

Calcolo del coefficiente U e catalogo degli elementi costruttivi per nuovi edifici



Calcolo del coefficiente U e catalogo degli elementi costruttivi per **nuovi edifici**

Il coefficiente totale di trasmissione termica U – semplificato in coefficiente U e precedentemente indicato come coefficiente k – è uno dei parametri di calcolo più importanti nel campo dell'isolamento termico delle costruzioni edilizie. Il coefficiente U viene utilizzato soprattutto per poter valutare un elemento costruttivo in rapporto alla sua capacità di isolamento termico. Esso ha un'importanza centrale nelle norme e nelle direttive cantonali sull'isolamento termico.

Pubblicato da:

Ufficio Federale dell'Energia UFE

Elaborato da:

Kurt Marti, Ingenieurbüro für Energie und Umwelt, 3054 Schüpfen

Organizzazione e illustrazione:

Sepp Steibli, Education Design, 3000 Berna

Traduzione in italiano a cura di:

Jarno Marchetto, Mark Bertogliati, Milton Generelli

Copyright:

Ufficio Federale dell'Energia UFE, 2001

Distribuzione:

UFCL, Distribuzione pubblicazioni, 3003 Berna, www.bbl.admin.ch/bundespublikationen

UFCL, Distribuzione pubblicazioni, n. di ordinazione: 805.150 i / 11.05 / 500

■ Introduzione

Questa pubblicazione sostituisce la precedente, edita nel 1993. A causa dei maggiori spessori di isolamento termico, soprattutto nel campo dello standard MINERGIE®, vi erano delle mancanze nel catalogo degli elementi costruttivi. Inoltre alcune norme e raccomandazioni sono state modificate, per cui questa revisione si è resa necessaria.

Con l'aumento degli spessori di isolamento termico anche l'influsso dei ponti termici assume una rilevanza maggiore. Nel Capitolo 2.4 viene introdotto questo tema. La pubblicazione «Catalogo dei ponti termici» dà indicazioni concrete sugli aumenti dello spessore.

Il catalogo degli elementi costruttivi si indirizza a specialisti dei settori edile e della tecnica della costruzione come pure agli organi preposti alla tutela delle leggi cantonali sull'energia che si occupano del controllo dell'applicazione delle disposizioni energetiche e dei cantieri.

Questo catalogo si riferisce tuttavia solo a elementi singoli nuovi. Per elementi esistenti e risanati va utilizzata la pubblicazione «Calcolo del coefficiente U e catalogo degli elementi costruttivi per risanamenti», che è stata anch'essa aggiornata.

In una parte generale viene definito il coefficiente U e vengono identificati i fattori che lo possono influenzare. Inoltre viene data una panoramica sul procedimento per la determinazione del coefficiente U per nuovi singoli elementi costruttivi.

Nel capitolo seguente vengono presentate le basi e la procedura di calcolo, e con diversi esempi ed esercizi viene presentata al lettore la determinazione del coefficiente U . Il capitolo «Catalogo degli elementi costruttivi» rappresenta una referenza per gli elementi più ricorrenti e consente al lettore di determinare o di controllare il coefficiente U di un elemento costruttivo senza bisogno di calcolarlo.

In aggiunta sono state introdotte le specifiche relative a finestre e porte. Questo capitolo sostituisce il documento precedente «k-Werte und g-Werte von Fenstern» («Coefficienti k e g per finestre») dell'Ufficio Federale dell'Energia. Al termine della pubblicazione sono a disposizione le seguenti risorse:

- Tabella A: Calcolo del coefficiente U
- Tabella B: Determinazione del coefficiente U con il catalogo degli elementi costruttivi
- Tabella A_w: Calcolo del coefficiente U per finestre

Questi documenti possono essere riprodotti ed essere utilizzati come parte integrante della domanda di costruzione.

Per l'elaborazione del catalogo degli elementi costruttivi sono state utilizzate le seguenti pubblicazioni:

Norma SN EN ISO 7345 SIA 180.051	Isolamento termico – Grandezze fisiche e definizioni	1995
Norma SN EN ISO 6946 SIA 180.071	Componenti e elementi per l'edilizia – Resistenza termica e trasmittanza termica – Metodo di calcolo	1996
Norma SIA 180	Isolamento termico e protezione contro l'umidità degli edifici	1999
Prenorma SIA 279	Wärmedämmstoffe (Isolanti termici)	2000
Documento SZFF 31.03	Wärme- und Sonnenschutz für Fenster und Fensterelemente	2000
Norma SIA 380/1	L'energia termica nell'edilizia	2001
Documentazione SIA D0170	Thermische Energie im Hochbau	2001
Scheda tecnica SIA 2001	Wärmedämmstoffe (Isolanti termici)	2001
Ufficio Federale dell'Energia	Calcolo del coefficiente k e catalogo degli elementi costruttivi – Nuovi edifici	1988
Ufficio Federale dell'Energia	k-Werte und g-Werte von Fenstern (Coefficienti k e g per finestre)	1995
Ufficio Federale dell'Energia	Berücksichtigung von Wärmebrücken im Wärmedämmnachweis (Considerazione dei ponti termici nelle prove di isolamento termico)	1995
Ufficio Federale dell'Energia	Calcolo del coefficiente U e catalogo degli elementi costruttivi – Risanamenti	2002
Ufficio Federale dell'Energia	Wärmebrückenkatalog (Catalogo dei ponti termici)	2002

Con un click del mouse su una voce siete indirizzati alla relativa pagina.

Con un click del mouse sul numero di pagina ritornate all'indice.

Indice

1	Premesse e procedimento	7
1.1	Lo standard MINERGIE®	8
1.2	Isolamento termico trasparente (ITT)	8
2	Calcolo del coefficiente U	9
2.1	Elementi costruttivi omogenei	9
2.2	Inhomogene Bauteile	10
2.2	Elementi costruttivi disomogenei	10
2.3	Parametri di calcolo	11
2.3.1	Coefficienti di convezione termica h	11
2.3.2	Conduktività termica λ di materiali da costruzione	11
2.3.3	Resistenza al passaggio termico R_g di strati d'aria immobili	14
2.4	Ponti termici	14
2.5	Indicazioni speciali	15
2.6	Esempi	16
2.7	Esercizio	19
3	Determinazione del coefficiente U con il catalogo degli elementi costruttivi	21
3.1	Esempio	22
3.2	Esercizi	23
4	Catalogo degli elementi costruttivi	25
4.1	Elementi costruttivi omogenei	26
4.2	Elementi costruttivi disomogenei	55
5	Finestre e porte	65
5.1	Finestre	66
5.2	Porte	69
	Allegato	71
	Tabella A (Calcolo del coefficiente U)	72
	Tabella B (Determinazione del coefficiente U con il catalogo degli elementi costruttivi)	73
	Tabella A _w (Calcolo del coefficiente U per finestre)	75

1 Premesse e procedimento

Il calore è una forma di energia. Esso si sposta sempre dalle temperature più alte verso quelle più basse. Elementi costruttivi come pavimenti, pareti, soffitti, tetti, finestre e porte contrappongono una resistenza alla fuga del calore verso l'esterno. Il flusso termico attraverso un elemento costruttivo viene definito tramite il coefficiente totale di trasmissione termica U (coefficiente U).

Il coefficiente U è il rapporto tra la densità di flusso termico che attraversa l'elemento costruttivo in situazione stazionaria e la differenza tra le temperature degli ambienti che limitano l'elemento. Il coefficiente totale di trasmissione termica di un elemento costruttivo è il valore inverso della resistenza totale di flusso.

L'unità fisica del coefficiente U è watt per metro quadrato e Kelvin:

$W/(m^2 \cdot K)$

I seguenti fenomeni influenzano il coefficiente U di un elemento costruttivo:

■ **La trasmissione termica dall'aria interna all'elemento costruttivo.**

Questo processo viene descritto con il coefficiente di trasmissione termica h_i (Cap. 2.3.1).

■ **Il flusso termico all'interno di un elemento costruttivo.** La grandezza significativa in questo caso è la conduttività termica λ (Lambda) dei singoli materiali di costruzione (Cap. 2.3.2).

■ **La trasmissione termica dall'elemento costruttivo all'aria esterna.**

Questo processo viene descritto con il coefficiente di trasmissione termica h_e (Cap. 2.3.1).

Vale la seguente regola:

Più il coefficiente U è piccolo, migliore è la protezione termica.

Oltre ad un bisogno minore di energia di riscaldamento a livello di stanze, un basso coefficiente U porta anche a temperature delle superfici più alte. In questo modo migliora il benessere degli utenti. Anche il pericolo di condensa sulle superfici, che causa angoli ingrigiti e muffe, diventa minore.

La norma SIA 180 «Isolamento termico e protezione contro l'umidità degli edifici» presenta coefficienti totali di trasmissione termica massimi per il benessere e la protezione dall'umidità.

La norma SIA 380/1 «L'energia termica nell'edilizia» presenta valori limite e valori ideali per i coefficienti totali di trasmissione termica relativi alle superfici.

Queste norme e le regolamentazioni cantonali in materia di isolamento termico definiscono lo spazio di manovra per i valori massimi ammessi del coefficiente U .

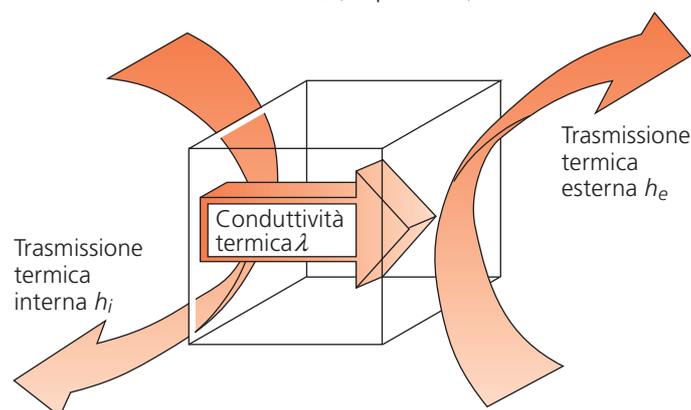


Figura 1
Trasmissione termica (h) e conduttività λ influenzano il coefficiente U di un elemento costruttivo

8 1.1 Lo standard MINERGIE®

Lo standard MINERGIE® si sta imponendo sempre di più. L'aspirazione agli obiettivi di «confort», «salute», «assenza di danni», «efficienza energetica» e «efficienza economica» porta durante la costruzione oltre che a una tecnica impiantistica ottimale e a un involucro degli edifici più

ermetico, anche a elementi costruttivi nettamente più termoisolanti. L'osservazione dello standard MINERGIE® migliora inoltre la preservazione del valore degli edifici. Ulteriori informazioni sul tema «MINERGIE®» sono disponibili in Internet al sito: www.minergie.ch.



Figura 2

Nuovo edificio bifamiliare, M. Weidauer-Weg 83+85 a Bienne

Standard MINERGIE® (BE-038)

1.2 Isolamento termico trasparente (ITT)

Elementi costruttivi con isolamento termico trasparente non possono essere considerati come per esempio pareti isolate termicamente in modo «normale». Il principio del riscaldamento solare delle pareti con ITT non solo impedisce in effetti la perdita di calore, ma permette che la luce solare attraversi l'ITT, riscaldi la muratura e ceda il calore alla stanza.

Altre caratteristiche che lo distinguono rispetto agli isolamenti termici normali sono la necessità di una muratura molto pesante e di una difesa contro il possibile surriscaldamento.

Per il materiale ITT stesso non è possibile determinare la costante di conduttività termica λ , poiché essa dipende dalla geometria dello spessore del pannello.

Irraggiamento solare

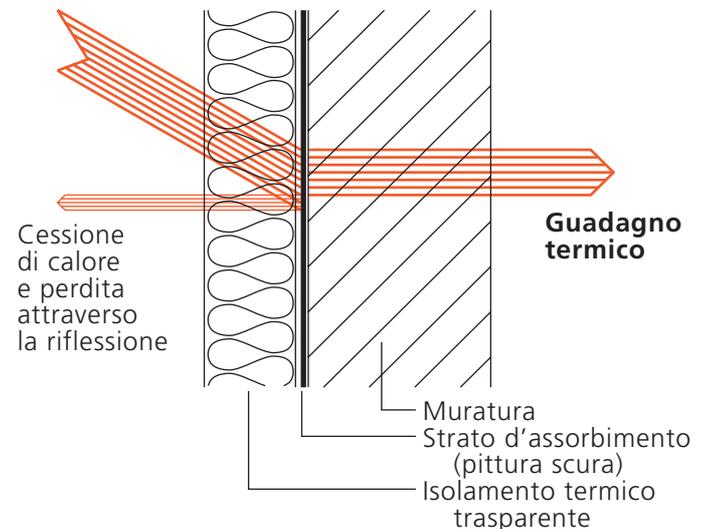


Figura 3

Funzionamento di un ITT

2 Calcolo del coefficiente U

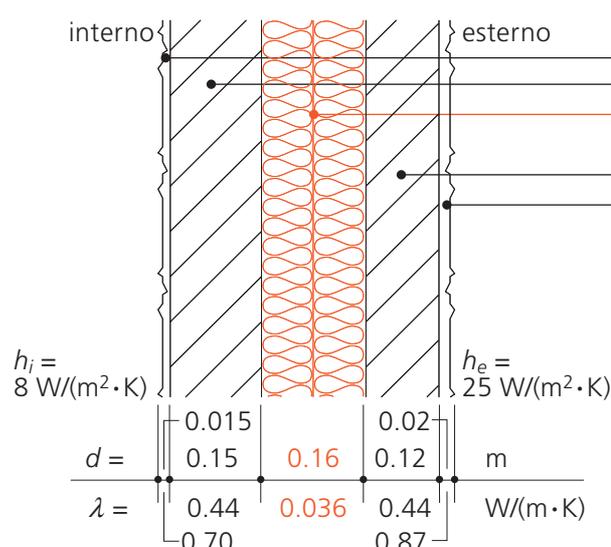
Il capitolo Calcolo del coefficiente U illustra il calcolo di costruzioni semplici come ad esempio elementi costruttivi omogenei. Esso contiene le basi necessarie rispettivamente parametri di calcolo come il coefficiente totale di trasmissione termica, la resistenza al passaggio termico di strati d'aria e parametri caratteristici dei materiali da costruzione. Vengono inoltre dati consigli su come si deve procedere in caso di costruzioni complesse come per esempio elementi costruttivi disomogenei, ponti termici, facciate ventilate e riscaldamenti a pavimento. Il calcolo viene presentato in dettaglio con l'ausilio di 5 esempi ed un esercizio.

2.1 Elementi costruttivi omogenei

Come **elementi costruttivi omogenei** vengono indicate costruzioni che sono costituite da diversi strati continui accostati di materiale da costruzione. Se appaiono delle interruzioni ripetute regolarmente come per esempio colonne in acciaio o in calcestruzzo oppure architravi, si tratta invece di elementi costruttivi disomogenei (Cap. 2.2). Il coefficiente U degli elementi costruttivi omogenei esistenti o risanati viene calcolato con la seguente formula di base (nella misura in cui i singoli strati sono esattamente conosciuti):

$$U = \frac{1}{\frac{1}{h_i} + \frac{d_1}{\lambda_1} + \frac{d_2}{\lambda_2} + \dots + R_g + \dots + \frac{d_n}{\lambda_n} + \frac{1}{h_e}} \text{ W/(m}^2 \cdot \text{K)}$$

- $d_1 \dots d_n$ Spessore dei relativi materiali in m
 h_i, h_e Coefficienti di convezione termica in $\text{W/(m}^2 \cdot \text{K)}$ (Cap. 2.3.1)
 $\lambda_1 \dots \lambda_n$ Conducibilità termica dei rispettivi materiali in $\text{W/(m} \cdot \text{K)}$ (Cap. 2.3.2)
 R_g Resistenza al passaggio termico degli strati d'aria (Cap. 2.3.3)



$$U = \frac{1}{\frac{1}{h_i} + \frac{d_1}{\lambda_1} + \frac{d_2}{\lambda_2} + \dots + R_g + \dots + \frac{d_n}{\lambda_n} + \frac{1}{h_e}} \text{ W/(m}^2 \cdot \text{K)}$$

$$U = \frac{1}{\frac{1}{8} + \frac{0.015}{0.44} + \frac{0.15}{0.70} + \frac{0.16}{0.036} + \frac{0.12}{0.44} + \frac{0.02}{0.87} + \frac{1}{25}}$$

$$U = \frac{1}{5.26} \text{ W/(m}^2 \cdot \text{K)} = 0.19 \text{ W/(m}^2 \cdot \text{K)}$$

I coefficienti U degli **elementi costruttivi omogenei più utilizzati** con gli spessori d'isolamento termico più ricorrenti si trovano nel Capitolo 4.1.

Figura 4

Calcolo del coefficiente U sull'esempio di una muratura con intercapedine

10 2.2 Elementi costruttivi disomogenei

Nel caso degli elementi costruttivi disomogenei, i diversi strati di materiale da costruzione non riguardano tutta la superficie, ma vengono regolarmente interrotti da altri strati (vedi Figura 5). Queste interruzioni portano ad un peggioramento del coefficiente U e vanno quindi considerate. Un metodo semplificato per il calcolo della resistenza termica di un elemento costruttivo formato da strati omogenei e disomogenei è contenuto nella norma SN EN ISO 6946.

Nel caso di costruzioni complesse e nel caso di evidenti ponti termici (per esempio struttura in alluminio nel caso di facciate ventilate), il coefficiente U va definito tramite misurazioni oppure con certificazioni, con l'aiuto di programmi di calcolo o con il catalogo dei ponti termici. A pagina 22 si trova un esempio a riguardo.

I coefficienti U degli **elementi costruttivi disomogenei usati** più frequentemente con gli spessori di isolamento termico più ricorrenti si trovano nel Capitolo 4.2.

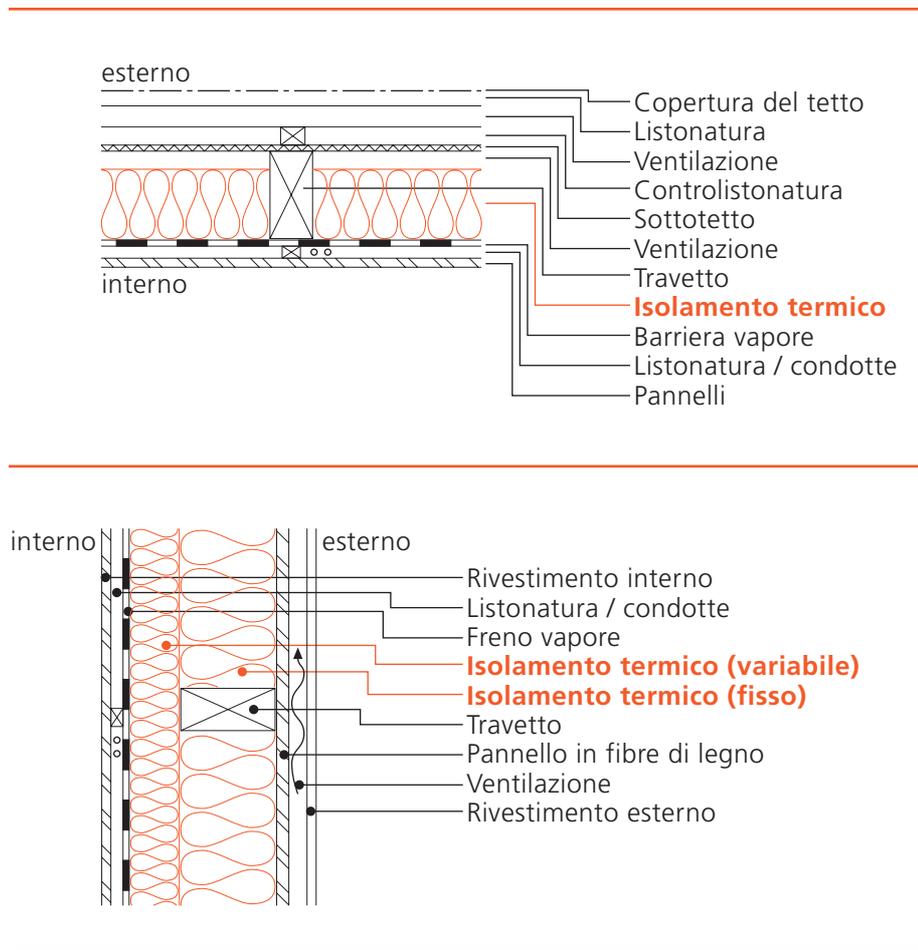


Figura 5
Esempi di elementi costruttivi disomogenei

2.3 Parametri di calcolo

2.3.1 Coefficienti di convezione termica h

La trasmissione termica dall'aria interna all'elemento costruttivo viene indicata con il coefficiente di convezione termica h_i (antecedentemente α_i) e dall'elemento costruttivo all'aria esterna con il coefficiente di convezione termica h_e (antecedentemente α_a).

Altri consigli si trovano nella norma SIA 180 «Isolamento termico e protezione contro l'umidità degli edifici».

La resistenza alla convezione termica R_s è l'inverso del coefficiente di convezione termica h . Valgono i seguenti parametri di calcolo:

$$R_{si} = \frac{1}{h_i} = 0.13 \text{ m}^2 \cdot \text{K/W} \quad h_i = 8 \text{ W}/(\text{m}^2 \cdot \text{K})$$

$$R_{se} = \frac{1}{h_e} = 0.04 \text{ m}^2 \cdot \text{K/W} \quad h_e = 25 \text{ W}/(\text{m}^2 \cdot \text{K})$$

Per elementi costruttivi nel terreno vale:

$$R_{se} = \frac{1}{h_e} = 0 \text{ m}^2 \cdot \text{K/W}$$

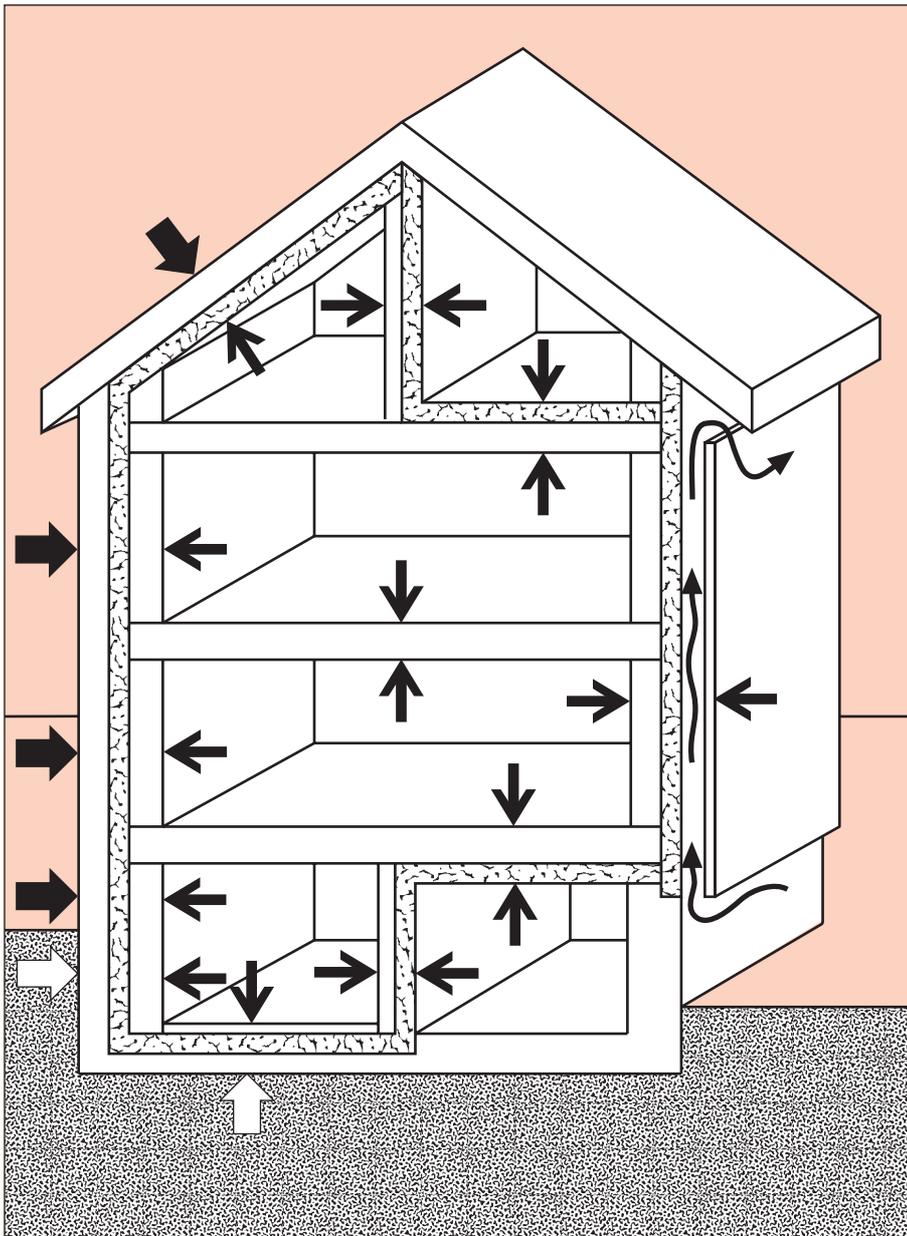


Figura 6

Resistenze alla convezione termica R_s in $\text{m}^2 \cdot \text{K/W}$

 $R_{se} = 0.04 \text{ m}^2 \cdot \text{K/W}$

 $R_{si} = 0.13 \text{ m}^2 \cdot \text{K/W}$

 $R_{se} = 0 \text{ m}^2 \cdot \text{K/W}$

 Corrente d'aria

2.3.2 Conduttività termica λ di materiali da costruzione

La conduttività termica λ (Lambda) è la misura per la resistenza che un materiale da costruzione oppone al defluire del calore. Essa corrisponde alla densità di flusso termico nel caso di un gradiente di temperatura di 1 Kelvin per metro in condizioni stazionarie in un materiale omogeneo.

Vale la seguente regola:

Più il coefficiente λ è basso, migliore è la protezione termica.

12 Estratto dalla prenorma SIA 279 «Wärmedämmstoffe» («Isolanti termici»):

I parametri di calcolo della conduttività termica valgono per il settore usuale dell'edilizia in condizioni abituali dei locali secondo il clima svizzero e vanno utilizzati per bilanci termici.

Come parametro di calcolo va utilizzato il valore nominale λ_D definito specifico per prodotto e confermato dalla SIA. Le scale tipiche per valori nominali della conduttività termica verificati sono contenute nella colonna «verificati» della Tabella 1.

Nel caso venga impiegato un prodotto da un certo gruppo di materiali che è stato verificato ma non ancora certificato, va utilizzato il valore più alto per quel gruppo di materiali.

Per prodotti senza certificato di verifica valgono i valori di calcolo specifici del materiale secondo la Tabella 1, colonna «non verificato».

La maggior parte dei produttori indicano per il loro prodotto coefficienti λ attendibili sulla confezione.

Se invece di materiali neutri (come per esempio lana o schiuma di vetro, polistirolo, ecc.) vengono utilizzati materiali specifici come per esempio swisspor ROXON-Alu, Isover Luro 614, Flumroc Tria, ecc., i coefficienti λ possono essere presi dalla SIA 2001 «Kennwerte der Wärmedämmstoffe – deklarierte Werte der Wärmeleitfähigkeit und weitere Angaben der Lieferanten und Hersteller» («Parametri degli isolanti termici – valori dichiarati della conduttività termica e altre specifiche dei fornitori e dei fabbricanti»). Questa scheda tecnica viene aggiornata periodicamente e contiene solo prodotti la cui conduttività termica è stata dichiarata secondo l'Allegato A della prenorma SIA 279.

