

Domenico Leone

RESPONSABILITÀ PROGETTUALE E CALCOLO DI ELEMENTI DI COPERTURA E TAMPONAMENTO IN ACCIAIO E MISTE

Parte 2



RESPONSABILITÀ PROGETTUALE E CALCOLO DI ELEMENTI DI COPERTURA E TAMPONAMENTO IN ACCIAIO E MISTE

Domenico Leone

Il prof. Domenico Leone vanta un'esperienza più che trentennale nel campo della progettazione e realizzazione di strutture metalliche sia in campo industriale che infrastrutturale e civile ed è titolare del laboratorio di "Costruzione dell'Architettura" presso la facoltà di Architettura di Genova in qualità di professore a contratto.

E' consulente di azienda avendo occupato in precedenza il ruolo di Responsabile del settore di progettazione di opere in carpenteria metallica prima presso la Società Italmont S.p.A. e successivamente presso le Società SMSDemag e Paul-Wurth S.p.A.

Ha partecipato alla progettazione di grandi impianti industriali di produzione e trasformazione dell'acciaio e ne ha seguito la realizzazione con le imprese costruttrici e di montaggio acquisendo ampia esperienza in tutti i settori del ciclo di esecuzione delle opere metalliche.

Per il suo impegno in campo internazionale vanta ampia conoscenza delle norme di settore utilizzate in varie nazioni con particolare riguardo agli Eurocodici.

Ha esercitato ed esercita tuttora attività formativa in ambito Aziendale, Universitario, Pubblico, Privato e dell'Ordine Professionale.

È autore del libro "Eurocodice 3" edito da Sistemi Editoriali nonché di numerosi programmi di calcolo automatico dedicati sia alla progettazione di strutture in acciaio di impianti industriali che alla progettazione di componenti strutturali e di dettaglio proprie degli edifici civili e delle infrastrutture (pacchetto SAITU edito da STA DATA S.r.l.) in base agli Eurocodici ed alle nuove Norme Tecniche per le Costruzioni.

La presente pubblicazione è tutelata dalla legge sul diritto d'autore e non può essere divulgata senza il permesso scritto dell'autore.

S.T.A. DATA srl

Corso Raffaello, 12 - 10126 Torino

tel. 011 6699345 www.stadata.com

Parte 2

Calcolo automatico del pannello deck, di cui alla parte 1 dell'articolo, eseguito col programma "Sandwich" per il caso di azioni nel lungo termine

PANNELLO SANDWICH

"Sandwich_C"

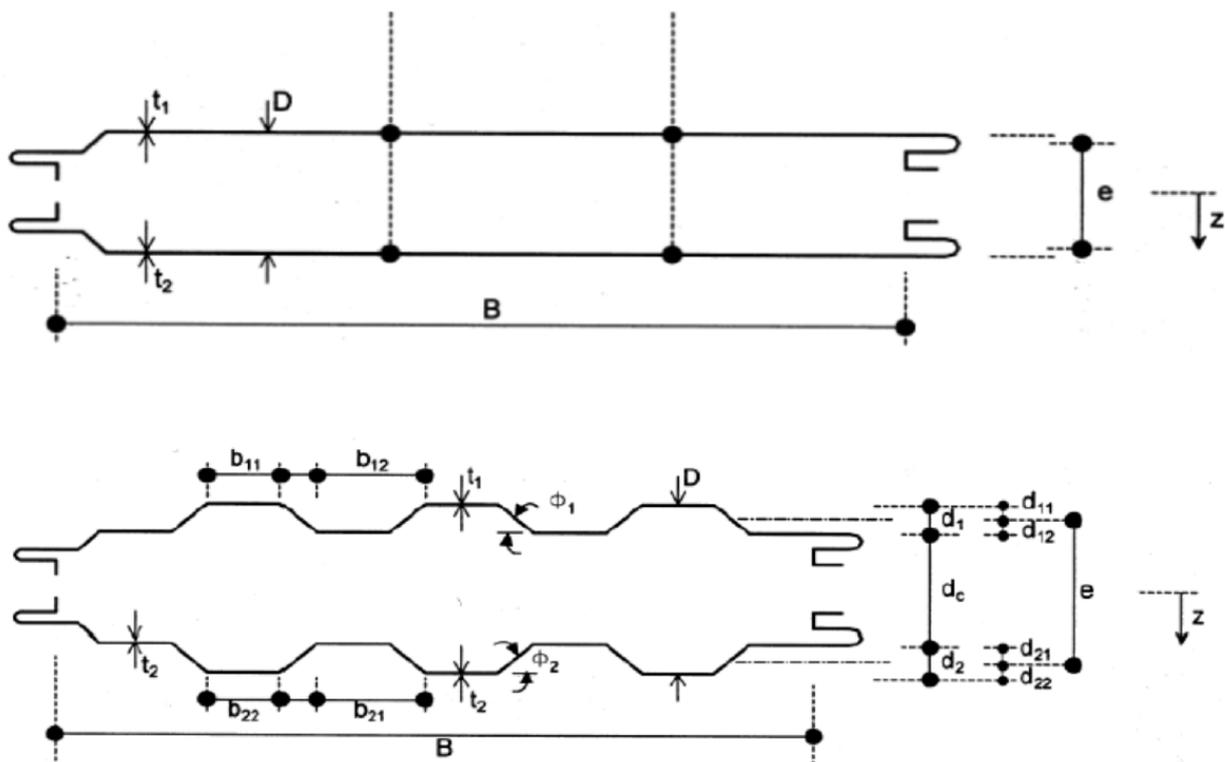
CALCOLO DI PANNELLI MONOLITICI COIBENTATI

VERSIONE ' PROFESSIONAL ' - 3.5

IN CONFORMITA' ALLA NORMA UNI-EN 14509

ALLEGATO 'E'

