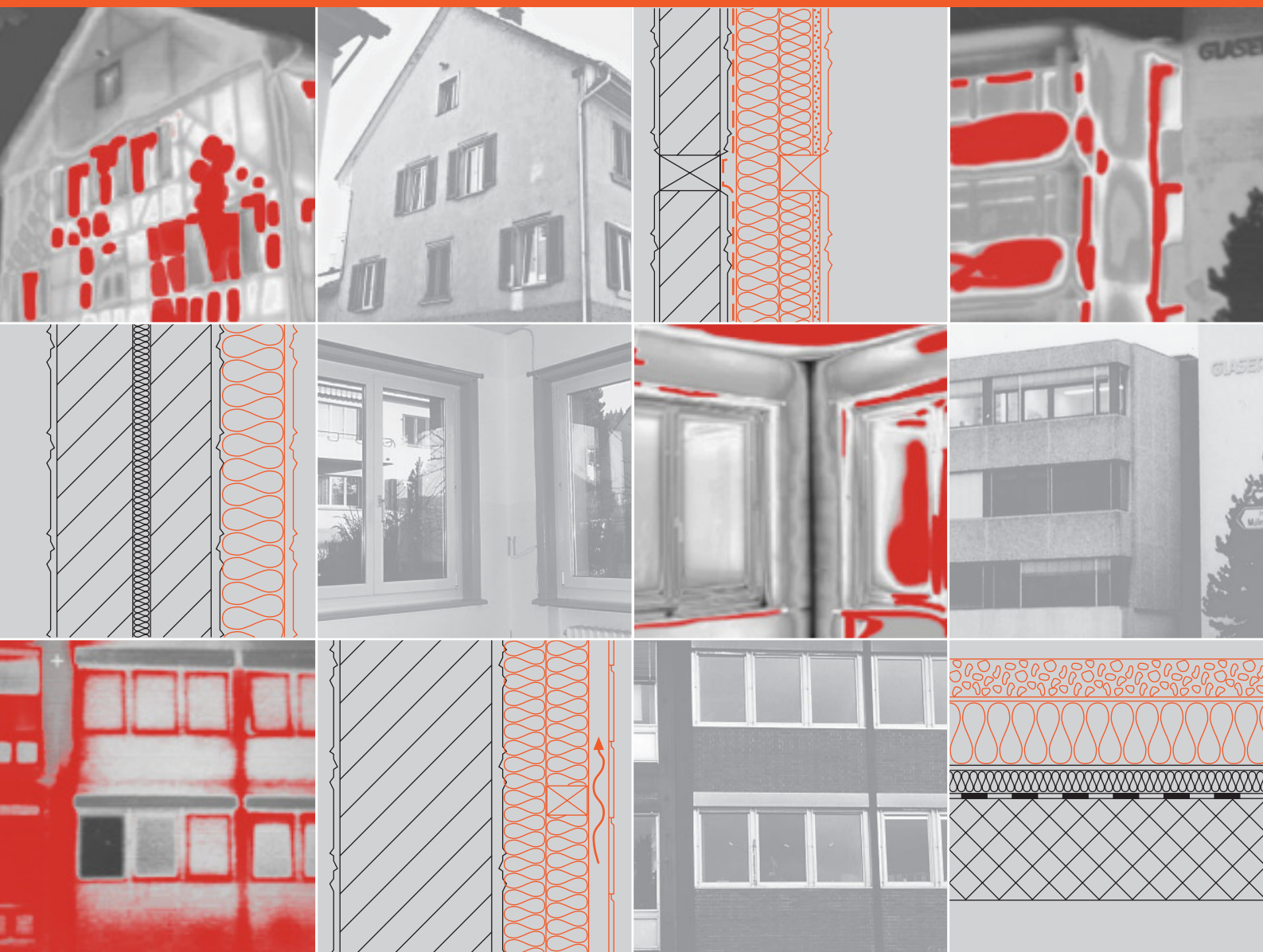


Calcolo del coefficiente U e catalogo degli elementi costruttivi per risanamenti



Calcolo del coefficiente U e catalogo degli elementi costruttivi per risanamenti

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

Copyright:

Ufficio Federale dell'Energia UFE, 2001

Distribuzione:

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

UFCL, Distribuzione pubblicazioni, n. di ordinazione: 805.155 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 esistenti e risanati. Per elementi costruttivi nuovi va utilizzata la pubblicazione «Calcolo del coefficiente U e catalogo degli elementi costruttivi per nuovi edifici», 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 di elementi costruttivi singoli esistenti.

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 che ricorrono più spesso e per le loro misure di risanamento possibili.

Le tabelle correlate negli Allegati I e II permettono al lettore di determinare o di controllare il coefficiente U di un elemento risanato senza bisogno di calcolarlo. 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 C: Determinazione del coefficiente U con il catalogo degli elementi costruttivi
 - Tabella Aw: 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 200	Wärmedämmstoffe (Isolanti termici) 2001
Ufficio Federale dell'Energia	Calcolo del coefficiente k e catalogo degli elementi costruttivi – Risanamenti 1993
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 per nuovi edifici 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	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	Elementi costruttivi disomogenei	10
2.3	Parametri di calcolo	11
2.3.1	Coefficienti di convezione termica h	11
2.3.2	Conduttività 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	elementi costruttivi	25
4.1	Risanamento di elementi costruttivi omogenei	26
4.2	Risanamento di elementi costruttivi disomogenei	52
5	Finestre e porte	63
5.1	Finestre	64
5.2	Porte	67
	Allegato	69
I	Coefficienti U degli elementi costruttivi omogenei risanati	69
II	Coefficienti U degli elementi costruttivi disomogenei risanati	72
	Tabella A (Calcolo del coefficiente U)	75
	Tabella C (Determinazione del coefficiente U con il catalogo degli elementi costruttivi)	77
	Tabella A_w (Calcolo del coefficiente U per finestre)	79

1 Premesse e modo di procedere

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.**

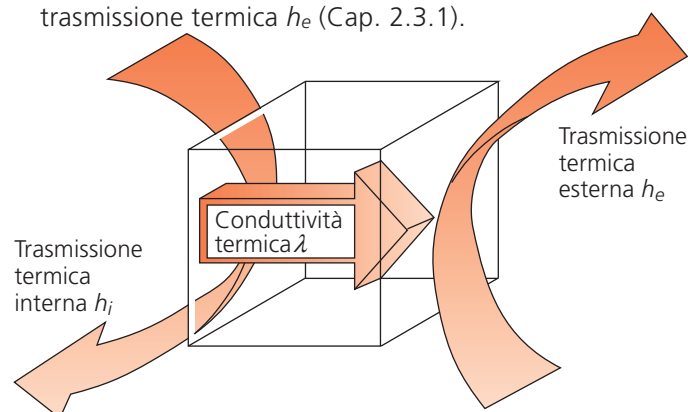
Questo processo viene descritto con il coefficiente di trasmissione termica h_i (Cap. 2.3.1).

■ **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 impone sempre di più anche a livello di risanamento di edifici. L'aspirazione agli obiettivi di «confort», «salute», «assenza di danni», «efficienza energetica» e «economicità» 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.



Foto: Nina Mann

Figura 2

Progetto P+D presso Magnusstrasse 23 a Zurigo. Il risanamento secondo lo standard MINERGIE® (ZH-203) raggiunge quasi lo standard «Passivhaus». Viridén + Partner e Prof. W. Dubach, Zurigo

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.

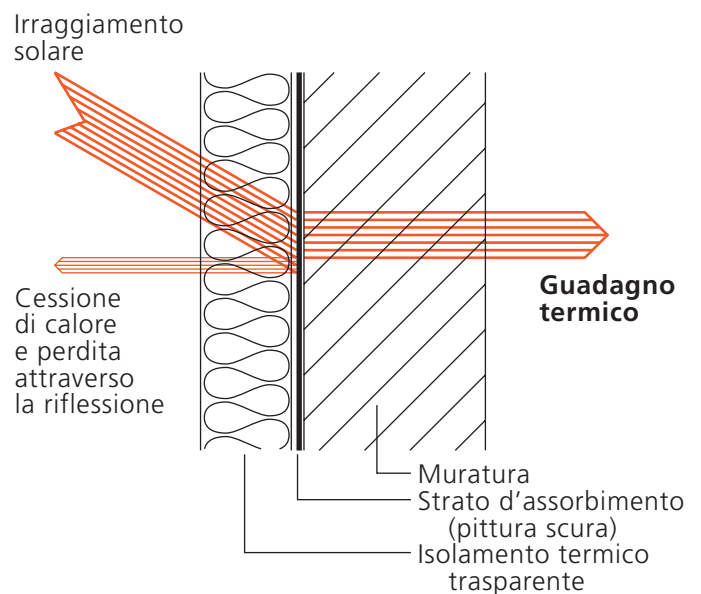


Figura 3

Funzionamento di un ITT

2 Calcolo del coefficiente U

Il capitolo Calcolo del coefficiente U illustra il calcolo di costruzioni semplici come ad esempio di elementi costruttivi omogenei esistenti o risanati. Esso contiene le basi necessarie rispettivamente parametri di calcolo come il coefficiente totale di trasmissione termica, la resistenza al passaggio di calore 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'aiuto di 5 esempi ed un esercizio.

Nel caso di **elementi costruttivi esistenti**, la determinazione del coefficiente U è piuttosto difficile, poiché nella maggior parte dei casi la struttura costruttiva non è conosciuta. Inoltre, durante la fase di valutazione e di progettazione, aprire gli elementi costruttivi o eseguire delle perforazioni di sondaggio spesso non è possibile o troppo dispendioso. Il coefficiente U effettivo dell'elemento costruttivo preso in considerazione può quindi essere molto differente da quello «esatto» calcolato.

Per questo motivo, nel caso di un elemento costruttivo esistente, bisogna basarsi su un isolamento termico esistente minimo, affinché si possa davvero ottenere il coefficiente U dell'elemento costruttivo risanato.

Il coefficiente U degli **elementi costruttivi risanati** non può essere calcolato con grande precisione come nel caso di elementi costruttivi nuovi, che sono presentati nella pubblicazione «Calcolo del coefficiente U e catalogo degli elementi costruttivi per nuovi edifici». Inoltre sovente, durante la procedura di autorizzazione edilizia, la struttura costruttiva esatta non è ancora conosciuta. In relazione con i risanamenti di elementi costruttivi esistenti, dei chiarimenti a livello fisico-tecnico sono inevitabili. In questo modo possono essere evitati problemi d'umidità, che danneggerebbero il materiale edile. Inoltre vanno considerati non solo l'elemento costruttivo stesso, ma anche gli allacciamenti ed eventuali ponti termici.

Questa pubblicazione permette una rapida determinazione dei coefficienti U per risanamenti. Nella scelta delle misure di risanamento, ulteriori chiarimenti a livello fisico-tecnico sono comunque indispensabili.

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):

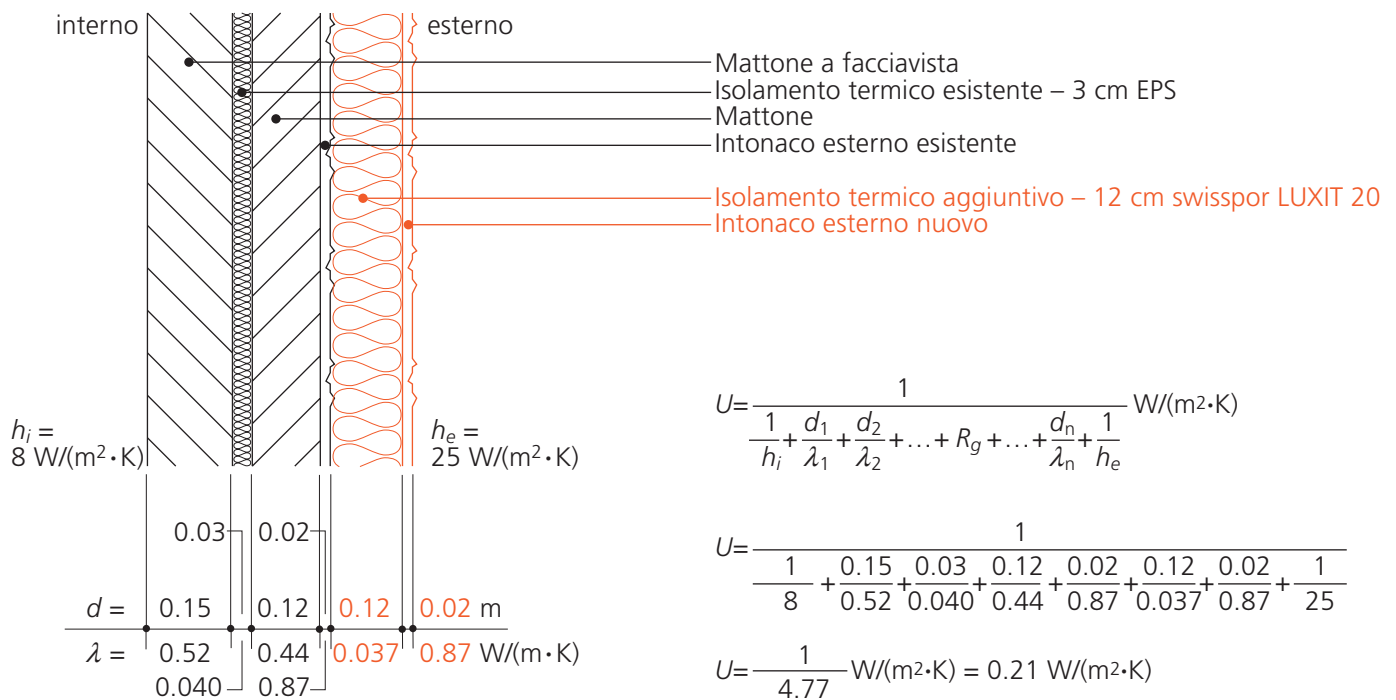
$$U = \frac{1}{\frac{1}{h_i} + \frac{d_1}{\lambda_1} + \frac{d_2}{\lambda_2} + \dots + R_g + \dots + \frac{d_n}{\lambda_n} + \frac{1}{h_e}} \text{ W/(m}^2 \cdot \text{K)}$$

$d_1 \dots d_n$ 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)

**Figura 4**

Calcolo del coefficiente U sull'esempio di una muratura con intercapedine, risanato esternamente con una facciata compatta

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

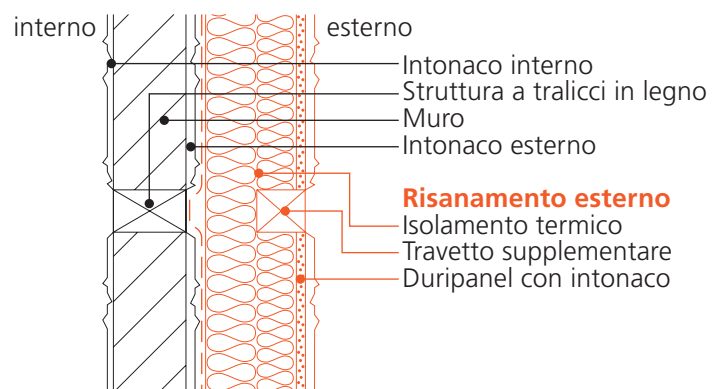
I coefficienti U per **elementi costruttivi omogenei risanati** si trovano nell'Allegato I.

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 ed 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 si trovano nel Capitolo 4.2. I coefficienti U per **elementi costruttivi risanati omogenei** si trovano nell'Allegato I e per **elementi costruttivi risanati disomogenei** nell'Allegato II.

**Figura 5**

Esempio di un elemento costruttivo disomogeneo risanato

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:

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

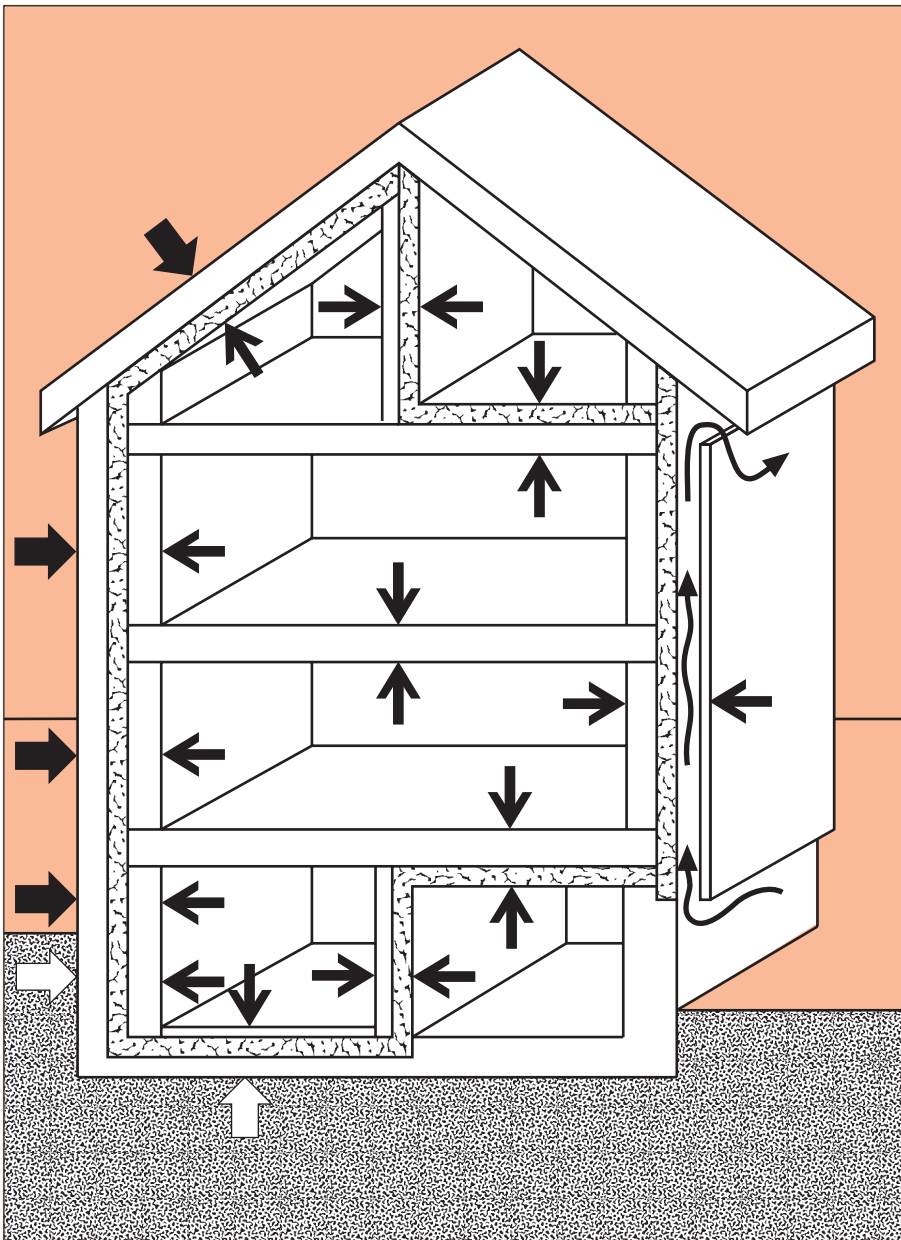






Figura 6

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	v 0.084	
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

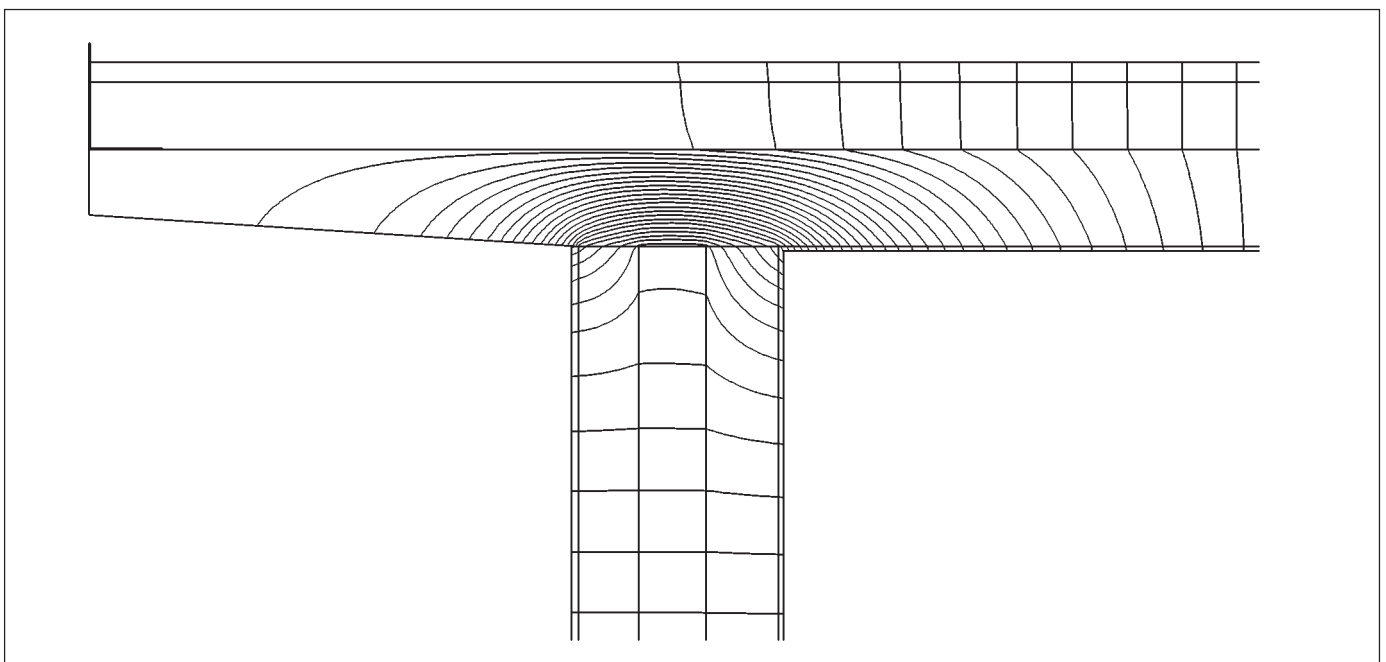
I ponti termici (Figura 7) sono punti deboli dell'involucro dello stabile dal punto di vista termico, in prossimità dei quali defluisce più calore rispetto agli elementi costruttivi adiacenti. Cambiamenti di materiale e geometria, attraversamenti e transizioni tra gli elementi costruttivi causano spesso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

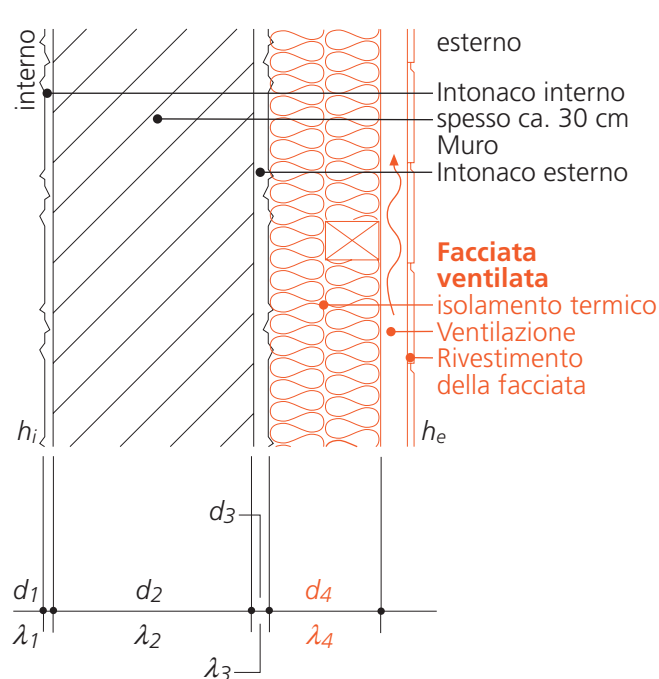


Figura 8
Facciata ventilata

- **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).

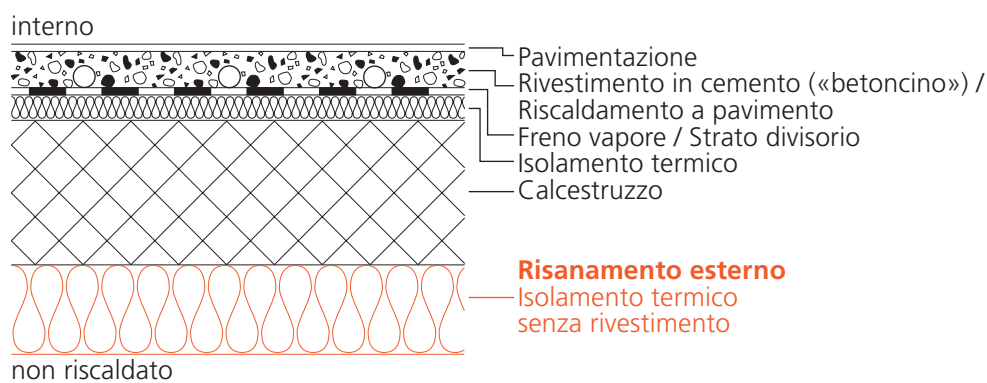


Figura 9
Riscaldamento a pavimento

- 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 8 cm è di $0.26 \text{ W}/(\text{m}^2 \cdot \text{K})$, lo strato termoisolante effettivo durante la costruzione deve essere maggiorato del 20%, quindi deve essere di 9.6 cm rispettivamente 10 cm, per poter rispettare il coefficiente U di $0.26 \text{ W}/(\text{m}^2 \cdot \text{K})$.

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>			R	
	Strato nr.	Materiale da costruzione	d m	$\frac{1}{h}$ bzw. $\frac{d}{\lambda}$ $\frac{W}{(m^2 \cdot K)}$ $\frac{W}{(m \cdot K)}$ $m^2 \cdot K/W$	
	—	Convezione termica interna (h_i)	—	8	0.13
	1	<i>Intonaco interno</i>	0.015	0.7	0.02
	2	<i>Mattone</i>	0.15	0.44	0.34
	3	<i>Cavità</i>	0.04	—	0.18
	4	<i>Mattone</i>	0.12	0.44	0.27
	5	<i>Intonaco esterno vecchio</i>	0.02	0.87	0.02
	6	<i>Sagex EPS 15</i>	0.14	0.040	3.50
	7	<i>Intonaco esterno nuovo</i>	0.02	0.87	0.02
—	Convezione termica esterna (h_e)	—	25		0.04
Coeff. $U = \frac{1}{R_{totale}} = 0.22 \text{ W/(m}^2 \cdot \text{K)}$				7	4.52

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			R	
		Strato nr.	Materiale da costruzione	d	$\frac{h}{\lambda}$	$\frac{1}{h}$ bzw. $\frac{d}{\lambda}$ m ² ·K/W
				m	W/(m ² ·K)	
		—	Convezione termica interna (h_i)	—	B	0.13
		1	Intonaco a plafone	0.015	0.70	0.02
		2	Calcestruzzo	0.20	2.3	0.09
		3	Isolam. termico esistente ¹	0.03	0.040	0.75
		4	Riv. in cemento	0.05	1.4	0.04
		5	Pavatherm ²	0.15	0.043	3.49
		6	Pannello in legno truciolare	0.02	0.14	0.14
		—	Convezione termica esterna (h_e)	³ —	B	0.13

Tab. A

Coeff. $U = \frac{1}{R_{totale}} = 0.21 \text{ W/(m}^2\cdot\text{K)}$ ← $R_{totale} = \underline{\underline{4.79}}$

- 1** Poiché è difficile determinare con precisione il materiale termoisolante, viene introdotto un coefficiente λ di 0.040 W/(m · K).
- 2** Il coefficiente λ è stato preso dalla scheda tecnica SIA 2001 «Wärmedämmstoffe» («Isolanti termici») (edizione 2001). Può essere preso anche dalle indicazioni del fabbricante verificate.
- 3** Verso il non riscaldato vale $R_{se} = \frac{1}{h_e} = 0.13 \text{ m}^2 \cdot \text{K/W}$ (Cap. 2.3.1).

