Isolamento termico e protezione dall'umidità

Isolamento termico

Un buon isolamento termico è indispensabile tanto per ragioni di comfort e benessere, quanto sotto l'aspetto ecologico e igienico. Isolamento termico, protezione dall'umidità climatica (ambientale) e comfort sono aspetti direttamente correlati tra loro.

Isolamento termico e protezione dall'umidità hanno come obiettivo quello di assicurare nel tempo un clima ambiente igienico e confortevole, di preservare la costruzione da danni strutturali e di ridurre il consumo di energia per il riscaldamento. Di regola la verifica della presenza di un sufficiente isolamento termico avviene secondo le leggi fisiche dell'agitazione termica in condizioni di regime stazionario, vale a dire con condizioni limite fisse e invariabili.

Oltre a tener conto di altri aspetti architettonici, al giorno d'oggi ogni involucro edilizio di nuova costruzione o da riqualificare deve essere altresì considerato come un'interfaccia per un notevole potenziale di risparmio energetico a lungo termine in concomitanza con le crescenti esigenze poste al comfort abitativo. Grazie a una buona coibentazione termica è possibile ridurre a un minimo del valore registrato senza isolante sia il consumo di energia per il riscaldamento sia le conseguenti emissioni di inquinanti. Con le sue soluzioni per la coibentazione dall'interno (ad esempio contropareti con Alba®therm e Rigitherm®, oppure contropareti Rigips® con sottostruttura in profilato metallico), la costruzione a secco è particolarmente indicata a fornire un contributo in materia.

Conducibilità termica λ e resistenza alla trasmittanza R

La conducibilità termica λ è una proprietà specifica delle sostanze e indica la quantità di calore in Watt (W) che, nel giro di un'ora, passa attraverso uno strato di materiale spesso 1m per un 1m² di superficie quando su entrambe le facce dello strato si ha una differenza di temperatura di 1 K.

$$\lambda = \frac{Q \cdot d}{\mathrm{A} \cdot \Delta\theta \cdot \mathrm{t}} \; [\mathrm{W/(m \cdot K)}]$$

laddove

A	area in m²	= 1m²
d	spessore dello strato in m	= 1m
Q	quantità di calore in W	
t	tempo in h	
$\Delta\theta$	differenza di temperatura in K	= 1 K

Ci sono materiali costruttivi che conducono bene il calore (ad es. i metalli) e materiali a bassa conduzione termica (ad es. gli isolanti, il legno e il gesso). Questo differente comportamento è descritto dalla conducibilità termica λ. Bassi valori λ indicano una ridotta conduzione termica e, di conseguenza, un buon potere coibente.

Direzione del flusso termico			
	Ascendente	Orizzontale[1])	Discendente
R_{si}	0.10	0.13	0.17
R_{se}[2])	0.04	0.04	0.04

[1]) I valori per la direzione «orizzontale» valgono fino a ± 30° di deviazione dall'asse orizzontale.
[2]) Nel caso di elementi costruttivi a contatto col terreno la resistenza termica superficiale è pari a 0 m^2K/W.

Tabella 16: valori di calcolo della resistenza termica in m^2K/W secondo la norma UNI EN ISO 6946

In seguito alle differenti condizioni vigenti all'interno di un ambiente e all'esterno dell'edificio variano anche le resistenze termiche superficiali R_S sulla faccia interna ed esterna dell'elemento costruttivo.