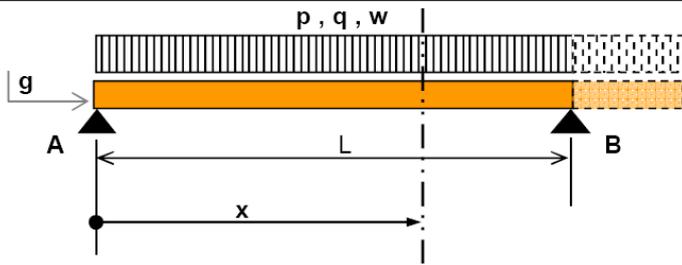
TITOLO



CALCOLO SOLLECITAZIONI - DEFORMAZIONI

PANNELLO CON UNA FACCIA PROFILATA E UNA PIANA O POCO PROFIL.

PROGETTO COME ELEMENTO DI COPERTURA



AREA DELLA FACCIA ESTERNA	$A_{F1} =$	6,39	cm ²
AREA DELLA FACCIA INTERNA	$A_{F2} =$	6,87	cm ²
AREA DEL MATERIALE IN ANIMA	$A_c =$	886,87	cm ²

S.L.U.

$$S_d = \gamma_G \cdot G_k + \gamma_{Q1} \cdot Q_{k1} + \gamma_{Qi} \cdot [\psi_{0i} \cdot Q_{ki}]$$

$\gamma_G =$	1,35	$\gamma_Q =$	1,5	$\gamma^*_{Qi} =$	1
	neve		vento		temperatura
$\psi_0 =$	0,6	$\psi_0 =$	0,6	$\psi_0 =$	1

S.L.S. (combinazione frequente per deformata)

$$S_d = \sum G_{kj} + \psi_{11} \cdot Q_{k1} + \sum \psi_{0i} \cdot \psi_{1j} \cdot Q_{ki}$$

	neve o eserc.	vento	temperatura		
$\psi_1 =$	0,75	$\psi_1 =$	0,75	$\psi_1 =$	1
EN14509	0,75	0,75	1		

		faccia esterna	faccia interna		anima
MODULI DI ELASTICITA' E DI TAGLIO	$E_{F1} =$	210000	210000	N/mm ²	$G_c =$ 3,2 N/mm ²
DISTANZA TRA GLI APPOGGI	$L =$	4,00	costante	m	CARICHI AGGIUNTIVI
CARICHI PERMANENTI / m	$g =$	0,138	p.p pan. 0,138	kN/m	$p.g =$ 0,000 kN/m
CARICO DOVUTO ALLA NEVE / m	$p =$	1,650	/ m larghezza	kN/m	$p.p =$ 0,000 kN/m
CARICO VIVO DI ESERCIZIO / m	$q =$		/ m larghezza	kN/m	PARAMETRI DI RIGIDENZA
CARICO DOVUTO AL VENTO / m	$w =$	PRESS. 0,00	DEPR. -0,70	kN/m	$B_{F1} =$ 0 kNcm ²
TEMPERATURE DI PROGETTO	$T_i =$	EST. 0	INT. 20	°C	$B_{F2} =$ 507094 kNcm ²
FRECCIA AMMISSIBILE	$L / f_a =$	BR.DUR 200	LG.DUR. 100		$B_s =$ 6E+06 kNcm ²
SCHEMA STATICO DI PROGETTO	elemento	appoggiato	2 appoggi		$k_c =$ 0,3851 campata
ASCISSA DI RIFERIMENTO	$X =$	2,00	4,00	m	$k_a =$ 0,4814 app. int.
		M max	T max		$\theta =$ 3E-05 cm ⁻¹

SOLLECITAZIONI MASSIME PER LO STATO LIMITE ULTIMO

FORZE E MOMENTI		C.C. CON AZIONI MASSIME		u.m.	C.C. CON AZIONI MINIME		u.m.
REAZIONE APPOGGIO A	$R_A =$	5,32		kN	-1,82		kN
REAZIONE APPOGGIO B	$R_B =$	5,32		kN	-1,82		kN
SEZIONE DI RIFERIMENTO		SEZ. 1	SEZ. 2		SEZ. 1	SEZ. 2	
MOMENTO FLETTENTE IN X	$M_y =$	532,26	0,00	kNcm	-182,40	0,00	kNcm
TAGLIO A SX. DELLA SEZ. X	$T_{sx} =$	0,00	5,32	kN	0,00	-1,82	kN
TAGLIO A DX. DELLA SEZ. X	$T_{dx} =$	0,00	5,32	kN	0,00	-1,82	kN

