

Dimensionamento statico di elementi per tetti e solai holzius

06/12/2022
Versione 1

Contenuto

1. Carichi agenti fuori piano sugli elementi in legno puro holzius per tetti e solai.....	2
1.1. Introduzione	2
1.2. Predimensionamento	2
1.2.1. Valori considerati	2
1.2.2. Vibrazione.....	3
1.2.3. Caso di incendio	4
1.2.4. Verifiche eseguite	4
1.2.5. Utilizzo dei diagrammi	4
1.3. Diagrammi di dimensionamento	5
1.3.1. Diagrammi per il caso di carico 1 - Carico utile A o B	5
1.3.2. Diagrammi per il caso di carico 2 - Neve <1000 m s. m.....	7
1.3.3. Diagrammi per il caso di carico 3 - Neve >1000 m s. m.....	9
2. Carichi agenti nel piano sugli elementi in puro legno holzius per tetti e solai	11

1. Carichi agenti fuori piano sugli elementi in legno puro holzius per tetti e solai

1.1. Introduzione

I seguenti diagrammi servono solo per predimensionare lo spessore necessario del solaio.

Il calcolo statico definitivo deve essere effettuato sotto la responsabilità di un ingegnere o di un tecnico qualificato. A tal fine, su richiesta, holzius mette a disposizione un foglio di calcolo che permette di condurre e documentare senza troppe difficoltà il dimensionamento statico, compreso la verifica delle vibrazioni.

holzius non si assume alcuna responsabilità per l'attualità, l'esattezza e la completezza dei diagrammi di predimensionamento e del foglio di calcolo.

1.2. Predimensionamento

1.2.1. Valori considerati

I diagrammi di predimensionamento sono stati elaborati tenendo conto delle norme attuali (Eurocodice 0, 1 e 5 & NTC 2018) e dei certificati specifici del prodotto. I valori considerati sono elencati di seguito:

- Classe di servizio 1
- Coefficiente di deformazione: $k_{def} = 0,60$
- Il peso proprio del solaio portante è già considerato a 500 kg/m^3 .
- Coefficiente di sicurezza parziale del materiale: $\gamma_M = 1,50$
- Coefficiente di sicurezza parziale - Carichi permanenti:
 - Permanente - strutturale: $\gamma_{G,1} = 1,30$
 - Permanente - non strutturale: $\gamma_{G,2} = 1,50$
- Coefficiente di sicurezza parziale - Carichi variabili:
 - Carico utile: $\gamma_{Q,1} = 1,50$
 - Carico di neve: $\gamma_{S,1} = 1,50$
- Coefficiente di modifica - classe di durata permanente: $k_{mod,g} = 0,60$
- Coefficiente di modifica - classe di durata dipendente dal caso di carico (vedere la tabella seguente)
- Limiti delle deformazioni ($w_{inst} = l/300$; $w_{fin} = l/200$; $w_{net,fin} = l/300$)

I diagrammi sono stati creati per i carichi variabili più comuni.

Caso di carico	Tipo di carico	Utilizzo (esemplificativo)	q_k [kN/m ²]	k_{mod} [-]
Caso di carico 1	Carico utile cat. A o B	Spazi abitativi, stanze d'albergo, uffici...	2,80 e/o 2,00 ⁽¹⁾	0,80
Caso di carico 2	Neve <1000 m s. m.	Neve meno di 1000 m s. m.	var.	0,90
Caso di carico 3	Neve >1000 m s. m.	Neve più di 1000 m s. m.	var.	0,80

⁽¹⁾ Nei diagrammi per la classe di vibrazione 1 e 2 (indicato di seguito) viene preso in considerazione un carico utile di $2,80 \text{ kN/m}^2$ ($2,00 \text{ kN/m}^2$ di carico utile + $0,80 \text{ kN/m}^2$ di supplemento per le pareti divisorie). Per la classe di

vibrazione 3, questo supplemento per le pareti divisorie non viene preso in considerazione perché generalmente tale diagramma viene utilizzato solo per solai sotto soppalchi non abitabili.

1.2.2. Vibrazione

La vibrazione del solaio dipende fortemente dalla composizione del pavimento applicato. Un massetto a umido possiede un ottimo effetto sulla distribuzione dei carichi in direzione trasversale, che ha effetti positivi sul comportamento vibratorio. Rispetto alle strutture a secco, ciò può comportare uno spessore del solaio minore. I diagrammi con requisito di vibrazione sono stati elaborati per strutture con massetto a umido di min. 6 cm. Per altezze di massetto minori o le strutture a secco, è necessario un calcolo separato. A tale scopo può essere utilizzato il prescritto foglio di calcolo.

Per quanto riguarda il limite di vibrazione, nella norma Önorm EN 1995-1-1: & B 1995-1-1 vengono indicati tre classi, con relativi limiti ed esempi di applicazione. Se necessario, la classe di vibrazione richiesta può essere concordata con il committente. Inoltre, a seconda della classe di vibrazione richiesta, devono essere rispettate le specifiche costruttive indicate nella tabella!