La resistenza alla trasmittanza termica R per elementi costruttivi monostrato si definisce come segue:

$$R = \frac{d}{\lambda}\ [(\mathrm{m}^2 \cdot \mathrm{K})/\mathrm{W}]$$

laddove
d spessore dell'elemento costruttivo in m
λ valore di calcolo della conduttività termica dell'elemento costruttivo in $W/(m \cdot K)$

La trasmissione del calore attraverso un elemento costruttivo a più strati R_T è da considerarsi, in senso lato, come un collegamento in serie di resistenze.

$$R_T = R_{si} + \sum_{i=0}^{n} R_i + R_{se}\ [(\mathrm{m}^2 \cdot \mathrm{K})/\mathrm{W}]$$

laddove
n numero di strati di materiale
R_i resistenza termica utile dell'i-esimo strato di materiale costruttivo in $m^2 \cdot K/W$
R_{se} resistenza termica superficiale esterna dell'elemento costruttivo in $m^2 \cdot K/W$
R_{si} resistenza termica superficiale interna dell'elemento costruttivo in $m^2 \cdot K/W$

Coefficiente di trasmittanza termica *U*

In Svizzera per la determinazione dell'isolamento termico valgono i seguenti requisiti normativi.

Valore < 0.15:	edifici nuovi, standard MINERGIE per singoli elementi costruttivi/valore U auspicato
Valore < 0.17:	edifici nuovi, standard MoPEC 08 e 14 (verifica delle esigenze puntuali)
Valore < 0.20:	edifici nuovi/risanamenti, sovvenzione edifici programma edifici nuovi, MoPEC 08
Valore < 0.25:	risanamenti, MoPEC 08
Valore < 0.40:	isolamento termico minimo secondo la norma SIA 180:2014 (è necessaria la verifica delle esigenze globali secondo la norma 380/1)

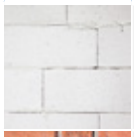
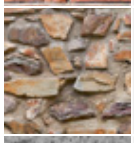
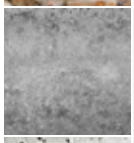
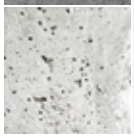
Composizione della parete		Spessore di coibente EPS [mm]									
		20	30	40	50	60	80	100	120	140	160
	Muratura monostrato in gasbeton 24 cm con intonaco esterno e interno U = 0.5 W/m^2K	0.38	0.34	0.30	0.28	0.25	0.22	0.19	0.17	0.15	0.14
	Muratura a due teste 30 cm con intonaco esterno e interno U = 0.91 W/m^2K	0.57	0.48	0.42	0.37	0.33	0.27	0.23	0.20	0.18	0.16
	Muratura in pietra naturale 50 cm con intonaco esterno e interno U = 1.77 W/m^2K	0.83	0.65	0.54	0.46	0.40	0.32	0.26	0.23	0.20	0.17
	Muratura in calcestruzzo a vista 25 cm U = 2.86 W/m^2K	1.00	0.76	0.61	0.51	0.44	0.34	0.28	0.24	0.21	0.18
	Muratura in calcestruzzo contro terreno 25 cm U = 3.23 W/m^2K	1.05	0.78	0.62	0.52	0.45	0.35	0.28	0.24	0.21	0.18

Tabella 17: coefficienti di trasmittanza termica U di diversi elementi costruttivi e coibentazione interna in EPS, λ = 0.031 W/m^2K (ad es. con lastre composite Alba®therm e Rigitherm®)

Composizione della parete	Spessore di coibente XPS [mm]								
	30	40	50	60	80	100	120	140	160
Muratura monostrato in gasbeton 24 cm con intonaco esterno e interno U = 0.5 W/m^2K	0.32	0.29	0.26	0.24	0.20	0.18	0.16	0.14	0.13
Muratura a due teste 30 cm con intonaco esterno e interno U = 0.91 W/m^2K	0.45	0.39	0.34	0.30	0.25	0.21	0.18	0.15	0.14
Muratura in pietra naturale 50 cm con intonaco esterno e interno U = 1.77 W/m^2K	0.60	0.49	0.42	0.36	0.28	0.23	0.20	0.17	0.15
Muratura in calcestruzzo a vista 25 cm U = 2.86 W/m^2K	0.68	0.55	0.45	0.39	0.30	0.25	0.21	0.18	0.16
Muratura in calcestruzzo contro terreno 25 cm U = 3.23 W/m^2K	0.70	0.56	0.46	0.39	0.32	0.25	0.21	0.18	0.16

