

DATI GEOMETRICI

Foglio
1 di 12

TRAVE IN ACCIAIO	Altezza sezione metallica (cm)	80
	Interasse travi metalliche (cm)	300
	Larghezza ala superiore esterna (cm)	30
	Spessore ala superiore esterna (cm)	1,5
	Larghezza raddoppio superiore (cm)	0
	Spessore Raddoppio ala superiore (cm)	0,0
	Spessore anima (cm)	1,0
	Larghezza raddoppio inferiore (cm)	0
	Spessore Raddoppio ala inferiore (cm)	0,0
	Larghezza ala inferiore esterna (cm)	40
	Spessore ala inferiore esterna (cm)	2,5
	Modulo elasticità acciaio (daN/cm ²)	2.100.000
CONTROVENTI SUPERIORI	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
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
SOLETTA	Classe di resistenza Rck (kg/cm ²)	450
	Spessore totale soletta (cm)	20,0
	Spessore da togliere per predalle (cm)	0,0
	Spessore sol. Collaborante (cm)	20,0
	Larghezza sol. collaborante (cm)	241,5
COEFF.	Coef. omogeneizz. per perm.	16,01
	Coef. omogeneizz. per acc.	6,06
	Coef. omogeneizz. per ritiro	14,22
	Coef. omogeneizz. per cedimenti	19,63
	Coef. 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
SALDATURE	Altezza gola anima sup. (mm)	8
	Altezza gola anima inf. (mm)	8
	Altezza gola raddoppio sup. (mm)	0
	Altezza gola raddoppio inf. (mm)	0

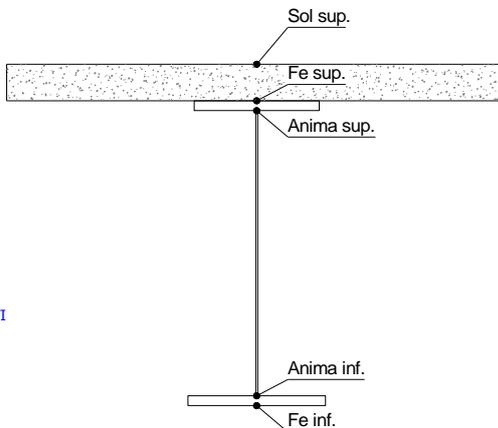
Interasse travi metalliche sup. (cm)	300
Interasse travi metalliche inf. (cm)	300
Interasse irrigidimenti verticali (cm)	75
Luce campata di riferimento (m)	15,35

CONCIO	C1
FRAME	
JOINT	
num. Travi	2

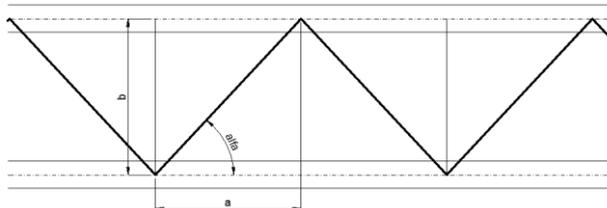
Acciaio tipo	S	328,2	tipologia	VIA SUPERIORE
--------------	---	-------	-----------	---------------

SI
2L 90x8

NO
ASSENTI



diametro ferri superiori soletta(cm)	1,4	passo (cm)	20,0
n° ferri superiori	12,08	copriferro (cm)	4,0
Area ferri superiori soletta (cm ²)	18,59		
diametro ferri inferiori soletta(cm)	1,4	passo (cm)	20,0
n° ferri inferiori	12,08	copriferro (cm)	3,0
Area ferri inferiori soletta (cm ²)	18,59		



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

valori x10⁴

AZIONI SOLLECITANTI (Mt max)

		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 x10⁴

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

VERIFICHE TRAVI PRINCIPALI A PRESSOFLESSIONE

(positive le compressioni)	PARZIALI (daN/cm ²)					TOTALI ALLO SLU STR - Az.base Accidentali mezzi + folla- (daN/cm ²)				
	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	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/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	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/cm ²)			TOTALI ALLO SLU STR (daN/cm ²)		
	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}
1295,0

Rapp τ
0,88

VERIFICHE TRAVI PRINCIPALI TENSIONI IDEALI

	TOTALI (daN/cm ²)	
	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/cm ²)	PARZIALI arm sup	TOTALI arm sup
	Peso proprio acciaio		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
0,71

Rapp σ inf
0,59

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

(positive le compressioni)	PARZIALI (daN/cm2)					TOTALI ALLO SLE (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	400	391	-51	-65	-5	400	391	-51	-65
Effetti secondari del ritiro	0	0	0	0	0	-5	400	391	-51	-65
Accidentali mezzi + folla	0	0	0	0	0	-5	400	391	-51	-65
Vento	0	0	0	0	0	-5	400	391	-51	-65
Deformazioni termiche primarie +ΔT	0	-164	-160	17	23	-5	302	295	-41	-52
Deformazioni termiche secondarie +ΔT	0	0	0	0	0	-5	302	295	-41	-52
Deformazioni termiche primarie -ΔT	0	164	160	-17	-23	-5	499	488	-61	-79
Deformazioni termiche secondarie -ΔT	0	0	0	0	0	-5	499	488	-61	-79
Cedimenti	0	0	0	0	0	-5	499	488	-61	-79

VERIFICHE TRAVI PRINCIPALI A TAGLIO E TORSIONE

VERIFICHE A TAGLIO	PARZIALI (daN/cm2)			TOTALI ALLO SLE (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	18	28	25	18	28	25		0,00	0,00
Peso proprio soletta	111	167	149	129	194	174		0,00	0,00
Permanenti	84	111	73	213	306	247		0,00	0,00
Effetti primari del ritiro	0	0	0	213	306	247		0,00	0,00
Effetti secondari del ritiro	0	0	0	213	306	247		0,00	0,00
Accidentali mezzi + folla	683	847	530	896	1.153	777		0,00	0,00
Vento	11	14	9	903	1.161	782		0,00	0,00
Deformazioni termiche	0	0	0	903	1.161	782		0,00	0,00
Cedimenti	0	0	0	903	1.161	782		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	18	28	25	18	28	25
Peso proprio soletta	111	167	149	129	194	174
Permanenti	84	111	73	213	306	247
Effetti primari del ritiro	0	0	0	213	306	247
Effetti secondari del ritiro	0	0	0	213	306	247
Accidentali mezzi + folla	683	847	530	896	1.153	777
Vento	11	14	9	903	1.161	782
Deformazioni termiche	0	0	0	903	1.161	782
Cedimenti	0	0	0	903	1.161	782

VERIFICHE TRAVI PRINCIPALI TENSIONI IDEALI

	TOTALI (daN/cm2)	
	Anima sup	Anima inf
Peso proprio acciaio	32	43
Peso proprio soletta	224	301
Permanenti	369	427
Effetti primari del ritiro	538	430
Effetti secondari del ritiro	538	430
Accidentali mezzi + folla	1.601	1.346
Vento	1.612	1.355
Deformazioni termiche	1.638	1.356
Cedimenti	1.638	1.356

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

Ala superiore

Raddoppio ala superiore

b _p =	14,500	cm	b _{radd} =	0,000	cm
t _f =	1,500	cm	t _{fadd} =	0,000	cm

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

κσ =	0,430	-	κσ =	0,430	-
λ _{pp} =	0,613	-	λ _{radd} =	0,000	-
ρ _p =	1,000	-	ρ _{radd} =	1,000	-

CLASSE SEZ 3

VERIFICA DELLA SEZIONE IN CLASSE 4

Foglio
4 di 12

COEFFICIENTI DA NORMATIVA

γ_{M0}	coefficiente di resistenza	1,05
γ_{M1}	coefficiente a instabilità	1,10
η	coefficiente adimensionale	1,20

Sono presenti irrigidimenti longitudinali ? (S/N)

N

Altezza netta dell'anima $b' = 760$ mm

TENSIONI AI BORDI

σ_1	Tensione massima	58,5	N/mm ²
σ_2	Tensione minima	-7,3	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)

VALORI DA TAB C4.2.VIII e C4.2.IX CIRCOLARE n°617/C.S.LL.PP

Rapporto tra le tensioni ai bordi	$\nu =$	-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	$b_t =$	84	mm

Area efficace	$A_{eff} =$	6.319	mm ²
---------------	-------------	-------	-----------------

Si utilizza acciaio da carpenteria di tipo

S 328

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

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_{ife} (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	555	717.984	267	348.203	55.178	10.718	62.368	11.134
Sezione metallica + soletta collab. Fase 3	6,06	1.051	877.191	267	239.832	405.252	11.270	1.319.963	11.644
Sezione metallica + soletta collab. Fase 2b	14,22	593	738.621	267	333.017	64.008	10.789	73.571	11.198
Sezione metallica + soletta collab. Fase 2c	19,63	500	682.437	267	376.580	43.821	10.592	48.491	11.020

AZIONI TRAVI PRINCIPALI							Foglio 5 di 12			
AZIONI SOLLECITANTI (M max)							AZIONI SOLLECITANTI (Mt max)			
valori x10 ⁴		1°Nodo			2°Nodo		valori x10 ⁴			
	M+N*e _N (Nm)	N (N)	T (N)	Mt (Nm)	Mt (Nm)	e _N (cm)	Mt (Nm)	Mt (Nm)		
Peso proprio acciaio	0	0	2	0	0	-0,41	0	0		
Peso proprio soletta	0	0	12	0	0	-0,41	0	0		
Permanenti	0	0	8	0	0	0,12	0	0		
Effetti primari del ritiro	43	199	0	0	0	0,13	0	0		
Effetti secondari del ritiro	0	0	0	0	0	0,13	0	0		
Accidentali mezzi + folla	0	0	61	0	0	0,11	0	0		
Vento	0	0	1	0	0	0,11	0	0		
Deformazioni termiche primarie	20	167	0	0	0	0,11	0	0		
Deformazioni termiche secondarie	0	0	0	0	0	0,11	0	0		
Cedimenti	0	0	0	0	0	0,12	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	-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										
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
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		
									Rapp τ	
									0,88	
VERIFICHE TRAVI PRINCIPALI A TAGLIO E TORSIONE										
VERIFICHE A TAGLIO E TORSIONE	PARZIALI (daN/cm2)			TOTALI ALLO SLU STR (daN/cm2)			τ _{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										
	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								
Le verifiche sono condotte negli attacchi piattabande - anima										
									Rapp σ sup	Rapp σ inf
									0,71	0,59
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					

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) Anima	TOTALI (daN/cm2) Anima
	Anima sup	Anima max	Anima inf	Anima sup	Anima max	Anima inf			
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
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

T_{media}
738,74

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	8,31	[cm]
controllo posizionamento irrigidimento		non presente	
Tensione SLU nel pannello ad altezza hw1	σ_{sl1}	-118	[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.	0,181	VERIFICA SODDISFATTA
Pannello inf.	0,001	VERIFICA SODDISFATTA

Rapp η
0,16

VERIFICHE PARTICOLARIFoglio
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'

	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

γ_m

Deve essere verificata la limitazione: $hw/tw \leq 400$ (punto 1.2-10030)
 $hw/tw = 76,00 \leq 400$ **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)	y (mm)
anima	0	0	0	0
ala	0	0	0	0

Sezione simmetrica

Pareti sottili con bordo irrigidito $b/t \leq 12$
 $b = 0$ $t = 0$ $b2 = 0$
 $b1 = 30 \times t1 = 300$ $t1 = 10$
 $b/t = 0,00 \leq 12,00$ **OK**

Deve essere verificata la disuguaglianza: $I \geq 0,15 mL \gamma_L hw tw^3$

	Descrizione	Valore	u.d.m.
mL	$1,00 \leq 0,015 (hw/tw - 70) \leq 2,00$	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	
$\eta1$	$h1/hw$	-	
$\eta2$	$h2/hw$	FALSO	

Valori tabulari (prospetti 3.1 e 3.2 10030)

$\gamma(L,\tau)$ $\gamma(L,\sigma)$

$I_L = - - -$ **VERIFICA NON NECESSARIA**

Verifica nervature trasversali (punto 3.1.3-10030)

Sezione simmetrica

	b (mm)	h (mm)	A (mm ²)	y (mm)
anima	6	195	1.170	97,5
ala	0	0	0	195

Pareti sottili con bordo irrigidito $b/t \leq 12$
 $b = 195$ $t = 6$ $b2 = 0$
 $b1 = 30 \times t1 = 300$ $t1 = 10$

Deve essere verificata la disuguaglianza: $I \geq 0,15 \gamma_T hw tw e1^3$

Valori tabulari (prospetti 3.1 e 3.2 10030)

K γ_T

$I_L = 14.829.750 > 6.840.000$ **VERIFICA SODDISFATTA**

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

	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)

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

Stabilità dell'anima (punto 7.6-10011)

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:	Mrd =	2.836	kNm	
Momento resistente della sezione lorda:	M'Rd =	3.540	kNm	
Spessore equivalente anima:	twe2 =	10,00	mm	

NB: valori agli SLU

Taglio resistente di calcolo:	Vrd = Vcr + Vt				
$\tau^* = \tau_{cr,min}$	293,14	bs	300	bi	400
σ_{td}	-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

$V_{cr} = h_w \cdot t_{we2} \cdot \tau^* = 2.227.871 \text{ N}$
 $V_t = 0 \text{ N}$
 $V_{Rd} = 2.227.871 \text{ N}$
 $Verifica = 2.227.871 \text{ N} \geq 1.119.812$

VERIFICA SODDISFATTA

Verifica delle nervature trasversali (punto 3.2.2-10030)

Larghezza collaborante anima = $b_e + t_w$	10 mm
Lunghezza libera inflessione = $0,7 \cdot h_w$	532 mm
Sforzo normale = $N_{ird} = V_{rd} - 0,8 \cdot V_{cr}$	445.574 N
Area = A =	1.270 mm ²
Distanza baricentro asse anima =	94,43 mm
Inerzia = J =	4.676.169 mm ⁴
Raggio giratorio d'inerzia = i =	60,68 mm
Snellezza = λ =	8,77
Sforzo critico euleriano = σ_{cr} =	26.964 N/mm ²
Forza critica euleriana = N_{crE} =	34.244.120 N
Carico resistente a instabilità = N_{Rd} =	416.814 N

$N_{Rd} = 416.814 \text{ N} < N_{ird} = 445.574 \text{ N}$

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 $\alpha = a/h_w$	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 $V_{bw,Rd}$ 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:
 $V_{bf,Rd} = 0,000$ [kN]

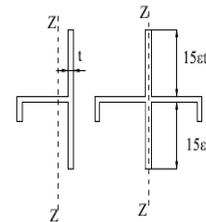
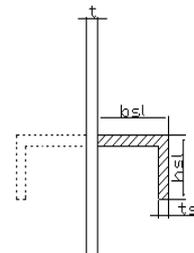


Figura C4.2.12 – Irrigidimenti longitudinali dei pannelli d'anima

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:

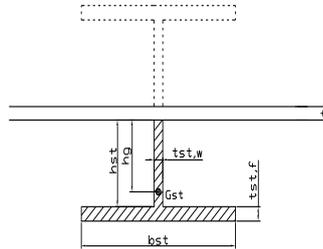
$\eta_3 = V_{Ed}/V_{b,Rd} = 0,78$ [-] **VERIFICA SODDISFATTA**

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	[mm ⁴]

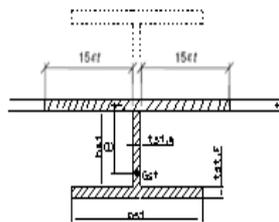


L'irrigiditore è rigido (EN 1993-1-5: 9.3.3)

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)

A_s (Area effettiva irr. + $2 \cdot 15et^2 + t_{st,w} \cdot t$)	3.769	[mm ²]
Distanza tra baricentro e asse anima e	32	[mm]
I_s (inerzia di A_s 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 f_{yk}	328	[MPa]
γ_{M1}	1,10	[-]
$\sigma_{cr,c}$ critica per instabilità di colonna	33,74	[MPa]
$\sigma_{cr,p}$ critica per instabilità di piastra	257,41	[MPa]
Rapporto $\sigma_{cr,c} / \sigma_{cr,p}$	0,50	[-]
$A_{c,eff}$	6.319	[mm ²]



σ_{max}	58,73	[MPa]
N_{Ed}	185,57	[kN]
$\sigma_m = \frac{\sigma_{cr,c}}{\sigma_{cr,p}} \cdot \frac{N_{Ed}}{b} \left(\frac{1}{a_1} + \frac{1}{a_2} \right)$	0,31	[MPa]

e_{max}	168,18	[-]
-----------	--------	-----

$u = \frac{\pi^2 E e_{max}}{f_y 300 b \gamma_{M1}} \geq 1,0 = 4,87$ [-]

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;

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

$I_s = 12.205.082$ [mm⁴] $\geq I_{st} = 34.455$ [mm⁴] **VERIFICA SODDISFATTA**

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

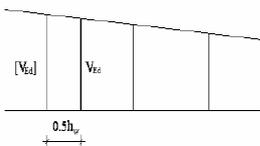
Foglio
12 di 12

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:

$V_{Ed} = 1.120$ [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 [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).

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

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

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]	
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]	

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

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

$w = w_0 \frac{1}{N_{cr,st} - 1} (1 + 1,25g_m) = 0,00$ [mm] < $b/300 = 2,67$ [mm] -

$\sigma_{max} = \frac{N_{st,Ed}}{A_{st}} + \frac{\Sigma N_{st,Ed} e_{max} W_0}{I_{st}} \cdot \frac{1}{1 - \frac{\Sigma N_{st,Ed}}{N_{cr,st}}} (1 + 1,11g_m) = 0,69$ [MPa] ≤ 298,36 [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 (cm)	300
	Larghezza ala superiore esterna (cm)	30
	Spessore ala superiore esterna (cm)	1,5
	Larghezza raddoppio superiore (cm)	0
	Spessore Raddoppio ala superiore (cm)	0,0
	Spessore anima (cm)	1,0
	Larghezza raddoppio inferiore (cm)	0
	Spessore Raddoppio ala inferiore (cm)	0,0
	Larghezza ala inferiore esterna (cm)	40
	Spessore ala inferiore esterna (cm)	2,5
	Modulo elasticità acciaio (daN/cm ²)	2.100.000
	CONTROVENTI SUPERIORI	Passo controventi superiori a (cm)
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
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
SOLETTA	Classe di resistenza Rck (kg/cm ²)	450
	Spessore totale soletta (cm)	20,0
	Spessore da togliere per predalle (cm)	0,0
	Spessore sol. Collaborante (cm)	20,0
	Larghezza sol. collaborante (cm)	241,5
	Larghezza soletta x ritiro (cm)	300,0
COEFF.	Coef. omogeneizz. per perm.	16,01
	Coef. omogeneizz. per acc.	6,06
	Coef. omogeneizz. per ritiro	14,22
	Coef. omogeneizz. per cedimenti	19,63
	Coef. 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
SALDATURE	Altezza gola anima sup. (mm)	8
	Altezza gola anima inf. (mm)	8
	Altezza gola raddoppio sup. (mm)	0
	Altezza gola raddoppio inf. (mm)	0

Interasse travi metalliche sup. (cm)	300
Interasse travi metalliche inf. (cm)	300
Interasse irrigidimenti verticali (cm)	75
Luce campata di riferimento (m)	15,35

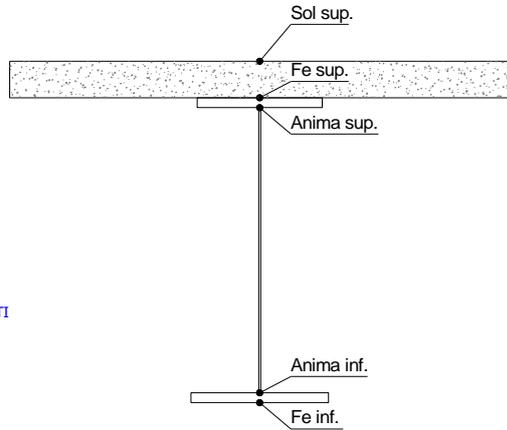
CONCIO	C1
FRAME	
JOINT	
num. Travi	2

Acciaio tipo	S	328,2	tipologia	VIA SUPERIORE
--------------	---	-------	-----------	---------------

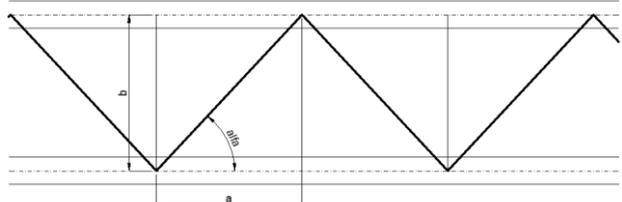
SI
2L 90x8

NO

ASSENTI



diametro ferri superiori soletta(cm)	1,4	passo (cm)	20,0
n° ferri superiori	12,08	copriferro (cm)	4,0
Area ferri superiori soletta (cm ²)	18,59		
diametro ferri inferiori soletta(cm)	1,4	passo (cm)	20,0
n° ferri inferiori	12,08	copriferro (cm)	3,0
Area ferri inferiori soletta (cm ²)	18,59		



