

CORSO TIROCINANTI - 2015



GEOMETRI : FRUGOLI WALTER, MARTINI TIZIANO, PALADINI ANDREA, PAOLI LAMBERTO, PARDINI NICOLA

CONCETTI DI TERMICA NEGLI EDIFICI



QUADRO NORMATIVO

- L.373/1976 – Introduce il primo concetto di prestazione energetica, in particolare riferimento alla coibentazione degli impianti di produzione di energia.
- L. 10/91 – Introduce tra l'altro il concetto 'apporti = dispersioni' .
- D.L.G.S 192/05 – Introduce tra l'altro il concetto 'prestazione energetica in edilizia', nasce l'AQE (Attestato di Qualificazione Energetica), impone l'obbligo di utilizzare forme di calcolo replicabili.
- D.L.G.S 311/06 – Introduce i 'parametri prestazionali', ed i limiti puntuali di trasmittanza.
- D.P.R. 75/13 – Introduzione della figura del certificatore energetico abilitato e dell'ACE (Attestato di Certificazione Energetica).
- D.L. 63/13 – Passaggio dall'A.C.E. All' A.P.E. (Attestato di Prestazione Energetica), obbligo di inserimento degli interventi migliorativi, si ratifica la pubblicità dell'A.C.E. e la conseguente impugnabilità di atti di trasferimento per errati o non corrispondenti valori all'interno dell' A.P.E..
- L.R.T. 1171/13 – Disciplina la formazione dei tecnici abilitati.

Oltre alle linee Guida Nazionali si fa riferimento espresso alle norme UNI-TS 11300



LE ZONE CLIMATICHE

Il D.P.R. 412/1993 (regolamento di riferimento per la progettazione, l'installazione, l'esercizio e la manutenzione degli impianti termici negli edifici al fine del contenimento dei consumi di energia in attuazione all'art. 4, comma 4, della L. 10/91) ha disciplinato la suddivisione del territorio nazionale in zone climatiche, individuando nello specifico 6 zone distinte ed identificate con le lettere dell'alfabeto **A, B, C, D, E, F**; ciascuna zona è definita in funzione del valore del **GRADO GIORNO (GG)**

Legenda: GG = gradi giorno



- **Zona A**
GG ≤ 600 (Lampedusa, Porto Empedocle)
- **Zona B**
601 ≤ GG ≤ 900 (Agrigento, Reggio Calabria, Messina, Trapani)
- **Zona C**
901 ≤ GG ≤ 1400 (Napoli, Imperia, Taranto, Cagliari)
- **Zona D**
1401 ≤ GG ≤ 2100 (Firenze, Foggia, Roma, Ancona, Oristano)
- **Zona E**
2101 ≤ GG ≤ 3000 (Aosta, Torino, Milano, Bologna, L'Aquila)
- **Zona F**
GG ≥ 3001 (Belluno, Cuneo)

I GRADI GIORNO

Per esprimere il fabbisogno termico di un edificio per la climatizzazione invernale in una specifica località si deve fare riferimento ai **Gradi Giorno (GG)**.

La computazione del valore dei Gradi Giorno di una località è data dalla:

SOMMATORIA DELLE DIFFERENZE DI TEMPERATURE TRA LA TEMPERATURA INTERNA DI PROGETTO (20 °) E LA TEMPERATURA MEDIA GIORNALIERA ESTERNA.

Tale media si riferisce al solo periodo di accensione annuale convenzionale del riscaldamento nel periodo invernale

TABELLA DELLE ZONE CLIMATICHE

Zona Climatica	Periodo di accensione	Orario Consentito
A	1° dicembre - 15 marzo	6 ore giornaliere
B	1° dicembre - 31 marzo	8 ore giornaliere
C	15 novembre - 31 marzo	10 ore giornaliere
D	1° novembre - 15 aprile	12 ore giornaliere
E	15 ottobre - 15 aprile	14 ore giornaliere
F	nessuna limitazione	nessuna limitazione

VALORI MEDI MENSILI DELLA TEMPERATURA ESTERNA

(seguito del prospetto VI)

N°	Sigla Provincia	Località	Altitudine m	GEN. °C	FEB. °C	MAR. °C	APR. °C	MAG. °C	GIU. °C	LUG. °C	AGO. °C	SET. °C	OTT. °C	NOV. °C	DIC. °C
38	IM	Imperia	10	8,6	9,4	11,6	14,7	17,9	21,7	24,5	24,1	21,8	17,4	12,7	9,5
39	IS	Isernia	423	5,5	5,7	8,6	11,2	15,5	20,1	23,1	22,8	19,7	14,7	10,3	6,9
40	KR	Crotone	8	9,5	9,8	11,5	14,7	18,4	22,9	26,2	26,0	23,5	19,3	15,1	11,2
41	LC	Lecco	214	3,9	5,7	9,6	13,3	16,0	20,1	22,6	22,1	19,2	14,3	9,2	5,3
42	LD	Lodi	87	0,9	3,3	8,6	13,5	17,8	22,5	24,5	23,4	19,6	13,4	7,3	2,5
43	LE	Lecce	49	9,0	9,3	11,4	14,7	18,9	23,4	26,1	25,9	23,0	18,5	14,3	10,7
44	LI	Livorno	3	7,5	8,2	11,1	13,9	17,3	21,8	24,4	24,1	21,5	17,1	12,7	9,0
45	LT	Latina	21	8,3	9,0	10,9	13,5	16,9	20,9	23,7	23,8	21,5	17,3	12,9	9,5
46	LU	Lucca	19	6,1	7,2	10,1	13,3	17,1	21,2	23,8	23,8	20,9	15,6	10,9	7,3
47	MC	Macerata	315	3,8	5,3	8,3	12,4	16,3	20,7	23,5	23,2	19,9	14,4	9,5	5,7
48	ME	Messina	3	11,7	12,0	13,2	15,7	19,2	23,5	26,4	26,5	24,2	20,3	16,6	13,3
49	MI	Milano	122	1,7	4,2	9,2	14,0	17,9	22,5	25,1	24,1	20,4	14,0	7,9	3,1
50	MN	Mantova	19	1,0	3,3	8,4	13,3	17,4	22,0	24,3	23,8	20,0	14,0	8,0	2,9
51	MO	Modena	34	1,4	3,5	8,6	13,3	17,2	21,8	24,3	23,8	20,1	14,0	8,1	3,1
52	MS	Massa-Carrara	65	6,8	7,4	10,3	13,2	16,9	21,2	23,7	23,3	20,6	15,9	11,3	7,9
53	MT	Matera	200	7,7	8,4	10,5	14,2	18,5	23,6	26,7	26,2	22,9	18,0	13,3	9,3
54	NA	Napoli	17	10,5	10,6	13,2	16,0	19,5	24,1	26,7	26,5	23,8	19,6	15,5	12,1
55	NO	Novara	159	0,9	3,3	8,4	13,1	17,4	21,8	24,3	23,3	19,2	12,9	7,1	2,4
56	NU	Nuoro	546	6,2	6,7	9,5	12,4	15,7	21,1	24,3	24,1	20,9	15,7	11,2	7,6
57	OR	Oristano	9	9,6	10,2	12,3	14,5	17,4	21,4	23,5	24,1	22,6	18,7	14,4	10,8
58	PA	Palermo	14	11,1	11,6	13,1	15,5	18,8	22,7	25,5	25,4	23,6	19,6	16,0	12,6
59	PC	Piacenza	61	0,1	2,4	7,7	12,2	16,3	20,7	23,2	22,3	18,9	12,8	6,9	2,0
50	PD	Padova	12	1,9	4,0	8,4	13,0	17,1	21,3	23,6	23,1	19,7	13,8	8,2	3,6
61	PE	Pescara	4	7,2	8,4	10,9	14,2	18,5	22,7	25,4	25,0	22,0	17,4	12,5	8,7
62	PG	Perugia	493	4,0	5,0	8,1	11,5	15,4	20,1	23,1	22,7	19,6	14,1	9,4	5,5
63	PI	Pisa	4	6,7	7,7	10,6	13,6	17,2	21,1	23,5	23,5	20,9	16,3	11,7	7,8
64	PN	Pordenone	24	2,3	4,4	8,1	12,1	15,7	18,4	21,5	21,2	18,3	12,9	7,4	3,8
65	PO	Prato	61	5,8	6,9	10,4	14,3	18,0	22,3	25,0	24,7	21,6	16,1	10,9	6,8
66	PR	Parma	57	0,9	3,5	8,9	13,7	17,6	22,2	24,7	24,0	20,2	14,1	8,0	2,8
67	PS	Pesaro e Urbino	11	3,6	4,7	8,4	12,3	16,2	20,6	23,2	22,7	19,7	14,7	9,9	5,4
68	PT	Pistoia	67	5,3	6,5	9,9	13,4	17,2	21,3	24,1	23,6	20,9			
69	PV	Pavia	77	0,5	3,2	8,4	12,9	17,1	21,3	23,5	22,7	19,3			
70	PZ	Potenza	819	3,6	4,3	6,8	10,6	14,7	19,1	21,9	21,9	18,9			
71	RA	Ravenna	4	1,9	3,4	8,1	12,4	16,4	20,9	23,4	22,9	19,7			
72	RC	Reggio di Calabria	15	11,1	11,5	12,8	15,3	18,7	23,0	25,7	26,1	23,8			
73	RE	Reggio nell'Emilia	58	1,1	3,2	8,2	12,7	16,9	21,2	23,8	22,9	19,6			
74	RG	Ragusa	502	8,6	9,2	11,2	14,1	18,5	23,6	26,6	26,4	23,2			

