

UNIVERSITA' DEGLI STUDI DI CATANIA

**DIPARTIMENTO DI
INGEGNERIA CIVILE E ARCHITETTURA**

**CORSO DI LAUREA IN
INGEGNERIA EDILE-ARCHITETTURA**

CORSO DI TECNICA DELLE COSTRUZIONI

Anno accademico 2014/15

DOCENTI : Aurelio Gheresi - Edoardo M. Marino

**Progetto di una scala in acciaio
tipologia 2**

OGGETTO :

- Analisi dei carichi
- Analisi strutturale degli schemi assunti
- Verifiche di resistenza elementi strutturali
- Verifiche di deformazioni elementi strutturali
- Verifiche di instabilità
- Verifiche dei collegamenti progettati
- Calcoli mediante Tel2008
- Schede tecniche allegate

REVISORE

Ing. Lorenzo Sperduto

STUDENTE

Cascio Rizzo Andrea
MATRICOLA 609/000530

**RELAZIONE DI
CALCOLO**

Cascio Rizzo

Andrea

matr. 609/000530

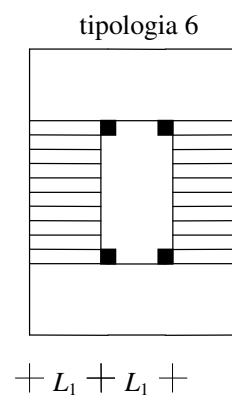
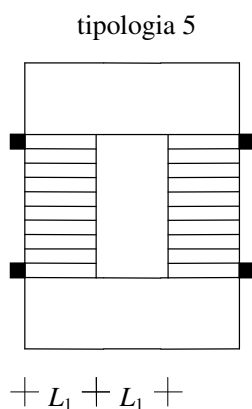
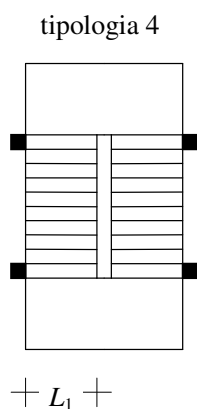
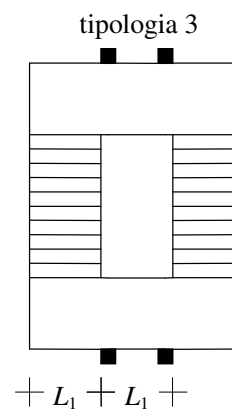
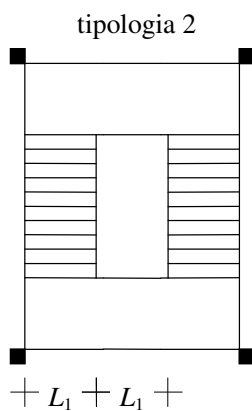
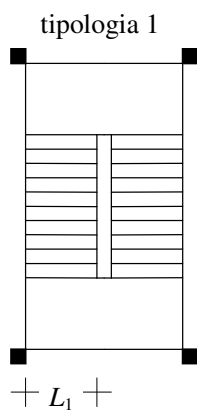
sigla 312131

Ubicazione area urbana tra edifici alti quota 360 m s.l.m. distanza dal mare 12 km

Tipo di scala tipologia 2 carico variabile $q_k = 4.00 \text{ kN/m}^2$

Dati geometrici $L_1 = 1200 \text{ mm}$ $L_2 = 3400 \text{ mm}$

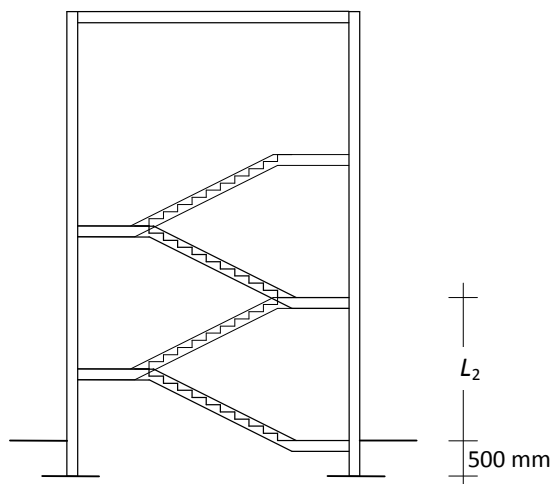
Possibili tipologie di scale



Note

I disegni in pianta sono solo indicativi:
la posizione delle colonne è rappresentata da un quadratino nero.

L'immagine della vista laterale riporta le colonne all'esterno, ma la loro reale posizione è definita dalla tipologia in pianta.



vista laterale

Analisi dei carichi			
Dati Progetto			
Ubicazione	quota (m.s.l.m.)	distanza mare (km)	carico q_k (kN/m ²)
Urbana tra edifici alti	360	12	4,00
Tipologia scala	Dati L1 (mm)	Dati L2 (mm)	
2	1200	3400	

Carichi	
Manutenzione	$Q = 0,5 \text{ kN/m}^2$
Neve	$Q = \mu_i \cdot q_{sk} \cdot C_e \cdot C_t \text{ (kN/m}^2\text{)}$
Azione Verticale vento	$Q = q_b \cdot C_p \cdot C_e \cdot C_d \text{ (kN/m}^2\text{)}$
Azione Orizzontale vento	$Q = q_b \cdot C_p \cdot C_e \cdot C_d \text{ (kN/m}^2\text{)}$
Azione Tangenziale Vento	$Q = q_b \cdot C_f \cdot C_t \text{ (kN/m}^2\text{)}$
Carico d'esercizio Scala	$Q = 4,00 \text{ kN/m}^2$

Carico da Neve (kN/m ²)		
$\mu_i = 0,8$ (pendenza minore di 30°)	0,80	Zona III
$q_{sk} = 0,51[1 + (a_s/481)^2]$	0,80	
$C_e = 1,1$ (esposizione)	1,10	
$C_t = 1$	1,00	
Tot	0,70	

Carico da Vento			
Zona Climatica	Classe Rugosita	Esposizione	
4	A	IV	
ρ_{aria} (kg/m ³)	V_{b0} (m/s)	a_0 (m)	K_a (1/s)
1,25	28	500	0,02
α (gradi)	K_r	C_t	Z_0
0	0,22	1	0,3
Z (m)	Zmin (m)	Z orizzontali (m)	
10,2	8	9	

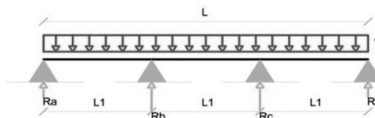
Azione Verticale (kN/m ²)	
$q_b = \frac{1}{2} \cdot \rho \cdot V_b^2$	0,49
$C_p = +/-1,2 \cdot (1 + \sin \alpha)$	1,20
$C_e = K_r^z \cdot C_t \cdot \ln(Z/Z_0) \cdot [7 + C_t \cdot \ln(Z/Z_0)]$	1,80
$C_t = 1$	1,00
Tot	1,06
Azione Orizzontale (kN/m ²)	
$q_b = \frac{1}{2} \cdot \rho \cdot V_b^2$	0,49
$C_p = +/-1,2 \cdot (1 + \sin \alpha)$	1,20
$C_e = K_r^z \cdot C_t \cdot \ln(Z/Z_0) \cdot [7 + C_t \cdot \ln(Z/Z_0)]$	1,71
$C_t = 1$	1,00
Tot	1,01
Azione Tangenziale (kN/m ²)	
$q_b = \frac{1}{2} \cdot \rho \cdot V_b^2$	0,49
$C_p = 0,4$	0,04
$C_e = K_r^z \cdot C_t \cdot \ln(Z/Z_0) \cdot [7 + C_t \cdot \ln(Z/Z_0)]$	1,80
$C_d = 1$	1,00
Tot	0,04

Schema Dei Carichi (kN/m ²)				
Tipologia Carico	gk	qk	gd	qd
manutenzione		0,50		0,75
neve		0,70		1,05
vento azione verticale		1,06		1,58
combinazione carichi copertura		1,48		2,23
vento azione tangenziale		0,21		0,32
vento azione orizzontale lato corto		3,93		5,89
vento azione orizzontale lato lungo		6,59		9,89
pannello copertura grecato	0,08		0,10	
carico d'esercizio scala		4,00		6,00
grigliato	0,43		0,56	
corrimano	0,10		0,13	
trave secondaria copertura	0,16		0,21	
trave principale copertura	0,16		0,21	
trave a ginocchio	0,25		0,33	
trave principale	0,22		0,29	
Colonna	0,51		0,66	
Trave Telaio	0,51		0,66	
Controventi	0,20		0,26	

Combinazione dei carichi in copertura (kN/m ²)				
coefficienti di contemporaneità	ϕ vento	ϕ neve	ϕ manutenzione	
	0,6	0,5	0	
carico principale ($\phi=1$)	contributi dei carichi ($\phi \cdot \text{carico}$)			Tot
vento	1,06	0,35	0,00	1,41
neve	0,63	0,70	0,00	1,33
manutenzione	0,63	0,35	0,50	1,48

Analisi dei carichi per singolo elemento strutturale			
	coefficienti correttivi di progetto		
	γ_g	γ_q	
	1,3	1,5	

Carichi in copertura sul pannello (kN/m ²)	
--	--



L (mm)	L1 (mm)
4000	1300

	permanenti g	variabili q	g+q
Valore Caratteristico	0,08	1,48	1,56
Valore Progetto	0,10	2,23	2,32

Il valore permanente è costituito dal peso proprio del pannello, prima approssimato a un valore per il calcolo e di seguito verificato con il peso del profilo realmente scelto.
I variabili sono dovuti alle azioni esterne calcolate nel paragrafo precedente.

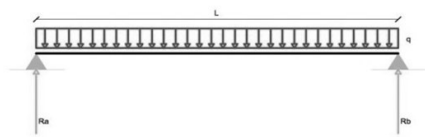
Analisi dei carichi per singolo elemento strutturale

Carichi agenti sulla Copertura (KN/m²)

	permanenti g	variabili q	g+q
Valore Caratteristico	0,08	1,48	1,56
Valore Progetto	0,10	2,23	2,32

Carichi agenti sulla trave secondaria di Copertura (kN/m)

I carichi agenti sulla trave secondaria derivano da quelli del pannello, dimensioniamo le travi secondarie centrali poichè più sollecitate, il carico agente sarà esattamente la reazione dello schema usato per la lamiera grecata = $11/10 \cdot qL_1$, con L_1 lunghezza d'interasse tra gli appoggi della lamiera= 1300 mm
Ad esso aggiungeremo il peso proprio della trave stessa, ancora una volta come pre-stima per calcolare il profilo, e poi sostituendolo con quello reale per le verifiche.



Lunghezza Trave (mm)

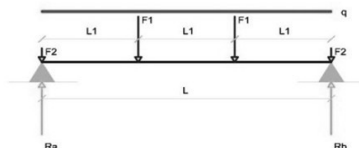
6000

Carico travi centrali $q=11/10 \cdot ql$		Carico travi laterali $q=2/5 \cdot ql$	
q_k	g_k	q_k	g_k
2,12	0,27	0,77	0,20
q_k+g_k		q_k+g_k	
2,39		0,97	
q_d	g_d	q_d	g_d
3,18	0,35	1,16	0,26
q_d+g_d		q_d+g_d	
3,53		1,41	

Al fine delle verifiche necessarie i valori di interesse sono il q_k per la verifica SLE con δ_2 , q_k+g_k per la verifica SLE con δ_{max} e q_d+g_d per la verifica SLU.

Carichi agenti sulla trave principale di Copertura (kN)

I carichi agenti sulla trave principale sono effetto dell'azione-reazione da parte delle secondarie, esse produrranno 4 forze concentrate pari alle reazioni delle travi $F=qL/2$, poichè le travi centrali sono maggiormente caricate avranno intensità maggiore delle periferiche, per simmetria avremo 2 forze identiche centrali e 2 identiche esterne.
Ad esso aggiungeremo il peso proprio della trave stessa, ancora una volta come pre-stima per calcolare il profilo, e poi sostituendolo con quello reale per le verifiche, in tal caso il peso proprio sarebbe un carico distribuito molto piccolo, per lavorare in sicurezza lo moltiplicheremo per la lunghezza della trave immaginandolo anche esso concentrato nelle forze centrali.



Lunghezza Trave L (mm)	Interasse L_1 (mm)
4000	1300

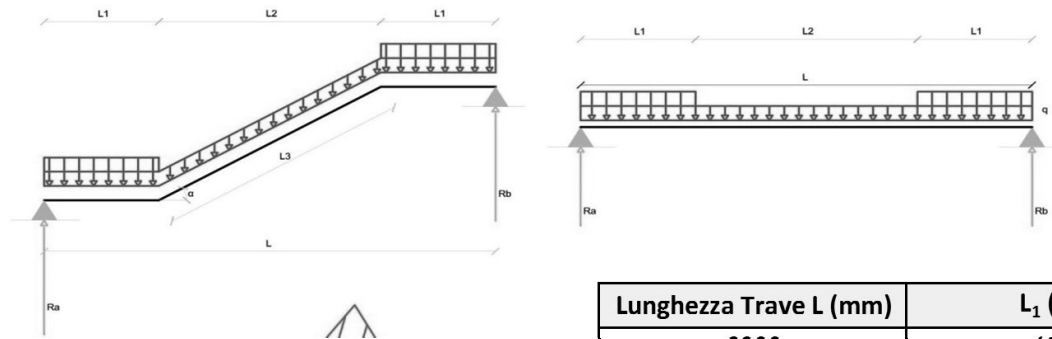
Analisi dei carichi per singolo elemento strutturale			
Carichi agenti sulla trave principale di Copertura (kN)			
Forze centrali $q=q_l/2$		Forze laterali $q=q_l/2$	
F_{1k}	F_{gk}	F_{2k}	F_{gk}
6,36	1,12	2,31	0,91
$F_{1k}+F_{gk}$		$F_{1k}+F_{gk}$	
7,48		3,23	
F_{1d}	F_{gd}	F_{2d}	F_{gd}
9,55	1,45	3,47	1,19
q_d+g_d		$F_{2d}+F_{gd}$	
11,00		4,66	

Al fine delle verifiche necessarie i valori di interesse sono il F_{1k} per la verifica SLE con δ_2 , $F_{1k}+F_{gk}$ per la verifica SLE con δ_{max} e $F_{1d}+F_{gd}$ per la verifica SLU.

Carichi agenti sulla trave a Ginocchio (KN/m)

I carichi agenti sulla trave a ginocchio sono quelli di esercizio della scala pari a 4 kN/m² al quale aggiungiamo il peso dei gradini e del passamano, portandoli anche essi al m² rispettivamente 0,364 kN/m² e 0,1 kN/m² (approssimazione stimata). Ad esso aggiungeremo il peso proprio della trave stessa, ancora una volta come pre-stima per calcolare il profilo, e poi sostituendolo con quello reale per le verifiche.

La trave nel complesso si comporta come una trave rettilinea su 2 appoggi, Considerando come



		Lunghezza Trave L (mm)	L_1 (mm)
		6000	1500
		L_2 (mm)	L_3 (mm)
		3000	3450
peso gradino Cad. (Kg)		peso gradino Cad. (kN)	
13,10		0,129	
peso gradino kN/m ² = (Aunitaria/ L_g *pedata)* p_g		L lineare (mm)	L gradino (mm)
0,36		6450	1200
Carico travi esterne e rampa		Carico travi centrali pianerottolo	
q_k	g_k	q_k	g_k
2,40	0,53	4,80	0,80
q_k+g_k		q_k+g_k	
2,93		5,60	
q_d	g_d	q_d	g_d
3,60	0,69	7,20	1,04
q_d+g_d		q_d+g_d	
4,29		8,24	

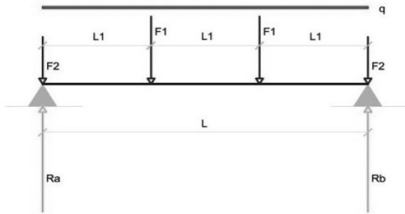
I valori di interesse per la verifica SLE sono il q_k con δ_2 , q_k+g_k con δ_{max} e q_d+g_d per la verifica SLU.

Analisi dei carichi per singolo elemento strutturale

Carichi agenti sulla trave principale (kN)

I carichi agenti sulla trave principale sono effetto dell'azione-reazione da parte delle travi a ginocchio, esse produrranno 4 forze concentrate pari alle reazioni delle travi $F=qL/2$, poichè le travi centrali sono maggiormente caricate avranno intensità maggiore delle periferiche, per simmetria avremo 2 forze identiche centrali e 2 identiche esterne.

Ad esso aggiungeremo il peso proprio della trave stessa, ancora una volta come pre-stima per calcolare il profilo, e poi sostituendolo con quello reale per le verifiche, in tal caso il peso proprio sarebbe un carico distribuito molto piccolo, per lavorare in sicurezza lo moltiplicheremo per la lunghezza della trave immaginandolo anche esso concentrato nelle forze centrali.



Lunghezza Trave L (mm)	Interasse L_1 (mm)
4000	1300

Forze centrali $q=q_l/2$		Forze laterali $q=q_l/2$	
F_{1k}	F_{gk}	F_{2k}	F_{gk}
11,34	2,94	7,74	2,15
$F_{1k}+F_{gk}$		$F_{2k}+F_{gk}$	
14,28		9,89	
F_{1d}	F_{gd}	F_{2d}	F_{gd}
17,01	3,82	11,61	2,79
q_d+g_d		$F_{2d}+F_{gd}$	
20,83		14,40	

Al fine delle verifiche necessarie i valori di interesse sono il F_{1k} per la verifica SLE con δ_2 , $F_{1k}+F_{gk}$ per la verifica SLE con δ_{max} e $F_{1d}+F_{gd}$ per la verifica SLU.

Carichi agenti sulle colonne (kN)

I carichi agenti sulle colonne sono dovuti alle azioni orizzontali del vento, diverse in base al lato lungo o corto, al quale vanno aggiunti gli scarichi verticali delle trave principali. Le azioni del vento verranno assorbite mediante un telaio nel lato lungo e controventamenti nel lato corto.

le forze sono applicate lungo i nodi in corrispondenza dei pianerottoli; quelle verticali sono semplicemente le reazioni delle trave principali, quelle orizzontali sono date dalle forze orizzontali del vento per la superficie su cui agiscono, pari al profilo della scal e del pianerottolo per convenzione stimato su un'altezza di 2 metri.

Area Copertura (mm^2)	forza tangenziale vento (kN)
24000000	0,04
Forza sul nodo in copertura	
Azione Orizzontale	Azione Verticale
F_{tk}	F_{vk}
0,21	8,68
F_{td}	F_{vd}
0,32	15,66

Analisi dei carichi per singolo elemento strutturale	
Carichi agenti sulle colonne (kN)	
Area lato corto (mm ²)	forza orizzontale vento (kN)
8000000	1,01
Forza sul nodo ortogonale al lato corto	
Azione Orizzontale	Azione Verticale
F_{tk}	F_{vk}
4,03	19,08
F_{td}	F_{vd}
6,04	35,23

Nei nodi corrispondenti dei pianerottoli di entrata e arrivo, la forza derivando dall'azione che il vento esplica nei confronti della folla, e ridotta al singolo pianerottolo, qnd molto inferiore e non simmetrica, pari a 5/6 F nel nodo caricato adiacente alla superficie, e 1/6 F nel nodo lontano.

Area lato singola campata (mm ²)	forza orizzontale vento (kN)
2600000	1,01
Forza sul nodo ortogonale al lato corto in corrispondenza arrivo/entrata	
Azione Orizzontale adiacente 5/6F	Azione Verticale
F_{tk}	F_{vk}
2,18	15,90
F_{td}	F_{vd}
3,27	29,36
Azione Orizzontale lontana 1/6F	Azione Verticale
F_{tk}	F_{vk}
0,44	3,18
F_{td}	F_{vd}
0,65	5,87

Area lato lungo (mm ²)	forza orizzontale vento (kN)
12900000	1,01
Forza sul nodo ortogonale al lato lungo	
Azione Orizzontale	Azione Verticale
F_{tk}	F_{vk}
6,49	19,08
F_{td}	F_{vd}
9,74	35,23

Combinazioni di Carichi sulle colonne	
Carichi agenti sulle colonne (kN) Principale Vento	
Area Copertura (mm ²)	forza tangenziale vento (kN)
24000000	0,04
Forza sul nodo in copertura	
Azione Orizzontale	Azione Verticale
F_{tk}	F_{vk}
0,21	8,23
F_{td}	F_{vd}
0,32	14,98

Analisi dei carichi per singolo elemento strutturale	
Carichi agenti sulle colonne (kN) Principale Vento	
Area lato corto (mm ²)	forza orizzontale vento (kN)
8000000	1,01
Forza sul nodo ortogonale al lato corto	
Azione Orizzontale	Azione Verticale
F_{tk}	F_{vk}
4,03	13,36
F_{td}	F_{vd}
6,04	24,66

Area lato singola campata (mm ²)	forza orizzontale vento (kN)
2600000	1,01
Forza sul nodo ortogonale al lato corto in corrispondenza arrivo/entrata	
Azione Orizzontale adiacente 5/6F	Azione Verticale
F_{tk}	F_{vk}
2,18	11,13
F_{td}	F_{vd}
3,27	20,55
Azione Orizzontale lontana 1/6F	Azione Verticale
F_{tk}	F_{vk}
0,44	2,23
F_{td}	F_{vd}
0,65	4,11

Area lato lungo (mm ²)	forza orizzontale vento (kN)
12900000	1,01
Forza sul nodo ortogonale al lato lungo	
Azione Orizzontale	Azione Verticale
F_{tk}	F_{vk}
6,49	13,36
F_{td}	F_{vd}
9,74	24,66

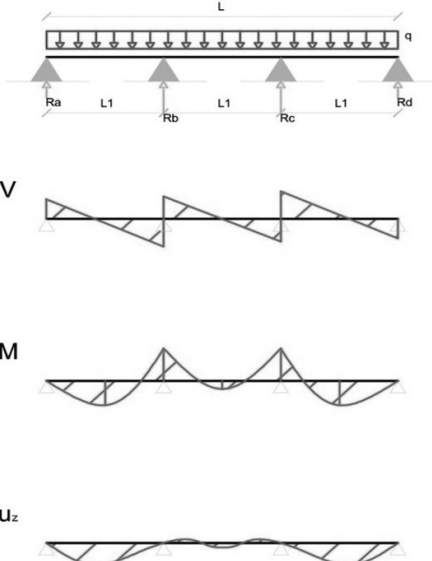
Analisi dei carichi per singolo elemento strutturale	
Carichi agenti sulle colonne (kN) Principale Carico scala	
Area Copertura (mm ²)	forza tangenziale vento (kN)
24000000	0,04
Forza sul nodo in copertura	
Azione Orizzontale	Azione Verticale
F_{tk}	F_{vk}
0,13	5,75
F_{td}	F_{vd}
0,19	11,27

Analisi dei carichi per singolo elemento strutturale	
Carichi agenti sulle colonne (kN) Principale Carico scala	
Area lato corto (mm ²)	forza orizzontale vento (kN)
8000000	1,01
Forza sul nodo ortogonale al lato corto	
Azione Orizzontale	Azione Verticale
F_{tk}	F_{vk}
2,42	19,08
F_{td}	F_{vd}
3,62	35,23

Area lato singola campata (mm ²)	forza orizzontale vento (kN)
2600000	1,01
Forza sul nodo ortogonale al lato corto in corrispondenza arrivo/entrata	
Azione Orizzontale adiacente 5/6F	Azione Verticale
F_{tk}	F_{vk}
1,31	15,90
F_{td}	F_{vd}
1,96	29,36
Azione Orizzontale lontana 1/6F	Azione Verticale
F_{tk}	F_{vk}
0,26	3,18
F_{td}	F_{vd}
0,39	5,87

Area lato lungo (mm ²)	forza orizzontale vento (kN)
12900000	1,01
Forza sul nodo ortogonale al lato lungo	
Azione Orizzontale	Azione Verticale
F_{tk}	F_{vk}
3,90	19,08
F_{td}	F_{vd}
5,84	35,23

La combinazione di carico con la manutenzione come principale non viene considerata, in quanto cambia di poco rispetto a quella con il vento principale come carichi verticali, ma i carichi orizzontali

Copertura		
Schema Lamiera	L (mm)	L1 (mm)
	3900	1300
	γ_{mo}	f_y (acciaio S275)
	1,05	275
	Mod. Elastico E (N/mm ²)	
	210000	

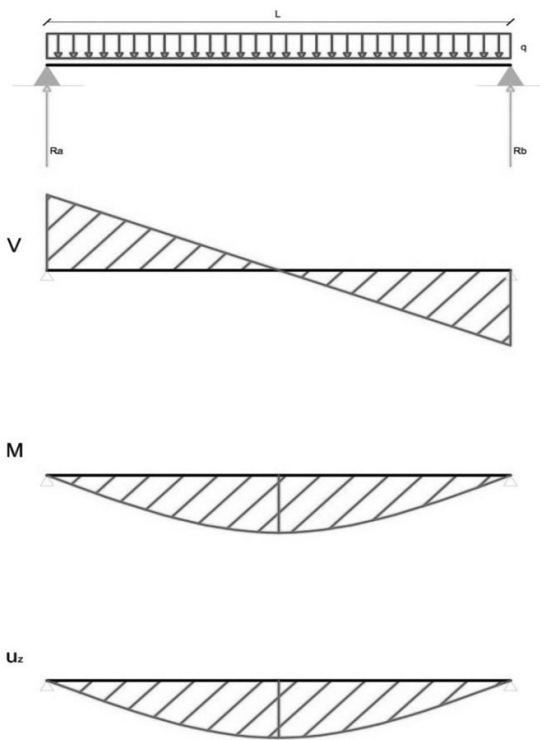
Condizioni di Carico (kN/m ²)	
$q_k + g_k$	q_d
1,56	2,32
q_k	
1,48	

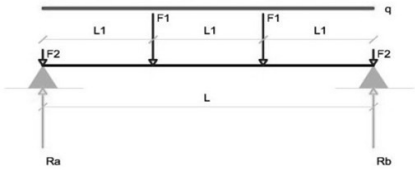

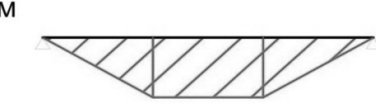
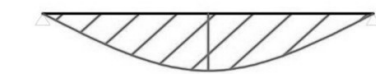
Reazioni e sollecitazioni	
$R_a = 2/5 \cdot q \cdot L$	$R_b = 11/10 \cdot q \cdot L$
$R_c = 11/10 \cdot q \cdot L$	$R_d = 2/5 \cdot q \cdot L$
$M_{max} = q \cdot L^2 / 10$	

La scelta viene fatta in base a tabelle fornite dalla casa produttrice, qui allegate.