FASCI	Fase 2a	Permanenti
	Fase 3	Accidentali
	Fase 2b	Ritiro
	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	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)										AZIONI SOLLECITANTI (Mt max)	
	1°Nodo			2°Nodo		valori x10 ⁴			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											
	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.	
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		
	Anima sup	Anima max	Anima inf	Anima sup	Anima max	Anima inf			PARZIALI (daN/cm2)	TOTALI (daN/cm2)	
									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				VERIFICHE ARMATURE SOLETTA							
	TOTALI (daN/cm2)		PARZIALI (daN/cm2)		PARZIALI (daN/cm2)		TOTALI (daN/cm2)				
	Anima sup	Anima inf	arm sup	arm sup	arm sup	arm sup	arm sup	arm sup			
Peso proprio acciaio	219	132	0	0	0	0	0	0			
Peso proprio soletta	1.262	758	0	0	0	0	0	0			
Permanenti	1.333	1.101	101	152	101	152	101	152			
Effetti primari del ritiro	1.799	1.161	493	744	493	744	493	744			
Effetti secondari del ritiro	1.799	1.161	0	744	0	744	0	744			
Accidentali mezzi + folla	2.029	3.442	399	1.282	399	1.282	399	1.282			
Vento	2.037	3.475	8	1.290	8	1.290	8	1.290			
Deformazioni termiche	2.140	3.487	201	1.434	201	1.434	201	1.434			
Cedimenti	2.140	3.487	0	1.434	0	1.434	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

(positive le compressioni)	PARZIALI (daN/cm2)					TOTALI ALLO SLE (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	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) Anima	TOTALI (daN/cm2) Anima
	Anima sup	Anima max	Anima inf	Anima sup	Anima max	Anima inf			
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/mm ²
	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

Ala superiore

Raddoppio ala superiore

b _p =	14,500	cm	b _{radd} =	0,000	cm
t _p =	1,500	cm	t _{radd} =	0,000	cm

CLASSE DELL'ANIMA

Larghezza parte compressa	c	74	cm
Spessore parte compressa	t	1,0	cm
Tipo di acciaio		328	N/mm ²
	ε	0,85	
Rapporto c/t		74	CL. 3

κσ =	0,430	-	κσ =	0,430	-
λ _{pp} =	0,613	-	λ _{radd} =	0,000	-
ρ _p =	1,000	-	ρ _{radd} =	1,000	-

CLASSE SEZ 3

VERIFICA DELLA SEZIONE IN CLASSE 4

Foglio
4 di 12

COEFFICIENTI DA NORMATIVA

γ_{M0}	coefficiente di resistenza	1,05
γ_{M1}	coefficiente a instabilità	1,10
η	coefficiente adimensionale	1,20

Sono presenti irrigidimenti longitudinali ? (S/N)

N

Altezza netta dell'anima $b' = 760$ mm

TENSIONI AI BORDI

σ_1	Tensione massima	192,5	N/mm ²
σ_2	Tensione minima	-339,2	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)

VALORI DA TAB C4.2.VIII e C4.2.IX CIRCOLARE n°617/C.S.LL.PP

Rapporto tra le tensioni ai bordi	$\nu =$	-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
Larghezza lato 1	$b_{e1} =$	110	mm
Larghezza lato 2	$b_{e2} =$	165	mm
Larghezza rimanente	$b_1 =$	485	mm

Area efficace	$A_{eff} =$	2.752	mm ²
---------------	-------------	-------	-----------------

Si utilizza acciaio da carpenteria di tipo

S 328

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

Coefficiente $\epsilon = 0,85$

CARATTERISTICHE GEOMETRICHE SEZIONE EFFICACE

	A_{eff} (cm ²)	y_1 (cm)	J_{eff} (cm ⁴)	J_{tor} (cm ⁴)	W_{sol} (cm ³)	W_{sfe} (cm ³)	W_{ife} (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	560	719.050	267	347.408	54.735	10.754	61.791	11.172
Sezione metallica + soletta collab. Fase 3	6,06	1.055	880.288	267	239.478	386.810	11.326	1.134.735	11.702
Sezione metallica + soletta collab. Fase 2b	14,22	598	739.900	267	332.249	63.417	10.828	72.774	11.239
Sezione metallica + soletta collab. Fase 2c	19,63	504	683.179	267	375.761	43.543	10.623	48.146	11.053

AZIONI TRAVI PRINCIPALI

Foglio
5 di 12

AZIONI SOLLECITANTI (M max)							AZIONI SOLLECITANTI (Mt max)		
valori x10 ⁴	1°Nodo			2°Nodo			Mt (Nm)	Mt (Nm)	valori x10 ⁴
	M+N*e _N (Nm)	N (N)	T (N)	Mt (Nm)	Mt (Nm)	e _N (cm)			
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										
(positive le compressioni)	PARZIALI (daN/cm ²)					TOTALI ALLO SLU STR - Az.base Accidentali mezzi + folla- (daN/cm ²)				
	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/cm ²)			TOTALI ALLO SLU STR (daN/cm ²)			VERIFICHE A TORSIONE	PARZIALI (daN/cm ²)	TOTALI (daN/cm ²)	
	Anima sup	Anima max	Anima inf	Anima sup	Anima max	Anima inf				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/cm ²)			TOTALI ALLO SLU STR (daN/cm ²)			τ _{media}	Rapp τ
	Anima sup	Anima max	Anima inf	Anima sup	Anima max	Anima inf		
Peso proprio acciaio	9	14	12	12	19	17	566,6	0,38
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		

VERIFICHE TRAVI PRINCIPALI TENSIONI IDEALI			
	TOTALI (daN/cm ²)		Le verifiche sono condotte negli attacchi piattabande - anima
	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
			0,68
			Rapp σ inf
			1,14

VERIFICA A RESPIRO D'ANIMA		$b/t \leq 30 + 4,0 L \leq 300$	for road bridges
Tipologia di ponte	STRADALE		
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	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) Anima	TOTALI (daN/cm2) Anima
	Anima sup	Anima max	Anima inf	Anima sup	Anima max	Anima inf			
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

T _{media}
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

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.	0,315	VERIFICA SODDISFATTA	Rapp η
Pannello inf.	0,004	VERIFICA SODDISFATTA	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'

	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

γ_m

Deve essere verificata la limitazione: $hw/tw \leq 400$ (punto 1.2-10030)
 $hw/tw = 76,00 \leq 400$ **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)	y (mm)
anima	0	0	0	0
ala	0	0	0	0

Sezione simmetrica

Pareti sottili con bordo irrigidito $b/t \leq 12$
 $b = 0$ $t = 0$ $b_2 = 0$
 $b_1 = 30 \times t_1 = 300$ $t_1 = 10$
 $b/t = 0,00 \leq 12,00$ **OK**

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

Deve essere verificata la disuguaglianza: $I \geq 0,15 mL \gamma_L hw tw^3$

	Descrizione	Valore	u.d.m.
mL	$1,00 \leq 0,015 (hw/tw - 70) \leq 2,00$	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	
η_1	h_1 / hw	-	
η_2	h_2 / hw	FALSO	

<input type="text" value="0,987"/>			
	α	τ	σ
α inf	0,7	0	0
α sup	1	0	0
Valore interpolato		0,00	0,00

Valori tabulari (prospetti 3.1 e 3.2 10030)

$\gamma(L, \tau)$ $\gamma(L, \sigma)$

$I_L = - - -$ **VERIFICA NON NECESSARIA**

Verifica nervature trasversali (punto 3.1.3-10030)

Sezione simmetrica

	b (mm)	h (mm)	A (mm ²)	y (mm)
anima	6	100	600	50
ala	0	0	0	100

Pareti sottili con bordo irrigidito $b/t \leq 12$
 $b = 100$ $t = 6$ $b_2 = 0$
 $b_1 = 30 \times t_1 = 300$ $t_1 = 10$

Deve essere verificata la disuguaglianza: $I \geq 0,15 \gamma_T hw tw e_1^3$

Valori tabulari (prospetti 3.1 e 3.2 10030)

K γ_T

$I_L = 2.000.000 > 6.840.000$ **VERIFICA NON SODDISFATTA**

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

<input type="text" value="0,987"/>		
	α	T
α inf	0,7	60
α sup	1	60
Valore interpolato		60,00

Stabilità dell'anima (punto 7.6-10011)

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: $\sigma_{cr,red}/\sigma_{id} \geq \beta * v$

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	-			
σ_{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	-			
$0,8 * f_d$	262,56	-			
$\sigma_{cr,red}$	319,94	-			
$\sigma_{cr,red}/\sigma_{id}$	1,48	-			
β	0,80	-			
v	1,00	1,00			
$\beta * v$	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=	490	Msd=	4.207
Momento resistente delle sole piattabande:	Mrd =	2.836	kNm	
Momento resistente della sezione lorda:	M'Rd =	3.540	kNm	
Spessore equivalente anima:	twe2 =	10,00	mm	

NB: valori agli SLU

Taglio resistente di calcolo:	Vrd = Vcr+Vt				
$\tau^* = \tau_{cr,min}$	293,14	bs	300	bi	400
σ_{td}	-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

$V_{cr} = h_w t_{we2} \tau^* = 2.227.871 \text{ N}$
 $V_t = 0 \text{ N}$
 $V_{Rd} = 2.227.871 \text{ N}$
 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

NRd = 229.740 >= 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 $\alpha = a/h_w$	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		10,076	[-]
Snellezza del sottopannello	$\lambda_{w,1}$	0,796		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

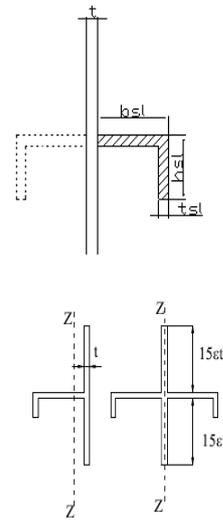


Figura C4.2.12 – Irrigidimenti longitudinali dei pannelli d'anima

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	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	200,16	[mm]
Distanza tra i baricentri delle piattabande hf	820	[mm]
Momento resistente caratteristico delle sole piattabande M _{rk}	1.211	[kNm]
γ_{M0}	1,05	[-]
Momento resistente di progetto delle sole piattabande M _{f,Rd}	1.153	[kNm]
Momento resistente di progetto ridotto in presenza di sforzo assiale M _{f,red}	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.

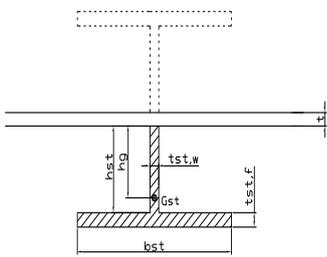
Resistenza a stabilità per taglio:
 $V_{b,Rd} = V_{bw,Rd} + V_{bf,Rd} = 1.437$ [kN]

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	[mm ⁴]

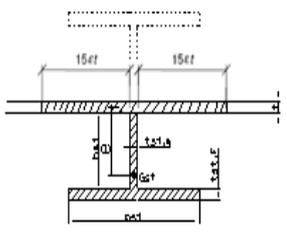


L'irrigiditore non è rigido (EN 1993-1-5: 9.3.3)

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)

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	[-]
$\sigma_{cr,c}$ critica per instabilità di colonna	33,74	[MPa]
$\sigma_{cr,d}$ critica per instabilità di piastra	1.354,71	[MPa]
Rapporto $\sigma_{cr,c} / \sigma_{cr,d}$	0,50	[-]
Ac,eff	2.752	[mm ²]



σ_{max}	192,48	[MPa]
N _{Ed}	264,82	[kN]
$\sigma_m = \frac{\sigma_{cr,c}}{\sigma_{cr,d}} \cdot \frac{N_{Ed}}{b} \left(\frac{1}{a_1} + \frac{1}{a_2} \right)$	0,44	[MPa]
e _{max}	94,68	[-]

>>>>>>
 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;

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

$I_{st} = \frac{\sigma_m}{E} \left(\frac{b}{\pi} \right)^4 \left(1 + w_0 \frac{300}{b} u \right) = 31.543$ [mm⁴]

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))

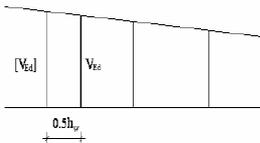
Foglio
12 di 12

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} 490 [kN]



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

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

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).

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

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

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]
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]

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

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

$w = w_0 \frac{1}{N_{cr,st} - 1} (1 + 1,25g_m) = 0,00 \quad \text{[mm]} < b/300 = 2,67 \quad \text{[mm]} -$

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

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 (cm)	300
	Larghezza ala superiore esterna (cm)	30
	Spessore ala superiore esterna (cm)	1,5
	Larghezza raddoppio superiore (cm)	0
	Spessore Raddoppio ala superiore (cm)	0,0
	Spessore anima (cm)	1,0
	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/cm ²)	2.100.000
	CONTROVENTI SUPERIORI	Passo controventi superiori a (cm)
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
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
SOLETTA	Classe di resistenza Rck (kg/cm ²)	450
	Spessore totale soletta (cm)	20,0
	Spessore da togliere per predalle (cm)	0,0
	Spessore sol. Collaborante (cm)	20,0
	Larghezza sol. collaborante (cm)	300,0
	Larghezza soletta x ritiro (cm)	300,0
COEFF.	Coef. omogeneizz. per perm.	16,01
	Coef. omogeneizz. per acc.	6,06
	Coef. omogeneizz. per ritiro	14,22
	Coef. omogeneizz. per cedimenti	19,63
	Coef. 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
SALDATURE	Altezza gola anima sup. (mm)	8
	Altezza gola anima inf. (mm)	8
	Altezza gola raddoppio sup. (mm)	0
	Altezza gola raddoppio inf. (mm)	0
	Altezza gola anima sup. (mm)	12
	Altezza gola anima inf. (mm)	12
	Larghezza gola raddoppio sup. (mm)	0
	Larghezza gola raddoppio inf. (mm)	0

Interasse travi metalliche sup. (cm)	300
Interasse travi metalliche inf. (cm)	300
Interasse irrigidimenti verticali (cm)	75
Luce campata di riferimento (m)	15,35

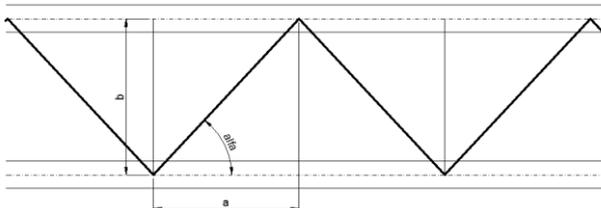
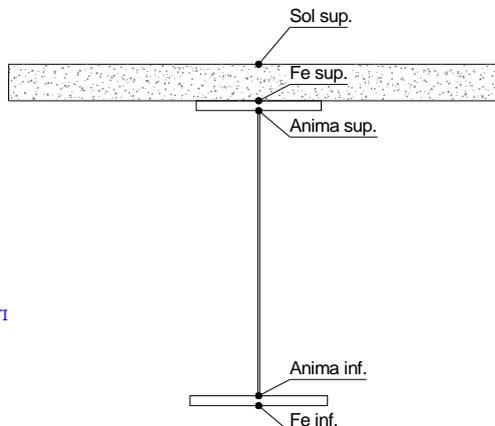
CONCIO	C1
FRAME	
JOINT	
num. Travi	2

Acciaio tipo	S	328,2	tipologia	VIA SUPERIORE
--------------	---	-------	-----------	---------------

SI
2L 90x8

NO

ASSENTI



FASCI	Fase 2a	Permanenti
	Fase 3	Accidentali
	Fase 2b	Ritiro
	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	241	28,4	250.668	419	0	4.855	8.836	5.000	9.881
Sezione metallica + soletta collab. Fase 2a	16,01	661	67,9	845.520	419	421.779	69.910	12.451	79.808
Sezione metallica + soletta collab. Fase 3	6,06	1.277	78,6	1.026.565	419	290.074	709.826	13.068	-19.087.956
Sezione metallica + soletta collab. Fase 2b	14,22	709	69,4	869.267	419	403.643	81.825	12.530	95.277
Sezione metallica + soletta collab. Fase 2c	19,63	592	65,3	804.351	419	455.390	54.821	12.313	61.064

AZIONI TRAVI PRINCIPALI										Foglio 2 di 12	
AZIONI SOLLECITANTI (M max)										AZIONI SOLLECITANTI (Mt max)	
	1°Nodo			2°Nodo		valori x10 ⁴			valori x10 ⁴		
	M (Nm)	N (N)	T (N)	Mt (Nm)	Mt (Nm)		Mt (Nm)	Mt (Nm)			
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											
	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.	
VERIFICHE DELLE TRAVI PRINCIPALI AGLI STATI LIMITE	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					
							T _{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									
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								
							Rapp σ sup	Rapp σ inf			
							0,72	1,17			

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

(positive le compressioni)	PARZIALI (daN/cm2)					TOTALI ALLO SLE (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	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	81	1.618	1.538	-2.498	-2.658
Vento	2	1	0	-37	-38	82	1.619	1.538	-2.520	-2.681
Deformazioni termiche primarie +ΔT	0	-166	-163	12	19	82	1.519	1.440	-2.513	-2.670
Deformazioni termiche secondarie +ΔT	0	0	0	0	0	82	1.519	1.440	-2.513	-2.670
Deformazioni termiche primarie -ΔT	0	166	163	-12	-19	83	1.718	1.636	-2.527	-2.693
Deformazioni termiche secondarie -ΔT	0	0	0	0	0	83	1.718	1.636	-2.527	-2.693
Cedimenti	0	0	0	0	0	83	1.718	1.636	-2.527	-2.693

VERIFICHE TRAVI PRINCIPALI A TAGLIO E TORSIONE

VERIFICHE A TAGLIO	PARZIALI (daN/cm2)			TOTALI ALLO SLE (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	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	244	306	198		0,00	0,00
Vento	0	0	0	244	306	198		0,00	0,00
Deformazioni termiche	0	0	0	244	306	198		0,00	0,00
Cedimenti	0	0	0	244	306	198		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	244	306	198	244	306	198
Vento	0	0	0	244	306	198
Deformazioni termiche	0	0	0	244	306	198
Cedimenti	0	0	0	244	306	198

VERIFICHE TRAVI PRINCIPALI TENSIONI IDEALI

	TOTALI (daN/cm2)	
	Anima sup	Anima inf
Peso proprio acciaio	200	101
Peso proprio soletta	1.100	557
Permanenti	1.138	787
Effetti primari del ritiro	1.539	827
Effetti secondari del ritiro	1.539	827
Accidentali mezzi + folla	1.595	2.521
Vento	1.595	2.543
Deformazioni termiche	1.689	2.551
Cedimenti	1.689	2.551

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

Ala superiore

Raddoppio ala superiore

b _p =	14,500	cm	b _{radd} =	0,000	cm
t _p =	1,500	cm	t _{radd} =	0,000	cm

CLASSE DELL'ANIMA

Larghezza parte compressa	c	73	cm
Spessore parte compressa	t	1,0	cm
Tipo di acciaio		328	N/mmq
	ε	0,85	
Rapporto c/t		73	CL. 3

κσ =	0,430	-	κσ =	0,430	-
λ _{pp} =	0,613	-	λ _{radd} =	0,000	-
ρ _p =	1,000	-	ρ _{radd} =	1,000	-

CLASSE SEZ 3

VERIFICA DELLA SEZIONE IN CLASSE 4

Foglio
4 di 12

COEFFICIENTI DA NORMATIVA

γ_{M0}	coefficiente di resistenza	1,05
γ_{M1}	coefficiente a instabilità	1,10
η	coefficiente adimensionale	1,20

Sono presenti irrigidimenti longitudinali ? (S/N)

N

Altezza netta dell'anima $b' = 755$ mm

TENSIONI AI BORDI

σ_1	Tensione massima	217,4	N/mm ²
σ_2	Tensione minima	-405,7	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)

VALORI DA TAB C4.2.VIII e C4.2.IX CIRCOLARE n°617/C.S.LL.PP

Rapporto tra le tensioni ai bordi	$\nu =$	-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	$b_t =$	492	mm

Area efficace	$A_{eff} =$	2.634	mm ²
---------------	-------------	-------	-----------------