Esempio 3

Struttura dell'elemento costruttivo (schizzo, sezione)		Denominazione dell'elemento costruttivo Soletta con risc. a pavimento			R	
		Strato nr.	Materiale da costruzione	d	$\frac{h}{\lambda}$	$\frac{1}{h}$ bzw. $\frac{d}{\lambda}$ m ² ·K/W
				m	W/(m ² ·K)	
		—	Convezione termica interna (h_i)	¹ —	—	—
		1	Piastrelle	¹ —	—	—
		2	Betoncino	¹ —	—	—
		3	Foglio in PE	—	—	—
		4	Isolam. termico esistente	0.04	0.040	1.00
		5	Calcestruzzo	0.20	1.8	0.09
		6	Lana minerale ²	0.12	0.048	2.50
		—	Convezione termica esterna (h_e)	—	—	0.13

Tab. A

Coeff. $U = \frac{1}{R_{totale}} = 0.27 \text{ W/(m}^2\cdot\text{K)}$ ← $R_{totale} = \underline{\underline{3.72}}$

- 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 Flumroc ECCO con un coefficiente λ di 0.036 W/(m · K) anziché «lana minerale» si otterrebbe un coefficiente U di 0.22 W/(m² · K).
Consiglio: L'influsso di una listonatura di legno può essere determinato con una maggioranza presa dal catalogo dei ponti termici. Dall'Allegato II si può pure ricavare il coefficiente U completo di un risanamento disomogeneo.

18 Esempio 4

Struttura dell'elemento costruttivo (schizzo, sezione)		Denominazione dell'elemento costruttivo <i>Parete della cantina</i>			$\frac{R}{h}$ bzw. $\frac{d}{\lambda}$
Strato nr.	Materiale da costruzione	d m	$\frac{h}{\lambda}$ $\frac{W}{(m^2 \cdot K)}$	$\frac{R}{h}$ $\frac{d}{\lambda}$	$m^2 \cdot K/W$
—	Convezione termica interna (h_i)	—	B		0.13
1	Pannello	0.015	0.14		0.11
2	Intercapedine (List./Cond.)	0.02	—		0.17
3	Freno vapore	—	—		—
4	Styrodur 2800C	0.12	0.035		3.43
5	Calcestruzzo	0.25	2.3		0.11
6	Barriera contro l'umidità	—	—		—
7	Isolam. termico esistente	0.03	0.040		0.75
8	Terreno	—	—		—
—	Convezione termica esterna (h_e)	—	∞		0

Tab. A

$$\text{Coeff. } U = \frac{1}{R_{\text{totale}}} = 0.21 \text{ W/(m}^2 \cdot \text{K)}$$

$$R_{\text{totale}} = 4.70$$

- 1 Per strati d'aria isolati va introdotta la rispettiva resistenza al passaggio termico R_g (Cap. 2.3.3).
- 2 Freno vapore e barriera contro l'umidità non vengono considerati (Cap. 2.5).
- 3 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 <i>Tetto piano</i>			$\frac{R}{h}$ bzw. $\frac{d}{\lambda}$
Strato nr.	Materiale da costruzione	d m	$\frac{h}{\lambda}$ $\frac{W}{(m^2 \cdot K)}$	$\frac{R}{h}$ $\frac{d}{\lambda}$	$m^2 \cdot K/W$
—	Convezione termica interna (h_i)	—	B		0.13
1	Calcestruzzo	0.20	2.3		0.09
2	Freno vapore	—	—		—
3	Isolam. termico esistente	0.04	0.04		1.00
4	Impermeabilizzazione intat.	—	—		—
5	Roofmate SL-A (16 cm)	0.133	0.037		3.59
6	Tappeto filtrante	—	—		—
7	Strato protettivo (sabbia, ghiaia)	0.10	2.0		0.05
—	Convezione termica esterna (h_e)	—	25		0.04

Tab. A

$$\text{Coeff. } U = \frac{1}{R_{\text{totale}}} = 0.20 \text{ W/(m}^2 \cdot \text{K)}$$

$$R_{\text{totale}} = 4.90$$

- 1 È previsto un isolamento termico di 16 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 13.3 cm (16 cm / 1.2).
Eventualmente va installata un'impermeabilizzazione del tetto nuova al posto di quella già esistente. Ciò non ha comunque influsso sul coefficiente U .
- 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. Si tratta del risanamento di un pavimento contro uno scantinato non riscaldato. Nel calcolo si sono insinuati quattro errori. Provatelo a trovarli!

Esercizio 1

Struttura dell'elemento costruttivo (schizzo, sezione)		Denominazione dell'elemento costruttivo <i>Pavimento contro cantina</i>			$\frac{R}{h}$ bzw. $\frac{d}{\lambda}$
Strato nr.	Materiale da costruzione	d m	$\frac{h}{\lambda}$ $\frac{W}{(m^2 \cdot K)}$	$\frac{R}{h}$ $\frac{d}{\lambda}$	$m^2 \cdot K/W$
—	Convezione termica interna (h_i)	—	6	0.167	
1	Piastrelle in ceramica	0.02	1.3	0.02	
2	Riv. in cemento (betoncino)	0.06	1.4	0.43	
3	Strato divisorio	—	—	—	
4	Isolam. termico esistente	0.03	0.030	1.00	
5	Calcestruzzo	0.20	2.3	0.09	
6	Isover Decotherm	0.12	0.040	3.00	
—	Convezione termica esterna (h_e)	—	20	0.05	

Tab. A

$$\text{Coeff. } U = \frac{1}{R_{\text{totale}}} = 0.21 \text{ W/(m}^2 \cdot \text{K)}$$
 $R_{\text{totale}} = 4.76$

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>Pavimento contro cantina</i>			$\frac{R}{h}$ bzw. $\frac{d}{\lambda}$
Strato nr.	Materiale da costruzione	d m	$\frac{h}{\lambda}$ $\frac{W}{(m^2 \cdot K)}$	$\frac{R}{h}$ $\frac{d}{\lambda}$	$m^2 \cdot K/W$
—	Convezione termica interna (h_i)	—			
1	Piastrelle in ceramica	0.02			
2	Riv. in cemento (betoncino)	0.06			
3	Strato divisorio	—			
4	Isolam. termico esistente	0.03			
5	Calcestruzzo	0.20			
6	Isover Decotherm	0.12			
—	Convezione termica esterna (h_e)	—			

Tab. A

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

20 Soluzione dell'esercizio di pagina 19

Calcolo corretto del coefficiente U :

Esercizio 3

Struttura dell'elemento costruttivo (schizzo, sezione)		Denominazione dell'elemento costruttivo Pavimento contro cantina			$\frac{R}{h}$ bzw. $\frac{d}{\lambda}$
Strato nr.	Materiale da costruzione	d m	h W/(m ² ·K)	$\frac{R}{h}$ m ² ·K/W	
			λ W/(m·K)		
—	Convezione termica interna (h_i)	—	8 ¹	0.13	
1	Piastrelle in ceramica	0.02	1.3	0.02	
2	Riv. in cemento (betoncino)	0.06	1.4	0.04 ²	
3	Strato divisorio	—	—	—	
4	Isolam. termico esistente	0.03	0.040 ³	0.63	
5	Calcestruzzo	0.20	2.3	0.09	
6	Isover Decotherm	0.12	0.034 ⁴	3.53	
—	Convezione termica esterna (h_e)	—	8 ¹	0.13	

Tab. A

$\text{Coeff. } U = \frac{1}{R_{\text{totale}}} = 0.22 \text{ W/(m}^2 \cdot \text{K)}$	$R_{\text{totale}} = 4.57$
--	----------------------------

- 1** I coefficienti di convezione termica h_i e h_e sono sbagliati. Il valore per la convezione interna h_i viene spesso impiegato ancora in modo erroneo con $6 \text{ W/(m}^2 \cdot \text{K)}$. La resistenza al passaggio termico R_{se} è uguale a R_{si} , poiché dà verso il non riscaldato (Cap. 2.3.1).
Consiglio: nel caso di elementi costruttivi verso il clima esterno vale $h_e = 25 \text{ W/(m}^2 \cdot \text{K)}$ e non $20 \text{ W/(m}^2 \cdot \text{K)}$.
- 2** Errore di calcolo per il rivestimento in cemento («betoncino»): $\frac{d}{\lambda} = \frac{0.06}{1.4} = 0.04 \text{ m}^2 \cdot \text{K/W}$
- 3** Valore λ inesatto. Poiché è difficile determinare in modo preciso il materiale termoisolante esistente, viene introdotto un coefficiente λ di $0.040 \text{ W/(m} \cdot \text{K)}$.
- 4** Valore λ inesatto. Vi è una specifica del prodotto, tuttavia il valore λ non è quello di questo prodotto. Il coefficiente λ è di $0.034 \text{ W/(m} \cdot \text{K)}$ secondo le indicazioni dichiarate dal fabbricante (Cap. 2.3.2).

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 esistenti più diffusi e delle misure di risanamento possibili. Esso dà all'utente la possibilità di determinare o di controllare un coefficiente U senza doverlo calcolare. Come ausilio può essere utilizzata la Tabella C alla fine di questa pubblicazione, che si può riprodurre ed usare come giustificativo per la domanda di costruzione.

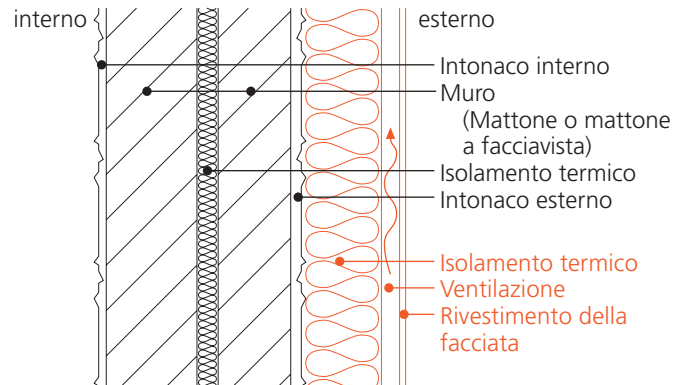
Non viene presentata la Tabella B, poiché essa viene utilizzata per gli elementi costruttivi nuovi nella pubblicazione «Calcolo del coefficiente U e catalogo degli elementi costruttivi per nuovi edifici». Costruzioni meno in uso, che non sono contenute in questo catalogo, possono essere calcolate secondo 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 risanamenti. Nella scelta di misure di risanamento sono comunque indispensabili ulteriori chiarimenti di tipo fisico-tecnico.

22 3.1 Esempio

Una muratura doppia in mattone viene risanata con una facciata ventilata con una struttura in alluminio (sistema completamente in metallo).

- Come materiale termoisolante vengono utilizzati dei pannelli in lana di roccia «pannello isolante Flumroc 3» dello spessore di 12 cm.
- I supporti vengono montati con un taglio termico
- La maggiorazione per il ponte termico per 2 mensole/m² è di $\Delta U = 0.04 \text{ W}/(\text{m}^2 \cdot \text{K})$. Questa maggiorazione viene presa dal catalogo dei ponti termici.



① Numero dell'elemento costrutt.	Indicazioni sul materiale termoisolante esistente e nuovo				Coefficiente U in $\text{W}/(\text{m}^2 \cdot \text{K})$	
	② $d_{\text{esistente}}$ m	③ Materiale termoisolante nuovo: Materiale e prodotto	④ d_{nuovo} m	⑤ λ_{nuovo} $\text{W}/(\text{m} \cdot \text{K})$	⑥ $U_{\text{esistente}}$	⑦ U_{risanato}
<i>Ws 15</i>	<i>0.03</i>	<i>Pannello isolante Flumroc 3</i>	<i>0.12</i>	<i>0.034</i>	<i>0.7</i>	<i>0.25</i>

Tab. C

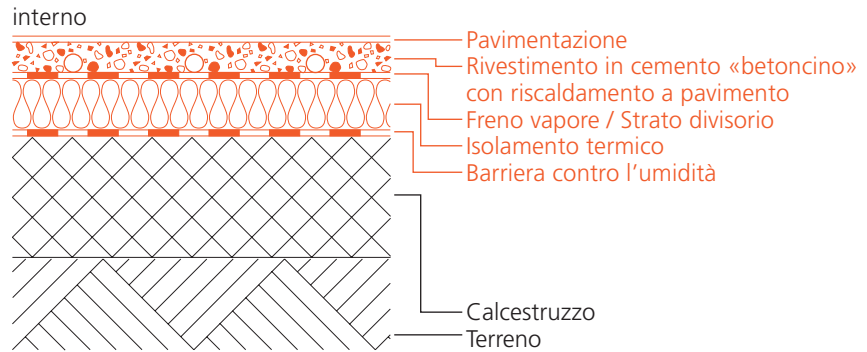
- ① Numero dell'elemento costruttivo omogeneo da risanare secondo il catalogo degli elementi costruttivi dal Cap. 4.1.2
- ② Spessore d dell'isolamento termico **esistente**
- ③ Denominazione specifica del prodotto (o denominazione del materiale secondo Tab. 1, Cap. 2.3.2)
- ④ Spessore d del materiale termoisolante **nuovo**
- 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 dal bollettino SIA 2001 «Wärmedämmstoffe» («Isolanti termici»).
- ⑥ Coefficiente U dell'elemento costruttivo **esistente** dal Cap. 4.1.2 (Elemento costruttivo *Ws 15*)
- ⑦ Coefficiente U dell'elemento costruttivo **risanato** dall'Allegato I «Coefficienti U degli elementi costruttivi omogenei risanati ». Questo coefficiente U è di $0.21 \text{ W}/(\text{m}^2 \cdot \text{K})$. Inoltre vi è un'aggiunta per il ponte termico di $0.04 \text{ W}/(\text{m}^2 \cdot \text{K})$ dal catalogo dei ponti termici. Il coefficiente U dell'elemento costruttivo risanato è quindi di $0.25 \text{ W}/(\text{m}^2 \cdot \text{K})$. 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 listatura incrociata tra l'isolamento termico, il coefficiente U dell'elemento costruttivo risanato può essere preso direttamente dall'Allegato II «Coefficienti U degli elementi costruttivi disomogenei risanati ».

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

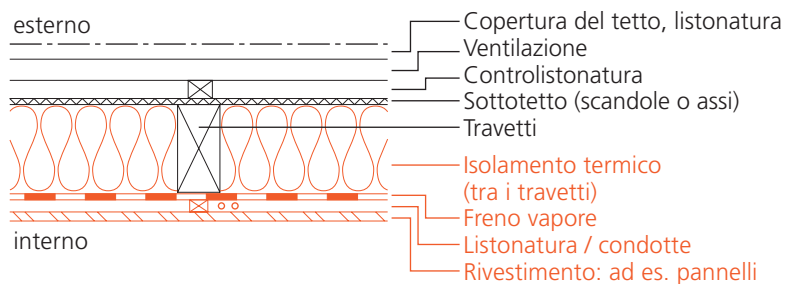
Il locale di una cantina viene ampliato e viene installato un riscaldamento a pavimento. A causa della scarsa altezza del locale, viene scelto un materiale termoisolante con conduttività termica più bassa possibile (pannello superisolante go PF 8 cm).



Numero dell'elemento costruttivo	Indicazioni sul materiale termoisolante esistente e nuovo				Coefficiente U in $W/(m^2 \cdot K)$	
	$d_{esistente}$ m	Materiale termoisolante nuovo: Materiale e prodotto	d_{nuovo} m	λ_{nuovo} $W/(m \cdot K)$	$U_{esistente}$	$U_{risanato}$

Esercizio 2

Il locale di un solaio viene ampliato. Il tetto viene ricoperto con un nuovo rivestimento e isolato. L'altezza dei puntoni è di 20 cm. Viene utilizzato dell'Isolfloc.



Numero dell'elemento costruttivo	Indicazioni sul materiale termoisolante esistente e nuovo				Coefficiente U in $W/(m^2 \cdot K)$	
	$d_{esistente}$ m	Materiale termoisolante nuovo: Materiale e prodotto	d_{nuovo} m	λ_{nuovo} $W/(m \cdot K)$	$U_{esistente}$	$U_{risanato}$

24 Soluzione degli esercizi di pagina 23

Soluzione dell'esercizio 1

Numero dell'elemento costruttivo	Indicazioni sul materiale termoisolante esistente e nuovo				Coefficiente U in $W/(m^2 \cdot K)$	
	$d_{\text{esistente}}$ m	Materiale termoisolante nuovo: Materiale e prodotto	d_{nuovo} m	λ_{nuovo} $W/(m \cdot K)$	$U_{\text{esistente}}$	U_{risanato}
Bs 15	—	<i>Pannello superisolante go PF</i>	0.08	0.022	4.5	0.25

- 1 Nel caso dell'elemento costruttivo esistente si tratta di un elemento omogeneo (Cap. 2.1). Il coefficiente U si trova quindi nel Capitolo 4.1.1.
- 2 Il risanamento previsto è anche omogeneo, per cui il coefficiente U dell'elemento costruttivo risanato può essere preso dalle tabelle nell'Allegato I. Vi sono solo i coefficienti U 0.23 e 0.28 $W/(m^2 \cdot K)$ relativi ai coefficienti λ 0.020 e 0.025 $W/(m \cdot K)$. Il coefficiente U può essere interpolato: $U = 0.25 W/(m^2 \cdot K)$.

Soluzione dell'esercizio 2

Numero dell'elemento costruttivo	Indicazioni sul materiale termoisolante esistente e nuovo				Coefficiente U in $W/(m^2 \cdot K)$	
	$d_{\text{esistente}}$ m	Materiale termoisolante nuovo: Materiale e prodotto	d_{nuovo} m	λ_{nuovo} $W/(m \cdot K)$	$U_{\text{esistente}}$	U_{risanato}
Dsi2	—	<i>Isofloc</i>	0.20	0.044	4.0	0.24

- 1 Nel caso dell'elemento costruttivo esistente si tratta di un elemento disomogeneo (Cap. 2.2). Il coefficiente U si trova quindi nel Capitolo 4.2.3.
- 2 Il risanamento previsto è anche disomogeneo, per cui il coefficiente U dell'elemento costruttivo risanato può essere preso dalle tabelle nell'Allegato II. $U = 0.24 W/(m^2 \cdot K)$.

4 Catalogo degli elementi costruttivi

Le indicazioni del coefficiente U di elementi costruttivi esistenti sono elencate per gli spessori di isolamenti termici più diffusi. Nel caso vi sia un differenza da questi spessori isolanti va eseguito un calcolo del coefficiente U per l'elemento costruttivo esistente secondo il Cap. 2. Se la struttura esatta non è conosciuta, va utilizzato lo spessore dell'isolamento termico minore. I coefficienti U degli elementi costruttivi risanati si trovano negli Allegati I e II. 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».

Rispetto alla prima versione del catalogo degli elementi costruttivi «Risanamenti», 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 ele-

menti 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 «Risanamenti».

4.1 Risanamento di elementi costruttivi

omogenei	26
4.1.1 Pavimenti	26
– verso esterno	26
– verso locali non riscaldati	26
– contro terreno	28
– con riscaldamento a pavimento	29
– Complementi rispetto all'edizione 1993	30
4.1.2 Pareti	31
– verso esterno, senza isolamento termico esistente	31
– verso esterno, con isolamento termico esistente	32
– verso esterno, con intercapedine	34
– verso esterno, con isolamento centrale esistente	35
– verso esterno, con isolamento interno esistente	37
– verso locali non riscaldati, senza isolamento termico esistente	39
– verso locali non riscaldati, con isolamento termico esistente	40

– contro terreno, senza isolamento termico esistente	42
– contro terreno, con isolamento termico esistente	43
– con muratura speciale	43
4.1.3 Tetti e solette	46
– Tetti verso esterno	46
– Solette verso locali non riscaldati	48
4.2 Risanamento di elementi costruttivi disomogenei	52
4.2.1 Pavimenti	52
– verso esterno	52
– verso locali non riscaldati	54
4.2.2 Pareti	57
– verso esterno	57
– verso locali non riscaldati	58
4.2.3 Tetti e solette	59
– Tetti verso esterno	59
– Solette verso locali non riscaldati	60

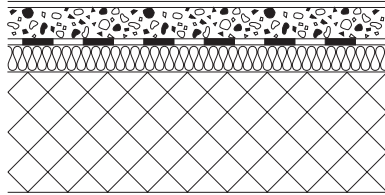
26 4.1 Risanamento di elementi costruttivi omogenei

4.1.1 Pavimenti

verso esterno

Elemento costruttivo esistente

interno

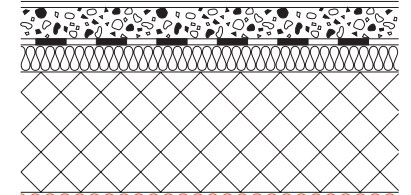


esterno

Bs 1

Elemento costruttivo risanato

interno



esterno

Risanamento esterno

Isolamento termico

Variante a: rivestimento della soletta

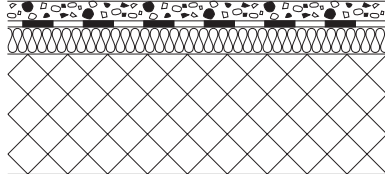
Variante b: intonaco esterno

Isolam. termico 0cm Coeff. U ca. $3.0W/(m^2 \cdot K)$
 Isolam. termico 2cm Coeff. U ca. $1.2W/(m^2 \cdot K)$
 Isolam. termico 4cm Coeff. U ca. $0.8W/(m^2 \cdot K)$

Questa variante di risanamento è disomogenea. I relativi coefficienti U si trovano nell'Allegato II. (Coeff. U di risanamenti omogenei: Allegato I)

Elemento costruttivo esistente

interno

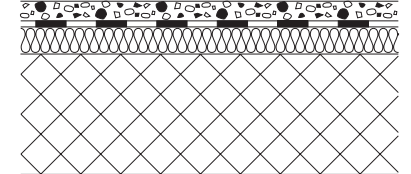


esterno

Bs 2

Elemento costruttivo risanato

interno



esterno

Risanamento esterno

Isolamento termico

Variante a: rivestimento della soletta

Variante b: intonaco esterno

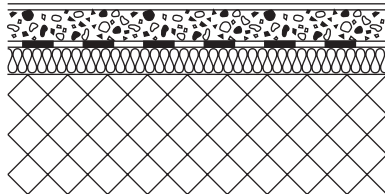
Isolam. termico 0cm Coeff. U ca. $3.0W/(m^2 \cdot K)$
 Isolam. termico 2cm Coeff. U ca. $1.2W/(m^2 \cdot K)$
 Isolam. termico 4cm Coeff. U ca. $0.8W/(m^2 \cdot K)$

Questa variante di risanamento è omogenea. I relativi coefficienti U si trovano nell'Allegato I. (Coeff. U di risanamenti disomogenei: Allegato II)

verso locali non riscaldati

Elemento costruttivo esistente

interno

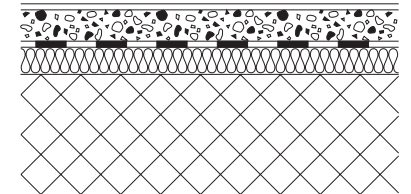


non riscaldato

Bs 3

Elemento costruttivo risanato

interno



non riscaldato

Risanamento esterno

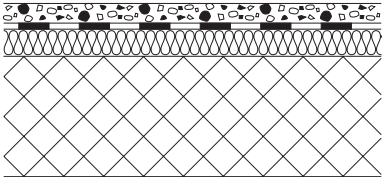
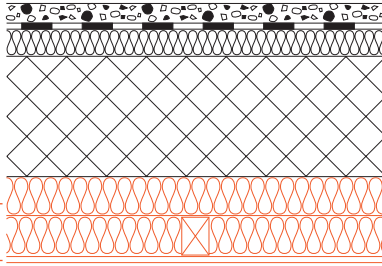
Isolamento termico

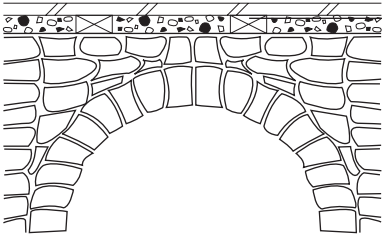
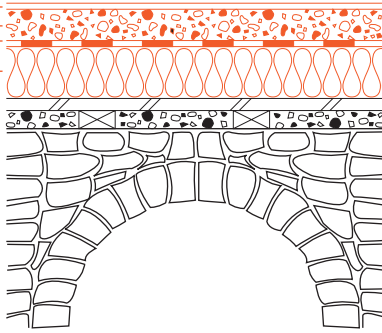
Variante a: con rivestimento della soletta

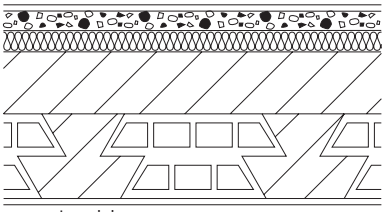
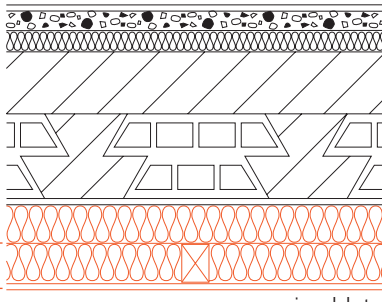
Variante b: senza rivestimento della soletta

Isolam. termico 0cm Coeff. U ca. $2.4W/(m^2 \cdot K)$
 Isolam. termico 2cm Coeff. U ca. $1.1W/(m^2 \cdot K)$
 Isolam. termico 4cm Coeff. U ca. $0.7W/(m^2 \cdot K)$

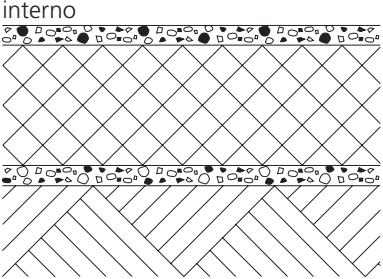
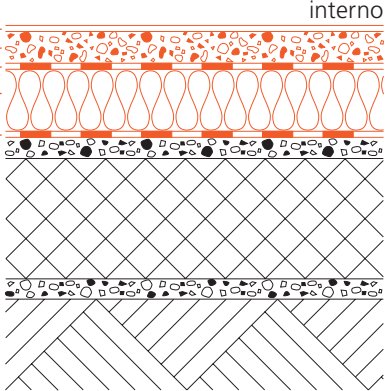
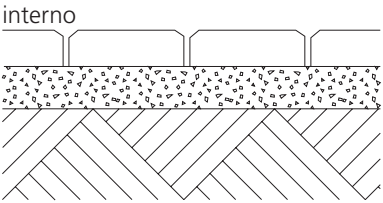
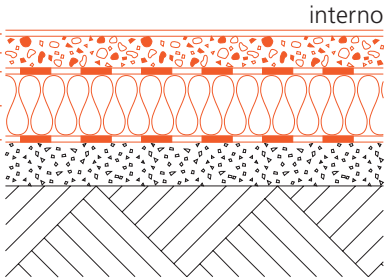
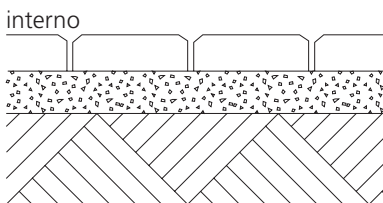
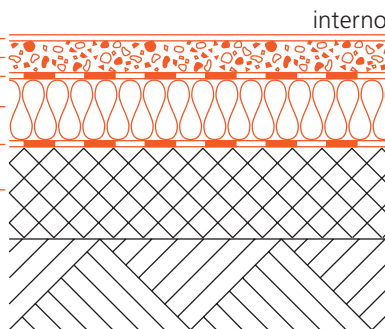
Questa variante di risanamento è omogenea. I relativi coefficienti U si trovano nell'Allegato I. (Coeff. U di risanamenti disomogenei: Allegato II)