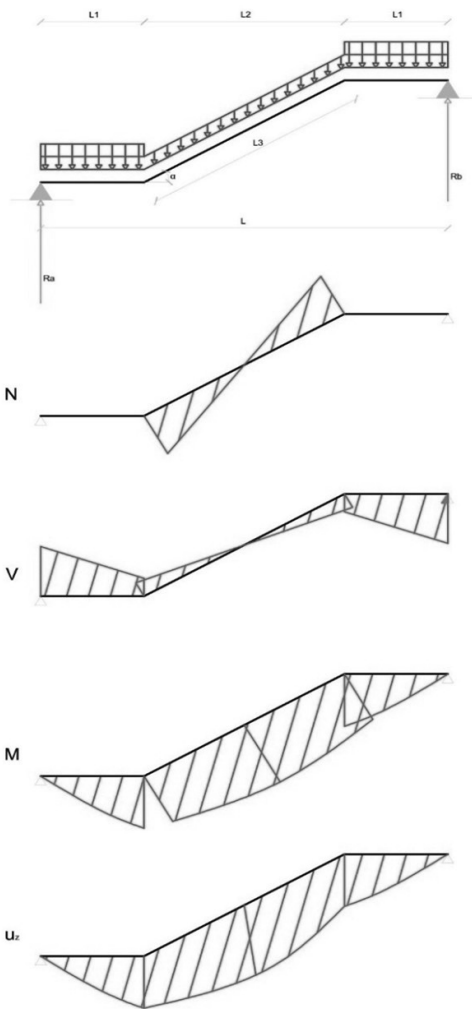
Pannello scelto PGB TK5 CF			
Materiale Lamiera	Spessore lamiera (mm)	Lunghezza (mm)	Spessore nominale (mm)
acciaio	0,6	1500	30
Carico max (kg/m ²)	Carico max (kN/m ²)	Peso (kg/m ²)	Peso (kN/m ²)
271,00	2,66	7,70	0,08

Si allega scheda tecnica del pannello scelto

Trave Secondaria di Copertura		
Schema Trave	Lunghezza Trave (mm)	Mod. Elastico E (N/mm ²)
	6000	210000
	γ _{mo}	f _y (acciaio S275)
	1,05	275
Condizioni di Carico (kN/m)		
q _k +g _k	q _d	
2,39	3,53	
q _k		
2,12		
Reazioni e sollecitazioni		
R _a = q·L/2	R _b = q·L/2	
M _{max} = q·L ² /8	u _{max} = 5/384·q·L ⁴ /EI	
Verifica SLU (q _d)		
M _{max} (kNm)	W _{plyd} = M _{max} ·γ _{mo} /f _y	
15,88	60,62	
Profilo richiesto IPE 140		
I _y (mm ⁴ ·10 ⁴)	W _{ply} (mm ³ ·10 ³)	
541,20	88,34	
Verifica SLE (Q _k)		
	δ _{max} = L/200 (mm)	
	30,00	δ ₂ = L/250 (mm)
		24,00
I _{min} (δ _{max}) = (5/384)·(q _k +g _k)·l ³ ·200/E	I _{min} (δ ₂) = (5/384)·q _k ·l ³ ·250/E	
639,53	710,34	
	Profilo richiesto IPE 160	
	I _y (mm ⁴ ·10 ⁴)	W _{ply} (mm ³ ·10 ³)
	869,30	123,90
Profilo scelto IPE 160		

Trave Principale di Copertura			
Schema Trave		Lunghezza Trave L (mm)	Interasse L ₁ (mm)
		4000	1300
		Mod. Elastico E (N/mm ²)	f _y (acciaio S275)
		210000	275
		γ _{mo}	
		1,05	
		Condizioni di Carico (kN)	
		F _{1k}	F _{1d}
		6,36	9,55
		F _{2k}	F _{2d}
		g _k	g _d
		1,12	1,45
		<p>Ai fini del calcolo il contributo del carico distribuito risulta irrilevante, per operare in sicurezza lo stesso viene concentrato in due forze e sommato alle forze concentrate</p>	
		F _{1k+gk}	F _{1d+gd}
		7,48	11,00
		F _{2k+gk}	F _{2d+gd}
		3,23	4,66
Reazioni e sollecitazioni		Verifica SLU (F _d)	
Ra= F ₁ +F ₂	Rb= F ₁ +F ₂	M _{max} (kNm)	W _{plyd} =M _{max} *γ _{mo} /f _y
M _{max} =F ₁ *L ₁	u _{max} =23/648*F ₁ *L ³ /EI	14,30	54,60
Limiti di spostamento		Profilo richiesto IPE 120	
δ _{max} =L/200 (mm)	δ ₂ =L/250 (mm)	I _y (mm ⁴ *10 ⁴)	W _{ply} (mm ³ *10 ³)
20,00	16,00	317,80	60,73
Verifica SLE (Q _k)			
I _{min} (δ _{max})=(23/648)*(F _{1k+gk})*l ² *200/E		I _{min} (δ ₂)=(23/648)*(F _{1k})*l ² *250/E	
404,71		430,30	
		Profilo richiesto IPE 140	
		I _y (mm ⁴ *10 ⁴)	W _{ply} (mm ³ *10 ³)
		541,20	88,34
Trave scelta IPE 160			
I _y (mm ⁴ *10 ⁴)		W _{ply} (mm ³ *10 ³)	
869,30		123,90	

Vista la differenza di una sola misura con la trave secondaria si preferisce assumere lo stesso profilo, per questioni estetiche e di collegamento.

Trave a Ginocchio																						
Schema Trave	Lunghezza Trave L (mm)	L ₁ (mm)																				
	6000	1500																				
	L ₂ (mm)	L ₃ (mm)																				
	3000	3450																				
	L lineare (mm)	Mod. Elastico E (N/mm ²)																				
	6450	210000																				
	Y _{mo}	f _y (acciaio S275)																				
1,05	275																					
<table><tr><th colspan="2">Condizioni di Carico (kN/m)</th></tr><tr><td>q_k+g_k</td><td>q_{1d}</td></tr><tr><td>2,93</td><td>4,29</td></tr><tr><td>q_k</td><td></td></tr><tr><td>2,40</td><td></td></tr></table>			Condizioni di Carico (kN/m)		q _k +g _k	q _{1d}	2,93	4,29	q _k		2,40											
Condizioni di Carico (kN/m)																						
q _k +g _k	q _{1d}																					
2,93	4,29																					
q _k																						
2,40																						
<p>La trave nel complesso si comporta come una trave rettilinea su 2 appoggi, le reazioni sono le stesse, e anche spostamenti e momento, poichè la componente che genera taglio e moltiplicata per il cosα come del resto gli spostamenti, pertanto studieremo la trave in proiezione rettilinea soggetta allo stesso carico. considereremo come lunghezza L quella di proiezione, e anche quella reale come caso limite per maggior sicurezza.</p>																						
<table><tr><th colspan="2">Reazioni e sollecitazioni</th></tr><tr><td colspan="2">Ra= (q·L/2)+2·(q·(L₁/2L)·(2L-L₁))+q·L₁²/2L</td></tr><tr><td colspan="2">Rb= (q·L/2)+2·(q·(L₁/2L)·(2L-L₁))+q·L₁²/2L</td></tr><tr><td>M_{max}=(q·L²/8)+q·L₁²/2</td><td></td></tr><tr><td colspan="2">u_{max}=5/384·q·L⁴/EI+(q·L₁²/24EI)·[2L²-(L²/2)-L₁²]</td></tr></table>			Reazioni e sollecitazioni		Ra= (q·L/2)+2·(q·(L ₁ /2L)·(2L-L ₁))+q·L ₁ ² /2L		Rb= (q·L/2)+2·(q·(L ₁ /2L)·(2L-L ₁))+q·L ₁ ² /2L		M _{max} =(q·L ² /8)+q·L ₁ ² /2		u _{max} =5/384·q·L ⁴ /EI+(q·L ₁ ² /24EI)·[2L ² -(L ² /2)-L ₁ ²]											
Reazioni e sollecitazioni																						
Ra= (q·L/2)+2·(q·(L ₁ /2L)·(2L-L ₁))+q·L ₁ ² /2L																						
Rb= (q·L/2)+2·(q·(L ₁ /2L)·(2L-L ₁))+q·L ₁ ² /2L																						
M _{max} =(q·L ² /8)+q·L ₁ ² /2																						
u _{max} =5/384·q·L ⁴ /EI+(q·L ₁ ² /24EI)·[2L ² -(L ² /2)-L ₁ ²]																						
<p>Il carico non è uniforme, in corrispondenza dei pianerottoli raddoppia, calcoleremo le reazioni e le caratteristiche della sollecitazione tramite il principio di sovrapposizione degli effetti come somma tra una trave su due appoggi alle estremità con un carico q uniformemente distribuito e due volte una trave su due appoggi alle estremità con un carico q distribuito su L₁.</p>																						
<table><tr><th colspan="2">Verifica SLU (q_d)</th></tr><tr><td colspan="2">L=6100</td></tr><tr><td>M_{max}(kNm)</td><td>W_{plyd}=M_{max}·Y_{mo}/f_y</td></tr><tr><td>24,11</td><td>92,04</td></tr><tr><td colspan="2">L=6550</td></tr><tr><td>M_{max}(kNm)</td><td>W_{plyd}=M_{max}·Y_{mo}/f_y</td></tr><tr><td>27,11</td><td>103,50</td></tr><tr><td colspan="2">Profilo richiesto UPN 160</td></tr><tr><td>I_y (mm⁴ ·10⁴)</td><td>W_{ply} (mm³ ·10³)</td></tr><tr><td>925,00</td><td>138,00</td></tr></table>			Verifica SLU (q _d)		L=6100		M _{max} (kNm)	W _{plyd} =M _{max} ·Y _{mo} /f _y	24,11	92,04	L=6550		M _{max} (kNm)	W _{plyd} =M _{max} ·Y _{mo} /f _y	27,11	103,50	Profilo richiesto UPN 160		I _y (mm ⁴ ·10 ⁴)	W _{ply} (mm ³ ·10 ³)	925,00	138,00
Verifica SLU (q _d)																						
L=6100																						
M _{max} (kNm)	W _{plyd} =M _{max} ·Y _{mo} /f _y																					
24,11	92,04																					
L=6550																						
M _{max} (kNm)	W _{plyd} =M _{max} ·Y _{mo} /f _y																					
27,11	103,50																					
Profilo richiesto UPN 160																						
I _y (mm ⁴ ·10 ⁴)	W _{ply} (mm ³ ·10 ³)																					
925,00	138,00																					

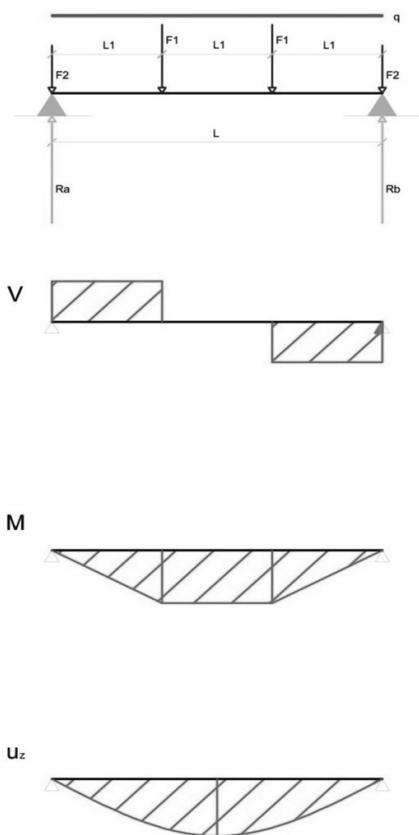
si allega scheda tecnica del gradino scelto con cui si è calcolato il carico sulla trave

Trave a Ginocchio		
Schema Trave	Lunghezza Trave L (mm)	L ₁ (mm)
	6000	1500
	L ₂ (mm)	L ₃ (mm)
	3000	3450
	L lineare (mm)	Mod. Elastico E (N/mm ²)
	6450	210000
	Y _{mo}	f _y (acciaio S275)
	1,05	275

Condizioni di Carico (kN/m)	
q _k +g _k	q _{1d}
2,93	4,29
q _k	
2,40	

Reazioni e sollecitazioni	
Ra= (q*L/2)+2*(q*(L ₁ /2L)*(2L-L ₁)+q*L ₁ ² /2L)	
Rb= (q*L/2)+2*(q*(L ₁ /2L)*(2L-L ₁)+q*L ₁ ² /2L)	
M _{max} =(q*L ² /8)+q*L ₁ ² /2	
u _{max} =5/384*q*L ⁴ /EI+(q*L ₁ ² /24EI)*[2L ² -(L ² /2)-L ₁ ²]	

Verifica SLE (Q _k)		
L=6100		
$I_{min}(\delta_{max})=\{(5/384)*(q_k+g_k)*l^4/E + (q_k+g_k)*L_1^2/24E)*[2L^2-(L^2/2)-L_1^2]\}*250/L$	$\delta_{max}=L/250$ (mm)	
1261,86	24,00	
$I_{min}(\delta_2)=\{(5/384)*q_k*l^4/E + (q_k*L_1^2/24E)*[2L^2-(L^2/2)-L_1^2]\}*300/L$	$\delta_2=L/300$ (mm)	
1241,52	20,00	
L=6550		
$I_{min}(\delta_{max})=\{(5/384)*(q_k+g_k)*l^4/E + (q_k+g_k)*L_1^2/24E)*[2L^2-(L^2/2)-L_1^2]\}*250/L$	$\delta_{max}=L/250$ (mm)	
1522,24	25,80	
$I_{min}(\delta_2)=\{(5/384)*q_k*l^4/E + (q_k*L_1^2/24E)*[2L^2-(L^2/2)-L_1^2]\}*300/L$	$\delta_2=L/300$ (mm)	
1497,70	21,50	
	Profilo richiesto UPN 200	
	I_y (mm ⁴ *10 ⁴)	W_{ply} (mm ³ *10 ³)
	1910,00	228,00
Profilo scelto UPN 200		
I_y (mm ⁴ *10 ⁴)	W_{ply} (mm ³ *10 ³)	
1910,00	228,00	

Trave Principale			
Schema Trave		Lunghezza Trave L (mm)	Interasse L ₁ (mm)
		4000	1300
		Mod. Elastico E (N/mm ²)	f _y (acciaio S275)
		210000	275
		Y _{mo}	
		1,05	
Condizioni di Carico (kN)			
F _{1k}		F _{1d}	
11,34		17,01	
F _{2k}		F _{2d}	
7,74		11,61	
g _k		g _d	
2,94		3,82	
Ai fini del calcolo il contributo del carico distribuito risulta irrilevante, per operare in sicurezza lo stesso viene concentrato in due forze e sommato alle forze concentrate			
F _{1k+gk}		F _{1d+gd}	
14,28		20,83	
F _{2k+gk}		F _{2d+gd}	
9,89		14,40	
Reazioni e sollecitazioni		Verifica SLU (F _d)	
Ra= F ₁ +F ₂	Rb= F ₁ +F ₂	M _{max} (kNm)	W _{plyd} =M _{max} *Y _{mo} /f _y
M _{max} =F ₁ *L ₁	u _{max} =23/648*F ₁ *L ³ /EI	27,08	103,40
Limiti di spostamento		Profilo richiesto IPE 160	
δ _{max} =L/250 (mm)	δ ₂ =L/300 (mm)	I _y (mm ⁴ *10 ⁴)	W _{ply} (mm ³ *10 ³)
16,00	13,33	869,30	123,90
Verifica SLE (Q _k)			
I _{min} (δ _{max})=(23/648)*(F _{1k+gk})*l ² *250/E		I _{min} (δ ₂)=(23/648)*(F _{1k})*l ² *300/E	
965,36		920,00	
		Profilo richiesto IPE 180	
		I _y (mm ⁴ *10 ⁴)	W _{ply} (mm ³ *10 ³)
		1371,00	166,40
Trave scelta IPE 200			
I _y (mm ⁴ *10 ⁴)		W _{ply} (mm ³ *10 ³)	
1943,00		220,60	

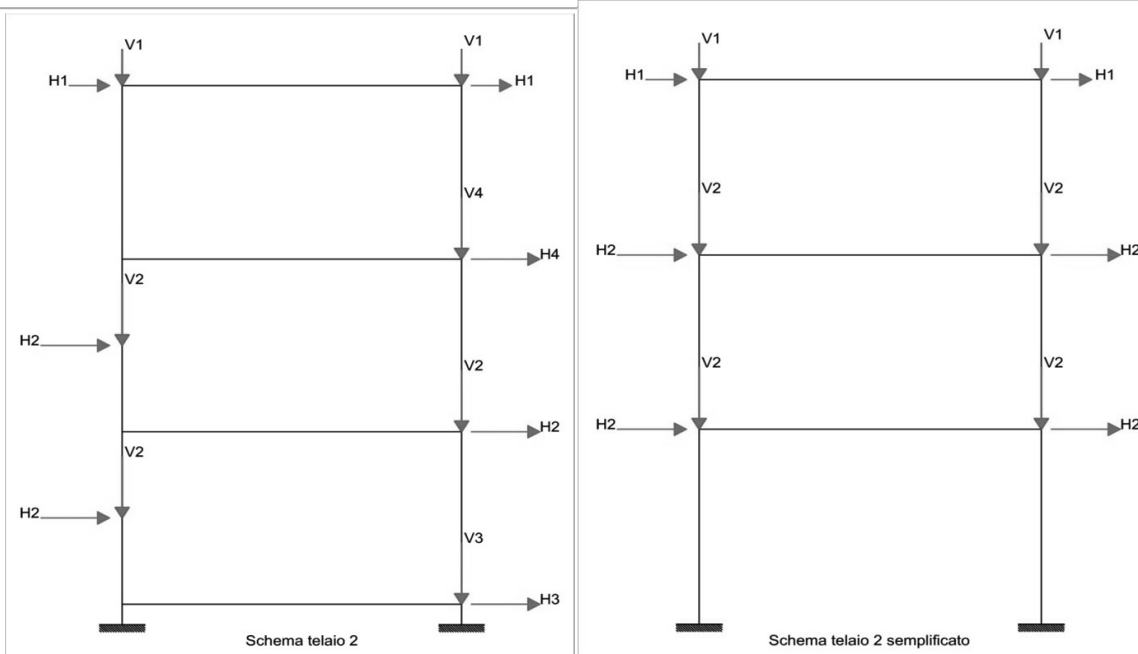
Vista la differenza di una sola misura con la trave secondaria si preferisce assumere lo stesso profilo, per questioni estetiche e di collegamento.

Colonna

La colonna va predimensionata considerando le forze del vento al 100%, le azioni verticali non incidono né sulla verifica SLE né sulla verifica SLU. Entrano in gioco nella verifica a pressoflessione della colonna, che verrà effettuata con il Metodo B.

Tutti i calcoli effettuati hanno valore di predimensionamento, i reali valori vista la struttura iperstatica verranno determinati con l'ausilio di programmi di calcolo ed effettuata la verifica.

Il momento per la SIU si calcola sommando tutte le forze orizzontali per metà lunghezza della colonna di



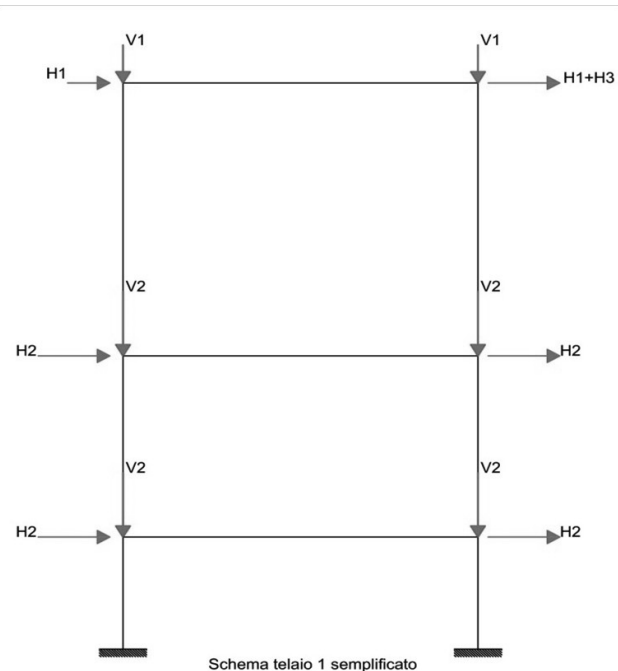
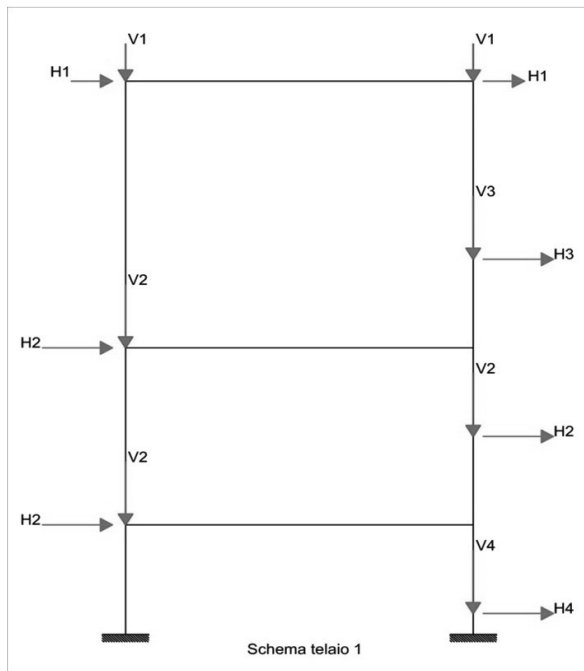
Consideriamo uno schema semplificato, senza la trave alla base che contribuisce poco al momento, in tal modo aumentiamo la lunghezza L. inoltre consideriamo le forze allineate, in tal modo amplifichiamo l'effetto del momento.