Si utilizza acciaio da carpenteria di tipo

S 328

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

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_{ife} (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	661	68	845.520	419	421.779	69.910	12.451	79.808
Sezione metallica + soletta collab. Fase 3	6,06	1.277	79	1.026.565	419	290.074	709.826	13.068	-19.087.956
Sezione metallica + soletta collab. Fase 2b	14,22	709	69	869.267	419	403.643	81.825	12.530	95.277
Sezione metallica + soletta collab. Fase 2c	19,63	592	65	804.351	419	455.390	54.821	12.313	61.064

AZIONI TRAVI PRINCIPALI							Foglio 5 di 12			
AZIONI SOLLECITANTI (M max)							AZIONI SOLLECITANTI (Mt max)			
valori x10 ⁴	M+N*e _N (Nm)	N (N)	T (N)	1°Nodo Mt (Nm)	2°Nodo Mt (Nm)	e _N (cm)	Mt (Nm)	Mt (Nm)	valori x10 ⁴	
Peso proprio acciaio	10	0	0	0	0	0,00	0	0		
Peso proprio soletta	45	0	0	0	0	0,00	0	0		
Permanenti	30	0	0	0	0	0,00	0	0		
Effetti primari del ritiro	51	247	0	0	0	0,00	0	0		
Effetti secondari del ritiro	0	0	0	0	0	0,00	0	0		
Accidentali mezzi + folla	227	0	22	0	0	0,00	0	0		
Vento	5	0	0	0	0	0,00	0	0		
Deformazioni termiche primarie	24	208	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										
(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										
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				
							T _{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								
									Rapp σ sup	Rapp σ inf
									0,72	1,17
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					

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	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) Anima	TOTALI (daN/cm2) 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	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	Rapp η
Pannello inf.	0,004	VERIFICA SODDISFATTA	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	fyk(Mpa)= 328,2	fyd (Mpa)= 328,20
Pannelli:	acciaio S 328,2	fyk(Mpa)= 328,2	fyd (Mpa)= 328,20

γ_m **1**

Deve essere verificata la limitazione: **hw/tw <= 400** (punto 1.2-10030)
hw/tw = 75,50 <= 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)	y (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

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

Deve essere verificata la disuguaglianza: **I >= 0,15 mL γ_L hw tw³**

	Descrizione	Valore	u.d.m.
mL	$1,00 <= 0,015 (hw/tw-70) <= 2,00$	1,00	
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	
η_1	h1/hw	-	
η_2	h2/hw	FALSO	

0,993

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

Valori tabulari (prospetti 3.1 e 3.2 10030)

$\gamma(L,\tau)$ **0,00** $\gamma(L,\sigma)$ **0,00**

I_L= - - - **VERIFICA NON NECESSARIA**

Verifica nervature trasversali (punto 3.1.3-10030)

Sezione simmetrica

	b (mm)	h (mm)	A (mm ²)	y (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 γ_T hw tw³**

Valori tabulari (prospetti 3.1 e 3.2 10030)

K **1,00** γ_T **60,00**

I_L= 2.000.000 > 6.795.000 **VERIFICA NON SODDISFATTA**

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

0,993

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

Stabilità dell'anima (punto 7.6-10011)

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: $\sigma_{cr,red}/\alpha_{id} \geq \beta * v$

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	-			
$0,8 * f_d$	262,56	-			
$\sigma_{cr,red}$	320,50	-			
$\sigma_{cr,red}/\alpha_{id}$	1,45	-			
β	0,80	-			
v	1,00	1,00			
$\beta * v$	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)

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:	Mrd =	3.388	kNm	
Momento resistente della sezione lorda:	M'Rd =	4.085	kNm	
Spessore equivalente anima:	twe2 =	10,00	mm	

NB: valori agli SLU

Taglio resistente di calcolo:	Vrd = Vcr+Vt				
$\tau^* = \tau_{cr,min}$	293,14	bs	300	bi	400
σ_{td}	-178,93	ts	15	ti	30
θ	0,789	Nfd	4.358.092	Mfi	6.630.818
ϕ	0,526	Mfs	42.686.716	di	0,00
		ds	0,00		

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

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

Verifica delle nervature trasversali (punto 3.2.2-10030)

Larghezza collaborante anima = $b_e + t_w$	10 mm
Lunghezza libera inflessione = $0,7 * h_w$	529 mm
Sforzo normale = $N_{ird} = V_{rd} - 0,8 * V_{cr}$	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

NRd = 229.740 >= Nird = 442.643

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 $\alpha = a/h_w$	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		10,076	[-]
Snellezza del sottopannello	$\lambda_{w,1}$	0,796		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

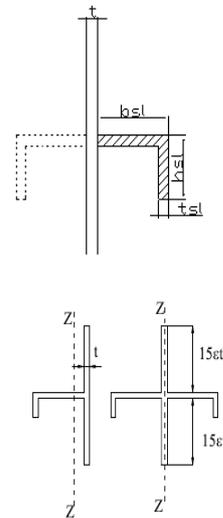


Figura C4.2.12 – Irrigidimenti longitudinali dei pannelli d'anima

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 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}

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

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}

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**

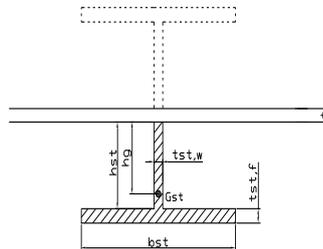
Verifica dei requisiti di rigidità degli irrigiditori trasversali (EN 1993-1-5: 9.3.3)

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	[mm ⁴]
--	-----------	--------------------

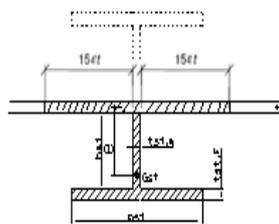


L'irrigiditore non è rigido (EN 1993-1-5: 9.3.3)

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)

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	[-]
$\sigma_{cr,c}$ critica per instabilità di colonna	33,74	[MPa]
$\sigma_{cr,d}$ critica per instabilità di piastra	1.208,99	[MPa]
Rapporto $\sigma_{cr,c} / \sigma_{cr,d}$	0,50	[-]
Ac,eff	2.634	[mm ²]



σ_{max}	213,89	[MPa]
----------------	--------	-------

N _{Ed}	281,71	[kN]
-----------------	--------	------

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

e _{max}	94,68	[-]
------------------	-------	-----

$u = \frac{\pi^2 E e_{max}}{f_y 300 b \gamma_{M1}} \geq 1,0 = 2,74$ [-]

>>>>>>
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;

$I_{st} = \frac{\sigma_m}{E} \left(\frac{b}{\pi} \right)^4 \left(1 + w_0 \frac{300}{b} u \right) = 33.556$ [mm⁴]

I_s = 1.996.188 [mm⁴] ≥ I_{st} = 33.556 [mm⁴] **VERIFICA SODDISFATTA**

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

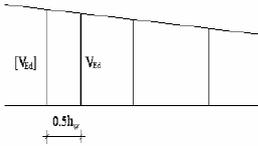
Foglio
12 di 12

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:

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

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).

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

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

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]	
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]	

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

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

$w = w_0 \frac{1}{N_{cr,st} - 1} (1 + 1,25g_m) = 0,00$ [mm] < $b/300 = 2,67$ [mm] -

$\sigma_{max} = \frac{N_{st,Ed}}{A_{st}} + \frac{\Sigma N_{st,Ed} e_{max} W_0}{I_{st}} \cdot \frac{1}{1 - \frac{\Sigma N_{st,Ed}}{N_{cr,st}}} (1 + 1,1g_m) = 3,63$ [MPa] ≤ 298,36 [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. + $2 \cdot 15ct^2 + t_{st,w} t$)	3.199	[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 (cm)	300
	Larghezza ala superiore esterna (cm)	30
	Spessore ala superiore esterna (cm)	1,5
	Larghezza raddoppio superiore (cm)	0
	Spessore Raddoppio ala superiore (cm)	0,0
	Spessore anima (cm)	1,0
	Larghezza raddoppio inferiore (cm)	0
	Spessore Raddoppio ala inferiore (cm)	0,0
	Larghezza ala inferiore esterna (cm)	60
	Spessore ala inferiore esterna (cm)	2,5
	Modulo elasticità acciaio (daN/cm ²)	2.100.000
CONTROVENTI SUPERIORI	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
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
SOLETTA	Classe di resistenza Rck (kg/cm ²)	450
	Spessore totale soletta (cm)	20,0
	Spessore da togliere per predalle (cm)	0,0
	Spessore sol. Collaborante (cm)	20,0
	Larghezza sol. collaborante (cm)	300,0
COEFF.	Coef. omogeneizz. per perm.	16,01
	Coef. omogeneizz. per acc.	6,06
	Coef. omogeneizz. per ritiro	14,22
	Coef. omogeneizz. per cedimenti	19,63
	Coef. 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
SALDATURE	Altezza gola anima sup. (mm)	8
	Altezza gola anima inf. (mm)	8
	Altezza gola raddoppio sup. (mm)	0
	Altezza gola raddoppio inf. (mm)	0

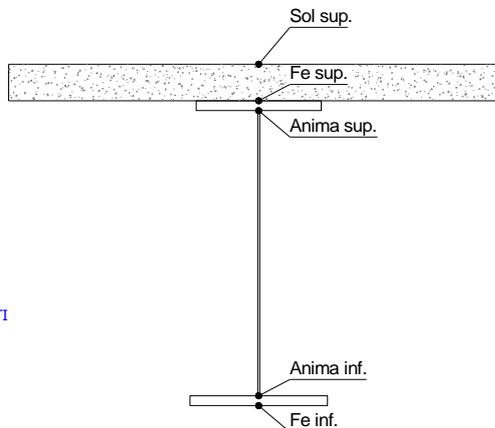
Interasse travi metalliche sup. (cm)	300
Interasse travi metalliche inf. (cm)	300
Interasse irrigidimenti verticali (cm)	88,75
Luce campata di riferimento (m)	49,1

CONCIO	C3
FRAME	
JOINT	
num. Travi	2

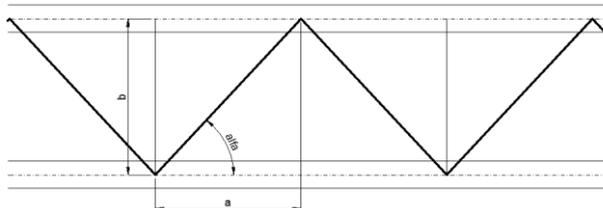
Acciaio tipo	S	328,2	tipologia	VIA SUPERIORE
--------------	---	-------	-----------	---------------

SI
2L 90x8

NO
ASSENTI



diametro ferri superiori soletta (cm)	1,4	passo (cm)	20,0
n° ferri superiori	15,00	copriferro (cm)	4,0
Area ferri superiori soletta (cm ²)	23,09		
diametro ferri inferiori soletta (cm)	1,4	passo (cm)	20,0
n° ferri inferiori	15,00	copriferro (cm)	3,0
Area ferri inferiori soletta (cm ²)	23,09		



FASCI	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 _{sfte} (cm ³)	W _{fte} (cm ³)	W _{anima sup} (cm ³)	W _{anima inf} (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					valori x10 ⁴	2°Nodo		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.	
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	-10	497	493	-82	-89	
Effetti secondari del ritiro	0	0	0	0	0	-10	497	493	-82	-89	
Accidentali mezzi + folla	0	0	0	0	0	-10	497	493	-82	-89	
Vento	0	0	0	0	0	-10	497	493	-82	-89	
Deformazioni termiche primarie +ΔT	3	-173	-172	28	30	-8	373	369	-62	-67	
Deformazioni termiche secondarie +ΔT	0	0	0	0	0	-8	373	369	-62	-67	
Deformazioni termiche primarie -ΔT	-3	173	172	-28	-30	-12	622	617	-102	-111	
Deformazioni termiche secondarie -ΔT	0	0	0	0	0	-12	622	617	-102	-111	
Cedimenti	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			
Peso proprio acciaio	69	86	55	93	116	75		0,00	0,00
Peso proprio soletta	175	218	140	329	410	264		0,00	0,00
Permanenti	115	143	92	501	625	403		0,00	0,00
Effetti primari del ritiro	0	0	0	501	625	403		0,00	0,00
Effetti secondari del ritiro	0	0	0	501	625	403		0,00	0,00
Accidentali mezzi + folla	516	573	353	1.198	1.398	880		0,00	0,00
Vento	36	40	25	1.230	1.434	902		0,00	0,00
Deformazioni termiche	0	0	0	1.230	1.434	902		0,00	0,00
Cedimenti	0	0	0	1.230	1.434	902		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	69	86	55	93	116	75		
Peso proprio soletta	175	218	140	329	410	264		
Permanenti	115	143	92	501	625	403		
Effetti primari del ritiro	0	0	0	501	625	403		
Effetti secondari del ritiro	0	0	0	501	625	403		
Accidentali mezzi + folla	516	573	353	1.198	1.398	880		
Vento	36	40	25	1.230	1.434	902		
Deformazioni termiche	0	0	0	1.230	1.434	902		
Cedimenti	0	0	0	1.230	1.434	902	1188,7	0,79

VERIFICHE TRAVI PRINCIPALI TENSIONI IDEALI	TOTALI (daN/cm2)		VERIFICHE ARMATURE SOLETTA	PARZIALI arm sup	TOTALI arm sup
	Anima sup	Anima inf			
Peso proprio acciaio	161	130		0	0
Peso proprio soletta	570	458		0	0
Permanenti	868	698		0	0
Effetti primari del ritiro	998	703		455	546
Effetti secondari del ritiro	998	703		0	546
Accidentali mezzi + folla	2.133	1.526		0	546
Vento	2.187	1.564		0	546
Deformazioni termiche	2.219	1.565		190	683
Cedimenti	2.219	1.565		0	683
				Rapp σ sup	Rapp σ inf
				0,71	0,50

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

(positive le compressioni)	PARZIALI (daN/cm2)					TOTALI ALLO SLE (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	-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) Anima	TOTALI (daN/cm2) Anima
	Anima sup	Anima max	Anima inf	Anima sup	Anima max	Anima inf			
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
Rapporto c/t	ε	10,00	CL. 3

Piattabanda compressa:

VALORI DA TAB C4.2.IX CIRCOLARE n°617/C.S.LL.PP

Ala superiore

Raddoppio ala superiore

$b_p =$	14,500	cm	$b_{radd} =$	0,000	cm
$t_{fp} =$	1,500	cm	$t_{fradd} =$	0,000	cm

CLASSE DELL'ANIMA

Larghezza parte compressa	c	188	cm
Spessore parte compressa	t	1,0	cm
Tipo di acciaio		328	N/mmq
Rapporto c/t	ε	188	CL. 4

$k\sigma =$	0,430	-	$k\sigma =$	0,430	-
$\lambda_{pp} =$	0,613	-	$\lambda_{Pradd} =$	0,000	-
$\rho_p =$	1,000	-	$\rho_{radd} =$	1,000	-

CLASSE SEZ 4

VERIFICA DELLA SEZIONE IN CLASSE 4

Foglio
4 di 13

COEFFICIENTI DA NORMATIVA

γ_{M0}	coefficiente di resistenza	1,05
γ_{M1}	coefficiente a instabilità	1,10
η	coefficiente adimensionale	1,20

Sono presenti irrigidimenti longitudinali ? (S/N)

S

Altezza netta dell'anima	hw =	1.900	mm
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 gli irrigidimenti trasversali	a =	888	mm

Classe dell'irrigidimento longitudinale

piattabanda	16	classe	1
anima	13	classe	3
profilo		classe	3

Distanza tra lembo superiore compresso del pannello d'anima e baricentro della piattabanda dell'irrigidimento longitudinale.

TENSIONI

σ_1	Tensione totale SLU anima sup (positiva)	51,4	N/mmq
σ_2	Tensione totale SLU anima inf (negativa)	-8,5	
σ_{s1}	Tensione SLU nel pannello ad altezza hw1	20,3	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)

Calcolo stabilità dei pannelli soggetti a compressione

Piattabanda compressa:

VALORI DA TAB C4.2.IX CIRCOLARE n°617/C.S.LL.PP

Ala superiore

Raddoppio ala superiore

b_p =	14,5	cm	b_{radd} =	0,0	cm
t_{fp} =	1,5	cm	t_{fradd} =	0,0	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	-

coefficiente per l'instabilità a compressione

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 =	978	mm	b_{2c} =	641	mm	b_2 =	908	mm
ψ_1 =	0,396	-	ψ_2 =	-0,418	-	b_{2l} =	268	mm
$k_{\sigma 1}$ =	5,671	-	$k_{\sigma 2}$ =	12,145	-			
λ_{p1} =	1,709	-	λ_{p2} =	0,765	-			
ρ_1 =	0,521	-	ρ_2 =	1,000	-			

larghezze lorde:		larghezze lorde:			
$b_{1,lat}$	425	mm	$b_{2,sup}$	256	mm
$b_{1,inf}$	553	mm	$b_{2,lat}$	384	mm

larghezze efficaci		larghezze efficaci			
$b_{1,eff}$	510	mm	$b_{2,eff}$	641	mm
$b_{1,lat,eff}$	221	mm	$b_{2,sup,eff}$	256	mm
$b_{1,inf,eff}$	288	mm	$b_{2,lat,eff}$	384	mm
$x_{1,eff}$	468	mm	$x_{2,eff}$	0	mm

Comportamento tipo piastra: calcolo di $\sigma_{cr,p}$ e ρ :

$A_{sl,1}$	12.989	[mm ²]	area lorda dell'irrigiditore longitudinale e della porzione lorda di anima collaborante.
$x_{sl,1}$	53	[mm]	distanza tra baricentro dell'area lorda e asse dell'anima.
$I_{sl,1}$	8.295	[cm ⁴]	momento d'inerzia fuori piano dell'area lorda.

Buckling dell'irrigidimento longitudinale e calcolo di $\sigma_{cr,p}$

b_1	985	[mm]	distanza tra irrigiditore e bordo longitudinale compresso del pannello d'anima
b_2	915	[mm]	distanza tra irrigiditore e bordo longitudinale teso del pannello d'anima
b	1.900	[mm]	altezza del pannello d'anima
a_c	10.567	[mm]	distanza critica tra gli irrigidimenti trasversali
$\sigma_{cr,sl}$	16.806	[MPa]	tensione critica nell'irrigiditore longitudinale
$\sigma_{cr,p}$	42.376	[MPa]	tensione critica al lembo maggiormente compresso del pannello d'anima per comportamento a piastra

Calcolo del coefficiente ρ :

A_c	12.989	[mm ²]	area lorda della zona compressa del pannello d'anima irrigidito eccetto le parti laterali
$A_{c,eff,loc}$	10.340	[mm ²]	area efficace della zona compressa del pannello d'anima irrigidito eccetto le parti laterali
$\beta_{A_c}^p$	0,796	[-]	rapporto $A_{c,eff,loc} / A_c$
λ_p	0,079	[-]	snellezza
ψ	-0,165	[-]	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 :

Asl,1	12.989	[mm ²]	area lorda dell'irrigiditore longitudinale e della porzione lorda di anima collaborante.
Isl,1	8.295	[cm ⁴]	momento d'inerzia fuori piano dell'area lorda
Asl,1,eff	10.340	[mm ²]	area dell'irrigiditore longitudinale e della porzione efficace di anima collaborante
$\beta_{A,c}$	0,796	[-]	rapporto Asl,1,eff / Asl,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
e2	53	[mm]	distanza tra baricentro della sezione lorda di irrigiditore + parte di anima collaborante e asse medio dell'anima
e1	92	[mm]	distanza tra baricentro del solo irrigiditore e baricentro della sezione lorda di irrigiditore + anima collaborante
e	92	[mm]	max (e1; e2)
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

$A_{c,eff} = \rho_c A_{ceff,loc} + \sum b_{l,eff} \cdot t$ 16.398 [mm²] 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 $\epsilon = 0,85$

CARATTERISTICHE GEOMETRICHE SEZIONE EFFICACE

	A_{eff} (cm ²)	y_i (cm)	J_{eff} (cm ⁴)	J_{tor} (cm ⁴)	W_{sol} (cm ³)	W_{ge} (cm ³)	W_{ife} (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	5.767.053	410	1.206.725	102.048	41.946	104.830	42.723
Sezione metallica + soletta collab. Fase 3	6,06	1.422	7.345.139	410	932.534	264.863	44.176	280.009	44.851
Sezione metallica + soletta collab. Fase 2b	14,22	854	5.967.496	410	1.165.012	112.938	42.274	116.238	43.036
Sezione metallica + soletta collab. Fase 2c	19,63	738	5.427.473	410	1.287.576	86.500	41.351	88.618	42.154

AZIONI TRAVI PRINCIPALI

Foglio
6 di 13

AZIONI SOLLECITANTI (M max)		1°Nodo					2°Nodo		AZIONI SOLLECITANTI (Mt max)		valori x10 ⁴
valori x10 ⁴		M+N*e _N (Nm)	N (N)	T (N)	Mt (Nm)	Mt (Nm)	e _N (cm)	Mt (Nm)	Mt (Nm)		
Peso proprio acciaio	0	0	0	15	0	0	-6,83	0	0	0	
Peso proprio soletta	0	0	0	38	0	0	-6,83	0	0	0	
Permanenti	0	0	0	25	0	0	-3,33	0	0	0	
Effetti primari del ritiro	155	247	0	0	0	0	-3,15	0	0	0	
Effetti secondari del ritiro	0	0	0	0	0	0	-3,15	0	0	0	
Accidentali mezzi + folla	0	0	100	0	0	0	-1,90	0	0	0	
Vento	0	0	7	0	0	0	-1,90	0	0	0	
Deformazioni termiche primarie	78	208	0	0	0	0	-1,90	0	0	0	
Deformazioni termiche secondarie	0	0	0	0	0	0	-1,90	0	0	0	
Cedimenti	0	0	0	0	0	0	-3,63	0	0	0	

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

(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 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	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)			T _{media}	Rapp τ
	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	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

Rapp σ sup	Rapp σ inf
0,68	0,53

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

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

Foglio
7 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)			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	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

$$\sqrt{\left(\frac{\sigma_{x,Ed,ser}}{k_{\sigma} \sigma_E}\right)^2 + \left(\frac{1,1 \tau_{x,Ed,ser}}{k_{\tau} \sigma_E}\right)^2} \leq 1,1$$

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

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	27,91	[cm]
controllo posizionamento irrigidimento		OK	
Tensione SLU nel pannello ad altezza hw1	σ_{sl1}	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	k_{τ}	29,52	[-]
Coeffic. di instabilità a taglio pannello SUP.	k_{τ}	61,38	[-]
Coeffic. di instabilità a taglio pannello INF.	k_{τ}	62,10	[-]

Intera anima	-	VERIFICA NON NECESSARIA
Pannello sup.	0,484	VERIFICA SODDISFATTA
Pannello inf.	0,108	VERIFICA SODDISFATTA

Rapp η	0,44
-------------	------

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	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: **hw/tw ≤ 400** (punto 1.2-10030)
hw/tw = 190,00 ≤ 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 $b/t \leq 12$
 b = 200 t = 8,6 b2 = 166,5
 b1 = 30xt1 = 300 t1 = 10
b/t = 23,26 ≤ 12,00 NO!