Tabella 1: Valori di calcolo per verifiche fisico-costruttive

Estratto dalla documentazione D 0170

Materiale	Peso specifico nominale ρ_a kg/m ³	Conduttività termica Valore nominale λ_D (vedi Capitolo 2)	
		verificato ¹ W/(m · K)	non verificato W/(m · K)
Lana di vetro			
Pannelli, stuoie, rotoli	10–120	0.031–0.048	0.055
Sfusa	30–100	²	0.060
Lana di roccia			
Pannelli, stuoie, rotoli	15–200	0.034–0.048	0.055
Sfusa	30–100	²	0.060
Schiuma di vetro			
Pannelli	100–150	0.040–0.055	0.064
Sfusa	250–450	²	0.094
Perlite, Vermiculite sfusa	50–130	v0.084	
Polistirolo, espanso (EPS)	30–15	0.032–0.042	0.048
Polistirolo, estruso (XPS)			
Polistirolo, estruso (XPS)	25–65	0.028–0.036	0.043
Contenuto cellulare Aria	25–65	0.034–0.038	0.046
Poliuretano (PUR) e poliisocianurato (PIR)			
Contenuto cellulare Pentano			
impermeabile alla diffusione	28–55	0.022–0.027	0.032
permeabile alla diffusione	28–55	0.026–0.033	0.037
Contenuto cellulare CO ₂	35–60	0.032–0.038	0.045
Sughero: pannelli, stuoie	90–160	0.040–0.047	0.056
Lana di legno			
Pannelli	30–150	0.067–0.089	0.107
Pannelli strutturali leggeri	250–450	²	0.095
Rivestimenti di pannelli multistrato ³			
5 mm	²	²	0.15
7,5 mm	²	²	0.125
10 mm	²	²	0.10
Pannelli isolanti in fibra di legno	120–300 300–600	0.044–0.065 ²	0.080 0.110
Cellulosa			
Pannelli	²	²	0.065
Sfusa	30–80	²	0.060
Materiale isol. di orig. vegetale			
Pannelli in fibra di lino	25–35	²	0.055
Pannelli in cannette palustri	150–200	²	0.072
Stuoie in fibra di cocco	50–100	²	0.066
Cotone	> 25	²	0.055
Materiale isol. di orig. animale			
Lana di pecora	20–60	²	0.055

¹ Questi valori sono punti di riferimento per prodotti esistenti sul mercato (vedi anche scheda tecnica SIA 2001). Sono possibili anche valori più bassi e più alti. Determinante è il valore nominale specifico del prodotto (certificato di verifica necessario).

² Valore al momento non ancora definito, rispettivamente troppo pochi dati a disposizione.

³ La resistenza al passaggio termico di pannelli isolanti multistrato in lana di legno va calcolata come la somma dei singoli valori della resistenza al passaggio termico. Per i rivestimenti vanno adottati in questo caso i valori della colonna «non verificato».

Gruppo di materiali o applicazione	Peso specifico ρ kg/m ³	Conduttività termica λ W/(m·K)
Muratura non intonacata		
Mattoni di cotto modul., semplice	1100	0.44
Mattoni di cotto modul., composti	1100	0.37
Mattoni isolanti	1200	0.47
Mattoni a facciavista	1400	0.52
Mattoni da camino	1800	0.80
Mattoni in silicocalcare	1600	0.80
	1800	1.00
	2000	1.10
Mattoni in cemento pieni	2000	1.10
Mattoni in cemento forati	1200	0.70
Mattoni in beton cellulare	300	0.10
	400	0.13
	500	0.16
	600	0.19
Pietre naturali		
Pietra naturale cristallina	2800	3.5
Pietra naturale sedimentaria	2600	2.3
Basalto	2700 – 3000	3.5
Granito	2500 – 2700	2.8
Marmo	2800	3.5
Ardesia	2000 – 2800	2.2
Arenaria (Quarzite)	2600	2.3
Terreni		
Argilla, limo o fango	1200 – 1800	1.5
Sabbia e ghiaia	1700 – 2200	2.0
Calcestruzzo ¹		
Con peso specifico medio	1800	1.15
	2000	1.35
	2200	1.65
Con peso specifico alto	2400	2.00
Armato (con l'1% di ferro)	2300	2.3
Armato (con il 2% di ferro)	2400	2.5
Rivestimenti e intonaci		
Intonaco interno, per calcoli normali	1400	0.70
Intonaco esterno, per calcoli normali	1800	0.87
Intonaco isolante esterno	300	0.08
	450	0.14
Malta di calce	1800	0.87
Malta di calce e cemento	1900	1.00
Malta di cemento («betoncino»)	2200	1.40
Intonaco in gesso isolante	600	0.18
Intonaco in gesso	1000	0.40
	1300	0.57

Tabella 2

Peso specifico ρ e conduttività termica λ dei materiali da costruzione più usati

Estratto dalla documentazione SIA D0170

Gruppo di materiali o applicazione	Peso specifico ρ kg/m ³	Conduttività termica λ W/(m·K)
Gessi		
Gesso	600	0.18
	900	0.30
	1200	0.43
	1500	0.56
Pannelli in cartongesso ²	900	0.25
Legno ³		
Legname da costruzione	500	0.13
	700	0.18
Pannelli in fibre di legno	250	0.07
	400	0.10
	600	0.14
	800	0.18
Pannelli in legno truciolare	300	0.10
	600	0.14
	900	0.18
Pannelli in legno truciolare mineral.	1200	0.23
Materiali diversi		
Metalli		
Leghe d'alluminio	2800	160
Acciaio	7800	50
Acciaio inossidabile	7900	17
Vetro (vetro sodico, compreso vetro float)		
	2500	1.00
Vetro di quarzo	2200	1.40
Acqua a +10°C	1000	0.60
Acqua a +40°C	990	0.63
Ghiaccio a -10°C	920	2.30
Ghiaccio a 0°C	900	2.20
Neve fresca (< 30 mm)	100	0.05
Polivinilcloruro (PVC)	1390	0.17
Pannelli		
Ceramica / Porcellana	2300	1.3
Plastica	1000	0.20
Gomma		
Gomma	910	0.13
Neoprene (Policloroprene)	1240	0.23
Gomma butilica	1200	0.24

¹ Il peso specifico del calcestruzzo è indicato come peso specifico a secco.

² La conduttività termica include l'influsso degli strati di carta di copertura.

³ Il peso specifico del legname da costruzione e dei prodotti laminati in fibre di legno è il peso specifico in condizioni stabili a 20°C e 65% di umidità relativa.

14 2.3.3 Resistenza al passaggio termico R_g di strati d'aria immobili

Un'eccezione nel calcolo del coefficiente U è rappresentata dagli **strati d'aria immobili**. Per strato d'aria immobile si intende quando lo spazio d'aria è isolato dall'ambiente circostante.

Nella prassi le proprietà isolanti vengono indicate con l'aiuto della resistenza al passaggio termico R_g in $m^2 \cdot K/W$ (Tab. 3). Nella formula per il calcolo del coefficiente U si può usare direttamente il rispettivo valore R_g invece di d/λ dello strato d'aria (vedi anche Cap. 2.5).

Spessore dello strato d'aria in mm	Direzione del flusso termico		
	verso l'alto	orizzontale	verso il basso
5	0.11	0.11	0.11
10	0.15	0.15	0.15
25	0.16	0.18	0.19
50	0.16	0.18	0.21
100	0.16	0.18	0.22

Valori intermedi possono essere interpolati.

Tabella 3

Resistenza al passaggio termico R_g in $m^2 \cdot K/W$ di strati d'aria immobili in soffitti, pareti e pavimenti

Indicazioni supplementari per la resistenza al passaggio termico R_g di strati d'aria si trovano nella norma SN EN ISO 6946.

2.4 Ponti termici

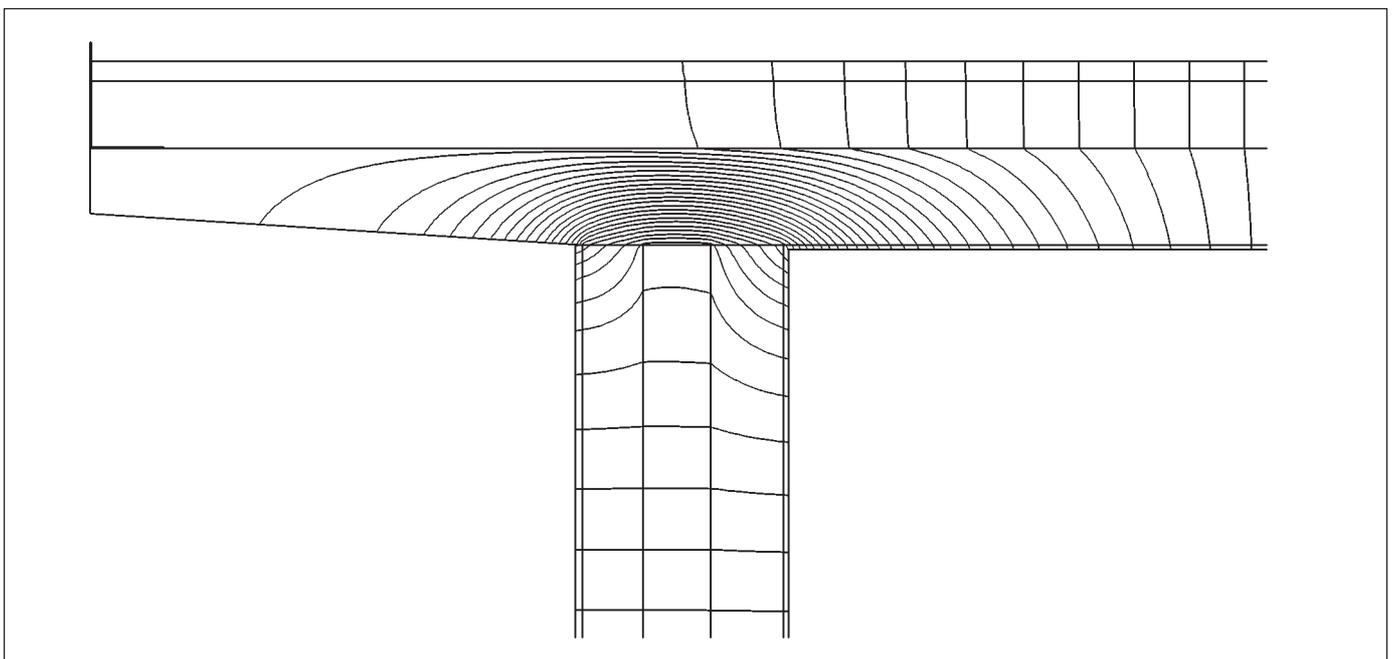
I ponti termici (Figura 7) sono punti deboli dell'involucro dello stabile dal punto di vista termico, in prossimità dei quali defluisce più calore rispetto agli elementi costruttivi adiacenti. Cambiamenti di materiale e geometria, attraversamenti e transizioni tra gli elementi costruttivi causano spesso dei ponti termici.

Essi portano a perdite termiche maggiori e comprendono rischi fisico-costruttivi e igienici. I ponti termici dovrebbero quindi essere evitati il più possibile mediante provvedimenti costruttivi.

La considerazione dei ponti termici viene richiesta in modo vincolante nelle norme e nelle direttive cantonali per l'isolamento termico. L'argomento dei ponti termici viene illustrato e trattato in modo semplificato nel «Catalogo dei ponti termici». Oltre alle maggiorazioni per ponti termici in prossimità di transizioni degli elementi costruttivi (per esempio tetto piano – parete esterna) vengono specificate in questo catalogo anche le correzioni del coefficiente U per interruzioni che si ripetono regolarmente, come ad esempio per gli ancoraggi nel caso di facciate ventilate.

Figura 7

Illustrazione delle linee di flusso termico dell'intersezione tra la doppia muratura e il tetto piano. Nei pressi del ponte termico la distanza tra le linee di flusso termico adiacenti è minore rispetto a dove l'elemento costruttivo non è perturbato, ciò significa che localmente in quel punto vi è più calore che defluisce dall'interno rispetto alle superfici adiacenti.



In caso di barriere vapore, elementi costruttivi ventilati, riscaldamenti a pavimento e tetti rovesci, nel calcolo del coefficiente U va osservato quanto segue:

- **barriere e freni vapore, isolamenti contro l'umidità ecc.** vengono tralasciati nel calcolo del coefficiente U , visto che il loro influsso è minimo.
- **nel caso di facciate ventilate** (Figura 8) e **tetti**, la resistenza al passaggio termico dello strato d'aria e di tutti gli altri strati tra lo strato d'aria e l'ambiente esterno compresi tra l'isolamento termico e il rivestimento della facciata può essere tralasciata. La resistenza al passaggio termico esterna h_e è la stessa di quella interna h_i dello stesso elemento costruttivo.

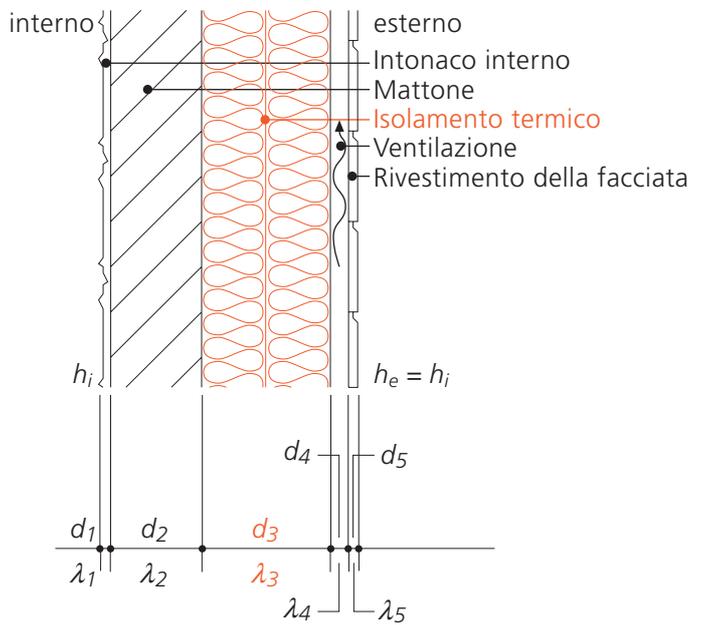


Figura 8
Facciata ventilata

- **nel caso di riscaldamenti a pavimento**, gli strati sopra l'isolamento termico e il coefficiente di convezione termica h_i non vengono presi in considerazione nel calcolo del coefficiente U (Figura 9).

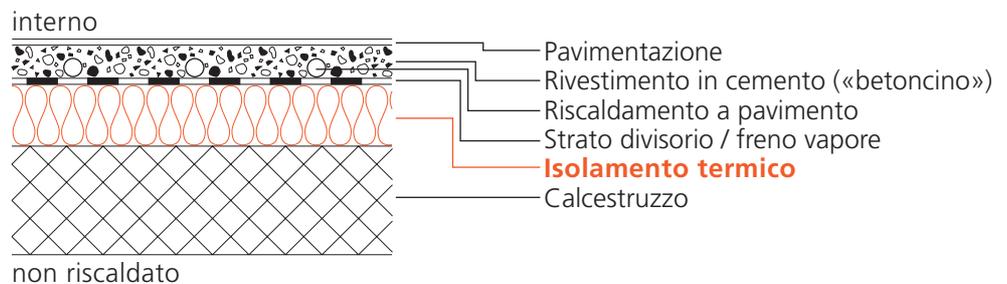


Figura 9
Riscaldamento a pavimento

- lo strato di isolamento termico di un **tetto rovescio** viene eseguito con una maggiorazione del 20% per poter raggiungere il coefficiente U calcolato. Se per esempio il coefficiente U calcolato per un tetto rovescio con uno spessore isolante di 20 cm è di $0.18 \text{ W}/(\text{m}^2 \cdot \text{K})$, lo strato termoisolante effettivo durante la costruzione deve essere maggiorato del 20%, quindi deve essere di 24 cm, per poter rispettare il coefficiente U di $0.18 \text{ W}/(\text{m}^2 \cdot \text{K})$.

Ulteriori indicazioni sulla progettazione e il calcolo di tetti rovesci sono contenuti nella raccomandazione SIA 271 «Tetti piani».

16 2.6 Esempi

Qui sotto viene illustrato il calcolo del coefficiente U in **cinque** esempi. È utile suddividere il calcolo in singole parti. Come ausilio serve la Tabella A. Per il calcolo di altri esempi o come giustificativo per la domanda di costruzione può essere riprodotta la Tabella A in fondo a questa pubblicazione.

A causa della complessità di calcolo per gli elementi costruttivi disomogenei, qui sotto vengono riportati esempi di calcolo solo per elementi costruttivi omogenei.

Esempio 1

Struttura dell'elemento costruttivo (schizzo, sezione)	Denominazione dell'elemento costruttivo <i>Parete esterna</i>			$\frac{R}{h}$ bzw. $\frac{d}{\lambda}$	
	Strato nr.	Materiale da costruzione	d m	$\frac{h}{W/(m^2 \cdot K)}$ $\frac{\lambda}{W/(m \cdot K)}$	
	—	Convezione termica interna (h_i)	—	8	0.13
	1	<i>Intonaco interno</i>	0.015	0.70	0.02
	2	<i>Mattone</i>	0.15	0.44	0.34
	3	<i>Saglan SB 22</i>	0.16	0.036	4.44
	4	<i>Mattone</i>	0.12	0.44	0.27
	5	<i>Intonaco esterno</i>	0.02	0.87	0.02
	—	Convezione termica esterna (h_e)	—	25	
Coeff. $U = \frac{1}{R_{totale}} = 0.19 \text{ W/(m}^2 \cdot \text{K)}$				7	5.26

Tab. A

- ① Schizzo dell'elemento costruttivo
- ② Numerazione degli strati
- ③ Denominazione dei materiali da costruzione dall'interno all'esterno
- ④ d = Spessore dell'elemento costruttivo in m
- ⑤ h = Coefficiente di convezione termica in $W/(m^2 \cdot K)$ (Cap. 2.3.1)
 λ = Conduttività termica del materiale da costruzione in $W/(m \cdot K)$ (Cap. 2.3.2)
- ⑥ Calcolo da $\frac{1}{h} = \frac{1}{\text{⑤}}$ risp. $\frac{d}{\lambda} = \frac{\text{④}}{\text{⑤}}$ in $m^2 \cdot K/W$, cosiddetto coefficiente R (resistenza al passaggio termico)
- ⑦ Somma R_{totale} del coefficiente R dalla colonna ⑥
- ⑧ Calcolo del coefficiente U : $U = \frac{1}{R_{totale}} = \frac{1}{\text{⑦}}$ in $W/(m^2 \cdot K)$

Indicazioni oltre le due posizioni dopo la virgola nel coefficiente U sono inutili!

Esempio 2

Struttura dell'elemento costruttivo (schizzo, sezione)		Denominazione dell'elemento costruttivo Pavimento solaio			$\frac{R}{h}$ bzw. $\frac{d}{\lambda}$
Strato nr.	Materiale da costruzione	d m	$\frac{h}{\lambda}$ W/(m ² ·K)	$\frac{\lambda}{W}$ (m·K)	m ² ·K/W
—	Convezione termica interna (h_i)	—	—	—	0.13
1	Soletta in calcestruzzo	0.18	2.3	—	0.08
2	Barriera vapore	—	—	—	—
3	Isover Luro 414 (2x8 cm) ¹	0.16	0.037	—	4.32
4	Pannello in legno truciolare	0.016	0.14	—	0.11
—	Convezione termica esterna (h_e) ²	—	—	—	0.13

Tab. A

Coef. $U = \frac{1}{R_{totale}} = 0.21$ W/(m²·K) ← $R_{totale} = 4.77$

- ¹ Il coefficiente λ è stato preso dalla scheda tecnica SIA 2001 «Wärmedämmstoffe» («Isolanti termici») (edizione 2001).
- ² Verso il non riscaldato vale $R_{se} = \frac{1}{h_e} = 0.13$ m² · K/W (Cap. 2.3.1).

Esempio 3

Struttura dell'elemento costruttivo (schizzo, sezione)		Denominazione dell'elemento costruttivo Soletta con riscald. a pavim.			$\frac{R}{h}$ bzw. $\frac{d}{\lambda}$
Strato nr.	Materiale da costruzione	d m	$\frac{h}{\lambda}$ W/(m ² ·K)	$\frac{\lambda}{W}$ (m·K)	m ² ·K/W
—	Convezione termica interna (h_i) ¹	—	—	—	—
1	Piastrelle ¹	—	—	—	—
2	Betoncino ¹	—	—	—	—
3	Foglio in PE	—	—	—	—
4	Poliuretano (PUR) ²	0.10	0.033	—	3.03
5	Calcestruzzo	0.20	2.3	—	0.09
—	Convezione termica esterna (h_e)	—	—	—	0.13

Tab. A

Coef. $U = \frac{1}{R_{totale}} = 0.31$ W/(m²·K) ← $R_{totale} = 3.25$

- ¹ Nel caso di riscaldamenti a pavimento, gli strati sopra l'isolamento termico possono essere tralasciati nel calcolo del coefficiente U . La convezione termica interna, le piastrelle e il betoncino vanno quindi tralasciati (Cap. 2.5).
- ² Nel caso venga utilizzato un materiale isolante verificato ma non ancora certificato, va utilizzato il coefficiente λ più alto di questo gruppo di materiali. Nel caso di un'indicazione del prodotto precisa come per esempio ROXON-Alu con un coefficiente λ di 0.026 W/(m · K) anziché «Poliuretano (PUR)» si otterrebbe un coefficiente U di 0.25 W/(m² · K).

18 Esempio 4

Struttura dell'elemento costruttivo (schizzo, sezione)		Denominazione dell'elemento costruttivo <u>Parete della cantina</u>			$\frac{R}{h}$ bzw. $\frac{d}{\lambda}$
Strato nr.	Materiale da costruzione	d m	$\frac{h}{\lambda}$ $\frac{W}{(m^2 \cdot K)}$	$\frac{1}{h}$ bzw. $\frac{d}{\lambda}$ $m^2 \cdot K/W$	
—	Convezione termica interna (h_i)	—	8	0.13	
1	Mattoni in silicocalcare	0.075	1.0	0.08	
2	Barriera vapore ¹	—	—	—	
3	swisspor LUXIT 20	0.16	0.037	4.32	
4	Calcestruzzo	0.20	2.3	0.09	
5	Barriera contro l'umidità ¹	—	—	—	
6	ev. piastra filtrante	—	—	—	
7	Terreno	—	—	—	
—	Convezione termica esterna (h_e) ²	—	∞	0	

Tab. A

$$\text{Coeff. } U = \frac{1}{R_{\text{totale}}} = 0.22 \text{ W/(m}^2 \cdot \text{K)}$$

$$R_{\text{totale}} = 4.62$$

- ¹ Le barriere al vapore e contro l'umidità non vengono considerate (Cap. 2.5).
² Contro il terreno vale $h_e = \infty$ (infinito) e quindi $\frac{1}{h_e} = R_{se} = 0 \text{ m}^2 \cdot \text{K/W}$ (Cap. 2.3.1).

Esempio 5

Struttura dell'elemento costruttivo (schizzo, sezione)		Denominazione dell'elemento costruttivo <u>Tetto piano (tetto rovescio)</u>			$\frac{R}{h}$ bzw. $\frac{d}{\lambda}$
Strato nr.	Materiale da costruzione	d m	$\frac{h}{\lambda}$ $\frac{W}{(m^2 \cdot K)}$	$\frac{1}{h}$ bzw. $\frac{d}{\lambda}$ $m^2 \cdot K/W$	
—	Convezione termica interna (h_i)	—	8	0.13	
1	Calcestruzzo	0.20	2.3	0.09	
2	Impermeabilizzazione tetto	—	—	—	
3	Roofmate SL-X (18 cm) ¹	0.15	0.030	5.00	
4	Strato divisorio / velo	—	—	—	
5	Strato protettivo (sabbia, ghiaia) ²	0.10	2.0	0.05	
—	Convezione termica esterna (h_e)	—	25	0.04	

Tab. A

$$\text{Coeff. } U = \frac{1}{R_{\text{totale}}} = 0.19 \text{ W/(m}^2 \cdot \text{K)}$$

$$R_{\text{totale}} = 5.31$$

- ¹ È previsto un isolamento termico di 18 cm di spessore. Nel caso di un tetto rovescio va calcolata una maggiorazione del 20% per lo spessore dell'isolamento termico secondo la raccomandazione SIA 271. Per questo motivo, nel calcolo del coefficiente U vengono considerati solo 15 cm (18.6 cm / 1.2).
² Il coefficiente λ è stato preso dalla Tabella 2 (Cap. 2.3.2).

Questo esercizio mostra il procedimento per il controllo del calcolo di un coefficiente U .
 Ad una domanda di costruzione viene allegato il calcolo del coefficiente U presentato di seguito, nel quale si sono insinuati tre errori. Provate a trovarli!

Esercizio 1

Struttura dell'elemento costruttivo (schizzo, sezione)		Denominazione dell'elemento costruttivo <i>Doppia muratura</i>			$\frac{R}{h}$ bzw. $\frac{d}{\lambda}$
Strato nr.	Materiale da costruzione	d m	$\frac{h}{W/(m^2 \cdot K)}$	$m^2 \cdot K/W$	
			$\frac{\lambda}{W/(m \cdot K)}$		
-	Convezione termica interna (h_i)	-	8	0.13	
1	Mattone a facciavista	0.15	0.44	0.34	
2	Pannello isolante Flumroc 1	0.16	0.034	4.71	
3	Mattone	0.12	0.44	0.27	
4	Intonaco esterno	0.02	0.87	0.02	
-	Convezione termica esterna (h_e)	-	20	0.05	

Tab. A

$\text{Coeff. } U = \frac{1}{R_{\text{totale}}} = 0.18 \text{ W/(m}^2 \cdot \text{K)}$ ← $R_{\text{totale}} = 5.52$

Calcolate il coefficiente U **corretto** dell'esempio sopra menzionato utilizzando la tabella qui sotto. Potete trovare la soluzione alla pagina seguente.

Esercizio 2

Struttura dell'elemento costruttivo (schizzo, sezione)		Denominazione dell'elemento costruttivo <i>Doppia muratura</i>			$\frac{R}{h}$ bzw. $\frac{d}{\lambda}$
Strato nr.	Materiale da costruzione	d m	$\frac{h}{W/(m^2 \cdot K)}$	$m^2 \cdot K/W$	
			$\frac{\lambda}{W/(m \cdot K)}$		
-	Convezione termica interna (h_i)	-			
1	Mattone a facciavista	0.15			
2	Pannello isolante Flumroc 1	0.16			
3	Mattone	0.12			
4	Intonaco esterno	0.02			
-	Convezione termica esterna (h_e)	-			

Tab. A

$\text{Coeff. } U = \frac{1}{R_{\text{totale}}} = \text{ W/(m}^2 \cdot \text{K)}$ ← $R_{\text{totale}} =$

20 Soluzione dell'esercizio di pagina 19

Calcolo corretto del coefficiente U :

Esercizio 3

Struttura dell'elemento costruttivo (schizzo, sezione)		Denominazione dell'elemento costruttivo <i>Doppia muratura</i>			$\frac{R}{h}$ bzw. $\frac{d}{\lambda}$
Strato nr.	Materiale da costruzione	d m	h W/(m ² ·K)	λ W/(m·K)	$m^2 \cdot K/W$
			—		
1	<i>Mattone a facciavista</i>	0.15	0.52 ¹	0.29	
2	<i>Pannello isolante Flumroc 1</i>	0.16	0.036 ²	4.44	
3	<i>Mattone</i>	0.12	0.44	0.27	
4	<i>Intonaco esterno</i>	0.02	0.87	0.02	
—	Convezione termica esterna (h_e)	—	25 ³	0.04	

Tab. A

$\text{Coeff. } U = \frac{1}{R_{\text{totale}}} = 0.19 \text{ W/(m}^2 \cdot \text{K)}$	←	$R_{\text{totale}} = 5.19$
--	---	----------------------------

- 1** Il coefficiente λ è inesatto. Il mattone a facciavista ha un coefficiente λ peggiore rispetto al mattone.
- 2** Il coefficiente λ è inesatto. Vi è una specifica del prodotto, tuttavia il valore λ non corrisponde a questo prodotto, ma ad es. a «Pannello isolante Flumroc 3». In conformità con la scheda tecnica SIA 2001 «Wärmedämmstoffe» («Isolanti termici», edizione 2001), il coefficiente λ è di 0.036 W/(m · K)
- 3** Il coefficiente di convezione termica h_e è sbagliato.

Nel caso di elementi costruttivi verso il clima esterno vale $h_e = 25 \text{ W/(m}^2 \cdot \text{K)}$ e non $20 \text{ W/(m}^2 \cdot \text{K)}$.