Requisito	Classe di vibrazione 1 Requisito di vibrazione elevato	Classe di vibrazione 2 Requisito di vibrazione normale	Classe di vibrazione 3 Nessun requisito di vibrazione
Tipici casi di applicazione	<ul style="list-style-type: none"> - Solai tra diverse unità di utilizzo - Solai interpiani per abitazioni in case plurifamiliari - Solai in uffici con utilizzo di PC o sale riunioni - Corridoi con campate corte 	<ul style="list-style-type: none"> - Solai all'interno di un'unità di utilizzo - Solai in case monofamiliari ad uso abituale 	<ul style="list-style-type: none"> - Solai in locali non utilizzati a scopo abitativo o sottotetti - Solai senza requisito di vibrazione
Requisito costruttivo	<ul style="list-style-type: none"> - Massetto a umido galleggiante e qualsiasi riempimento sciolto - Massetto a secco galleggiante e riempimento sciolto pesante (min. 60 kg/m²) 	<ul style="list-style-type: none"> - Massetto a umido galleggiante anche senza riempimento sciolto - Massetto a secco galleggiante e riempimento sciolto pesante (min. 60 kg/m²) 	Nessun requisito
Limiti per la verifica	<p>Frequenza: $f_{1,limit} = 8,0 \text{ Hz}$ $(f_{1,min} = 4,5 \text{ Hz})$</p> <p>Rigidezza: $w_{2kN,limit} = 0,5 \text{ mm}$</p> <p>Accelerazione: $a_{limit} = 0,05 \text{ m/s}^2$</p>	<p>Frequenza: $f_{1,limit} = 6,0 \text{ Hz}$ $(f_{1,min} = 4,5 \text{ Hz})$</p> <p>Rigidezza: $w_{2kN,limit} = 1,0 \text{ mm}$</p> <p>Accelerazione: $a_{limit} = 0,10 \text{ m/s}^2$</p>	-

1.2.3. Caso di incendio

La resistenza al fuoco dei nostri solai è stata verificata mediante test antincendio condotti presso l'MFPA di Lipsia e sono stati rilasciati i relativi certificati. In funzione dello spessore del solaio, sono state raggiunte le seguenti classi di resistenza al fuoco (vedi AbP n. P-SAC02/III-1027 e n. P-SAC02/III-1062).

Spessore [mm]	Resistenza al fuoco [-]	Momento flettente $m_{d,fi,max}$ [kNm per m]	Forza a taglio $q_{d,fi,max}$ [kN per m]
120-160	REI 60	16,89	16,71
180-240	REI 90	40,80	40,50

Nel corso del dimensionamento, accertarsi che le sollecitazioni (momento flettente e forza a taglio) raggiunte durante le prove di incendio non vengano superate nella combinazione eccezionale nel caso di incendio. Secondo Helmuth Neuhaus; Ingenieurholzbau, 4° edizione, questa si compone come segue.

$$E_{d,fi} = \sum_{j \geq 1} G_{k,j} + \sum_{i \geq 1} \Psi_{2,i} Q_{k,i}$$

La verifica della resistenza al fuoco è già stata presa in considerazione nell'elaborazione dei diagrammi e non è determinante. Pertanto, se lo spessore del solaio è determinato sulla base dei diagrammi, vale automaticamente la classificazione della resistenza al fuoco di cui sopra.

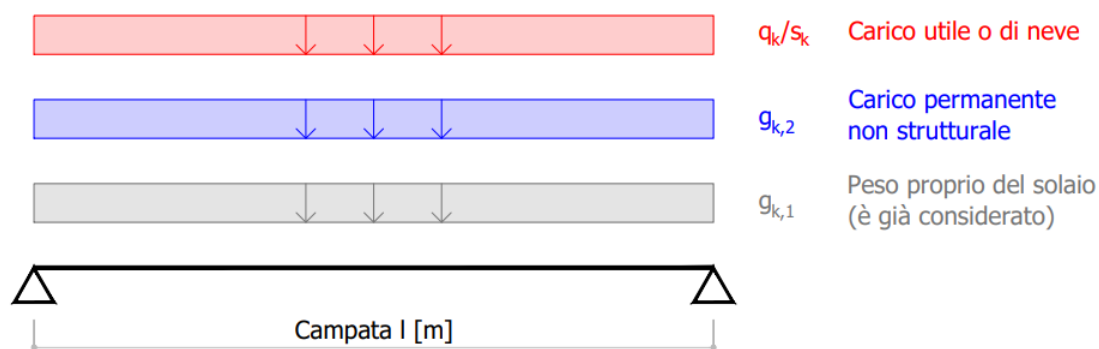
1.2.4. Verifiche eseguite

Nei diagrammi sono già prese in considerazione le verifiche nello stato limite ultimo e di esercizio. I dettagli costruttivi e la compressione perpendicolare alla fibratura devono essere verificati separatamente.

1.2.5. Utilizzo dei diagrammi

A seconda del caso di carico e della classe di vibrazione richiesta, occorre fare attenzione a selezionare il diagramma corretto. Il diagramma corretto consente quindi di determinare lo spessore del solaio richiesto in base alla campata e ai carichi caratteristici presenti. Il peso proprio del solaio portante è già preso in considerazione, con $g_{k,2}$ si intende quindi il carico caratteristico della struttura del pavimento o del tetto non strutturale.

