al lembo 1	-164,81	N/mm ²	
σ ₂	tensione normale al lembo 2	281,29	N/mm ²	
τ	tensione tangenziale media	84,62	N/mm ²	
Verifica nervature longitudinali (punti 7.2.6-10011, 3.1.2-10030, 3.2.3-10030)				
	b (mm)	h (mm)	A (mm ²)	γ (mm)
anima	8,6	200	1.720	100
ala	180	13,5	2.430	206,75
Sezione simmetrica				
Pareti sottili con bordo irrigidito b/t ≤ 12 <div style="display: flex; justify-content: space-between;"> b = 200 t = 8,6 b2 = 166,5 </div> <div style="display: flex; justify-content: space-between;"> b1=30xt1= 300 t1 = 10 </div> <div style="display: flex; justify-content: space-between; align-items: center;"> b/t = 23,26 ≤ 12,00 NO! </div>				
Deve essere verificata la disuguaglianza: I ≥ 0,15 mL γL hw tw³				
	Descrizione	Valore	u.d.m.	
mL	1,00 ≤ 0,015 (hw/tw-70) ≤ 2,00	1,78		
n	n° irrigidimenti longitudinali	1		
AL	area effettiva irrigidimento long.	4.150	mm ²	
α	rapporto tra i lati del pannello	0,796		
ψ	coefficiente di variazione lineare di σ	-1,707		
δ	AL/(hw tw)	0,220		
η1	h1/hw	0,520		
η2	h2/hw	-		
Valori tabulari (prospetti 3.1 e 3.2 10030)				
γ(L,τ)	18,21	γ(L,σ)	3,96	
I _L = 126.841.956 > 9.154.125 VERIFICA SODDISFATTA				
Verifica nervature trasversali (punto 3.1.3-10030)				
Sezione simmetrica				
	b (mm)	h (mm)	A (mm ²)	γ (mm)
anima	9	200	1.800	100
ala	90	9	810	204,5
Pareti sottili con bordo irrigidito b/t ≤ 12 <div style="display: flex; justify-content: space-between;"> b = 200 t = 9 b2 = 81 </div> <div style="display: flex; justify-content: space-between;"> b1=30xt1= 300 t1 = 10 </div>				
Deve essere verificata la disuguaglianza: I ≥ 0,15 γτ hw tw³				
Valori tabulari (prospetti 3.1 e 3.2 10030)				
K	1,00	γτ	60,00	
I _L = 57.879.870 > 16.965.000 VERIFICA SODDISFATTA				

NB: h corrisponde all'altezza totale della trave, mentre hw è h - spessori ali e raddoppi

NB: si assume b1 30 volte lo spessore dell'anima della trave; inoltre b2 assunto pari alla (b-h) dell'ala dell'irrigidimento

0,796

	α	τ	σ
α inf	0,7	8	3
α sup	1	40	6
Valore interpolato		18,21	3,96

0,796

	α	T
α inf	0,7	60
α sup	1	60
Valore interpolato		60,00

NB: inserire "sezione simmetrica" (irrigidimenti a I) o "sezione asimmetrica" (irrigidimenti a L)

Stabilità dell'anima (punto 7.6-10011)

 Foglio
10 di 13

 Dimensioni pannello (mm)
Tensioni ai bordi (N/mm²)

h=	1.940	hw=	1.885
σ_1 =	-164,8	σ_2 =	281,29
τ =	84,6	y_n (mm)=	696,4

 Deve essere verificata la disuguaglianza: $\sigma_{cr,red}/\sigma_{id} \geq \beta \cdot v$

Pannello	1	2	3	4	5
i	985	955			
tl	9	9			
h	981	951			
a	1.500	1.500			
tw	10	10			
α	1,53	1,58			
σ_1	-164,8	69,3			
σ_2	67,3	294,3			
σ_1^*	164,8	-69,3			
σ_2^*	-67,3	-294,3			
τ	84,6	84,6			
ψ	-0,41	4,25			
σ_{id}	220,55	162,13			
$\sigma_{cr,0}$	19,36	20,60			
$k\sigma$	-	1,571			
$k\sigma$	5,224	-			
$k\sigma$	-	-			
$k\tau$	7,050	6,947			
σ_{cr}	-	32,37			
σ_{cr}	101,13	-			
σ_{cr}	-	-			
τ_{cr}	136,49	143,11			
$\sigma_{cr,id}$	125,19	247,88			
$0,8 \cdot f_d$	262,56	262,56			
$\sigma_{cr,red}$	125,19	247,88			
$\sigma_{cr,red}/\sigma_{id}$	0,57	1,53			
β	1,00	1,00			
v	1,00	1,00			
$\beta \cdot v$	1,00	1,00			
	NO!	OK			

interasse verticale tra i due irrigidimenti del pannello; da inserire per ogni pannello (n° irrig. + 1)

 compaiono solo i numeri per i casi in questione (dipendono da α e ψ)

 il caso IV è sempre presente: dipende dal taglio
per la σ_{cr} compaiono solo i casi corrispondenti da $k\sigma$

inserire manualmente il valore

Verifiche agli SLU
Verifica dell'anima (punto 3.2.1-10030)

Sollecitazioni esterne (kN e m):	Vsd=	1.707	Msd=	19.308
Momento resistente delle sole piattabande:	M _{rd} =	15.008	kNm	
Momento resistente della sezione lorda:	M' _{rd} =	18.445	kNm	
Spessore equivalente anima:	t _{we2} =	10,00	mm	

NB: valori agli SLU

Taglio resistente di calcolo:		Vrd = Vcr+Vt			
τ* = τcr,min	136,49	bs	300	bi	600
σtd	92,08	ts	15	ti	40
θ	0,899	Nfd	7.847.382		
Φ	0,599	Mfs	150.823.086	Mfi	587.269
		ds	1.435,42	di	89,57

NB: bs e ts ala compressa; bi e ti ala tesa

$V_{cr} = h_w t_{we2} \tau^* = 2.572.744 \text{ N}$
 $V_t = 815.629 \text{ N}$
 $V_{Rd} = 3.388.373 \text{ N}$
 Verifica= #NUM! N \geq 1.706.940

#NUM!

Verifica delle nervature trasversali (punto 3.2.2-10030)

Larghezza collaborante anima = $b_e + t_w$	206 mm
Lunghezza libera inflessione = $0,7 \cdot h_w$	1.320 mm
Sforzo normale = $N_{ird} = V_{rd} - 0,8 \cdot V_{cr}$	1.330.178 N
Area = A	4.674 mm ²
Distanza baricentro asse anima =	76,74 mm
Inerzia = J	34.432.513 mm ⁴
Raggio giratorio d'inerzia = i	85,83 mm
Snellezza = λ	15,37
Sforzo critico euleriano = σ_{cr}	8.770 N/mm ²
Forza critica euleriana = N_{crE}	40.989.155 N
Carico resistente a instabilità = N_{Rd}	1.533.988 N

$N_{Rd} = 1.533.988$ \geq $N_{ird} = 1.330.178$

VERIFICA SODDISFATTA

Caratteristiche geometriche del pannello d'anima:

Altezza pannello h	1.940	[mm]
Spessore pannello t	10	[mm]
Rapporto altezza spessore hw/t	194,00	[-]

Tensione di snervamento anima fyw	328	[MPa]
Coefficiente η	1,20	[-]
Coefficiente ε	0,85	[-]
Pannello irrigidito (S/N)	S	

Minimo coefficiente di instabilità per taglio del pannello k_T 23,41 [-]

Necessaria verifica instabilità per taglio poiché:

$$hw/t = 194,00 > 31/\eta \cdot \varepsilon \cdot \sqrt{k_T} = 105,773$$

a = lunghezza del pannello compreso tra due irrigiditori trasversali rigidi consecutivi
(in assenza di irrigidimenti la lunghezza del pannello si considera coincidente con quella della trave)

a 1.500 [mm]

Numero di irrigidimenti longitudinali	1	[-]
Rapporto d'allungamento $\alpha = a/hw$	0,773	[-]

Caratteristiche geometriche singolo irrigidimento longitudinale

Altezza hsl	166	[mm]	Larghezza bsl	200	[mm]
Spessore tsl	14	[mm]	Irrigidimento a I/L o altro (I/L/A)	I	
15 ε t	126,928	[mm]			

Momento di inerzia del singolo irrigiditore longitudinale rispetto all'asse baricentrico parallelo al piano dell'anima, considerando una larghezza collaborante di anima pari a 15 ε t da ciascun lato dell'irrigiditore:

Isl,singolo 23.832.771 [mm⁴]

Somma dei momenti di inerzia:

Isl 23.832.771 [mm⁴]

Coefficiente per l'instabilità a taglio	k_T	23,413	[-]
Tensione critica euleriana	σ_E	5,048	[MPa]
Tensione tangenziale critica	τ_{cr}	118,198	[MPa]
Snellezza intero pannello	λ_w	1,267	[-]

Calcolo della snellezza $\lambda_{w,1}$ del sottopannello più critico (in assenza di irrigidimenti longitudinali coincide con la snellezza del pannello intero).

Altezza sottopannello hw,1	1.940	[mm]	α_1	0,773	[-]
Minimo coefficiente di instabilità per taglio del sottopannello	$k_{T,1}$	12,932	[-]		
Snellezza del sottopannello	$\lambda_{w,1}$	1,705	[-]		

Snellezza di calcolo	λ_w	1,705	[-]
Montanti d'appoggio rigidi/altri casi (R/A)	A		
Coefficiente χ_w (Tabella C4.2.VII)	0,655	[-]	
γ_{M1}	1,10	[-]	
Contributo resistente dell'anima Vbw,Rd UNI EN 1993-1-5 paragrafo 5.3	2190,221	[kN]	

Trascurare il contributo delle piattabande? (Teoria delle bande diagonali) (S/N)

N

Contributo resistente delle piattabande secondo UNI EN 1993-1-5 paragrafo 5.4:
Vbf,Rd 0,000 [kN]

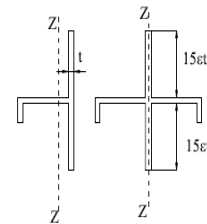
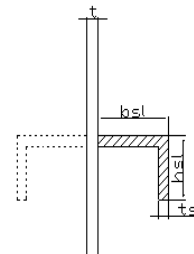


Figura C4.2.12 – Irrigidimenti longitudinali dei pannelli d'anima

CARATTERISTICHE TRAVE E SOLLECITAZIONI					Foglio 12 di 13
Spessore piattabanda sup	ifs	15	[mm]		
Larghezza piattabanda sup	bfs	300	[mm]		
Spessore piattabanda inf	ifi	40	[mm]		
Larghezza piattabanda inf	bfi	600	[mm]		
Area piattabanda sup	Afs	4.500	[mm ²]		
Area piattabanda inf	Afi	24.000	[mm ²]		
Spessore della piattabanda di minima resistenza assiale tf		15	[mm]		
Larghezza piattabanda assunta nel calcolo bf		300	[mm]		
Tensione di snervamento piattabande fyf		328	[MPa]		
γ_{M1}		1,10	[-]		
Distanza tra le cerniere plastiche c		379,30	[mm]		
Distanza tra i baricentri delle piattabande hf		1.968	[mm]		
Momento resistente caratteristico delle sole piattabande M _{fk}		2.906	[kNm]		
γ_{M0}		1,05	[-]		
Momento resistente di progetto delle sole piattabande M _{f,Rd}		2.767	[kNm]		
Momento resistente di progetto ridotto in presenza di sforzo assiale M _{f,Rd}		1.409	[kNm]		
Azioni sollecitanti allo stato limite ultimo nella sezione di verifica:					
Taglio sollecitante V _{Ed,SLU}		1.707	[kN]		
Azione assiale sollecitante N _{Ed,SLU}		4.374	[kN]		
Momento flettente sollecitante M _{Ed,SLU}		19.308	[kNm]		
Controllo dell'azione flettente					
M _{Ed} /M _{f,Rd}	=	13,71	[-]		
Le piattabande sono completamente impegnate dal momento flettente: V _{b,Rd} = 0.					
Resistenza a stabilità per taglio:					
V _{b,Rd} = V _{bw,Rd} + V _{bf,Rd}		2.190	[kN]		
Coefficiente di utilizzo per instabilità a taglio:	$\eta_3 = V_{Ed}/V_{b,Rd}$	=	0,78	[-]	VERIFICA SODDISFATTA
Verifica dei requisiti di rigidità degli irrigiditori trasversali (EN 1993-1-5: 9.3.3)					
CARATTERISTICHE GEOMETRICHE DELL'IRRIGIDITORE					
Spessore anima t _{st,w}		9	[mm]		
Altezza anima h _{st}		200	[mm]		
Spessore ala t _{st,f}		0	[mm]		
Larghezza ala b _{st}		0	[mm]		
Irrigiditore su entrambi i lati (S/N)		N			
Area effettiva irrigiditore		1.800	[mm ²]		
Momento d'inerzia effettivo I _{st}	=	6.000.000	[mm ⁴]		
$\alpha = a/h_w$		0,77	<	$\sqrt{2}$	
Momento d'inerzia limite I _{limite}	=	4.867.589	[mm ⁴]		
<u>L'irrigiditore è rigido (EN 1993-1-5: 9.3.3)</u>					
Verifica dei requisiti minimi degli irrigiditori trasversali (EN 1993-1-5: 9.2.1(5))					
Pannelli irrigiditi soggetti a sola azione di compressione N_{Ed} (assenza di azione assiale nell'irrigiditore trasversale)					
As (Area effettiva irr. + 2·15et ² + t _{st,w} ·t)		4.429	[mm ²]		
Distanza tra baricentro e asse anima e		43	[mm]		
I _s (inerzia di As rispetto al baricentro)		17.800.835	[mm ⁴]		
Lunghezza del pannello precedente a ₁		1.500	[mm]		
Lunghezza del pannello seguente a ₂		1.500	[mm]		
Luce dell'irrigiditore trasversale b		1.940	[mm]		
Difetto di rettilineità w ₀		5,00	[mm]		
Tensione di snervamento fyk		328	[MPa]		
γ_{M1}		1,10	[-]		
σ critica per instabilità di colonna $\sigma_{cr,c}$		51.159,09	[MPa]		
σ critica per instabilità di piastra $\sigma_{cr,p}$		51.181,83	[MPa]		
Rapporto $\sigma_{cr,c} / \sigma_{cr,p}$		1,00	[-]		
Ac,eff		8.761	[mm ²]		
σ_{max}		164,81	[MPa]		
N _{Ed}		721,92	[kN]		
$\sigma_m = \frac{\sigma_{cr,c}}{\sigma_{cr,p}} \frac{N_{Ed}}{b} \left(\frac{1}{a_1} + \frac{1}{a_2} \right)$	=	0,50	[MPa]		
e _{max}		162,32	[-]		
$u = \frac{\pi^2 E e_{max}}{f_y 300 b} \geq 1,0$	=	1,94	[-]		
				$I_{st} = \frac{\sigma_m}{E} \left(\frac{b}{\pi} \right)^4 \left(1 + w_0 \frac{300}{b} u \right) =$	
				857.860	[mm ⁴]
I_s = 17.800.835	[mm ⁴]	≥	I_{st} = 857.860	[mm ⁴]	VERIFICA SODDISFATTA

Verifica dei requisiti minimi degli irrigiditori trasversali (EN 1993-1-5: 9.2.1(6))

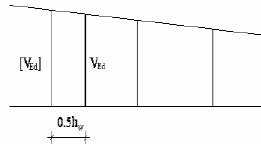
Foglio
13 di 13

Pannelli irrigiditi soggetti a sola azione di compressione N_{Ed} e azione assiale $N_{st,Ed}$ nell'irrigiditore trasversale

Gli irrigiditori trasversali rigidi devono essere verificati per una forza assiale $N_{st,ten}$ da EN 1993-1-5: Eq. 9.48.

Taglio di calcolo a distanza $0,5 h_w$ dal pannello soggetto alla massima azione tagliante:

$$V_{Ed} = 1.707 \text{ [kN]}$$



Forza assiale nell'irrigiditore trasversale dovuto al campo tensionale diagonale nel pannello per effetto del taglio:

$$N_{st,ten} = V_{Ed} - \frac{1}{\lambda_w^2} \cdot t \cdot h_w \frac{f_{yw}}{\sqrt{3}} = 556,8521015 \text{ [kN]}$$

se tale azione è risulta di segno negativo si assume uguale a zero.

Se l'irrigiditore trasversale è soggetto ad azione assiale questa deve essere incrementata secondo quanto indicato in EN 1993-1-5: 9.2.1(6).

$$\Delta N_{st} = \sigma_m b^2 / \pi^2 = 189,12 \text{ [kN]}$$

$$\Sigma N_{st,Ed} = N_{st,Ed} + \Delta N_{st,Ed} = 745,97 \text{ [kN]}$$

As (Area effettiva irr. + $2 \cdot 15ct^2 + t_{st,w} t$)

4.429 [mm²]

Is (inerzia di As rispetto al baricentro)

17.800.835 [mm⁴]

e_{max}

162 [-]

massima distanza tra lembi e baricentro

lunghezza di inflessione $l_0 = h_w$

1.940 [mm]

Carico critico euleriano $N_{cr,st}$

9.803 [kN]

$$\zeta q_m = \frac{N_{st,Ed} e_0}{\Sigma N_{st,Ed} W_0} = 6,37 \text{ [-]}$$

I requisiti di rigidezza e resistenza sono soddisfatti se valgono le seguenti disuguaglianze:

$$w = W_0 \frac{1}{N_{cr,st} - 1} (1 + 1,25 q_m) = 3,69 \text{ [mm]} < b/300 = 6,47 \text{ [mm]} \quad \text{OK}$$

$$\sigma_{max} = \frac{N_{st,Ed}}{A_{st}} + \frac{\Sigma N_{st,Ed} e_{max} W_0}{I_{st}} \cdot \frac{1}{1 - \frac{\Sigma N_{st,Ed}}{N_{cr,st}}} (1 + 1,1 q_m) = 422,91 \text{ [MPa]} \leq 298,36 \text{ [Mpa]} \quad \text{NO!!!} \quad \text{VERIFICA NON SODDISFATTA}$$

Verifica a stabilità per compressione degli irrigiditori trasversali (EN 1993-1-1: 6.3)

Tensione di snervamento f_{yk}	328	[MPa]
As (Area effettiva irr. + $2 \cdot 15ct^2 + t_{st,w} t$)	4.429	[mm ²]
Is (inerzia di As rispetto al baricentro)	17.800.835	[mm ⁴]
lunghezza di inflessione $l_0 = h_w$	1.940	[mm]
Carico critico euleriano $N_{cr,st}$	9.803	[kN]
Snellezza adimensionale λ	0,39	[-]
Coefficiente di imperfezione α	0,49	[-]
Coefficiente ϕ	0,62	
Coefficiente di riduzione χ	0,91	
Resistenza ad instabilità dell'irrigidimento	1.196,05	[kN]
Azione sollecitante $N_{st,ten}$	556,85	[kN]

Indice di resistenza 0,47 [-]

VERIFICA SODDISFATTA

DATI GEOMETRICI										Foglio 1 di 13	
TRAVE IN ACCIAIO	Altezza sezione metallica (cm)	194	Interasse travi metalliche sup. (cm)		300	CONCIO		C5			
	Interasse travi metalliche (cm)	300	Interasse travi metalliche inf. (cm)		300	FRAME					
	Larghezza ala superiore esterna (cm)	30				JOINT					
	Spessore ala superiore esterna (cm)	1,5	Interasse irrigidimenti verticali (cm)		150						
	Larghezza raddoppio superiore (cm)	0	Luce campata di riferimento (m)		49,1	num. Travi		2			
	Spessore Raddoppio ala superiore (cm)	0,0									
	Spessore anima (cm)	1,0	Acciaio tipo		S 328,2	tipologia		VIA SUPERIORE			
	Larghezza raddoppio inferiore (cm)	0									
	Spessore Raddoppio ala inferiore (cm)	0,0									
	Larghezza ala inferiore esterna (cm)	60									
CONTROVENTI SUPERIORI	Spessore ala inferiore esterna (cm)	4,0									
	Modulo elasticità acciaio (daN/cm2)	2.100.000									
	Passo controventi superiori a (cm)	300,0									
	Area controventi superiori (cm2)	27,80									
	Posizione baric. controvent. rispetto estradosso trave (cm)	30,0									
CONTROVENTI INFERIORI	Distanza punto schema bar. bulloni (cm)	30,0									
	Numero controventi	2									
	Angolo α travi princ. e controventi	45									
	Spessore equivalente t* (cm)	0,17									
	Passo controventi inferiori a (cm)	300,0									
SOLETTA	Area controventi inferiori (cm2)	0,00									
	Posizione baric. controvent.inf. rispetto all'intradosso trave (cm)	30,0									
	Distanza punto schema bar. bulloni (cm)	30,0									
	Numero controventi	2									
	Angolo α travi princ. e controventi	45									
COEFF.	Spessore equivalente t* (cm)	0,00									
	Classe di resistenza Rck (kg/cm2)	450	diametro ferri superiori soletta(cm)		1,4	passo (cm)		20,0			
	Spessore totale soletta (cm)	20,0	n° ferri superiori		15,00	copriferro (cm)		4,0			
	Spessore da togliere per predalle (cm)	0,0	Area ferri superiori soletta (cmq)		23,09						
	Spessore sol. Collaborante (cm)	20,0	diametro ferri inferiori soletta(cm)		1,4	passo (cm)		20,0			
PIOLI	Larghezza sol. collaborante (cm)	300,0	n° ferri inferiori		15,00	copriferro (cm)		3,0			
	Larghezza soletta x ritiro (cm)	300,0	Area ferri inferiori soletta (cmq)		23,09						
	Coeff. omogeneizz. per perm.	16,01									
	Coeff. omogeneizz. per acc.	6,06									
	Coeff. omogeneizz. per ritiro	14,22									
SALDATURE	Coeff. omogeneizz. per cedimenti	19,63									
	Coeff. di contrazione per ritiro ε _r	2,786E-04									
	Riduzione per non contemporaneità	0									
	Variazione termica differenziale (°C)	10									
	Resistenza piolo (daN) a SLE	6.569									
FASI	Coefficiente di sicurezza connessioni γ _v	1,25									
	Diametro pioli (mm)	22									
	Numero pioli in linea n°	3									
	passo pioli (cm)	20									
	Altezza gola anima sup. (mm)	8	Larghezza gola anima sup. (mm)		12	Fase 2a		Permanenti			
CARATTERISTICHE GEOMETRICHE	Altezza gola anima inf. (mm)	8	Larghezza gola anima inf. (mm)		12	Fase 3		Accidentali			
	Altezza gola raddoppio sup. (mm)	0	Larghezza gola raddoppio sup.(mm)		0	Fase 2b		Ritiro			
	Altezza gola raddoppio inf. (mm)	0	Larghezza gola raddoppio inf. (mm)		0	Fase 2c		Cedimenti			
CARATTERISTICHE GEOMETRICHE											
		A (cm ²)	y _i (cm)	J (cm ⁴)	J _{tor} (cm ⁴)	W _{sol} (cm ³)	W _{ste} (cm ³)	W _{fte} (cm ³)	W _{animsup} (cm ³)	W _{animinf} (cm ³)	
Sezione metallica		474	58,5	2.439.553	1.377	0	18.003	41.707	18.205	44.768	
Sezione metallica + soletta collab. Fase 2a		16,01	894	127,2	7.168.548	1.377	1.322.281	107.320	56.355	109.786	58.184
Sezione metallica + soletta collab. Fase 3		6,06	1.510	158,5	9.353.454	1.377	1.021.359	263.503	59.011	275.129	60.539
Sezione metallica + soletta collab. Fase 2b		14,22	942	131,1	7.436.179	1.377	1.274.799	118.131	56.742	121.015	58.529
Sezione metallica + soletta collab. Fase 2c		19,63	825	120,8	6.721.554	1.377	1.415.307	91.791	55.654	93.711	57.561