3 Determinazione del coefficiente U con il catalogo degli elementi costruttivi

Il catalogo degli elementi costruttivi è un'opera di consultazione per i coefficienti U degli elementi costruttivi di uso corrente più diffusi. Esso dà all'utente la possibilità di determinare o di controllare un coefficiente U senza doverlo calcolare. Come ausilio può essere utilizzata la Tabella B a pagina 73. Per il calcolo di altri esempi o come giustificativo per la domanda di costruzione può essere riprodotta questa tabella.

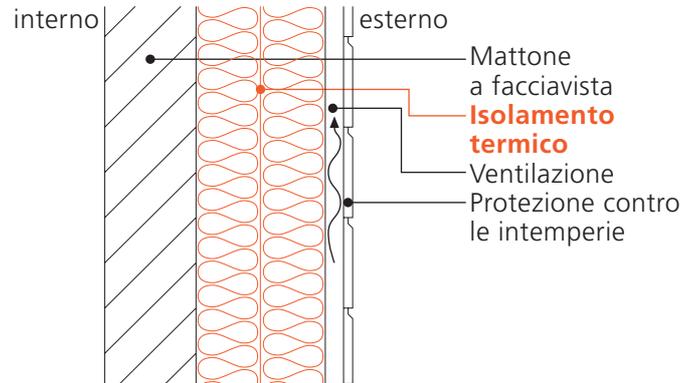
Dettagli di costruzioni meno in uso, che non sono contenuti in questo catalogo, possono essere calcolati secondo il Capitolo 2 con l'aiuto della Tabella A. Possono essere utilizzate anche le indicazioni del fabbricante verificate.

Questa pubblicazione permette di determinare in modo veloce il coefficiente U per nuovi edifici. Bisogna inoltre ricordare che oltre all'isolamento termico vanno considerati anche altri aspetti fisico-costruttivi come la protezione contro l'umidità e contro il rumore.

22 3.1 Esempio

Facciata ventilata con una struttura in alluminio (sistema completamente in metallo)

- Come materiale coibente viene utilizzato un pannello Isover PBF 2 x 10 cm
- I supporti vengono montati con un taglio termico
- La maggiorazione per il ponte termico per 2 mensole / m² è di $\Delta U = 0.05 \text{ W}/(\text{m}^2 \cdot \text{K})$. Questa maggiorazione viene presa dal catalogo dei ponti termici.



① Numero dell'elemento costrutt.	Indicazioni sul materiale termoisolante				⑥ Coefficiente U in $\text{W}/(\text{m}^2 \cdot \text{K})$
	② Materiale	③ Prodotto	④ d m	⑤ λ_{nuovo} $\text{W}/(\text{m} \cdot \text{K})$	
W6	Lana di vetro	Isover PBF	0.20	0.032	0.20

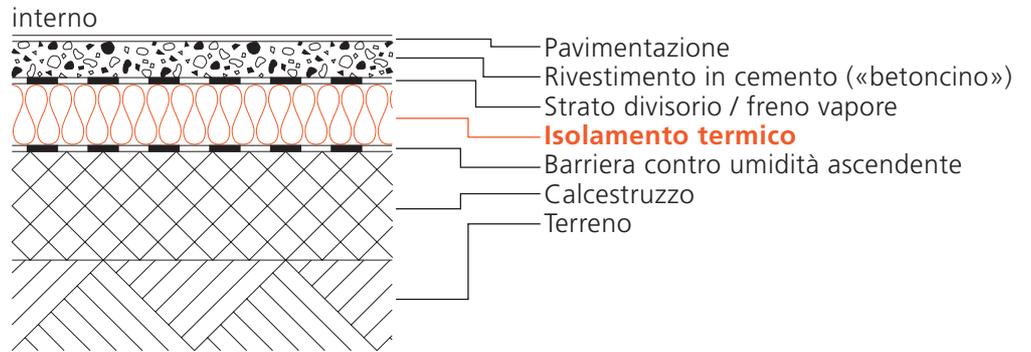
- ① Numero dell'elemento costruttivo secondo il catalogo degli elementi costruttivi dal Cap. 4.1.2
- ② Denominazione del materiale secondo la Tabella 1 nel Cap. 2.3.2
- ③ Specifico del materiale termoisolante
- ④ Spessore d del materiale termoisolante in m
- ⑤ Conduttività termica λ secondo la Tab. 1, Cap. 2.3.2 o indicazione specifica del prodotto. Nel caso di indicazioni specifiche del prodotto i coefficienti λ possono essere presi dalla scheda tecnica SIA 2001 «Wärmedämmstoffe» («Isolanti termici»).
- ⑥ Il coefficiente U conformemente alla Tabella dell'elemento costruttivo W6 (Cap. 4.1.2) è di $0.15 \text{ W}/(\text{m}^2 \cdot \text{K})$. Inoltre vi è una maggiorazione per il ponte termico di $0.05 \text{ W}/(\text{m}^2 \cdot \text{K})$ dal catalogo dei ponti termici. Il coefficiente U dell'elemento costruttivo è quindi di $0.20 \text{ W}/(\text{m}^2 \cdot \text{K})$. Questo procedimento viene eseguito per le rispettive facciate ventilate con sistemi completamente in metallo. La maggiorazione specifica per i ponti termici va presa dal catalogo dei ponti termici.

Nel caso di facciate ventilate con listonatura incrociata tra l'isolamento termico, il coefficiente U dell'elemento costruttivo può essere preso direttamente dal Cap. 4.1.2. Se l'esempio soprastante viene effettuato in questo modo, il coefficiente U dell'elemento costruttivo W6i può essere preso come $U = 0.18 \text{ W}/(\text{m}^2 \cdot \text{K})$.

Sulla base di due esempi si può esercitare l'applicazione pratica del catalogo degli elementi costruttivi. Le soluzioni sono illustrate alla pagina seguente.

Esercizio 1

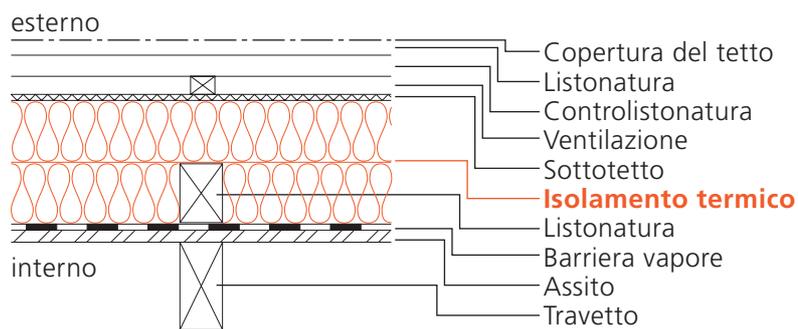
Si calcoli il coefficiente U del pavimento di un locale riscaldato in cantina (10 cm Styrodur 2500 C).



Numero dell'elemento costruttivo	Indicazioni sul materiale termoisolante				Coefficiente U in $W/(m^2 \cdot K)$
	Materiale	Prodotto	d m	λ_{nuovo} $W/(m \cdot K)$	

Esercizio 2

Un tetto a falda viene termoisolato; si tratta di un elemento costruttivo disomogeneo. In tutto vengono utilizzati 24 cm di lana minerale (di produzione sconosciuta).



Numero dell'elemento costruttivo	Indicazioni sul materiale termoisolante				Coefficiente U in $W/(m^2 \cdot K)$
	Materiale	Prodotto	d m	λ_{nuovo} $W/(m \cdot K)$	

Soluzione dell'esercizio 1

Numero dell'elemento costruttivo	Indicazioni sul materiale termoisolante				Coefficiente U in $W/(m^2 \cdot K)$
	Materiale	Prodotto	d m	λ_{nuovo} $W/(m \cdot K)$	
B14	Polistirolo estruso	Styrodur 2500 C	0.10	0.037¹	0.34²

- 1** Il coefficiente λ è di $0.037 \text{ W}/(\text{m} \cdot \text{K})$ secondo la scheda tecnica SIA 2001 rispettivamente secondo le indicazioni dichiarate dal fabbricante per lo spessore dell'isolamento termico previsto.
- 2** L'elemento costruttivo è omogeneo e può quindi essere preso dal Capitolo 4.1. Vi sono solamente i coefficienti U 0.32 e $0.36 \text{ W}/(\text{m}^2 \cdot \text{K})$ per i rispettivi coefficienti λ 0.035 e $0.040 \text{ W}/(\text{m} \cdot \text{K})$. Il valore U può quindi essere interpolato: $U = 0.34 \text{ W}/(\text{m}^2 \cdot \text{K})$.

Soluzione dell'esercizio 2

Numero dell'elemento costruttivo	Indicazioni sul materiale termoisolante				Coefficiente U in $W/(m^2 \cdot K)$
	Materiale	Prodotto	d m	λ_{nuovo} $W/(m \cdot K)$	
Di 4¹	Lana minerale	Prodotto verificato	0.24	0.048²	0.21²

- 1** L'elemento costruttivo è disomogeneo e può essere preso dal Capitolo 4.2
- 2** Se non viene indicata nessuna definizione del prodotto, ma si tratta di un prodotto verificato, va utilizzato un coefficiente λ di $0.048 \text{ W}/(\text{m}^2 \cdot \text{K})$ per i pannelli in lana di roccia secondo la Tabella 1 (Cap. 2.3.2), che dà un coefficiente U di $0.21 \text{ W}/(\text{m}^2 \cdot \text{K})$.
Con una specifica di prodotto come ad esempio pannelli per tetti a falda Rockwool 243 con un coefficiente λ di $0.035 \text{ W}/(\text{m} \cdot \text{K})$ secondo la scheda tecnica SIA 2001, risulta un coefficiente U di $0.17 \text{ W}/(\text{m}^2 \cdot \text{K})$.

4 Catalogo degli elementi costruttivi

Le indicazioni del coefficiente U di nuovi elementi costruttivi sono presentate per gli spessori di isolamenti termici più diffusi. Nel caso vi sia una differenza da questi spessori isolanti va eseguito un calcolo del coefficiente U per l'elemento costruttivo secondo il Capitolo 2. Nelle tabelle sono presentati solo i coefficienti U che soddisfano le richieste della norma SIA 180 «Isolamento termico e protezione contro l'umidità degli edifici».

Negli schizzi del catalogo degli elementi costruttivi non vengono indicati gli spessori degli strati dei singoli materiali da costruzione, visto che piccole differenze dagli spessori più usati hanno un influsso trascurabile sul coefficiente U .

Rispetto alla prima versione del catalogo degli elementi costruttivi «Nuovi edifici» del 1988, questa versione è stata completata con alcuni elementi costruttivi che finora non erano stati presentati.

Inoltre sono stati tolti alcuni elementi costruttivi che in genere ricorrono raramente. La numerazione degli elementi costruttivi non è stata modificata. Per questo motivo risultano alcune lacune nella numerazione. I nuovi elementi costruttivi vengono presentati alla fine dei singoli capitoli. In questo modo non vi sono contraddizioni con la prima edizione del catalogo degli elementi costruttivi «Nuovi edifici».

Nel caso delle facciate ventilate vengono indicati per primi i coefficienti U per la variante «con struttura metallica» con uno strato termoisolante omogeneo. Inoltre vi è la maggiorazione del ponte termico, che viene presa dal catalogo dei ponti termici. Segue poi la variante «con listonatura».

Nel caso di murature speciali viene presentato ancora un esempio, poiché nella prassi vi sono strutture architettoniche sempre differenti.

Nel caso di elementi costruttivi disomogenei il coefficiente U dipende anche dal rapporto listonatura in legno/travetto. Per tutti gli elementi costruttivi sono stati introdotti dei rapporti usuali.

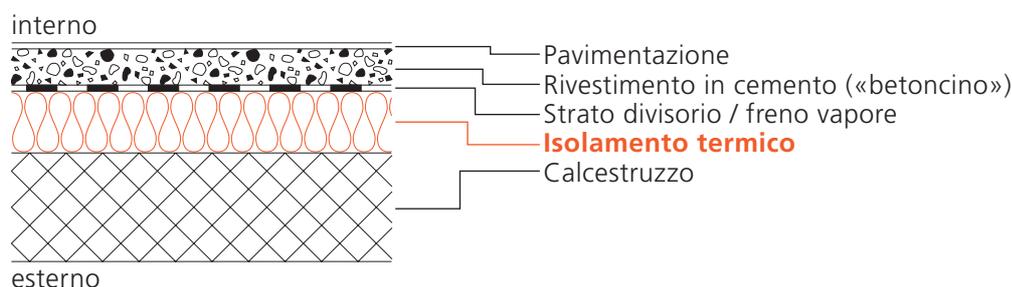
4.1 Elementi costruttivi omogenei	26
4.1.1 Pavimenti	26
– Verso esterno	26
– Strato dell'isolamento termico in cm	27
– Contro terreno	29
– Con riscaldamento a pavimento	30
– Complemento dell'edizione del 1988	33
4.1.2 Pareti	34
– Verso esterno, con isolamento esterno	34
– verso esterno, con isolamento intermedio	40
– verso locali non riscaldati	42
– contro terreno	47
4.1.3 Tetti e solette	50
– Tetti verso esterno	50
– Solette contro locali non riscaldati	53
4.2 Elementi costruttivi disomogenei	55
4.2.1 Pavimenti	55
Complemento dell'edizione del 1988	55
4.2.2 Pareti	58
Complemento dell'edizione del 1988	58
4.2.3 Tetti e solette	60
– Tetti verso esterno	60
– Solette contro locali non riscaldati	62
Complemento dell'edizione del 1988	62

4.1 Elementi costruttivi omogenei

4.1.1 Pavimenti

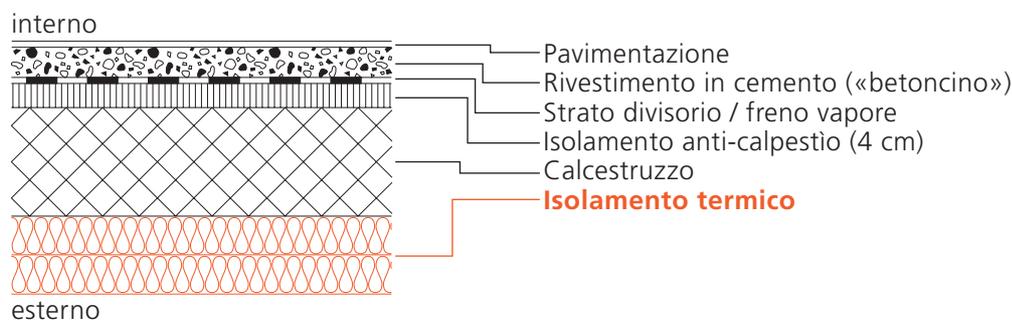
Verso esterno

B 1



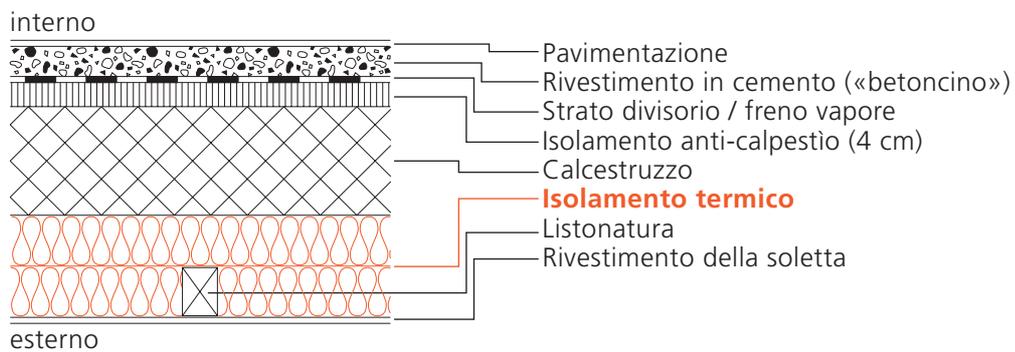
λ W/(m·K)	Strato dell'isolamento termico in cm									Coefficiente U in W/(m ² ·K)	
	6	8	10	12	14	16	18	20	22	24	
0.050				0.36	0.32	0.28	0.25	0.23	0.21	0.19	
0.045			0.39	0.33	0.29	0.26	0.23	0.21	0.19	0.18	
0.040			0.35	0.30	0.26	0.23	0.21	0.19	0.17	0.16	
0.035		0.38	0.31	0.27	0.23	0.20	0.18	0.17	0.15	0.14	
0.030		0.33	0.27	0.23	0.20	0.18	0.16	0.14	0.13	0.12	
0.025	0.36	0.28	0.23	0.19	0.17	0.15	0.13	0.12	0.11	0.10	
0.020	0.30	0.23	0.19	0.16	0.14	0.12	0.11	0.10	0.09	0.08	

B 3



λ W/(m·K)	Strato dell'isolamento termico in cm (solo isolam. termico)									Coefficiente U in W/(m ² ·K)	
	6	8	10	12	14	16	18	20	22	24	
0.050	0.39	0.34	0.30	0.27	0.24	0.22	0.20	0.19	0.17	0.16	
0.045	0.38	0.32	0.28	0.25	0.23	0.20	0.19	0.17	0.16	0.15	
0.040	0.35	0.30	0.26	0.23	0.21	0.19	0.17	0.16	0.15	0.14	
0.035	0.33	0.28	0.24	0.21	0.19	0.17	0.15	0.14	0.13	0.12	
0.030	0.30	0.25	0.21	0.19	0.17	0.15	0.14	0.13	0.12	0.11	
0.025	0.27	0.22	0.19	0.16	0.14	0.13	0.12	0.11	0.10	0.09	
0.020	0.23	0.19	0.16	0.14	0.12	0.11	0.10	0.09	0.08	0.08	

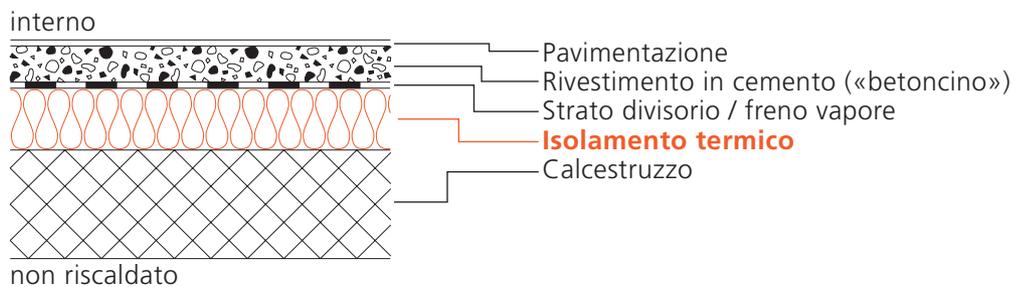
B 5



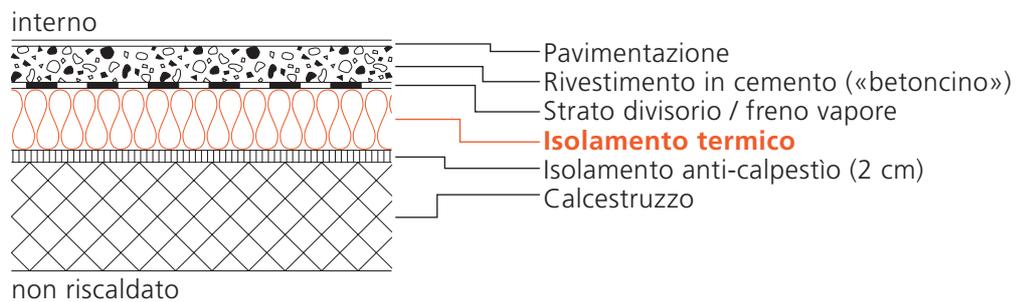
λ W/(m·K)	Strato dell'isolamento termico in cm (solo isolam. termico)										Coefficiente U in W/(m ² ·K)
	6	8	10	12	14	16	18	20	22	24	
0.050	0.40	0.35	0.31	0.28	0.25	0.23	0.22	0.20	0.19	0.18	
0.045	0.38	0.33	0.29	0.26	0.24	0.22	0.20	0.19	0.18	0.16	
0.040	0.36	0.32	0.28	0.25	0.22	0.21	0.19	0.18	0.16	0.15	
0.035	0.35	0.30	0.26	0.23	0.21	0.19	0.17	0.16	0.15	0.14	
0.030	0.32	0.28	0.24	0.21	0.19	0.17	0.16	0.15	0.14	0.13	
0.025	0.30	0.25	0.22	0.19	0.17	0.16	0.14	0.13	0.12	0.11	
0.020	0.27	0.23	0.19	0.17	0.15	0.14	0.13	0.12	0.11	0.10	

Strato dell'isolamento termico in cm

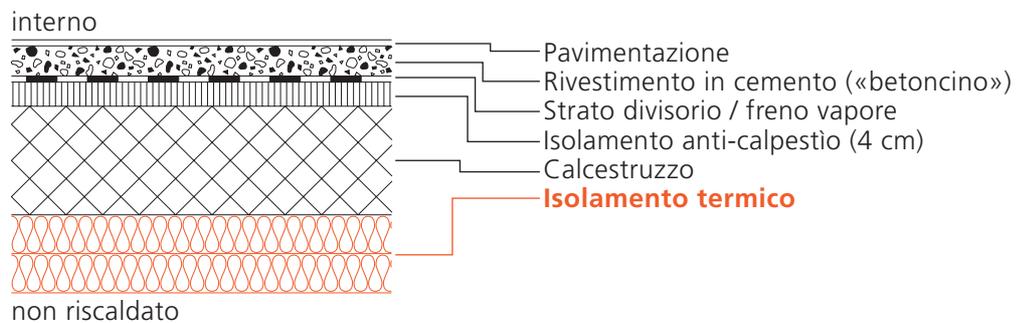
B 8



λ W/(m·K)	Strato dell'isolamento termico in cm										Coefficiente U in W/(m ² ·K)
	6	8	10	12	14	16	18	20	22	24	
0.050		0.49	0.41	0.35	0.31	0.28	0.25	0.23	0.21	0.19	
0.045	0.57	0.45	0.38	0.32	0.28	0.25	0.23	0.21	0.19	0.17	
0.040	0.52	0.41	0.34	0.29	0.25	0.23	0.20	0.18	0.17	0.16	
0.035	0.47	0.37	0.30	0.26	0.23	0.20	0.18	0.16	0.15	0.14	
0.030	0.41	0.32	0.27	0.23	0.20	0.17	0.16	0.14	0.13	0.12	
0.025	0.35	0.28	0.23	0.19	0.17	0.15	0.13	0.12	0.11	0.10	
0.020	0.29	0.23	0.18	0.16	0.13	0.12	0.11	0.10	0.09	0.08	

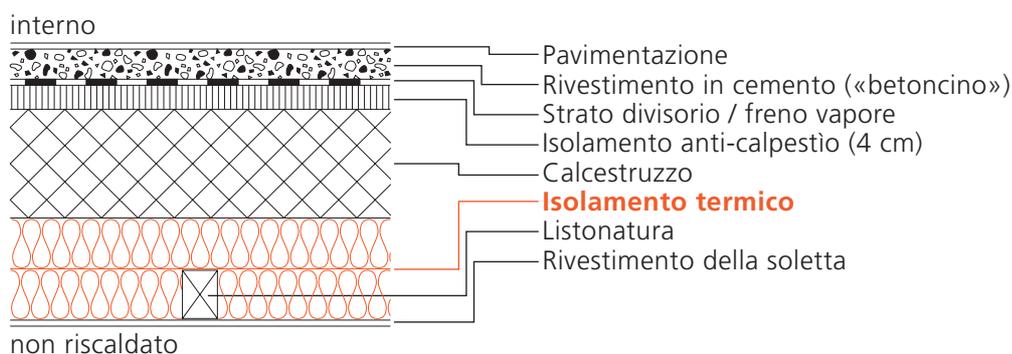
B 9

λ W/(m·K)	Strato dell'isolamento termico in cm (solo isolam. termico)										Coefficiente U in W/(m ² ·K)
	6	8	10	12	14	16	18	20	22	24	
0.050	0.47	0.40	0.34	0.30	0.27	0.24	0.22	0.20	0.19	0.17	
0.045	0.44	0.37	0.32	0.28	0.25	0.22	0.20	0.19	0.17	0.16	
0.040	0.41	0.34	0.29	0.25	0.23	0.20	0.18	0.17	0.16	0.14	
0.035	0.38	0.31	0.26	0.23	0.20	0.18	0.16	0.15	0.14	0.13	
0.030	0.34	0.28	0.23	0.20	0.18	0.16	0.14	0.13	0.12	0.11	
0.025	0.30	0.24	0.20	0.17	0.15	0.14	0.12	0.11	0.10	0.10	
0.020	0.25	0.20	0.17	0.14	0.13	0.11	0.10	0.09	0.08	0.08	

B 10

λ W/(m·K)	Strato dell'isolamento termico in cm (solo isolam. termico)										Coefficiente U in W/(m ² ·K)
	6	8	10	12	14	16	18	20	22	24	
0.050	0.38	0.33	0.29	0.26	0.24	0.22	0.20	0.18	0.17	0.16	
0.045	0.36	0.31	0.27	0.24	0.22	0.20	0.18	0.17	0.16	0.15	
0.040	0.34	0.29	0.25	0.23	0.20	0.18	0.17	0.16	0.14	0.13	
0.035	0.32	0.27	0.23	0.21	0.18	0.17	0.15	0.14	0.13	0.12	
0.030	0.29	0.24	0.21	0.18	0.16	0.15	0.13	0.12	0.11	0.11	
0.025	0.26	0.22	0.18	0.16	0.14	0.13	0.12	0.11	0.10	0.09	
0.020	0.23	0.18	0.16	0.13	0.12	0.11	0.10	0.09	0.08	0.07	

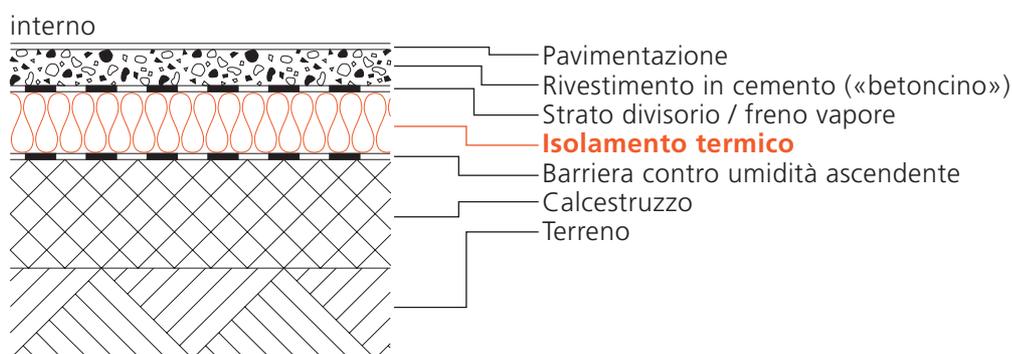
B 12



λ W/(m·K)	Strato dell'isolamento termico in cm (solo isolam. termico)										Coefficiente U in W/(m ² ·K)									
	6	8	10	12	14	16	18	20	22	24	6	8	10	12	14	16	18	20	22	24
0.050	0.39	0.34	0.31	0.28	0.25	0.23	0.22	0.20	0.19	0.18	0.39	0.34	0.31	0.28	0.25	0.23	0.22	0.20	0.19	0.18
0.045	0.37	0.33	0.29	0.26	0.24	0.22	0.20	0.19	0.18	0.17	0.37	0.33	0.29	0.26	0.24	0.22	0.20	0.19	0.18	0.17
0.040	0.36	0.31	0.28	0.25	0.22	0.21	0.19	0.18	0.16	0.15	0.36	0.31	0.28	0.25	0.22	0.21	0.19	0.18	0.16	0.15
0.035	0.34	0.29	0.26	0.23	0.21	0.19	0.18	0.16	0.15	0.14	0.34	0.29	0.26	0.23	0.21	0.19	0.18	0.16	0.15	0.14
0.030	0.32	0.27	0.24	0.21	0.19	0.17	0.16	0.15	0.14	0.13	0.32	0.27	0.24	0.21	0.19	0.17	0.16	0.15	0.14	0.13
0.025	0.29	0.25	0.22	0.19	0.17	0.16	0.14	0.13	0.12	0.12	0.29	0.25	0.22	0.19	0.17	0.16	0.14	0.13	0.12	0.12
0.020	0.27	0.22	0.19	0.17	0.15	0.14	0.13	0.12	0.11	0.10	0.27	0.22	0.19	0.17	0.15	0.14	0.13	0.12	0.11	0.10