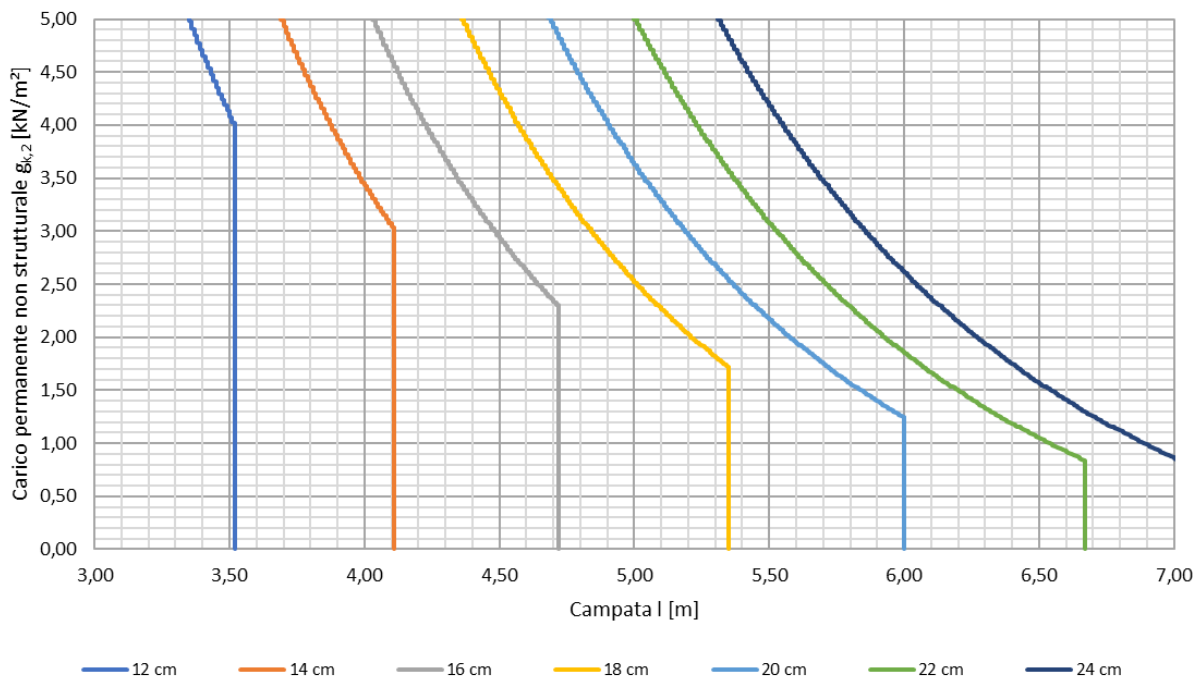
La figura seguente illustra il sistema statico considerato e i singoli tipi di carico.



