



Regione Piemonte
Città Metropolitana di Torino

E

Comune di
SUSA

ADEGUAMENTO STATICO DELLA SCUOLA COMUNALE DI VIA COUVERT

Doc CE ST

*PROGETTO
DEFINITIVO/ESECUTIVO*

SCALA: -

DATA: **01/2018**

COM. AS1805

REV. _____

FILE: _____

**CALCOLI
ESECUTIVI**

Progetto:



Studio Tecnico Associato

Arch. A. Vergnano - Ing. A. Camelliti - Arch. A. Di Gregorio - Arch. S. Arena

Corso Peschiera 136, 10138 Torino

Tel 011 0361986

Fax 011 0361987

e-mail studio.as32@gmail.com

Responsabile Unico del Procedimento: **Arch. Maria Grazia De Michele**

SOMMARIO

1	PREMESSA	2
2	PRIMO SOLAIO – PIANO TERRA	2
2.1	Travi	3
2.1.1	T101-102	3
2.1.2	T103-104-105-106	4
2.1.3	T107-108-109	9
2.1.4	T110	10
2.1.5	T111	11
2.1.6	T114	11
2.1.7	T115-116-117-118	12
2.1.8	T122	17
2.2	Solai	18
2.2.1	N101	18
2.2.2	N103	19
2.2.3	N109	19
3	SECONDO SOLAIO – PIANO PRIMO	21
3.1	Travi	21
3.1.1	T205-206-207-208	21
3.1.2	T214	23
3.1.3	T225-226-227-228-229	24
3.1.4	T230	26
3.1.5	T231-232-233-234-235-236	26
3.1.6	T242	27
3.1.7	T244-245-246	28
3.1.8	T248-249-250-251-252-253-254-255	28
3.2	Solai	29
3.2.1	N211	29
3.2.2	N212	30
3.2.3	N213	30
3.2.4	N214	31
4	TERZO SOLAIO – PIANO SOTTOTETTO	32
4.1	Travi	33
4.1.1	T301-302	33
4.1.2	T305-306-307-308	33
4.1.3	T309	36
4.1.4	T310	36
4.1.5	T314	37
4.1.6	T320	38
4.2	Solai	39
4.2.1	N301	39
4.2.2	N306	40
5	COPERTURA	41
5.1	Travi	41
5.1.1	T405	41
5.2	Solai	42
5.2.1	N401	42
5.2.2	N403	43
5.2.3	N506	44
6	ALLEGATO – CARPENTERIA SECONDO SOLAIO	45

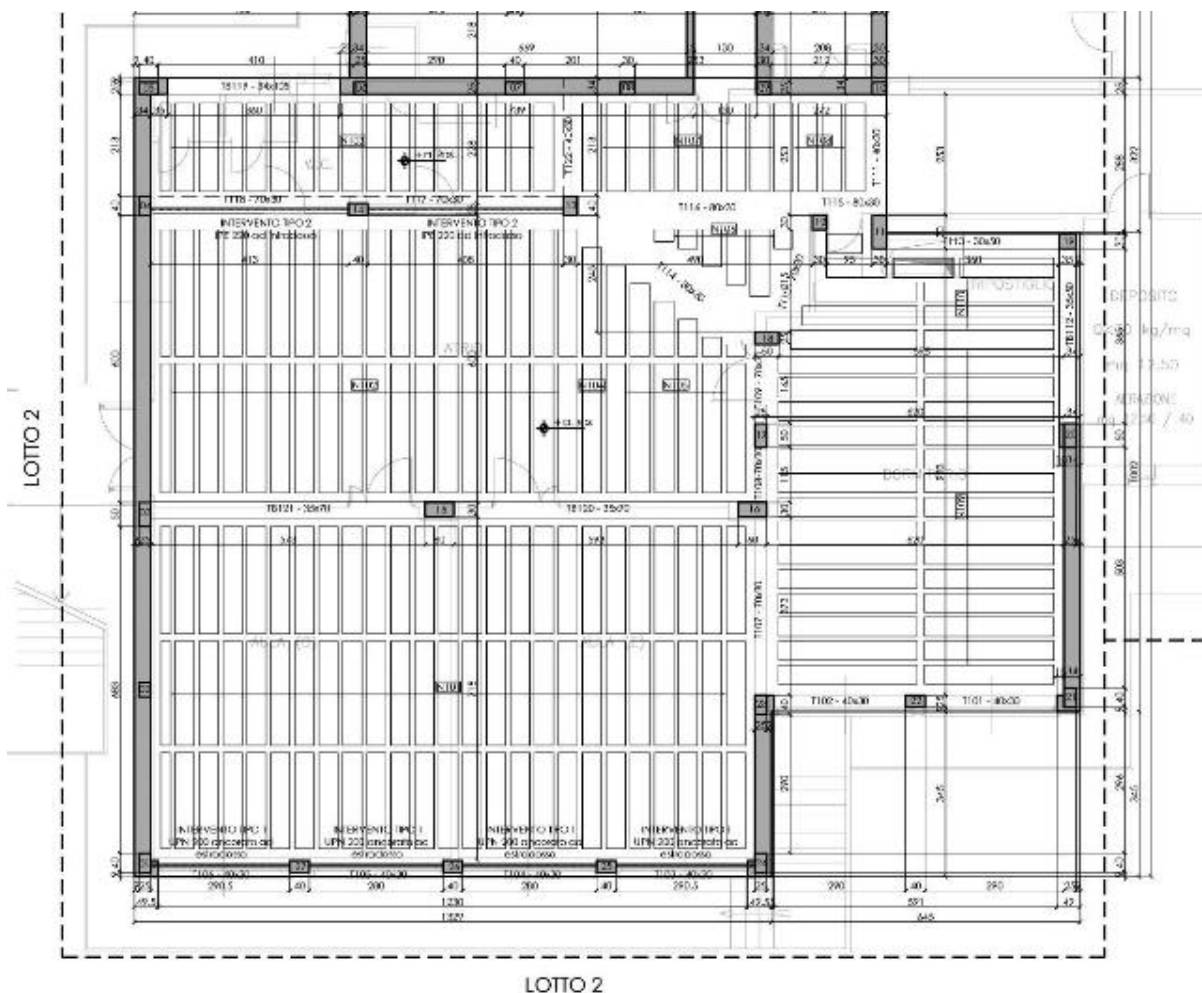
1 PREMESSA

La relazione che segue riporta i calcoli di verifica dei solai della scuola elementare sita in Susa, C.so Couvert.

Nel seguito vengono riportate le verifiche relative a travi e travetti e laddove, si sia reso necessario, i dimensionamenti delle travi metalliche e degli ancoraggi necessari al consolidamento delle membrature di solaio.

2 PRIMO SOLAIO – PIANO TERRA

Il primo orizzontamento divide il piano terra dal piano interrato. La destinazione d'uso è scolastica e comprende quindi aule e atri, corridoi e servizi igienici etc.



Le verifiche sono state condotte considerando le resistenze dei materiali rilevate con le indagini in situ mentre quantità e disposizione delle armature è stata presa dai disegni esecutivi strutturali originali.

2.1 Travi

2.1.1 T101-102

VERIFICA DI UNA TRAVE IN C.A. A STATO LIMITE ULTIMO E DI ESERCIZIO (verifica trave rettangolare o a T)

SUSA - SCUOLA COUVERT - I SOLAIO - T101 - M+

Normativa di riferimento Decreto 14/01/2008 Norme Tecniche

SEZIONE				MATERIALI			
Ala superiore	B	cm		Acciaio	f_{yk}	430 N/mm ²	γ_s 1,15
Spessore ala superiore	h_s	cm		FeB44	E_s	210000 N/mm ²	f_{yd} 373,9 N/mm ²
Anima	b_u	40,0 cm					ϵ_{syd} 0,178%
Altezza totale	H	30,0 cm	H/L = 1/11				Tensione in comb.rare f_{ytrare} 344,0 N/mm ²
Copriferro asse armatura compressa	c'	3,0 cm		Calcestruzzo	f_{ck}	16 N/mm ²	γ_c 1,50
Copriferro asse armatura tesa	c	3,0 cm		C16/20	R_{ck}	20 N/mm ²	α_{cc} 0,85
Altezza utile	d	27,0 cm	0,9d = 24,3cm		E_c	28600 N/mm ²	Tensione in comb.rare $f_{cd rare}$ 9,6 N/mm ²
Luce trave	L	3,20 m		Fluage	ϕ	1,70	Tensione in comb.quasi permanenti $f_{cd q.perm.}$ 7,2 N/mm ²
				Ritiro	ϵ_r	$2 \cdot 10^{-4}$	Taglio $0,5 \cdot f_{cd}$ 4,5 N/mm ²
ANALISI DEI CARICHI				ARMATURE			
PERMANENTI	kN/m ²	m		SLU	SLE rare	SLE frequenti	SLE quasi perm
Peso proprio			3,0 kN/m				
Solaio	3,20 x	0,10	0,3 kN/m				
Totale pesi propri	γ_{G1} 1,30 x		3,3 kN/m	4,3 kN/m	3,3 3,3 kN/m	3,3 3,3 kN/m	3,3 kN/m
Permanenti portati	2,00 x	0,50	1,0 kN/m				
Tramezzi	1,20 x	0,50	0,6 kN/m				
	x	0,50	kN/m				
Murature di tamponamento	2,50 x	3,00	7,5 kN/m				
Totale permanenti	γ_{G2} 1,30 x		9,1 kN/m	11,8 kN/m	ψ_0 9,1 9,1 kN/m	ψ_1 9,1 9,1 kN/m	ψ_2 9,1 kN/m
VARIABILI			1,5 kN/m		0,70 1,5 1,5	0,50 0,8 0,8	0,30 0,5
	x	0,50	kN/m		0,70	0,50	0,30
Totale variabili	γ_Q 1,50 x		1,5 kN/m	2,3 kN/m	1,5 1,5 kN/m	0,8 0,8 kN/m	0,5 kN/m
SLU - STATO LIMITE ULTIMO FLESSIONE				ARMATURE			
Calcolo SLU				ARMATURE			
Momento di calcolo trave continua	M*	kNm		Estradosso	n° ϕ [mm]	Area	
Coefficiente per calcolo momento minimo	α	14,3			2,0 8	1,01	Intradosso n° ϕ [mm] Area
Momento minimo	$M_{min} = qL^2/\alpha$	13,17 kNm					2 10 1,57
Momento di verifica	Msd	13,17 kNm					2 8 1,01
Momento resistente	Mrd	24,48 kNm	verificato 1,86		As'	1,01 cm ²	As 2,58 cm ²
Deformazioni	Campo 2	ϵ_c -1,717 ϵ_s 10,000			$\gamma = A_s'/A_s$ 39% $\rho = A_s'/A_c$ 0,08%		$\rho = A_s/A_c$ 0,21%
	x	3,96 cm			Diametro equivalente 9,1 mm		ρ_{min} 0,33% ρ_{max} 0,90%

VERIFICA DI UNA TRAVE IN C.A. A STATO LIMITE ULTIMO E DI ESERCIZIO (verifica trave rettangolare o a T)

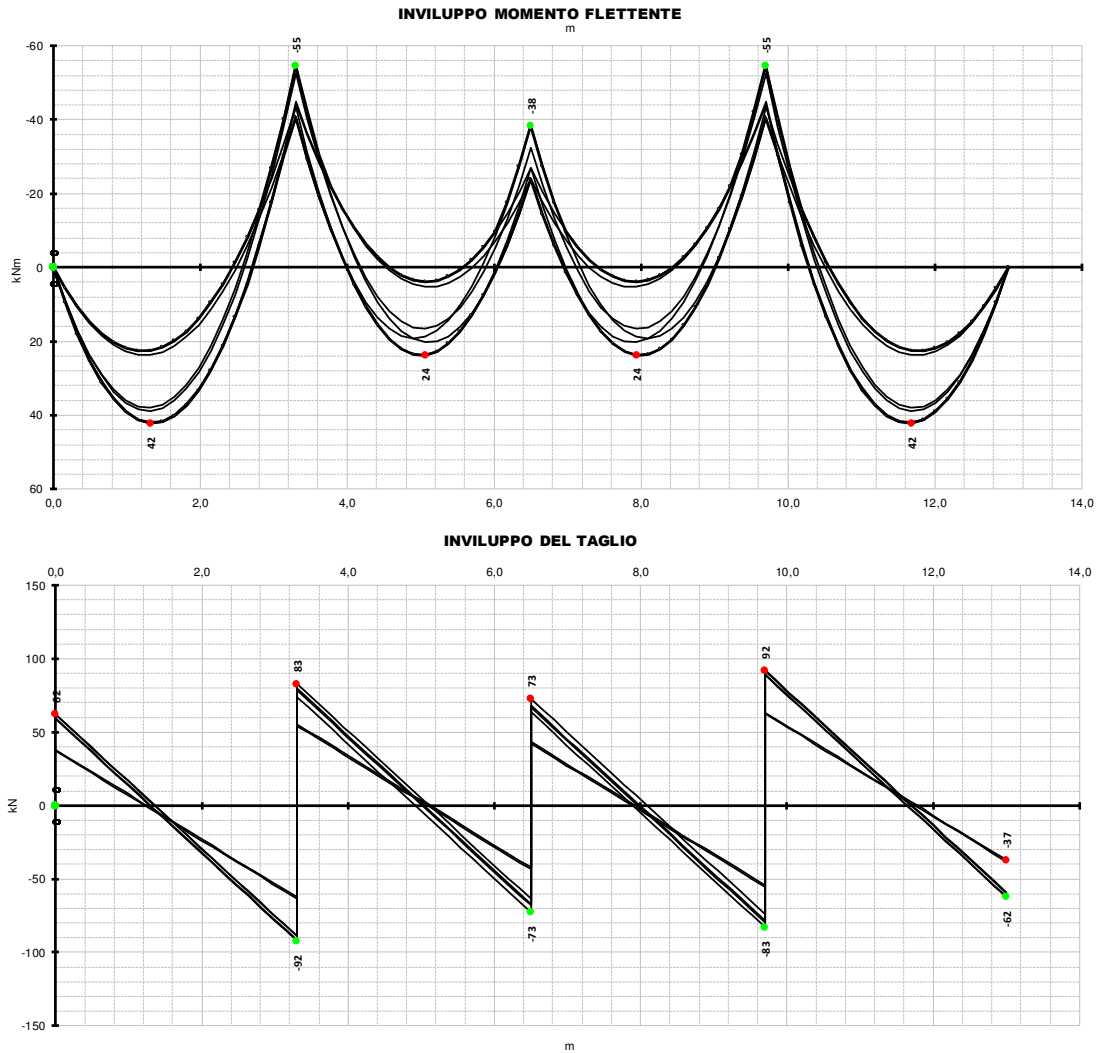
SUSA - SCUOLA COUVERT - I SOLAIO - T101 - M-

Normativa di riferimento Decreto 14/01/2008 Norme Tecniche

SEZIONE				MATERIALI			
Ala superiore	B	cm		Acciaio	f_{yk}	430 N/mm ²	γ_s 1,15
Spessore ala superiore	h_s	cm		FeB44	E_s	210000 N/mm ²	f_{yd} 373,9 N/mm ²
Anima	b_u	40,0 cm					ϵ_{syd} 0,178%
Altezza totale	H	30,0 cm	H/L = 1/11				Tensione in comb.rare f_{ytrare} 344,0 N/mm ²
Copriferro asse armatura compressa	c'	3,0 cm		Calcestruzzo	f_{ck}	16 N/mm ²	γ_c 1,50
Copriferro asse armatura tesa	c	3,0 cm		C16/20	R_{ck}	20 N/mm ²	α_{cc} 0,85
Altezza utile	d	27,0 cm	0,9d = 24,3cm		E_c	28600 N/mm ²	Tensione in comb.rare $f_{cd rare}$ 9,6 N/mm ²
Luce trave	L	3,20 m		Fluage	ϕ	1,70	Tensione in comb.quasi permanenti $f_{cd q.perm.}$ 7,2 N/mm ²
				Ritiro	ϵ_r	$2 \cdot 10^{-4}$	Taglio $0,5 \cdot f_{cd}$ 4,5 N/mm ²
ANALISI DEI CARICHI				ARMATURE			
PERMANENTI	kN/m ²	m		SLU	SLE rare	SLE frequenti	SLE quasi perm
Peso proprio			3,0 kN/m				
Solaio	3,20 x	0,10	0,3 kN/m				
Totale pesi propri	γ_{G1} 1,30 x		3,3 kN/m	4,3 kN/m	3,3 3,3 kN/m	3,3 3,3 kN/m	3,3 kN/m
Permanenti portati	2,00 x	0,50	1,0 kN/m				
Tramezzi	1,20 x	0,50	0,6 kN/m				
	x	0,50	kN/m				
Murature di tamponamento	2,50 x	3,00	7,5 kN/m				
Totale permanenti	γ_{G2} 1,30 x		9,1 kN/m	11,8 kN/m	ψ_0 9,1 9,1 kN/m	ψ_1 9,1 9,1 kN/m	ψ_2 9,1 kN/m
VARIABILI			1,5 kN/m		0,70 1,5 1,5	0,50 0,8 0,8	0,30 0,5
	x	0,50	kN/m		0,70	0,50	0,30
Totale variabili	γ_Q 1,50 x		1,5 kN/m	2,3 kN/m	1,5 1,5 kN/m	0,8 0,8 kN/m	0,5 kN/m
SLU - STATO LIMITE ULTIMO FLESSIONE				ARMATURE			
Calcolo SLU				ARMATURE			
Momento di calcolo trave continua	M*	kNm		Estradosso	n° ϕ [mm]	Area	
Coefficiente per calcolo momento minimo	α	8			2,0 10	1,57	Intradosso n° ϕ [mm] Area
Momento minimo	$M_{min} = qL^2/\alpha$	23,55 kNm					1 10 0,79
Momento di verifica	Msd	23,55 kNm					4 8 2,01
Momento resistente	Mrd	26,47 kNm	verificato 1,12		As'	1,57 cm ²	As 2,80 cm ²
Deformazioni	Campo 2	ϵ_c -1,751 ϵ_s 10,000			$\gamma = A_s'/A_s$ 56% $\rho = A_s'/A_c$ 0,13%		$\rho = A_s/A_c$ 0,23%
	x	4,02 cm			Diametro equivalente 8,5 mm		ρ_{min} 0,33% ρ_{max} 0,94%

SLU - TAGLIO				Indentatura blocchi			
Costruzione esistente				no			FeB32
Appoggio	b	80,8 cm		Sforzo normale	N_{ed}	kN	σ_{cp} N/mm ²
					ρ_1 0,002589		σ_{cp} 0,3553
Reazione appoggio	$R = q \cdot L^2/8$	70,64 kN			k 1,8607		V_{Rd} 18 k (100 p1 fck)/3/(yc+0.15 acp) bw d z (min + 0.15 acp) bw d
Taglio in asse appoggio di verifica	Vsd1	35,32 kN					Resistenza senza armatura a taglio $0,68 \cdot V_{Rd}$ 26,3 kN
Taglio in asse secondo appoggio	Vsd2	35,32 kN					$V_{Rcd} = 0,9 \cdot d \cdot b_w \cdot \alpha_c \cdot f'_{cd} \cdot (ctga + ctg\theta) / (1 + ctg^2\theta)$ 220,3 kN
Sezione dal filo pilastro di calcolo del taglio	z _s	25 cm		Inclinazione staffe α 90°			$V_{Rcd \text{ massimo trave}} = 0,5 \cdot v \cdot d \cdot b_w \cdot f_{cd}$ 244,8 kN
Sezione dal filo pilastro di calcolo del taglio	z _b	150 cm		Bielle θ 45°			
Taglio a d dal filo	Vsd10 = Vsd1 - (Vsd1 + Vsd2) / L' (b/2)	23,43 kN		Passo minimo / Armatura minima a taglio / 10000			
Taglio nella sezione z _s	Vsd _s	20,89 kN		Staffe 1 +	ϕ 6 / 200	2,8 cmq/m	2 19,11 38,7 kN verificato 1,7
Taglio nella sezione z _b	Vsd _b	1,85 kN		Staffe 1 +	ϕ 6 / 200	2,8 cmq/m	2 19,11 38,7 kN verificato 1,9
				Staffe 1 +	ϕ 6 / 200	2,8 cmq/m	2 19,11 38,7 kN verificato 20,9
				Dove: $V_{Rcd} = 0,9 \cdot d \cdot A_{su} / s \cdot f_{yd} \cdot (ctga + ctg\theta)$ sina $V_{Rd} = \min (V_{Rsd}, V_{Rcd})$			

2.1.2 T103-104-105-106



VERIFICA DI UNA TRAVE IN C.A. A STATO LIMITE ULTIMO E DI ESERCIZIO (verifica trave rettangolare o a T)

SUSA - SCUOLA COUVERT - I SOLAIO - T103 - M+

Normativa di riferimento: Decreto 14/01/2008 Norme Tecniche

SEZIONE				MATERIALI							
TRAVE DI BORDO				Acciaio							
Ala superiore	B	cm		f_{yk}	430 N/mm ²	γ_s	1,15				
Spessore ala superiore	h_s	cm		E_s	210000 N/mm ²	f_{yk}	373,9 N/mm ²				
Anima	b_u	40,0 cm				$e_{s,yd}$	0,178%				
Altezza totale	H	30,0 cm	H/L = 1/11	Calcestruzzo							
Copriferro asse armatura compressa	c'	1,5 cm		R_{ck}	16 N/mm ²	Tensione in comb.rare	f_{ydrare}	344,0 N/mm ²			
Copriferro asse armatura tesa	c	1,5 cm		E_c	20 N/mm ²	γ_c	1,50				
Altezza utile	d	28,5 cm			28600 N/mm ²	α_{cc}	0,85				
Luce trave	L	3,30 m	0,9d = 25,7cm	Fluage	ϕ	1,70	Tensione in comb.rare	$f_{cd rare}$	9,1 N/mm ²		
				Ritiro	ϵ_r	2 *10 ⁻⁴	Tensione in comb.quasi permanenti	$f_{cd q.perm.}$	7,2 N/mm ²		
							Taglio	0,5*f _{cd}	4,5 N/mm ²		
ANALISI DEI CARICHI											
PERMANENTI		kN/m ²	m	SLU		SLE rare		SLE frequenti		SLE quasi perm	
Peso proprio				3,0 kN/m							
Solaio		3,20	x 3,00	9,6 kN/m							
Totale pesi propri		γ_{G1}	1,30	12,6 kN/m		16,4 kN/m		12,6 kN/m		12,6 kN/m	
Permanenti portati		2,00	x 3,40	6,8 kN/m							
Tramezzi		1,20	x 3,40	4,08 kN/m							
			x 3,40	kN/m							
Murature di tamponamento			x 3,00	kN/m							
Totale permanenti		γ_{G2}	1,30	10,9 kN/m		14,1 kN/m		10,9 kN/m		10,9 kN/m	
VARIABILI		3,00	x 3,40	10,2 kN/m		10,2		5,1		0,30	
			x 3,40	kN/m		0,70		5,1		0,30	
Totale variabili		γ_Q	1,50	10,2 kN/m		15,3 kN/m		5,1		3,1 kN/m	
SLU - STATO LIMITE ULTIMO FLESSIONE				ARMATURE							
Calcolo SLU											
Momento di calcolo trave continua				Estradosso							
Coefficiente per calcolo momento minimo				Intradosso							
Momento minimo											
Momento di verifica											
Momento resistente											
Deformazioni											
Campo 2											
ϵ_c				ϵ_s							
x											

SUSA - SCUOLA COUVERT - I SOLAIO -T103 - M-

Normativa di riferimento Decreto 14/01/2008 Norme Tecniche

SEZIONE				MATERIALI				
TRAVE DI BORDO								
Ala superiore	B	cm		Acciaio	f_{yk}	430 N/mm ²	f_{yd}	373,9 N/mm ²
Spessore ala superiore	h_s	cm		FeB44	E_s	210000 N/mm ²	ϵ_{yk}	0,178%
Anima	b_u	40,0 cm	H/L = 1/11	Calcestruzzo	f_{ck}	16 N/mm ²	Tensione in comb.rare	
Altezza totale	H	30,0 cm			R_{ck}	20 N/mm ²	γ_c	1,50
Copriferro asse armatura compressa	c'	1,5 cm			E_c	28600 N/mm ²	α_{cc}	0,85
Copriferro asse armatura tesa	c	1,5 cm			Tensione in comb.rare			
Altezza utile	d	28,5 cm	0,9d = 25,7cm	Fluage	ϕ	1,70	Tensione in comb. quasi permanenti	
Luce trave	L	3,30 m		Ritiro	ϵ_r	2 *10 ⁻⁴	Taglio	0,5*f _{td}
							$f_{cd,perm.}$	7,2 N/mm ²
							$f_{td,comb}$	9,6 N/mm ²
							$f_{td,comb}$	9,6 N/mm ²
							$f_{td,comb}$	9,6 N/mm ²
							$f_{td,comb}$	9,6 N/mm ²
							$f_{td,comb}$	9,6 N/mm ²
							$f_{td,comb}$	9,6 N/mm ²
							$f_{td,comb}$	9,6 N/mm ²
							$f_{td,comb}$	9,6 N/mm ²
							$f_{td,comb}$	9,6 N/mm ²
							$f_{td,comb}$	9,6 N/mm ²
							$f_{td,comb}$	9,6 N/mm ²
							$f_{td,comb}$	9,6 N/mm ²
							$f_{td,comb}$	9,6 N/mm ²
							$f_{td,comb}$	9,6 N/mm ²
							$f_{td,comb}$	9,6 N/mm ²
							$f_{td,comb}$	9,6 N/mm ²
							$f_{td,comb}$	9,6 N/mm ²
							$f_{td,comb}$	9,6 N/mm ²
							$f_{td,comb}$	9,6 N/mm ²
							$f_{td,comb}$	9,6 N/mm ²
							$f_{td,comb}$	9,6 N/mm ²
							$f_{td,comb}$	9,6 N/mm ²
							$f_{td,comb}$	9,6 N/mm ²
							$f_{td,comb}$	9,6 N/mm ²
							$f_{td,comb}$	9,6 N/mm ²
							$f_{td,comb}$	9,6 N/mm ²
							$f_{td,comb}$	9,6 N/mm ²
							$f_{td,comb}$	9,6 N/mm ²
							$f_{td,comb}$	9,6 N/mm ²
							$f_{td,comb}$	9,6 N/mm ²
							$f_{td,comb}$	9,6 N/mm ²
							$f_{td,comb}$	9,6 N/mm ²
							$f_{td,comb}$	9,6 N/mm ²
							$f_{td,comb}$	9,6 N/mm ²
							$f_{td,comb}$	9,6 N/mm ²
							$f_{td,comb}$	9,6 N/mm ²
							$f_{td,comb}$	9,6 N/mm ²
							$f_{td,comb}$	9,6 N/mm ²
							$f_{td,comb}$	9,6 N/mm ²
							$f_{td,comb}$	9,6 N/mm ²
							$f_{td,comb}$	9,6 N/mm ²
							$f_{td,comb}$	9,6 N/mm ²
							$f_{td,comb}$	9,6 N/mm ²
							$f_{td,comb}$	9,6 N/mm ²
							$f_{td,comb}$	9,6 N/mm ²
							$f_{td,comb}$	9,6 N/mm ²
							$f_{td,comb}$	9,6 N/mm ²
							$f_{td,comb}$	9,6 N/mm ²
							$f_{td,comb}$	9,6 N/mm ²
							$f_{td,comb}$	9,6 N/mm ²
							$f_{td,comb}$	9,6 N/mm ²
							$f_{td,comb}$	9,6 N/mm ²
							$f_{td,comb}$	9,6 N/mm ²
							$f_{td,comb}$	9,6 N/mm ²
							$f_{td,comb}$	9,6 N/mm ²
							$f_{td,comb}$	9,6 N/mm ²
							$f_{td,comb}$	9,6 N/mm ²
							$f_{td,comb}$	9,6 N/mm ²
							$f_{td,comb}$	9,6 N/mm ²
							$f_{td,comb}$	9,6 N/mm ²
							$f_{td,comb}$	9,6 N/mm ²
							$f_{td,comb}$	9,6 N/mm ²
							$f_{td,comb}$	9,6 N/mm ²
							$f_{td,comb}$	9,6 N/mm ²
							$f_{td,comb}$	9,6 N/mm ²
							$f_{td,comb}$	9,6 N/mm ²
							$f_{td,comb}$	9,6 N/mm ²
							$f_{td,comb}$	9,6 N/mm ²
							$f_{td,comb}$	9,6 N/mm ²
							$f_{td,comb}$	9,6 N/mm ²
							$f_{td,comb}$	9,6 N/mm ²
							$f_{td,comb}$	9,6 N/mm ²
							$f_{td,comb}$	9,6 N/mm ²
							$f_{td,comb}$	9,6 N/mm ²
							$f_{td,comb}$	9,6 N/mm ²
							$f_{td,comb}$	9,6 N/mm ²
							$f_{td,comb}$	9,6 N/mm ²
							$f_{td,comb}$	9,6 N/mm ²
							$f_{td,comb}$	9,6 N/mm ²

SLU - TAGLIO				Indentatura blocchi			
Costruzione esistente				no			
Appoggio	b	40,0	cm				
Reazione appoggio	$R = q \cdot L \cdot \delta$	182,98	kN				
Taglio in asse appoggio di verifica	V _{sd1}	91,49	kN				
Taglio in asse secondo appoggio	V _{sd2}	91,49	kN				
Sezione dal filo pilastro di calcolo del taglio	z _a	25	cm				
Sezione dal filo pilastro di calcolo del taglio	z _b	150	cm				
Taglio a d dal filo	V _{sd10} = V _{sd1} - (V _{sd1} + V _{sd2}) / L * (b/2)	72,50	kN				
Taglio nella sezione z _a	V _{sd3}	66,54	kN				
Taglio nella sezione z _b	V _{sd5}	7,40	kN				

2.1.2.1 Progetto opere di rinforzo

La travata non verifica il taglio. Si procede quindi alla verifica senza considerare i carichi variabili.

SLU - TAGLIO				Indentatura blocchi			
Costruzione esistente				no			
Appoggio	b	40,0	cm				
Reazione appoggio	$R = q \cdot L \cdot \delta$	121,88	kN				
Taglio in asse appoggio di verifica	V _{sd1}	60,94	kN				
Taglio in asse secondo appoggio	V _{sd2}	60,94	kN				
Sezione dal filo pilastro di calcolo del taglio	z _a	25	cm				
Sezione dal filo pilastro di calcolo del taglio	z _b	150	cm				
Taglio a d dal filo	V _{sd10} = V _{sd1} - (V _{sd1} + V _{sd2}) / L * (b/2)	48,29	kN				
Taglio nella sezione z _a	V _{sd3}	44,32	kN				
Taglio nella sezione z _b	V _{sd5}	4,93	kN				

La verifica è soddisfatta. Sulla base dei carichi variabili della travata si dimensiona il profilo metallico di rinforzo.

DIMENSIONAMENTO PROFILI METALLICI

SUSA - SCUOLA COUVERT - I SOLAIO - T103

GEOMETRIA

Lunghezza 3,3 m
Interasse 1,0 m

COEFF. CARICHI

γ_G 1,3
 γ_Q 1,5

CARICHI APPLICATI

PESO PROPRIO 0,25 kN/m
Permanenti (G) 0,00 kPa
Variabili (Q) 15,30 kPa
F. conc. Perm. (G) 0,00 kN
F. conc. Perm. (Q) 0,00 kN
Ascissa F. 10,00 m

DEFORMABILITA'

Abbassamento limite L/400
8,25 mm

PROFILO DI CALCOLO

n° profili 1
 J_{req} 1386 cm⁴
 W_{req} 142 cmc
UPN

PROFILO UPN 200
J 1911 cm⁴
W 191 cmc
peso proprio 0,25 kN/m

MATERIALE

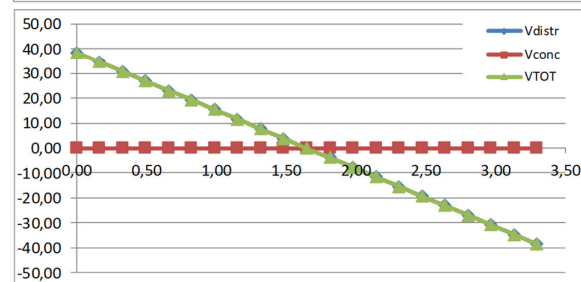
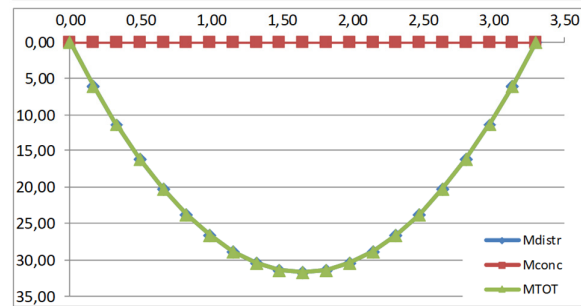
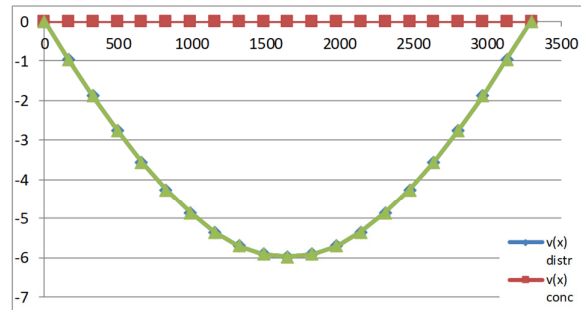
S235
E 210000 N/mm²
 f_y 235,0 N/mm²
 f_t 360,0 N/mm²
 γ_M 1,05
 f_{yd} 223,8 N/mm²

CARICHI COMB.

Carico Uniforme 23,3 kN/m
Carico Conc. 0,0 kN

SOLLECITAZIONI

$\alpha_{V,distr}$ 2
 M_{sd} 32 kNm
 V_{sd} 38 kN



Per la trasmissione dei carichi dalla trave in ca alla putrella metallica si fa affidamento su inghisaggi da eseguirsi con resina tipo HILTI HIT RE 500 o similare. Nel seguito si riporta la verifica degli inghisaggi su una lunghezza di 60 cm circa, da cui il carico di progetto $15.30 \times 0.6 = 9.18 \text{ kN/ml}$.