Norme UNI 10349



IL RAPPORTO DI FORMA DELL'EDIFICIO S/V

I valori di fabbisogno energetico per appartenere alle singole classi energetiche (che variano dalla A alla G) **sono differenti in base al rapporto S/V dell'immobile e alla zona climatica.**

Tale rapporto (detto di forma) incide sull'indice di prestazione energetica per la climatizzazione invernale.

E' proprio la geometria dell'edificio a condizionare la valutazione energetica dato che:
IL FATTORE DI FORMA è espresso come RAPPORTO TRA LA SUPERFICIE DISPERDENTE DELL'INVOLUCRO EDILIZIO (S) ED IL VOLUME RISCALDATO (V)

Data l'importanza di questo rapporto ne consegue che per le loro caratteristiche costruttive e geometriche degli edifici **NON RESIDENZIALI** che condizionano sensibilmente tale rapporto sposta l'indice di prestazione dall'unità di misura metro quadro a metro cubo

RESIDENZIALE

KWh/m²anno

NON RESIDENZIALE

KWh/m³anno





CARATTERISTICHE TERMICHE DELLE STRUTTURE IN EDILIZIA

Bilancio energetico dell'edificio

Il bilancio energetico viene definito secondo la semplice regola:

$$\text{APPORTI} = \text{DISPERSIONI}$$

APPORTI

fabbisogno energetico dell'edificio per il riscaldamento.

DISPERSIONI

- dispersioni termiche per trasmissione;
- dispersioni termiche per ventilazione dall'ambiente;
- apporti di calore gratuiti interni, ovvero l'emissione di calore da parte delle sorgenti interne di calore;
- apporti gratuiti legati alla radiazione solare;
- perdite dovute al sistema di riscaldamento per quanto riguarda generazione, distribuzione, emissione e controllo;
- Ponti termici.



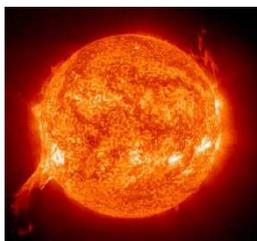
APPORTI



GENERATORE DI CALORE



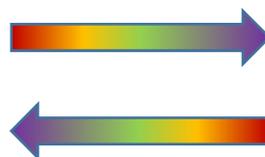
APPORTI GRATUITI



IRRADIAZIONE
SOLARE



SORGENTI DI
CALORE



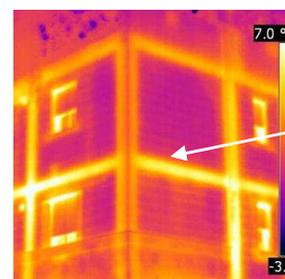
DISPERSIONI



TRASMISSIONE
componenti opachi
componenti trasparenti



VENTILAZIONE
Naturale
meccanizzata



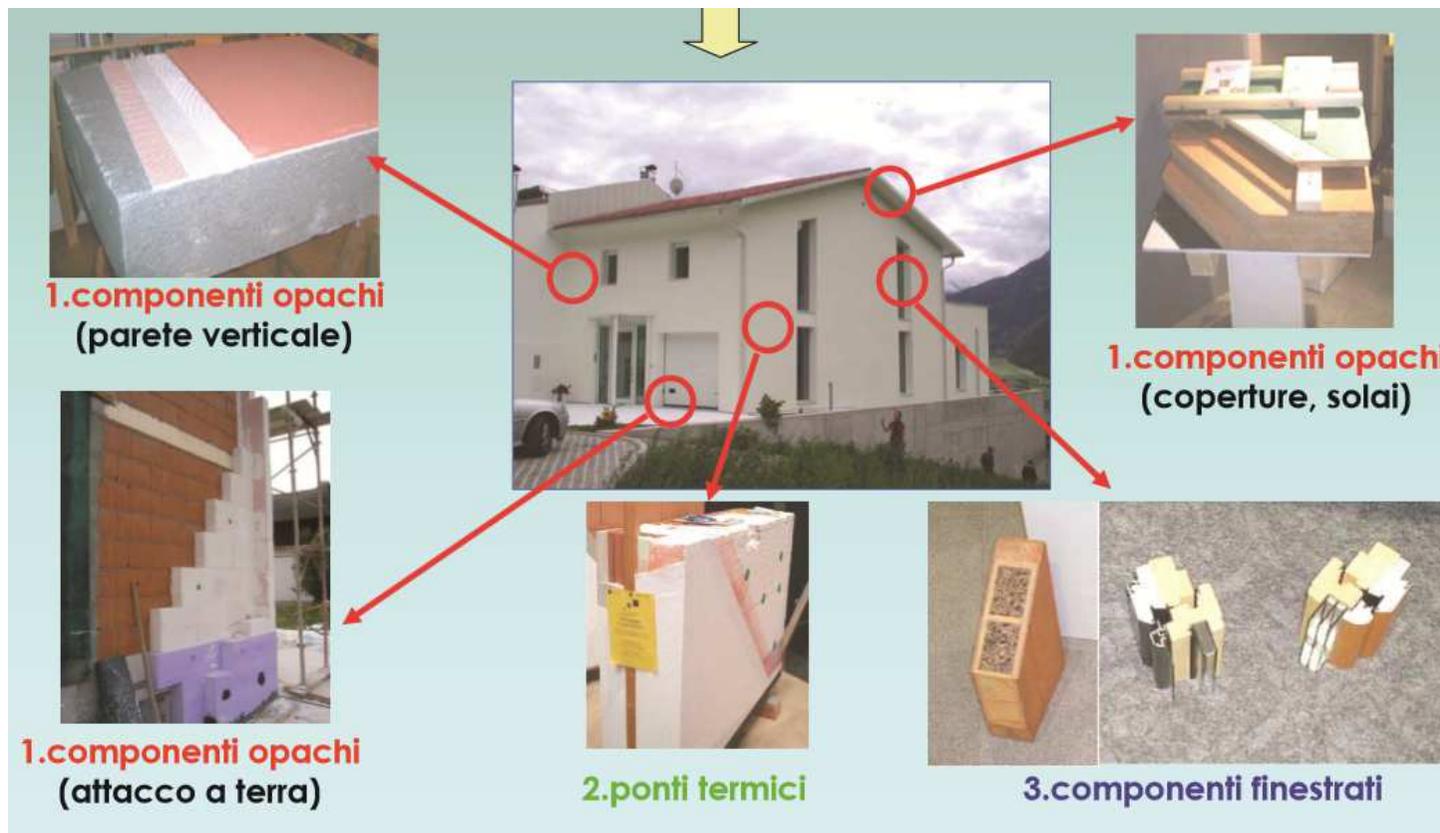
PONTI TERMICI
Cambi di geometria
Cambi di materiale
Non omogeneità materiali