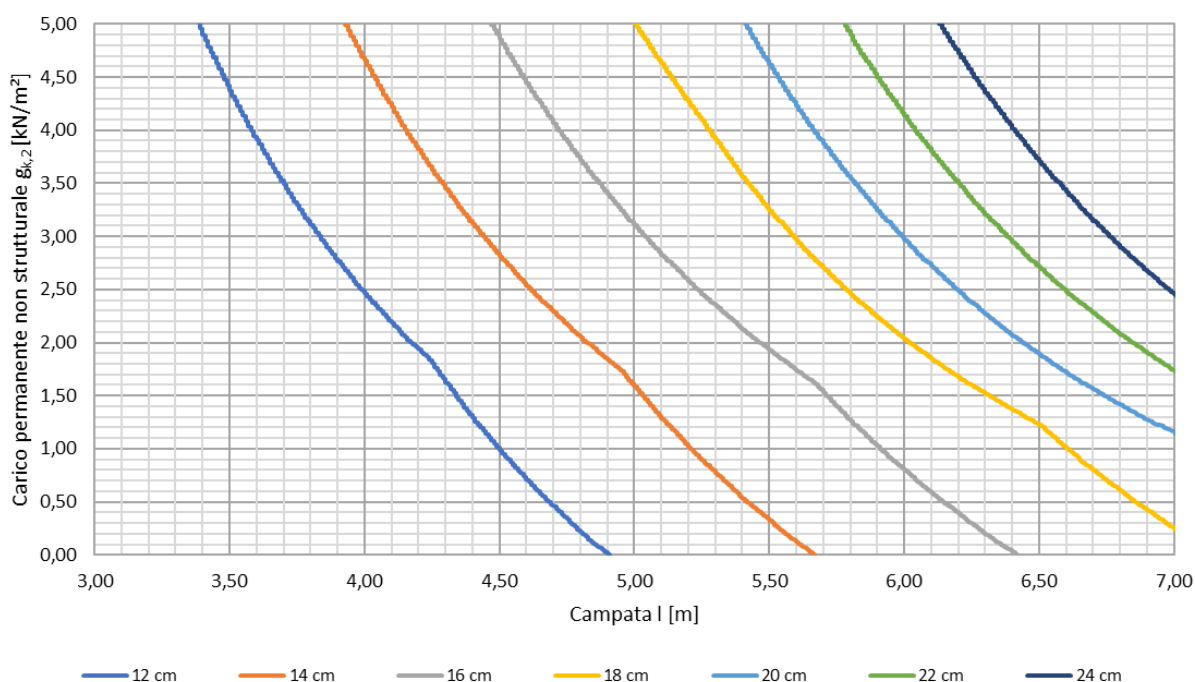
1.3. Diagrammi di dimensionamento

1.3.1. Diagrammi per il caso di carico 1 - Carico utile A o B

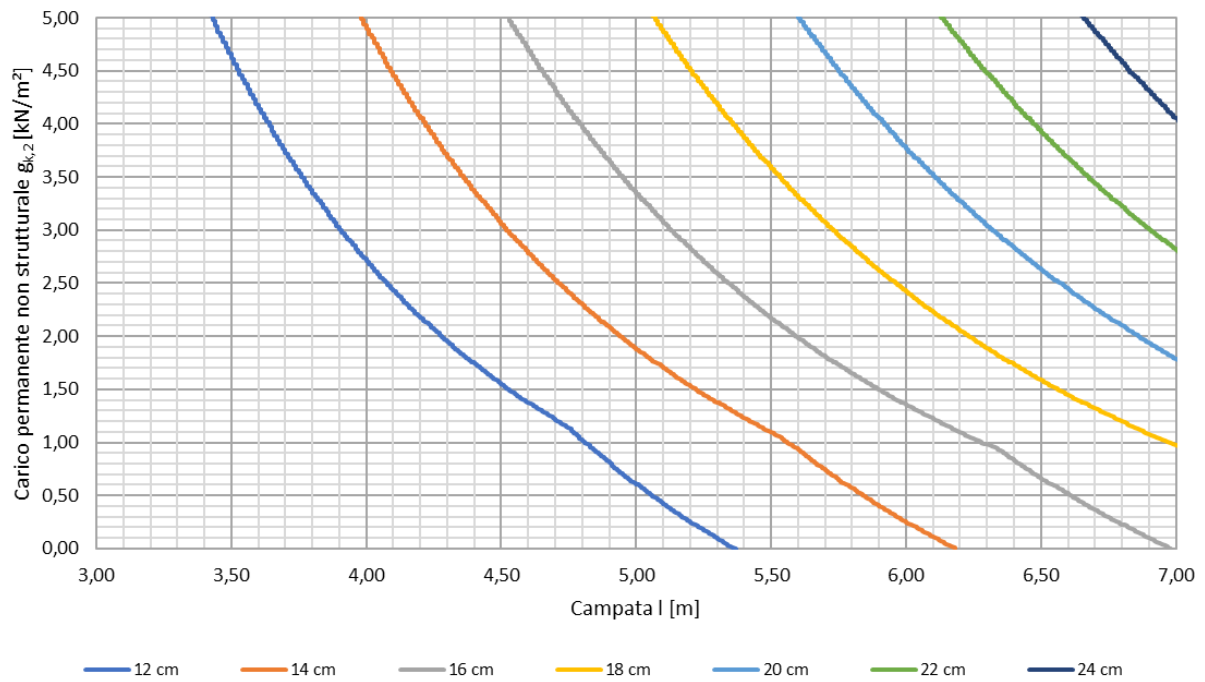
Caso di carico 1 - Carico utile A o B ($q_k = 2,8 \text{ kN/m}^2$)
Classe di vibrazione 1 - Requisito elevato (min. 6 cm massetto a umido)



Caso di carico 1 - Carico utile A o B ($q_k = 2,8 \text{ kN/m}^2$)
Classe di vibrazione 2 - Requisito normale (min. 6 cm massetto umido)

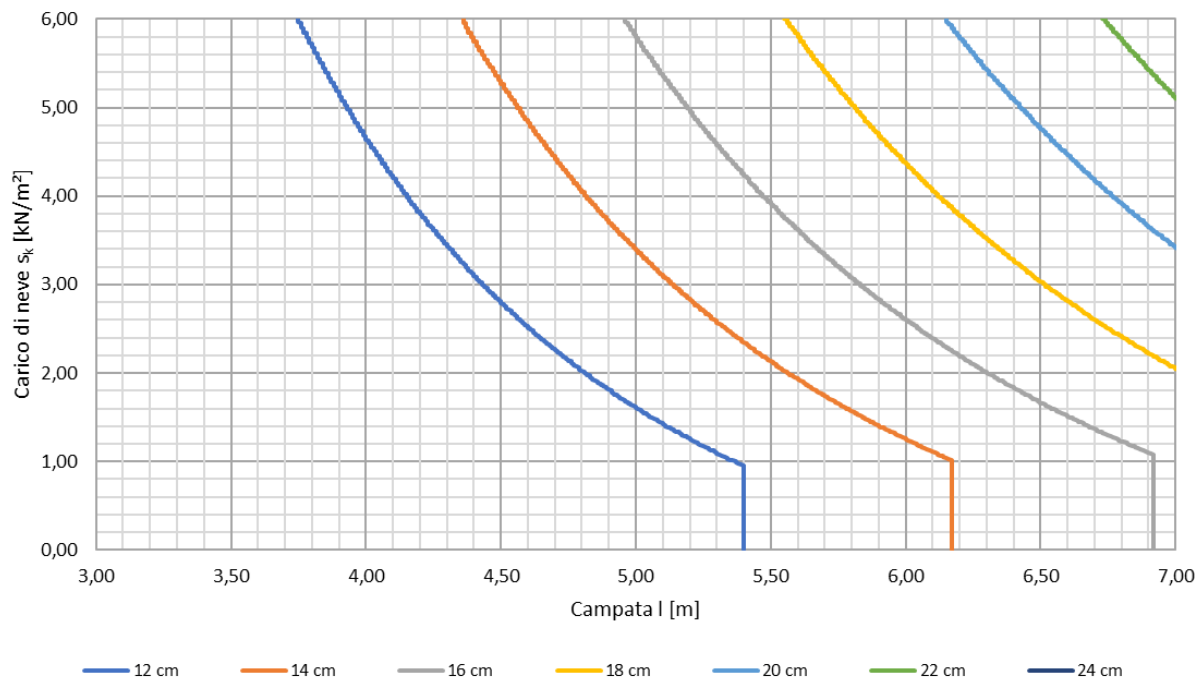


Caso di carico 1 - Carico utile A o B ($q_k = 2,0 \text{ kN/m}^2$)
Classe di vibrazione 3 - Nessun requisito