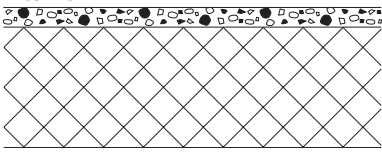
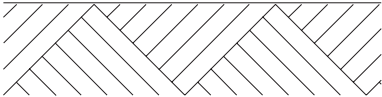
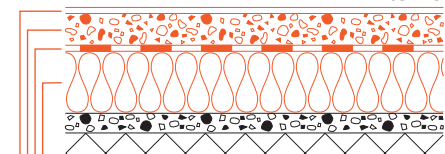

Elemento costruttivo esistente	Bs 4	Elemento costruttivo risanato
<p>interno</p>  <p>Asfalto colato Strato divisorio / Freno vapore Isolamento termico Calcestruzzo</p> <p>non riscaldato</p>	<p>Risanamento esterno Isolamento termico Variante a: con rivestimento della soletta Variante b: senza rivestimento della soletta</p>	<p>interno</p>  <p>non riscaldato</p>
<p>Isolam. termico 0cm Coeff. U ca. $2.4 \text{ W}/(\text{m}^2 \cdot \text{K})$ Isolam. termico 2cm Coeff. U ca. $1.1 \text{ W}/(\text{m}^2 \cdot \text{K})$ Isolam. termico 4cm Coeff. U ca. $0.7 \text{ W}/(\text{m}^2 \cdot \text{K})$</p>		<p>Questa variante di risanamento è disomogenea. I relativi coefficienti U si trovano nell'Allegato II. (Coeff. U di risanamenti omogenei: Allegato I)</p>

Elemento costruttivo esistente	Bs 5	Elemento costruttivo risanato
<p>interno</p>  <p>Assito piattato Travetto Riempimento (scorie/detriti) Volta murata/ Volta in pietra naturale</p> <p>non riscaldato</p>	<p>Risanamento interno Pavimento Rivestimento in cemento («betoncino») Freno vapore Isolamento termico</p>	<p>interno</p>  <p>non riscaldato</p>
<p>Isolam. termico 0cm Coeff. U ca. $3.0 \text{ W}/(\text{m}^2 \cdot \text{K})$</p>		<p>Questa variante di risanamento è omogenea. I relativi coefficienti U si trovano nell'Allegato I.</p>

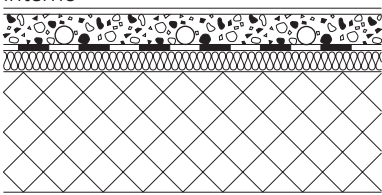
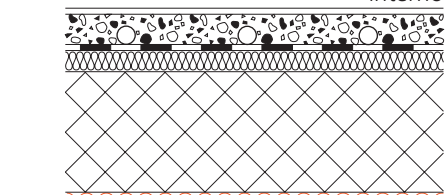
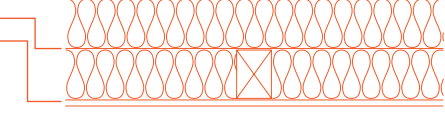
Elemento costruttivo esistente	Bs 6	Elemento costruttivo risanato
<p>interno</p>  <p>Pavimento Rivestimento in cemento («betoncino») Isolamento termico Solaio a travetti con elementi in cotto Intonaco</p> <p>non riscaldato</p>	<p>Risanamento esterno Isolamento termico Variante a: con rivestimento della soletta Variante b: senza rivestimento della soletta</p>	<p>interno</p>  <p>non riscaldato</p>
<p>Isolam. termico 0cm Coeff. U ca. $1.6 \text{ W}/(\text{m}^2 \cdot \text{K})$ Isolam. termico 2cm Coeff. U ca. $1.1 \text{ W}/(\text{m}^2 \cdot \text{K})$ Isolam. termico 4cm Coeff. U ca. $0.9 \text{ W}/(\text{m}^2 \cdot \text{K})$</p>		<p>Questa variante di risanamento è disomogenea. I relativi coefficienti U si trovano nell'Allegato II. (Coeff. U di risanamenti omogenei: Allegato I)</p>

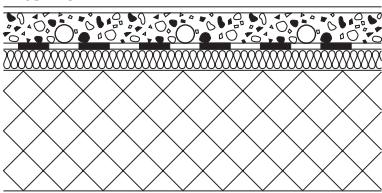
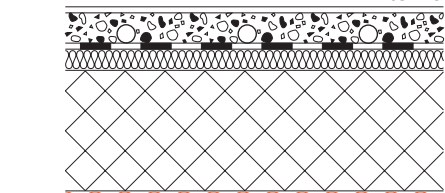
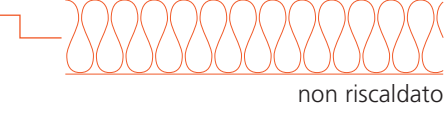
contro terreno

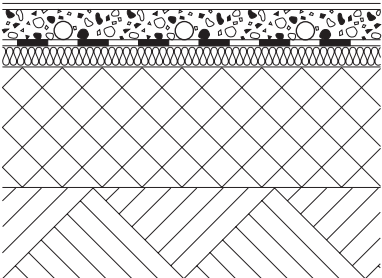
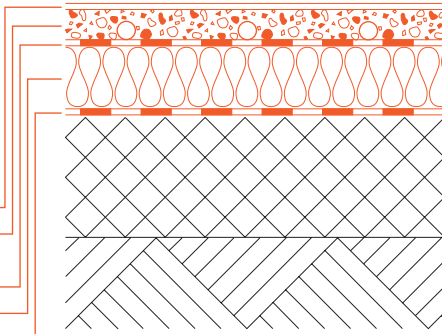
<p>Elemento costruttivo esistente</p>  <p>interno</p> <ul style="list-style-type: none"> Rivestimento in cemento («betoncino») Calcestruzzo Strato in ghiaia / calcestruzzo magro Terreno <p>Isolam. termico 0cm Coeff. U ca. $3.0W/(m^2 \cdot K)$</p>	<p style="text-align: center;">Bs 7</p> <p style="text-align: center;">Risanamento interno</p> <ul style="list-style-type: none"> Pavimentazione Rivestimento in cemento («betoncino») Freno vapore / Strato divisorio Isolamento termico Barriera contro l'umidità <p>Isolamento termico resistente alla compressione nel caso di grossi spessori isolanti.</p>	<p>Elemento costruttivo risanato</p>  <p>interno</p> <p>Questa variante di risanamento è omogenea. I relativi coefficienti U si trovano nell'Allegato I.</p>
<p>Elemento costruttivo esistente</p>  <p>interno</p> <ul style="list-style-type: none"> Piastrelle in terraglia Sabbia Terreno <p>Isolam. termico 0cm Coeff. U ca. $4.3W/(m^2 \cdot K)$</p>	<p style="text-align: center;">Bs 8</p> <p style="text-align: center;">Risanamento interno</p> <ul style="list-style-type: none"> Pavimentazione Rivestimento in cemento («betoncino») Freno vapore / Strato divisorio Isolamento termico Barriera contro l'umidità 	<p>Elemento costruttivo risanato</p>  <p>interno</p> <p>Questa variante di risanamento è omogenea. I relativi coefficienti U si trovano nell'Allegato I.</p>
<p>Elemento costruttivo esistente</p>  <p>interno</p> <ul style="list-style-type: none"> Piastrelle in terraglia Sabbia Terreno <p>Isolam. termico 0cm Coeff. U ca. $4.3W/(m^2 \cdot K)$</p>	<p style="text-align: center;">Bs 9</p> <p style="text-align: center;">Risanamento interno</p> <ul style="list-style-type: none"> Pavimentazione Rivestimento in cemento («betoncino») Freno vapore / Strato divisorio Isolamento termico Barriera contro l'umidità Calcestruzzo 	<p>Elemento costruttivo risanato</p>  <p>interno</p> <p>Questa variante di risanamento è omogenea. I relativi coefficienti U si trovano nell'Allegato I.</p>

Elemento costruttivo esistente	Bs 10	Elemento costruttivo risanato
<p>interno</p>  <p>Rivestimento in cemento («betoncino») — Soletta in calcestruzzo — Cavità ventilata — Terreno</p>  <p>Isolam. termico 0 cm Coeff. U ca. $2.6 \text{ W}/(\text{m}^2 \cdot \text{K})$</p>	<p>Risanamento interno</p> <p>Pavimento Rivestimento in cemento («betoncino») — Freno vapore / Strato divisorio — Isolamento termico</p>	<p>interno</p>   <p>Questa variante di risanamento è omogenea. I relativi coefficienti U si trovano nell'Allegato I.</p>

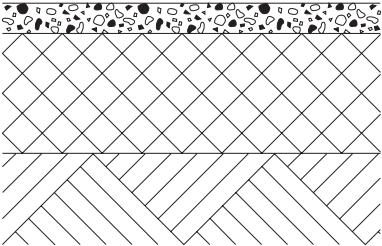
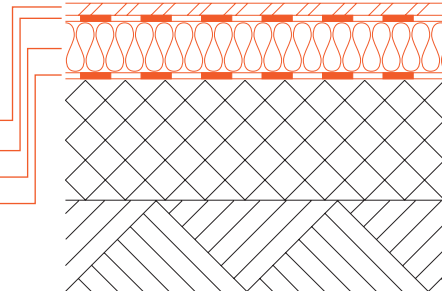
con riscaldamento a pavimento

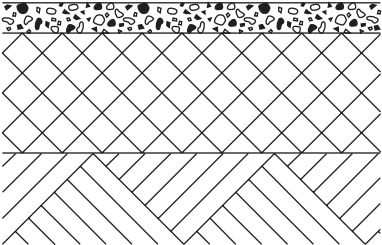
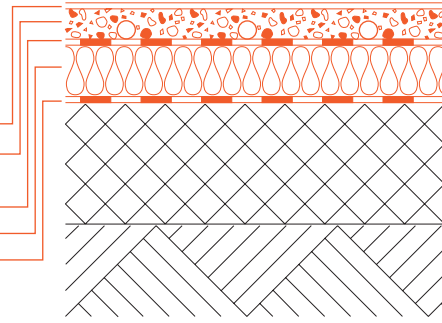
Elemento costruttivo esistente	Bs 11	Elemento costruttivo risanato
<p>interno</p>  <p>Pavimento — Rivestimento in cemento («betoncino») con riscaldamento a pavimento — Freno vapore / Strato divisorio — Isolamento termico — Calcestruzzo</p> <p>esterno</p> <p>Isolam. termico 2 cm Coeff. U ca. $1.5 \text{ W}/(\text{m}^2 \cdot \text{K})$ Isolam. termico 3 cm Coeff. U ca. $1.2 \text{ W}/(\text{m}^2 \cdot \text{K})$ Isolam. termico 4 cm Coeff. U ca. $0.9 \text{ W}/(\text{m}^2 \cdot \text{K})$</p>	<p>Risanamento esterno</p> <p>Isolamento termico Rivestimento della soletta</p>	<p>interno</p>   <p>esterno</p> <p>Questa variante di risanamento è disomogenea. I relativi coefficienti U si trovano nell'Allegato II. (Coeff. U di risanamenti omogenei: Allegato I)</p>

Elemento costruttivo esistente	Bs 12	Elemento costruttivo risanato
<p>interno</p>  <p>Pavimento — Rivestimento in cemento («betoncino») con riscaldamento a pavimento — Freno vapore / Strato divisorio — Isolamento termico — Calcestruzzo</p> <p>non riscaldato</p> <p>Isolam. termico 2 cm Coeff. U ca. $1.4 \text{ W}/(\text{m}^2 \cdot \text{K})$ Isolam. termico 3 cm Coeff. U ca. $1.1 \text{ W}/(\text{m}^2 \cdot \text{K})$ Isolam. termico 4 cm Coeff. U ca. $0.8 \text{ W}/(\text{m}^2 \cdot \text{K})$</p>	<p>Risanamento esterno</p> <p>Isolamento termico Senza rivestimento (possibile anche con pannelli composti)</p>	<p>interno</p>   <p>non riscaldato</p> <p>Questa variante di risanamento è omogenea. I relativi coefficienti U si trovano nell'Allegato I. (Coeff. U di risanamenti disomogenei: Allegato II)</p>

Elemento costruttivo esistente	Bs 13	Elemento costruttivo risanato
<p>interno</p>  <p>Pavimento Rivestimento in cemento («betoncino») con riscaldamento a pavimento Freno vapore / Strato divisorio Isolam. termico, barriera contro l'umidità Calcestruzzo Terreno</p>	<p>Risanamento interno</p> <p>Pavimento Rivestimento in cemento («betoncino») con riscaldamento a pavimento Freno vapore nuovo / Strato divisorio Isolamento termico nuovo Barriera contro l'umidità nuova</p>	<p>interno</p> 
<p>Isolam. termico 0cm Coeff. U ca. $4.5W/(m^2 \cdot K)$ Isolam. termico 2cm Coeff. U ca. $1.6W/(m^2 \cdot K)$ Isolam. termico 4cm Coeff. U ca. $0.9W/(m^2 \cdot K)$</p>	<p>L'isolamento termico esistente viene rimosso. Si parte da un coefficiente U di $4.5 W/(m^2 \cdot K)$.</p>	<p>Questa variante di risanamento è omogenea. I relativi coefficienti U si trovano nell'Allegato I.</p>

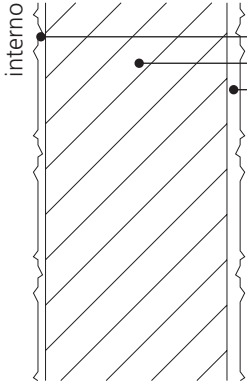
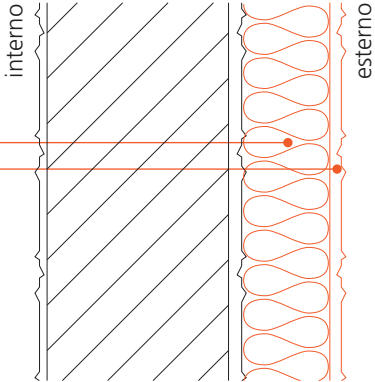
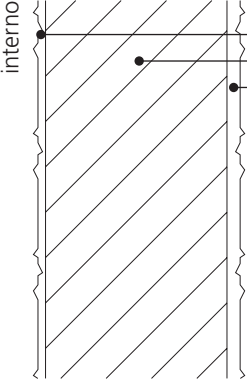
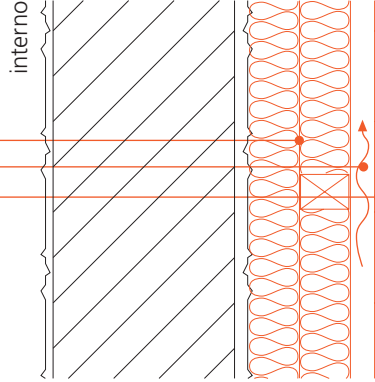
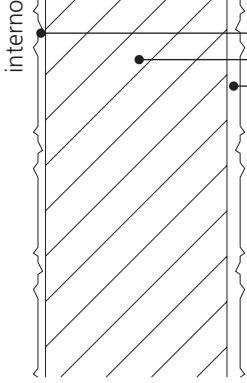
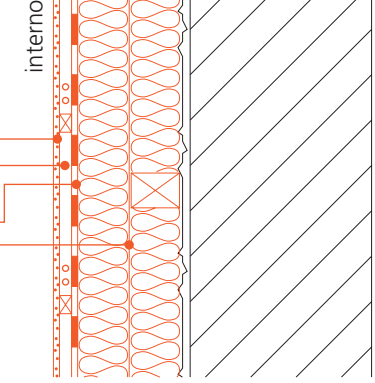
Complementi rispetto all'edizione 1993

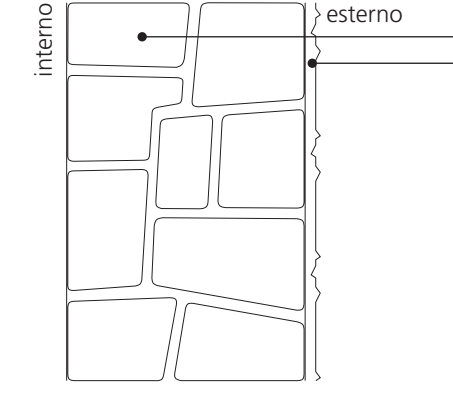
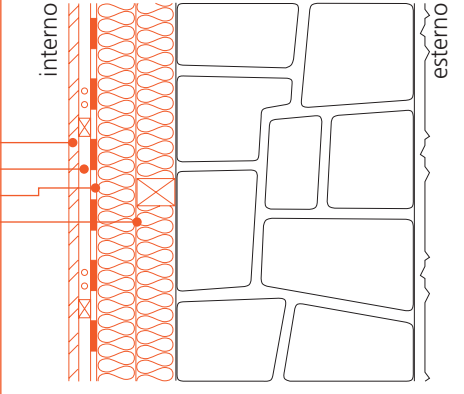
Elemento costruttivo esistente	Bs 14	Elemento costruttivo risanato
<p>interno</p>  <p>Rivestimento in cemento («betoncino») Calcestruzzo Terreno</p>	<p>Risanamento interno</p> <p>Pavimento truciolare Freno vapore / Strato divisorio Isolamento termico Barriera contro l'umidità</p>	<p>interno</p> 
<p>Isolam. termico 0cm Coeff. U ca. $4.5W/(m^2 \cdot K)$</p>	<p>Il rivestimento in cemento («betoncino»), se esistente, viene rimosso. In questo modo si può guadagnare in altezza del locale.</p>	<p>Questa variante di risanamento è omogenea. I relativi coefficienti U si trovano nell'Allegato I.</p>

Elemento costruttivo esistente	Bs 15	Elemento costruttivo risanato
<p>interno</p>  <p>Rivestimento in cemento («betoncino») Calcestruzzo Terreno</p>	<p>Risanamento interno</p> <p>Pavimento Rivestimento in cemento («betoncino») con riscaldamento a pavimento Freno vapore / Strato divisorio Isolamento termico Barriera contro l'umidità</p>	<p>interno</p> 
<p>Isolam. termico 0cm Coeff. U ca. $4.5W/(m^2 \cdot K)$</p>	<p>Il rivestimento in cemento («betoncino»), se esistente, viene rimosso. In questo modo si può guadagnare in altezza del locale.</p>	<p>Questa variante di risanamento è omogenea. I relativi coefficienti U si trovano nell'Allegato I.</p>

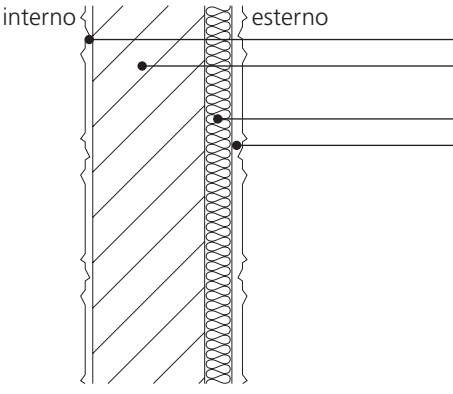
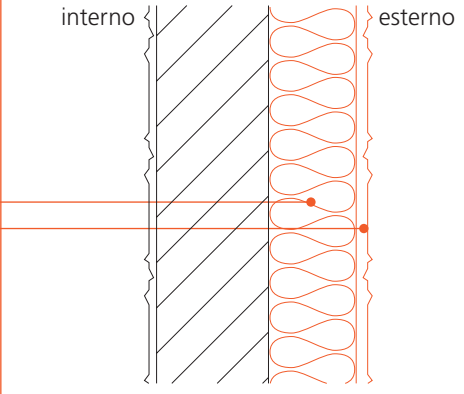
4.1.2 Pareti

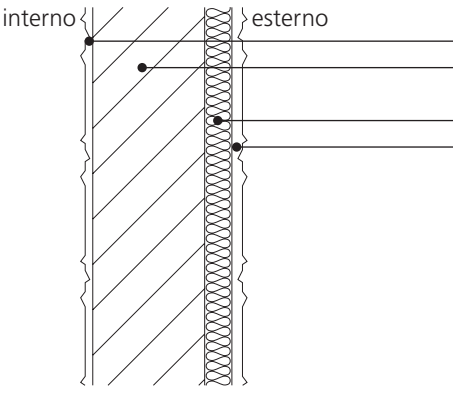
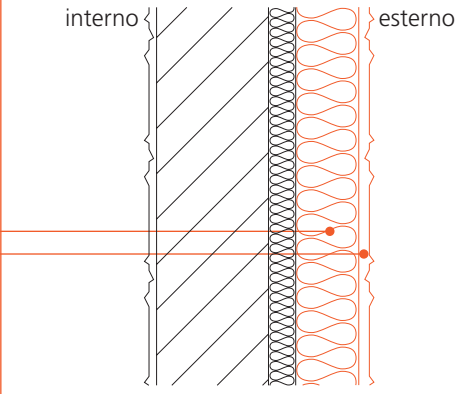
verso esterno, senza isolamento termico esistente

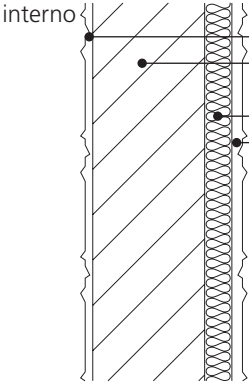
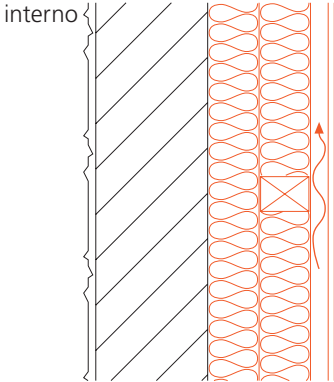
Elemento costruttivo esistente	Ws 1	Elemento costruttivo risanato
 <p>interno</p> <p>esterno</p> <p>Intonaco interno Muro spesso ca. 30 cm Intonaco esterno</p>	<p>Facciata compatta Isolamento termico Intonaco esterno nuovo</p>	 <p>interno</p> <p>esterno</p>
<p>Isolam. termico 0cm Coeff. U ca. $1.1 \text{ W}/(\text{m}^2 \cdot \text{K})$</p>		<p>Questa variante di risanamento è omogenea. I relativi coefficienti U si trovano nell'Allegato I.</p>
Elemento costruttivo esistente	Ws 2	Elemento costruttivo risanato
 <p>interno</p> <p>esterno</p> <p>Intonaco interno Muro spesso ca. 30 cm Intonaco esterno</p>	<p>Facciata ventilata Isolamento termico Ventilazione Rivestimento della facciata</p>	 <p>interno</p> <p>esterno</p>
<p>Isolam. termico 0cm Coeff. U ca. $1.1 \text{ W}/(\text{m}^2 \cdot \text{K})$</p>	<p>Risanamento omogeneo (con elementi di fissaggio metallici). Coeff. U nell'Allegato I. Maggiorazione del coeff. U nel catalogo dei ponti termici.</p>	<p>Questa variante di risanamento è disomogenea (con listonatura incrociata). I relativi coefficienti U si trovano nell'Allegato II.</p>
Elemento costruttivo esistente	Ws 3	Elemento costruttivo risanato
 <p>interno</p> <p>esterno</p> <p>Intonaco interno Muro spesso ca. 30 cm Intonaco esterno</p>	<p>Risanamento interno Rivestimento: per es. pannello in cartongesso Listonatura / condotte Freno vapore Isolamento termico</p>	 <p>interno</p> <p>esterno</p>
<p>Isolam. termico 0cm Coeff. U ca. $1.1 \text{ W}/(\text{m}^2 \cdot \text{K})$</p>		<p>Questa variante di risanamento è disomogenea. I relativi coefficienti U si trovano nell'Allegato II. (Coeff. U di risanamenti omogenei: Allegato I)</p>

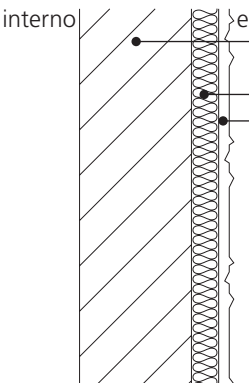
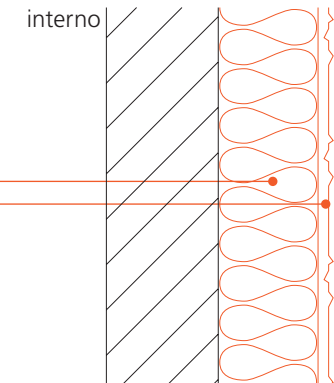
Elemento costruttivo esistente	Ws4	Elemento costruttivo risanato
 <p>interno</p> <p>esterno</p> <p>Muratura in pietra naturale Intonaco esterno</p>	<p>Risanamento interno Rivestimento: ad es. pannelli Listonatura / condotte Freno vapore Isolamento termico</p>	 <p>interno</p> <p>esterno</p>
<p>Isolam. termico 0cm Coeff. U ca. $0.9 \text{ W}/(\text{m}^2 \cdot \text{K})$</p>		<p>Questa variante di risanamento è disomogenea. I relativi coefficienti U si trovano nell'Allegato II. (Coeff. U di risanamenti omogenei: Allegato I)</p>

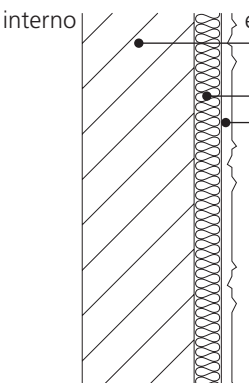
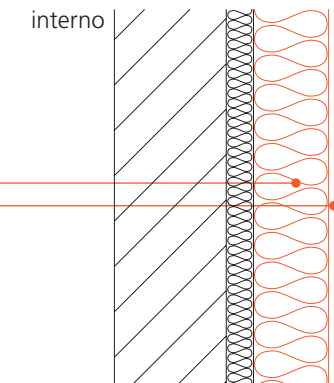
verso esterno, con isolamento termico esistente