PERDITE
di generazione
Di distribuzione

L'INVOLUCRO DELL'EDIFICIO

L'involucro edilizio costituisce la superficie di controllo che delimita il sistema termodinamico "edificio", ed ha la funzione di controllare i flussi di energia e massa al fine di garantire le condizioni di comfort negli ambienti confinati, di contenere i consumi energetici e gli impatti dell'ambiente esterno



LE PRESTAZIONI DELL'INVOLUCRO

COMPONENTI OPACHI

Coefficiente di conduzione λ (W/mK)

Conduttanza C (W/m²K)

Densità ρ (kg/m³)

Calore specifico c_p (J/kg K)

Permeabilità al vapor d'acqua G (kg/m s Pa)

Trasmittanza termica U (W/m²K)

PONTI TERMICI

Coefficiente lineare di ponte termico ψ (W/mK)

COMPONENTI TRASPARENTI

Trasmittanza termica U_w (W/m²K), Fattore solare g



COEFFICIENTE DI CONDUZIONE O CONDUTTIVITA' TERMICA λ

(UNI 10351 E UNI 12524)

Rappresenta l'energia che per conduzione attraversa nell'unità di tempo lo spessore unitario del materiale per una differenza unitaria di t . Definisce univocamente l'attitudine di un materiale, omogeneo e isotropo, a trasmettere il calore quando lo scambio avviene solo per conduzione. Funzione dello stato fisico del materiale, della temperatura, della densità, della posa in opera.

λ è per materiali omogenei o assimilabili (W/mK)

$R = s/\lambda$ resistenza termica (m²K/W) – almeno tre decimali

IN BASE A TALE COEFFICIENTE I MATERIALI SI SUDDIVIDONO:

$\lambda < 0,065$ W/mk isolanti

$0,09$ W/mK < $\lambda < 0,065$ W/mK deb. isolanti

$\lambda > 0,09$ W/mK non isolanti

isotropia Proprietà di un corpo di presentare gli stessi valori di una grandezza fisica in tutte le direzioni.



ALCUNI ESEMPI DI MATERIALE CONDUTTIVITA' TERMICA λ



Sughero
0,040-0,045 W/mK



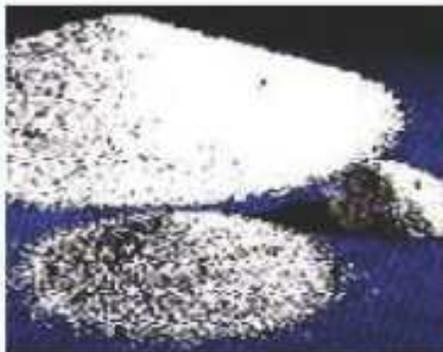
Fibre di legno
0,050-0,060 W/mK



Cotone
0,040-0,045 W/mK



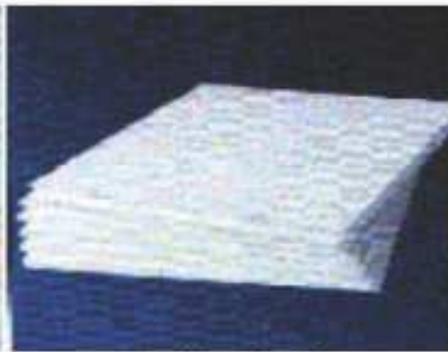
Cocco
0,040-0,045 W/mK



Perlite
0,040-0,060 W/mK



Fibre di vetro
0,035-0,050 W/mK



Polistirolo
0,035-0,040 W/mK



Poliuretano
0,025-0,035 W/mK

COEFFICIENTE DI CONDUTTANZA C

(UNI 10355 -UNI 7357 –UNI 6946)

Questo coefficiente indica il flusso di calore che in regime stazionario attraversa 1 m² di superficie di un materiale non omogeneo per una differenza unitaria di t.

C è per materiali non omogenei o lame d'aria non ventilate (W/m²K)

La resistenza è definita dalla seguente formula $R = 1/C$ (m²K/W)

Resistenza termica (in m² · K/W) di intercapedini d'aria non ventilate: superfici ad alta emissività

Spessore intercapedine d'aria mm	Senso del flusso termico		
	Ascendente	Orizzontale	Discendente
0	0,00	0,00	0,00
5	0,11	0,11	0,11
7	0,13	0,13	0,13
10	0,15	0,15	0,15
15	0,16	0,17	0,17
25	0,16	0,18	0,19
50	0,16	0,18	0,21
100	0,16	0,18	0,22
300	0,16	0,18	0,23

Nota - I valori intermedi possono essere ottenuti per interpolazione lineare.

DENSITA' O MASSA VOLUMICA ρ

(Kg/m³)

(UNI 10351 E UNI 12524)

Massa volumica del materiale secco. Usato come indice dell'inerzia termica di un componente edilizio opaco.

Calore specifico o capacità termica specifica C_p

(J/kg K)

(UNI 10351 E UNI 12524)

Quantità di calore da fornire, a pressione costante, all'unità di massa del materiale per ottenere un aumento unitario di temperatura. Rappresenta un indice della capacità di un materiale di trattenere, accumulare il calore. Usato come un indice dell'inerzia termica di un componente edilizio opaco.