1 Dati da inserire

Tipo e dimensione dell'ancorante: HIT-RE 500 V3 + AM-HDG (8.8) M8

Hilti Seismic set o altro sistema per il riempimento dello spazio alare tra piastra e anco

Profondità di posa effettiva: $h_{ef,opt} = 60 \text{ mm}$ ($h_{ef,limit} = 160 \text{ mm}$)

Materiale: 8.8

Certificazione No.: ETA 16/0143

Emesso l Validato: 12/07/2017 | -

Prova: metodo di calcolo ETAG BOND (EOTA TR 029)

Fissaggio distanziato: $e_b = 0 \text{ mm}$ (Senza distanziamento); $t = 12 \text{ mm}$

Piastra d'ancoraggio: $l_x \times l_y \times t = 75 \text{ mm} \times 500 \text{ mm} \times 12 \text{ mm}$; (Spessore della piastra raccomandato: non calcolato)

Profilo: Barra liscia; ($L \times W \times T$) = $500 \text{ mm} \times 8 \text{ mm} \times 0 \text{ mm}$

Materiale base: fessurato calcestruzzo, C25/30, $f_{c,cube} = 30.00 \text{ N/mm}^2$; $h = 300 \text{ mm}$, Temp. Breve/Lungo: 0/0 °C

Installazione: Foro eseguito con perforatore, Condizioni di installazione: asciutto

Armatura: nessuna armatura o interasse tra le armature $\geq 150 \text{ mm}$ (qualunque $\varnothing$) o $\geq 100 \text{ mm}$ ($\varnothing \leq 10 \text{ mm}$)
senza armatura di bordo longitudinale



2 Condizione di carico/Carichi risultanti sull'ancorante

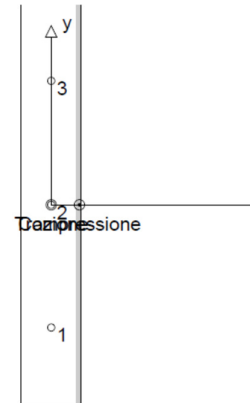
Condizione di carico: Carichi di progetto

Carichi sull'ancorante [kN]

Trazione: (+ Trazione, - Compressione)

Ancorante	Trazione	Taglio	Taglio in dir. x	Taglio in dir. y
1	5.921	0.000	0.000	0.000
2	5.921	0.000	0.000	0.000
3	5.921	0.000	0.000	0.000

Compressione max. nel calcestruzzo: 0.17 [%]
 Max. sforzo di compressione nel calcestruzzo: 5.19 [N/mm²]
 risultante delle forze di trazione nel (x/y)=(0/0): 17.763 [kN]
 risultante delle forze di compressione (x/y)=(35/0): 8.583 [kN]



3 Carico di trazione (EOTA TR 029, Sezione 5.2.2)

	Carico [kN]	Resistenza [kN]	Utilizzo β_N [%]	Stato
Rottura dell'acciaio*	5.921	19.520	31	OK
Rottura combinata conica del calcestruzzo e per sfilamento**	17.763	18.637	96	OK
Rottura conica del calcestruzzo**	17.763	33.127	54	OK
Fessurazione**	N/A	N/A	N/A	N/A

*ancorante più sollecitato **gruppo di ancoranti (ancoranti sollecitati)

3.1 Rottura dell'acciaio

$N_{Rk,s}$ [kN]	$\gamma_{M,s}$	$N_{Rd,s}$ [kN]	N_{Sd} [kN]
29.280	1.500	19.520	5.921

3.2 Rottura combinata conica del calcestruzzo e per sfilamento

$A_{p,N}$ [mm ²]	$A_{p,N}^0$ [mm ²]	$\tau_{Rk,ucr,25}$ [N/mm ²]	$s_{cr,Np}$ [mm]	$c_{cr,Np}$ [mm]	c_{min} [mm]
87840	32400	18.00	180	90	160
ψ_c	$\tau_{Rk,cr}$ [N/mm ²]	k	$\psi_{g,Np}^0$	$\psi_{g,Np}$	
1.018	6.62	2.300	1.439	1.033	
$e_{c1,N}$ [mm]	$\psi_{ec1,Np}$	$e_{c2,N}$ [mm]	$\psi_{ec2,Np}$	$\psi_{s,Np}$	$\psi_{re,Np}$
0	1.000	0	1.000	1.000	1.000
$N_{Rk,p}^0$ [kN]	$N_{Rk,p}$ [kN]	$\gamma_{M,p}$	$N_{Rd,p}$ [kN]	N_{Sd} [kN]	
9.982	27.955	1.500	18.637	17.763	

3.3 Rottura conica del calcestruzzo

$A_{c,N}$ [mm ²]	$A_{c,N}^0$ [mm ²]	$c_{cr,N}$ [mm]	$s_{cr,N}$ [mm]		
87840	32400	90	180		
$e_{c1,N}$ [mm]	$\psi_{ec1,N}$	$e_{c2,N}$ [mm]	$\psi_{ec2,N}$	$\psi_{s,N}$	$\psi_{re,N}$
0	1.000	0	1.000	1.000	1.000
k_1	$N_{Rk,c}^0$ [kN]	$\gamma_{M,c}$	$N_{Rd,c}$ [kN]	N_{Sd} [kN]	
7.200	18.328	1.500	33.127	17.763	

Si verifica infine la piastra di testa di ancoraggio ai pilastri.

1 Dati da inserire

Tipo e dimensione dell'ancorante:	HIT-RE 500 V3 + HIT-V-HCR M12
Hilti Seismic set o altro sistema per il riempimento dello spazio aulare tra piastra e anco	
Profondità di posa effettiva:	$h_{ef,act} = 100 \text{ mm}$ ($h_{ef,limit} = - \text{ mm}$)
Materiale:	HCR
Certificazione No.:	ETA 16/0143
Emesso l Valido:	12/07/2017 -
Prova:	Metodo di calcolo SOFA + fib (07/2011) – dopo prove ETAG BOND
Fissaggio distanziato:	$e_b = 0 \text{ mm}$ (Senza distanziamento); $t = 10 \text{ mm}$
Piastra d'ancoraggio:	$l_x \times l_y \times t = 200 \text{ mm} \times 75 \text{ mm} \times 10 \text{ mm}$; (Spessore della piastra raccomandato: non calcolato)
Profilo:	Profilo a U; ($L \times W \times T \times FT$) = $200 \text{ mm} \times 75 \text{ mm} \times 9 \text{ mm} \times 12 \text{ mm}$
Materiale base:	fessurato calcestruzzo, C25/30, $f_{c,cyl} = 25.00 \text{ N/mm}^2$; $h = 400 \text{ mm}$, Temp. Breve/Lungo: $0/0 \text{ } ^\circ\text{C}$
Installazione:	Foro eseguito con perforatore, Condizioni di installazione: asciutto
Armatura:	nessuna armatura o interasse tra le armature $\geq 150 \text{ mm}$ (qualunque $\varnothing$) o $\geq 100 \text{ mm}$ ($\varnothing \leq 10 \text{ mm}$) senza armatura di bordo longitudinale



4 Carico di taglio SOFA (fib (07/2011), paragrafo 16.2.2)

	Carico [kN]	Resistenza [kN]	Utilizzo β_V [%]	Stato
Rottura dell'acciaio (senza braccio di leva)*	13.528	26.976	51	OK
Rottura dell'acciaio (con braccio di leva)*	N/A	N/A	N/A	N/A
Rottura per pryout*	12.667	12.968	98	OK
Rottura del bordo del calcestruzzo in direzione y+**	38.296	40.283	96	OK

*ancorante più sollecitato **gruppo di ancoranti (ancoranti specifici)

4.1 Rottura dell'acciaio (senza braccio di leva)

$V_{Rk,s}$ [kN]	$\gamma_{M,s}$	$V_{Rd,s}$ [kN]	V_{Sd} [kN]
33.720	1.250	26.976	13.528

4.2 Rottura per pryout (adesione)

$A_{p,N}$ [mm ²]	$A_{p,N}^0$ [mm ²]	$\psi_{A,Np}$	$\tau_{Rk,ucr,25}$ [N/mm ²]	$c_{cr,Np}$ [mm]	$s_{cr,Np}$ [mm]	c_{min} [mm]
30000	90000	0.333	17.00	150	300	125
ψ_c	$\tau_{Rk,cr}$ [N/mm ²]	$\max \tau_{Rk,cr}$ [N/mm ²]	$\psi_{g,Np}^0$	$\psi_{g,Np}$	k_d	
1.018	8.15	10.21	0.000	1.000	2.000	
$e_{c1,V}$ [mm]	$\psi_{ec1,Np}$	$e_{c2,V}$ [mm]	$\psi_{ec2,Np}$	$\psi_{s,Np}$	$\psi_{re,Np}$	
0	1.000	0	1.000	0.950	1.000	
$N_{Rk,p}^0$ [kN]	$N_{Rk,p}$ [kN]	$\gamma_{M,c,p}$	$V_{Rd,cr}$ [kN]	V_{Sd} [kN]		
30.714	34.547	1.500	12.968	12.667		

4.3 Rottura del bordo del calcestruzzo in direzione y+

l_f [mm]	d_{nom} [mm]	k_V	α	β		
100	12.0	1.700	0.089	0.063		
c_i [mm]	$A_{c,V}$ [mm ²]	$A_{c,V}^0$ [mm ²]	$\psi_{A,V}$			
125	92813	70313	1.320			
$\psi_{s,V}$	$\psi_{h,V}$	$\psi_{\alpha,V}$	$e_{c,V}$ [mm]	$\psi_{ec,V}$	$\psi_{re,V}$	$\psi_{90^\circ,V}$
1.000	1.000	2.405	7	0.962	1.000	2.500
$V_{Rk,c}^0$ [kN]	$\gamma_{M,c}$	$V_{Rd,c}$ [kN]	V_{Sd} [kN]			
19.791	1.500	40.283	38.296			

2.1.3 T107-108-109

VERIFICA DI UNA TRAVE IN C.A. A STATO LIMITE ULTIMO E DI ESERCIZIO (verifica trave rettangolare o a T)

SUSA - SCUOLA COUVERT - I SOLAIO - T107 - M+

Normativa di riferimento Decreto 14/01/2008 Norme Tecniche

SEZIONE				MATERIALI			
TRAVE DI BORDO				Acciaio			
Ala superiore	B	cm		f_{yk}	430 N/mm ²	γ_s	1,15
Spessore ala superiore	h_s	cm		E_s	210000 N/mm ²		
Anima	b_u	70,0 cm				Tensione in comb.rare	f_{yk}
Altezza totale	H	30,0 cm	H/L = 1/14				e_{hyd}
Coprifero asse armatura compressa	c'	1,5 cm					f_{yk}
Coprifero asse armatura tesa	c	1,5 cm					f_{yk}
Altezza utile	d	28,5 cm	0,9d = 25,7cm				f_{yk}
Luce trave	L	4,05 m					f_{yk}

ANALISI DEI CARICHI

PERMANENTI				SLU	SLE rare		SLE frequenti		SLE quasi perm
Peso proprio		kN/m ²	m						
Solaio		3,20	x 2,40	7,7 kN/m					
Totale pesi propri	γ_{G1}	1,30	x	12,9 kN/m	16,8 kN/m	12,9	12,9 kN/m	12,9	12,9 kN/m
Permanenti portati		2,00	x 3,10	6,2 kN/m					
Tramezzi		1,20	x 3,10	3,72 kN/m					
Murature di tamponamento		2,50	x 3,10	7,75 kN/m					
Totale permanenti	γ_{G2}	1,30	x	9,9 kN/m	12,9 kN/m	ψ_0 9,9	9,9 kN/m	ψ_1 9,9	9,9 kN/m
VARIABILI		3,00	x 3,10	9,3 kN/m		0,70	9,3	0,50	4,7
Totale variabili	γ_Q	1,50	x	9,3 kN/m	14,0 kN/m	0,70	9,3	0,50	4,7

SLU - STATO LIMITE ULTIMO FLESSIONE

Calcolo SLU

ARMATURE			
Momento di calcolo trave continua	M^*	kNm	
Coefficiente per calcolo momento minimo	α	8,00	
Momento minimo	$M_{min} = qL^2/16$	89,51 kNm	
Momento di verifica	M_{sd}	89,51 kNm	
Momento resistente	M_{rd}	125,26 kNm	verificato 1,40
Deformazioni	Campo 3	ϵ_c -3,500	ϵ_s 7,539

SLU - TAGLIO

Costruzione esistente				Indentatura blocchi			
Appoggio	b	40,0 cm		Sforzo normale	N_{sd}	kN	
Reazione appoggio	$R = q \cdot L/5$	176,80 kN		σ_{cp}	0,3488	N/mm ²	
Taglio in asse appoggio di verifica	V_{sd1}	88,40 kN		σ_{cp}	0,3488	N/mm ²	
Taglio in asse secondo appoggio	V_{sd2}	88,40 kN		σ_{cp}	0,3488	N/mm ²	
Sezione dal filo pilastro di calcolo del taglio	z_a	25 cm		σ_{cp}	0,3488	N/mm ²	
Sezione dal filo pilastro di calcolo del taglio	z_b	150 cm		σ_{cp}	0,3488	N/mm ²	
Taglio a d dal filo	$V_{sd10} = V_{sd1} - (V_{sd1} + V_{sd2})/L \cdot (b/2)$	73,45 kN		σ_{cp}	0,3488	N/mm ²	
Taglio nella sezione z_a	V_{sd3}	68,76 kN		σ_{cp}	0,3488	N/mm ²	
Taglio nella sezione z_b	V_{sd6}	22,03 kN		σ_{cp}	0,3488	N/mm ²	

VERIFICA DI UNA TRAVE IN C.A. A STATO LIMITE ULTIMO E DI ESERCIZIO (verifica trave rettangolare o a T)

SUSA - SCUOLA COUVERT - I SOLAIO - T109 - M+

Normativa di riferimento Decreto 14/01/2008 Norme Tecniche

SEZIONE				MATERIALI			
TRAVE DI BORDO				Acciaio			
Ala superiore	B	cm		f_{yk}	430 N/mm ²	γ_s	1,15
Spessore ala superiore	h_s	cm		E_s	210000 N/mm ²		
Anima	b_u	70,0 cm				Tensione in comb.rare	f_{yk}
Altezza totale	H	30,0 cm	H/L = 1/7				e_{hyd}
Coprifero asse armatura compressa	c'	1,5 cm					f_{yk}
Coprifero asse armatura tesa	c	1,5 cm					f_{yk}
Altezza utile	d	28,5 cm	0,9d = 25,7cm				f_{yk}
Luce trave	L	2,05 m					f_{yk}

ANALISI DEI CARICHI

PERMANENTI				SLU	SLE rare		SLE frequenti		SLE quasi perm
Peso proprio		kN/m ²	m						
Solaio		3,20	x 2,40	7,7 kN/m					
Totale pesi propri	γ_{G1}	1,30	x	12,9 kN/m	16,8 kN/m	12,9	12,9 kN/m	12,9	12,9 kN/m
Permanenti portati		2,00	x 3,10	6,2 kN/m					
Tramezzi		1,20	x 3,10	3,72 kN/m					
Murature di tamponamento		2,50	x 3,10	7,75 kN/m					
Totale permanenti	γ_{G2}	1,30	x	9,9 kN/m	12,9 kN/m	ψ_0 9,9	9,9 kN/m	ψ_1 9,9	9,9 kN/m
VARIABILI		3,00	x 3,10	9,3 kN/m		0,70	9,3	0,50	4,7
Totale variabili	γ_Q	1,50	x	9,3 kN/m	14,0 kN/m	0,70	9,3	0,50	4,7

SLU - STATO LIMITE ULTIMO FLESSIONE

Calcolo SLU

ARMATURE			
Momento di calcolo trave continua	M^*	kNm	
Coefficiente per calcolo momento minimo	α	8,00	
Momento minimo	$M_{min} = qL^2/16$	22,93 kNm	
Momento di verifica	M_{sd}	22,93 kNm	
Momento resistente	M_{rd}	26,41 kNm	verificato 1,15
Deformazioni	Campo 2	ϵ_c -1,137	ϵ_s 10,000

SLU - TAGLIO		Costruzione esistente		Indentatura blocchi										no		FeB32	
Appoggio	b	40,0	cm	Sforzo normale		N _{sd}	kN	σ _{cp}	N/mm ²	α _c	1,0000	V _{sd}		56,0	kN		
		SLU		SLE rara	p ₁	0,001291	k	1,8377	V _{Rd}	18 k (100 p ₁ f _{ck})/3/yc+0.15 α _{cp} bw d z (min + 0.15 α _{cp}) bw d	19,9	kN					
Reazione appoggio	δ	1,00	R=q*L*δ	89,49	kN	65,91	kN			Resistenza senza armatura a taglio	0,68 V _{sd}	13,5	kN				
Taglio in asse appoggio di verifica	Vsd ₁			44,75	kN	32,95	kN			V _{Rd}	0.9 d b _w α _c f _{cd} (ctga+ctgθ)/(1+ctg ² θ)	407,0	kN				
Taglio in asse secondo appoggio	Vsd ₂			44,75	kN			Inclinazione staffe α. 90 °									
Sezione dal filo pilastro di calcolo del taglio	z _a			25	cm			Bielle 6 45 °		V _{Rd} massimo trave = 0.5 v d b _w f _{cd}		452,2	kN				
Sezione dal filo pilastro di calcolo del taglio	z _b			50	cm												
Taglio a d dal filo	Vsd ₁₀		Vsd ₁ -(Vsd ₁ +Vsd ₂)/L*(b/2)	29,79	kN			Passo minimo / Armatura minima a taglio / 10000	10,5	cmq/m	Bracci	V _{Rd}					
								Staffe 1 +	φ 8 / 200	5,0	cmq/m	2	35,86	35,9	kN verificato 1,2		
								Staffe 1 +	φ 8 / 200	5,0	cmq/m	2	35,86	35,9	kN verificato 1,4		
								Staffe 1 +	φ 8 / 200	5,0	cmq/m	2	35,86	35,9	kN verificato 1,6		

2.1.4 T110

VERIFICA DI UNA TRAVE IN C.A. A STATO LIMITE ULTIMO E DI ESERCIZIO (verifica trave rettangolare o a T)

SUSA - SCUOLA COUVERT - I SOLAIO -T110 - M+

Normativa di riferimento Decreto 14/01/2008 Norme Tecniche

SEZIONE		TRAVE DI BORDO		MATERIALI		Acciaio		Calcestruzzo		Fluage		Ritiro	
Ala superiore	B	cm				f _{yk}	430 N/mm ²	f _{ck}	16 N/mm ²	ε _{yk}	1,15	ε _{yk}	373,9 N/mm ²
Spessore ala superiore	h _s	cm				E _s	210000 N/mm ²	E _c	28600 N/mm ²	ε _{yk}	0,178%	ε _{yk}	0,178%
Anima	b _u	70,0	cm			R _{ck}	20 N/mm ²	α _{cc}	0,85				
Altezza totale	H	30,0	cm	H/L = 1/9									
Copri ferro asse armatura compressa	c'	1,5	cm										
Copri ferro asse armatura tesa	c	1,5	cm										
Altezza utile	d	28,5	cm	0,9d = 25,7cm									
Luce trave	L	2,60	m										
ANALISI DEI CARICHI		kN/m ²		SLU		SLE rara		SLE frequenti		SLE quasi perm			
Peso proprio		3,20	x	2,40	5,3 kN/m								
Solaio		3,20	x	2,40	7,7 kN/m								
Totale pesi propri	γ _{G1}	1,30	x		12,9 kN/m	16,8 kN/m	12,9	12,9 kN/m	12,9	12,9 kN/m	12,9	12,9 kN/m	12,9 kN/m
Permanenti portati		2,00	x	3,10	6,2 kN/m								
Tramezzi		1,20	x	3,10	3,72 kN/m								
Murature di tamponamento		2,50	x	3,10	kN/m								
Totale permanenti	γ _{G2}	1,30	x		9,9 kN/m	12,9 kN/m	9,9	9,9 kN/m	9,9	9,9 kN/m	9,9	9,9 kN/m	9,9 kN/m
VARIABILI		3,00	x	3,10	9,3 kN/m								
Totale variabili	γ _Q	1,50	x		9,3 kN/m	14,0 kN/m	9,3	9,3 kN/m	4,7	4,7 kN/m	4,7	4,7 kN/m	2,8 kN/m
SLU - STATO LIMITE ULTIMO FLESSIONE		Calcolo SLU		ARMATURE									
Momento di calcolo trave continua	M*	kNm											
Coefficiente per calcolo momento minimo	α	8,00											
Momento minimo	M _{min}	qL ² /α	36,89	kNm									
Momento di verifica	M _{sd}	36,89	kNm										
Momento resistente	M _{rd}	53,72	kNm	verificato	1,46								
Deformazioni	ε _c	-1,811		ε _s	10,000								
	x	4,37	cm										

SLU - TAGLIO		Costruzione esistente				Indentatura blocchi		no		FeB32	
Appoggio	b	25,0	cm	Sforzo normale		N _{sd}	kN	σ _{cp}	N/mm ²	α _c	1,0000
		SLU		SLE rara		p ₁	0,002677	V _{en}	0,3488	V _{Rd}	71,4 kN
						k	1,8377	V _{Rd} = 18 k (100 p ₁ f _{ck} /3/yc+0.15 α _{cp}) bw d z (min + 0.15 α _{cp}) bw d			71,4 kN
Reazione appoggio	δ	1,00	R=q*δ*L ⁰	113,50	kN	83,59	kN	Resistenza senza armatura a taglio		0,68*V _{sd}	48,6 kN
Taglio in asse appoggio di verifica	V _{sd1}			56,75	kN	41,80	kN	V _{Rd} = 0.9 d b _w α _c f _{cd} (ctga+ctgβ)/(1+ctg ² θ)			407,0 kN
Taglio in asse secondo appoggio	V _{sd2}			56,75	kN			Inclinazione staffe α 90 °			
Sezione dal filo pilastro di calcolo del taglio	z _a			25	cm			Biele 6 45 °			
						τ = 2,33	kg/cm ²	V _{Rd massimo trave} = 0.5 v d b _w f _{cd}			452,2 kN
Sezione dal filo pilastro di calcolo del taglio	z _b			50	cm	Passo minimo / Armatura minima a taglio / 10000		10,5 cmq/m	Bracci	V _{Rd}	V _{RD}
Taglio a d dal filo	V _{sd10}			V _{sd1} -(V _{sd1} +V _{sd2})/L ⁰ (b/2)		45,07	kN	2,8 cmq/m	2	20,17	71,4 kN
Taglio nella sezione z _a	V _{sd_a}			40,38	kN			2,8 cmq/m	2	20,17	71,4 kN
Taglio nella sezione z _b	V _{sd_b}			34,36	kN			2,8 cmq/m	2	20,17	71,4 kN
								2,8 cmq/m	2	20,17	71,4 kN
								2,8 cmq/m	2	20,17	71,4 kN
								2,8 cmq/m	2	20,17	71,4 kN
								2,8 cmq/m	2	20,17	71,4 kN
								2,8 cmq/m	2	20,17	71,4 kN
								2,8 cmq/m	2	20,17	71,4 kN
								2,8 cmq/m	2	20,17	71,4 kN
								2,8 cmq/m	2	20,17	71,4 kN
								2,8 cmq/m	2	20,17	71,4 kN
								2,8 cmq/m	2	20,17	71,4 kN
								2,8 cmq/m	2	20,17	71,4 kN
								2,8 cmq/m	2	20,17	71,4 kN
								2,8 cmq/m	2	20,17	71,4 kN
								2,8 cmq/m	2	20,17	71,4 kN
								2,8 cmq/m	2	20,17	71,4 kN
								2,8 cmq/m	2	20,17	71,4 kN
								2,8 cmq/m	2	20,17	71,4 kN
								2,8 cmq/m	2	20,17	71,4 kN
								2,8 cmq/m	2	20,17	71,4 kN
								2,8 cmq/m	2	20,17	71,4 kN
								2,8 cmq/m	2	20,17	71,4 kN
								2,8 cmq/m	2	20,17	71,4 kN
								2,8 cmq/m	2	20,17	71,4 kN
								2,8 cmq/m	2	20,17	71,4 kN
								2,8 cmq/m	2	20,17	71,4 kN
								2,8 cmq/m	2	20,17	71,4 kN
								2,8 cmq/m	2	20,17	71,4 kN
								2,8 cmq/m	2	20,17	71,4 kN
								2,8 cmq/m	2	20,17	71,4 kN
								2,8 cmq/m	2	20,17	71,4 kN
								2,8 cmq/m	2	20,17	71,4 kN
								2,8 cmq/m	2	20,17	71,4 kN
								2,8 cmq/m	2	20,17	71,4 kN
								2,8 cmq/m	2	20,17	71,4 kN
								2,8 cmq/m	2	20,17	71,4 kN
								2,8 cmq/m	2	20,17	71,4 kN
								2,8 cmq/m	2	20,17	71,4 kN
								2,8 cmq/m	2	20,17	71,4 kN
								2,8 cmq/m	2	20,17	71,4 kN
								2,8 cmq/m	2	20,17	71,4 kN
								2,8 cmq/m	2	20,17	71,4 kN
								2,8 cmq/m	2	20,17	71,4 kN
								2,8 cmq/m	2	20,17	71,4 kN
								2,8 cmq/m	2	20,17	71,4 kN
								2,8 cmq/m	2	20,17	71,4 kN
								2,8 cmq/m	2	20,17	71,4 kN
								2,8 cmq/m	2	20,17	71,4 kN
								2,8 cmq/m	2	20,17	71,4 kN
								2,8 cmq/m	2	20,17	71,4 kN
								2,8 cmq/m	2	20,17	71,4 kN
								2,8 cmq/m	2	20,17	71,4 kN
								2,8 cmq/m	2	20,17	71,4 kN
								2,8 cmq/m	2	20,17	71,4 kN
								2,8 cmq/m	2	20,17	71,4 kN
								2,8 cmq/m	2	20,17	71,4 kN
								2,8 cmq/m	2	20,17	71,4 kN
								2,8 cmq/m	2	20,17	71,4 kN
								2,8 cmq/m	2	20,17	71,4 kN
								2,8 cmq/m	2	20,17	71,4 kN
								2,8 cmq/m	2	20,17	71,4 kN
								2,8 cmq/m	2	20,17	71,4 kN
								2,8 cmq/m	2	20,17	71,4 kN
								2,8 cmq/m	2	20,17	71,4 kN
								2,8 cmq/m	2	20,17	71,4 kN
								2,8 cmq/m	2	20,17	71,4 kN
								2,8 cmq/m	2	20,17	71,4 kN
								2,8 cmq/m	2	20,17	71,4 kN

2.1.5 T111

VERIFICA DI UNA TRAVE IN C.A. A STATO LIMITE ULTIMO E DI ESERCIZIO (verifica trave rettangolare o a T)

SUSA - SCUOLA COUVERT - I SOLAIO - T111 - M+

Normativa di riferimento Decreto 14/01/2008 Norme Tecniche

SEZIONE				MATERIALI			
Ala superiore	B	cm		Acciaio	f_{yk}	430 N/mm ²	γ_s 1,15
Spessore ala superiore	h_s	cm		FeB44	E_s	210000 N/mm ²	f_{yd} 373,9 N/mm ²
Anima	b_u	40,0 cm					ϵ_{syd} 0,178%
Altezza totale	H	30,0 cm	H/L = 1/10				Tensione in comb.rare f_{ytrare} 344,0 N/mm ²
Coprifero asse armatura compressa	c'	1,5 cm		Calcestruzzo	f_{ck}	16 N/mm ²	γ_c 1,50
Coprifero asse armatura tesa	c	1,5 cm		C16/20	R_{ck}	20 N/mm ²	α_{cc} 0,85
Altezza utile	d	28,5 cm	0,9d = 25,7cm		E_c	28600 N/mm ²	Tensione in comb.rare f_{cd} 9,1 N/mm ²
Luce trave	L	2,85 m		Fluage	ϕ	1,70	Tensione in comb.quasi permanenti $f_{cd,q.perm.}$ 7,2 N/mm ²
				Ritiro	ϵ_r	2 *10 ⁻⁴	Taglio $0,5*f_{td}$ 4,5 N/mm ²

ANALISI DEI CARICHI				SLU	SLE rare	SLE frequenti	SLE quasi perm
PERMANENTI	kN/m ²	m					
Peso proprio			3,0 kN/m				
Solaio	3,20 x	0,10	0,3 kN/m				
Totale pesi propri	γ_{G1} 1,30 x		3,3 kN/m	4,3 kN/m	3,3	3,3 kN/m	3,3 kN/m
Permanenti portati	2,00 x	0,50	1,0 kN/m				
Tramezzi	1,20 x	0,50	0,6 kN/m				
	x	0,50	kN/m				
Murature di tamponamento	2,50 x	3,00	7,5 kN/m				
Totale permanenti	γ_{G2} 1,30 x		9,1 kN/m	11,8 kN/m	ψ_0 9,1	9,1 kN/m	ψ_1 9,1 kN/m
VARIABILI							
	3,00 x	0,50	1,5 kN/m		0,70	1,5	0,50
	x	0,50	kN/m		0,70	0,8	0,8
Totale variabili	γ_Q 1,50 x		1,5 kN/m	2,3 kN/m	1,5	1,5 kN/m	0,8
							0,8 kN/m

SLU - STATO LIMITE ULTIMO FLESSIONE				ARMATURE			
Momento di calcolo trave continua	M*	kNm		n°	ϕ [mm]	Area	
Coefficiente per calcolo momento minimo	α	8,00		Estradosso	2,0	8	1,01
Momento minimo	$M_{min} = qL^2/\alpha$	18,68 kNm		Intradosso	1	8	0,50
Momento di verifica	Msd	18,68 kNm			2	10	1,57
Momento resistente	Mrd	21,13 kNm	verificato 1,13	As'		1,01	cm ²
Deformazioni	Campo 2	ϵ_c -1,328	ϵ_s 10,000	$\gamma = A_s'/A_s$ 48%	$\rho = A_s/A_c$ 0,08%	$\rho = A_s/A_c$ 0,17%	
		x	3,34 cm	Diametro equivalente	9,4 mm	ρ_{min} 0,33%	ρ_{max} 0,90%

SLU - TAGLIO				Indentatura blocchi			
Appoggio	b	70,0 cm		Sforzo normale	N_{sd}	kN	
				ρ_1 0,001819			
Reazione appoggio	δ 1,00	$R = q \cdot L \cdot \delta$	52,43 kN	k	1,8377	$V_{Rd1} = 18 \cdot k \cdot (100 \cdot p_1 \cdot f_{ck})^{1/3} / (y_c + 0,15 \cdot \alpha_{cp}) \cdot b_w \cdot d \cdot z \cdot (\min + 0,15 \cdot \alpha_{cp}) \cdot b_w \cdot d$	19,9 kN
Taglio in asse appoggio di verifica	Vsd1	26,21 kN	19,84 kN	Inclinazione staffe α 90°		$V_{Rd2} = 0,9 \cdot d \cdot b_w \cdot \alpha_c \cdot f_{ctd} \cdot (ctga + ctg\theta) / (1 + ctg^2\theta)$	232,6 kN
Taglio in asse secondo appoggio	Vsd2	26,21 kN		Bielle θ 45°		$V_{Rd3} \text{ massimo trave} = 0,5 \cdot v \cdot d \cdot b_w \cdot f_{ctd}$	258,4 kN
Sezione dal filo pilastro di calcolo del taglio	z _a	25 cm		Passo minimo / Armatura minima a taglio / 10000	6,0 cmq/m	Bracci	V _{Asd}
Sezione dal filo pilastro di calcolo del taglio	z _b	50 cm		Staffe 1	+	2,8 cmq/m	2
Taglio a d dal filo	Vsd ₁₀ = Vsd1 - (Vsd1 + Vsd2) / L * (b/2)		17,15 kN	Staffe 1	+	2,8 cmq/m	2
Taglio nella sezione z _a	Vsd _a	15,18 kN		Staffe 1	+	2,8 cmq/m	2
Taglio nella sezione z _b	Vsd _b	16,75 kN					

2.1.6 T114

VERIFICA DI UNA TRAVE IN C.A. A STATO LIMITE ULTIMO E DI ESERCIZIO (verifica trave rettangolare o a T)

SUSA - SCUOLA COUVERT - I SOLAIO - T114 - M+

Normativa di riferimento Decreto 14/01/2008 Norme Tecniche

SEZIONE				MATERIALI			
Ala superiore	B	cm		Acciaio	f_{yk}	430 N/mm ²	γ_s 1,15
Spessore ala superiore	h_s	cm		FeB44	E_s	210000 N/mm ²	f_{yd} 373,9 N/mm ²
Anima	b_u	80,0 cm					ϵ_{syd} 0,178%
Altezza totale	H	30,0 cm	H/L = 1/16				Tensione in comb.rare f_{ytrare} 344,0 N/mm ²
Coprifero asse armatura compressa	c'	1,5 cm		Calcestruzzo	f_{ck}	16 N/mm ²	γ_c 1,50
Coprifero asse armatura tesa	c	1,5 cm		C16/20	R_{ck}	20 N/mm ²	α_{cc} 0,85
Altezza utile	d	28,5 cm	0,9d = 25,7cm		E_c	28600 N/mm ²	Tensione in comb.rare f_{cd} 9,1 N/mm ²
Luce trave	L	4,90 m		Fluage	ϕ	1,70	Tensione in comb.quasi permanenti $f_{cd,q.perm.}$ 7,2 N/mm ²
				Ritiro	ϵ_r	2 *10 ⁻⁴	Taglio $0,5*f_{td}$ 4,5 N/mm ²

