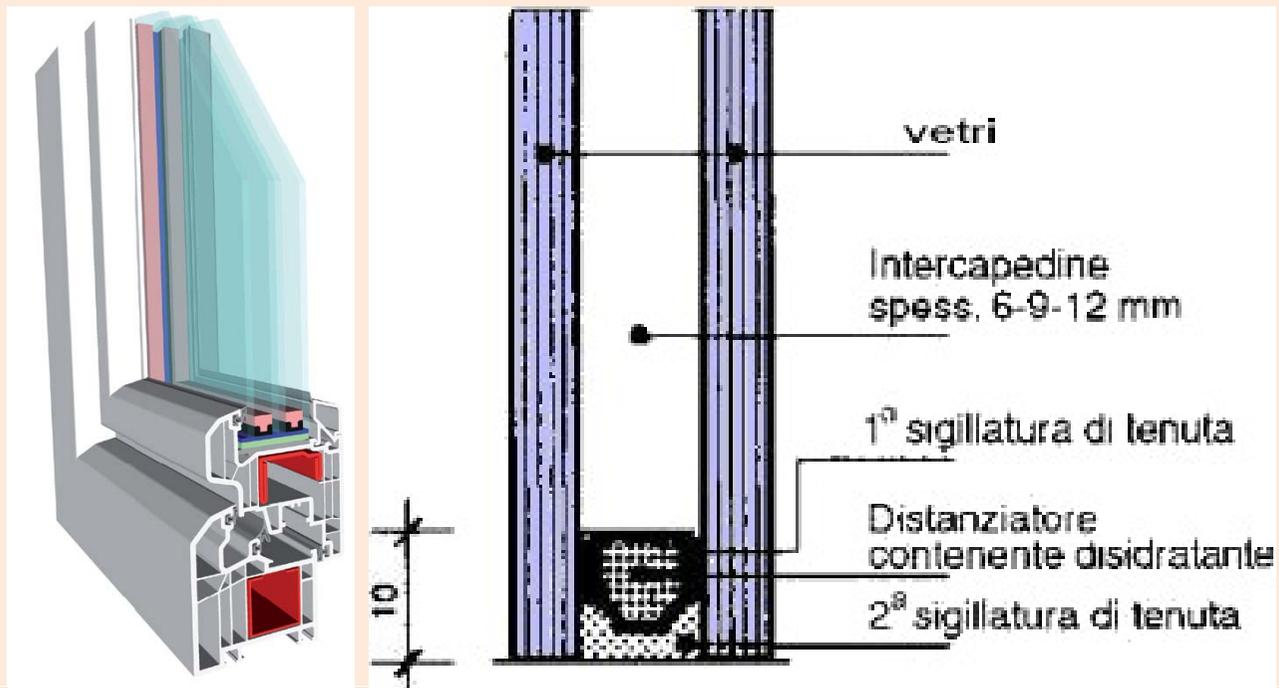


# TERMOTECNICA E IMPIANTI – A.A. 2011/2012

## U.05 – Serramenti



## COMPONENTI TRASPARENTI (UNI/TS 11300-1)

La trasmittanza termica delle finestre si calcola secondo la [UNI EN ISO 10077-1](#).

La trasmittanza termica delle facciate continue trasparenti si calcola in base a quanto riportato nella [UNI EN 13947](#).

In assenza di dati di progetto attendibili o comunque di informazioni più precise, i valori di trasmittanza termica delle [vetrate](#) possono essere ricavati dal [prospetto C.1](#) in Appendice C alla UNI/TS 11300-1.

In assenza di dati di progetto attendibili o comunque di informazioni più precise, i valori di trasmittanza termica dei [telai](#) possono essere ricavati dal [prospetto C.2](#) in Appendice C alla UNI/TS 11300-1.

Per [finestre](#) verticali di dimensioni non molto differenti da 1.20 m per 1.50 m, nell'ipotesi che l'area del telaio sia pari al 20% dell'area dell'intera finestra e che i distanziatori tra i vetri siano di tipo comune, i valori di trasmittanza termica delle finestre possono essere ricavati dal [prospetto C.3](#) in Appendice C alla UNI/TS 11300-1.