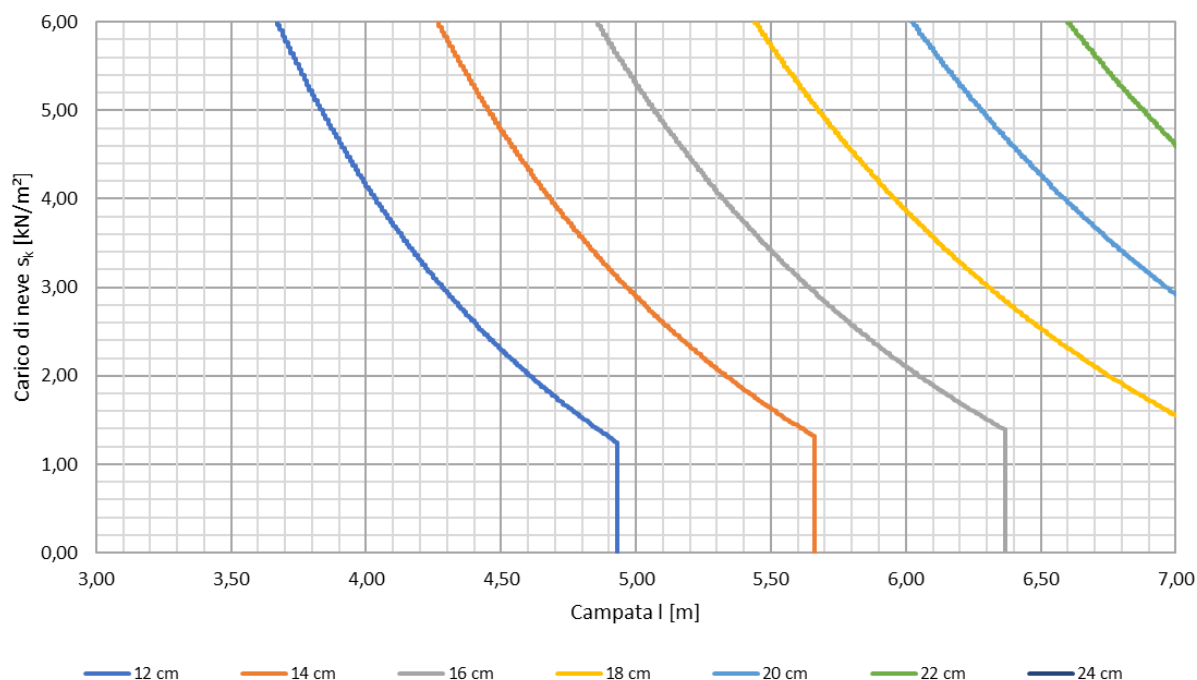


1.3.2. Diagrammi per il caso di carico 2 - Neve <1000 m s. m.

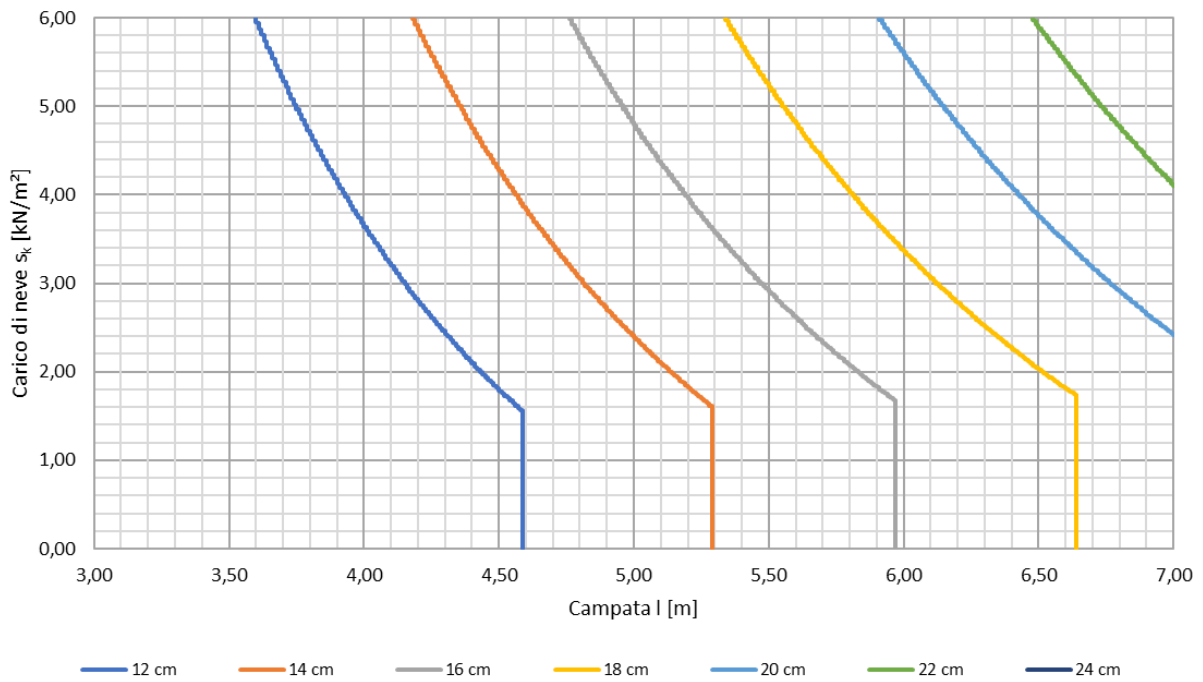
Caso di carico 2 - Neve <1000 m s. m. (s_k = variabile)
 Carico permanente (senza peso proprio del solaio): $g_{k,2} = 1,00 \text{ kN/m}^2$