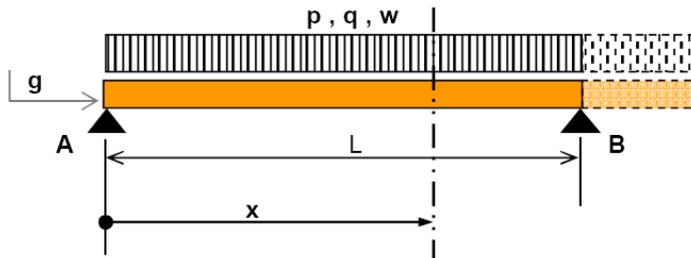
SOLLECITAZIONI MASSIME E DEFORMAZIONE PER LO STATO LIMITE DI SERVIZIO

FORZE - MOMENTI - FRECCIA		C.C. CON AZIONI MASSIME		u.m.	C.C. CON AZIONI MINIME		u.m.
REAZIONE APPOGGIO A	$R_A =$	2,75		kN	-1,12		kN
REAZIONE APPOGGIO B	$R_B =$	2,75		kN	-1,12		kN
SEZIONE DI RIFERIMENTO		SEZ. 1	SEZ. 2		SEZ. 1	SEZ. 2	
MOMENTO FLETTENTE IN X	$M_y =$	275,10	0,00	kNcm	-112,40	0,00	kNcm
TAGLIO A SX. DELLA SEZ. X	$T_{sx} =$	0,00	2,75	kN	0,00	-1,12	kN
TAGLIO A DX. DELLA SEZ. X	$T_{dx} =$	0,00	2,75	kN	0,00	-1,12	kN
FRECCIA MAX IN CAMPATA	$f_{max} =$	14,89		mm	-6,08		mm

SOLLECITAZIONI E DEFORMAZIONE PER EFFETTO DEL GRADIENTE DI TEMPERATURA

FORZE - MOMENTI - FRECCIA		C.C. CON AZIONI MASSIME		u.m.	C.C. CON AZIONI MINIME		u.m.
REAZIONE APPOGGIO A	$R_A =$	0,000		kN	0,00		kN
REAZIONE APPOGGIO B	$R_B =$	0,000		kN	0,00		kN
SEZIONE DI RIFERIMENTO		SEZ. 1	SEZ. 2		SEZ. 1	SEZ. 2	
MOMENTO FLETTENTE IN X	$M_y =$	0,000	0,000	kNcm	0,00	0,00	kNcm
TAGLIO A SX. DELLA SEZ. X	$T_{sx} =$	0,000	0,000	kN	0,00	0,00	kN
TAGLIO A DX. DELLA SEZ. X	$T_{dx} =$	0,000	0,000	kN	0,00	0,00	kN
FRECCIA MAX IN CAMPATA	$f_{max} =$	4,46		mm	4,46		mm

CALCOLO SOLLECITAZIONI - DEFORMAZIONI PER VERIFICA ALLO SCORRIMENTO



AREA DELLA FACCIA ESTERNA	$A_{F1} =$	6,39	cm ²
AREA DELLA FACCIA INTERNA	$A_{F2} =$	6,87	cm ²
AREA DEL MATERIALE IN ANIMA	$A_c =$	886,87	cm ²

ELEMENTO DI COPERTURA

S.L.U.

$$S_d = \gamma_G \cdot G_k + \gamma_{Q1}^* \cdot Q_{k1} + \gamma_{Qi} \cdot [\psi_{0i} \cdot Q_{ki}]$$

$\gamma_G =$	1	$\gamma_Q =$	0	$\gamma_{Q1}^* =$	1
	neve		vento		temperatura
$\psi_0 =$	1	$\psi_0 =$	0	$\psi_0 =$	1

S.L.S. (combinazione frequente per deformata)

$$S_d = \sum G_{kj} + \psi_{11} \cdot Q_{k1} + \sum \psi_{0i} \cdot \psi_{1j} \cdot Q_{kj}$$

	neve o eserc.	vento	temperatura		
$\psi_1 =$	0,75	$\psi_1 =$	0,75	$\psi_1 =$	1

	permanenti	carico neve		
MODULI AL TAGLIO RIDOTTI	$G_{ct,p} =$	0,4	$G_{ct,n} =$	0,941 N/mm ²
DISTANZA TRA GLI APPOGGI	L =	4,00	costante	m
CARICHI PERMANENTI / m	g =	0,14 / m larghezza	kN/m	CARICHI AGGIUNTIVI
CARICO DOVUTO ALLA NEVE / m	p =	1,65 / m larghezza	kN/m	p.g = 0,000 kN/m
CARICO VIVO DI ESERCIZIO / m	q =	0,00 / m larghezza	kN/m	p.p = 0,000 kN/m
CARICO DOVUTO AL VENTO / m	w =	0	0	kN/m
TEMPERATURE DI PROGETTO	T _i =	0	20	°C
FRECCIA AMMISSIBILE	L / f _a =	200	SCORR. 100	
SCHEMA STATICO DI PROGETTO	elemento		APP.	
ASCISSA DI RIFERIMENTO	X =	2,00	4,00	m
		M max	T max	
				PARAMETRI DI RIGIDEZZA
				B _s = 6E+06 kNcm ²
				k _{p,c} = 3,0808
				k _{n,c} = 1,3093
				k _{p,a} = 3,851
				k _{n,a} = 1,6367
				θ = 3E-05 cm ⁻¹