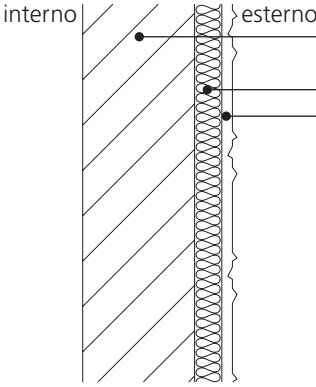
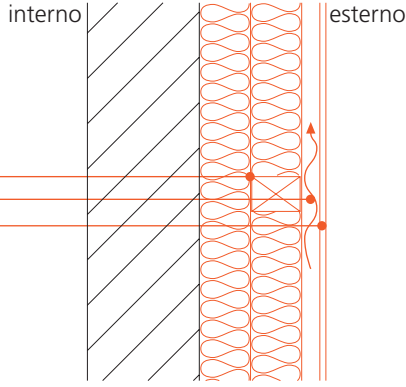
Elemento costruttivo esistente	Ws5	Elemento costruttivo risanato
 <p>interno</p> <p>esterno</p> <p>Intonaco interno Muro (mattono o mattono a facciavista) Isolamento termico Intonaco esterno</p>	<p>Facciata compatta Isolamento termico nuovo Intonaco esterno</p>	 <p>interno</p> <p>esterno</p>
<p>Isolam. termico 0cm Coeff. U ca. $2.0 \text{ W}/(\text{m}^2 \cdot \text{K})$ Isolam. termico 4cm Coeff. U ca. $0.7 \text{ W}/(\text{m}^2 \cdot \text{K})$ Isolam. termico 6cm Coeff. U ca. $0.5 \text{ W}/(\text{m}^2 \cdot \text{K})$</p>	<p>L'isolamento termico esistente viene rimosso. Si parte da un coefficiente U di $2.0 \text{ W}/(\text{m}^2 \cdot \text{K})$.</p>	<p>Questa variante di risanamento è omogenea. I relativi coefficienti U si trovano nell'Allegato I.</p>

Elemento costruttivo esistente	Ws6	Elemento costruttivo risanato
 <p>interno</p> <p>esterno</p> <p>Intonaco interno Muro (mattono o mattono a facciavista) Isolamento termico Intonaco esterno</p>	<p>Facciata compatta (cappotto) Isolamento termico nuovo Intonaco esterno</p>	 <p>interno</p> <p>esterno</p>
<p>Isolam. termico 4cm Coeff. U ca. $0.7 \text{ W}/(\text{m}^2 \cdot \text{K})$ Isolam. termico 6cm Coeff. U ca. $0.5 \text{ W}/(\text{m}^2 \cdot \text{K})$</p>		<p>Questa variante di risanamento è omogenea. I relativi coefficienti U si trovano nell'Allegato I.</p>

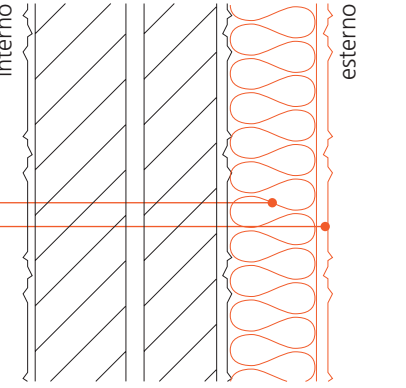
Elemento costruttivo esistente		Ws7	Elemento costruttivo risanato		
interno	esterno	 <p>Intonaco interno Muro (mattoni o mattoni a facciavista) Isolamento termico Intonaco esterno</p> <p style="text-align: center;">Facciata compatta Isolamento termico nuovo Ventilazione Rivestimento della facciata</p>	interno	esterno	
Isolam. termico 0 cm	Coeff. U ca. $2.0 \text{ W}/(\text{m}^2 \cdot \text{K})$	L'isolamento termico esistente viene rimosso. Si parte da un coefficiente U di $2.0 \text{ W}/(\text{m}^2 \cdot \text{K})$.	Risanamento omogeneo (con elementi di fissaggio metallici). Coeff. U nell'Allegato I. Maggiorazione del coeff. U nel catalogo dei ponti termici.	Questa variante di risanamento è disomogenea (con listonatura incrociata). I relativi coefficienti U si trovano nell'Allegato II.	
Isolam. termico 4 cm	Coeff. U ca. $0.7 \text{ W}/(\text{m}^2 \cdot \text{K})$				
Isolam. termico 6 cm	Coeff. U ca. $0.5 \text{ W}/(\text{m}^2 \cdot \text{K})$				

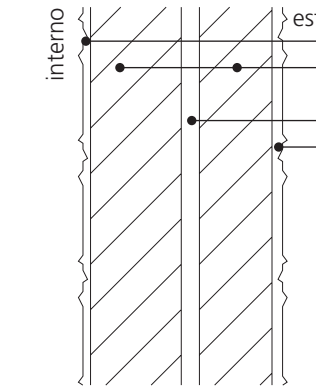
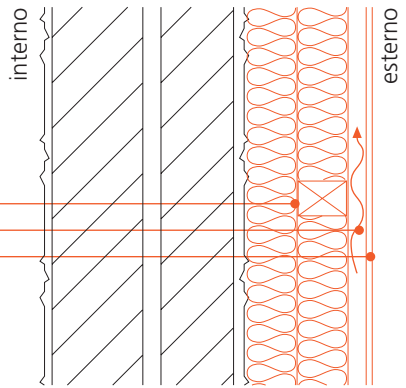
Elemento costruttivo esistente		Ws8	Elemento costruttivo risanato		
interno	esterno	 <p>Murata in silicocalcare (o calcestruzzo a vista) Isolamento termico Intonaco esterno</p> <p style="text-align: center;">Facciata compatta Isolamento termico nuovo Intonaco esterno</p>	interno	esterno	
Isolam. termico 0 cm	Coeff. U ca. $3.0 \text{ W}/(\text{m}^2 \cdot \text{K})$	L'isolamento termico esistente viene rimosso. Si parte da un coefficiente U di $3.0 \text{ W}/(\text{m}^2 \cdot \text{K})$.	Questa variante di risanamento è omogenea. I relativi coefficienti U si trovano nell'Allegato I.		
Isolam. termico 4 cm	Coeff. U ca. $0.8 \text{ W}/(\text{m}^2 \cdot \text{K})$				
Isolam. termico 6 cm	Coeff. U ca. $0.6 \text{ W}/(\text{m}^2 \cdot \text{K})$				

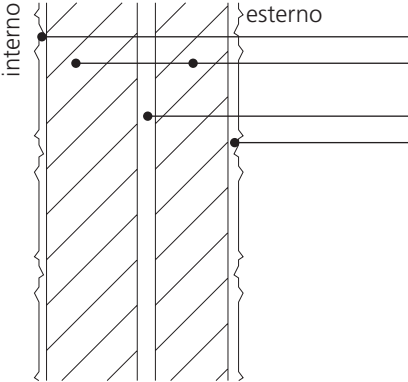
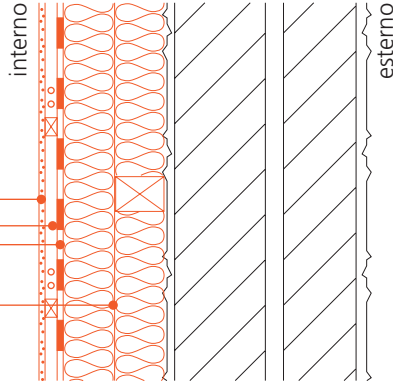
Elemento costruttivo esistente		Ws9	Elemento costruttivo risanato		
interno	esterno	 <p>Murata in silicocalcare (o calcestruzzo a vista) Isolamento termico Intonaco esterno</p> <p style="text-align: center;">Facciata compatta Isolamento termico nuovo Intonaco esterno</p>	interno	esterno	
Isolam. termico 4 cm	Coeff. U ca. $0.8 \text{ W}/(\text{m}^2 \cdot \text{K})$	L'isolamento termico esistente viene rimosso. Si parte da un coefficiente U di $3.0 \text{ W}/(\text{m}^2 \cdot \text{K})$.	Questa variante di risanamento è omogenea. I relativi coefficienti U si trovano nell'Allegato I.		
Isolam. termico 6 cm	Coeff. U ca. $0.6 \text{ W}/(\text{m}^2 \cdot \text{K})$				

Elemento costruttivo esistente		Ws 10	Elemento costruttivo risanato	
 <p>interno</p> <p>esterno</p>	<p>Murata in silicocalcare (o calcestruzzo a vista)</p> <p>Isolamento termico</p> <p>Intonaco esterno</p> <p style="text-align: center;">Facciata ventilata</p> <p>Isolamento termico nuovo</p> <p>Ventilazione</p> <p>Rivestimento della facciata</p>	 <p>interno</p> <p>esterno</p>	<p>L'isolamento termico esistente viene rimosso. Si parte da un coefficiente U di $3.0 \text{ W}/(\text{m}^2 \cdot \text{K})$.</p> <p>Risanamento omogeneo (con elementi di fissaggio metallici). Coeff. U nell'Allegato I. Maggiorazione del coeff. U nel catalogo dei ponti termici.</p>	<p>Questa variante di risanamento è disomogenea (con listonatura incrociata). I relativi coefficienti U si trovano nell'Allegato II.</p>
<p>Isolam. termico 0cm Coeff. U ca. $3.0 \text{ W}/(\text{m}^2 \cdot \text{K})$</p> <p>Isolam. termico 4cm Coeff. U ca. $0.8 \text{ W}/(\text{m}^2 \cdot \text{K})$</p> <p>Isolam. termico 6cm Coeff. U ca. $0.6 \text{ W}/(\text{m}^2 \cdot \text{K})$</p>				

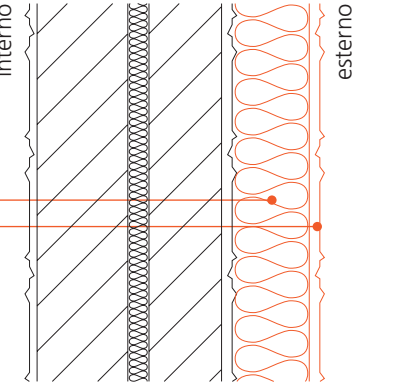
verso esterno, con intercapedine

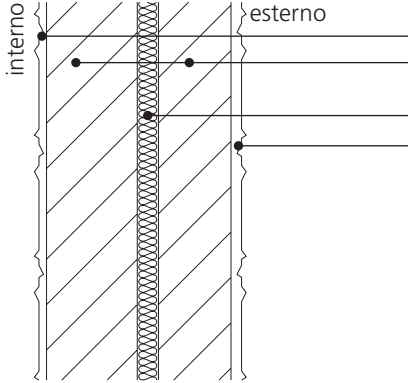
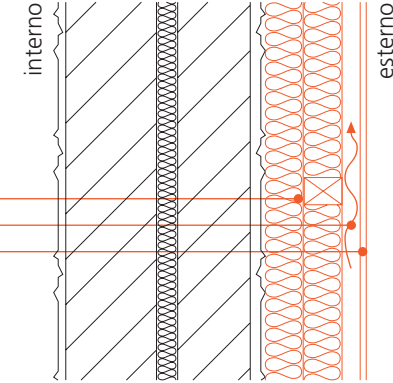
Elemento costruttivo esistente		Ws 11	Elemento costruttivo risanato	
 <p>interno</p> <p>esterno</p>	<p>Intonaco interno</p> <p>Muro (Mattono o mattone a facciavista)</p> <p>Intraferro (4–6 cm)</p> <p>Intonaco esterno</p> <p style="text-align: center;">Facciata compatta</p> <p>Isolamento termico nuovo</p> <p>Intonaco esterno</p>	 <p>interno</p> <p>esterno</p>	<p>Questa variante di risanamento è omogenea. I relativi coefficienti U si trovano nell'Allegato I.</p>	
<p>Isolam. termico 0cm Coeff. U ca. $1.2 \text{ W}/(\text{m}^2 \cdot \text{K})$</p>				

Elemento costruttivo esistente		Ws 12	Elemento costruttivo risanato	
 <p>interno</p> <p>esterno</p>	<p>Intonaco interno</p> <p>Muro (Mattono o mattone a facciavista)</p> <p>Intraferro (4–6 cm)</p> <p>Intonaco esterno</p> <p style="text-align: center;">Facciata ventilata</p> <p>Isolamento termico</p> <p>Ventilazione</p> <p>Rivestimento della facciata</p>	 <p>interno</p> <p>esterno</p>	<p>Questa variante di risanamento è disomogenea (con listonatura incrociata). I relativi coefficienti U si trovano nell'Allegato II.</p>	
<p>Isolam. termico 0cm Coeff. U ca. $1.2 \text{ W}/(\text{m}^2 \cdot \text{K})$</p>				

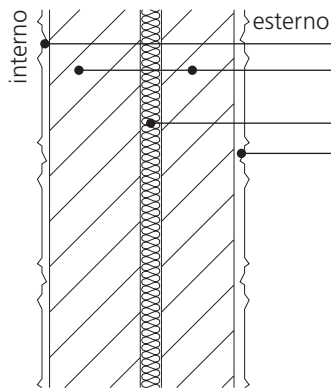
Elemento costruttivo esistente	Ws 13	Elemento costruttivo risanato
	<p>Risanamento interno Rivestimento: per es. pannello in cartongesso Listonatura / condotte Freno vapore Isolamento termico</p>	
Isolam. termico 0cm Coeff. U ca. $1.2W/(m^2 \cdot K)$		Questa variante di risanamento è disomogenea. I relativi coefficienti U si trovano nell'Allegato II. (Coeff. U di risanamenti omogenei: Allegato I)

verso esterno, con isolamento centrale esistente

Elemento costruttivo esistente	Ws 14	Elemento costruttivo risanato
	<p>Facciata compatta Isolamento termico nuovo Intonaco esterno</p>	
Isolam. termico 3cm Coeff. U ca. $0.7W/(m^2 \cdot K)$ Isolam. termico 5cm Coeff. U ca. $0.5W/(m^2 \cdot K)$ Isolam. termico 8cm Coeff. U ca. $0.4W/(m^2 \cdot K)$		Questa variante di risanamento è omogenea. I relativi coefficienti U si trovano nell'Allegato I.

Elemento costruttivo esistente	Ws 15	Elemento costruttivo risanato
	<p>Facciata ventilata Isolamento termico Ventilazione Rivestimento della facciata</p>	
Isolam. termico 3cm Coeff. U ca. $0.7W/(m^2 \cdot K)$ Isolam. termico 5cm Coeff. U ca. $0.5W/(m^2 \cdot K)$ Isolam. termico 8cm Coeff. U ca. $0.4W/(m^2 \cdot K)$	Risanamento omogeneo (con elementi di fissaggio metallici). Coeff. U nell'Allegato I. Maggiorazione del coeff. U nel catalogo dei ponti termici.	Questa variante di risanamento è disomogenea (con listonatura incrociata). I relativi coefficienti U si trovano nell'Allegato II.

Elemento costruttivo esistente



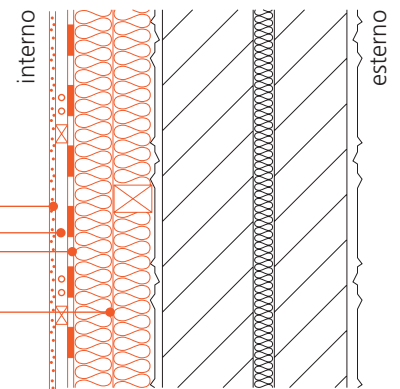
Ws 16

Intonaco interno
Muro
(Mattoni o mattoni a facciavista)
Isolamento termico
Intonaco esterno

Risanamento interno
Rivestimento:
per es. pannello in cartongesso
Listonatura / condotte
Freno vapore
Isolamento termico

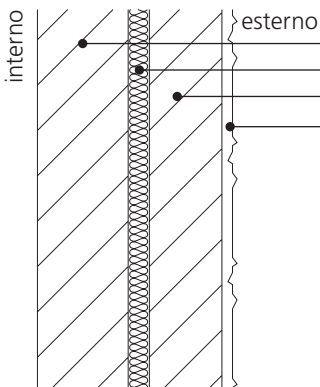
Isolam. termico 3 cm Coeff. U ca. $0.7 \text{ W}/(\text{m}^2 \cdot \text{K})$
Isolam. termico 5 cm Coeff. U ca. $0.5 \text{ W}/(\text{m}^2 \cdot \text{K})$
Isolam. termico 8 cm Coeff. U ca. $0.4 \text{ W}/(\text{m}^2 \cdot \text{K})$

Elemento costruttivo risanato



Questa variante di risanamento è disomogenea. I relativi coefficienti U si trovano nell'Allegato II. (Coeff. U di risanamenti omogenei: Allegato I)

Elemento costruttivo esistente



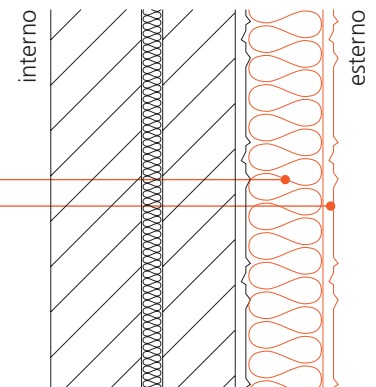
Ws 17

Murata in silicocalcare
Isolamento termico
Mattoni
Intonaco esterno

Facciata compatta
Isolamento termico
Intonaco esterno

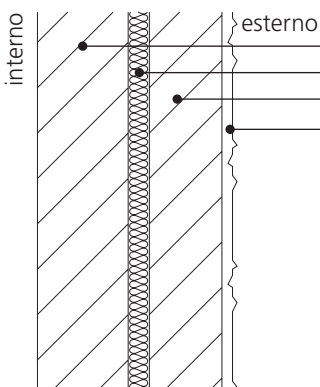
Isolam. termico 3 cm Coeff. U ca. $0.8 \text{ W}/(\text{m}^2 \cdot \text{K})$
Isolam. termico 5 cm Coeff. U ca. $0.6 \text{ W}/(\text{m}^2 \cdot \text{K})$
Isolam. termico 8 cm Coeff. U ca. $0.4 \text{ W}/(\text{m}^2 \cdot \text{K})$

Elemento costruttivo risanato



Questa variante di risanamento è omogenea. I relativi coefficienti U si trovano nell'Allegato I.

Elemento costruttivo esistente



Ws 18

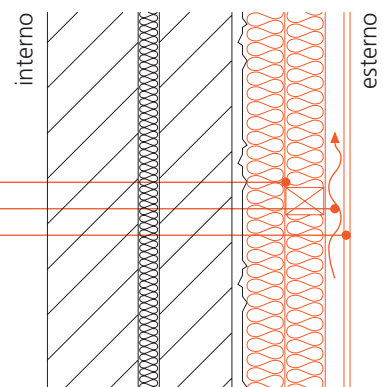
Murata in silicocalcare
Isolamento termico
Mattoni
Intonaco esterno

Facciata ventilata
Isolamento termico
Ventilazione
Rivestimento della facciata

Isolam. termico 3 cm Coeff. U ca. $0.8 \text{ W}/(\text{m}^2 \cdot \text{K})$
Isolam. termico 5 cm Coeff. U ca. $0.6 \text{ W}/(\text{m}^2 \cdot \text{K})$
Isolam. termico 8 cm Coeff. U ca. $0.4 \text{ W}/(\text{m}^2 \cdot \text{K})$

Risanamento omogeneo (con elementi di fissaggio metallici). Coeff. U nell'Allegato I. Maggiorazione del coeff. U nel catalogo dei ponti termici.

Elemento costruttivo risanato



Questa variante di risanamento è disomogenea (con listonatura incrociata). I relativi coefficienti U si trovano nell'Allegato II.

Elemento costruttivo esistente		Ws 19	Elemento costruttivo risanato
interno	esterno	Murata in silicocalcare Isolamento termico Mattone Intonaco esterno	interno
		Risanamento interno Rivestimento: ad es. pannelli Listonatura / condotte Freno vapore Isolamento termico	esterno
Isolam. termico 3 cm Coeff. U ca. $0.8 \text{ W}/(\text{m}^2 \cdot \text{K})$ Isolam. termico 5 cm Coeff. U ca. $0.6 \text{ W}/(\text{m}^2 \cdot \text{K})$ Isolam. termico 8 cm Coeff. U ca. $0.4 \text{ W}/(\text{m}^2 \cdot \text{K})$			Questa variante di risanamento è disomogenea. I relativi coefficienti U si trovano nell'Allegato II. (Coeff. U di risanamenti omogenei: Allegato I)

verso esterno, con isolamento interno esistente

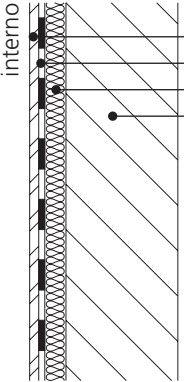
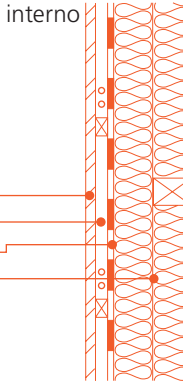
Elemento costruttivo esistente		Ws 20	Elemento costruttivo risanato
interno	esterno	Rivestimento: ad es. pannello in gesso Freno vapore Isolamento termico Muro (Mattone o mattone a facciavista) ev. Intonaco esterno	interno
		Facciata compatta Isolamento termico Intonaco esterno	esterno
Isolam. termico 3 cm Coeff. U ca. $0.7 \text{ W}/(\text{m}^2 \cdot \text{K})$ Isolam. termico 4 cm Coeff. U ca. $0.6 \text{ W}/(\text{m}^2 \cdot \text{K})$ Isolam. termico 5 cm Coeff. U ca. $0.5 \text{ W}/(\text{m}^2 \cdot \text{K})$			Questa variante di risanamento è omogenea. I relativi coefficienti U si trovano nell'Allegato I.

Elemento costruttivo esistente		Ws 21	Elemento costruttivo risanato
interno	esterno	Rivestimento: ad es. pannello in gesso Freno vapore Isolamento termico Muro (Mattone o mattone a facciavista) ev. intonaco esterno	interno
		Facciata ventilata Isolamento termico Ventilazione Rivestimento della facciata	esterno
Isolam. termico 3 cm Coeff. U ca. $0.7 \text{ W}/(\text{m}^2 \cdot \text{K})$ Isolam. termico 4 cm Coeff. U ca. $0.6 \text{ W}/(\text{m}^2 \cdot \text{K})$ Isolam. termico 5 cm Coeff. U ca. $0.5 \text{ W}/(\text{m}^2 \cdot \text{K})$		Risanamento omogeneo (con elementi di fissaggio metallici). Coeff. U nell'Allegato I. Maggiorazione del coeff. U nel catalogo dei ponti termici.	Questa variante di risanamento è disomogenea (con listonatura incrociata). I relativi coefficienti U si trovano nell'Allegato II.

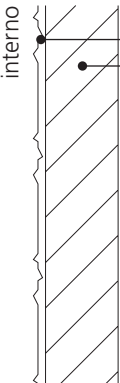
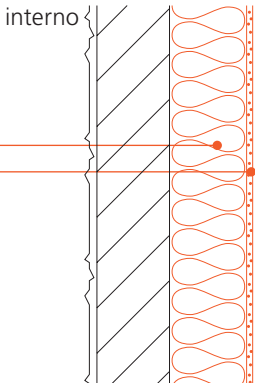
Elemento costruttivo esistente		Ws22	Elemento costruttivo risanato	
interno	esterno	Rivestimento: ad es. pannello in gesso Freno vapore Isolamento termico Muro (Mattono o mattone a facciavista) ev. intonaco esterno	interno	esterno
		Risanamento interno Rivestimento: ad es. pannello in cartongesso Listonatura / condotte Freno vapore Isolamento termico		
Isolam. termico 0 cm	Coeff. U ca. $2.0 \text{ W}/(\text{m}^2 \cdot \text{K})$	L'isolamento termico esistente viene rimosso. Si parte da un coefficiente U di $2.0 \text{ W}/(\text{m}^2 \cdot \text{K})$.	Questa variante di risanamento è disomogenea. I relativi coefficienti U si trovano nell'Allegato II. (Coeff. U di risanamenti omogenei: Allegato I)	
Isolam. termico 3 cm	Coeff. U ca. $0.7 \text{ W}/(\text{m}^2 \cdot \text{K})$			
Isolam. termico 5 cm	Coeff. U ca. $0.5 \text{ W}/(\text{m}^2 \cdot \text{K})$			

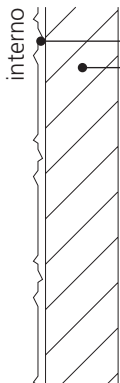
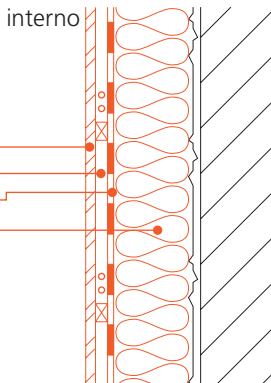
Elemento costruttivo esistente		Ws23	Elemento costruttivo risanato	
interno	esterno	Rivestimento: ad es. pannelli Freno vapore Isolamento termico Muro in silicocalcare (o calcestruzzo a facciavista)	interno	esterno
		Facciata compatta Isolamento termico Intonaco esterno		
Isolam. termico 3 cm	Coeff. U ca. $0.8 \text{ W}/(\text{m}^2 \cdot \text{K})$	Questa variante di risanamento è omogenea. I relativi coefficienti U si trovano nell'Allegato I.		
Isolam. termico 4 cm	Coeff. U ca. $0.7 \text{ W}/(\text{m}^2 \cdot \text{K})$			
Isolam. termico 5 cm	Coeff. U ca. $0.6 \text{ W}/(\text{m}^2 \cdot \text{K})$			

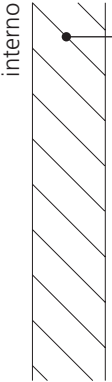
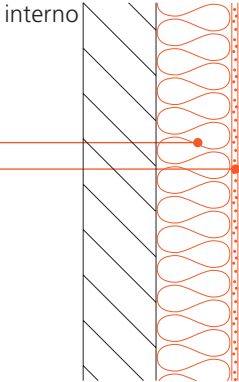
Elemento costruttivo esistente		Ws24	Elemento costruttivo risanato	
interno	esterno	Rivestimento: ad es. pannelli Freno vapore Isolamento termico Muro in silicocalcare (o calcestruzzo a facciavista)	interno	esterno
		Facciata ventilata Isolamento termico Ventilazione Rivestimento della facciata		
Isolam. termico 3 cm	Coeff. U ca. $0.8 \text{ W}/(\text{m}^2 \cdot \text{K})$	Questa variante di risanamento è disomogenea (con listonatura incrociata). I relativi coefficienti U si trovano nell'Allegato II.		
Isolam. termico 4 cm	Coeff. U ca. $0.7 \text{ W}/(\text{m}^2 \cdot \text{K})$	Risanamento omogeneo (con elementi di fissaggio metallici). Coeff. U nell'Allegato I. Maggiorazione del coeff. U nel catalogo dei ponti termici.		
Isolam. termico 5 cm	Coeff. U ca. $0.6 \text{ W}/(\text{m}^2 \cdot \text{K})$			

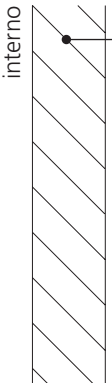
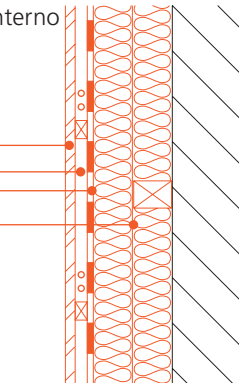
Elemento costruttivo esistente		Ws25	Elemento costruttivo risanato	
				