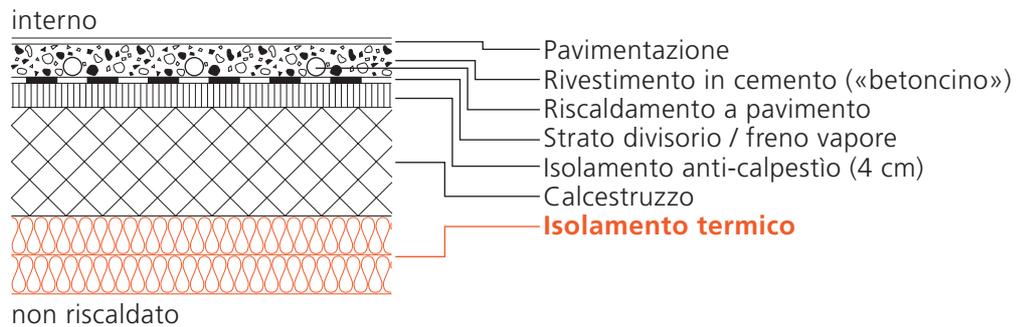
Contro terreno

B 14



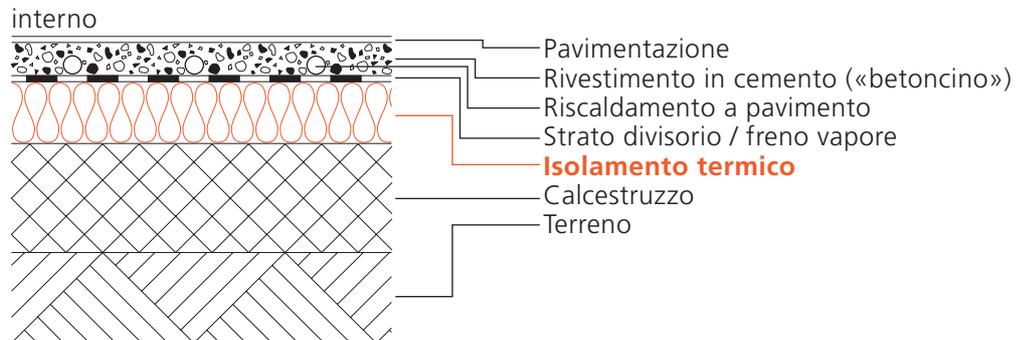
λ W/(m·K)	Strato dell'isolamento termico in cm										Coefficiente U in W/(m ² ·K)									
	6	8	10	12	14	16	18	20	22	24	6	8	10	12	14	16	18	20	22	24
0.050		0.53	0.44	0.37	0.32	0.29	0.26	0.23	0.21	0.20	0.53	0.44	0.37	0.32	0.29	0.26	0.23	0.21	0.20	0.20
0.045		0.48	0.40	0.34	0.29	0.26	0.23	0.21	0.19	0.18	0.48	0.40	0.34	0.29	0.26	0.23	0.21	0.19	0.18	0.18
0.040	0.56	0.44	0.36	0.30	0.26	0.23	0.21	0.19	0.17	0.16	0.56	0.44	0.36	0.30	0.26	0.23	0.21	0.19	0.17	0.16
0.035	0.50	0.39	0.32	0.27	0.23	0.21	0.18	0.17	0.15	0.14	0.50	0.39	0.32	0.27	0.23	0.21	0.18	0.17	0.15	0.14
0.030	0.44	0.34	0.28	0.23	0.20	0.18	0.16	0.14	0.13	0.12	0.44	0.34	0.28	0.23	0.20	0.18	0.16	0.14	0.13	0.12
0.025	0.37	0.29	0.23	0.20	0.17	0.15	0.13	0.12	0.11	0.10	0.37	0.29	0.23	0.20	0.17	0.15	0.13	0.12	0.11	0.10
0.020	0.30	0.23	0.19	0.16	0.14	0.12	0.11	0.10	0.09	0.08	0.30	0.23	0.19	0.16	0.14	0.12	0.11	0.10	0.09	0.08

B 19



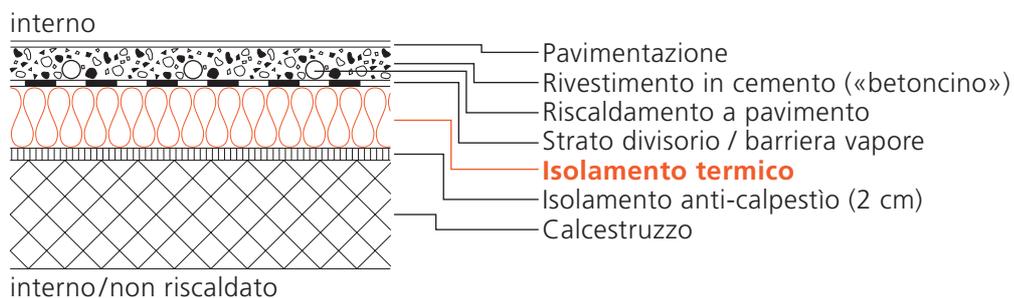
λ W/(m·K)	Strato dell'isolamento termico in cm (solo isolam. termico)							Coefficiente U in W/(m ² ·K)		
	6	8	10	12	14	16	18	20	22	24
0.050	0.41	0.35	0.31	0.28	0.25	0.23	0.21	0.19	0.18	0.17
0.045	0.39	0.33	0.29	0.26	0.23	0.21	0.19	0.18	0.16	0.15
0.040	0.37	0.31	0.27	0.24	0.21	0.19	0.17	0.16	0.15	0.14
0.035	0.34	0.29	0.25	0.22	0.19	0.17	0.16	0.14	0.13	0.12
0.030	0.31	0.26	0.22	0.19	0.17	0.15	0.14	0.13	0.12	0.11
0.025	0.28	0.23	0.19	0.17	0.15	0.13	0.12	0.11	0.10	0.09
0.020	0.24	0.19	0.16	0.14	0.12	0.11	0.10	0.09	0.08	0.08

B 20



λ W/(m·K)	Strato dell'isolamento termico in cm							Coefficiente U in W/(m ² ·K)		
	6	8	10	12	14	16	18	20	22	24
0.050		0.59	0.48	0.40	0.35	0.30	0.27	0.24	0.22	0.20
0.045		0.54	0.43	0.36	0.31	0.27	0.24	0.22	0.20	0.18
0.040		0.48	0.39	0.32	0.28	0.24	0.22	0.20	0.18	0.16
0.035	0.55	0.42	0.34	0.28	0.24	0.21	0.19	0.17	0.16	0.14
0.030	0.48	0.36	0.29	0.24	0.21	0.18	0.16	0.15	0.13	0.12
0.025	0.40	0.30	0.24	0.20	0.18	0.15	0.14	0.12	0.11	0.10
0.020	0.32	0.24	0.20	0.16	0.14	0.12	0.11	0.10	0.09	0.08

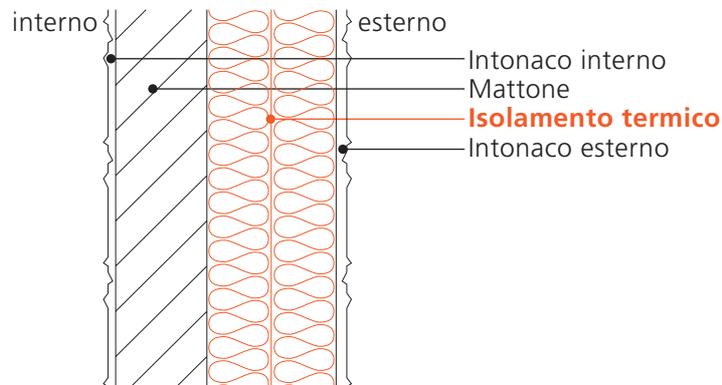
Complemento dell'edizione del 1988

B 21

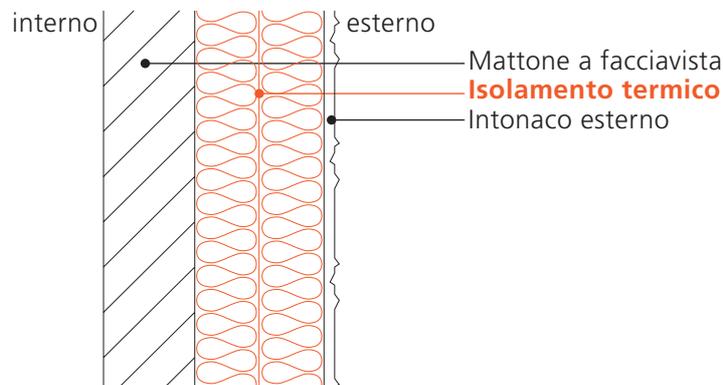
λ W/(m·K)	Strato dell'isolamento termico in cm (solo isolam. termico)										Coefficiente U in W/(m ² ·K)
	6	8	10	12	14	16	18	20	22	24	
0.050	0.52	0.43	0.37	0.32	0.28	0.26	0.23	0.21	0.20	0.18	
0.045	0.49	0.40	0.34	0.30	0.26	0.23	0.21	0.19	0.18	0.17	
0.040	0.45	0.37	0.31	0.27	0.24	0.21	0.19	0.17	0.16	0.15	
0.035	0.41	0.33	0.28	0.24	0.21	0.19	0.17	0.16	0.14	0.13	
0.030	0.37	0.30	0.25	0.21	0.19	0.17	0.15	0.14	0.12	0.11	
0.025	0.32	0.26	0.21	0.18	0.16	0.14	0.13	0.11	0.11	0.10	
0.020	0.27	0.21	0.17	0.15	0.13	0.11	0.10	0.09	0.09	0.08	

4.1.2 Pareti

Verso esterno, con isolamento esterno

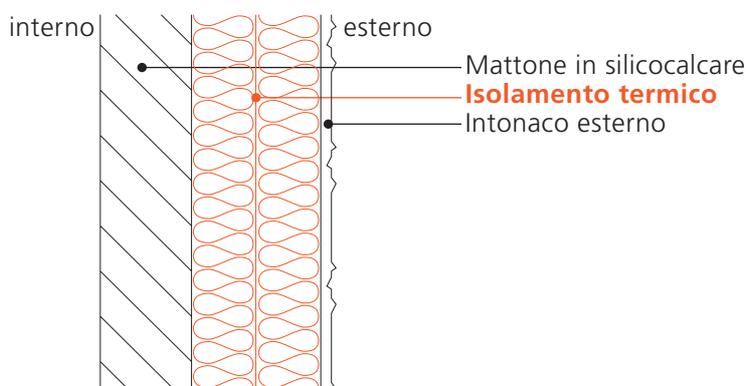
W 1

λ W/(m·K)	Strato dell'isolamento termico in cm (globalmente)						Coefficiente U in W/(m ² ·K)			
	10	12	14	16	18	20	22	24	26	28
0.050	0.39	0.34	0.30	0.27	0.24	0.22	0.20	0.19	0.17	0.16
0.045	0.36	0.31	0.27	0.24	0.22	0.20	0.18	0.17	0.16	0.15
0.040	0.33	0.28	0.25	0.22	0.20	0.18	0.17	0.15	0.14	0.13
0.035	0.29	0.25	0.22	0.20	0.18	0.16	0.15	0.13	0.13	0.12
0.030	0.26	0.22	0.19	0.17	0.15	0.14	0.13	0.12	0.11	0.10
0.025	0.22	0.19	0.16	0.14	0.13	0.12	0.11	0.10	0.09	0.09
0.020	0.18	0.15	0.13	0.12	0.10	0.09	0.09	0.08	0.07	0.07

W 2

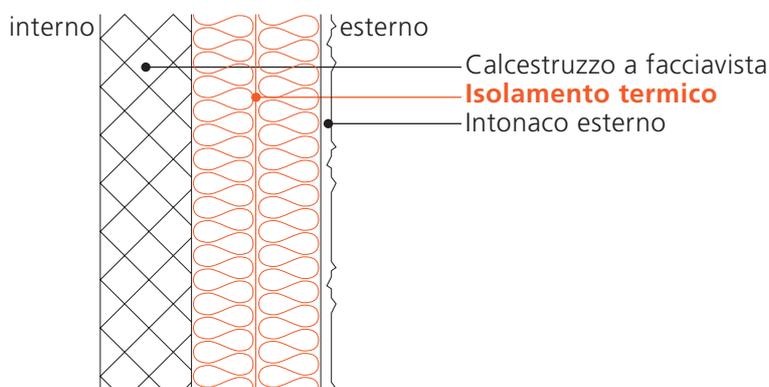
λ W/(m·K)	Strato dell'isolamento termico in cm (globalmente)						Coefficiente U in W/(m ² ·K)			
	10	12	14	16	18	20	22	24	26	28
0.050	0.40	0.35	0.30	0.27	0.25	0.22	0.20	0.19	0.18	0.16
0.045	0.37	0.32	0.28	0.25	0.22	0.20	0.19	0.17	0.16	0.15
0.040	0.34	0.29	0.25	0.22	0.20	0.18	0.17	0.15	0.14	0.13
0.035	0.30	0.26	0.22	0.20	0.18	0.16	0.15	0.14	0.13	0.12
0.030	0.26	0.22	0.19	0.17	0.15	0.14	0.13	0.12	0.11	0.10
0.025	0.22	0.19	0.16	0.15	0.13	0.12	0.11	0.10	0.09	0.09
0.020	0.18	0.15	0.13	0.12	0.11	0.10	0.09	0.08	0.07	0.07

W 3



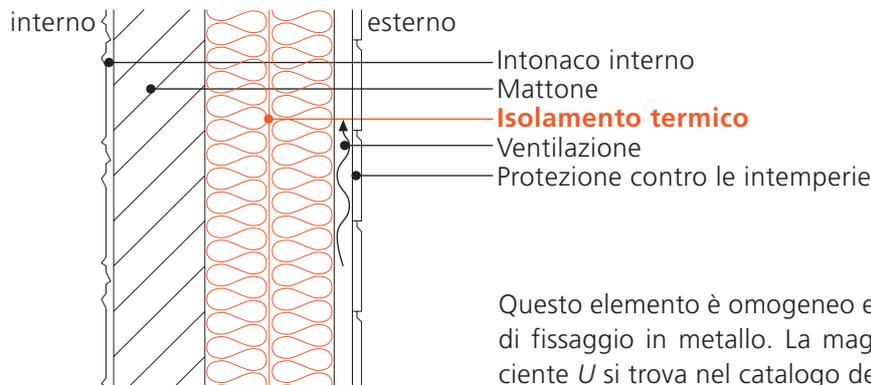
λ W/(m·K)	Strato dell'isolamento termico in cm (globalmente)						Coefficiente U in W/(m ² ·K)			
	10	12	14	16	18	20	22	24	26	28
0.050		0.36	0.32	0.28	0.25	0.23	0.21	0.19	0.18	0.17
0.045	0.39	0.33	0.29	0.26	0.23	0.21	0.19	0.18	0.16	0.15
0.040	0.35	0.30	0.26	0.23	0.21	0.19	0.17	0.16	0.15	0.14
0.035	0.31	0.27	0.23	0.20	0.18	0.17	0.15	0.14	0.13	0.12
0.030	0.27	0.23	0.20	0.18	0.16	0.14	0.13	0.12	0.11	0.10
0.025	0.23	0.19	0.17	0.15	0.13	0.12	0.11	0.10	0.09	0.09
0.020	0.19	0.16	0.14	0.12	0.11	0.10	0.09	0.08	0.07	0.07

W 4



λ W/(m·K)	Strato dell'isolamento termico in cm (globalmente)						Coefficiente U in W/(m ² ·K)			
	10	12	14	16	18	20	22	24	26	28
0.050		0.37	0.33	0.29	0.26	0.23	0.21	0.20	0.18	0.17
0.045	0.40	0.34	0.30	0.26	0.23	0.21	0.19	0.18	0.17	0.15
0.040	0.36	0.31	0.26	0.23	0.21	0.19	0.17	0.16	0.15	0.14
0.035	0.32	0.27	0.23	0.21	0.18	0.17	0.15	0.14	0.13	0.12
0.030	0.28	0.23	0.20	0.18	0.16	0.14	0.13	0.12	0.11	0.10
0.025	0.23	0.20	0.17	0.15	0.13	0.12	0.11	0.10	0.09	0.09
0.020	0.19	0.16	0.14	0.12	0.11	0.10	0.09	0.08	0.08	0.07

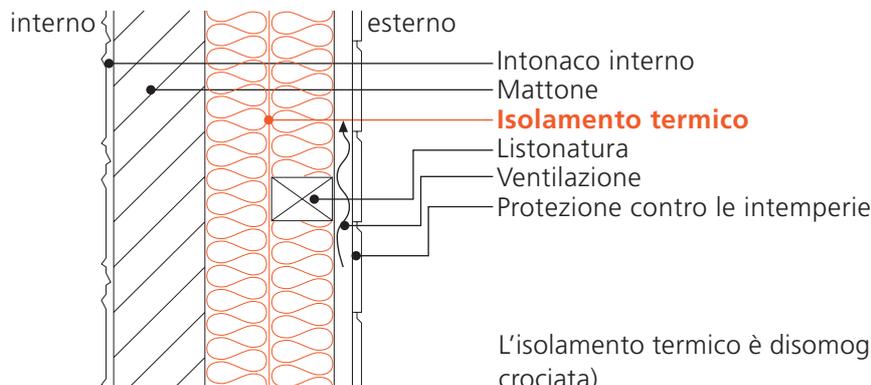
W 5



Questo elemento è omogeneo e presenta degli elementi di fissaggio in metallo. La maggiorazione per il coefficiente U si trova nel catalogo dei ponti termici.

λ W/(m·K)	Strato dell'isolamento termico in cm (globalmente)						Coefficiente U in W/(m ² ·K)			
	10	12	14	16	18	20	22	24	26	28
0.050	0.38	0.33	0.29	0.26	0.24	0.22	0.20	0.18	0.17	0.16
0.045	0.35	0.30	0.27	0.24	0.22	0.20	0.18	0.17	0.16	0.15
0.040	0.32	0.28	0.24	0.22	0.20	0.18	0.16	0.15	0.14	0.13
0.035	0.29	0.25	0.22	0.19	0.17	0.16	0.14	0.13	0.12	0.12
0.030	0.25	0.22	0.19	0.17	0.15	0.14	0.13	0.12	0.11	0.10
0.025	0.22	0.18	0.16	0.14	0.13	0.12	0.11	0.10	0.09	0.08
0.020	0.18	0.15	0.13	0.12	0.10	0.09	0.09	0.08	0.07	0.07

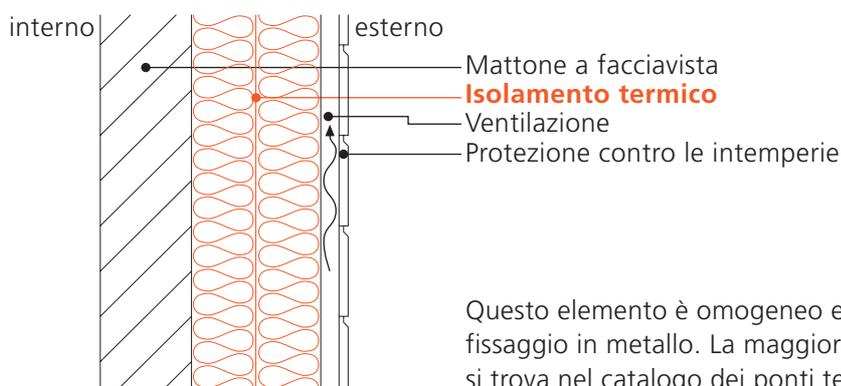
W 5i



L'isolamento termico è disomogeneo (con listonatura incrociata).

λ W/(m·K)	Strato dell'isolamento termico in cm (globalmente)						Coefficiente U in W/(m ² ·K)			
	10	12	14	16	18	20	22	24	26	28
0.050		0.36	0.32	0.29	0.26	0.24	0.22	0.21	0.19	0.18
0.045	0.39	0.34	0.30	0.27	0.25	0.22	0.21	0.19	0.18	0.17
0.040	0.36	0.32	0.28	0.25	0.23	0.21	0.19	0.18	0.16	0.15
0.035	0.33	0.29	0.26	0.23	0.21	0.19	0.17	0.16	0.15	0.14
0.030	0.30	0.26	0.23	0.21	0.19	0.17	0.16	0.14	0.13	0.13
0.025	0.27	0.23	0.21	0.18	0.17	0.15	0.14	0.13	0.12	0.11
0.020	0.24	0.20	0.18	0.16	0.14	0.13	0.12	0.11	0.10	0.10

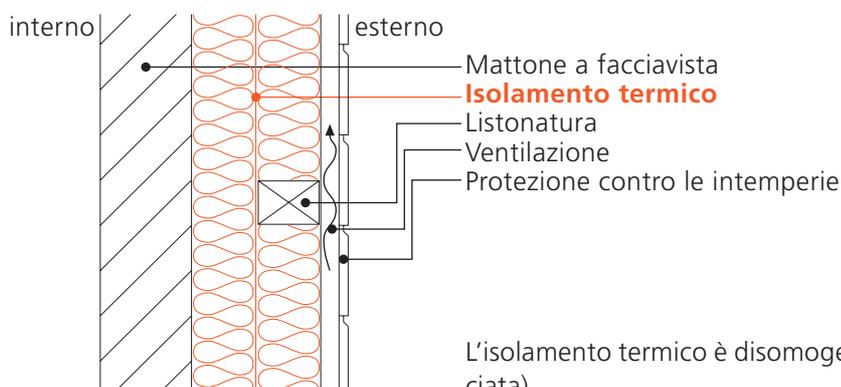
W 6



Questo elemento è omogeneo e presenta degli elementi di fissaggio in metallo. La maggiorazione per il coefficiente U si trova nel catalogo dei ponti termici.

λ W/(m·K)	Strato dell'isolamento termico in cm (globalmente)						Coefficiente U in W/(m ² ·K)				
	10	12	14	16	18	20	22	24	26	28	
0.050	0.39	0.34	0.30	0.27	0.24	0.22	0.20	0.19	0.17	0.16	
0.045	0.36	0.31	0.27	0.24	0.22	0.20	0.18	0.17	0.16	0.15	
0.040	0.33	0.28	0.25	0.22	0.20	0.18	0.17	0.15	0.14	0.13	
0.035	0.29	0.25	0.22	0.20	0.18	0.16	0.15	0.14	0.13	0.12	
0.030	0.26	0.22	0.19	0.17	0.15	0.14	0.13	0.12	0.11	0.10	
0.025	0.22	0.19	0.16	0.14	0.13	0.12	0.11	0.10	0.09	0.09	
0.020	0.18	0.15	0.13	0.12	0.10	0.09	0.09	0.08	0.07	0.07	

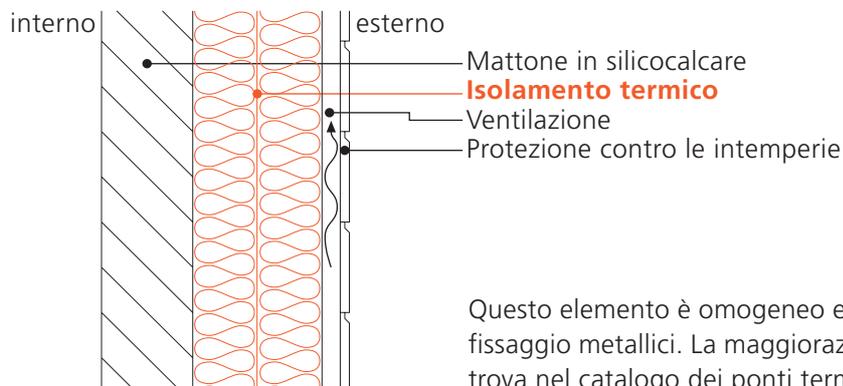
W 6i



L'isolamento termico è disomogeneo (con listonatura incrociata).

λ W/(m·K)	Strato dell'isolamento termico in cm (globalmente)						Coefficiente U in W/(m ² ·K)				
	10	12	14	16	18	20	22	24	26	28	
0.050		0.37	0.33	0.30	0.27	0.25	0.23	0.21	0.20	0.18	
0.045	0.40	0.35	0.31	0.28	0.25	0.23	0.21	0.19	0.18	0.17	
0.040	0.37	0.32	0.29	0.25	0.23	0.21	0.19	0.18	0.17	0.16	
0.035	0.34	0.30	0.26	0.23	0.21	0.19	0.18	0.16	0.15	0.14	
0.030	0.31	0.27	0.24	0.21	0.19	0.17	0.16	0.15	0.14	0.13	
0.025	0.28	0.24	0.21	0.19	0.17	0.15	0.14	0.13	0.12	0.11	
0.020	0.24	0.21	0.18	0.16	0.15	0.13	0.12	0.11	0.11	0.10	

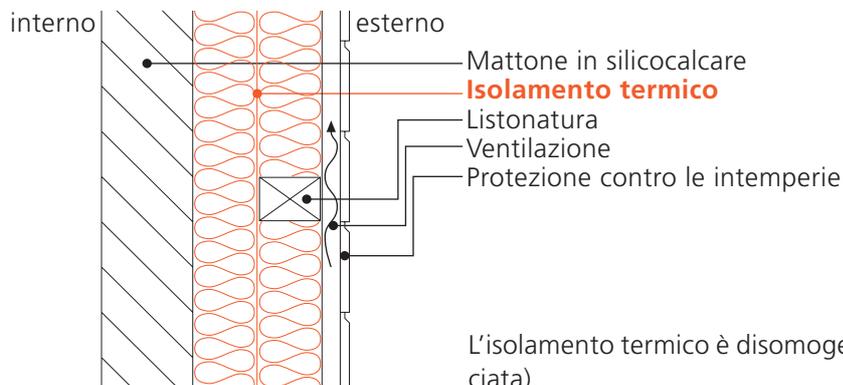
W 7



Questo elemento è omogeneo e presenta degli elementi di fissaggio metallici. La maggiorazione per il coefficiente U si trova nel catalogo dei ponti termici.

λ W/(m·K)	Strato dell'isolamento termico in cm (globalmente)						Coefficiente U in W/(m ² ·K)			
	10	12	14	16	18	20	22	24	26	28
0.050		0.36	0.31	0.28	0.25	0.23	0.21	0.19	0.18	0.17
0.045	0.38	0.33	0.28	0.25	0.23	0.21	0.19	0.17	0.16	0.15
0.040	0.34	0.29	0.26	0.23	0.20	0.19	0.17	0.16	0.14	0.14
0.035	0.31	0.26	0.23	0.20	0.18	0.16	0.15	0.14	0.13	0.12
0.030	0.27	0.23	0.20	0.17	0.16	0.14	0.13	0.12	0.11	0.10
0.025	0.23	0.19	0.17	0.15	0.13	0.12	0.11	0.10	0.09	0.09
0.020	0.19	0.16	0.14	0.12	0.11	0.10	0.09	0.08	0.07	0.07

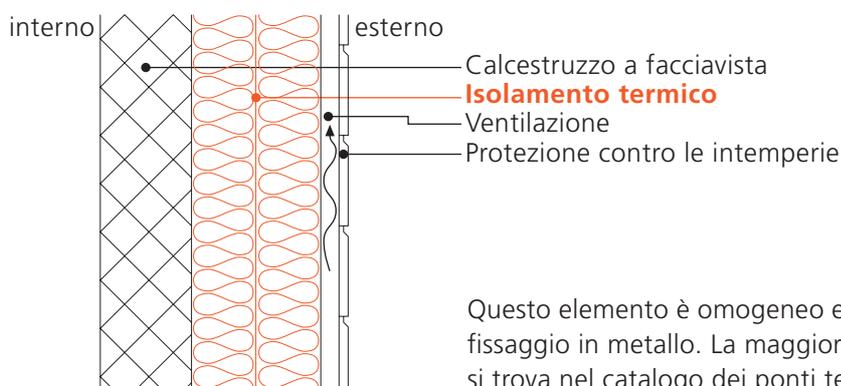
W 7i



L'isolamento termico è disomogeneo (con listonatura incrociata).