SOLLECITAZIONI MASSIME PER LO STATO LIMITE ULTIMO

FORZE E MOMENTI		C.C. CON AZIONI MASSIME		u.m.	C.C. CON AZIONI MINIME		u.m.
REAZIONE APPOGGIO A	$R_A =$	3,58		kN	0,28		kN
REAZIONE APPOGGIO B	$R_B =$	3,58		kN	0,28		kN
SEZIONE DI RIFERIMENTO		SEZ. 1	SEZ. 2		SEZ. 1	SEZ. 2	
MOMENTO FLETTENTE IN X	$M_y =$	357,60	0,00	kNcm	27,60	0,00	kNcm
TAGLIO A SX. DELLA SEZ. X	$T_{sx} =$	0,00	3,58	kN	0,00	0,28	kN
TAGLIO A DX. DELLA SEZ. X	$T_{dx} =$	0,00	3,58	kN	0,00	0,28	kN

SOLLECITAZIONI MASSIME E DEFORMAZIONE PER LO STATO LIMITE DI SERVIZIO

FORZE - MOMENTI - FRECCIA		C.C. CON AZIONI MASSIME		u.m.	C.C. CON AZIONI MINIME		u.m.
REAZIONE APPOGGIO A	$R_A =$	2,75		kN	0,28		kN
REAZIONE APPOGGIO B	$R_B =$	2,75		kN	0,28		kN
SEZIONE DI RIFERIMENTO		SEZ. 1	SEZ. 2		SEZ. 1	SEZ. 2	
MOMENTO FLETTENTE IN X	$M_y =$	275,10	0,00	kNcm	27,60	0,00	kNcm
TAGLIO A SX. DELLA SEZ. X	$T_{sx} =$	0,00	2,75	kN	0,00	0,28	kN
TAGLIO A DX. DELLA SEZ. X	$T_{dx} =$	0,00	2,75	kN	0,00	0,28	kN
FRECCIA MAX IN CAMPATA	$f_{max} =$	30,08		mm	8,68		mm

SOLLECITAZIONI E DEFORMAZIONE PER EFFETTO DEL GRADIENTE DI TEMPERATURA

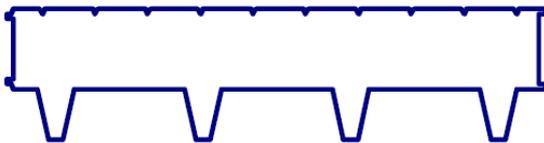
FORZE - MOMENTI - FRECCIA		C.C. CON AZIONI MASSIME		u.m.	C.C. CON AZIONI MINIME		u.m.
REAZIONE APPOGGIO A	$R_A =$	0,000		kN	0,00		kN
REAZIONE APPOGGIO B	$R_B =$	0,000		kN	0,00		kN
SEZIONE DI RIFERIMENTO		SEZ. 1	SEZ. 2		SEZ. 1	SEZ. 2	
MOMENTO FLETTENTE IN X	$M_y =$	0,000	0,000	kNcm	0,00	0,00	kNcm
TAGLIO A SX. DELLA SEZ. X	$T_{sx} =$	0,000	0,000	kN	0,00	0,00	kN
TAGLIO A DX. DELLA SEZ. X	$T_{dx} =$	0,000	0,000	kN	0,00	0,00	kN
FRECCIA MAX IN CAMPATA	$f_{max} =$	4,46		mm	4,46		mm