COMPONENTI TRASPARENTI (UNI EN ISO 10077-1)

$$U_w = \frac{\sum U_g \cdot A_g + \sum U_p \cdot A_p + \sum U_f \cdot A_f + \sum I_g \cdot \Psi_g + \sum I_p \cdot \Psi_p}{\sum A_g + \sum A_p + \sum A_f}$$

ove

- $U_g$  trasmittanza delle lastre trasparenti (vetri) [W/(m<sup>2</sup>K)]
- $A_g$  area delle lastre trasparenti [m<sup>2</sup>]
- $U_p$  trasmittanza dei pannelli opachi [W/(m<sup>2</sup>K)]
- $A_p$  area dei pannelli opachi [m<sup>2</sup>]
- $U_f$  trasmittanza del telaio [W/(m<sup>2</sup>K)]
- $A_f$  area del telaio [m<sup>2</sup>]
- $\Psi_g$  trasmittanza lineare dei distanziatori [W/(m K)], nulla per lastre singole
- $I_g$  perimetro delle lastre trasparenti [m]
- $\Psi_p$  trasmittanza lineare di bordo dei pannelli opachi [W/(m K)], nulla per materiali dei pannelli e dei distanziatori con  $\lambda < 0.5$  W/(m K)
- $I_p$  perimetro dei pannelli opachi [m]

prospetto C.1 **Trasmittanza termica di vetrate verticali doppie e triple riempite con diversi gas [W/(m<sup>2</sup>K)]**

Vetrata				Tipo di gas nell'intercapedine (concentrazione del gas ≥90%)				
Tipo	Vetro	Emissività normale	Dimensioni mm	Aria	Argon	Krypton	SF <sub>6</sub>	Xenon
Vetrata doppia	Vetro normale	0,89	4-6-4	3,3	3,0	2,8	3,0	2,6
			4-8-4	3,1	2,9	2,7	3,1	2,6
			4-12-4	2,8	2,7	2,6	3,1	2,6
			4-16-4	2,7	2,6	2,6	3,1	2,6
			4-20-4	2,7	2,6	2,6	3,1	2,6
	Una lastra con trattamento superficiale	≤0,20	4-6-4	2,7	2,3	1,9	2,3	1,6
			4-8-4	2,4	2,1	1,7	2,4	1,6
			4-12-4	2,0	1,8	1,6	2,4	1,6
			4-16-4	1,8	1,6	1,6	2,5	1,6
			4-20-4	1,8	1,7	1,6	2,5	1,7
	Una lastra con trattamento superficiale	≤0,15	4-6-4	2,6	2,3	1,8	2,2	1,5
			4-8-4	2,3	2,0	1,6	2,3	1,4
			4-12-4	1,9	1,6	1,5	2,3	1,5
			4-16-4	1,7	1,5	1,5	2,4	1,5
			4-20-4	1,7	1,5	1,5	2,4	1,5
	Una lastra con trattamento superficiale	≤0,10	4-6-4	2,6	2,2	1,7	2,1	1,4
			4-8-4	2,2	1,9	1,4	2,2	1,3
			4-12-4	1,8	1,5	1,3	2,3	1,3
			4-16-4	1,6	1,4	1,3	2,3	1,4
			4-20-4	1,6	1,4	1,4	2,3	1,4
Una lastra con trattamento superficiale	≤0,05	4-6-4	2,5	2,1	1,5	2,0	1,2	
		4-8-4	2,1	1,7	1,3	2,1	1,1	
		4-12-4	1,7	1,3	1,1	2,1	1,2	
		4-16-4	1,4	1,2	1,2	2,2	1,2	
		4-20-4	1,5	1,2	1,2	2,2	1,2	

## TERMOTECNICA E IMPIANTI – A.A. 2011-2012

prospetto C.1 **Trasmittanza termica di vetrate verticali doppie e triple riempite con diversi gas [W/(m<sup>2</sup>K)] (Continua)**