Lunghezza interpiano base (mm) h_{base}	Mod. Elastico E (N/mm ²)	f_y (acciaio S275)
3900	210000	275
Lunghezza totale (mm) H	L interpiano (mm) h	γ_{mo}
10700	3400	1,05

Pre verifica SLU (q _d)			
Forza Orizzontale (H1) kN		Forza Orizzontale (H2)	
0,32		6,04	
Momento max (H1+H2+H3)*L/2		W _{plyd} =M _{max} *Y _{mo} /f _y	
24,18		92,31	
Profilo richiesto HE 120B			
A (mm ² *10 ⁴)	I _y (mm ⁴ *10 ⁹)	W _{ply} (mm ³ *10 ³)	i _y (mm *10)
34,00	864,40	165,20	5,04

Pre verifica SLE (Q_k)		
Limiti di spostamento		Spostamenti
$\delta/h = h/300$ (mm)	$\Delta/H = H/500$ (mm)	$\delta/h = F \cdot L^3 / 12EI$
11,33	21,40	$\Delta/H = \delta/h \cdot n^\circ$ piani

$I_{min}(\delta/h)=(1/12)*F*h^2*300/E$			
$I_{min}(\delta/h)=(H2+H2+H1)*h_{base}^2*300/12E$		$I_{min}(\delta/h)=(H2+H1)*h^2*300/12E$	
2244,99		874,93	
$I_{min}(\delta/h)=H1.h^2*300/12E$			
43,61			
$I_{min}(\Delta/H)=(H1.h^3+(H2+H1).h^3+(H2+H2+H1).h_{base}^3)*500/12E.H$			
1850,24			
Profilo richiesto HE 160B			
A (mm ² *10 ²)	I _y (mm ⁴ *10 ⁴)	W _{ply} (mm ³ *10 ³)	i _y (mm *10)
54,30	2492,00	354,00	6,78



Lunghezza interpiano base (mm) h_b	Mod. Elastico E (N/mm²)	f_y (acciaio S275)
2200	210000	275
L interpiano ultimo (mm) h_u	L interpiano (mm) h	γ_{mo}
3400	5100	1,05
Lunghezza totale (mm) H	Forza Orizzontale (H2)	
10700	6,04	
Forza Orizzontale (H1) kN	Forza Orizzontale (H3)	
0,32	3,27	

Pre verifica SLU (q _d)			
Momento max (H1+H2+H3)*L/2		W _{plyd} =M _{max} *γ _{mo} /f _y	
13,64		52,07	
Profilo richiesto HE 100B			
A (mm ² *10 ²)	I _y (mm ⁴ *10 ⁴)	W _{ply} (mm ³ *10 ³)	i _y (mm *10)
26,00	449,50	104,20	4,16

Pre verifica SLE (Q_k)			
Limiti di spostamento		Spostamenti	
δ/h=h/300 (mm)	Δ/H=H/500 (mm)	δ/h=F*L³/12EI	
11,33	21,40	Δ/H=δ/h*n° piani	

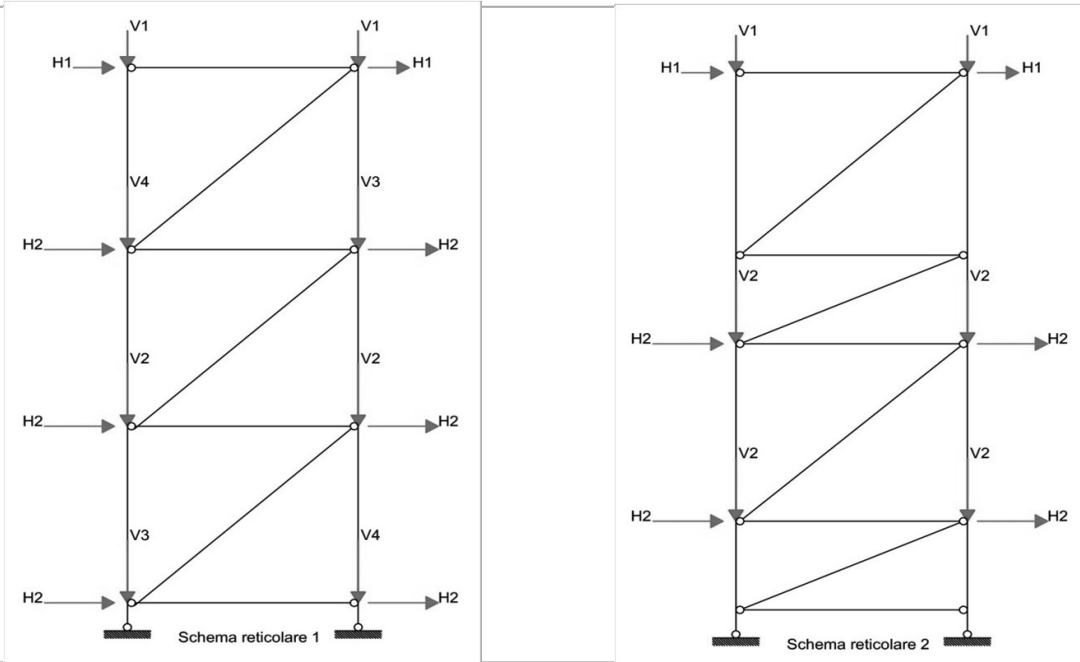
$I_{min}(\delta/h)=(1/12)*F*h^2*300/E$			
$I_{min}(\delta/h)=(H2+H2+H1+H3)*h_{base}^2*300/12E$		$I_{min}(\delta/h)=(H2+H1+H3)*h^2*300/12E$	
902,92		1325,23	
$I_{min}(\delta/h)=(H1+H3)*h^2*300/12E$			
1111,30			
$I_{min}(\Delta/H)=(H1*h^3+(H2+H1)*h^3+(H2+H2+H1)*h_{base}^3)*500/12E*H$			
1894,06			
Profilo richiesto HE 160B			
A (mm ² *10 ²)	I _y (mm ⁴ *10 ⁴)	W _{ply} (mm ³ *10 ³)	i _y (mm *10)
54,30	2492,00	354,00	6,78

Eseguiamo la verifica del telaio usando Tel2008 con un profilo HE160B, la verifica SLE non è soddisfatta per quest'ultimo telaio, per cui scegliamo un profilo HE180B. Si allegano i risultati di Tel2008

Profilo scelto HE 180B			
A (mm² · 10²)	I_y (mm⁴ · 10⁴)	W_{ply} (mm³ · 10³)	i_y (mm · 10)
65,30	3831,00	481,40	7,66

Controventi

Lungo il lato corto viene adottata una soluzione controventata, lo studio pertanto viene trattato come travatura reticolare. Ho due schemi diversi uno più regolare dove le travi coincidono con le travi principali, l'altro invece avendo solo due travi principali per questioni di simmetria e irrigidimento non volendo realizzare controventi troppo lunghi si aggiungono due travi ausiliare caricate solo a compressione. Le travi principali invece oltre a essere sollecitate a compressione dalla travatura reticolare sono anche soggette al carico e quindi a taglio e momento, verranno anche esse verificate a



le diagonali sono due incrociate, ma noi ipotizziamo l'instabilizzarsi di quella che lavora a compressione, pertanto dimensioniamo la diagonale a trazione senza l'ausilio dell'altra.
la diagonale più sollecitata è quella alla quota più bassa, anche in questo caso i carichi verticali non incidono nel dimensionamento ma solo nella verifica a pressoflessione della colonna. La diagonale viene predimensionata come una diagonale soggetta al carico pari al taglio/cos α .

Lunghezza interpiano (mm) h	Mod. Elastico E (N/mm ²)	f _y (acciaio S275)
3400	210000	275
Lunghezza interpiano piccolo (mm) h ₁	Lunghezza tot (mm) H	γ_{mo}
1700	10700	1,05

Pre verifica SLU (q _d)			
Forza Orizzontale (H1) kN		Forza Orizzontale (H2)	
0,32		9,74	
Taglio sopra la diagonale (H1+H2+H2)*2		N max diagonale	
39,60		56,00	
A _{min} = N _{ed} *Y _{mo} / f _y (mm ²)			
213,81			
Profilo richiesto L 35*35*48			
A (mm ² *10 ²)	I _y (mm ⁴ *10 ⁴)	W _{ply} (mm ³ *10 ³)	i _y (mm *10)
2,67	2,95	1,18	1,05

la verifica con tel da un valore max sulla diagonale pari a 65 kN, mentre non sussiste alcun problema per la verifica SLE. per motivi di collegamento prenderemo un profilo almeno L 40.
Le travi aggiunte sono sollecitate da un N di 22 kN, ma per evitare troppa differenza con le altre, sceglieremo il più piccolo profilo già usato, ovvero l'IPE 160 usato in copertura.

N max diagonale		$A_{min}= N_{ed} \cdot \gamma_{mo} / f_y \text{ (mm}^2\text{)}$	
64,78		247,34	
Profilo richiesto L 40*40*48			
A (mm ² *10 ²)	I _y (mm ⁴ *10 ⁴)	W _{ply} (mm ³ *10 ³)	i _y (mm *10)
3,08	4,47	1,55	1,21

Verifica Pressoflessione			
Colonna			
Profilo HE 180B			
A (mm ² *10 ²)	I _y (mm ⁴ *10 ⁴)	W _{ply} (mm ³ *10 ³)	i _y (mm *10)
65,30	3831	481,40	7,66
Aw (mm ² *10 ²)	I _z (mm ⁴ *10 ⁴)	W _{plz} (mm ³ *10 ³)	i _z (mm *10)
10,37	1363	231	4,57
Dati asse Forte (telaio)			

Lo schema è di una trave a mensola in y, ma essendo un telaio il comportamento sarà a metà tra una mensola e una trave appoggiata. Eseguiamo la verifica considerando una lunghezza libera d'inflessione pari a 2L come una mensola per verificare a vantaggio di sicurezza, in z avremo una trave appoggiata lunghezza libera d'inflessione pari a L. Consideriamo anche la non presenza dell'asta posta a 500 mm dalla fondazione, in quanto troppo corta, pertanto useremo una lunghezza pari all'interpiano più 500 mm, prendendo il momento e lo sforzo normale alla base, rispetto all'asta superiore la differenza è minima.

f _y (acciaio S275)	Y _{mo}	λ ₁ (S275)	a= Aw/A
275	1,05	86,80	0,16
L max schema 1	L max schema 2	L ₀ inflessione 1	L ₀ inflessione 2
2200,00	3900,00	4400,00	7800,00
M _{yrd} =W _{ply} *f _y /Y _{mo} (kNm)	M _{zrd} =W _{ply} *f _y /Y _{mo} (kNm)	N _{rd} =A*f _y /Y _{mo} (kN)	0,5a*N _{rd}
126,08	60,50	1710,24	135,80
α (curva a)	α (curva b)	α (curva c)	
0,21	0,34	0,49	

Prima verifichiamo l'asta soggetta a flessione composta, in questo caso il momento agisce lungo l'asse forte. I dati vengono rilevati dagli schemi risolti usando il programma di calcolo Tel2008

Schema 1 (aste 7-8 su Tel) Carico principale carichi sulla scala (vento al 60%)			
N	M _{ya}	M _{yb}	M _{N,y,rd}
87,81	-11,73	2,83	126,08
Schema 1 (aste 7-8 su Tel) Carico principale carico vento (vento al 100%)			
N	M _{ya}	M _{yb}	M _{N,y,rd}
78,44	-19,58	4,72	126,08

Poichè N<0.5a*N_{rd} allora M_{nyrd}=M_{yrd}, M_{ed} è nettamente minore per cui è verificato.
Passiamo a verificare la trave per instabilità dovuta al solo sforzo normale, trovando N_{b,yrd} e N_{b,zrd} lungo y L₀ sarà 2L (α curva b), lungo z L (α curva c),

λ _y = L ₀₁ /i _y	λ̄ _y = λ _y /λ ₁	λ _z = L ₀₁ /i _z	λ̄ _z = λ _z /λ ₁
57,44	0,66	48,14	0,55
Φ _y = 0,5[1+α(λ̄ _y -0,2)+λ̄ _y ²]		Φ _z = 0,5[1+α(λ̄ _z -0,2)+λ̄ _z ²]	
0,80		0,74	
χ _y = 1/[Φ _y +(Φ _y ² -λ̄ _y ²) ^{1/2}]		χ _z = 1/[Φ _z +(Φ _z ² -λ̄ _z ²) ^{1/2}]	
0,80		0,81	
N _{b,y,rd} = χ _y *A*f _y /Y _{mo}		N _{b,z,rd} = χ _z *A*f _y /Y _{mo}	
1376,49		1388,63	

N_{b,y,rd} è molto più grande di N_{ed}, la verifica è soddisfatta.

Verifica a Pressoflessione metodo B

$$1) \frac{N_{Ed}}{N_{b,y,Rd}} + k_{yy} \frac{M_{y,Ed}}{M_{y,Rd}} + k_{yz} \frac{M_{z,Ed}}{M_{z,Rd}} \leq 1$$

$$k_{yy} = 1 + \min(\bar{\lambda}_y - 0, 2; 0, 8) \frac{N_{Ed}}{N_{b,y,Rd}}$$

$$k_{yz} = 0, 6 k_{zz}$$

$$2) \frac{N_{Ed}}{N_{b,z,Rd}} + k_{zy} \frac{M_{y,Ed}}{M_{y,Rd}} + k_{zz} \frac{M_{z,Ed}}{M_{z,Rd}} \leq 1$$

$$k_{zy} = 0, 6 k_{yy}$$

$$k_{zz} = 1 + \min(2\bar{\lambda}_z - 0, 6; 1, 4) \frac{N_{Ed}}{N_{b,z,Rd}}$$

Quando il momento non è costante viene utilizzato un coefficiente α_m che moltiplichiamo per i coefficienti K_{yy} e K_{zz} ottenendo dei momenti equivalenti più piccoli con un incremento di resistenza. Se sollecitato solo nel piano y si considera solo k_{yy}

Schema 1 (aste 7-8 su Tel) Carico principale carichi sulla scala (vento al 60%)			
N_{Ed}	$M_{y,Ed}$	$M_{z,Ed}$	$N_{b,y,Rd}$
87,81	11,73	0,00	1376,49
$N_{b,z,Rd}$	$M_{y,Rd}$	$M_{z,Rd}$	α_m
1388,63	126,08	60,50	1,00
K_{yy}	K_{yz}	K_{zy}	K_{zz}
1,03	0,00	0,00	0,00
Equazione 1)		Equazione 2)	
0,16	<1 verificato	0,06	<1 verificato

Schema 1 (aste 7-8 su Tel) Carico principale carico vento (vento al 100%)			
N_{Ed}	$M_{y,Ed}$	$M_{z,Ed}$	$N_{b,y,Rd}$
78,44	19,58	0,00	1376,49
$N_{b,z,Rd}$	$M_{y,Rd}$	$M_{z,Rd}$	α_m
1388,63	126,08	60,50	1,00
K_{yy}	K_{yz}	K_{zy}	K_{zz}
1,03	0,00	0,00	0,00
Equazione 1)		Equazione 2)	
0,22	<1 verificato	0,06	<1 verificato

Schema 2			
Schema 2 (aste 8-9 su Tel) Carico principale carichi sulla scala (vento al 60%)			
N	M_{ya}	M_{yb}	$M_{N,y,Rd}$
86,75	-10,58	5,23	126,08
Schema 2 (aste 8-9 su Tel) Carico principale carico vento (vento al 100%)			
N	M_{ya}	M_{yb}	$M_{N,y,Rd}$
76,67	-17,65	8,74	126,08

Poichè $N < 0.5a \cdot N_{rd}$ allora $M_{nyrd} = M_{yrd}$, M_{ed} è nettamente minore per cui è verificato.
 Passiamo a verificare la trave per instabilità dovuta al solo sforzo normale, trovando N_{byrd} e N_{bzrd} lungo y L_0 sarà $2L$ (α curva b), lungo z L (α curva c),

Schema 2 verifica stabilità

$\lambda_y = L_{01}/i_y$	$\bar{\lambda}_y = \lambda_y / \lambda_1$	$\lambda_z = L_{01}/i_z$	$\bar{\lambda}_z = \lambda_z / \lambda_1$
101,83	1,17	85,34	0,98
$\Phi_y = 0,5[1+\alpha(\bar{\lambda}_y-0,2)+\bar{\lambda}_y^2]$		$\Phi_z = 0,5[1+\alpha(\bar{\lambda}_z-0,2)+\bar{\lambda}_z^2]$	
1,35		1,18	
$\chi_y = 1/[\Phi_y+(\Phi_y^2-\bar{\lambda}_y^2)^{1/2}]$		$\chi_z = 1/[\Phi_z+(\Phi_z^2-\bar{\lambda}_z^2)^{1/2}]$	
0,49		0,55	
$N_{b,y,rd} = \chi_y \cdot A \cdot f_y / \gamma_{mo}$		$N_{b,z,rd} = \chi_z \cdot A \cdot f_y / \gamma_{mo}$	
843,01		940,23	

$N_{b,rd}$ è molto più grande di N_{ed} , la verifica è soddisfatta.

Verifica a Pressoflessione metodo B			
Schema 1 (aste 7-8 su Tel) Carico principale carichi sulla scala (vento al 60%)			
N_{Ed}	$M_{y,Ed}$	$M_{z,Ed}$	$N_{b,y,rd}$
86,75	10,58	0,00	843,01
$N_{b,z,rd}$	$M_{y,Rd}$	$M_{z,Rd}$	α_m
940,23	126,08	60,50	1,00
K_{yy}	K_{yz}	K_{zy}	K_{zz}
1,10	0,00	0,00	0,00
Equazione 1)		Equazione 2)	
0,20	<1 verificato	0,09	<1 verificato

Schema 1 (aste 7-8 su Tel) Carico principale carico vento (vento al 100%)			
N_{Ed}	$M_{y,Ed}$	$M_{z,Ed}$	$N_{b,y,rd}$
76,67	17,65	0,00	843,01
$N_{b,z,rd}$	$M_{y,Rd}$	$M_{z,Rd}$	α_m
940,23	126,08	60,50	1,00
K_{yy}	K_{yz}	K_{zy}	K_{zz}
1,09	0,00	0,00	0,00
Equazione 1)		Equazione 2)	
0,24	<1 verificato	0,08	<1 verificato

Verifica Pressoflessione			
Colonna			
Profilo HE 180B			
$A \text{ (mm}^2 \cdot 10^2\text{)}$	$I_y \text{ (mm}^4 \cdot 10^4\text{)}$	$W_{ply} \text{ (mm}^3 \cdot 10^3\text{)}$	$i_y \text{ (mm} \cdot 10\text{)}$
65,30	3831	481,40	7,66
$A_w \text{ (mm}^2 \cdot 10^2\text{)}$	$I_z \text{ (mm}^4 \cdot 10^4\text{)}$	$W_{plz} \text{ (mm}^3 \cdot 10^3\text{)}$	$i_z \text{ (mm} \cdot 10\text{)}$
10,37	1363	231	4,57
Dati asse Debole (controventato)			

Lo schema è di una trave a mensola in y, ma essendo un telaio il comportamento sarà a metà tra una mensola e una trave appoggiata. Eseguiamo la verifica considerando una lunghezza libera d'inflessione pari a 2L come una mensola per verificare a vantaggio di sicurezza, in z avremo una trave appoggiata lunghezza libera d'inflessione pari a L. Consideriamo anche la non presenza dell'asta posta a 500 mm dalla fondazione, in quanto troppo corta, pertanto useremo una lunghezza pari all'interpiano più 500 mm, prendendo il momento e lo sforzo normale alla base, rispetto all'asta superiore la differenza è minima.

$f_y \text{ (acciaio S275)}$	γ_{mo}	$\lambda_1 \text{ (S275)}$	$a = A_w/A$
275	1,05	86,80	0,16
L max schema 1	L max schema 2	L_0 inflessione 1	L_0 inflessione 2
1700,00	3900,00	3400,00	7800,00
$M_{yrd} = W_{ply} \cdot f_y / \gamma_{mo} \text{ (kNm)}$	$M_{zrd} = W_{plz} \cdot f_y / \gamma_{mo} \text{ (kNm)}$	$N_{rd} = A \cdot f_y / \gamma_{mo} \text{ (kN)}$	$a \cdot N_{rd}$
126,08	60,50	1710,24	271,60
$\alpha \text{ (curva a)}$	$\alpha \text{ (curva b)}$	$\alpha \text{ (curva c)}$	
0,21	0,34	0,49	

Prima verifichiamo l'asta soggetta a flessione composta, in questo caso il momento agisce lungo l'asse debole. I dati vengono rilevati dagli schemi risolti usando il programma di calcolo Tel2008

Schema 1 (asta 7 su Tel) Carico principale carico vento (vento al 100%)			
N	M_{za}	M_{zb}	$M_{N,z,rd}$
107,00	9,00	1,10	60,50

Poichè $N < a \cdot N_{rd}$ allora $M_{nyrd} = M_{yrd}$, M_{ed} è nettamente minore per cui è verificato. Passiamo a verificare la trave per instabilità dovuta al solo sforzo normale, trovando N_{byrd} e N_{bzrd} lungo y L_0 sarà 2L (α curva b), lungo z L (α curva c),

$\lambda_y = L_{01}/i_y$	$\bar{\lambda}_y = \lambda_y / \lambda_1$	$\lambda_z = L_{01}/i_z$	$\bar{\lambda}_z = \lambda_z / \lambda_1$
44,39	0,51	37,20	0,43
$\Phi_y = 0,5[1 + \alpha(\bar{\lambda}_y - 0,2) + \bar{\lambda}_y^2]$		$\Phi_z = 0,5[1 + \alpha(\bar{\lambda}_z - 0,2) + \bar{\lambda}_z^2]$	
0,68		0,65	
$\chi_y = 1/[\Phi_y + (\Phi_y^2 - \bar{\lambda}_y^2)^{1/2}]$		$\chi_z = 1/[\Phi_z + (\Phi_z^2 - \bar{\lambda}_z^2)^{1/2}]$	
0,88		0,88	
$N_{b,y,rd} = \chi_y \cdot A \cdot f_y / \gamma_{mo}$		$N_{b,z,rd} = \chi_z \cdot A \cdot f_y / \gamma_{mo}$	
1503,55		1508,62	

$N_{b,rd}$ è molto più grande di N_{ed} , la verifica è soddisfatta.