CARATTERISTICHE DELLA SEZIONE E SOLLECITAZIONI MASSIME

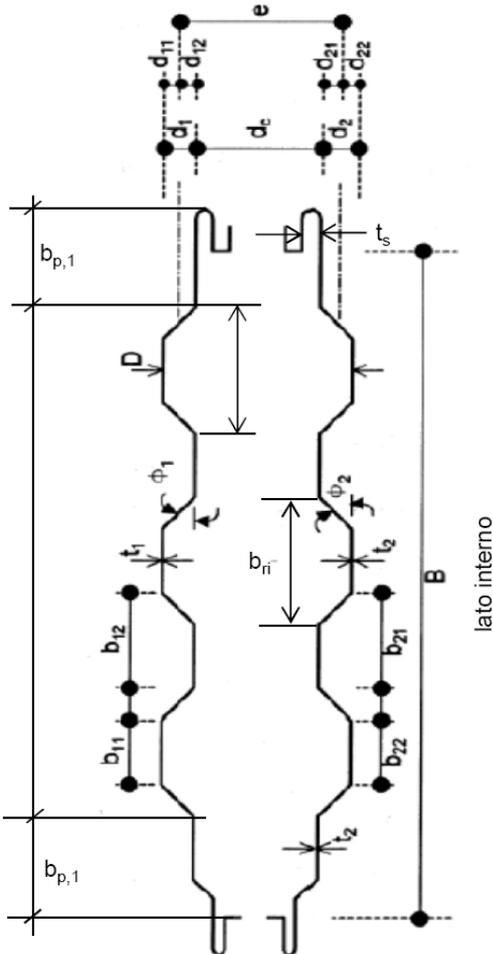
TIPO COMPANY - GLAMET		PANNELLO PROGETTATO COME ELEMENTO DI COPERTURA							
LAMIERA EST.	ACCIAIO	S250GD-EN10346	$f_{ye} = \text{N/mm}^2$	250	$\alpha =$	0,000012			
LAMIERA INT.	ACCIAIO	S250GD-EN10346	$f_{yi} = \text{N/mm}^2$	250	$\alpha =$	0,000012			
irrigid. esterno triangolare	irrigid. interno trapezio	GRECA ESTERNA RIENTRANTE	GRECA INTERNA SPORGENTE						
TIPO DI MATERIALE IN ANIMA		SPESS. (mm)	ρ_p (kg/m ³)	c.s. neve	c.s. perm.	$f_{Cc} = \text{N/mm}^2$	$f_{Sc} = \text{N/mm}^2$	λ_c W/mK	
caratteristiche materiale da input		78,96	40	2,40	7,00	0,104	0,065	0,024	
u.m./m		SOLLECITAZIONI PER LO S.L.U.			u.m./m		SOLLECITAZIONI PER LO S.L.S.		
		SEZIONE IN CAMPATA		SEZIONE ALL'APPOGGIO				SEZIONE ALL'APPOGGIO	
kNcm	$M_{S,c.1} =$	532,26	$M_{S,a.1} =$	0,00	kNcm	$M_{S,c.1} =$	275,10	$M_{S,a.1} =$	0,00
kNcm	$M_{S,c.2} =$	-182,40	$M_{S,a.2} =$	0,00	kNcm	$M_{S,c.2} =$	-112,40	$M_{S,a.2} =$	0,00
kN	$V_{S,c} =$	0,00	$F_{S,a.i} =$	5,32	kN	$V_{S,c} =$	0,00	$F_{S,a.i} =$	2,75

MODELLO DI CALCOLO

lato esterno



lato interno



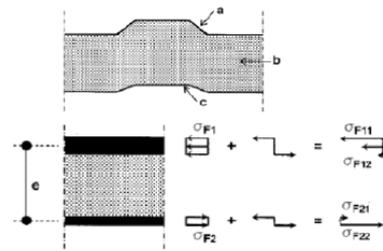
Altezza totale del profilo	D = mm	130,00
Altezza anima interna	$d_c =$ mm	79,48
Larghezza totale del pannello	$B_t =$ mm	1025
Larghezza tra le estremità	B = mm	1000
Spessore di progetto faccia est.	$t_1 =$ mm	0,57
Spessore di progetto faccia int.	$t_2 =$ mm	0,47
Lunghezza spine di innesto	s = mm	12,5
N° irrigidimenti faccia esterna	$n_s =$	10
N° irrigidimenti faccia interna	$n_i =$	4
Dist. 1° irrigidim. esterno-bordo	$b_{p,1} =$ mm	50,00
Dist. 1° irrigidim. interno-bordo	$b_{p,i} =$ mm	50,00
Dist. 1° piega anima da faccia est.	$h_a =$ mm	
Dist. II° piega anima da faccia est.	$h_b =$ mm	
Larghezza irrigidimento esterno	$b_{rf} =$ mm	10,00
Larghezza irrigidimento interno	$b_{ri} =$ mm	70,00
Spessore spine di innesto	$t_s =$ mm	5,00
Altezza irrigidim. esterno trapezio	$u_{tf} =$ mm	
Altezza irrigidim. interno trapezio	$u_{ti} =$ mm	50,00
Inclinazione irrigidimento esterno	$\alpha_{sf} =$ deg	45,00
Inclinazione irrigidimento interno	$\alpha_{si} =$ deg	67,00
Inclinazione piega dell'anima	$\alpha_a =$ deg	
Altezza irrigidimento esterno	$d_1 =$ mm	5,00
Altezza irrigidimento interno	$d_2 =$ mm	50,00
Eccentricità tra i baric. delle facce	e = mm	91,574
Distanza baric. est.-bordo irrigid.	$d_{11} =$ mm	4,049
Distanza baric. est.-asse faccia	$d_{12} =$ mm	0,951
Distanza baric. int.-bordo irrigid.	$d_{22} =$ mm	36,955
Distanza baric. int.-asse faccia	$d_{21} =$ mm	13,045
Area della sezione metallica	A = cm ²	13,26
Posizione asse baricentrico	$z_G =$ mm	81,3
Momento di inerzia faccia esterna	$I_{ext} =$ cm ⁴	0,195
Momento di inerzia faccia interna	$I_{int} =$ cm ⁴	24,147
Modulo di resist. faccia esterna	$W_{el,c} =$ cm ³	2,046
Modulo di resist. faccia interna	$W_{el,t} =$ cm ³	6,534
Area di taglio faccia esterna	$A_{V,F1} =$ cm ²	0,81
Area di taglio faccia interna	$A_{V,F2} =$ cm ²	2,04
Peso unitario del pannello	p = kg/m ²	13,83