ALCUNI ESEMPI MASSA VOLUMICA ρ E CALORE SPECIFICO C_p

Materiale	ρ (kg/m ³)	c_p (J/kg K)
Calcestruzzo	1800÷2400	1000
Legno	500÷700	1600
Ceramica	2300	840
Laterizio	800÷1800	840
Polistirene espanso	10÷50	1450
Lana minerale	10÷200	1030
Sughero espanso	90÷140	1560

Permeabilità al vapore acqueo δ (Kg/m s pa)

(UNI 10351 E UNI 12524)

attitudine a trasmettere per diffusione il vapor d'acqua contenuto nell'aria

Resistenza al flusso di Vapore R_v ($m^2 s pa / Kg$)

(UNI 10351 E UNI 12524)

si ottiene come rapporto tra lo spessore dello strato e la permeabilità del materiale $R_v = s/\delta$

Coefficiente o Fattore di resistenza al passaggio del vapore μ ($m^2 s pa / Kg$)

(UNI 10351 E UNI 12524)

Resistenza al passaggio del vapore riferita ad un uguale spessore d'aria

$$\mu = \delta_{\text{aria in quiete}} / \delta_{\text{materiale}}$$



ALCUNI ESEMPI DI MATERIALE PER LA LORO RESISTENZA AL PASSAGGIO DEL VAPORE μ

Materiale	UNI 10351		UNI EN 12524	
	$\delta_a \cdot 10^{12}$ (kg/msPa)	$\delta_u \cdot 10^{12}$ (kg/msPa)	μ campo asciutto	μ campo umido
Calcestruzzo $\rho=1800$	1,3÷2,6	1,8÷4	100	60
Legno $\rho=500$	4,5	4,5	50	20
Ceramica	-	-	∞	∞
Laterizio	18÷36	18÷36	-	-
Polistirene espanso $\rho=15$	3,6÷9	3,6÷9	60	60
Lana minerale	150	150	1	1
Sughero espanso	6,7÷10	6,7÷10	10	5

VERIFICA FORMAZIONE DI CONDENSA

(UNI EN ISO 13788)

La norma **UNI EN ISO 13788:2003** “Prestazione igrotermica dei componenti e degli elementi per edilizia – Temperatura superficiale interna per evitare l'umidità superficiale critica e condensazione interstiziale - Metodo di calcolo”

Definisce un metodo per determinare la temperatura superficiale interna minima dei componenti edilizi tale da evitare crescita di muffe, in corrispondenza a valori prefissati di temperatura e UR interna. Inoltre viene indicato il metodo per la valutazione del rischio di condensazione interstiziale dovuta alla diffusione del vapore acqueo e le relative condizioni al contorno da utilizzare nei calcoli. Per tutti i mesi dell'anno.

CONDENSA SUPERFICIALE

-**strutture poco isolate** (es. ponti termici) – **strutture mal isolate** (isolante mal posizionato) – **insufficienti ricambi d'aria** (scarsa o inefficiente ventilazione) - **eccessiva produzione di vapore ed alta UR negli ambienti**

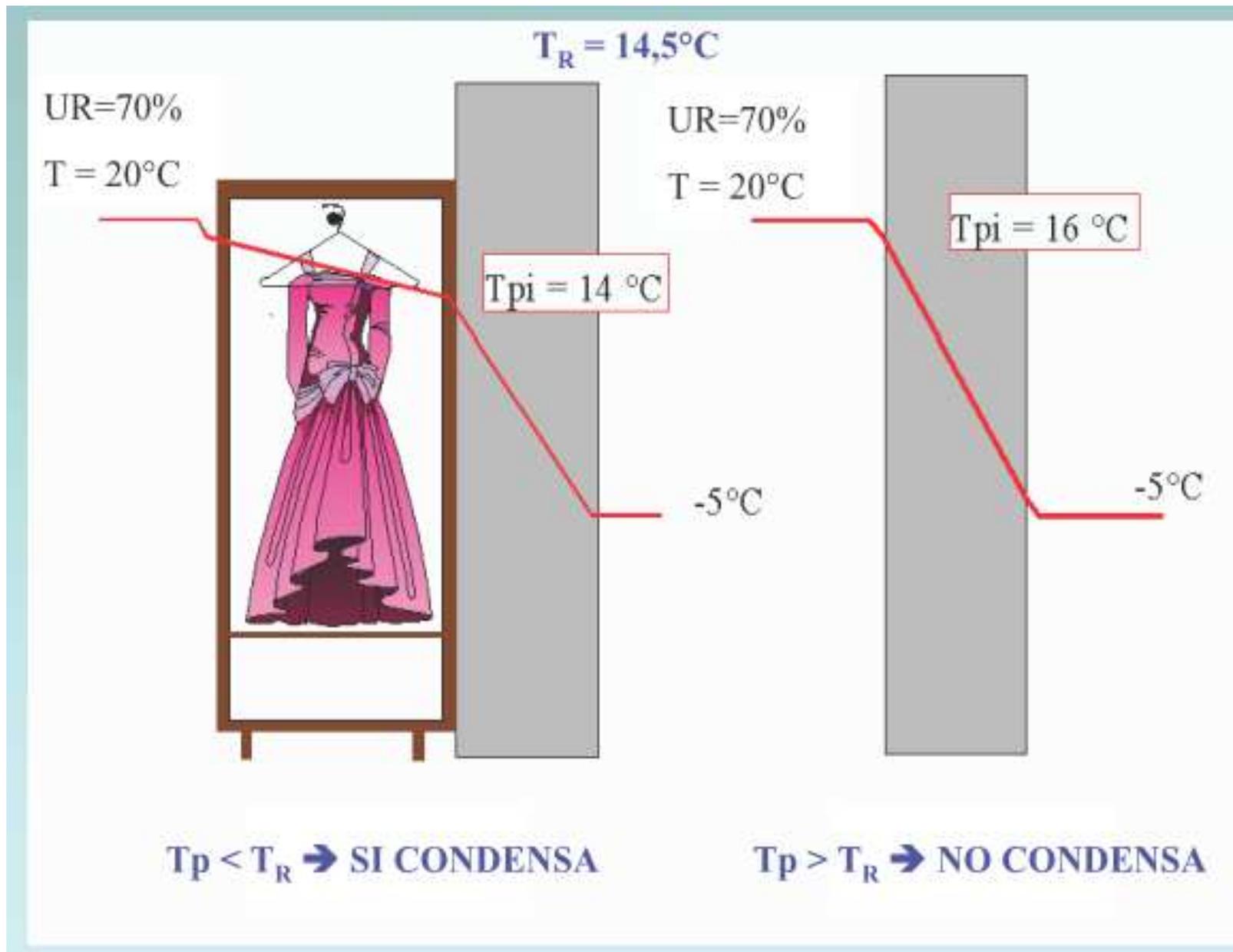
La condensazione del vapore acqueo si verifica quando la pressione parziale (P_v) raggiunge la pressione di saturazione (P_s è funzione della temperatura) o quando l'aria viene a contatto con una superficie la cui temperatura è inferiore o uguale a quella di rugiada ($t_p < t_R$)