λ W/(m·K)	Strato dell'isolamento termico in cm (globalmente)						Coefficiente U in W/(m ² ·K)			
	10	12	14	16	18	20	22	24	26	28
0.050			0.36	0.32	0.29	0.26	0.24	0.22	0.21	0.19
0.045		0.38	0.33	0.30	0.27	0.24	0.22	0.21	0.19	0.18
0.040		0.35	0.31	0.27	0.25	0.22	0.21	0.19	0.18	0.16
0.035	0.37	0.32	0.28	0.25	0.22	0.20	0.19	0.17	0.16	0.15
0.030	0.34	0.29	0.25	0.22	0.20	0.18	0.17	0.15	0.14	0.13
0.025	0.30	0.26	0.22	0.20	0.18	0.16	0.15	0.14	0.13	0.12
0.020	0.26	0.22	0.19	0.17	0.15	0.14	0.13	0.12	0.11	0.10

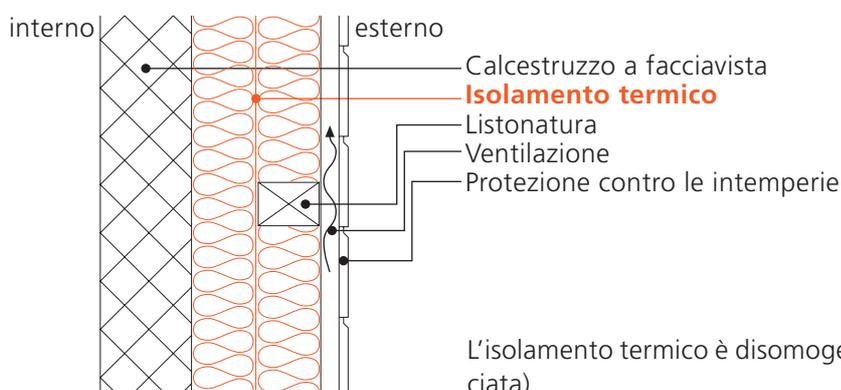
W 8



Questo elemento è omogeneo e presenta degli elementi di fissaggio in metallo. La maggiorazione per il coefficiente U si trova nel catalogo dei ponti termici.

λ W/(m·K)	Strato dell'isolamento termico in cm (globalmente)						Coefficiente U in W/(m ² ·K)			
	10	12	14	16	18	20	22	24	26	28
0.050		0.37	0.32	0.28	0.25	0.23	0.21	0.19	0.18	0.17
0.045	0.39	0.33	0.29	0.26	0.23	0.21	0.19	0.18	0.16	0.15
0.040	0.35	0.30	0.26	0.23	0.21	0.19	0.17	0.16	0.15	0.14
0.035	0.31	0.27	0.23	0.20	0.18	0.17	0.15	0.14	0.13	0.12
0.030	0.27	0.23	0.20	0.18	0.16	0.14	0.13	0.12	0.11	0.10
0.025	0.23	0.19	0.17	0.15	0.13	0.12	0.11	0.10	0.09	0.09
0.020	0.19	0.16	0.14	0.12	0.11	0.10	0.09	0.08	0.07	0.07

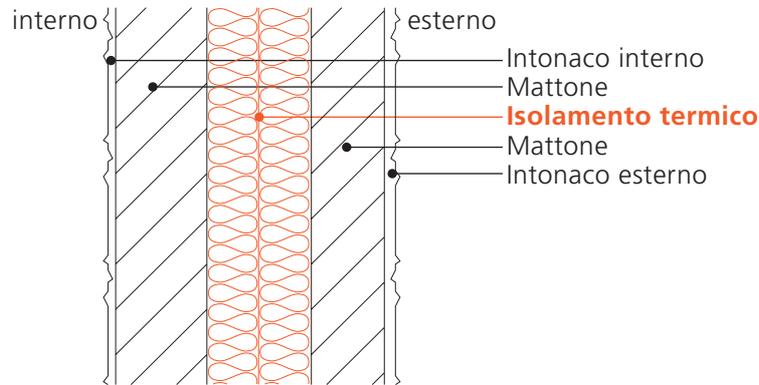
W 8i



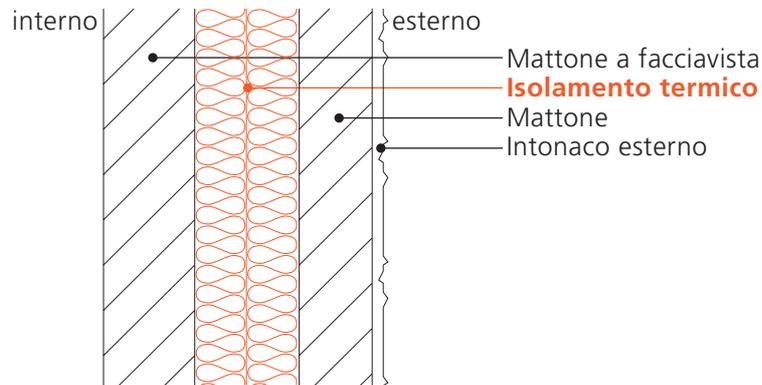
L'isolamento termico è disomogeneo (con listonatura incrociata).

λ W/(m·K)	Strato dell'isolamento termico in cm (globalmente)						Coefficiente U in W/(m ² ·K)			
	10	12	14	16	18	20	22	24	26	28
0.050			0.36	0.32	0.29	0.26	0.24	0.22	0.20	0.19
0.045		0.38	0.33	0.29	0.26	0.24	0.22	0.20	0.19	0.18
0.040		0.35	0.30	0.27	0.24	0.22	0.20	0.19	0.17	0.16
0.035	0.37	0.32	0.28	0.25	0.22	0.20	0.18	0.17	0.16	0.15
0.030	0.34	0.29	0.25	0.22	0.20	0.18	0.17	0.15	0.14	0.13
0.025	0.30	0.25	0.22	0.20	0.18	0.16	0.15	0.13	0.13	0.12
0.020	0.26	0.22	0.19	0.17	0.15	0.14	0.13	0.12	0.11	0.10

verso esterno, con isolamento intermedio

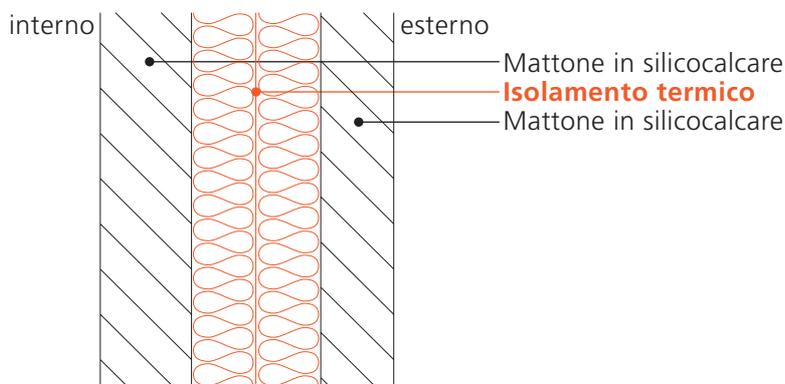
W 9

λ W/(m·K)	Strato dell'isolamento termico in cm (globalmente)					Coefficiente U in W/(m ² ·K)				
	6	8	10	12	14	16	18	20	22	24
0.050			0.35	0.31	0.28	0.25	0.23	0.21	0.19	0.18
0.045		0.38	0.33	0.29	0.25	0.23	0.21	0.19	0.17	0.16
0.040		0.35	0.30	0.26	0.23	0.21	0.19	0.17	0.16	0.15
0.035	0.39	0.32	0.27	0.23	0.21	0.19	0.17	0.15	0.14	0.13
0.030	0.35	0.29	0.24	0.21	0.18	0.16	0.15	0.13	0.12	0.11
0.025	0.31	0.25	0.21	0.18	0.16	0.14	0.12	0.11	0.10	0.10
0.020	0.26	0.21	0.17	0.15	0.13	0.11	0.10	0.09	0.08	0.08

W 10

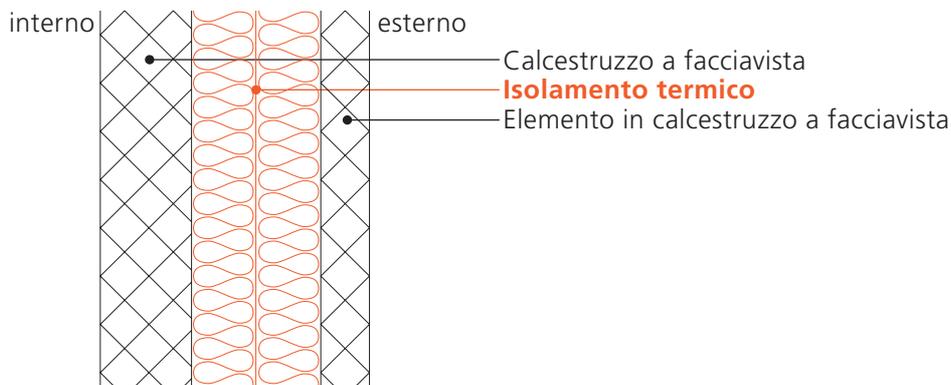
λ W/(m·K)	Strato dell'isolamento termico in cm (globalmente)					Coefficiente U in W/(m ² ·K)				
	6	8	10	12	14	16	18	20	22	24
0.050			0.36	0.32	0.28	0.25	0.23	0.21	0.19	0.18
0.045		0.39	0.34	0.29	0.26	0.23	0.21	0.19	0.18	0.16
0.040		0.36	0.31	0.27	0.24	0.21	0.19	0.17	0.16	0.15
0.035		0.33	0.28	0.24	0.21	0.19	0.17	0.15	0.14	0.13
0.030	0.36	0.29	0.24	0.21	0.18	0.16	0.15	0.13	0.12	0.11
0.025	0.32	0.25	0.21	0.18	0.16	0.14	0.13	0.11	0.10	0.10
0.020	0.27	0.21	0.17	0.15	0.13	0.11	0.10	0.09	0.09	0.08

W 11



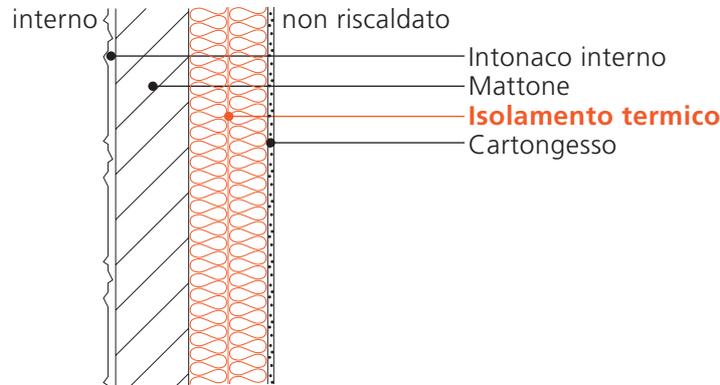
λ W/(m·K)	Strato dell'isolamento termico in cm (globalmente)						Coefficiente U in W/(m ² ·K)			
	6	8	10	12	14	16	18	20	22	24
0.050				0.35	0.31	0.27	0.25	0.23	0.21	0.19
0.045			0.38	0.32	0.28	0.25	0.23	0.20	0.19	0.17
0.040			0.34	0.29	0.25	0.23	0.20	0.18	0.17	0.16
0.035		0.37	0.30	0.26	0.23	0.20	0.18	0.16	0.15	0.14
0.030		0.32	0.27	0.23	0.20	0.17	0.16	0.14	0.13	0.12
0.025	0.35	0.27	0.23	0.19	0.17	0.15	0.13	0.12	0.11	0.10
0.020	0.29	0.23	0.18	0.16	0.13	0.12	0.11	0.10	0.09	0.08

W 12

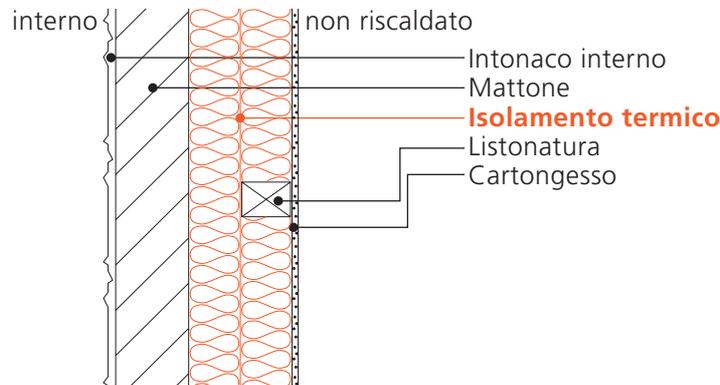


λ W/(m·K)	Strato dell'isolamento termico in cm (globalmente)						Coefficiente U in W/(m ² ·K)			
	6	8	10	12	14	16	18	20	22	24
0.050				0.37	0.32	0.29	0.26	0.23	0.21	0.20
0.045			0.40	0.34	0.29	0.26	0.23	0.21	0.19	0.18
0.040			0.36	0.30	0.26	0.23	0.21	0.19	0.17	0.16
0.035		0.39	0.32	0.27	0.23	0.21	0.18	0.17	0.15	0.14
0.030		0.34	0.28	0.23	0.20	0.18	0.16	0.14	0.13	0.12
0.025	0.37	0.29	0.23	0.20	0.17	0.15	0.13	0.12	0.11	0.10
0.020	0.30	0.23	0.19	0.16	0.14	0.12	0.11	0.10	0.09	0.08

verso locali non riscaldati

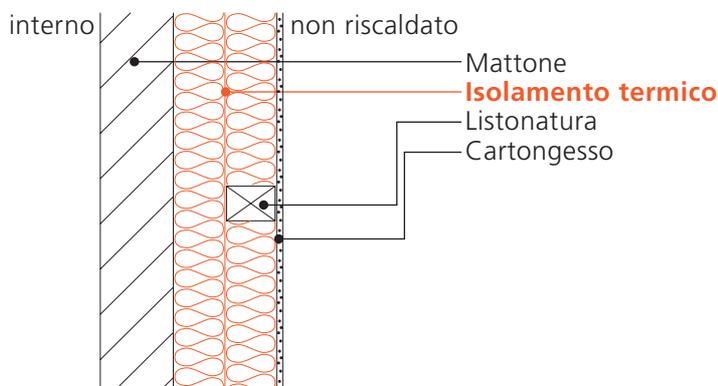
W 25

λ W/(m·K)	Strato dell'isolamento termico in cm (globalmente)						Coefficiente U in W/(m ² ·K)			
	6	8	10	12	14	16	18	20	22	24
0.050	0.55	0.45	0.38	0.33	0.29	0.26	0.24	0.22	0.20	0.18
0.045	0.51	0.42	0.35	0.30	0.27	0.24	0.22	0.20	0.18	0.17
0.040	0.47	0.38	0.32	0.28	0.24	0.22	0.20	0.18	0.16	0.15
0.035	0.43	0.34	0.29	0.25	0.22	0.19	0.17	0.16	0.14	0.13
0.030	0.38	0.30	0.25	0.22	0.19	0.17	0.15	0.14	0.13	0.12
0.025	0.33	0.26	0.22	0.18	0.16	0.14	0.13	0.12	0.11	0.10
0.020	0.28	0.22	0.18	0.15	0.13	0.12	0.10	0.09	0.09	0.08

W 26

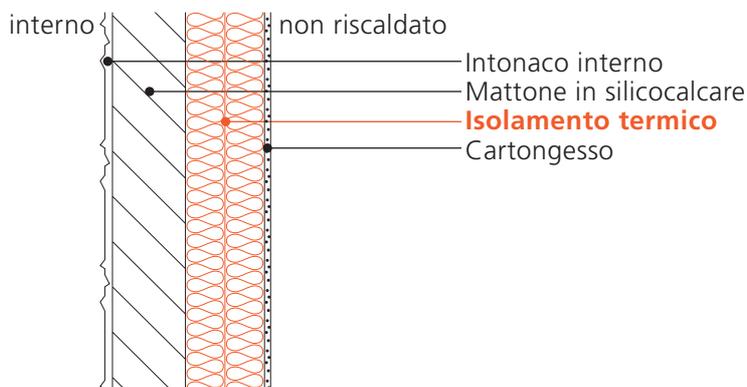
λ W/(m·K)	Strato dell'isolamento termico in cm (globalmente)						Coefficiente U in W/(m ² ·K)			
	6	8	10	12	14	16	18	20	22	24
0.050	0.59	0.49	0.42	0.36	0.32	0.29	0.26	0.24	0.22	0.21
0.045	0.56	0.46	0.39	0.34	0.30	0.27	0.24	0.22	0.21	0.19
0.040	0.52	0.43	0.36	0.32	0.28	0.25	0.23	0.21	0.19	0.18
0.035	0.49	0.40	0.33	0.29	0.26	0.23	0.21	0.19	0.17	0.16
0.030	0.44	0.36	0.30	0.26	0.23	0.21	0.19	0.17	0.16	0.14
0.025	0.40	0.32	0.27	0.23	0.21	0.18	0.17	0.15	0.14	0.13
0.020	0.35	0.28	0.24	0.20	0.18	0.16	0.14	0.13	0.12	0.11

W 27



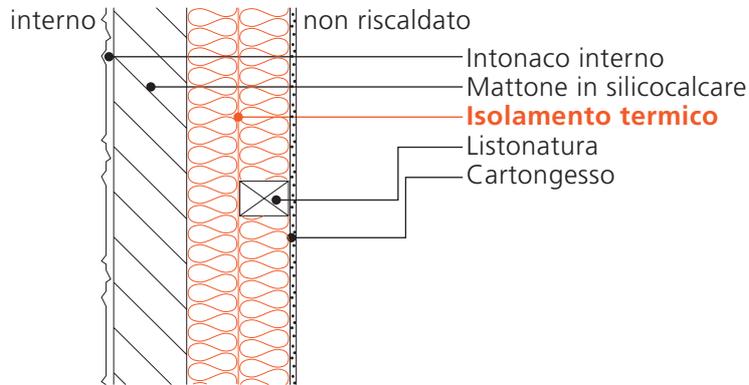
λ W/(m·K)	Strato dell'isolamento termico in cm (globalmente)						Coefficiente U in W/(m ² ·K)			
	6	8	10	12	14	16	18	20	22	24
0.050	0.60	0.49	0.42	0.37	0.32	0.29	0.26	0.24	0.22	0.21
0.045	0.56	0.46	0.39	0.34	0.30	0.27	0.25	0.23	0.21	0.19
0.040	0.53	0.43	0.37	0.32	0.28	0.25	0.23	0.21	0.19	0.18
0.035	0.49	0.40	0.34	0.29	0.26	0.23	0.21	0.19	0.17	0.16
0.030	0.45	0.36	0.31	0.26	0.23	0.21	0.19	0.17	0.16	0.15
0.025	0.41	0.33	0.27	0.24	0.21	0.18	0.17	0.15	0.14	0.13
0.020	0.36	0.29	0.24	0.21	0.18	0.16	0.15	0.13	0.12	0.11

W 28



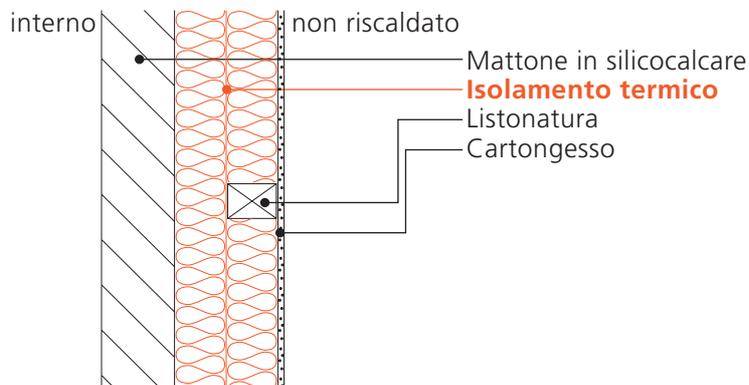
λ W/(m·K)	Strato dell'isolamento termico in cm (globalmente)						Coefficiente U in W/(m ² ·K)			
	6	8	10	12	14	16	18	20	22	24
0.050	0.60	0.48	0.40	0.35	0.31	0.27	0.25	0.22	0.21	0.19
0.045	0.55	0.44	0.37	0.32	0.28	0.25	0.22	0.20	0.19	0.17
0.040	0.51	0.40	0.34	0.29	0.25	0.22	0.20	0.18	0.17	0.15
0.035	0.46	0.36	0.30	0.26	0.22	0.20	0.18	0.16	0.15	0.14
0.030	0.40	0.32	0.26	0.22	0.19	0.17	0.15	0.14	0.13	0.12
0.025	0.35	0.27	0.22	0.19	0.16	0.15	0.13	0.12	0.11	0.10
0.020	0.29	0.22	0.18	0.15	0.13	0.12	0.11	0.10	0.09	0.08

W 29



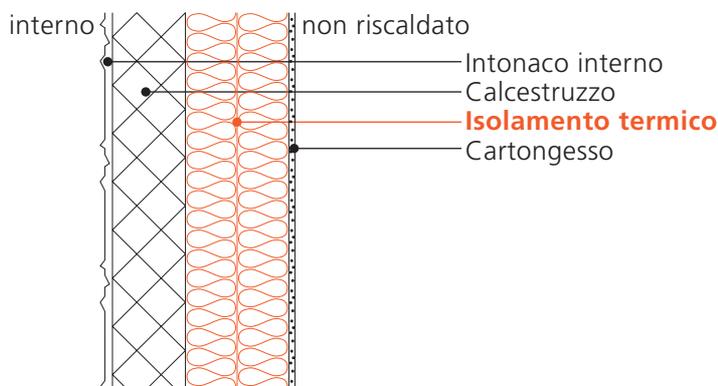
λ W/(m·K)	Strato dell'isolamento termico in cm (globalmente)						Coefficiente U in W/(m ² ·K)			
	6	8	10	12	14	16	18	20	22	24
0.050		0.53	0.45	0.39	0.34	0.30	0.27	0.25	0.23	0.21
0.045		0.50	0.42	0.36	0.32	0.28	0.26	0.23	0.21	0.20
0.040	0.57	0.46	0.39	0.33	0.29	0.26	0.23	0.21	0.20	0.18
0.035	0.53	0.42	0.35	0.30	0.27	0.24	0.21	0.19	0.18	0.17
0.030	0.48	0.38	0.32	0.27	0.24	0.21	0.19	0.18	0.16	0.15
0.025	0.43	0.34	0.29	0.24	0.21	0.19	0.17	0.16	0.14	0.13
0.020	0.38	0.30	0.25	0.21	0.19	0.17	0.15	0.14	0.12	0.11

W 30



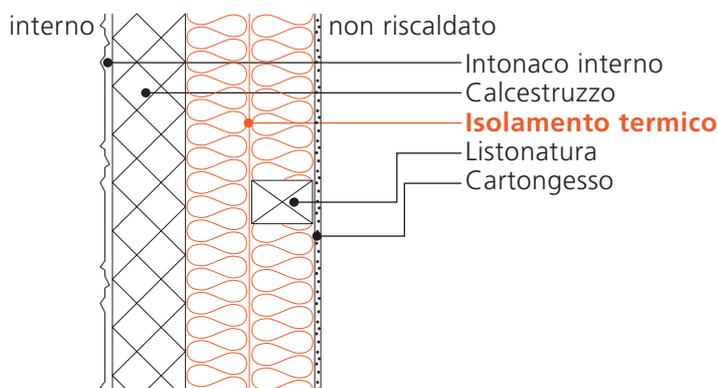
λ W/(m·K)	Strato dell'isolamento termico in cm (globalmente)						Coefficiente U in W/(m ² ·K)			
	6	8	10	12	14	16	18	20	22	24
0.050		0.54	0.45	0.39	0.34	0.31	0.28	0.25	0.23	0.21
0.045		0.50	0.42	0.36	0.32	0.28	0.26	0.23	0.21	0.20
0.040	0.58	0.46	0.39	0.33	0.29	0.26	0.24	0.22	0.20	0.18
0.035	0.53	0.43	0.36	0.31	0.27	0.24	0.22	0.20	0.18	0.17
0.030	0.49	0.39	0.32	0.28	0.24	0.22	0.19	0.18	0.16	0.15
0.025	0.44	0.35	0.29	0.25	0.22	0.19	0.17	0.16	0.14	0.13
0.020	0.38	0.30	0.25	0.21	0.19	0.17	0.15	0.14	0.12	0.11

W 31



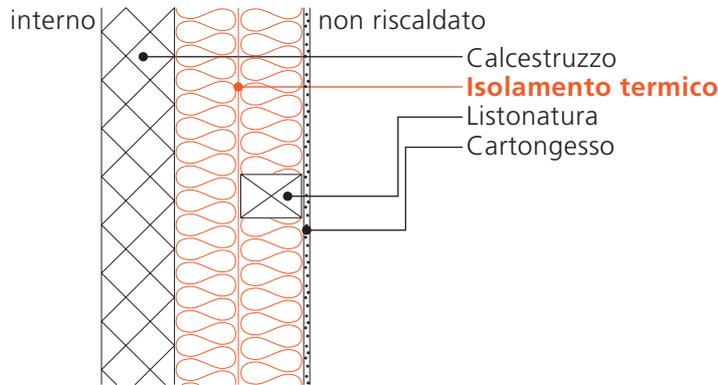
λ W/(m·K)	Strato dell'isolamento termico in cm (globalmente)						Coefficiente U in W/(m ² ·K)			
	6	8	10	12	14	16	18	20	22	24
0.050		0.49	0.41	0.35	0.31	0.28	0.25	0.23	0.21	0.19
0.045	0.57	0.45	0.38	0.32	0.28	0.25	0.23	0.20	0.19	0.17
0.040	0.52	0.41	0.34	0.29	0.25	0.23	0.20	0.18	0.17	0.16
0.035	0.47	0.37	0.30	0.26	0.23	0.20	0.18	0.16	0.15	0.14
0.030	0.41	0.32	0.27	0.23	0.20	0.17	0.16	0.14	0.13	0.12
0.025	0.35	0.28	0.23	0.19	0.17	0.15	0.13	0.12	0.11	0.10
0.020	0.29	0.23	0.18	0.16	0.13	0.12	0.11	0.10	0.09	0.08

W 32



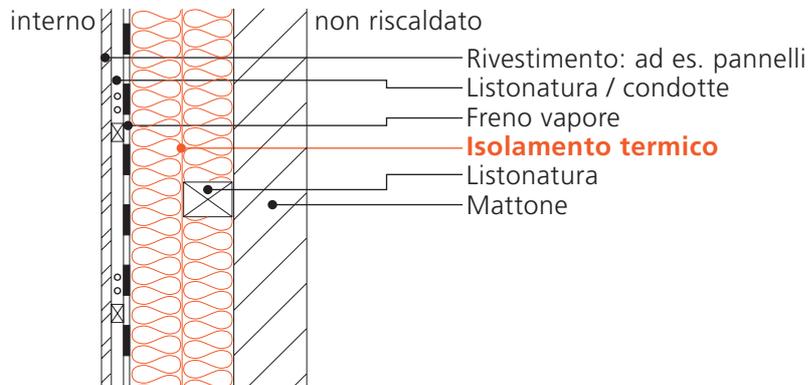
λ W/(m·K)	Strato dell'isolamento termico in cm (globalmente)						Coefficiente U in W/(m ² ·K)			
	6	8	10	12	14	16	18	20	22	24
0.050		0.54	0.45	0.39	0.34	0.31	0.28	0.25	0.23	0.22
0.045		0.50	0.42	0.36	0.32	0.29	0.26	0.23	0.22	0.20
0.040	0.58	0.47	0.39	0.34	0.30	0.26	0.24	0.22	0.20	0.18
0.035	0.54	0.43	0.36	0.31	0.27	0.24	0.22	0.20	0.18	0.17
0.030	0.49	0.39	0.32	0.28	0.24	0.22	0.19	0.18	0.16	0.15
0.025	0.44	0.35	0.29	0.25	0.22	0.19	0.17	0.16	0.14	0.13
0.020	0.38	0.30	0.25	0.22	0.19	0.17	0.15	0.14	0.12	0.12

W 33



λ W/(m·K)	Strato dell'isolamento termico in cm (globalmente)						Coefficiente U in W/(m ² ·K)			
	6	8	10	12	14	16	18	20	22	24
0.050		0.55	0.46	0.40	0.35	0.31	0.28	0.25	0.23	0.22
0.045		0.51	0.43	0.37	0.32	0.29	0.26	0.24	0.22	0.20
0.040	0.59	0.47	0.40	0.34	0.30	0.26	0.24	0.22	0.20	0.18
0.035	0.54	0.43	0.36	0.31	0.27	0.24	0.22	0.20	0.18	0.17
0.030	0.50	0.39	0.33	0.28	0.24	0.22	0.20	0.18	0.16	0.15
0.025	0.44	0.35	0.29	0.25	0.22	0.19	0.17	0.16	0.14	0.13
0.020	0.39	0.31	0.25	0.22	0.19	0.17	0.15	0.14	0.13	0.12