Tabella 18: coefficienti di trasmittanza termica U di diversi elementi costruttivi e coibentazione interna in XPS, λ = 0.027 W/m^2K (ad es. con lastre composite Alba®therm)

Composizione della parete	Spessore di coibente IPP/RIF									
	20	30	40	50	60	80	100	120	140	160
Muratura monostrato in gasbeton 24 cm con intonaco esterno e interno U = 0.5 W/m^2K	0.38	0.34	0.30	0.28	0.25	0.22	0.19	0.17	0.15	0.14
Muratura a due teste 30 cm con intonaco esterno e interno U = 0.91 W/m^2K	0.57	0.48	0.42	0.37	0.33	0.27	0.23	0.20	0.18	0.16
Muratura in pietra naturale 50 cm con intonaco esterno e interno U = 1.77 W/m^2K	0.83	0.65	0.54	0.46	0.40	0.32	0.26	0.23	0.20	0.17
Muratura in calcestruzzo a vista 25 cm U = 2.86 W/m^2K	1.00	0.76	0.61	0.51	0.44	0.34	0.28	0.24	0.21	0.18
Muratura in calcestruzzo contro terreno 25 cm U = 3.23 W/m^2K	1.05	0.78	0.62	0.52	0.45	0.35	0.28	0.24	0.21	0.18

Tabella 19: coefficienti di trasmittanza termica U di diversi elementi costruttivi e coibentazione interna in lana minerale, λ = 0.036 W/m^2K (ad es. contropareti Rigips® e Alba® con pannello coibentante IPP e RIF)

Protezione dall'umidità

L'obiettivo della protezione dall'umidità è quello di inibire un'eccessiva umidità in superficie e all'interno degli elementi costruttivi. Una certa quantità di umidità è presente sempre in quasi tutti i materiali: l'acqua fa infatti parte della vita e delle costruzioni.

I materiali costruttivi e isolanti umidi hanno un ridotto potere coibente. Un'impregnazione costante e continua nel tempo può compromettere la funzionalità di svariati materiali costruttivi e causare danni.
L'aria può assorbire soltanto una determinata quantità massima di acqua sottoforma di vapore prima di giungere a saturazione. Questa «quantità di saturazione» dipende essenzialmente dalla temperatura dell'aria.

Finché il vapore acqueo si trova appunto nell'aria sottoforma di vapore, esso si comporta come un gas secco. Tuttavia, non appena risulta saturo, la quantità di acqua effettivamente contenuta supera quella di saturazione provocando l'eliminazione dell'acqua liquida in eccesso. Quest'ultima condensa poi attorno ai nuclei di condensazione contenuti nell'aria. Di conseguenza si ha la formazione di nebbia oppure l'acqua precipita aderendo alla superficie dei corpi solidi come acqua di condensa. Il fenomeno è conosciuto anche come formazione di condensa per superamento in negativo della temperatura del punto di rugiada. Questo fenomeno di condensazione non ha luogo soltanto nell'atmosfera, bensì anche nei materiali da costruzione porosi dove segue lo stesso principio.

Normalmente l'aria che ci circonda contiene meno vapore acqueo rispetto alla possibile quantità di saturazione. Il rapporto tra la quantità effettiva e quella massima è definito «umidità relativa φ» e questo quoziente, dopo essere stato moltiplicato per 100, si esprime con un valore percentuale.

$$\varphi = \frac{V_{\text{eff}}}{V_{\text{sat}}} \cdot 100 \quad [\%]$$

Umidità superficiale critica

In linea di principio una struttura edile deve essere dimensionata in modo tale da evitare la comparsa di condensa superficiale in ogni suo punto e da escludere il pericolo di formazione di muffa. Per garantire quest'ultimo aspetto l'umidità di superficie, vale a dire l'umidità relativa degli strati d'aria prossimi alla stessa, non deve superare nel tempo il valore dell'80 %.
Le zone generalmente a rischio di umidità superficiale sono le aree critiche in coincidenza dei ponti termici, nonché gli angoli presenti nella metà superiore e inferiore delle stanze. Il pericolo maggiore si ha negli angoli tridimensionali situati nella metà inferiore, a prescindere dalla convezione inibita dall'eventuale presenza di mobili. Detti casi devono comunque essere esaminati separatamente.