Verifica a Pressoflessione metodo B

1)
$$\frac{N_{Ed}}{N_{b,y,Rd}} + k_{yy} \frac{M_{y,Ed}}{M_{y,Rd}} + k_{yz} \frac{M_{z,Ed}}{M_{z,Rd}} \leq 1$$

$k_{yy} = 1 + \min(\bar{\lambda}_y - 0,2; 0,8) \frac{N_{Ed}}{N_{b,y,Rd}}$

$k_{yz} = 0,6 k_{zz}$

2)
$$\frac{N_{Ed}}{N_{b,z,Rd}} + k_{zy} \frac{M_{y,Ed}}{M_{y,Rd}} + k_{zz} \frac{M_{z,Ed}}{M_{z,Rd}} \leq 1$$

$k_{zy} = 0,6 k_{yy}$

$k_{zz} = 1 + \min(2\bar{\lambda}_z - 0,6; 1,4) \frac{N_{Ed}}{N_{b,z,Rd}}$

Quando il momento non è costante viene utilizzato un coefficiente α_m che moltiplichiamo per i coefficienti K_{yy} e k_{zz} ottenendo dei momenti equivalenti più piccoli con un incremento di resistenza, operiamo in sicurezza ponendolo =1. Se sollecitato lungo il piano z si considera solo k_{zz}

Schema 1 (asta 7 su Tel) Carico principale carico vento (vento al 100%)

N_{Ed}	$M_{y,Ed}$	$M_{z,Ed}$	$N_{b,y,Rd}$
107,00	0,00	9,00	1503,55
$N_{b,z,Rd}$	$M_{y,Rd}$	$M_{z,Rd}$	α_m
1508,62	126,08	60,50	1,00
K_{yy}	K_{yz}	K_{zy}	K_{zz}
0,00	0,00	0,00	1,02
Equazione 1)		Equazione 2)	
0,07	<1 verificato	0,22	<1 verificato

Schema 2 (aste 5-6 su Tel) Carico principale carico vento (vento al 100%)

N	M_{ya}	M_{yb}	$M_{N,z,Rd}$
126,00	14,41	-2,29	60,50

Poichè $N < \alpha \cdot N_{rd}$ allora $M_{nyrd} = M_{yrd}$, M_{ed} è nettamente minore per cui è verificato.

Passiamo a verificare la trave per instabilità dovuta al solo sforzo normale, trovando N_{byrd} e N_{bzrd} lungo y L_0 sarà $2L$ (α curva b), lungo z L (α curva c),

$\lambda_y = L_{01}/i_y$	$\bar{\lambda}_y = \lambda_y / \lambda_1$	$\lambda_z = L_{01}/i_z$	$\bar{\lambda}_z = \lambda_z / \lambda_1$
101,83	1,17	85,34	0,98
$\Phi_y = 0,5[1 + \alpha(\bar{\lambda}_y - 0,2) + \bar{\lambda}_y^2]$		$\Phi_z = 0,5[1 + \alpha(\bar{\lambda}_z - 0,2) + \bar{\lambda}_z^2]$	
1,35		1,18	
$\chi_y = 1/[\Phi_y + (\Phi_y^2 - \bar{\lambda}_y^2)^{1/2}]$		$\chi_z = 1/[\Phi_z + (\Phi_z^2 - \bar{\lambda}_z^2)^{1/2}]$	
0,49		0,55	
$N_{b,y,Rd} = \chi_y \cdot A \cdot f_y / \gamma_{mo}$		$N_{b,z,Rd} = \chi_z \cdot A \cdot f_y / \gamma_{mo}$	
843,01		940,23	

$N_{b,yrd}$ è molto più grande di N_{ed} , la verifica è soddisfatta.

Schema 2 (aste 5-6 su Tel) Carico principale carico vento (vento al 100%)

N_{Ed}	$M_{y,Ed}$	$M_{z,Ed}$	$N_{b,y,Rd}$
126,00	0,00	14,41	843,01
$N_{b,z,Rd}$	$M_{y,Rd}$	$M_{z,Rd}$	α_m
940,23	126,08	60,50	1,00
K_{yy}	K_{yz}	K_{zy}	K_{zz}
0,00	0,00	0,00	1,03
Equazione 1)		Equazione 2)	
0,15	<1 verificato	0,38	<1 verificato

Verifica Pressoflessione			
Trave			
Profilo IPE 200			
$A \text{ (mm}^2 \cdot 10^2\text{)}$	$I_y \text{ (mm}^4 \cdot 10^4\text{)}$	$W_{ply} \text{ (mm}^3 \cdot 10^3\text{)}$	$i_y \text{ (mm} \cdot 10\text{)}$
28,50	1943	220,60	8,26
$A_w \text{ (mm}^2 \cdot 10^2\text{)}$	$I_z \text{ (mm}^4 \cdot 10^4\text{)}$	$W_{plz} \text{ (mm}^3 \cdot 10^3\text{)}$	$i_z \text{ (mm} \cdot 10\text{)}$
8,91	142,4	44,61	2,24
Dati trave			

La trave principale è soggetta a sforzo normale essendo parte del telaio controventato, ma anche a momento flettente dovuto ai carichi verticali. Lo schema è di una trave appoggiata appoggiata per cui la lunghezza libera di inflessione è pari a L

$f_y \text{ (acciaio S275)}$	γ_{mo}	$\lambda_1 \text{ (S275)}$	$a = A_w/A$
275	1,05	86,80	0,31
$L_0 \text{ inflessione 1}$	$M_{yrd} = W_{ply} \cdot f_y / \gamma_{mo} \text{ (kNm)}$	$M_{zrd} = W_{ply} \cdot f_y / \gamma_{mo} \text{ (kNm)}$	$N_{rd} = A \cdot f_y / \gamma_{mo} \text{ (kN)}$
4000,00	57,78	11,68	746,43
$\alpha \text{ (curva a)}$	$\alpha \text{ (curva b)}$	$\alpha \text{ (curva c)}$	$0,5a \cdot N_{rd}$
0,21	0,34	0,49	116,68

Prima verifichiamo l'asta soggetta a flessione composta, in questo caso il momento agisce lungo l'asse debole. I dati vengono rilevati dagli schemi risolti usando il programma di calcolo Tel2008

N	$M_{y\max}$	$M_{0/I}$	$M_{N,y,rd}$
36,10	27,08	0,00	57,78

Poichè $N < 0,5a \cdot N_{rd}$ allora $M_{nyrd} = M_{yrd}$, M_{ed} è nettamente minore per cui è verificato.
 Passiamo a verificare la trave per instabilità dovuta al solo sforzo normale, trovando N_{byrd} e $N_{bz,rd}$ lungo y L_0 sarà L (α curva b), lungo z L (α curva c),

$\lambda_y = L_{01}/i_y$	$\bar{\lambda}_y = \lambda_y / \lambda_1$	$\lambda_z = L_{01}/i_z$	$\bar{\lambda}_z = \lambda_z / \lambda_1$
48,43	0,56	178,57	2,06
$\Phi_y = 0,5[1 + \alpha(\bar{\lambda}_y - 0,2) + \bar{\lambda}_y^2]$		$\Phi_z = 0,5[1 + \alpha(\bar{\lambda}_z - 0,2) + \bar{\lambda}_z^2]$	
0,69		2,93	
$\chi_y = 1/[\Phi_y + (\Phi_y^2 - \bar{\lambda}_y^2)^{1/2}]$		$\chi_z = 1/[\Phi_z + (\Phi_z^2 - \bar{\lambda}_z^2)^{1/2}]$	
0,91		0,20	
$N_{b,y,rd} = \chi_y \cdot A \cdot f_y / \gamma_{mo}$		$N_{b,z,rd} = \chi_z \cdot A \cdot f_y / \gamma_{mo}$	
675,72		148,66	

$N_{b,rd}$ è molto più grande di N_{ed} , la verifica è soddisfatta.

Verifica a Pressoflessione metodo B

<p>1)</p> $\frac{N_{Ed}}{N_{b,y,Rd}} + k_{yy} \frac{M_{y,Ed}}{M_{y,Rd}} + k_{yz} \frac{M_{z,Ed}}{M_{z,Rd}} \leq 1$	$k_{yy} = 1 + \min(\bar{\lambda}_y - 0, 2; 0, 8) \frac{N_{Ed}}{N_{b,y,Rd}}$ $k_{yz} = 0, 6 k_{zz}$
<p>2)</p> $\frac{N_{Ed}}{N_{b,z,Rd}} + k_{zy} \frac{M_{y,Ed}}{M_{y,Rd}} + k_{zz} \frac{M_{z,Ed}}{M_{z,Rd}} \leq 1$	$k_{zy} = 0, 6 k_{yy}$ $k_{zz} = 1 + \min(2\bar{\lambda}_z - 0, 6; 1, 4) \frac{N_{Ed}}{N_{b,z,Rd}}$

Quando il momento non è costante viene utilizzato un coefficiente α_m che moltiplichiamo per i coefficienti K_{yy} e k_{zz} ottenendo dei momenti equivalenti più piccoli con un incremento di resistenza, operiamo in sicurezza ponendolo =1 .Se sollecitato lungo il piano z si considera solo k_{zz}

N_{Ed}	$M_{y,Ed}$	$M_{z,Ed}$	$N_{b,y,Rd}$
36,10	27,08	0,00	675,72
$N_{b,z,Rd}$	$M_{y,Rd}$	$M_{z,Rd}$	α_m
148,66	57,78	11,68	1,00
K_{yy}	K_{yz}	K_{zy}	K_{zz}
1,02	0,00	0,00	0,00
Equazione 1)		Equazione 2)	
0,53	<1 verificato	0,24	<1 verificato

COLLEGAMENTI

I collegamenti servono per trasferire le sollecitazioni da trave a trave o da trave a colonna, vengono esaminati alcuni tipi di collegamenti, le forze a cui sono soggette vengono ricavate dai calcoli precedenti e dal programma Tel2008, pertanto verranno usati come dati di progetto senza esplicitare come si ci è arrivati, cosa già fatta nei calcoli precedenti, ma limitandosi, quando si fa riferimento a Tel2008 ad indicare l'asta in esame. Usiamo le classi 6.8, 8.8 perchè maggiormente reperibili, inoltre potendo usare d piccoli garantiamo il comportamento duttile.

Formule di verifica comuni agli elementi

(rifollamento) $F_{b,Rd} = k \cdot \alpha \cdot d \cdot t \cdot f_u / \gamma_{M2} \cdot n_b \cdot n_s$

(punzonamento) $B_{p,Rd} = \pi \cdot 0,6 \cdot d_m \cdot t \cdot f_u / \gamma_{M2} \cdot n_b$

(resistenza a taglio bulloni interamente filettati) $F_{v,Rd} = 0,6(0,5) \cdot A_{res} \cdot f_u / \gamma_{M2} \cdot n_b \cdot n_s$

(resistenza a trazione bulloni) $F_{t,Rd} = 0,9 \cdot A_{res} \cdot f_u / \gamma_{M2}$

Contemporaneità taglio e trazione

$(F_{v,ed} / F_{v,Rd}) + (F_{t,ed} / 1,4 \cdot F_{t,Rd}) < 1$

$F_{t,Ed} / F_{t,Rd} < 1$

Saldature

$F_{wd} = (1/B_w) \cdot f_u / \gamma_{M2}$

$F_{wd} / 3^{1/2} = f_{v,wd}$

Acciaio

S235

S275

S355

F_{wd}

360,00

404,71

453,33

$F_{v,wd}$

207,85

233,66

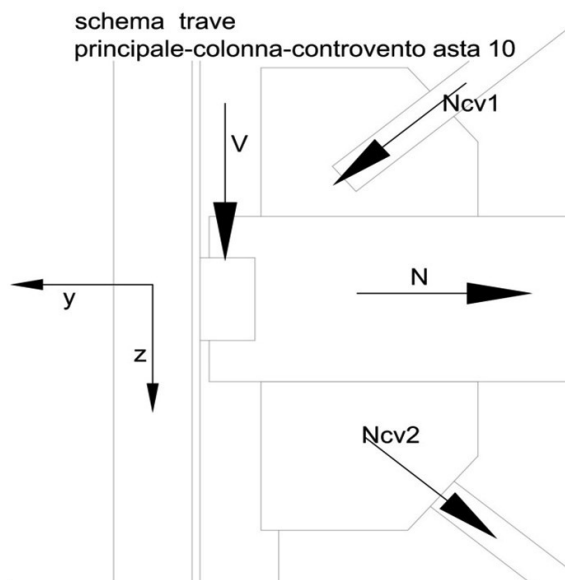
261,73

Verifica modello Sfera

$(\sigma T^2 + \tau T^2 + \tau''^2)^{1/2} < F_{wd} / 3^{1/2}$

$R \text{ (risultante forze)} < a \cdot l \cdot F_{v,wd} \cdot n_c$

Collegamento Trave Principale - Controvento e Trave Principale - Colonna



Il carico nel collegamento cambia in base all'azione del vento, verso destra o verso sinistra. L'asta maggiormente sollecitata è l'asta 10 del telaio corto con tre travi a cui sono collegate le aste di controvento 13 e 14, lo schema peggiore di combinazione delle forze è quello in esame nella

Sollecitazioni

Ncv1 (kN)	Ncv2 (kN)
23,50	-64,77
N (kN)	V (kN)
-34,06	24,66

per sommarle scomponiamo le forze nelle componenti lungo y e z sapendo che l'angolo di inclinazione è di 41°

Forze lungo gli assi (y-z)

Ncv1 (kN)	Ncv2 (kN)	N (kN)	V (kN)
17,74	-48,88	-38,99	0,00
15,42	42,49	0,00	24,66

I bulloni del controvento lavorano a taglio e 64,77 è lo sforzo massimo riscontrato a cui sommiamo una eccentricità di 10,8 mm ponendo il bullone al centro del profilo dal baricentro posto a 11,2 mm. I bulloni sulla trave lavorano anch'essi a taglio portando anche le tensioni del controvento. I bulloni sulla colonna lavorano sia a taglio che a trazione. A N aggiungiamo una quantità dovuta al fatto che la forza V non è centrata sulla cerniera sia sulla trave che sull'anima.

Controventi

F (kN)	M= F.e (kNm)	e (mm)	γ_{M2}
-64,77	-0,70	10,80	1,25

visto il profilo piccolo potrebbe essere vincolante il rifollamento, scegliamo pertanto un diametro dei bulloni massimo di 12 per rientrare nei limiti di normativa. ipotizziamo 3 bulloni M12 8,8

dati bulloni M12 8,8			
Fub	d (mm)	d ₀ (mm)	d _m (mm)
800,00	12,00	13,00	19,89
Fyb	A	A _{res}	nb (bulloni)
640,00	113,10	84,27	3
dati profilo L40X40X48			
Fy	Fu	t	ns (superfici a contatto)
275,00	430,00	4,00	1
Distanze limite (min-max) (mm)			
e1	e2	p1	p2
15,60	15,60	28,60	31,20
56,00	56,00	56,00	56,00
Valori scelti			
e1	e2	p1	p2
30,00	18,00	40,00	100,00
α			α
0,77	0,78	1,00	0,77
K			K
2,18	9,07	2,50	2,18
Rifollamento Profilo		Fv,rd bulloni	
82,95		97,08	

calcolo la forza agente sui bulloni considerando il momento come coppia esplicitata dai bulloni esterni e il taglio suddiviso in parti 2/5 bullone centrale e i restanti 3/5 agli esterni

b1	b2	b3	TOT
-28,17	-25,91	-28,17	-82,26
dati piastra			
Fy	Fu	t	ns (superfici a contatto)
275,00	430,00	5,00	1
Distanze limite (min-max) (mm)			
e1	e2	p1	p2
15,60	15,60	28,60	31,20
60,00	60,00	70,00	70,00
Valori scelti			
e1	e2	p1	p2
30,00	40,00	40,00	100,00
α			α
0,77	0,78	1,00	0,77
K			K
6,92	9,07	2,50	2,50
Rifollamento Profilo		Fv,rd bulloni	
119,08		97,08	
resistenza Saldatura F _{v,wd}			
a	l	nc	R

4,00	70,00	2,00	82,26
130,85			
VERIFICATO			

Il profilo è verificato, ogni bullone mantiene la sua capacità e si rifolla prima che avvenga la rottura dei bulloni.

Trave-Colonna			
Vb anima IPE (kN)	Nb anima IPE (kN)	Vb anima HE (kN)	Nb anima HE (kN)
108,34	0,00	82,57	-70,14

scegliamo un diametro dei bulloni massimo di 12 per evitare un comportamento fragile del profilo.
Ipotizziamo 3 bulloni M12 8,8

Anima IPE 200			
dati bulloni M12 8,8			
Fub	d (mm)	d ₀ (mm)	d _m (mm)
800,00	12,00	13,00	19,89
Fyb	A	A _{res}	nb (bulloni)
640,00	113,10	84,27	2
dati profilo IPE 200 (anima)			
Fy	Fu	t	ns (superfici a contatto)
275,00	430,00	5,60	2
Distanze limite (min-max) (mm)			
e1	e2	p1	p2
15,60	15,60	28,60	31,20
62,40	62,40	78,40	78,40
Valori scelti			
e1	e2	p1	p2
66,50	25,00	50,00	100,00
α			α
1,71	1,03	1,00	1,00
K			K
3,68	9,07	2,50	2,50
Rifollamento Profilo		Fv,rd bulloni	
115,58		129,43	
b1	b2	TOT	
54,17	54,17	108,34	
dati piastra			
Fy	Fu	t	ns (superfici a contatto)
275,00	430,00	5,00	2
Distanze limite (min-max) (mm)			
e1	e2	p1	p2
15,60	15,60	28,60	31,20
60,00	60,00	70,00	70,00
Valori scelti			
e1	e2	p1	p2
25,00	25,00	50,00	100,00
α			α
0,64	1,03	1,00	0,64
K			K
3,68	9,07	2,50	2,50

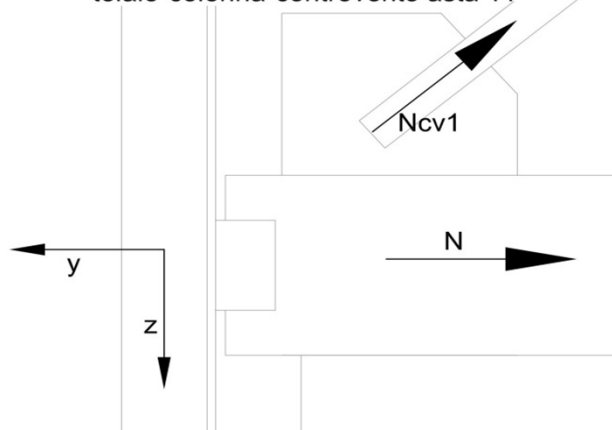
Rifollamento Profilo		Fv,rd bulloni	
132,31		129,43	
comportamento Profilo IPE 200 all'azione di trazione			
A	A _{net}	N _{t,rd}	N _{u,rd}
2850,00	2715,60	746,43	840,75
Duttile			
Anima HE180B			
dati bulloni M12 8,8			
Fub	d (mm)	d ₀ (mm)	d _m (mm)
800,00	12,00	13,00	19,89
Fyb	A	A _{res}	nb (bulloni)
640,00	113,10	84,27	4
dati profilo HE180B (anima)			
Fy	Fu	t	ns (superfici a contatto)
275,00	430,00	8,50	1
Distanze limite (min-max) (mm)			
e1	e2	p1	p2
15,60	15,60	28,60	31,20
74,00	74,00	119,00	119,00
Valori scelti			
e1	e2	p1	p2
38,00	38,00	50,00	50,00
α			α
0,97	1,03	1,00	0,97
K			K
6,48	3,68	2,50	2,50
Rifollamento Profilo		Fv,rd bulloni	
341,88		129,43	
dati piastra			
Fy	Fu	t	ns (superfici a contatto)
275,00	430,00	5,00	1
Distanze limite (min-max) (mm)			
e1	e2	p1	p2
15,60	15,60	28,60	31,20
60,00	60,00	70,00	70,00
Valori scelti			
e1	e2	p1	p2
25,00	25,00	50,00	100,00
α			α
0,64	1,03	1,00	0,64
K			K
3,68	9,07	2,50	2,50
Rifollamento Profilo		Fv,rd bulloni	
132,31		129,43	
comportamento Profilo IPE 200 all'azione di trazione			
A	A _{net}	N _{t,rd}	N _{u,rd}
6530,00	6122,00	1710,24	1895,37
Duttile			

ogni bullone si carica della stessa quantità di sollecitazione per l'ipotesi di plasticizzazione , per la compresenza di entrambe le caratteristiche verifichiamo con la formula di contemporaneità

Fv,rd bulloni	Ft,rd bulloni
129,43	194,15
$(F_{v,ed}/F_{v,rd})+(F_{t,ed}/1,4*F_{t,Rd})<1$	Ft,Ed/Ft,Rd<1
0,90	0,36
VERIFICATO	

Collegamento Trave Telaio - Controvento e Trave Telaio - Colonna

schema trave
telaio-colonna-controvento asta 11



Il carico nel collegamento cambia in base all'azione del vento, verso destra o verso sinistra. L'asta maggiormente sollecitata è l'asta 11 del telaio corto con 4 travi a cui è collegata l'asta di controvento 16, lo schema peggiore di combinazione delle forze è quello in esame nella figura di sinistra.

Sollecitazioni

Ncv1 (kN)	Ncv2 (kN)
-54,63	0,00
N (kN)	V (kN)
-22,94	0,00

per sommarle scomponiamo le forze nelle componenti lungo y e z sapendo che l'angolo di inclinazione è di 41°

Forze lungo gli assi (y-z)

Ncv1 (kN)	Ncv2 (kN)	N (kN)	V (kN)
-41,23	0,00	-22,94	0,00
-35,84	0,00	0,00	0,00

I bulloni del controvento lavorano a taglio e 54,63 non è lo sforzo massimo. I bulloni sulla trave lavorano anch'essi a taglio portando anche le tensioni del controvento. I bulloni sulla colonna lavorano sia a taglio che a trazione.

Trave-Colonna

Vb anima IPE (kN)	Nb anima IPE (kN)	Vb anima HE (kN)	Nb anima HE (kN)
73,50	0,00	-35,84	-64,17

scegliamo un diametro dei bulloni massimo di 12 per evitare un comportamento fragile del profilo. Ipotizziamo 2 bulloni M10 8,8.

Anima IPE 160

dati bulloni M10 8,8

Fub	d (mm)	d ₀ (mm)	d _m (mm)
800,00	10,00	11,00	17,82
Y _{M2}	A	A _{res}	nb (bulloni)
1,25	78,54	57,99	2

dati profilo IPE 160 (anima)

Fy	Fu	t	ns (superfici a contatto)
275,00	430,00	5,00	2

Distanze limite (min-max) (mm)

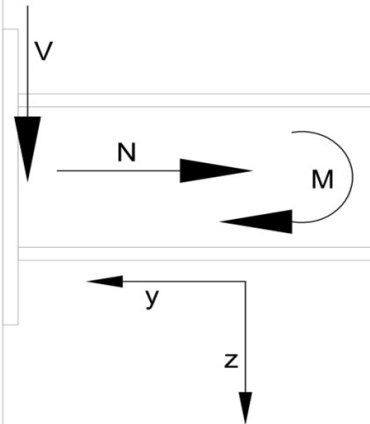
e1	e2	p1	p2
13,20	13,20	24,20	26,40
60,00	60,00	70,00	70,00

Valori scelti			
e1	e2	p1	p2
55,10	20,00	40,00	100,00
α			α
1,67	0,96	1,00	0,96
K			K
3,39	11,03	2,50	2,50
Rifollamento Profilo		Fv,rd bulloni	
82,74		89,07	
b1	b2	TOT	
36,75	36,75	73,50	
dati piastra			
Fy	Fu	t	ns (superfici a contatto)
275,00	430,00	5,00	2
Distanze limite (min-max) (mm)			
e1	e2	p1	p2
13,20	13,20	24,20	26,40
60,00	60,00	70,00	70,00
Valori scelti			
e1	e2	p1	p2
20,00	20,00	40,00	100,00
α			α
0,61	0,96	1,00	0,61
K			K
3,39	11,03	2,50	2,50
Rifollamento Profilo		Fv,rd bulloni	
104,24		89,07	
comportamento Profilo IPE 160 all'azione di trazione			
A	A _{net}	N _{t,rd}	N _{u,rd}
2010,00	1898,00	526,43	587,62
Duttile			
Anima HE180B			
dati bulloni M10 8,8			
Fub	d (mm)	d ₀ (mm)	d _m (mm)
800,00	10,00	11,00	17,82
Fyb	A	Ares	nb (bulloni)
640,00	78,54	57,99	4
dati profilo HE180B (anima)			
Fy	Fu	t	ns (superfici a contatto)
275,00	430,00	8,50	1
Distanze limite (min-max) (mm)			
e1	e2	p1	p2
13,20	13,20	24,20	26,40
74,00	74,00	119,00	119,00

Valori scelti			
e1	e2	p1	p2
43,50	43,50	40,00	50,00
α			α
1,32	0,96	1,00	0,96
K			K
9,37	4,66	2,50	2,50
Rifollamento Profilo		Fv,rd bulloni	
281,32		89,07	
dati piastra			
Fy	Fu	t	ns (superfici a contatto)
275,00	430,00	5,00	1
Distanze limite (min-max) (mm)			
e1	e2	p1	p2
13,20	13,20	24,20	26,40
60,00	60,00	70,00	70,00
Valori scelti			
e1	e2	p1	p2
20,00	20,00	40,00	100,00
α			α
0,61	0,96	1,00	0,61
K			K
3,39	11,03	2,50	2,50
Rifollamento Profilo		Fv,rd bulloni	
104,24		89,07	
comportamento Profilo HE 180B all'azione di trazione			
A	A _{net}	N _{t,rd}	N _{u,rd}
6530,00	6190,00	1710,24	1916,42
Duttile			
ogni bullone si carica della stessa quantità di sollecitazione per l'ipotesi di plasticizzazione , per la presenza di entrambe le caratteristiche verifichiamo con la fomrmula di contemporaneità			
Fv,rd bulloni		Ft,rd bulloni	
89,07		133,61	
(F _{v,ed} /F _{v,rd})+(F _{t,ed} /1,4•F _{t,Rd})<1			Ft,Ed/Ft,Rd<1
0,75			0,48
VERIFICATO			

Collegamento Trave Telaio - Colonna

schema trave
telaio-colonna



Il carico nel collegamento cambia in base all'azione del vento, verso destra o verso sinistra. L'asta maggiormente sollecitata è l'asta 13 del telaio lungo con 2 travi, lo schema peggiore di combinazione delle forze è quello in esame nella figura di sinistra.