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

Deve essere verificata la disuguaglianza: **I ≥ 0,15 mL γL hw tw³**

	Descrizione	Valore	u.d.m.
mL	$1,00 \leq 0,015 (hw/tw - 70) \leq 2,00$	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 bw)	0,218	
η1	h1/hw	0,516	
η2	h2/hw	-	

0,467

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

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 $b/t \leq 12$
 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**

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

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)

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: $\sigma_{cr,red}/\sigma_{id} \geq \beta \cdot v$

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			
σ_{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			
$\sigma_{cr,red}/\sigma_{id}$	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)

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
Caso I per la σ_{cr} compaiono solo i casi corrispondenti da $k\sigma$
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=	2.456	Msd=	2.261
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:	V _{rd} = V _{cr} + V _t				
$\tau^* = \tau_{cr, min}$	203,68	bs	300	bi	600
σ_{td}	-24,16	ts	15	ti	25
θ	1,134	N _{fd}	4.939.795		
ϕ	0,756	M _{fs}	56.419.708	M _{fi}	210.292
		ds	0,00	di	0,00

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

$V_{cr} = h_w t_{we2} \tau^* = 3.869.856 \text{ N}$
 $V_t = 0 \text{ N}$
 $V_{Rd} = 3.869.856 \text{ N}$
 $Verifica = 3.869.856 \text{ N} \geq 2.455.934$

VERIFICA SODDISFATTA

Verifica delle nervature trasversali (punto 3.2.2-10030)

Larghezza collaborante anima = $b_e + t_w$	10 mm
Lunghezza libera inflessione = $0,7 \cdot h_w$	1.330 mm
Sforzo normale = $N_{rd} = V_{rd} - 0,8 \cdot V_{cr}$	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

$N_{Rd} = 889.422 \text{ N} \geq N_{rd} = 773.971 \text{ N}$

VERIFICA 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	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 $k\tau$ 49,85 [-]

Necessaria verifica instabilità per taglio poiché:
 $hw/t = 194,00 > 31/\eta \cdot \varepsilon \cdot \sqrt{k\tau} = 154,332$

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	
$15 \varepsilon t$	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	$k\tau$	49,845	[-]
Tensione critica euleriana	σE	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]	$\alpha 1$	0,457	[-]
Minimo coefficiente di instabilità per taglio del sottopannello	$k\tau, 1$			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)

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

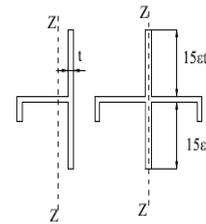
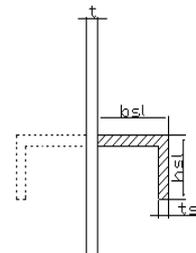


Figura C4.2.12 – Irrigidimenti longitudinali dei pannelli d'anima

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}

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

Momento resistente di progetto delle sole piattabande M_{f,Rd}
Momento resistente di progetto ridotto in presenza di sforzo assiale M_{f,red} 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]

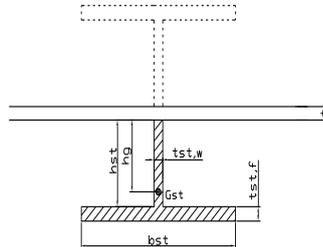
Coefficiente di utilizzo per instabilità a taglio: $\eta_3 = V_{Ed}/V_{b,Rd}$ = **0,77** [-] **VERIFICA SODDISFATTA**

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	[mm ⁴]

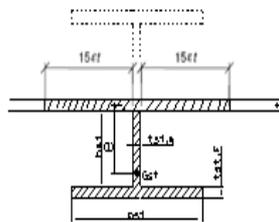


L'irrigiditore non è rigido (EN 1993-1-5: 9.3.3)

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)

As (Area effettiva irr. + 2·15et ² + t _{st,w} ·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 fyk	328	[MPa]
γ_{M1}	1,10	[-]
$\sigma_{cr,c}$ critica per instabilità di colonna	42.373,94	[MPa]
$\sigma_{cr,p}$ critica per instabilità di piastra	42.376,03	[MPa]
Rapporto $\sigma_{cr,c} / \sigma_{cr,p}$	1,00	[-]
Ac,eff	10.340	[mm ²]



σ_{max}	63,24	[MPa]
N _{Ed}	326,95	[kN]
$\sigma_m = \frac{\sigma_{cr,c}}{\sigma_{cr,p}} \cdot \frac{N_{Ed}}{b} \left(\frac{1}{a_1} + \frac{1}{a_2} \right)$	0,38	[MPa]

e _{max}	162,32	[-]
------------------	--	-----

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

>>>>>>
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;

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

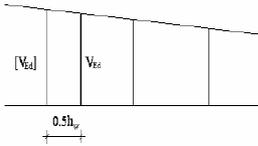
Foglio
13 di 13

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:

$V_{Ed} = 2.456$ [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).

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

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

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]	
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]	

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

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

$w = w_0 \frac{1}{N_{cr,st} - 1} (1 + 1,25g_m) = 0,00$ [mm] < $b/300 = 6,47$ [mm] -

$\sigma_{max} = \frac{N_{st,Ed}}{A_{st}} + \frac{\Sigma N_{st,Ed} e_{max} W_0}{I_{st}} \cdot \frac{1}{1 - \frac{\Sigma N_{st,Ed}}{N_{cr,st}}} (1 + 1,11g_m) = 3,97$ [MPa] ≤ 298,36 [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 (cm)	300
	Larghezza ala superiore esterna (cm)	30
	Spessore ala superiore esterna (cm)	1,5
	Larghezza raddoppio superiore (cm)	0
	Spessore Raddoppio ala superiore (cm)	0,0
	Spessore anima (cm)	1,0
	Larghezza raddoppio inferiore (cm)	0
	Spessore Raddoppio ala inferiore (cm)	0,0
	Larghezza ala inferiore esterna (cm)	60
	Spessore ala inferiore esterna (cm)	2,5
	Modulo elasticità acciaio (daN/cm ²)	2.100.000
	CONTROVENTI SUPERIORI	Passo controventi superiori a (cm)
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
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
SOLETTA	Classe di resistenza Rck (kg/cm ²)	450
	Spessore totale soletta (cm)	20,0
	Spessore da togliere per predalle (cm)	0,0
	Spessore sol. Collaborante (cm)	20,0
	Larghezza sol. collaborante (cm)	300,0
COEFF.	Coef. omogeneizz. per perm.	16,01
	Coef. omogeneizz. per acc.	6,06
	Coef. omogeneizz. per ritiro	14,22
	Coef. omogeneizz. per cedimenti	19,63
	Coef. di contrazione per ritiro ϵ_r	2,786E-04
TEMP	Variatione termica differenziale (°C)	10
	Resistenza piolo (daN) a SLE	6.569
PIOLI	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
	Altezza gola anima inf. (mm)	8
	Altezza gola raddoppio sup. (mm)	0
	Altezza gola raddoppio inf. (mm)	0

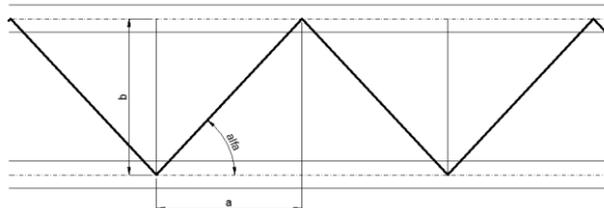
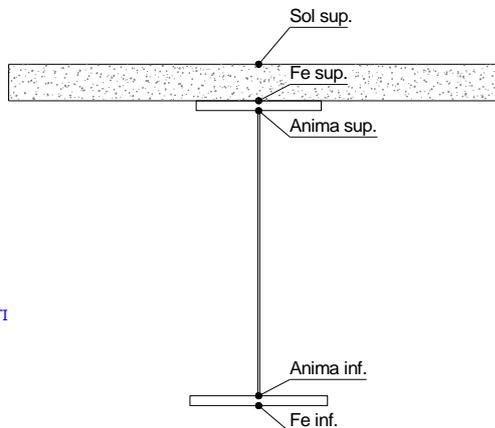
Interasse travi metalliche sup. (cm)	300
Interasse travi metalliche inf. (cm)	300
Interasse irrigidimenti verticali (cm)	88,75
Luce campata di riferimento (m)	49,1

CONCIO	C3
FRAME	
JOINT	
num. Travi	2

Acciaio tipo	S	328,2	tipologia	VIA SUPERIORE
--------------	---	-------	-----------	---------------

SI
2L 90x8

NO
ASSENTI



FASCI	Fase 2a	Permanenti
	Fase 3	Accidentali
	Fase 2b	Ritiro
	Fase 2c	Cedimenti

CARATTERISTICHE GEOMETRICHE

	A (cm ²)	y _i (cm)	J (cm ⁴)	J _{tor} (cm ⁴)	W _{sol} (cm ³)	W _{sfu} (cm ³)	W _{fu} (cm ³)	W _{anima sup} (cm ³)	W _{anima inf} (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)										AZIONI SOLLECITANTI (Mt max)	
	1°Nodo			2°Nodo			valori x10 ⁴		valori x10 ⁴		
	M (Nm)	N (N)	T (N)	Mt (Nm)	Mt (Nm)		Mt (Nm)	Mt (Nm)			
Peso proprio acciaio	74	0	12	0	0		0	0			
Peso proprio soletta	165	0	26	0	0		0	0			
Permanenti	107	0	17	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	515	0	83	0	0		0	0			
Vento	35	0	6	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											
	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	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		
	Anima sup	Anima max	Anima inf	Anima sup	Anima max	Anima inf			PARZIALI (daN/cm2)	TOTALI (daN/cm2)	
									Anima	Anima	
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				VERIFICHE ARMATURE SOLETTA							
	TOTALI (daN/cm2)		PARZIALI (daN/cm2)		PARZIALI (daN/cm2)		TOTALI (daN/cm2)				
	Anima sup	Anima inf	arm sup	arm sup	arm sup	arm sup	arm sup				
Peso proprio acciaio	158	265	0	0	0	0					
Peso proprio soletta	503	853	0	0	0	0					
Permanenti	754	1.278	131	196	131	196					
Effetti primari del ritiro	1.116	1.354	455	742	455	742					
Effetti secondari del ritiro	1.116	1.354	0	742	0	742					
Accidentali mezzi + folla	1.994	3.116	304	1.152	304	1.152					
Vento	2.039	3.197	21	1.170	21	1.170					
Deformazioni termiche	2.114	3.215	190	1.307	190	1.307					
Cedimenti	2.114	3.215	0	1.307	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

(positive le compressioni)	PARZIALI (daN/cm2)					TOTALI ALLO SLE (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	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) Anima	TOTALI (daN/cm2) Anima
	Anima sup	Anima max	Anima inf	Anima sup	Anima max	Anima inf			
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/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

Ala superiore

Raddoppio ala superiore

b _p =	14,500	cm	b _{radd} =	0,000	cm
t _p =	1,500	cm	t _{radd} =	0,000	cm

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

κσ =	0,430	-	κσ =	0,430	-
λ _{pp} =	0,613	-	λ _{radd} =	0,000	-
ρ _p =	1,000	-	ρ _{radd} =	1,000	-

CLASSE SEZ 4

VERIFICA DELLA SEZIONE IN CLASSE 4

Foglio
4 di 13

COEFFICIENTI DA NORMATIVA

γ_{M0}	coefficiente di resistenza	1,05
γ_{M1}	coefficiente a instabilità	1,10
η	coefficiente adimensionale	1,20

Sono presenti irrigidimenti longitudinali ? (S/N)

S

Altezza netta dell'anima	hw =	1.900	mm
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 gli irrigidimenti trasversali	a =	888	mm

Classe dell'irrigidimento longitudinale

piattabanda	16	classe	1
anima	13	classe	3
profilo		classe	3

Distanza tra lembo superiore compresso del pannello d'anima e baricentro della piattabanda dell'irrigidimento longitudinale.

TENSIONI

σ_1	Tensione totale SLU anima sup (positiva)	240,0	N/mmq
σ_2	Tensione totale SLU anima inf (negativa)	-220,0	
σ_{s1}	Tensione SLU nel pannello ad altezza hw1	1,5	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)

Calcolo stabilità dei pannelli soggetti a compressione

Piattabanda compressa:

VALORI DA TAB C4.2.IX CIRCOLARE n°617/C.S.LL.PP

Ala superiore

Raddoppio ala superiore

b_p =	14,5	cm	b_{radd} =	0,0	cm
t_{fp} =	1,5	cm	t_{fradd} =	0,0	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	-

coefficiente per l'instabilità a compressione

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 =	978	mm	b_{2c} =	6	mm	b_2 =	908	mm
ψ_1 =	0,006	-	ψ_2 =	-144,138	-	b_{2l} =	902	mm
$k_{\sigma 1}$ =	7,763	-	$k_{\sigma 2}$ =	23,900	-			
λ_{p1} =	1,461	-	λ_{p2} =	0,005	-			
ρ_1 =	0,607	-	ρ_2 =	1,000	-			

larghezze lorde:		larghezze lorde:			
$b_{1,lat}$	392	mm	$b_{2,sup}$	3	mm
$b_{1,inf}$	586	mm	$b_{2,lat}$	4	mm

larghezze efficaci		larghezze efficaci			
$b_{1,eff}$	594	mm	$b_{2,eff}$	6	mm
$b_{1,lat,eff}$	238	mm	$b_{2,sup,eff}$	3	mm
$b_{1,inf,eff}$	356	mm	$b_{2,lat,eff}$	4	mm
$x_{1,eff}$	384	mm	$x_{2,eff}$	0	mm

Comportamento tipo piastra: calcolo di $\sigma_{cr,p}$ e ρ :

$A_{sl,1}$	10.783	[mm ²]	area lorda dell'irrigiditore longitudinale e della porzione lorda di anima collaborante.
$x_{sl,1}$	64	[mm]	distanza tra baricentro dell'area lorda e asse dell'anima.
$I_{sl,1}$	7.540	[cm ⁴]	momento d'inerzia fuori piano dell'area lorda.

Buckling dell'irrigidimento longitudinale e calcolo di $\sigma_{cr,p}$

b_1	985	[mm]	distanza tra irrigiditore e bordo longitudinale compresso del pannello d'anima
b_2	915	[mm]	distanza tra irrigiditore e bordo longitudinale teso del pannello d'anima
b	1.900	[mm]	altezza del pannello d'anima
a_c	10.317	[mm]	distanza critica tra gli irrigidimenti trasversali
$\sigma_{cr,sl}$	18.401	[MPa]	tensione critica nell'irrigiditore longitudinale
$\sigma_{cr,p}$	1.411.767	[MPa]	tensione critica al lembo maggiormente compresso del pannello d'anima per comportamento a piastra

Calcolo del coefficiente ρ :

A_c	10.783	[mm ²]	area lorda della zona compressa del pannello d'anima irrigidito eccetto le parti laterali
$A_{c,eff,loc}$	8.478	[mm ²]	area efficace della zona compressa del pannello d'anima irrigidito eccetto le parti laterali
$\beta_{A_c}^p$	0,786	[-]	rapporto $A_{c,eff,loc} / A_c$
λ_p	0,014	[-]	snellezza
ψ	-0,917	[-]	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 :

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

$A_{c,eff} = \rho_c A_{ceff,loc} + \sum b_{i,eff} \cdot t$ 10.894 [mm²] 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 $\epsilon = 0,85$

CARATTERISTICHE GEOMETRICHE SEZIONE EFFICACE

	A_{eff} (cm ²)	y_i (cm)	J_{eff} (cm ⁴)	J_{tor} (cm ⁴)	W_{sol} (cm ³)	W_{ge} (cm ³)	W_{ife} (cm ³)	$W_{animsup}$ (cm ³)	$W_{animainf}$ (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	5.769.509	410	1.206.867	102.049	41.971	104.830	42.749
Sezione metallica + soletta collab. Fase 3	6,06	1.430	7.355.538	410	930.298	263.505	44.288	278.468	44.964
Sezione metallica + soletta collab. Fase 2b	14,22	862	5.970.188	410	1.164.610	112.865	42.311	116.159	43.074
Sezione metallica + soletta collab. Fase 2c	19,63	746	5.430.046	410	1.288.879	86.602	41.356	88.725	42.159

AZIONI TRAVI PRINCIPALI

Foglio
6 di 13

AZIONI SOLLECITANTI (M max)

valori x10 ⁴	1°Nodo			2°Nodo		
	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

AZIONI SOLLECITANTI (Mt max)

valori x10 ⁴	Azioni Sollecitanti (Mt max)	
	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

(positive le compressioni)	PARZIALI (daN/cm ²)					TOTALI ALLO SLU STR - Az.base Accidentali mezzi + folla- (daN/cm ²)						
	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									0,44	Rapp σ inf	0,93

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)	TOTALI (daN/cm ²)
	Anima sup	Anima max	Anima inf	Anima sup	Anima max	Anima inf			
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 E TORSIONE

	PARZIALI (daN/cm ²)			TOTALI ALLO SLU STR (daN/cm ²)		
	Anima sup	Anima max	Anima inf	Anima sup	Anima max	Anima inf
Peso proprio acciaio	57	69	42	77	93	57
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

T_{media}
920,4

Rapp τ
0,62

VERIFICHE TRAVI PRINCIPALI TENSIONI IDEALI

	TOTALI (daN/cm ²)	
	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

Le verifiche sono condotte negli attacchi piattabande - anima

Rapp σ sup 0,67 **Rapp σ inf** 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

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

Foglio
7 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	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

T _{media}
531,81

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 $\alpha = a/hw$	0,457	[-]

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	124,04	[cm]
controllo posizionamento irrigidimento	IRRIDIMENTO IN ZONA TESA		
Tensione SLU nel pannello ad altezza hw1	σ_{sl1}	-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	k_{τ}	29,52	[-]
Coeffic. di instabilità a taglio pannello SUP.	k_{τ}	61,38	[-]
Coeffic. di instabilità a taglio pannello INF.	k_{τ}	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'

	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	fyk(Mpa)= 328,2	fyd (Mpa)= 328,20
Pannelli:	acciaio S 328,2	fyk(Mpa)= 328,2	fyd (Mpa)= 328,20

γ_m

Deve essere verificata la limitazione: $hw/tw \leq 400$ (punto 1.2-10030)
 $hw/tw = 190,00 \leq 400$ **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)	y (mm)
anima	8,6	200	1.720	100
ala	180	13,5	2.430	206,75

Sezione simmetrica

Pareti sottili con bordo irrigidito $b/t \leq 12$
 $b = 200$ $t = 8,6$ $b_2 = 166,5$
 $b_1 = 30 \times t_1 = 300$ $t_1 = 10$
 $b/t = 23,26 \leq 12,00$ **NO!**

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

Deve essere verificata la disuguaglianza: $I \geq 0,15 mL \gamma_L hw tw^3$

	Descrizione	Valore	u.d.m.
mL	$1,00 \leq 0,015 (hw/tw - 70) \leq 2,00$	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	
η_1	h_1 / hw	0,516	
η_2	h_2 / hw	-	

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

Valori tabulari (prospetti 3.1 e 3.2 10030)

$\gamma(L, \tau)$ $\gamma(L, \sigma)$

$I_L = 126.841.956 > 4.104.000$ **VERIFICA SODDISFATTA**

Verifica nervature trasversali (punto 3.1.3-10030)

Sezione simmetrica

	b (mm)	h (mm)	A (mm ²)	y (mm)
anima	9	200	1.800	100
ala	90	9	810	204,5

Pareti sottili con bordo irrigidito $b/t \leq 12$
 $b = 200$ $t = 9$ $b_2 = 81$
 $b_1 = 30 \times t_1 = 300$ $t_1 = 10$

Deve essere verificata la disuguaglianza: $I \geq 0,15 \gamma_T hw tw e_1^3$

Valori tabulari (prospetti 3.1 e 3.2 10030)

K γ_T

$I_L = 57.879.870 > 17.100.000$ **VERIFICA SODDISFATTA**

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

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

Stabilità dell'anima (punto 7.6-10011)

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			
$\sigma_{cr,0}$	19,36	20,60			
$k\sigma$	-	1,832			
$k\sigma$	8,457	-			
$k\sigma$	-	-			
$k\tau$	10,520	10,128			
σ_{cr}	-	37,75			
σ_{cr}	163,72	-			
σ_{cr}	-	-			
τ_{cr}	203,68	208,64			
$\sigma_{cr,id}$	219,60	361,38			
$0,8 \cdot f_{d}$	262,56	262,56			
$\sigma_{cr,red}$	219,60	299,34			
$\sigma_{cr,red}/\alpha_{id}$	1,05	1,66			
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=	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:	V _{rd} = V _{cr} + V _t				
$\tau^* = \tau_{cr, min}$	203,68	bs	300	bi	600
σ_{td}	-24,16	ts	15	ti	25
θ	1,134	N _{fd}	4.939.795		
ϕ	0,756	M _{fs}	56.419.708	M _{fi}	210.292
		ds	0,00	di	0,00

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

$V_{cr} = h \cdot t_{we2} \cdot \tau^* = 3.869.856 \text{ N}$
 $V_t = 0 \text{ N}$
 $V_{Rd} = 3.869.856 \text{ N}$
 Verifica= #NUM! N >= 1.905.593

#NUM!