		Risanamento interno Rivestimento: ad es. pannelli Listonatura / condotte Freno vapore Isolamento termico nuovo		
Isolam. termico 0cm Coeff. U ca. $2.5W/(m^2 \cdot K)$		L'isolamento termico esistente viene rimosso. Si parte da un coefficiente U di $2.5 W/(m^2 \cdot K)$.		Questa variante di risanamento è disomogenea. I relativi coefficienti U si trovano nell'Allegato II. (Coeff. U di risanamenti omogenei: Allegato I)
Isolam. termico 3cm Coeff. U ca. $0.8W/(m^2 \cdot K)$				
Isolam. termico 5cm Coeff. U ca. $0.6W/(m^2 \cdot K)$				

verso locali non riscaldati, senza isolamento termico esistente

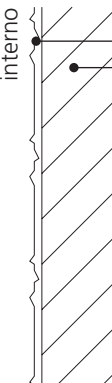
Elemento costruttivo esistente		Ws26	Elemento costruttivo risanato	
				
		Risanamento esterno Isolamento termico Rivestimento: ad es. cartongesso		
Isolam. termico 0cm Coeff. U ca. $2.0W/(m^2 \cdot K)$				Questa variante di risanamento è omogenea. I relativi coefficienti U si trovano nell'Allegato I. (Coeff. U di risanamenti disomogenei: Allegato II)

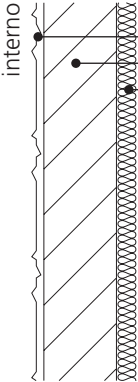
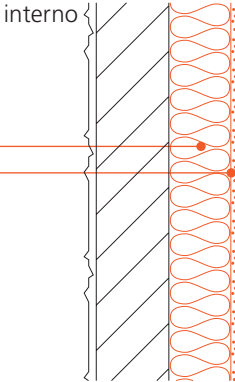
Elemento costruttivo esistente		Ws27	Elemento costruttivo risanato	
				
		Risanamento interno Rivestimento: ad es. pannelli Listonatura / condotte Freno vapore Isolamento termico		
Isolam. termico 0cm Coeff. U ca. $2.0W/(m^2 \cdot K)$				Questa variante di risanamento è disomogenea. I relativi coefficienti U si trovano nell'Allegato II. (Coeff. U di risanamenti omogenei: Allegato I)

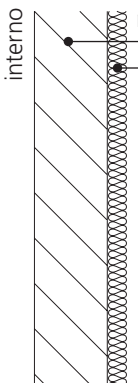
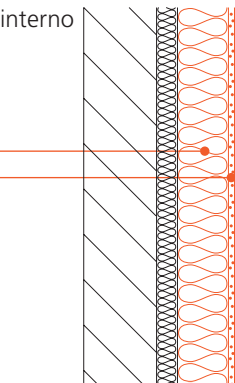
Elemento costruttivo esistente	Ws28	Elemento costruttivo risanato
 <p>interno non riscaldato</p> <p>Mattoni in silicocalcare</p>	<p>Risanamento esterno Isolamento termico Rivestimento: ad. es. cartongesso</p>	 <p>interno non riscaldato</p>
<p>Isolam. termico 0cm Coeff. U ca. $3.0W/(m^2 \cdot K)$</p>		<p>Questa variante di risanamento è omogenea. I relativi coefficienti U si trovano nell'Allegato I. (Coeff. U di risanamenti disomogenei: Allegato II)</p>

Elemento costruttivo esistente	Ws29	Elemento costruttivo risanato
 <p>interno non riscaldato</p> <p>Mattoni silicocalcare</p>	<p>Risanamento interno Rivestimento: ad es. pannelli Listonatura / condotte Freno vapore Isolamento termico</p>	 <p>interno non riscaldato</p>
<p>Isolam. termico 0cm Coeff. U ca. $3.0W/(m^2 \cdot K)$</p>		<p>Questa variante di risanamento è disomogenea. I relativi coefficienti U si trovano nell'Allegato II. (Coeff. U di risanamenti omogenei: Allegato I)</p>

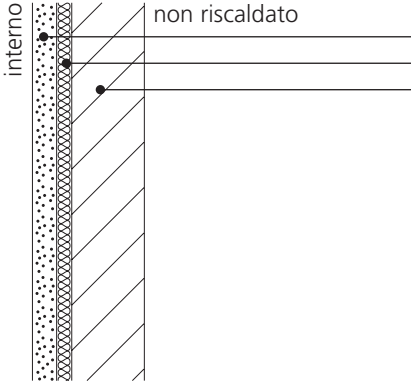
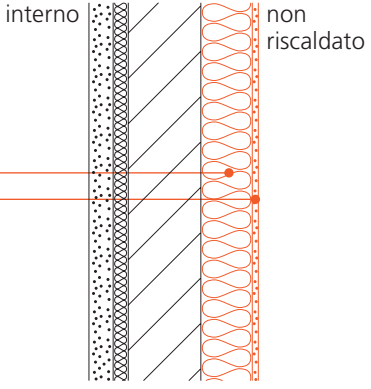
verso locali non riscaldati, con isolamento termico esistente

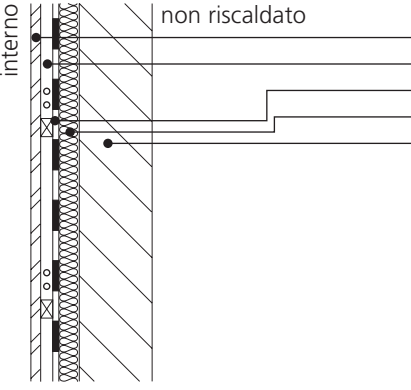
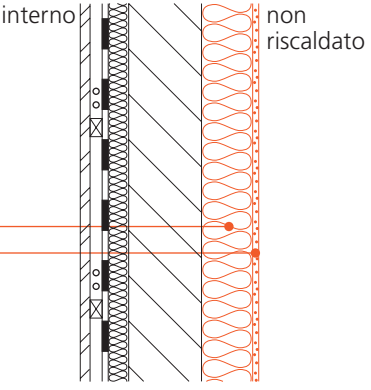
Elemento costruttivo esistente	Ws30	Elemento costruttivo risanato
 <p>interno non riscaldato</p> <p>Intonaco interno Mattone Isolamento termico</p>	<p>Risanamento esterno Isolamento termico Rivestimento: ad es. cartongesso</p>	 <p>interno non riscaldato</p>
<p>Isolam. termico 3cm Coeff. U ca. $0.8W/(m^2 \cdot K)$ Isolam. termico 4cm Coeff. U ca. $0.7W/(m^2 \cdot K)$ Isolam. termico 5cm Coeff. U ca. $0.6W/(m^2 \cdot K)$</p>		<p>Questa variante di risanamento è omogenea. I relativi coefficienti U si trovano nell'Allegato I. (Coeff. U di risanamenti disomogenei: Allegato II)</p>

Elemento costruttivo esistente	Ws31	Elemento costruttivo risanato
 <p>interno</p> <p>non riscaldato</p> <p>Intonaco interno Mattone Isolamento termico</p>	<p>Risanamento esterno Isolamento termico Rivestimento: ad es. cartongesso</p>	 <p>interno</p> <p>non riscaldato</p>
<p>Isolam. termico 0cm Coeff. U ca. $2.0 \text{ W}/(\text{m}^2 \cdot \text{K})$ Isolam. termico 3cm Coeff. U ca. $0.8 \text{ W}/(\text{m}^2 \cdot \text{K})$ Isolam. termico 5cm Coeff. U ca. $0.6 \text{ W}/(\text{m}^2 \cdot \text{K})$</p>	<p>L'isolamento termico esistente viene rimosso. Si parte da un coefficiente U di $2.0 \text{ W}/(\text{m}^2 \cdot \text{K})$.</p>	<p>Questa variante di risanamento è omogenea. I relativi coefficienti U si trovano nell'Allegato I. (Coeff. U di risanamenti disomogenei: Allegato II)</p>

Elemento costruttivo esistente	Ws32	Elemento costruttivo risanato
 <p>interno</p> <p>non riscaldato</p> <p>Mattoni in silicocalcare Isolamento termico</p>	<p>Risanamento esterno Isolamento termico Rivestimento: ad es. cartongesso</p>	 <p>interno</p> <p>non riscaldato</p>
<p>Isolam. termico 3cm Coeff. U ca. $0.8 \text{ W}/(\text{m}^2 \cdot \text{K})$ Isolam. termico 4cm Coeff. U ca. $0.7 \text{ W}/(\text{m}^2 \cdot \text{K})$ Isolam. termico 5cm Coeff. U ca. $0.6 \text{ W}/(\text{m}^2 \cdot \text{K})$</p>		<p>Questa variante di risanamento è omogenea. I relativi coefficienti U si trovano nell'Allegato I. (Coeff. U di risanamenti disomogenei: Allegato II)</p>

Elemento costruttivo esistente	Ws33	Elemento costruttivo risanato
 <p>interno</p> <p>non riscaldato</p> <p>Mattoni in silicocalcare Isolamento termico</p>	<p>Risanamento esterno Isolamento termico nuovo Rivestimento: ad es. pannelli</p>	 <p>interno</p> <p>non riscaldato</p>
<p>Isolam. termico 0cm Coeff. U ca. $3.0 \text{ W}/(\text{m}^2 \cdot \text{K})$ Isolam. termico 3cm Coeff. U ca. $0.8 \text{ W}/(\text{m}^2 \cdot \text{K})$ Isolam. termico 5cm Coeff. U ca. $0.6 \text{ W}/(\text{m}^2 \cdot \text{K})$</p>	<p>L'isolamento termico esistente viene rimosso. Si parte da un coefficiente U di $3.0 \text{ W}/(\text{m}^2 \cdot \text{K})$.</p>	<p>Questa variante di risanamento è disomogenea. I relativi coefficienti U si trovano nell'Allegato II. (Coeff. U di risanamenti omogenei: Allegato I)</p>

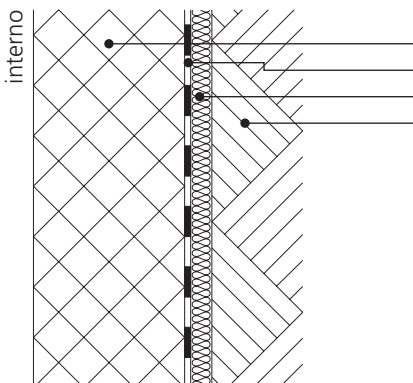
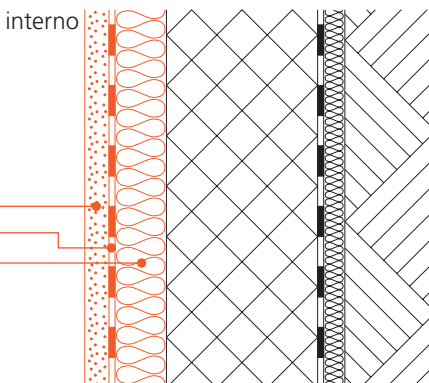
Elemento costruttivo esistente	Ws34	Elemento costruttivo risanato
	<p>Rivestimento: ad es. pannello in gesso Isolamento termico Mattone</p> <p>Risanamento esterno Isolamento termico nuovo Rivestimento: ad es. cartongesso</p>	
<p>Isolam. termico 2 cm Coeff. U ca. $0.9W/(m^2 \cdot K)$ Isolam. termico 3 cm Coeff. U ca. $0.8W/(m^2 \cdot K)$ Isolam. termico 4 cm Coeff. U ca. $0.6W/(m^2 \cdot K)$</p>		<p>Questa variante di risanamento è omogenea. I relativi coefficienti U si trovano nell'Allegato I. (Coeff. U di risanamenti disomogenei: Allegato II)</p>

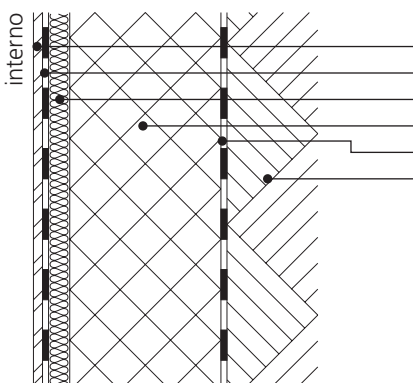
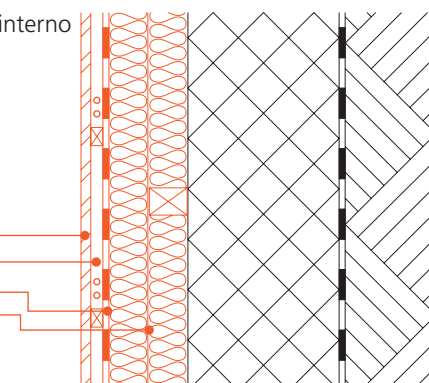
Elemento costruttivo esistente	Ws35	Elemento costruttivo risanato
	<p>Rivestimento: ad es. pannelli Listonatura / condotte Freno vapore Isolamento termico Mattoni in silicocalcare</p> <p>Risanamento esterno Isolamento termico nuovo Rivestimento: ad es. cartongesso</p>	
<p>Isolam. termico 2 cm Coeff. U ca. $1.0W/(m^2 \cdot K)$ Isolam. termico 3 cm Coeff. U ca. $0.9W/(m^2 \cdot K)$ Isolam. termico 4 cm Coeff. U ca. $0.7W/(m^2 \cdot K)$</p>		<p>Questa variante di risanamento è omogenea. I relativi coefficienti U si trovano nell'Allegato I. (Coeff. U di risanamenti disomogenei: Allegato II)</p>

contro terreno, senza isolamento termico esistente

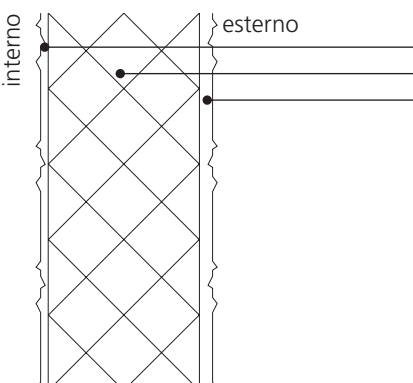
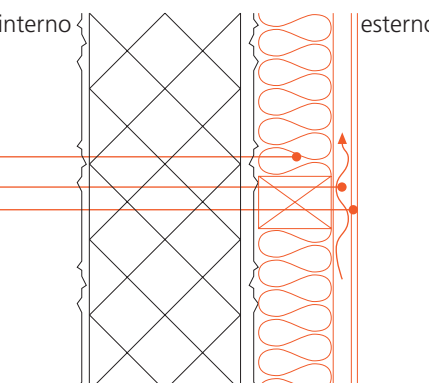
Elemento costruttivo esistente	Ws36	Elemento costruttivo risanato
	<p>Calcestruzzo Barriera contro l'umidità Terreno</p> <p>Risanamento interno Rivestimento: ad es. pannelli Listonatura / condotte Freno vapore Isolamento termico</p>	
<p>Isolam. termico 0 cm Coeff. U ca. $4.5W/(m^2 \cdot K)$</p>		<p>Questa variante di risanamento è disomogenea. I relativi coefficienti U si trovano nell'Allegato II. (Coeff. U di risanamenti omogenei: Allegato I)</p>

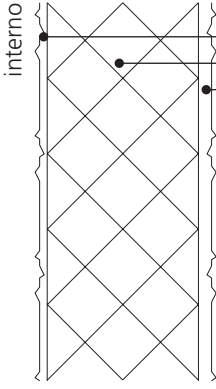
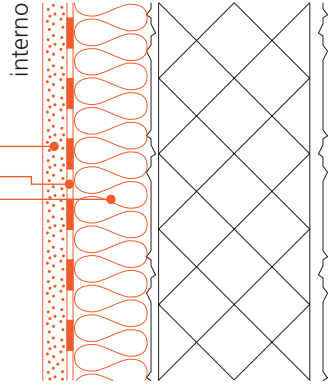
contro terreno, con isolamento termico esistente

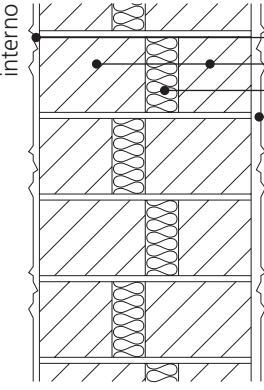
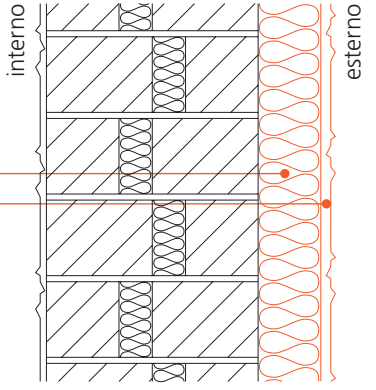
Ws37		Elemento costruttivo risanato
Elemento costruttivo esistente		
<p>Isolam. termico 3 cm Coeff. U ca. $1.0 \text{ W}/(\text{m}^2 \cdot \text{K})$</p> <p>Isolam. termico 4 cm Coeff. U ca. $0.8 \text{ W}/(\text{m}^2 \cdot \text{K})$</p> <p>Isolam. termico 5 cm Coeff. U ca. $0.7 \text{ W}/(\text{m}^2 \cdot \text{K})$</p>	<p>Risanamento interno Rivestimento: ad es. pannello in gesso Freno vapore Isolamento termico</p>	<p>Questa variante di risanamento è omogenea. I relativi coefficienti U si trovano nell'Allegato I. (Coeff. U di risanamenti disomogenei: Allegato II)</p>

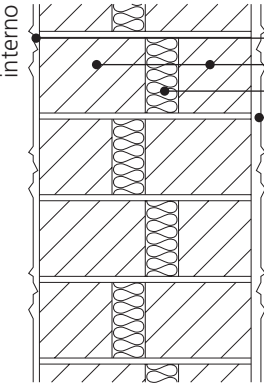
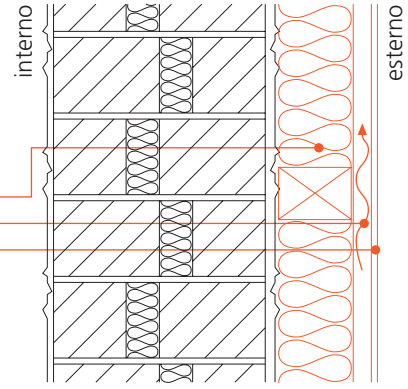
Ws38		Elemento costruttivo risanato
Elemento costruttivo esistente		
<p>Isolam. termico 0 cm Coeff. U ca. $4.0 \text{ W}/(\text{m}^2 \cdot \text{K})$</p> <p>Isolam. termico 3 cm Coeff. U ca. $1.0 \text{ W}/(\text{m}^2 \cdot \text{K})$</p> <p>Isolam. termico 5 cm Coeff. U ca. $0.7 \text{ W}/(\text{m}^2 \cdot \text{K})$</p>	<p>Risanamento interno Rivestimento: ad es. pannelli Listonatura / condotte Freno vapore Isolamento termico nuovo</p>	<p>Questa variante di risanamento è disomogenea. I relativi coefficienti U si trovano nell'Allegato II. (Coeff. U di risanamenti omogenei: Allegato I)</p>

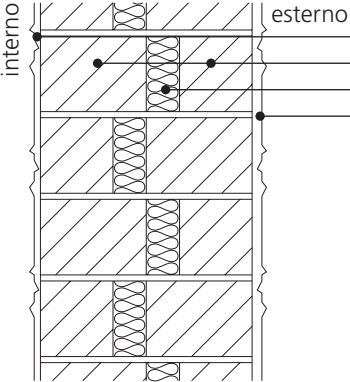
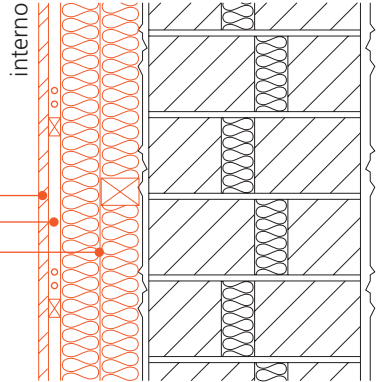
con muratura speciale

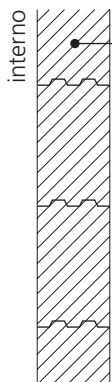
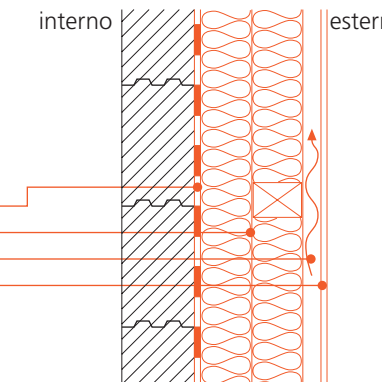
Ws39		Elemento costruttivo risanato
Elemento costruttivo esistente		
<p>25 cm calcestr. cell. Coeff. U ca. $0.7 \text{ W}/(\text{m}^2 \cdot \text{K})$</p> <p>30 cm calcestr. cell. Coeff. U ca. $0.6 \text{ W}/(\text{m}^2 \cdot \text{K})$</p> <p>32.5 cm calcestr. cell. Coeff. U ca. $0.6 \text{ W}/(\text{m}^2 \cdot \text{K})$</p>	<p>Facciata ventilata Isolamento termico Ventilazione Rivestimento della facciata</p>	<p>Questa variante di risanamento è disomogenea (con listonatura incrociata). I relativi coefficienti U si trovano nell'Allegato II.</p>

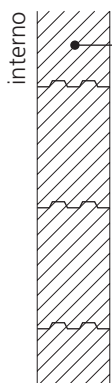
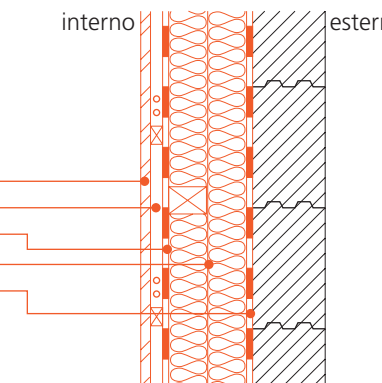
Elemento costruttivo esistente	Ws40	Elemento costruttivo risanato
 <p>interno</p> <p>esterno</p> <p>Intonaco interno Calcestruzzo cellulare Intonaco esterno</p>	<p>Risanamento interno Rivestimento: per es. pannello in gesso Freno vapore Isolamento termico</p>	 <p>interno</p> <p>esterno</p>
<p>25 cm calcestr. cell. Coeff. U ca. $0.7W/(m^2 \cdot K)$ 30 cm calcestr. cell. Coeff. U ca. $0.6W/(m^2 \cdot K)$ 32.5 cm calcestr. cell. Coeff. U ca. $0.6W/(m^2 \cdot K)$</p>		<p>Questa variante di risanamento è omogenea. I relativi coefficienti U si trovano nell'Allegato I. (Coeff. U di risanamenti disomogenei: Allegato II)</p>

Elemento costruttivo esistente	Ws41	Elemento costruttivo risanato
 <p>interno</p> <p>esterno</p> <p>Intonaco interno Muratura apparecchiata Isolamento termico Intonaco esterno</p>	<p>Facciata compatta Isolamento termico Intonaco esterno</p>	 <p>interno</p> <p>esterno</p>
<p>Isolam. termico 5cm Coeff. U ca. $0.6W/(m^2 \cdot K)$</p>		<p>Questa variante di risanamento è omogenea. I relativi coefficienti U si trovano nell'Allegato I. (Coeff. U di risanamenti disomogenei: Allegato II)</p>

Elemento costruttivo esistente	Ws42	Elemento costruttivo risanato
 <p>interno</p> <p>esterno</p> <p>Intonaco interno Muratura apparecchiata Isolamento termico Intonaco esterno</p>	<p>Facciata ventilata Isolamento termico Ventilazione Rivestimento della facciata</p>	 <p>interno</p> <p>esterno</p>
<p>Isolam. termico 5cm Coeff. U ca. $0.6W/(m^2 \cdot K)$</p>	<p>Risanamento omogeneo (con elementi di fissaggio metallici). Coeff. U nell'Allegato I. Maggiorazione del coeff. U nel catalogo dei ponti termici.</p>	<p>Questa variante di risanamento è disomogenea (con listonatura incrociata). I relativi coefficienti U si trovano nell'Allegato II.</p>

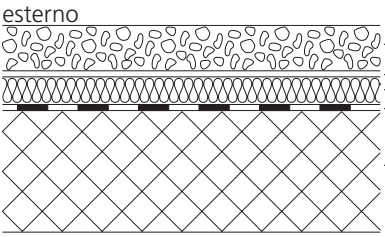
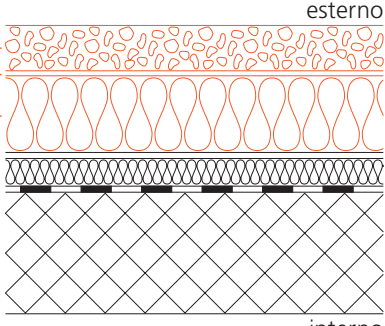
Elemento costruttivo esistente	Ws43	Elemento costruttivo risanato
 <p>interno esterno</p> <p>Intonaco interno Muratura apparecchiata Isolamento termico Intonaco esterno</p>	<p>Risanamento interno Rivestimento: ad es. pannelli Listonatura / condotte Isolamento termico</p>	 <p>interno esterno</p>
<p>Isolam. termico 5cm Coeff. U ca. $0.6W/(m^2 \cdot K)$</p>		<p>Questa variante di risanamento è disomogenea. I relativi coefficienti U si trovano nell'Allegato II. (Coeff. U di risanamenti omogenei: Allegato I)</p>

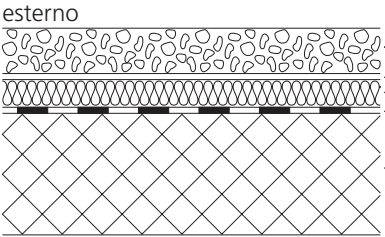
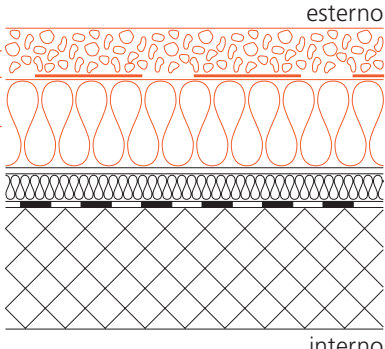
Elemento costruttivo esistente	Ws44	Elemento costruttivo risanato
 <p>interno esterno</p> <p>Parete di legno massiccio</p>	<p>Facciata ventilata Chiusura ermetica all'aria Isolamento termico Ventilazione Rivestimento della facciata</p>	 <p>interno esterno</p>
<p>Isolam. termico 0cm Coeff. U ca. $1.0W/(m^2 \cdot K)$</p>	<p>Risanamento omogeneo (con elementi di fissaggio metallici). Coeff. U nell'Allegato I. Maggiorazione del coeff. U nel catalogo dei ponti termici.</p>	<p>Questa variante di risanamento è disomogenea (con listonatura incrociata). I relativi coefficienti U si trovano nell'Allegato II.</p>