Sollecitazioni

M (kNm)	Nm (kN)
16,03	89,06
N (kN)	V (kN)
-1,15	5,30

per sommarle ricaviamo M come $F \times$ braccio pari per la trave all'altezza della trave, per la colonna ai bracci dai bulloni al bordo inferiore della trave

la trave trasmette le sollecitazioni alla flangia tramite saldature, la saldatura alle ali si occupa del momento quella all'anima del taglio e dello sforzo normale. La flangia trasmette le sollecitazioni tramite bulloni. la compressione dovuta al momento viene trasmessa direttamente da piatto, la trazione mediante i bulloni superiori ne ipotizziamo 4, mentre gli inferiori portano le restanti caratteristiche che vista l'entità ipotizziamo 2. per un totale di 6. avremo due bracci per $M = F_1 \times br_1 + F_2 \times br_2$.

Trave-Flangia

Ns ala HE (kN)	Rs anima HE (kN)
89,06	5,42

Le saldature devono avere $a \geq 3$ mm e $l \geq 6a$, pertanto sovrastimiamo la saldatura nell'anima garantendo maggior resistenza del nodo che vogliamo assimilare ad un'incastro

resistenza Saldatura ali $F_{v,wd}$

a	l	nc	R
5,00	100,00	1,00	89,06

116,83

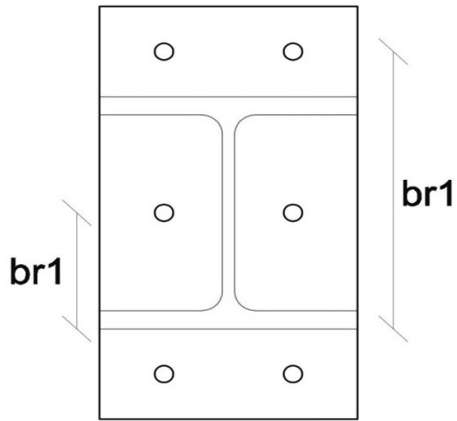
resistenza Saldatura anima $F_{v,wd}$

a	l	nc	R
3,00	50,00	2,00	5,42

70,10

Flangia-Colonna

ipotizzato il numero di bulloni, li disponiamo e otteniamo i bracci per ricavare le loro sollecitazioni di trazione dovute al momento M, in comportamento lineare avremo una ripartizione delle forze lineare con la distanza del braccio, in plasticizzazione questa si distribuirà costante, dimensioniamo il bullone garantendo la resistenza in fase lineare del più lontano.



M	$K=M/(b_{r1}^2+b_{r2}^2)$
16,03	295,08
b_{r1}	b_{r2}
90,00	215,00
$F_1 = K \cdot b_{r1}$	$F_2 = K \cdot b_{r2}$
26,56	63,44

Per irrigidire il collegamento cercheremo di sovradimensionare i bulloni in modo da ridurne gli spostamenti. verificheremo anche l'effetto leva e la

forza richiesta per singolo bullone

31,72

bullone	M10 8,8	M12 6,8	M12 8,8
$F_{t,rd}$	33,40	36,40	48,54
$F_{v,rd}$	22,27	20,22	32,36

i bulloni sottostanti riusciranno a resistere sicuramente date le modeste sollecitazioni V e N, per i 4 bulloni superiori, scegliamo M12 basterebbero i 6.8, ma poichè abbiamo già utilizzato gli 8.8 prendiamo questi ultimi

Flangia-Ala HE

dati bulloni M12 8,8

Fub	d (mm)	d ₀ (mm)	d _m (mm)
800,00	12,00	13,00	19,89
γ_{M2}	A	A _{res}	nb (bulloni)
1,25	113,10	84,27	6

dati profilo Flangia

Fy	Fu	t	ns (superfici a contatto)
275,00	430,00	15,00	1

Distanze limite (min-max) (mm)

e1	e2	p1	p2
15,60	15,60	28,60	31,20
100,00	100,00	210,00	210,00

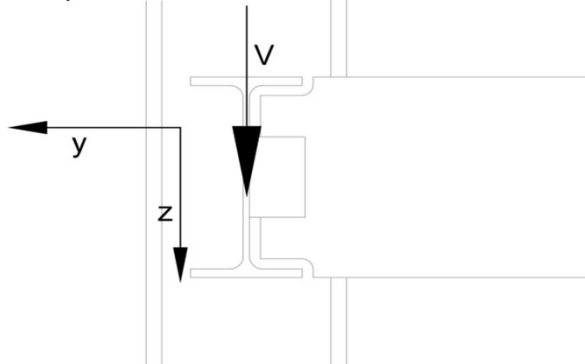
Valori scelti

e1	e2	p1	p2
35,00	45,00	83,00	90,00
α	α	α	α
0,90	1,88	1,00	0,90
K	K	K	K
7,99	7,99	2,50	2,50

Rifollamento Profilo (2 bulloni)		Punzonamento Profilo (4 bulloni)	
277,85		773,64	
Fv,rd bulloni (2 bulloni)		Ft,rd bulloni (4 bulloni)	
64,72		194,15	
dati HE 180B (ala)			
Fy	Fu	tf	ns (superfici a contatto)
275,00	430,00	14,00	1
Distanze limite (min-max) (mm)			
e1	e2	p1	p2
15,60	15,60	28,60	31,20
96,00	96,00	196,00	196,00
Valori scelti			
e1	e2	p1	p2
35,00	45,00	83,00	90,00
α			α
0,90	1,88	1,00	0,90
K			K
7,99	7,99	2,50	2,50
Rifollamento Profilo		Fv,rd bulloni	
259,32		722,06	
comportamento Flangia all'azione di trazione			
A	A _{net}	N _{t,rd}	N _{u,rd}
2700,00	2340,00	707,14	724,46
Duttile			
comportamento Ala HE 180B all'azione di trazione			
A	A _{net}	N _{t,rd}	N _{u,rd}
6530,00	6122,00	1710,24	1895,37
Duttile			
Effetto Leva			
t _b	l	L _b =t _b +t _f +t> 8,8*m ³ *A _{res} /L _f *t ³ = C	
7,20	35,00	m _f =l-0,8a*2 ^{1/2}	m _a =l-0,8r
Flangia			
m	L _f	L _b	C
29,34	180,00	36,20	30,84
Ala HE 180B			
m	L _f	L _b	C
23,00	218,75	36,20	15,03
Non ho effetto leva			
VERIFICATO			

Collegamento Trave Principale - Trave Secondaria di piano

schema trave
principale-secondaria
di piano



Il carico nel collegamento dipende dai soli carichi verticali, ricavati mediante risoluzione dello schema di trave studiato per la verifica di resistenza della trave stessa valido per tutte le travi più un piccolo momento eccentrico per la cerniera non perfettamente incentrata in un punto

Sollecitazioni

N (kN)	V (kN)
0,00	20,68
Me (kNm)	Fm (N) (kN)
0,41	10,34

Trave-Colonna

Vb anima IPE (kN)	Nb anima IPE (kN)	Vb anima HE (kN)	Nb anima HE (kN)
23,12	0,00	20,68	10,34

scegliamo un diametro dei bulloni massimo di 12 per evitare un comportamento fragile del profilo.
Ipotizziamo 2 bulloni M12 8,8. per avere un rifollamento < di Ft,rd

Anima UPN 200

dati bulloni M12 8,8

Fub	d (mm)	d ₀ (mm)	d _m (mm)
800,00	12,00	13,00	19,89
γ _{M2}	A	Ares	nb (bulloni)
1,25	113,10	84,27	2

dati profilo UPN 200 (anima)

Fy	Fu	t	ns (superfici a contatto)
275,00	430,00	8,50	2

Distanze limite (min-max) (mm)

e1	e2	p1	p2
15,60	15,60	28,60	31,20
74,00	74,00	119,00	119,00

Valori scelti

e1	e2	p1	p2
61,50	20,00	40,00	100,00
α	α	α	α
1,58	0,78	1,00	0,78
K	K	K	K
2,61	9,07	2,50	2,50

Rifollamento Profilo

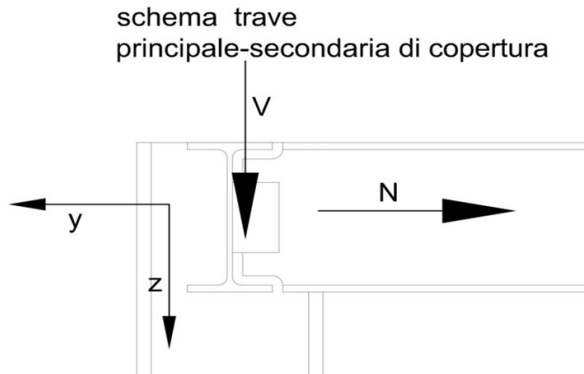
Fv,rd bulloni

136,08		129,43
b1	b2	TOT
11,56	11,56	23,12

dati piastra			
Fy	Fu	t	ns (superfici a contatto)
275,00	430,00	5,00	2
Distanze limite (min-max) (mm)			
e1	e2	p1	p2
15,60	15,60	28,60	31,20
60,00	60,00	70,00	70,00
Valori scelti			
e1	e2	p1	p2
20,00	20,00	40,00	100,00
α			α
0,51	0,78	1,00	0,51
K			K
2,61	9,07	2,50	2,50
Rifollamento Profilo		Fv,rd bulloni	
105,85		129,43	
comportamento Profilo UPN 200 all'azione di trazione			
A	Anet	Nt,rd	Nu,rd
1385,50	1181,50	362,87	365,79
Duttile			
Anima IPE 200			
dati bulloni M12 8,8			
Fub	d (mm)	d ₀ (mm)	d _m (mm)
800,00	12,00	13,00	19,89
Fyb	A	Ares	nb (bulloni)
640,00	113,10	84,27	4
dati profilo IPE 200 (anima)			
Fy	Fu	t	ns (superfici a contatto)
275,00	430,00	5,60	1
Distanze limite (min-max) (mm)			
e1	e2	p1	p2
15,60	15,60	28,60	31,20
62,40	62,40	78,40	78,40
Valori scelti			
e1	e2	p1	p2
66,50	100,00	40,00	50,00
α			α
1,71	0,78	1,00	0,78
K			K
19,84	3,68	2,50	2,50
Rifollamento Profilo		Fv,rd bulloni	
179,30		129,43	

dati piastra			
Fy	Fu	t	ns (superfici a contatto)
275,00	430,00	5,00	1
Distanze limite (min-max) (mm)			
e1	e2	p1	p2
15,60	15,60	28,60	31,20
60,00	60,00	70,00	70,00
Valori scelti			
e1	e2	p1	p2
20,00	20,00	40,00	100,00
α			α
0,51	0,78	1,00	0,51
K			K
2,61	9,07	2,50	2,50
Rifollamento Profilo		Fv,rd bulloni	
105,85		129,43	
comportamento Profilo IPE 200 all'azione di trazione			
A	Anet	Nt,rd	Nu,rd
2850,00	2581,20	746,43	799,14
Duttile			
ogni bullone si carica della stessa quantità di sollecitazione per l'ipotesi di plasticizzazione , per la compresenza di entrambe le caratteristiche verifichiamo con la fomrmula di contemporaneità			
Fv,rd bulloni		Ft,rd bulloni	
129,43		194,15	
(F _{v,ed} /F _{v,rd})+(F _{t,ed} /1,4•F _{t,Rd})<1			Ft,Ed/Ft,Rd<1
0,20			0,05
VERIFICATO			

Collegamento Trave Principale - Trave Secondaria di piano



Il carico nel collegamento dipende dai carichi verticali, ricavati mediante risoluzione dello schema di trave studiato per la verifica di resistenza della trave stessa valido per tutte le travi più un piccolo momento eccentrico per la cerniera non perfettamente incentrata in un punto, e da forze normali dovute all'effetto del

Sollecitazioni

N (kN)	V (kN)
0,25	10,76
Me (kNm)	Fm (N) (kN)
0,22	6,15

Trave-Colonna

Vb anima IPE (kN)	Nb anima IPE (kN)	Vb anima HE (kN)	Nb anima HE (kN)
12,52	0,00	10,76	6,40

scegliamo un diametro dei bulloni massimo di 12 per evitare un comportamento fragile del profilo.
Ipotezziamo 2 bulloni M10 8,8. per avere un rifollamento $< F_{t,rd}$

Anima IPE 160

dati bulloni M10 8,8

Fub	d (mm)	d ₀ (mm)	d _m (mm)
800,00	10,00	11,00	17,82
γ_{M2}	A	A _{res}	nb (bulloni)
1,25	78,54	57,99	2

dati profilo IPE 160(anima)

Fy	Fu	t	ns (superfici a contatto)
275,00	430,00	5,00	2

Distanze limite (min-max) (mm)

e1	e2	p1	p2
13,20	13,20	24,20	26,40
60,00	60,00	70,00	70,00

Valori scelti

e1	e2	p1	p2
45,10	20,00	35,00	100,00
α	α	α	α
1,37	0,81	1,00	0,81
K	K	K	K
3,39	11,03	2,50	2,50

Rifollamento Profilo

69,71

Fv,rd bulloni

89,07

b1	b2	TOT
6,26	6,26	12,52

dati piastra

Fy	Fu	t	ns (superfici a contatto)
275,00	430,00	4,50	2

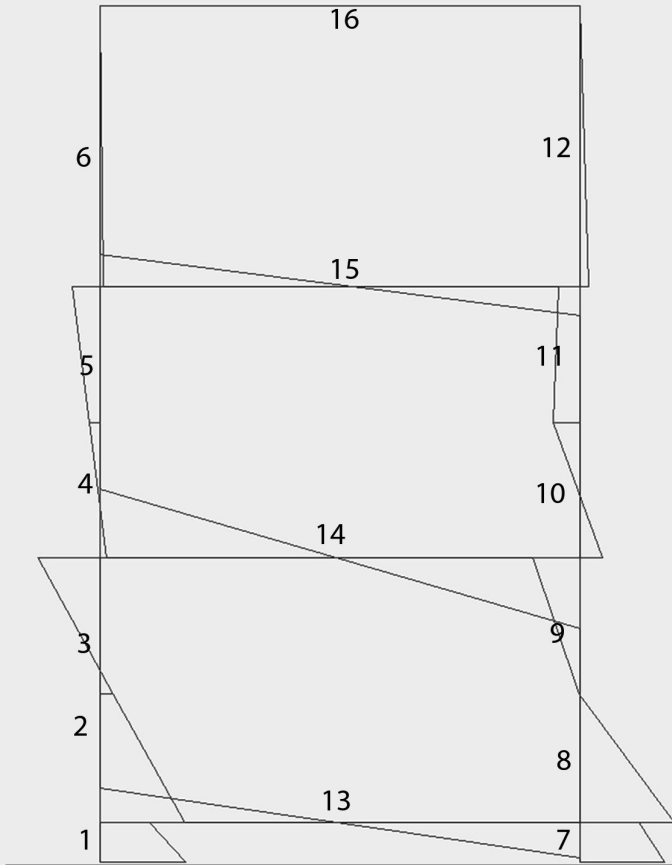
Distanze limite (min-max) (mm)

e1	e2	p1	p2
13,20	13,20	24,20	26,40

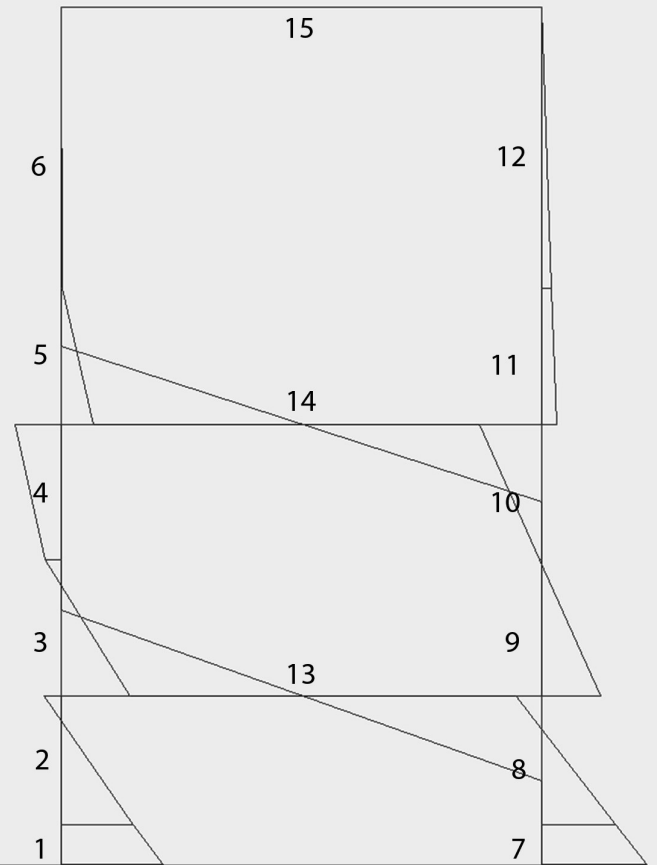
58,00	58,00	63,00	63,00
Valori scelti			
e1	e2	p1	p2
15,00	20,00	35,00	100,00
α			α
0,45	0,81	1,00	0,45
K			K
3,39	11,03	2,50	2,50
Rifollamento Profilo		Fv,rd bulloni	
70,36		89,07	
comportamento Profilo IPE 160 all'azione di trazione			
A	Anet	Nt,rd	Nu,rd
626,00	526,00	163,95	162,85
Fragile di poco			
Anima IPE 160			
dati bulloni M10 8,8			
Fub	d (mm)	d ₀ (mm)	d _m (mm)
800,00	10,00	11,00	17,82
Y _{M2}	A	A _{res}	nb (bulloni)
1,25	78,54	57,99	4
dati profilo IPE 160 (anima)			
Fy	Fu	t	ns (superfici a contatto)
275,00	430,00	5,60	1
Distanze limite (min-max) (mm)			
e1	e2	p1	p2
13,20	13,20	24,20	26,40
62,40	62,40	78,40	78,40
Valori scelti			
e1	e2	p1	p2
62,50	100,00	35,00	50,00
α			α
1,89	0,81	1,00	0,81
K			K
23,75	4,66	2,50	2,50
Rifollamento Profilo		Fv,rd bulloni	
156,16		89,07	
dati piastra			
Fy	Fu	t	ns (superfici a contatto)
275,00	430,00	4,50	1
Distanze limite (min-max) (mm)			
e1	e2	p1	p2
13,20	13,20	24,20	26,40
58,00	58,00	63,00	63,00
Valori scelti			
e1	e2	p1	p2
15,00	20,00	35,00	100,00
α			α
0,45	0,81	1,00	0,45
K			K
3,39	11,03	2,50	2,50

Rifollamento Profilo		Fv,rd bulloni	
70,36		89,07	
comportamento Profilo IPE 160 all'azione di trazione			
A	Anet	Nt,rd	Nu,rd
2010,00	1810,00	526,43	560,38
Duttile			
ogni bullone si carica della stessa quantità di sollecitazione per l'ipotesi di plasticizzazione , per la compresenza di entrambe le caratteristiche verifichiamo con la fomrmula di contemporaneità			
Fv,rd bulloni		Ft,rd bulloni	
89,07		133,61	
$(F_{v,ed}/F_{v,rd})+(F_{t,ed}/1,4\cdot F_{t,Rd})<1$			Ft,Ed/Ft,Rd<1
0,16			0,05
VERIFICATO			

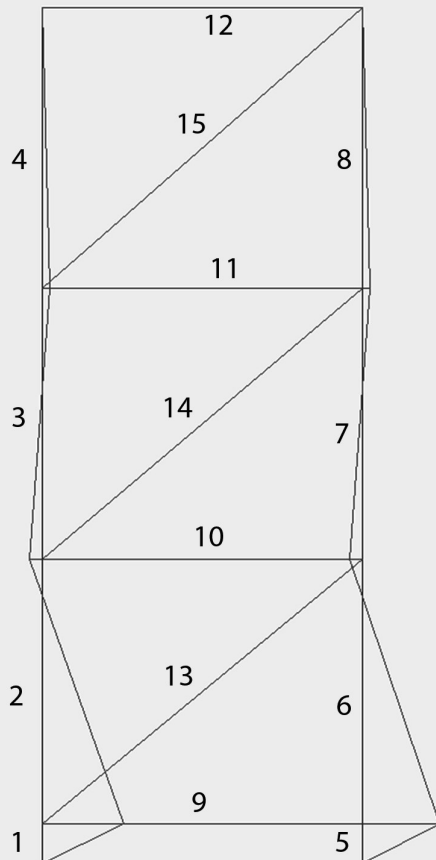
SCHEMI CON MOMENTO FLETTENTE DEI TELAI



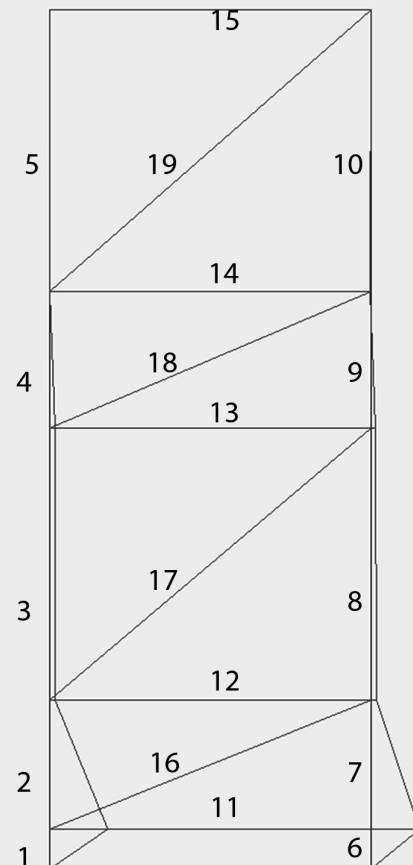
TELAIO A 4 TRAVI (NORD)



TELAIO A 3 TRAVI (SUD)



TELAIO A 4 TRAVI CON CONTROVENTI (OVEST)



TELAIO A 5 TRAVI CON CONTROVENTI (EST)

Programma: TELGEN 5.1

SCALA TIPOLOGIA 2: TELAIO A 4 TRAVI (VENTO 100%; CARICHI ESERCIZIO 70%)