Vetrata				Tipo di gas nell'intercapedine (concentrazione del gas ≥90%)				
Tipo	Vetro	Emissività normale	Dimensioni mm	Aria	Argon	Krypton	SF <sub>6</sub>	Xenon
Vetrata tripla	Vetro normale	0,89	4-6-4-6-4	2,3	2,1	1,8	1,9	1,7
			4-8-4-8-4	2,1	1,9	1,7	1,9	1,6
			4-12-4-12-4	1,9	1,8	1,6	2,0	1,6
	Due lastre con trattamento superficiale	≤0,20	4-6-4-6-4	1,8	1,5	1,1	1,3	0,9
			4-8-4-8-4	1,5	1,3	1,0	1,3	0,8
			4-12-4-12-4	1,2	1,0	0,8	1,3	0,8
	Due lastre con trattamento superficiale	≤0,15	4-6-4-6-4	1,7	1,4	1,1	1,2	0,9
			4-8-4-8-4	1,5	1,2	0,9	1,2	0,8
			4-12-4-12-4	1,2	1,0	0,7	1,3	0,7
	Due lastre con trattamento superficiale	≤0,10	4-6-4-6-4	1,7	1,3	1,0	1,1	0,8
			4-8-4-8-4	1,4	1,1	0,8	1,1	0,7
			4-12-4-12-4	1,1	0,9	0,6	1,2	0,6
Due lastre con trattamento superficiale	≤0,05	4-6-4-6-4	1,6	1,2	0,9	1,1	0,7	
		4-8-4-8-4	1,3	1,0	0,7	1,1	0,5	
		4-12-4-12-4	1,0	0,8	0,5	1,1	0,5	

prospetto C.2 **Trasmittanza termica di telai per finestre, porte e porte finestre**

Materiale	Tipo	Trasmittanza termica $U_t$ [W/(m <sup>2</sup> K)]
Poliuretano	con anima di metallo e spessore di PUR ≥5 mm	2,8
PVC - profilo vuoto	con due camere cave	2,2
	con tre camere cave	2,0
Legno duro	spessore 70 mm	2,1
Legno tenero	spessore 70 mm	1,8
Metallo con taglio termico	distanza minima di 20 mm tra sezioni opposte di metallo	2,4

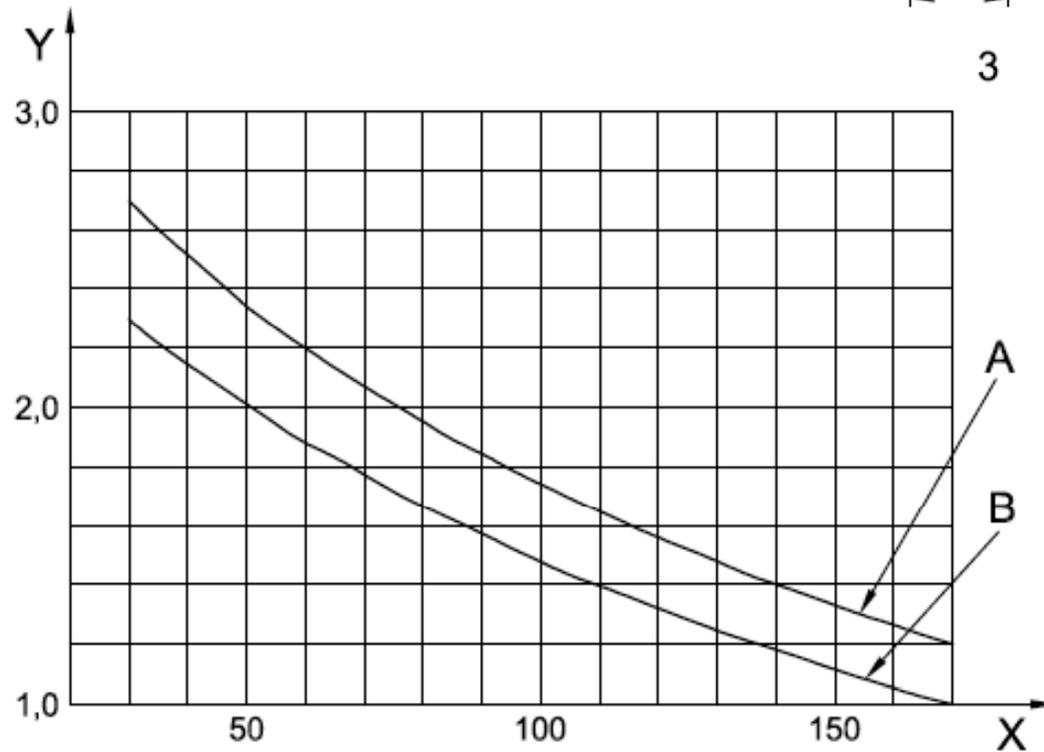
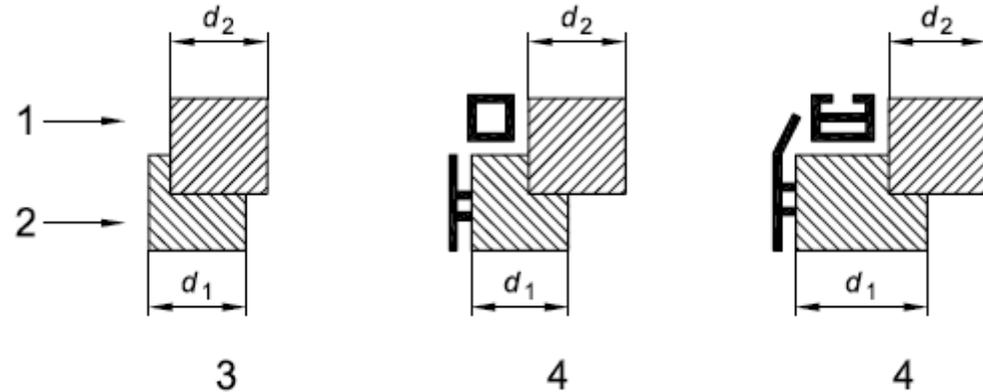
# TERMOTECNICA E IMPIANTI – A.A. 2011-2012