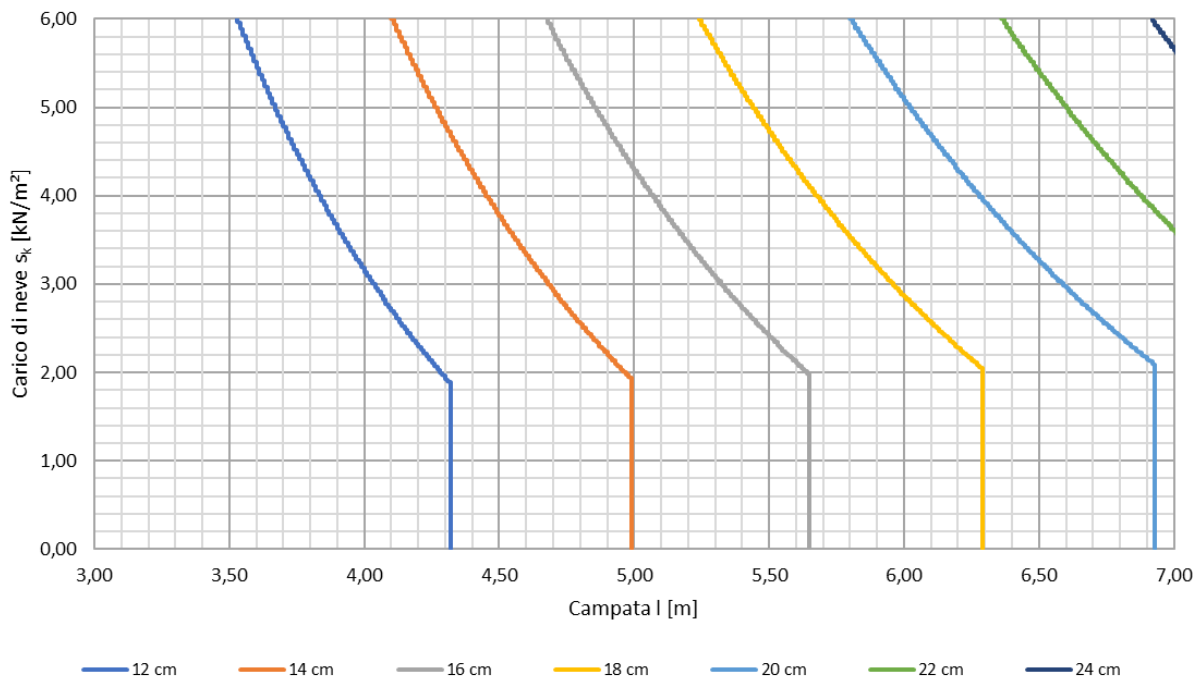
Caso di carico 2 - Neve <1000 m s. m. (s_k = variabile)
 Carico permanente (senza peso proprio del solaio): $g_{k,2} = 1,50 \text{ kN/m}^2$



Caso di carico 2 - Neve <1000 m s. m. (s_k = variabile)
 Carico permanente (senza peso proprio del solaio): $g_{k,2} = 2,00 \text{ kN/m}^2$

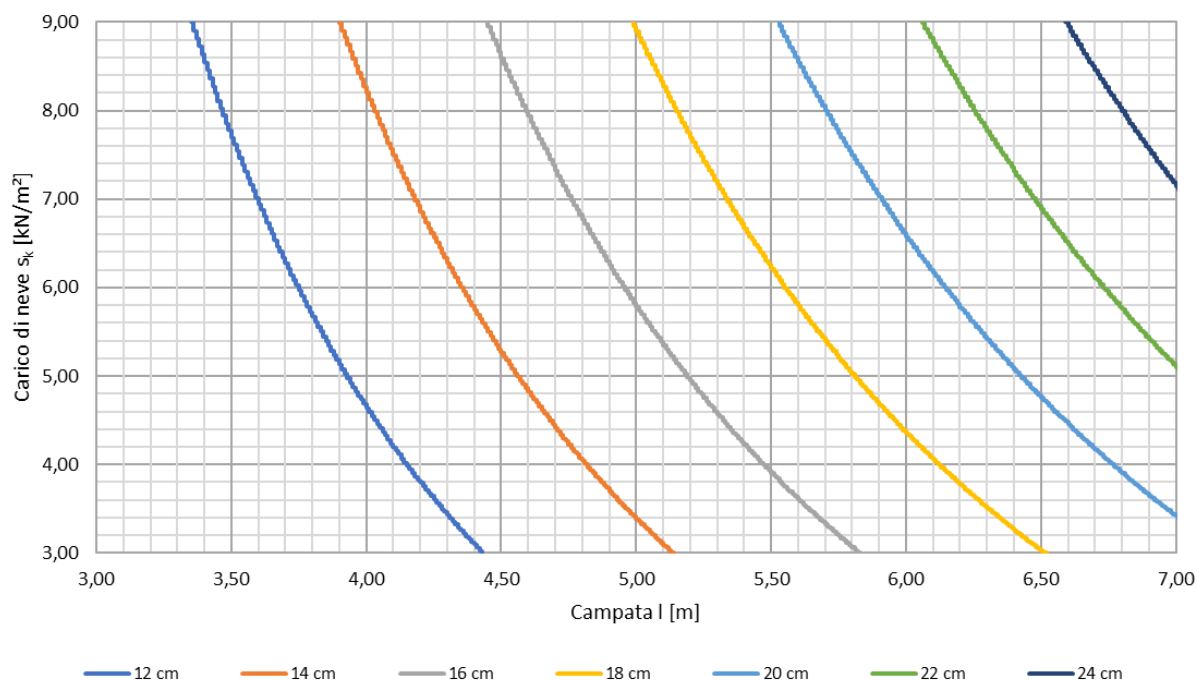


Caso di carico 2 - Neve <1000 m s. m. (s_k = variabile)
 Carico permanente (senza peso proprio del solaio): $g_{k,2} = 2,50 \text{ kN/m}^2$