COORDINATE E VINCOLI DEI NODI

nodo	x (m)	y (m)	vincolo
1	0.00	0.00	111
2	0.00	0.50	000
3	0.00	2.10	000
4	0.00	3.80	000
5	0.00	5.50	000
6	0.00	7.20	000
7	0.00	10.70	000
8	6.00	0.00	111
9	6.00	0.50	000
10	6.00	2.10	000
11	6.00	3.80	000
12	6.00	5.50	000
13	6.00	7.20	000
14	6.00	10.70	000

DATI RELATIVI ALLE TRAVI

asta	tipo	estremi		forma	b m	h m	area m2	inerzia m4	materiale
1	T	1	2	G	HE180		0.0065	0.000038	1
2	T	2	3	G	HE180		0.0065	0.000038	1
3	T	3	4	G	HE180		0.0065	0.000038	1
4	T	4	5	G	HE180		0.0065	0.000038	1
5	T	5	6	G	HE180		0.0065	0.000038	1
6	T	6	7	G	HE180		0.0065	0.000038	1
7	T	8	9	G	HE180		0.0065	0.000038	1
8	T	9	10	G	HE180		0.0065	0.000038	1
9	T	10	11	G	HE180		0.0065	0.000038	1
10	T	11	12	G	HE180		0.0065	0.000038	1
11	T	12	13	G	HE180		0.0065	0.000038	1
12	T	13	14	G	HE180		0.0065	0.000038	1
13	T	2	9	G	HE180		0.0065	0.000038	1
14	T	4	11	G	HE180		0.0065	0.000038	1
15	T	6	13	G	HE180		0.0065	0.000038	1
16	P	7	14	G	IPE160		0.0020	0.000009	1

Materiale	Modulo E [N/mm2]	Modulo G [N/mm2]	Coeff. di Poisson ni
1	210000	80769	0.30

SCHEMA DI CARICO N.1 (CARICHI SLE VERSO DA DESTRA A SINISTRA)

CARICHI NODALI

nodo	Fx (kN)	Fy (kN)	M (kNm)
2	-2.18	-11.13	0.00
4	-4.03	-13.36	0.00
6	-0.44	-2.23	0.00
7	-0.21	-8.23	0.00
10	-4.03	-13.36	0.00
12	-4.03	-13.36	0.00
14	-0.21	-8.23	0.00

SPOSTAMENTI E ROTAZIONI DEI NODI

nodo	vx (mm)	vy (mm)	rotaz.x1000
1	0.000	0.000	0.000
2	-0.142	-0.015	0.523
3	-2.176	-0.047	1.725
4	-4.835	-0.082	1.072
5	-6.681	-0.097	1.023
6	-8.055	-0.111	0.517
7	-10.075	-0.132	0.607
8	0.000	0.000	0.000
9	-0.147	-0.011	0.556
10	-2.280	-0.047	1.716
11	-4.836	-0.068	1.089
12	-6.833	-0.093	1.044
13	-8.059	-0.102	0.423
14	-10.074	-0.123	0.652

CARATTERISTICHE DI SOLLECITAZIONE NELLE ASTE

asta	M1 (kNm)	M2 (kNm)	V1 (kN)	V2 (kN)	N1 (kN)	N2 (kN)
1	10.63	6.19	-8.87	-8.87	-40.54	-40.54
2	10.48	1.62	-5.54	-5.54	-27.97	-27.97
3	1.62	-7.80	-5.54	-5.54	-27.97	-27.97
4	0.85	-1.31	-1.27	-1.27	-11.72	-11.72
5	-1.31	-3.48	-1.27	-1.27	-11.72	-11.72
6	0.41	0.00	-0.12	-0.12	-8.23	-8.23
7	10.51	7.38	-6.26	-6.26	-29.36	-29.36
8	11.76	-0.09	-7.41	-7.41	-30.80	-30.80
9	-0.09	-5.84	-3.38	-3.38	-17.44	-17.44
10	2.86	-3.29	-3.62	-3.62	-20.33	-20.33
11	-3.29	-2.59	0.41	0.41	-6.97	-6.97
12	1.06	0.00	-0.30	-0.30	-8.23	-8.23
13	-4.29	4.38	1.44	1.44	-1.15	-1.15
14	-8.65	8.70	2.89	2.89	-0.24	-0.24
15	-3.89	3.64	1.26	1.26	-0.72	-0.72
16	0.00	0.00	0.00	0.00	0.09	0.09

AZIONI SUI VINCOLI ESTERNI

nodo	Fx (kN)	Fy (kN)	M (kNm)
1	-8.87	-40.54	10.63
8	-6.26	-29.36	10.51

Il calcolo e' stato eseguito :

- tenendo conto della deformazione estensionale delle aste
- trascurando la deformazione a taglio delle aste

SCHEMA DI CARICO N.2 (CARICHI SLE VERSO DA SINISTRA A DESTRA)

CARICHI NODALI

nodo	Fx (kN)	Fy (kN)	M (kNm)
2	2.18	-11.13	0.00

4	4.03	-13.36	0.00
6	0.44	-2.23	0.00
7	0.21	-8.23	0.00
10	4.03	-13.36	0.00
12	4.03	-13.36	0.00
14	0.21	-8.23	0.00

SPOSTAMENTI E ROTAZIONI DEI NODI

nodo	vx (mm)	vy (mm)	rotaz.x1000
1	0.000	0.000	0.000
2	0.142	-0.011	-0.523
3	2.177	-0.034	-1.727
4	4.842	-0.058	-1.075
5	6.694	-0.069	-1.028
6	8.078	-0.081	-0.523
7	10.119	-0.102	-0.613
8	0.000	0.000	0.000
9	0.147	-0.015	-0.556
10	2.281	-0.060	-1.718
11	4.843	-0.092	-1.093
12	6.846	-0.121	-1.048
13	8.081	-0.132	-0.429
14	10.118	-0.153	-0.659

CARATTERISTICHE DI SOLLECITAZIONE NELLE ASTE

asta	M1 (kNm)	M2 (kNm)	V1 (kN)	V2 (kN)	N1 (kN)	N2 (kN)
1	-10.63	-6.20	8.87	8.87	-29.36	-29.36
2	-10.49	-1.62	5.54	5.54	-19.67	-19.67
3	-1.62	7.79	5.54	5.54	-19.67	-19.67
4	-0.86	1.31	1.27	1.27	-9.21	-9.21
5	1.31	3.47	1.27	1.27	-9.21	-9.21
6	-0.41	0.00	0.12	0.12	-8.23	-8.23
7	-10.52	-7.39	6.26	6.26	-40.54	-40.54
8	-11.77	0.09	7.41	7.41	-39.10	-39.10
9	0.09	5.83	3.38	3.38	-25.74	-25.74
10	-2.86	3.28	3.62	3.62	-22.84	-22.84
11	3.28	2.58	-0.41	-0.41	-9.48	-9.48
12	-1.06	0.00	0.30	0.30	-8.23	-8.23
13	4.29	-4.38	-1.45	-1.45	1.15	1.15
14	8.65	-8.70	-2.89	-2.89	0.24	0.24
15	3.89	-3.63	-1.25	-1.25	0.72	0.72
16	0.00	0.00	0.00	0.00	-0.09	-0.09

AZIONI SUI VINCOLI ESTERNI

nodo	Fx (kN)	Fy (kN)	M (kNm)
1	8.87	-29.36	-10.63
8	6.26	-40.54	-10.52

Il calcolo e' stato eseguito :

- tenendo conto della deformazione estensionale delle aste
- trascurando la deformazione a taglio delle aste

SCHEMA DI CARICO N.3 (CARICHI SLU VERSO DA DESTRA A SINISTRA)

CARICHI NODALI

nodo	Fx (kN)	Fy (kN)	M (kNm)
2	-3.27	-22.21	0.00
4	-6.04	-26.65	0.00
6	-0.65	-4.44	0.00
7	-0.32	-14.98	0.00
10	-6.04	-26.65	0.00
12	-6.04	-26.65	0.00
14	-0.32	-14.98	0.00

SPOSTAMENTI E ROTAZIONI DEI NODI

nodo	vx (mm)	vy (mm)	rotaz.x1000
1	0.000	0.000	0.000
2	-0.213	-0.028	0.784
3	-3.262	-0.089	2.587
4	-7.250	-0.154	1.607
5	-10.018	-0.180	1.535
6	-12.080	-0.207	0.776
7	-15.120	-0.245	0.915
8	0.000	0.000	0.000
9	-0.221	-0.022	0.834
10	-3.418	-0.094	2.573
11	-7.251	-0.138	1.633
12	-10.246	-0.187	1.565
13	-12.084	-0.204	0.635
14	-15.118	-0.242	0.983

CARATTERISTICHE DI SOLLECITAZIONE NELLE ASTE

asta	M1 (kNm)	M2 (kNm)	V1 (kN)	V2 (kN)	N1 (kN)	N2 (kN)
1	15.93	9.28	-13.30	-13.30	-76.67	-76.67
2	15.71	2.42	-8.31	-8.31	-52.30	-52.30
3	2.42	-11.70	-8.31	-8.31	-52.30	-52.30
4	1.28	-1.97	-1.91	-1.91	-21.31	-21.31
5	-1.97	-5.22	-1.91	-1.91	-21.31	-21.31
6	0.64	0.00	-0.18	-0.18	-14.98	-14.98
7	15.76	11.07	-9.39	-9.39	-59.89	-59.89
8	17.63	-0.14	-11.11	-11.11	-62.05	-62.05
9	-0.14	-8.76	-5.07	-5.07	-35.40	-35.40
10	4.29	-4.93	-5.42	-5.42	-39.74	-39.74
11	-4.93	-3.88	0.62	0.62	-13.09	-13.09
12	1.60	0.00	-0.46	-0.46	-14.98	-14.98
13	-6.43	6.57	2.17	2.17	-1.72	-1.72
14	-12.98	13.05	4.34	4.34	-0.35	-0.35
15	-5.86	5.48	1.89	1.89	-1.07	-1.07
16	0.00	0.00	0.00	0.00	0.14	0.14

AZIONI SUI VINCOLI ESTERNI

nodo	Fx (kN)	Fy (kN)	M (kNm)
1	-13.30	-76.67	15.93
8	-9.39	-59.89	15.76

Il calcolo e' stato eseguito :

- tenendo conto della deformazione estensionale delle aste
- trascurando la deformazione a taglio delle aste

SCHEMA DI CARICO N.4 (CARICHI SLU VERSO DA SINISTRA A DESTRA)

CARICHI NODALI

nodo	Fx (kN)	Fy (kN)	M (kNm)
2	3.27	-22.21	0.00
4	6.04	-26.65	0.00
6	0.66	-4.44	0.00
7	0.32	-14.98	0.00
10	6.04	-26.65	0.00
12	6.04	-26.65	0.00
14	0.32	-14.98	0.00

SPOSTAMENTI E ROTAZIONI DEI NODI

nodo	vx (mm)	vy (mm)	rotaz.x1000
1	0.000	0.000	0.000
2	0.213	-0.022	-0.784
3	3.265	-0.068	-2.590
4	7.262	-0.118	-1.614
5	10.044	-0.139	-1.545
6	12.124	-0.161	-0.788
7	15.208	-0.199	-0.927
8	0.000	0.000	0.000
9	0.221	-0.028	-0.834
10	3.421	-0.115	-2.577
11	7.263	-0.174	-1.640
12	10.272	-0.228	-1.575
13	12.129	-0.249	-0.647
14	15.206	-0.287	-0.995

CARATTERISTICHE DI SOLLECITAZIONE NELLE ASTE

asta	M1 (kNm)	M2 (kNm)	V1 (kN)	V2 (kN)	N1 (kN)	N2 (kN)
1	-15.94	-9.29	13.30	13.30	-59.89	-59.89
2	-15.73	-2.44	8.31	8.31	-39.85	-39.85
3	-2.44	11.68	8.31	8.31	-39.85	-39.85
4	-1.30	1.95	1.91	1.91	-17.53	-17.53
5	1.95	5.21	1.91	1.91	-17.53	-17.53
6	-0.64	0.00	0.18	0.18	-14.98	-14.98
7	-15.77	-11.08	9.39	9.39	-76.67	-76.67
8	-17.65	0.13	11.11	11.11	-74.50	-74.50
9	0.13	8.74	5.07	5.07	-47.85	-47.85
10	-4.30	4.92	5.42	5.42	-43.52	-43.52
11	4.92	3.87	-0.62	-0.62	-16.87	-16.87
12	-1.60	0.00	0.46	0.46	-14.98	-14.98
13	6.44	-6.57	-2.17	-2.17	1.72	1.72
14	12.98	-13.05	-4.34	-4.34	0.35	0.35
15	5.84	-5.47	-1.89	-1.89	1.07	1.07
16	0.00	0.00	0.00	0.00	-0.14	-0.14

AZIONI SUI VINCOLI ESTERNI

nodo	Fx (kN)	Fy (kN)	M (kNm)
1	13.30	-59.89	-15.94
8	9.39	-76.67	-15.77

Il calcolo e' stato eseguito :

- tenendo conto della deformazione estensionale delle aste
- trascurando la deformazione a taglio delle aste

Programma: TELGEN 5.1

SCALA TIPOLOGIA 2: TELAIO A 4 TRAVI (VENTO 60%; CARICHI ESERCIZIO 100%)

COORDINATE E VINCOLI DEI NODI

nodo	x (m)	y (m)	vincolo
1	0.00	0.00	111
2	0.00	0.50	000
3	0.00	2.10	000
4	0.00	3.80	000
5	0.00	5.50	000
6	0.00	7.20	000
7	0.00	10.70	000
8	6.00	0.00	111
9	6.00	0.50	000
10	6.00	2.10	000
11	6.00	3.80	000
12	6.00	5.50	000
13	6.00	7.20	000
14	6.00	10.70	000

DATI RELATIVI ALLE TRAVI

asta	tipo	estremi		forma	b m	h m	area m2	inerzia m4	materiale
1	T	1	2	G	HE180		0.0065	0.000038	1
2	T	2	3	G	HE180		0.0065	0.000038	1
3	T	3	4	G	HE180		0.0065	0.000038	1
4	T	4	5	G	HE180		0.0065	0.000038	1
5	T	5	6	G	HE180		0.0065	0.000038	1
6	T	6	7	G	HE180		0.0065	0.000038	1
7	T	8	9	G	HE180		0.0065	0.000038	1
8	T	9	10	G	HE180		0.0065	0.000038	1
9	T	10	11	G	HE180		0.0065	0.000038	1
10	T	11	12	G	HE180		0.0065	0.000038	1
11	T	12	13	G	HE180		0.0065	0.000038	1
12	T	13	14	G	HE180		0.0065	0.000038	1
13	T	2	9	G	HE180		0.0065	0.000038	1
14	T	4	11	G	HE180		0.0065	0.000038	1
15	T	6	13	G	HE180		0.0065	0.000038	1
16	P	7	14	G	IPE160		0.0020	0.000009	1

Materiale	Modulo E [N/mm2]	Modulo G [N/mm2]	Coeff. di Poisson ni
1	210000	80769	0.30

SCHEMA DI CARICO N.1 (CARICHI SLU VERSO DA DESTRA A SINISTRA)

CARICHI NODALI

nodo	Fx (kN)	Fy (kN)	M (kNm)
2	-1.96	-29.36	0.00
4	-3.62	-35.23	0.00
6	-0.39	-5.87	0.00
7	-0.19	-11.27	0.00
10	-3.62	-35.23	0.00
12	-3.62	-35.23	0.00
14	-0.19	-11.27	0.00

SPOSTAMENTI E ROTAZIONI DEI NODI

nodo	vx (mm)	vy (mm)	rotaz.x1000
1	0.000	0.000	0.000
2	-0.128	-0.032	0.469
3	-1.952	-0.097	1.548
4	-4.337	-0.167	0.960
5	-5.989	-0.189	0.915
6	-7.215	-0.212	0.459
7	-9.013	-0.241	0.541
8	0.000	0.000	0.000
9	-0.132	-0.028	0.499
10	-2.046	-0.119	1.540
11	-4.338	-0.172	0.975
12	-6.125	-0.228	0.933
13	-7.217	-0.241	0.374
14	-9.012	-0.270	0.582

CARATTERISTICHE DI SOLLECITAZIONE NELLE ASTE

asta	M1 (kNm)	M2 (kNm)	V1 (kN)	V2 (kN)	N1 (kN)	N2 (kN)
1	9.54	5.56	-7.97	-7.97	-86.75	-86.75
2	9.40	1.45	-4.97	-4.97	-56.10	-56.10
3	1.45	-7.01	-4.97	-4.97	-56.10	-56.10
4	0.76	-1.18	-1.14	-1.14	-18.27	-18.27
5	-1.18	-3.13	-1.14	-1.14	-18.27	-18.27
6	0.38	0.00	-0.11	-0.11	-11.27	-11.27
7	9.44	6.63	-5.62	-5.62	-76.71	-76.71
8	10.56	-0.09	-6.66	-6.66	-78.00	-78.00
9	-0.09	-5.25	-3.04	-3.04	-42.77	-42.77
10	2.56	-2.96	-3.25	-3.25	-45.37	-45.37
11	-2.96	-2.33	0.37	0.37	-10.14	-10.14
12	0.95	0.00	-0.27	-0.27	-11.27	-11.27
13	-3.85	3.93	1.30	1.30	-1.03	-1.03
14	-7.77	7.81	2.60	2.60	-0.21	-0.21
15	-3.51	3.28	1.13	1.13	-0.65	-0.65
16	0.00	0.00	0.00	0.00	0.08	0.08

AZIONI SUI VINCOLI ESTERNI

nodo	Fx (kN)	Fy (kN)	M (kNm)
1	-7.97	-86.75	9.54
8	-5.62	-76.71	9.44

Il calcolo e' stato eseguito :

- tenendo conto della deformazione estensionale delle aste
- trascurando la deformazione a taglio delle aste

SCHEMA DI CARICO N.2 (CARICHI SLU VERSO DA SINISTRA A DESTRA)

CARICHI NODALI

nodo	Fx (kN)	Fy (kN)	M (kNm)
2	1.96	-29.36	0.00

4	3.62	-35.23	0.00
6	0.39	-5.87	0.00
7	0.19	-11.27	0.00
10	3.62	-35.23	0.00
12	3.62	-35.23	0.00
14	0.19	-11.27	0.00

SPOSTAMENTI E ROTAZIONI DEI NODI

nodo	vx (mm)	vy (mm)	rotaz.x1000
1	0.000	0.000	0.000
2	0.128	-0.028	-0.470
3	1.957	-0.085	-1.553
4	4.353	-0.145	-0.969
5	6.023	-0.165	-0.927
6	7.274	-0.185	-0.476
7	9.129	-0.214	-0.558
8	0.000	0.000	0.000
9	0.132	-0.032	-0.500
10	2.050	-0.131	-1.544
11	4.354	-0.194	-0.984
12	6.159	-0.253	-0.946
13	7.276	-0.268	-0.391
14	9.128	-0.297	-0.598

CARATTERISTICHE DI SOLLECITAZIONE NELLE ASTE

asta	M1 (kNm)	M2 (kNm)	V1 (kN)	V2 (kN)	N1 (kN)	N2 (kN)
1	-9.55	-5.57	7.97	7.97	-76.71	-76.71
2	-9.42	-1.46	4.97	4.97	-48.65	-48.65
3	-1.46	6.99	4.97	4.97	-48.65	-48.65
4	-0.78	1.17	1.14	1.14	-16.02	-16.02
5	1.17	3.11	1.14	1.14	-16.02	-16.02
6	-0.38	0.00	0.11	0.11	-11.27	-11.27
7	-9.45	-6.64	5.62	5.62	-86.75	-86.75
8	-10.58	0.07	6.66	6.66	-85.45	-85.45
9	0.07	5.23	3.04	3.04	-50.22	-50.22
10	-2.58	2.94	3.25	3.25	-47.62	-47.62
11	2.94	2.31	-0.37	-0.37	-12.39	-12.39
12	-0.95	0.00	0.27	0.27	-11.27	-11.27
13	3.86	-3.94	-1.30	-1.30	1.03	1.03
14	7.77	-7.81	-2.60	-2.60	0.21	0.21
15	3.49	-3.26	-1.12	-1.12	0.65	0.65
16	0.00	0.00	0.00	0.00	-0.08	-0.08

AZIONI SUI VINCOLI ESTERNI

nodo	Fx (kN)	Fy (kN)	M (kNm)
1	7.97	-76.71	-9.55
8	5.62	-86.75	-9.45

Il calcolo e' stato eseguito :

- tenendo conto della deformazione estensionale delle aste
- trascurando la deformazione a taglio delle aste

Programma: TELGEN 5.1

SCALA TIPOLOGIA 2: TELAIO A 3 TRAVI (VENTO 100%; CARICHI ESERCIZIO 70%)

COORDINATE E VINCOLI DEI NODI

nodo	x (m)	y (m)	vincolo
1	0.00	0.00	111
2	0.00	0.50	000
3	0.00	2.10	000
4	0.00	3.80	000
5	0.00	5.50	000
6	0.00	7.20	000
7	0.00	10.70	000
8	6.00	0.00	111
9	6.00	0.50	000
10	6.00	2.10	000
11	6.00	3.80	000
12	6.00	5.50	000
13	6.00	7.20	000
14	6.00	10.70	000

DATI RELATIVI ALLE TRAVI

asta	tipo	estremi	forma	b m	h m	area m2	inerzia m4	materiale
1	T	1 2	G	HE180		0.0065	0.000038	1
2	T	2 3	G	HE180		0.0065	0.000038	1
3	T	3 4	G	HE180		0.0065	0.000038	1
4	T	4 5	G	HE180		0.0065	0.000038	1
5	T	5 6	G	HE180		0.0065	0.000038	1
6	T	6 7	G	HE180		0.0065	0.000038	1
7	T	8 9	G	HE180		0.0065	0.000038	1
8	T	9 10	G	HE180		0.0065	0.000038	1
9	T	10 11	G	HE180		0.0065	0.000038	1
10	T	11 12	G	HE180		0.0065	0.000038	1
11	T	12 13	G	HE180		0.0065	0.000038	1
12	T	13 14	G	HE180		0.0065	0.000038	1
13	T	3 10	G	HE180		0.0065	0.000038	1
14	T	5 12	G	HE180		0.0065	0.000038	1
15	P	7 14	G	IPE160		0.0020	0.000009	1

Materiale	Modulo E [N/mm2]	Modulo G [N/mm2]	Coeff. di Poisson ni
1	210000	80769	0.30

SCHEMA DI CARICO N.1 (CARICHI SLE VERSO DA DESTRA A SINISTRA)

CARICHI NODALI

nodo	Fx (kN)	Fy (kN)	M (kNm)
2	-0.44	-2.23	0.00
4	-4.03	-13.36	0.00
6	-2.18	-11.13	0.00
7	-0.21	-8.23	0.00
10	-4.03	0.00	0.00
12	-4.03	-13.36	0.00
14	-0.21	-8.23	0.00

SPOSTAMENTI E ROTAZIONI DEI NODI

nodo	vx (mm)	vy (mm)	rotaz.x1000
1	0.000	0.000	0.000
2	-0.178	-0.015	0.674
3	-2.097	-0.061	1.354
4	-5.297	-0.106	2.039
5	-8.178	-0.134	1.220
6	-10.738	-0.158	1.659
7	-16.634	-0.179	1.698
8	0.000	0.000	0.000
9	-0.183	-0.005	0.692
10	-2.100	-0.023	1.295
11	-5.174	-0.045	2.054
12	-8.177	-0.068	1.213
13	-10.546	-0.078	1.552
14	-16.632	-0.099	1.832