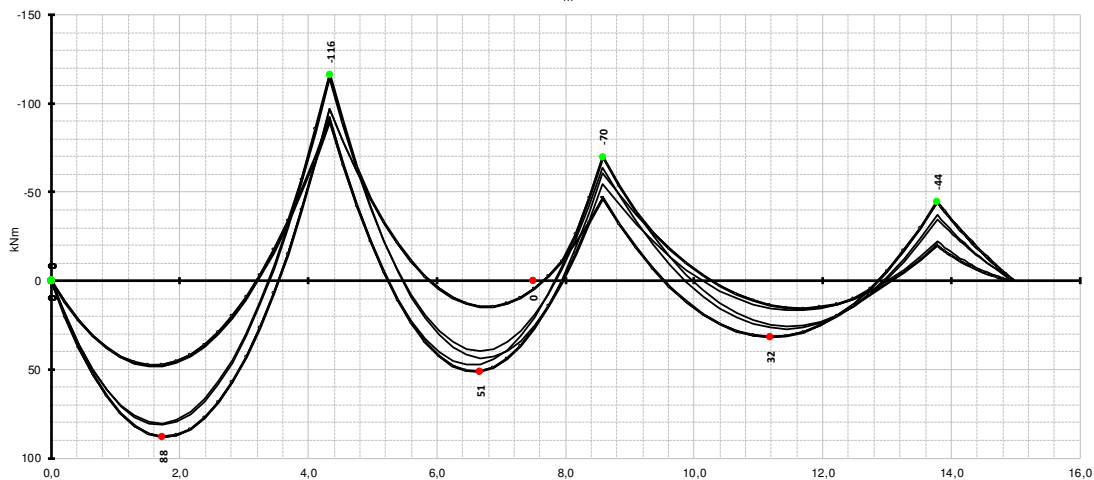
ANALISI DEI CARICHI				SLU	SLE rare	SLE frequenti	SLE quasi perm
PERMANENTI	kN/m ²	m					
Peso proprio			6,0 kN/m				
Solaio	3,20 x	2,20	7,0 kN/m				
Totale pesi propri	γ_{G1} 1,30 x		13,0 kN/m	17,0 kN/m	13,0	13,0 kN/m	13,0 kN/m
Permanenti portati	2,00 x	3,00	6,0 kN/m				
Tramezzi	1,20 x	3,00	3,6 kN/m				
	x	3,00	kN/m				
Murature di tamponamento	2,50 x		kN/m				
Totale permanenti	γ_{G2} 1,30 x		9,6 kN/m	12,5 kN/m	ψ_0 9,6	9,6 kN/m	ψ_1 9,6 kN/m
VARIABILI							
	3,00 x	3,00	9,0 kN/m		0,70	0,0	0,0
	x	3,00	kN/m		0,70	0,50	0,50
Totale variabili	γ_Q 1,50 x		9,0 kN/m	13,5 kN/m	9,0	9,0 kN/m	4,5
							4,5 kN/m

SLU - STATO LIMITE ULTIMO FLESSIONE				ARMATURE			
Momento di calcolo trave continua	M*	kNm		n°	ϕ [mm]	Area	
Coefficiente per calcolo momento minimo	α	8,00		Estradosso	2,0	10	1,57
Momento minimo	$M_{min} = qL^2/\alpha$	128,85 kNm		Intradosso	7	16	14,07
Momento di verifica	Msd	128,85 kNm					
Momento resistente	Mrd	133,69 kNm	verificato 1,04	As'		1,57	cm ²
Deformazioni	Campo 3	ϵ_c -3,500	ϵ_s 9,066	$\gamma = A_s'/A_s$ 11%	$\rho = A_s/A_c$ 0,07%	$\rho = A_s/A_c$ 0,59%	
		x	7,94 cm	Diametro equivalente	16,0 mm	ρ_{min} 0,33%	ρ_{max} 0,88%

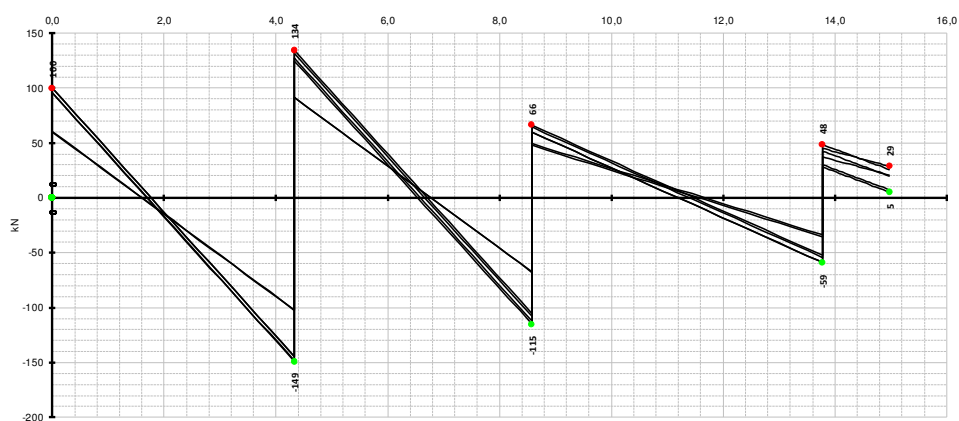
SLU - TAGLIO		Costruzione esistente		Indentatura blocchi		no		FeB32	
Appoggio	b	25,0	cm	Storzo normale	N_{ed}	kN	σ_{cp}	N/mm ²	α_c
	SLU	210,37	kN	SLE rara	155,04	kN	ρ_1	0,006173	V_{Rd}
Reazione appoggio	δ	1,00			k	1,8377		$V_{Rd} = 18 k (100 p_1 f_{ck}) / (3 \gamma_c + 0.15 \sigma_{cp}) b w d z (w_{min} + 0.15 \sigma_{cp}) b w d$	107,9
Taglio in asse appoggio di verifica	$R = q \cdot L \cdot \delta$							Resistenza senza armatura a taglio	$0,68 \cdot V_{Rd}$
Taglio in asse secondo appoggio	V_{sd1}	105,18	kN					$V_{Rd} = 0.9 d b_w \alpha_c f'_{cd} (ctg\alpha + ctg\beta) / (1 + ctg^2\beta)$	73,4
Sezione dal filo pilastro di calcolo del taglio	V_{sd2}	105,18	kN					$V_{Rd, massimo trave} = 0.5 \cdot v \cdot d \cdot b_w \cdot f_{cd}$	465,1
	z_s	25	cm	$\tau = 3,78$	kg/cm ²				516,8
Sezione dal filo pilastro di calcolo del taglio	z_o	50	cm						
Taglio a d dal filo	$V_{sd10} = V_{sd1} - (V_{sd1} + V_{sd2}) / L \cdot (b/2)$	93,70	kN						
Taglio nella sezione z_s	V_{sd4}	89,08	kN						
Taglio nella sezione z_o	V_{sd5}	82,67	kN						
				Passo minimo / Armatura minima a taglio / 10000					
				Staffe 1	+	$\phi 8 / 200$	5,0	cmq/m	2
				Staffe 1	+	$\phi 8 / 200$	5,0	cmq/m	2
				Staffe 1	+	$\phi 8 / 200$	5,0	cmq/m	2
				Dove: $V_{Rd1} = 0.9 d A_{sv} / s f_{yd} (ctg\alpha + ctg\beta)$ sina		$V_{Rd} = \min (V_{Rd}, V_{Rd1})$			

2.1.7 T115-116-117-118

INVILUPPO MOMENTO FLETTENTE



INVILUPPO DEL TAGLIO



SUSA - SCUOLA COUVERT - I SOLAIO -T116 - M+

Normativa di riferimento

Decreto 14/01/2008 Norme Tecniche

SEZIONE

TRAVE DI SPINA

Ala superiore	B	cm	
Spessore ala superiore	h _s	cm	
Anima	b _u	80,0	cm
Altezza totale	H	30,0	cm
Copri ferro asse armatura compressa	c'	1,5	cm
Copri ferro asse armatura tesa	c	1,5	cm
Altezza utile	d	28,5	cm
Luce trave	L	5,20	m

H/L = 1/17

0,9d = 25,7cm

MATERIALI

Acciaio

FeB44

f_{yk}E_s430 N/mm²210000 N/mm²

Tensione in comb.rare

f_{ytd}

Tensione in comb.rare

f_{ctd}

Tensione in comb.quasi permanenti

f_{ctd,perm.}

Taglio

0,5*f_{ctd}373,9 N/mm²

0,178%

344,0 N/mm²9,1 N/mm²1,9 N/mm²9,6 N/mm²7,2 N/mm²4,5 N/mm²

ANALISI DEI CARICHI

PERMANENTI	kN/m ²	m	SLU	SLE rare	SLE frequenti	SLE quasi perm
Peso proprio		6,0				
Solaio	2,20	x 0,70				
Totale pesi propri	γ _{Gt} 1,30	x	7,5	9,8	7,5	7,5
Permanenti portati	2,00	x 1,50				
Tramezzi	1,20	x 1,50				
Murature di tamponamento	2,50	x 1,50				
Totale permanenti	γ _{Gz} 1,30	x	4,8	6,2	4,8	4,8
VARIABILI	3,00	x 1,60				
	x 1,50					
Totale variabili	γ _Q 1,50	x	4,5	6,8	4,5	4,5

SLU - STATO LIMITE ULTIMO FLESSIONE

Calcolo SLU

Momento di calcolo trave continua	M*	32,00	kNm
Coefficiente per calcolo momento minimo	α	19,50	
Momento minimo	M _{min} =qL ² /α	31,60	kNm
Momento di verifica	M _{sd}	32,00	kNm
Momento resistente	M _{rd}	104,71	kNm
Deformazioni	Campo 2	ε _c	-2,949
	x	ε _s	10,000
			6,49

ARMATURE

Estradosso	n°	φ [mm]	Area	Intradosso	n°	φ [mm]	Area
	2,0	8	1,01		7	14	10,78
As'			1,01	As			10,78
γ=As'/As	9%			p=As/As	0,45%		
Diametro equivalente	14,0	mm		p _{min}	0,33%		
				p _{max}	0,86%		

SUSA - SCUOLA COUVERT - I SOLAIO -T116 - M-

Normativa di riferimento

Decreto 14/01/2008 Norme Tecniche

SEZIONE

TRAVE DI SPINA

Ala superiore	B	cm	
Spessore ala superiore	h _s	cm	
Anima	b _u	80,0	cm
Altezza totale	H	30,0	cm
Copri ferro asse armatura compressa	c'	1,5	cm
Copri ferro asse armatura tesa	c	1,5	cm
Altezza utile	d	28,5	cm
Luce trave	L	5,20	m

H/L = 1/17

0,9d = 25,7cm

MATERIALI

Acciaio

FeB44

f_{yk}E_s430 N/mm²210000 N/mm²

Tensione in comb.rare

f_{ytd}

Tensione in comb.rare

f_{ctd}

Tensione in comb.quasi permanenti

f_{ctd,perm.}

Taglio

0,5*f_{ctd}373,9 N/mm²

0,178%

344,0 N/mm²9,1 N/mm²1,9 N/mm²9,6 N/mm²7,2 N/mm²4,5 N/mm²

ANALISI DEI CARICHI

PERMANENTI	kN/m ²	m	SLU	SLE rare	SLE frequenti	SLE quasi perm
Peso proprio		6,0				
Solaio	2,20	x 0,70				
Totale pesi propri	γ _{Gt} 1,30	x	7,5	9,8	7,5	7,5
Permanenti portati	2,00	x 1,50				
Tramezzi	1,20	x 1,50				
Murature di tamponamento	2,50	x 1,50				
Totale permanenti	γ _{Gz} 1,30	x	4,8	6,2	4,8	4,8
VARIABILI	3,00	x 1,60				
	x 1,50					
Totale variabili	γ _Q 1,50	x	4,5	6,8	4,5	4,5

SLU - STATO LIMITE ULTIMO FLESSIONE

Calcolo SLU

Momento di calcolo trave continua	M*	70,00	kNm
Coefficiente per calcolo momento minimo	α	9,00	
Momento minimo	M _{min} =qL ² /α	68,48	kNm
Momento di verifica	M _{sd}	70,00	kNm
Momento resistente	M _{rd}	73,63	kNm
Deformazioni	Campo 2	ε _c	-1,650
	x	ε _s	10,000
			4,04

ARMATURE

Estradosso	n°	φ [mm]	Area	Intradosso	n°	φ [mm]	Area
	3,0	14	4,62		4	14	6,16
As'			4,62	As			7,29
γ=As'/As	63%			p=As/As	0,30%		
Diametro equivalente	12,6	mm		p _{min}	0,33%		
				p _{max}	1,01%		

SLU - TAGLIO

Costruzione esistente

Appoggio	b	SLU	SLE rara	Indentatura blocchi	no	FeB32
	40,0					
Reazione appoggio	δ 1,10	R=q*L*δ	130,37	N _{sd}	0,003197	1,000
Taglio in asse appoggio di verifica	V _{sd1}	65,19	96,32	p ₁	1,8377	86,6
Taglio in asse secondo appoggio	V _{sd2}	65,19	48,16	k		86,6
Sezione dal filo pilastro di calcolo del taglio	z _a	25		Inclinazione staffe α: 90°		58,9
Sezione dal filo pilastro di calcolo del taglio	z _b	50		Bielle θ: 45°		465,1
Taglio a d dal filo	V _{sd1s} = V _{sd1} - (V _{sd1} + V _{sd2}) / L * (b/2)	56,60		Passo minimo / Armatura minima a taglio / 10000	12,0	35,86
Taglio nella sezione z _a	V _{sd3}	53,90		Staffe 1	2	35,86
Taglio nella sezione z _b	V _{sd3}	52,00		Staffe 1	2	35,86

Dove: V_{Rsd} = 0,9 d A_{sv} / s f_{yd} d (ctga + ctgθ) sinαV_{RD} = min (VRsd, VRcd)

PERMANENTI				kN/m ²	m		SLU	SLE rare			SLE frequenti			SLE quasi perm	
Peso proprio						5,3 kN/m									
Solaio			2,90	x	3,50	10,2 kN/m									
Totale pesi propri	γ _{G1}	1,30		x		15,4 kN/m	20,0 kN/m	15,4	15,4 kN/m		15,4	15,4 kN/m			15,4 kN/m
Permanenti portati			2,00	x	4,20	8,4 kN/m									
Tramezzi			1,20	x	4,20	5,04 kN/m									
				x	4,20	kN/m									
Murature di tamponamento			2,50	x		kN/m									
Totale permanenti	γ _{G2}	1,30		x		13,4 kN/m	17,5 kN/m	ψ ₀	13,4	13,4 kN/m	ψ ₁	13,4	13,4 kN/m	ψ ₂	13,4 kN/m
VARIABILI			3,00	x	4,20	12,6 kN/m		0,70	12,6	12,6	0,50	6,3	6,3	0,30	3,8
				x	4,20	kN/m		0,70			0,50			0,30	
Totale variabili	γ _Q	1,50		x		12,6 kN/m	18,9 kN/m		12,6	12,6 kN/m		6,3	6,3 kN/m		3,8 kN/m

ARMATURE

Momento di calcolo trave continua		M*	88,00 kNm	Estradosso		n°	φ [mm]	Area	Intradosso		n°	φ [mm]	Area
Coefficiente per calcolo momento minimo		α	12,00			2,0	8	1,01			5	16	10,05
Momento minimo		M _{min} =qL ² /α	86,89 kNm								2	14	3,08
Momento di verifica		Msd	88,00 kNm										
Momento resistente		Mrd	117,49 kNm	verificato		As'		1,01 cm ²			As		13,13 cm ²
Deformazioni		ε _c	-3,500	ε _s		7,428	γ=As'/As		8%	ρ=A's/Ac		0,05%	
		x	8,81 cm				Diametro equivalente		15,5 mm	ρ _{min}		0,33%	ρ _{max}
												0,63%	0,86%

PERMANENTI						kN/m ²	m	SLU		SLE rare			SLE frequenti			SLE quasi perm.	
Peso proprio																	
Solaio						2,90	x	3,50									
Totale pesi propri	y _{G1}		1,30		x				15,4 kN/m	20,0 kN/m	15,4	15,4 kN/m		15,4	15,4 kN/m		15,4 kN/m
Permanenti portati						2,00	x	4,20									
Tramezzi						1,20	x	4,20									
							x	4,20									
Murature di tamponamento						2,50	x										
Totale permanenti	y _{G2}		1,30		x				13,4 kN/m	17,5 kN/m	ψ _s	13,4	13,4 kN/m		ψ _f	13,4	13,4 kN/m
VARIABILI						3,00	x	4,20			0,70	12,6	12,6		0,50	6,3	6,3
							x	4,20			0,70				0,50		
Totale variabili	y _Q		1,50		x				12,6 kN/m	18,9 kN/m		12,6	12,6 kN/m			6,3	6,3 kN/m

ARMATURE

Momento di calcolo trave continua				M*	116,00 kNm	Estradosso				n*	φ [mm]	Area	Intradosso				n*	φ [mm]	Area	
Coefficiente per calcolo momento minimo				α	9,00					4,0	16	8,04					3	16	6,03	
Momento minimo				M _{min} =qL ² /α	115,85 kNm												6	14	9,24	
Momento di verifica				M _{sd}	116,00 kNm												2	8		
Momento resistente				M _{rd}	142,91 kNm	verificato 1,23				As'		8,04 cm ²					As		15,27 cm ²	
Deformazioni				ε _c	-2,840	ε _s				10,000	γ=Δs'/As				53%	Δs'/As				0,38%
Campo 2				x	6,08 cm						Diametro equivalente				14,0 mm	ρ=As/Ac				0,73%
																ρ _{min}				1,20%

FeB32

Appoggio	b	40,0 cm	Sforzo normale	N _{ed}	kN	σ _{cp}	N/mm²	f _{Rd}	α _c	1,0000
		SLU	SLE rara	p ₁	0,007932	V _{min}	0,3531	V _{Rd}	99,8 kN	
				k	1,8528	V _{Rd} = 18·k (100·f _{ctd} /3+cyc+0,15·σ _{cp})·b·d ·z (min + 0,15 · σ _{cp})·bw d			99,8 kN	
Reazione appoggio	δ 1,22	R=q·L°δ	294,62 kN							
Taglio in asse appoggio di verifica		Vsd ₁	147,31 kN						Resistenza senza armatura a taglio	0,68·V _{Rd}
Taglio in asse secondo appoggio		Vsd ₂	147,31 kN						V _{Rd} = 0,9·d·b _w ·α _c ·f _{cd} (ctgα+ctgβ)(1+ctg²θ)	392,7 kN
Sezione dal filo pilastro di calcolo del taglio		z _s	25 cm		Inclinazione staffe α 90 °				V _{Rd} massimo trave = 0,5·v _d ·b _w ·f _{cd}	436,3 kN
Sezione dal filo pilastro di calcolo del taglio		z _o	50 cm		Bielle θ 45 °					
Taglio a d dal filo		Vsd _(ks) = Vsd ₁ -(Vsd ₁ +Vsd ₂)/L°(b/2)	124,19 kN		Passo minimo / Armatura minima a taglio / 10000	10,5 cm/mq	Bracci	V _{sd}	V _{Rd}	
					Staffe 1 +	ø 8 / 200	5,0 cm/mq	2	34,60	34,6 kN non verificato 0,3
					Staffe 1 +	ø 8 / 200	5,0 cm/mq	2	34,60	34,6 kN non verificato 0,3
					Staffe 1 +	ø 8 / 200	5,0 cm/mq	2	34,60	34,6 kN non verificato 0,3

Paq. 14 di 45

SLU - TAGLIO		Costruzione esistente									
Appoggio	b	40,0 cm	Storzo normale	N _{sd}	kN	Indentatura blocchi	no	FeB32			
Reazione appoggio	δ	1,22	R=q*L*δ	195,88 kN	SLE rara	150,67 kN	p ₁	0,007932	σ _{cp}	N/mm ²	α _c 1,0000
Taglio in asse appoggio di verifica	Vsd ₁	97,94 kN		75,34 kN	k	1,8528	V _{RD1}	18 k (100 p1 fck) / (3/yc + 0.15 acp) bw d z (mm + 0.15 acp) bw d	V _{RD}	99,8 kN	
Taglio in asse secondo appoggio	Vsd ₂	97,94 kN			Inclinazione staffe α	90 °	Resistenza senza armatura a taglio				0,68 V _{RD}
Sezione dal filo pilastro di calcolo del taglio	z _s	25 cm			Bielle θ	45 °	V _{RD2} = 0.9 d b _w α _c f _{ctd} (ctga+ctgθ) / (1+ctg ² θ)				392,7 kN
Sezione dal filo pilastro di calcolo del taglio	z ₀	50 cm			Passo minimo / Armatura minima a taglio	10000	V _{RD3} massimo trave = 0.5 v d b _w f _{cd}				436,3 kN
Taglio a d dal filo	Vsd ₁₀ = Vsd ₁ - (Vsd ₁ + Vsd ₂) / L * (b/2)	82,56 kN			Staffe 1	+	φ 8 / 200	5,0 cmq/m	2	34,60	99,8 kN verificato 1,2
Taglio nella sezione z _s	Vsd _s	77,44 kN			Staffe 1	+	φ 8 / 200	5,0 cmq/m	2	34,60	99,8 kN verificato 1,3
Taglio nella sezione z ₀	Vsd ₀	74,18 kN			Staffe 1	+	φ 8 / 200	5,0 cmq/m	2	34,60	99,8 kN verificato 1,3
Dove: V _{RD1} = 0.9 d A _{sv} / s fy d (ctga+ctgθ) sina V _{RD2} = min (V _{RD} , V _{RD3})											

La verifica è soddisfatta. Sulla base dei carichi variabili della travata si dimensiona il profilo metallico di rinforzo.

DIMENSIONAMENTO PROFILI METALLICI

SUSA - SCUOLA COUVERT - I SOLAIO - T118

GEOMETRIA

Lunghezza	4,3 m
Interasse	1,0 m

COEFF. CARICHI

Y _G	1,3
Y _Q	1,5

CARICHI APPLICATI

PESO PROPRIO	0,62 kN/m
Permanenti (G)	0,00 kPa
Variabili (Q)	12,60 kPa
F. conc. Perm. (G)	0,00 kN
F. conc. Perm. (Q)	0,00 kN
Ascissa F.	10,00 m

DEFORMABILITA'

Abbassamento limite	L/400
	10,75 mm

PROFILO DI CALCOLO

n° profili	1
J _{req}	2607 cm ⁴
W _{req}	204 cm ³
IPE	

PROFILO

PROFILO	IPE 220
J	2772 cm ⁴
W	252 cm ³
peso proprio	0,26 kN/m

MATERIALE

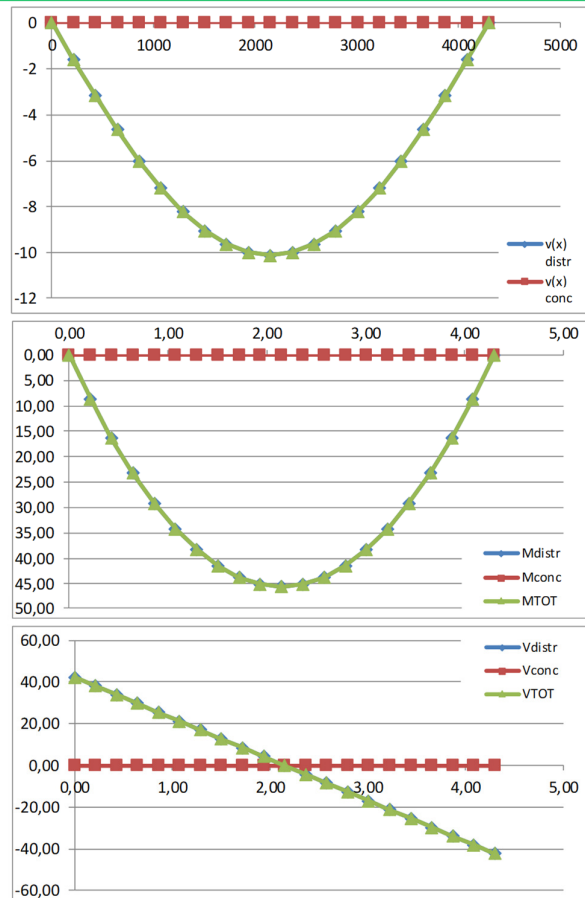
S235	
E	210000 N/mm ²
f _y	235,0 N/mm ²
f _t	360,0 N/mm ²
Y _M	1,05
f _{yd}	223,8 N/mm ²

CARICHI COMB.

Carico Uniforme	19,7 kN/m
Carico Conc.	0,0 kN

SOLLECITAZIONI

α _V distr	2
M _{sd}	46 kNm
V _{sd}	42 kN



Date le geometrie dei muri le putrelle saranno posate al di sotto delle travi in oggetto e messe in forza mediante zeppe metalliche.

Si verifica infine la piastra di testa di ancoraggio ai pilastri.

1 Dati da inserire

Tipo e dimensione dell'ancorante:	HIT-RE 500 V3 + HIT-V-F (8.8) M8
Profondità di posa effettiva:	$h_{ef, opt} = 105 \text{ mm}$ ($h_{ef, limit} = 160 \text{ mm}$)
Materiale:	8.8
Certificazione No.:	ETA 16/0143
Emesso l Valido:	12/07/2017 -
Prova:	metodo di calcolo ETAG BOND (EOTA TR 029)
Fissaggio distanziato:	$e_b = 0 \text{ mm}$ (Senza distanziamento); $t = 10 \text{ mm}$
Piastra d'ancoraggio:	$l_x \times l_y \times t = 220 \text{ mm} \times 110 \text{ mm} \times 10 \text{ mm}$; (Spessore della piastra raccomandato: non calcolato)
Profilo:	IPE; ($L \times W \times T \times FT$) = $220 \text{ mm} \times 110 \text{ mm} \times 6 \text{ mm} \times 9 \text{ mm}$
Materiale base:	fessurato calcestruzzo, C25/30, $f_{c, cube} = 30.00 \text{ N/mm}^2$; $h = 400 \text{ mm}$, Temp. Breve/Lungo: 0/0 °C
Installazione:	Foro eseguito con perforatore, Condizioni di installazione: asciutto
Armatura:	nessuna armatura o interasse tra le armature $\geq 150 \text{ mm}$ (qualunque $\varnothing$) o $\geq 100 \text{ mm}$ ($\varnothing \leq 10 \text{ mm}$) senza armatura di bordo longitudinale



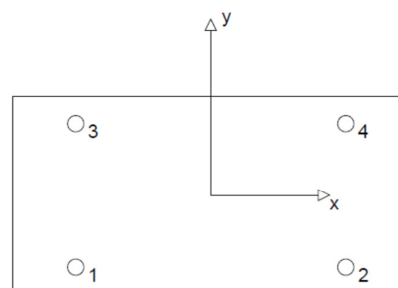
2 Condizione di carico/Carichi risultanti sull'ancorante

Condizione di carico: Carichi di progetto

Carichi sull'ancorante [kN]

Trazione: (+ Trazione, - Compressione)

Ancorante	Trazione	Taglio	Taglio in dir. x	Taglio in dir. y
1	0.000	10.500	10.500	0.000
2	0.000	10.500	10.500	0.000
3	0.000	10.500	10.500	0.000
4	0.000	10.500	10.500	0.000



Compressione max. nel calcestruzzo: - [%]
 Max. sforzo di compressione nel calcestruzzo: - [N/mm²]
 risultante delle forze di trazione nel (x/y)=(0/0): 0.000 [kN]
 risultante delle forze di compressione (x/y)=(0/0): 0.000 [kN]

4 Carico di taglio (EOTA TR 029, Sezione 5.2.3)

	Carico [kN]	Resistenza [kN]	Utilizzo β_V [%]	Stato
Rottura dell'acciaio (senza braccio di leva)*	10.500	11.712	90	OK
Rottura dell'acciaio (con braccio di leva)*	N/A	N/A	N/A	N/A
Rottura per pryout**	42.000	42.183	100	OK
Rottura del bordo del calcestruzzo in direzione y+**	21.000	32.022	66	OK

*ancorante più sollecitato **gruppo di ancoranti (ancoranti specifici)

4.1 Rottura dell'acciaio (senza braccio di leva)

$V_{Rk,s}$ [kN]	$\gamma_{M,s}$	$V_{Rd,s}$ [kN]	V_{Sd} [kN]
14.640	1.250	11.712	10.500

4.2 Rottura per pryout (adesione)

$A_{p,N}$ [mm ²]	$A_{p,N}^0$ [mm ²]	$\tau_{Rk,ucr,25}$ [N/mm ²]	$c_{cr,Np}$ [mm]	$s_{cr,Np}$ [mm]	c_{min} [mm]
99468	61440	18.00	124	248	85
ψ_c	$\tau_{Rk,cr}$ [N/mm ²]	k	$\psi_{g,Np}^0$	$\psi_{g,Np}$	k-factor
1.018	6.62	2.300	1.737	1.235	2.000
$e_{c1,V}$ [mm]	$\psi_{ec1,Np}$	$e_{c2,V}$ [mm]	$\psi_{ec2,Np}$	$\psi_{s,Np}$	$\psi_{re,Np}$
0	1.000	0	1.000	0.906	1.000
$N_{Rk,p}^0$ [kN]	$N_{Rk,p}$ [kN]	$\gamma_{M,c,p}$	$V_{Rd,cp}$ [kN]	V_{Sd} [kN]	
17.469	31.637	1.500	42.183	42.000	

4.3 Rottura del bordo del calcestruzzo in direzione y+

h_{ef} [mm]	d_{nom} [mm]	k_1	α	β	
96	8.0	1.700	0.106	0.062	
c_1 [mm]	$A_{c,v}$ [mm ²]	$A_{c,v}^0$ [mm ²]			
85	51638	32513			
$\psi_{s,v}$	$\psi_{h,v}$	$\psi_{ls,v}$	$e_{c,v}$ [mm]	$\psi_{ec,v}$	$\psi_{re,v}$
1.000	1.000	2.500	0	1.000	1.000
$V_{Rk,c}^0$ [kN]	$\gamma_{M,c}$	$V_{Rd,c}$ [kN]	V_{sd} [kN]		
12.097	1.500	32.022	21.000		

2.1.8 T122

VERIFICA DI UNA TRAVE IN C.A. A STATO LIMITE ULTIMO E DI ESERCIZIO (verifica trave rettangolare o a T)

SUSA - SCUOLA COUVERT - I SOLAIO - T122 - M+

Normativa di riferimento Decreto 14/01/2008 Norme Tecniche

SEZIONE				MATERIALI			
TRAVE DI SPINA				Acciaio	f_{yk}	430 N/mm ²	γ_s 1,15
Ala superiore	B	cm		FeB44	E_s	210000 N/mm ²	f_{yd} 373,9 N/mm ²
Spessore ala superiore	h_s	cm					e_{syd} 0,178%
Anima	b_u	40,0 cm					$f_{yk,are}$ 344,0 N/mm ²
Altezza totale	H	30,0 cm	H/L = 1/8	Calcestruzzo	f_{ck}	16 N/mm ²	γ_c 1,50
Copriferro asse armatura compressa	c'	1,5 cm		C16/20	R_{sk}	20 N/mm ²	α_{cc} 0,85
Copriferro asse armatura tesa	c	1,5 cm			E_c	28600 N/mm ²	f_{ctm} 1,9 N/mm ²
Altezza utile	d	28,5 cm	0,9d = 25,7cm	Fluage	ϕ	1,70	$f_{ctd,are}$ 9,6 N/mm ²
Luce trave	L	2,50 m		Ritiro	ϵ_s	$2 \cdot 10^{-4}$	$f_{ctd,q,perm}$ 7,2 N/mm ²
ANALISI DEI CARICHI				Tensione in comb.rare			
PERMANENTI				Taglio			
Peso proprio	kN/m ²	m		SLU			
Solaio	3,20 x	0,10	3,0 kN/m	SLE rare			
Totale pesi propri	γ_{G1} 1,30 x		3,3 kN/m	SLE frequenti			
Permanenti portati	2,00 x	0,50	1,0 kN/m	SLE quasi perm			
Tramezzi	x	0,50	kN/m	4,3 kN/m	3,3	3,3 kN/m	3,3 kN/m
Murature di tamponamento	1,00 x	3,00	3,0 kN/m				
Totale permanenti	γ_{G2} 1,30 x		4,0 kN/m	ψ_0 4,0	4,0 kN/m	ψ_1 4,0	4,0 kN/m
VARIABILI	3,00 x	0,50	1,5 kN/m	0,70	1,5	0,50	0,8
Totale variabili	γ_Q 1,50 x		1,5 kN/m	0,70	1,5	0,50	0,8
SLU - STATO LIMITE ULTIMO FLESSIONE				ARMATURE			
Calcolo SLU				Estradosso			
Momento di calcolo trave continua	M*	kNm		n°	ϕ [mm]	Area	
Coefficiente per calcolo momento minimo	α	8,00		2,0	8	1,01	
Momento minimo	$M_{min} = qL^2/8$	9,19 kNm		Intradosso	4	8	2,01
Momento di verifica	Msd	9,19 kNm					
Momento resistente	Mrd	20,50 kNm	verificato 2,23				
Deformazioni	Campo 2	ϵ_c -1,303	ϵ_s 10,000	$\gamma = A_s/A_s$	50%	$\rho = A_s/A_c$	0,08%
		x	3,29 cm	Diametro equivalente	8,0 mm	ρ_{min}	0,33%
						ρ_{max}	0,90%

SLU - TAGLIO				Indentatura blocchi			
Costruzione esistente				no			
Appoggio	b	25,0 cm		Sforzo normale	N_{sd}	kN	
Reazione appoggio	δ 1,00	$R = q \cdot L \cdot \delta$	29,42 kN	p_1	0,001764		
Taglio in asse appoggio di verifica	V_{sd1}	14,71 kN		k	1,8377		
Taglio in asse secondo appoggio	V_{sd2}	14,71 kN		V_{Rd1}	$18 \cdot k \cdot (100 \cdot p_1 \cdot f_{ck}) / (3 \cdot \gamma_c + 0,15 \cdot \alpha_{cp}) \cdot b_w \cdot d \geq (min + 0,15 \cdot \alpha_{cp}) \cdot b_w \cdot d$		19,9 kN
Sezione dal filo pilastro di calcolo del taglio	z_s	25 cm		Inclinazione staffe α 90 °			Resistenza senza armatura a taglio 0,68 V_{Rd1} 13,5 kN
Sezione dal filo pilastro di calcolo del taglio	z_0	50 cm		Bielle θ 45 °			V_{Rd2} massimo trave = 0,5 $\cdot v \cdot d \cdot b_w \cdot f \cdot c d$ 258,4 kN
Taglio a d dal filo	$V_{sd1,ts} = V_{sd1} - (V_{sd1} + V_{sd2}) / L \cdot (b/2)$		11,56 kN	Passo minimo / Armatura minima a taglio / 10000			
Taglio nella sezione z_s	V_{sd_s}	10,30 kN		Staffe 1 +	ϕ 6 / 200	2,8 cmq/m	2
Taglio nella sezione z_0	V_{sd_0}	8,68 kN		Staffe 1 +	ϕ 6 / 200	2,8 cmq/m	2
				Staffe 1 +	ϕ 6 / 200	2,8 cmq/m	2