AZIONI TRAVI PRINCIPALI										Foglio 2 di 13	
AZIONI SOLLECITANTI (M max)											
	1°Nodo			2°Nodo		valori x10 ⁴	AZIONI SOLLECITANTI (Mt max)			valori x10 ⁴	
	M (Nm)	N (N)	T (N)	Mt (Nm)	Mt (Nm)		Mt (Nm)	Mt (Nm)			
Peso proprio acciaio	142	0	8	0	0		0	0			
Peso proprio soletta	308	0	17	0	0		0	0			
Permanenti	198	0	11	0	0		0	0			
Effetti primari del ritiro	180	247	0	0	0		0	0			
Effetti secondari del ritiro	0	0	0	0	0		0	0			
Accidentali mezzi + folla	955	0	64	0	0		0	0			
Vento	65	0	4	0	0		0	0			
Deformazioni termiche primarie	95	208	0	0	0		0	0			
Deformazioni termiche secondarie	0	0	0	0	0		0	0			
Cedimenti	0	0	0	0	0		0	0			
VERIFICHE DELLE TRAVI PRINCIPALI AGLI STATI LIMITE ULTIMI N.T.C.2018											
VERIFICHE TRAVI PRINCIPALI A PRESSOFLESSIONE											
(positive le compressioni)	PARZIALI (daN/cm2)					TOTALI ALLO SLU STR - Az.base Accidentali mezzi + folla- (daN/cm2)					
	sup. sol.	sup. fe.	anima sup.	anima inf.	inf. fe.	sup. sol.	sup. fe.	anima sup.	anima inf.	inf. fe.	
Peso proprio acciaio	0	132	129	-244	-252	0	179	175	-329	-340	
Peso proprio soletta	0	287	281	-529	-547	0	566	553	-1.044	-1.078	
Permanenti	15	184	180	-340	-351	22	843	824	-1.555	-1.605	
Effetti primari del ritiro	-9	415	411	-46	-55	12	1.340	1.317	-1.609	-1.671	
Effetti secondari del ritiro	0	0	0	0	0	12	1.340	1.317	-1.609	-1.671	
Accidentali mezzi + folla	94	362	347	-1.578	-1.618	138	1.830	1.786	-3.739	-3.856	
Vento	6	25	24	-107	-110	144	1.852	1.807	-3.835	-3.955	
Deformazioni termiche primarie +ΔT	3	-174	-172	19	23	146	1.727	1.683	-3.822	-3.939	
Deformazioni termiche secondarie +ΔT	0	0	0	0	0	146	1.727	1.683	-3.822	-3.939	
Deformazioni termiche primarie -ΔT	-3	174	172	-19	-23	142	1.977	1.931	-3.849	-3.971	
Deformazioni termiche secondarie -ΔT	0	0	0	0	0	142	1.977	1.931	-3.849	-3.971	
Cedimenti	0	0	0	0	0	146	1.977	1.931	-3.849	-3.971	
									Rapp σ sup	Rapp σ inf	
									0,63	1,27	
VERIFICHE TRAVI PRINCIPALI A TAGLIO E TORSIONE											
VERIFICHE A TAGLIO	PARZIALI (daN/cm2)			TOTALI ALLO SLU STR (daN/cm2)			VERIFICHE A TORSIONE	PARZIALI (daN/cm2)		TOTALI (daN/cm2)	
	Anima sup	Anima max	Anima inf	Anima sup	Anima max	Anima inf		Anima	Anima		
Peso proprio acciaio	35	46	34	48	62	45		0,00	0,00		
Peso proprio soletta	75	97	71	149	193	141		0,00	0,00		
Permanenti	49	63	46	223	288	211		0,00	0,00		
Effetti primari del ritiro	0	0	0	223	288	211		0,00	0,00		
Effetti secondari del ritiro	0	0	0	223	288	211		0,00	0,00		
Accidentali mezzi + folla	319	367	257	653	783	558		0,00	0,00		
Vento	20	23	16	671	803	572		0,00	0,00		
Deformazioni termiche	0	0	0	671	803	572		0,00	0,00		
Cedimenti	0	0	0	671	803	572		0,00	0,00		
VERIFICHE A TAGLIO E TORSIONE	PARZIALI (daN/cm2)			TOTALI ALLO SLU STR (daN/cm2)			T _{media}	Rapp τ			
	Anima sup	Anima max	Anima inf	Anima sup	Anima max	Anima inf		682,1	0,45		
Peso proprio acciaio	35	46	34	48	62	45					
Peso proprio soletta	75	97	71	149	193	141					
Permanenti	49	63	46	223	288	211					
Effetti primari del ritiro	0	0	0	223	288	211					
Effetti secondari del ritiro	0	0	0	223	288	211					
Accidentali mezzi + folla	319	367	257	653	783	558					
Vento	20	23	16	671	803	572					
Deformazioni termiche	0	0	0	671	803	572					
Cedimenti	0	0	0	671	803	572					
VERIFICHE TRAVI PRINCIPALI TENSIONI IDEALI											
	TOTALI (daN/cm2)										
	Anima sup	Anima inf									
Peso proprio acciaio	193	339									
Peso proprio soletta	611	1.072									
Permanenti	910	1.597									
Effetti primari del ritiro	1.372	1.650									
Effetti secondari del ritiro	1.372	1.650									
Accidentali mezzi + folla	2.114	3.861									
Vento	2.148	3.961									
Deformazioni termiche	2.254	3.974									
Cedimenti	2.254	3.974									
Le verifiche sono condotte negli attacchi piattabande - anima											
VERIFICHE ARMATURE SOLETTA											
	PARZIALI (daN/cm2)	PARZIALI arm sup	TOTALI arm sup								
Peso proprio acciaio		0	0								
Peso proprio soletta		0	0								
Permanenti		229	343								
Effetti primari del ritiro		453	887								
Effetti secondari del ritiro		0	887								
Accidentali mezzi + folla		526	1.597								
Vento		36	1.629								
Deformazioni termiche		190	1.766								
Cedimenti		0	1.766								
								Rapp σ sup	Rapp σ inf		
								0,72	1,27		

VERIFICHE DELLE TRAVI PRINCIPALI AGLI STATI LIMITE D'ESERCIZIO N.T.C.2018											Foglio 3 di 13	
VERIFICHE TRAVI PRINCIPALI A PRESSOFLESSIONE												
	PARZIALI (daN/cm2)					TOTALI ALLO SLE (daN/cm2)						
(positive le compressioni)	sup. sol.	sup. fe.	anima sup.	anima inf.	inf. fe.	sup. sol.	sup. fe.	anima sup.	anima inf.	inf. fe.		
Peso proprio acciaio	0	132	129	-244	-252	0	132	129	-244	-252		
Peso proprio soletta	0	287	281	-529	-547	0	419	410	-773	-799		
Permanenti	15	184	180	-340	-351	15	604	590	-1.114	-1.150		
Effetti primari del ritiro	-9	415	411	-46	-55	6	1.018	1.001	-1.159	-1.205		
Effetti secondari del ritiro	0	0	0	0	0	6	1.018	1.001	-1.159	-1.205		
Accidentali mezzi + folla	94	362	347	-1.578	-1.618	100	1.381	1.348	-2.737	-2.823		
Vento	6	25	24	-107	-110	104	1.396	1.362	-2.801	-2.889		
Deformazioni termiche primarie +ΔT	3	-174	-172	19	23	105	1.291	1.259	-2.790	-2.876		
Deformazioni termiche secondarie +ΔT	0	0	0	0	0	105	1.291	1.259	-2.790	-2.876		
Deformazioni termiche primarie -ΔT	-3	174	172	-19	-23	102	1.500	1.466	-2.812	-2.903		
Deformazioni termiche secondarie -ΔT	0	0	0	0	0	102	1.500	1.466	-2.812	-2.903		
Cedimenti	0	0	0	0	0	105	1.500	1.466	-2.812	-2.903		
VERIFICHE TRAVI PRINCIPALI A TAGLIO E TORSIONE												
VERIFICHE A TAGLIO	PARZIALI (daN/cm2)			TOTALI ALLO SLE (daN/cm2)			VERIFICHE A TORSIONE	PARZIALI (daN/cm2)	TOTALI (daN/cm2)			
	Anima sup	Anima max	Anima inf	Anima sup	Anima max	Anima inf		Anima	Anima			
Peso proprio acciaio	35	46	34	35	46	34		0,00	0,00			
Peso proprio soletta	75	97	71	111	143	105		0,00	0,00			
Permanenti	49	63	46	159	206	151		0,00	0,00			
Effetti primari del ritiro	0	0	0	159	206	151		0,00	0,00			
Effetti secondari del ritiro	0	0	0	159	206	151		0,00	0,00			
Accidentali mezzi + folla	319	367	257	478	573	408		0,00	0,00			
Vento	20	23	16	490	586	418		0,00	0,00			
Deformazioni termiche	0	0	0	490	586	418		0,00	0,00			
Cedimenti	0	0	0	490	586	418		0,00	0,00			
VERIFICHE A TAGLIO E TORSIONE	PARZIALI (daN/cm2)			TOTALI ALLO SLE (daN/cm2)								
	Anima sup	Anima max	Anima inf	Anima sup	Anima max	Anima inf						
Peso proprio acciaio	35	46	34	35	46	34						
Peso proprio soletta	75	97	71	111	143	105						
Permanenti	49	63	46	159	206	151						
Effetti primari del ritiro	0	0	0	159	206	151						
Effetti secondari del ritiro	0	0	0	159	206	151						
Accidentali mezzi + folla	319	367	257	478	573	408						
Vento	20	23	16	490	586	418						
Deformazioni termiche	0	0	0	490	586	418						
Cedimenti	0	0	0	490	586	418						
VERIFICHE TRAVI PRINCIPALI TENSIONI IDEALI												
	TOTALI (daN/cm2)											
	Anima sup	Anima inf										
Peso proprio acciaio	143	251										
Peso proprio soletta	453	794										
Permanenti	652	1.144										
Effetti primari del ritiro	1.039	1.188										
Effetti secondari del ritiro	1.039	1.188										
Accidentali mezzi + folla	1.583	2.826										
Vento	1.605	2.893										
Deformazioni termiche	1.694	2.904										
Cedimenti	1.694	2.904										
Le verifiche sono condotte negli attacchi piattabande - anima												
CALCOLO CLASSE DELLA SEZIONE												
CLASSE DELLA PIATTABANDA												
Larghezza	c	15	cm									
Spessore	t	1,5	cm									
Tipo di acciaio		328	N/mm ²									
	ε	0,85										
Rapporto c/t		10,00	CL.	3								
CLASSE DELL'ANIMA												
Larghezza parte compressa	c	186	cm									
Spessore parte compressa	t	1,0	cm									
Tipo di acciaio		328	N/mm ²									
	ε	0,85										
Rapporto c/t		186	CL.	4								
<div> <div> Piattabanda compressa: VALORI DA TAB C4.2.IX CIRCOLARE n°617/C.S.LL.PP <i>Ala superiore</i> $b_p = 14,500$ cm $t_{fp} = 1,500$ cm </div> <div> <i>Raddoppio ala superiore</i> $b_{radd} = 0,000$ cm $t_{fradd} = 0,000$ cm </div> </div> <div> $k_{\sigma} = 0,430$ - $\lambda_{pp} = 0,613$ - $\rho_p = 1,000$ - </div> <div> $k_{\sigma} = 0,430$ - $\lambda_{pradd} = 0,000$ - $\rho_{radd} = 1,000$ - </div>												
CLASSE SEZ 4												

VERIFICA DELLA SEZIONE IN CLASSE 4										Foglio 4 di 13
COEFFICIENTI DA NORMATIVA										
γ_{M0}	coefficiente di resistenza	1,05	Sono presenti irrigidimenti longitudinali ? (S/N) <div style="text-align: right;">S</div>							
γ_{M1}	coefficiente a instabilità	1,10								
η	coefficiente adimensionale	1,20								
Altezza netta dell'anima	hw =	1.885	mm	Classe dell'irrigidimento longitudinale piattabanda 25 classe 1 anima 11 classe 3 profilo classe 3						
Larghezza irrigidimento longitudinale	bsl =	200	mm							
Altezza irrigidimento longitudinale	hsl =	90	mm							
Spessore irrigidimento longitudinale	tsl =	9,0	mm							
	15ε t =	127	mm							
	hw1 =	985	mm	Distanza tra lembo superiore compresso del pannello d'anima e baricentro della piattabanda dell'irrigidimento longitudinale.						
Distanza tra gli irrigidimenti trasversali	a =	1.500	mm							
TENSIONI										
σ1	Tensione totale SLU anima sup (positiva)	198,1	N/mmq	ITERATIVO: CAMBIA LA SEZIONE E DI CONSEGUENZA LE SIGMA AI BORDI (SI PARTE DALLE TENSIONI DELLA SEZ LORDA E POI SI INSERISCONO QUELLI DERIVANTI DA CALCOLO DELLA SEZ EFFICACE)						
σ2	Tensione totale SLU anima inf (negativa)	-150,0								
σsl1	Tensione SLU nel pannello ad altezza hw1	16,2	N/mmq							
Calcolo stabilità dei pannelli soggetti a compressione Piattabanda compressa: VALORI DA TAB C4.2.IX CIRCOLARE n°617/C.S.LL.PP <i>Ala superiore</i> <i>Raddoppio ala superiore</i> bp = 14,5 cm bradd = 0,0 cm tfp = 1,5 cm tfadd = 0,0 cm κσ = 0,430 - κσ = 0,430 - coefficiente per l'instabilità a compressione λpp = 0,613 - λpradd = 0,000 - ρp = 1,000 - ρradd = 1,000 -										
Calcolo delle aree efficaci e lorde dei sottopannelli. VALORI DA TAB C4.2.VIII CIRCOLARE n°617/C.S.LL.PP Sottopannello 1: Sottopannello 2: b1 = 981 mm b2c = 87 mm b2 = 896 mm ψ1 = 0,082 - ψ2 = -9,258 - b2t = 808 mm κσ1 = 7,245 - κσ2 = 23,900 - λp1 = 1,516 - λp2 = 0,074 - ρ1 = 0,586 - ρ2 = 1,000 - larghezze lorde: larghezze lorde: b1,lat = 399 mm b2,sup = 35 mm b1,inf = 582 mm b2,lat = 52 mm larghezze efficaci larghezze efficaci b1,eff = 575 mm b2,eff = 87 mm b1,lat,eff = 234 mm b2,sup,eff = 35 mm b1,inf,eff = 341 mm b2,lat,eff = 52 mm x1,eff = 406 mm x2,eff = 0 mm										
Comportamento tipo piastra: calcolo di σcr,p e ρ : Asl,1 = 8.786 [mm²] area lorda dell'irrigiditore longitudinale e della porzione lorda di anima collaborante. xsl,1 = 38 [mm] distanza tra baricentro dell'area lorda e asse dell'anima. Isl,1 = 4.242 [cm⁴] momento d'inerzia fuori piano dell'area lorda. Buckling dell'irrigidimento longitudinale e calcolo di σcr,p b1 = 985 [mm] distanza tra irrigiditore e bordo longitudinale compresso del pannello d'anima b2 = 900 [mm] distanza tra irrigiditore e bordo longitudinale teso del pannello d'anima b = 1.885 [mm] altezza del pannello d'anima ac = 8.880 [mm] distanza critica tra gli irrigidimenti trasversali σcr,sl = 4.451 [MPa] tensione critica nell'irrigiditore longitudinale σcr,p = 52.216 [MPa] tensione critica al lembo maggiormente compresso del pannello d'anima per comportamento a piastra Calcolo del coefficiente ρ: Ac = 8.786 [mm²] area lorda della zona compressa del pannello d'anima irrigidito eccetto le parti laterali Ac,eff,loc = 6.377 [mm²] area efficace della zona compressa del pannello d'anima irrigidito eccetto le parti laterali βAc ^p = 0,726 [-] rapporto Ac,eff,loc / Ac λp = 0,068 [-] snellezza ψ = -0,757 [-] relativo all'intero pannello d'anima = σ2/σ1 ρ = 1,000 [-] coefficiente di riduzione per instabilità di piastra										

Comportamento tipo colonna: calcolo di $\sigma_{cr,c}$ e χ_c :

Foglio
5 di 13

Asl,1	8.786	[mm ²]	area lorda dell'irrigiditore longitudinale e della porzione lorda di anima collaborante.
Isl,1	4.242	[cm ⁴]	momento d'inerzia fuori piano dell'area lorda
Asl,1,eff	6.377	[mm ²]	area dell'irrigiditore longitudinale e della porzione efficace di anima collaborante
$\beta_{A,c}$	0,726	[-]	rapporto Asl,1,eff / Asl,1
$\sigma_{cr,sl}$	4.448	[MPa]	tensione critica euleriana dell'irrigiditore longitudinale
$\sigma_{cr,c}$	52.174	[MPa]	tensione critica al lembo maggiormente compresso del pannello d'anima per comportamento a colonna
λ_c	0,068	[-]	snellezza
i	69	[mm]	raggio d'inerzia fuori piano della sezione lorda
e2	38	[mm]	distanza tra baricentro della sezione lorda di irrigiditore + parte di anima collaborante e asse medio dell'anima
e1	94	[mm]	distanza tra baricentro del solo irrigiditore e baricentro della sezione lorda di irrigiditore + anima collaborante
e	94	[mm]	max (e1; e2)
α	0,49	[-]	coefficiente di imperfezione
αE	0,612	[-]	
Φ	0,462	[-]	
χ_c	1,000	[-]	coefficiente di riduzione per instabilità di colonna

Interpolazione tra comportamento a piastra e comportamento a colonna

ξ	0,001	[-]	
ρ_c	1,000	[-]	coefficiente di riduzione per instabilità globale

Calcolo delle caratteristiche geometriche efficaci

$$A_{c,eff} = \rho_c A_{eff,loc} + \sum b_{lat,eff} \cdot t \quad 9.237 \quad [mm^2] \quad \text{area efficace della parte compressa del pannello d'anima}$$

In accordo a UNI EN 1993-1-5 par. 4.5.1(7) per il calcolo del momento d'inerzia J_{eff} della sezione metallica efficace, l'area effettiva della parte compressa del pannello d'anima può essere uniformemente ridotta moltiplicando lo spessore dell'anima t e lo spessore dell'irrigidimento longitudinale tsl per il fattore rc .

l_{red}	10,0	[mm]
tsl_{red}	9,0	[mm]

Si utilizza acciaio da carpenteria di tipo

S 328

Resistenza allo snervamento $f_{yd} = 312,6$ N/mmq

Coefficiente $\epsilon = 0,85$

CARATTERISTICHE GEOMETRICHE SEZIONE EFFICACE

	A_{eff} (cm ²)	y_i (cm)	J_{eff} (cm ⁴)	J_{tor} (cm ⁴)	W_{sol} (cm ³)	W_{ste} (cm ³)	W_{fte} (cm ³)	$W_{animsup}$ (cm ³)	$W_{animinf}$ (cm ³)
Sezione metallica	458	52	2.115.210	1.377	0	14.935	40.385	15.095	43.724
Sezione metallica + soletta collab. Fase 2a	16,01	879	125	7.169.815	1.377	1.292.850	104.232	57.261	106.555
Sezione metallica + soletta collab. Fase 3	6,06	1.494	158	9.452.255	1.377	1.016.561	260.052	59.956	271.246
Sezione metallica + soletta collab. Fase 2b	14,22	926	129	7.451.164	1.377	1.249.846	115.032	57.660	117.759
Sezione metallica + soletta collab. Fase 2c	19,63	810	118	6.698.800	1.377	1.376.801	88.715	56.534	90.513

AZIONI TRAVI PRINCIPALI										Foglio 6 di 13	
AZIONI SOLLECITANTI (M max)											
valori x10 ⁴		M+N*e _N (Nm)	N (N)	T (N)	1°Nodo Mt (Nm)		2°Nodo Mt (Nm)		e _N (cm)		
Peso proprio acciaio		142	0	8	0		0		-6,12		
Peso proprio soletta		308	0	17	0		0		-6,12		
Permanenti		198	0	11	0		0		-1,99		
Effetti primari del ritiro		185	247	0	0		0		-1,83		
Effetti secondari del ritiro		0	0	0	0		0		-1,83		
Accidentali mezzi + folla		955	0	64	0		0		-0,85		
Vento		65	0	4	0		0		-0,85		
Deformazioni termiche primarie		96	208	0	0		0		-0,85		
Deformazioni termiche secondarie		0	0	0	0		0		-0,85		
Cedimenti		0	0	0	0		0		-2,28		
AZIONI SOLLECITANTI (Mt max)											
		Mt (Nm)	Mt (Nm)	valori x10 ⁴							
		0	0								
		0	0								
		0	0								
		0	0								
		0	0								
		0	0								
		0	0								
		0	0								
		0	0								
VERIFICHE DELLE TRAVI PRINCIPALI AGLI STATI LIMITE ULTIMI N.T.C.2018											
VERIFICHE TRAVI PRINCIPALI A PRESSOFLESSIONE											
		PARZIALI (daN/cm2)					TOTALI ALLO SLU STR - Az.base Accidentali mezzi + folla- (daN/cm2)				
(positive le compressioni)		sup. sol.	sup. fe.	anima sup.	anima inf.	inf. fe.	sup. sol.	sup. fe.	anima sup.	anima inf.	inf. fe.
Peso proprio acciaio		0	136	133	-240	-248	0	184	180	-324	-335
Peso proprio soletta		0	295	289	-521	-538	0	583	570	-1.027	-1.061
Permanenti		15	190	186	-335	-346	23	868	849	-1.529	-1.580
Effetti primari del ritiro		-8	427	423	-44	-54	14	1.380	1.357	-1.582	-1.644
Effetti secondari del ritiro		0	0	0	0	0	14	1.380	1.357	-1.582	-1.644
Accidentali mezzi + folla		94	367	352	-1.552	-1.593	141	1.876	1.832	-3.677	-3.794
Vento		6	25	24	-106	-108	146	1.898	1.854	-3.772	-3.892
Deformazioni termiche primarie +DT		2	-176	-175	18	22	148	1.771	1.728	-3.760	-3.876
Deformazioni termiche secondarie +DT		0	0	0	0	0	148	1.771	1.728	-3.760	-3.876
Deformazioni termiche primarie -DT		-2	176	175	-18	-22	145	2.025	1.979	-3.785	-3.907
Deformazioni termiche secondarie -DT		0	0	0	0	0	145	2.025	1.979	-3.785	-3.907
Cedimenti		0	0	0	0	0	148	2.025	1.979	-3.785	-3.907
										Rapp σ sup	Rapp σ inf
										0,65	1,25
VERIFICHE TRAVI PRINCIPALI A TAGLIO E TORSIONE											
VERIFICHE A TAGLIO		PARZIALI (daN/cm2)			TOTALI ALLO SLU STR (daN/cm2)			VERIFICHE A TORSIONE		PARZIALI (daN/cm2)	TOTALI (daN/cm2)
		Anima sup	Anima max	Anima inf	Anima sup	Anima max	Anima inf			Anima	Anima
Peso proprio acciaio		36	46	33	49	62	45			0,00	0,00
Peso proprio soletta		51	97	97	118	193	176			0,00	0,00
Permanenti		50	63	45	193	288	244			0,00	0,00
Effetti primari del ritiro		0	0	0	193	288	244			0,00	0,00
Effetti secondari del ritiro		0	0	0	193	288	244			0,00	0,00
Accidentali mezzi + folla		322	367	253	627	783	585			0,00	0,00
Vento		20	23	16	645	803	599			0,00	0,00
Deformazioni termiche		0	0	0	645	803	599			0,00	0,00
Cedimenti		0	0	0	645	803	599			0,00	0,00
VERIFICHE A TAGLIO E TORSIONE		PARZIALI (daN/cm2)			TOTALI ALLO SLU STR (daN/cm2)						
		Anima sup	Anima max	Anima inf	Anima sup	Anima max	Anima inf				
Peso proprio acciaio		36	46	33	49	62	45				
Peso proprio soletta		51	97	97	118	193	176				
Permanenti		50	63	45	193	288	244				
Effetti primari del ritiro		0	0	0	193	288	244				
Effetti secondari del ritiro		0	0	0	193	288	244				
Accidentali mezzi + folla		322	367	253	627	783	585				
Vento		20	23	16	645	803	599				
Deformazioni termiche		0	0	0	645	803	599				
Cedimenti		0	0	0	645	803	599				
								T _{media}	Rapp τ		
								682,6	0,45		
VERIFICHE TRAVI PRINCIPALI TENSIONI IDEALI											
		TOTALI (daN/cm2)									
		Anima sup	Anima inf								
Peso proprio acciaio		199	333								
Peso proprio soletta		606	1.071								
Permanenti		912	1.586								
Effetti primari del ritiro		1.397	1.637								
Effetti secondari del ritiro		1.397	1.637								
Accidentali mezzi + folla		2.130	3.815								
Vento		2.164	3.913								
Deformazioni termiche		2.273	3.925								
Cedimenti		2.273	3.925								
										Rapp σ sup	Rapp σ inf
										0,73	1,26
Le verifiche sono condotte negli attacchi piattabande - anima											
VERIFICA A RESPIRO D'ANIMA											
Tipologia di ponte		STRADALE									
Verifica del web breathing		VERIFICA NON NECESSARIA									
		b/t ≤ 30 + 4,0 L ≤ 300 for road bridges									
		b/t ≤ 55 + 3,3 L ≤ 250 for railway bridges									