Verifica delle nervature trasversali (punto 3.2.2-10030)

Larghezza collaborante anima = $b_e + t =$	10 mm
Lunghezza libera inflessione = $0,7 \cdot h_w =$	1.330 mm
Sforzo normale = $N_{ird} = V_{rd} - 0,8 \cdot V_{cr} =$	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 = $\lambda =$	18,20
Sforzo critico euleriano = $\sigma_{cr} =$	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

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	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 $k\tau$ 49,85 [-]

Necessaria verifica instabilità per taglio poiché:
 $hw/t = 194,00 > 31/\eta*\varepsilon*\sqrt{k\tau} = 154,332$

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	
$15 \varepsilon t$	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	$k\tau$	49,845	[-]
Tensione critica euleriana	σE	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]	$\alpha 1$	0,457	[-]
Minimo coefficiente di instabilità per taglio del sottopannello	$k\tau, 1$			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 $V_{bw,Rd}$ UNI EN 1993-1-5 paragrafo 5.3		3195,720	[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:
 $V_{bf,Rd} = 0,000$ [kN]

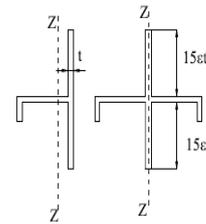
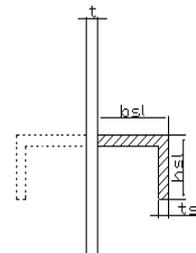


Figura C4.2.12 – Irrigidimenti longitudinali dei pannelli d'anima

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	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	224,42	[mm]
Distanza tra i baricentri delle piattabande hf	1.960	[mm]
Momento resistente caratteristico delle sole piattabande M _{fk}	2.895	[kNm]
γ_{M0}	1,05	[-]
Momento resistente di progetto delle sole piattabande M _{f,Rd}	2.757	[kNm]
Momento resistente di progetto ridotto in presenza di sforzo assiale M _{f,red}	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]

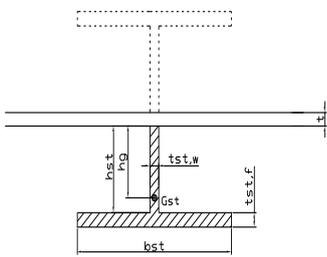
Coefficiente di utilizzo per instabilità a taglio: $\eta_3 = V_{Ed}/V_{b,Rd} = 0,60$ [-] **VERIFICA SODDISFATTA**

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	[mm ⁴]

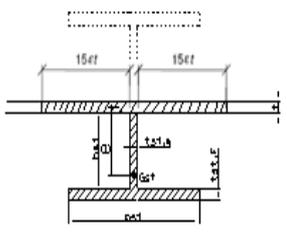


L'irrigiditore non è rigido (EN 1993-1-5: 9.3.3)

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)

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	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 fyk	328	[MPa]
γ_{M1}	1,10	[-]
$\sigma_{cr,c}$ critica per instabilità di colonna	1.411.690,13	[MPa]
$\sigma_{cr,d}$ critica per instabilità di piastra	1.411.766,75	[MPa]
Rapporto $\sigma_{cr,c} / \sigma_{cr,d}$	1,00	[-]
Ac,eff	8.478	[mm ²]



σ_{max}	135,08	[MPa]
N _{Ed}	572,62	[kN]
$\sigma_m = \frac{\sigma_{cr,c}}{\sigma_{cr,d}} \cdot \frac{N_{Ed}}{b} \left(\frac{1}{a_1} + \frac{1}{a_2} \right)$	0,67	[MPa]

e _{max}	162,32	[-]
$u = \frac{\pi^2 E e_{max}}{f_y 300 b} \geq 1,0$	1,94	[-]

>>>>>>

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;

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

I_s = 17.800.835 [mm⁴] ≥ I_{st} = 868.779 [mm⁴] **VERIFICA SODDISFATTA**

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

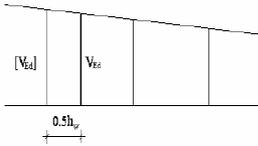
Foglio
13 di 13

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:

$V_{Ed} = 1.906$ [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).

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

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

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]	
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]	

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

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

$w = w_0 \frac{1}{N_{cr,st} - 1} (1 + 1,25g_m) = 0,00$ [mm] < $b/300 = 6,47$ [mm] -

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

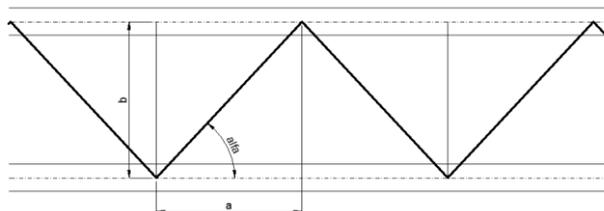
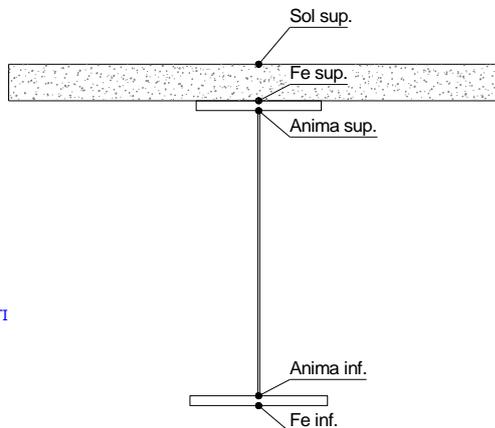
TRAVE IN ACCIAIO	Altezza sezione metallica (cm)	194
	Interasse travi metalliche (cm)	300
	Larghezza ala superiore esterna (cm)	30
	Spessore ala superiore esterna (cm)	1,5
	Larghezza raddoppio superiore (cm)	0
	Spessore Raddoppio ala superiore (cm)	0,0
	Spessore anima (cm)	1,0
	Larghezza raddoppio inferiore (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/cm ²)	2.100.000
	CONTROVENTI SUPERIORI	Passo controventi superiori a (cm)
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
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
SOLETTA	Classe di resistenza Rck (kg/cm ²)	450
	Spessore totale soletta (cm)	20,0
	Spessore da togliere per predalle (cm)	0,0
	Spessore sol. Collaborante (cm)	20,0
	Larghezza sol. collaborante (cm)	300,0
	Larghezza soletta x ritiro (cm)	300,0
COEFF.	Coef. omogeneizz. per perm.	16,01
	Coef. omogeneizz. per acc.	6,06
	Coef. omogeneizz. per ritiro	14,22
	Coef. omogeneizz. per cedimenti	19,63
	Coef. 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
SALDATURE	Altezza gola anima sup. (mm)	8
	Altezza gola anima inf. (mm)	8
	Altezza gola raddoppio sup. (mm)	0
	Altezza gola raddoppio inf. (mm)	0

Interasse travi metalliche sup. (cm)	300	CONCIO	C4	
Interasse travi metalliche inf. (cm)	300	FRAME		
		JOINT		
Interasse irrigidimenti verticali (cm)	150	num. Travi	2	
Luce campata di riferimento (m)	49,1			
Acciaio tipo	S	328,2	tipologia	VIA SUPERIORE

SI
2L 90x8

NO

ASSENTI



FASCI	Fase 2a	Permanenti
	Fase 3	Accidentali
	Fase 2b	Ritiro
	Fase 2c	Cedimenti

CARATTERISTICHE GEOMETRICHE

	A (cm ²)	y _i (cm)	J (cm ⁴)	J _{tor} (cm ⁴)	W _{sol} (cm ³)	W _{sfte} (cm ³)	W _{fte} (cm ³)	W _{anima sup} (cm ³)	W _{anima inf} (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
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
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
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

AZIONI TRAVI PRINCIPALI										Foglio 2 di 13	
AZIONI SOLLECITANTI (M max)										AZIONI SOLLECITANTI (Mt max)	
	1°Nodo			2°Nodo		valori x10 ⁴			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											
	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	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		
	Anima sup	Anima max	Anima inf	Anima sup	Anima max	Anima inf			PARZIALI (daN/cm2)	TOTALI (daN/cm2)	
									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)					
	Anima sup	Anima max	Anima inf	Anima sup	Anima max	Anima inf					
Peso proprio acciaio	49	63	46	66	85	62					
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					
	T _{media}									Rapp τ	
	845,7									0,55	
VERIFICHE TRAVI PRINCIPALI TENSIONI IDEALI				VERIFICHE ARMATURE SOLETTA							
	TOTALI (daN/cm2)		PARZIALI (daN/cm2)		PARZIALI (daN/cm2)		TOTALI (daN/cm2)				
	Anima sup	Anima inf	arm sup	arm sup	arm sup	arm sup	arm sup				
Peso proprio acciaio	172	266	0	0	0	0					
Peso proprio soletta	542	846	0	0	0	0					
Permanenti	800	1.256	171	256	171	256					
Effetti primari del ritiro	1.220	1.307	453	800	453	800					
Effetti secondari del ritiro	1.220	1.307	0	800	0	800					
Accidentali mezzi + folla	2.021	3.055	394	1.333	394	1.333					
Vento	2.059	3.133	26	1.356	26	1.356					
Deformazioni termiche	2.150	3.146	190	1.493	190	1.493					
Cedimenti	2.150	3.146	0	1.493	0	1.493					
	Rapp σ sup									Rapp σ inf	
	0,69									1,01	
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

(positive le compressioni)	PARZIALI (daN/cm2)					TOTALI ALLO SLE (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	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) Anima	TOTALI (daN/cm2) Anima
	Anima sup	Anima max	Anima inf	Anima sup	Anima max	Anima inf			
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/mmq
Rapporto c/t	ε	10,00	CL. 3

Piattabanda compressa:

VALORI DA TAB C4.2.IX CIRCOLARE n°617/C.S.LL.PP

Ala superiore

Raddoppio ala superiore

b _p =	14,500	cm	b _{radd} =	0,000	cm
t _p =	1,500	cm	t _{radd} =	0,000	cm

CLASSE DELL'ANIMA

Larghezza parte compressa	c	186	cm
Spessore parte compressa	t	1,0	cm
Tipo di acciaio		328	N/mmq
Rapporto c/t	ε	186	CL. 4

κσ =	0,430	-	κσ =	0,430	-
λ _{pp} =	0,613	-	λ _{radd} =	0,000	-
ρ _p =	1,000	-	ρ _{radd} =	1,000	-

CLASSE SEZ 4

VERIFICA DELLA SEZIONE IN CLASSE 4

Foglio
4 di 13

COEFFICIENTI DA NORMATIVA

γ_{M0}	coefficiente di resistenza	1,05
γ_{M1}	coefficiente a instabilità	1,10
η	coefficiente adimensionale	1,20

Sono presenti irrigidimenti longitudinali ? (S/N)

S

Altezza netta dell'anima	hw =	1.885	mm
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 gli irrigidimenti trasversali	a =	1.500	mm

Classe dell'irrigidimento longitudinale

piattabanda	16	classe	1
anima	13	classe	3
profilo		classe	3

Distanza tra lembo superiore compresso del pannello d'anima e baricentro della piattabanda dell'irrigidimento longitudinale.

TENSIONI

σ_1	Tensione totale SLU anima sup (positiva)	159,8	N/mm ²
σ_2	Tensione totale SLU anima inf (negativa)	-109,5	
σ_{s1}	Tensione SLU nel pannello ad altezza hw1	19,1	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)

Calcolo stabilità dei pannelli soggetti a compressione

Piattabanda compressa:

VALORI DA TAB C4.2.IX CIRCOLARE n°617/C.S.LL.PP

Ala superiore

Raddoppio ala superiore

b_p =	14,5	cm	b_{radd} =	0,0	cm
t_{fp} =	1,5	cm	t_{fradd} =	0,0	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	-

coefficiente per l'instabilità a compressione

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 =	978	mm	b_{2c} =	133	mm	b_2 =	893	mm
ψ_1 =	0,119	-	ψ_2 =	-5,740	-	b_{2l} =	761	mm
$k_{\sigma 1}$ =	7,012	-	$k_{\sigma 2}$ =	23,900	-			
λ_{p1} =	1,537	-	λ_{p2} =	0,113	-			
ρ_1 =	0,578	-	ρ_2 =	1,000	-			

larghezze lorde:

$b_{1,lat}$	401	mm	$b_{2,sup}$	53	mm
$b_{1,inf}$	577	mm	$b_{2,lat}$	80	mm

larghezze efficaci

$b_{1,eff}$	565	mm	$b_{2,eff}$	133	mm
$b_{1,lat,eff}$	232	mm	$b_{2,sup,eff}$	53	mm
$b_{1,inf,eff}$	334	mm	$b_{2,lat,eff}$	80	mm
$x_{1,eff}$	413	mm	$x_{2,eff}$	0	mm

Comportamento tipo piastra: calcolo di $\sigma_{cr,p}$ e ρ :

$A_{sl,1}$	11.198	[mm ²]	area lorda dell'irrigiditore longitudinale e della porzione lorda di anima collaborante.
$x_{sl,1}$	62	[mm]	distanza tra baricentro dell'area lorda e asse dell'anima.
$I_{sl,1}$	7.705	[cm ⁴]	momento d'inerzia fuori piano dell'area lorda.

Buckling dell'irrigidimento longitudinale e calcolo di $\sigma_{cr,p}$

b_1	985	[mm]	distanza tra irrigiditore e bordo longitudinale compresso del pannello d'anima
b_2	900	[mm]	distanza tra irrigiditore e bordo longitudinale teso del pannello d'anima
b	1.885	[mm]	altezza del pannello d'anima
a_c	10.308	[mm]	distanza critica tra gli irrigidimenti trasversali
$\sigma_{cr,sl}$	6.341	[MPa]	tensione critica nell'irrigiditore longitudinale
$\sigma_{cr,p}$	51.182	[MPa]	tensione critica al lembo maggiormente compresso del pannello d'anima per comportamento a piastra

Calcolo del coefficiente ρ :

A_c	11.198	[mm ²]	area lorda della zona compressa del pannello d'anima irrigidito eccetto le parti laterali
$A_{c,eff,loc}$	8.761	[mm ²]	area efficace della zona compressa del pannello d'anima irrigidito eccetto le parti laterali
$\beta_{A_c}^p$	0,782	[-]	rapporto $A_{c,eff,loc} / A_c$
λ_p	0,071	[-]	snellezza
ψ	-0,685	[-]	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 :

Asl,1	11.198	[mm ²]	area lorda dell'irrigiditore longitudinale e della porzione lorda di anima collaborante.
Isl,1	7.705	[cm ⁴]	momento d'inerzia fuori piano dell'area lorda
Asl,1,eff	8.761	[mm ²]	area dell'irrigiditore longitudinale e della porzione efficace di anima collaborante
$\beta_{A,c}$	0,782	[-]	rapporto Asl,1,eff / Asl,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
e2	62	[mm]	distanza tra baricentro della sezione lorda di irrigiditore + parte di anima collaborante e asse medio dell'anima
e1	84	[mm]	distanza tra baricentro del solo irrigiditore e baricentro della sezione lorda di irrigiditore + anima collaborante
e	84	[mm]	max (e1; e2)
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

$A_{c,eff} = \rho_c A_{ceff,loc} + \sum b_{l,eff} \cdot t$ 11.873 [mm²] 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_{Icr} (cm ⁴)	W_{sol} (cm ³)	W_{grc} (cm ³)	W_{fite} (cm ³)	$W_{animsup}$ (cm ³)	$W_{animainf}$ (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

AZIONI TRAVI PRINCIPALI

Foglio
6 di 13

AZIONI SOLLECITANTI (M max)							AZIONI SOLLECITANTI (Mt max)		
valori x10 ⁴	1°Nodo			2°Nodo			Mt (Nm)	Mt (Nm)	valori x10 ⁴
	M+N*e _N (Nm)	N (N)	T (N)	Mt (Nm)	Mt (Nm)	e _N (cm)			
Peso proprio acciaio	105	0	11	0	0	-4,60	0	0	
Peso proprio soletta	230	0	23	0	0	-4,60	0	0	
Permanenti	148	0	14	0	0	-2,93	0	0	
Effetti primari del ritiro	187	247	0	0	0	-2,81	0	0	
Effetti secondari del ritiro	0	0	0	0	0	-2,81	0	0	
Accidentali mezzi + folla	716	0	76	0	0	-1,87	0	0	
Vento	48	0	5	0	0	-1,87	0	0	
Deformazioni termiche primarie	98	208	0	0	0	-1,87	0	0	
Deformazioni termiche secondarie	0	0	0	0	0	-1,87	0	0	
Cedimenti	0	0	0	0	0	-3,12	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	102	99	-175	-181	0	137	134	-237	-245
Peso proprio soletta	0	223	218	-384	-397	0	438	429	-755	-781
Permanenti	12	143	140	-247	-255	17	653	639	-1.126	-1.164
Effetti primari del ritiro	-8	425	421	-50	-60	8	1.162	1.144	-1.186	-1.236
Effetti secondari del ritiro	0	0	0	0	0	8	1.162	1.144	-1.186	-1.236
Accidentali mezzi + folla	71	280	269	-1.143	-1.173	104	1.540	1.507	-2.729	-2.819
Vento	5	19	18	-77	-79	108	1.557	1.523	-2.798	-2.890
Deformazioni termiche primarie +DT	2	-176	-174	20	24	110	1.431	1.397	-2.784	-2.873
Deformazioni termiche secondarie +DT	0	0	0	0	0	110	1.431	1.397	-2.784	-2.873
Deformazioni termiche primarie -DT	-2	176	174	-20	-24	106	1.684	1.648	-2.813	-2.908
Deformazioni termiche secondarie -DT	0	0	0	0	0	106	1.684	1.648	-2.813	-2.908
Cedimenti	0	0	0	0	0	110	1.684	1.648	-2.813	-2.908
									Rapp σ sup	Rapp σ inf
									0,54	0,93

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
Peso proprio acciaio	50	63	45	68	85	61		0,00	0,00	
Peso proprio soletta	67	132	134	159	263	241		0,00	0,00	
Permanenti	64	80	57	255	383	327		0,00	0,00	
Effetti primari del ritiro	0	0	0	255	383	327		0,00	0,00	
Effetti secondari del ritiro	0	0	0	255	383	327		0,00	0,00	
Accidentali mezzi + folla	386	435	295	776	971	725		0,00	0,00	
Vento	25	29	19	799	997	743		0,00	0,00	
Deformazioni termiche	0	0	0	799	997	743		0,00	0,00	
Cedimenti	0	0	0	799	997	743		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	50	63	45	68	85	61				
Peso proprio soletta	67	132	134	159	263	241				
Permanenti	64	80	57	255	383	327				
Effetti primari del ritiro	0	0	0	255	383	327				
Effetti secondari del ritiro	0	0	0	255	383	327				
Accidentali mezzi + folla	386	435	295	776	971	725				
Vento	25	29	19	799	997	743				
Deformazioni termiche	0	0	0	799	997	743				
Cedimenti	0	0	0	799	997	743				
							846,2	0,55		

VERIFICHE TRAVI PRINCIPALI TENSIONI IDEALI				
	TOTALI (daN/cm2)		Le verifiche sono condotte negli attacchi piattabande - anima	
	Anima sup	Anima inf		
Peso proprio acciaio	179	259		
Peso proprio soletta	510	864		
Permanenti	777	1.261		
Effetti primari del ritiro	1.226	1.314		
Effetti secondari del ritiro	1.226	1.314		
Accidentali mezzi + folla	2.019	3.005		
Vento	2.058	3.080		
Deformazioni termiche	2.152	3.093		
Cedimenti	2.152	3.093		
			Rapp σ sup	Rapp σ inf
			0,69	0,99

VERIFICA A RESPIRO D'ANIMA		$b/t \leq 30 + 4,0 L \leq 300$	for road bridges
Tipologia di ponte	STRADALE		
Verifica del web breathing	VERIFICA NON NECESSARIA	$b/t \leq 55 + 3,3 L \leq 250$	for railway bridges

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

Foglio
7 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	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) Anima	TOTALI (daN/cm2) Anima
	Anima sup	Anima max	Anima inf	Anima sup	Anima max	Anima inf			
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

T_{media}
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

Coeffic. di instabilità a taglio intera anima	k_{τ}	12,93	[-]
Coeffic. di instabilità a taglio pannello SUP.	k_{τ}	28,29	[-]
Coeffic. 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'

	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

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

γ_m

Deve essere verificata la limitazione: **hw/tw <= 400** (punto 1.2-10030)
hw/tw = 188,50 <= 400 OK

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)	y (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!