Dove: $V_{Rd1} = 0,9 \cdot d \cdot A_{sv} / s \cdot f_{yd} \cdot (ctg\alpha + ctg\theta)$ sina $V_{Rd2} = \min (VRd, VRd1)$

2.2 Solai

2.2.1 N101

VERIFICA DI UNA TRAVE IN C.A. A STATO LIMITE ULTIMO E DI ESERCIZIO (verifica trave rettangolare o a T)

SUSA - SCUOLA COUVERT - I SOLAIO -N101 - M-

Normativa di riferimento Decreto 14/01/2008 Norme Tecniche

SEZIONE				MATERIALI							
TRAVE DI SPINA											
Ala superiore	B	50,0	cm	Acciaio	f_{yk}	430 N/mm ²	γ_s	1,15	f_{yd}	373,9 N/mm ²	
Spessore ala superiore	h_s	5,0	cm	FeB44	E_s	210000 N/mm ²			σ_{syd}	0,178%	
Anima	b_u	10,0	cm						Tensione in comb.rare	f_{ydrare}	344,0 N/mm ²
Altezza totale	H	30,0	cm						γ_c	1,50	9,1 N/mm ²
Copriferro asse armatura compressa	c'	1,5	cm						α_{cc}	0,85	1,9 N/mm ²
Copriferro asse armatura tesa	c	1,5	cm						Tensione in comb.rare	$f_{cd rare}$	9,6 N/mm ²
Altezza utile	d	28,5	cm	0,9d = 25,7cm					Tensione in comb.quasi permanenti	$f_{cd q.perm.}$	7,2 N/mm ²
Luce trave	L	7,18	m						Taglio	$0,5 \cdot f_{cd}$	4,5 N/mm ²
ANALISI DEI CARICHI											
PERMANENTI											
kN/m ²											
m											
Peso proprio			1,3	kN/m							
Solaio		0,75	x	0,40	0,3	kN/m					
Totale pesi propri	γ_{G1}	1,30	x	1,6	kN/m						
Permanenti portati		2,00	x	0,50	1,0	kN/m					
Tramezzi		1,20	x	0,50	0,6	kN/m					
			x	0,50		kN/m					
Murature di tamponamento		2,50	x			kN/m					
Totale permanenti	γ_{G2}	1,30	x	1,6	kN/m						
VARIABILI		3,00	x	0,50	1,5	kN/m					
			x	0,50		kN/m					
Totale variabili	γ_Q	1,50	x	1,5	kN/m						
SLU - STATO LIMITE ULTIMO FLESSIONE				Calcolo SLU				ARMATURE			
Momento di calcolo trave continua				M^*				n^*			
Coefficiente per calcolo momento minimo				α				ϕ [mm]			
Momento minimo				$M_{min} = qL^2/8$				Area			
Momento di verifica				M_{sd}				Intradosso			
Momento resistente				M_{rd}				Area			
Deformazioni				Campo 2				$\rho = A_s/A_c$			
				ϵ_c				$\rho = A_s/A_c$			
				ϵ_s				ρ_{min}			
				x				ρ_{max}			
				4,53 cm				0,33%			
								1,18%			
								0,81%			

2.2.2 N103

VERIFICA DI UNA TRAVE IN C.A. A STATO LIMITE ULTIMO E DI ESERCIZIO (verifica trave rettangolare o a T)

SUSA - SCUOLA COUVERT - I SOLAIO -N103 - M+

Normativa di riferimento Decreto 14/01/2008 Norme Tecniche

SEZIONE				MATERIALI						
Ala superiore	B	50,0 cm	H/L = 1/13	Acciaio	f_{yk}	430 N/mm ²	γ_s	1,15	f_{yd}	373,9 N/mm ²
Spessore ala superiore	h_s	5,0 cm		FeB44	E_s	210000 N/mm ²			e_{syd}	0,178%
Anima	b_u	10,0 cm							f_{ytrare}	344,0 N/mm ²
Altezza totale	H	20,0 cm		Calcestruzzo	f_{ck}	16 N/mm ²	γ_c	1,50	f_{cd}	9,1 N/mm ²
Copri ferro asse armatura compressa	c'	1,5 cm		C16/20	R_{ck}	20 N/mm ²	α_{cc}	0,85	f_{cm}	1,9 N/mm ²
Copri ferro asse armatura tesa	c	1,5 cm		E_c	28600 N/mm ²			$f_{cd rare}$	9,6 N/mm ²	
Altezza utile	d	18,5 cm	0,9d = 16,7cm	Fluage	ϕ	1,70		$f_{cd q.perm.}$	7,2 N/mm ²	
Luce trave	L	2,50 m		Ritiro	ϵ_r	$2 \cdot 10^{-4}$		Taglio	$0,5 \cdot f_{cd}$	4,5 N/mm ²

ANALISI DEI CARICHI				SLU	SLE rare	SLE frequenti	SLE quasi perm
PERMANENTI	kN/m ²	m					
Peso proprio			1,0 kN/m				
Solaio	0,75 x	0,40	0,3 kN/m				
Totale pesi propri	γ_{G1} 1,30 x		1,3 kN/m	1,7 kN/m	1,3	1,3 kN/m	1,3 kN/m
Permanenti portati	2,00 x	0,50	1,0 kN/m				
Tramezzi	1,20 x	0,50	0,6 kN/m				
Murature di tamponamento	x	0,50	kN/m				
Totale permanenti	γ_{G2} 1,30 x		1,6 kN/m	2,1 kN/m	ψ_0 1,6	1,6 kN/m	ψ_2 1,6 kN/m
VARIABILI							
	3,00 x	0,50	1,5 kN/m		0,70	1,5	0,50
	x	0,50	kN/m		0,70	0,8	0,30
Totale variabili	γ_Q 1,50 x		1,5 kN/m	2,3 kN/m	1,5	1,5 kN/m	0,8

SLU - STATO LIMITE ULTIMO FLESSIONE				ARMATURE			
Momento di calcolo trave continua	M^*	kNm		n°	ϕ [mm]	Area	
Coefficiente per calcolo momento minimo	α	8,00		Estradosso			
Momento minimo	$M_{min} = qL^2/\alpha$	4,70 kNm		Intradosso	1	10	0,79
Momento di verifica	M_{sd}	4,70 kNm					
Momento resistente	M_{rd}	5,27 kNm	verificato 1,12				
Deformazioni	Campo 2	ϵ_c	-0,955	$\gamma = A_s'/A_s$		$p = A_s'/A_c$	0,39%
		x	1,81 cm	Diametro equivalente	10,0 mm	p_{min}	0,33%

2.2.3 N109

VERIFICA DI UNA TRAVE IN C.A. A STATO LIMITE ULTIMO E DI ESERCIZIO (verifica trave rettangolare o a T)

SUSA - SCUOLA COUVERT - I SOLAIO -N109 - M-

Normativa di riferimento Decreto 14/01/2008 Norme Tecniche

SEZIONE				MATERIALI						
Ala superiore	B	50,0 cm	H/L = 1/21	Acciaio	f_{yk}	430 N/mm ²	γ_s	1,15	f_{yd}	373,9 N/mm ²
Spessore ala superiore	h_s	5,0 cm		FeB44	E_s	210000 N/mm ²			e_{syd}	0,178%
Anima	b_u	10,0 cm							f_{ytrare}	344,0 N/mm ²
Altezza totale	H	30,0 cm		Calcestruzzo	f_{ck}	16 N/mm ²	γ_c	1,50	f_{cd}	9,1 N/mm ²
Copri ferro asse armatura compressa	c'	1,5 cm		C16/20	R_{ck}	20 N/mm ²	α_{cc}	0,85	f_{cm}	1,9 N/mm ²
Copri ferro asse armatura tesa	c	1,5 cm		E_c	28600 N/mm ²			$f_{cd rare}$	9,6 N/mm ²	
Altezza utile	d	28,5 cm	0,9d = 25,7cm	Fluage	ϕ	1,70		$f_{cd q.perm.}$	7,2 N/mm ²	
Luce trave	L	6,20 m		Ritiro	ϵ_r	$2 \cdot 10^{-4}$		Taglio	$0,5 \cdot f_{cd}$	4,5 N/mm ²

ANALISI DEI CARICHI				SLU	SLE rare	SLE frequenti	SLE quasi perm
PERMANENTI	kN/m ²	m					
Peso proprio			1,3 kN/m				
Solaio	0,75 x	0,40	0,3 kN/m				
Totale pesi propri	γ_{G1} 1,30 x		1,6 kN/m	2,0 kN/m	1,6	1,6 kN/m	1,6 kN/m
Permanenti portati	2,00 x	0,50	1,0 kN/m				
Tramezzi	1,20 x	0,50	0,6 kN/m				
Murature di tamponamento	x	0,50	kN/m				
Totale permanenti	γ_{G2} 1,30 x		1,6 kN/m	2,1 kN/m	ψ_0 1,6	1,6 kN/m	ψ_2 1,6 kN/m
VARIABILI							
	3,00 x	0,50	1,5 kN/m		0,70	1,5	0,50
	x	0,50	kN/m		0,70	0,8	0,30
Totale variabili	γ_Q 1,50 x		1,5 kN/m	2,3 kN/m	1,5	1,5 kN/m	0,8

SLU - STATO LIMITE ULTIMO FLESSIONE				ARMATURE			
Momento di calcolo trave continua	M^*	kNm		n°	ϕ [mm]	Area	
Coefficiente per calcolo momento minimo	α	12,00		Estradosso	1,0	12	1,13
Momento minimo	$M_{min} = qL^2/\alpha$	20,33 kNm		Intradosso	1	12	1,13
Momento di verifica	M_{sd}	20,33 kNm					
Momento resistente	M_{rd}	23,11 kNm	verificato 1,14				
Deformazioni	Campo 2	ϵ_c	-1,237	$\gamma = A_s'/A_s$	42%	$p = A_s'/A_c$	0,38%
		x	3,14 cm	Diametro equivalente	13,1 mm	p_{min}	0,33%

Le armature a negativo garantiscono un comportamento ad incastro. Il momento risultante in campata è quindi molto ridotto e si considera quindi che la verifica sia implicitamente superata.

SLU - TAGLIO		Costruzione esistente		Indentatura blocchi		si		FeB32	
Appoggio	b	70,0	cm	Sforzo normale	N_{ed}	kN	σ_{cp}	N/mm ²	α_c 1,0000
		SLU			p_1	0,00937	v_{rib}	0,3488	V_{Rd} 15,5 kN
Reazione appoggio	δ 1,00	$R=q \cdot L \cdot \delta$	39,34 kN	SLE rara	k	1,8377	$V_{Rd1} = 18 \cdot k \cdot (100 \cdot p_1 \cdot f_{ck})^{1/3} / (v_{rib} + 0,15 \cdot \sigma_{cp}) \cdot b_w \cdot d \geq (v_{min} + 0,15 \cdot \sigma_{cp}) \cdot b_w \cdot d$		
Taglio in asse appoggio di verifica	V_{sd1}	19,67 kN	14,42 kN	Resistenza senza armatura a taglio			0,68 V_{Rd}	27,0 kN	
Taglio in asse secondo appoggio	V_{sd2}	19,67 kN	kN	Inclinazione staffe α 90 °	$V_{Rd2} = 0,9 \cdot d \cdot b_w \cdot \alpha_c \cdot f'_{cd} \cdot (ctg\alpha + ctg\theta) / (1 + ctg^2\theta)$			58,1 kN	
Sezione dal filo pilastro di calcolo del taglio	z_a	25	cm	$\tau = 5,62$ kg/cm ²	Bielle θ 45 °	$V_{Rd3} \text{ massimo trave} = 0,5 \cdot v \cdot d \cdot b_w \cdot f'_{cd}$			64,6 kN
Sezione dal filo pilastro di calcolo del taglio	z_b	50	cm	Passo minimo / Armatura minima a taglio / 10000			1,5 cmq/m	Bracci	V_{Rd}
Taglio a d dal filo $V_{sd15} = V_{sd1} - (V_{sd1} + V_{sd2}) / L \cdot (b/2)$	V_{sd15}	16,54 kN		NON NECESSITA ARMATURA A TAGLIO	Staffe 1	+	/ 200	2	V_{Rd} verificato 2,4
Taglio nella sezione z_a	V_{sd2}	15,86 kN			Staffe 1	+	/ 200	2	39,8 kN verificato 2,5
Taglio nella sezione z_b	V_{sd3}	14,08 kN			Staffe 1	+	/ 200	2	39,8 kN verificato 2,8
Dove: $V_{Rd1} = 0,9 \cdot d \cdot A_{s01} / s \cdot f_y \cdot d \cdot (ctg\alpha + ctg\theta) \cdot \sin\alpha$ $V_{Rd3} = \min (V_{Rsd}, V_{Rcd})$									

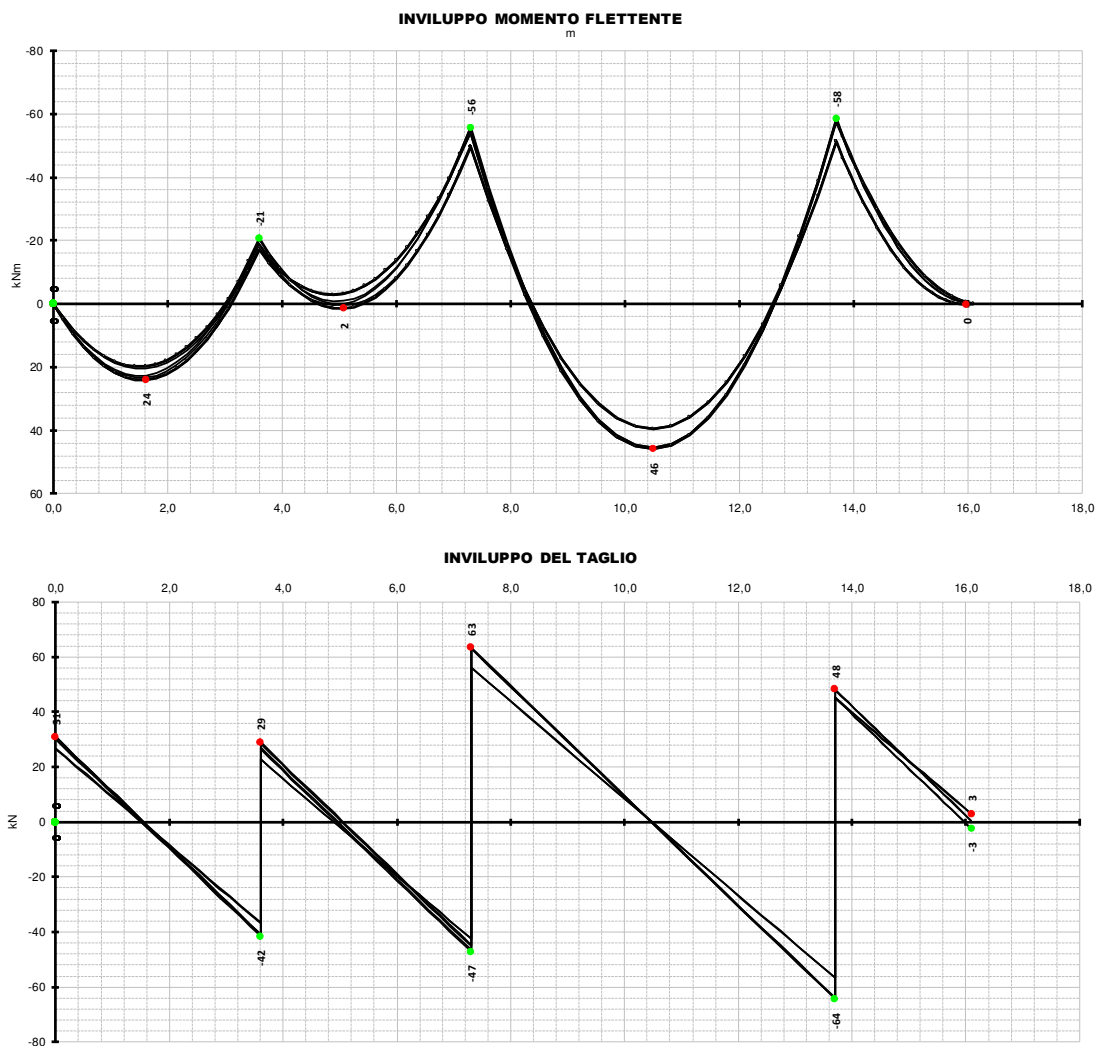
3 SECONDO SOLAIO – PIANO PRIMO

La carpenteria del secondo solaio Lotto 2 è allegata alla presente. La destinazione d'uso del secondo solaio è in parte scolastica ed in parte (zona servizi e palestra) sottotetto. I carichi variabili considerati per la verifica dei solai di sottotetto sono quelli per manutenzione pari a 0.50 kPa.

Nel seguito si riportano le verifiche delle membrature fatta eccezione per quelle uguali alle omologhe del primo orizzontamento per le quali vale quanto detto al capitolo precedente.

3.1 Travi

3.1.1 T205-206-207-208



SUSA - SCUOLA COUVERT - II SOLAIO -T205 -M+

Normativa di riferimento

Decreto 14/01/2008 Norme Tecniche

SEZIONE

TRAVE DI BORDO

Ala superiore	B	cm	
Spessore ala superiore	h _s	cm	
Anima	b _u	60,0	cm
Altezza totale	H	30,0	cm
Copri ferro asse armatura compressa	c'	1,5	cm
Copri ferro asse armatura tesa	c	1,5	cm
Altezza utile	d	28,5	cm
Luce trave	L	3,60	m

H/L = 1/12

0,9d = 25,7cm

MATERIALI

Acciaio	f_{yk}	430 N/mm ²	γ_s	1,15	f_{yd}	373,9 N/mm ²	
FeB44	E_s	210000 N/mm ²			ϵ_{yk}	0,178%	
					Tensione in comb.rare	f_{ydrare}	344,0 N/mm ²
Calcestruzzo	f_{ck}	16 N/mm ²	γ_c	1,50	f_{cd}	9,1 N/mm ²	
C16/20	R_{ck}	20 N/mm ²	α_{cc}	0,85	f_{ctm}	1,9 N/mm ²	
	E_c	28600 N/mm ²			Tensione in comb.rare	$f_{cd rare}$	9,6 N/mm ²
	Fluage	ϕ	1,70		Tensione in comb.quasi permanenti	$f_{cd q.perm.}$	7,2 N/mm ²
	Ritiro	ϵ_r	2 * 10 ⁻⁴		Taglio	0,5*f _{td}	4,5 N/mm ²

ANALISI DEI CARICHI

PERMANENTI	kN/m ²	m		SLU	SLE rare	SLE frequenti	SLE quasi perm
Peso proprio			4,5 kN/m				
Solaio	3,20	x	-0,10				
Totale pesi propri	γ _{Gt}	1,30	x	4,2 kN/m	5,4 kN/m	4,2	4,2 kN/m
Permanenti portati	2,00	x	0,50				
Tramezzi	1,20	x	0,50				
	x	0,50	kN/m				
Murature di tamponamento	2,50	x	3,10				
Totale permanenti	γ _{Gz}	1,30	x	9,4 kN/m	12,2 kN/m	9,4	9,4 kN/m
VARIABILI	3,00	x	0,60				
	x	0,50	kN/m				
Totale variabili	γ _Q	1,50	x	1,5 kN/m	2,3 kN/m	1,5	1,5 kN/m

SLU - STATO LIMITE ULTIMO FLESSIONE

Calcolo SLU

Momento di calcolo trave continua	M*	24,00 kNm	
Coefficiente per calcolo momento minimo	α	11,00	
Momento minimo	$M_{min}=qL^2/\alpha$	23,37 kNm	
Momento di verifica	Msd	24,00 kNm	
Momento resistente	Mrd	45,56 kNm	verificato 1,90
Deformazioni	Campo 2	ϵ_c -1,771	ϵ_s 10,000
	x	4,29 cm	

ARMATURE

Estradosso	n°	φ [mm]	Area	Intradosso	n°	φ [mm]	Area
	2,0	8	1,01		4	12	4,52
			As'				As
			1,01 cm ²				4,52 cm ²
			γ=As'/As				p=As/As
			22%				0,25%
			Diametro equivalente				12,0 mm
							p _{min} 0,33%
							p _{max} 0,87%

SLU - TAGLIO

Costruzione esistente

Indentatura blocchi

no

FeB32

Appoggio	b	40,0	cm	Sforzo normale	N _{ed}	kN	σ _{cp}	N/mm ²	α _c	1,0000
					p ₁	0,002646				
					k	1,8377				
Reazione appoggio	δ	1,20								
Taglio in asse appoggio di verifica	V _{sd1}	42,85	kN							
Taglio in asse secondo appoggio	V _{sd2}	42,85	kN							
Sezione dal filo pilastro di calcolo del taglio	z _s	25	cm							
Sezione dal filo pilastro di calcolo del taglio	z ₀	50	cm							
Taglio a d del filo	V _{sd10} = V _{sd1} - (V _{sd1} + V _{sd2}) / L * (b/2)	34,70	kN							
Taglio nella sezione z _s	V _{sd3}	32,14	kN							
Taglio nella sezione z ₀	V _{sd0}	30,52	kN							

SUSA - SCUOLA COUVERT - II SOLAIO -T207 -M+

Normativa di riferimento

Decreto 14/01/2008 Norme Tecniche

SEZIONE

TRAVE DI BORDO

Ala superiore	B	cm	
Spessore ala superiore	h _s	cm	
Anima	b _u	60,0	cm
Altezza totale	H	30,0	cm
Copri ferro asse armatura compressa	c'	1,5	cm
Copri ferro asse armatura tesa	c	1,5	cm
Altezza utile	d	28,5	cm
Luce trave	L	6,40	m

H/L = 1/21

0,9d = 25,7cm

MATERIALI

Acciaio	f_{yk}	430 N/mm ²	γ_s	1,15	f_{yd}	373,9 N/mm ²	
FeB44	E_s	210000 N/mm ²			ϵ_{yk}	0,178%	
					Tensione in comb.rare	f_{ydrare}	344,0 N/mm ²
Calcestruzzo	f_{ck}	16 N/mm ²	γ_c	1,50	f_{cd}	9,1 N/mm ²	
C16/20	R_{ck}	20 N/mm ²	α_{cc}	0,85	f_{ctm}	1,9 N/mm ²	
	E_c	28600 N/mm ²			Tensione in comb.rare	$f_{cd rare}$	9,6 N/mm ²
	Fluage	ϕ	1,70		Tensione in comb.quasi permanenti	$f_{cd,q.perm.}$	7,2 N/mm ²
	Ritiro	ϵ_r	2 * 10 ⁻⁴		Taglio	0,5*f _{td}	4,5 N/mm ²

ANALISI DEI CARICHI

PERMANENTI	kN/m ²	m		SLU	SLE rare	SLE frequenti	SLE quasi perm
Peso proprio			4,5 kN/m				
Solaio	3,20	x	-0,10				
Totale pesi propri	γ _{Gt}	1,30	x	4,2 kN/m	5,4 kN/m	4,2	4,2 kN/m
Permanenti portati	2,00	x	0,50				
Tramezzi	1,20	x	0,50				
	x	0,50	kN/m				
Murature di tamponamento	2,50	x	3,10				
Totale permanenti	γ _{Gz}	1,30	x	9,4 kN/m	12,2 kN/m	9,4	9,4 kN/m
VARIABILI	3,00	x	0,50				
	x	0,50	kN/m				
Totale variabili	γ _Q	1,50	x	1,5 kN/m	2,3 kN/m	1,5	1,5 kN/m

SLU - STATO LIMITE ULTIMO FLESSIONE

Calcolo SLU

Momento di calcolo trave continua	M*	46,00 kNm		
Coefficiente per calcolo momento minimo	α	18,00		
Momento minimo	$M_{min}=qL^2/\alpha$	45,14 kNm		
Momento di verifica	Msd	46,00 kNm		
Momento resistente	Mrd	101,71 kNm	verificato	2,21
Deformazioni	Campo 3	ε_c	-3,500	ε_s 8,554
		x	8,27 cm	

ARMATURE

Estradosso	n°	φ [mm]	Area	Intradosso	n°	φ [mm]	Area
	2,0	8	1,01		7	14	10,78
			As'				As
			1,01 cm ²				10,78 cm ²
			γ=As'/As				p=As/As
			9%				0,60%
			Diametro equivalente				14,0 mm
							p _{min} 0,33%
							p _{max} 0,87%

ANALISI DEI CARICHI				SLU	SLE rare			SLE frequenti			SLE quasi perm	
PERMANENTI		kN/m ²	m									
Peso proprio				4,5 kN/m								
Solaio		3,20	x -0,10	-0,3 kN/m								
Totale pesi propri		γ _{G1} 1,30	x	4,2 kN/m	5,4 kN/m	4,2	4,2 kN/m	4,2	4,2 kN/m		4,2 kN/m	
Permanenti portati		2,00	x 0,50	1,0 kN/m								
Tramezzi		1,20	x 0,50	0,6 kN/m								
			x 0,50	kN/m								
Murature di tamponamento		2,50	x 3,10	7,8 kN/m								
Totale permanenti		γ _{G2} 1,30	x	9,4 kN/m	12,2 kN/m	ψ ₀ 9,4	9,4 kN/m	ψ ₁ 9,4	9,4 kN/m	ψ ₂	9,4 kN/m	
VARIABILI		3,00	x 0,60	1,5 kN/m		0,70	1,5	1,5	0,50	0,8	0,8	0,30
			x 0,50	kN/m		0,70			0,50			0,30
Totale variabili		γ _Q 1,50	x	1,5 kN/m	2,3 kN/m		1,5	1,5 kN/m		0,8	0,8 kN/m	0,5 kN/m

SLU - STATO LIMITE ULTIMO FLESSIONE				Calcolo SLU		ARMATURE			
Momento di calcolo trave continua		M*	58,00	kNm	n°		φ [mm]	Area	
Coefficiente per calcolo momento minimo		α	14,00		Estradosso		4,0 14	6,16	
Momento minimo		M _{min} =qL ² /α	58,04	kNm	Intradosso		6 14	9,24	
Momento di verifica		M _{sd}	58,04	kNm					
Momento resistente		M _{rd}	92,75	kNm	verificato		1,60		
							As'	6,16 cm ²	
							As	9,24 cm ²	
Deformazioni		ε _c	-2,005		γ=As'/As		67%	ρ=As'/Ac	
Campo 2		ε _s	10,000		Diametro equivalente		14,0 mm	0,34%	
		x	4,76	cm					
							ρ _{min}	0,33%	
							ρ _{max}	1,16%	

SLU - TAGLIO		Costruzione esistente				Indentatura blocchi		no		FeB32	
Appoggio	b	40,0 cm	Sforzo normale		N_{ed}	kN	σ_{cp}	N/mm ²	α_c	1,0000	
		SLU	SLE rara	ρ_1	0,005401		σ_{min}	0,3488	V_{Rd}	77,4 kN	
				k	1,8377				V_{Rd}	77,4 kN	
Reazione appoggio	δ 1,20	$R=q \cdot l \cdot \delta$	152,36 kN	115,43 kN			$V_{Rd} = 18 \text{ k} (100 \text{ p fcd} / 3 \text{ c} + 0,15 \text{ acp}) \text{ b} \cdot z \cdot (\min + 0,15 \cdot \text{acp}) \text{ bwd}$		$0,68 \cdot V_{Rd}$	52,6 kN	
Taglio in asse appoggio di verifica	V_{sd1}		76,18 kN	57,72 kN			Resistenza senza armatura a taglio				
Taglio in asse secondo appoggio	V_{sd2}		76,18 kN			Inclinazione staffe $\alpha = 90^\circ$	$V_{Rd} = 0,9 \cdot d \cdot b_w \cdot \alpha_c \cdot f_{cd} \cdot (ctga + ctg\theta) \cdot (1 + ctg^2\theta)$			348,8 kN	
Sezione dal filo pilastro di calcolo del taglio	z_a		25 cm		$\tau = 3,75 \text{ kg/cm}^2$	Bielle θ 45°	$V_{Rd \text{ massimo trave}} = 0,5 \cdot v_d \cdot b_w \cdot f_{cd}$			387,6 kN	
Sezione dal filo pilastro di calcolo del taglio	z_b		50 cm								
Taglio a d dal filo	$V_{sd(d)} = V_{sd1} - (V_{sd1} + V_{sd2}) / L \cdot (b/2)$		68,03 kN		Passo minimo / Armatura minima a taglio / 10000		9,0 cmq/m	Bracci	V_{Rd}	V_{Rd}	
	V_{sd_a}		65,47 kN		Staffe 1 +	ϕ 6 / 200	2,8 cmq/m	2	20,17	77,4 kN	verificato 1,1
Taglio nella sezione z_a	V_{sd_b}		65,47 kN		Staffe 1 +	ϕ 6 / 200	2,8 cmq/m	2	20,17	77,4 kN	verificato 1,2
Taglio nella sezione z_b	V_{sd_c}		63,52 kN		Staffe 1 +	ϕ 6 / 200	2,8 cmq/m	2	20,17	77,4 kN	verificato 1,2

VERIFICA DI UNA TRAVE IN C.A. A STATO LIMITE ULTIMO E DI ESERCIZIO (verifica trave rettangolare o a T)

SUSA - SCUOLA COUVERT - I SOLAIO - T214 - M+

ANALISI DEI CARICHI																	
PERMANENTI						kN/m ²	m	SLU	SLE rare			SLE frequenti			SLE quasi perm		
Peso proprio								6,0 kN/m									
Solaio							2,20	7,0 kN/m									
Totale pesi propri						γ_{G1}	1,30	x	13,0 kN/m	17,0 kN/m	13,0	13,0 kN/m	13,0	13,0 kN/m	13,0 kN/m		
Permanenti portati								6,0 kN/m									
Tramezzi								3,6 kN/m									
								kN/m									
Murature di tamponamento								kN/m									
Totale permanenti						γ_{G2}	1,30	x	9,6 kN/m	12,5 kN/m	ψ_2	9,6	9,6 kN/m	ψ_1	9,6	9,6 kN/m	
VARIABILI								9,0 kN/m	0,70	9,0	9,0	0,50	4,5	4,5	0,30	2,7	
								kN/m	0,70			0,50			0,30		
Totale variabili						γ_Q	1,50	x	9,0 kN/m	13,5 kN/m	9,0	9,0 kN/m		4,5	4,5 kN/m	2,7 kN/m	

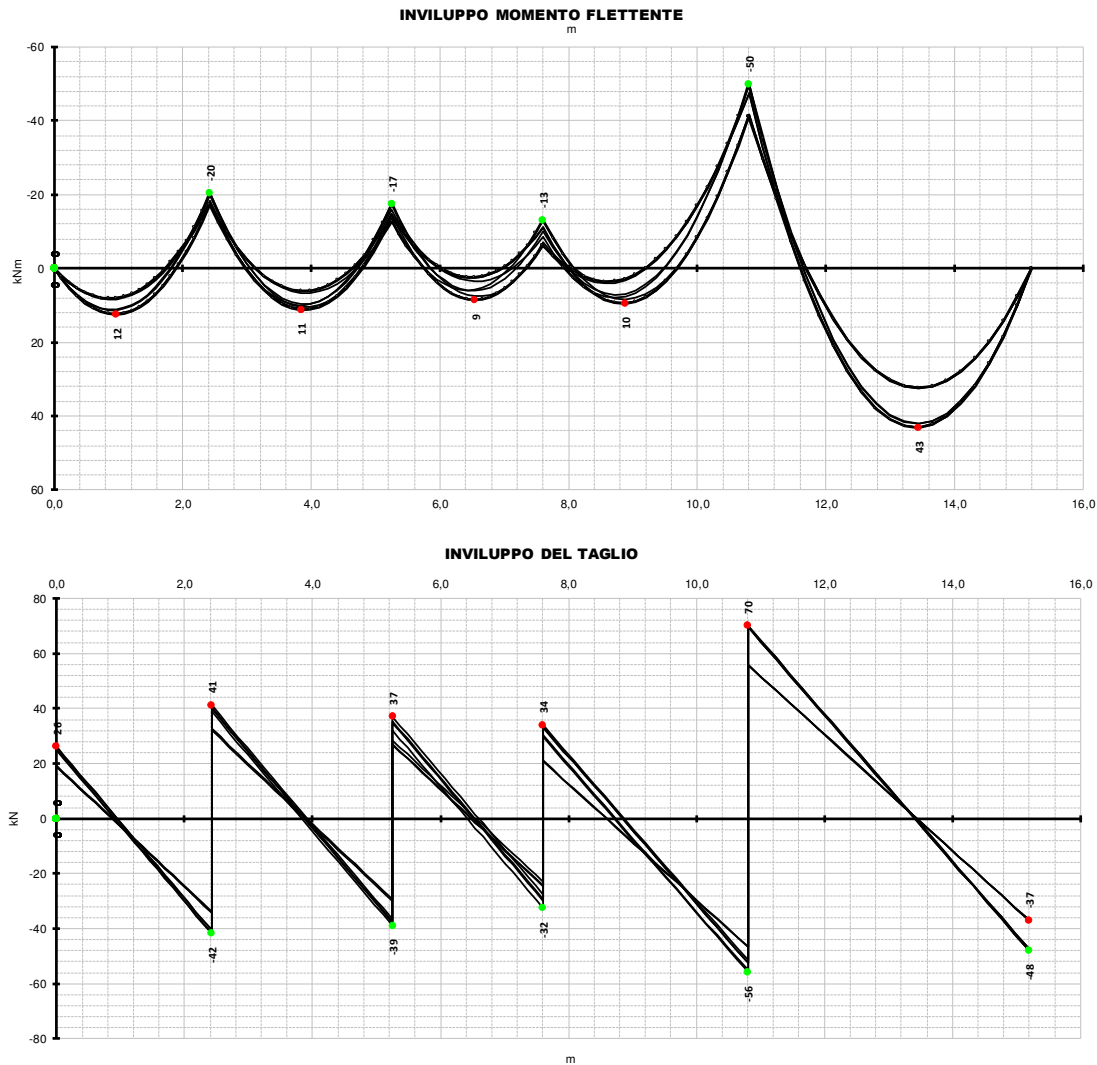
SLU - STATO LIMITE ULTIMO FLESSIONE		Calcolo SLU		ARMATURE			
Momento di calcolo trave continua	M*		kNm	n° ϕ [mm]		Area	
Coefficiente per calcolo momento minimo	α	8,00		Estradosso 2,0 10		1,57	
Momento minimo	M _{min} =qL²/α	128,85	kNm	Intradosso 7 16		14,07	
Momento di verifica	Msd	128,85	kNm				
Momento resistente	Mrd	133,69	kNm	verificato 1,04			
Deformazioni	Campo 3			As'		1,57 cm²	
	ε _c	-3,500	ε _s 9,066	γ=A's/As 11%		ρ=A's/As 0,07%	
	x	7,94	cm	Diametro equivalente 16,0		mm	
	ρ _{min}	0,33%	ρ _{max} 0,88%	ρ=A/As 0,59%			