prospetto C.3 **Trasmittanza termica di finestre con percentuale dell'area di telaio pari al 20% dell'area dell'intera finestra**

Tipo di vetrata	$U_{gl}$ [W/(m <sup>2</sup> K)]	$U_f$ [W/(m <sup>2</sup> K)]													
		0,8	1,0	1,2	1,4	1,6	1,8	2,0	2,2	2,6	3,0	3,4	3,8	7,0	
Singola	5,7	4,7	4,8	4,8	4,8	4,9	4,9	5,0	5,0	5,1	5,2	5,2	5,3	6,0	
Doppia o tripla	3,3	3,0	3,0	3,0	3,1	3,1	3,2	3,2	3,3	3,4	3,5	3,5	3,6	4,1	
	3,2	2,9	2,9	3,0	3,0	3,0	3,1	3,1	3,2	3,3	3,4	3,5	3,5	4,0	
	3,1	2,8	2,8	2,9	2,9	3,0	3,0	3,0	3,1	3,2	3,3	3,4	3,5	3,9	
	3,0	2,7	2,8	2,8	2,8	2,9	2,9	3,0	3,1	3,1	3,2	3,3	3,4	3,9	
	2,9	2,6	2,7	2,7	2,8	2,8	2,8	2,9	3,0	3,1	3,1	3,2	3,3	3,8	
	2,8	2,6	2,6	2,6	2,7	2,7	2,8	2,8	2,9	3,0	3,1	3,1	3,1	3,7	
	2,7	2,5	2,5	2,6	2,6	2,6	2,7	2,7	2,8	2,9	3,0	3,1	3,1	3,6	
	2,6	2,4	2,4	2,5	2,5	2,6	2,6	2,6	2,7	2,8	2,9	3,0	3,1	3,5	
	2,5	2,3	2,4	2,4	2,4	2,5	2,5	2,6	2,7	2,7	2,8	2,9	3,0	3,5	
	2,4	2,2	2,3	2,3	2,4	2,4	2,4	2,5	2,6	2,6	2,7	2,8	2,9	3,4	
	2,3	2,2	2,2	2,2	2,3	2,3	2,4	2,4	2,5	2,6	2,7	2,7	2,8	3,3	
	2,2	2,1	2,1	2,2	2,2	2,2	2,3	2,3	2,4	2,5	2,6	2,7	2,7	3,2	
	2,1	2,0	2,0	2,1	2,1	2,2	2,2	2,2	2,3	2,4	2,5	2,6	2,7	3,1	
	2,0	2,0	2,0	2,1	2,1	2,1	2,2	2,2	2,3	2,4	2,5	2,6	2,7	3,1	
	1,9	1,9	1,9	2,0	2,0	2,1	2,1	2,1	2,3	2,3	2,4	2,5	2,6	3,1	
	1,8	1,8	1,9	1,9	1,9	2,0	2,0	2,1	2,2	2,3	2,3	2,4	2,5	3,0	
	1,7	1,7	1,8	1,8	1,9	1,9	1,9	2,0	2,1	2,2	2,3	2,3	2,4	2,9	
	1,6	1,7	1,7	1,7	1,8	1,8	1,9	1,9	2,0	2,1	2,2	2,3	2,3	2,8	
	1,5	1,6	1,6	1,7	1,7	1,7	1,8	1,8	1,9	2,0	2,1	2,2	2,3	2,7	
	1,4	1,5	1,5	1,6	1,6	1,7	1,7	1,7	1,9	1,9	2,0	2,1	2,2	2,7	
1,3	1,4	1,5	1,5	1,5	1,6	1,6	1,7	1,8	1,9	1,9	2,0	2,1	2,6		
1,2	1,3	1,4	1,4	1,5	1,5	1,5	1,6	1,7	1,8	1,9	1,9	2,0	2,5		
1,1	1,3	1,3	1,3	1,4	1,4	1,5	1,5	1,6	1,7	1,8	1,9	1,9	2,4		
1,0	1,2	1,2	1,3	1,3	1,3	1,4	1,4	1,5	1,6	1,7	1,8	1,9	2,3		