VERIFICHE DEL RESPIRO D'ANIMA IN COMBINAZIONE FREQUENTE - EN 1994-2											Foglio 7 di 13	
VERIFICHE TRAVI PRINCIPALI A PRESSOFLESSIONE												
	PARZIALI (daN/cm2)					TOTALI ALLO SLU STR - Az.base Accidentali mezzi + folla- (daN/cm2)						
(positive le compressioni)	sup. sol.	sup. fe.	anima sup.	anima inf.	inf. fe.	sup. sol.	sup. fe.	anima sup.	anima inf.	inf. fe.		
Peso proprio acciaio	0	136	133	-240	-248	0	136	133	-240	-248		
Peso proprio soletta	0	295	289	-521	-538	0	432	422	-761	-786		
Permanenti	15	190	186	-335	-346	15	622	608	-1.096	-1.132		
Effetti primari del ritiro	-8	427	423	-44	-54	8	1.049	1.031	-1.139	-1.185		
Effetti secondari del ritiro	0	0	0	0	0	8	1.049	1.031	-1.139	-1.185		
Accidentali mezzi + folla	94	367	352	-1.552	-1.593	78	1.324	1.295	-2.304	-2.380		
Vento	6	25	24	-106	-108	78	1.324	1.295	-2.304	-2.380		
Deformazioni termiche primarie +DT	2	-176	-175	18	22	79	1.218	1.191	-2.293	-2.367		
Deformazioni termiche secondarie +DT	0	0	0	0	0	79	1.218	1.191	-2.293	-2.367		
Deformazioni termiche primarie -DT	-2	176	175	-18	-22	77	1.430	1.400	-2.314	-2.393		
Deformazioni termiche secondarie -DT	0	0	0	0	0	77	1.430	1.400	-2.314	-2.393		
Cedimenti	0	0	0	0	0	79	1.430	1.400	-2.314	-2.393		
VERIFICHE TRAVI PRINCIPALI A TAGLIO E TORSIONE												
VERIFICHE A TAGLIO	PARZIALI (daN/cm2)			TOTALI ALLO SLU STR (daN/cm2)			VERIFICHE A TORSIONE		PARZIALI (daN/cm2)	TOTALI (daN/cm2)		
	Anima sup	Anima max	Anima inf	Anima sup	Anima max	Anima inf			Anima	Anima		
Peso proprio acciaio	24	41	46	24	41	46			0,00	0,00		
Peso proprio soletta	51	88	97	75	129	143			0,00	0,00		
Permanenti	50	57	45	125	186	188			0,00	0,00		
Effetti primari del ritiro	0	0	0	125	186	188			0,00	0,00		
Effetti secondari del ritiro	0	0	0	125	186	188			0,00	0,00		
Accidentali mezzi + folla	322	330	253	366	433	378			0,00	0,00		
Vento	20	21	16	366	433	378			0,00	0,00		
Deformazioni termiche	0	0	0	366	433	378			0,00	0,00		
Cedimenti	0	0	0	366	433	378			0,00	0,00		
VERIFICHE A TAGLIO E TORSIONE	PARZIALI (daN/cm2)			TOTALI ALLO SLU STR (daN/cm2)								
	Anima sup	Anima max	Anima inf	Anima sup	Anima max	Anima inf						
Peso proprio acciaio	24	41	46	24	41	46						
Peso proprio soletta	51	88	97	75	129	143						
Permanenti	50	57	45	125	186	188						
Effetti primari del ritiro	0	0	0	125	186	188						
Effetti secondari del ritiro	0	0	0	125	186	188						
Accidentali mezzi + folla	322	330	253	366	433	378						
Vento	20	21	16	366	433	378						
Deformazioni termiche	0	0	0	366	433	378						
Cedimenti	0	0	0	366	433	378						
<div> $\sqrt{\left(\frac{\sigma_{x,Ed,ser}}{k_{\sigma} \sigma_E}\right)^2 + \left(\frac{1,1 \tau_{x,Ed,ser}}{k_{\tau} \sigma_E}\right)^2} \leq 1,1$ </div>												
Numero di irrigidimenti longitudinali	1		[-]									
Rapporto d'allungamento $\alpha = a/hw$	0,773		[-]									
Tensione critica euleriana intera anima	σ_E	5,05	[MPa]									
Tensione critica euleriana pannello sup.	σ_E	19,58	[MPa]									
Tensione critica euleriana pannello inf.	σ_E	20,83	[MPa]									
dist. dal lembo inferiore del punto di $\sigma = 0$	x	120,87	[cm]									
controllo posizionamento irrigidimento	IRRIGIDIMENTO IN ZONA TESA											
Tensione SLU nel pannello ad altezza hw1	σ_{sl1}	-486	[MPa]									
Altezza totale pannello d'anima	hw [cm]	=	194,0									
Spessore anima	sw [mm]	=	10									
Lunghezza pannello compreso tra 2 irrigiditori trasversali	a [mm]	=	1.500									
Coeff. di instabilità a taglio intera anima	k_{τ}	12,93	[-]									
Coeff. di instabilità a taglio pannello SUP.	k_{τ}	25,85	[-]									
Coeff. di instabilità a taglio pannello INF.	k_{τ}	26,08	[-]									
Intera anima	-	VERIFICA NON NECESSARIA										
Pannello sup.	1,012	VERIFICA SODDISFATTA										
Pannello inf.	0,131	VERIFICA SODDISFATTA										
												Rapp η
												0,92

VERIFICHE PARTICOLARI								Foglio 8 di 13
VERIFICA SALDATURE	ANIMA SUP.		ANIMA INF.		RADDOPPIO SUP.		RADDOPPIO INF.	
	PARZIALI (daN/cm2)	TOTALI (daN/cm2)	PARZIALI (daN/cm2)	TOTALI (daN/cm2)	PARZIALI (daN/cm2)	TOTALI (daN/cm2)	PARZIALI (daN/cm2)	TOTALI (daN/cm2)
Peso proprio acciaio	21	28	20	27	0	0	0	0
Peso proprio soletta	44	88	42	83	0	0	0	0
Permanenti	29	131	27	124	0	0	0	0
Effetti primari del ritiro	0	131	0	124	0	0	0	0
Effetti secondari del ritiro	0	131	0	124	0	0	0	0
Accidentali mezzi + folla	188	385	151	329	0	0	0	0
Vento	12	395	9	337	0	0	0	0
Deformazioni termiche	0	395	0	337	0	0	0	0
Cedimenti	0	395	0	337	0	0	0	0

VERIFICHE DI INSTABILITA' DELL'ANIMA				Foglio 9 di 13
Caratteristiche geometriche del pannello		OBLIQUITA' 0		
	Descrizione	Valore	u.d.m.	
a	distanza tra irrigidimenti verticali	1.500	mm	
h	altezza totale del pannello	1.940	mm	
hw	altezza totale dell'anima	1.885	mm	
tw	spessore dell'anima	10	mm	
Anima provvista di nervature trasversali e longitudinali				
Irrigidimenti:	acciaio S 328,2	f _{yk} (Mpa)= 328,2	f _{yd} (Mpa)=	328,20
Pannelli:	acciaio S 328,2	f _{yk} (Mpa)= 328,2	f _{yd} (Mpa)=	328,20
γ _m 1				
Deve essere verificata la limitazione: (punto 1.2-10030)				
hw/tw = 188,50		hw/tw ≤ 400	OK	
Verifiche di stabilità				
Sollecitazioni agli SLU nella sezione				
	Descrizione	Valore	u.d.m.	
σ ₁	tensione normale al lembo 1	-197,93	N/mm ²	
σ ₂	tensione normale al lembo 2	378,51	N/mm ²	
τ	tensione tangenziale media	68,26	N/mm ²	
Verifica nervature longitudinali (punti 7.2.6-10011, 3.1.2-10030, 3.2.3-10030)				
	b (mm)	h (mm)	A (mm ²)	γ (mm)
anima	9	200	1.800	100
ala	90	9	810	204,5
Sezione simmetrica				
Pareti sottili con bordo irrigidito		b/t ≤ 12		
b = 200		t = 9		b ₂ = 81
b ₁ = 30 × t ₁ = 300		t ₁ = 10		
b/t = 22,22		≤	12,00	NO!
Deve essere verificata la disuguaglianza: I ≥ 0,15 mL γ_L hw tw³				
	Descrizione	Valore	u.d.m.	
mL	1,00 ≤ 0,015 (hw/tw - 70) ≤ 2,00	1,78		
n	n° irrigidimenti longitudinali	1		
AL	area effettiva irrigidimento long.	2.610	mm ²	
α	rapporto tra i lati del pannello	0,796		
ψ	coefficiente di variazione lineare di σ	-1,912		
δ	AL/(hw tw)	0,138		
η ₁	h ₁ /hw	0,520		
η ₂	h ₂ /hw	-		
Valori tabulari (prospetti 3.1 e 3.2 10030)				
γ(L,τ)	18,21	γ(L,σ)	3,96	
I _L = 57.879.870		>	9.154.125 VERIFICA SODDISFATTA	
Verifica nervature trasversali (punto 3.1.3-10030)				
Sezione simmetrica				
	b (mm)	h (mm)	A (mm ²)	γ (mm)
anima	8	120	960	60
ala	80	8	640	124
Pareti sottili con bordo irrigidito		b/t ≤ 12		
b = 120		t = 8		b ₂ = 72
b ₁ = 30 × t ₁ = 300		t ₁ = 10		
Deve essere verificata la disuguaglianza:		I ≥ 0,15 γ_τ hw tw³		
Valori tabulari (prospetti 3.1 e 3.2 10030)				
K	1,00	γ _τ	60,00	
I _L = 14.452.053		>	16.965.000 VERIFICA NON SODDISFATTA	

NB: h corrisponde all'altezza totale della trave, mentre hw è h - spessori ali e raddoppi

NB: si assume b₁ 30 volte lo spessore dell'anima della trave; inoltre b₂ assunto pari alla (b-h) dell'ala dell'irrigidimento

0,796

	α	τ	σ
α inf	0,7	8	3
α sup	1	40	6
Valore interpolato		18,21	3,96

NB: inserire "sezione simmetrica" (irrigidimenti a I) o "sezione asimmetrica" (irrigidimenti a L)

0,796

	α	T
α inf	0,7	60
α sup	1	60
Valore interpolato		60,00

Stabilità dell'anima (punto 7.6-10011)

 Foglio
10 di 13

 Dimensioni pannello (mm)
Tensioni ai bordi (N/mm²)

h=	1.940	hw=	1.885
σ_1 =	-197,9	σ_2 =	378,51
τ =	68,3	y_n (mm)=	647,2

 Deve essere verificata la disuguaglianza: $\sigma_{cr,red}/\sigma_{id} \geq \beta \cdot v$

Pannello	1	2	3	4	5
i	985	955			
tl	9	9			
h	981	951			
a	1.500	1.500			
tw	10	10			
α	1,53	1,58			
σ_1	-197,9	104,7			
σ_2	101,9	395,3			
σ_1^*	197,9	-104,7			
σ_2^*	-101,9	-395,3			
τ	68,3	68,3			
ψ	-0,51	3,78			
σ_{id}	230,55	157,90			
$\sigma_{cr,0}$	19,37	20,61			
$k\sigma$	-	1,722			
$k\sigma$	6,876	-			
$k\sigma$	-	-			
$k\tau$	7,049	6,946			
σ_{cr}	-	35,50			
σ_{cr}	133,18	-			
σ_{cr}	-	-			
τ_{cr}	136,53	143,16			
$\sigma_{cr,id}$	146,04	247,96			
$0.8 \cdot f_d$	262,56	262,56			
$\sigma_{cr,red}$	146,04	247,96			
$\sigma_{cr,red}/\sigma_{id}$	0,63	1,57			
β	1,00	1,00			
v	1,00	1,00			
$\beta \cdot v$	1,00	1,00			
	NO!	OK			

interasse verticale tra i due irrigidimenti del pannello; da inserire per ogni pannello (n° irrig. + 1)

 Caso I compaiono solo i numeri per i casi in questione (dipendono da α e ψ)

Caso II

Caso III

Caso IV

 il caso IV è sempre presente: dipende dal taglio per la σ_{cr} compaiono solo i casi corrispondenti da $k\sigma$

Caso I

Caso II

Caso III

Caso IV

inserire manualmente il valore

Verifiche agli SLU
Verifica dell'anima (punto 3.2.1-10030)

Sollecitazioni esterne (kN e m):	Vsd=	1.376	Msd=	24.882
Momento resistente delle sole piattabande:	M _{rd} =	15.008	kNm	
Momento resistente della sezione lorda:	M' _{rd} =	18.445	kNm	
Spessore equivalente anima:	t _{we2} =	10,00	mm	

NB: valori agli SLU

Taglio resistente di calcolo:		Vrd = Vcr+Vt			
τ* = τcr,min	136,53	bs	300	bi	600
σtd	92,01	ts	15	ti	40
θ	0,899	Nfd	7.847.382		
Φ	0,599	Mfs	150.823.086	Mfi	587.269
		ds	1.435,99	di	89,61

NB: bs e ts ala compressa; bi e ti ala tesa

$V_{cr} = h_w t_{we2} \tau^* = 2.573.539 \text{ N}$
 $V_t = 815.160 \text{ N}$
 $V_{Rd} = 3.388.699 \text{ N}$
 Verifica= #NUM! N \geq 1.375.853

#NUM!

Verifica delle nervature trasversali (punto 3.2.2-10030)

Larghezza collaborante anima = $b_e + t_w$	206 mm
Lunghezza libera inflessione = $0,7 \cdot h_w$	1.320 mm
Sforzo normale = $N_{ird} = V_{rd} - 0,8 \cdot V_{cr}$	1.329.868 N
Area = A	3.662 mm ²
Distanza baricentro asse anima =	39,58 mm
Inerzia = J	10.479.132 mm ⁴
Raggio giratorio d'inerzia = i	53,49 mm
Snellezza = λ	24,67
Sforzo critico euleriano = σ_{cr}	3.406 N/mm ²
Forza critica euleriana = N_{crE}	12.474.569 N
Carico resistente a instabilità = N_{Rd}	1.201.995 N

$N_{Rd} = 1.201.995$ \geq $N_{ird} = 1.329.868$

VERIFICA NON SODDISFATTA

Caratteristiche geometriche del pannello d'anima:

Altezza pannello h	1.940	[mm]
Spessore pannello t	10	[mm]
Rapporto altezza spessore hw/t	194,00	[-]

Tensione di snervamento anima fyw	328	[MPa]
Coefficiente η	1,20	[-]
Coefficiente ε	0,85	[-]
Pannello irrigidito (S/N)	S	

Minimo coefficiente di instabilità per taglio del pannello k_T 22,01 [-]

Necessaria verifica instabilità per taglio poiché:

$$hw/t = 194,00 > 31/\eta \cdot \varepsilon \cdot \sqrt{k_T} = 102,547$$

a = lunghezza del pannello compreso tra due irrigiditori trasversali rigidi consecutivi
(in assenza di irrigidimenti la lunghezza del pannello si considera coincidente con quella della trave)

a 1.500 [mm]

Numero di irrigidimenti longitudinali	1	[-]
Rapporto d'allungamento $\alpha = a/hw$	0,773	[-]

Caratteristiche geometriche singolo irrigidimento longitudinale

Altezza hsl	90	[mm]	Larghezza bsl	200	[mm]
Spessore tsl	9	[mm]	Irrigidimento a I/L o altro (I/L/A)	I	
$15 \varepsilon t$	126,928	[mm]			

Momento di inerzia del singolo irrigiditore longitudinale rispetto all'asse baricentrico parallelo al piano dell'anima, considerando una larghezza collaborante di anima pari a $15 \varepsilon t$ da ciascun lato dell'irrigiditore:

Isl,singolo 17.800.835 [mm⁴]

Somma dei momenti di inerzia:

Isl 17.800.835 [mm⁴]

Coefficiente per l'instabilità a taglio	k_T	22,007	[-]
Tensione critica euleriana	σ_E	5,048	[MPa]
Tensione tangenziale critica	τ_{cr}	111,097	[MPa]
Snellezza intero pannello	λ_w	1,307	[-]

Calcolo della snellezza $\lambda_{w,1}$ del sottopannello più critico (in assenza di irrigidimenti longitudinali coincide con la snellezza del pannello intero).

Altezza sottopannello hw,1	1.940	[mm]	α_1	0,773	[-]
Minimo coefficiente di instabilità per taglio del sottopannello	$k_{T,1}$	12,932	[-]		
Snellezza del sottopannello	$\lambda_{w,1}$	1,705	[-]		

Snellezza di calcolo	λ_w	1,705	[-]
Montanti d'appoggio rigidi/altri casi (R/A)	A		
Coefficiente χ_w (Tabella C4.2.VII)	0,635	[-]	
γ_{M1}	1,10	[-]	
Contributo resistente dell'anima Vbw,Rd UNI EN 1993-1-5 paragrafo 5.3	2123,407	[kN]	

Trascurare il contributo delle piattabande? (Teoria delle bande diagonali) (S/N)

N

Contributo resistente delle piattabande secondo UNI EN 1993-1-5 paragrafo 5.4:
Vbf,Rd 0,000 [kN]

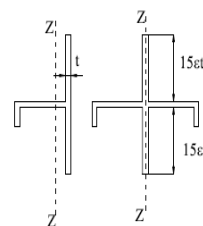
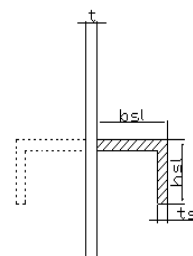


Figura C4.2.12 – Irrigidimenti longitudinali dei pannelli d'anima

CARATTERISTICHE TRAVE E SOLLECITAZIONI

 Foglio
12 di 13

Spessore piattabanda sup	ifs	15	[mm]
Larghezza piattabanda sup	bfs	300	[mm]
Spessore piattabanda inf	ifi	40	[mm]
Larghezza piattabanda inf	bfi	600	[mm]
Area piattabanda sup	Afs	4.500	[mm ²]
Area piattabanda inf	Afi	24.000	[mm ²]

Spessore della piattabanda di minima resistenza assiale tf

Larghezza piattabanda assunta nel calcolo bf

Tensione di snervamento piattabande fyf

 γ_{M1}

Distanza tra le cerniere plastiche c

Distanza tra i baricentri delle piattabande hf

 Momento resistente caratteristico delle sole piattabande M_{fk}
 γ_{M0}

 Momento resistente di progetto delle sole piattabande M_{f,Rd}

 Momento resistente di progetto ridotto in presenza di sforzo assiale M_{f,red}

15	[mm]
300	[mm]
328	[MPa]
1,10	[-]
379,30	[mm]
1.968	[mm]
2.906	[kNm]
1,05	[-]
2.767	[kNm]

1.409 [kNm]

Azioni sollecitanti allo stato limite ultimo nella sezione di verifica:

Taglio sollecitante V _{Ed,SLU}	1.376	[kN]
Azione assiale sollecitante N _{Ed,SLU}	4.374	[kN]
Momento flettente sollecitante M _{Ed,SLU}	24.882	[kNm]

Controllo dell'azione flettente

 M_{Ed}/M_{f,red} = 17,66 [-]

 Le piattabande sono completamente impegnate dal momento flettente: V_bf,Rd = 0.

Resistenza a stabilità per taglio:

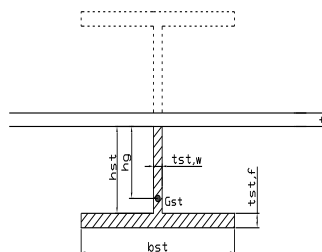
 V_b,Rd = V_{bw},Rd + V_bf,Rd 2.123 [kN]

Coefficiente di utilizzo per instabilità a taglio:

 $\eta_3 = V_{Ed}/V_{b,Rd} = 0,65$ [-] **VERIFICA SODDISFATTA**
Verifica dei requisiti di rigidità degli irrigiditori trasversali (EN 1993-1-5: 9.3.3)
CARATTERISTICHE GEOMETRICHE DELL'IRRIGIDITORE

Spessore anima t _{st,w}	8	[mm]
Altezza anima h _{st}	120	[mm]
Spessore ala t _{st,f}	0	[mm]
Larghezza ala b _{st}	0	[mm]
Irrigiditore su entrambi i lati (S/N)	N	

Area effettiva irrigiditore	960	[mm ²]
Momento d'inerzia effettivo I _{st}	1.152.000	[mm ⁴]
$\alpha = a/h_w$	0,77	< $\sqrt{2}$

 Momento d'inerzia limite I_{limite} = 4.867.589 [mm⁴]

L'irrigiditore non è rigido (EN 1993-1-5: 9.3.3)
Verifica dei requisiti minimi degli irrigiditori trasversali (EN 1993-1-5: 9.2.1(5))
Pannelli irrigiditi soggetti a sola azione di compressione N_{Ed} (assenza di azione assiale nell'irrigiditore trasversale)

As (Area effettiva irr. + 2·15et ² + t _{st,w} ·t)	3.579	[mm ²]
Distanza tra baricentro e asse anima e	17	[mm]
I _s (inerzia di As rispetto al baricentro)	4.141.738	[mm ⁴]
Lunghezza del pannello precedente a ₁	1.500	[mm]
Lunghezza del pannello seguente a ₂	1.500	[mm]
Luce dell'irrigiditore trasversale b	1.940	[mm]
Difetto di rettilineità w ₀	5,00	[mm]
Tensione di snervamento fyk	328	[MPa]
γ_{M1}	1,10	[-]
σ critica per instabilità di colonna $\sigma_{cr,c}$	52.174,27	[MPa]
σ critica per instabilità di piastra $\sigma_{cr,p}$	52.216,39	[MPa]
Rapporto $\sigma_{cr,c} / \sigma_{cr,p}$	1,00	[-]
Ac,eff	6.377	[mm ²]

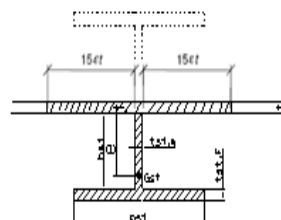
 σ_{max} 197,93 [MPa]

 N_{Ed} 631,11 [kN]

$$\sigma_m = \frac{\sigma_{cr,c}}{\sigma_{cr,p}} \frac{N_{Ed}}{b} \left(\frac{1}{a_1} + \frac{1}{a_2} \right) = 0,43$$
 [MPa]

 e_{max} 107,56 [-]

$$u = \frac{\pi^2 E e_{max}}{f_y 300 b \gamma_{M1}} \geq 1,0 = 1,28$$
 [-]


 valore compreso tra 0.50 e 1.00;
 area efficace della parte compressa del pannello d'anima nervato o no;
 massima tensione di compressione nel pannello d'anima nervato o no;
 massima forza di compressione nei pannelli adiacenti all'irrigiditore trasversale;

massima distanza tra i lembi dell'irrigiditore ed il suo baricentro;

$$I_{st} = \frac{\sigma_m}{E} \left(\frac{b}{\pi} \right)^4 \left(1 + w_0 \frac{300}{b} u \right) = 598.014$$
 [mm⁴]

I_s = 4.141.738 [mm⁴] ≥ I_{st} = 598.014 [mm⁴] **VERIFICA SODDISFATTA**

Verifica dei requisiti minimi degli irrigiditori trasversali (EN 1993-1-5: 9.2.1(6))

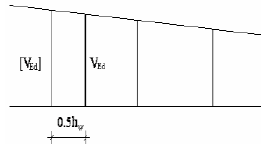
Foglio
13 di 13

Pannelli irrigiditi soggetti a sola azione di compressione N_{Ed} e azione assiale $N_{st,Ed}$ nell'irrigiditore trasversale

Gli irrigiditori trasversali rigidi devono essere verificati per una forza assiale $N_{st,ten}$ da EN 1993-1-5: Eq. 9.48.

Taglio di calcolo a distanza $0,5 h_w$ dal pannello soggetto alla massima azione tagliante:

$$V_{Ed} = 1.376 \text{ [kN]}$$



Forza assiale nell'irrigiditore trasversale dovuto al campo tensionale diagonale nel pannello per effetto del taglio:

$$N_{st,ten} = V_{Ed} - \frac{1}{\lambda_w^2} \cdot t \cdot h_w \frac{f_{yw}}{\sqrt{3}} = 225,7646015 \text{ [kN]}$$

se tale azione è risulta di segno negativo si assume uguale a zero.