SLU - TAGLIO		Costruzione esistente		Indentatura blocchi		no		FeB32	
Appoggio	b	25,0	cm	Sforzo normale	N _{ed}	kN	σ_{cp}	N/mm ²	α_c
Reazione appoggio	δ	1,00		SLU	210,37	kN	ν_{eff}	0,3488	V _{Ed}
Taglio in asse appoggio di verifica	R=q*L* δ	210,37	kN	SLE rara	155,04	kN	ρ_1	0,006173	107,9
Taglio in asse secondo appoggio	Vsd ₁	105,18	kN		77,52	kN	k	1,8377	V _{Ed}
Sezione dal filo pilastro di calcolo del taglio	Vsd ₂	105,18	kN			kN	Inclinazione staffe α	90 °	Resistenza senza armatura a taglio
Taglio nella sezione z _s	z _s	25	cm			kN	Bielle θ	45 °	0,68*V _{Ed}
Sezione dal filo pilastro di calcolo del taglio	z ₀	50	cm			kN	Passo minimo / Armatura minima a taglio	10000	V _{Ed}
Taglio a d dal filo	Vsd ₁₀ = Vsd ₁ -(Vsd ₁ +Vsd ₂)/L*(b/2)	93,70	kN			kN			V _{Ed}
Taglio nella sezione z _s	Vsd _s	89,08	kN			kN			V _{Ed}
Taglio nella sezione z ₀	Vsd ₀	82,67	kN			kN			V _{Ed}

NON NECESSITA ARMATURA A TAGLIO	Staffe 1	+	ϕ 8 / 200	5,0	cmq/m	2	35,86	107,9	kN	verificato	1,2
	Staffe 1	+	ϕ 8 / 200	5,0	cmq/m	2	35,86	107,9	kN	verificato	1,2
	Staffe 1	+	ϕ 8 / 200	5,0	cmq/m	2	35,86	107,9	kN	verificato	1,3

Dove: $V_{Rd1} = 0.9 d A_{sw} / s f_{yd} (ctg\alpha + ctg\theta)$ sina $V_{Rd2} = \min (V_{Rd1}, V_{Rd2})$

3.1.3 T225-226-227-228-229



SUSA - SCUOLA COUVERT - II SOLAIO -T229 - M+

Normativa di riferimento

Decreto 14/01/2008 Norme Tecniche

SEZIONE

TRAVE DI BORDO

Ala superiore	B	cm	
Spessore ala superiore	h _s	cm	
Anima	b _u	60,0	cm
Altezza totale	H	20,0	cm
Copri ferro asse armatura compressa	c'	1,5	cm
Copri ferro asse armatura tesa	c	1,5	cm
Altezza utile	d	18,5	cm
Luce trave	L	4,40	m

H/L = 1/22

0,9d = 16,7cm

MATERIALI

Acciaio

FeB44

f_{yk}E_s

Calcestruzzo

C16/20

f_{ck}R_{ck}E_c

Fluage

Ritiro

ε_t430 N/mm²210000 N/mm²16 N/mm²20 N/mm²28600 N/mm²

1,70

2 * 10⁻⁴γ_s

1,15

Tensione in comb.rare

γ_c

1,50

α_{cc}

0,85

Tensione in comb.rare

Tensione in comb.quasi permanenti

Taglio

0,5*f_{cd}4,5 N/mm²f_{yk}373,9 N/mm²ε_{yk}

0,178%

f_{yk,ave}344,0 N/mm²f_{cd}9,1 N/mm²f_{cm}1,9 N/mm²f_{cd,rare}9,6 N/mm²f_{cd,q.perm.}7,2 N/mm²0,5*f_{cd}4,5 N/mm²

ANALISI DEI CARICHI

PERMANENTI	kN/m ²	m	SLU	SLE rare	SLE frequenti	SLE quasi perm
Peso proprio			3,0 kN/m			
Solaio	2,20	x 0,65	1,4 kN/m			
Totale pesi propri	γ _{Gt} 1,30	x	4,4 kN/m	5,8 kN/m	4,4 kN/m	4,4 kN/m
Permanenti portati	2,00	x 1,25	2,5 kN/m			
Tramezzi	1,20	x 1,25	1,5 kN/m			
	x 1,25		kN/m			
Murature di tamponamento	2,50	x 3,10	7,8 kN/m			
Totale permanenti	γ _{Gz} 1,30	x	11,8 kN/m	15,3 kN/m	11,8 kN/m	11,8 kN/m
VARIABILI	3,00	x 1,25	3,8 kN/m	0,70	3,8 kN/m	0,50
	x 1,25		kN/m	0,70	3,8 kN/m	0,50
Totale variabili	γ _Q 1,50	x	3,8 kN/m	5,6 kN/m	3,8 kN/m	1,9 kN/m

SLU - STATO LIMITE ULTIMO FLESSIONE

Calcolo SLU

Momento di calcolo trave continua	M*	43,00 kNm
Coefficiente per calcolo momento minimo	α	12,00
Momento minimo	M _{min} = qL ² /α	43,01 kNm
Momento di verifica	M _{sd}	43,01 kNm
Momento resistente	M _{rd}	61,42 kNm
Deformazioni	Campo 3	ε _c -3,500
	x	8,27 cm

ARMATURE

Estradosso	n°	φ [mm]	Area	Intradosso	n°	φ [mm]	Area
	2,0	8	1,01		7	14	10,78
As'			1,01 cm ²	As			10,78 cm ²
γ = As'/As	9%			p = As/As	0,90%		
Diametro equivalente	14,0 mm			p _{min}	0,33%		
				p _{max}	0,90%		

SUSA - SCUOLA COUVERT - II SOLAIO -T229 - M-

Normativa di riferimento

Decreto 14/01/2008 Norme Tecniche

SEZIONE

TRAVE DI BORDO

Ala superiore	B	cm	
Spessore ala superiore	h _s	cm	
Anima	b _u	60,0	cm
Altezza totale	H	20,0	cm
Copri ferro asse armatura compressa	c'	1,5	cm
Copri ferro asse armatura tesa	c	1,5	cm
Altezza utile	d	18,5	cm
Luce trave	L	4,40	m

H/L = 1/22

0,9d = 16,7cm

MATERIALI

Acciaio

FeB44

f_{yk}E_s

Calcestruzzo

C16/20

f_{ck}R_{ck}E_c

Fluage

Ritiro

ε_t430 N/mm²210000 N/mm²16 N/mm²20 N/mm²28600 N/mm²

1,70

2 * 10⁻⁴γ_s

1,15

Tensione in comb.rare

γ_c

1,50

α_{cc}

0,85

Tensione in comb.rare

Tensione in comb.quasi permanenti

Taglio

0,5*f_{cd}4,5 N/mm²f_{yk}373,9 N/mm²ε_{yk}

0,178%

f_{yk,ave}344,0 N/mm²f_{cd}9,1 N/mm²f_{cm}1,9 N/mm²f_{cd,rare}9,6 N/mm²f_{cd,q.perm.}7,2 N/mm²0,5*f_{cd}4,5 N/mm²

ANALISI DEI CARICHI

PERMANENTI	kN/m ²	m	SLU	SLE rare	SLE frequenti	SLE quasi perm
Peso proprio			3,0 kN/m			
Solaio	2,20	x 0,65	1,4 kN/m			
Totale pesi propri	γ _{Gt} 1,30	x	4,4 kN/m	5,8 kN/m	4,4 kN/m	4,4 kN/m
Permanenti portati	2,00	x 1,25	2,5 kN/m			
Tramezzi	1,20	x 1,25	1,5 kN/m			
	x 1,25		kN/m			
Murature di tamponamento	2,50	x 3,10	7,8 kN/m			
Totale permanenti	γ _{Gz} 1,30	x	11,8 kN/m	15,3 kN/m	11,8 kN/m	11,8 kN/m
VARIABILI	3,00	x 1,25	3,8 kN/m	0,70	3,8 kN/m	0,50
	x 1,25		kN/m	0,70	3,8 kN/m	0,50
Totale variabili	γ _Q 1,50	x	3,8 kN/m	5,6 kN/m	3,8 kN/m	1,9 kN/m

SLU - STATO LIMITE ULTIMO FLESSIONE

Calcolo SLU

Momento di calcolo trave continua	M*	50,00 kNm
Coefficiente per calcolo momento minimo	α	10,50
Momento minimo	M _{min} = qL ² /α	49,15 kNm
Momento di verifica	M _{sd}	50,00 kNm
Momento resistente	M _{rd}	64,94 kNm
Deformazioni	Campo 2	ε _c -2,761
	x	4,00 cm

ARMATURE

Estradosso	n°	φ [mm]	Area	Intradosso	n°	φ [mm]	Area
	4,0	14	6,16		2	8	1,01
As'			6,16 cm ²	As			10,24 cm ²
γ = As'/As	60%			p = As/As	0,85%		
Diametro equivalente	13,0 mm			p _{min}	0,33%		
				p _{max}	1,33%		

SLU - TAGLIO

Costruzione esistente

Appoggio	b	25,0	cm	Sforzo normale	N _{sd}	kN	σ _{cp}	N/mm ²	α _c	1,0000
Reazione appoggio	δ 1,20	R = q*L*δ	140,76	kN	p ₁ 0,009227	k	2,0000	V _{Ed} = 18 k (100 p1 fck)/(3/yc + 0.15 acp) bw d ≥ (min + 0.15 acp) bw d	V _{Ed}	65,4
Taglio in asse appoggio di verifica	V _{sd1}	70,38	kN	105,23				Resistenza senza armatura a taglio	0,88*V _{Ed}	44,4
Taglio in asse secondo appoggio	V _{sd2}	70,38	kN	52,62				V _{Req} = 0.9 d b _w α _c f'cd (ctga + ctgθ) / (1 + ctg ² θ)		226,4
Sezione dal filo pilastro di calcolo del taglio	z _a	25	cm	τ = 5,27 kg/cm ²	Inclinazione staffe α 90 °			V _{Req} massimo trave = 0.5 v d b _w f'cd		251,6
Sezione dal filo pilastro di calcolo del taglio	z _b	50	cm		Bielle θ 45 °					
Taglio a d dal filo	V _{sd1b} = V _{sd1} - (V _{sd1} + V _{sd2})/L * (b/2)	63,42	kN		Passo minimo / Armatura minima a taglio / 10000					
Taglio nella sezione z _a	V _{sd3}	58,38	kN		Staffe 1 +	φ 8 / 200	9,0	cm ² /m	Bracci	V _{Req}
Taglio nella sezione z _b	V _{sd3}	53,68	kN		Staffe 1 +	φ 8 / 200	5,0	cm ² /m	2	23,28
					Staffe 1 +	φ 8 / 200	5,0	cm ² /m	2	23,28

Dove: V_{Req} = 0.9 d A_{sw}/s f_{yd} (ctga + ctgθ) sinαV_{Req} = min (V_{Rsd}, V_{Rcd})

3.1.4 T230

VERIFICA DI UNA TRAVE IN C.A. A STATO LIMITE ULTIMO E DI ESERCIZIO (verifica trave rettangolare o a T)

SUSA - SCUOLA COUVERT - II SOLAIO -T230 - M+

Normativa di riferimento Decreto 14/01/2008 Norme Tecniche

SEZIONE				MATERIALI			
Ala superiore	B	cm		Acciaio	f_{yk}	430 N/mm ²	γ_s 1,15
Spessore ala superiore	h_s	cm		FeB44	E_s	210000 N/mm ²	f_{yk} 373,9 N/mm ²
Anima	b_u	30,0 cm					ϵ_{yk} 0,178%
Altezza totale	H	30,0 cm	H/L = 1/8	Calcestruzzo	f_{ck}	16 N/mm ²	Tensione in comb.rare $f_{yk, rare}$ 344,0 N/mm ²
Copriferro asse armatura compressa	c'	1,5 cm		C16/20	R_{ck}	20 N/mm ²	$f_{yk, rare}$ 9,1 N/mm ²
Copriferro asse armatura tesa	c	1,5 cm			E_c	28600 N/mm ²	f_{cm} 1,9 N/mm ²
Altezza utile	d	28,5 cm	0,9d = 25,7cm	Fluage	ϕ	1,70	Tensione in comb.rare $f_{yk, rare}$ 9,6 N/mm ²
Luce trave	L	2,50 m		Ritiro	ϵ_r	2 * 10 ⁻⁴	Tensione in comb.quasi permanenti $f_{yk, q.perm.}$ 7,2 N/mm ²
							Taglio $0,5 f_{yk}$ 4,5 N/mm ²

ANALISI DEI CARICHI				SLU	SLE rare	SLE frequenti	SLE quasi perm
PERMANENTI	kN/m ²	m					
Peso proprio			2,3 kN/m				
Solaio	3,20 x	0,20	0,6 kN/m				
Totale pesi propri	γ_{G1} 1,30 x		2,9 kN/m	3,8 kN/m	2,9	2,9 kN/m	2,9 kN/m
Permanenti portati	2,00 x	0,50	1,0 kN/m				
Tramezzi	x	0,50	kN/m				
Murature di tamponamento	1,00 x	3,00	3,0 kN/m				
Totale permanenti	γ_{G2} 1,30 x		4,0 kN/m	5,2 kN/m	ψ_0 4,0	4,0 kN/m	ψ_2 4,0 kN/m
VARIABILI							
	3,00 x	0,50	1,5 kN/m		0,70	1,5	0,50
	x	0,50	kN/m			0,8	0,8
Totale variabili	γ_Q 1,50 x		1,5 kN/m	2,3 kN/m	1,5	1,5 kN/m	0,8
						0,8	0,8 kN/m

SLU - STATO LIMITE ULTIMO FLESSIONE				ARMATURE			
Momento di calcolo trave continua	M*	kNm		Estradosso	n°	ϕ [mm]	Area
Coefficiente per calcolo momento minimo	α	8,00			2,0	10	1,57
Momento minimo	$M_{min} = qL^2/\alpha$	8,76 kNm		Intradosso	n°	ϕ [mm]	Area
Momento di verifica	Msd	8,76 kNm			2	10	1,57
Momento resistente	Mrd	16,03 kNm	verificato 1,83				
Deformazioni	Campo 2	ϵ_c -1,194	ϵ_s 10,000				
		x	3,04 cm				

3.1.5 T231-232-233-234-235-236

VERIFICA DI UNA TRAVE IN C.A. A STATO LIMITE ULTIMO E DI ESERCIZIO (verifica trave rettangolare o a T)

SUSA - SCUOLA COUVERT - II SOLAIO -T235 - M+

Normativa di riferimento Decreto 14/01/2008 Norme Tecniche

SEZIONE				MATERIALI			
Ala superiore	B	cm		Acciaio	f_{yk}	430 N/mm ²	γ_s 1,15
Spessore ala superiore	h_s	cm		FeB44	E_s	210000 N/mm ²	f_{yk} 373,9 N/mm ²
Anima	b_u	40,0 cm					ϵ_{yk} 0,178%
Altezza totale	H	20,0 cm	H/L = 1/14	Calcestruzzo	f_{ck}	16 N/mm ²	Tensione in comb.rare $f_{yk, rare}$ 344,0 N/mm ²
Copriferro asse armatura compressa	c'	1,5 cm		C16/20	R_{ck}	20 N/mm ²	$f_{yk, rare}$ 9,1 N/mm ²
Copriferro asse armatura tesa	c	1,5 cm			E_c	28600 N/mm ²	f_{cm} 1,9 N/mm ²
Altezza utile	d	18,5 cm	0,9d = 16,7cm	Fluage	ϕ	1,70	Tensione in comb.rare $f_{yk, rare}$ 9,6 N/mm ²
Luce trave	L	2,70 m		Ritiro	ϵ_r	2 * 10 ⁻⁴	Tensione in comb.quasi permanenti $f_{yk, q.perm.}$ 7,2 N/mm ²
							Taglio $0,5 f_{yk}$ 4,5 N/mm ²

ANALISI DEI CARICHI				SLU	SLE rare	SLE frequenti	SLE quasi perm
PERMANENTI	kN/m ²	m					
Peso proprio			2,0 kN/m				
Solaio	2,20 x	0,10	0,2 kN/m				
Totale pesi propri	γ_{G1} 1,30 x		2,2 kN/m	2,9 kN/m	2,2	2,2 kN/m	2,2 kN/m
Permanenti portati	1,00 x	0,50	0,5 kN/m				
Tramezzi	x	0,50	kN/m				
Murature di tamponamento	2,50 x	1,00	2,5 kN/m				
Totale permanenti	γ_{G2} 1,30 x		3,0 kN/m	3,9 kN/m	ψ_0 3,0	3,0 kN/m	ψ_2 3,0 kN/m
VARIABILI							
	0,50 x	0,50	0,3 kN/m		0,70	0,3	0,50
	x	0,50	kN/m			0,1	0,1
Totale variabili	γ_Q 1,50 x		0,3 kN/m	0,4 kN/m	0,3	0,3 kN/m	0,1
						0,1	0,1 kN/m

SLU - STATO LIMITE ULTIMO FLESSIONE				ARMATURE			
Momento di calcolo trave continua	M*	kNm		Estradosso	n°	ϕ [mm]	Area
Coefficiente per calcolo momento minimo	α	8,00			2,0	8	1,01
Momento minimo	$M_{min} = qL^2/\alpha$	6,53 kNm		Intradosso	n°	ϕ [mm]	Area
Momento di verifica	Msd	6,53 kNm			4	8	2,01
Momento resistente	Mrd	13,09 kNm	verificato 2,01				
Deformazioni	Campo 2	ϵ_c -1,707	ϵ_s 10,000				
		x	2,70 cm				

SLU - TAGLIO		Costruzione esistente		Indentatura blocchi		no		FeB32	
Appoggio	b	40,0	cm	Sforzo normale	N _{sd}	kN	σ _{cp}	N/mm ²	α _c
					p ₁	0,002717	v _{min}	0,3960	1,0000
Reazione appoggio	δ	1,20			k	2,0000	V _{Red}	18 k (100 p1 fck) / (3/yc + 0.15 acp) bw d z (min + 0.15 acp) bw d	V _{Red}
Taglio in asse appoggio di verifica	Vsd ₁	23,20	kN	SLE rara					29,0 kN
Taglio in asse secondo appoggio	Vsd ₂	11,60	kN						14,7 kN
Sezione dal filo pilastro di calcolo del taglio	z _a	25	cm						10,0 kN
Sezione dal filo pilastro di calcolo del taglio	z _b	50	cm						151,0 kN
Taglio a d dal filo	Vsd _{1to} = Vsd ₁ - (Vsd ₁ + Vsd ₂) / L * (b/2)	9,09	kN						167,7 kN
Taglio nella sezione z _a	Vsd _a	7,73	kN						
Taglio nella sezione z _b	Vsd _b	7,19	kN						

3.1.6 T242

VERIFICA DI UNA TRAVE IN C.A. A STATO LIMITE ULTIMO E DI ESERCIZIO (verifica trave rettangolare o a T)

SUSA - SCUOLA COUVERT - II SOLAIO -T242 - M+

Normativa di riferimento Decreto 14/01/2008 Norme Tecniche

SEZIONE		TRAVE DI BORDO		MATERIALI					
Ala superiore	B	cm		Acciaio	f _{yk}	430 N/mm ²	γ _s	1,15	f _{ytd}
Spessore ala superiore	h _s	cm			E _s	210000 N/mm ²			σ _{ytd}
Anima	b _u	50,0	cm						f _{yldare}
Altezza totale	H	20,0	cm						f _{td}
Copri ferro asse armatura compressa	c'	1,5	cm						f _{cm}
Copri ferro asse armatura tesa	c	1,5	cm						f _{ot rare}
Altezza utile	d	18,5	cm						f _{ot q.perm.}
Luce trave	L	5,30	m						Taglio
ANALISI DEI CARICHI									
PERMANENTI	kN/m ²	m		SLU					SLE quasi perm
Peso proprio			2,5 kN/m						
Solaio		2,20	x						
Totale pesi propri	γ _{g1}	1,30	x	3,3 kN/m					2,5 kN/m
Permanenti portati		1,00	x						
Tramezzi		0,50	x						
Murature di tamponamento		2,50	x						
Totale permanenti	γ _{g2}	1,30	x	3,3 kN/m					2,5 kN/m
VARIABILI		0,50	x						
Totale variabili	γ _q	1,50	x	0,4 kN/m					0,1 kN/m
SLU - STATO LIMITE ULTIMO FLESSIONE				Calcolo SLU	ARMATURE				
Momento di calcolo trave continua	M*	kNm			n°	φ [mm]	Area	n°	φ [mm]
Coefficiente per calcolo momento minimo	α	8,00							
Momento minimo	M _{min} = qL ² /α	24,14	kNm		Estradosso	2,0	8	Intradosso	2
Momento di verifica	M _{sd}	24,14	kNm						12
Momento resistente	M _{rd}	33,40	kNm	verificato 1,38					14
Deformazioni	ε _c	-3,205							
	x	4,49	cm						

SLU - TAGLIO		Costruzione esistente		Indentatura blocchi		no		FeB32	
Appoggio	b	40,0	cm	Sforzo normale	N _{sd}	kN	σ _{cp}	N/mm ²	α _c
					p ₁	0,005774	v _{min}	0,3960	1,0000
Reazione appoggio	δ	1,00			k	2,0000	V _{Red}	18 k (100 p1 fck) / (3/yc + 0.15 acp) bw d z (min + 0.15 acp) bw d	V _{Red}
Taglio in asse appoggio di verifica	Vsd ₁	36,44	kN	SLE rara					46,6 kN
Taglio in asse secondo appoggio	Vsd ₂	18,22	kN						31,7 kN
Sezione dal filo pilastro di calcolo del taglio	z _a	25	cm						188,7 kN
Sezione dal filo pilastro di calcolo del taglio	z _b	50	cm						209,7 kN
Taglio a d dal filo	Vsd _{1to} = Vsd ₁ - (Vsd ₁ + Vsd ₂) / L * (b/2)	16,21	kN						
Taglio nella sezione z _a	Vsd _a	15,13	kN						
Taglio nella sezione z _b	Vsd _b	14,60	kN						

3.1.7 T244-245-246

VERIFICA DI UNA TRAVE IN C.A. A STATO LIMITE ULTIMO E DI ESERCIZIO (verifica trave rettangolare o a T)

SUSA - SCUOLA COUVERT - II SOLAIO -T246 - M+

Normativa di riferimento Decreto 14/01/2008 Norme Tecniche

SEZIONE				MATERIALI			
Ala superiore	B	cm		Acciaio	f_{yk}	430 N/mm ²	γ_s 1,15
Spessore ala superiore	h_s	cm		FeB44	E_s	210000 N/mm ²	f_{yd} 373,9 N/mm ²
Anima	b_u	40,0 cm					ϵ_{syd} 0,178%
Altezza totale	H	20,0 cm	H/L = 1/15	Calcestruzzo	f_{ck}	16 N/mm ²	Tensione in comb.rare $f_{yktrare}$ 344,0 N/mm ²
Coprifero asse armatura compressa	c'	1,5 cm		C16/20	R_{ck}	20 N/mm ²	f_{cd} 9,1 N/mm ²
Coprifero asse armatura tesa	c	1,5 cm			E_c	28600 N/mm ²	f_{cm} 1,9 N/mm ²
Altezza utile	d	18,5 cm	0,9d = 16,7cm	Fluage	ϕ	1,70	Tensione in comb.rare $f_{cd rare}$ 9,6 N/mm ²
Luce trave	L	3,00 m		Ritiro	ϵ_r	2 *10 ⁻⁴	Tensione in comb.quasi permanenti $f_{cd q.perm.}$ 7,2 N/mm ²
							Taglio $0,5*f_{cd}$ 4,5 N/mm ²

ANALISI DEI CARICHI				SLU	SLE rare	SLE frequenti	SLE quasi perm
PERMANENTI	kN/m ²	m					
Peso proprio			2,0 kN/m				
Solaio	2,20 x	0,10	0,2 kN/m				
Totale pesi propri	γ_{G1} 1,30 x		2,2 kN/m	2,9 kN/m	2,2 2,2 kN/m	2,2 2,2 kN/m	2,2 kN/m
Permanenti portati	1,00 x	0,50	0,5 kN/m				
Tramezzi	x	0,50	kN/m				
	x	0,50	kN/m				
Murature di tamponamento	2,50 x	1,50	3,8 kN/m				
Totale permanenti	γ_{G2} 1,30 x		4,3 kN/m	5,5 kN/m	ψ_0 4,3 4,3 kN/m	ψ_1 4,3 4,3 kN/m	ψ_2 4,3 kN/m
VARIABILI							
	0,50 x	0,50	0,3 kN/m		0,70 0,3 0,3	0,50 0,1 0,1	0,30 0,1
	x	0,50	kN/m		0,70 0,3 0,3	0,50 0,1 0,1	0,30 0,1
Totale variabili	γ_Q 1,50 x		0,3 kN/m	0,4 kN/m	0,3 0,3 kN/m	0,1 0,1 kN/m	0,1 kN/m

SLU - STATO LIMITE ULTIMO FLESSIONE				ARMATURE			
Momento di calcolo trave continua	M*	kNm		n°	ϕ [mm]	Area	
Coefficiente per calcolo momento minimo	α	8,00		Estradosso	2,0 8	1,01	Intradosso
Momento minimo	$M_{min} = qL^2/\alpha$	9,88 kNm					
Momento di verifica	Msd	9,88 kNm					
Momento resistente	Mrd	16,63 kNm	verificato 1,68				
Deformazioni	Campo 2	ϵ_c -2,012 ϵ_s 10,000		$\gamma = A_s'/A_s$ 39% $\rho = A_s'/A_c$ 0,13%			$\rho = A_s/A_c$ 0,32%
	x	3,10 cm		Diametro equivalente	9,1 mm		ρ_{min} 0,33% ρ_{max} 0,94%

SLU - TAGLIO				Indentatura blocchi			
Appoggio	b	40,0 cm		no	FeB32		
Reazione appoggio	δ 1,20	R=q*L* δ	31,63 kN	Sforzo normale	N _{ed}	kN	σ_{cp} N/mm ²
Taglio in asse appoggio di verifica	Vsd ₁	15,81 kN	24,19 kN	ρ_1	0,003481		ν_{Rd} 0,3960
Taglio in asse secondo appoggio	Vsd ₂	15,81 kN	12,10 kN	k	2,0000		$V_{Rd1} = 18 k (100 p_1 f_{ck}) / (3 \gamma_{sc} + 0,15 \alpha_{cp}) b w d z (min + 0,15 \alpha_{cp}) b w d$
Sezione dal filo pilastro di calcolo del taglio	z _s	25 cm		Inclinazione staffe α 90°			Resistenza senza armatura a taglio $0,88 V_{Rd1}$
Sezione dal filo pilastro di calcolo del taglio	z ₀	50 cm		Bielle θ 45°			$V_{Rd2} = 0,9 d b_w \alpha_c f'_{cd} (ctga + ctg\theta) / (1 + ctg\theta)$
Taglio a d del filo	Vsd ₁₀ = Vsd ₁ - (Vsd ₁ + Vsd ₂) / L * (b/2)		12,73 kN	Passo minimo / Armatura minima a taglio / 10000	6,0 cmq/m	Bracci	V_{Rd} massimo trave = 0,5 v d b _w f _{cd}
Taglio nella sezione z _s	Vsd _s	11,07 kN		Staffe 1 +	ϕ 6 / 200	2,8 cmq/m	V_{sd}
Taglio nella sezione z ₀	Vsd ₀	10,39 kN		Staffe 1 +	ϕ 6 / 200	2,8 cmq/m	31,5 kN verificato 2,5
				Staffe 1 +	ϕ 6 / 200	2,8 cmq/m	31,5 kN verificato 2,8
							31,5 kN verificato 3,0

Dove: $V_{Rd1} = 0,9 d A_{sw} / s f_{yd} (ctga + ctg\theta) \sin \alpha$ $V_{Rd2} = \min (V_{Rd1}, V_{Rd2})$

3.1.8 T248-249-250-251-252-253-254-255

VERIFICA DI UNA TRAVE IN C.A. A STATO LIMITE ULTIMO E DI ESERCIZIO (verifica trave rettangolare o a T)

SUSA - SCUOLA COUVERT - II SOLAIO -T248 - M+

Normativa di riferimento Decreto 14/01/2008 Norme Tecniche

SEZIONE				MATERIALI			
Ala superiore	B	cm		Acciaio	f_{yk}	430 N/mm ²	γ_s 1,15
Spessore ala superiore	h_s	cm		FeB44	E_s	210000 N/mm ²	f_{yd} 373,9 N/mm ²
Anima	b_u	60,0 cm					ϵ_{syd} 0,178%
Altezza totale	H	20,0 cm	H/L = 1/24	Calcestruzzo	f_{ck}	16 N/mm ²	Tensione in comb.rare $f_{yktrare}$ 344,0 N/mm ²
Coprifero asse armatura compressa	c'	1,5 cm		C16/20	R_{ck}	20 N/mm ²	f_{cd} 9,1 N/mm ²
Coprifero asse armatura tesa	c	1,5 cm			E_c	28600 N/mm ²	f_{cm} 1,9 N/mm ²
Altezza utile	d	18,5 cm	0,9d = 16,7cm	Fluage	ϕ	1,70	Tensione in comb.rare $f_{cd rare}$ 9,6 N/mm ²
Luce trave	L	4,80 m		Ritiro	ϵ_r	2 *10 ⁻⁴	Tensione in comb.quasi permanenti $f_{cd q.perm.}$ 7,2 N/mm ²
							Taglio $0,5*f_{cd}$ 4,5 N/mm ²

ANALISI DEI CARICHI				SLU	SLE rare	SLE frequenti	SLE quasi perm
PERMANENTI	kN/m ²	m					
Peso proprio			3,0 kN/m				
Solaio	2,20 x	-0,10	-0,2 kN/m				
Totale pesi propri	γ_{G1} 1,30 x		2,8 kN/m	3,6 kN/m	2,8 2,8 kN/m	2,8 2,8 kN/m	2,8 kN/m
Permanenti portati	1,00 x	0,50	0,5 kN/m				
Tramezzi	x	0,50	kN/m				
	x	0,50	kN/m				
Murature di tamponamento	2,50 x	1,50	3,8 kN/m				
Totale permanenti	γ_{G2} 1,30 x		4,3 kN/m	5,5 kN/m	ψ_0 4,3 4,3 kN/m	ψ_1 4,3 4,3 kN/m	ψ_2 4,3 kN/m
VARIABILI							
	0,50 x	0,50	0,3 kN/m		0,70 0,3 0,3	0,50 0,1 0,1	0,30 0,1
	x	0,50	kN/m		0,70 0,3 0,3	0,50 0,1 0,1	0,30 0,1
Totale variabili	γ_Q 1,50 x		0,3 kN/m	0,4 kN/m	0,3 0,3 kN/m	0,1 0,1 kN/m	0,1 kN/m

SLU - STATO LIMITE ULTIMO FLESSIONE				ARMATURE			
Momento di calcolo trave continua	M*	kNm		n°	ϕ [mm]	Area	
Coefficiente per calcolo momento minimo	α	8,00		Estradosso	2,0 8	1,01	Intradosso
Momento minimo	$M_{min} = qL^2/\alpha$	27,40 kNm					
Momento di verifica	Msd	27,40 kNm					
Momento resistente	Mrd	35,67 kNm	verificato 1,30				
Deformazioni	Campo 2	ϵ_c -2,880 ϵ_s 10,000		$\gamma = A_s'/A_s$ 18% $\rho = A_s'/A_c$ 0,08%			$\rho = A_s/A_c$ 0,47%
	x	4,14 cm		Diametro equivalente	12,0 mm		ρ_{min} 0,33% ρ_{max} 0,90%

SLU - TAGLIO		Costruzione esistente		Indentatura blocchi		no		FeB32	
Appoggio	b	40,0	cm	Sforzo normale	N _{ed}	kN	σ _{cp}	N/mm ²	α _c
					p ₁	0,005094	v _{min}	0,3960	1,0000
Reazione appoggio	δ	1,20			k	2,0000	V _{Red}	18 k (100 p1 fck) / (3/yc + 0.15 acp) bw d z (min + 0.15 acp) bw d	V _{Red}
Taglio in asse appoggio di verifica	Vsd ₁	54,80	kN	SLE rara					53,6 kN
Taglio in asse secondo appoggio	Vsd ₂	27,40	kN						53,6 kN
Sezione dal filo pilastro di calcolo del taglio	z _s	25	cm						36,5 kN
Sezione dal filo pilastro di calcolo del taglio	z ₀	50	cm						226,4 kN
Taglio a d dal filo	Vsd ₁₀ = Vsd ₁ - (Vsd ₁ + Vsd ₂) / L * (b/2)	24,06	kN						251,6 kN
Taglio nella sezione z _s	Vsd _s	22,26	kN						
Taglio nella sezione z ₀	Vsd ₀	21,42	kN						