TRASMITTANZA DI UN TELAIO IN LEGNO (UNI EN ISO 10077-1)

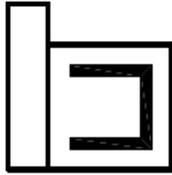
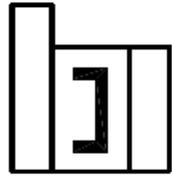
- X Spessore del telaio  $d_f$  in mm
- Y  $U_f$  in  $(W/m^2 \cdot K)$
- A Legno duro (densità  $700 \text{ kg/m}^3$ )  
 $\lambda = 0,18 \text{ W/(m} \cdot \text{K)}$
- B Legno tenero (densità  $500 \text{ kg/m}^3$ )  
 $\lambda = 0,13 \text{ W/(m} \cdot \text{K)}$



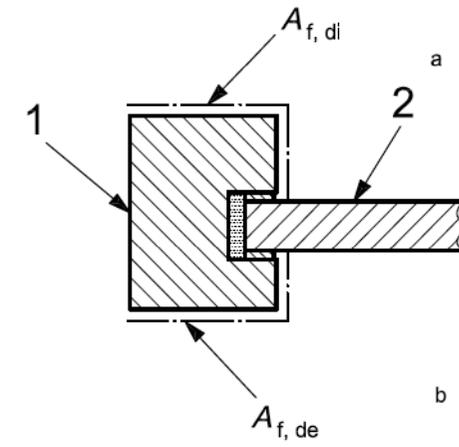
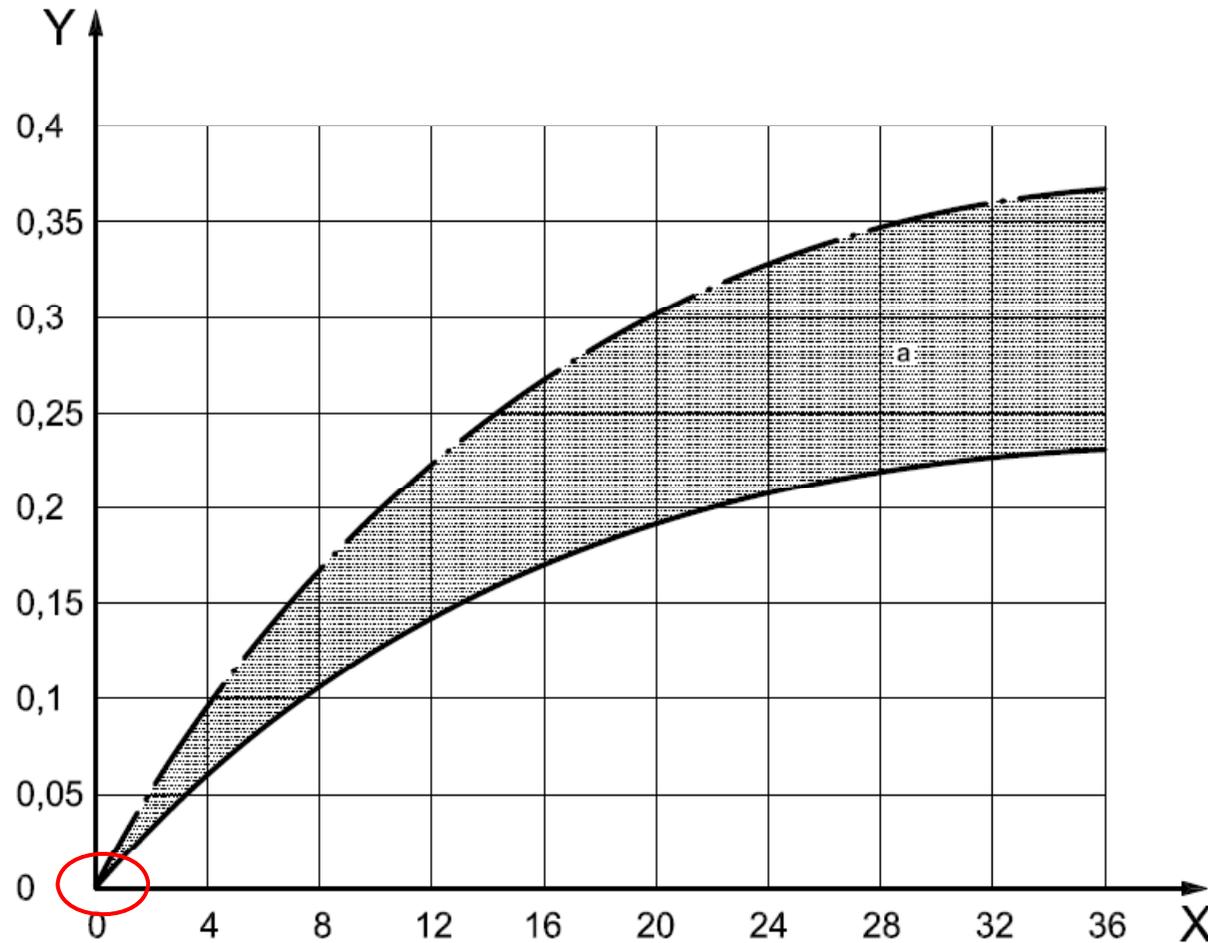
$$d_f = \frac{d_1 + d_2}{2}$$

TRASMITTANZA DI UN TELAIO IN PVC (UNI EN ISO 10077-1)

Table D.1 — Thermal transmittances for plastic frames with metal reinforcements

Frame material	Frame type	$U_f$ W/(m <sup>2</sup> ·K)
Polyurethane	with metal core thickness of PUR $\geq$ 5 mm	2,8
PVC-hollow profiles <sup>a</sup>	two hollow chambers external  internal	2,2
	three hollow chambers external  internal	2,0
<sup>a</sup> With a distance between wall surfaces of each hollow chamber of at least 5 mm (refer to Figure D.1).		

TRASMITTANZA DI UN TELAIO METALLICO (UNI EN ISO 10077-1)



$X$  = minima distanza tra due semi-telai  
 $Y = R_f$  espressa in  $m^2K/W$ , nulla senza taglio termico

$$U_f = \frac{1}{R_{si} \cdot A_{f,i} / A_{f,di} + R_f + R_{se} \cdot A_{f,e} / A_{f,de}}$$

**TRASMITTANZA DEI DISTANZIATORI (UNI EN ISO 10077-1)**

Frame type	Linear thermal transmittance for different types of glazing $\Psi_g$	
	Double or triple glazing uncoated glass air- or gas-filled	Double <sup>a</sup> or triple <sup>b</sup> glazing low-emissivity glass air- or gas-filled
Wood or PVC	0,06	0,08
Metal with a thermal break	0,08	0,11
Metal without a thermal break	0,02	0,05
<sup>a</sup> One pane coated for double glazed. <sup>b</sup> Two panes coated for triple glazed.		