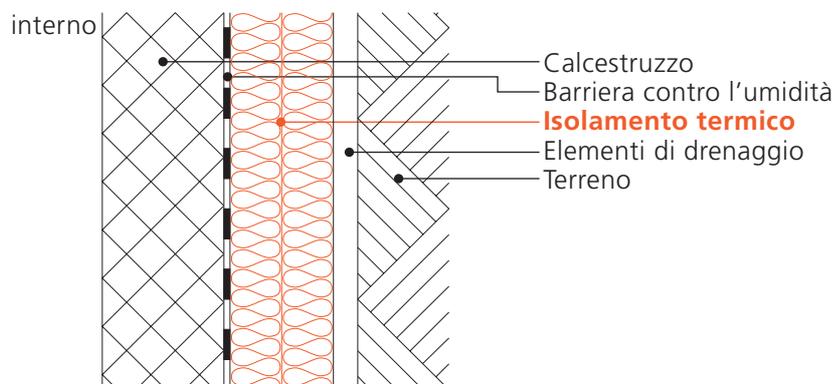
W 34



λ W/(m·K)	Strato dell'isolamento termico in cm (globalmente)						Coefficiente U in W/(m ² ·K)			
	6	8	10	12	14	16	18	20	22	24
0.050	0.53	0.45	0.39	0.34	0.30	0.28	0.25	0.23	0.21	0.20
0.045	0.51	0.42	0.36	0.32	0.29	0.26	0.23	0.21	0.20	0.18
0.040	0.48	0.40	0.34	0.30	0.26	0.24	0.22	0.20	0.18	0.17
0.035	0.45	0.37	0.31	0.27	0.24	0.22	0.20	0.18	0.17	0.16
0.030	0.41	0.34	0.29	0.25	0.22	0.20	0.18	0.16	0.15	0.14
0.025	0.37	0.30	0.26	0.22	0.20	0.18	0.16	0.15	0.13	0.12
0.020	0.33	0.27	0.23	0.20	0.17	0.15	0.14	0.13	0.12	0.11

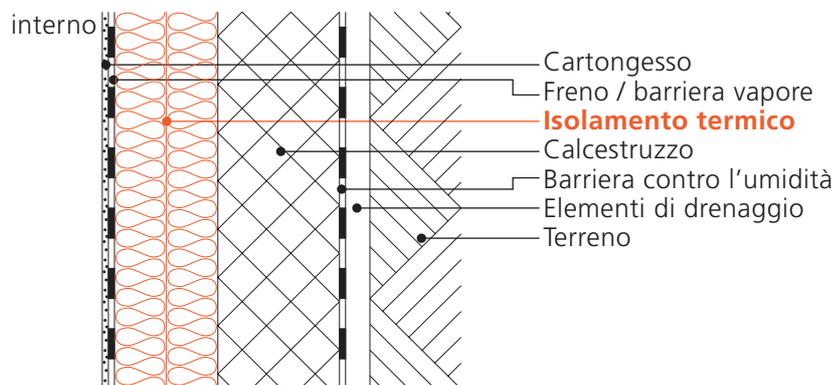
contro terreno

W 37



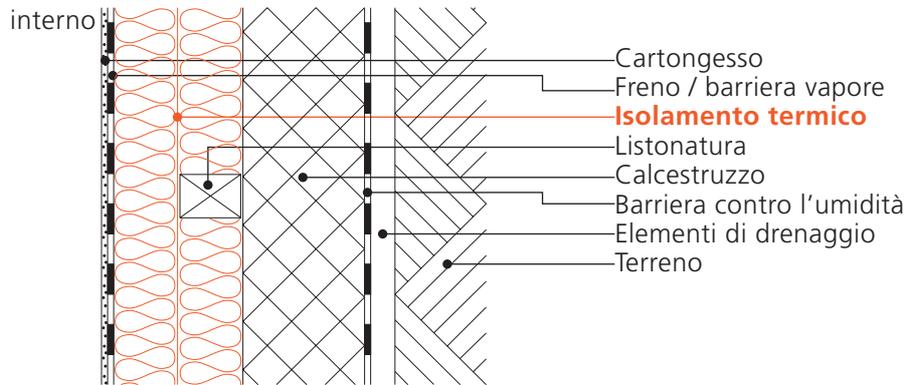
λ W/(m·K)	Strato dell'isolamento termico in cm (globalmente)						Coefficiente U in W/(m ² ·K)			
	6	8	10	12	14	16	18	20	22	24
0.050		0.54	0.45	0.38	0.33	0.29	0.26	0.24	0.22	0.20
0.045		0.50	0.41	0.34	0.30	0.26	0.24	0.21	0.19	0.18
0.040	0.57	0.45	0.36	0.31	0.27	0.24	0.21	0.19	0.17	0.16
0.035	0.51	0.40	0.32	0.27	0.24	0.21	0.19	0.17	0.15	0.14
0.030	0.45	0.34	0.28	0.24	0.20	0.18	0.16	0.14	0.13	0.12
0.025	0.38	0.29	0.24	0.20	0.17	0.15	0.13	0.12	0.11	0.10
0.020	0.31	0.24	0.19	0.16	0.14	0.12	0.11	0.10	0.09	0.08

W 38



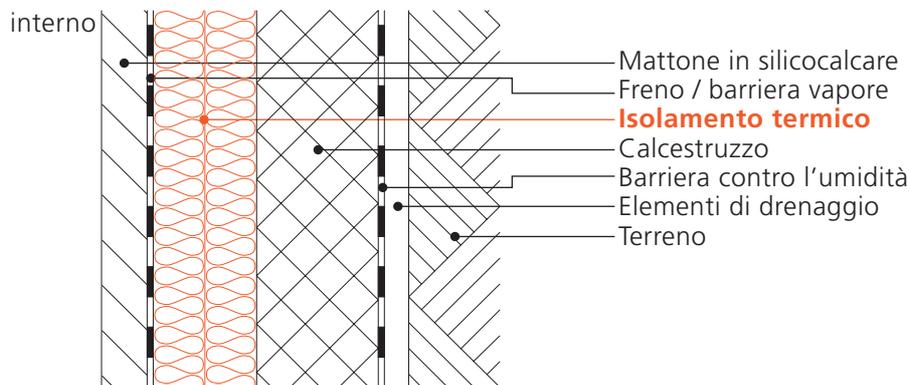
λ W/(m·K)	Strato dell'isolamento termico in cm (globalmente)						Coefficiente U in W/(m ² ·K)			
	6	8	10	12	14	16	18	20	22	24
0.050		0.52	0.43	0.37	0.32	0.28	0.25	0.23	0.21	0.19
0.045	0.60	0.47	0.39	0.33	0.29	0.26	0.23	0.21	0.19	0.18
0.040	0.54	0.43	0.35	0.30	0.26	0.23	0.21	0.19	0.17	0.16
0.035	0.49	0.38	0.31	0.27	0.23	0.20	0.18	0.17	0.15	0.14
0.030	0.43	0.33	0.27	0.23	0.20	0.18	0.16	0.14	0.13	0.12
0.025	0.37	0.28	0.23	0.19	0.17	0.15	0.13	0.12	0.11	0.10
0.020	0.30	0.23	0.19	0.16	0.14	0.12	0.11	0.10	0.09	0.08

W 39



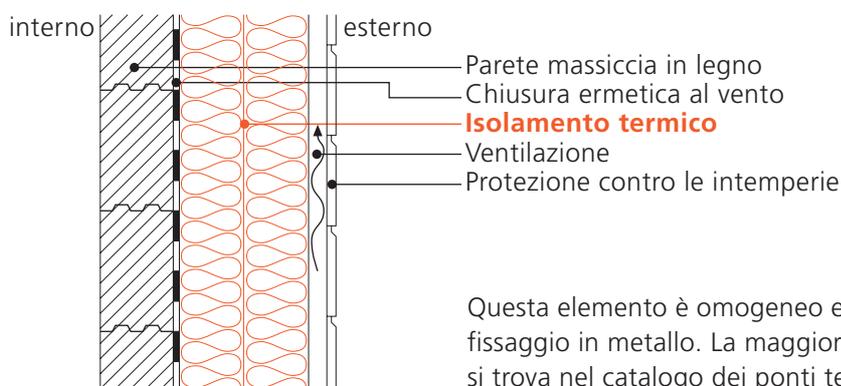
λ W/(m·K)	Strato dell'isolamento termico in cm (globalmente)						Coefficiente U in W/(m ² ·K)			
	6	8	10	12	14	16	18	20	22	24
0.050		0.57	0.48	0.41	0.36	0.32	0.29	0.26	0.24	0.22
0.045		0.53	0.44	0.38	0.33	0.29	0.26	0.24	0.22	0.20
0.040		0.49	0.41	0.35	0.30	0.27	0.24	0.22	0.20	0.19
0.035	0.57	0.45	0.37	0.32	0.28	0.25	0.22	0.20	0.18	0.17
0.030	0.52	0.41	0.34	0.29	0.25	0.22	0.20	0.18	0.17	0.15
0.025	0.46	0.36	0.30	0.25	0.22	0.20	0.18	0.16	0.15	0.13
0.020	0.40	0.32	0.26	0.22	0.19	0.17	0.15	0.14	0.13	0.12

W 40



λ W/(m·K)	Strato dell'isolamento termico in cm (globalmente)						Coefficiente U in W/(m ² ·K)			
	6	8	10	12	14	16	18	20	22	24
0.050		0.51	0.43	0.36	0.32	0.28	0.25	0.23	0.21	0.19
0.045	0.60	0.47	0.39	0.33	0.29	0.26	0.23	0.21	0.19	0.18
0.040	0.54	0.43	0.35	0.30	0.26	0.23	0.21	0.19	0.17	0.16
0.035	0.49	0.38	0.31	0.27	0.23	0.20	0.18	0.17	0.15	0.14
0.030	0.43	0.33	0.27	0.23	0.20	0.18	0.16	0.14	0.13	0.12
0.025	0.36	0.28	0.23	0.19	0.17	0.15	0.13	0.12	0.11	0.10
0.020	0.30	0.23	0.19	0.16	0.14	0.12	0.11	0.10	0.09	0.08

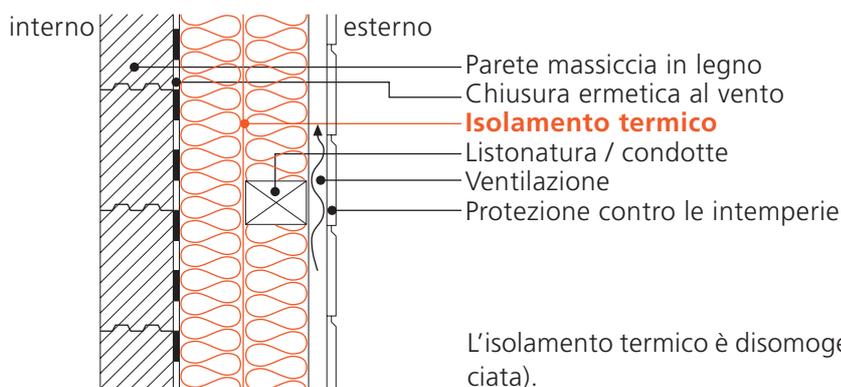
W 47



Questo elemento è omogeneo e presenta degli elementi di fissaggio in metallo. La maggiorazione per il coefficiente U si trova nel catalogo dei ponti termici.

λ W/(m·K)	Spessore dell'isolamento termico in cm (globalmente)						Coefficiente U in W/(m ² ·K)			
	10	12	14	16	18	20	22	24	26	28
0.050	0.32	0.28	0.26	0.23	0.21	0.20	0.18	0.17	0.16	0.15
0.045	0.30	0.26	0.24	0.21	0.20	0.18	0.17	0.16	0.15	0.14
0.040	0.28	0.24	0.22	0.20	0.18	0.16	0.15	0.14	0.13	0.12
0.035	0.25	0.22	0.20	0.18	0.16	0.15	0.14	0.13	0.12	0.11
0.030	0.22	0.20	0.17	0.16	0.14	0.13	0.12	0.11	0.10	0.10
0.025	0.20	0.17	0.15	0.13	0.12	0.11	0.10	0.09	0.09	0.08
0.020	0.16	0.14	0.12	0.11	0.10	0.09	0.08	0.08	0.07	0.07

W 47i

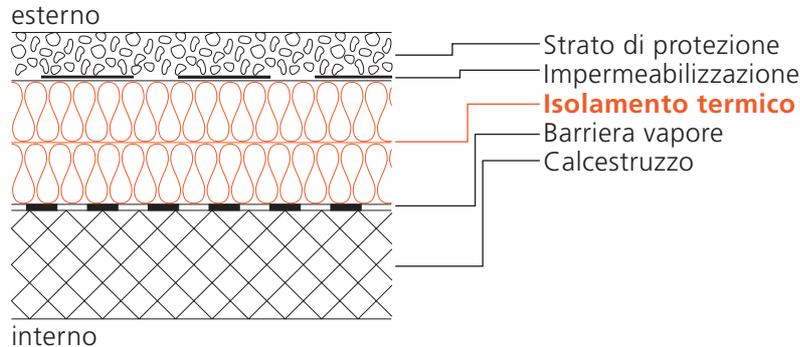


L'isolamento termico è disomogeneo (con listonatura incrociata).

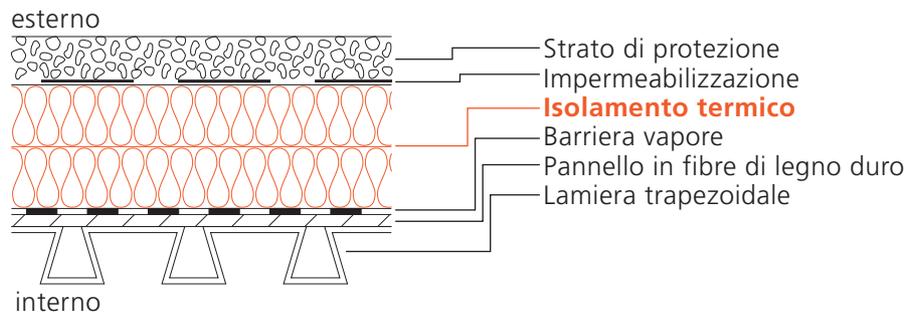
λ W/(m·K)	Spessore dell'isolamento termico in cm (globalmente)						Coefficiente U in W/(m ² ·K)			
	10	12	14	16	18	20	22	24	26	28
0.050	0.34	0.31	0.28	0.25	0.23	0.21	0.20	0.19	0.18	0.17
0.045	0.33	0.29	0.26	0.24	0.22	0.20	0.19	0.17	0.16	0.15
0.040	0.31	0.27	0.24	0.22	0.20	0.19	0.17	0.16	0.15	0.14
0.035	0.28	0.25	0.22	0.20	0.19	0.17	0.16	0.15	0.14	0.13
0.030	0.26	0.23	0.21	0.19	0.17	0.16	0.14	0.13	0.13	0.12
0.025	0.24	0.21	0.18	0.17	0.15	0.14	0.13	0.12	0.11	0.10
0.020	0.21	0.18	0.16	0.15	0.13	0.12	0.11	0.10	0.10	0.09

4.1.3 Tetti e solette

Tetti verso esterno

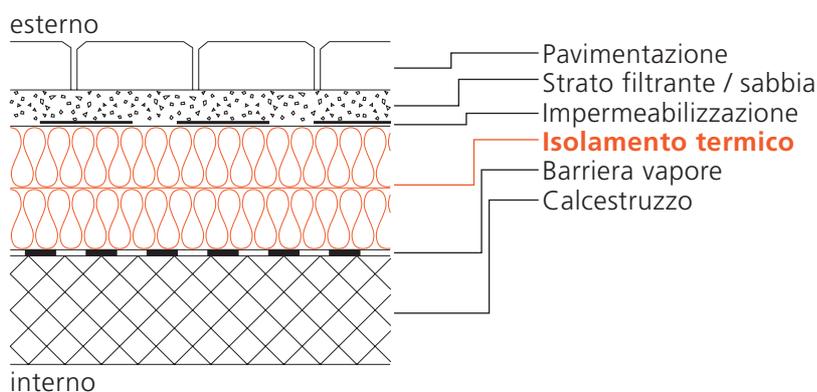
D 1


λ W/(m·K)	Strato dell'isolamento termico in cm (globalmente)						Coefficiente U in W/(m ² ·K)			
	10	12	14	16	18	20	22	24	26	28
0.050		0.37	0.32	0.28	0.25	0.23	0.21	0.20	0.18	0.17
0.045	0.39	0.33	0.29	0.26	0.23	0.21	0.19	0.18	0.16	0.15
0.040	0.35	0.30	0.26	0.23	0.21	0.19	0.17	0.16	0.15	0.14
0.035	0.31	0.27	0.23	0.20	0.18	0.17	0.15	0.14	0.13	0.12
0.030	0.27	0.23	0.20	0.18	0.16	0.14	0.13	0.12	0.11	0.10
0.025	0.23	0.20	0.17	0.15	0.13	0.12	0.11	0.10	0.09	0.09
0.020	0.19	0.16	0.14	0.12	0.11	0.10	0.09	0.08	0.08	0.07

D 4


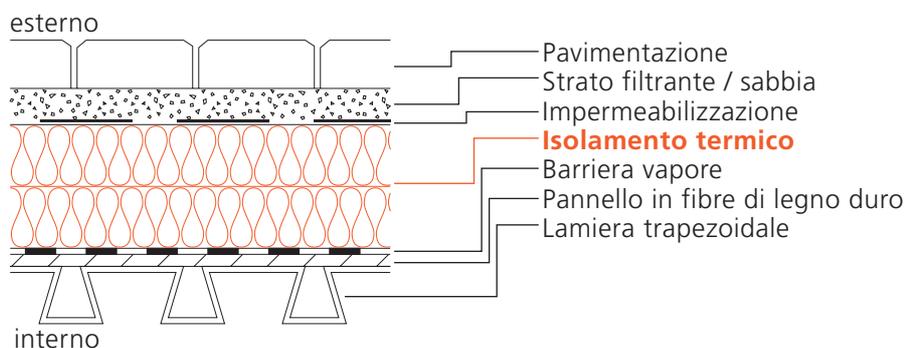
λ W/(m·K)	Strato dell'isolamento termico in cm (globalmente)						Coefficiente U in W/(m ² ·K)			
	10	12	14	16	18	20	22	24	26	28
0.050		0.37	0.32	0.28	0.25	0.23	0.21	0.20	0.18	0.17
0.045	0.39	0.33	0.29	0.26	0.23	0.21	0.19	0.18	0.16	0.15
0.040	0.35	0.30	0.26	0.23	0.21	0.19	0.17	0.16	0.15	0.14
0.035	0.31	0.27	0.23	0.20	0.18	0.17	0.15	0.14	0.13	0.12
0.030	0.27	0.23	0.20	0.18	0.16	0.14	0.13	0.12	0.11	0.10
0.025	0.23	0.20	0.17	0.15	0.13	0.12	0.11	0.10	0.09	0.09
0.020	0.19	0.16	0.14	0.12	0.11	0.10	0.09	0.08	0.08	0.07

D 7



λ W/(m·K)	Strato dell'isolamento termico in cm (globalmente)						Coefficiente U in W/(m ² ·K)			
	10	12	14	16	18	20	22	24	26	28
0.050		0.37	0.32	0.28	0.26	0.23	0.21	0.20	0.18	0.17
0.045	0.39	0.33	0.29	0.26	0.23	0.21	0.19	0.18	0.16	0.15
0.040	0.35	0.30	0.26	0.23	0.21	0.19	0.17	0.16	0.15	0.14
0.035	0.31	0.27	0.23	0.20	0.18	0.17	0.15	0.14	0.13	0.12
0.030	0.27	0.23	0.20	0.18	0.16	0.14	0.13	0.12	0.11	0.10
0.025	0.23	0.20	0.17	0.15	0.13	0.12	0.11	0.10	0.09	0.09
0.020	0.19	0.16	0.14	0.12	0.11	0.10	0.09	0.08	0.08	0.07

D 8

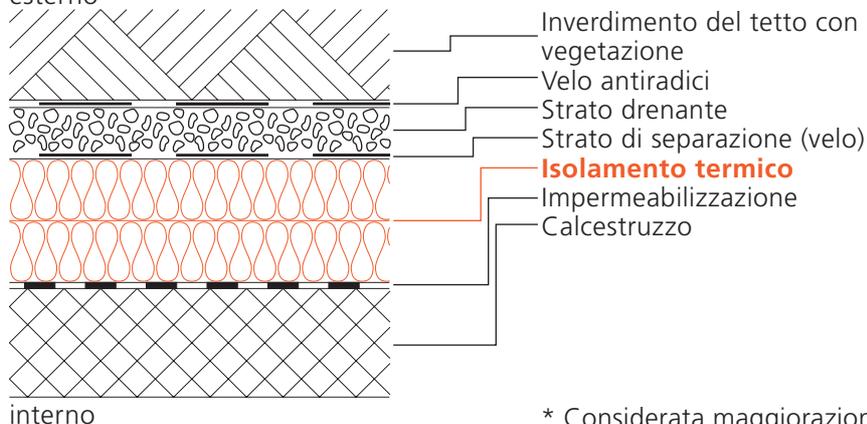


λ W/(m·K)	Strato dell'isolamento termico in cm (globalmente)						Coefficiente U in W/(m ² ·K)			
	10	12	14	16	18	20	22	24	26	28
0.050		0.37	0.32	0.29	0.26	0.23	0.21	0.20	0.18	0.17
0.045	0.40	0.34	0.29	0.26	0.23	0.21	0.19	0.18	0.16	0.15
0.040	0.36	0.30	0.26	0.23	0.21	0.19	0.17	0.16	0.15	0.14
0.035	0.32	0.27	0.23	0.21	0.18	0.17	0.15	0.14	0.13	0.12
0.030	0.28	0.23	0.20	0.18	0.16	0.14	0.13	0.12	0.11	0.10
0.025	0.23	0.20	0.17	0.15	0.13	0.12	0.11	0.10	0.09	0.09
0.020	0.19	0.16	0.14	0.12	0.11	0.10	0.09	0.08	0.08	0.07

D 9

Tetto rovescio

esterno

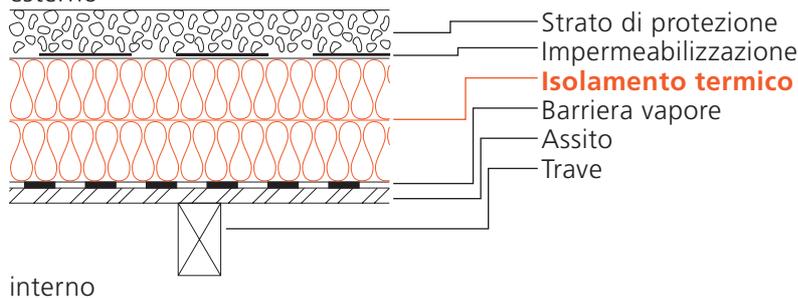


* Considerata maggiorazione del 20% (Cap. 2.5)

λ W/(m·K)	Strato dell'isolamento termico in cm (globalmente)					Coefficiente U in W/(m ² ·K)				
	10	12	14	16	18	20	22	24	26	28
0.050			0.38	0.33	0.30	0.27	0.25	0.23	0.21	0.20
0.045		0.39	0.34	0.30	0.27	0.25	0.23	0.21	0.19	0.18
0.040		0.35	0.31	0.27	0.25	0.22	0.20	0.19	0.17	0.16
0.035	0.37	0.31	0.27	0.24	0.22	0.20	0.18	0.17	0.15	0.14
0.030	0.32	0.27	0.24	0.21	0.19	0.17	0.16	0.14	0.13	0.12
0.025	0.27	0.23	0.20	0.18	0.16	0.14	0.13	0.12	0.11	0.10
0.020	0.22	0.19	0.16	0.14	0.13	0.12	0.11	0.10	0.09	0.08

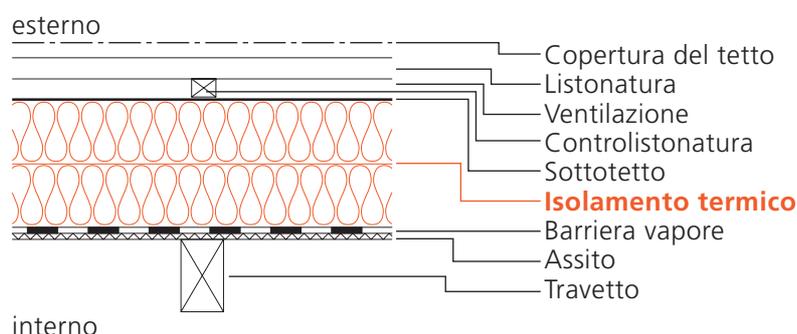
D 10

esterno



λ W/(m·K)	Strato dell'isolamento termico in cm (globalmente)					Coefficiente U in W/(m ² ·K)				
	10	12	14	16	18	20	22	24	26	28
0.050		0.35	0.31	0.28	0.25	0.23	0.21	0.19	0.18	0.17
0.045	0.38	0.32	0.28	0.25	0.23	0.21	0.19	0.17	0.16	0.15
0.040	0.34	0.29	0.25	0.23	0.20	0.18	0.17	0.16	0.14	0.13
0.035	0.30	0.26	0.23	0.20	0.18	0.16	0.15	0.14	0.13	0.12
0.030	0.27	0.23	0.20	0.17	0.16	0.14	0.13	0.12	0.11	0.10
0.025	0.23	0.19	0.17	0.15	0.13	0.12	0.11	0.10	0.09	0.09
0.020	0.18	0.16	0.13	0.12	0.11	0.10	0.09	0.08	0.07	0.07

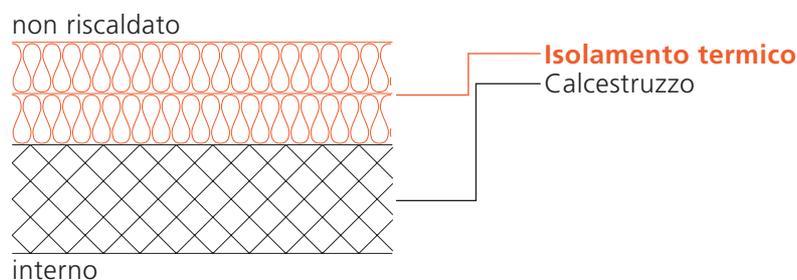
D 11



λ W/(m·K)	Strato dell'isolamento termico in cm (globalmente)						Coefficiente U in W/(m ² ·K)			
	10	12	14	16	18	20	22	24	26	28
0.050		0.36	0.31	0.28	0.25	0.23	0.21	0.19	0.18	0.17
0.045	0.38	0.33	0.28	0.25	0.23	0.21	0.19	0.17	0.16	0.15
0.040	0.34	0.29	0.26	0.23	0.20	0.19	0.17	0.16	0.14	0.14
0.035	0.31	0.26	0.23	0.20	0.18	0.16	0.15	0.14	0.13	0.12
0.030	0.27	0.23	0.20	0.17	0.16	0.14	0.13	0.12	0.11	0.10
0.025	0.23	0.19	0.17	0.15	0.13	0.12	0.11	0.10	0.09	0.09
0.020	0.19	0.16	0.14	0.12	0.11	0.10	0.09	0.08	0.07	0.07