3.2 Solai

3.2.1 N211

VERIFICA DI UNA TRAVE IN C.A. A STATO LIMITE ULTIMO E DI ESERCIZIO (verifica trave rettangolare o a T)

SUSA - SCUOLA COUVERT - I SOLAIO -N211 - M-

Normativa di riferimento Decreto 14/01/2008 Norme Tecniche

SEZIONE		TRAVE DI SPINA		MATERIALI		Acciaio		Calcestruzzo		Fluage		Ritiro	
Ala superiore	B	50,0	cm			f _{yk}	430 N/mm ²	f _{ck}	16 N/mm ²	φ	1,70	ε _t	2 * 10 ⁻⁴
Spessore ala superiore	h _s	5,0	cm			E _s	210000 N/mm ²	R _{ck}	20 N/mm ²				
Anima	b _u	10,0	cm					E _c	28600 N/mm ²				
Altezza totale	H	20,0	cm	H/L = 1/26									
Copri ferro asse armatura compressa	c'	1,5	cm										
Copri ferro asse armatura tesa	c	1,5	cm										
Altezza utile	d	18,5	cm	0,9d = 16,7cm									
Luce trave	L	5,20	m										
ANALISI DEI CARICHI		SLU		SLE rare		SLE frequenti		SLE quasi perm		ARMATURE		Estradosso	
PERMANENTI	kN/m ²	m											
Peso proprio			1,0	kN/m									
Solaio		0,30	x	0,40	0,1	kN/m							
Totale pesi propri	γ _{gt}	1,30	x	1,1	kN/m								
Permanenti portati		1,00	x	0,50	0,5	kN/m							
Tramezzi			x	0,50	kN/m								
Murature di tamponamento		2,50	x		kN/m								
Totale permanenti	γ _{q2}	1,30	x	0,5	kN/m								
VARIABILI		0,50	x	0,60	0,3	kN/m							
Totale variabili	γ _q	1,50	x	0,3	kN/m								
SLU - STATO LIMITE ULTIMO FLESSIONE													
Momento di calcolo trave continua	M*		kNm										
Coefficiente per calcolo momento minimo	α	12,00											
Momento minimo	M _{min} = qL ² / α	5,59	kNm										
Momento di verifica	M _{sd}	5,59	kNm										
Momento resistente	M _{rd}	6,71	kNm	verificato	1,20								
Deformazioni	Campo	2											
	ε _c	-1,105		ε _s	10,000								
	x	1,84	cm										

SLU - TAGLIO		Costruzione esistente		Indentatura blocchi		no		FeB32	
Appoggio	b	50,0	cm	Sforzo normale	N _{ed}	kN	σ _{cp}	N/mm ²	α _c
					p ₁	0,005434	v _{min}	0,3960	1,0000
Reazione appoggio	δ	1,20			k	2,0000	V _{Red}	18 k (100 p1 fck) / (3/yc + 0.15 acp) bw d z (min + 0.15 acp) bw d	V _{Red}
Taglio in asse appoggio di verifica	Vsd ₁	15,48	kN	SLE rara					9,1 kN
Taglio in asse secondo appoggio	Vsd ₂	7,74	kN						9,1 kN
Sezione dal filo pilastro di calcolo del taglio	z _s	25	cm						6,2 kN
Sezione dal filo pilastro di calcolo del taglio	z ₀	50	cm						37,7 kN
Taglio a d dal filo	Vsd ₁₀ = Vsd ₁ - (Vsd ₁ + Vsd ₂) / L * (b/2)	6,72	kN						41,9 kN
Taglio nella sezione z _s	Vsd _s	6,25	kN						
Taglio nella sezione z ₀	Vsd ₀	6,17	kN						

3.2.2 N212

VERIFICA DI UNA TRAVE IN C.A. A STATO LIMITE ULTIMO E DI ESERCIZIO (verifica trave rettangolare o a T)

SUSA - SCUOLA COUVERT - I SOLAIO -N211 - M-

Normativa di riferimento Decreto 14/01/2008 Norme Tecniche

SEZIONE				MATERIALI	
Ala superiore	B	50,0 cm		Acciaio	f_{yk} 430 N/mm ²
Spessore ala superiore	h_s	5,0 cm		FeB44	E_s 210000 N/mm ²
Anima	b_u	10,0 cm			
Altezza totale	H	20,0 cm	H/L = 1/16	Calcestruzzo	f_{ck} 16 N/mm ²
Coprifero asse armatura compressa	c'	1,5 cm		C16/20	R_{ck} 20 N/mm ²
Coprifero asse armatura tesa	c	1,5 cm			E_c 28600 N/mm ²
Altezza utile	d	18,5 cm	0,9d = 16,7cm	Fluage	ϕ 1,70
Luce trave	L	3,20 m		Ritiro	ϵ_r 2 *10 ⁻⁴
ANALISI DEI CARICHI				Tensione in comb.rare	
PERMANENTI	kN/m ²	m	SLU	Tensione in comb.rare	
Peso proprio				γ_s 1,15	f_{yd} 373,9 N/mm ²
Solaio	0,30 x	0,40			ϵ_{syd} 0,178%
Totale pesi propri	γ_{G1} 1,30 x		1,1 kN/m		f_{ytrare} 344,0 N/mm ²
Permanenti portati	1,00 x	0,50	0,5 kN/m		f_{cd} 9,1 N/mm ²
Tramezzi	x	0,50	kN/m		f_{cm} 1,9 N/mm ²
Murature di tamponamento	x	0,50	kN/m		$f_{cd rare}$ 9,6 N/mm ²
Totale permanenti	γ_{G2} 1,30 x		0,5 kN/m		$f_{cd perm.}$ 7,2 N/mm ²
VARIABILI	0,50 x	0,50	0,3 kN/m		Taglio
Totale variabili	γ_Q 1,50 x		0,3 kN/m		0,5 f_{cd} 4,5 N/mm ²
SLU - STATO LIMITE ULTIMO FLESSIONE				ARMATURE	
Momento di calcolo trave continua	M^*	kNm		Estradosso	n° ϕ [mm] Area
Coefficiente per calcolo momento minimo	α	12,00		Intradosso	n° ϕ [mm] Area
Momento minimo	$M_{min} = qL^2/\alpha$	2,12 kNm			
Momento di verifica	M_{sd}	2,12 kNm			
Momento resistente	M_{rd}	3,39 kNm	verificato 1,60		
Deformazioni	Campo 2	ϵ_c -0,741 ϵ_s 10,000			
	x	1,28 cm			

SLU - TAGLIO				Indentatura blocchi			
Appoggio	b	50,0 cm		no	FeB32		
Reazione appoggio	δ 1,20	$R = q \cdot L \cdot \delta$	9,53 kN	Sforzo normale	N_{ed} kN	σ_{cp} N/mm ²	α_c 1,0000
Taglio in asse appoggio di verifica	V_{sd1}	4,76 kN	7,18 kN	p_1 0,002717	k 2,0000	V_{Rd} 18 k (100 p1 fck)/3/yc+0.15 acp) bw d z (min + 0.15 acp) bw d	V_{Rd} 7,2 kN
Taglio in asse secondo appoggio	V_{sd2}	4,76 kN	3,59 kN	Inclinazione staffe α 90 °		$V_{Rd} = 0.9 \cdot d \cdot b_w \cdot \alpha_c \cdot f'_{cd} \cdot (ctga + ctg\theta) / (1 + ctg^2\theta)$	14,7 kN
Sezione dal filo pilastro di calcolo del taglio	z_s	25 cm		Bielle θ 45 °		$V_{Rd, massimo trave} = 0.5 \cdot v \cdot d \cdot b_w \cdot f'_{cd}$	10,0 kN
Sezione dal filo pilastro di calcolo del taglio	z_0	50 cm					37,7 kN
Taglio a d dal filo	$V_{sd10} = V_{sd1} - (V_{sd1} + V_{sd2})/L \cdot (b/2)$		3,74 kN	Passo minimo / Armatura minima a taglio / 10000	1,5 cmq/m	Bracci	V_{Rd}
Taglio nella sezione z_s	V_{sd3}	3,27 kN		NON NECESSITA ARMATURA A TAGLIO			V_{sd}
Taglio nella sezione z_0	V_{sd6}	3,23 kN		Staffe 1	200	2	14,7 kN
				Staffe 1	200	2	14,7 kN
				Staffe 1	200	2	14,7 kN
							verificato 3,9
							verificato 4,5
							verificato 4,5

3.2.3 N213

VERIFICA DI UNA TRAVE IN C.A. A STATO LIMITE ULTIMO E DI ESERCIZIO (verifica trave rettangolare o a T)

SUSA - SCUOLA COUVERT - I SOLAIO -N213 - M-

Normativa di riferimento Decreto 14/01/2008 Norme Tecniche

SEZIONE				MATERIALI	
Ala superiore	B	50,0 cm		Acciaio	f_{yk} 430 N/mm ²
Spessore ala superiore	h_s	5,0 cm		FeB44	E_s 210000 N/mm ²
Anima	b_u	10,0 cm			
Altezza totale	H	20,0 cm	H/L = 1/27	Calcestruzzo	f_{ck} 16 N/mm ²
Coprifero asse armatura compressa	c'	1,5 cm		C16/20	R_{ck} 20 N/mm ²
Coprifero asse armatura tesa	c	1,5 cm			E_c 28600 N/mm ²
Altezza utile	d	18,5 cm	0,9d = 16,7cm	Fluage	ϕ 1,70
Luce trave	L	5,30 m		Ritiro	ϵ_r 2 *10 ⁻⁴
ANALISI DEI CARICHI				Tensione in comb.rare	
PERMANENTI	kN/m ²	m	SLU	Tensione in comb.rare	
Peso proprio				γ_s 1,15	f_{yd} 373,9 N/mm ²
Solaio	0,30 x	0,40			ϵ_{syd} 0,178%
Totale pesi propri	γ_{G1} 1,30 x		1,1 kN/m		f_{ytrare} 344,0 N/mm ²
Permanenti portati	1,00 x	0,50	0,5 kN/m		f_{cd} 9,1 N/mm ²
Tramezzi	x	0,50	kN/m		f_{cm} 1,9 N/mm ²
Murature di tamponamento	x	0,50	kN/m		$f_{cd rare}$ 9,6 N/mm ²
Totale permanenti	γ_{G2} 1,30 x		0,5 kN/m		$f_{cd perm.}$ 7,2 N/mm ²
VARIABILI	0,50 x	0,50	0,3 kN/m		Taglio
Totale variabili	γ_Q 1,50 x		0,3 kN/m		0,5 f_{cd} 4,5 N/mm ²
SLU - STATO LIMITE ULTIMO FLESSIONE				ARMATURE	
Momento di calcolo trave continua	M^*	kNm		Estradosso	n° ϕ [mm] Area
Coefficiente per calcolo momento minimo	α	12,00		Intradosso	n° ϕ [mm] Area
Momento minimo	$M_{min} = qL^2/\alpha$	5,81 kNm			
Momento di verifica	M_{sd}	5,81 kNm			
Momento resistente	M_{rd}	6,70 kNm	verificato 1,15		
Deformazioni	Campo 2	ϵ_c -1,073 ϵ_s 10,000			
	x	1,79 cm			

SLU - TAGLIO		Costruzione esistente		Indentatura blocchi		no		FeB32	
Appoggio	b	50,0	cm	Sforzo normale	N _{sd}	kN	σ _{cp}	N/mm ²	α _c
					p ₁	0,005434	v _{min}	0,3960	1,0000
Reazione appoggio	δ	1,20		SLU			V _{sd} = 18 k (100 p1 f _{ck} / (3/γ _c + 0.15 α _{cp}) bw d z (min + 0.15 α _{cp}) bw d		V _{sd}
				SLE rara					
Taglio in asse appoggio di verifica	Vsd ₁	15,78	kN		k	2,0000	Resistenza senza armatura a taglio	0,68 V _{sd}	9,1 kN
Taglio in asse secondo appoggio	Vsd ₂	7,89	kN				V _{Req} = 0.9 d b _w α _c f'cd (ctga+ctgθ) / (1+ctgθ)		6,2 kN
Sezione dal filo pilastro di calcolo del taglio	z _a	25	cm				V _{Req} massimo trave = 0.5 v d b _w f'cd		37,7 kN
Sezione dal filo pilastro di calcolo del taglio	z _b	50	cm						41,9 kN
Taglio a d dal filo	Vsd _{1to} = Vsd ₁ - (Vsd ₁ + Vsd ₂) / L * (b/2)	6,87	kN						
Taglio nella sezione z _a	Vsd _a	6,40	kN						
Taglio nella sezione z _b	Vsd _b	6,32	kN						
Dove: V _{Req} = 0.9 d A _{sw} / s f _{yd} (ctga+ctgθ) sina V _{Req} = min (V _{Rad} , V _{Rcd})									

3.2.4 N214

VERIFICA DI UNA TRAVE IN C.A. A STATO LIMITE ULTIMO E DI ESERCIZIO (verifica trave rettangolare o a T)

SUSA - SCUOLA COUVERT - I SOLAIO -N214 - M+

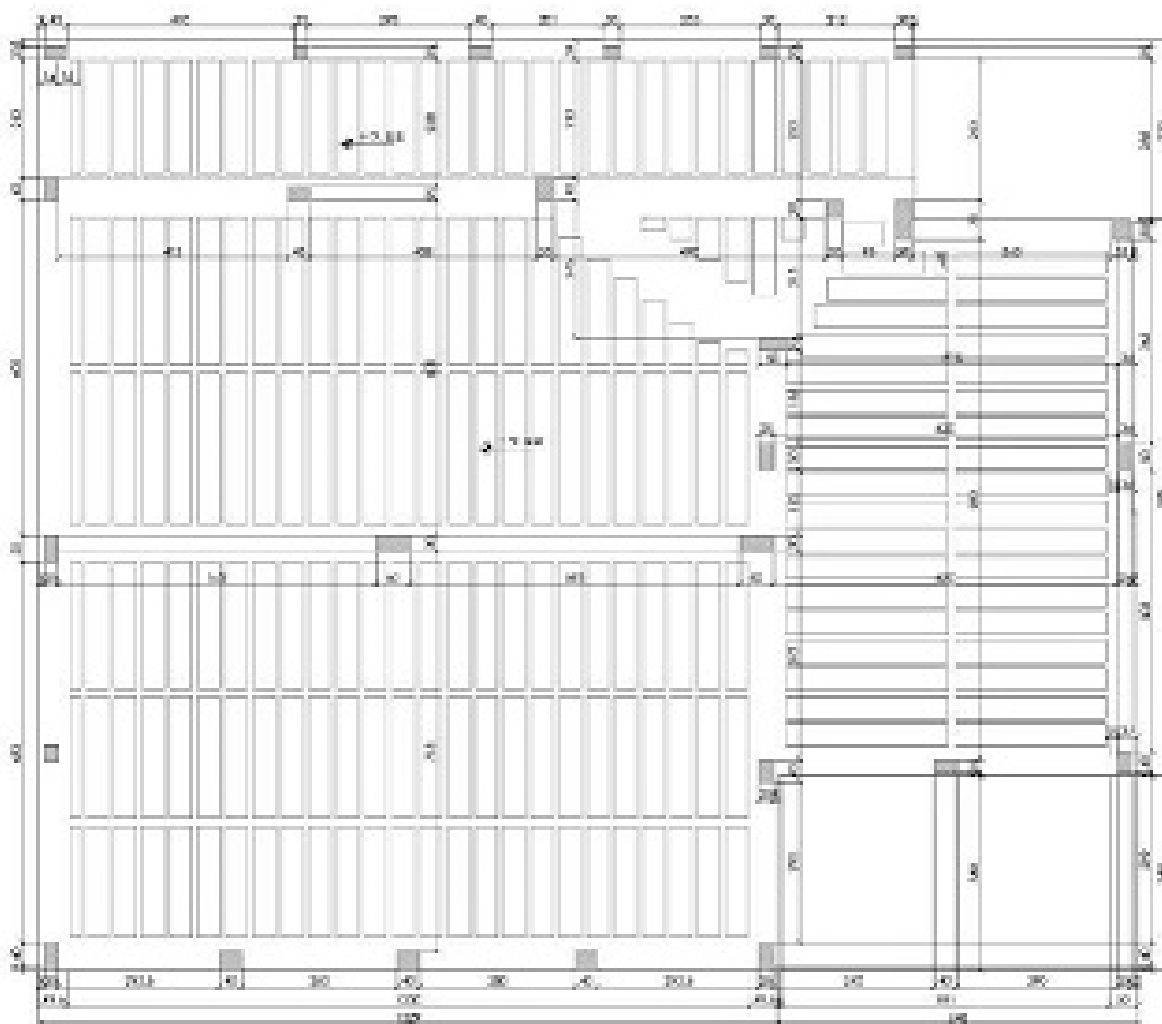
Normativa di riferimento Decreto 14/01/2008 Norme Tecniche

SEZIONE		TRAVE DI SPINA		MATERIALI					
Ala superiore	B	50,0	cm	Acciaio	f _{yk}	430	N/mm ²	γ _s	1,15
Spessore ala superiore	h _s	5,0	cm		E _s	210000	N/mm ²	f _{yk}	373,9
Anima	b _u	10,0	cm					θ _{yk}	0,178%
Altezza totale	H	20,0	cm					f _{yk}	344,0
Copri ferro asse armatura compressa	c'	1,5	cm	Calcestruzzo	f _{ck}	16	N/mm ²	γ _c	1,50
Copri ferro asse armatura tesa	c	1,5	cm		R _{ck}	20	N/mm ²	α _{cc}	0,85
Altezza utile	d	18,5	cm		E _c	28600	N/mm ²	f _{ct}	9,6
Luce trave	L	2,70	m		Fluage	φ	1,70	Tensione in comb. permanenti	f _{cd} q.perm.
					Ritiro	ε _r	2 * 10 ⁻⁴	Taglio	0,5 f _{ct}
ANALISI DEI CARICHI									
PERMANENTI	kN/m ²	m		SLU				SLE rare	
Peso proprio									
Solaio	0,30	x	0,40						
Totale pesi propri	γ _{g1}	1,30	x						
Permanenti portati									
Tramezzi									
Murature di tamponamento									
Totale permanenti	γ _{g2}	1,30	x						
VARIABILI									
Totale variabili	γ _q	1,50	x						
SLU - STATO LIMITE ULTIMO FLESSIONE									
Momento di calcolo trave continua	M*		kNm	Calcolo SLU				ARMATURE	
Coefficiente per calcolo momento minimo	α	8,00							
Momento minimo	M _{min} = qL ² / α	2,26	kNm						
Momento di verifica	M _{sd}	2,26	kNm						
Momento resistente	M _{rd}	3,39	kNm						
Deformazioni	ε _c	-0,741							
	x	1,28	cm						

SLU - TAGLIO		Costruzione esistente		Indentatura blocchi		no		FeB32	
Appoggio	b	50,0	cm	Sforzo normale	N _{sd}	kN	σ _{cp}	N/mm ²	α _c
					p ₁	0,002717	v _{min}	0,3960	1,0000
Reazione appoggio	δ	1,20		SLU			V _{sd} = 18 k (100 p1 f _{ck} / (3/γ _c + 0.15 α _{cp}) bw d z (min + 0.15 α _{cp}) bw d		V _{sd}
				SLE rara					
Taglio in asse appoggio di verifica	Vsd ₁	8,04	kN		k	2,0000	Resistenza senza armatura a taglio	0,68 V _{sd}	14,7 kN
Taglio in asse secondo appoggio	Vsd ₂	4,02	kN				V _{Req} = 0.9 d b _w α _c f'cd (ctga+ctgθ) / (1+ctgθ)		10,0 kN
Sezione dal filo pilastro di calcolo del taglio	z _a	25	cm				V _{Req} massimo trave = 0.5 v d b _w f'cd		37,7 kN
Sezione dal filo pilastro di calcolo del taglio	z _b	50	cm						41,9 kN
Taglio a d dal filo	Vsd _{1to} = Vsd ₁ - (Vsd ₁ + Vsd ₂) / L * (b/2)	3,00	kN						
Taglio nella sezione z _a	Vsd _a	2,53	kN						
Taglio nella sezione z _b	Vsd _b	2,49	kN						
Dove: V _{Req} = 0.9 d A _{sw} / s f _{yd} (ctga+ctgθ) sina V _{Req} = min (V _{Rad} , V _{Rcd})									

4 TERZO SOLAIO – PIANO SOTTOTETTO

La destinazione d'uso del terzo solaio è sottotetto. I carichi variabili considerati per la verifica dei solai di sottotetto sono quelli per manutenzione pari a 0.50 kPa.



Nel seguito si riportano le verifiche delle membrature fatta eccezione per quelle uguali alle omologhe del primo orizzontamento per le quali vale quanto detto al capitolo precedente.

4.1 Travi

4.1.1 T301-302

VERIFICA DI UNA TRAVE IN C.A. A STATO LIMITE ULTIMO E DI ESERCIZIO (verifica trave rettangolare o a T)

SUSA - SCUOLA COUVERT - III SOLAIO -T301 -M+

Normativa di riferimento Decreto 14/01/2008 Norme Tecniche

SEZIONE				MATERIALI							
Ala superiore	B	cm		Acciaio	f_{yk}	430 N/mm ²	γ_s	1,15	f_{yd}	373,9 N/mm ²	
Spessore ala superiore	h_s	cm		FeB44	E_s	210000 N/mm ²			σ_{yk}	0,178%	
Anima	b_u	50,0 cm							Tensione in comb.rare	$f_{yk,trace}$	344,0 N/mm ²
Altezza totale	H	30,0 cm	H/L = 1/11	Calcestruzzo	f_{ck}	16 N/mm ²	γ_c	1,50	f_{cd}	9,1 N/mm ²	
Copriferro asse armatura compressa	c'	1,5 cm		C16/20	R_{ck}	20 N/mm ²	α_{cc}	0,85	$f_{cd,cm}$	1,9 N/mm ²	
Copriferro asse armatura tesa	c	1,5 cm			E_c	28600 N/mm ²			Tensione in comb.rare	$f_{cd,rare}$	9,6 N/mm ²
Altezza utile	d	28,5 cm	0,9d = 25,7cm	Fluage	ϕ	1,70			Tensione in comb.quasi permanenti	$f_{cd,q.perm.}$	7,2 N/mm ²
Luce trave	L	3,30 m		Ritiro	ϵ_c	$2 \cdot 10^{-4}$			Taglio	$0,5 \cdot f_{cd}$	4,5 N/mm ²

ANALISI DEI CARICHI				SLU				SLE rare				SLE frequenti				SLE quasi perm			
PERMANENTI	kN/m ²	m																	
Peso proprio			3,8 kN/m																
Solaio		3,00	9,6 kN/m																
Totale pesi propri	γ_{G1}	1,30	13,4 kN/m		17,4 kN/m			13,4	13,4 kN/m			13,4	13,4 kN/m			13,4 kN/m			
Permanenti portati		2,00	7,0 kN/m																
Tramezzi			3,50 kN/m																
Murature di tamponamento			3,50 kN/m																
Totale permanenti	γ_{G2}	1,30	7,0 kN/m		9,1 kN/m			ψ_0	7,0	7,0 kN/m		ψ_1	7,0	7,0 kN/m		ψ_2	7,0 kN/m		
VARIABILI		0,50	1,8 kN/m					0,70	1,8	1,8 kN/m		0,50	0,9	0,9 kN/m		0,30	0,6		
Totale variabili	γ_Q	1,50	1,8 kN/m		2,6 kN/m			0,70	1,8	1,8 kN/m		0,50	0,9	0,9 kN/m		0,30	0,5 kN/m		

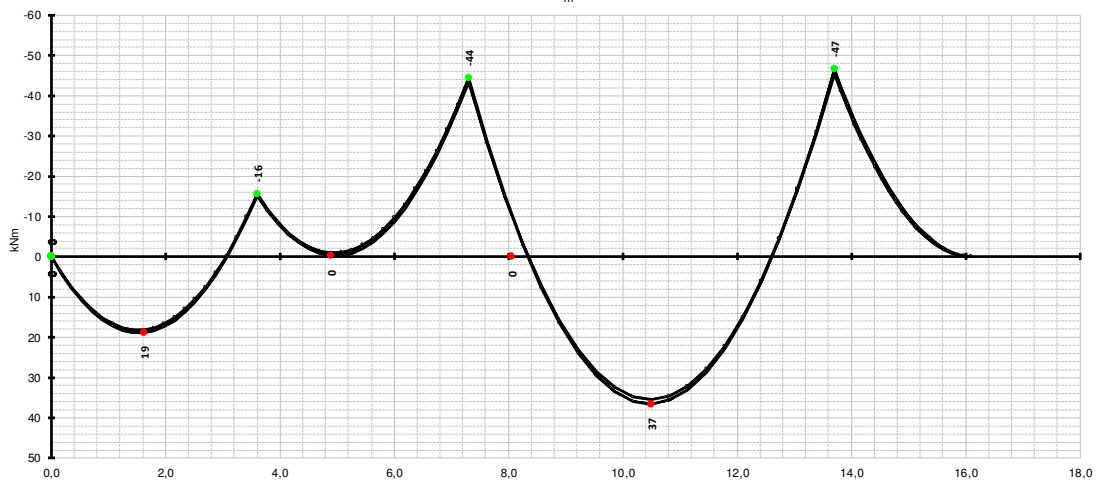
SLU - STATO LIMITE ULTIMO FLESSIONE				ARMATURE			
Momento di calcolo trave continua	M*	kNm		n°	ϕ [mm]	Area	
Coefficiente per calcolo momento minimo	α	8,00		Estradosso	2,0	8	1,01
Momento minimo	$M_{min} = q \cdot L^2 / \alpha$	39,59 kNm		Intradosso	2	12	2,26
Momento di verifica	Msd	39,59 kNm			2	14	3,08
Momento resistente	Mrd	53,08 kNm	verificato 1,34	As'			5,34 cm ²
Deformazioni	Campo 2	ϵ_c	-2,247	$\gamma = A_s' / A_s$	19%	$\rho = A_s' / A_c$	0,07%
		x	5,23 cm	Diametro equivalente	13,1 mm	ρ_{min}	0,33%
						ρ_{max}	0,88%

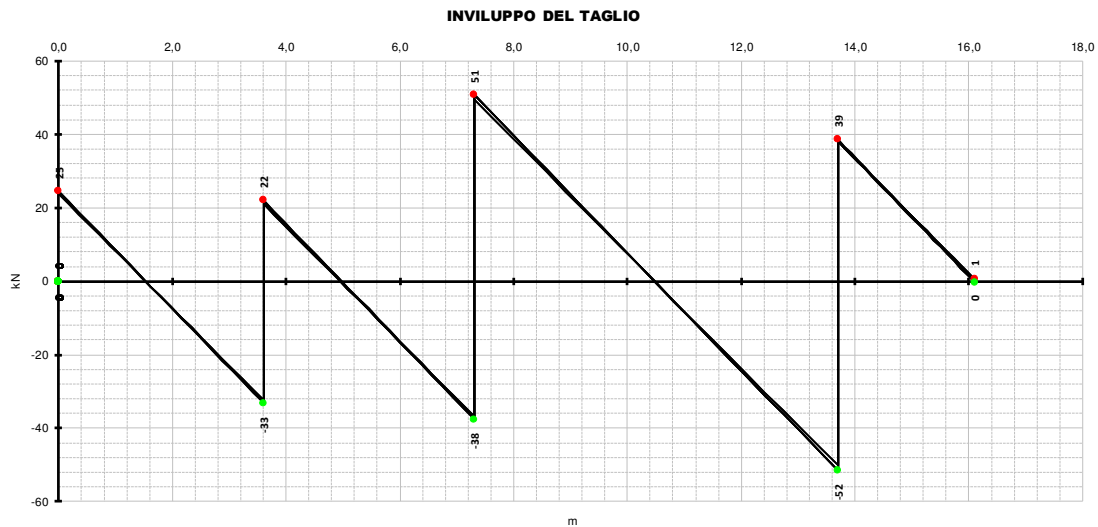
SLU - TAGLIO				Indentatura blocchi						
Appoggio	b	40,0 cm		Sforzo normale	N _{ed}	kN				
Reazione appoggio	δ 1,20	R=q*L/5	115,16 kN	p ₁	0,003748					
Taglio in asse appoggio di verifica	Vsd ₁		57,58 kN	k	1,8377					
Taglio in asse secondo appoggio	Vsd ₂		57,58 kN	V _{RD} = 18 k (100 p1 f _{ck}) / (3/yc + 0.15 scp) bw d ≥ (min + 0.15 scp) bw d						
Sezione dal filo pilastro di calcolo del taglio	z _s	25 cm		Inclinazione staffe α 90 °						
Sezione dal filo pilastro di calcolo del taglio	z ₀	50 cm		Bielle θ 45 °						
Taglio a d dal filo	Vsd _{1to} = Vsd ₁ - (Vsd ₁ + Vsd ₂) / L * (b/2)		45,63 kN	Passo minimo / Armatura minima a taglio / 10000	7,5 cmq/m	Bracci	V _{RD}			
Taglio nella sezione z _s	Vsd _s		41,88 kN	Staffe 1 +	φ 8 / 200	5,0 cmq/m	2	35,86	57,1 kN	verificato 1,3
Taglio nella sezione z ₀	Vsd ₀		39,55 kN	Staffe 1 +	φ 8 / 200	5,0 cmq/m	2	35,86	57,1 kN	verificato 1,4

Dove: $V_{RD} = 0.9 d A_{sv} / s f_{yd} (ctg\alpha + ctg\theta) \sin\alpha$ $V_{RD} = \min (V_{Rsd}, V_{Rcd})$

4.1.2 T305-306-307-308

INVILUPPO MOMENTO FLETTENTE





VERIFICA DI UNA TRAVE IN C.A. A STATO LIMITE ULTIMO E DI ESERCIZIO (verifica trave rettangolare o a T)

SUSA - SCUOLA COUVERT - III SOLAIO -T305 -M+

Normativa di riferimento: Decreto 14/01/2008 Norme Tecniche

SEZIONE				MATERIALI				
TRAVE DI BORDO				Acciaio				
Ala superiore	B	cm		f_{yk}	430 N/mm ²	γ_s	1,15	
Spessore ala superiore	h_s	cm		E_s	210000 N/mm ²	f_{yd}	373,9 N/mm ²	
Anima	b_u	60,0 cm				ϵ_{yk}	0,178%	
Altezza totale	H	30,0 cm	H/L = 1/12	Tensione in comb.rare				
Copri ferro asse armatura compressa	c'	1,5 cm		Calcestruzzo	f_{ck}	16 N/mm ²	γ_c	1,50
Copri ferro asse armatura tesa	c	1,5 cm		C16/20	R_{ck}	20 N/mm ²	α_{cc}	0,85
Altezza utile	d	28,5 cm	0,9d = 25,7cm		E_c	28600 N/mm ²	Tensione in comb.rare	f_{cd}
Luce trave	L	3,60 m		Fluage	ϕ	1,70	Tensione in comb.quasi permanenti	$f_{cd,q,perm.}$
				Ritiro	ϵ_r	$2 \cdot 10^{-4}$	Taglio	$0,5 \cdot f_{cd}$

ANALISI DEI CARICHI

PERMANENTI	kN/m ²	m	SLU	SLE rare	SLE frequenti	SLE quasi perm
Peso proprio			4,5 kN/m			
Solaio	3,20 x	-0,10	-0,3 kN/m			
Totale pesi propri	γ_{G1} 1,30		4,2 kN/m	4,2	4,2 kN/m	4,2 kN/m
Permanenti portati	2,00 x	0,50	1,0 kN/m			
Tramezzi	x	0,50	kN/m			
Murature di tamponamento	2,50 x	2,50	6,3 kN/m			
Totale permanenti	γ_{G2} 1,30		7,3 kN/m	ψ_0 7,3	7,3 kN/m	ψ_2 7,3 kN/m
VARIABILI	0,50 x	0,50	0,3 kN/m	0,70	0,3	0,3
	x	0,50	kN/m	0,70	0,50	0,50
Totale variabili	γ_Q 1,50		0,3 kN/m	0,3	0,3 kN/m	0,1 kN/m

SLU - STATO LIMITE ULTIMO FLESSIONE

Calcolo SLU

Momento di calcolo trave continua	M*	19,00 kNm
Coefficiente per calcolo momento minimo	α	11,00
Momento minimo	$M_{min} = qL^2/8$	17,95 kNm
Momento di verifica	Msd	19,00 kNm
Momento resistente	Mrd	31,97 kNm
Deformazioni	Campo 2	ϵ_c -1,392 ϵ_s 10,000 x 3,48 cm

ARMATURE

n°	ϕ [mm]	Area
Estradosso	2,0 8	1,01
Intradosso	4 10	3,14
	As'	1,01 cm ²
	As	3,14 cm ²
	$\gamma = A_s'/A_s$	32%
	$\rho = A_s'/A_c$	0,06%
	Diametro equivalente	10,0 mm
	ρ_{min}	0,33%
	ρ_{max}	0,87%

SLU - TAGLIO

Costruzione esistente	b	40,0 cm	Sforzo normale	N _{sd}	kN	Indentatura blocchi	no	FeB32
Appoggio				p_1	0,001837	σ_{cp}	0,3488	α_c 1,0000
Reazione appoggio	δ 1,20	R=q*L* δ	65,81 kN	k	1,8377	V_{Rd1}	18 k (100 p1 fck) / (3/yc + 0.15 accp) bw d z (min + 0.15 accp) bw d	19,9 kN
Taglio in asse appoggio di verifica		Vsd1	32,91 kN			Resistenza senza armatura a taglio	0,88*V _{Rd1}	13,5 kN
Taglio in asse secondo appoggio		Vsd2	32,91 kN	Inclinazione staffe α 90 °		$V_{Rd2} = 0.9 \cdot d \cdot b_w \cdot \alpha_c \cdot f'_{cd} \cdot (ctga + ctg\theta) / (1 + ctg^2\theta)$		348,8 kN
Sezione dal filo pilastro di calcolo del taglio	z _a	25 cm	$\tau = 1,64 \text{ kg/cm}^2$	Bielle θ 45 °		V_{Rd} massimo trave = 0.5 v d b _w f _{cd}		387,6 kN
Sezione dal filo pilastro di calcolo del taglio	z _b	50 cm						
Taglio a d dal filo	Vsd _{1d0} = Vsd1 - (Vsd1 + Vsd2) / L * (b/2)		26,64 kN	Passo minimo / Armatura minima a taglio / 10000		9,0 cmq/m	Bracci	V _{Rd}
Taglio nella sezione z _a	Vsd _a	24,68 kN		Staffe 1	+	ϕ 8 / 200	2	35,86
Taglio nella sezione z _b	Vsd _b	23,44 kN		Staffe 1	+	ϕ 8 / 200	2	35,86