PANNELLO CON UNA FACCIA PROFILATA ED UNA PIANA

u.m./m kN ; cm		SOLLECITAZIONI PER LO S.L.U.				u.m./m kN ; cm		SOLLECITAZIONI PER LO S.L.S.			
		AZIONI MASSIME		AZIONI MINIME				AZIONI MASSIME		AZIONI MINIME	
campata	$M_{F,i} =$	116,06	$M_{F,i} =$	13,41	campata	$M_{F,i} =$	90,40	$M_{F,i} =$	13,41		
	$M_S =$	241,54	$M_S =$	14,19		$M_S =$	184,70	$M_S =$	14,19		
appoggio	$M_{F,i} =$	0,00	$M_{F,i} =$	0,00	appoggio	$M_{F,i} =$	0,00	$M_{F,i} =$	0,00		
	$M_S =$	0,00	$M_S =$	0,00		$M_S =$	0,00	$M_S =$	0,00		
reazione	$F_{S,a} =$	3,58	$F_{S,a} =$	-1,82	reazione	$F_{S,a} =$	2,75	$F_{S,a} =$	-1,12		

sollecitazioni per la condizione di scorrimento ←→ sollecitazioni per la condizione di scorrimento

Fattori di sicurezza del materiale



valori minimi indicativi per PIR o PUR

	S.L.U.	S.L.S.
resistenza allo snervamento di una faccia	1,10	1,00
resistenza a taglio dell'anima	1,50	1,10
resistenza a taglio di una faccia profilata	1,10	1,00
raggrinzamento di una faccia in campata	1,25	1,10
interazione reazione-raggrinzamento	1,25	1,10
schacciamento dell'anima	1,40	1,10
resistenza alla reazione di appoggio	1,10	1,00

VERIFICA DI RESISTENZA IN CAMPATA

elemento	coefficienti di rigidezza			
	β	β_o	β_s	
appoggiato	0	0,26787861	0	0,81286736
appoggiato	0,16262475	0,14998603	0,48577407	0,31106192

faccia piana o leggermente profilata

FACCIA INTERNA

S.L.U.	tensione di raggrinzamento	$\sigma_{F1} = M_{S,1} / (e \cdot A_{F1}) =$	0,0	<	200,0	N/mm ²
	tensione di trazione	$\sigma_{F1} = M_{S,2} / (e \cdot A_{F1}) =$	38,9	<	227,3	N/mm ²
S.L.S.	tensione di raggrinzamento	$\sigma_{F1} = M_{S,1} / (e \cdot A_{F1}) =$	0,0	<	227,3	N/mm ²
	tensione di trazione	$\sigma_{F1} = M_{S,2} / (e \cdot A_{F1}) =$	29,7	<	250,0	N/mm ²

faccia profilata : i = 1 (fl. est.) ; i = 2 (fl. int.)

S.L.U.	tensione di compressione	$\sigma_{F11} = \sigma'_{F1} + M_{F1} / I_{F1} \cdot d_{i1} =$	0,0	<	227,3	N/mm ²
	tensione di trazione	$\sigma_{F12} = \sigma'_{F1} - M_{F1} / I_{F1} \cdot d_{i2} =$	218,7	<	227,3	N/mm ²
S.L.S.	tensione di compressione	$\sigma_{F11} = \sigma'_{F1} + M_{F1} / I_{F1} \cdot d_{i1} =$	0,0	<	250,0	N/mm ²
	tensione di trazione	$\sigma_{F12} = \sigma'_{F1} - M_{F1} / I_{F1} \cdot d_{i2} =$	169,8	<	250,0	N/mm ²

faccia piana o leggermente profilata : i = 1 (fl. est.) ; i = 2 (fl. int.) ; j = 1 o 2

FACCIA ESTERNA

S.L.U.	tensione di raggrinzamento	$\sigma_{Fi} = M_{S,j} / (e \cdot A_{Fi}) =$	41,8	<	81,0	N/mm ²
	tensione di trazione	$\sigma_{Fi} = M_{S,j} / (e \cdot A_{Fi}) =$	0,0	<	227,3	N/mm ²
S.L.S.	tensione di raggrinzamento	$\sigma_{Fi} = M_{S,j} / (e \cdot A_{Fi}) =$	32,0	<	227,3	N/mm ²
	tensione di trazione	$\sigma_{Fi} = M_{S,j} / (e \cdot A_{Fi}) =$	0,0	<	250,0	N/mm ²

VERIFICA DI RESISTENZA ALL'APPOGGIO

elemento	coefficienti di rigidezza			
	β	β_o	β_s	
appoggiato	0	0,26787861	0	0,81286736
appoggiato	0,18100587	0,1658425	0,53684157	0,35175931

faccia piana o leggermente profilata

FACCIA ESTERNA

S.L.U.	tensione di raggrinzamento	$\sigma_{F1j} = \sigma_{F1} + M_{F1} / I_{F1} \cdot d_{1j} =$	0,0	<	200,0	N/mm ²
	tensione di trazione	$\sigma_{F1j} = \sigma_{F1} - M_{F1} / I_{F1} \cdot d_{1j} =$	0,0	<	227,3	N/mm ²
S.L.S.	tensione di raggrinzamento	$\sigma_{F1j} = \sigma_{F1} + M_{F1} / I_{F1} \cdot d_{1j} =$	0,0	<	227,3	N/mm ²
	tensione di trazione	$\sigma_{F1j} = \sigma_{F1} - M_{F1} / I_{F1} \cdot d_{1j} =$	0,0	<	250,0	N/mm ²