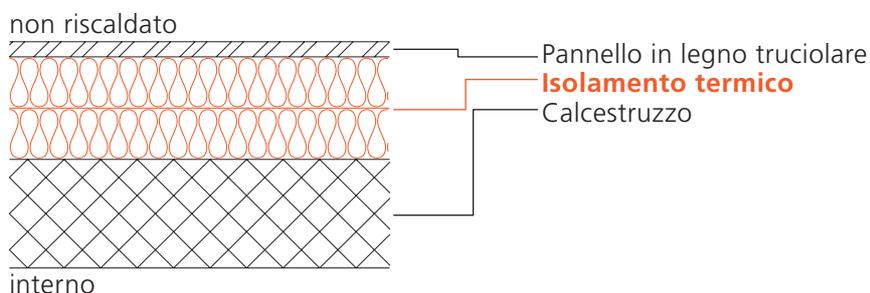
Solette contro locali non riscaldati

D 12



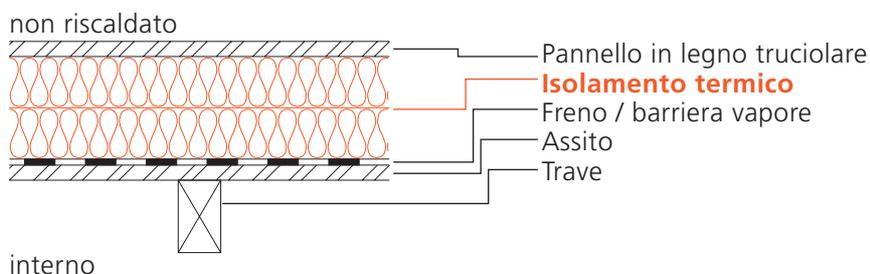
λ W/(m·K)	Strato dell'isolamento termico in cm (globalmente)						Coefficiente U in W/(m ² ·K)			
	10	12	14	16	18	20	22	24	26	28
0.050		0.36	0.31	0.28	0.25	0.23	0.21	0.19	0.18	0.17
0.045	0.38	0.33	0.29	0.25	0.23	0.21	0.19	0.18	0.16	0.15
0.040	0.35	0.30	0.26	0.23	0.21	0.19	0.17	0.16	0.15	0.14
0.035	0.31	0.26	0.23	0.20	0.18	0.16	0.15	0.14	0.13	0.12
0.030	0.27	0.23	0.20	0.18	0.16	0.14	0.13	0.12	0.11	0.10
0.025	0.23	0.19	0.17	0.15	0.13	0.12	0.11	0.10	0.09	0.09
0.020	0.19	0.16	0.14	0.12	0.11	0.10	0.09	0.08	0.07	0.07

D 13



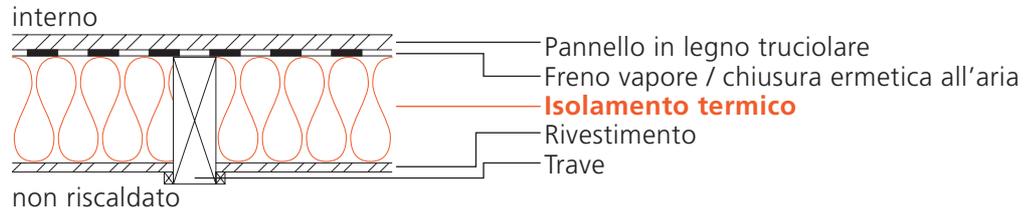
λ W/(m·K)	Strato dell'isolamento termico in cm (globalmente)										Coefficiente U in W/(m ² ·K)	
	10	12	14	16	18	20	22	24	26	28		
0.050	0.39	0.34	0.30	0.27	0.24	0.22	0.20	0.19	0.17	0.16		
0.045	0.36	0.31	0.27	0.24	0.22	0.20	0.18	0.17	0.16	0.15		
0.040	0.33	0.28	0.25	0.22	0.20	0.18	0.17	0.15	0.14	0.13		
0.035	0.30	0.25	0.22	0.20	0.18	0.16	0.15	0.14	0.13	0.12		
0.030	0.26	0.22	0.19	0.17	0.15	0.14	0.13	0.12	0.11	0.10		
0.025	0.22	0.19	0.16	0.14	0.13	0.12	0.11	0.10	0.09	0.09		
0.020	0.18	0.15	0.13	0.12	0.10	0.09	0.09	0.08	0.07	0.07		

D 15



λ W/(m·K)	Strato dell'isolamento termico in cm (globalmente)										Coefficiente U in W/(m ² ·K)	
	10	12	14	16	18	20	22	24	26	28		
0.050	0.39	0.34	0.30	0.27	0.24	0.22	0.20	0.19	0.17	0.16		
0.045	0.36	0.31	0.27	0.24	0.22	0.20	0.18	0.17	0.16	0.15		
0.040	0.33	0.28	0.25	0.22	0.20	0.18	0.17	0.15	0.14	0.13		
0.035	0.29	0.25	0.22	0.20	0.18	0.16	0.15	0.13	0.13	0.12		
0.030	0.26	0.22	0.19	0.17	0.15	0.14	0.13	0.12	0.11	0.10		
0.025	0.22	0.19	0.16	0.14	0.13	0.12	0.11	0.10	0.09	0.09		
0.020	0.18	0.15	0.13	0.12	0.10	0.09	0.09	0.08	0.07	0.07		

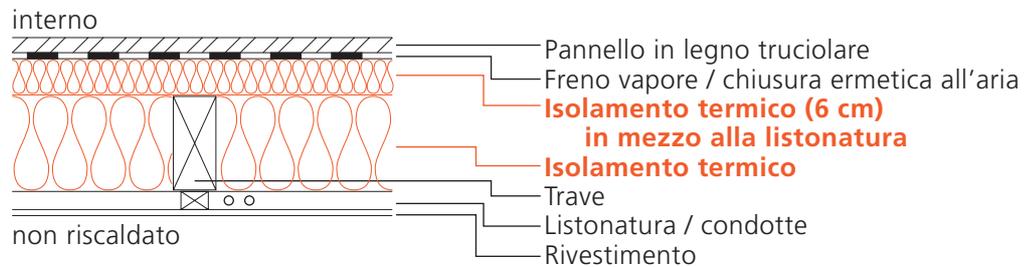
Bi 2



λ W/(m·K)	Strato dell'isolamento termico in cm								Coefficiente U in W/(m ² ·K)	
	6	8	10	12	14	16	18	20	22	24
0.050		0.56	0.47	0.41	0.37	0.33	0.30	0.27	0.25	0.23
0.045		0.53	0.45	0.39	0.35	0.31	0.28	0.26	0.24	0.22
0.040		0.50	0.42	0.37	0.32	0.29	0.26	0.24	0.22	0.21
0.035	0.57	0.47	0.40	0.34	0.30	0.27	0.25	0.22	0.21	0.19
0.030	0.53	0.43	0.37	0.32	0.28	0.25	0.23	0.21	0.19	0.18
0.025	0.49	0.40	0.34	0.29	0.26	0.23	0.21	0.19	0.17	0.16
0.020	0.45	0.36	0.31	0.26	0.23	0.21	0.19	0.17	0.16	0.15

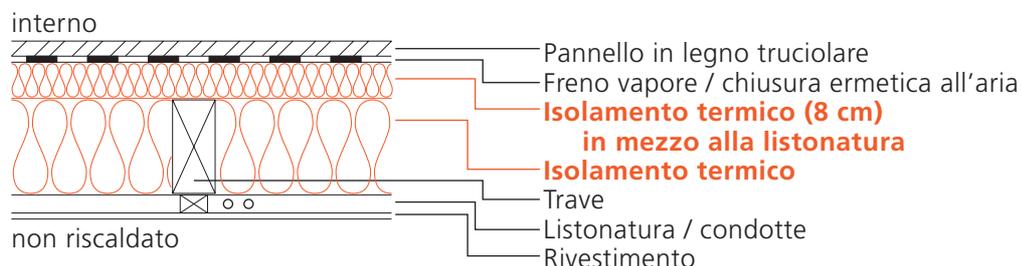
Complemento dell'edizione del 1988

Bi 3



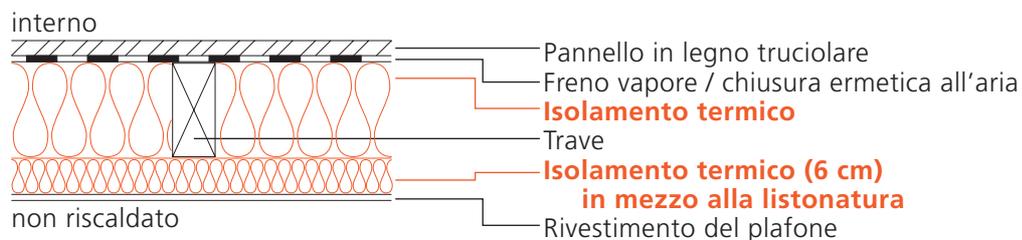
λ W/(m·K)	Strato dell'isolamento termico in cm (solo strato variabile)										Coefficiente U in W/(m ² ·K)	
	6	8	10	12	14	16	18	20	22	24		
0.050	0.40	0.35	0.31	0.28	0.26	0.24	0.22	0.20	0.19	0.18		
0.045	0.37	0.33	0.29	0.26	0.24	0.22	0.20	0.19	0.18	0.17		
0.040	0.35	0.31	0.27	0.24	0.22	0.20	0.19	0.18	0.16	0.15		
0.035	0.32	0.28	0.25	0.23	0.21	0.19	0.17	0.16	0.15	0.14		
0.030	0.30	0.26	0.23	0.21	0.19	0.17	0.16	0.15	0.14	0.13		
0.025	0.27	0.24	0.21	0.19	0.17	0.15	0.14	0.13	0.12	0.12		
0.020	0.24	0.21	0.19	0.17	0.15	0.14	0.13	0.12	0.11	0.10		

Bi 4



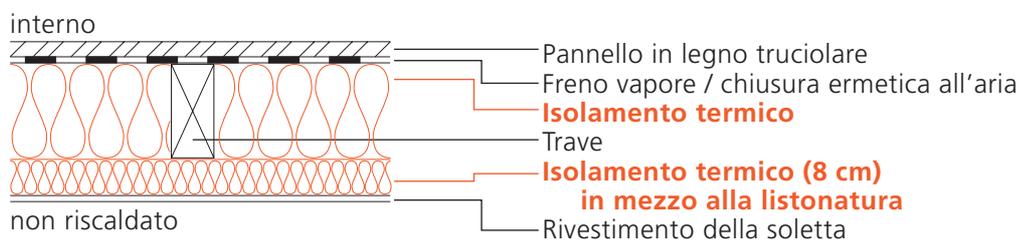
λ W/(m·K)	Strato dell'isolamento termico in cm (solo strato variabile)										Coefficiente U in W/(m ² ·K)
	6	8	10	12	14	16	18	20	22	24	
0.050	0.35	0.32	0.28	0.26	0.24	0.22	0.20	0.19	0.18	0.17	0.17
0.045	0.33	0.30	0.27	0.24	0.22	0.21	0.19	0.18	0.17	0.17	0.16
0.040	0.31	0.28	0.25	0.23	0.21	0.19	0.18	0.17	0.15	0.15	0.15
0.035	0.29	0.26	0.23	0.21	0.19	0.18	0.16	0.15	0.14	0.14	0.13
0.030	0.27	0.23	0.21	0.19	0.17	0.16	0.15	0.14	0.13	0.13	0.12
0.025	0.24	0.21	0.19	0.17	0.16	0.15	0.13	0.13	0.12	0.12	0.11
0.020	0.22	0.19	0.17	0.15	0.14	0.13	0.12	0.11	0.10	0.10	0.10

Bi 5



λ W/(m·K)	Strato dell'isolamento termico in cm (solo strato variabile)										Coefficiente U in W/(m ² ·K)
	6	8	10	12	14	16	18	20	22	24	
0.050		0.37	0.34	0.30	0.28	0.26	0.24	0.22	0.21	0.19	0.19
0.045	0.40	0.35	0.31	0.28	0.26	0.24	0.22	0.21	0.19	0.19	0.18
0.040	0.37	0.32	0.29	0.26	0.24	0.22	0.20	0.19	0.18	0.18	0.17
0.035	0.34	0.30	0.27	0.24	0.22	0.20	0.19	0.17	0.16	0.16	0.15
0.030	0.31	0.27	0.24	0.22	0.20	0.18	0.17	0.16	0.15	0.15	0.14
0.025	0.27	0.24	0.22	0.20	0.18	0.17	0.15	0.14	0.13	0.13	0.13
0.020	0.24	0.21	0.19	0.17	0.16	0.15	0.14	0.13	0.12	0.12	0.11

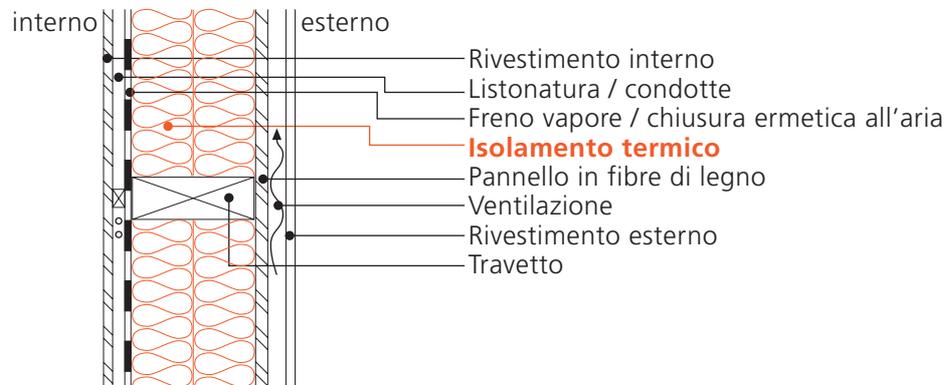
Bi 6



λ W/(m·K)	Strato dell'isolamento termico in cm (solo strato variabile)										Coefficiente U in W/(m ² ·K)
	6	8	10	12	14	16	18	20	22	24	
0.050	0.37	0.33	0.30	0.27	0.25	0.23	0.22	0.20	0.19	0.18	0.18
0.045	0.34	0.31	0.28	0.26	0.24	0.22	0.20	0.19	0.18	0.17	0.17
0.040	0.32	0.29	0.26	0.24	0.22	0.20	0.19	0.18	0.17	0.16	0.16
0.035	0.29	0.26	0.24	0.22	0.20	0.18	0.17	0.16	0.15	0.14	0.14
0.030	0.26	0.24	0.21	0.20	0.18	0.17	0.16	0.15	0.14	0.13	0.13
0.025	0.24	0.21	0.19	0.18	0.16	0.15	0.14	0.13	0.12	0.12	0.12
0.020	0.21	0.19	0.17	0.15	0.14	0.13	0.12	0.12	0.11	0.10	0.10

4.2.2 Pareti

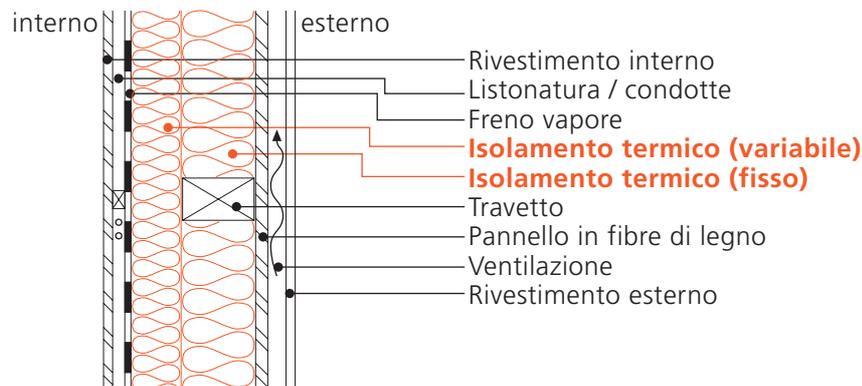
Wi 1



λ W/(m·K)	Strato dell'isolamento termico in cm (globalmente)					Coefficiente U in W/(m ² ·K)				
	12	14	16	18	20	22	24	26	28	30
0.050	0.37	0.33	0.30	0.27	0.25	0.23	0.21	0.20	0.19	0.18
0.045	0.35	0.31	0.28	0.25	0.23	0.21	0.20	0.19	0.17	0.16
0.040	0.33	0.29	0.26	0.24	0.22	0.20	0.19	0.17	0.16	0.15
0.035	0.30	0.27	0.24	0.22	0.20	0.18	0.17	0.16	0.15	0.14
0.030	0.28	0.25	0.22	0.20	0.18	0.17	0.16	0.15	0.14	0.13
0.025	0.25	0.22	0.20	0.18	0.16	0.15	0.14	0.13	0.12	0.12
0.020	0.22	0.20	0.18	0.16	0.15	0.13	0.12	0.12	0.11	0.10

Complemento dell'edizione del 1988

Wi 2

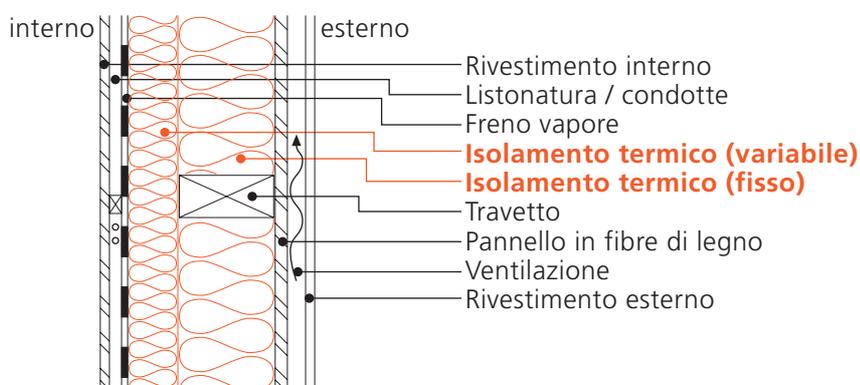


λ W/(m·K)	Strato dell'isolamento termico in cm (solo strato variabile)					Coefficiente U in W/(m ² ·K)				
	4	6	8	10	12	4	6	8	10	12
0.050	0.31	0.28	0.26	0.24	0.22	0.28	0.26	0.24	0.22	0.20
0.045	0.29	0.26	0.24	0.22	0.20	0.27	0.24	0.22	0.20	0.19
0.040	0.27	0.25	0.22	0.20	0.19	0.25	0.22	0.21	0.19	0.18
0.035	0.25	0.23	0.21	0.19	0.17	0.23	0.21	0.19	0.17	0.16
0.030	0.23	0.21	0.19	0.17	0.16	0.21	0.19	0.17	0.16	0.15
0.025	0.21	0.19	0.17	0.15	0.14	0.19	0.17	0.16	0.14	0.13
0.020	0.18	0.16	0.15	0.14	0.13	0.17	0.15	0.14	0.13	0.12

Strato fisso: isolamento termico 12 cm

Strato fisso: isolamento termico 14 cm

Wi 3



λ W/(m·K)	Strato dell'isolamento termico in cm (solo strato variabile)					Coefficiente U in W/(m ² ·K)				
	4	6	8	10	12	4	6	8	10	12
0.050	0.25	0.23	0.21	0.20	0.19	0.23	0.21	0.20	0.19	0.18
0.045	0.23	0.21	0.20	0.19	0.17	0.21	0.20	0.19	0.17	0.16
0.040	0.21	0.20	0.18	0.17	0.16	0.20	0.18	0.17	0.16	0.15
0.035	0.20	0.18	0.17	0.16	0.15	0.18	0.17	0.16	0.15	0.14
0.030	0.18	0.16	0.15	0.14	0.13	0.16	0.15	0.14	0.13	0.12
0.025	0.16	0.14	0.13	0.13	0.12	0.14	0.13	0.12	0.12	0.11
0.020	0.14	0.13	0.12	0.11	0.10	0.13	0.12	0.11	0.10	0.10

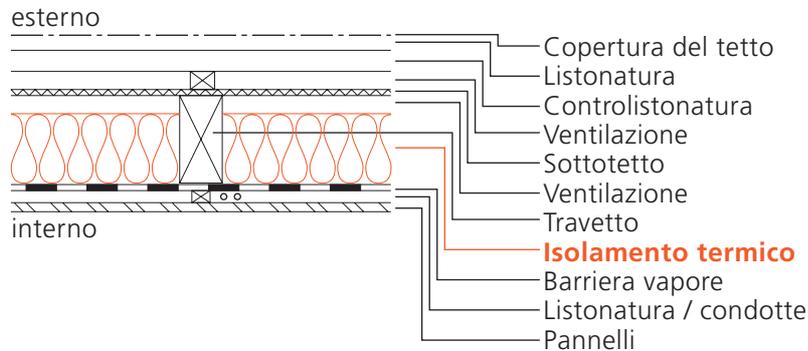
Strato fisso: isolamento termico 16 cm

Strato fisso: isolamento termico 18 cm

4.2.3 Tetti e solette

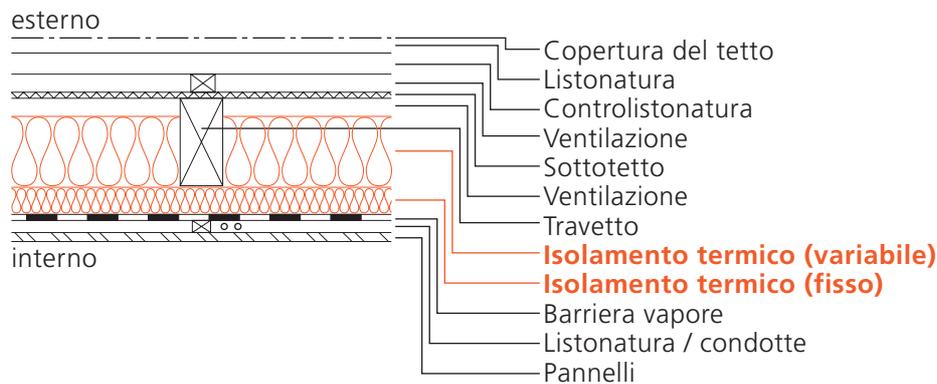
Tetti verso esterno

Di 1



λ W/(m·K)	Strato dell'isolamento termico in cm										Coefficiente U in W/(m ² ·K)				
	10	12	14	16	18	20	22	24	26	28					
0.050		0.40	0.35	0.32	0.29	0.26	0.24	0.22	0.21	0.20					
0.045		0.37	0.33	0.30	0.27	0.25	0.23	0.21	0.19	0.18					
0.040	0.40	0.35	0.31	0.28	0.25	0.23	0.21	0.19	0.18	0.17					
0.035	0.37	0.32	0.29	0.25	0.23	0.21	0.19	0.18	0.17	0.16					
0.030	0.34	0.30	0.26	0.23	0.21	0.19	0.18	0.16	0.15	0.14					
0.025	0.31	0.27	0.24	0.21	0.19	0.17	0.16	0.15	0.14	0.13					
0.020	0.28	0.24	0.21	0.19	0.17	0.16	0.14	0.13	0.12	0.11					

Di 2

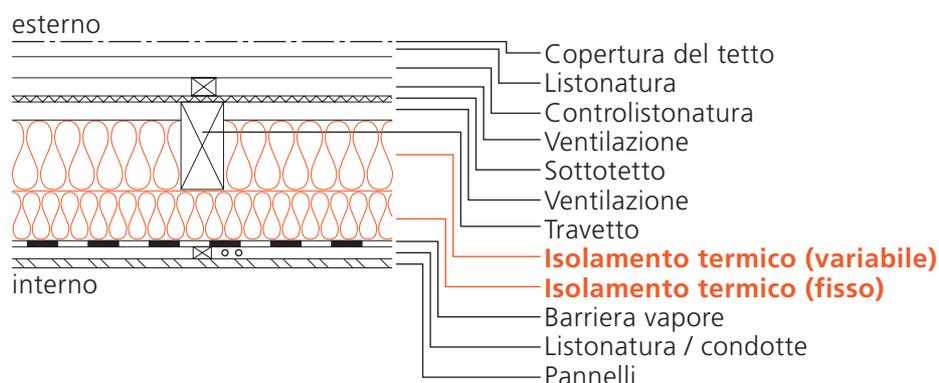


λ W/(m·K)	Strato dell'isolamento termico in cm (solo strato variabile)										Coefficiente U in W/(m ² ·K)				
	12	14	16	18	20	12	14	16	18	20					
0.050	0.32	0.29	0.26	0.24	0.22	0.29	0.26	0.24	0.22	0.21					
0.045	0.30	0.27	0.24	0.23	0.21	0.27	0.24	0.22	0.21	0.19					
0.040	0.27	0.25	0.23	0.21	0.19	0.25	0.22	0.21	0.19	0.18					
0.035	0.25	0.23	0.21	0.19	0.18	0.22	0.21	0.19	0.18	0.16					
0.030	0.23	0.21	0.19	0.17	0.16	0.20	0.19	0.17	0.16	0.15					
0.025	0.20	0.18	0.17	0.16	0.14	0.18	0.17	0.15	0.14	0.13					
0.020	0.18	0.16	0.15	0.14	0.13	0.16	0.15	0.13	0.12	0.12					

Strato fisso: isolamento termico 4 cm

Strato fisso: isolamento termico 6 cm

Di 3

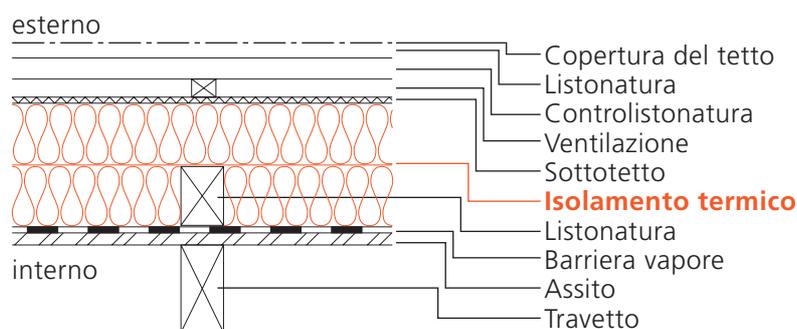


λ W/(m·K)	Strato dell'isolamento termico in cm (solo strato variabile)					Coefficiente U in W/(m ² ·K)				
	12	14	16	18	20	12	14	16	18	20
0.050	0.26	0.24	0.22	0.21	0.19	0.24	0.22	0.21	0.19	0.18
0.045	0.24	0.22	0.21	0.19	0.18	0.22	0.20	0.19	0.18	0.17
0.040	0.22	0.20	0.19	0.18	0.17	0.20	0.19	0.18	0.16	0.15
0.035	0.20	0.19	0.17	0.16	0.15	0.19	0.17	0.16	0.15	0.14
0.030	0.18	0.17	0.16	0.15	0.14	0.17	0.16	0.15	0.14	0.13
0.025	0.16	0.15	0.14	0.13	0.12	0.15	0.14	0.13	0.12	0.11
0.020	0.14	0.13	0.12	0.11	0.11	0.13	0.12	0.11	0.11	0.10

Strato fisso: isolamento termico 8 cm

Strato fisso: isolamento termico 10 cm

Di 4

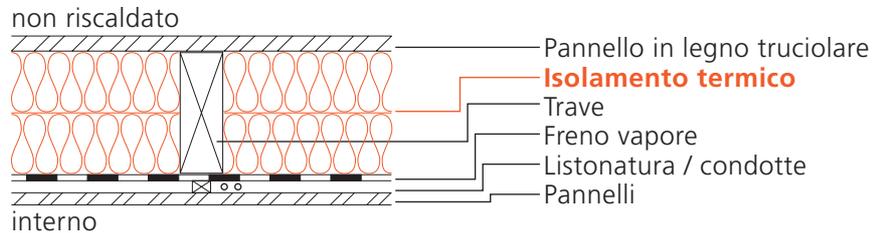


λ W/(m·K)	Strato dell'isolamento termico in cm (globalmente)						Coefficiente U in W/(m ² ·K)			
	14	16	18	20	22	24	26	28	30	32
0.050	0.34	0.30	0.28	0.25	0.23	0.21	0.20	0.19	0.17	0.16
0.045	0.32	0.28	0.26	0.23	0.21	0.20	0.18	0.17	0.16	0.15
0.040	0.29	0.26	0.24	0.21	0.20	0.18	0.17	0.16	0.15	0.14
0.035	0.27	0.24	0.21	0.20	0.18	0.17	0.15	0.14	0.13	0.13
0.030	0.24	0.21	0.19	0.18	0.16	0.15	0.14	0.13	0.12	0.11
0.025	0.21	0.19	0.17	0.16	0.14	0.13	0.12	0.11	0.11	0.10
0.020	0.19	0.17	0.15	0.14	0.12	0.11	0.11	0.10	0.09	0.09