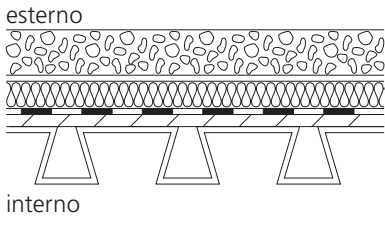
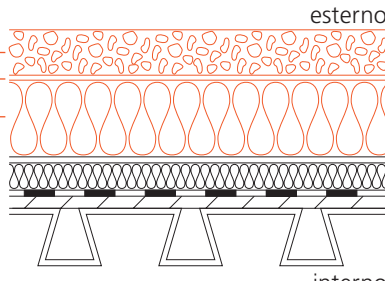
Elemento costruttivo esistente	Ws45	Elemento costruttivo risanato
 <p>interno esterno</p> <p>Parete di legno massiccio</p>	<p>Risanamento interno Rivestimento: ad es. pannelli Listonatura / condotte Freno vapore / chiusura ermetica all'aria Isolamento termico ev. chiusura ermetica al vento</p>	 <p>interno esterno</p>
<p>Isolam. termico 0cm Coeff. U ca. $1.0W/(m^2 \cdot K)$</p>		<p>Questa variante di risanamento è disomogenea. I relativi coefficienti U si trovano nell'Allegato II. (Coeff. U di risanamenti omogenei: Allegato I)</p>

46 4.1.3 Tetti e solette

Tetti verso esterno

Elemento costruttivo esistente	Ds 1	Elemento costruttivo risanato
 <p>esterno</p> <p>interno</p>	<p>Tetto a doppia copertura Strato protettivo Impermeabilizzazione Isolamento termico</p> <p>Se l'isolamento termico viene rimosso, si deve partire da un coefficiente U di $3.5 \text{ W}/(\text{m}^2 \cdot \text{K})$.</p>	 <p>esterno</p> <p>interno</p>
<p>Isolam. termico 0cm Coeff. U ca. $3.5 \text{ W}/(\text{m}^2 \cdot \text{K})$ Isolam. termico 4cm Coeff. U ca. $0.7 \text{ W}/(\text{m}^2 \cdot \text{K})$ Isolam. termico 6cm Coeff. U ca. $0.5 \text{ W}/(\text{m}^2 \cdot \text{K})$</p>	<p>L'isolamento termico esistente va controllato in condizioni perfette (ad es. umidità, giunti).</p>	<p>Questa variante di risanamento è omogenea. I relativi coefficienti U si trovano nell'Allegato II.</p>

Elemento costruttivo esistente	Ds 2	Elemento costruttivo risanato
 <p>esterno</p> <p>interno</p>	<p>Tetto rovescio / tetto plus Strato protettivo ev. tappeto filtrante Isolamento termico</p> <p>Se l'isolamento termico viene rimosso, si deve partire da un coefficiente U di $3.5 \text{ W}/(\text{m}^2 \cdot \text{K})$.</p>	 <p>esterno</p> <p>interno</p>
<p>Isolam. termico 0cm Coeff. U ca. $3.5 \text{ W}/(\text{m}^2 \cdot \text{K})$ Isolam. termico 4cm Coeff. U ca. $0.7 \text{ W}/(\text{m}^2 \cdot \text{K})$ Isolam. termico 6cm Coeff. U ca. $0.5 \text{ W}/(\text{m}^2 \cdot \text{K})$</p>	<p>Import.: considerare una maggiorazione dello spessore dell'isolam. termico del 20% (Cap. 2.5). Controll. accuratam. il manto del tetto esistente.</p>	<p>Questa variante di risanamento è omogenea. I relativi coefficienti U si trovano nell'Allegato I.</p>

Elemento costruttivo esistente	Ds 3	Elemento costruttivo risanato
 <p>esterno</p> <p>interno</p>	<p>Tetto a doppia copertura Strato protettivo Impermeabilizzazione Isolamento termico</p> <p>Se l'isolamento termico viene rimosso, si deve partire da un coefficiente U di $3.0 \text{ W}/(\text{m}^2 \cdot \text{K})$.</p>	 <p>esterno</p> <p>interno</p>
<p>Isolam. termico 0cm Coeff. U ca. $3.0 \text{ W}/(\text{m}^2 \cdot \text{K})$ Isolam. termico 4cm Coeff. U ca. $0.7 \text{ W}/(\text{m}^2 \cdot \text{K})$ Isolam. termico 6cm Coeff. U ca. $0.5 \text{ W}/(\text{m}^2 \cdot \text{K})$</p>	<p>L'isolamento termico esistente va controllato in condizioni perfette (ad es. umidità, giunti).</p>	<p>Questa variante di risanamento è omogenea. I relativi coefficienti U si trovano nell'Allegato I.</p>

Elemento costruttivo esistente		Ds 4	Elemento costruttivo risanato
<p>esterno</p> <p>interno</p>	<ul style="list-style-type: none"> Strato protettivo Impermeabilizzazione intatta Isolamento termico Barriera vapore Pannello in fibra dura Lamiera trapezoidale <p style="text-align: center;">Tetto rovescio / tetto plus</p> <ul style="list-style-type: none"> Strato protettivo Tappeto filtrante Isolamento termico 	<p>esterno</p> <p>interno</p>	
<p>Se l'isolamento termico viene rimosso, si deve partire da un coefficiente U di $3.0 \text{ W}/(\text{m}^2 \cdot \text{K})$.</p>		<p>Se l'isolamento termico viene rimosso, si deve partire da un coefficiente U di $3.0 \text{ W}/(\text{m}^2 \cdot \text{K})$.</p>	
<p>Isolam. termico 0cm Coeff. U ca. $3.0 \text{ W}/(\text{m}^2 \cdot \text{K})$</p> <p>Isolam. termico 4cm Coeff. U ca. $0.7 \text{ W}/(\text{m}^2 \cdot \text{K})$</p> <p>Isolam. termico 6cm Coeff. U ca. $0.5 \text{ W}/(\text{m}^2 \cdot \text{K})$</p>	<p>Import.: considerare una maggiorazione dello spessore dell'isolam. termico del 20% (Cap. 2.5).</p> <p>Controll. accuratam. il manto del tetto esistente.</p>	<p>Questa variante di risanamento è omogenea.</p> <p>I relativi coefficienti U si trovano nell'Allegato I.</p>	

Elemento costruttivo esistente		Ds 5	Elemento costruttivo risanato
<p>esterno</p> <p>interno</p>	<ul style="list-style-type: none"> Strato di rivestimento Sabbia Impermeabilizzazione Isolamento termico Barriera vapore Calcestruzzo <p style="text-align: center;">Tetto a doppia copertura</p> <ul style="list-style-type: none"> Strato di rivestimento Sabbia Impermeabilizzazione Isolamento termico 	<p>esterno</p> <p>interno</p>	
<p>Se l'isolamento termico viene rimosso, si deve partire da un coefficiente U di $3.5 \text{ W}/(\text{m}^2 \cdot \text{K})$.</p>		<p>Se l'isolamento termico viene rimosso, si deve partire da un coefficiente U di $3.5 \text{ W}/(\text{m}^2 \cdot \text{K})$.</p>	
<p>Isolam. termico 0cm Coeff. U ca. $3.5 \text{ W}/(\text{m}^2 \cdot \text{K})$</p> <p>Isolam. termico 4cm Coeff. U ca. $0.7 \text{ W}/(\text{m}^2 \cdot \text{K})$</p> <p>Isolam. termico 6cm Coeff. U ca. $0.5 \text{ W}/(\text{m}^2 \cdot \text{K})$</p>	<p>L'isolamento termico esistente va controllato in condizioni perfette (ad es. umidità, giunti).</p>	<p>Questa variante di risanamento è omogenea.</p> <p>I relativi coefficienti U si trovano nell'Allegato I.</p>	

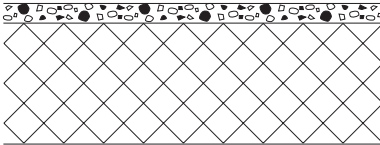
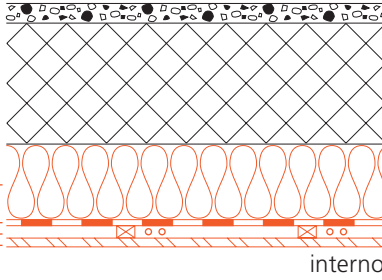
Elemento costruttivo esistente		Ds 6	Elemento costruttivo risanato
<p>esterno</p> <p>interno</p>	<ul style="list-style-type: none"> Strato di rivestimento Sabbia Impermeabilizzazione intatta Isolamento termico Barriera vapore Calcestruzzo <p style="text-align: center;">Tetto rovescio / tetto plus</p> <ul style="list-style-type: none"> Strato di rivestimento Sabbia ev. tappeto filtrante Isolamento termico 	<p>esterno</p> <p>interno</p>	
<p>Se l'isolamento termico viene rimosso, si deve partire da un coefficiente U di $3.5 \text{ W}/(\text{m}^2 \cdot \text{K})$.</p>		<p>Se l'isolamento termico viene rimosso, si deve partire da un coefficiente U di $3.5 \text{ W}/(\text{m}^2 \cdot \text{K})$.</p>	
<p>Isolam. termico 0cm Coeff. U ca. $3.5 \text{ W}/(\text{m}^2 \cdot \text{K})$</p> <p>Isolam. termico 4cm Coeff. U ca. $0.7 \text{ W}/(\text{m}^2 \cdot \text{K})$</p> <p>Isolam. termico 6cm Coeff. U ca. $0.5 \text{ W}/(\text{m}^2 \cdot \text{K})$</p>	<p>Import.: considerare una maggiorazione dello spessore dell'isolam. termico del 20% (Cap. 2.5).</p> <p>Controll. accuratam. il manto del tetto esistente.</p>	<p>Questa variante di risanamento è omogenea.</p> <p>I relativi coefficienti U si trovano nell'Allegato I.</p>	

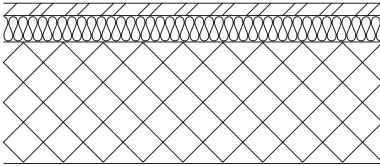
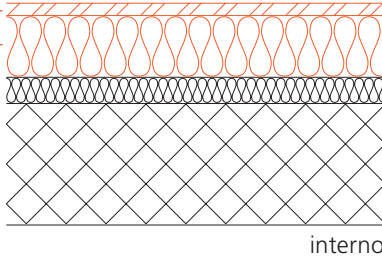
Elemento costruttivo esistente		Ds7	Elemento costruttivo risanato	
<p>esterno</p> <p>interno</p>	<ul style="list-style-type: none"> Strato di rivestimento Sabbia Impermeabilizzazione Isolamento termico Barriera vapore Pannello in fibra di legno dura Lamiera trapezoidale 	<p>Tetto a doppia copertura</p> <ul style="list-style-type: none"> Strato di rivestimento Sabbia Impermeabilizzazione Isolamento termico 	<p>esterno</p> <p>interno</p>	
<p>Isolam. termico 0cm Coeff. U ca. $3.0W/(m^2 \cdot K)$</p> <p>Isolam. termico 4cm Coeff. U ca. $0.7W/(m^2 \cdot K)$</p> <p>Isolam. termico 6cm Coeff. U ca. $0.5W/(m^2 \cdot K)$</p>		<p>Se l'isolamento termico viene rimosso, si deve partire da un coefficiente U di $3.0 W/(m^2 \cdot K)$.</p> <p>L'isolamento termico esistente va controllato in condizioni perfette (ad es. umidità, giunti).</p>		
		<p>Questa variante di risanamento è omogenea.</p> <p>I relativi coefficienti U si trovano nell'Allegato I.</p>		

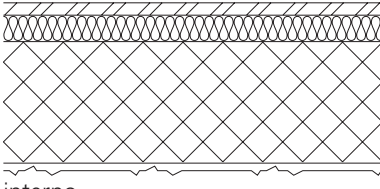
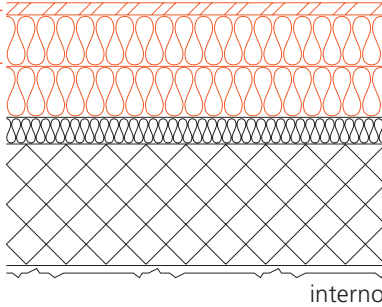
Elemento costruttivo esistente		Ds8	Elemento costruttivo risanato	
<p>esterno</p> <p>interno</p>	<ul style="list-style-type: none"> Strato di rivestimento Sabbia Impermeabilizzazione intatta Isolamento termico Barriera vapore Pannello in fibra di legno dura Lamiera trapezoidale 	<p>Tetto rovescio/ tetto plus</p> <ul style="list-style-type: none"> Strato di rivestimento Sabbia ev. tappeto filtrante Isolamento termico 	<p>esterno</p> <p>interno</p>	
<p>Isolam. termico 0cm Coeff. U ca. $3.0W/(m^2 \cdot K)$</p> <p>Isolam. termico 4cm Coeff. U ca. $0.7W/(m^2 \cdot K)$</p> <p>Isolam. termico 6cm Coeff. U ca. $0.5W/(m^2 \cdot K)$</p>		<p>Se l'isolamento termico viene rimosso, si deve partire da un coefficiente U di $3.0 W/(m^2 \cdot K)$.</p> <p>Import.: considerare una maggiorazione dello spessore dell'isolam. termico del 20% (Cap. 2.5). Controll. accuratam. il manto del tetto esistente.</p>		
		<p>Questa variante di risanamento è omogenea.</p> <p>I relativi coefficienti U si trovano nell'Allegato I.</p>		

Solette verso locali non riscaldati

Elemento costruttivo esistente		Ds10	Elemento costruttivo risanato	
<p>non riscaldato</p> <p>interno</p>	<ul style="list-style-type: none"> Rivestimento in cemento («betoncino») Calcestruzzo 	<p>Risanamento esterno</p> <ul style="list-style-type: none"> Pannello in legno truciolare Isolamento termico 	<p>non riscaldato</p> <p>interno</p>	
<p>Isolam. termico 0cm Coeff. U ca. $3.0W/(m^2 \cdot K)$</p>		<p>Questa variante di risanamento è omogenea.</p> <p>I relativi coefficienti U si trovano nell'Allegato I. (Coeff. U di risanamenti disomogenei: Allegato II)</p>		

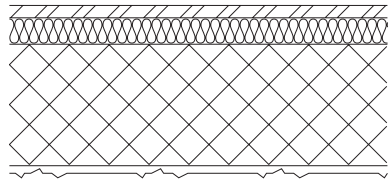
Elemento costruttivo esistente	Ds 11	Elemento costruttivo risanato
<p>non riscaldato</p>  <p>interno</p>	<p>Rivestimento in cemento («betoncino») Calcestruzzo</p> <p>Risanamento interno Isolamento termico (interposto alla listonatura) Freno vapore Listonatura / condotte Rivestimento: ad es. pannelli</p>	<p>non riscaldato</p>  <p>interno</p>
<p>Isolam. termico 0cm Coeff. U ca. $3.0\text{W}/(\text{m}^2\cdot\text{K})$</p>		<p>Questa variante di risanamento è disomogenea. I relativi coefficienti U si trovano nell'Allegato II. (Coeff. U di risanamenti omogenei: Allegato I)</p>

Elemento costruttivo esistente	Ds 12	Elemento costruttivo risanato
<p>non riscaldato</p>  <p>interno</p>	<p>Rivestimento: ad es. pannello in legno truciolare Isolamento termico Calcestruzzo</p> <p>Risanamento esterno Pannello in legno truciolare Isolamento termico</p>	<p>non riscaldato</p>  <p>interno</p>
<p>Isolam. termico 2cm Coeff. U ca. $1.2\text{W}/(\text{m}^2\cdot\text{K})$ Isolam. termico 4cm Coeff. U ca. $0.7\text{W}/(\text{m}^2\cdot\text{K})$ Isolam. termico 6cm Coeff. U ca. $0.5\text{W}/(\text{m}^2\cdot\text{K})$</p>		<p>Questa variante di risanamento è omogenea. I relativi coefficienti U si trovano nell'Allegato I. (Coeff. U di risanamenti disomogenei: Allegato II)</p>

Elemento costruttivo esistente	Ds 13	Elemento costruttivo risanato
<p>non riscaldato</p>  <p>interno</p>	<p>Rivestimento: ad es. pannello in legno truciolare Isolamento termico Calcestruzzo Intonaco da soffitto</p> <p>Risanamento esterno Pannello in legno truciolare Isolamento termico nuovo</p>	<p>non riscaldato</p>  <p>interno</p>
<p>Isolam. termico 0cm Coeff. U ca. $3.0\text{W}/(\text{m}^2\cdot\text{K})$ Isolam. termico 5cm Coeff. U ca. $0.7\text{W}/(\text{m}^2\cdot\text{K})$ Isolam. termico 6cm Coeff. U ca. $0.5\text{W}/(\text{m}^2\cdot\text{K})$</p>	<p>Se l'isolamento termico viene rimosso, si deve partire da un coefficiente U di $3.5\text{W}/(\text{m}^2\cdot\text{K})$.</p>	<p>Questa variante di risanamento è omogenea. I relativi coefficienti U si trovano nell'Allegato I. (Coeff. U di risanamenti disomogenei: Allegato II)</p>

Elemento costruttivo esistente

non riscaldato



interno

Rivestimento:
ad es. pannello in legno truciolare
Isolamento termico
Calcestruzzo
Intonaco da soffitto

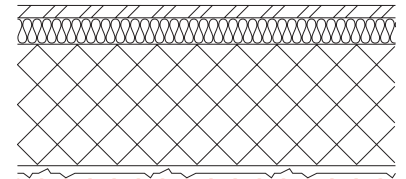
Risanamento interno
Isolamento termico
(in mezzo alla listonatura)
Freno vapore
Listonatura / condotte
Rivestimento: ad es. pannelli

Isolam. termico 2 cm Coeff. U ca. $1.2 \text{ W}/(\text{m}^2 \cdot \text{K})$
Isolam. termico 5 cm Coeff. U ca. $0.7 \text{ W}/(\text{m}^2 \cdot \text{K})$
Isolam. termico 6 cm Coeff. U ca. $0.5 \text{ W}/(\text{m}^2 \cdot \text{K})$

Ds 14

Elemento costruttivo risanato

non riscaldato

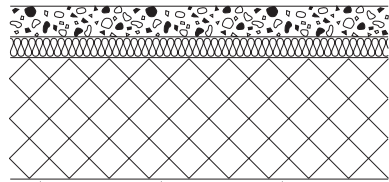


interno

Questa variante di risanamento è disomogenea.
I relativi coefficienti U si trovano nell'Allegato II.
(Coeff. U di risanamenti omogenei: Allegato I)

Elemento costruttivo esistente

non riscaldato



interno

Rivestimento in cemento («betoncino»)
Isolamento termico
Calcestruzzo
Intonaco da soffitto

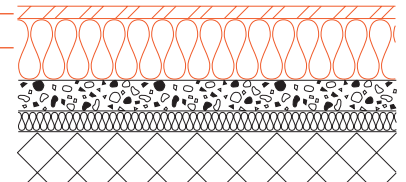
Risanamento esterno
Pannello in legno truciolare
Isolamento termico

Isolam. termico 2 cm Coeff. U ca. $1.1 \text{ W}/(\text{m}^2 \cdot \text{K})$
Isolam. termico 3 cm Coeff. U ca. $0.9 \text{ W}/(\text{m}^2 \cdot \text{K})$
Isolam. termico 4 cm Coeff. U ca. $0.7 \text{ W}/(\text{m}^2 \cdot \text{K})$

Ds 15

Elemento costruttivo risanato

non riscaldato

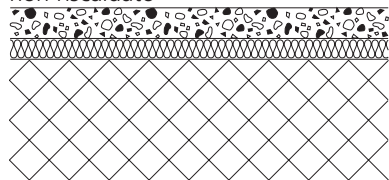


interno

Questa variante di risanamento è omogenea.
I relativi coefficienti U si trovano nell'Allegato I.
(Coeff. U di risanamenti disomogenei: Allegato II)

Elemento costruttivo esistente

non riscaldato



interno

Rivestimento in cemento («betoncino»)
Isolamento termico
Calcestruzzo
Intonaco da soffitto

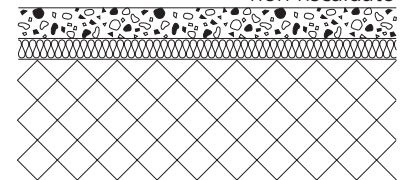
Risanamento interno
Isolamento termico
(in mezzo alla listonatura)
Freno vapore
Listonatura / condotte
Rivestimento: ad es. pannelli

Isolam. termico 2 cm Coeff. U ca. $1.1 \text{ W}/(\text{m}^2 \cdot \text{K})$
Isolam. termico 3 cm Coeff. U ca. $0.9 \text{ W}/(\text{m}^2 \cdot \text{K})$
Isolam. termico 4 cm Coeff. U ca. $0.7 \text{ W}/(\text{m}^2 \cdot \text{K})$

Ds 16

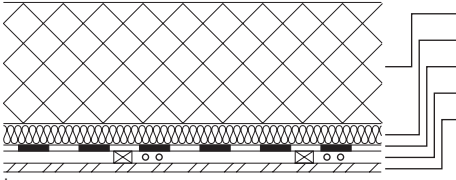
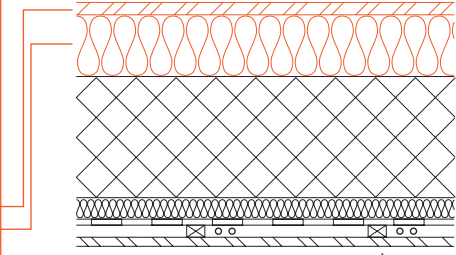
Elemento costruttivo risanato

non riscaldato



interno

Questa variante di risanamento è disomogenea.
I relativi coefficienti U si trovano nell'Allegato II.
(Coeff. U di risanamenti omogenei: Allegato I)

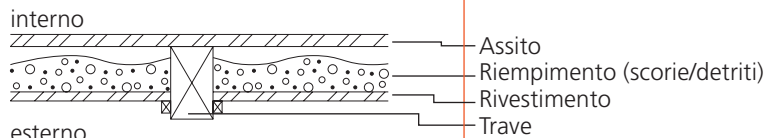
Elemento costruttivo esistente	Ds 17	Elemento costruttivo risanato
<p>non riscaldato</p>  <p>interno</p>	<p>Calcestruzzo Isolamento termico Freno vapore Listonatura / condotte Rivestimento: ad es. pannelli</p> <p>Risanamento esterno Pannelli in legno truciolare Isolamento termico</p>	<p>non riscaldato</p>  <p>interno</p>
<p>Isolam. termico 2 cm Coeff. U ca. $1.1 \text{ W}/(\text{m}^2 \cdot \text{K})$ Isolam. termico 3 cm Coeff. U ca. $0.9 \text{ W}/(\text{m}^2 \cdot \text{K})$ Isolam. termico 4 cm Coeff. U ca. $0.7 \text{ W}/(\text{m}^2 \cdot \text{K})$</p>		<p>Questa variante di risanamento è omogenea. I relativi coefficienti U si trovano nell'Allegato I. (Coeff. U di risanamenti disomogenei: Allegato II)</p>

52 4.2 Risanamento di elementi costruttivi disomogenei

4.2.1 Pavimenti

verso esterno

Elemento costruttivo esistente

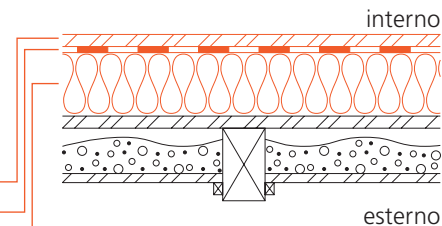


Bsi 4

Risanamento della struttura

Assito
Freno vapore
Isolamento termico

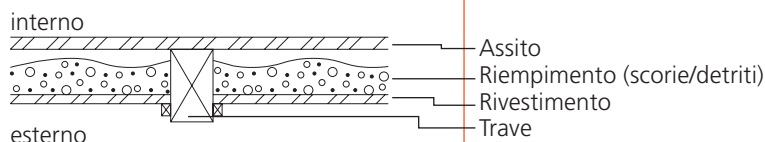
Elemento costruttivo risanato



Con riempim. di scorie Coeff. U ca. $0.9 \text{ W}/(\text{m}^2 \cdot \text{K})$

Questa variante di risanamento è omogenea. I relativi coefficienti U si trovano nell'Allegato I. (Coeff. U di risanamenti disomogenei: Allegato II)

Elemento costruttivo esistente

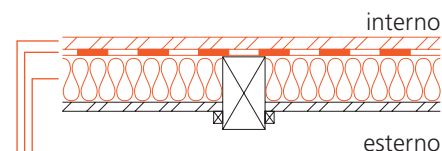


Bsi 5

Risanamento della struttura

Assito
Freno vapore
Isolamento termico

Elemento costruttivo risanato



Senza (scorie/detriti) Coeff. U ca. $2.0 \text{ W}/(\text{m}^2 \cdot \text{K})$

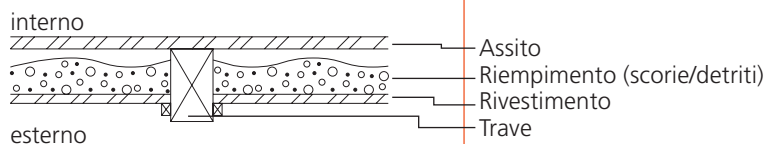
Con (scorie/detriti) Coeff. U ca. $0.9 \text{ W}/(\text{m}^2 \cdot \text{K})$

Pavimento e scorie/detriti vengono rimossi. Si parte da un coeff. U di $2.0 \text{ W}/(\text{m}^2 \cdot \text{K})$. Lo spessore dell'isolam. termico applicabile è limitato.

Questa variante di risanamento è disomogenea.

I relativi coefficienti U si trovano nell'Allegato II.

Elemento costruttivo esistente

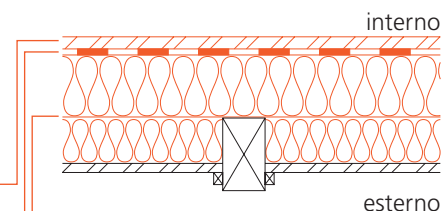


Bsi 6

Risanamento della struttura e interno

Assito
Freno vapore
Isolamento termico

Elemento costruttivo risanato



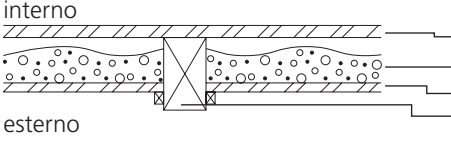
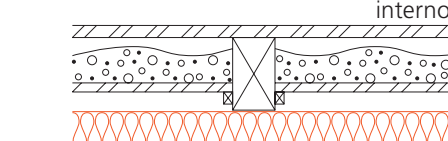
Senza (scorie/detriti) Coeff. U ca. $2.0 \text{ W}/(\text{m}^2 \cdot \text{K})$

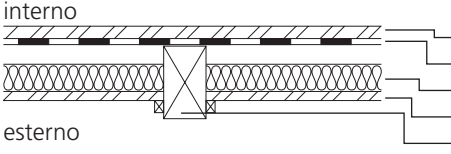
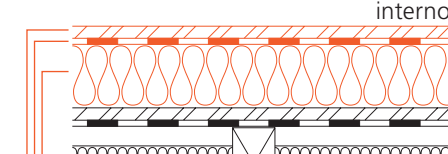
Con (scorie/detriti) Coeff. U ca. $0.9 \text{ W}/(\text{m}^2 \cdot \text{K})$

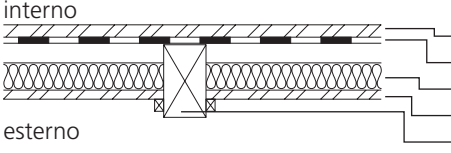
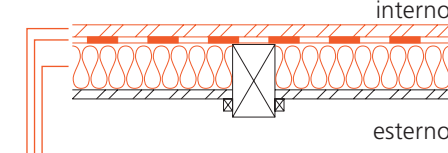
Pavimento e scorie/detriti vengono rimossi. Si parte da un coefficiente U di $2.0 \text{ W}/(\text{m}^2 \cdot \text{K})$.