materiale isolante e irrigidimenti

ANIMA

S.L.U.	tensione di taglio anima	$\tau_c = V_s / (e \cdot B) =$	0,040	<	0,043	N/mm ²
	tensione di taglio flangia est.	$\tau_{F1} = V_{F1} / A_{V,F1} =$	0,0	<	131,2	N/mm ²
	tensione di taglio flangia int.	$\tau_{F2} = V_{F2} / A_{V,F2} =$	26,4	<	131,2	N/mm ²

faccia profilata - pannello deck

FACCIA INTERNA

S.L.U.	tensione di compressione	$\sigma_{F22} = \sigma_{F2} + M_{F2} / I_{F2} \cdot d_{22} =$	0,0	<	227,3	N/mm ²
	tensione di trazione	$\sigma_{F22} = \sigma_{F2} - M_{F2} / I_{F2} \cdot d_{22} =$	0,0	<	227,3	N/mm ²
S.L.S.	tensione di compressione	$\sigma_{F22} = \sigma_{F2} + M_{F2} / I_{F2} \cdot d_{22} =$	0,0	<	250,0	N/mm ²
	tensione di trazione	$\sigma_{F22} = \sigma_{F2} - M_{F2} / I_{F2} \cdot d_{22} =$	0,0	<	250,0	N/mm ²

RESISTENZA ALLA REAZIONE DI APPOGGIO - & E.4.3.2

u.m./m	REAZIONI PER LO S.L.U.		u.m./m	REAZIONI PER LO S.L.S.	
	APPOGGIO ESTERNO	APPOGGIO INTERNO		APPOGGIO ESTERNO	APPOGGIO INTERNO
kN	$F_{S.a.e} = 5,32$	$F_{S.a.i} = 5,32$	kN	$F_{S.a.e} = 2,75$	$F_{S.a.i} = 2,75$

Fattori di sicurezza del materiale

	S.L.U.	S.L.S.
interazione reazione-raggrinzamento	1,25	1,10
schiacciamento dell'anima	1,40	1,10
resistenza alla reazione di appoggio	1,10	1,00

Eccentricità di progetto	$e = 91,57$	mm	<=	91,57	mm
Parametro di distribuzione	$k = 0,50$	schiuma poliuretanic rigida			
Larghezza appoggio esterno	$L_{s,e} = 50$	mm			
Larghezza appoggio interno	$L_{s,i} =$	mm			

- VERIFICA DI RESISTENZA ALLO SCHIACCIAMENTO DELL'ANIMA - APPOGGIO DI ESTREMITA'

$$F_{Re} = B \cdot (L_{s,e} + 0,5 \cdot k \cdot e) \cdot f_{Cc} / \gamma_M = 5,41 \text{ kN} > 5,39 \text{ kN} \quad (\text{rif. larghezza pannello})$$

- VERIFICA DI RESISTENZA ALLO SCHIACCIAMENTO DELL'ANIMA - APPOGGIO INTERMEDIO

$$F_{Ri} = B \cdot (L_{s,i} + k \cdot e) \cdot f_{Cc} / \gamma_M = 3,40 \text{ kN} > 5,39 \text{ kN} \quad (\text{rif. larghezza pannello})$$

- VERIFICA DI RESISTENZA ALLA REAZIONE DI APPOGGIO DI UNA FACCIA PROFILATA

$$R_{w,Rd} = \alpha t^2 \sqrt{f_{yb} E} (1 - 0,1\sqrt{r/t}) [0,5 + \sqrt{0,02 l_a / t}] (2,4 + (\phi/90)^2) / \gamma_{M1} \quad r/t = 1$$

$$R_{w,Rd} = 4,55 \text{ kN} > 3,62 \text{ kN} \quad (\text{rif. larghezza pannello})$$

- INTERAZIONE REAZIONE-RAGGRINZAMENTO ALL'APPOGGIO INTERMEDIO

$$(\sigma_F / f_d)_{max} + F_{S.a.i} / F_R = 0,80 < 1,25$$

VERIFICA DI DEFORMAZIONE - & E.5.5 b

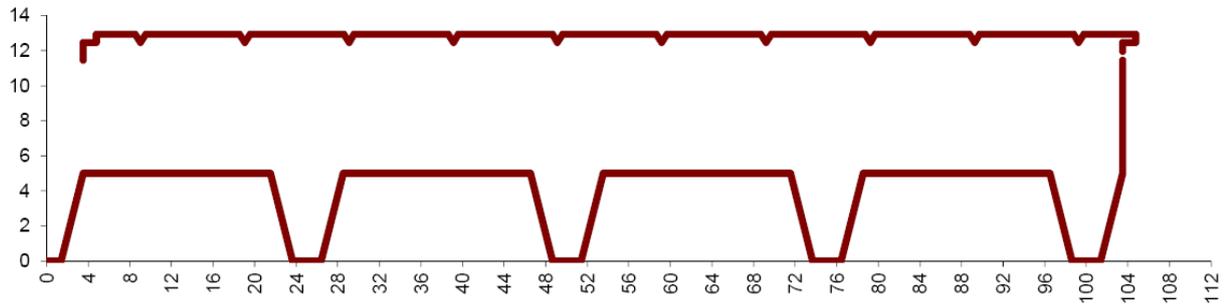
		Az. Max.	Az. Min.	
combinazione carichi unif.	$f_{max,1} =$	14,89	-6,08	mm (rif. larghezza effettiva pannello)
gradiente termico	$f_{max,2} =$	4,46	4,46	mm
combinazione frequente	$f_{max} =$	19,34	1,63	mm < 20,00 mm per tetti