Frame type	Linear thermal transmittance for different types of glazing <u>with improved thermal performance</u> $\Psi_g$	
	Double or triple glazing uncoated glass air- or gas-filled	Double <sup>a</sup> or triple <sup>b</sup> glazing low emissivity glass air- or gas-filled
Wood or PVC	0,05	0,06
Metal with a thermal break	0,06	0,08
Metal without a thermal break	0,01	0,04
<sup>a</sup> One pane coated for double glazed. <sup>b</sup> Two panes coated for triple glazed.		

$$\lambda \cdot d \leq 0.007 \text{ W/K (conduttività x spessore distanziatore)}$$

## CHIUSURE OSCURANTI (UNI/TS 11300-1)

L'effetto dell'isolamento notturno, quale quello dovuto alla presenza di una chiusura oscurante, deve essere tenuto in conto mediante la frazione adimensionale della differenza cumulata di temperatura, derivante dal modello orario di utilizzo:

$$U_{w,corr} = U_{w+shut} \cdot f_{shut} + U_w \cdot (1 - f_{shut})$$

ove

$U_{w,corr}$  trasmittanza termica ridotta della finestra e della chiusura oscurante

$U_w$  trasmittanza termica della finestra senza chiusura oscurante

$U_{w+shut}$  trasmittanza termica della finestra e della chiusura oscurante combinate:

$$U_{w+shut} = \frac{1}{1/U_w + \Delta R}$$

$\Delta R$  resistenza termica addizionale della chiusura oscurante

$f_{shut}$  frazione adimensionale della differenza cumulata di temperatura, derivante dal profilo orario di utilizzo della chiusura e dal profilo orario della differenza tra temperatura interna e esterna

Nella valutazione di progetto o nella valutazione standard si considera un periodo giornaliero di chiusura di 12 h. In mancanza di dati precisi sui profili giornalieri della temperatura si assume  $f_{shut} = 0.6$ .

## CHIUSURE OSCURANTI (UNI/TS 11300-1)

In assenza di dati di progetto attendibili o comunque di informazioni più precise, i valori di resistenza termica addizionale,  $\Delta R$ , della chiusura oscurante possono essere ricavati, in funzione della sua classe di permeabilità all'aria, dal prospetto C.4 in Appendice C alla UNI/TS 11300-1.

prospetto C.4 Resistenza termica addizionale per finestre con chiusure oscuranti

Tipo di chiusura	Resistenza termica caratteristica della chiusura $R_{shut}$ $m^2K/W$	Resistenze termiche addizionali per una specifica permeabilità all'aria delle chiusure <sup>a)</sup>		
		Alta permeabilità all'aria	Media permeabilità all'aria	Bassa permeabilità all'aria
Chiusure avvolgibili in alluminio	0,01	0,09	0,12	0,15
Chiusure avvolgibili in legno e plastica senza riempimento in schiuma	0,10	0,12	0,16	0,22
Chiusure avvolgibili in plastica con riempimento in schiuma	0,15	0,13	0,19	0,26
Chiusure in legno da 25 mm a 30 mm di spessore	0,20	0,14	0,22	0,30

a) Per la definizione di permeabilità si fa riferimento alla UNI EN ISO 10077-1.