CARATTERISTICHE DI SOLLECITAZIONE NELLE ASTE

asta	M1 (kNm)	M2 (kNm)	V1 (kN)	V2 (kN)	N1 (kN)	N2 (kN)
1	12.70	9.00	-7.41	-7.41	-41.72	-41.72
2	9.00	-2.16	-6.97	-6.97	-39.49	-39.49
3	8.52	-2.03	-6.21	-6.21	-35.95	-35.95
4	-2.03	-5.73	-2.18	-2.18	-22.59	-22.59
5	3.98	0.18	-2.23	-2.23	-19.36	-19.36
6	0.18	0.00	-0.05	-0.05	-8.23	-8.23
7	13.06	9.21	-7.72	-7.72	-14.82	-14.82
8	9.21	-3.14	-7.72	-7.72	-14.82	-14.82
9	7.38	-0.19	-4.46	-4.46	-18.36	-18.36
10	-0.19	-7.77	-4.46	-4.46	-18.36	-18.36
11	1.92	1.29	-0.37	-0.37	-8.23	-8.23
12	1.29	0.00	-0.37	-0.37	-8.23	-8.23
13	-10.68	10.52	3.53	3.53	-0.77	-0.77
14	-9.71	9.69	3.23	3.23	0.06	0.06
15	0.00	0.00	0.00	0.00	0.16	0.16

AZIONI SUI VINCOLI ESTERNI

nodo	Fx (kN)	Fy (kN)	M (kNm)
1	-7.41	-41.72	12.70
8	-7.72	-14.82	13.06

Il calcolo e' stato eseguito :

- tenendo conto della deformazione estensionale delle aste
- trascurando la deformazione a taglio delle aste

SCHEMA DI CARICO N.2 (CARICHI SLE VERSO DA SINISTRA A DESTRA)

CARICHI NODALI

nodo	Fx (kN)	Fy (kN)	M (kNm)
2	0.44	-2.23	0.00
4	4.03	-13.36	0.00
6	2.18	-11.13	0.00

7	0.21	-8.23	0.00
10	4.03	-13.36	0.00
12	4.03	-13.36	0.00
14	0.21	-8.23	0.00

SPOSTAMENTI E ROTAZIONI DEI NODI

nodo	vx (mm)	vy (mm)	rotaz.x1000
1	0.000	0.000	0.000
2	0.178	-0.010	-0.674
3	2.094	-0.041	-1.352
4	5.289	-0.077	-2.036
5	8.162	-0.097	-1.214
6	10.713	-0.121	-1.653
7	16.591	-0.142	-1.692
8	0.000	0.000	0.000
9	0.183	-0.015	-0.691
10	2.098	-0.064	-1.293
11	5.166	-0.095	-2.050
12	8.162	-0.125	-1.207
13	10.521	-0.136	-1.546
14	16.589	-0.157	-1.827

CARATTERISTICHE DI SOLLECITAZIONE NELLE ASTE

asta	M1 (kNm)	M2 (kNm)	V1 (kN)	V2 (kN)	N1 (kN)	N2 (kN)
1	-12.69	-8.99	7.41	7.41	-28.18	-28.18
2	-8.99	2.17	6.97	6.97	-25.95	-25.95
3	-8.51	2.04	6.21	6.21	-29.49	-29.49
4	2.04	5.74	2.18	2.18	-16.13	-16.13
5	-3.98	-0.18	2.23	2.23	-19.36	-19.36
6	-0.18	0.00	0.05	0.05	-8.23	-8.23
7	-13.06	-9.20	7.72	7.72	-41.72	-41.72
8	-9.20	3.15	7.72	7.72	-41.72	-41.72
9	-7.37	0.20	4.46	4.46	-24.82	-24.82
10	0.20	7.78	4.46	4.46	-24.82	-24.82
11	-1.92	-1.29	0.37	0.37	-8.23	-8.23
12	-1.29	0.00	0.37	0.37	-8.23	-8.23
13	10.68	-10.53	-3.53	-3.53	0.77	0.77
14	9.71	-9.69	-3.23	-3.23	-0.06	-0.06
15	0.00	0.00	0.00	0.00	-0.16	-0.16

AZIONI SUI VINCOLI ESTERNI

nodo	Fx (kN)	Fy (kN)	M (kNm)
1	7.41	-28.18	-12.69
8	7.72	-41.72	-13.06

Il calcolo e' stato eseguito :

- tenendo conto della deformazione estensionale delle aste
- trascurando la deformazione a taglio delle aste

SCHEMA DI CARICO N.3 (CARICHI SLU VERSO DA DESTRA A SINISTRA)

CARICHI NODALI

nodo	Fx (kN)	Fy (kN)	M (kNm)
2	-0.65	-4.44	0.00
4	-6.04	-26.65	0.00
6	-3.27	-22.21	0.00
7	-0.32	-14.98	0.00
10	-6.04	-26.65	0.00
12	-6.04	-26.65	0.00
14	-0.31	-14.98	0.00

SPOSTAMENTI E ROTAZIONI DEI NODI

nodo	vx (mm)	vy (mm)	rotaz.x1000
1	0.000	0.000	0.000
2	-0.267	-0.029	1.010
3	-3.140	-0.115	2.027
4	-7.933	-0.200	3.055
5	-12.248	-0.252	1.826
6	-16.085	-0.298	2.487
7	-24.931	-0.337	2.548
8	0.000	0.000	0.000
9	-0.274	-0.021	1.037
10	-3.145	-0.089	1.938
11	-7.749	-0.135	3.077
12	-12.248	-0.180	1.816
13	-15.798	-0.199	2.327
14	-24.928	-0.237	2.750

CARATTERISTICHE DI SOLLECITAZIONE NELLE ASTE

asta	M1 (kNm)	M2 (kNm)	V1 (kN)	V2 (kN)	N1 (kN)	N2 (kN)
1	19.03	13.48	-11.11	-11.11	-78.44	-78.44
2	13.48	-3.26	-10.46	-10.46	-74.00	-74.00
3	12.78	-3.04	-9.30	-9.30	-68.69	-68.69
4	-3.04	-8.59	-3.26	-3.26	-42.04	-42.04
5	5.98	0.28	-3.35	-3.35	-37.19	-37.19
6	0.28	0.00	-0.08	-0.08	-14.98	-14.98
7	19.57	13.79	-11.57	-11.57	-58.12	-58.12
8	13.79	-4.72	-11.57	-11.57	-58.12	-58.12
9	11.07	-0.29	-6.68	-6.68	-36.78	-36.78
10	-0.29	-11.65	-6.68	-6.68	-36.78	-36.78
11	2.89	1.94	-0.56	-0.56	-14.98	-14.98
12	1.94	0.00	-0.56	-0.56	-14.98	-14.98
13	-16.03	15.80	5.30	5.30	-1.15	-1.15
14	-14.57	14.54	4.85	4.85	0.09	0.09
15	0.00	0.00	0.00	0.00	0.24	0.24

AZIONI SUI VINCOLI ESTERNI

nodo	Fx (kN)	Fy (kN)	M (kNm)
1	-11.11	-78.44	19.03
8	-11.57	-58.12	19.57

Il calcolo e' stato eseguito :

- tenendo conto della deformazione estensionale delle aste
- trascurando la deformazione a taglio delle aste

SCHEMA DI CARICO N.4 (CARICHI SLU VERSO DA SINISTRA A DESTRA)

CARICHI NODALI

nodo	Fx (kN)	Fy (kN)	M (kNm)
2	0.66	-4.44	0.00
4	6.04	-26.65	0.00
6	3.27	-22.21	0.00
7	0.32	-14.98	0.00
10	6.04	-26.65	0.00
12	6.04	-26.65	0.00
14	0.32	-14.98	0.00

SPOSTAMENTI E ROTAZIONI DEI NODI

nodo	vx (mm)	vy (mm)	rotaz.x1000
1	0.000	0.000	0.000
2	0.267	-0.021	-1.011
3	3.141	-0.084	-2.028
4	7.935	-0.157	-3.055
5	12.249	-0.197	-1.824
6	16.083	-0.243	-2.487
7	24.933	-0.281	-2.549
8	0.000	0.000	0.000
9	0.274	-0.029	-1.037
10	3.146	-0.120	-1.939
11	7.751	-0.178	-3.077
12	12.248	-0.235	-1.813
13	15.796	-0.254	-2.326
14	24.930	-0.292	-2.751

CARATTERISTICHE DI SOLLECITAZIONE NELLE ASTE

asta	M1 (kNm)	M2 (kNm)	V1 (kN)	V2 (kN)	N1 (kN)	N2 (kN)
1	-19.04	-13.48	11.11	11.11	-58.12	-58.12
2	-13.48	3.25	10.46	10.46	-53.68	-53.68
3	-12.77	3.05	9.31	9.31	-58.98	-58.98
4	3.05	8.60	3.27	3.27	-32.33	-32.33
5	-5.99	-0.29	3.35	3.35	-37.19	-37.19
6	-0.29	0.00	0.08	0.08	-14.98	-14.98
7	-19.58	-13.79	11.57	11.57	-78.44	-78.44
8	-13.79	4.72	11.57	11.57	-78.44	-78.44
9	-11.07	0.30	6.69	6.69	-46.49	-46.49
10	0.30	11.66	6.69	6.69	-46.49	-46.49
11	-2.90	-1.95	0.56	0.56	-14.98	-14.98
12	-1.95	0.00	0.56	0.56	-14.98	-14.98
13	16.03	-15.79	-5.30	-5.30	1.15	1.15
14	14.59	-14.57	-4.86	-4.86	-0.09	-0.09
15	0.00	0.00	0.00	0.00	-0.24	-0.24

AZIONI SUI VINCOLI ESTERNI

nodo	Fx (kN)	Fy (kN)	M (kNm)
------	---------	---------	---------

1	11.11	-58.12	-19.04
8	11.57	-78.44	-19.58

Il calcolo e' stato eseguito :

- tenendo conto della deformazione estensionale delle aste
- trascurando la deformazione a taglio delle aste

Programma: TELGEN 5.1

SCALA TIPOLOGIA 2: TELAIO A 3 TRAVI (VENTO 60%; CARICHI ESERCIZIO 100%)

COORDINATE E VINCOLI DEI NODI

nodo	x (m)	y (m)	vincolo
1	0.00	0.00	111
2	0.00	0.50	000
3	0.00	2.10	000
4	0.00	3.80	000
5	0.00	5.50	000
6	0.00	7.20	000
7	0.00	10.70	000
8	6.00	0.00	111
9	6.00	0.50	000
10	6.00	2.10	000
11	6.00	3.80	000
12	6.00	5.50	000
13	6.00	7.20	000
14	6.00	10.70	000

DATI RELATIVI ALLE TRAVI

asta	tipo	estremi	forma	b m	h m	area m2	inerzia m4	materiale
1	T	1 2	G	HE180		0.0065	0.000038	1
2	T	2 3	G	HE180		0.0065	0.000038	1
3	T	3 4	G	HE180		0.0065	0.000038	1
4	T	4 5	G	HE180		0.0065	0.000038	1
5	T	5 6	G	HE180		0.0065	0.000038	1
6	T	6 7	G	HE180		0.0065	0.000038	1
7	T	8 9	G	HE180		0.0065	0.000038	1
8	T	9 10	G	HE180		0.0065	0.000038	1
9	T	10 11	G	HE180		0.0065	0.000038	1
10	T	11 12	G	HE180		0.0065	0.000038	1
11	T	12 13	G	HE180		0.0065	0.000038	1
12	T	13 14	G	HE180		0.0065	0.000038	1
13	T	3 10	G	HE180		0.0065	0.000038	1
14	T	5 12	G	HE180		0.0065	0.000038	1
15	P	7 14	G	IPE160		0.0020	0.000009	1

Materiale	Modulo E [N/mm2]	Modulo G [N/mm2]	Coeff. di Poisson ni
1	210000	80769	0.30

SCHEMA DI CARICO N.1 (CARICHI SLU VERSO DA DESTRA A SINISTRA)

CARICHI NODALI

nodo	Fx (kN)	Fy (kN)	M (kNm)
2	-0.39	-5.87	0.00
4	-3.62	-35.23	0.00
6	-1.96	-29.36	0.00
7	-0.19	-11.27	0.00
10	-3.62	-35.23	0.00
12	-3.62	-35.23	0.00
14	-0.19	-11.27	0.00

SPOSTAMENTI E ROTAZIONI DEI NODI

nodo	vx (mm)	vy (mm)	rotaz.x1000
1	0.000	0.000	0.000
2	-0.160	-0.032	0.605
3	-1.881	-0.128	1.214
4	-4.754	-0.225	1.831
5	-7.341	-0.279	1.095
6	-9.642	-0.330	1.491
7	-14.945	-0.358	1.527
8	0.000	0.000	0.000
9	-0.164	-0.028	0.621
10	-1.884	-0.116	1.161
11	-4.643	-0.170	1.845
12	-7.341	-0.224	1.089
13	-9.470	-0.238	1.395
14	-14.943	-0.267	1.648

CARATTERISTICHE DI SOLLECITAZIONE NELLE ASTE

asta	M1 (kNm)	M2 (kNm)	V1 (kN)	V2 (kN)	N1 (kN)	N2 (kN)
1	11.40	8.08	-6.66	-6.66	-87.81	-87.81
2	8.08	-1.95	-6.27	-6.27	-81.94	-81.94
3	7.66	-1.82	-5.58	-5.58	-78.76	-78.76
4	-1.82	-5.14	-1.96	-1.96	-43.53	-43.53
5	3.58	0.17	-2.01	-2.01	-40.63	-40.63
6	0.17	0.00	-0.05	-0.05	-11.27	-11.27
7	11.73	8.26	-6.93	-6.93	-75.65	-75.65
8	8.26	-2.83	-6.93	-6.93	-75.65	-75.65
9	6.64	-0.17	-4.00	-4.00	-43.60	-43.60
10	-0.17	-6.98	-4.00	-4.00	-43.60	-43.60
11	1.73	1.16	-0.33	-0.33	-11.27	-11.27
12	1.16	0.00	-0.33	-0.33	-11.27	-11.27
13	-9.61	9.47	3.18	3.18	-0.69	-0.69
14	-8.72	8.71	2.90	2.90	0.05	0.05
15	0.00	0.00	0.00	0.00	0.14	0.14

AZIONI SUI VINCOLI ESTERNI

nodo	Fx (kN)	Fy (kN)	M (kNm)
1	-6.66	-87.81	11.40
8	-6.93	-75.65	11.73

Il calcolo e' stato eseguito :

- tenendo conto della deformazione estensionale delle aste
- trascurando la deformazione a taglio delle aste

SCHEMA DI CARICO N.2 (CARICHI SLU VERSO DA SINISTRA A DESTRA)

CARICHI NODALI

nodo	Fx (kN)	Fy (kN)	M (kNm)
2	0.39	-5.87	0.00
4	3.62	-35.23	0.00
6	1.96	-29.36	0.00

7	0.19	-11.27	0.00
10	3.62	-35.23	0.00
12	3.62	-35.23	0.00
14	0.19	-11.27	0.00

SPOSTAMENTI E ROTAZIONI DEI NODI

nodo	vx (mm)	vy (mm)	rotaz.x1000
1	0.000	0.000	0.000
2	0.160	-0.028	-0.605
3	1.882	-0.109	-1.215
4	4.752	-0.199	-1.829
5	7.332	-0.246	-1.090
6	9.624	-0.297	-1.485
7	14.907	-0.325	-1.522
8	0.000	0.000	0.000
9	0.164	-0.032	-0.621
10	1.885	-0.134	-1.162
11	4.642	-0.196	-1.842
12	7.332	-0.257	-1.084
13	9.451	-0.271	-1.389
14	14.905	-0.300	-1.643

CARATTERISTICHE DI SOLLECITAZIONE NELLE ASTE

asta	M1 (kNm)	M2 (kNm)	V1 (kN)	V2 (kN)	N1 (kN)	N2 (kN)
1	-11.40	-8.08	6.66	6.66	-75.65	-75.65
2	-8.08	1.95	6.27	6.27	-69.78	-69.78
3	-7.65	1.83	5.58	5.58	-72.95	-72.95
4	1.83	5.16	1.96	1.96	-37.72	-37.72
5	-3.58	-0.17	2.01	2.01	-40.63	-40.63
6	-0.17	0.00	0.05	0.05	-11.27	-11.27
7	-11.73	-8.26	6.93	6.93	-87.81	-87.81
8	-8.26	2.83	6.93	6.93	-87.81	-87.81
9	-6.62	0.18	4.00	4.00	-49.41	-49.41
10	0.18	6.99	4.00	4.00	-49.41	-49.41
11	-1.73	-1.16	0.33	0.33	-11.27	-11.27
12	-1.16	0.00	0.33	0.33	-11.27	-11.27
13	9.60	-9.45	-3.17	-3.17	0.69	0.69
14	8.74	-8.72	-2.91	-2.91	-0.05	-0.05
15	0.00	0.00	0.00	0.00	-0.14	-0.14

AZIONI SUI VINCOLI ESTERNI

nodo	Fx (kN)	Fy (kN)	M (kNm)
1	6.66	-75.65	-11.40
8	6.93	-87.81	-11.73

Il calcolo e' stato eseguito :

- tenendo conto della deformazione estensionale delle aste
- trascurando la deformazione a taglio delle aste

Programma: TELGEN 5.1

SCALA TIPOLOGIA 2: TELAIO A 4 TRAVI CON CONTROVENTI (VENTO 100%; CARICHI ESERCIZIO 70%)

COORDINATE E VINCOLI DEI NODI

nodo	x (m)	y (m)	vincolo
1	0.00	0.00	110
2	0.00	0.50	000
3	0.00	3.80	000
4	0.00	7.20	000
5	0.00	10.70	000
6	4.00	0.00	110
7	4.00	0.50	000
8	4.00	3.80	000
9	4.00	7.20	000
10	4.00	10.70	000

DATI RELATIVI ALLE TRAVI

asta	tipo	estremi	forma	b m	h m	area m2	inerzia m4	materiale
1	T	1 2	G	HE180		0.0065	0.000014	1
2	T	2 3	G	HE180		0.0065	0.000014	1
3	T	3 4	G	HE180		0.0065	0.000014	1
4	T	4 5	G	HE180		0.0065	0.000014	1
5	T	6 7	G	HE180		0.0065	0.000014	1
6	T	7 8	G	HE180		0.0065	0.000014	1
7	T	8 9	G	HE180		0.0065	0.000014	1
8	T	9 10	G	HE180		0.0065	0.000014	1
9	P	2 7	G	IPE200		0.0029	0.000019	1
10	P	3 8	G	IPE200		0.0029	0.000019	1
11	P	4 9	G	IPE200		0.0029	0.000019	1
12	P	5 10	G	IPE160		0.0020	0.000009	1
13	P	2 8	G	L40		0.0003	0.000000	1
14	P	3 9	G	L40		0.0003	0.000000	1
15	P	4 10	G	L40		0.0003	0.000000	1

Materiale	Modulo E [N/mm2]	Modulo G [N/mm2]	Coeff. di Poisson ni
1	210000	80769	0.30

SCHEMA DI CARICO N.1 (CARICHI SLE)

CARICHI NODALI

nodo	Fx (kN)	Fy (kN)	M (kNm)
2	6.49	-11.13	0.00
3	6.49	-13.36	0.00
4	6.49	-2.23	0.00
5	0.21	-8.23	0.00
7	6.49	-2.23	0.00
8	6.49	-13.36	0.00
9	6.49	-11.13	0.00
10	0.21	-8.23	0.00

SPOSTAMENTI E ROTAZIONI DEI NODI

nodo	vx (mm)	vy (mm)	rotaz.x1000
1	0.000	0.000	-5.892
2	2.800	0.001	-5.015
3	7.601	-0.030	-0.130
4	9.517	-0.053	-0.495
5	9.875	-0.074	0.094
6	0.000	0.000	-5.664
7	2.692	-0.027	-4.828
8	7.449	-0.198	-0.186
9	9.474	-0.273	-0.511
10	9.871	-0.296	0.085

CARATTERISTICHE DI SOLLECITAZIONE NELLE ASTE

asta	M1 (kNm)	M2 (kNm)	V1 (kN)	V2 (kN)	N1 (kN)	N2 (kN)
1	0.00	10.08	20.16	20.16	3.49	3.49
2	10.08	-1.58	-3.53	-3.53	-12.84	-12.84
3	-1.58	0.97	0.75	0.75	-9.61	-9.61
4	0.97	0.00	-0.28	-0.28	-8.23	-8.23
5	0.00	9.60	19.20	19.20	-73.39	-73.39
6	9.60	-1.52	-3.37	-3.37	-71.16	-71.16
7	-1.52	0.98	0.74	0.74	-30.34	-30.34
8	0.98	0.00	-0.28	-0.28	-9.08	-9.08
9	0.00	0.00	0.00	0.00	-16.08	-16.08
10	0.00	0.00	0.00	0.00	-22.69	-22.69
11	0.00	0.00	0.00	0.00	-6.44	-6.44
12	0.00	0.00	0.00	0.00	-0.49	-0.49
13	0.00	0.00	0.00	0.00	43.15	43.15
14	0.00	0.00	0.00	0.00	15.64	15.64
15	0.00	0.00	0.00	0.00	1.30	1.30

AZIONI SUI VINCOLI ESTERNI

nodo	Fx (kN)	Fy (kN)	M (kNm)
1	20.16	3.49	----
6	19.20	-73.39	----

Il calcolo e' stato eseguito :

- tenendo conto della deformazione estensionale delle aste
- trascurando la deformazione a taglio delle aste

SCHEMA DI CARICO N.2 (CARICHI SLU)

CARICHI NODALI

nodo	Fx (kN)	Fy (kN)	M (kNm)
2	9.74	-22.21	0.00
3	9.74	-26.65	0.00
4	9.74	-4.44	0.00
5	0.32	-14.98	0.00
7	9.74	-4.44	0.00
8	9.74	-26.65	0.00
9	9.74	-22.21	0.00
10	0.32	-14.98	0.00

SPOSTAMENTI E ROTAZIONI DEI NODI

nodo	vx (mm)	vy (mm)	rotaz.x1000
1	0.000	0.000	-8.854
2	4.207	-0.004	-7.536
3	11.443	-0.075	-0.203
4	14.346	-0.120	-0.750
5	14.911	-0.158	0.133
6	0.000	0.000	-8.510
7	4.046	-0.046	-7.255
8	11.215	-0.338	-0.288
9	14.282	-0.472	-0.774
10	14.904	-0.513	0.120

CARATTERISTICHE DI SOLLECITAZIONE NELLE ASTE

asta	M1 (kNm)	M2 (kNm)	V1 (kN)	V2 (kN)	N1 (kN)	N2 (kN)
1	0.00	15.13	30.26	30.26	-10.56	-10.56
2	15.13	-2.37	-5.30	-5.30	-29.57	-29.57
3	-2.37	1.45	1.12	1.12	-18.13	-18.13
4	1.45	0.00	-0.41	-0.41	-14.98	-14.98
5	0.00	14.41	28.82	28.82	-126.00	-126.00
6	14.41	-2.29	-5.06	-5.06	-121.56	-121.56
7	-2.29	1.47	1.10	1.10	-53.69	-53.69
8	1.47	0.00	-0.42	-0.42	-16.27	-16.27
9	0.00	0.00	0.00	0.00	-24.14	-24.14
10	0.00	0.00	0.00	0.00	-34.06	-34.06
11	0.00	0.00	0.00	0.00	-9.67	-9.67
12	0.00	0.00	0.00	0.00	-0.73	-0.73
13	0.00	0.00	0.00	0.00	64.77	64.77
14	0.00	0.00	0.00	0.00	23.48	23.48
15	0.00	0.00	0.00	0.00	1.96	1.96

AZIONI SUI VINCOLI ESTERNI

nodo	Fx (kN)	Fy (kN)	M (kNm)
1	30.26	-10.56	----
6	28.82	-126.00	----

Il calcolo e' stato eseguito :

- tenendo conto della deformazione estensionale delle aste
- trascurando la deformazione a taglio delle aste

Programma: TELGEN 5.1

SCALA TIPOLOGIA 2: TELAIO A 4 TRAVI CON CONTROVENTI (VENTO 60%; CARICHI ESERCIZIO 100%)

COORDINATE E VINCOLI DEI NODI

nodo	x (m)	y (m)	vincolo
1	0.00	0.00	110
2	0.00	0.50	000
3	0.00	3.80	000
4	0.00	7.20	000
5	0.00	10.70	000
6	4.00	0.00	110
7	4.00	0.50	000
8	4.00	3.80	000
9	4.00	7.20	000
10	4.00	10.70	000