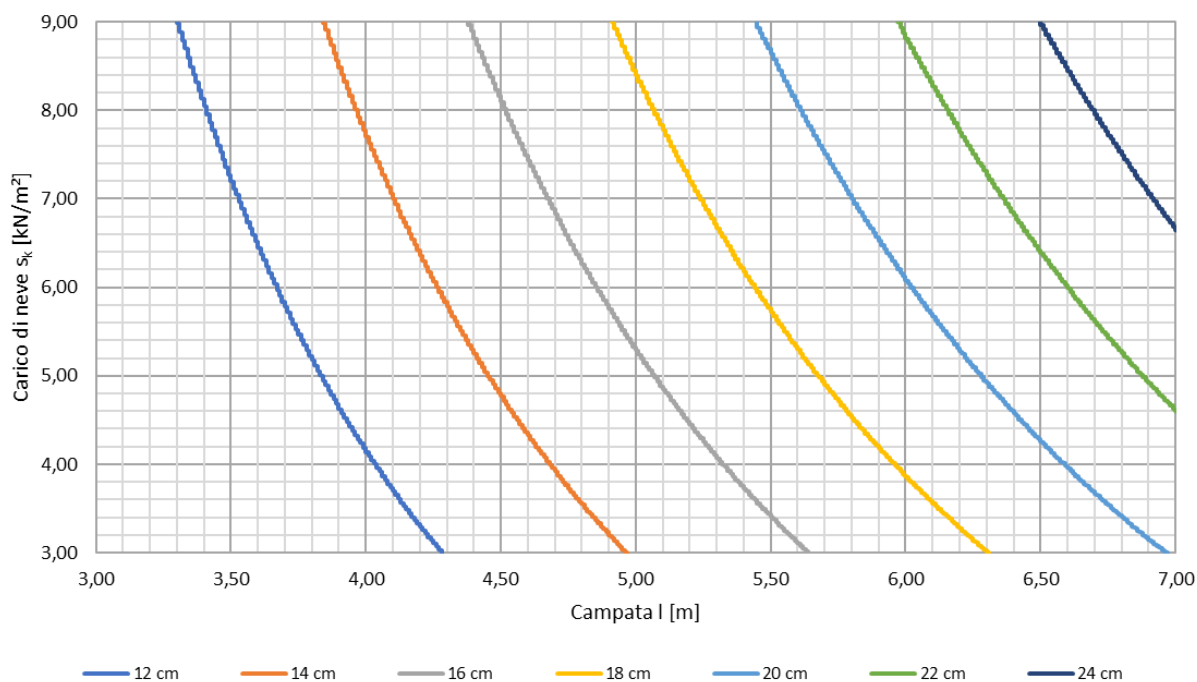


1.3.3. Diagrammi per il caso di carico 3 - Neve >1000 m s. m.

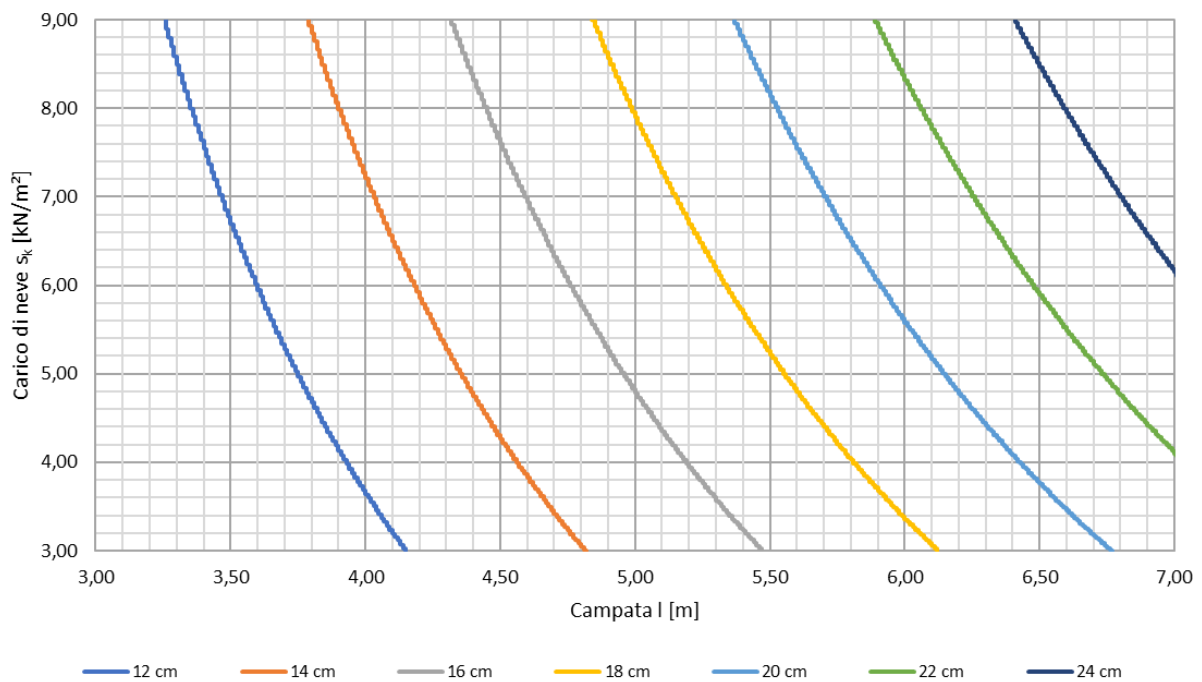
Caso di carico 3 - Neve >1000 m s. m. (s_k = variabile)
 Carico permanente (senza peso proprio del solaio): $g_{k,2} = 1,00 \text{ kN/m}^2$