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

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.	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	
η_1	h1/hw	0,520	
η_2	h2/hw	-	

Valori tabulari (prospetti 3.1 e 3.2 10030)

$\gamma(L,\tau)$ $\gamma(L,\sigma)$

$I_L = 126.841.956 > 9.154.125$ **VERIFICA SODDISFATTA**

Verifica nervature trasversali (punto 3.1.3-10030)

Sezione simmetrica

	b (mm)	h (mm)	A (mm ²)	y (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 γ_T hw tw³**

Valori tabulari (prospetti 3.1 e 3.2 10030)

K γ_T

$I_L = 57.879.870 > 16.965.000$ **VERIFICA SODDISFATTA**

<input type="text" value="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)

<input type="text" value="0,796"/>		
	α	T
α inf	0,7	60
α sup	1	60
Valore interpolato		60,00

Stabilità dell'anima (punto 7.6-10011)

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:	Mrd =	15.008	kNm	
Momento resistente della sezione lorda:	M'Rd =	18.445	kNm	
Spessore equivalente anima:	twe2 =	10,00	mm	

NB: valori agli SLU

Taglio resistente di calcolo:	Vrd = Vcr + Vt				
$\tau^* = \tau_{cr,min}$	136,49	bs	300	bi	600
σ_{td}	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

$V_{cr} = h_w \cdot t_{we2} \cdot \tau^* = 2.572.744 \text{ N}$
 $V_t = 815.629 \text{ N}$
 $V_{Rd} = 3.388.373 \text{ N}$
 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

NRd = 1.533.988 \geq Nird = 1.330.178

VERIFICA 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	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 $k\tau$ 23,41 [-]

Necessaria verifica instabilità per taglio poiché:
 $hw/t = 194,00 > 31/\eta^*\varepsilon*\sqrt{k\tau} = 105,773$

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	
$15 \varepsilon t$	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	$k\tau$	23,413	[-]
Tensione critica euleriana	σE	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]	$\alpha 1$	0,773	[-]
Minimo coefficiente di instabilità per taglio del sottopannello	$k\tau, 1$	12,932		1,705	[-]
Snellezza del sottopannello	$\lambda_{w,1}$				

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 $V_{bw,Rd}$ UNI EN 1993-1-5 paragrafo 5.3		2190,221	[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:
 $V_{bf,Rd} = 0,000$ [kN]

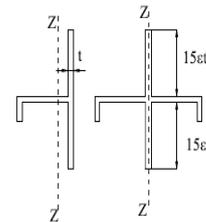
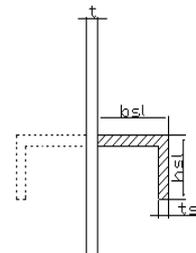


Figura C4.2.12 – Irrigidimenti longitudinali dei pannelli d'anima

CARATTERISTICHE TRAVE E SOLLECITAZIONI

Spessore piattabanda sup	ifs	15	[mm]
Larghezza piattabanda sup	bfs	300	[mm]
Spessore piattabanda inf	ifi	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 _{f,k}	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,red}	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,red} = 13,71 [-]
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} = 2.190 [kN]

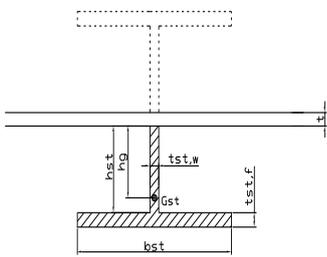
Coefficiente di utilizzo per instabilità a taglio: $\eta_3 = V_{Ed}/V_{b,Rd} = 0,78$ [-] **VERIFICA SODDISFATTA**

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]

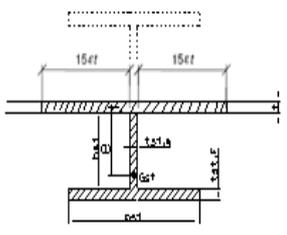


L'irrigiditore è rigido (EN 1993-1-5: 9.3.3)

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)	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	[-]
$\sigma_{cr,c}$ critica per instabilità di colonna	51.159,09	[MPa]
$\sigma_{cr,p}$ critica per instabilità di piastra	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]
$\sigma_m = \frac{\sigma_{cr,c}}{\sigma_{cr,p}} \cdot \frac{N_{Ed}}{b} \left(\frac{1}{a_1} + \frac{1}{a_2} \right)$	0,50	[MPa]
e _{max}	162,32	[-]

>>>>>>
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;

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

$I_{st} = \frac{\sigma_m}{E} \left(\frac{b}{\pi} \right)^4 \left(1 + w_0 \frac{300}{b} u \right) = 857.860$ [mm⁴]

I_s = 17.800.835 [mm⁴] ≥ I_{st} = 857.860 [mm⁴] **VERIFICA SODDISFATTA**

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

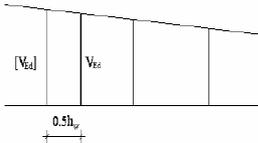
Foglio
13 di 13

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:

$V_{Ed} = 1.707$ [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).

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

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

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]	
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]	

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

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

$w = w_0 \frac{1}{N_{cr,st} - 1} (1 + 1,25g_m) = 3,69$ [mm] < $b/300 = 6,47$ [mm] **OK**

$\sigma_{max} = \frac{N_{st,Ed}}{A_{st}} + \frac{\Sigma N_{st,Ed} e_{max} W_0}{I_{st}} \cdot \frac{1}{1 - \frac{\Sigma N_{st,Ed}}{N_{cr,st}}} (1 + 1,11g_m) = 422,91$ [MPa] ≤ $298,36$ [MPa] **NO!!!** 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

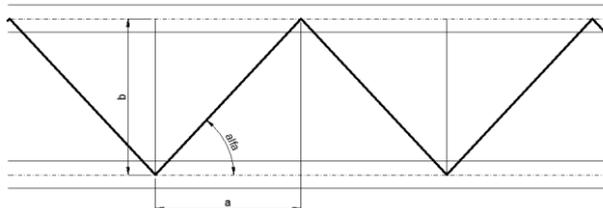
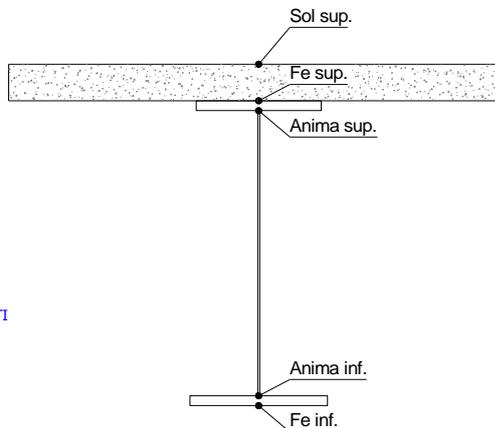
TRAVE IN ACCIAIO	Altezza sezione metallica (cm)	194
	Interasse travi metalliche (cm)	300
	Larghezza ala superiore esterna (cm)	30
	Spessore ala superiore esterna (cm)	1,5
	Larghezza raddoppio superiore (cm)	0
	Spessore Raddoppio ala superiore (cm)	0,0
	Spessore anima (cm)	1,0
	Larghezza raddoppio inferiore (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/cm ²)	2.100.000
CONTROVENTI SUPERIORI	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
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
SOLETTA	Classe di resistenza Rck (kg/cm ²)	450
	Spessore totale soletta (cm)	20,0
	Spessore da togliere per predalle (cm)	0,0
	Spessore sol. Collaborante (cm)	20,0
	Larghezza sol. collaborante (cm)	300,0
COEFF.	Coef. omogeneizz. per perm.	16,01
	Coef. omogeneizz. per acc.	6,06
	Coef. omogeneizz. per ritiro	14,22
	Coef. omogeneizz. per cedimenti	19,63
	Coef. di contrazione per ritiro ϵ_r	2,786E-04
PIOLI	Riduzione per non contemporaneità	0
	Variazione termica differenziale (°C)	10
	Resistenza piolo (daN) a SLE	6.569
	Coefficiente di sicurezza connessioni γ_v	1,25
SALDATURE	Diametro pioli (mm)	22
	Numero pioli in linea n°	3
	passo pioli (cm)	20
	Altezza gola anima sup. (mm)	8
	Altezza gola anima inf. (mm)	8

Interasse travi metalliche sup. (cm)	300	CONCIO	C5	
Interasse travi metalliche inf. (cm)	300	FRAME		
		JOINT		
Interasse irrigidimenti verticali (cm)	150	num. Travi	2	
Luce campata di riferimento (m)	49,1			
Acciaio tipo	S	328,2	tipologia	VIA SUPERIORE

SI
2L 90x8

NO

ASSENTI



FASCI	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 _{sfte} (cm ³)	W _{ife} (cm ³)	W _{anima sup} (cm ³)	W _{anima inf} (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
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
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
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

AZIONI TRAVI PRINCIPALI										Foglio 2 di 13	
AZIONI SOLLECITANTI (M max)											
	1°Nodo			2°Nodo				AZIONI SOLLECITANTI (Mt max)			
	M (Nm)	N (N)	T (N)	Mt (Nm)	Mt (Nm)	valori x10 ⁴		Mt (Nm)	Mt (Nm)	valori x10 ⁴	
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											
	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	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		
	Anima sup	Anima max	Anima inf	Anima sup	Anima max	Anima inf			PARZIALI (daN/cm2)	TOTALI (daN/cm2)	
									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)					
	Anima sup	Anima max	Anima inf	Anima sup	Anima max	Anima inf					
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					
	τ _{media}									Rapp τ	
	682,1									0,45	
VERIFICHE TRAVI PRINCIPALI TENSIONI IDEALI				VERIFICHE ARMATURE SOLETTA							
	TOTALI (daN/cm2)		PARZIALI (daN/cm2)		PARZIALI (daN/cm2)		TOTALI (daN/cm2)				
	Anima sup	Anima inf	arm sup	arm sup	arm sup	arm sup					
Peso proprio acciaio	193	339	0	0	0	0					
Peso proprio soletta	611	1.072	0	0	0	0					
Permanenti	910	1.597	229	343	229	343					
Effetti primari del ritiro	1.372	1.650	453	887	453	887					
Effetti secondari del ritiro	1.372	1.650	0	887	0	887					
Accidentali mezzi + folla	2.114	3.861	526	1.597	526	1.597					
Vento	2.148	3.961	36	1.629	36	1.629					
Deformazioni termiche	2.254	3.974	190	1.766	190	1.766					
Cedimenti	2.254	3.974	0	1.766	0	1.766					
	Rapp σ sup									Rapp σ inf	
	0,72									1,27	
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

(positive le compressioni)	PARZIALI (daN/cm2)					TOTALI ALLO SLE (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	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) Anima	TOTALI (daN/cm2) Anima
	Anima sup	Anima max	Anima inf	Anima sup	Anima max	Anima inf			
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/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

Ala superiore

Raddoppio ala superiore

b _p =	14,500	cm	b _{radd} =	0,000	cm
t _p =	1,500	cm	t _{radd} =	0,000	cm

CLASSE DELL'ANIMA

Larghezza parte compressa	c	186	cm
Spessore parte compressa	t	1,0	cm
Tipo di acciaio		328	N/mmq
	ε	0,85	
Rapporto c/t		186	CL. 4

κσ =	0,430	-	κσ =	0,430	-
λ _{pp} =	0,613	-	λ _{radd} =	0,000	-
ρ _p =	1,000	-	ρ _{radd} =	1,000	-

CLASSE SEZ 4

VERIFICA DELLA SEZIONE IN CLASSE 4

Foglio
4 di 13

COEFFICIENTI DA NORMATIVA

γ_{M0}	coefficiente di resistenza	1,05
γ_{M1}	coefficiente a instabilità	1,10
η	coefficiente adimensionale	1,20

Sono presenti irrigidimenti longitudinali ? (S/N)

S

Altezza netta dell'anima	hw =	1.885	mm
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 gli irrigidimenti trasversali	a =	1.500	mm

Classe dell'irrigidimento longitudinale

piattabanda	25	classe	1
anima	11	classe	3
profilo		classe	3

Distanza tra lembo superiore compresso del pannello d'anima e baricentro della piattabanda dell'irrigidimento longitudinale.

TENSIONI

σ_1	Tensione totale SLU anima sup (positiva)	198,1	N/mmq
σ_2	Tensione totale SLU anima inf (negativa)	-150,0	
σ_{s1}	Tensione SLU nel pannello ad altezza hw1	16,2	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)

Calcolo stabilità dei pannelli soggetti a compressione

Piattabanda compressa:

VALORI DA TAB C4.2.IX CIRCOLARE n°617/C.S.LL.PP

Ala superiore

Raddoppio ala superiore

b_p =	14,5	cm	b_{radd} =	0,0	cm
t_{fp} =	1,5	cm	t_{fradd} =	0,0	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	-

coefficiente per l'instabilità a compressione

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} =	87	mm	b_2 =	896	mm
ψ_1 =	0,082	-	ψ_2 =	-9,258	-	b_{2l} =	808	mm
$k_{\sigma 1}$ =	7,245	-	$k_{\sigma 2}$ =	23,900	-			
λ_{p1} =	1,516	-	λ_{p2} =	0,074	-			
ρ_1 =	0,586	-	ρ_2 =	1,000	-			

larghezze lorde:

$b_{1,lat}$	399	mm	$b_{2,sup}$	35	mm
$b_{1,inf}$	582	mm	$b_{2,lat}$	52	mm

larghezze efficaci

$b_{1,eff}$	575	mm	$b_{2,eff}$	87	mm
$b_{1,lat,eff}$	234	mm	$b_{2,sup,eff}$	35	mm
$b_{1,inf,eff}$	341	mm	$b_{2,lat,eff}$	52	mm
$x_{1,eff}$	406	mm	$x_{2,eff}$	0	mm

Comportamento tipo piastra: calcolo di $\sigma_{cr,p}$ e ρ :

$A_{sl,1}$	8.786	[mm ²]	area lorda dell'irrigiditore longitudinale e della porzione lorda di anima collaborante.
$x_{sl,1}$	38	[mm]	distanza tra baricentro dell'area lorda e asse dell'anima.
$I_{sl,1}$	4.242	[cm ⁴]	momento d'inerzia fuori piano dell'area lorda.

Buckling dell'irrigidimento longitudinale e calcolo di $\sigma_{cr,p}$

b_1	985	[mm]	distanza tra irrigiditore e bordo longitudinale compresso del pannello d'anima
b_2	900	[mm]	distanza tra irrigiditore e bordo longitudinale teso del pannello d'anima
b	1.885	[mm]	altezza del pannello d'anima
a_c	8.880	[mm]	distanza critica tra gli irrigidimenti trasversali
$\sigma_{cr,sl}$	4.451	[MPa]	tensione critica nell'irrigiditore longitudinale
$\sigma_{cr,p}$	52.216	[MPa]	tensione critica al lembo maggiormente compresso del pannello d'anima per comportamento a piastra

Calcolo del coefficiente ρ :

A_c	8.786	[mm ²]	area lorda della zona compressa del pannello d'anima irrigidito eccetto le parti laterali
$A_{c,eff,loc}$	6.377	[mm ²]	area efficace della zona compressa del pannello d'anima irrigidito eccetto le parti laterali
$\beta_{A_c}^p$	0,726	[-]	rapporto $A_{c,eff,loc} / A_c$
λ_p	0,068	[-]	snellezza
ψ	-0,757	[-]	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 :

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

$A_{c,eff} = \rho_c A_{ceff,loc} + \sum b_{i,eff} \cdot t$ 9.237 [mm²] 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_{Icr} (cm ⁴)	W_{sol} (cm ³)	W_{ge} (cm ³)	W_{ife} (cm ³)	$W_{animsup}$ (cm ³)	$W_{animainf}$ (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)							AZIONI SOLLECITANTI (Mt max)			
valori x10 ⁴	M+N*e _N (Nm)	N (N)	T (N)	1°Nodo Mt (Nm)	2°Nodo Mt (Nm)	e _N (cm)	Mt (Nm)	Mt (Nm)	valori x10 ⁴	
Peso proprio acciaio	142	0	8	0	0	-6,12	0	0		
Peso proprio soletta	308	0	17	0	0	-6,12	0	0		
Permanenti	198	0	11	0	0	-1,99	0	0		
Effetti primari del ritiro	185	247	0	0	0	-1,83	0	0		
Effetti secondari del ritiro	0	0	0	0	0	-1,83	0	0		
Accidentali mezzi + folla	955	0	64	0	0	-0,85	0	0		
Vento	65	0	4	0	0	-0,85	0	0		
Deformazioni termiche primarie	96	208	0	0	0	-0,85	0	0		
Deformazioni termiche secondarie	0	0	0	0	0	-0,85	0	0		
Cedimenti	0	0	0	0	0	-2,28	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	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	
	Anima sup	Anima max	Anima inf	Anima sup	Anima max	Anima inf			PARZIALI (daN/cm2)	TOTALI (daN/cm2)
									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				
									τ _{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
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			

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

Foglio
7 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	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) Anima	TOTALI (daN/cm2) Anima
	Anima sup	Anima max	Anima inf	Anima sup	Anima max	Anima inf			
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

T _{media}
392,35

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	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

Coeffic. di instabilità a taglio intera anima	k_{τ}	12,93	[-]
Coeffic. di instabilità a taglio pannello SUP.	k_{τ}	25,85	[-]
Coeffic. di instabilità a taglio pannello INF.	k_{τ}	26,08	[-]

Intera anima	-	VERIFICA NON NECESSARIA	
Pannello sup.	1,012	VERIFICA SODDISFATTA	Rapp η
Pannello inf.	0,131	VERIFICA SODDISFATTA	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'

	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

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

γ_m

Deve essere verificata la limitazione: $hw/tw \leq 400$ (punto 1.2-10030)
 $hw/tw = 188,50 \leq 400$ **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)	y (mm)
anima	9	200	1.800	100
ala	90	9	810	204,5

Sezione simmetrica

Pareti sottili con bordo irrigidito $b/t \leq 12$
 $b = 200$ $t = 9$ $b/t = 22,22 \leq 12$ **NO!**
 $b_1 = 30 \times t_1 = 300$ $t_1 = 10$

Deve essere verificata la disuguaglianza: $I \geq 0,15 mL \gamma_L hw tw^3$

	Descrizione	Valore	u.d.m.
mL	$1,00 \leq 0,015 (hw/tw - 70) \leq 2,00$	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)

$\gamma(L, \tau)$ $\gamma(L, \sigma)$

$I_L = 57.879.870 > 9.154.125$ **VERIFICA SODDISFATTA**

Verifica nervature trasversali (punto 3.1.3-10030)

Sezione simmetrica

	b (mm)	h (mm)	A (mm ²)	y (mm)
anima	8	120	960	60
ala	80	8	640	124

Pareti sottili con bordo irrigidito $b/t \leq 12$
 $b = 120$ $t = 8$ $b/t = 15 \leq 12$
 $b_1 = 30 \times t_1 = 300$ $t_1 = 10$

Deve essere verificata la disuguaglianza: $I \geq 0,15 \gamma_T hw tw e_1^3$

Valori tabulari (prospetti 3.1 e 3.2 10030)

K γ_T

$I_L = 14.452.053 > 16.965.000$ **VERIFICA NON SODDISFATTA**

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

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

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

Stabilità dell'anima (punto 7.6-10011)

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
Caso I per la σ_{cr} compaiono solo i casi corrispondenti da $k\sigma$
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:	Mrd =	15.008	kNm	
Momento resistente della sezione lorda:	M'Rd =	18.445	kNm	
Spessore equivalente anima:	twe2 =	10,00	mm	

NB: valori agli SLU

Taglio resistente di calcolo:	Vrd = Vcr + Vt				
$\tau^* = \tau_{cr,min}$	136,53	bs	300	bi	600
σ_{td}	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

Vcr = hw twe2 τ^* = 2.573.539 N
Vt = 815.160 N
VRd = 3.388.699 N
Verifica = #NUM! N >= 1.375.853

#NUM!