Questa variante di risanamento è disomogenea.

I relativi coefficienti U si trovano nell'Allegato II.

Elemento costruttivo esistente	Bsi 7	Elemento costruttivo risanato
	<p>Risanamento esterno Isolamento termico Rivestimento della soletta</p>	
<p>Con riempim. di scorie Coeff. U ca. $0.9W/(m^2 \cdot K)$</p>		<p>Questa variante di risanamento è disomogenea. I relativi coefficienti U si trovano nell'Allegato II. (Coeff. U di risanamenti omogenei: Allegato I)</p>

Elemento costruttivo esistente	Bsi 9	Elemento costruttivo risanato
	<p>Risanamento interno Assito Freno vapore Isolamento termico</p>	
<p>Isolam. termico 4cm Coeff. U ca. $0.8W/(m^2 \cdot K)$ Isolam. termico 6cm Coeff. U ca. $0.6W/(m^2 \cdot K)$</p>		<p>Questa variante di risanamento è disomogenea. I relativi coefficienti U si trovano nell'Allegato I. (Coeff. U di risanamenti disomogenei: Allegato II)</p>

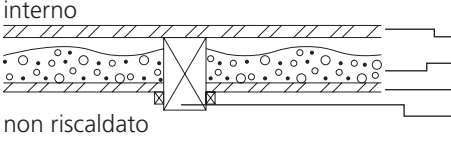
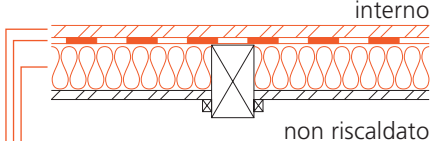
Elemento costruttivo esistente	Bsi 10	Elemento costruttivo risanato
	<p>Risanamento della struttura Assito Freno vapore Isolamento termico nuovo</p>	
<p>Isolam. termico 0cm Coeff. U ca. $2.0W/(m^2 \cdot K)$ Isolam. termico 4cm Coeff. U ca. $0.8W/(m^2 \cdot K)$ Isolam. termico 6cm Coeff. U ca. $0.6W/(m^2 \cdot K)$</p>	<p>L'isolamento termico esistente viene rimosso. Si parte da un coeff. U di $2.0 W/(m^2 \cdot K)$. Lo spessore dell'isolam. termico applicabile è limitato.</p>	<p>Questa variante di risanamento è disomogenea. I relativi coefficienti U si trovano nell'Allegato II.</p>

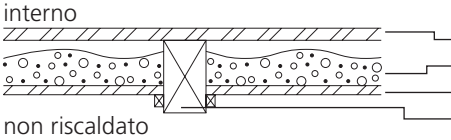
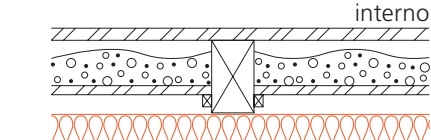
Elemento costruttivo esistente	Bsi11	Elemento costruttivo risanato
	<p>Risanamento della struttura e interno</p> <p>Assito Freno vapore Isolamento termico nuovo</p>	
<p>Isolam. termico 0cm Coeff. U ca. $2.0\text{W}/(\text{m}^2\cdot\text{K})$ Isolam. termico 4cm Coeff. U ca. $0.8\text{W}/(\text{m}^2\cdot\text{K})$ Isolam. termico 6cm Coeff. U ca. $0.6\text{W}/(\text{m}^2\cdot\text{K})$</p>	<p>L'isolamento termico esistente viene rimosso. Si parte da un coefficiente U di $2.0\text{W}/(\text{m}^2\cdot\text{K})$.</p>	<p>Questa variante di risanamento è disomogenea. I relativi coefficienti U si trovano nell'Allegato II.</p>

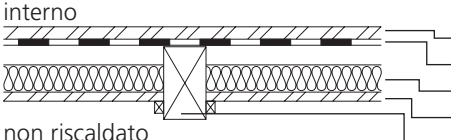
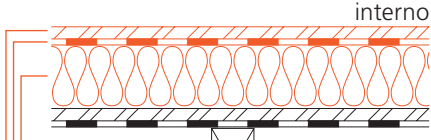
Elemento costruttivo esistente	Bsi 12	Elemento costruttivo risanato
	<p>Risanamento esterno</p> <p>Isolamento termico Rivestimento della soletta</p>	
<p>Isolam. termico 4cm Coeff. U ca. $0.8\text{W}/(\text{m}^2\cdot\text{K})$ Isolam. termico 6cm Coeff. U ca. $0.6\text{W}/(\text{m}^2\cdot\text{K})$</p>		<p>Questa variante di risanamento è disomogenea. I relativi coefficienti U si trovano nell'Allegato II. (Coeff. U di risanamenti omogenei: Allegato I)</p>

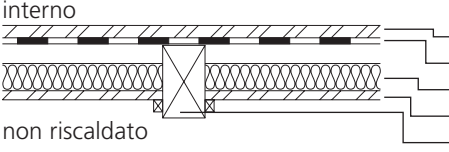
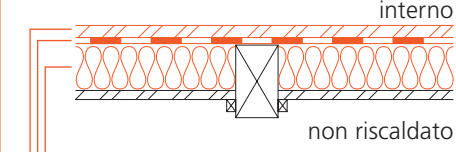
verso locali non riscaldati

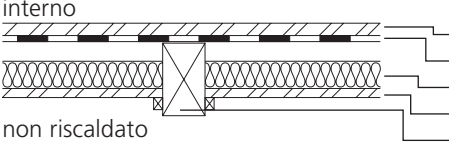
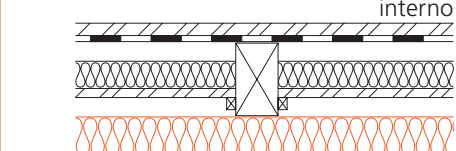
Elemento costruttivo esistente	Bsi 13	Elemento costruttivo risanato
	<p>Risanamento interno</p> <p>Assito Freno vapore Isolamento termico</p>	
<p>Con riempim. di scorie Coeff. U ca. $0.9\text{W}/(\text{m}^2\cdot\text{K})$</p>		<p>Questa variante di risanamento è omogenea. I relativi coefficienti U si trovano nell'Allegato I. (Coeff. U di risanamenti disomogenei: Allegato II)</p>

Elemento costruttivo esistente		Bsi 14	Elemento costruttivo risanato
 <p>interno non riscaldato</p> <p>Assito Riempimento (scorie/detriti) Rivestimento Trave</p>		Risanamento della struttura Pavimento di assi di legno Freno vapore Isolamento termico	 <p>interno non riscaldato</p>
Senza (scorie/detriti) Coeff. U ca. $2.0 \text{ W}/(\text{m}^2 \cdot \text{K})$		Pavimento e scorie/detriti vengono rimossi. Si parte da un coeff. U di $2.0 \text{ W}/(\text{m}^2 \cdot \text{K})$. Lo spessore dell'isolam. termico applicabile è limitato.	Questa variante di risanamento è disomogenea. I relativi coefficienti U si trovano nell'Allegato II.
Con (scorie/detriti) Coeff. U ca. $0.9 \text{ W}/(\text{m}^2 \cdot \text{K})$			

Elemento costruttivo esistente		Bsi 15	Elemento costruttivo risanato
 <p>interno non riscaldato</p> <p>Assito Riempimento (scorie/detriti) Rivestimento Trave</p>		Risanamento esterno Isolamento termico Rivestimento della soletta	 <p>interno non riscaldato</p>
Con riempim. di scorie Coeff. U ca. $0.9 \text{ W}/(\text{m}^2 \cdot \text{K})$			Questa variante di risanamento è disomogenea. I relativi coefficienti U si trovano nell'Allegato II. (Coeff. U di risanamenti omogenei: Allegato I)

Elemento costruttivo esistente		Bsi 17	Elemento costruttivo risanato
 <p>interno non riscaldato</p> <p>Assito Freno vapore Isolamento termico Rivestimento Trave</p>		Risanamento interno Assito Freno vapore Isolamento termico	 <p>interno non riscaldato</p>
Isolam. termico 4 cm Coeff. U ca. $0.7 \text{ W}/(\text{m}^2 \cdot \text{K})$			Questa variante di risanamento è omogenea. I relativi coefficienti U si trovano nell'Allegato I. (Coeff. U di risanamenti disomogenei: Allegato II)
Isolam. termico 6 cm Coeff. U ca. $0.6 \text{ W}/(\text{m}^2 \cdot \text{K})$			

Elemento costruttivo esistente	Bsi 18	Elemento costruttivo risanato
 <p>interno</p> <p>non riscaldato</p> <p>Assito Freno vapore Isolamento termico Rivestimento Trave</p>	<p>Risanamento della struttura</p> <p>Assito Freno vapore Isolamento termico nuovo</p>	 <p>interno</p> <p>non riscaldato</p>
<p>Isolam. termico 0cm Coeff. U ca. $2.0\text{W}/(\text{m}^2\cdot\text{K})$ Isolam. termico 4cm Coeff. U ca. $0.7\text{W}/(\text{m}^2\cdot\text{K})$ Isolam. termico 6cm Coeff. U ca. $0.6\text{W}/(\text{m}^2\cdot\text{K})$</p>	<p>L'isolamento termico esistente viene rimosso. Si parte da un coeff. U di $2.0\text{W}/(\text{m}^2\cdot\text{K})$. Lo spessore dell'isolam. termico applicabile è limitato.</p>	<p>Questa variante di risanamento è disomogenea. I relativi coefficienti U si trovano nell'Allegato II.</p>

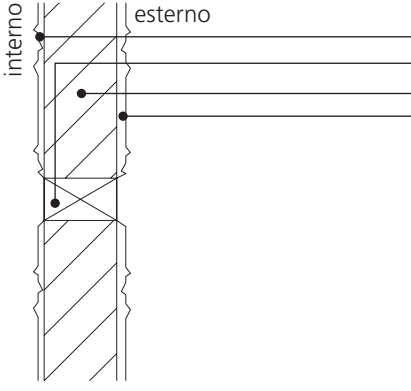
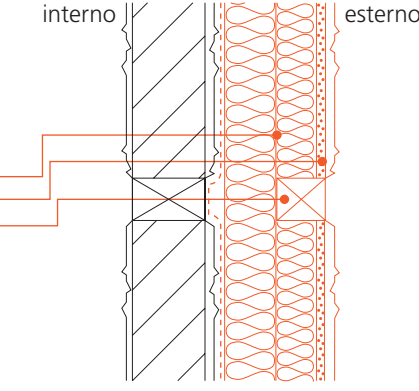
Elemento costruttivo esistente	Bsi 19	Elemento costruttivo risanato
 <p>interno</p> <p>non riscaldato</p> <p>Assito Freno vapore Isolamento termico Rivestimento Trave</p>	<p>Risanamento esterno</p> <p>Isolamento termico Rivestimento della soletta</p>	 <p>interno</p> <p>non riscaldato</p>
<p>Isolam. termico 4cm Coeff. U ca. $0.7\text{W}/(\text{m}^2\cdot\text{K})$ Isolam. termico 6cm Coeff. U ca. $0.6\text{W}/(\text{m}^2\cdot\text{K})$</p>		<p>Questa variante di risanamento è disomogenea. I relativi coefficienti U si trovano nell'Allegato II. (Coeff. U di risanamenti omogenei: Allegato I)</p>

verso esterno

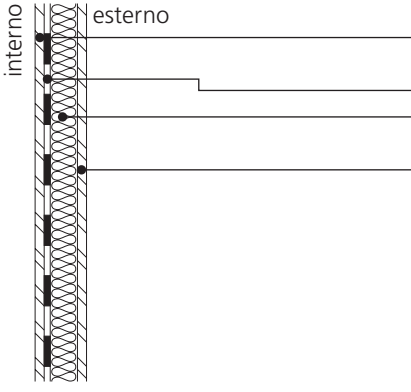
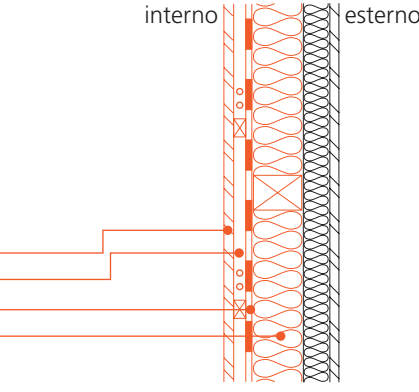
Elemento costruttivo esistente		Wsi 1	Elemento costruttivo risanato
	<p>Isolam. termico 4cm Coeff. U ca. $0.7 \text{ W}/(\text{m}^2 \cdot \text{K})$ Isolam. termico 6cm Coeff. U ca. $0.5 \text{ W}/(\text{m}^2 \cdot \text{K})$ Isolam. termico 8cm Coeff. U ca. $0.4 \text{ W}/(\text{m}^2 \cdot \text{K})$</p>	<p style="text-align: center;">Risanamento interno</p> <p>Rivestimento interno: ad es. pannelli Listonatura / condotte Freno vapore Isolamento termico</p>	<p>Questa variante di risanamento è disomogenea. I relativi coefficienti U si trovano nell'Allegato II. (Coeff. U di risanamenti omogenei: Allegato I)</p>

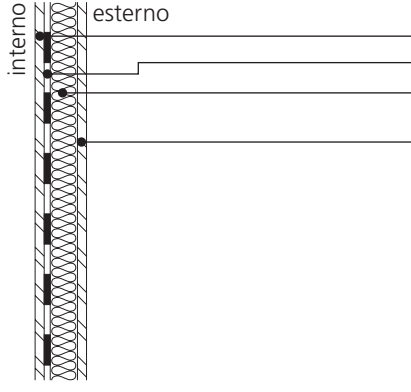
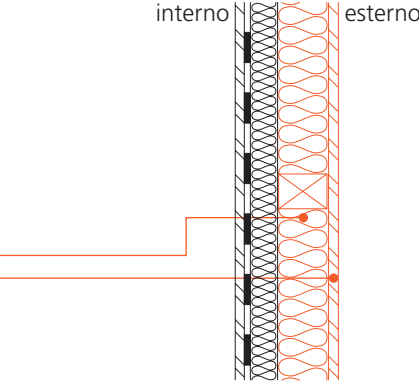
Elemento costruttivo esistente		Wsi 2	Elemento costruttivo risanato
	<p>Isolam. termico 4cm Coeff. U ca. $0.7 \text{ W}/(\text{m}^2 \cdot \text{K})$ Isolam. termico 6cm Coeff. U ca. $0.5 \text{ W}/(\text{m}^2 \cdot \text{K})$ Isolam. termico 8cm Coeff. U ca. $0.4 \text{ W}/(\text{m}^2 \cdot \text{K})$</p>	<p style="text-align: center;">Risanamento esterno</p> <p>Isolamento termico Foglio per chiusura ermetica al vento / pannello in fibra di legno Ventilazione Rivestimento della facciata</p>	<p>Questa variante di risanamento è disomogenea (con listonatura incrociata). I relativi coefficienti U si trovano nell'Allegato II.</p>

Elemento costruttivo esistente		Wsi 3	Elemento costruttivo risanato
	<p>Isolam. termico 0cm Coeff. U ca. $1.9 \text{ W}/(\text{m}^2 \cdot \text{K})$</p>	<p style="text-align: center;">Risanamento interno</p> <p>Rivestimento: ad es. pannello in cartongesso Listonatura / condotte Freno vapore Isolamento termico</p>	<p>Questa variante di risanamento è disomogenea. I relativi coefficienti U si trovano nell'Allegato II. (Coeff. U di risanamenti omogenei: Allegato I)</p>

Elemento costruttivo esistente	Wsi 4	Elemento costruttivo risanato
	<p>Risanamento esterno Isolamento termico Duripanel con intonaco Travetto supplementare</p>	
Isolam. termico 0cm Coeff. U ca. $1.9W/(m^2 \cdot K)$		Questa variante di risanamento è disomogenea.
		I relativi coefficienti U si trovano nell'Allegato II.

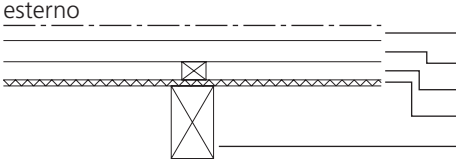
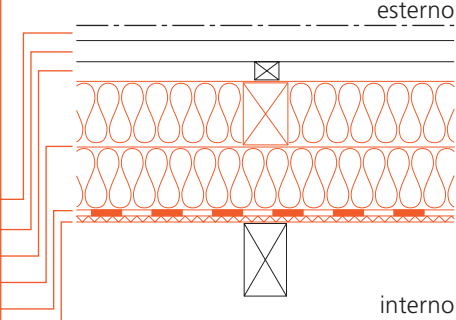
verso locali non riscaldati

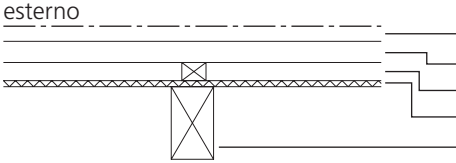
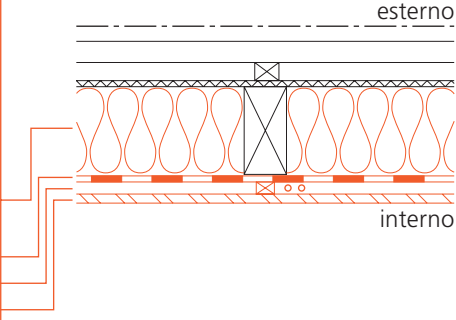
Elemento costruttivo esistente	Wsi 5	Elemento costruttivo risanato
	<p>Risanamento interno Rivestimento interno: ad es. pannelli Listonatura / condotte Freno vapore Isolamento termico</p>	
Isolam. termico 2cm Coeff. U ca. $1.0W/(m^2 \cdot K)$ Isolam. termico 4cm Coeff. U ca. $0.7W/(m^2 \cdot K)$ Isolam. termico 6cm Coeff. U ca. $0.6W/(m^2 \cdot K)$		Questa variante di risanamento è disomogenea. I relativi coefficienti U si trovano nell'Allegato II. (Coeff. U di risanamenti omogenei: Allegato I)

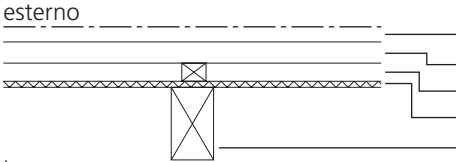
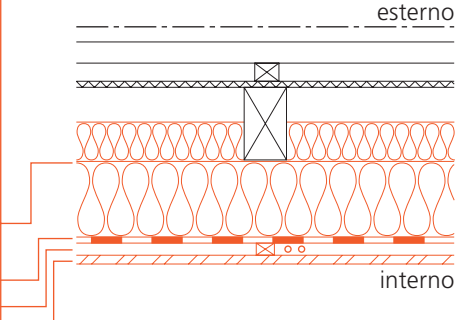
Elemento costruttivo esistente	Wsi 6	Elemento costruttivo risanato
	<p>Risanamento esterno Isolamento termico Rivestimento esterno: ad es. pannello in trucioli di legno</p>	
Isolam. termico 2cm Coeff. U ca. $1.0W/(m^2 \cdot K)$ Isolam. termico 4cm Coeff. U ca. $0.7W/(m^2 \cdot K)$ Isolam. termico 6cm Coeff. U ca. $0.6W/(m^2 \cdot K)$		Questa variante di risanamento è disomogenea. I relativi coefficienti U si trovano nell'Allegato II. (Coeff. U di risanamenti omogenei: Allegato I)

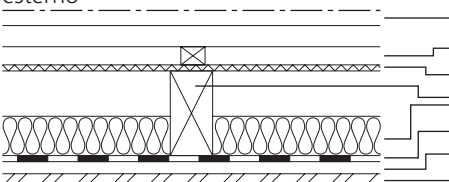
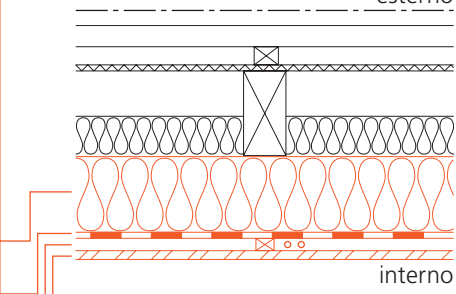
4.2.3 Tetti e solette

Tetti verso esterno

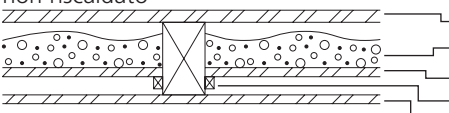
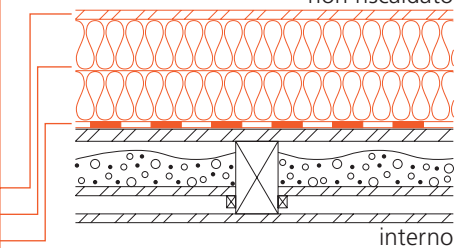
Elemento costruttivo esistente	Dsi 1	Elemento costruttivo risanato
 <p>esterno</p> <p>interno</p>	<p>Risanamento esterno</p> <p>Copertura del tetto / listonatura Ventilazione Controlistonatura, sottotetto Isolamento termico Freno vapore Pannelli</p>	 <p>esterno</p> <p>interno</p>
<p>Isolam. termico 0cm Coeff. U ca. $4.0W/(m^2 \cdot K)$</p>	<p>Il manto del tetto esistente viene rimosso fino alla sottocopertura.</p>	<p>Questa variante di risanamento è disomogenea. I relativi coefficienti U si trovano nell'Allegato II. (Coeff. U di risanamenti omogenei: Allegato I)</p>

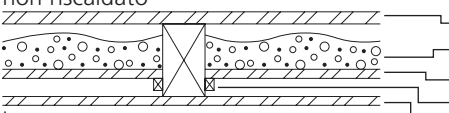
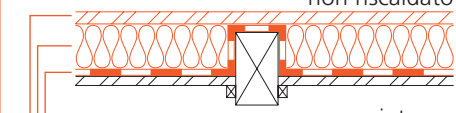
Elemento costruttivo esistente	Dsi 2	Elemento costruttivo risanato
 <p>esterno</p> <p>interno</p>	<p>Risanamento della struttura</p> <p>Isolamento termico (tra i travetti) Freno vapore Listonatura / condotte Rivestimento: ad es. pannelli</p>	 <p>esterno</p> <p>interno</p>
<p>Isolam. termico 0cm Coeff. U ca. $4.0W/(m^2 \cdot K)$</p>	<p>Il manto del tetto esistente viene conservato. Lo spessore dell'isolamento termico applicabile è limitato.</p>	<p>Questa variante di risanamento è disomogenea. I relativi coefficienti U si trovano nell'Allegato II. (Coeff. U di risanamenti omogenei: Allegato I)</p>

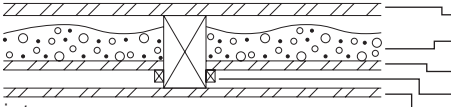
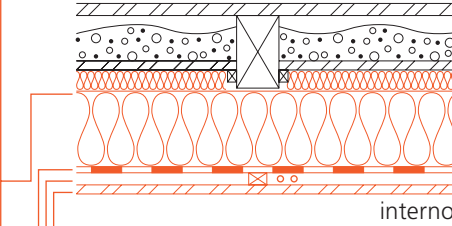
Elemento costruttivo esistente	Dsi 3	Elemento costruttivo risanato
 <p>esterno</p> <p>interno</p>	<p>Risanamento interno</p> <p>Isolamento termico in mezzo e sotto i travetti Freno vapore Listonatura / condotte Rivestimento: ad es. pannelli</p>	 <p>esterno</p> <p>interno</p>
<p>Isolam. termico 0cm Coeff. U ca. $4.0W/(m^2 \cdot K)$</p>		<p>Questa variante di risanamento è disomogenea. I relativi coefficienti U si trovano nell'Allegato II. (Coeff. U di risanamenti omogenei: Allegato I)</p>

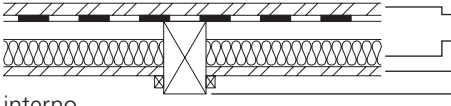
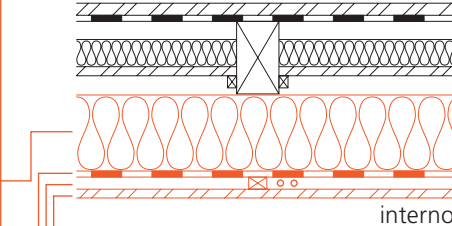
Elemento costruttivo esistente	Dsi4	Elemento costruttivo risanato
<p>esterno</p>  <p>interno</p>	<p>Risanamento interno</p> <ul style="list-style-type: none"> Isolamento termico (sotto i travetti) Freno vapore Listonatura / condotte Rivestimento: ad es. pannelli 	<p>esterno</p>  <p>interno</p>
<p>Isolam. termico 6cm Coeff. U ca. $0.6W/(m^2 \cdot K)$ Isolam. termico 8cm Coeff. U ca. $0.5W/(m^2 \cdot K)$</p>		<p>Questa variante di risanamento è disomogenea. I relativi coefficienti U si trovano nell'Allegato II. (Coeff. U di risanamenti omogenei: Allegato I)</p>

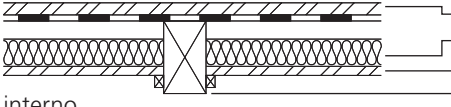
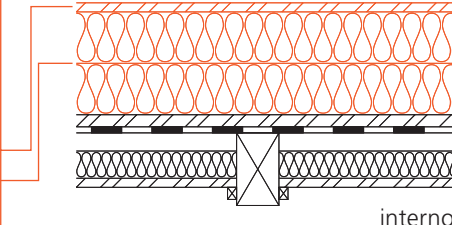
Solette verso locali non riscaldati

Elemento costruttivo esistente	Dsi5	Elemento costruttivo risanato
<p>non riscaldato</p>  <p>interno</p>	<p>Risanamento esterno</p> <ul style="list-style-type: none"> Pannello in trucioli di legno Isolamento termico Freno vapore 	<p>non riscaldato</p>  <p>interno</p>
<p>Con riempim. di scorie Coeff. U ca. $0.9W/(m^2 \cdot K)$</p>		<p>Questa variante di risanamento è omogenea. I relativi coefficienti U si trovano nell'Allegato I. (Coeff. U di risanamenti disomogenei: Allegato II)</p>

Elemento costruttivo esistente	Dsi6	Elemento costruttivo risanato
<p>non riscaldato</p>  <p>interno</p>	<p>Risanamento della struttura</p> <ul style="list-style-type: none"> Rivestimento in legno Isolamento termico Freno vapore 	<p>non riscaldato</p>  <p>interno</p>
<p>Senza (scorie/detriti) Coeff. U ca. $2.0W/(m^2 \cdot K)$ Con (scorie/detriti) Coeff. U ca. $0.9W/(m^2 \cdot K)$</p>	<p>Pavimento e scorie/detriti vengono rimossi. Si parte da un coeff. U di $2.0W/(m^2 \cdot K)$. Lo spessore dell'isolam. termico applicabile è limitato.</p>	<p>Questa variante di risanamento è disomogenea. I relativi coefficienti U si trovano nell'Allegato II. (Coeff. U di risanamenti omogenei: Allegato I)</p>

Elemento costruttivo esistente	Dsi 7	Elemento costruttivo risanato
<p>non riscaldato</p>  <p>interno</p>	<p>Pavimento di assi di legno Riempimento (scorie/detriti) Rivestimento, cavità Travi Pannelli</p> <p>Risanamento interno Isolamento termico (in mezzo e sotto i puntoni) Freno vapore Listonatura / condotte Rivestimento: ad es. pannelli</p>	<p>non riscaldato</p>  <p>interno</p>
<p>Con riempim. di scorie Coeff. U ca. $0.9 \text{ W}/(\text{m}^2 \cdot \text{K})$</p>		<p>Questa variante di risanamento è disomogenea. I relativi coefficienti U si trovano nell'Allegato II. (Coeff. U di risanamenti omogenei: Allegato I)</p>

Elemento costruttivo esistente	Dsi 8	Elemento costruttivo risanato
<p>non riscaldato</p>  <p>interno</p>	<p>Assito Isolamento termico Rivestimento Travi</p> <p>Risanamento interno Isolamento termico in mezzo alla listonatura trasversale (sotto le travi) Freno vapore Listonatura / condotte Rivestimento: ad es. pannelli</p>	<p>non riscaldato</p>  <p>interno</p>
<p>Isolam. termico 4 cm Coeff. U ca. $0.7 \text{ W}/(\text{m}^2 \cdot \text{K})$ Isolam. termico 6 cm Coeff. U ca. $0.6 \text{ W}/(\text{m}^2 \cdot \text{K})$</p>		<p>Questa variante di risanamento è disomogenea. I relativi coefficienti U si trovano nell'Allegato II. (Coeff. U di risanamenti omogenei: Allegato I)</p>

Elemento costruttivo esistente	Dsi 9	Elemento costruttivo risanato
<p>non riscaldato</p>  <p>interno</p>	<p>Assito Isolamento termico Rivestimento Travi</p> <p>Risanamento esterno Assito Isolamento termico</p>	<p>non riscaldato</p>  <p>interno</p>
<p>Isolam. termico 4 cm Coeff. U ca. $0.7 \text{ W}/(\text{m}^2 \cdot \text{K})$ Isolam. termico 6 cm Coeff. U ca. $0.6 \text{ W}/(\text{m}^2 \cdot \text{K})$</p>		<p>Questa variante di risanamento è omogenea. I relativi coefficienti U si trovano nell'Allegato I. (Coeff. U di risanamenti disomogenei: Allegato II)</p>

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	64
5.1.1 Basi per il calcolo del coefficiente U per finestre U_w	64
5.1.2 Coefficiente U del telaio U_f	64
5.1.3 Collegamento vetro-telaio	64
5.1.4 Coefficienti g per finestre	64
5.1.5 Tabella per la determinazione dei coefficienti U per finestre	65
5.1.6 Scelta della finestra	65
5.1.7 Suggerimenti ulteriori	65
5.1.8 Esempi	66
5.2 Porte	67

64 5.1 Finestre

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.