Se l'irrigiditore trasversale è soggetto ad azione assiale questa deve essere incrementata secondo quanto indicato in EN 1993-1-5: 9.2.1(6).

$$\Delta N_{st} = \sigma_m b^2 / \pi^2 = 165,27 \text{ [kN]}$$

$$\Sigma N_{st,Ed} = N_{st,Ed} + \Delta N_{st,Ed} = 391,03 \text{ [kN]}$$

As (Area effettiva irr. + $2 \cdot 15ct^2 + t_{st,w} t$)

$$3.579 \text{ [mm}^2\text{]}$$

Is (inerzia di As rispetto al baricentro)

$$4.141.738 \text{ [mm}^4\text{]}$$

e_{max}

$$108 \text{ [-]}$$

massima distanza tra lembi e baricentro

lunghezza di inflessione $l_0 = h_w$

$$1.940 \text{ [mm]}$$

Carico critico euleriano $N_{cr,st}$

$$2.281 \text{ [kN]}$$

$$\zeta q_m = \frac{N_{st,Ed} e_0}{\Sigma N_{st,Ed} W_0} = 2,01 \text{ [-]}$$

I requisiti di rigidezza e resistenza sono soddisfatti se valgono le seguenti disuguaglianze:

$$w = W_0 \frac{1}{N_{cr,st} - 1} (1 + 1,25 q_m) = 3,64 \text{ [mm]} < b/300 = 6,47 \text{ [mm]} \text{ OK}$$

$$\sigma_{max} = \frac{N_{st,Ed}}{A_{st}} + \frac{\Sigma N_{st,Ed} e_{max} W_0}{I_{st}} \cdot \frac{1}{1 - \frac{\Sigma N_{st,Ed}}{N_{cr,st}}} (1 + 1,1 q_m) = 261,34 \text{ [MPa]} \leq 298,36 \text{ [Mpa]} \text{ OK}$$

VERIFICA SODDISFATTA

Verifica a stabilità per compressione degli irrigiditori trasversali (EN 1993-1-1: 6.3)

Tensione di snervamento f_{yk}	328	[MPa]
As (Area effettiva irr. + $2 \cdot 15ct^2 + t_{st,w} t$)	3.579	[mm ²]
Is (inerzia di As rispetto al baricentro)	4.141.738	[mm ⁴]
lunghezza di inflessione $l_0 = h_w$	1.940	[mm]
Carico critico euleriano $N_{cr,st}$	2.281	[kN]
Snellezza adimensionale λ	0,72	[-]
Coefficiente di imperfezione α	0,49	[-]
Coefficiente ϕ	0,88	
Coefficiente di riduzione χ	0,71	
Resistenza ad instabilità dell'irrigidimento	762,10	[kN]
Azione sollecitante $N_{st,ten}$	225,76	[kN]

$$\text{Indice di resistenza} = 0,30 \text{ [-]}$$

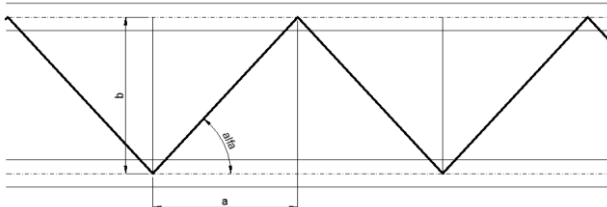
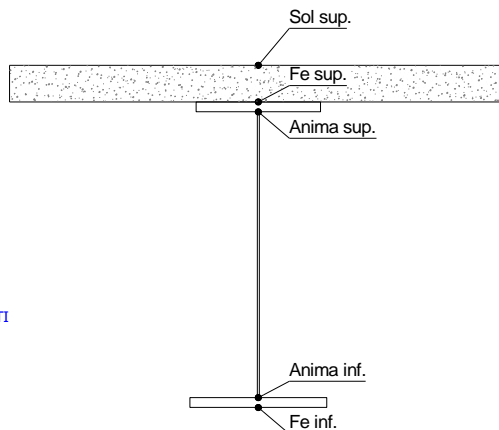
VERIFICA SODDISFATTA

DATI GEOMETRICI										Foglio 1 di 13	
TRAVE IN ACCIAIO	Altezza sezione metallica (cm)	194	Interasse travi metalliche sup. (cm)		300	CONCIO		C6			
	Interasse travi metalliche (cm)	300	Interasse travi metalliche inf. (cm)		300	FRAME					
	Larghezza ala superiore esterna (cm)	30				JOINT					
	Spessore ala superiore esterna (cm)	2,0	Interasse irrigidimenti verticali (cm)		150						
	Larghezza raddoppio superiore (cm)	0	Luce campata di riferimento (m)		49,1	num. Travi		2			
	Spessore Raddoppio ala superiore (cm)	0,0									
	Spessore anima (cm)	0,9	Acciaio tipo		S	328,2	tipologia	VIA SUPERIORE			
	Larghezza raddoppio inferiore (cm)	0									
	Spessore Raddoppio ala inferiore (cm)	0,0									
	Larghezza ala inferiore esterna (cm)	60									
	Spessore ala inferiore esterna (cm)	5,5									
	Modulo elasticità acciaio (daN/cm2)	2.100.000									
CONTROVENTI SUPERIORI	Passo controventi superiori a (cm)	300,0	SI 2L 90x8								
	Area controventi superiori (cm2)	27,80									
	Posizione baric. controvent. sup. rispetto estradosso trave (cm)	30,0									
	Distanza punto schema bar. bulloni (cm)	30,0									
	Numero controventi	2									
	Angolo α travi princ. e controventi	45									
CONTROVENTI INFERIORI	Spessore equivalente t* (cm)	0,17	NO								
	Passo controventi inferiori a (cm)	300,0									
	Area controventi inferiori (cm2)	0,00									
	Posizione baric. controvent. inf. rispetto all'intradosso trave (cm)	30,0									
	Distanza punto schema bar. bulloni (cm)	30,0									
	Numero controventi	2									
SOLETTA	Angolo α travi princ. e controventi	45	ASSENTI								
	Spessore equivalente t* (cm)	0,00									
	Classe di resistenza Rck (kg/cm2)	450		diametro ferri superiori soletta(cm)	1,4	passo (cm)	20,0				
	Spessore totale soletta (cm)	20,0		n° ferri superiori	15,00	copriferro (cm)	4,0				
	Spessore da togliere per predalle (cm)	0,0		Area ferri superiori soletta (cmq)	23,09						
	Spessore sol. Collaborante (cm)	20,0		diametro ferri inferiori soletta(cm)	1,4	passo (cm)	20,0				
COEFF.	Larghezza sol. collaborante (cm)	300,0	n° ferri inferiori	15,00	copriferro (cm)	3,0					
	Larghezza soletta x ritiro (cm)	300,0	Area ferri inferiori soletta (cmq)	23,09							
	Coeff. omogeneizz. per perm.	16,01									
	Coeff. omogeneizz. per acc.	6,06									
	Coeff. omogeneizz. per ritiro	14,22									
	Coeff. omogeneizz. per cedimenti	19,63									
TEMP	Coeff. di contrazione per ritiro ε _r	2,786E-04									
	Riduzione per non contemporaneità	0									
PIOLI	Variazione termica differenziale (°C)	10									
	Resistenza piolo (daN) a SLE	6.569									
	Coefficiente di sicurezza connessioni γ _v	1,25									
	Diametro pioli (mm)	22									
	Numero pioli in linea n°	3									
SALDATURE	passo pioli (cm)	20									
	Altezza gola anima sup. (mm)	8	Larghezza gola anima sup. (mm)	12							
	Altezza gola anima inf. (mm)	8	Larghezza gola anima inf. (mm)	12							
	Altezza gola raddoppio sup. (mm)	0	Larghezza gola raddoppio sup.(mm)	0							
	Altezza gola raddoppio inf. (mm)	0	Larghezza gola raddoppio inf. (mm)	0							
FASI	Fase 2a	Permanenti									
	Fase 3	Accidentali									
	Fase 2b	Ritiro									
	Fase 2c	Cedimenti									
CARATTERISTICHE GEOMETRICHE											
		A (cm ²)	y _i (cm)	J (cm ⁴)	J _{tot} (cm ⁴)	W _{sol} (cm ³)	W _{sfu} (cm ³)	W _{ife} (cm ³)	W _{animsup} (cm ³)	W _{animinf} (cm ³)	
Sezione metallica		558	52,1	2.847.506	3.453	0	20.067	54.657	20.354	61.108	
Sezione metallica + soletta collab. Fase 2a		16,01	117,6	8.393.827	3.453	1.394.587	109.921	71.353	112.878	74.853	
Sezione metallica + soletta collab. Fase 3		6,06	151,0	11.247.627	3.453	1.081.463	261.413	74.501	274.156	77.317	
Sezione metallica + soletta collab. Fase 2b		14,22	121,6	8.732.906	3.453	1.344.091	120.635	71.811	124.063	75.213	
Sezione metallica + soletta collab. Fase 2c		19,63	910	7.833.874	3.453	1.494.114	94.471	70.527	96.806	74.201	

SI
2L 90x8

NO

ASSENTI



AZIONI TRAVI PRINCIPALI										Foglio 2 di 13	
AZIONI SOLLECITANTI (M max)											
	1°Nodo			2°Nodo		valori x10 ⁴	AZIONI SOLLECITANTI (Mt max)			valori x10 ⁴	
	M (Nm)	N (N)	T (N)	Mt (Nm)	Mt (Nm)		Mt (Nm)	Mt (Nm)			
Peso proprio acciaio	186	0	3	0	0		0	0			
Peso proprio soletta	398	0	7	0	0		0	0			
Permanenti	256	0	4	0	0		0	0			
Effetti primari del ritiro	203	247	0	0	0		0	0			
Effetti secondari del ritiro	0	0	0	0	0		0	0			
Accidentali mezzi + folla	1.229	0	45	0	0		0	0			
Vento	84	0	1	0	0		0	0			
Deformazioni termiche primarie	110	208	0	0	0		0	0			
Deformazioni termiche secondarie	0	0	0	0	0	0	0				
Cedimenti	0	0	0	0	0	0	0				
VERIFICHE DELLE TRAVI PRINCIPALI AGLI STATI LIMITE ULTIMI N.T.C.2018											
VERIFICHE TRAVI PRINCIPALI A PRESSOFLESSIONE											
	PARZIALI (daN/cm2)					TOTALI ALLO SLU STR - Az.base Accidentali mezzi + folla- (daN/cm2)					
(positive le compressioni)	sup. sol.	sup. fe.	anima sup.	anima inf.	inf. fe.	sup. sol.	sup. fe.	anima sup.	anima inf.	inf. fe.	
Peso proprio acciaio	0	169	165	-248	-261	0	228	222	-335	-352	
Peso proprio soletta	0	362	353	-532	-558	0	717	698	-1.053	-1.105	
Permanenti	18	233	227	-342	-359	28	1.067	1.039	-1.566	-1.643	
Effetti primari del ritiro	-9	409	404	-30	-43	17	1.558	1.524	-1.602	-1.694	
Effetti secondari del ritiro	0	0	0	0	0	17	1.558	1.524	-1.602	-1.694	
Accidentali mezzi + folla	114	470	448	-1.590	-1.650	170	2.192	2.129	-3.748	-3.921	
Vento	8	32	31	-109	-113	177	2.221	2.157	-3.846	-4.023	
Deformazioni termiche primarie +ΔT	3	-173	-171	12	18	179	2.097	2.034	-3.837	-4.010	
Deformazioni termiche secondarie +ΔT	0	0	0	0	0	179	2.097	2.034	-3.837	-4.010	
Deformazioni termiche primarie -ΔT	-3	173	171	-12	-18	175	2.345	2.280	-3.854	-4.035	
Deformazioni termiche secondarie -ΔT	0	0	0	0	0	175	2.345	2.280	-3.854	-4.035	
Cedimenti	0	0	0	0	0	179	2.345	2.280	-3.854	-4.035	
									Rapp σ sup	Rapp σ inf	
									0,75	1,41	
VERIFICHE TRAVI PRINCIPALI A TAGLIO E TORSIONE											
VERIFICHE A TAGLIO	PARZIALI (daN/cm2)			TOTALI ALLO SLU STR (daN/cm2)			VERIFICHE A TORSIONE	PARZIALI (daN/cm2)	TOTALI (daN/cm2)		
	Anima sup	Anima max	Anima inf	Anima sup	Anima max	Anima inf		Anima	Anima		
Peso proprio acciaio	15	19	15	20	26	20		0,00	0,00		
Peso proprio soletta	34	45	35	66	86	68		0,00	0,00		
Permanenti	20	25	20	95	124	98		0,00	0,00		
Effetti primari del ritiro	0	0	0	95	124	98		0,00	0,00		
Effetti secondari del ritiro	0	0	0	95	124	98		0,00	0,00		
Accidentali mezzi + folla	245	286	217	425	511	391		0,00	0,00		
Vento	5	6	5	430	516	396		0,00	0,00		
Deformazioni termiche	0	0	0	430	516	396		0,00	0,00		
Cedimenti	0	0	0	430	516	396		0,00	0,00		
VERIFICHE A TAGLIO E TORSIONE	PARZIALI (daN/cm2)			TOTALI ALLO SLU STR (daN/cm2)							
	Anima sup	Anima max	Anima inf	Anima sup	Anima max	Anima inf					
Peso proprio acciaio	15	19	15	20	26	20					
Peso proprio soletta	34	45	35	66	86	68					
Permanenti	20	25	20	95	124	98					
Effetti primari del ritiro	0	0	0	95	124	98					
Effetti secondari del ritiro	0	0	0	95	124	98					
Accidentali mezzi + folla	245	286	217	425	511	391					
Vento	5	6	5	430	516	396					
Deformazioni termiche	0	0	0	430	516	396					
Cedimenti	0	0	0	430	516	396					
							τmedia	Rapp τ			
							447,5	0,29			
VERIFICHE TRAVI PRINCIPALI TENSIONI IDEALI											
	TOTALI (daN/cm2)		VERIFICHE ARMATURE SOLETTA								
	Anima sup	Anima inf	PARZIALI (daN/cm2)	PARZIALI arm sup	TOTALI arm sup						
Peso proprio acciaio	225	337	Peso proprio acciaio	0	0						
Peso proprio soletta	708	1.060	Peso proprio soletta	0	0						
Permanenti	1.052	1.575	Permanenti	282	423						
Effetti primari del ritiro	1.533	1.611	Effetti primari del ritiro	446	958						
Effetti secondari del ritiro	1.533	1.611	Effetti secondari del ritiro	0	958						
Accidentali mezzi + folla	2.253	3.809	Accidentali mezzi + folla	645	1.829						
Vento	2.282	3.906	Vento	44	1.869						
Deformazioni termiche	2.398	3.915	Deformazioni termiche	188	2.004						
Cedimenti	2.398	3.915	Cedimenti	0	2.004						
					Rapp σ sup	Rapp σ inf					
					0,77	1,29					
Le verifiche sono condotte negli attacchi piattabande - anima											

VERIFICHE DELLE TRAVI PRINCIPALI AGLI STATI LIMITE D'ESERCIZIO N.T.C.2018										Foglio 3 di 13
VERIFICHE TRAVI PRINCIPALI A PRESSOFLESSIONE										
	PARZIALI (daN/cm2)					TOTALI ALLO SLE (daN/cm2)				
(positive le compressioni)	sup. sol.	sup. fe.	anima sup.	anima inf.	inf. fe.	sup. sol.	sup. fe.	anima sup.	anima inf.	inf. fe.
Peso proprio acciaio	0	169	165	-248	-261	0	169	165	-248	-261
Peso proprio soletta	0	362	353	-532	-558	0	531	517	-780	-818
Permanenti	18	233	227	-342	-359	18	764	744	-1.122	-1.177
Effetti primari del ritiro	-9	409	404	-30	-43	9	1.173	1.149	-1.152	-1.220
Effetti secondari del ritiro	0	0	0	0	0	9	1.173	1.149	-1.152	-1.220
Accidentali mezzi + folla	114	470	448	-1.590	-1.650	123	1.643	1.597	-2.742	-2.870
Vento	8	32	31	-109	-113	128	1.663	1.615	-2.807	-2.937
Deformazioni termiche primarie +ΔT	3	-173	-171	12	18	129	1.559	1.513	-2.799	-2.927
Deformazioni termiche secondarie +ΔT	0	0	0	0	0	129	1.559	1.513	-2.799	-2.927
Deformazioni termiche primarie -ΔT	-3	173	171	-12	-18	126	1.766	1.718	-2.814	-2.948
Deformazioni termiche secondarie -ΔT	0	0	0	0	0	126	1.766	1.718	-2.814	-2.948
Cedimenti	0	0	0	0	0	129	1.766	1.718	-2.814	-2.948
VERIFICHE TRAVI PRINCIPALI A TAGLIO E TORSIONE										
VERIFICHE A TAGLIO	PARZIALI (daN/cm2)			TOTALI ALLO SLE (daN/cm2)			VERIFICHE A TORSIONE	PARZIALI (daN/cm2)	TOTALI (daN/cm2)	
	Anima sup	Anima max	Anima inf	Anima sup	Anima max	Anima inf		Anima	Anima	
Peso proprio acciaio	15	19	15	15	19	15		0,00	0,00	
Peso proprio soletta	34	45	35	49	64	50		0,00	0,00	
Permanenti	20	25	20	68	89	70		0,00	0,00	
Effetti primari del ritiro	0	0	0	68	89	70		0,00	0,00	
Effetti secondari del ritiro	0	0	0	68	89	70		0,00	0,00	
Accidentali mezzi + folla	245	286	217	313	375	288		0,00	0,00	
Vento	5	6	5	316	379	291		0,00	0,00	
Deformazioni termiche	0	0	0	316	379	291		0,00	0,00	
Cedimenti	0	0	0	316	379	291		0,00	0,00	
VERIFICHE A TAGLIO E TORSIONE	PARZIALI (daN/cm2)			TOTALI ALLO SLE (daN/cm2)						
	Anima sup	Anima max	Anima inf	Anima sup	Anima max	Anima inf				
Peso proprio acciaio	15	19	15	15	19	15				
Peso proprio soletta	34	45	35	49	64	50				
Permanenti	20	25	20	68	89	70				
Effetti primari del ritiro	0	0	0	68	89	70				
Effetti secondari del ritiro	0	0	0	68	89	70				
Accidentali mezzi + folla	245	286	217	313	375	288				
Vento	5	6	5	316	379	291				
Deformazioni termiche	0	0	0	316	379	291				
Cedimenti	0	0	0	316	379	291				
VERIFICHE TRAVI PRINCIPALI TENSIONI IDEALI										
	TOTALI (daN/cm2)									
	Anima sup	Anima inf								
Peso proprio acciaio	167	250								
Peso proprio soletta	524	785								
Permanenti	754	1.129								
Effetti primari del ritiro	1.155	1.158								
Effetti secondari del ritiro	1.155	1.158								
Accidentali mezzi + folla	1.686	2.786								
Vento	1.706	2.852								
Deformazioni termiche	1.803	2.859								
Cedimenti	1.803	2.859								
Le verifiche sono condotte negli attacchi piattabande - anima										
CALCOLO CLASSE DELLA SEZIONE										
CLASSE DELLA PIATTABANDA										
Larghezza	c	15	cm							
Spessore	t	2,0	cm							
Tipo di acciaio		328	N/mm ²							
	ε	0,85								
Rapporto c/t		7,50	CL.	1						
Piattabanda compressa: VALORI DA TAB C4.2.IX CIRCOLARE n°617/C.S.LL.PP <i>Ala superiore</i>										
b _p =	14,550	cm	b _{radd} =	0,000 cm						
t _p =	2,000	cm	t _{radd} =	0,000 cm						
<i>Raddoppio ala superiore</i> k _σ = 0,430 - k _σ = 0,430 - λ _{pp} = 0,462 - λ _{pradd} = 0,000 - ρ _p = 1,000 - ρ _{radd} = 1,000 -										
CLASSE DELL'ANIMA										
Larghezza parte compressa	c	184	cm							
Spessore parte compressa	t	0,9	cm							
Tipo di acciaio		328	N/mm ²							
	ε	0,85								
Rapporto c/t		205	CL.	4						
CLASSE SEZ 4										

VERIFICA DELLA SEZIONE IN CLASSE 4										Foglio 4 di 13	
COEFFICIENTI DA NORMATIVA											
γ_{M0}	coefficiente di resistenza	1,05	Sono presenti irrigidimenti longitudinali ? (S/N) <div style="text-align: right;">S</div>								
γ_{M1}	coefficiente a instabilità	1,10									
η	coefficiente adimensionale	1,20									
Altezza netta dell'anima		hw = 1.865	mm	Classe dell'irrigidimento longitudinale piattabanda 25 classe 1 anima 11 classe 3 profilo classe 3							
Larghezza irrigidimento longitudinale		bsl = 200	mm								
Altezza irrigidimento longitudinale		hsl = 90	mm								
Spessore irrigidimento longitudinale		tsl = 9,0	mm								
		15ε t = 114	mm								
		hw1 = 985	mm	Distanza tra lembo superiore compresso del pannello d'anima e baricentro della piattabanda dell'irrigidimento longitudinale.							
Distanza tra gli irrigidimenti trasversali		a = 1.500	mm								
TENSIONI											
σ1	Tensione totale SLU anima sup (positiva)	171,8	N/mmq	ITERATIVO: CAMBIA LA SEZIONE E DI CONSEGUENZA LE SIGMA AI BORDI (SI PARTE DALLE TENSIONI DELLA SEZ LORDA E POI SI INSERISCONO QUELLI DERIVANTI DA CALCOLO DELLA SEZ EFFICACE)							
σ2	Tensione totale SLU anima inf (negativa)	-151,4									
σsl1	Tensione SLU nel pannello ad altezza hw1	1,1	N/mmq								
Calcolo stabilità dei pannelli soggetti a compressione Piattabanda compressa: VALORI DA TAB C4.2.IX CIRCOLARE n°617/C.S.LL.PP											
<i>Ala superiore</i>				<i>Raddoppio ala superiore</i>							
b _p =	14,6	cm		b _{radd} =	0,0	cm					
t _p =	2,0	cm		t _{radd} =	0,0	cm					
k _σ =	0,430	-		k _σ =	0,430	-	coefficiente per l'instabilità a compressione				
λ _{pp} =	0,462	-		λ _{pradd} =	0,000	-					
ρ _p =	1,000	-		ρ _{radd} =	1,000	-					
Calcolo delle aree efficaci e lorde dei sottopannelli. VALORI DA TAB C4.2.VIII CIRCOLARE n°617/C.S.LL.PP											
Sottopannello 1:				Sottopannello 2:							
b ₁ =	981	mm		b _{2c} =	6	mm	b ₂ =	876	mm		
ψ ₁ =	0,006	-		ψ ₂ =	-137,402	-	b _{2t} =	869	mm		
k _{σ1} =	7,762	-		k _{σ2} =	23,900	-					
λ _{p1} =	1,627	-		λ _{p2} =	0,006	-					
ρ ₁ =	0,552	-		ρ ₂ =	1,000	-					
larghezze lorde:				larghezze lorde:							
b _{1,lat}	393	mm		b _{2,sup}	3	mm					
b _{1,inf}	588	mm		b _{2,lat}	4	mm					
larghezze efficaci				larghezze efficaci							
b _{1,eff}	541	mm		b _{2,eff}	6	mm					
b _{1,lat,eff}	217	mm		b _{2,sup,eff}	3	mm					
b _{1,inf,eff}	325	mm		b _{2,lat,eff}	4	mm					
x _{1,eff}	439	mm		x _{2,eff}	0	mm					
Comportamento tipo piastra: calcolo di σ_{cr,p} e ρ :											
A _{sl,1}	7.923	[mm ²]	area lorda dell'irrigiditore longitudinale e della porzione lorda di anima collaborante. distanza tra baricentro dell'area lorda e asse dell'anima. momento d'inerzia fuori piano dell'area lorda.								
x _{sl,1}	42	[mm]									
I _{sl,1}	4.079	[cm ⁴]									
Buckling dell'irrigidimento longitudinale e calcolo di σ _{cr,p} b1 985 [mm] distanza tra irrigiditore e bordo longitudinale compresso del pannello d'anima b2 880 [mm] distanza tra irrigiditore e bordo longitudinale teso del pannello d'anima b 1.865 [mm] altezza del pannello d'anima a _c 9.435 [mm] distanza critica tra gli irrigidimenti trasversali σ _{cr,sl} 4.745 [MPa] tensione critica nell'irrigiditore longitudinale σ _{cr,p} 436.477 [MPa] tensione critica al lembo maggiormente compresso del pannello d'anima per comportamento a piastra											
Calcolo del coefficiente ρ: A _c 7.923 [mm ²] area lorda della zona compressa del pannello d'anima irrigidito eccetto le parti laterali A _{c,eff,loc} 5.554 [mm ²] area efficace della zona compressa del pannello d'anima irrigidito eccetto le parti laterali β _{A,c^p} 0,701 [-] rapporto A _{c,eff,loc} / A _c λ _p 0,023 [-] snellezza ψ -0,881 [-] relativo all'intero pannello d'anima = σ ₂ /σ ₁ ρ 1,000 [-] coefficiente di riduzione per instabilità di piastra											

Comportamento tipo colonna: calcolo di $\sigma_{cr,c}$ e χ_c :

Foglio
5 di 13

$A_{sl,1}$	7.923	[mm ²]	area lorda dell'irrigiditore longitudinale e della porzione lorda di anima collaborante.
$I_{sl,1}$	4.079	[cm ⁴]	momento d'inerzia fuori piano dell'area lorda
$A_{sl,1,eff}$	5.554	[mm ²]	area dell'irrigiditore longitudinale e della porzione efficace di anima collaborante
$\beta_{A,c}$	0,701	[-]	rapporto $A_{sl,1,eff} / A_{sl,1}$
$\sigma_{cr,sl}$	4.742	[MPa]	tensione critica euleriana dell'irrigiditore longitudinale
$\sigma_{cr,c}$	436.201	[MPa]	tensione critica al lembo maggiormente compresso del pannello d'anima per comportamento a colonna
λ_c	0,023	[-]	snellezza
i	72	[mm]	raggio d'inerzia fuori piano della sezione lorda
e_2	42	[mm]	distanza tra baricentro della sezione lorda di irrigiditore + parte di anima collaborante e asse medio dell'anima
e_1	90	[mm]	distanza tra baricentro del solo irrigiditore e baricentro della sezione lorda di irrigiditore + anima collaborante
e	90	[mm]	max (e_1 ; e_2)
α	0,49	[-]	coefficiente di imperfezione
αE	0,603	[-]	
Φ	0,447	[-]	
χ_c	1,000	[-]	coefficiente di riduzione per instabilità di colonna

Interpolazione tra comportamento a piastra e comportamento a colonna

ξ	0,001	[-]	
ρ_c	1,000	[-]	coefficiente di riduzione per instabilità globale

Calcolo delle caratteristiche geometriche efficaci

$$A_{c,eff} = \rho_c A_{c,eff,loc} + \sum b_{l,at,eff} \cdot t \quad 7.539 \quad [mm^2] \quad \text{area efficace della parte compressa del pannello d'anima}$$

In accordo a UNI EN 1993-1-5 par. 4.5.1(7) per il calcolo del momento d'inerzia J_{eff} della sezione metallica efficace, l'area effettiva della parte compressa del pannello d'anima può essere uniformemente ridotta moltiplicando lo spessore dell'anima t e lo spessore dell'irrigidimento longitudinale tsl per il fattore rc .

l_{red}	9,0	[mm]
$l_{sl,red}$	9,0	[mm]