VERIFICA ALLO SCORRIMENTO - PANNELLO DI COPERTURA - & E.5.4

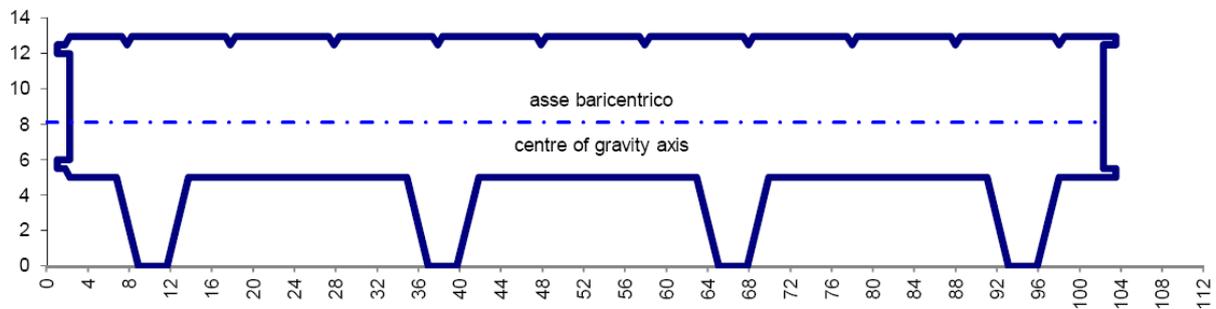
		Az. Max.	
combinazione carichi unif.	$f_{max,1} =$	30,08	mm (rif. larghezza effettiva pannello)
gradiente termico	$f_{max,2} =$	4,46	mm
combinazione frequente	$f_{max} =$	34,54	mm < 40,00 mm

CARATTERISTICHE GEOMETRICHE DELLA SEZIONE INTERAMENTE REAGENTE

SEZIONE EFFETTIVA



MODELLO DI CALCOLO



H = cm	13	I = lunghezza singolo piatto				l° piatto	ascissa asse di simmetria greche = mm				523,8
B = cm	102,5	y _g ; z _g = coordin. baric. rif. a I				α <= 90°					
PIATTI	SPESSORE	LUNGH.	DIST. g-z	DIST. g-y	ROTAZ.	AREA	M.STAT. Z	M.STAT. Y	Wpl.y	Wpl.z	
i	s = cm	l = cm	y _g = cm	z _g = cm	α = °	A = cm ²	Sz = cm ³	Sy = cm ³	cm ³	cm ³	
1	0,057	91,25	51,25	12,9715	0	5,2012499	266,56406	67,468014	38,790226	266,56406	
2	0,047	73,25	51,25	5,0235	0	3,44275	176,44094	17,294655	1,6874079	176,44094	
3	0,114	0,5	51,25	12,7215	90,00	0,057	2,92125	0,7251255	0,4108484	2,92125	
4	0,114	0,5	51,25	12,2215	90,00	0,057	2,92125	0,6966255	0,3823484	2,92125	
5	0,017485	5,948	51,25	8,9975	90,00	0,104	5,33	0,93574	0,3623221	5,33	
6	0,094	0,5	51,25	5,7735	90,00	0,047	2,40875	0,2713545	0,0122137	2,40875	
7	0,094	0,5	51,25	5,2735	90,00	0,047	2,40875	0,2478545	0,0112954	2,40875	
8	1,14	0,707107	51,25	12,7215	45,00	0,8061017	41,312713	10,254823	5,8102734	41,312713	
9	1,14	0	51,25	0	45,00	0	0	0	0	0	
10	0,57	0	51,25	0	0	0	0	0	0	0	
11	0,57	0	51,25	0	0	0	0	0	0	0	
12	0,456	0	51,25	0	67,00	0	0	0	0	0	
13	0,456	5,431802	51,25	2,5235	67,00	2,4769016	126,94121	6,2504613	7,4062671	126,94121	
14	0,228	2,755252	51,25	0,0235	0	0,6281974	32,195117	0,0147626	3,4488878	32,195117	
15	0,228	0	51,25	0	0	0	0	0	0	0	
16	0,057	2,5	51,25	12,4715	0	0,1425	7,3031249	1,7771887	0,9914959	7,3031249	
17	0,057	1,25	51,25	11,9715	0	0,07125	3,6515625	0,8529694	0,460123	3,6515625	
18	0,047	1,25	51,25	6,0235	0	0,05875	3,0109375	0,3538806	0,0299546	3,0109375	
19	0,047	2,5	51,25	5,5235	0	0,1175	6,021875	0,6490112	0	6,021875	
20	1,14	0	51,25	0	0,00	0	0	0	0	0	
21	1,14	0	51,25	0	0,00	0	0	0	0	0	
188,8422						TOTALE	13,257	679,43153	107,7925	59,80	