66 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 I

Coefficienti U degli elementi costruttivi omogenei risanati

Elemento costruttivo esistente	λ W/(m·K)	Strato termoisolante in cm					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
Coefficiente U ≥ 3.0 W/(m ² ·K)	0.040	0.55	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

Elemento costruttivo esistente	λ W/(m·K)	Strato termoisolante in cm					Coefficiente U in W/(m ² ·K)				
		6	8	10	12	14	16	18	20	22	24
	0.050		0.50	0.42	0.36	0.31	0.28	0.25	0.23	0.21	0.19
	0.045	0.58	0.46	0.38	0.33	0.28	0.25	0.23	0.21	0.19	0.17
Coefficiente U = 2.5 W/(m ² ·K)	0.040	0.53	0.42	0.34	0.29	0.26	0.23	0.20	0.19	0.17	0.16
	0.035	0.47	0.37	0.31	0.26	0.23	0.20	0.18	0.16	0.15	0.14
	0.030	0.42	0.33	0.27	0.23	0.20	0.17	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	0.29	0.23	0.19	0.16	0.14	0.12	0.11	0.10	0.09	0.08

Elemento costruttivo esistente	λ W/(m·K)	Strato termoisolante 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	0.34	0.30	0.27	0.24	0.22	0.20	0.19
	0.045	0.55	0.44	0.37	0.32	0.28	0.25	0.22	0.20	0.19	0.17
Coefficiente U = 2.0 W/(m ² ·K)	0.040	0.50	0.40	0.33	0.29	0.25	0.22	0.20	0.18	0.17	0.15
	0.035	0.45	0.36	0.30	0.25	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	0.34	0.27	0.22	0.19	0.16	0.14	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

Elemento costruttivo esistente	λ W/(m·K)	Strato termoisolante in cm					Coefficiente U in W/(m ² ·K)				
		6	8	10	12	14	16	18	20	22	24
	0.050	0.57	0.46	0.39	0.34	0.30	0.27	0.24	0.22	0.20	0.19
	0.045	0.53	0.43	0.36	0.31	0.27	0.24	0.22	0.20	0.18	0.17
Coefficiente U = 1.8 W/(m ² ·K)	0.040	0.49	0.39	0.33	0.28	0.25	0.22	0.20	0.18	0.17	0.15
	0.035	0.44	0.35	0.29	0.25	0.22	0.20	0.18	0.16	0.15	0.13
	0.030	0.39	0.31	0.26	0.22	0.19	0.17	0.15	0.14	0.13	0.12
	0.025	0.34	0.27	0.22	0.19	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

Elemento costruttivo esistente	λ W/(m·K)	Strato termoisolante in cm					Coefficiente U in W/(m ² ·K)				
		6	8	10	12	14	16	18	20	22	24
Coefficiente U = 1.6 W/(m ² ·K)	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

Elemento costruttivo esistente	λ W/(m·K)	Strato termoisolante in cm					Coefficiente U in W/(m ² ·K)				
		6	8	10	12	14	16	18	20	22	24
Coefficiente U = 1.4 W/(m ² ·K)	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	0.18	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	0.18	0.15	0.13	0.11	0.10	0.09	0.09	0.08

Elemento costruttivo esistente	λ W/(m·K)	Strato termoisolante in cm					Coefficiente U in W/(m ² ·K)				
		6	8	10	12	14	16	18	20	22	24
Coefficiente U = 1.2 W/(m ² ·K)	0.050	0.49	0.41	0.35	0.31	0.28	0.25	0.23	0.21	0.19	0.18
	0.045	0.46	0.38	0.33	0.29	0.25	0.23	0.21	0.19	0.17	0.16
	0.040	0.43	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

Elemento costruttivo esistente	λ W/(m·K)	Strato termoisolante in cm					Coefficiente U in W/(m ² ·K)				
		6	8	10	12	14	16	18	20	22	24
Coefficiente U = 1.0 W/(m ² ·K)	0.050	0.45	0.38	0.33	0.29	0.26	0.24	0.22	0.20	0.19	0.17
	0.045	0.43	0.36	0.31	0.27	0.24	0.22	0.20	0.18	0.17	0.16
	0.040	0.40	0.33	0.29	0.25	0.22	0.20	0.18	0.17	0.15	0.14
	0.035	0.37	0.30	0.26	0.23	0.20	0.18	0.16	0.15	0.14	0.13
	0.030	0.33	0.27	0.23	0.20	0.18	0.16	0.14	0.13	0.12	0.11
	0.025	0.29	0.24	0.20	0.17	0.15	0.14	0.12	0.11	0.10	0.09
	0.020	0.25	0.20	0.17	0.14	0.13	0.11	0.10	0.09	0.08	0.08

Elemento costruttivo esistente	λ W/(m·K)	Strato termoisolante in cm					Coefficiente U in W/(m ² ·K)				
		6	8	10	12	14	16	18	20	22	24
Coefficiente U = 0.9 W/(m ² ·K)	0.050	0.43	0.37	0.32	0.28	0.26	0.23	0.21	0.20	0.18	0.17
	0.045	0.41	0.35	0.30	0.26	0.24	0.21	0.20	0.18	0.17	0.16
	0.040	0.38	0.32	0.28	0.24	0.22	0.20	0.18	0.16	0.15	0.14
	0.035	0.35	0.29	0.25	0.22	0.20	0.18	0.16	0.15	0.14	0.13
	0.030	0.32	0.26	0.23	0.20	0.17	0.16	0.14	0.13	0.12	0.11
	0.025	0.28	0.23	0.20	0.17	0.15	0.13	0.12	0.11	0.10	0.09
	0.020	0.24	0.20	0.16	0.14	0.12	0.11	0.10	0.09	0.08	0.08

Elemento costruttivo esistente	λ W/(m·K)	Strato termoisolante in cm					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	0.27	0.25	0.22	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
Coefficiente U = 0.8 W/(m ² ·K)	0.040	0.36	0.31	0.27	0.24	0.21	0.19	0.17	0.16	0.15	0.14
	0.035	0.34	0.28	0.24	0.21	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	0.27	0.22	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

Elemento costruttivo esistente	λ W/(m·K)	Strato termoisolante in cm					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
Coefficiente U = 0.7 W/(m ² ·K)	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

Elemento costruttivo esistente	λ W/(m·K)	Strato termoisolante in cm					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	0.22	0.21	0.19	0.18	0.16	0.15
	0.045	0.33	0.29	0.26	0.23	0.21	0.19	0.18	0.16	0.15	0.14
Coefficiente U = 0.6 W/(m ² ·K)	0.040	0.32	0.27	0.24	0.21	0.19	0.18	0.16	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	0.27	0.23	0.20	0.18	0.16	0.14	0.13	0.12	0.11	0.10
	0.025	0.25	0.21	0.18	0.15	0.14	0.12	0.11	0.10	0.10	0.09
	0.020	0.21	0.18	0.15	0.13	0.12	0.10	0.09	0.09	0.08	0.07

Elemento costruttivo esistente	λ W/(m·K)	Strato termoisolante in cm					Coefficiente U in W/(m ² ·K)				
		6	8	10	12	14	16	18	20	22	24
	0.050	0.31	0.28	0.25	0.23	0.21	0.19	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
Coefficiente U = 0.5 W/(m ² ·K)	0.040	0.29	0.25	0.22	0.20	0.18	0.17	0.15	0.14	0.13	0.13
	0.035	0.27	0.23	0.21	0.18	0.17	0.15	0.14	0.13	0.12	0.11
	0.030	0.25	0.21	0.19	0.17	0.15	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	0.20	0.17	0.14	0.13	0.11	0.10	0.09	0.08	0.08	0.07

Elemento costruttivo esistente	λ W/(m·K)	Strato termoisolante in cm					Coefficiente U in W/(m ² ·K)				
		6	8	10	12	14	16	18	20	22	24
	0.050	0.27	0.24	0.22	0.20	0.19	0.18	0.16	0.15	0.14	0.14
	0.045	0.26	0.23	0.21	0.19	0.18	0.17	0.15	0.14	0.14	0.13
Coefficiente U = 0.4 W/(m ² ·K)	0.040	0.25	0.22	0.20	0.18	0.17	0.15	0.14	0.13	0.13	0.12
	0.035	0.24	0.21	0.19	0.17	0.15	0.14	0.13	0.12	0.11	0.11
	0.030	0.22	0.19	0.17	0.15	0.14	0.13	0.12	0.11	0.10	0.10
	0.025	0.20	0.18	0.15	0.14	0.12	0.11	0.10	0.10	0.09	0.08
	0.020	0.18	0.15	0.13	0.12	0.11	0.10	0.09	0.08	0.07	0.07

Allegato II

Coefficienti U degli elementi costruttivi disomogenei risanati

Elemento costruttivo esistente	λ W/(m·K)	Strato termoisolante in cm					Coefficiente U in W/(m ² ·K)				
		6	8	10	12	14	16	18	20	22	24
Coefficiente U ≥ 3.0 W/(m ² ·K)	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	0.27	0.24	0.22	0.20
	0.040		0.49	0.41	0.35	0.31	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	0.26	0.22	0.20	0.18	0.16	0.15	0.14
	0.020	0.40	0.32	0.26	0.22	0.19	0.17	0.15	0.14	0.13	0.12

Elemento costruttivo esistente	λ W/(m·K)	Strato termoisolante in cm					Coefficiente U in W/(m ² ·K)				
		6	8	10	12	14	16	18	20	22	24
Coefficiente U = 2.5 W/(m ² ·K)	0.050		0.55	0.46	0.40	0.35	0.31	0.28	0.26	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	0.60	0.48	0.40	0.34	0.30	0.27	0.24	0.22	0.20	0.18
	0.035	0.55	0.44	0.36	0.31	0.27	0.24	0.22	0.20	0.18	0.17
	0.030	0.50	0.40	0.33	0.28	0.25	0.22	0.20	0.18	0.16	0.15
	0.025	0.45	0.35	0.29	0.25	0.22	0.19	0.17	0.16	0.14	0.13
	0.020	0.39	0.31	0.26	0.22	0.19	0.17	0.15	0.14	0.13	0.12

Elemento costruttivo esistente	λ W/(m·K)	Strato termoisolante in cm					Coefficiente U in W/(m ² ·K)				
		6	8	10	12	14	16	18	20	22	24
Coefficiente U = 2.0 W/(m ² ·K)	0.050		0.52	0.44	0.38	0.34	0.30	0.27	0.25	0.23	0.21
	0.045	0.60	0.49	0.41	0.36	0.31	0.28	0.25	0.23	0.21	0.20
	0.040	0.56	0.45	0.38	0.33	0.29	0.26	0.23	0.21	0.20	0.18
	0.035	0.52	0.42	0.35	0.30	0.26	0.24	0.21	0.19	0.18	0.16
	0.030	0.47	0.38	0.32	0.27	0.24	0.21	0.19	0.17	0.16	0.15
	0.025	0.43	0.34	0.28	0.24	0.21	0.19	0.17	0.15	0.14	0.13
	0.020	0.37	0.30	0.25	0.21	0.19	0.16	0.15	0.13	0.12	0.11

Elemento costruttivo esistente	λ W/(m·K)	Strato termoisolante in cm					Coefficiente U in W/(m ² ·K)				
		6	8	10	12	14	16	18	20	22	24
Coefficiente U = 1.8 W/(m ² ·K)	0.050		0.51	0.43	0.37	0.33	0.30	0.27	0.25	0.23	0.21
	0.045	0.58	0.47	0.40	0.35	0.31	0.28	0.25	0.23	0.21	0.19
	0.040	0.54	0.44	0.37	0.32	0.28	0.25	0.23	0.21	0.19	0.18
	0.035	0.50	0.41	0.34	0.30	0.26	0.23	0.21	0.19	0.18	0.16
	0.030	0.46	0.37	0.31	0.27	0.24	0.21	0.19	0.17	0.16	0.15
	0.025	0.41	0.33	0.28	0.24	0.21	0.19	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

Elemento costruttivo esistente	λ W/(m·K)	Strato termoisolante in cm					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
Coefficiente U = 1.6 W/(m ² ·K)	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	0.45	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

Elemento costruttivo esistente	λ W/(m·K)	Strato termoisolante 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	0.40	0.35	0.31	0.28	0.26	0.24	0.22	0.20
	0.045	0.53	0.44	0.38	0.33	0.29	0.26	0.24	0.22	0.20	0.19
Coefficiente U = 1.4 W/(m ² ·K)	0.040	0.50	0.41	0.35	0.31	0.27	0.24	0.22	0.20	0.19	0.17
	0.035	0.46	0.38	0.32	0.28	0.25	0.22	0.20	0.19	0.17	0.16
	0.030	0.43	0.35	0.29	0.26	0.23	0.20	0.18	0.17	0.15	0.14
	0.025	0.39	0.31	0.26	0.23	0.20	0.18	0.16	0.15	0.14	0.13
	0.020	0.34	0.28	0.23	0.20	0.18	0.16	0.14	0.13	0.12	0.11

Elemento costruttivo esistente	λ W/(m·K)	Strato termoisolante in cm					Coefficiente U in W/(m ² ·K)				
		6	8	10	12	14	16	18	20	22	24
	0.050	0.52	0.44	0.38	0.34	0.30	0.27	0.25	0.23	0.21	0.20
	0.045	0.50	0.42	0.36	0.32	0.28	0.25	0.23	0.21	0.20	0.18
Coefficiente U = 1.2 W/(m ² ·K)	0.040	0.47	0.39	0.34	0.29	0.26	0.24	0.22	0.20	0.18	0.17
	0.035	0.44	0.36	0.31	0.27	0.24	0.22	0.20	0.18	0.17	0.15
	0.030	0.41	0.33	0.28	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	0.22	0.19	0.17	0.15	0.14	0.13	0.12	0.11

Elemento costruttivo esistente	λ W/(m·K)	Strato termoisolante in cm					Coefficiente U in W/(m ² ·K)				
		6	8	10	12	14	16	18	20	22	24
	0.050	0.48	0.41	0.36	0.32	0.29	0.26	0.24	0.22	0.20	0.19
	0.045	0.46	0.39	0.34	0.30	0.27	0.24	0.22	0.21	0.19	0.18
Coefficiente U = 1.0 W/(m ² ·K)	0.040	0.44	0.37	0.32	0.28	0.25	0.23	0.21	0.19	0.18	0.16
	0.035	0.41	0.34	0.29	0.26	0.23	0.21	0.19	0.17	0.16	0.15
	0.030	0.38	0.32	0.27	0.24	0.21	0.19	0.17	0.16	0.15	0.14
	0.025	0.35	0.29	0.24	0.21	0.19	0.17	0.15	0.14	0.13	0.12
	0.020	0.31	0.25	0.21	0.19	0.17	0.15	0.13	0.12	0.11	0.11

Elemento costruttivo esistente	λ W/(m·K)	Strato termoisolante in cm					Coefficiente U in W/(m ² ·K)				
		6	8	10	12	14	16	18	20	22	24
	0.050	0.46	0.39	0.35	0.31	0.28	0.25	0.23	0.21	0.20	0.19
	0.045	0.44	0.37	0.33	0.29	0.26	0.24	0.22	0.20	0.19	0.17
Coefficiente U = 0.9 W/(m ² ·K)	0.040	0.41	0.35	0.31	0.27	0.24	0.22	0.20	0.19	0.17	0.16
	0.035	0.39	0.33	0.29	0.25	0.23	0.20	0.19	0.17	0.16	0.15
	0.030	0.36	0.30	0.26	0.23	0.21	0.19	0.17	0.16	0.14	0.13
	0.025	0.33	0.28	0.24	0.21	0.18	0.17	0.15	0.14	0.13	0.12
	0.020	0.30	0.25	0.21	0.18	0.16	0.15	0.13	0.12	0.11	0.10

Elemento costruttivo esistente	λ W/(m·K)	Strato termoisolante in cm					Coefficiente U in W/(m ² ·K)				
		6	8	10	12	14	16	18	20	22	24
	0.050	0.43	0.37	0.33	0.30	0.27	0.24	0.22	0.21	0.19	0.18
	0.045	0.41	0.36	0.31	0.28	0.25	0.23	0.21	0.20	0.18	0.17
Coefficiente U = 0.8 W/(m ² ·K)	0.040	0.39	0.34	0.29	0.26	0.24	0.21	0.20	0.18	0.17	0.16
	0.035	0.37	0.31	0.27	0.24	0.22	0.20	0.18	0.17	0.16	0.14
	0.030	0.34	0.29	0.25	0.22	0.20	0.18	0.16	0.15	0.14	0.13
	0.025	0.32	0.27	0.23	0.20	0.18	0.16	0.15	0.14	0.13	0.12
	0.020	0.28	0.24	0.20	0.18	0.16	0.14	0.13	0.12	0.11	0.10

Elemento costruttivo esistente	λ W/(m·K)	Strato termoisolante in cm					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	0.30	0.27	0.24	0.22	0.20	0.19	0.18	0.16
Coefficiente U = 0.7 W/(m ² ·K)	0.040	0.37	0.32	0.28	0.25	0.23	0.21	0.19	0.18	0.16	0.15
	0.035	0.35	0.30	0.26	0.23	0.21	0.19	0.18	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

Elemento costruttivo esistente	λ W/(m·K)	Strato termoisolante 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	0.29	0.26	0.24	0.22	0.21	0.19	0.18	0.17
	0.045	0.35	0.31	0.28	0.25	0.23	0.21	0.19	0.18	0.17	0.16
Coefficiente U = 0.6 W/(m ² ·K)	0.040	0.34	0.29	0.26	0.24	0.21	0.20	0.18	0.17	0.16	0.15
	0.035	0.32	0.28	0.24	0.22	0.20	0.18	0.17	0.16	0.14	0.14
	0.030	0.30	0.26	0.23	0.20	0.18	0.17	0.15	0.14	0.13	0.12
	0.025	0.28	0.24	0.21	0.18	0.17	0.15	0.14	0.13	0.12	0.11
	0.020	0.25	0.21	0.19	0.16	0.15	0.13	0.12	0.11	0.10	0.10

Elemento costruttivo esistente	λ W/(m·K)	Strato termoisolante in cm					Coefficiente U in W/(m ² ·K)				
		6	8	10	12	14	16	18	20	22	24
	0.050	0.32	0.29	0.26	0.24	0.22	0.21	0.19	0.18	0.17	0.16
	0.045	0.31	0.28	0.25	0.23	0.21	0.20	0.18	0.17	0.16	0.15
Coefficiente U = 0.5 W/(m ² ·K)	0.040	0.30	0.27	0.24	0.22	0.20	0.18	0.17	0.16	0.15	0.14
	0.035	0.29	0.25	0.23	0.20	0.19	0.17	0.16	0.15	0.14	0.13
	0.030	0.27	0.24	0.21	0.19	0.17	0.16	0.15	0.14	0.13	0.12
	0.025	0.25	0.22	0.19	0.17	0.16	0.14	0.13	0.12	0.11	0.11
	0.020	0.23	0.20	0.17	0.15	0.14	0.13	0.12	0.11	0.10	0.09

Elemento costruttivo esistente	λ W/(m·K)	Strato termoisolante in cm					Coefficiente U in W/(m ² ·K)				
		6	8	10	12	14	16	18	20	22	24
	0.050	0.28	0.25	0.23	0.21	0.20	0.19	0.17	0.16	0.16	0.15
	0.045	0.27	0.25	0.22	0.21	0.19	0.18	0.17	0.16	0.15	0.14
Coefficiente U = 0.4 W/(m ² ·K)	0.040	0.26	0.24	0.21	0.20	0.18	0.17	0.16	0.15	0.14	0.13
	0.035	0.25	0.22	0.20	0.18	0.17	0.16	0.15	0.14	0.13	0.12
	0.030	0.24	0.21	0.19	0.17	0.16	0.15	0.14	0.13	0.12	0.11
	0.025	0.23	0.20	0.18	0.16	0.14	0.13	0.12	0.11	0.11	0.10
	0.020	0.21	0.18	0.16	0.14	0.13	0.12	0.11	0.10	0.09	0.09

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

Tab. A

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

←

$R_{totale} = \underline{\hspace{2cm}}$

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

Tab. A

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

←

$R_{totale} = \underline{\hspace{2cm}}$

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

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

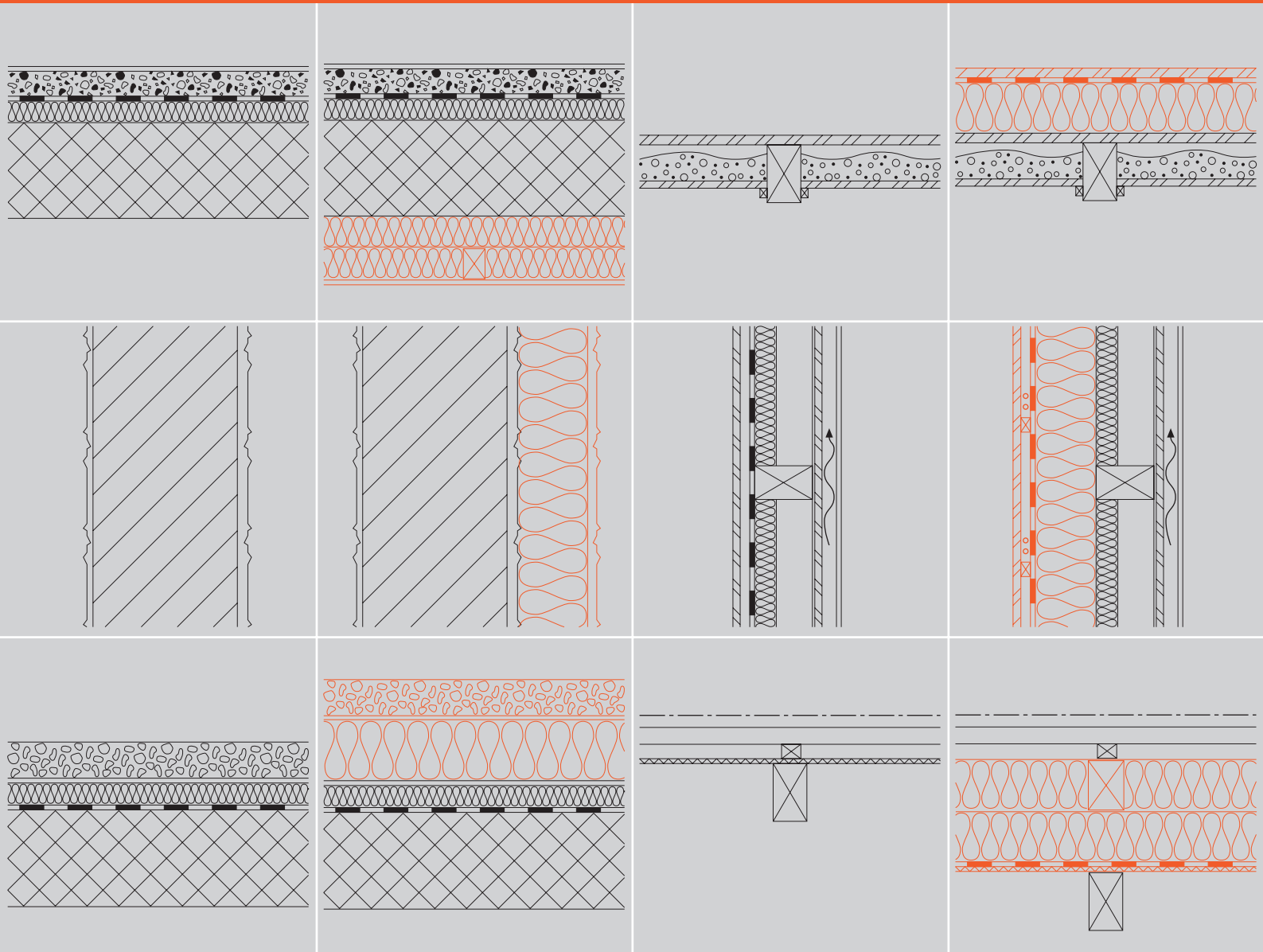
$$U_w = \text{_____} W/(m^2 \cdot K)$$

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, Worblentalstrasse 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