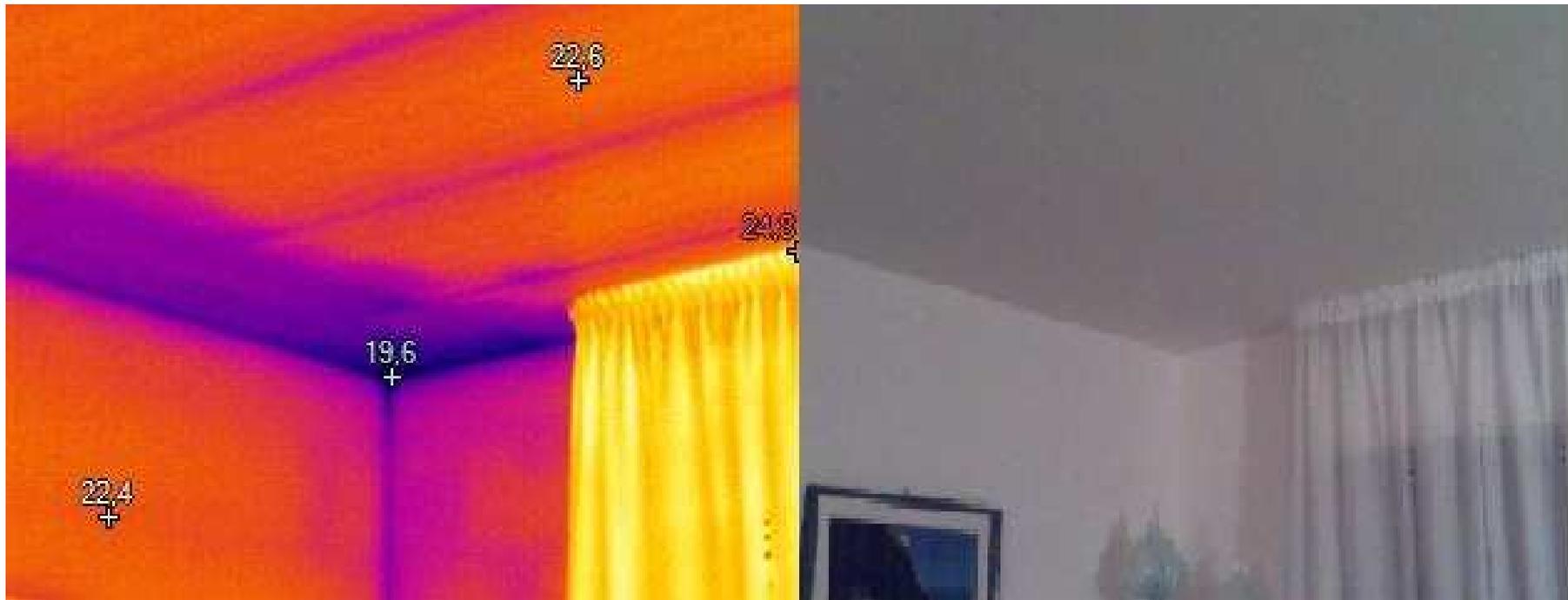
CONDENSA SUPERFICIALE



CONDENSA SUPERFICIALE



CONDENSA SUPERFICIALE



Confronto di uno scatto termografico con una foto jpg porzione di muratura più fredda in corrispondenza di un ponte termico.

CONDENSA INTERSTIZIALE

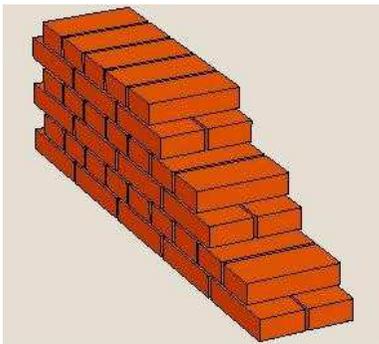
Migrazione di sali e formazione di efflorescenze



LA TRASMITTANZA TERMICA U (W/m²K)

La **TRASMITTANZA TERMICA U** è una grandezza fisica che misura la quantità di calore scambiato da un materiale o un corpo per unità di superficie e unità di differenza di temperatura e definisce la capacità di un elemento nello scambiare energia, ovvero l'inverso della capacità isolante di un corpo .

Si può definire quindi come l'inverso della resistenza termica.



$$U = 1/r$$

Muratura di mattoni pieni
dello spessore di cm 12
 $\lambda = 0,70$



$$U = \frac{1}{\frac{0,12}{0,70}} = 5,83 \text{ W/m}^2\text{K}$$

La trasmittanza aumenta al **diminuire** dello spessore ed all'**aumentare** della conducibilità termica. Strutture con bassissima trasmittanza termica si caratterizzano per fornire un elevato isolamento termico

LA STRATIGRAFIA DI UN COMPONENTE OPACO

La **STRATIGRAFIA DI UN COMPONENTE OPACO** è la somma degli elementi opachi che compongono la tessitura di una struttura muraria portante, non portante, orizzontale, verticale, inclinata.

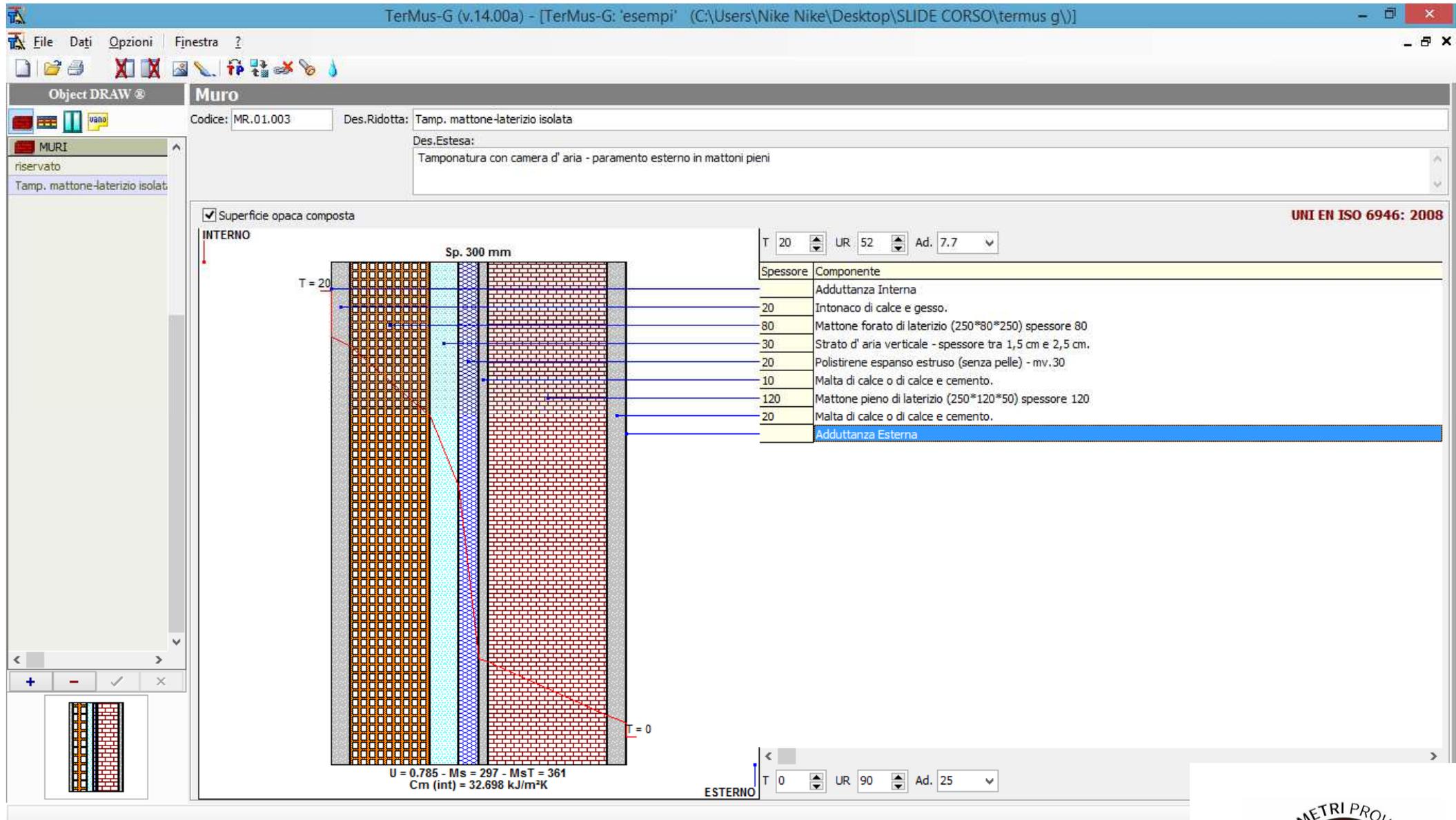
La **TRASMITTANZA TERMICA** di un componente opaco è data dalla sommatoria delle resistenze dei singoli elementi che la compongono