Dove: $V_{Rd1} = 0.9 \cdot d \cdot A_{sw} / s \cdot f_{yd} \cdot (ctga + ctg\theta) \cdot \sin\alpha$

$V_{Rd} = \min(V_{Rd1}, V_{Rd2})$

SUSA - SCUOLA COUVERT - III SOLAIO -T307 -M+

Normativa di riferimento

Decreto 14/01/2008 Norme Tecniche

SEZIONE

TRAVE DI BORDO

Ala superiore	B	cm	
Spessore ala superiore	h _s	cm	
Anima	b _u	60,0	cm
Altezza totale	H	30,0	cm
Copri ferro asse armatura compressa	c'	1,5	cm
Copri ferro asse armatura tesa	c	1,5	cm
Altezza utile	d	28,5	cm
Luce trave	L	6,40	m

H/L = 1/21

0,9d = 25,7cm

MATERIALI

Acciaio

f_{yk}430 N/mm²E_s210000 N/mm²f_{yk}16 N/mm²E_c20 N/mm²E_c28600 N/mm²

Fluage

φ

Ritiro

ε_t

1,70

2 * 10⁻⁴γ_s

1,15

Tensione in comb.rare

γ_c

1,50

Tensione in comb.rare

α_{cc}

0,85

Tensione in comb. quasi permanenti

Taglio

0,5*f_{cd}f_{yd}373,9 N/mm²ε_{syd}

0,178%

f_{ydrare}344,0 N/mm²f_{cd}9,1 N/mm²f_{cd rare}1,9 N/mm²f_{cd q.perm.}9,6 N/mm²f_{cd q.perm.}7,2 N/mm²

Taglio

0,5*f_{cd}4,5 N/mm²

ANALISI DEI CARICHI

PERMANENTI	kN/m ²	m	SLU	SLE rare	SLE frequenti	SLE quasi perm
Peso proprio			4,5 kN/m			
Solaio	3,20	x	-0,10			
Totale pesi propri	γ _{gt}	1,30	x	4,2 kN/m	4,2	4,2 kN/m
Permanenti portati	2,00	x	0,50			
Tramezzi		x	0,50			
		x	0,50			
Murature di tamponamento	2,50	x	2,50			
Totale permanenti	γ _{q2}	1,30	x	7,3 kN/m	7,3	7,3 kN/m
VARIABILI	0,50	x	0,60	0,3	0,3	0,3
		x	0,50	0,3	0,3	0,3
Totale variabili	γ _q	1,50	x	0,3 kN/m	0,3	0,3 kN/m

SLU - STATO LIMITE ULTIMO FLESSIONE

Calcolo SLU

ARMATURE

Momento di calcolo trave continua	M*	37,00 kNm	Estradoso	n°	φ [mm]	Area	Intradoso	n°	φ [mm]	Area
Coefficiente per calcolo momento minimo	α	17,00		2,0	8	1,01		3	12	3,39
Momento minimo	M _{min} =qL ² /α	36,70 kNm						3	16	6,03
Momento di verifica	M _{sd}	37,00 kNm								
Momento resistente	M _{rd}	90,53 kNm	verificato	2,45						
Deformazioni	Campo	2	ε _c	-3,375	ε _s	10,000	γ=As'/As	11%	p=As/As	0,06%
			x	7,19 cm			Diametro equivalente	14,3 mm	p _{min}	0,33%
									p _{max}	0,87%

SUSA - SCUOLA COUVERT - III SOLAIO -T307 -M-

Normativa di riferimento

Decreto 14/01/2008 Norme Tecniche

SEZIONE

TRAVE DI BORDO

Ala superiore	B	cm	
Spessore ala superiore	h _s	cm	
Anima	b _u	60,0	cm
Altezza totale	H	30,0	cm
Copri ferro asse armatura compressa	c'	1,5	cm
Copri ferro asse armatura tesa	c	1,5	cm
Altezza utile	d	28,5	cm
Luce trave	L	6,40	m

H/L = 1/21

0,9d = 25,7cm

MATERIALI

Acciaio

f_{yk}430 N/mm²E_s210000 N/mm²f_{yk}16 N/mm²E_c20 N/mm²E_c28600 N/mm²

Fluage

φ

Ritiro

ε_t

1,70

2 * 10⁻⁴γ_s

1,15

Tensione in comb.rare

γ_c

1,50

Tensione in comb.rare

α_{cc}

0,85

Tensione in comb. quasi permanenti

Taglio

0,5*f_{cd}f_{yd}373,9 N/mm²ε_{syd}

0,178%

f_{ydrare}344,0 N/mm²f_{cd}9,1 N/mm²f_{cd rare}1,9 N/mm²f_{cd q.perm.}9,6 N/mm²f_{cd q.perm.}7,2 N/mm²

Taglio

0,5*f_{cd}4,5 N/mm²

ANALISI DEI CARICHI

PERMANENTI	kN/m ²	m	SLU	SLE rare	SLE frequenti	SLE quasi perm
Peso proprio			4,5 kN/m			
Solaio	3,20	x	-0,10			
Totale pesi propri	γ _{gt}	1,30	x	4,2 kN/m	4,2	4,2 kN/m
Permanenti portati	2,00	x	0,50			
Tramezzi		x	0,50			
		x	0,50			
Murature di tamponamento	2,50	x	2,50			
Totale permanenti	γ _{q2}	1,30	x	7,3 kN/m	7,3	7,3 kN/m
VARIABILI	0,50	x	0,60	0,3	0,3	0,3
		x	0,50	0,3	0,3	0,3
Totale variabili	γ _q	1,50	x	0,3 kN/m	0,3	0,3 kN/m

SLU - STATO LIMITE ULTIMO FLESSIONE

Calcolo SLU

ARMATURE

Momento di calcolo trave continua	M*	47,00 kNm	Estradoso	n°	φ [mm]	Area	Intradoso	n°	φ [mm]	Area
Coefficiente per calcolo momento minimo	α	14,00		3,0	16	6,03		3	8	1,51
Momento minimo	M _{min} =qL ² /α	44,57 kNm						3	12	3,39
Momento di verifica	M _{sd}	47,00 kNm						2	14	
Momento resistente	M _{rd}	49,77 kNm	verificato	1,06						
Deformazioni	Campo	2	ε _c	-1,327	ε _s	10,000	γ=As'/As	123%	p=As/As	0,34%
			x	3,34 cm			Diametro equivalente	11,5 mm	p _{min}	0,33%
									p _{max}	1,15%

SLU - TAGLIO

Costruzione esistente

Indentatura blocchi

no

FeB32

Appoggio	b	40,0	cm	Sforzo normale	N _{sd}	kN	σ _{cp}	N/mm ²	α _c	1,0000
					p ₁	0,002866				
					k	1,8377				
Reazione appoggio	δ	1,20	R=q*L*δ	117,00 kN	89,70 kN		V _{Red}	18 k (100 p1 fck)/(3/yc+0.15 acp) bw d ≥ (min + 0.15 acp) bw d	62,6 kN	62,6 kN
Taglio in asse appoggio di verifica	V _{sd1}	58,50 kN		44,85 kN				Resistenza senza armatura a taglio	0,88*V _{sd}	42,6 kN
Taglio in asse secondo appoggio	V _{sd2}	58,50 kN						V _{Red} = 0.9 d b _w α _c f'cd (ctga+ctgθ)/(1+ctg ² θ)		348,8 kN
Sezione dal filo pilastro di calcolo del taglio	z _a	25	cm					V _{Red} massima trave = 0.5 v d b _w f'cd		387,6 kN
Sezione dal filo pilastro di calcolo del taglio	z _b	50	cm							
Taglio a d dal filo	V _{sd1b}	52,24 kN								
Taglio nella sezione z _a	V _{sd3}	50,27 kN								
Taglio nella sezione z _b	V _{sd3}	48,77 kN								

NON NECESSITA ARMATURA A TAGLIO

Staffe 1

Staffe 1

Staffe 1

Staffe 1

Staffe 1

Staffe 1

Staffe 1

Staffe 1

Staffe 1

Staffe 1

Staffe 1

Staffe 1

Staffe 1

Dove: V_{Red} = 0.9 d A_{sw}/s f_{yd} (ctga+ctgθ) sinαV_{cd} = min (VRsd, VRcd)

VERIFICA DI UNA TRAVE IN C.A. A STATO LIMITE ULTIMO E DI ESERCIZIO (verifica trave rettangolare o a T)

SLU - TAGLIO		Costruzione esistente		Indentatura blocchi		no		FeB32	
Appoggio	b	40,0 cm	Sforzo normale	N_{ed}	kN	σ_{cp}	N/mm ²	a_c	1,000
						v_{min}	0,3488	v_{Rd}	52,3 kN
				k	1,8377				19,9 kN
Reazione appoggio	δ	1,00	R=qt [*] L ⁰	44,91 kN	34,42 kN	$V_{Rd} = 19 \text{ k} (100 \text{ p1 fck}) / (3 \gamma c + 0.15 \alpha c p) \text{ bwd} \geq (min + 0.15 \cdot \alpha c p) \text{ bwd}$			
Taglio in asse appoggio di verifica	V_{sd1}	22,45 kN		17,21 kN		Resistenza senza armatura a taglio	0,68 v_{Rd}		13,5 kN
Taglio in asse secondo appoggio	V_{sd2}	22,45 kN				$V_{Rcd} = 0.9 \cdot d \cdot b_w \cdot a_c \cdot f'_{cd} \cdot (ctag + ctg \cdot b) / (1 + ctg^2 \cdot b)$			348,8 kN
Sezione dal filo pilastro di calcolo del taglio	z_a	25 cm	$\tau = 1,12 \text{ kg/cm}^2$		Inclinazione staffe $\alpha \geq 90^\circ$ Bielle $\theta \ 45^\circ$	$V_{Rd \text{ massimo trave}} = 0.5 \cdot v_d \cdot b_w \cdot f_{cd}$			387,6 kN
Sezione dal filo pilastro di calcolo del taglio	z_b	50 cm							
Taglio a d dal filo	$V_{sd1d} = V_{sd1} - (V_{sd1} + V_{sd2}) / L^* (b/2)$	17,79 kN			Passo minimo / Armatura minima a taglio / 10000	9,0 cmq/m	Bracci	V_{Rd}	V_{Rd}
					Staffe 1 +	2,8 cmq/m	2	20,17	19,9 kN verificato 1,1
Taglio nella sezione z_a	V_{sd3}	16,33 kN	NON NECESSITA ARMATURA A TAGLIO	Staffe 1 +	$\phi \ 6 / 200$	2,8 cmq/m	2	20,17	19,9 kN verificato 1,2
Taglio nella sezione z_b	V_{sd5}	15,43 kN		Staffe 1 +	$\phi \ 6 / 200$	2,8 cmq/m	2	20,17	19,9 kN verificato 1,3

Dove: $V_{Rcd} = 0.9 \cdot d \cdot A_{sw} / s \cdot f_{y,d} \cdot (ctag + ctg \cdot b) \cdot \sin \alpha$
 $V_{Rd} = \min (V_{Rsd}, V_{Rcd})$

VERIFICA DI UNA TRAVE IN C.A. A STATO LIMITE ULTIMO E DI ESERCIZIO (verifica trave rettangolare o a T)

Paq. 36 di 45

SLU - TAGLIO		Costruzione esistente		Indentatura blocchi										no		FeB32		
Appoggio	b	40,0	cm	Sforzo normale		N _{sd}	kN	σ _{cp}	N/mm ²	α _c	1,0000	V _{sd}		kN				
				SLU	SLE rara	p ₁	0,003785	V _{sd}	0,3488	V _{sd}	68,7 kN							
Reazione appoggio	δ	1,00		R=q*L*δ		k	1,8377	V _{Rd}	V _{Rd} = 18 k (100 p ₁ f _{ck} /3/γ _c +0.15 acp) bw d z (min + 0.15 acp) bw d							68,7 kN		
Taglio in asse appoggio di verifica	V _{sd1}	14,57	kN					Resistenza senza armatura a taglio								0,68 V _{Rd}	46,7 kN	
Taglio in asse secondo appoggio	V _{sd2}	14,57	kN					V _{Rcd} = 0.9 d b _w α _c f' cd (ctga+ctgβ)/(1+ctg ² β)								348,8 kN		
Sezione dal filo pilastro di calcolo del taglio	z _s	25	cm			τ = 0,72	kg/cm ²	Bielle 6 45 °								V _{Rd} massimo trave = 0.5 v d b _w f' cd	387,6 kN	
Sezione dal filo pilastro di calcolo del taglio	z ₀	50	cm			Passo minimo / Armatura minima a taglio / 10000		9,0 cmq/m	Bracci	V _{Rd}	V _{Rd}							
Taglio a d dal filo	V _{sd10} = V _{sd1} -(V _{sd1} +V _{sd2})/L'*(b/2)	12,14	kN			Staffe 1	+	6 / 200	2	20,17	68,7 kN	verificato	5,7					
Taglio nella sezione z _s	V _{sd_s}	11,37	kN			Staffe 1	+	6 / 200	2	20,17	68,7 kN	verificato	6,0					
Taglio nella sezione z ₀	V _{sd₀}	10,87	kN			Staffe 1	+	6 / 200	2	20,17	68,7 kN	verificato	6,3					
Dove: V _{Rd} = 0.9 d A _{sw} s f _y d (ctga+ctgβ) sina																		
V _{Rd} = min (V _{Rd} V _{Rcd})																		

4.1.5 T314

VERIFICA DI UNA TRAVE IN C.A. A STATO LIMITE ULTIMO E DI ESERCIZIO (verifica trave rettangolare o a T)

SUSA - SCUOLA COUVERT - III SOLAIO - T314 - M+

Normativa di riferimento Decreto 14/01/2008 Norme Tecniche

SEZIONE				TRAVE DI SPINA		MATERIALI		Acciaio		Calcestruzzo		Tensione in comb.rare		Tensione in comb. quasi permanenti			
Ala superiore	B	cm				f_{yk}	430 N/mm ²	γ_s	1,15	f_{yk}	373,9 N/mm ²						
Spessore ala superiore	h _s	cm				E_s	210000 N/mm ²			γ_c	1,50	f_{yk}	0,178%				
Anima	b _u	80,0 cm								α_{cc}	0,85	f_{yk}	344,0 N/mm ²				
Altezza totale	H	30,0 cm		H/L = 1/16		f_{ctk}	16 N/mm ²					f_{yk}	9,1 N/mm ²				
Copri ferro asse armatura compressa	c'	1,5 cm				R_{ck}	20 N/mm ²					f_{ctm}	1,9 N/mm ²				
Copri ferro asse armatura tesa	c	1,5 cm				E_c	28600 N/mm ²					$f_{ct,rare}$	9,6 N/mm ²				
Altezza utile	d	28,5 cm		0,9d = 25,7cm		Fluage	ϕ	1,70				$f_{cd,q,perm.}$	7,2 N/mm ²				
Luce trave	L	4,90 m				Ritiro	ϵ_r	2 *10 ⁻⁴				Taglio	0,5% ϵ_{td}	4,5 N/mm ²			
ANALISI DEI CARICHI																	
PERMANENTI		kN/m ²		m		SLU		SLE rare		SLE frequenti		SLE quasi perm					
Peso proprio				6,0 kN/m													
Solaio		3,20 x		2,20		17,0 kN/m		13,0		13,0 kN/m				13,0 kN/m			
Totale pesi propri		γ_{G1} 1,30 x		13,0 kN/m													
Permanenti portati		2,00 x		3,00		6,0 kN/m											
Tramezzi		x		3,00		kN/m											
		x		3,00		kN/m											
Murature di tamponamento		2,50 x		kN/m													
Totale permanenti		γ_{G2} 1,30 x		6,0 kN/m		7,8 kN/m		ψ_s 6,0		6,0 kN/m		ψ_s 6,0		6,0 kN/m			
VARIABILI		0,50 x		3,00		1,5 kN/m		0,70		1,5		0,8		0,8			
		x		3,00		kN/m		0,70		0,50		0,8		0,8			
Totale variabili		γ_Q 1,50 x		1,5 kN/m		2,3 kN/m		1,5		1,5 kN/m		0,8		0,8 kN/m			
SLU - STATO LIMITE ULTIMO FLESSIONE						ARMATURE											
Calcolo SLU						ARMATURE											
Momento di calcolo trave continua						Estradosso						Intradosso					
Coefficiente per calcolo momento minimo						n°						n°					
Momento minimo						ϕ [mm]						ϕ [mm]					
Momento di verifica						Area						Area					
Momento resistente						Estradosso						Intradosso					
Deformazioni						n°						n°					
						ϕ [mm]						ϕ [mm]					
						Area						Area					
						Estradosso						Intradosso					
						n°						n°					
						ϕ [mm]						ϕ [mm]					
						Area						Area					
						Estradosso						Intradosso					
						n°						n°					
						ϕ [mm]						ϕ [mm]					
						Area						Area					
						Estradosso						Intradosso					
						n°						n°					
						ϕ [mm]						ϕ [mm]					
						Area						Area					
						Estradosso						Intradosso					
						n°						n°					
						ϕ [mm]						ϕ [mm]					
						Area						Area					
						Estradosso						Intradosso					
						n°						n°					
						ϕ [mm]						ϕ [mm]					
						Area						Area					
						Estradosso						Intradosso					
						n°						n°					
						ϕ [mm]						ϕ [mm]					
						Area						Area					
						Estradosso						Intradosso					
						n°						n°					
						ϕ [mm]						ϕ [mm]					
						Area						Area					
						Estradosso						Intradosso					
						n°						n°					
						ϕ [mm]						ϕ [mm]					
						Area						Area					
						Estradosso						Intradosso					
						n°						n°					
						ϕ [mm]						ϕ [mm]					
						Area						Area					
						Estradosso						Intradosso					
						n°						n°					
						ϕ [mm]						ϕ [mm]					
						Area						Area					
						Estradosso						Intradosso					
						n°						n°					
						ϕ [mm]						ϕ [mm]					
						Area						Area					
						Estradosso						Intradosso					
						n°						n°					
						ϕ [mm]						ϕ [mm]					
						Area						Area					
						Estradosso						Intradosso					
						n°						n°					
						ϕ [mm]						ϕ [mm]					
						Area						Area					
						Estradosso						Intradosso					
						n°						n°					
						ϕ [mm]						ϕ [mm]					
						Area						Area					
						Estradosso						Intradosso					
						n°						n°					
						ϕ [mm]						ϕ [mm]					
						Area						Area					
						Estradosso						Intradosso					
						n°						n°					
						ϕ [mm]						ϕ [mm]					
						Area						Area					
						Estradosso						Intradosso					
						n°						n°					
						ϕ [mm]						ϕ [mm]					
						Area						Area					
						Estradosso						Intradosso					
						n°						n°					
						ϕ [mm]						ϕ [mm]					
						Area						Area					
						Estradosso						Intradosso					
						n°						n°					
						ϕ [mm]						ϕ [mm]					
						Area						Area					
						Estradosso						Intradosso					
						n°						n°					
						ϕ [mm]						ϕ [mm]					
						Area						Area					
						Estradosso						Intradosso					
						n°						n°					
						ϕ [mm]						ϕ [mm]					
						Area						Area					
						Estradosso						Intradosso					
						n°						n°					
						ϕ [mm]						ϕ [mm]					
						Area						Area					
						Estradosso						Intradosso					
						n°						n°					
						ϕ [mm]						ϕ [mm]					
						Area						Area					
						Estradosso						Intradosso					
						n°						n°					
						ϕ [mm]						ϕ [mm]					
						Area						Area					
						Estradosso						Intradosso					
						n°						n°					
						ϕ [mm]						ϕ [mm]					
						Area						Area					
						Estradosso						Intradosso					
						n°						n°					
						ϕ [mm]						ϕ [mm]					
						Area						Area					
						Estradosso						Intradosso					
						n°						n°					
						ϕ [mm]						ϕ [mm]					
						Area						Area					
						Estradosso						Intradosso					
						n°						n°					
						ϕ [mm]						ϕ [mm]					
						Area						Area					
						Estradosso						Intradosso					
						n°						n°					
						ϕ [mm]						ϕ [mm]					
						Area						Area					
						Estradosso						Intradosso					
						n°						n°					
						ϕ [mm]						ϕ [mm]					
						Area						Area					
						Estradosso						Intradosso					
						n°						n°					
						ϕ [mm]						ϕ [mm]					
						Area						Area					
						Estradosso						Intradosso					
						n°						n°					
						ϕ [mm]						ϕ [mm]					
						Area						Area					
						Estradosso						Intradosso					
						n°						n°					
						ϕ [mm]						ϕ [mm]					
						Area						Area					
						Estradosso						Intradosso					
						n°						n°					
						ϕ [mm]						ϕ [mm]					
						Area						Area					
						Estradosso						Intradosso					
						n°						n°					
						ϕ [mm]						ϕ [mm]					
						Area						Area					
						Estradosso						Intradosso					
						n°						n°					
						ϕ [mm]						ϕ [mm]					
						Area						Area					
						Estradosso						Intradosso					
						n°						n°					
						ϕ [mm]						ϕ [mm]					
						Area						Area					
						Estradosso						Intradosso					
						n°						n°					
						ϕ [mm]						ϕ [mm]					
						Area						Area					
						Estradosso						Intradosso					
						n°						n°					
						ϕ [mm]						ϕ [mm]					
						Area						Area					
						Estradosso						Intradosso					
						n°						n°					
						ϕ [mm]						ϕ [mm]					
						Area						Area					
						Estradosso						Intradosso					
						n°						n°					
						ϕ [mm]						ϕ [mm]					
						Area						Area					
						Estradosso						Intradosso					
						n°						n°					
						ϕ [mm]						ϕ [mm]					
						Area						Area					
						Estradosso						Intradosso					
						n°						n°					
						ϕ [mm]						ϕ [mm]					
						Area						Area					
						Estradosso						Intradosso					
						n°						n°					
						ϕ [mm]						ϕ [mm]					
						Area						Area					
						Estradosso						Intradosso					
						n°						n°					
						ϕ [mm]						ϕ [mm]					
						Area						Area					
						Estradosso						Intradosso					
						n°						n°					
						ϕ [mm]						ϕ [mm]					
						Area						Area					
						Estradosso						Intradosso					
						n°						n°					
						ϕ [mm]						ϕ [mm]					
						Area						Area					
						Estradosso						Intradosso					
						n°						n°					
						ϕ [mm]						ϕ [mm]					
						Area						Area					
						Estradosso						Intradosso					
						n°						n°					
						ϕ [mm]						ϕ [mm]					
						Area						Area					
						Estradosso						Intradosso					
						n°						n°					
						ϕ [mm]						ϕ [mm]					
						Area						Area					
						Estradosso						Intradosso					
						n°						n°					
						ϕ [mm]						ϕ [mm]					
						Area						Area					
						Estradosso						Intradosso					
						n°						n°					
						ϕ [mm]						ϕ [mm]					
						Area						Area					
						Estradosso						Intradosso					
						n°						n°					
						ϕ [mm]						ϕ [mm]					
						Area						Area					
						Estradosso						Intradosso					
						n°						n°					
						ϕ [mm]						ϕ [mm]					
						Area						Area					
						Estradosso						Intradosso					
						n°						n°					
						ϕ [mm]						ϕ [mm]					
						Area						Area					
						Estradosso						Intradosso					
						n°						n°					
						ϕ [mm]						ϕ [mm]					
						Area						Area					
						Estradosso						Intradosso					
						n°						n°					
						ϕ [mm]						ϕ [mm]					
						Area						Area					
						Estradosso						Intradosso					
						n°						n°					
						ϕ [mm]						ϕ [mm]					
						Area						Area					
						Estradosso						Intradosso					
						n°						n°					
						ϕ [mm]						ϕ [mm]					
						Area						Area					
						Estradosso						Intradosso					
						n°						n°					
						ϕ [mm]						ϕ [mm]					
						Area						Area					
						Estradosso						Intradosso					
						n°						n°					
						ϕ [mm]						ϕ [mm]					
						Area						Area					
						Estradosso						Intradosso					
						n°						n°					
						ϕ [mm]						ϕ [mm]					
						Area						Area					
						Estradosso						Intradosso					
						n°						n°					
						ϕ [mm]						ϕ [mm]					
						Area						Area					
						Estradosso						Intradosso					
						n°						n°					
						ϕ [mm]						ϕ [mm]					
						Area						Area					
						Estradosso						Intradosso					
						n°						n°					
						ϕ [mm]						ϕ [mm]					
						Area						Area					
						Estradosso						Intradosso					
						n°						n°					
						ϕ [mm]						ϕ [mm]					
						Area						Area					
						Estradosso						Intradosso					
						n°						n°					
						ϕ [mm]						ϕ [mm]					
						Area						Area					
						Estradosso						Intradosso					
						n°						n°					
						ϕ [mm]						ϕ [mm]					
						Area						Area					
						Estradosso						Intradosso					
						n°						n°					
						ϕ [mm]						ϕ [mm]					
						Area						Area					
						Estradosso						Intradosso					
						n°						n°					
						ϕ [mm]						ϕ [mm]					
						Area						Area					
						Estradosso						Intradosso					
						n°						n°					
						ϕ [mm]						ϕ [mm]					

SLU - TAGLIO		Costruzione esistente		Indentatura blocchi										no		FeB32									
Appoggio	b	25,0 cm		Sforzo normale		N _{sd}		kN		σ _{cp}		N/mm ²		α _c		1,0000									
		SLU		SLE rara		p ₁		0,004671		V _{min}		0,3488		V _{sd}		98,3 kN									
						k		1,8377		V _{Rd1}		= 18 k (100 p1 fck)/3γc+0.15 acp) bw d z (min + 0.15 acp) bw d		98,3 kN											
Reazione appoggio	δ	1,00		R=q*λ°d		132,31 kN		100,65 kN		Resistenza senza armatura a taglio		0,68 V _{Rd1}		56,8 kN											
Taglio in asse appoggio di verifica	V _{sd1}					66,15 kN		50,32 kN		V _{Rd2}		= 0.9 d b _w α _c f'cd (ctga+ctgθ)/(1+ctg ² θ)		465,1 kN											
Taglio in asse secondo appoggio	V _{sd2}					66,15 kN		kN		Inclinazione staffe α 90 °															
Sezione dal filo pilastro di calcolo del taglio	z _s					25 cm		τ = 2,45 kg/cm ²		Bielle θ 45 °		V _{Rd, massimo trave}		= 0.5 v d b _w f'cd		516,8 kN									
Sezione dal filo pilastro di calcolo del taglio	z ₀					50 cm				Passo minimo / Armatura minima a taglio / 10000		12,0 cm/m		Bracci		V _{Rd}									
Taglio a d dal filo	V _{sd10} = V _{sd1} -(V _{sd1} +V _{sd2})/L°(b/2)					58,93 kN		NON NECESSITA ARMATURA A TAGLIO		Staffe 1		+		φ 8 / 200		2		35,86		98,3 kN		verificato 1,7			
Taglio nella sezione z _s	V _{sd_s}					56,03 kN				Staffe 1		+		φ 8 / 200		5,0 cm/m		2		35,86		98,3 kN		verificato 1,8	
Taglio nella sezione z ₀	V _{sd₀}					51,99 kN				Staffe 1		+		φ 8 / 200		5,0 cm/m		2		35,86		98,3 kN		verificato 1,9	
										Dove: V _{Rd1} = 0.9 d A _{sw} /s f _y d (ctga+ctgθ) sina										V _{Rd2} = min (V _{Rsd} V _{Rcd})					

4.1.6 T320

VERIFICA DI UNA TRAVE IN C.A. A STATO LIMITE ULTIMO E DI ESERCIZIO (verifica trave rettangolare o a T)

SUSA - SCUOLA COUVERT - III SOLAIO -T320 -M+

Normativa di riferimento Decreto 14/01/2008 Norme Tecniche

SEZIONE				MATERIALI			
Ala superiore	B	cm		Acciaio	f_{yk}	430 N/mm ²	γ_s 1,15
Spessore ala superiore	h_s	cm		FeB44	E_s	210000 N/mm ²	f_{yk} 373,9 N/mm ²
Anima	b_u	70,0 cm					ϵ_{syd} 0,178%
Altezza totale	H	30,0 cm	H/L = 1/14	Calcestruzzo	f_{ck}	16 N/mm ²	Tensione in comb.rare $f_{yktrare}$ 344,0 N/mm ²
Coprifero asse armatura compressa	c'	1,5 cm		C16/20	R_{ck}	20 N/mm ²	f_{cd} 9,1 N/mm ²
Coprifero asse armatura tesa	c	1,5 cm			E_c	28600 N/mm ²	f_{cm} 1,9 N/mm ²
Altezza utile	d	28,5 cm	0,9d = 25,7cm	Fluage	ϕ	1,70	Tensione in comb.rare $f_{cd rare}$ 9,6 N/mm ²
Luce trave	L	4,30 m		Ritiro	ϵ_r	2 *10 ⁻⁴	Tensione in comb.quasi permanenti $f_{cd q.perm.}$ 7,2 N/mm ²
							Taglio $0,5^*f_{cd}$ 4,5 N/mm ²

ANALISI DEI CARICHI				SLU	SLE rare	SLE frequenti	SLE quasi perm
PERMANENTI	kN/m ²	m					
Peso proprio			5,3 kN/m				
Solaio	2,20 x	3,80	8,4 kN/m				
Totale pesi propri	γ_{G1} 1,30 x		13,6 kN/m	17,7 kN/m	13,6 kN/m	13,6 kN/m	13,6 kN/m
Permanenti portati	2,00 x	4,50	9,0 kN/m				
Tramezzi	x	4,50	kN/m				
Murature di tamponamento	x		kN/m				
Totale permanenti	γ_{G2} 1,30 x		9,0 kN/m	11,7 kN/m	9,0 kN/m	9,0 kN/m	9,0 kN/m
VARIABILI	0,50 x	4,50	2,3 kN/m				
	x	4,50	kN/m				
Totale variabili	γ_Q 1,50 x		2,3 kN/m	3,4 kN/m	2,3 kN/m	1,1 kN/m	0,7 kN/m

SLU - STATO LIMITE ULTIMO FLESSIONE				ARMATURE			
Momento di calcolo trave continua	M^*	kNm		Estradosso	n^*	ϕ [mm]	Area
Coefficiente per calcolo momento minimo	α	12,00			2,0	8	1,01
Momento minimo	$M_{min} = qL^2/\alpha$	50,49 kNm		Intradosso	n^*	ϕ [mm]	Area
Momento di verifica	M_{sd}	50,49 kNm			2	12	2,26
Momento resistente	M_{rd}	53,72 kNm	verificato 1,06		2	14	3,08
Deformazioni	Campo 2	ϵ_c	-1,811				
		ϵ_s	10,000				
		x	4,37 cm				
					$\gamma = A_s'/A_s$	19%	$\rho = A_s/A_c$ 0,05%
					Diametro equivalente	13,1 mm	
							$\rho = A_s/A_c$ 0,25%
							ρ_{min} 0,33% ρ_{max} 0,86%

VERIFICA DI UNA TRAVE IN C.A. A STATO LIMITE ULTIMO E DI ESERCIZIO (verifica trave rettangolare o a T)

SUSA - SCUOLA COUVERT - III SOLAIO -T320 -M-

Normativa di riferimento Decreto 14/01/2008 Norme Tecniche

SEZIONE				MATERIALI			
Ala superiore	B	cm		Acciaio	f_{yk}	430 N/mm ²	γ_s 1,15
Spessore ala superiore	h_s	cm		FeB44	E_s	210000 N/mm ²	f_{yk} 373,9 N/mm ²
Anima	b_u	70,0 cm					ϵ_{syd} 0,178%
Altezza totale	H	30,0 cm	H/L = 1/14	Calcestruzzo	f_{ck}	16 N/mm ²	Tensione in comb.rare $f_{yktrare}$ 344,0 N/mm ²
Coprifero asse armatura compressa	c'	1,5 cm		C16/20	R_{ck}	20 N/mm ²	f_{cd} 9,1 N/mm ²
Coprifero asse armatura tesa	c	1,5 cm			E_c	28600 N/mm ²	f_{cm} 1,9 N/mm ²
Altezza utile	d	28,5 cm	0,9d = 25,7cm	Fluage	ϕ	1,70	Tensione in comb.rare $f_{cd rare}$ 9,6 N/mm ²
Luce trave	L	4,30 m		Ritiro	ϵ_r	2 *10 ⁻⁴	Tensione in comb.quasi permanenti $f_{cd q.perm.}$ 7,2 N/mm ²
							Taglio $0,5^*f_{cd}$ 4,5 N/mm ²

ANALISI DEI CARICHI				SLU	SLE rare	SLE frequenti	SLE quasi perm
PERMANENTI	kN/m ²	m					
Peso proprio			5,3 kN/m				
Solaio	2,20 x	3,80	8,4 kN/m				
Totale pesi propri	γ_{G1} 1,30 x		13,6 kN/m	17,7 kN/m	13,6 kN/m	13,6 kN/m	13,6 kN/m
Permanenti portati	2,00 x	4,50	9,0 kN/m				
Tramezzi	x	4,50	kN/m				
Murature di tamponamento	x		kN/m				
Totale permanenti	γ_{G2} 1,30 x		9,0 kN/m	11,7 kN/m	9,0 kN/m	9,0 kN/m	9,0 kN/m
VARIABILI	0,50 x	4,50	2,3 kN/m				
	x	4,50	kN/m				
Totale variabili	γ_Q 1,50 x		2,3 kN/m	3,4 kN/m	2,3 kN/m	1,1 kN/m	0,7 kN/m