Si utilizza acciaio da carpenteria di tipo

S 328

Resistenza allo snervamento $f_{yd} = 312,6$ N/mm²

Coefficiente $\varepsilon = 0,85$

CARATTERISTICHE GEOMETRICHE SEZIONE EFFICACE

	A_{eff} (cm ²)	y_l (cm)	J_{eff} (cm ⁴)	J_{Ixx} (cm ⁴)	W_{sol} (cm ³)	W_{de} (cm ³)	W_{fe} (cm ³)	$W_{animsup}$ (cm ³)	$W_{animinf}$ (cm ³)
Sezione metallica	544	47	2.501.404	3.453	0	17.012	53.261	17.247	60.326
Sezione metallica + soletta collab. Fase 2a	16,01	965	116	8.362.210	3.453	1.362.112	106.814	72.267	109.614
Sezione metallica + soletta collab. Fase 3	6,06	1.580	150	11.326.889	3.453	1.074.164	258.005	75.463	270.320
Sezione metallica + soletta collab. Fase 2b	14,22	1.012	120	8.716.255	3.453	1.316.169	117.515	72.739	120.772
Sezione metallica + soletta collab. Fase 2c	19,63	895	109	7.776.479	3.453	1.452.422	91.378	71.411	93.578

AZIONI TRAVI PRINCIPALI										Foglio 6 di 13																																																																																																																																																																																
AZIONI SOLLECITANTI (M max) <div> <div> 1°Nodo 2°Nodo </div> <div> <table border="1"> <thead> <tr> <th>valori x10⁴</th> <th>M+N*e_N (Nm)</th> <th>N (N)</th> <th>T (N)</th> <th>Mt (Nm)</th> <th>Mt (Nm)</th> <th>e_N (cm)</th> </tr> </thead> <tbody> <tr><td>Peso proprio acciaio</td><td>186</td><td>0</td><td>3</td><td>0</td><td>0</td><td>-5,13</td></tr> <tr><td>Peso proprio soletta</td><td>398</td><td>0</td><td>7</td><td>0</td><td>0</td><td>-5,13</td></tr> <tr><td>Permanenti</td><td>256</td><td>0</td><td>4</td><td>0</td><td>0</td><td>-1,93</td></tr> <tr><td>Effetti primari del ritiro</td><td>208</td><td>247</td><td>0</td><td>0</td><td>0</td><td>-1,78</td></tr> <tr><td>Effetti secondari del ritiro</td><td>0</td><td>0</td><td>0</td><td>0</td><td>0</td><td>-1,78</td></tr> <tr><td>Accidentali mezzi + folla</td><td>1.229</td><td>0</td><td>45</td><td>0</td><td>0</td><td>-0,88</td></tr> <tr><td>Vento</td><td>84</td><td>0</td><td>1</td><td>0</td><td>0</td><td>-0,88</td></tr> <tr><td>Deformazioni termiche primarie</td><td>112</td><td>208</td><td>0</td><td>0</td><td>0</td><td>-0,88</td></tr> <tr><td>Deformazioni termiche secondarie</td><td>0</td><td>0</td><td>0</td><td>0</td><td>0</td><td>-0,88</td></tr> <tr><td>Cedimenti</td><td>0</td><td>0</td><td>0</td><td>0</td><td>0</td><td>-2,18</td></tr> </tbody> </table> </div> <div> AZIONI SOLLECITANTI (Mt max) <table border="1"> <thead> <tr> <th>valori x10⁴</th> <th>Mt (Nm)</th> <th>Mt (Nm)</th> </tr> </thead> <tbody> <tr><td></td><td>0</td><td>0</td></tr> <tr><td></td><td>0</td><td>0</td></tr> <tr><td></td><td>0</td><td>0</td></tr> <tr><td></td><td>0</td><td>0</td></tr> <tr><td></td><td>0</td><td>0</td></tr> <tr><td></td><td>0</td><td>0</td></tr> <tr><td></td><td>0</td><td>0</td></tr> <tr><td></td><td>0</td><td>0</td></tr> <tr><td></td><td>0</td><td>0</td></tr> <tr><td></td><td>0</td><td>0</td></tr> </tbody> </table> </div> </div>												valori x10 ⁴	M+N*e _N (Nm)	N (N)	T (N)	Mt (Nm)	Mt (Nm)	e _N (cm)	Peso proprio acciaio	186	0	3	0	0	-5,13	Peso proprio soletta	398	0	7	0	0	-5,13	Permanenti	256	0	4	0	0	-1,93	Effetti primari del ritiro	208	247	0	0	0	-1,78	Effetti secondari del ritiro	0	0	0	0	0	-1,78	Accidentali mezzi + folla	1.229	0	45	0	0	-0,88	Vento	84	0	1	0	0	-0,88	Deformazioni termiche primarie	112	208	0	0	0	-0,88	Deformazioni termiche secondarie	0	0	0	0	0	-0,88	Cedimenti	0	0	0	0	0	-2,18	valori x10 ⁴	Mt (Nm)	Mt (Nm)		0	0		0	0		0	0		0	0		0	0		0	0		0	0		0	0		0	0		0	0																																																																	
valori x10 ⁴	M+N*e _N (Nm)	N (N)	T (N)	Mt (Nm)	Mt (Nm)	e _N (cm)																																																																																																																																																																																				
Peso proprio acciaio	186	0	3	0	0	-5,13																																																																																																																																																																																				
Peso proprio soletta	398	0	7	0	0	-5,13																																																																																																																																																																																				
Permanenti	256	0	4	0	0	-1,93																																																																																																																																																																																				
Effetti primari del ritiro	208	247	0	0	0	-1,78																																																																																																																																																																																				
Effetti secondari del ritiro	0	0	0	0	0	-1,78																																																																																																																																																																																				
Accidentali mezzi + folla	1.229	0	45	0	0	-0,88																																																																																																																																																																																				
Vento	84	0	1	0	0	-0,88																																																																																																																																																																																				
Deformazioni termiche primarie	112	208	0	0	0	-0,88																																																																																																																																																																																				
Deformazioni termiche secondarie	0	0	0	0	0	-0,88																																																																																																																																																																																				
Cedimenti	0	0	0	0	0	-2,18																																																																																																																																																																																				
valori x10 ⁴	Mt (Nm)	Mt (Nm)																																																																																																																																																																																								
	0	0																																																																																																																																																																																								
	0	0																																																																																																																																																																																								
	0	0																																																																																																																																																																																								
	0	0																																																																																																																																																																																								
	0	0																																																																																																																																																																																								
	0	0																																																																																																																																																																																								
	0	0																																																																																																																																																																																								
	0	0																																																																																																																																																																																								
	0	0																																																																																																																																																																																								
	0	0																																																																																																																																																																																								
VERIFICHE DELLE TRAVI PRINCIPALI AGLI STATI LIMITE ULTIMI N.T.C.2018																																																																																																																																																																																										
VERIFICHE TRAVI PRINCIPALI A PRESSOFLESSIONE <table border="1"> <thead> <tr> <th rowspan="2">(positive le compressioni)</th> <th colspan="5">PARZIALI (daN/cm2)</th> <th colspan="5">TOTALI ALLO SLU STR - Az.base Accidentali mezzi + folla- (daN/cm2)</th> </tr> <tr> <th>sup. sol.</th> <th>sup. fe.</th> <th>anima sup.</th> <th>anima inf.</th> <th>inf. fe.</th> <th>sup. sol.</th> <th>sup. fe.</th> <th>anima sup.</th> <th>anima inf.</th> <th>inf. fe.</th> </tr> </thead> <tbody> <tr><td>Peso proprio acciaio</td><td>0</td><td>174</td><td>170</td><td>-245</td><td>-257</td><td>0</td><td>235</td><td>229</td><td>-331</td><td>-347</td></tr> <tr><td>Peso proprio soletta</td><td>0</td><td>373</td><td>363</td><td>-525</td><td>-551</td><td>0</td><td>738</td><td>719</td><td>-1.039</td><td>-1.091</td></tr> <tr><td>Permanenti</td><td>19</td><td>240</td><td>234</td><td>-337</td><td>-354</td><td>28</td><td>1.098</td><td>1.070</td><td>-1.545</td><td>-1.622</td></tr> <tr><td>Effetti primari del ritiro</td><td>-8</td><td>421</td><td>416</td><td>-29</td><td>-42</td><td>18</td><td>1.602</td><td>1.569</td><td>-1.579</td><td>-1.672</td></tr> <tr><td>Effetti secondari del ritiro</td><td>0</td><td>0</td><td>0</td><td>0</td><td>0</td><td>18</td><td>1.602</td><td>1.569</td><td>-1.579</td><td>-1.672</td></tr> <tr><td>Accidentali mezzi + folla</td><td>114</td><td>476</td><td>455</td><td>-1.569</td><td>-1.629</td><td>173</td><td>2.246</td><td>2.183</td><td>-3.698</td><td>-3.871</td></tr> <tr><td>Vento</td><td>8</td><td>33</td><td>31</td><td>-107</td><td>-111</td><td>180</td><td>2.275</td><td>2.210</td><td>-3.794</td><td>-3.971</td></tr> <tr><td>Deformazioni termiche primarie +DT</td><td>3</td><td>-175</td><td>-173</td><td>11</td><td>17</td><td>182</td><td>2.149</td><td>2.086</td><td>-3.786</td><td>-3.959</td></tr> <tr><td>Deformazioni termiche secondarie +DT</td><td>0</td><td>0</td><td>0</td><td>0</td><td>0</td><td>182</td><td>2.149</td><td>2.086</td><td>-3.786</td><td>-3.959</td></tr> <tr><td>Deformazioni termiche primarie -DT</td><td>-3</td><td>175</td><td>173</td><td>-11</td><td>-17</td><td>178</td><td>2.401</td><td>2.335</td><td>-3.802</td><td>-3.983</td></tr> <tr><td>Deformazioni termiche secondarie -DT</td><td>0</td><td>0</td><td>0</td><td>0</td><td>0</td><td>178</td><td>2.401</td><td>2.335</td><td>-3.802</td><td>-3.983</td></tr> <tr><td>Cedimenti</td><td>0</td><td>0</td><td>0</td><td>0</td><td>0</td><td>182</td><td>2.401</td><td>2.335</td><td>-3.802</td><td>-3.983</td></tr> <tr> <td></td> <td colspan="9">Rapp σ sup</td> <td>Rapp σ inf</td> </tr> <tr> <td></td> <td colspan="9">0,77</td> <td>1,39</td> </tr> </tbody> </table>												(positive le compressioni)	PARZIALI (daN/cm2)					TOTALI ALLO SLU STR - Az.base Accidentali mezzi + folla- (daN/cm2)					sup. sol.	sup. fe.	anima sup.	anima inf.	inf. fe.	sup. sol.	sup. fe.	anima sup.	anima inf.	inf. fe.	Peso proprio acciaio	0	174	170	-245	-257	0	235	229	-331	-347	Peso proprio soletta	0	373	363	-525	-551	0	738	719	-1.039	-1.091	Permanenti	19	240	234	-337	-354	28	1.098	1.070	-1.545	-1.622	Effetti primari del ritiro	-8	421	416	-29	-42	18	1.602	1.569	-1.579	-1.672	Effetti secondari del ritiro	0	0	0	0	0	18	1.602	1.569	-1.579	-1.672	Accidentali mezzi + folla	114	476	455	-1.569	-1.629	173	2.246	2.183	-3.698	-3.871	Vento	8	33	31	-107	-111	180	2.275	2.210	-3.794	-3.971	Deformazioni termiche primarie +DT	3	-175	-173	11	17	182	2.149	2.086	-3.786	-3.959	Deformazioni termiche secondarie +DT	0	0	0	0	0	182	2.149	2.086	-3.786	-3.959	Deformazioni termiche primarie -DT	-3	175	173	-11	-17	178	2.401	2.335	-3.802	-3.983	Deformazioni termiche secondarie -DT	0	0	0	0	0	178	2.401	2.335	-3.802	-3.983	Cedimenti	0	0	0	0	0	182	2.401	2.335	-3.802	-3.983		Rapp σ sup									Rapp σ inf		0,77									1,39
(positive le compressioni)	PARZIALI (daN/cm2)					TOTALI ALLO SLU STR - Az.base Accidentali mezzi + folla- (daN/cm2)																																																																																																																																																																																				
	sup. sol.	sup. fe.	anima sup.	anima inf.	inf. fe.	sup. sol.	sup. fe.	anima sup.	anima inf.	inf. fe.																																																																																																																																																																																
Peso proprio acciaio	0	174	170	-245	-257	0	235	229	-331	-347																																																																																																																																																																																
Peso proprio soletta	0	373	363	-525	-551	0	738	719	-1.039	-1.091																																																																																																																																																																																
Permanenti	19	240	234	-337	-354	28	1.098	1.070	-1.545	-1.622																																																																																																																																																																																
Effetti primari del ritiro	-8	421	416	-29	-42	18	1.602	1.569	-1.579	-1.672																																																																																																																																																																																
Effetti secondari del ritiro	0	0	0	0	0	18	1.602	1.569	-1.579	-1.672																																																																																																																																																																																
Accidentali mezzi + folla	114	476	455	-1.569	-1.629	173	2.246	2.183	-3.698	-3.871																																																																																																																																																																																
Vento	8	33	31	-107	-111	180	2.275	2.210	-3.794	-3.971																																																																																																																																																																																
Deformazioni termiche primarie +DT	3	-175	-173	11	17	182	2.149	2.086	-3.786	-3.959																																																																																																																																																																																
Deformazioni termiche secondarie +DT	0	0	0	0	0	182	2.149	2.086	-3.786	-3.959																																																																																																																																																																																
Deformazioni termiche primarie -DT	-3	175	173	-11	-17	178	2.401	2.335	-3.802	-3.983																																																																																																																																																																																
Deformazioni termiche secondarie -DT	0	0	0	0	0	178	2.401	2.335	-3.802	-3.983																																																																																																																																																																																
Cedimenti	0	0	0	0	0	182	2.401	2.335	-3.802	-3.983																																																																																																																																																																																
	Rapp σ sup									Rapp σ inf																																																																																																																																																																																
	0,77									1,39																																																																																																																																																																																
VERIFICHE TRAVI PRINCIPALI A TAGLIO E TORSIONE <table border="1"> <thead> <tr> <th rowspan="2">VERIFICHE A TAGLIO</th> <th colspan="3">PARZIALI (daN/cm2)</th> <th colspan="3">TOTALI ALLO SLU STR (daN/cm2)</th> <th rowspan="2">VERIFICHE A TORSIONE</th> <th colspan="2">PARZIALI (daN/cm2)</th> <th colspan="2">TOTALI (daN/cm2)</th> </tr> <tr> <th>Anima sup</th> <th>Anima max</th> <th>Anima inf</th> <th>Anima sup</th> <th>Anima max</th> <th>Anima inf</th> <th>Anima</th> <th>Anima</th> </tr> </thead> <tbody> <tr><td>Peso proprio acciaio</td><td>15</td><td>19</td><td>15</td><td>20</td><td>26</td><td>20</td><td></td><td>0,00</td><td>0,00</td></tr> <tr><td>Peso proprio soletta</td><td>27</td><td>45</td><td>45</td><td>57</td><td>86</td><td>81</td><td></td><td>0,00</td><td>0,00</td></tr> <tr><td>Permanenti</td><td>20</td><td>25</td><td>20</td><td>87</td><td>124</td><td>111</td><td></td><td>0,00</td><td>0,00</td></tr> <tr><td>Effetti primari del ritiro</td><td>0</td><td>0</td><td>0</td><td>87</td><td>124</td><td>111</td><td></td><td>0,00</td><td>0,00</td></tr> <tr><td>Effetti secondari del ritiro</td><td>0</td><td>0</td><td>0</td><td>87</td><td>124</td><td>111</td><td></td><td>0,00</td><td>0,00</td></tr> <tr><td>Accidentali mezzi + folla</td><td>247</td><td>286</td><td>215</td><td>421</td><td>511</td><td>401</td><td></td><td>0,00</td><td>0,00</td></tr> <tr><td>Vento</td><td>5</td><td>6</td><td>5</td><td>425</td><td>516</td><td>405</td><td></td><td>0,00</td><td>0,00</td></tr> <tr><td>Deformazioni termiche</td><td>0</td><td>0</td><td>0</td><td>425</td><td>516</td><td>405</td><td></td><td>0,00</td><td>0,00</td></tr> <tr><td>Cedimenti</td><td>0</td><td>0</td><td>0</td><td>425</td><td>516</td><td>405</td><td></td><td>0,00</td><td>0,00</td></tr> </tbody> </table>												VERIFICHE A TAGLIO	PARZIALI (daN/cm2)			TOTALI ALLO SLU STR (daN/cm2)			VERIFICHE A TORSIONE	PARZIALI (daN/cm2)		TOTALI (daN/cm2)		Anima sup	Anima max	Anima inf	Anima sup	Anima max	Anima inf	Anima	Anima	Peso proprio acciaio	15	19	15	20	26	20		0,00	0,00	Peso proprio soletta	27	45	45	57	86	81		0,00	0,00	Permanenti	20	25	20	87	124	111		0,00	0,00	Effetti primari del ritiro	0	0	0	87	124	111		0,00	0,00	Effetti secondari del ritiro	0	0	0	87	124	111		0,00	0,00	Accidentali mezzi + folla	247	286	215	421	511	401		0,00	0,00	Vento	5	6	5	425	516	405		0,00	0,00	Deformazioni termiche	0	0	0	425	516	405		0,00	0,00	Cedimenti	0	0	0	425	516	405		0,00	0,00																																																																	
VERIFICHE A TAGLIO	PARZIALI (daN/cm2)			TOTALI ALLO SLU STR (daN/cm2)			VERIFICHE A TORSIONE	PARZIALI (daN/cm2)		TOTALI (daN/cm2)																																																																																																																																																																																
	Anima sup	Anima max	Anima inf	Anima sup	Anima max	Anima inf		Anima	Anima																																																																																																																																																																																	
Peso proprio acciaio	15	19	15	20	26	20		0,00	0,00																																																																																																																																																																																	
Peso proprio soletta	27	45	45	57	86	81		0,00	0,00																																																																																																																																																																																	
Permanenti	20	25	20	87	124	111		0,00	0,00																																																																																																																																																																																	
Effetti primari del ritiro	0	0	0	87	124	111		0,00	0,00																																																																																																																																																																																	
Effetti secondari del ritiro	0	0	0	87	124	111		0,00	0,00																																																																																																																																																																																	
Accidentali mezzi + folla	247	286	215	421	511	401		0,00	0,00																																																																																																																																																																																	
Vento	5	6	5	425	516	405		0,00	0,00																																																																																																																																																																																	
Deformazioni termiche	0	0	0	425	516	405		0,00	0,00																																																																																																																																																																																	
Cedimenti	0	0	0	425	516	405		0,00	0,00																																																																																																																																																																																	
<table border="1"> <thead> <tr> <th>VERIFICHE A TAGLIO E TORSIONE</th> <th colspan="3">PARZIALI (daN/cm2)</th> <th colspan="3">TOTALI ALLO SLU STR (daN/cm2)</th> <th rowspan="2">T_{media}</th> <th rowspan="2">Rapp τ</th> </tr> <tr> <th></th> <th>Anima sup</th> <th>Anima max</th> <th>Anima inf</th> <th>Anima sup</th> <th>Anima max</th> <th>Anima inf</th> </tr> </thead> <tbody> <tr><td>Peso proprio acciaio</td><td>15</td><td>19</td><td>15</td><td>20</td><td>26</td><td>20</td><td rowspan="9">449,0</td><td rowspan="9">0,29</td></tr> <tr><td>Peso proprio soletta</td><td>27</td><td>45</td><td>45</td><td>57</td><td>86</td><td>81</td></tr> <tr><td>Permanenti</td><td>20</td><td>25</td><td>20</td><td>87</td><td>124</td><td>111</td></tr> <tr><td>Effetti primari del ritiro</td><td>0</td><td>0</td><td>0</td><td>87</td><td>124</td><td>111</td></tr> <tr><td>Effetti secondari del ritiro</td><td>0</td><td>0</td><td>0</td><td>87</td><td>124</td><td>111</td></tr> <tr><td>Accidentali mezzi + folla</td><td>247</td><td>286</td><td>215</td><td>421</td><td>511</td><td>401</td></tr> <tr><td>Vento</td><td>5</td><td>6</td><td>5</td><td>425</td><td>516</td><td>405</td></tr> <tr><td>Deformazioni termiche</td><td>0</td><td>0</td><td>0</td><td>425</td><td>516</td><td>405</td></tr> <tr><td>Cedimenti</td><td>0</td><td>0</td><td>0</td><td>425</td><td>516</td><td>405</td></tr> </tbody> </table>												VERIFICHE A TAGLIO E TORSIONE	PARZIALI (daN/cm2)			TOTALI ALLO SLU STR (daN/cm2)			T _{media}	Rapp τ		Anima sup	Anima max	Anima inf	Anima sup	Anima max	Anima inf	Peso proprio acciaio	15	19	15	20	26	20	449,0	0,29	Peso proprio soletta	27	45	45	57	86	81	Permanenti	20	25	20	87	124	111	Effetti primari del ritiro	0	0	0	87	124	111	Effetti secondari del ritiro	0	0	0	87	124	111	Accidentali mezzi + folla	247	286	215	421	511	401	Vento	5	6	5	425	516	405	Deformazioni termiche	0	0	0	425	516	405	Cedimenti	0	0	0	425	516	405																																																																																														
VERIFICHE A TAGLIO E TORSIONE	PARZIALI (daN/cm2)			TOTALI ALLO SLU STR (daN/cm2)			T _{media}	Rapp τ																																																																																																																																																																																		
	Anima sup	Anima max	Anima inf	Anima sup	Anima max	Anima inf																																																																																																																																																																																				
Peso proprio acciaio	15	19	15	20	26	20	449,0	0,29																																																																																																																																																																																		
Peso proprio soletta	27	45	45	57	86	81																																																																																																																																																																																				
Permanenti	20	25	20	87	124	111																																																																																																																																																																																				
Effetti primari del ritiro	0	0	0	87	124	111																																																																																																																																																																																				
Effetti secondari del ritiro	0	0	0	87	124	111																																																																																																																																																																																				
Accidentali mezzi + folla	247	286	215	421	511	401																																																																																																																																																																																				
Vento	5	6	5	425	516	405																																																																																																																																																																																				
Deformazioni termiche	0	0	0	425	516	405																																																																																																																																																																																				
Cedimenti	0	0	0	425	516	405																																																																																																																																																																																				
VERIFICHE TRAVI PRINCIPALI TENSIONI IDEALI <table border="1"> <thead> <tr> <th rowspan="2"></th> <th colspan="2">TOTALI (daN/cm2)</th> </tr> <tr> <th>Anima sup</th> <th>Anima inf</th> </tr> </thead> <tbody> <tr><td>Peso proprio acciaio</td><td>232</td><td>333</td></tr> <tr><td>Peso proprio soletta</td><td>726</td><td>1.049</td></tr> <tr><td>Permanenti</td><td>1.080</td><td>1.557</td></tr> <tr><td>Effetti primari del ritiro</td><td>1.576</td><td>1.591</td></tr> <tr><td>Effetti secondari del ritiro</td><td>1.576</td><td>1.591</td></tr> <tr><td>Accidentali mezzi + folla</td><td>2.301</td><td>3.762</td></tr> <tr><td>Vento</td><td>2.330</td><td>3.858</td></tr> <tr><td>Deformazioni termiche</td><td>2.449</td><td>3.866</td></tr> <tr><td>Cedimenti</td><td>2.449</td><td>3.866</td></tr> </tbody> </table> <div> Rapp σ sup: 0,78 Rapp σ inf: 1,27 </div>													TOTALI (daN/cm2)		Anima sup	Anima inf	Peso proprio acciaio	232	333	Peso proprio soletta	726	1.049	Permanenti	1.080	1.557	Effetti primari del ritiro	1.576	1.591	Effetti secondari del ritiro	1.576	1.591	Accidentali mezzi + folla	2.301	3.762	Vento	2.330	3.858	Deformazioni termiche	2.449	3.866	Cedimenti	2.449	3.866																																																																																																																																															
	TOTALI (daN/cm2)																																																																																																																																																																																									
	Anima sup	Anima inf																																																																																																																																																																																								
Peso proprio acciaio	232	333																																																																																																																																																																																								
Peso proprio soletta	726	1.049																																																																																																																																																																																								
Permanenti	1.080	1.557																																																																																																																																																																																								
Effetti primari del ritiro	1.576	1.591																																																																																																																																																																																								
Effetti secondari del ritiro	1.576	1.591																																																																																																																																																																																								
Accidentali mezzi + folla	2.301	3.762																																																																																																																																																																																								
Vento	2.330	3.858																																																																																																																																																																																								
Deformazioni termiche	2.449	3.866																																																																																																																																																																																								
Cedimenti	2.449	3.866																																																																																																																																																																																								
VERIFICA A RESPIRO D'ANIMA <table border="1"> <thead> <tr> <th>Tipologia di ponte</th> <th>STRADALE</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>Verifica del web breathing</td> <td>VERIFICA NON NECESSARIA</td> </tr> </tbody> </table> <div> $b/t \leq 30 + 4,0 L \leq 300$ for road bridges $b/t \leq 55 + 3,3 L \leq 250$ for railway bridges </div>												Tipologia di ponte	STRADALE	Verifica del web breathing	VERIFICA NON NECESSARIA																																																																																																																																																																											
Tipologia di ponte	STRADALE																																																																																																																																																																																									
Verifica del web breathing	VERIFICA NON NECESSARIA																																																																																																																																																																																									