$$U = \frac{1}{\sum \frac{s}{\lambda}}$$

Per la correttezza di calcolo ai valori posti al denominatore (resistenze) si devono aggiungere i coefficienti di adduttanza interna (α_i) ed esterna (α_e)



ESEMPIO DI STRATIGRAFIA



Foglio di calcolo estratto da Termus G software free di ACCA



I PONTI TERMICI (W/mK)

(UNI EN ISO 14683)

La **UNI EN ISO 14683** definisce il **PONTE TERMICO**, come parte dell'involucro edilizio dove la resistenza termica, altrove uniforme, cambia in modo significativo per effetto di: - compenetrazione di materiali con conduttività termica diversa nell'involucro edilizio (tamponamento in mattoni con struttura in c.a.; attacco serramenti; giunti tra parete e pavimento o parete e soffitto); - discontinuità geometrica nella forma della struttura (es. angoli).

I principali effetti negativi dei ponti termici sono:

- perdite di calore: fino al 20% del calore totale disperso da un ambiente
- condensazione superficiale: $t_s < t_r$
- formazione delle muffe: un ponte termico, a causa della contemporanea presenza di alta UR e bassa temperatura, crea le condizioni ideali per la formazione di muffe
- danni alla superficie: le variazioni cicliche della t_s causano una polverizzazione dei materiali della struttura
- diminuzione del comfort abitativo: quando la t_s interna di una parte dell'involucro (parete, pavimento...) è inferiore di almeno tre gradi rispetto alla temperatura dell'ambiente si avverte una sensazione di disagio in prossimità di tale superficie.



ESEMPIO DI PONTE TERMICO

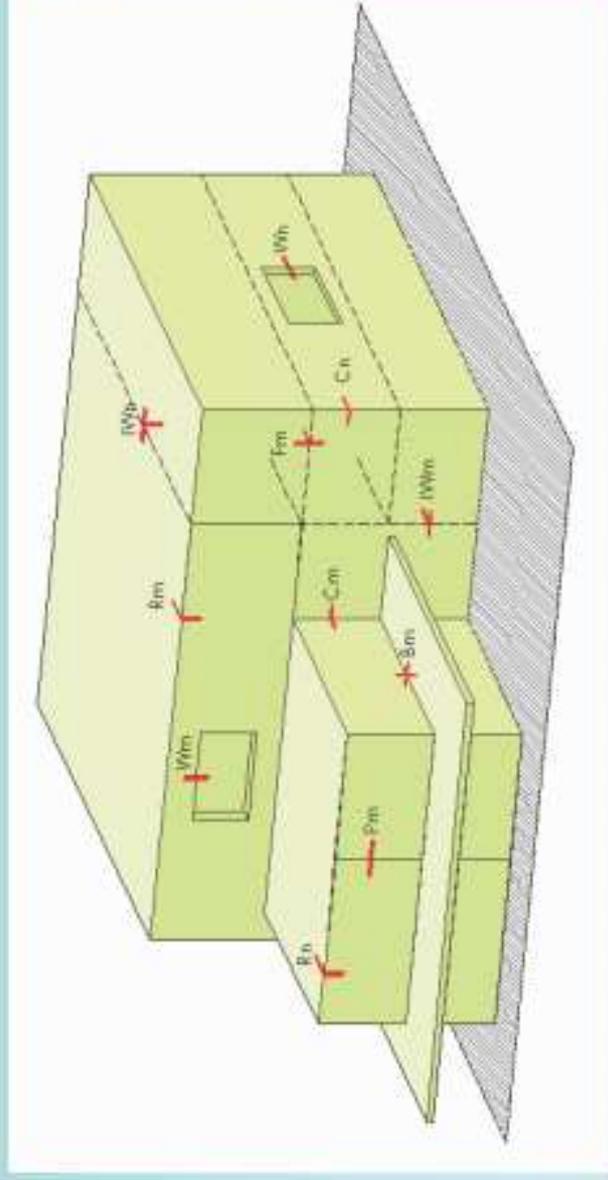


Tipologie di ponti termici in edilizia

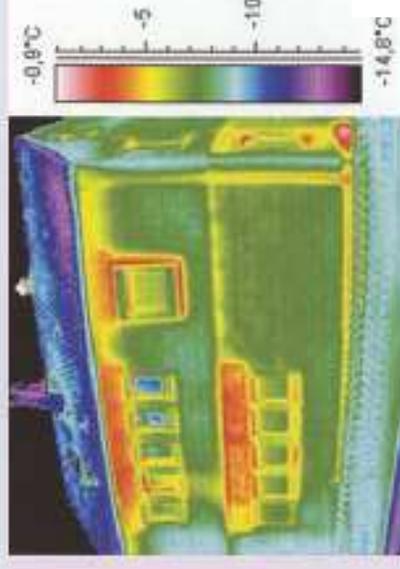
(UNI EN ISO 14683)

I ponti termici possono essere:

1. lineari: ponte termico con una sezione trasversale uniforme in una direzione;
2. puntuali: ponte termico che non presenta sezioni trasversali uniformi in nessuna direzione.