Verifica delle nervature trasversali (punto 3.2.2-10030)

Larghezza collaborante anima = be + t =	206 mm
Lunghezza libera inflessione = 0,7 * hw =	1.320 mm
Sforzo normale = Nird = Vrd - 0,8 * Vcr =	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 = NcrE =	12.474.569 N
Carico resistente a instabilità = NRd =	1.201.995 N

NRd = 1.201.995 >= Nird = 1.329.868

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	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 $k\tau$ 22,01 [-]

Necessaria verifica instabilità per taglio poiché:
 $hw/t = 194,00 > 31/\eta \cdot \varepsilon \cdot \sqrt{k\tau} = 102,547$

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	$k\tau$	22,007	[-]
Tensione critica euleriana	σE	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	$k\tau,1$	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 $V_{bw,Rd}$ UNI EN 1993-1-5 paragrafo 5.3	2123,407	[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:
 $V_{bf,Rd} = 0,000$ [kN]

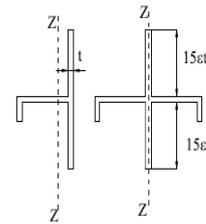
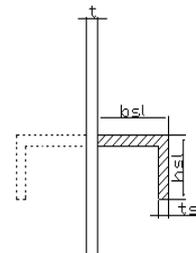


Figura C4.2.12 – Irrigidimenti longitudinali dei pannelli d'anima

CARATTERISTICHE TRAVE E SOLLECITAZIONI

Spessore piattabanda sup	ifs	15	[mm]
Larghezza piattabanda sup	bfs	300	[mm]
Spessore piattabanda inf	ifi	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,red}	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]

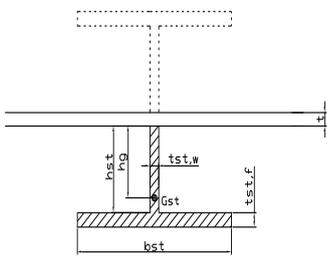
Coefficiente di utilizzo per instabilità a taglio: $\eta_3 = V_{Ed}/V_{b,Rd} = 0,65$ [-] **VERIFICA SODDISFATTA**

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	[mm ⁴]

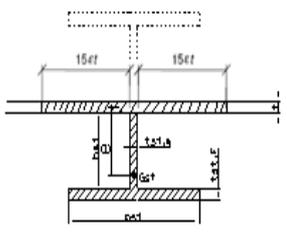


L'irrigiditore non è rigido (EN 1993-1-5: 9.3.3)

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)

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	[-]
$\sigma_{cr,c}$ critica per instabilità di colonna	52.174,27	[MPa]
$\sigma_{cr,p}$ critica per instabilità di piastra	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]
$\sigma_m = \frac{\sigma_{cr,c}}{\sigma_{cr,p}} \cdot \frac{N_{Ed}}{b} \left(\frac{1}{a_1} + \frac{1}{a_2} \right)$	0,43	[MPa]
e _{max}	107,56	[-]

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

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))

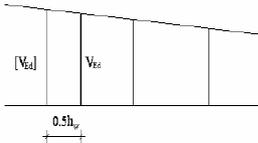
Foglio
13 di 13

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:

$V_{Ed} = 1.376$ [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).

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

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

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]	
e_{max}	108	[-]	massima distanza tra lembi e baricentro
lunghezza di inflessione $l_0 = h_w$	1.940	[mm]	
Carico critico euleriano $N_{cr,st}$	2.281	[kN]	

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

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

$w = w_0 \frac{1}{N_{cr,st} - 1} (1 + 1,25g_m) = 3,64$ [mm] < $b/300 = 6,47$ [mm] **OK**

$\sigma_{max} = \frac{N_{st,Ed}}{A_{st}} + \frac{\Sigma N_{st,Ed} e_{max} W_0}{I_{st}} \cdot \frac{1}{1 - \frac{\Sigma N_{st,Ed}}{N_{cr,st}}} (1 + 1,1g_m) = 261,34$ [MPa] ≤ $298,36$ [MPa] **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]
Indice di resistenza	0,30	[-]

VERIFICA SODDISFATTA

DATI GEOMETRICI

Foglio
1 di 13

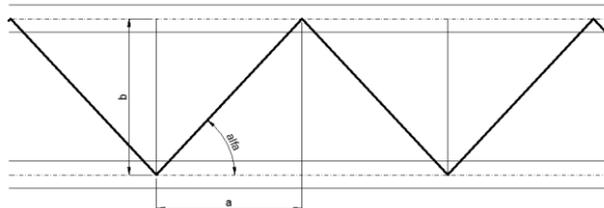
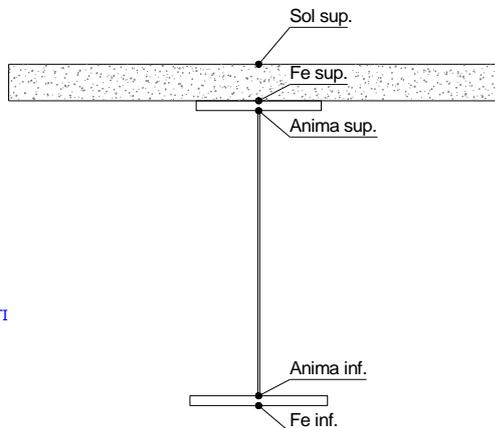
TRAVE IN ACCIAIO	Altezza sezione metallica (cm)	194
	Interasse travi metalliche (cm)	300
	Larghezza ala superiore esterna (cm)	30
	Spessore ala superiore esterna (cm)	2,0
	Larghezza raddoppio superiore (cm)	0
	Spessore Raddoppio ala superiore (cm)	0,0
	Spessore anima (cm)	0,9
	Larghezza raddoppio inferiore (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/cm ²)	2.100.000
CONTROVENTI SUPERIORI	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
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
SOLETTA	Classe di resistenza Rck (kg/cm ²)	450
	Spessore totale soletta (cm)	20,0
	Spessore da togliere per predalle (cm)	0,0
	Spessore sol. Collaborante (cm)	20,0
	Larghezza sol. collaborante (cm)	300,0
	Larghezza soletta x ritiro (cm)	300,0
COEFF.	Coef. omogeneizz. per perm.	16,01
	Coef. omogeneizz. per acc.	6,06
	Coef. omogeneizz. per ritiro	14,22
	Coef. omogeneizz. per cedimenti	19,63
	Coef. 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
SALDATURE	Altezza gola anima sup. (mm)	8
	Altezza gola anima inf. (mm)	8
	Altezza gola raddoppio sup. (mm)	0
	Altezza gola raddoppio inf. (mm)	0

Interasse travi metalliche sup. (cm)	300	CONCIO	C6	
Interasse travi metalliche inf. (cm)	300	FRAME		
		JOINT		
Interasse irrigidimenti verticali (cm)	150	num. Travi	2	
Luce campata di riferimento (m)	49,1			
Acciaio tipo	S	328,2	tipologia	VIA SUPERIORE

SI
2L 90x8

NO

ASSENTI



FASCI	Fase 2a	Permanenti
	Fase 3	Accidentali
	Fase 2b	Ritiro
	Fase 2c	Cedimenti

CARATTERISTICHE GEOMETRICHE

	A (cm ²)	y _i (cm)	J (cm ⁴)	J _{tor} (cm ⁴)	W _{sol} (cm ³)	W _{sfte} (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	979	117,6	8.393.827	3.453	1.394.587	109.921	71.353	112.878
Sezione metallica + soletta collab. Fase 3	6,06	1.594	151,0	11.247.627	3.453	1.081.463	261.413	74.501	274.156
Sezione metallica + soletta collab. Fase 2b	14,22	1.026	121,6	8.732.906	3.453	1.344.091	120.635	71.811	124.063
Sezione metallica + soletta collab. Fase 2c	19,63	910	111,1	7.833.874	3.453	1.494.114	94.471	70.527	96.806

AZIONI TRAVI PRINCIPALI										Foglio 2 di 13	
AZIONI SOLLECITANTI (M max)											
	1°Nodo			2°Nodo				AZIONI SOLLECITANTI (Mt max)			
	M (Nm)	N (N)	T (N)	Mt (Nm)	Mt (Nm)	valori x10 ⁴		Mt (Nm)	Mt (Nm)	valori x10 ⁴	
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		
	Anima sup	Anima max	Anima inf	Anima sup	Anima max	Anima inf			PARZIALI (daN/cm2)	TOTALI (daN/cm2)	
									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					
	T _{media}									Rapp τ	
	447,5									0,29	
VERIFICHE TRAVI PRINCIPALI TENSIONI IDEALI				VERIFICHE ARMATURE SOLETTA							
	TOTALI (daN/cm2)		PARZIALI (daN/cm2)		PARZIALI (daN/cm2)		TOTALI (daN/cm2)				
	Anima sup	Anima inf	arm sup	arm sup	arm sup	arm sup	arm sup				
Peso proprio acciaio	225	337	0	0	0	0					
Peso proprio soletta	708	1.060	0	0	0	0					
Permanenti	1.052	1.575	282	423	282	423					
Effetti primari del ritiro	1.533	1.611	446	958	446	958					
Effetti secondari del ritiro	1.533	1.611	0	958	0	958					
Accidentali mezzi + folla	2.253	3.809	645	1.829	645	1.829					
Vento	2.282	3.906	44	1.869	44	1.869					
Deformazioni termiche	2.398	3.915	188	2.004	188	2.004					
Cedimenti	2.398	3.915	0	2.004	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

(positive le compressioni)	PARZIALI (daN/cm2)					TOTALI ALLO SLE (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	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) Anima	TOTALI (daN/cm2) Anima
	Anima sup	Anima max	Anima inf	Anima sup	Anima max	Anima inf			
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/mmq
	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

Ala superiore

Raddoppio ala superiore

b _p =	14,550	cm	b _{radd} =	0,000	cm
t _p =	2,000	cm	t _{radd} =	0,000	cm

CLASSE DELL'ANIMA

Larghezza parte compressa	c	184	cm
Spessore parte compressa	t	0,9	cm
Tipo di acciaio		328	N/mmq
	ε	0,85	
Rapporto c/t		205	CL. 4

κσ =	0,430	-	κσ =	0,430	-
λ _{pp} =	0,462	-	λ _{radd} =	0,000	-
ρ _p =	1,000	-	ρ _{radd} =	1,000	-

CLASSE SEZ 4

VERIFICA DELLA SEZIONE IN CLASSE 4

Foglio
4 di 13

COEFFICIENTI DA NORMATIVA

γ_{M0}	coefficiente di resistenza	1,05
γ_{M1}	coefficiente a instabilità	1,10
η	coefficiente adimensionale	1,20

Sono presenti irrigidimenti longitudinali ? (S/N)
S

Altezza netta dell'anima	hw =	1.865	mm
Larghezza irrigidimento longitudinale	bsl =	200	mm
Altezza irrigidimento longitudinale	hsl =	90	mm
Spessore irrigidimento longitudinale	tsl =	9,0	mm
	15·t =	114	mm
	hw1 =	985	mm
Distanza tra gli irrigidimenti trasversali	a =	1.500	mm

Classe dell'irrigidimento longitudinale			
piattabanda	25	classe	1
anima	11	classe	3
profilo		classe	3

Distanza tra lembo superiore compresso del pannello d'anima e baricentro della piattabanda dell'irrigidimento longitudinale.

TENSIONI

σ_1	Tensione totale SLU anima sup (positiva)	171,8	N/mmq
σ_2	Tensione totale SLU anima inf (negativa)	-151,4	
σ_{s1}	Tensione SLU nel pannello ad altezza hw1	1,1	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)

Calcolo stabilità dei pannelli soggetti a compressione

Piattabanda compressa:

VALORI DA TAB C4.2.IX CIRCOLARE n°617/C.S.LL.PP

Ala superiore

b_p =	14,6	cm	b_{radd} =	0,0	cm
t_{fp} =	2,0	cm	t_{fradd} =	0,0	cm
k_{σ} =	0,430	-	k_{σ} =	0,430	-
λ_{pp} =	0,462	-	λ_{Pradd} =	0,000	-
ρ_p =	1,000	-	ρ_{radd} =	1,000	-

coefficiente per l'instabilità a compressione

Calcolo delle aree efficaci e lorde dei sottopannelli.

VALORI DA TAB C4.2.VIII CIRCOLARE n°617/C.S.LL.PP

Sottopannello 1:

b_1 =	981	mm	b_{2c} =	6	mm
ψ_1 =	0,006	-	ψ_2 =	-137,402	-
$k_{\sigma 1}$ =	7,762	-	$k_{\sigma 2}$ =	23,900	-
λ_{p1} =	1,627	-	λ_{p2} =	0,006	-
ρ_1 =	0,552	-	ρ_2 =	1,000	-

b_2 =	876	mm
b_{2l} =	869	mm

larghezze lorde:

$b_{1,lat}$	393	mm	$b_{2,sup}$	3	mm
$b_{1,inf}$	588	mm	$b_{2,lat}$	4	mm

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 $\sigma_{cr,p}$ e ρ :

$A_{sl,1}$	7.923	[mm ²]	area lorda dell'irrigiditore longitudinale e della porzione lorda di anima collaborante.
$x_{sl,1}$	42	[mm]	distanza tra baricentro dell'area lorda e asse dell'anima.
$I_{sl,1}$	4.079	[cm ⁴]	momento d'inerzia fuori piano dell'area lorda.

Buckling dell'irrigidimento longitudinale e calcolo di $\sigma_{cr,p}$

b_1	985	[mm]	distanza tra irrigiditore e bordo longitudinale compresso del pannello d'anima
b_2	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
$\sigma_{cr,sl}$	4.745	[MPa]	tensione critica nell'irrigiditore longitudinale
$\sigma_{cr,p}$	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
$\beta_{A_c}^p$	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 :

Asl,1	7.923	[mm ²]	area lorda dell'irrigiditore longitudinale e della porzione lorda di anima collaborante.
Isl,1	4.079	[cm ⁴]	momento d'inerzia fuori piano dell'area lorda
Asl,1,eff	5.554	[mm ²]	area dell'irrigiditore longitudinale e della porzione efficace di anima collaborante
$\beta_{A,c}$	0,701	[-]	rapporto Asl,1,eff / Asl,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
e2	42	[mm]	distanza tra baricentro della sezione lorda di irrigiditore + parte di anima collaborante e asse medio dell'anima
e1	90	[mm]	distanza tra baricentro del solo irrigiditore e baricentro della sezione lorda di irrigiditore + anima collaborante
e	90	[mm]	max (e1; e2)
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

$A_{c,eff} = \rho_c A_{ceff,loc} + \sum b_{l,eff} \cdot t$ 7.539 [mm²] 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/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_{ge} (cm ³)	W_{fic} (cm ³)	$W_{animsup}$ (cm ³)	$W_{animainf}$ (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)

valori x10 ⁴	1°Nodo			2°Nodo		e _N (cm)
	M+N*e _N (Nm)	N (N)	T (N)	Mt (Nm)	Mt (Nm)	
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

AZIONI SOLLECITANTI (Mt max)

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

(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

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	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 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	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

τ _{media}
449,0

Rapp τ
0,29

VERIFICHE TRAVI PRINCIPALI TENSIONI IDEALI

	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

Le verifiche sono condotte negli attacchi piattabande - anima

Rapp σ sup	Rapp σ inf
0,78	1,27

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

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

Foglio
7 di 13

VERIFICHE TRAVI PRINCIPALI A PRESSOFLESSIONE

(positive le compressioni)	PARZIALI (daN/cm ²)					TOTALI ALLO SLU STR - Az.base Accidentali mezzi + folla- (daN/cm ²)				
	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	174	170	-245	-257
Peso proprio soletta	0	373	363	-525	-551	0	547	533	-770	-808
Permanenti	19	240	234	-337	-354	19	786	766	-1.107	-1.162
Effetti primari del ritiro	-8	421	416	-29	-42	11	1.207	1.182	-1.136	-1.204
Effetti secondari del ritiro	0	0	0	0	0	11	1.207	1.182	-1.136	-1.204
Accidentali mezzi + folla	114	476	455	-1.569	-1.629	96	1.564	1.523	-2.312	-2.425
Vento	8	33	31	-107	-111	96	1.564	1.523	-2.312	-2.425
Deformazioni termiche primarie +DT	3	-175	-173	11	17	98	1.459	1.419	-2.305	-2.415
Deformazioni termiche secondarie +DT	0	0	0	0	0	98	1.459	1.419	-2.305	-2.415
Deformazioni termiche primarie -DT	-3	175	173	-11	-17	95	1.669	1.627	-2.319	-2.436
Deformazioni termiche secondarie -DT	0	0	0	0	0	95	1.669	1.627	-2.319	-2.436
Cedimenti	0	0	0	0	0	98	1.669	1.627	-2.319	-2.436

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	12	17	19	12	17	19		0,00	0,00
Peso proprio soletta	27	40	45	39	57	65		0,00	0,00
Permanenti	20	23	20	59	80	85		0,00	0,00
Effetti primari del ritiro	0	0	0	59	80	85		0,00	0,00
Effetti secondari del ritiro	0	0	0	59	80	85		0,00	0,00
Accidentali mezzi + folla	247	258	215	244	273	246		0,00	0,00
Vento	5	6	5	244	273	246		0,00	0,00
Deformazioni termiche	0	0	0	244	273	246		0,00	0,00
Cedimenti	0	0	0	244	273	246		0,00	0,00

VERIFICHE A TAGLIO E TORSIONE	PARZIALI (daN/cm ²)			TOTALI ALLO SLU STR (daN/cm ²)		
	Anima sup	Anima max	Anima inf	Anima sup	Anima max	Anima inf
Peso proprio acciaio	12	17	19	12	17	19
Peso proprio soletta	27	40	45	39	57	65
Permanenti	20	23	20	59	80	85
Effetti primari del ritiro	0	0	0	59	80	85
Effetti secondari del ritiro	0	0	0	59	80	85
Accidentali mezzi + folla	247	258	215	244	273	246
Vento	5	6	5	244	273	246
Deformazioni termiche	0	0	0	244	273	246
Cedimenti	0	0	0	244	273	246

T _{media}	254,42
--------------------	--------

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	4,09	[MPa]
Tensione critica euleriana pannello sup.	σ_E	15,86	[MPa]
Tensione critica euleriana pannello inf.	σ_E	16,87	[MPa]

dist. dal lembo inferiore del punto di $\sigma = 0$	x	114,01	[cm]
controllo posizionamento irrigidimento	IRRIGIDIMENTO IN ZONA TESA		
Tensione SLU nel pannello ad altezza hw1	σ_{sl1}	-377	[MPa]

Altezza totale pannello d'anima	hw [cm] =	194,0
Spessore anima	sw [mm] =	9
Lunghezza pannello compreso tra 2 irrigiditori trasversali	a [mm] =	1.500

Coeffic. di instabilità a taglio intera anima	k_{τ}	12,93	[-]
Coeffic. di instabilità a taglio pannello SUP.	k_{τ}	27,91	[-]
Coeffic. di instabilità a taglio pannello INF.	k_{τ}	28,20	[-]

Intera anima	-	VERIFICA NON NECESSARIA
Pannello sup.	1,358	VERIFICA NON SODDISFATTA
Pannello inf.	0,113	VERIFICA SODDISFATTA

Rapp η	1,23
-------------	------

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	fyk(Mpa)= 328,2	fyd (Mpa)= 328,20
Pannelli:	acciaio S 328,2	fyk(Mpa)= 328,2	fyd (Mpa)= 328,20

γ_m **1**

Deve essere verificata la limitazione: **hw/tw <= 400** (punto 1.2-10030)
hw/tw = 207,22 <= 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)	y (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!