VERIFICHE PARTICOLARI								Foglio 8 di 13
VERIFICA SALDATURE	ANIMA SUP.		ANIMA INF.		RADDOPPIO SUP.		RADDOPPIO INF.	
	PARZIALI (daN/cm2)	TOTALI (daN/cm2)	PARZIALI (daN/cm2)	TOTALI (daN/cm2)	PARZIALI (daN/cm2)	TOTALI (daN/cm2)	PARZIALI (daN/cm2)	TOTALI (daN/cm2)
Peso proprio acciaio	8	10	8	11	0	0	0	0
Peso proprio soletta	18	35	19	36	0	0	0	0
Permanenti	10	50	11	52	0	0	0	0
Effetti primari del ritiro	0	50	0	52	0	0	0	0
Effetti secondari del ritiro	0	50	0	52	0	0	0	0
Accidentali mezzi + folla	130	226	115	208	0	0	0	0
Vento	3	228	3	210	0	0	0	0
Deformazioni termiche	0	228	0	210	0	0	0	0
Cedimenti	0	228	0	210	0	0	0	0

VERIFICHE DI INSTABILITA' DELL'ANIMA				Foglio 9 di 13
Caratteristiche geometriche del pannello		OBLIQUITA'	0	
	Descrizione	Valore	u.d.m.	
a	distanza tra irrigidimenti verticali	1.500	mm	
h	altezza totale del pannello	1.940	mm	
hw	altezza totale dell'anima	1.865	mm	
tw	spessore dell'anima	9	mm	
NB: h corrisponde all'altezza totale della trave, mentre hw è h - spessori ali e raddoppi				
Anima provvista di nervature trasversali e longitudinali				
Irrigidimenti:	acciaio S 328,2	f _{yk} (Mpa)= 328,2	f _{yd} (Mpa)= 328,20	
Pannelli:	acciaio S 328,2	f _{yk} (Mpa)= 328,2	f _{yd} (Mpa)= 328,20	
γ _m				
1				
Deve essere verificata la limitazione: (punto 1.2-10030)				
hw/tw = 207,22		hw/tw ≤ 400	OK	
Verifiche di stabilità				
Sollecitazioni agli SLU nella sezione				
	Descrizione	Valore	u.d.m.	
σ ₁	tensione normale al lembo 1	-233,51	N/mm ²	
σ ₂	tensione normale al lembo 2	380,23	N/mm ²	
τ	tensione tangenziale media	44,90	N/mm ²	
Verifica nervature longitudinali (punti 7.2.6-10011, 3.1.2-10030, 3.2.3-10030)				
	b (mm)	h (mm)	A (mm ²)	γ (mm)
anima	9	200	1.800	100
ala	90	9	810	204,5
Sezione simmetrica				
Pareti sottili con bordo irrigidito		b/t ≤ 12		
b = 200		t = 9	b2 = 81	
b1=30xt1= 270		t1 = 9		
b/t = 22,22		≤	12,00	NO!
Deve essere verificata la disuguaglianza: I ≥ 0,15 mL γL hw tw³				
	Descrizione	Valore	u.d.m.	
mL	1,00 ≤ 0,015 (hw/tw-70) ≤ 2,00	2,00		
n	n° irrigidimenti longitudinali	1		
AL	area effettiva irrigidimento long.	2.610	mm ²	
α	rapporto tra i lati del pannello	0,804		
ψ	coefficiente di variazione lineare di σ	-1,628		
δ	AL/(hw tw)	0,155		
η1	h1/hw	0,526		
η2	h2/hw	-		
Valori tabulari (prospetti 3.1 e 3.2 10030)				
γ(L,τ)	19,12	γ(L,σ)	4,04	
I _L = 57.879.870		>	7.800.300	VERIFICA SODDISFATTA
Verifica nervature trasversali (punto 3.1.3-10030)				
Sezione simmetrica				
	b (mm)	h (mm)	A (mm ²)	γ (mm)
anima	8	120	960	60
ala	80	8	640	124
Pareti sottili con bordo irrigidito		b/t ≤ 12		
b = 120		t = 8	b2 = 72	
b1=30xt1= 270		t1 = 9		
Deve essere verificata la disuguaglianza: I ≥ 0,15 γτ hw tw³				
Valori tabulari (prospetti 3.1 e 3.2 10030)				
K	1,00	γτ	60,00	
I _L = 14.452.053		>	12.236.265	VERIFICA SODDISFATTA

0,804

	α	τ	σ
α inf	0,7	8	3
α sup	1	40	6
Valore interpolato	19,12	4,04	

0,804

	α	T
α inf	0,7	60
α sup	1	60
Valore interpolato	60,00	

NB: inserire "sezione simmetrica" (irrigidimenti a I) o "sezione asimmetrica" (irrigidimenti a L)

Stabilità dell'anima (punto 7.6-10011)

 Foglio
10 di 13

 Dimensioni pannello (mm)
Tensioni ai bordi (N/mm²)

h=	1.940	hw=	1.865
σ_1 =	-233,5	σ_2 =	380,23
τ =	44,9	y_n (mm)=	709,6

 Deve essere verificata la disuguaglianza: $\sigma_{cr,red}/\sigma_{id} \geq \beta \cdot v$

Pannello	1	2	3	4	5
i	985	955			
tl	9	9			
h	981	951			
a	1.500	1.500			
tw	9	9			
α	1,53	1,58			
σ_1	-233,5	92,1			
σ_2	89,2	404,9			
σ_1^*	233,5	-92,1			
σ_2^*	-89,2	-404,9			
τ	44,9	44,9			
ψ	-0,38	4,40			
σ_{id}	246,12	120,55			
$\sigma_{cr,0}$	15,69	16,69			
$k\sigma$	-	1,529			
$k\sigma$	4,849	-			
$k\sigma$	-	-			
$k\tau$	7,049	6,946			
σ_{cr}	-	25,52			
σ_{cr}	76,08	-			
σ_{cr}	-	-			
τ_{cr}	110,59	115,96			
$\sigma_{cr,id}$	79,37	200,85			
$0,8 \cdot f_d$	262,56	262,56			
$\sigma_{cr,red}$	79,37	200,85			
$\sigma_{cr,red}/\sigma_{id}$	0,32	1,67			
β	1,00	1,00			
v	1,00	1,00			
$\beta \cdot v$	1,00	1,00			
	NO!	OK			

interasse verticale tra i due irrigidimenti del pannello; da inserire per ogni pannello (n° irrig. + 1)

 compaiono solo i numeri per i casi in questione (dipendono da α e ψ)

 il caso IV è sempre presente: dipende dal taglio
per la σ_{cr} compaiono solo i casi corrispondenti da $k\sigma$

inserire manualmente il valore

Verifiche agli SLU
Verifica dell'anima (punto 3.2.1-10030)

Sollecitazioni esterne (kN e m):	Vsd=	796	Msd=	31.692
Momento resistente delle sole piattabande:	M _{rd} =	20.409	kNm	
Momento resistente della sezione lorda:	M' _{rd} =	23.287	kNm	
Spessore equivalente anima:	t _{we2} =	9,00	mm	

NB: valori agli SLU

Taglio resistente di calcolo:		Vrd = Vcr+Vt			
τ* = τcr,min	110,59	bs	300	bi	600
σtd	136,88	ts	20	ti	55
θ	0,893	Nfd	10.727.717		
Φ	0,596	Mfs	282.363.811	Mfi	2.815.845
		ds	1.706,67	di	170,43

NB: bs e ts ala compressa; bi e ti ala tesa

V _{cr} = h _w t _{we2} τ^* =	1.856.204	N		
V _t =	1.213.277	N		
V _{Rd} =	3.069.481	N		
Verifica=	#NUM!	N	>=	796.082

#NUM!

Verifica delle nervature trasversali (punto 3.2.2-10030)

Larghezza collaborante anima = b _e + t =	272	mm
Lunghezza libera inflessione = 0,7 * h _w =	1.306	mm
Sforzo normale = N _{rd} = V _{rd} - 0,8 * V _{cr} =	1.584.518	N
Area = A =	4.046	mm ²
Distanza baricentro asse anima =	35,63	mm
Inerzia = J =	10.934.838	mm ⁴
Raggio giratorio d'inerzia = i =	51,99	mm
Snellezza = λ =	25,11	
Sforzo critico euleriano = σ_{cr} =	3.287	N/mm ²
Forza critica euleriana = N _{crE} =	13.297.734	N
Carico resistente a instabilità = N _{Rd} =	1.327.838	N

N _{Rd} =	1.327.838	>=	N _{rd} =	1.584.518
-------------------	-----------	----	-------------------	-----------

VERIFICA NON SODDISFATTA

VERIFICHE di stabilità dei pannelli soggetti a taglio (EN 1993-1-5: cap. 5)

 Foglio
11 di 13

Caratteristiche geometriche del pannello d'anima:

Altezza pannello h	1.940	[mm]
Spessore pannello t	9	[mm]
Rapporto altezza spessore hw/t	215,56	[-]

Tensione di snervamento anima fyw	328	[MPa]
Coefficiente η	1,20	[-]
Coefficiente ε	0,85	[-]
Pannello irrigidito (S/N)	S	

 Minimo coefficiente di instabilità per taglio del pannello k_T 23,20 [-]

 Necessaria verifica instabilità per taglio poiché:
 $hw/t = 215,56 > 31/\eta \cdot \varepsilon \cdot \sqrt{k_T} = 105,287$

 a = lunghezza del pannello compreso tra due irrigiditori trasversali rigidi consecutivi
 (in assenza di irrigidimenti la lunghezza del pannello si considera coincidente con quella della trave)

a 1.500 [mm]

Numero di irrigidimenti longitudinali	1	[-]
Rapporto d'allungamento $\alpha = a/hw$	0,773	[-]

Caratteristiche geometriche singolo irrigidimento longitudinale

Altezza hsl	90	[mm]	Larghezza bsl	200	[mm]
Spessore tsl	9	[mm]	Irrigidimento a I/L o altro (I/L/A)	I	
15 ε t	114,235	[mm]			

 Momento di inerzia del singolo irrigiditore longitudinale rispetto all'asse baricentrico parallelo al piano dell'anima, considerando una larghezza collaborante di anima pari a 15 ε t da ciascun lato dell'irrigiditore:

 Isl,singolo 16.684.446 [mm⁴]

Somma dei momenti di inerzia:

 Isl 16.684.446 [mm⁴]

Coefficiente per l'instabilità a taglio	k_T	23,198	[-]
Tensione critica euleriana	σ_E	4,089	[MPa]
Tensione tangenziale critica	τ_{cr}	94,862	[MPa]
Snellezza intero pannello	λ_w	1,414	[-]

 Calcolo della snellezza $\lambda_{w,1}$ del sottopannello più critico (in assenza di irrigidimenti longitudinali coincide con la snellezza del pannello intero).

Altezza sottopannello hw,1	1.940	[mm]	α_1	0,773	[-]
Minimo coefficiente di instabilità per taglio del sottopannello	$k_{T,1}$	12,932	[-]		
Snellezza del sottopannello	$\lambda_{w,1}$	1,894	[-]		

Snellezza di calcolo	λ_w	1,894	[-]
Montanti d'appoggio rigidi/altri casi (R/A)	A		
Coefficiente χ_w (Tabella C4.2.VII)	0,587	[-]	
γ_{M1}	1,10	[-]	
Contributo resistente dell'anima Vbw,Rd UNI EN 1993-1-5 paragrafo 5.3	1765,918	[kN]	

Trascurare il contributo delle piattabande? (Teoria delle bande diagonali) (S/N)

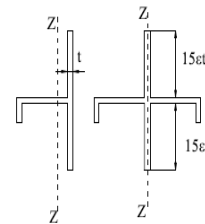
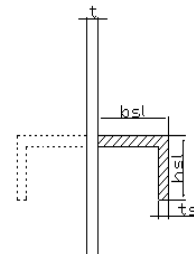
 Contributo resistente delle piattabande secondo UNI EN 1993-1-5 paragrafo 5.4:
 Vbf,Rd 0,000 [kN]


Figura C4.2.12 – Irrigidimenti longitudinali dei pannelli d'anima

Foglio
12 di 13

[mm]
[mm]
[mm]
[mm]
[mm²]
[mm²]

20	[mm]
300	[mm]
328	[MPa]
1,10	[-]
383,50	[mm]
1.978	[mm]
3.894	[kNm]
1,05	[-]
3.709	[kNm]

2.378 [kNm]

[kN]
[kN]
[kNm]

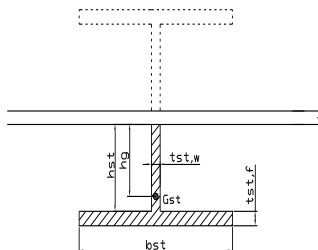
[-]

[kN]

$$\eta_3 = V_{Ed} / V_{b,Rd} = 0,45 \quad [-] \quad \text{VERIFICA SODDISFATTA}$$

Verifica dei requisiti di rigidità degli irrigiditori trasversali (EN 1993-1-5: 9.3.3)

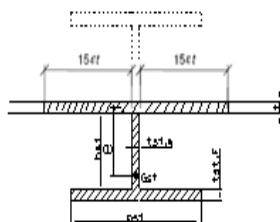
[mm]
[mm]
[mm]
[mm]

$$\begin{array}{l} [\text{mm}^2] \\ [\text{mm}^4] \\ < \end{array}$$
 $[\text{mm}^4]$ 

L'irrigiditore non è rigido (EN 1993-1-5: 9.3.3)

Verifica dei requisiti minimi degli irrigiditori trasversali (EN 1993-1-5: 9.2.1(5))

Pannelli irrigiditi soggetti a sola azione di compressione N_{Ed} (assenza di azione assiale nell'irrigiditore trasversale)

$$\begin{array}{l} [\text{mm}^2] \\ [\text{mm}] \\ [\text{mm}^4] \\ [\text{mm}] \\ [\text{mm}] \\ [\text{mm}] \\ [\text{MPa}] \\ [-] \\ [\text{MPa}] \\ [\text{MPa}] \\ [-] \\ [\text{mm}^2] \end{array}$$


>>>>>>

[MPa]

[kN]

$$= 0,45 \quad [\text{MPa}]$$

[-]

1,25	[-]
------	-------

valore compreso tra 0.50 e 1.00;
area efficace della parte compressa del
pannello d'anima nervato o no;
massima tensione di compressione nel
pannello d'anima nervato o no;
massima forza di compressione nei pannelli
adiacenti all'irrigiditore trasversale;

massima distanza tra i lembi
dell'irrigiditore ed il suo baricentro;

$$I_{st} = \frac{\sigma_m}{E} \left(\frac{b}{\pi} \right)^4 \left(1 + w_0 \frac{300}{b} u \right) = 605.645 \quad [\text{mm}^4]$$

Is = 3.918.688 [mm⁴] ≥ Ist = 605.645 [mm⁴] VERIFICA SODDISFATTA

Verifica dei requisiti minimi degli irrigiditori trasversali (EN 1993-1-5: 9.2.1(6))

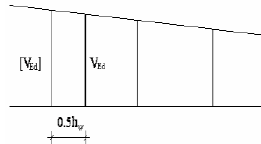
Foglio
13 di 13

Pannelli irrigiditi soggetti a sola azione di compressione N_{Ed} e azione assiale $N_{st,Ed}$ nell'irrigiditore trasversale

Gli irrigiditori trasversali rigidi devono essere verificati per una forza assiale $N_{st,ten}$ da EN 1993-1-5: Eq. 9.48.

Taglio di calcolo a distanza $0,5 h_w$ dal pannello soggetto alla massima azione tagliante:

V_{Ed} 796 [kN]



Forza assiale nell'irrigiditore trasversale dovuto al campo tensionale diagonale nel pannello per effetto del taglio:

$$N_{st,ten} = V_{Ed} - \frac{1}{\lambda_w^2} \cdot t \cdot h_w \frac{f_{yw}}{\sqrt{3}} \quad 0 \quad [\text{kN}] \quad \text{se tale azione è risulta di segno negativo si assume uguale a zero.}$$

Se l'irrigiditore trasversale è soggetto ad azione assiale questa deve essere incrementata secondo quanto indicato in EN 1993-1-5: 9.2.1(6).

$$\Delta N_{st} = \sigma_m b^2 / \pi^2 = 169,83 \quad [\text{kN}]$$

$$\Sigma N_{st,Ed} = N_{st,Ed} + \Delta N_{st,Ed} \quad 169,83 \quad [\text{kN}]$$

As (Area effettiva irr. + $2 \cdot 15ct^2 + t_{st,w} t$)

3.088 [mm²]

Is (inerzia di As rispetto al baricentro)

3.918.688 [mm⁴]

e_{max}

104 [-]

massima distanza tra lembi e baricentro

lunghezza di inflessione $l_0 = h_w$

1.940 [mm]

Carico critico euleriano $N_{cr,st}$

2.158 [kN]

$$\zeta q_m = \frac{N_{st,Ed} e_0}{\Sigma N_{st,Ed} W_0} = 0,00 \quad [-]$$

I requisiti di rigidezza e resistenza sono soddisfatti se valgono le seguenti disuguaglianze:

$$w = W_0 \frac{1}{N_{cr,st} - 1} (1 + 1,25 q_m) \quad 0,00 \quad [\text{mm}] \quad < \quad b/300 \quad = \quad 6,47 \quad [\text{mm}] \quad -$$

$$\sigma_{max} = \frac{N_{st,Ed}}{A_{st}} + \frac{\Sigma N_{st,Ed} e_{max} W_0}{I_{st}} \cdot \frac{1}{1 - \frac{\Sigma N_{st,Ed}}{N_{cr,st}}} (1 + 1,1 q_m) \quad 24,57 \quad [\text{MPa}] \quad \leq \quad 298,36 \quad [\text{MPa}] \quad - \quad \text{VERIFICA SODDISFATTA}$$

Verifica a stabilità per compressione degli irrigiditori trasversali (EN 1993-1-1: 6.3)

Tensione di snervamento f_{yk}	328	[MPa]
As (Area effettiva irr. + $2 \cdot 15ct^2 + t_{st,w} t$)	3.088	[mm ²]
Is (inerzia di As rispetto al baricentro)	3.918.688	[mm ⁴]
lunghezza di inflessione $l_0 = h_w$	1.940	[mm]
Carico critico euleriano $N_{cr,st}$	2.158	[kN]
Snellezza adimensionale λ	0,69	[-]
Coefficiente di imperfezione α	0,49	[-]
Coefficiente ϕ	0,85	
Coefficiente di riduzione χ	0,73	
Resistenza ad instabilità dell'irrigidimento	676,09	[kN]
Azione sollecitante $N_{st,ten}$	0,00	[kN]

Indice di resistenza **0,00** [-]

VERIFICA SODDISFATTA

DATI GEOMETRICI										Foglio 1 di 13	
TRAVE IN ACCIAIO	Altezza sezione metallica (cm)	197	Interasse travi metalliche sup. (cm)		300	CONCIO		C7			
	Interasse travi metalliche (cm)	300	Interasse travi metalliche inf. (cm)		300	FRAME					
	Larghezza ala superiore esterna (cm)	30				JOINT					
	Spessore ala superiore esterna (cm)	2,0	Interasse irrigidimenti verticali (cm)		150						
	Larghezza raddoppio superiore (cm)	0	Luce campata di riferimento (m)		49,1	num. Travi		2			
	Spessore Raddoppio ala superiore (cm)	0,0									
	Spessore anima (cm)	0,8	Acciaio tipo		S	328,2	tipologia	VIA SUPERIORE			
	Larghezza raddoppio inferiore (cm)	0									
	Spessore Raddoppio ala inferiore (cm)	0,0									
	Larghezza ala inferiore esterna (cm)	60									
	Spessore ala inferiore esterna (cm)	5,5									
	Modulo elasticità acciaio (daN/cm2)	2.100.000									
CONTROVENTI SUPERIORI	Passo controventi superiori a (cm)	300,0	SI 2L 90x8								
	Area controventi superiori (cm2)	27,80									
	Posizione baric. controventi sup. rispetto estradosso trave (cm)	30,0									
	Distanza punto schema bar. bulloni (cm)	30,0									
	Numero controventi	2									
	Angolo α travi princ. e controventi	45									
CONTROVENTI INFERIORI	Spessore equivalente t* (cm)	0,17	NO ASSENTI								
	Passo controventi inferiori a (cm)	300,0									
	Area controventi inferiori (cm2)	0,00									
	Posizione baric. controventi inf. rispetto all'intradosso trave (cm)	30,0									
	Distanza punto schema bar. bulloni (cm)	30,0									
	Numero controventi	2									
SOLETTA	Angolo α travi princ. e controventi	45									
	Spessore equivalente t* (cm)	0,00									
	Classe di resistenza Rck (kg/cm2)	450		diametro ferri superiori soletta(cm)	1,4	passo (cm)	20,0				
	Spessore totale soletta (cm)	20,0		n° ferri superiori	15,00	copriferro (cm)	4,0				
	Spessore da togliere per predalle (cm)	0,0		Area ferri superiori soletta (cmq)	23,09						
	Spessore sol. Collaborante (cm)	20,0		diametro ferri inferiori soletta(cm)	1,4	passo (cm)	20,0				
COEFF.	Larghezza sol. collaborante (cm)	300,0		n° ferri inferiori	15,00	copriferro (cm)	3,0				
	Larghezza soletta x ritiro (cm)	300,0		Area ferri inferiori soletta (cmq)	23,09						
	Coeff. omogeneizz. per perm.	16,01									
	Coeff. omogeneizz. per acc.	6,06									
	Coeff. omogeneizz. per ritiro	14,22									
	Coeff. omogeneizz. per cedimenti	19,63									
TEMP	Coeff. di contrazione per ritiro ϵ_r	2,786E-04									
	Riduzione per non contemporaneità	0									
PIOLI	Variazione termica differenziale (°C)	10									
	Resistenza piolo (daN) a SLE	6.569									
	Coefficiente di sicurezza connessioni γ_v	1,25									
	Diametro pioli (mm)	22									
	Numero pioli in linea n°	3									
SALDATURE	passo pioli (cm)	20									
	Altezza gola anima sup. (mm)	8		Larghezza gola anima sup. (mm)	12						
	Altezza gola anima inf. (mm)	8		Larghezza gola anima inf. (mm)	12						
	Altezza gola raddoppio sup. (mm)	0		Larghezza gola raddoppio sup.(mm)	0						
	Altezza gola raddoppio inf. (mm)	0		Larghezza gola raddoppio inf. (mm)	0						
FASI								Fase 2a	Permanenti		
								Fase 3	Accidentali		
								Fase 2b	Ritiro		
								Fase 2c	Cedimenti		
CARATTERISTICHE GEOMETRICHE											
		A (cm ²)	y _i (cm)	J (cm ⁴)	J _{tot} (cm ⁴)	W _{sol} (cm ³)	W _{ste} (cm ³)	W _{fte} (cm ³)	W _{animsup} (cm ³)	W _{animinf} (cm ³)	
Sezione metallica		542	51,5	2.851.884	3.440	0	19.594	55.430	19.867	62.065	
Sezione metallica + soletta collab. Fase 2a		16,01	963	119,7	8.593.260	3.440	1.413.843	111.156	71.795	114.108	75.253
Sezione metallica + soletta collab. Fase 3		6,06	1.578	153,7	11.490.809	3.440	1.100.763	265.622	74.742	278.497	77.515
Sezione metallica + soletta collab. Fase 2b		14,22	1.010	123,8	8.939.517	3.440	1.363.526	122.077	72.226	125.504	75.585
Sezione metallica + soletta collab. Fase 2c		19,63	893	112,9	8.020.275	3.440	1.512.931	95.410	71.015	97.735	74.650