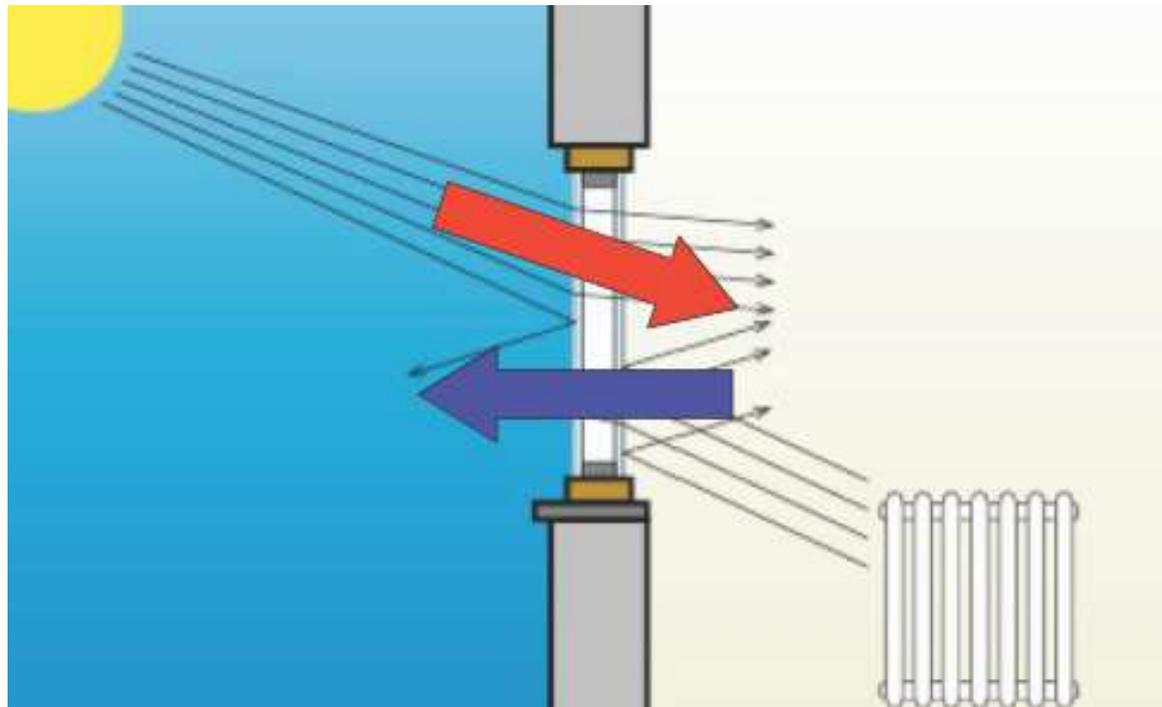
Legenda	
R	coperture
B	Balconi
C	Angoli
F	Pavimenti
IW	Pareti interne
P	Pilastrini
W	Serramenti



COMPONENTI TRASPARENTI (W/m^2K)

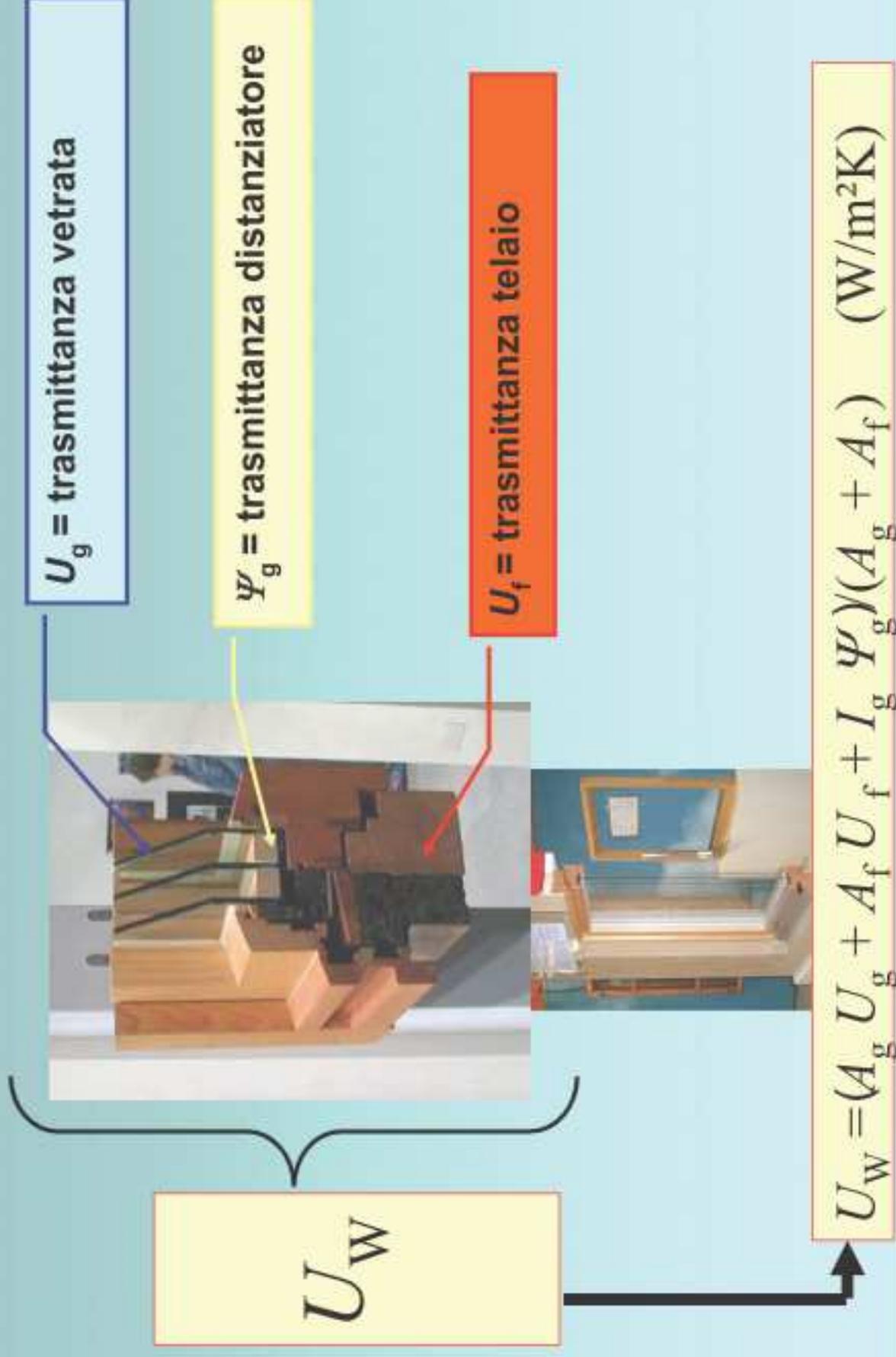
Attraverso le superfici vetrate in regime invernale avvengono due modalità di scambio di calore:

- Perdita di calore dall'interno verso l'esterno  U_w
- Apporto di energia dall'esterno verso l'interno  g



Trasmittanza termica U dei componenti finestrati di involucro

(UNI EN ISO 10077-1: 2002)



IL REGIME DINAMICO

(UNI EN ISO 13786)

L'analisi del comportamento dell'involucro opaco in regime dinamico tiene conto delle variazioni termiche che avvengono nel tempo (giorno-notte, ecc.)

La **trasmissione termica periodica** è un parametro che esprime la capacità di un componente edilizio di attenuare e sfasare nel tempo il flusso termico proveniente dall'esterno che lo attraversa nell'arco delle ventiquattro ore di una giornata.

SMORZAMENTO (ATTENUAZIONE)

attenuazione dell'ampiezza delle variazioni della temperatura superficiale interna rispetto a quella esterna; è tanto maggiore quanto maggiore è l'isolamento termico (λ)

SFASAMENTO

intervallo di tempo con cui le variazioni di temperatura esterna si trasmettono all'interno; è tanto maggiore quanto maggiore è la capacità termica volumica della muratura (ρC_p)



Prestazioni energetiche degli edifici e degli impianti

In riferimento all'articolo 4, comma 18, lettera b) del DPR 2 aprile 2009 n° 59, dove si stabiliscono criteri generali e requisiti delle prestazioni energetiche degli edifici e degli impianti in merito alla riduzione del fabbisogno di energia per la climatizzazione estiva.