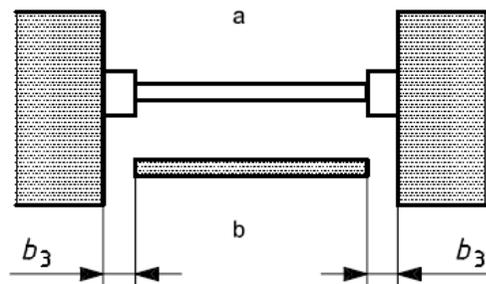
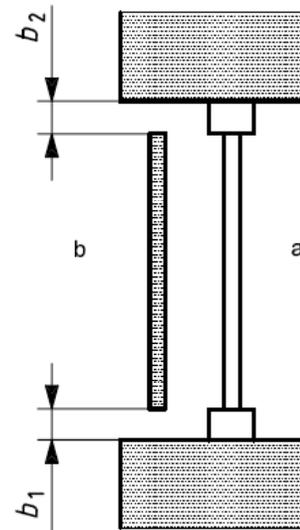
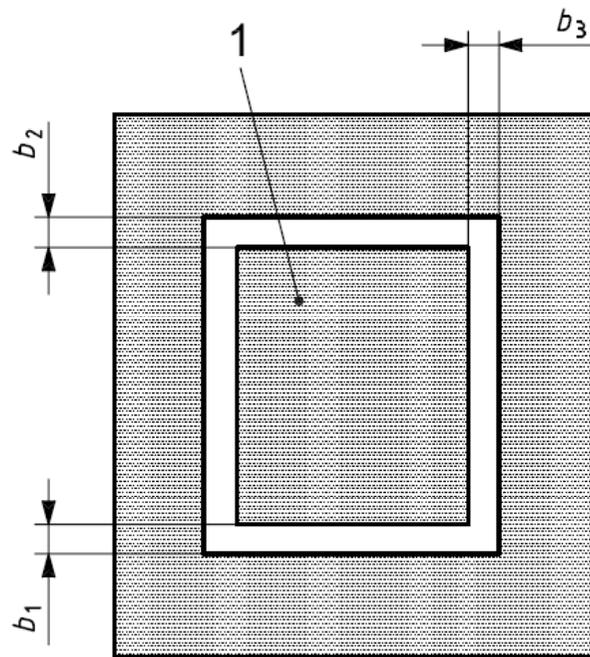
## CHIUSURE OSCURANTI (UNI EN ISO 10077-1)

Table G.2 — Additional thermal resistance for windows with closed shutters

Shutter type	Typical thermal resistance of shutter $R_{sh}$ $m^2 \cdot K/W$	Additional thermal resistances at specific air permeability of the shutters <sup>a</sup>		
		High or very high air permeability	Average air permeability	Tight or low air permeability
Roller shutters of aluminium	0,01	0,09	0,12	0,15
Roller shutters of wood and plastic without foam filling	0,10	0,12	0,16	0,22
Roller shutters of plastic with foam filling	0,15	0,13	0,19	0,26
Shutters of wood, 25 mm to 30 mm thickness	0,20	0,14	0,22	0,30

<sup>a</sup> The definition of the air permeability of shutters is given in Annex H.

CHIUSURE OSCURANTI (UNI EN ISO 10077-1)



$$b_{sh} = b_1 + b_2 + b_3$$

## CHIUSURE OSCURANTI (UNI EN ISO 10077-1)

Table H.1 — Relationship between permeability and effective total edge gap between shutter and its surround

Class	Air permeability of shutter	$b_{sh}$ mm
1	Very high	$b_{sh} \geq 35$
2	High	$15 \leq b_{sh} < 35$
3	Average	$8 \leq b_{sh} < 15$
4	Low	$b_{sh} \leq 8$
5	Tight	$b_{sh} \leq 3$ and $b_1 + b_3 = 0$ or $b_2 + b_3 = 0$

NOTE 1 For permeability classes 2 and above, there should be no openings within the shutter itself.

NOTE 2 For shutters of permeability class 5 the following criteria apply:

a) roller shutters:  
The edge gaps at the sides and the bottom are considered equal to 0 if strip gaskets are supplied in the guide rails and the final lath, respectively. The gap at the top is considered equal to 0 if the entrance to the roller shutter box is fitted with lips or brush-type joints on both sides of the shutter, or if the end of the shutter is pressed by a device (spring) against a sealing material at the inner surface of the outer side of the roller shutter box.

b) other shutters:  
Effective presence of strip gaskets on three sides and the gap at the fourth side less than 3 mm.

CASSONETTI (UNI/TS 11300-1)

prospetto A.2

Trasmittanza termica dei cassonetti [W/(m<sup>2</sup>K)]

Tipologia di cassonetto	Trasmittanza termica
Cassonetto non isolato	6
Cassonetto isolato <sup>a)</sup>	1
a) Si considerano isolate quelle strutture che hanno un isolamento termico non minore di 2 cm.	

CASSONETTI (UNI/TS 11300-1)