AZIONI TRAVI PRINCIPALI										Foglio 2 di 13
AZIONI SOLLECITANTI (M max)										
	1°Nodo			2°Nodo		valori x10 ⁴	AZIONI SOLLECITANTI (Mt max)			valori x10 ⁴
	M (Nm)	N (N)	T (N)	Mt (Nm)	Mt (Nm)		Mt (Nm)	Mt (Nm)		
Peso proprio acciaio	194	0	0	0	0		0	0		
Peso proprio soletta	415	0	0	0	0		0	0		
Permanenti	266	0	0	0	0		0	0		
Effetti primari del ritiro	205	247	0	0	0		0	0		
Effetti secondari del ritiro	0	0	0	0	0		0	0		
Accidentali mezzi + folla	1.281	0	39	0	0		0	0		
Vento	87	0	0	0	0		0	0		
Deformazioni termiche primarie	111	208	0	0	0		0	0		
Deformazioni termiche secondarie	0	0	0	0	0	0	0			
Cedimenti	0	0	0	0	0	0	0			
VERIFICHE DELLE TRAVI PRINCIPALI AGLI STATI LIMITE ULTIMI N.T.C.2018										
VERIFICHE TRAVI PRINCIPALI A PRESSOFLESSIONE										
	PARZIALI (daN/cm2)					TOTALI ALLO SLU STR - Az.base Accidentali mezzi + folla- (daN/cm2)				
(positive le compressioni)	sup. sol.	sup. fe.	anima sup.	anima inf.	inf. fe.	sup. sol.	sup. fe.	anima sup.	anima inf.	inf. fe.
Peso proprio acciaio	0	175	170	-258	-270	0	236	230	-348	-365
Peso proprio soletta	0	373	364	-551	-578	0	740	720	-1.093	-1.145
Permanenti	19	239	233	-353	-371	28	1.099	1.070	-1.623	-1.701
Effetti primari del ritiro	-9	413	408	-27	-40	18	1.594	1.560	-1.656	-1.749
Effetti secondari del ritiro	0	0	0	0	0	18	1.594	1.560	-1.656	-1.749
Accidentali mezzi + folla	116	482	460	-1.653	-1.714	175	2.245	2.181	-3.887	-4.063
Vento	8	33	31	-112	-116	182	2.274	2.209	-3.988	-4.167
Deformazioni termiche primarie +ΔT	3	-173	-172	11	16	184	2.149	2.085	-3.980	-4.156
Deformazioni termiche secondarie +ΔT	0	0	0	0	0	184	2.149	2.085	-3.980	-4.156
Deformazioni termiche primarie -ΔT	-3	173	172	-11	-16	180	2.399	2.332	-3.996	-4.179
Deformazioni termiche secondarie -ΔT	0	0	0	0	0	180	2.399	2.332	-3.996	-4.179
Cedimenti	0	0	0	0	0	184	2.399	2.332	-3.996	-4.179
									Rapp σ sup	Rapp σ inf
									0,77	1,46
VERIFICHE TRAVI PRINCIPALI A TAGLIO E TORSIONE										
VERIFICHE A TAGLIO	PARZIALI (daN/cm2)			TOTALI ALLO SLU STR (daN/cm2)			VERIFICHE A TORSIONE	PARZIALI (daN/cm2)	TOTALI (daN/cm2)	
	Anima sup	Anima max	Anima inf	Anima sup	Anima max	Anima inf		Anima	Anima	
Peso proprio acciaio	0	0	0	0	0	0		0,00	0,00	
Peso proprio soletta	0	0	0	0	0	0		0,00	0,00	
Permanenti	0	0	0	0	0	0		0,00	0,00	
Effetti primari del ritiro	0	0	0	0	0	0		0,00	0,00	
Effetti secondari del ritiro	0	0	0	0	0	0		0,00	0,00	
Accidentali mezzi + folla	234	275	211	317	371	285		0,00	0,00	
Vento	0	0	0	317	371	285		0,00	0,00	
Deformazioni termiche	0	0	0	317	371	285		0,00	0,00	
Cedimenti	0	0	0	317	371	285		0,00	0,00	
VERIFICHE A TAGLIO E TORSIONE	PARZIALI (daN/cm2)			TOTALI ALLO SLU STR (daN/cm2)						
	Anima sup	Anima max	Anima inf	Anima sup	Anima max	Anima inf				
Peso proprio acciaio	0	0	0	0	0	0				
Peso proprio soletta	0	0	0	0	0	0				
Permanenti	0	0	0	0	0	0				
Effetti primari del ritiro	0	0	0	0	0	0				
Effetti secondari del ritiro	0	0	0	0	0	0				
Accidentali mezzi + folla	234	275	211	317	371	285				
Vento	0	0	0	317	371	285				
Deformazioni termiche	0	0	0	317	371	285				
Cedimenti	0	0	0	317	371	285				
							Tmedia	Rapp τ		
							324,4	0,21		
VERIFICHE TRAVI PRINCIPALI TENSIONI IDEALI										
	TOTALI (daN/cm2)		VERIFICHE ARMATURE SOLETTA							
	Anima sup	Anima inf	PARZIALI (daN/cm2)	PARZIALI arm sup	TOTALI arm sup					
Peso proprio acciaio	230	348	Peso proprio acciaio	0	0					
Peso proprio soletta	720	1.093	Peso proprio soletta	0	0					
Permanenti	1.070	1.623	Permanenti	289	433					
Effetti primari del ritiro	1.560	1.656	Effetti primari del ritiro	449	973					
Effetti secondari del ritiro	1.560	1.656	Effetti secondari del ritiro	0	973					
Accidentali mezzi + folla	2.249	3.918	Accidentali mezzi + folla	661	1.864					
Vento	2.276	4.018	Vento	45	1.905					
Deformazioni termiche	2.396	4.026	Deformazioni termiche	189	2.041					
Cedimenti	2.396	4.026	Cedimenti	0	2.041					
						Rapp σ sup	Rapp σ inf			
						0,77	1,34			
Le verifiche sono condotte negli attacchi piattabande - anima										

Le verifiche sono condotte negli attacchi piattabande - anima

VERIFICHE DELLE TRAVI PRINCIPALI AGLI STATI LIMITE D'ESERCIZIO N.T.C.2018										Foglio 3 di 13
VERIFICHE TRAVI PRINCIPALI A PRESSOFLESSIONE										
	PARZIALI (daN/cm2)					TOTALI ALLO SLE (daN/cm2)				
(positive le compressioni)	sup. sol.	sup. fe.	anima sup.	anima inf.	inf. fe.	sup. sol.	sup. fe.	anima sup.	anima inf.	inf. fe.
Peso proprio acciaio	0	175	170	-258	-270	0	175	170	-258	-270
Peso proprio soletta	0	373	364	-551	-578	0	548	534	-809	-848
Permanenti	19	239	233	-353	-371	19	787	767	-1.163	-1.219
Effetti primari del ritiro	-9	413	408	-27	-40	10	1.200	1.175	-1.190	-1.259
Effetti secondari del ritiro	0	0	0	0	0	10	1.200	1.175	-1.190	-1.259
Accidentali mezzi + folla	116	482	460	-1.653	-1.714	126	1.682	1.635	-2.843	-2.973
Vento	8	33	31	-112	-116	131	1.702	1.654	-2.910	-3.042
Deformazioni termiche primarie +ΔT	3	-173	-172	11	16	133	1.598	1.551	-2.903	-3.033
Deformazioni termiche secondarie +ΔT	0	0	0	0	0	133	1.598	1.551	-2.903	-3.033
Deformazioni termiche primarie -ΔT	-3	173	172	-11	-16	129	1.806	1.757	-2.917	-3.052
Deformazioni termiche secondarie -ΔT	0	0	0	0	0	129	1.806	1.757	-2.917	-3.052
Cedimenti	0	0	0	0	0	133	1.806	1.757	-2.917	-3.052
VERIFICHE TRAVI PRINCIPALI A TAGLIO E TORSIONE										
VERIFICHE A TAGLIO	PARZIALI (daN/cm2)			TOTALI ALLO SLE (daN/cm2)			VERIFICHE A TORSIONE	PARZIALI (daN/cm2)	TOTALI (daN/cm2)	
	Anima sup	Anima max	Anima inf	Anima sup	Anima max	Anima inf		Anima	Anima	
Peso proprio acciaio	0	0	0	0	0	0		0,00	0,00	
Peso proprio soletta	0	0	0	0	0	0		0,00	0,00	
Permanenti	0	0	0	0	0	0		0,00	0,00	
Effetti primari del ritiro	0	0	0	0	0	0		0,00	0,00	
Effetti secondari del ritiro	0	0	0	0	0	0		0,00	0,00	
Accidentali mezzi + folla	234	275	211	234	275	211		0,00	0,00	
Vento	0	0	0	234	275	211		0,00	0,00	
Deformazioni termiche	0	0	0	234	275	211		0,00	0,00	
Cedimenti	0	0	0	234	275	211		0,00	0,00	
VERIFICHE A TAGLIO E TORSIONE	PARZIALI (daN/cm2)			TOTALI ALLO SLE (daN/cm2)						
	Anima sup	Anima max	Anima inf	Anima sup	Anima max	Anima inf				
Peso proprio acciaio	0	0	0	0	0	0				
Peso proprio soletta	0	0	0	0	0	0				
Permanenti	0	0	0	0	0	0				
Effetti primari del ritiro	0	0	0	0	0	0				
Effetti secondari del ritiro	0	0	0	0	0	0				
Accidentali mezzi + folla	234	275	211	234	275	211				
Vento	0	0	0	234	275	211				
Deformazioni termiche	0	0	0	234	275	211				
Cedimenti	0	0	0	234	275	211				
VERIFICHE TRAVI PRINCIPALI TENSIONI IDEALI										
	TOTALI (daN/cm2)									
	Anima sup	Anima inf								
Peso proprio acciaio	170	258								
Peso proprio soletta	534	809								
Permanenti	767	1.163								
Effetti primari del ritiro	1.175	1.190								
Effetti secondari del ritiro	1.175	1.190								
Accidentali mezzi + folla	1.685	2.866								
Vento	1.703	2.933								
Deformazioni termiche	1.803	2.940								
Cedimenti	1.803	2.940								
Le verifiche sono condotte negli attacchi piattabande - anima										
CALCOLO CLASSE DELLA SEZIONE										
CLASSE DELLA PIATTABANDA										
Larghezza	c	15	cm							
Spessore	t	2,0	cm							
Tipo di acciaio		328	N/mmq							
	ε	0,85								
Rapporto c/t		7,50	CL.	1						
CLASSE DELL'ANIMA										
Larghezza parte compressa	c	187	cm							
Spessore parte compressa	t	0,8	cm							
Tipo di acciaio		328	N/mmq							
	ε	0,85								
Rapporto c/t		234	CL.	4						
<div> <div> Piattabanda compressa: VALORI DA TAB C4.2.IX CIRCOLARE n°617/C.S.LL.PP <i>Ala superiore</i> </div> <div> <i>Raddoppio ala superiore</i> </div> </div> <div> <div> $b_p =$ 14,600 cm $t_{fp} =$ 2,000 cm </div> <div> $k_{\sigma} =$ 0,430 - $\lambda_{pp} =$ 0,463 - $\rho_p =$ 1,000 - </div> <div> $b_{radd} =$ 0,000 cm $t_{fradd} =$ 0,000 cm $k_{\sigma} =$ 0,430 - $\lambda_{pradd} =$ 0,000 - $\rho_{radd} =$ 1,000 - </div> </div> <div> CLASSE SEZ 4 </div>										

VERIFICA DELLA SEZIONE IN CLASSE 4										Foglio 4 di 13
COEFFICIENTI DA NORMATIVA										
γ_{M0}	coefficiente di resistenza	1,05	Sono presenti irrigidimenti longitudinali ? (S/N) <div style="text-align: right;">S</div>							
γ_{M1}	coefficiente a instabilità	1,10								
η	coefficiente adimensionale	1,20								
Altezza netta dell'anima	hw =	1.895	mm	Classe dell'irrigidimento longitudinale piattabanda 25 classe 1 anima 11 classe 3 profilo classe 3						
Larghezza irrigidimento longitudinale	bsl =	200	mm							
Altezza irrigidimento longitudinale	hsl =	90	mm							
Spessore irrigidimento longitudinale	tsl =	9,0	mm							
	15ε t =	102	mm							
	hw1 =	985	mm	Distanza tra lembo superiore compresso del pannello d'anima e baricentro della piattabanda dell'irrigidimento longitudinale.						
Distanza tra gli irrigidimenti trasversali	a =	1.500	mm							
TENSIONI										
σ1	Tensione totale SLU anima sup (positiva)	239,3	N/mmq	ITERATIVO: CAMBIA LA SEZIONE E DI CONSEGUENZA LE SIGMA AI BORDI (SI PARTE DALLE TENSIONI DELLA SEZ LORDA E POI SI INSERISCONO QUELLI DERIVANTI DA CALCOLO DELLA SEZ EFFICACE)						
σ2	Tensione totale SLU anima inf (negativa)	-195,0								
σsl	Tensione SLU nel pannello ad altezza hw1	13,6	N/mmq							
Calcolo stabilità dei pannelli soggetti a compressione Piattabanda compressa: VALORI DA TAB C4.2.IX CIRCOLARE n°617/C.S.LL.PP										
Ala superiore <i>Raddoppio ala superiore</i> <div style="display: flex; justify-content: space-between;"> <div> bp = 14,6 cm tfp = 2,0 cm κσ = 0,430 - λpp = 0,463 - ρp = 1,000 - </div> <div> bradd = 0,0 cm tradd = 0,0 cm κσ = 0,430 - λpradd = 0,000 - ρradd = 1,000 - </div> <div style="text-align: right;"> coefficiente per l'instabilità a compressione </div> </div>										
Calcolo delle aree efficaci e lorde dei sottopannelli. VALORI DA TAB C4.2.VIII CIRCOLARE n°617/C.S.LL.PP										
Sottopannello 1: Sottopannello 2:										
b1 = 981 mm	b2c = 59 mm	b2 = 906 mm								
ψ1 = 0,057 -	ψ2 = -14,385 -	b2t = 847 mm								
κσ1 = 7,410 -	κσ2 = 23,900 -									
λp1 = 1,874 -	λp2 = 0,063 -									
ρ1 = 0,486 -	ρ2 = 1,000 -									
larghezze lorde: larghezze lorde:										
b1,lat = 397 mm	b2,sup = 24 mm									
b1,inf = 584 mm	b2,lat = 35 mm									
larghezze efficaci larghezze efficaci										
b1,eff = 476 mm	b2,eff = 59 mm									
b1,lat,eff = 193 mm	b2,sup,eff = 24 mm									
b1,inf,eff = 284 mm	b2,lat,eff = 35 mm									
x1,eff = 504 mm	x2,eff = 0 mm									
Comportamento tipo piastra: calcolo di σcr,p e ρ :										
Asl,1 = 7.460 [mm²]	area lorda dell'irrigiditore longitudinale e della porzione lorda di anima collaborante.									
xsl,1 = 45 [mm]	distanza tra baricentro dell'area lorda e asse dell'anima.									
Isl,1 = 3.968 [cm⁴]	momento d'inerzia fuori piano dell'area lorda.									
Buckling dell'irrigidimento longitudinale e calcolo di σcr,p										
b1 = 985 [mm]	distanza tra irrigiditore e bordo longitudinale compresso del pannello d'anima									
b2 = 910 [mm]	distanza tra irrigiditore e bordo longitudinale teso del pannello d'anima									
b = 1.895 [mm]	altezza del pannello d'anima									
ac = 10.367 [mm]	distanza critica tra gli irrigidimenti trasversali									
σcr,sl = 4.902 [MPa]	tensione critica nell'irrigiditore longitudinale									
σcr,p = 81.118 [MPa]	tensione critica al lembo maggiormente compresso del pannello d'anima per comportamento a piastra									
Calcolo del coefficiente ρ:										
Ac = 7.460 [mm²]	area lorda della zona compressa del pannello d'anima irrigidito eccetto le parti laterali									
Ac,eff,loc = 5.058 [mm²]	area efficace della zona compressa del pannello d'anima irrigidito eccetto le parti laterali									
βAc ^p = 0,678 [-]	rapporto Ac,eff,loc / Ac									
λp = 0,052 [-]	snellezza									
ψ = -0,815 [-]	relativo all'intero pannello d'anima = σ2/σ1									
ρ = 1,000 [-]	coefficiente di riduzione per instabilità di piastra									

Comportamento tipo colonna: calcolo di $\sigma_{cr,c}$ e χ_c :

Foglio
5 di 13

$A_{sl,1}$	7.460	[mm ²]	area lorda dell'irrigiditore longitudinale e della porzione lorda di anima collaborante.
$I_{sl,1}$	3.968	[cm ⁴]	momento d'inerzia fuori piano dell'area lorda
$A_{sl,1,eff}$	5.058	[mm ²]	area dell'irrigiditore longitudinale e della porzione efficace di anima collaborante
$\beta_{A,c}$	0,678	[-]	rapporto $A_{sl,1,eff} / A_{sl,1}$
$\sigma_{cr,sl}$	4.900	[MPa]	tensione critica euleriana dell'irrigiditore longitudinale
$\sigma_{cr,c}$	81.083	[MPa]	tensione critica al lembo maggiormente compresso del pannello d'anima per comportamento a colonna
λ_c	0,052	[-]	snellezza
i	73	[mm]	raggio d'inerzia fuori piano della sezione lorda
e_2	45	[mm]	distanza tra baricentro della sezione lorda di irrigiditore + parte di anima collaborante e asse medio dell'anima
e_1	87	[mm]	distanza tra baricentro del solo irrigiditore e baricentro della sezione lorda di irrigiditore + anima collaborante
e	87	[mm]	max (e_1 ; e_2)
α	0,49	[-]	coefficiente di imperfezione
αE	0,597	[-]	
Φ	0,457	[-]	
χ_c	1,000	[-]	coefficiente di riduzione per instabilità di colonna

Interpolazione tra comportamento a piastra e comportamento a colonna

ξ	0,000	[-]	
ρ_c	1,000	[-]	coefficiente di riduzione per instabilità globale

Calcolo delle caratteristiche geometriche efficaci

$$A_{c,eff} = \rho_c A_{c,eff,loc} + \sum b_{l,at,eff} \cdot t \quad 6.883 \quad [mm^2] \quad \text{area efficace della parte compressa del pannello d'anima}$$

In accordo a UNI EN 1993-1-5 par. 4.5.1(7) per il calcolo del momento d'inerzia J_{eff} della sezione metallica efficace, l'area effettiva della parte compressa del pannello d'anima può essere uniformemente ridotta moltiplicando lo spessore dell'anima t e lo spessore dell'irrigidimento longitudinale tsl per il fattore rc .

l_{red}	8,0	[mm]
tsl_{red}	9,0	[mm]

Si utilizza acciaio da carpenteria di tipo

S 328

Resistenza allo snervamento $f_{yd} = 312,6$ N/mm²

Coefficiente $\varepsilon = 0,85$

CARATTERISTICHE GEOMETRICHE SEZIONE EFFICACE

	A_{eff} (cm ²)	y_i (cm)	J_{eff} (cm ⁴)	J_{Ixx} (cm ⁴)	W_{sol} (cm ³)	W_{dte} (cm ³)	W_{fte} (cm ³)	$W_{animsup}$ (cm ³)	$W_{animinf}$ (cm ³)
Sezione metallica	527	46	2.480.213	3.440	0	16.421	53.960	16.642	61.295
Sezione metallica + soletta collab. Fase 2a	16,01	948	118	8.557.133	3.440	1.380.019	107.944	72.687	110.738
Sezione metallica + soletta collab. Fase 3	6,06	1.563	153	11.567.088	3.440	1.093.137	262.148	75.663	274.595
Sezione metallica + soletta collab. Fase 2b	14,22	995	122	8.918.806	3.440	1.334.446	118.854	73.129	122.109
Sezione metallica + soletta collab. Fase 2c	19,63	878	111	7.957.447	3.440	1.469.502	92.209	71.882	94.397

AZIONI TRAVI PRINCIPALI										Foglio 6 di 13	
AZIONI SOLLECITANTI (M max)											
valori x10 ⁴		M+N* <i>e_N</i> (Nm)	N (N)	T (N)	Mt (Nm)	Mt (Nm)	<i>e_N</i> (cm)	AZIONI SOLLECITANTI (Mt max)			
								Mt (Nm)	Mt (Nm)	valori x10 ⁴	
Peso proprio acciaio		194	0	0	0	0	-5,49	0	0		
Peso proprio soletta		415	0	0	0	0	-5,49	0	0		
Permanenti		266	0	0	0	0	-1,97	0	0		
Effetti primari del ritiro		210	247	0	0	0	-1,81	0	0		
Effetti secondari del ritiro		0	0	0	0	0	-1,81	0	0		
Accidentali mezzi + folla		1.281	0	39	0	0	-0,86	0	0		
Vento		87	0	0	0	0	-0,86	0	0		
Deformazioni termiche primarie		113	208	0	0	0	-0,86	0	0		
Deformazioni termiche secondarie		0	0	0	0	0	-0,86	0	0		
Cedimenti		0	0	0	0	0	-2,24	0	0		
VERIFICHE DELLE TRAVI PRINCIPALI AGLI STATI LIMITE ULTIMI N.T.C.2018											
VERIFICHE TRAVI PRINCIPALI A PRESSOFLESSIONE											
(positive le compressioni)		PARZIALI (daN/cm2)					TOTALI ALLO SLU STR - Az.base Accidentali mezzi + folla- (daN/cm2)				
		sup. sol.	sup. fe.	anima sup.	anima inf.	inf. fe.	sup. sol.	sup. fe.	anima sup.	anima inf.	inf. fe.
Peso proprio acciaio		0	180	175	-254	-267	0	243	237	-343	-360
Peso proprio soletta		0	384	375	-544	-571	0	762	742	-1.078	-1.131
Permanenti		19	246	240	-349	-366	29	1.131	1.103	-1.602	-1.680
Effetti primari del ritiro		-8	425	420	-26	-39	19	1.641	1.607	-1.633	-1.727
Effetti secondari del ritiro		0	0	0	0	0	19	1.641	1.607	-1.633	-1.727
Accidentali mezzi + folla		117	489	467	-1.632	-1.693	178	2.301	2.237	-3.836	-4.012
Vento		8	33	32	-111	-115	185	2.331	2.265	-3.936	-4.116
Deformazioni termiche primarie +DT		2	-176	-174	10	16	186	2.204	2.140	-3.928	-4.104
Deformazioni termiche secondarie +DT		0	0	0	0	0	186	2.204	2.140	-3.928	-4.104
Deformazioni termiche primarie -DT		-2	176	174	-10	-16	183	2.457	2.390	-3.943	-4.127
Deformazioni termiche secondarie -DT		0	0	0	0	0	183	2.457	2.390	-3.943	-4.127
Cedimenti		0	0	0	0	0	186	2.457	2.390	-3.943	-4.127
									Rapp σ sup	Rapp σ inf	
									0,79	1,44	
VERIFICHE TRAVI PRINCIPALI A TAGLIO E TORSIONE											
VERIFICHE A TAGLIO		PARZIALI (daN/cm2)			TOTALI ALLO SLU STR (daN/cm2)			VERIFICHE A TORSIONE		PARZIALI (daN/cm2)	
		Anima sup	Anima max	Anima inf	Anima sup	Anima max	Anima inf			Anima	TOTALI (daN/cm2)
										Anima	Anima
Peso proprio acciaio		0	0	0	0	0	0			0,00	0,00
Peso proprio soletta		0	0	0	0	0	0			0,00	0,00
Permanenti		0	0	0	0	0	0			0,00	0,00
Effetti primari del ritiro		0	0	0	0	0	0			0,00	0,00
Effetti secondari del ritiro		0	0	0	0	0	0			0,00	0,00
Accidentali mezzi + folla		237	275	209	320	371	282			0,00	0,00
Vento		0	0	0	320	371	282			0,00	0,00
Deformazioni termiche		0	0	0	320	371	282			0,00	0,00
Cedimenti		0	0	0	320	371	282			0,00	0,00
VERIFICHE A TAGLIO E TORSIONE		PARZIALI (daN/cm2)			TOTALI ALLO SLU STR (daN/cm2)						
		Anima sup	Anima max	Anima inf	Anima sup	Anima max	Anima inf				
Peso proprio acciaio		0	0	0	0	0	0				
Peso proprio soletta		0	0	0	0	0	0				
Permanenti		0	0	0	0	0	0				
Effetti primari del ritiro		0	0	0	0	0	0				
Effetti secondari del ritiro		0	0	0	0	0	0				
Accidentali mezzi + folla		237	275	209	320	371	282				
Vento		0	0	0	320	371	282				
Deformazioni termiche		0	0	0	320	371	282				
Cedimenti		0	0	0	320	371	282				
								τ _{media}		Rapp τ	
								324,2		0,21	
VERIFICHE TRAVI PRINCIPALI TENSIONI IDEALI											
		TOTALI (daN/cm2)									
		Anima sup	Anima inf								
Peso proprio acciaio		237	343								
Peso proprio soletta		742	1.078								
Permanenti		1.103	1.602								
Effetti primari del ritiro		1.607	1.633								
Effetti secondari del ritiro		1.607	1.633								
Accidentali mezzi + folla		2.304	3.867								
Vento		2.332	3.966								
Deformazioni termiche		2.454	3.973								
Cedimenti		2.454	3.973								
Le verifiche sono condotte negli attacchi piattabande - anima										Rapp σ sup	
										0,79	
VERIFICA A RESPIRO D'ANIMA											
Tipologia di ponte		STRADALE		$b/t \leq 30 + 4,0 L \leq 300$		for road bridges					
Verifica del web breathing		VERIFICA DA CONDURRE		$b/t \leq 55 + 3,3 L \leq 250$		for railway bridges					

Foglio
7 di 13

VERIFICHE DEL RESPIRO D'ANIMA IN COMBINAZIONE FREQUENTE - EN 1994-2

VERIFICHE TRAVI PRINCIPALI A PRESSOFLESSIONE

	PARZIALI (daN/cm ²)					TOTALI ALLO SLU STR - Az.base Accidentali mezzi + folla- (daN/cm ²)				
(positive le compressioni)	sup. sol.	sup. fe.	anima sup.	anima inf.	inf. fe.	sup. sol.	sup. fe.	anima sup.	anima inf.	inf. fe.
Peso proprio acciaio	0	180	175	-254	-267	0	180	175	-254	-267
Peso proprio soletta	0	384	375	-544	-571	0	564	550	-799	-838
Permanententi	19	246	240	-349	-366	19	811	790	-1.148	-1.204
Effetti primari del ritiro	-8	425	420	-26	-39	11	1.235	1.210	-1.173	-1.243
Effetti secondari del ritiro	0	0	0	0	0	11	1.235	1.210	-1.173	-1.243
Accidentali mezzi + folla	117	489	467	-1.632	-1.693	99	1.602	1.560	-2.398	-2.512
Vento	8	33	32	-111	-115	99	1.602	1.560	-2.398	-2.512
Deformazioni termiche primarie +DT	2	-176	-174	10	16	101	1.496	1.456	-2.391	-2.503
Deformazioni termiche secondarie +DT	0	0	0	0	0	101	1.496	1.456	-2.391	-2.503
Deformazioni termiche primarie -DT	-2	176	174	-10	-16	98	1.707	1.664	-2.404	-2.522
Deformazioni termiche secondarie -DT	0	0	0	0	0	98	1.707	1.664	-2.404	-2.522
Cedimenti	0	0	0	0	0	101	1.707	1.664	-2.404	-2.522