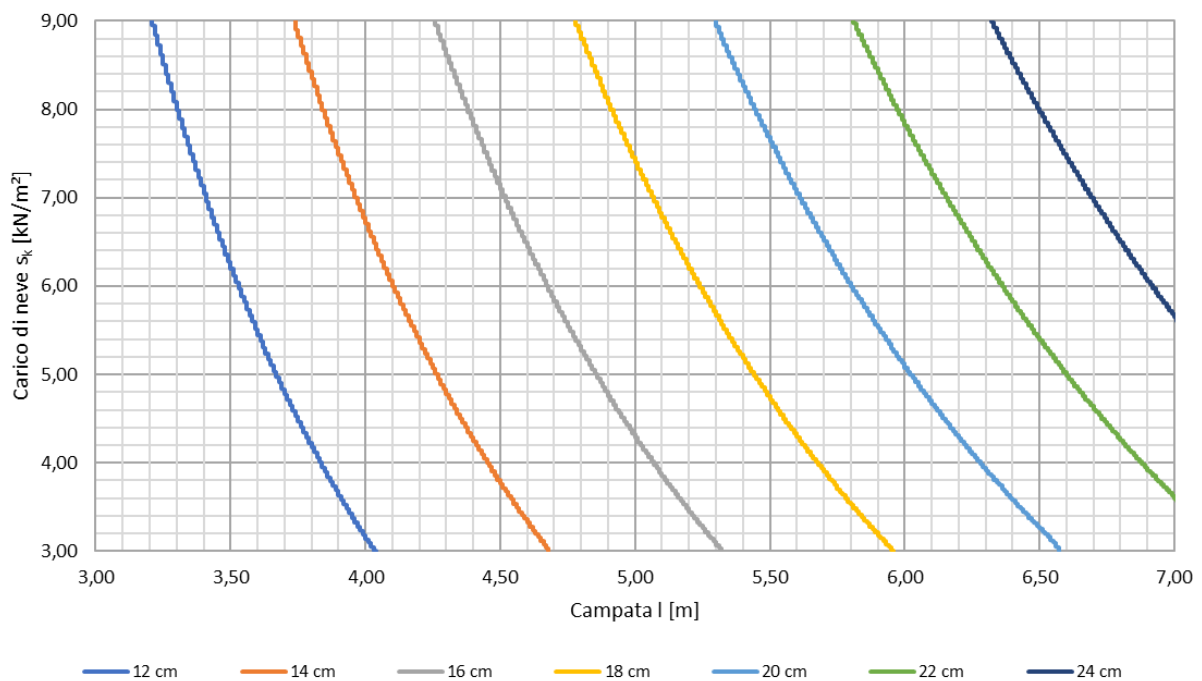
Caso di carico 3 - Neve >1000 m s. m. (s_k = variabile)
 Carico permanente (senza peso proprio del solaio): $g_{k,2} = 1,50 \text{ kN/m}^2$



Caso di carico 3 - Neve >1000 m s. m. (s_k = variabile)
 Carico permanente (senza peso proprio del solaio): $g_{k,2} = 2,00 \text{ kN/m}^2$



Caso di carico 3 - Neve >1000 m s. m. (s_k = variabile)
 Carico permanente (senza peso proprio del solaio): $g_{k,2} = 2,50 \text{ kN/m}^2$



2. Carichi agenti nel piano sugli elementi in puro legno holzius per tetti e solai

Le viti in legno di faggio disposte in senso ortogonale rispetto alla direzione delle travi conferiscono agli elementi proprietà di irrigidimento trasversale nel piano. Il solaio può quindi essere utilizzato come un pannello rigido per trasmettere sollecitazioni orizzontali come vento e terremoto.

Il numero di viti interne in legno di faggio è stato fissato in maniera definitiva e, per motivi legati alla produzione, non può essere modificato. Le viti poste nella direzione della trave non sono distribuite con distanza costante. Ai fini del calcolo si propone pertanto di utilizzare un valore medio come semplificazione.

Inoltre, la distanza media tra le viti varia in base alla lunghezza dell'elemento. In generale, la distanza delle viti aumenta con l'aumento della lunghezza dell'elemento. La tabella seguente offre una semplificazione per la verifica statica degli elementi.

Ad esempio, per un determinato solaio (ad es. solaio sopra il piano terra), è possibile determinare la lunghezza dell'elemento più lungo disponibile e ricavare dalla tabella le proprietà di irrigidimento. I valori caratteristici reali sono quindi sempre più elevati di quelli presi in considerazione per il dimensionamento.

Poiché la lunghezza massima dell'elemento pari a 7,00 m viene superata raramente, per il predimensionamento si possono utilizzare in modo semplificato i valori di rigidezza e di capacità trasversale nel piano indicati di seguito.

Geometria		SLS	ULS
Lunghezza massima dell'elemento disponibile l_{max} [m]	Interasse massima medio delle viti $e_{ws,max}$ [m]	Rigidezza trasversale minima dell'elemento per metro $G_{eff} * t$ [kN/m ²]	Capacità trasversale minima per metro $r_{v,k,ws} = R_{v,k,ws}/e_{ws}$ [kN/m]
9,00	0,62	607	12,59
8,50	0,62	607	12,59
8,00	0,62	607	12,59
7,50	0,58	647	13,43
7,00	0,55	679	14,09
6,50	0,55	679	14,09
6,00	0,55	679	14,09
5,50	0,55	679	14,09
5,00	0,50	747	15,50
4,50	0,50	747	15,50
4,00	0,44	840	17,44
3,50	0,43	871	18,08
3,00	0,43	871	18,08
2,50	0,42	896	18,60
2,00	0,40	933	19,38
1,50	0,38	996	20,67