DATI RELATIVI ALLE TRAVI

asta	tipo	estremi	forma	b m	h m	area m2	inerzia m4	materiale
1	T	1 2	G	HE180		0.0065	0.000014	1
2	T	2 3	G	HE180		0.0065	0.000014	1
3	T	3 4	G	HE180		0.0065	0.000014	1
4	T	4 5	G	HE180		0.0065	0.000014	1
5	T	6 7	G	HE180		0.0065	0.000014	1
6	T	7 8	G	HE180		0.0065	0.000014	1
7	T	8 9	G	HE180		0.0065	0.000014	1
8	T	9 10	G	HE180		0.0065	0.000014	1
9	P	2 7	G	IPE200		0.0029	0.000019	1
10	P	3 8	G	IPE200		0.0029	0.000019	1
11	P	4 9	G	IPE200		0.0029	0.000019	1
12	P	5 10	G	IPE160		0.0020	0.000009	1
13	P	2 8	G	L40		0.0003	0.000000	1
14	P	3 9	G	L40		0.0003	0.000000	1
15	P	4 10	G	L40		0.0003	0.000000	1

Materiale	Modulo E [N/mm2]	Modulo G [N/mm2]	Coeff. di Poisson ni
1	210000	80769	0.30

SCHEMA DI CARICO N.1 (CARICHI SLU)

CARICHI NODALI

nodo	Fx (kN)	Fy (kN)	M (kNm)
2	5.84	-29.36	0.00
3	5.84	-35.23	0.00
4	5.84	-5.87	0.00
5	0.19	-11.27	0.00
7	5.84	-5.87	0.00
8	5.84	-35.23	0.00
9	5.84	-29.36	0.00
10	0.19	-11.27	0.00

SPOSTAMENTI E ROTAZIONI DEI NODI

nodo	vx (mm)	vy (mm)	rotaz.x1000
1	0.000	0.000	-5.331
2	2.534	-0.017	-4.541
3	6.946	-0.119	-0.143
4	8.751	-0.160	-0.467
5	9.149	-0.189	0.063
6	0.000	0.000	-5.125
7	2.437	-0.042	-4.373
8	6.810	-0.308	-0.194
9	8.713	-0.433	-0.482
10	9.145	-0.464	0.055

CARATTERISTICHE DI SOLLECITAZIONE NELLE ASTE

asta	M1 (kNm)	M2 (kNm)	V1 (kN)	V2 (kN)	N1 (kN)	N2 (kN)
1	0.00	9.07	18.14	18.14	-47.13	-47.13
2	9.07	-1.42	-3.18	-3.18	-42.48	-42.48
3	-1.42	0.87	0.67	0.67	-16.37	-16.37
4	0.87	0.00	-0.25	-0.25	-11.27	-11.27
5	0.00	8.64	17.28	17.28	-116.33	-116.33
6	8.64	-1.37	-3.03	-3.03	-110.46	-110.46
7	-1.37	0.88	0.66	0.66	-50.52	-50.52
8	0.88	0.00	-0.25	-0.25	-12.04	-12.04
9	0.00	0.00	0.00	0.00	-14.47	-14.47
10	0.00	0.00	0.00	0.00	-20.42	-20.42
11	0.00	0.00	0.00	0.00	-5.80	-5.80
12	0.00	0.00	0.00	0.00	-0.44	-0.44
13	0.00	0.00	0.00	0.00	38.83	38.83
14	0.00	0.00	0.00	0.00	14.08	14.08
15	0.00	0.00	0.00	0.00	1.17	1.17

AZIONI SUI VINCOLI ESTERNI

nodo	Fx (kN)	Fy (kN)	M (kNm)
1	18.14	-47.13	----
6	17.28	-116.33	----

Il calcolo e' stato eseguito :

- tenendo conto della deformazione estensionale delle aste
- trascurando la deformazione a taglio delle aste

Programma: TELGEN 5.1

SCALA TIPOLOGIA 2: TELAIO A 5 TRAVI CON CONTROVENTI (VENTO 100%; CARICHI ESERCIZIO 70%)

COORDINATE E VINCOLI DEI NODI

nodo	x (m)	y (m)	vincolo
1	0.00	0.00	110
2	0.00	0.50	000
3	0.00	2.10	000
4	0.00	5.50	000
5	0.00	7.20	000
6	0.00	10.70	000
7	4.00	0.00	110
8	4.00	0.50	000
9	4.00	2.10	000
10	4.00	5.50	000
11	4.00	7.20	000
12	4.00	10.70	000

DATI RELATIVI ALLE TRAVI

asta	tipo	estremi	forma	b m	h m	area m2	inerzia m4	materiale
1	T	1 2	G	HE180		0.0065	0.000014	1
2	T	2 3	G	HE180		0.0065	0.000014	1
3	T	3 4	G	HE180		0.0065	0.000014	1
4	T	4 5	G	HE180		0.0065	0.000014	1
5	T	5 6	G	HE180		0.0065	0.000014	1
6	T	7 8	G	HE180		0.0065	0.000014	1
7	T	8 9	G	HE180		0.0065	0.000014	1
8	T	9 10	G	HE180		0.0065	0.000014	1
9	T	10 11	G	HE180		0.0065	0.000014	1
10	T	11 12	G	HE180		0.0065	0.000014	1
11	P	2 8	G	IPE160		0.0020	0.000009	1
12	P	3 9	G	IPE200		0.0029	0.000019	1
13	P	4 10	G	IPE200		0.0029	0.000019	1
14	P	5 11	G	IPE160		0.0020	0.000009	1
15	P	6 12	G	IPE160		0.0020	0.000009	1
16	P	2 9	G	L40		0.0003	0.000000	1
17	P	3 10	G	L40		0.0003	0.000000	1
18	P	4 11	G	L40		0.0003	0.000000	1
19	P	5 12	G	L40		0.0003	0.000000	1

Materiale	Modulo E [N/mm2]	Modulo G [N/mm2]	Coeff. di Poisson ni
1	210000	80769	0.30

SCHEMA DI CARICO N.1 (CARICHI SLE)

CARICHI NODALI

nodo	Fx (kN)	Fy (kN)	M (kNm)
3	6.49	-13.36	0.00
4	6.49	-13.36	0.00
6	0.21	-8.23	0.00
9	6.49	-13.36	0.00
10	6.49	-13.36	0.00
12	0.21	-8.23	0.00

SPOSTAMENTI E ROTAZIONI DEI NODI

nodo	vx (mm)	vy (mm)	rotaz.x1000
1	0.000	0.000	-3.773
2	1.782	-0.003	-3.147
3	4.589	-0.030	-0.974
4	6.637	-0.081	-0.217
5	6.787	-0.091	-0.030
6	6.953	-0.112	-0.056
7	0.000	0.000	-3.449
8	1.637	-0.022	-2.927
9	4.429	-0.093	-1.051
10	6.589	-0.177	-0.238
11	6.780	-0.188	-0.049
12	6.951	-0.210	-0.049

CARATTERISTICHE DI SOLLECITAZIONE NELLE ASTE

asta	M1 (kNm)	M2 (kNm)	V1 (kN)	V2 (kN)	N1 (kN)	N2 (kN)
1	0.00	7.19	14.39	14.39	-9.16	-9.16
2	7.19	0.60	-4.12	-4.12	-22.68	-22.68
3	0.60	0.67	0.02	0.02	-20.72	-20.72
4	0.67	-0.04	-0.42	-0.42	-7.87	-7.87
5	-0.04	0.00	0.01	0.01	-8.23	-8.23
6	0.00	6.00	11.99	11.99	-60.74	-60.74
7	6.00	0.73	-3.29	-3.29	-60.74	-60.74
8	0.73	0.64	-0.03	-0.03	-33.86	-33.86
9	0.64	0.00	-0.38	-0.38	-9.10	-9.10
10	0.00	0.00	0.00	0.00	-8.59	-8.59
11	0.00	0.00	0.00	0.00	-15.28	-15.28
12	0.00	0.00	0.00	0.00	-24.04	-24.04
13	0.00	0.00	0.00	0.00	-7.27	-7.27
14	0.00	0.00	0.00	0.00	-0.84	-0.84
15	0.00	0.00	0.00	0.00	-0.20	-0.20
16	0.00	0.00	0.00	0.00	36.39	36.39
17	0.00	0.00	0.00	0.00	17.60	17.60
18	0.00	0.00	0.00	0.00	1.32	1.32
19	0.00	0.00	0.00	0.00	0.54	0.54

AZIONI SUI VINCOLI ESTERNI

nodo	Fx (kN)	Fy (kN)	M (kNm)
1	14.39	-9.16	----
7	11.99	-60.74	----

Il calcolo e' stato eseguito :

- tenendo conto della deformazione estensionale delle aste
- trascurando la deformazione a taglio delle aste

SCHEMA DI CARICO N.2 (CARICHI SLU)

CARICHI NODALI

nodo	Fx (kN)	Fy (kN)	M (kNm)
------	---------	---------	---------

3	9.74	-26.65	0.00
4	9.74	-26.65	0.00
6	0.32	-14.98	0.00
9	9.74	-26.65	0.00
10	9.74	-26.65	0.00
12	0.32	-14.98	0.00

SPOSTAMENTI E ROTAZIONI DEI NODI

nodo	vx (mm)	vy (mm)	rotaz.x1000
1	0.000	0.000	-5.669
2	2.678	-0.011	-4.729
3	6.899	-0.069	-1.468
4	9.993	-0.169	-0.329
5	10.221	-0.187	-0.047
6	10.477	-0.225	-0.086
7	0.000	0.000	-5.182
8	2.460	-0.039	-4.398
9	6.658	-0.164	-1.584
10	9.920	-0.313	-0.361
11	10.209	-0.333	-0.075
12	10.474	-0.373	-0.076

CARATTERISTICHE DI SOLLECITAZIONE NELLE ASTE

asta	M1 (kNm)	M2 (kNm)	V1 (kN)	V2 (kN)	N1 (kN)	N2 (kN)
1	0.00	10.80	21.60	21.60	-29.56	-29.56
2	10.80	0.90	-6.18	-6.18	-49.85	-49.85
3	0.90	1.02	0.03	0.03	-40.30	-40.30
4	1.02	-0.07	-0.64	-0.64	-14.44	-14.44
5	-0.07	0.00	0.02	0.02	-14.98	-14.98
6	0.00	9.00	18.00	18.00	-107.00	-107.00
7	9.00	1.10	-4.94	-4.94	-107.00	-107.00
8	1.10	0.97	-0.04	-0.04	-60.06	-60.06
9	0.97	0.00	-0.57	-0.57	-16.31	-16.31
10	0.00	0.00	0.00	0.00	-15.52	-15.52
11	0.00	0.00	0.00	0.00	-22.94	-22.94
12	0.00	0.00	0.00	0.00	-36.08	-36.08
13	0.00	0.00	0.00	0.00	-10.92	-10.92
14	0.00	0.00	0.00	0.00	-1.28	-1.28
15	0.00	0.00	0.00	0.00	-0.30	-0.30
16	0.00	0.00	0.00	0.00	54.63	54.63
17	0.00	0.00	0.00	0.00	26.41	26.41
18	0.00	0.00	0.00	0.00	2.01	2.01
19	0.00	0.00	0.00	0.00	0.83	0.83

AZIONI SUI VINCOLI ESTERNI

nodo	Fx (kN)	Fy (kN)	M (kNm)
1	21.60	-29.56	----
7	18.00	-107.00	----

Il calcolo e' stato eseguito :

- tenendo conto della deformazione estensionale delle aste
- trascurando la deformazione a taglio delle aste

Programma: TELGEN 5.1

SCALA TIPOLOGIA 2: TELAIO A 5 TRAVI CON CONTROVENTI (VENTO 60%; CARICHI ESERCIZIO 100%)

COORDINATE E VINCOLI DEI NODI

nodo	x (m)	y (m)	vincolo
1	0.00	0.00	110
2	0.00	0.50	000
3	0.00	2.10	000
4	0.00	5.50	000
5	0.00	7.20	000
6	0.00	10.70	000
7	4.00	0.00	110
8	4.00	0.50	000
9	4.00	2.10	000
10	4.00	5.50	000
11	4.00	7.20	000
12	4.00	10.70	000

DATI RELATIVI ALLE TRAVI

asta	tipo	estremi	forma	b m	h m	area m2	inerzia m4	materiale
1	T	1 2	G	HE180		0.0065	0.000014	1
2	T	2 3	G	HE180		0.0065	0.000014	1
3	T	3 4	G	HE180		0.0065	0.000014	1
4	T	4 5	G	HE180		0.0065	0.000014	1
5	T	5 6	G	HE180		0.0065	0.000014	1
6	T	7 8	G	HE180		0.0065	0.000014	1
7	T	8 9	G	HE180		0.0065	0.000014	1
8	T	9 10	G	HE180		0.0065	0.000014	1
9	T	10 11	G	HE180		0.0065	0.000014	1
10	T	11 12	G	HE180		0.0065	0.000014	1
11	P	2 8	G	IPE160		0.0020	0.000009	1
12	P	3 9	G	IPE200		0.0029	0.000019	1
13	P	4 10	G	IPE200		0.0029	0.000019	1
14	P	5 11	G	IPE160		0.0020	0.000009	1
15	P	6 12	G	IPE160		0.0020	0.000009	1
16	P	2 9	G	L40		0.0003	0.000000	1
17	P	3 10	G	L40		0.0003	0.000000	1
18	P	4 11	G	L40		0.0003	0.000000	1
19	P	5 12	G	L40		0.0003	0.000000	1

Materiale	Modulo E [N/mm2]	Modulo G [N/mm2]	Coeff. di Poisson ni
1	210000	80769	0.30

SCHEMA DI CARICO N.1 (CARICHI SLU)

CARICHI NODALI

nodo	Fx (kN)	Fy (kN)	M (kNm)
3	5.84	-35.23	0.00
4	5.84	-35.23	0.00
6	0.19	-11.27	0.00
9	5.84	-35.23	0.00
10	5.84	-35.23	0.00
12	0.19	-11.27	0.00

SPOSTAMENTI E ROTAZIONI DEI NODI

nodo	vx (mm)	vy (mm)	rotaz.x1000
1	0.000	0.000	-3.410
2	1.611	-0.021	-2.846
3	4.162	-0.104	-0.894
4	6.059	-0.217	-0.203
5	6.199	-0.231	-0.028
6	6.357	-0.259	-0.053
7	0.000	0.000	-3.118
8	1.481	-0.038	-2.648
9	4.017	-0.161	-0.963
10	6.015	-0.303	-0.222
11	6.192	-0.318	-0.045
12	6.355	-0.348	-0.047

CARATTERISTICHE DI SOLLECITAZIONE NELLE ASTE

asta	M1 (kNm)	M2 (kNm)	V1 (kN)	V2 (kN)	N1 (kN)	N2 (kN)
1	0.00	6.47	12.95	12.95	-58.52	-58.52
2	6.47	0.53	-3.71	-3.71	-70.69	-70.69
3	0.53	0.63	0.03	0.03	-45.70	-45.70
4	0.63	-0.04	-0.40	-0.40	-10.95	-10.95
5	-0.04	0.00	0.01	0.01	-11.27	-11.27
6	0.00	5.40	10.79	10.79	-104.94	-104.94
7	5.40	0.65	-2.97	-2.97	-104.94	-104.94
8	0.65	0.60	-0.01	-0.01	-57.54	-57.54
9	0.60	0.00	-0.36	-0.36	-12.07	-12.07
10	0.00	0.00	0.00	0.00	-11.59	-11.59
11	0.00	0.00	0.00	0.00	-13.76	-13.76
12	0.00	0.00	0.00	0.00	-21.63	-21.63
13	0.00	0.00	0.00	0.00	-6.55	-6.55
14	0.00	0.00	0.00	0.00	-0.78	-0.78
15	0.00	0.00	0.00	0.00	-0.18	-0.18
16	0.00	0.00	0.00	0.00	32.76	32.76
17	0.00	0.00	0.00	0.00	15.81	15.81
18	0.00	0.00	0.00	0.00	1.23	1.23
19	0.00	0.00	0.00	0.00	0.49	0.49

AZIONI SUI VINCOLI ESTERNI

nodo	Fx (kN)	Fy (kN)	M (kNm)
1	12.95	-58.52	----
7	10.79	-104.94	----

Il calcolo e' stato eseguito :

- tenendo conto della deformazione estensionale delle aste
- trascurando la deformazione a taglio delle aste

Pannelli copertura deck

Deck roofing panels
Dachelemente
Panneaux couverture deck
Paneles cubierta deck

PGB TK5 CF

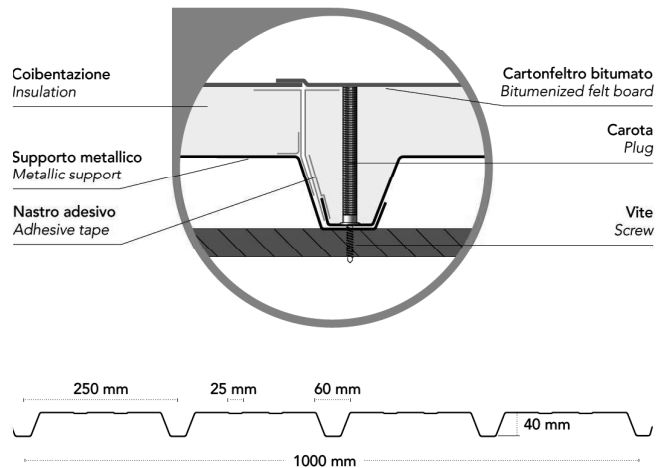
Pannelli metallici coibentati per coperture piane e/o inclinate da impermeabilizzare in opera. Il cartonfeltro bitumato non deve essere mai a contatto diretto con fiamme libere. I lati all’estradosso non devono rimanere a contatto diretto con gli agenti atmosferici.

Insulated metal panels for flat and/or inclined roofs, to be waterproofed on site. The bitumenized felt board should never be directly in contact with open flames. The extrados sides must not be in direct contact with atmospheric agents.

Isolierte Bauelemente für flach bzw. geneigte Dächer (während der Montage abzudichten). Die Bitumenpappe soll nie in direkten Kontakt mit der freien Flamme kommen. Die Paneelen dürfen nicht in Freien gelagert werden.

Panneaux isolants à parements en tôle d’acier pour couvertures planes ou inclinées (veiller à l’étanchéité lors de l’installation). Le carton bituminé ne doit jamais être en contact direct avec des flammes libres. Les emboîtements ne doivent pas rester au contact direct avec l’extérieur car ils sont la cible d’agressions atmosphériques.

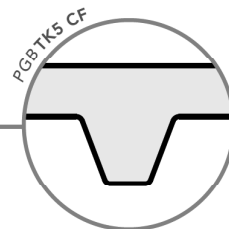
Paneles metálicos aislantes para cubiertas planas y/o inclinadas, a impermeabilizar durante la puesta en obra. El cartonfieltro nunca debe estar en contacto directo con las llamas. Los lados al extradós no deben permanecer en contacto directo con los agentes atmosféricos.



Trasmittanza termica - Thermal transmittance	
Spessore pannello Panel thickness	U
mm	W/m²K
	EN ISO 6946
20	0,74
30	0,54
40	0,43
50	0,35
60	0,30
80	0,23
100	0,19



CARATTERISTICHE Characteristics Eigenschaften Caractéristiques Características	Freccia F≤ 1/200 L	Deflection F≤ 1/200L	Durchbiegung F≤ 1/200L	Flèche F≤ 1/200L	Flecha F≤ 1/200L
--	-----------------------	-------------------------	---------------------------	---------------------	---------------------



PGB TK5 CF							ACCIAIO - STEEL					
Spessore supporto Support thickness	Distanza fra gli appoggi in m - Supports spacing (m)											
	▲ ▲ campata semplice - simple span						▲ ▲ ▲ ▲ campata multipla - multiple span					
mm	1,5	1,75	2	2,25	2,5	2,75	1,5	1,75	2	2,25	2,5	2,75
	Carico massimo uniformemente distribuito in kg/m² acciaio - Max load capacity kg/m² steel											
0,5	182	135	102	82	65		226	168	130	100	84	56
0,6	218	162	122	96	78	50	271	202	156	120	101	67
0,8	291	216	163	128	104	64	340	269	208	160	134	90
1.0	400	280	204	160	130	80	410	330	260	200	168	112

Peso nominale dei pannelli - Nominal panel weight								
	Spessore nominale lamiera Nominal metal sheet thickness	Spessore nominale pannello mm - Nominal panel thickness mm						
	mm	20	30	40	50	60	80	100
Acciaio Steel	0,5	6,4	6,8	7,1	7,5	7,9	8,7	9,4
	0,6	7,4	7,7	8,1	8,5	8,9	9,6	10,4
	0,7	8,3	8,7	9,1	9,5	9,9	10,6	11,4
	0,8	9,3	9,7	10,1	10,5	10,8	11,6	12,4
	1,0	11,3	11,7	12,1	12,4	12,8	13,6	14,3
Alluminio Aluminium	0,6	3,5	3,9	4,3	4,6	5,0	5,8	6,5
	0,7	3,8	4,2	4,6	5,0	5,4	6,1	6,9
	0,8	4,2	4,5	4,9	5,3	5,7	6,4	7,2
	1,0	4,8	5,2	5,6	6,0	6,4	7,1	7,9



Il gradino in grigliato è utilizzato soprattutto per scale esterne e d'emergenza dove vengono apprezzate le doti di portata e l'elevato rapporto vuoto/pieno che consentono una rapida dissipazione dei fumi.



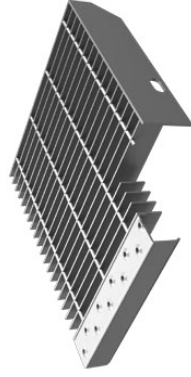
- Scale di sicurezza
- Scale di servizio
- Ballatoi
- Pianerottoli



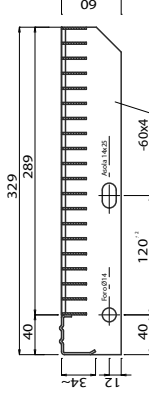
Materialie

- Acciaio S 235 JR UNI EN 10025

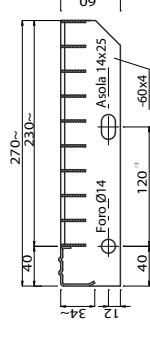
- Zincatura a caldo UNI EN ISO 1461



Il gradino in grigliato è utilizzato soprattutto per scale esterne e d'emergenza dove vengono apprezzate le doti di portata e l'elevato rapporto vuoto/pieno che consentono una rapida dissipazione dei fumi.



15X76-25 X2



25 X 76 - 25 X 2

GRADINI “EXODUS®” PER SCALE DI SICUREZZA - maglia antitacco - da bullonare						
maglia	barra portante	dimensioni			peso	forature a norme UNI
		mm	mm	mm		
11	x 100	25 x 2	1200 x 329	Venustum	16,5	40
15	x 76	25 x 2	1200 x 329	Exodus rompivisuale doppia bugna	13,1	40
15	x 76	25 x 2	1200 x 329	Rompivisuale con fori sbalzati	13,1	40
15	x 76	25 x 2	1000 x 329	Rompivisuale con fori sbalzati	11,0	40
15	x 76	30 x 2	1200 x 329	Exodus rompivisuale doppia bugna	15,1	40
15	x 76	30 x 2	1200 x 329	Rompivisuale con fori sbalzati	15,1	40
25	x 76	25 x 2	600 x 267	Rompivisuale con fori sbalzati	4,3	40
25	x 76	25 x 2	700 x 267	Rompivisuale con fori sbalzati	4,9	40
25	x 76	25 x 2	800 x 267	Rompivisuale con fori sbalzati	5,5	40
25	x 76	25 x 2	900 x 267	Rompivisuale con fori sbalzati	6,1	40
25	x 76	25 x 2	1000 x 267	Rompivisuale con fori sbalzati	6,7	40