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

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	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	
η_1	h1/hw	0,526	
η_2	h2/hw	-	

0,804

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

Valori tabulari (prospetti 3.1 e 3.2 10030)

$\gamma(L,\tau)$ **19,12** $\gamma(L,\sigma)$ **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)	y (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 γ_T hw tw³**

Valori tabulari (prospetti 3.1 e 3.2 10030)

K **1,00** γ_T **60,00**

I_L = 14.452.053 > 12.236.265 VERIFICA SODDISFATTA

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

0,804

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

Stabilità dell'anima (punto 7.6-10011)

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:	V _{rd} = V _{cr} + V _t				
$\tau^* = \tau_{cr, min}$	110,59	bs	300	bi	600
σ_{td}	136,88	ts	20	ti	55
θ	0,893	N _{fd}	10.727.717	M _{fi}	2.815.845
ϕ	0,596	M _{fs}	282.363.811	di	170,43
		ds	1.706,67		

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

$V_{cr} = h_w t_{we2} \tau^* = 1.856.204 \text{ N}$
 $V_t = 1.213.277 \text{ N}$
 $V_{Rd} = 3.069.481 \text{ N}$
 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 = $0,7 \cdot h_w =$	1.306 mm
Sforzo normale = $N_{ird} = V_{rd} - 0,8 \cdot V_{cr} =$	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 = $\lambda =$	25,11
Sforzo critico euleriano = $\sigma_{cr} =$	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_{ird} = 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:
 $hw/t = 215,56 > 31/\eta^* \varepsilon^* \sqrt{k_T} = 105,287$

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 $\alpha = a/h_w$	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]

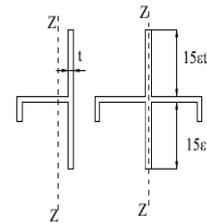
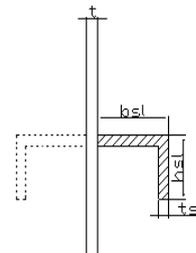


Figura C4.2.12 – Irrigidimenti longitudinali dei pannelli d'anima

N

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

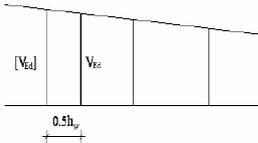
Foglio
13 di 13

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:

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

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).

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

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

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]
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]

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

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

$w = w_0 \frac{1}{N_{cr,st} - 1} (1 + 1,25g_m) = 0,00$ [mm] < $b/300 = 6,47$ [mm] -

$\sigma_{max} = \frac{N_{st,Ed}}{A_{st}} + \frac{\Sigma N_{st,Ed} e_{max} W_0}{I_{st}} \cdot \frac{1}{1 - \frac{\Sigma N_{st,Ed}}{N_{cr,st}}} (1 + 1,11g_m) = 24,57$ [MPa] ≤ 298,36 [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. + $2 \cdot 15ct^2 + t_{st,w} t$)	3.088	[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

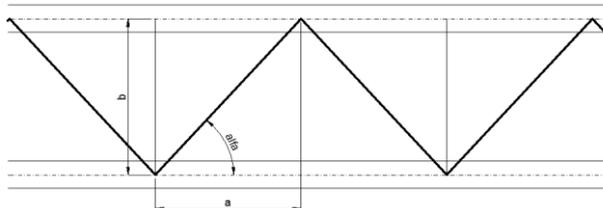
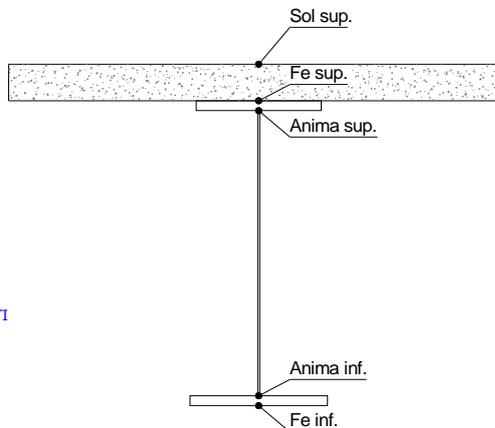
TRAVE IN ACCIAIO	Altezza sezione metallica (cm)	197
	Interasse travi metalliche (cm)	300
	Larghezza ala superiore esterna (cm)	30
	Spessore ala superiore esterna (cm)	2,0
	Larghezza raddoppio superiore (cm)	0
	Spessore Raddoppio ala superiore (cm)	0,0
	Spessore anima (cm)	0,8
	Larghezza raddoppio inferiore (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/cm ²)	2.100.000
CONTROVENTI SUPERIORI	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
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
SOLETTA	Classe di resistenza Rck (kg/cm ²)	450
	Spessore totale soletta (cm)	20,0
	Spessore da togliere per predalle (cm)	0,0
	Spessore sol. Collaborante (cm)	20,0
	Larghezza sol. collaborante (cm)	300,0
	Larghezza soletta x ritiro (cm)	300,0
COEFF.	Coef. omogeneizz. per perm.	16,01
	Coef. omogeneizz. per acc.	6,06
	Coef. omogeneizz. per ritiro	14,22
	Coef. omogeneizz. per cedimenti	19,63
	Coef. 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
SALDATURE	Altezza gola anima sup. (mm)	8
	Altezza gola anima inf. (mm)	8
	Altezza gola raddoppio sup. (mm)	0
	Altezza gola raddoppio inf. (mm)	0
	Altezza gola anima sup. (mm)	12
	Altezza gola anima inf. (mm)	12
	Larghezza gola raddoppio sup. (mm)	0
	Larghezza gola raddoppio inf. (mm)	0

Interasse travi metalliche sup. (cm)	300	CONCIO	C7	
Interasse travi metalliche inf. (cm)	300	FRAME		
		JOINT		
Interasse irrigidimenti verticali (cm)	150	num. Travi	2	
Luce campata di riferimento (m)	49,1			
Acciaio tipo	S	328,2	tipologia	VIA SUPERIORE

SI
2L 90x8

NO

ASSENTI



FASCI	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 _{fu} (cm ³)	W _{anima sup.} (cm ³)	W _{anima inf.} (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
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
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
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

AZIONI TRAVI PRINCIPALI										Foglio 2 di 13	
AZIONI SOLLECITANTI (M max)										AZIONI SOLLECITANTI (Mt max)	
	1°Nodo			2°Nodo		valori x10 ⁴			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		
	Anima sup	Anima max	Anima inf	Anima sup	Anima max	Anima inf			PARZIALI (daN/cm2)	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	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					
	τ _{media}									Rapp τ	
	324,4									0,21	
VERIFICHE TRAVI PRINCIPALI TENSIONI IDEALI				VERIFICHE ARMATURE SOLETTA							
	TOTALI (daN/cm2)		PARZIALI (daN/cm2)		PARZIALI (daN/cm2)		TOTALI (daN/cm2)				
	Anima sup	Anima inf	arm sup	arm sup	arm sup	arm sup	arm sup				
Peso proprio acciaio	230	348	0	0	0	0					
Peso proprio soletta	720	1.093	0	0	0	0					
Permanenti	1.070	1.623	289	433	289	433					
Effetti primari del ritiro	1.560	1.656	449	973	449	973					
Effetti secondari del ritiro	1.560	1.656	0	973	0	973					
Accidentali mezzi + folla	2.249	3.918	661	1.864	661	1.864					
Vento	2.276	4.018	45	1.905	45	1.905					
Deformazioni termiche	2.396	4.026	189	2.041	189	2.041					
Cedimenti	2.396	4.026	0	2.041	0	2.041					
	Rapp σ sup									Rapp σ inf	
	0,77									1,34	

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

(positive le compressioni)	PARZIALI (daN/cm2)					TOTALI ALLO SLE (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	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) Anima	TOTALI (daN/cm2) 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	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

Piattabanda compressa:

VALORI DA TAB C4.2.IX CIRCOLARE n°617/C.S.LL.PP

Ala superiore

Raddoppio ala superiore

b _p =	14,600	cm	b _{radd} =	0,000	cm
t _p =	2,000	cm	t _{radd} =	0,000	cm

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

κσ =	0,430	-	κσ =	0,430	-
λ _{pp} =	0,463	-	λ _{radd} =	0,000	-
ρ _p =	1,000	-	ρ _{radd} =	1,000	-

CLASSE SEZ 4

VERIFICA DELLA SEZIONE IN CLASSE 4

Foglio
4 di 13

COEFFICIENTI DA NORMATIVA

γ_{M0}	coefficiente di resistenza	1,05
γ_{M1}	coefficiente a instabilità	1,10
η	coefficiente adimensionale	1,20

Sono presenti irrigidimenti longitudinali ? (S/N)

S

Altezza netta dell'anima	hw =	1.895	mm
Larghezza irrigidimento longitudinale	bsl =	200	mm
Altezza irrigidimento longitudinale	hsl =	90	mm
Spessore irrigidimento longitudinale	tsl =	9,0	mm
	15·t =	102	mm
	hw1 =	985	mm
Distanza tra gli irrigidimenti trasversali	a =	1.500	mm

Classe dell'irrigidimento longitudinale

piattabanda	25	classe	1
anima	11	classe	3
profilo		classe	3

Distanza tra lembo superiore compresso del pannello d'anima e baricentro della piattabanda dell'irrigidimento longitudinale.

TENSIONI

σ_1	Tensione totale SLU anima sup (positiva)	239,3	N/mm ²
σ_2	Tensione totale SLU anima inf (negativa)	-195,0	
σ_{s1}	Tensione SLU nel pannello ad altezza hw1	13,6	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)

Calcolo stabilità dei pannelli soggetti a compressione

Piattabanda compressa:

VALORI DA TAB C4.2.IX CIRCOLARE n°617/C.S.LL.PP

Ala superiore

Raddoppio ala superiore

b_p =	14,6	cm	b_{radd} =	0,0	cm
t_{fp} =	2,0	cm	t_{fradd} =	0,0	cm
k_{σ} =	0,430	-	k_{σ} =	0,430	-
λ_{pp} =	0,463	-	λ_{pradd} =	0,000	-
ρ_p =	1,000	-	ρ_{radd} =	1,000	-

coefficiente per l'instabilità a compressione

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} =	59	mm	b_2 =	906	mm
ψ_1 =	0,057	-	ψ_2 =	-14,385	-	b_{2l} =	847	mm
$k_{\sigma 1}$ =	7,410	-	$k_{\sigma 2}$ =	23,900	-			
λ_{p1} =	1,874	-	λ_{p2} =	0,063	-			
ρ_1 =	0,486	-	ρ_2 =	1,000	-			

larghezze lorde:

$b_{1,lat}$	397	mm	$b_{2,sup}$	24	mm
$b_{1,inf}$	584	mm	$b_{2,lat}$	35	mm

larghezze efficaci

$b_{1,eff}$	476	mm	$b_{2,eff}$	59	mm
$b_{1,lat,eff}$	193	mm	$b_{2,sup,eff}$	24	mm
$b_{1,inf,eff}$	284	mm	$b_{2,lat,eff}$	35	mm
$x_{1,eff}$	504	mm	$x_{2,eff}$	0	mm

Comportamento tipo piastra: calcolo di $\sigma_{cr,p}$ e ρ :

$A_{sl,1}$	7.460	[mm ²]	area lorda dell'irrigiditore longitudinale e della porzione lorda di anima collaborante.
$x_{sl,1}$	45	[mm]	distanza tra baricentro dell'area lorda e asse dell'anima.
$I_{sl,1}$	3.968	[cm ⁴]	momento d'inerzia fuori piano dell'area lorda.

Buckling dell'irrigidimento longitudinale e calcolo di $\sigma_{cr,p}$

b_1	985	[mm]	distanza tra irrigiditore e bordo longitudinale compresso del pannello d'anima
b_2	910	[mm]	distanza tra irrigiditore e bordo longitudinale teso del pannello d'anima
b	1.895	[mm]	altezza del pannello d'anima
a_c	10.367	[mm]	distanza critica tra gli irrigidimenti trasversali
$\sigma_{cr,sl}$	4.902	[MPa]	tensione critica nell'irrigiditore longitudinale
$\sigma_{cr,p}$	81.118	[MPa]	tensione critica al lembo maggiormente compresso del pannello d'anima per comportamento a piastra

Calcolo del coefficiente ρ :

A_c	7.460	[mm ²]	area lorda della zona compressa del pannello d'anima irrigidito eccetto le parti laterali
$A_{c,eff,loc}$	5.058	[mm ²]	area efficace della zona compressa del pannello d'anima irrigidito eccetto le parti laterali
$\beta_{A_c}^p$	0,678	[-]	rapporto $A_{c,eff,loc} / A_c$
λ_p	0,052	[-]	snellezza
ψ	-0,815	[-]	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 :

Asl,1	7.460	[mm ²]	area lorda dell'irrigiditore longitudinale e della porzione lorda di anima collaborante.
Isl,1	3.968	[cm ⁴]	momento d'inerzia fuori piano dell'area lorda
Asl,1,eff	5.058	[mm ²]	area dell'irrigiditore longitudinale e della porzione efficace di anima collaborante
$\beta_{A,c}$	0,678	[-]	rapporto Asl,1,eff / Asl,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
e2	45	[mm]	distanza tra baricentro della sezione lorda di irrigiditore + parte di anima collaborante e asse medio dell'anima
e1	87	[mm]	distanza tra baricentro del solo irrigiditore e baricentro della sezione lorda di irrigiditore + anima collaborante
e	87	[mm]	max (e1; e2)
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

$A_{c,eff} = \rho_c A_{ceff,loc} + \sum b_{l,eff} \cdot t$ 6.883 [mm²] 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]
l _{sl,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_{ge} (cm ³)	W_{ife} (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	1°Nodo			2°Nodo		ε _N (cm)
	M+N*e _N (Nm)	N (N)	T (N)	Mt (Nm)	Mt (Nm)	
Peso proprio acciaio	194	0	0	0	0	-5,49
Peso proprio soletta	415	0	0	0	0	-5,49
Permanenti	266	0	0	0	0	-1,97
Effetti primari del ritiro	210	247	0	0	0	-1,81
Effetti secondari del ritiro	0	0	0	0	0	-1,81
Accidentali mezzi + folla	1.281	0	39	0	0	-0,86
Vento	87	0	0	0	0	-0,86
Deformazioni termiche primarie	113	208	0	0	0	-0,86
Deformazioni termiche secondarie	0	0	0	0	0	-0,86
Cedimenti	0	0	0	0	0	-2,24

AZIONI SOLLECITANTI (Mt max)

valori x10 ⁴	1°Nodo		2°Nodo	
	Mt (Nm)	Mt (Nm)	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	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

(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)	TOTALI (daN/cm2)
	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	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}
324,2

Rapp τ
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	Rapp σ inf
0,79	1,32

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

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

Foglio
7 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	180	175	-254	-267	0	180	175	-254	-267
Peso proprio soletta	0	384	375	-544	-571	0	564	550	-799	-838
Permanenti	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/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	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/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	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

T_{media}
173,25

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 $\alpha = a/hw$	0,761	[-]

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

dist. dal lembo inferiore del punto di $\sigma = 0$	x	116,40	[cm]
controllo posizionamento irrigidimento	IRRIGIDIMENTO IN ZONA TESA		
Tensione SLU nel pannello ad altezza hw1	σ_{sl1}	-370	[MPa]

Altezza totale pannello d'anima	hw [cm] =	197,0
Spessore anima	sw [mm] =	8
Lunghezza pannello compreso tra 2 irrigiditori trasversali	a [mm] =	1.500

Coeffic. di instabilità a taglio intera anima	k_{τ}	13,21	[-]
Coeffic. di instabilità a taglio pannello SUP.	k_{τ}	31,37	[-]
Coeffic. di instabilità a taglio pannello INF.	k_{τ}	31,37	[-]

Intera anima	-	VERIFICA NON NECESSARIA
Pannello sup.	1,839	VERIFICA NON SODDISFATTA
Pannello inf.	0,134	VERIFICA SODDISFATTA

Rapp η
1,67

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

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

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)	y (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 = 240 t1 = 8
b/t = 22,22 <= 12,00 NO!

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

Deve essere verificata la disuguaglianza: **I >= 0,15 mL γ_L hw tw³**

	Descrizione	Valore	u.d.m.
mL	$1,00 <= 0,015 (hw/tw-70) <= 2,00$	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	
η_1	h1/hw	0,517	
η_2	h2/hw	-	

Valori tabulari (prospetti 3.1 e 3.2 10030)

$\gamma(L,\tau)$ **17,77** $\gamma(L,\sigma)$ **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)	y (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 = 240 t1 = 8

Deve essere verificata la disuguaglianza: **I >= 0,15 γ_T hw tw³**

Valori tabulari (prospetti 3.1 e 3.2 10030)

K **1,00** γ_T **60,00**

$I_L = 14.452.053 > 8.732.160$ **VERIFICA SODDISFATTA**

0,792			
	α	τ	σ
α inf	0,7	8	3
α sup	1	40	6
Valore interpolato		17,77	3,92

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

0,792		
	α	T
α inf	0,7	60
α sup	1	60
Valore interpolato		60,00

Stabilità dell'anima (punto 7.6-10011)

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)
 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 $k\sigma$
 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=	516	Msd=	32.913
Momento resistente delle sole piattabande:	Mrd =	20.718	kNm	
Momento resistente della sezione lorda:	M'Rd =	23.362	kNm	
Spessore equivalente anima:	twe2 =	8,00	mm	

NB: valori agli SLU

Taglio resistente di calcolo:	Vrd = Vcr+Vt				
$\tau^* = \tau_{cr,min}$	87,38	bs	300	bi	600
σ_{td}	177,04	ts	20	ti	55
θ	0,901	Nfd	10.720.645	Mfi	3.008.410
ϕ	0,601	Mfs	281.978.679	di	163,05
		ds	1.578,59		

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

Vcr=hw twe2 τ^* = 1.324.642 N
 Vt = 1.360.907 N
 VRd = 2.685.550 N
 Verifica= #NUM! N >= 516.497 #NUM!

Verifica delle nervature trasversali (punto 3.2.2-10030)

Larghezza collaborante anima = be+t=	310 mm
Lunghezza libera inflessione = 0,7*hw=	1.327 mm
Sforzo normale = Nird=Vrd-0,8*Vcr=	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 = NcrE=	12.824.787 N
Carico resistente a instabilità = NRd=	1.339.251 N

NRd = 1.339.251 >= Nird = 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 $k\tau$ 25,19 [-]

Necessaria verifica instabilità per taglio poiché:
 $hw/t = 246,25 > 31/\eta \cdot \varepsilon \cdot \sqrt{k\tau} = 109,710$

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 $\alpha = a/h_w$	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	$k\tau$	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	$k\tau,1$			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]

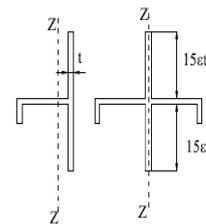
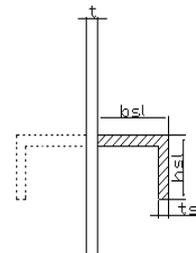


Figura C4.2.12 – Irrigidimenti longitudinali dei pannelli d'anima

N

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

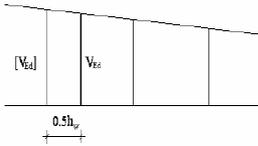
Foglio
13 di 13

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:

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

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).

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

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

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]	
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]	

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

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

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

$$\sigma_{max} = \frac{N_{st,Ed}}{A_{st}} + \frac{\Sigma N_{st,Ed} e_{max} W_0}{I_{st}} \cdot \frac{1}{1 - \frac{\Sigma N_{st,Ed}}{N_{cr,st}}} (1 + 1,11 q_m) = 24,08 \quad \text{[MPa]} \leq 298,36 \quad \text{[MPa]} - \quad \text{VERIFICA SODDISFATTA}$$

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**