Il progettista, al fine di limitare i fabbisogni energetici per la climatizzazione estiva e di contenere la temperatura interna degli ambienti, nel caso di edifici di nuova costruzione e nel caso di ristrutturazioni totali di edifici esistenti:

b) esegue, in tutte le zone climatiche ad esclusione della F, per le località nelle quali il valore medio mensile dell'irradianza sul piano orizzontale, nel mese di massima insolazione estiva, sia maggiore o uguale a 290 W/mq:

1) relativamente a tutte le pareti verticali opache con l'eccezione di quelle comprese nel quadrante nord-ovest / nord / nord-est, almeno una delle seguenti verifiche:

o che il valore della massa superficiale M_s sia superiore a 230 kg/mq; o che il valore del modulo della trasmittanza termica periodica (YIE) sia inferiore a 0,12 W/mq°K;

2) relativamente a tutte le pareti opache orizzontali ed inclinate che il valore del modulo della trasmittanza termica periodica YIE sia inferiore a 0,20 W/mq°K



LIMITI DI TRASMITTANZA DLGS 311/06

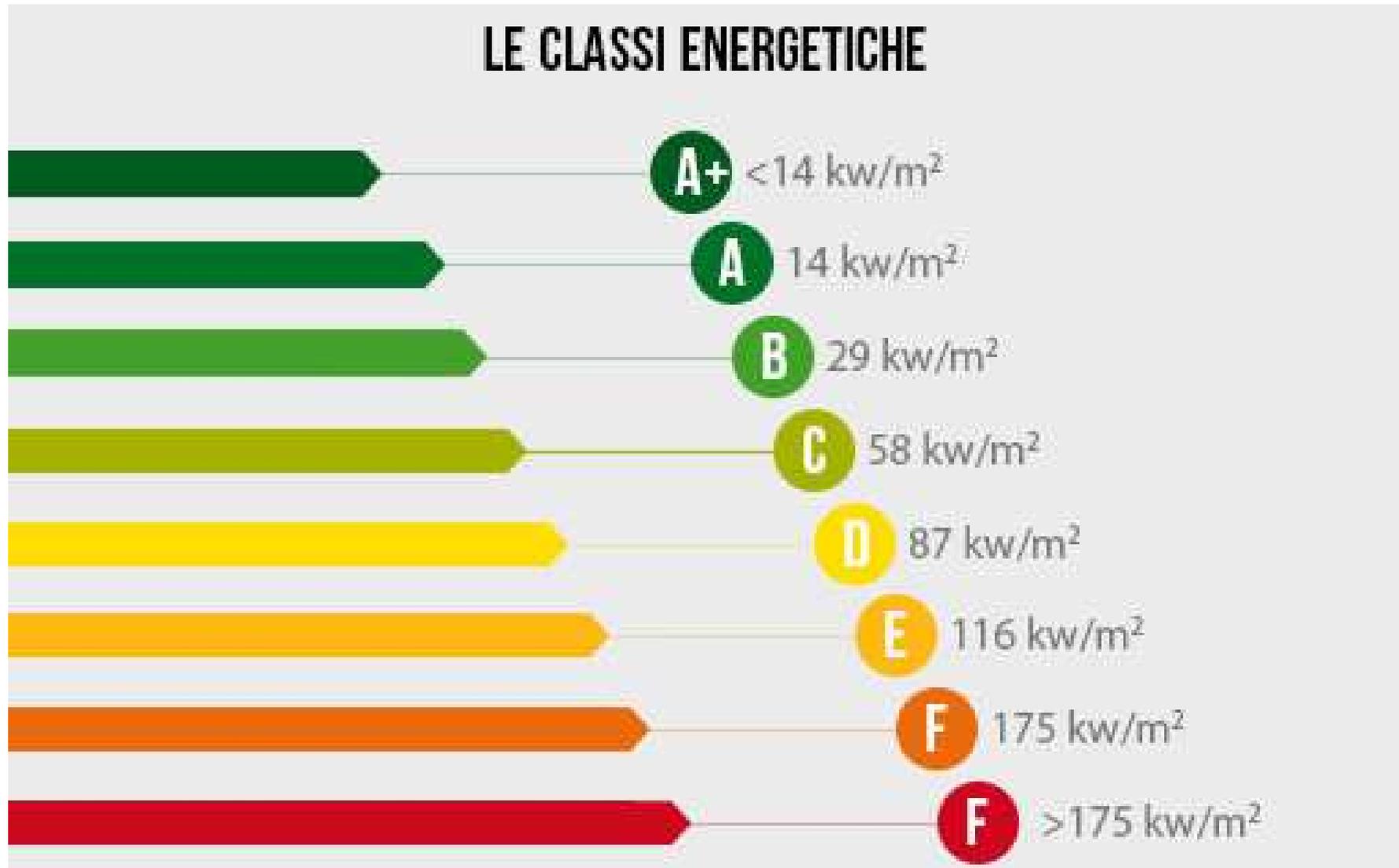
VALORI LIMITE DI TRASMITTANZA TERMICA "U"						
ZONA CLIMATICA	STRUTTURE OPACHE VERTICALI		STRUTTURE OPACHE ORIZZONTALI O INCLINATE DI COPERTURA		PAVIMENTI VERSO LOCALI NON RISCALDATI O VERSO L'ESTERNO	
	Dal 01-01-2008 U[W/m ² K]	Dal 01-01-2010 U[W/m ² K]	Dal 01-01-2008 U[W/m ² K]	Dal 01-01-2010 U[W/m ² K]	Dal 01-01-2008 U[W/m ² K]	Dal 01-01-2010 U[W/m ² K]
A	0,72	0,62	0,42	0,38	0,42	0,38
B	0,54	0,48	0,42	0,38	0,42	0,38
C	0,46	0,40	0,42	0,38	0,42	0,38
D	0,40	0,36	0,35	0,32	0,35	0,32
E	0,37	0,34	0,32	0,30	0,32	0,30
F	0,35	0,33	0,31	0,29	0,31	0,29

LIMITI DI TRASMITTANZA DLGS 311/06

LIMITI DI TRASMITTANZA TERMICA COMPLESSIVA DEL SERRAMENTO

ZONA CLIMATICA	DAL 1 GENNAIO 2006 U (W/M ² K)	DAL 1 GENNAIO 2008 U (W/M ² K)	DAL 1 GENNAIO 2010 U (W/M ² K)
A	5,5	5,0	4,6
B	4,0	3,6	3,0
C	3,3	3,0	2,6
D	3,1	2,8	2,4
E	2,8	2,4	2,2
F	2,4	2,2	2,0

LA CLASSIFICAZIONE DEGLI EDIFICI



LA PRESTAZIONE DELL'INVOLUCRO

REGIME DINAMICO

Sfasamento (ore)	Attenuazione	Prestazioni	Qualità prestazionale
$S > 12$	$F_a < 0,15$	ottime	I
$12 \geq S > 10$	$0,15 \leq f_a < 0,30$	buone	II
$10 \geq S > 8$	$0,30 \leq f_a < 0,40$	medie	III
$8 \geq S > 6$	$0,40 \leq f_a < 0,60$	sufficienti	IV
$6 \geq S$	$0,60 \leq f_a$	mediocri	V

CORSO TIROCINANTI - 2015



GEOMETRI : FRUGOLI WALTER, MARTINI TIZIANO, PALADINI ANDREA, PAOLI LAMBERTO, PARDINI NICOLA