Solette contro locali non riscaldati

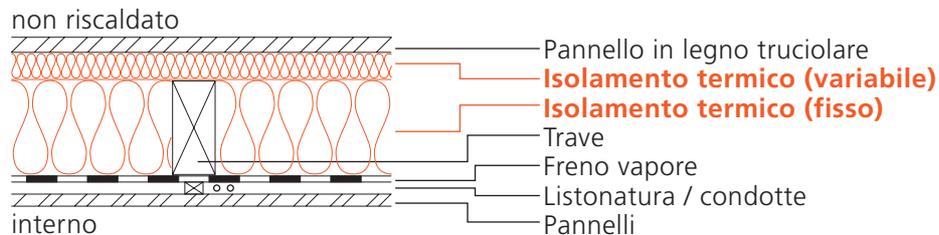
Complemento dell'edizione del 1988

Di 8



λ W/(m·K)	Strato dell'isolamento termico in cm (globalmente)					Coefficiente U in W/(m ² ·K)				
	12	14	16	18	20	22	24	26	28	30
0.050	0.38	0.34	0.31	0.28	0.26	0.24	0.22	0.20	0.19	0.18
0.045	0.36	0.32	0.29	0.26	0.24	0.22	0.20	0.19	0.18	0.17
0.040	0.34	0.30	0.27	0.24	0.22	0.21	0.19	0.18	0.17	0.16
0.035	0.31	0.28	0.25	0.23	0.21	0.19	0.18	0.16	0.15	0.14
0.030	0.29	0.25	0.23	0.21	0.19	0.17	0.16	0.15	0.14	0.13
0.025	0.26	0.23	0.21	0.19	0.17	0.16	0.15	0.14	0.13	0.12
0.020	0.23	0.21	0.18	0.17	0.15	0.14	0.13	0.12	0.11	0.11

Di 9

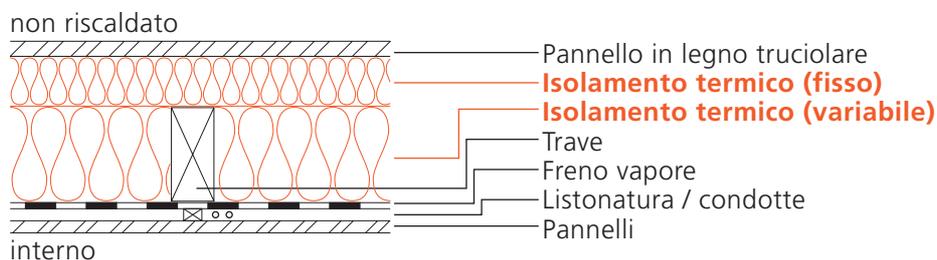


λ W/(m·K)	Strato dell'isolamento termico in cm (solo strato variabile)					Coefficiente U in W/(m ² ·K)				
	12	14	16	18	20	12	14	16	18	20
0.050	0.31	0.28	0.25	0.24	0.22	0.28	0.25	0.23	0.22	0.20
0.045	0.29	0.26	0.24	0.22	0.20	0.26	0.24	0.22	0.20	0.19
0.040	0.27	0.24	0.22	0.20	0.19	0.24	0.22	0.20	0.19	0.17
0.035	0.24	0.22	0.20	0.19	0.17	0.22	0.20	0.18	0.17	0.16
0.030	0.22	0.20	0.18	0.17	0.16	0.20	0.18	0.17	0.16	0.15
0.025	0.20	0.18	0.17	0.15	0.14	0.18	0.16	0.15	0.14	0.13
0.020	0.18	0.16	0.15	0.13	0.12	0.16	0.14	0.13	0.12	0.11

Strato fisso: isolamento termico 4 cm

Strato fisso: isolamento termico 6 cm

Di 10



λ W/(m·K)	Strato dell'isolamento termico in cm (solo strato variabile)					Coefficiente U in W/(m ² ·K)				
	12	14	16	18	20	12	14	16	18	20
0.050	0.25	0.23	0.22	0.20	0.19	0.23	0.21	0.20	0.19	0.18
0.045	0.23	0.22	0.20	0.19	0.18	0.22	0.20	0.19	0.18	0.16
0.040	0.22	0.20	0.19	0.17	0.16	0.20	0.18	0.17	0.16	0.15
0.035	0.20	0.18	0.17	0.16	0.15	0.18	0.17	0.16	0.15	0.14
0.030	0.18	0.17	0.15	0.14	0.13	0.16	0.15	0.14	0.13	0.13
0.025	0.16	0.15	0.14	0.13	0.12	0.15	0.14	0.13	0.12	0.11
0.020	0.14	0.13	0.12	0.11	0.11	0.13	0.12	0.11	0.10	0.10

Strato fisso: isolamento termico 8 cm

Strato fisso: isolamento termico 10 cm

5 Finestre e porte

La finestra rappresenta l'elemento costruttivo che negli ultimi 10–15 anni ha raggiunto i maggiori miglioramenti dal punto di vista energetico. In questo capitolo viene mostrato come si può calcolare il coefficiente U . Come ausilio serve la tabella per la determinazione del coefficiente U di finestre con quote di telaio variabili. Questo capitolo viene completato con una tabella dei coefficienti U di alcune tipologie di porte.

Queste indicazioni sostituiscono la scheda tecnica del 1995 «k-Werte und g-Werte von Fenstern» («Valori k e g per finestre»).

Il mercato offre un'enorme varietà di vetri, tipologie e materiali di telai e distanziatori. Se non esistono indicazioni dettagliate per il prodotto, vanno utilizzati i rispettivi valori massimi. Nella tabella per la determinazione dei coefficienti U si trovano suggerimenti speciali a riguardo.

5.1 Finestre	66
5.1.1 Basi per il calcolo del coefficiente U per finestre U_w	66
5.1.2 Coefficiente U del telaio U_f	66
5.1.3 Collegamento vetro-telaio	66
5.1.4 Coefficienti g per finestre	66
5.1.5 Tabella per la determinazione dei coefficienti U per finestre	67
5.1.6 Scelta della finestra	67
5.1.7 Suggerimenti ulteriori	67
5.1.8 Esempi	68
5.2 Porte	69

Una finestra rappresenta una costruzione disomogenea con proprietà termoisolanti localmente diverse. I valori U di telaio e vetro con comportamento termoconduttivo prevalentemente in una dimensione entrano nel calcolo in funzione della loro superficie; il collegamento vetro-telaio viene considerato con una maggiorazione sul perimetro.

5.1.1 Basi per il calcolo del coefficiente U per finestre U_w

Per la determinazione del coefficiente U per finestre va utilizzata la dimensione netta della finestra.



Figura 10

Componenti della finestra

Il coefficiente U di una finestra U_w viene calcolato come segue:

$$U_w = \frac{U_f \cdot A_f + U_g \cdot A_g + \Psi_g \cdot l_g}{A_w} \text{ W/(m}^2 \cdot \text{K)}$$

U_f Valore U del telaio in $\text{W/(m}^2 \cdot \text{K)}$

A_f Superficie di proiezione del telaio in m^2

U_g Coefficiente U del vetro in $\text{W/(m}^2 \cdot \text{K)}$

A_g Superficie di proiezione del vetro in m^2

Ψ_g Coefficiente di trasmissione termica lineare del collegamento vetro-telaio (rispetto alla dimensione in luce del vetro) in $\text{W/(m} \cdot \text{K)}$

l_g Lunghezza del perimetro del vetro in m

A_w Superficie di proiezione della finestra in m^2

5.1.2 Coefficiente U del telaio U_f

I coefficienti U_f comprendono in genere una vasta gamma. Se non vi sono indicazioni verificate, vanno utilizzati i seguenti valori:

Legno / Legno-Metallo	$U_f = 1.9 \text{ W/(m}^2 \cdot \text{K)}$
Plastica	$U_f = 2.5 \text{ W/(m}^2 \cdot \text{K)}$
Profili di collegamento termoisolanti	$U_f = 3.3 \text{ W/(m}^2 \cdot \text{K)}$

5.1.3 Collegamento vetro-telaio

Per i valori Ψ_g possono essere utilizzati nel caso di distanziatori in alluminio i seguenti valori:

Vetro	Coeff. U del vetro $\text{W/(m}^2 \cdot \text{K)}$	Ψ_g in $\text{W/(m} \cdot \text{K)}$	
		$U_f \leq 2.1 \text{ W/(m}^2 \cdot \text{K)}$	$U_f > 2.1 \text{ W/(m}^2 \cdot \text{K)}$
2IV	< 1.4	0.07	0.11
	1.4 – 1.9	0.06	0.09
	1.9 – 2.5	0.05	0.08
3IV	< 0.9	0.07	0.10
	0.9 – 1.4	0.06	0.09
	1.4 – 1.9	0.05	0.08
	> 1.9	0.04	0.06

Tabella 4:

Valori Ψ_g per distanziatori in alluminio (valori indicativi)

I valori Ψ_g dipendono sia dai coefficienti U del vetro che da quelli del telaio. I valori Ψ_g per distanziatori in lega d'acciaio possono essere presi dalla documentazione SIA D 0170.

5.1.4 Coefficienti g per finestre

Il coefficiente g è determinante per la valutazione di una vetrata in rapporto alla trasmissione energetica globale. Installazioni esterne di protezioni solari riducono fortemente il grado di trasmissione energetica globale.

Esiste sul mercato una varietà di prodotti con coefficienti g molto diversi (per esempio nel caso del 3-IV-IR il coefficiente g è del 45–55% secondo la documentazione SZFF 31.03, a seconda della collocazione del vetro). Se non vi sono informazioni sul prodotto vanno utilizzati i seguenti coefficienti g .

2-IV-IR (vetro termoisolante)	$g = 62\%$
3-IV-IR (vetro termoisolante – 2 pellicole)	$g = 45\%$

Tabella 5:

Coefficienti g per finestre con vetri termoprotettivi

Queste indicazioni si basano sui dati dalla documentazione SZFF 31.03 «Dokumentation – Wärme- und Sonnenschutz für Fenster- und Fensterelemente» («Documentazione – Protezione termica e solare per finestre ed elementi di finestre») (edizione 2000). Rispetto alla scheda tecnica «k-Werte und g-Werte von Fenstern» («Coefficienti k e g per finestre») i coefficienti g sono stati adattati. Se vengono installati vetri con protezione solare vanno utilizzati i coefficienti g specifici del prodotto. Questi coefficienti g sono in funzione dell'impiego chiaramente più bassi che nel caso di vetri termoisolanti normali.

Vale la seguente regola:

Più il coefficiente g è grande, migliore è la trasmissione energetica globale e più grandi sono i guadagni termici durante il periodo di riscaldamento.

5.1.5 Tabella per la determinazione dei coefficienti U per finestre

	Vetro ¹			U_w (finestra) in $W/(m^2 \cdot K)$ ³				
	Tipo	U_g	coeff. g ²	U_f (telaio) in $W/(m^2 \cdot K)$ ⁴				
		$W/(m^2 \cdot K)$	%	1.0	1.4	1.9	2.5	3.3
Quota	2IV	1.5	62	1.5	1.7	1.8	2.1	2.3
telaio:	2IV	1.3	62	1.4	1.6	1.7	2.0	2.3
	2IV	1.1	62	1.3	1.4	1.6	1.9	2.1
30%	2IV	1.0	62	1.2	1.3	1.5	1.8	2.0
	3IV	1.1	45	1.3	1.4	1.5	1.8	2.0
	3IV	0.9	45	1.1	1.2	1.4	1.7	1.9
	3IV	0.7	45	1.0	1.1	1.3	1.6	1.8
	3IV	0.5	45	0.9	1.0	1.1	1.4	1.7
Quota	2IV	1.5	62	1.6	1.7	1.8	2.0	2.2
telaio:	2IV	1.3	62	1.5	1.6	1.7	1.9	2.1
	2IV	1.1	62	1.3	1.4	1.5	1.8	1.9
20%	2IV	1.0	62	1.2	1.3	1.4	1.7	1.8
	3IV	1.1	45	1.3	1.4	1.5	1.7	1.9
	3IV	0.9	45	1.1	1.2	1.3	1.5	1.7
	3IV	0.7	45	1.0	1.1	1.2	1.4	1.6
	3IV	0.5	45	0.8	0.9	1.0	1.2	1.4
Quota	2IV	1.5	62	1.6	1.6	1.7	1.8	2.0
telaio:	2IV	1.3	62	1.4	1.5	1.5	1.7	1.8
	2IV	1.1	62	1.2	1.3	1.4	1.6	1.7
15%	2IV	1.0	62	1.2	1.2	1.3	1.5	1.6
	3IV	1.1	45	1.2	1.3	1.4	1.5	1.6
	3IV	0.9	45	1.0	1.1	1.2	1.3	1.5
	3IV	0.7	45	0.9	1.0	1.0	1.2	1.3
	3IV	0.5	45	0.7	0.8	0.9	1.0	1.1

¹ Nel caso dei coefficienti U_g si presuppone un grado di riempimento con gas del 90%.

² Coefficienti g più alti vanno provati. Nel caso di specifiche di prodotto vanno considerati i relativi coefficienti g . Per vetri fonoisolanti e con protezione solare vanno utilizzate solamente le indicazioni del fabbricante.

³ Se la quota telaio di una finestra non è documentata, i coefficienti U_w vanno presi dalle indicazioni con «quota telaio 30%». Nel caso di valori intermedi di U_g , i valori U_w possono essere interpolati. Vengono elencati solo valori che soddisfano i coefficienti U_w massimi secondo la norma SIA 180 «Isolamento termico e protezione contro l'umidità degli edifici».

⁴ Ulteriori coefficienti U_f si trovano nella documentazione SIA D 0170 «Thermische Energie im Hochbau» («Energia termica nell'edilizia»).

5.1.6 Scelta della finestra

Nella scelta di una finestra bisogna procedere dal punto di vista energetico come segue, tenendo conto anche delle disposizioni cantonali:

1. Si scelga una finestra con il coefficiente U_w più basso possibile.
2. Dal tipo di vetro scelto andrebbe scelto anche un vetro con il coefficiente g più alto possibile. Se due vetri presentano gli stessi coefficienti U_g , bisogna prediligere quello con il coefficiente g più alto.
3. Nel caso di grandi superfici vetrate, che presentano inoltre un evidente orientamento a Sud, si consiglia di eseguire un bilancio energetico per ottimizzare perdite (coefficiente U) e guadagni (coefficiente g).
4. Traverse passanti, grandi parti di telaio, lunghezze dei collegamenti vetro-telaio e il materiale del distanziatore possono influenzare fortemente le proprietà termoisolanti di una finestra.

5.1.7 Suggerimenti ulteriori

- Se vi sono indicazioni del fabbricante per i coefficienti U_g e g , esse devono essere state determinate e dichiarate secondo lo stato della tecnica.
- Se non vi sono indicazioni del fabbricante riguardo i coefficienti g , per il calcolo del fabbisogno energetico per riscaldamento va introdotto il coefficiente g della relativa vetrata secondo la Tabella 5 a pagina 64.
- Per le simulazioni d'edifici e i calcoli di fabbisogno per raffreddamento sono necessari parametri più dettagliati.
- Per la protezione termica estiva in edifici climatizzati viene prescritto un grado di trasmissione energetica globale della vetrata (protezione solare inclusa) di $g \leq 15\%$. Vetrature isolanti, vetri termoprotettivi e con protezione solare di regola soddisfano queste esigenze solamente in combinazione con una protezione solare esterna.

68 5.1.8 Esempi

Entrambi gli esempi mostrano come si può determinare il coefficiente U di una finestra con l'aiuto dei valori nella tabella o con il calcolo. Sono considerate delle finestre con telaio in legno e con un vetro termoisolante doppio con un coefficiente di $1.1 \text{ W}/(\text{m}^2 \cdot \text{K})$.

Determinazione del coefficiente U di una finestra U_w con i valori nella tabella

	Vetro			U_w (finestra) in $\text{W}/(\text{m}^2 \cdot \text{K})$				
	Tipo	U_g $\text{W}/(\text{m}^2 \cdot \text{K})$	coeff. g %	U_f (telaio) in $\text{W}/(\text{m}^2 \cdot \text{K})$				
				1.0	1.4	1.9	2.5	3.3
Quota	2IV	1.5	62	1.5	1.7	1.8	2.1	2.3
telaio:	2IV	1.3	62	1.4	1.6	1.7	2.0	2.3
30%	2IV	1.1	62	1.3	1.4	1.6	1.9	2.1

- Poiché la quota telaio non è dimostrata, si presuppone una quota telaio del 30%.
- Poiché non sono documentati valori dettagliati del coefficiente U_f , per il telaio in legno viene introdotto un valore U_f di $1.9 \text{ W}/(\text{m}^2 \cdot \text{K})$.
- Poiché non risultano indicazioni specifiche per il distanziatore, si presuppone si tratti di un distanziatore in alluminio.

Calcolo del coefficiente U per finestre U_w con la tabella A_w

Di seguito viene illustrato il procedimento di calcolo dettagliato per la determinazione del coefficiente U per finestre. Come ausilio servono le indicazioni di questo capitolo più la tabella A_w dall'Allegato.

La tabella A_w nell'Allegato può essere riprodotta per altri esempi o come giustificativo per la domanda di costruzione.

<p>Schizzi della finestra con quotatura</p>	<p>Telaio</p> <p>Materiale: <u>Legno</u></p> <p>Coefficiente U del telaio: $U_f = \underline{1.9} \text{ W}/(\text{m}^2 \cdot \text{K})$</p> <p>Superficie di proiezione del telaio: $A_f = \underline{0.54} \text{ m}^2$</p>
	<p>Vetri</p> <p>Denominazione del vetro: <u>2-IV-IR</u></p> <p>Prodotto/Tipo: _____</p> <p>Coefficiente U del vetro: $U_g = \underline{1.1} \text{ W}/(\text{m}^2 \cdot \text{K})$</p> <p>Superficie di proiezione del vetro: $A_g = \underline{1.6} \text{ m}^2$</p>
	<p>Collegamento vetro-telaio</p> <p>Materiale del distanziatore:</p> <p><input checked="" type="checkbox"/> Alluminio <input type="checkbox"/> Lega d'acciaio <input type="checkbox"/> Plastica / Butile</p> <p>Coeff. U riferito alla lunghezza: $\Psi_g = \underline{0.07} \text{ W}/(\text{m} \cdot \text{K})$</p> <p>Lunghezza del perim. del vetro: $L_g = \underline{7.40} \text{ m}$</p>
<p>Quota telaio: $A_f = \underline{25.4} \%$</p>	<p>Superfici di proiezione della finestra: $A_w = \underline{2.14} \text{ m}^2$</p>
<p>Tab. A_w</p>	$U_w = \frac{U_f \cdot A_f + U_g \cdot A_g + \Psi_g \cdot L_g}{A_w} = \frac{1.9 \cdot 0.54 + 1.1 \cdot 1.60 + 0.07 \cdot 7.40}{2.14}$
	<p>$U_w = \underline{1.54} \text{ W}/(\text{m}^2 \cdot \text{K})$</p>

5.2 Porte

Nr. dell' elemento costruttivo	Struttura	Coeff. U $W/(m^2 \cdot K)$
Porte d'entrata di case e appartamenti		
T1	Pannello in legno truciolare Strato termoisolante 30 mm legno lamellare 21 mm	1.1
T2	Pannello in legno truciolare 22 mm Strato termoisolante 10 mm legno lamellare 21 mm	1.6
T3	Abete rosso massiccio incollato 40 mm	2.2
T4	Quercia massiccia incollata 40 mm	2.8
T5	Pannello in legno truciolare 40 mm alluminio laminato sulle due facciate	2.5
T6	Lamiera d'alluminio sulle due facciate Strato termoisolante 20 mm	2.1
T7	Lamiera d'alluminio sulle due facciate Strato termoisolante 40 mm	1.3
T8	Impiallacciatura, pannello in legno truciolare sottile, lamiera d'alluminio sulle due facciate e pannello in legno truciolare 40 mm	1.6
T9	Impiallacciatura pannello in legno truciolare sottile, lamiera d'alluminio sulle due facciate e pannello in legno truciolare 16 mm su entrambi i lati Strato termoisolante 18 mm	1.1
Porte interne		
T10	porte massicce a fodrine sbalzate, circa 36 mm	2.9
T11	Porte leggere 40 mm	2.0
T12	Porte massicce 40 mm	2.2

Gli esempi riportati in questa tabella rappresentano le strutture per porte più utilizzate. Sono molto specifiche a dipendenza del fabbricante e hanno spessori tra i 40 mm circa e gli 80 mm.

I coefficienti U indicati si riferiscono a porte non vetrate. Nel caso di costruzioni speciali e di porte industriali, possono essere utilizzate le indicazioni certificate del fabbricante.

■ Allegato

Struttura dell'elemento costruttivo (schizzo, sezione)	Denominazione dell'elemento costruttivo _____			R
	Strato nr.	Materiale da costruzione	d m	$\frac{1}{h}$ bzw. $\frac{d}{\lambda}$ $m^2 \cdot K/W$
			$\frac{h}{W/(m^2 \cdot K)}$	
			$\frac{\lambda}{W/(m \cdot K)}$	
		Convezione termica interna (h_i)		
		Convezione termica esterna (h_e)		

Tab. A

$$\text{Coeff. } U = \frac{1}{R_{\text{totale}}} = \quad W/(m^2 \cdot K)$$

$$R_{\text{totale}} = \quad$$

Struttura dell'elemento costruttivo (schizzo, sezione)	Denominazione dell'elemento costruttivo _____			R
	Strato nr.	Materiale da costruzione	d m	$\frac{1}{h}$ bzw. $\frac{d}{\lambda}$ $m^2 \cdot K/W$
			$\frac{h}{W/(m^2 \cdot K)}$	
			$\frac{\lambda}{W/(m \cdot K)}$	
		Convezione termica interna (h_i)		
		Convezione termica esterna (h_e)		

Tab. A

$$\text{Coeff. } U = \frac{1}{R_{\text{totale}}} = \quad W/(m^2 \cdot K)$$

$$R_{\text{totale}} = \quad$$

Schizzi della finestra con quotatura	Telai Materiale: _____ Coefficiente U del telaio: $U_f =$ _____ $W/(m^2 \cdot K)$ Superficie di proiezione del telaio: $A_f =$ _____ m^2
	Vetri Denominazione del vetro: _____ Prodotto/Tipo: _____ Coefficiente U del vetro: $U_g =$ _____ $W/(m^2 \cdot K)$ Superficie di proiezione del vetro: $A_g =$ _____ m^2
	Collegamento vetro-telaio Materiale del distanziatore: <input type="checkbox"/> Alluminio <input type="checkbox"/> Lega d'acciaio <input type="checkbox"/> Plastica / Butile Coeff. U riferito alla lunghezza: $\Psi_g =$ _____ $W/(m \cdot K)$ Lunghezza del perim. del vetro: $L_g =$ _____ m
Quota telaio: $A_f =$ _____ %	Superfici di proiezione della finestra: $A_w =$ _____ m^2

Tab. A_w

$$U_w = \frac{U_f \cdot A_f + U_g \cdot A_g + \Psi_g \cdot l_g}{A_w} = \text{_____}$$

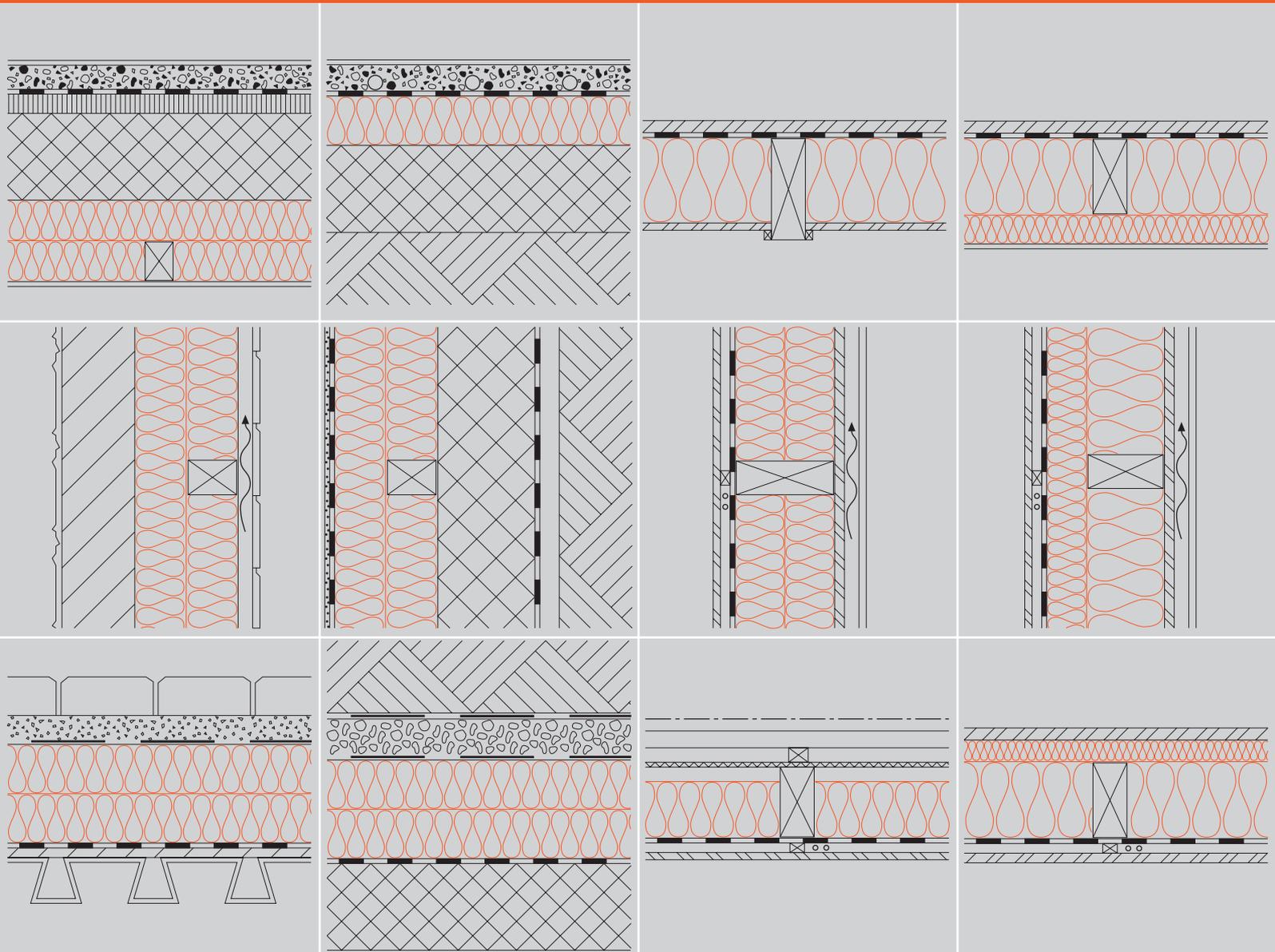
$$U_w = \text{_____} W/(m^2 \cdot K)$$

Schizzi della finestra con quotatura	Telai Materiale: _____ Coefficiente U del telaio: $U_f =$ _____ $W/(m^2 \cdot K)$ Superficie di proiezione del telaio: $A_f =$ _____ m^2
	Vetri Denominazione del vetro: _____ Prodotto/Tipo: _____ Coefficiente U del vetro: $U_g =$ _____ $W/(m^2 \cdot K)$ Superficie di proiezione del vetro: $A_g =$ _____ m^2
	Collegamento vetro-telaio Materiale del distanziatore: <input type="checkbox"/> Alluminio <input type="checkbox"/> Lega d'acciaio <input type="checkbox"/> Plastica / Butile Coeff. U riferito alla lunghezza: $\Psi_g =$ _____ $W/(m \cdot K)$ Lunghezza del perim. del vetro: $L_g =$ _____ m
Quota telaio: $A_f =$ _____ %	Superfici di proiezione della finestra: $A_w =$ _____ m^2

Tab. A_w

$$U_w = \frac{U_f \cdot A_f + U_g \cdot A_g + \Psi_g \cdot l_g}{A_w} = \text{_____}$$

$$U_w = \text{_____} W/(m^2 \cdot K)$$



SvizzeraEnergia

Ufficio federale dell'energia UFE, Worbentalstrasse 32, CH-3063 Ittigen · Indirizzo postale: CH-3003 Berna
 Tel. 031 322 56 11, Fax 031 323 25 00 · Media/Documentazione: Tel. 031 323 22 44, Fax 031 323 25 10
 office@bfe.admin.ch · www.svizzera-energia.ch