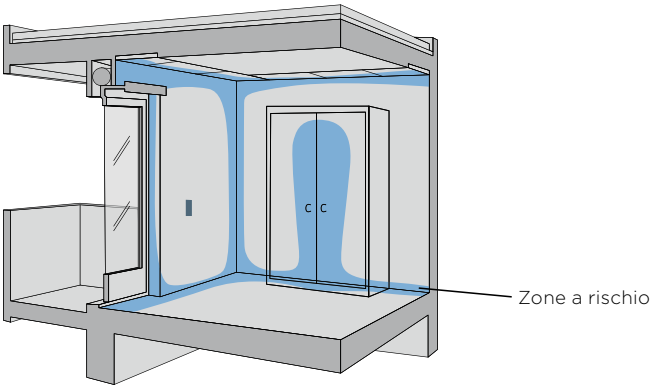


Figura 28: tipiche zone a rischio

Contenimento dell'umidità nelle costruzioni

Se due ambienti (intesi in senso climatologico) sono separati da un elemento costruttivo e sulle rispettive facce è presente una pressione di vapore differente, come illustrato nell'esempio soprastante, si ha una migrazione delle molecole di vapore acqueo verso la zona a concentrazione inferiore: un caso classico che si verifica in inverno, principalmente dal lato caldo a quello freddo. Si deve far qui attenzione che non sia la misura di umidità relativa a indurre la diffusione, bensì la reciproca differenza di pressione delle quantità di vapore effettivamente presenti.

Analogamente alla densità di flusso termico, laddove compaiono differenze di pressione si ha una densità di corrente di diffusione. Alla stessa stregua, analogamente alla resistenza alla trasmittanza termica, i materiali presentano anche una resistenza alla diffusione. La condizione ideale e da raccomandarsi è quella di realizzare le strutture in modo tale che le resistenze alla diffusione dei singoli strati diminuiscano man mano che si procede dal lato caldo a quello freddo. Così facendo il flusso di diffusione venutosi a creare a seconda delle condizioni di pressione di vapore esistenti potrà attraversare liberamente l'elemento costruttivo senza che si abbia formazione di condensa. Di norma una siffatta stratigrafia si ritrova estremamente di rado nella pratica e, nei nuovi progetti, non è neppure possibile realizzarla data la molteplicità di requisiti che deve soddisfare l'involucro di una struttura. A ciò si aggiunge l'esigenza primaria di proteggere l'edificio dall'umidità proveniente dall'esterno, cosa che avviene utilizzando materiali impermeabili all'acqua i quali, nella quasi totalità dei casi, non lasciano passare neppure il vapore. Per tali ragioni è ammessa una limitata concentrazione di umidità (non dannosa), sempre che questa possa man mano asciugarsi. In altre parole: non si deve permettere che si arrivi a un accumulo di umidità negli anni. Questo imperativo è di importanza fondamentale nel caso dei materiali da costruzione che temono l'umidità come, ad esempio: il gesso, il legno e i pannelli a base di legno.

Comfort

Per comfort ambientale si intende la condizione di benessere psicofisico percepita da una persona inserita in un ambiente in relazione al clima dell'ambiente stesso. Il comfort dipende da vari fattori:

- **influenza esercitata dall'ambiente:**
  - temperatura dell'aria interna
  - temperatura media superficiale delle aree circostanti
  - umidità relativa dell'aria interna
- **influenza esercitata dall'individuo:**
  - attività svolta
  - abbigliamento
  - circolazione dell'aria
  - condizioni fisiologiche

Dal momento che il comfort termico è una sensazione individuale, ossia ciascuno di noi decide per se stesso, esso non potrà mai essere valutato in assoluto e rimarrà sempre una misura semplicemente statistica.