SLU - STATO LIMITE ULTIMO FLESSIONE				ARMATURE			
Momento di calcolo trave continua	M^*	kNm		Estradosso	n^*	ϕ [mm]	Area
Coefficiente per calcolo momento minimo	α	12,00			2,0	14	3,08
Momento minimo	$M_{min} = qL^2/\alpha$	50,49 kNm		Intradosso	n^*	ϕ [mm]	Area
Momento di verifica	M_{sd}	50,49 kNm			4	12	4,52
Momento resistente	M_{rd}	50,96 kNm	verificato 1,01		1	8	0,50
Deformazioni	Campo 2	ϵ_c	-1,497				
		ϵ_s	10,000				
		x	3,71 cm				
					$\gamma = A_s'/A_s$	61%	$\rho = A_s/A_c$ 0,15%
					Diametro equivalente	11,4 mm	
							$\rho = A_s/A_c$ 0,24%
							ρ_{min} 0,33% ρ_{max} 0,96%

SLU - TAGLIO				Indentatura blocchi			
Costruzione esistente				no			FeB32
Appoggio	b	40,0 cm		Sforzo normale	N_{ed}	kN	σ_{cp} 1,0000
					p_1	0,002677	v_{min} 0,3488
Reazione appoggio	δ 1,20	$R = q^*L/\delta$	169,08 kN		k	1,8377	V_{Rd} 71,4 kN
Taglio in asse appoggio di verifica	V_{sd1}		84,54 kN				V_{Rd} 71,4 kN
Taglio in asse secondo appoggio	V_{sd2}		84,54 kN				Resistenza senza armatura a taglio $0,88^*V_{Rd}$ 48,6 kN
Sezione dal filo pilastro di calcolo del taglio	z_a	25 cm		Inclinazione staffe α 90°			$V_{Rcd} = 0,9 \cdot d \cdot b_w \cdot \alpha_c \cdot f'_{cd} \cdot (ctg\alpha + ctg\theta) / (1 + ctg^2\theta)$ 407,0 kN
Sezione dal filo pilastro di calcolo del taglio	z_b	50 cm		Bielle θ 45°			V_{Rcd} massimo trave = $0,5 \cdot v \cdot d \cdot b_w \cdot f_{cd}$ 452,2 kN
Taglio a d dal filo	$V_{sd105} = V_{sd1} - (V_{sd1} + V_{sd2})/L \cdot (b/2)$		71,07 kN	Passo minimo / Armatura minima a taglio / 10000			V_{Rd} 71,4 kN verificato 1,0
Taglio nella sezione z_a	V_{sd3}		66,85 kN	Staffe 1	ϕ 8 / 200	5,0 cmq/m	2 35,86
Taglio nella sezione z_b	V_{sd3}		64,04 kN	Staffe 1	ϕ 8 / 200	5,0 cmq/m	2 35,86
				Staffe 1	ϕ 8 / 200	5,0 cmq/m	2 35,86
							V_{Rd} 71,4 kN verificato 1,1
							V_{Rcd} 71,4 kN verificato 1,1

4.2.2 N306

VERIFICA DI UNA TRAVE IN C.A. A STATO LIMITE ULTIMO E DI ESERCIZIO (verifica trave rettangolare o a T)

SUSA - SCUOLA COUVERT - III SOLAIO -N306-M-

Normativa di riferimento Decreto 14/01/2008 Norme Tecniche

SEZIONE				MATERIALI			
TRAVE DI SPINA				Acciaio			
Ala superiore	B	50,0 cm		f_{yk}	430 N/mm ²	γ_s	1,15
Spessore ala superiore	h_s	5,0 cm		E_s	210000 N/mm ²	f_{yk}	373,9 N/mm ²
Anima	b_u	10,0 cm				ϵ_{syd}	0,178%
Altezza totale	H	30,0 cm	H/L = 1/21			Tensione in comb.rare	$f_{yk,ave}$
Copri ferro asse armatura compressa	c'	1,5 cm		Calcestruzzo	f_{ck}	16 N/mm ²	344,0 N/mm ²
Copri ferro asse armatura tesa	c	1,5 cm			R_{ck}	20 N/mm ²	9,1 N/mm ²
Altezza utile	d	28,5 cm	0,9d = 25,7cm		E_c	28600 N/mm ²	1,9 N/mm ²
Luce trave	L	6,40 m		Fluage	ϕ	1,70	9,6 N/mm ²
				Ritiro	ϵ_r	2 *10 ⁻⁴	7,2 N/mm ²
						Tensione in comb.quasi permanenti	$f_{cd,q,perm.}$
						Taglio	0,5*f _{cd}

ANALISI DEI CARICHI

PERMANENTI	kN/m ²	m	SLU	SLE rare	SLE frequenti	SLE quasi perm
Peso proprio			1,3 kN/m			
Solaio	0,75 x	0,40	0,3 kN/m			
Totale pesi propri	γ_{G1}	1,30 x	1,6 kN/m	2,0 kN/m	1,6 kN/m	1,6 kN/m
Permanenti portati	2,00 x	0,50	1,0 kN/m			
Tramezzi	x	0,50	kN/m			
	x	0,50	kN/m			
Murature di tamponamento	2,50 x		kN/m			
Totale permanenti	γ_{G2}	1,30 x	1,0 kN/m	1,3 kN/m	1,0 kN/m	1,0 kN/m
VARIABILI	0,50 x	0,50	0,3 kN/m	0,70	0,3	0,1
	x	0,50	kN/m	0,70	0,3	0,1
Totale variabili	γ_{Q1}	1,50 x	0,3 kN/m	0,4 kN/m	0,3 kN/m	0,1 kN/m

SLU - STATO LIMITE ULTIMO FLESSIONE

Calcolo SLU

Momento di calcolo trave continua	M*	kNm	ARMATURE
Coefficiente per calcolo momento minimo	α	12,00	Estradosso
Momento minimo	$M_{min} = qL^2/\alpha$	12,60 kNm	n° ϕ [mm] Area
Momento di verifica	Msd	12,60 kNm	1,0 10 0,79
Momento resistente	Mrd	16,15 kNm	Intradosso
Deformazioni	Campo 2	ϵ_c -1,031 ϵ_s 10,000	n° ϕ [mm] Area
	x	2,66 cm	2 10 1,57
			As' 0,79 cm ²
			As 1,57 cm ²
			$\gamma = A_s'/A_s$ 50% $\rho = A_s'/A_c$ 0,26%
			Diametro equivalente 10,0 mm
			$\rho = A_s/A_c$ 0,52%
			ρ_{min} 0,33% ρ_{max} 1,08%

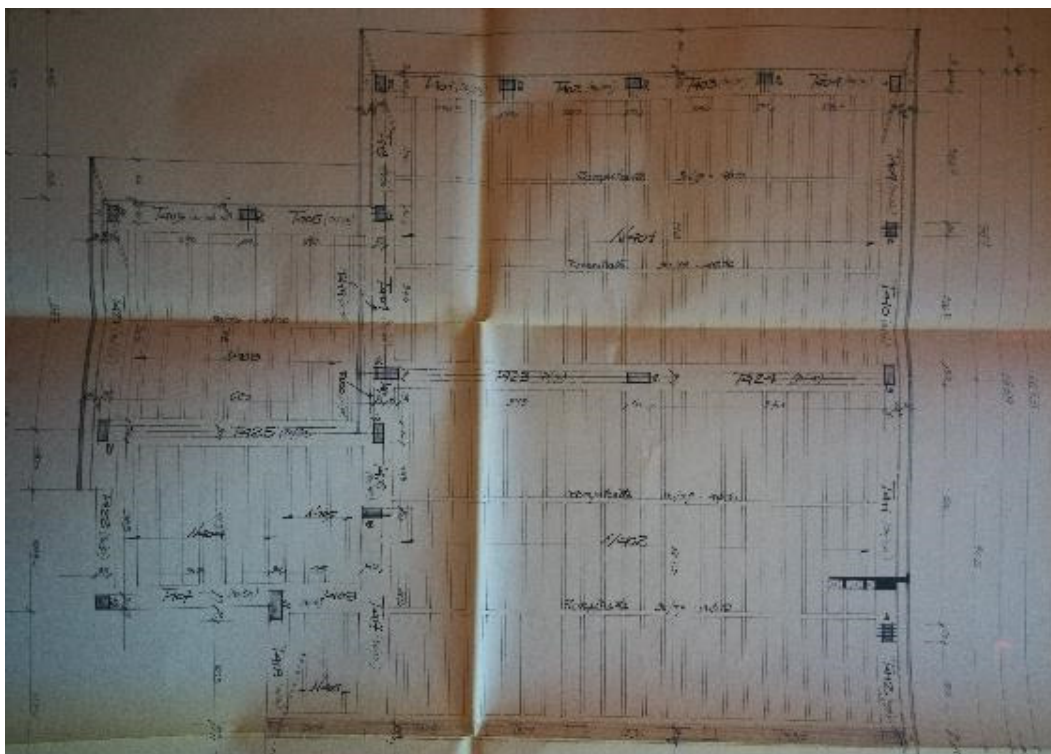
SLU - TAGLIO

Costruzione esistente	Indentatura blocchi	no	FeB32
Appoggio	b	65,0 cm	Sforzo normale
			N_{ed} kN
Reazione appoggio	δ 1,00	R=q*L* δ	σ_{cp} N/mm ²
Taglio in asse appoggio di verifica	Vsd ₁	23,62 kN	v_{rib} 0,3488
Taglio in asse secondo appoggio	Vsd ₂	11,81 kN	$V_{Rd1} = 18 k (100 p_1 f_{ck}) / (3 \gamma_{sc} + 0.15 \alpha_{cp}) b w_d z (min + 0.15 \alpha_{cp}) b w_d$
Sezione dal filo pilastro di calcolo del taglio	z _s	25 cm	Resistenza senza armatura a taglio
Sezione dal filo pilastro di calcolo del taglio	z ₀	50 cm	$V_{Rd2} = 0.9 d b_w \alpha_c f'_{cd} (ctga + ctg\theta) / (1 + ctg^2\theta)$
Taglio a d dal filo	Vsd ₁₀ = Vsd ₁ - (Vsd ₁ + Vsd ₂) / L * (b/2)	10,08 kN	$V_{Rd, massimo trave} = 0.5 v d b_w f_{cd}$
Taglio nella sezione z _s	Vsd _s	9,69 kN	Bracci
Taglio nella sezione z ₀	Vsd ₀	9,84 kN	V _{Asd} V _{Asd}
			1,5 cmq/m 2 35,86
			5,0 cmq/m 2 35,86
			5,0 cmq/m 2 35,86
			13,0 kN verificato 1,3
			13,0 kN verificato 1,3
			13,0 kN verificato 1,3

Dove: $V_{Rd1} = 0.9 d A_{sw} / s f_{yd} (ctga + ctg\theta) \sin \alpha$ $V_{Rd2} = \min (V_{Rad}, V_{Rcd})$

5 COPERTURA

Nel seguito si riportano le verifiche delle travi in spessore principali e dei travetti maggiormente sollecitati delle strutture di copertura.



5.1 Travi

5.1.1 T405

VERIFICA DI UNA TRAVE IN C.A. A STATO LIMITE ULTIMO E DI ESERCIZIO (verifica trave rettangolare o a T)

SUSA - SCUOLA COUVERT - COPERTURA-T405 - M+

Normativa di riferimento: Decreto 14/01/2008 Norme Tecniche

SEZIONE				MATERIALI			
Ala superiore	B	cm		Acciaio	f_{yk}	430 N/mm ²	γ_s 1,15
Spessore ala superiore	h_s	cm		FeB44	E_s	210000 N/mm ²	
Anima	b_u	50,0 cm		Calcestruzzo	f_{ck}	16 N/mm ²	Tensione in comb.rare
Altezza totale	H	30,0 cm	H/L = 1/11	C16/20	R_{ck}	20 N/mm ²	γ_c 1,50
Copriferro asse armatura compressa	c'	3,0 cm			E_c	28600 N/mm ²	α_{cc} 0,85
Copriferro asse armatura tesa	c	3,0 cm		Fluage	ϕ	1,70	Tensione in comb.rare
Altezza utile	d	27,0 cm	0,9d = 24,3cm	Ritiro	ϵ_r	$2 \cdot 10^{-4}$	Tensione in comb.quasi permanenti
Luce trave	L	3,20 m					Taglio

ANALISI DEI CARICHI				SLU				SLE rare				SLE frequenti				SLE quasi perm			
PERMANENTI				SLU				SLE rare				SLE frequenti				SLE quasi perm			
Peso proprio		kN/m ²	m																
Solaio		3,20	x	2,50															
Totale pesi propri	γ_{G1}	1,30	x		11,8	kN/m	15,3	kN/m	11,8	11,8	kN/m	11,8	11,8	kN/m		11,8	kN/m		
Permanenti portati		0,50	x	3,00															
Tramezzi			x	3,00															
Murature di tamponamento			x	3,00															
Totale permanenti	γ_{G2}	1,30	x		1,5	kN/m	2,0	kN/m	ψ_0 1,5	1,5	kN/m	ψ_1 1,5	1,5	kN/m	ψ_2 1,5	1,5	kN/m		
VARIABILI		1,65	x	3,00					0,70	5,0	5,0	0,50	2,5	2,5	0,30	1,5			
Totale variabili	γ_Q	1,50	x		5,0	kN/m	7,4	kN/m	0,70	5,0	5,0	0,50	2,5	2,5	0,30	1,5	kN/m		

SLU - STATO LIMITE ULTIMO FLESSIONE				ARMATURE			
Momento di calcolo trave continua	M^*	kNm		Estradosso	n°	ϕ [mm]	Area
Coefficiente per calcolo momento minimo	α	8		Intradosso	n°	ϕ [mm]	Area
Momento minimo	$M_{min} = qL^2/\alpha$	31,55	kNm		5	12	5,65
Momento di verifica	M_{sd}	31,55	kNm				
Momento resistente	M_{rd}	52,27	kNm				
Deformazioni	Campo 2	ϵ_c	-2,591				
		ϵ_s	10,000				
		x	5,56				

Calcolo SLU

ARMATURE

$\gamma = A_s'/A_s$ 18% $\rho = A_s/A_c$ 0,07% $\rho = A_s/A_c$ 0,38%

Diametro equivalente 12,0 mm ρ_{min} 0,33% ρ_{max} 0,88%

SLU - TAGLIO		Costruzione esistente		Indentatura blocchi		no		FeB32	
Appoggio	b	80,8	cm	Sforzo normale	N _{ed}	kN	σ _{cp}	N/mm ²	α _c
					p ₁	0,004189	v _{min}	0,3553	V _{Ed}
Reazione appoggio	δ	1,20			k	1,8607	V _{Ed}	18 k (100 p1 f _{ck})(3/3)yc+0.15 acp) bw d z (min + 0.15 acp) bw d	56,8
Taglio in asse appoggio di verifica	R=q*L*δ	94,66	kN	SLE rara					56,8
Taglio in asse secondo appoggio	Vsd ₁	47,33	kN						38,6
Sezione dal filo pilastro di calcolo del taglio	Vsd ₂	47,33	kN						275,4
Sezione dal filo pilastro di calcolo del taglio	z _s	25	cm						306,0
Taglio a d dal filo	Vsd ₁₀ = Vsd ₁ -(Vsd ₁ +Vsd ₂)/L*(b/2)	31,39	kN						
Taglio nella sezione z _s	Vsd _s	27,99	kN						
Taglio nella sezione z ₀	Vsd ₀	2,48	kN						

5.2 Solai

5.2.1 N401

VERIFICA DI UNA TRAVE IN C.A. A STATO LIMITE ULTIMO E DI ESERCIZIO (verifica trave rettangolare o a T)

SUSA - SCUOLA COUVERT - COPERTURA - N401 - M+

Normativa di riferimento Decreto 14/01/2008 Norme Tecniche

SEZIONE		TRAVE DI SPINA		MATERIALI		Acciaio		Calcestruzzo		Fluage		Ritiro	
Ala superiore	B	50,0	cm			f _{yk}	430 N/mm ²	γ _s	1,15	f _{yd}	373,9 N/mm ²		
Spessore ala superiore	h _s	5,0	cm			E _s	210000 N/mm ²			e _{hyd}	0,178%		
Anima	b _u	10,0	cm							f _{yk}	344,0 N/mm ²		
Altezza totale	H	30,0	cm	H/L = 1/26						f _{yk}	9,1 N/mm ²		
Copri ferro asse armatura compressa	c'	1,5	cm			f _{ck}	16 N/mm ²	γ _c	1,50	f _{cd}	9,1 N/mm ²		
Copri ferro asse armatura tesa	c	1,5	cm			R _{ck}	20 N/mm ²	α _{cc}	0,85	f _{cm}	1,9 N/mm ²		
Altezza utile	d	28,5	cm	0,9d = 25,7cm		E _c	28600 N/mm ²			f _{cd rare}	9,6 N/mm ²		
Luce trave	L	7,70	m							f _{cd q.perm.}	7,2 N/mm ²		
ANALISI DEI CARICHI				ARMATURE				Taglio				0,5*f _{cd}	
PERMANENTI				SLU				SLE rare				SLE frequenti	
Peso proprio													
Solaio		0,75	x	0,40									
Totale pesi propri	γ _{gt}	1,30	x	1,6	kN/m								
Permanenti portati		0,50	x	0,50	0,3 kN/m								
Tramezzi			x	0,50	kN/m								
Murature di tamponamento		2,50	x		kN/m								
Totale permanenti	γ _{q2}	1,30	x	0,3	kN/m								
VARIABILI		1,65	x	0,50	0,8 kN/m								
			x	0,50	kN/m								
Totale variabili	γ _q	1,50	x	0,8	kN/m								
SLU - STATO LIMITE ULTIMO FLESSIONE				Calcolo SLU				ARMATURE				SLE quasi perm	
Momento di calcolo trave continua	M*												
Coefficiente per calcolo momento minimo	α	14,30											
Momento minimo	M _{min} =qL ² /α	14,83	kNm										
Momento di verifica	Msd	14,83	kNm										
Momento resistente	Mrd	31,05	kNm	verificato	2,09								
Deformazioni	Campo	2											

VERIFICA DI UNA TRAVE IN C.A. A STATO LIMITE ULTIMO E DI ESERCIZIO (verifica trave rettangolare o a T)

SUSA - SCUOLA COUVERT - COPERTURA - N401 - M-

Normativa di riferimento Decreto 14/01/2008 Norme Tecniche

SEZIONE		TRAVE DI SPINA		MATERIALI		Acciaio		Calcestruzzo		Fluage		Ritiro	
Ala superiore	B	50,0	cm			f _{yk}	430 N/mm ²	γ _s	1,15	f _{yd}	373,9 N/mm ²		
Spessore ala superiore	h _s	5,0	cm			E _s	210000 N/mm ²			e _{hyd}	0,178%		
Anima	b _u	10,0	cm							f _{yk}	344,0 N/mm ²		
Altezza totale	H	30,0	cm	H/L = 1/26						f _{yk}	9,1 N/mm ²		
Copri ferro asse armatura compressa	c'	1,5	cm			f _{ck}	16 N/mm ²	γ _c	1,50	f _{cd}	9,1 N/mm ²		
Copri ferro asse armatura tesa	c	1,5	cm			R _{ck}	20 N/mm ²	α _{cc}	0,85	f _{cm}	1,9 N/mm ²		
Altezza utile	d	28,5	cm	0,9d = 25,7cm		E _c	28600 N/mm ²			f _{cd rare}	9,6 N/mm ²		
Luce trave	L	7,70	m							f _{cd q.perm.}	7,2 N/mm ²		
ANALISI DEI CARICHI				ARMATURE				Taglio				0,5*f _{cd}	
PERMANENTI				SLU				SLE rare				SLE frequenti	
Peso proprio													
Solaio		0,75	x	0,40									
Totale pesi propri	γ _{gt}	1,30	x	1,6	kN/m								
Permanenti portati		0,50	x	0,50	0,3 kN/m								
Tramezzi			x	0,50	kN/m								
Murature di tamponamento		2,50	x		kN/m								
Totale permanenti	γ _{q2}	1,30	x	0,3	kN/m								
VARIABILI		1,65	x	0,50	0,8 kN/m								
			x	0,50	kN/m								
Totale variabili	γ _q	1,50	x	0,8	kN/m								
SLU - STATO LIMITE ULTIMO FLESSIONE				Calcolo SLU				ARMATURE				SLE quasi perm	
Momento di calcolo trave continua	M*												
Coefficiente per calcolo momento minimo	α	12,00											
Momento minimo	M _{min} =qL ² /α	17,68	kNm										
Momento di verifica	Msd	17,68	kNm										
Momento resistente	Mrd	23,67	kNm	verificato	1,34								
Deformazioni	Campo	2											

SLU - TAGLIO		Costruzione esistente		Indentatura blocchi										no		FeB32	
Appoggio	b	65,0	cm	Sforzo normale		N _{sd}	kN	σ _{cp}	N/mm ²	α _c	1,0000	V _{sd}		18 k (100 p ₁ f _{ck})/(3/γ _c +0.15 acp) bw d z (min + 0.15 acp) bw d	V _{sd}	14,8 kN	
	SLU			SLE rara	p ₁	0,008157		V _{sd}	0,3488			V _{Rcd} = 0.9 d b _w α _c f' cd (ctga+ctgβ)/(1+ctg ² β)		0.68 V _{sd}	10,1 kN		
Reazione appoggio	δ	1,00		R=q*L*δ	k	1,8377		Resistenza senza armatura a taglio				V _{Rcd} = 0.9 d b _w α _c f' cd (ctga+ctgβ)/(1+ctg ² β)				58,1 kN	
Taglio in asse appoggio di verifica	V _{sd1}		27,55 kN					Inclinazione staffe α. 90 °				V _{Rcd} = 0.9 d b _w α _c f' cd (ctga+ctgβ)/(1+ctg ² β)				64,6 kN	
Taglio in asse secondo appoggio	V _{sd2}		13,77 kN					Bielles 6 45 °				V _{Rcd} = 0.9 d b _w α _c f' cd (ctga+ctgβ)/(1+ctg ² β)				64,6 kN	
Sezione dal filo pilastro di calcolo del taglio	z _a		25 cm		τ = 3,94	kg/cm ²											
Sezione dal filo pilastro di calcolo del taglio	z _b		50 cm														
					Passo minimo / Armatura minima a taglio / 10000				1,5 cmq/m	Bracci	V _{sd}	V _{Rcd}					
Taglio a d dal filo	V _{sd1to} = V _{sd1} -(V _{sd1} +V _{sd2})/L'*(b/2)		12,10 kN		Staffe 1	+	φ 8 / 200	5,0 cmq/m	2	35,86		14,8 kN	verificato	1,2			
Taglio nella sezione z _a	V _{sd_a}		11,72 kN	NON NECESSITA ARMATURA A TAGLIO	Staffe 1	+	φ 8 / 200	5,0 cmq/m	2	35,86		14,8 kN	verificato	1,3			
Taglio nella sezione z _b	V _{sd_b}		11,85 kN		Staffe 1	+	φ 8 / 200	5,0 cmq/m	2	35,86		14,8 kN	verificato	1,2			
										Dove: V _{Rcd} = 0.9 d A _{sw} s / y _d (ctga+ctgβ) sina		V _{Rcd} = min (V _{Rsd} V _{Rcd})					

5.2.2 N403

VERIFICA DI UNA TRAVE IN C.A. A STATO LIMITE ULTIMO E DI ESERCIZIO (verifica trave rettangolare o a T)

SUSA - SCUOLA COUVERT - COPERTURA -N403 - M+

Normativa di riferimento Decreto 14/01/2008 Norme Tecniche

SEZIONE		TRAVE DI SPINA		MATERIALI		Acciaio		Calcestruzzo		Tensione in comb.rare		Tensione in comb. permanenti		Tensione in comb. permanenti		Taglio	
Ala superiore	B	50,0	cm			f _{yk}	430 N/mm ²	f _{ck}	16 N/mm ²	γ _s	1,15	f _{yk}	373,9 N/mm ²	f _{yk}	373,9 N/mm ²	f _{yk}	373,9 N/mm ²
Spessore ala superiore	h _s	5,0	cm			E _s	210000 N/mm ²	R _{ck}	20 N/mm ²	γ _c	1,50	f _{yk}	0,178%	f _{yk}	0,178%	f _{yk}	0,178%
Anima	b _u	10,0	cm					E _c	28600 N/mm ²	α _{cc}	0,85	f _{yk}	344,0 N/mm ²	f _{yk}	344,0 N/mm ²	f _{yk}	344,0 N/mm ²
Altezza totale	H	30,0	cm	H/L = 1/19								f _{yk}	9,1 N/mm ²	f _{yk}	9,1 N/mm ²	f _{yk}	9,1 N/mm ²
Copri ferro asse armatura compressa	c'	1,5	cm									f _{yk}	1,9 N/mm ²	f _{yk}	1,9 N/mm ²	f _{yk}	1,9 N/mm ²
Copri ferro asse armatura tesa	c	1,5	cm									f _{yk}	9,6 N/mm ²	f _{yk}	9,6 N/mm ²	f _{yk}	9,6 N/mm ²
Altezza utile	d	28,5	cm	0,9d = 25,7cm		Fluage	φ	1,70				f _{yk}	7,2 N/mm ²	f _{yk}	7,2 N/mm ²	f _{yk}	7,2 N/mm ²
Luce trave	L	5,70	m			Ritiro	ε _r	2 *10 ⁻⁴				f _{yk}	4,5 N/mm ²	f _{yk}	4,5 N/mm ²	f _{yk}	4,5 N/mm ²

ANALISI DEI CARICHI		SLU		SLE rare		SLE frequenti		SLE quasi perm	
PERMANENTI	kN/m ² m								
Peso proprio		1,3	kN/m						
Solaio	0,75 x 0,40	0,30	kN/m						
Totale pesi propri	γ _{g1} 1,30 x	1,6	kN/m	2,0	kN/m	1,6	kN/m	1,6	kN/m
Permanenti portati	0,50 x 0,50	0,25	kN/m						
Tramezzi	x 0,50	0,50	kN/m						
Murature di tamponamento	2,50 x	2,50	kN/m						
Totale permanenti	γ _{g2} 1,30 x	0,3	kN/m	0,3	kN/m	0,3	kN/m	0,3	kN/m
VARIABILI	1,65 x 0,60	0,99	kN/m	0,70	kN/m	0,8	kN/m	0,4	kN/m
Totale variabili	γ _q 1,50 x	1,2	kN/m	0,8	kN/m	0,4	kN/m	0,2	kN/m

SLU - STATO LIMITE ULTIMO FLESSIONE		Calcolo SLU		ARMATURE	
Momento di calcolo trave continua	M*	8,00	kNm	n°	φ [mm]
Coefficiente per calcolo momento minimo	α	14,53	kNm	Area	
Momento minimo	M _{min} = qL ² /α	14,53	kNm	Estradosso	
Momento di verifica	M _{sd}	14,53	kNm	Intradosso	
Momento resistente	M _{rd}	16,15	kNm	As'	1,57
Deformazioni	ε _c	-1,114		As	1,57
	x	2,86	cm	p=As'/As	0,52%
				p _{min}	0,33%
				p _{max}	0,81%

SLU - TAGLIO		Costruzione esistente		Indentatura blocchi				no		FeB32		
Appoggio	b	65,0	cm	Sforzo normale		N _{sd}	kN	σ _{cp}	N/mm ²	α _c	1,0000	
		SLU		SLE rara		p ₁	0,005512	V _{min}	0,3488	V _{sd}	13,0 kN	
						k	1,8377	V _{Rd} = 18 k (100 p1 fck l3/3γc+0.15 acp) bw d z (min + 0.15 acp) bw d			13,0 kN	
Reazione appoggio	δ	1,00	R=q*δ* ^o					Resistenza senza armatura a taglio		0,68 V _{sd}	8,8 kN	
Taglio in asse appoggio di verifica	V _{sd1}	20,39	kN					V _{Rcd} = 0.9 d b _w α _c f'cd (ctga+ctgβ)/(1+ctg ² θ)			58,1 kN	
Taglio in asse secondo appoggio	V _{sd2}	10,20	kN			Inclinazione staffe α 90 °		V _{Rd} massimo trave = 0.5 v d b _w f'cd			64,6 kN	
Sezione dal filo pilastro di calcolo del taglio	z _a	25	cm			Bielie θ 45 °						
Sezione dal filo pilastro di calcolo del taglio	z _b	50	cm			Passo minimo / Armatura minima a taglio / 10000		1,5 cm/m	Bracci	V _{Rd}	V _{Rd}	
Taglio a d dal filo	V _{sd1to} = V _{sd1} -(V _{sd1} +V _{sd2})/L*(b/2)	8,52	kN	NON NECESSITA ARMATURA A TAGLIO		Staffe 1	+	φ 8 / 200	5,0 cm/m	2	35,86	13,0 kN verificato 1,5
Taglio nella sezione z _a	V _{sd_a}	8,14	kN			Staffe 1	+	φ 8 / 200	5,0 cm/m	2	35,86	13,0 kN verificato 1,6
Taglio nella sezione z _b	V _{sd_b}	8,31	kN			Staffe 1	+	φ 8 / 200	5,0 cm/m	2	35,86	13,0 kN verificato 1,6
								Dove: V _{Rd} = 0.9 d A _{sw} s / γ _d (ctga+ctgβ) sina		V _{Rd} = min (V _{Rsd} V _{Rcd})		

5.2.3 N506

Segue la verifica del solaio di copertura della palestra.

VERIFICA DI UNA TRAVE IN C.A. A STATO LIMITE ULTIMO E DI ESERCIZIO (verifica trave rettangolare o a T)

SUSA - SCUOLA COUVERT - COPERTURA -N506 - M+

Normativa di riferimento: Decreto 14/01/2008 Norme Tecniche

SEZIONE TRAVE DI SPINA

Ala superiore	B	50,0 cm
Spessore ala superiore	h _s	5,0 cm
Anima	b _u	10,0 cm
Altezza totale	H	20,0 cm
Copri ferro asse armatura compressa	c'	1,5 cm
Copri ferro asse armatura tesa	c	1,5 cm
Altezza utile	d	18,5 cm
Luce trave	L	4,80 m

H/L = 1/24
0,9d = 16,7cm

MATERIALI

Acciaio	f _{yk}	430 N/mm ²	γ _s	1,15	f _{yd}	373,9 N/mm ²
FeB44	E _s	210000 N/mm ²			ε _{yk}	0,178%
Calcestruzzo	f _{ck}	16 N/mm ²	γ _{cc}	1,50	f _{ct,crack}	344,0 N/mm ²
C16/20	R _{ck}	20 N/mm ²	α _{cc}	0,85	f _{ctd}	9,1 N/mm ²
	E _c	28600 N/mm ²			f _{ctm}	1,9 N/mm ²
	Fluage	φ	1,70		f _{ct,rare}	9,6 N/mm ²
	Ritiro	ε _t	2 · 10 ⁻⁴		f _{ctd,perm.}	7,2 N/mm ²
					Taglio	0,5f _{ctd}
						4,5 N/mm ²

ANALISI DEI CARICHI

PERMANENTI	kN/m ²	m	SLU	SLE rare	SLE frequenti	SLE quasi perm
Peso proprio			1,0 kN/m			
Solaio	0,75 x	0,40	0,3 kN/m			
Totale pesi propri	γ _{Gr} 1,30 x		1,3 kN/m	1,3	1,3 kN/m	1,3 kN/m
Permanenti portati	0,50 x	0,50	0,3 kN/m			
Tramezzi	x	0,50	kN/m			
Murature di tamponamento	x	0,50	kN/m			
Totale permanenti	γ _{Gr} 1,30 x		0,3 kN/m	ψ ₀ 0,3	0,3 kN/m	ψ ₂ 0,3 kN/m
VARIABILI	1,65 x	0,60	0,8 kN/m	0,70	0,8	0,8
	x	0,50	kN/m	0,70	0,4	0,4
Totale variabili	γ ₀ 1,50 x		0,8 kN/m	0,8	0,8 kN/m	0,4 kN/m

SLU - STATO LIMITE ULTIMO FLESSIONE Calcolo SLU

Momento di calcolo trave continua	M*	kNm
Coefficiente per calcolo momento minimo	α	8,00
Momento minimo	M _{min} = qL ² /α	9,37 kNm
Momento di verifica	M _{sd}	9,37 kNm
Momento resistente	M _{rd}	10,37 kNm
Deformazioni	ε _c	-1,455
	ε _s	10,000
	x	2,35 cm

ARMATURE

	n°	φ [mm]	Area
Estradosso			
Intradosso	2	10	1,57
	As'		cm ²
	As		1,57 cm ²
	γ = As'/As		p = A's/Ac
			p = As/Ac
			p _{min} 0,33%
			p _{max} 0,81%

SLU - TAGLIO Costruzione esistente

Appoggio	b	65,0 cm
Reazione appoggio	R = q · L · δ	15,61 kN
Taglio in asse appoggio di verifica	V _{sd1}	7,81 kN
Taglio in asse secondo appoggio	V _{sd2}	7,81 kN
Sezione dal filo pilastro di calcolo del taglio	z ₀	25 cm
Sezione dal filo pilastro di calcolo del taglio	z ₀	50 cm
Taglio a d dal filo	V _{sd10} = V _{sd1} - (V _{sd1} + V _{sd2}) / L · (b/2)	6,45 kN
Taglio nella sezione z ₀	V _{sd4}	5,94 kN
Taglio nella sezione z ₀	V _{sd5}	6,10 kN

Sforzo normale N_{ed} kN
p₁ 0,008491
k 2,0000

Indentatura blocchi no

Bracci V_{sd}

Staffe	φ	Area	Bracci	V _{sd}	V _{sd}
Staffe 1	φ 8 / 200	5,0 cm ² /m	2	23,28	10,6 kN
Staffe 1	φ 8 / 200	5,0 cm ² /m	2	23,28	10,6 kN
Staffe 1	φ 8 / 200	5,0 cm ² /m	2	23,28	10,6 kN

Dove: V_{Red} = 0,9 d A_{sv} / s f_{yd} (ctgα + ctgθ) sinα
V_{RD} = min (V_{Red}, V_{Rcd})

6 **ALLEGATO – CARPENTERIA SECONDO SOLAIO**