VERIFICHE TRAVI PRINCIPALI A TAGLIO E TORSIONE

VERIFICHE A TAGLIO	PARZIALI (daN/cm ²)			TOTALI ALLO SLU STR (daN/cm ²)			VERIFICHE A TORSIONE	PARZIALI (daN/cm ²) Anima	TOTALI (daN/cm ²) Anima
	Anima sup	Anima max	Anima inf	Anima sup	Anima max	Anima inf			
Peso proprio acciaio	0	0	0	0	0	0		0,00	0,00
Peso proprio soletta	0	0	0	0	0	0		0,00	0,00
Permanenti	0	0	0	0	0	0		0,00	0,00
Effetti primari del ritiro	0	0	0	0	0	0		0,00	0,00
Effetti secondari del ritiro	0	0	0	0	0	0		0,00	0,00
Accidentali mezzi + folla	237	247	209	178	186	157		0,00	0,00
Vento	0	0	0	178	186	157		0,00	0,00
Deformazioni termiche	0	0	0	178	186	157		0,00	0,00
Cedimenti	0	0	0	178	186	157		0,00	0,00

VERIFICHE A TAGLIO E TORSIONE

	PARZIALI (daN/cm ²)			TOTALI ALLO SLU STR (daN/cm ²)			<div>Tmedia 173,25</div>
	Anima sup	Anima max	Anima inf	Anima sup	Anima max	Anima inf	
Peso proprio acciaio	0	0	0	0	0	0	
Peso proprio soletta	0	0	0	0	0	0	
Permanententi	0	0	0	0	0	0	
Effetti primari del ritiro	0	0	0	0	0	0	
Effetti secondari del ritiro	0	0	0	0	0	0	
Accidentali mezzi + folla	237	247	209	178	186	157	
Vento	0	0	0	178	186	157	
Deformazioni termiche	0	0	0	178	186	157	
Cedimenti	0	0	0	178	186	157	

VERIFICA DEL WEB BREATHING

$\sqrt{\left(\frac{\sigma_{x,Ed_ser}}{k_\sigma \cdot \sigma_E}\right)^2}+\left(\frac{1.1\tau_{x,Ed_ser}}{k_\tau \cdot \sigma_E}\right)^2}$

≤ 1.1

Número de irrigidimentos longitudinales	1	[·]
Rapporto d'allungamento α = a/hw	0,761	[·]

Tensione critica euleriana intera anima	σE	3,13	[MPa]
Tensione critica euleriana pannello sup.	σE	12,53	[MPa]
Tensione critica euleriana pannello inf.	σE	12,53	[MPa]

dist. dal lembo inferiore del punto di σ = 0	x	116,40	[cm]
controllo posizionamento irrigidimento	IRRIGIDIMENTO IN ZONA TESAE		
Tensione SLU nel pannello ad altezza hw1	σsl1	-370	[MPa]

Altezza totale pannello d'animahw [cm] = 197,0

Spessore animasw [mm] = 8

Lunghezza pannello compreso tra 2 irrigiditori trasversalisa [mm] = 1.500

Coeffic. di instabilità a taglio intera animaκτ= 13,21 [-]

Coeffic. di instabilità a taglio pannello SUP.κτ= 31,37 [-]

Coeffic. di instabilità a taglio pannello INF.κτ= 31,37 [-]

Intera anima-

Pannello sup.1,839

Pannello inf.0,134

VERIFICA NON NECESSARIA

VERIFICA NON SODDISFATTA

VERIFICA SODDISFATTA

Rapp η1,67

VERIFICHE PARTICOLARI								Foglio 8 di 13
VERIFICA SALDATURE	ANIMA SUP.		ANIMA INF.		RADDOPPIO SUP.		RADDOPPIO INF.	
	PARZIALI (daN/cm2)	TOTALI (daN/cm2)	PARZIALI (daN/cm2)	TOTALI (daN/cm2)	PARZIALI (daN/cm2)	TOTALI (daN/cm2)	PARZIALI (daN/cm2)	TOTALI (daN/cm2)
Peso proprio acciaio	0	0	0	0	0	0	0	0
Peso proprio soletta	0	0	0	0	0	0	0	0
Permanenti	0	0	0	0	0	0	0	0
Effetti primari del ritiro	0	0	0	0	0	0	0	0
Effetti secondari del ritiro	0	0	0	0	0	0	0	0
Accidentali mezzi + folla	111	149	100	135	0	0	0	0
Vento	0	149	0	135	0	0	0	0
Deformazioni termiche	0	149	0	135	0	0	0	0
Cedimenti	0	149	0	135	0	0	0	0

VERIFICHE DI INSTABILITA' DELL'ANIMA				Foglio 9 di 13
Caratteristiche geometriche del pannello		OBLIQUITA' 0		
	Descrizione	Valore	u.d.m.	
a	distanza tra irrigidimenti verticali	1.500	mm	
h	altezza totale del pannello	1.970	mm	
hw	altezza totale dell'anima	1.895	mm	
tw	spessore dell'anima	8	mm	
Anima provvista di nervature trasversali e longitudinali				
Irrigidimenti:	acciaio S 328,2	f _{yk} (Mpa)= 328,2	f _{yd} (Mpa)=	328,20
Pannelli:	acciaio S 328,2	f _{yk} (Mpa)= 328,2	f _{yd} (Mpa)=	328,20
γ _m 1				
Deve essere verificata la limitazione: hw/tw ≤ 400 (punto 1.2-10030)				
hw/tw = 236,88 ≤ 400 OK				
Verifiche di stabilità				
Sollecitazioni agli SLU nella sezione				
	Descrizione	Valore	u.d.m.	
σ ₁	tensione normale al lembo 1	-239,04	N/mm ²	
σ ₂	tensione normale al lembo 2	394,32	N/mm ²	
τ	tensione tangenziale media	32,42	N/mm ²	
Verifica nervature longitudinali (punti 7.2.6-10011, 3.1.2-10030, 3.2.3-10030)				
	b (mm)	h (mm)	A (mm ²)	γ (mm)
anima	9	200	1.800	100
ala	90	9	810	204,5
Sezione simmetrica				
Pareti sottili con bordo irrigidito b/t ≤ 12				
b = 200 t = 9 b2 = 81				
b1 = 30 × t1 = 240 t1 = 8				
b/t = 22,22 ≤ 12,00 NO!				
Deve essere verificata la disuguaglianza: I ≥ 0,15 mL γL hw tw³				
	Descrizione	Valore	u.d.m.	
mL	1,00 ≤ 0,015 (hw/tw - 70) ≤ 2,00	2,00		
n	n° irrigidimenti longitudinali	1		
AL	area effettiva irrigidimento long.	2.610	mm ²	
α	rapporto tra i lati del pannello	0,792		
ψ	coefficiente di variazione lineare di σ	-1,650		
δ	AL/(hw tw)	0,172		
η1	h1/hw	0,517		
η2	h2/hw	-		
Valori tabulari (prospetti 3.1 e 3.2 10030)				
γ(L,τ)	17,77	γ(L,σ)	3,92	
I _L = 57.879.870 > 5.171.200 VERIFICA SODDISFATTA				
Verifica nervature trasversali (punto 3.1.3-10030)				
Sezione simmetrica				
	b (mm)	h (mm)	A (mm ²)	γ (mm)
anima	8	120	960	60
ala	80	8	640	124
Pareti sottili con bordo irrigidito b/t ≤ 12				
b = 120 t = 8 b2 = 72				
b1 = 30 × t1 = 240 t1 = 8				
Deve essere verificata la disuguaglianza: I ≥ 0,15 γτ hw tw³				
Valori tabulari (prospetti 3.1 e 3.2 10030)				
K	1,00	γτ	60,00	
I _L = 14.452.053 > 8.732.160 VERIFICA SODDISFATTA				

NB: h corrisponde all'altezza totale della trave, mentre hw è h - spessori ali e raddoppi

NB: si assume b1 30 volte lo spessore dell'anima della trave; inoltre b2 assunto pari alla (b-h) dell'ala dell'irrigidimento

0,792

	α	τ	σ
α inf	0,7	8	3
α sup	1	40	6
Valore interpolato		17,77	3,92

0,792

	α	T
α inf	0,7	60
α sup	1	60
Valore interpolato		60,00

NB: inserire "sezione simmetrica" (irrigidimenti a I) o "sezione asimmetrica" (irrigidimenti a L)

Stabilità dell'anima (punto 7.6-10011)

 Foglio
10 di 13

 Dimensioni pannello (mm)
Tensioni ai bordi (N/mm²)

h=	1.970	hw=	1.895
σ_1 =	-239,0	σ_2 =	394,32
τ =	32,4	y_n (mm)=	715,2

 Deve essere verificata la disuguaglianza: $\sigma_{cr,red}/\sigma_{id} \geq \beta \cdot v$

Pannello	1	2	3	4	5
i	985	985			
tl	9	9			
h	981	981			
a	1.500	1.500			
tw	8	8			
α	1,53	1,53			
σ_1	-239,0	91,7			
σ_2	88,7	419,4			
σ_1^*	239,0	-91,7			
σ_2^*	-88,7	-419,4			
τ	32,4	32,4			
ψ	-0,37	4,57			
σ_{id}	245,54	107,51			
$\sigma_{cr,0}$	12,40	12,40			
$k\sigma$	-	1,480			
$k\sigma$	4,700	-			
$k\sigma$	-	-			
$k\tau$	7,049	7,049			
σ_{cr}	-	18,35			
σ_{cr}	58,25	-			
σ_{cr}	-	-			
τ_{cr}	87,38	87,38			
$\sigma_{cr,id}$	59,55	151,34			
$0.8 \cdot f_d$	262,56	262,56			
$\sigma_{cr,red}$	59,55	151,34			
$\sigma_{cr,red}/\sigma_{id}$	0,24	1,41			
β	1,00	1,00			
v	1,00	1,00			
$\beta \cdot v$	1,00	1,00			
	NO!	OK			

interasse verticale tra i due irrigidimenti del pannello; da inserire per ogni pannello (n° irrig. + 1)

 compaiono solo i numeri per i casi in questione (dipendono da α e ψ)

 il caso IV è sempre presente: dipende dal taglio
per la σ_{cr} compaiono solo i casi corrispondenti da $k\sigma$

inserire manualmente il valore

Verifiche agli SLU
Verifica dell'anima (punto 3.2.1-10030)

Sollecitazioni esterne (kN e m):	Vsd=	516	Msd=	32.913
Momento resistente delle sole piattabande:	M _{rd} =	20.718	kNm	
Momento resistente della sezione lorda:	M' _{rd} =	23.362	kNm	
Spessore equivalente anima:	t _{we2} =	8,00	mm	

NB: valori agli SLU

Taglio resistente di calcolo:		Vrd = Vcr+Vt			
τ*=τcr,min	87,38	bs	300	bi	600
σtd	177,04	ts	20	ti	55
θ	0,901	Nfd	10.720.645		
Φ	0,601	Mfs	281.978.679	Mfi	3.008.410
		ds	1.578,59	di	163,05

NB: bs e ts ala compressa; bi e ti ala tesa

$V_{cr} = h_w t_{we2} \tau^* = 1.324.642 \text{ N}$
 $V_t = 1.360.907 \text{ N}$
 $V_{Rd} = 2.685.550 \text{ N}$
 Verifica= #NUM! N \geq 516.497

#NUM!

Verifica delle nervature trasversali (punto 3.2.2-10030)

Larghezza collaborante anima = $b_e + t_w$	310 mm
Lunghezza libera inflessione = $0,7 \cdot h_w$	1.327 mm
Sforzo normale = $N_{rd} = V_{rd} - 0,8 \cdot V_{cr}$	1.625.836 N
Area = A	4.081 mm ²
Distanza baricentro asse anima =	35,13 mm
Inerzia = J	10.887.938 mm ⁴
Raggio giratorio d'inerzia = i	51,65 mm
Snellezza = λ	25,68
Sforzo critico euleriano = σ_{cr}	3.143 N/mm ²
Forza critica euleriana = N_{crE}	12.824.787 N
Carico resistente a instabilità = N_{Rd}	1.339.251 N

$N_{Rd} = 1.339.251$ \geq $N_{rd} = 1.625.836$

VERIFICA NON SODDISFATTA

Caratteristiche geometriche del pannello d'anima:

Altezza pannello h	1.970	[mm]
Spessore pannello t	8	[mm]
Rapporto altezza spessore hw/t	246,25	[-]

Tensione di snervamento anima fyw	328	[MPa]
Coefficiente η	1,20	[-]
Coefficiente ε	0,85	[-]
Pannello irrigidito (S/N)	S	

Minimo coefficiente di instabilità per taglio del pannello k_T 25,19 [-]

Necessaria verifica instabilità per taglio poiché:

$$hw/t = 246,25 > 31/\eta \cdot \varepsilon \cdot \sqrt{k_T} = 109,710$$

a = lunghezza del pannello compreso tra due irrigiditori trasversali rigidi consecutivi
(in assenza di irrigidimenti la lunghezza del pannello si considera coincidente con quella della trave)

a 1.500 [mm]

Numero di irrigidimenti longitudinali	1	[-]
Rapporto d'allungamento $\alpha = a/hw$	0,761	[-]

Caratteristiche geometriche singolo irrigidimento longitudinale

Altezza hsl	90	[mm]	Larghezza bsl	200	[mm]
Spessore tsl	9	[mm]	Irrigidimento a I/L o altro (I/L/A)	I	
15 ε t	101,542	[mm]			

Momento di inerzia del singolo irrigiditore longitudinale rispetto all'asse baricentrico parallelo al piano dell'anima, considerando una larghezza collaborante di anima pari a 15 ε t da ciascun lato dell'irrigiditore:

Isl, singolo 15.455.796 [mm⁴]

Somma dei momenti di inerzia:

Isl 15.455.796 [mm⁴]

Coefficiente per l'instabilità a taglio	k_T	25,188	[-]
Tensione critica euleriana	σ_E	3,133	[MPa]
Tensione tangenziale critica	τ_{cr}	78,923	[MPa]
Snellezza intero pannello	λ_w	1,550	[-]

Calcolo della snellezza $\lambda_{w,1}$ del sottopannello più critico (in assenza di irrigidimenti longitudinali coincide con la snellezza del pannello intero).

Altezza sottopannello hw,1	1.970	[mm]	α_1	0,761	[-]
Minimo coefficiente di instabilità per taglio del sottopannello	$k_{T,1}$	13,211	[-]		
Snellezza del sottopannello	$\lambda_{w,1}$	2,141	[-]		

Snellezza di calcolo	λ_w	2,141	[-]
Montanti d'appoggio rigidi/altri casi (R/A)	A		
Coefficiente χ_w (Tabella C4.2.VII)	0,536	[-]	
γ_{M1}	1,10	[-]	
Contributo resistente dell'anima Vbw,Rd UNI EN 1993-1-5 paragrafo 5.3	1453,910	[kN]	

Trascurare il contributo delle piattabande? (Teoria delle bande diagonali) (S/N)

Contributo resistente delle piattabande secondo UNI EN 1993-1-5 paragrafo 5.4:
Vbf,Rd 0,000 [kN]

N

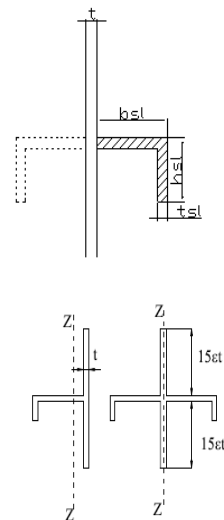


Figura C4.2.12 – Irrigidimenti longitudinali dei pannelli d'anima

CARATTERISTICHE TRAVE E SOLLECITAZIONI

Spessore piattabanda sup	ifs	20	[mm]
Larghezza piattabanda sup	bfs	300	[mm]
Spessore piattabanda inf	ifi	55	[mm]
Larghezza piattabanda inf	bfi	600	[mm]
Area piattabanda sup	Afs	6.000	[mm ²]
Area piattabanda inf	Afi	33.000	[mm ²]

Spessore della piattabanda di minima resistenza assiale tf

Larghezza piattabanda assunta nel calcolo bf

Tensione di snervamento piattabande fyf

γ_{M1}

Distanza tra le cerniere plastiche c

Distanza tra i baricentri delle piattabande hf

Momento resistente caratteristico delle sole piattabande M_{fk}

γ_{M0}

Momento resistente di progetto delle sole piattabande M_{f,Rd}

Momento resistente di progetto ridotto in presenza di sforzo assiale M_{f,red}

20	[mm]
300	[mm]
328	[MPa]
1,10	[-]
384,28	[mm]
2.008	[mm]
3.953	[kNm]
1,05	[-]
3.765	[kNm]

2.414 [kNm]

Azioni sollecitanti allo stato limite ultimo nella sezione di verifica:

Taglio sollecitante V _{Ed,SLU}	516	[kN]
Azione assiale sollecitante N _{Ed,SLU}	4.374	[kN]
Momento flettente sollecitante M _{Ed,SLU}	32.913	[kNm]

Controllo dell'azione flettente

M_{Ed}/M_{f,red} = 13,63 [-]

Le piattabande sono completamente impegnate dal momento flettente: V_bf,Rd = 0.

Resistenza a stabilità per taglio:

V_b,Rd = V_{bw},Rd + V_bf,Rd 1.454 [kN]

Coefficiente di utilizzo per instabilità a taglio: $\eta_3 = V_{Ed}/V_{b,Rd} = 0,36$ [-] **VERIFICA SODDISFATTA**

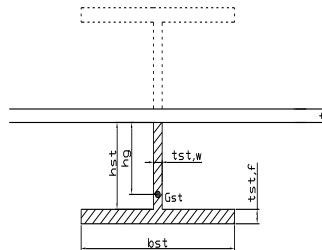
Verifica dei requisiti di rigidità degli irrigiditori trasversali (EN 1993-1-5: 9.3.3)

CARATTERISTICHE GEOMETRICHE DELL'IRRIGIDITORE

Spessore anima t _{st,w}	8	[mm]
Altezza anima h _{st}	120	[mm]
Spessore ala t _{st,f}	0	[mm]
Larghezza ala b _{st}	0	[mm]
Irrigiditore su entrambi i lati (S/N)	N	

Area effettiva irrigiditore	960	[mm ²]
Momento d'inerzia effettivo I _{st}	1.152.000	[mm ⁴]
$\alpha = a/h_w$	0,76	< $\sqrt{2}$

Momento d'inerzia limite I_{limite} = 2.609.621 [mm⁴]



L'irrigiditore non è rigido (EN 1993-1-5: 9.3.3)

Verifica dei requisiti minimi degli irrigiditori trasversali (EN 1993-1-5: 9.2.1(5))

Pannelli irrigiditi soggetti a sola azione di compressione N_{Ed} (assenza di azione assiale nell'irrigiditore trasversale)

As (Area effettiva irr. + 2·15et ² + t _{st,w} ·t)	2.649	[mm ²]
Distanza tra baricentro e asse anima e	23	[mm]
Is (inerzia di As rispetto al baricentro)	3.667.972	[mm ⁴]
Lunghezza del pannello precedente a ₁	1.500	[mm]
Lunghezza del pannello seguente a ₂	1.500	[mm]
Luce dell'irrigiditore trasversale b	1.970	[mm]
Difetto di rettilineità w ₀	5,00	[mm]
Tensione di snervamento fyk	328	[MPa]
γ_{M1}	1,10	[-]
σ critica per instabilità di colonna $\sigma_{cr,c}$	81.082,64	[MPa]
σ critica per instabilità di piastra $\sigma_{cr,p}$	81.117,87	[MPa]
Rapporto $\sigma_{cr,c} / \sigma_{cr,p}$	1,00	[-]
Ac,eff	5.058	[mm ²]

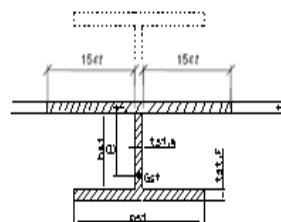
σ_{max} 239,04 [MPa]

N_{Ed} 604,58 [kN]

$$\sigma_m = \frac{\sigma_{cr,c}}{\sigma_{cr,p}} \frac{N_{Ed}}{b} \left(\frac{1}{a_1} + \frac{1}{a_2} \right) = 0,41 \text{ [MPa]}$$

e_{max} 100,80 [-]

$$u = \frac{\pi^2 E e_{max}}{f_y 300 b} \geq 1,0 = 1,18 \text{ [-]}$$



valore compreso tra 0.50 e 1.00;
area efficace della parte compressa del pannello d'anima nervato o no;
massima tensione di compressione nel pannello d'anima nervato o no;
massima forza di compressione nei pannelli adiacenti all'irrigiditore trasversale;

massima distanza tra i lembi dell'irrigiditore ed il suo baricentro;

$$I_{st} = \frac{\sigma_m}{E} \left(\frac{b}{\pi} \right)^4 \left(1 + w_0 \frac{300}{b} u \right) = 572.835 \text{ [mm}^4\text{]}$$

Is = 3.667.972 [mm⁴] ≥ Ist = 572.835 [mm⁴] **VERIFICA SODDISFATTA**

Verifica dei requisiti minimi degli irrigiditori trasversali (EN 1993-1-5: 9.2.1(6))

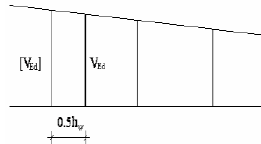
Foglio
13 di 13

Pannelli irrigiditi soggetti a sola azione di compressione N_{Ed} e azione assiale $N_{st,Ed}$ nell'irrigiditore trasversale

Gli irrigiditori trasversali rigidi devono essere verificati per una forza assiale $N_{st,ten}$ da EN 1993-1-5: Eq. 9.48.

Taglio di calcolo a distanza $0,5 h_w$ dal pannello soggetto alla massima azione tagliante:

V_{Ed} 516 [kN]



Forza assiale nell'irrigiditore trasversale dovuto al campo tensionale diagonale nel pannello per effetto del taglio:

$$N_{st,ten} = V_{Ed} - \frac{1}{\lambda_w^2} \cdot t \cdot h_w \frac{f_{yw}}{\sqrt{3}} \quad 0 \quad [\text{kN}] \quad \text{se tale azione è risulta di segno negativo si assume uguale a zero.}$$

Se l'irrigiditore trasversale è soggetto ad azione assiale questa deve essere incrementata secondo quanto indicato in EN 1993-1-5: 9.2.1(6).

$$\Delta N_{st} = \sigma_m b^2 / \pi^2 = 160,83 \quad [\text{kN}]$$

$$\Sigma N_{st,Ed} = N_{st,Ed} + \Delta N_{st,Ed} \quad 160,83 \quad [\text{kN}]$$

As (Area effettiva irr. + $2 \cdot 15ct^2 + t_{st,w} t$)

2.649 [mm²]

Is (inerzia di As rispetto al baricentro)

3.667.972 [mm⁴]

e_{max}

101 [-] massima distanza tra lembi e baricentro

lunghezza di inflessione $l_0 = h_w$

1.970 [mm]

Carico critico euleriano $N_{cr,st}$

1.959 [kN]

$$\xi q_m = \frac{N_{st,Ed} e_0}{\Sigma N_{st,Ed} W_0} = 0,00 \quad [-]$$

I requisiti di rigidezza e resistenza sono soddisfatti se valgono le seguenti disuguaglianze:

$$w = W_0 \frac{1}{N_{cr,st} - 1} (1 + 1,25 q_m) \quad 0,00 \quad [\text{mm}] \quad < \quad b/300 \quad = \quad 6,57 \quad [\text{mm}] \quad -$$

$$\sigma_{max} = \frac{N_{st,Ed}}{A_{st}} + \frac{\Sigma N_{st,Ed} e_{max} W_0}{I_{st}} \cdot \frac{1}{1 - \frac{\Sigma N_{st,Ed}}{N_{cr,st}}} (1 + 1,1 q_m) \quad 24,08 \quad [\text{MPa}] \quad \leq \quad 298,36 \quad [\text{MPa}] \quad - \quad \text{VERIFICA SODDISFATTA}$$

Verifica a stabilità per compressione degli irrigiditori trasversali (EN 1993-1-1: 6.3)

Tensione di snervamento f_{yk}	328	[MPa]
As (Area effettiva irr. + $2 \cdot 15ct^2 + t_{st,w} t$)	2.649	[mm ²]
Is (inerzia di As rispetto al baricentro)	3.667.972	[mm ⁴]
lunghezza di inflessione $l_0 = h_w$	1.970	[mm]
Carico critico euleriano $N_{cr,st}$	1.959	[kN]
Snellezza adimensionale λ	0,67	[-]
Coefficiente di imperfezione α	0,49	[-]
Coefficiente ϕ	0,84	
Coefficiente di riduzione χ	0,75	
Resistenza ad instabilità dell'irrigidimento	589,16	[kN]
Azione sollecitante $N_{st,ten}$	0,00	[kN]

Indice di resistenza 0,00 [-] **VERIFICA SODDISFATTA**