In Svizzera la commissione che ha elaborato la norma SIA 180 ha deciso di fissare le condizioni di comfort in modo tale che, presupponendo un'attività normale per la destinazione d'uso del locale e con un abbigliamento consono alla stagione, esse siano da considerarsi adeguate quando almeno l'80 % degli utenti le avverte come confortevoli.

La necessità di assicurare una portata volumetrica minima di aria esterna è data da ragioni igieniche. Dal momento che, in linea di principio, l'involucro dell'edificio deve essere impermeabile all'aria, è indispensabile immettere aria dall'esterno per ottenere il ricambio di quella interna. Grazie a una siffatta ventilazione controllata si prevengono l'accumulo di sostanze inquinanti e odorifere, nonché un'umidità interna troppo elevata.

Comfort in inverno

La temperatura percepita corrisponde più o meno alla media aritmetica della temperatura ambiente e di quella della faccia interna delle superfici che delimitano il locale interessato. Una bassa temperatura superficiale delle pareti richiede quindi una temperatura maggiore dell'aria indoor affinché ci si possa sentire a proprio agio.

Lungo le pareti esterne, che presentano una temperatura superficiale più bassa rispetto a quella dell'aria interna, si ha un flusso discendente di aria fredda che può provocare fenomeni indesiderati di corrente. Maggiore è la differenza di temperatura tra l'aria e la superficie, ovvero maggiore è l'altezza dell'elemento costruttivo, più elevate saranno la velocità di flusso e la portata di tale fenomeno.

Sotto l'aspetto costruttivo, il comfort si può quindi influenzare principalmente grazie a una buona coibentazione termica e all'impiego di materiali sufficientemente climatizzanti nella realizzazione delle superfici dei tamponamenti come, ad esempio, il gesso e i materiali da costruzione a base di legno.

Utilizzando sistemi di coibentazione interna (ad es. Alba®therm e Rigitherm®) si raggiungono inoltre temperature superficiali più alte, cosa che influenza positivamente il comfort ambientale.

Comfort in estate

Un edificio moderno deve offrire un comfort termico adeguato all'uso a cui è destinato. Laddove possibile, le esigenze di comfort richieste devono essere raggiunte attraverso soluzioni costruttive rinunciando a un raffreddamento attivo. Questo presupposto impone l'adozione di determinati provvedimenti di natura edile; d'altro canto, tuttavia, costringe altresì gli utenti ad adeguare il proprio comportamento. Di quanto detto fanno parte:

- un'efficiente protezione solare di tutte le finestre.
- lo sfruttamento di ogni possibile massa di accumulo. Ad esempio l'utilizzo di materiale da costruzione massiccio come un doppio strato di lastre in gesso per le pareti divisorie interne e accumulatori di calore latente (PCM) come la lastre Alba®balance per le superfici verticali e orizzontali.
- un'ottima coibentazione termica dell'involucro dell'edificio.
- il mantenimento a livelli quanto più bassi possibile dei carichi termici interni.
- non da ultimo, inoltre, un corretto comportamento da parte degli utenti per quanto concerne la ventilazione trasversale notturna.

Sintesi dei punti salienti

Correlazione diretta

Isolamento termico, protezione dall'umidità climatica e comfort sono aspetti direttamente correlati tra loro

Bassa conducibilità termica

Le lastre in gesso Rigips® hanno una bassa conducibilità termica

Umidità

I materiali a base di gesso non devono essere esposti a un accumulo di umidità che perduri negli anni

Capacità di accumulo di calore

Le lastre da costruzione dotate di capacità di accumulo di calore latente (ad esempio le lastre Alba®balance) possono essere utilizzate come massa di accumulo e contribuire così al miglioramento del comfort negli ambienti interni