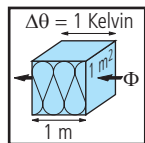


Generali

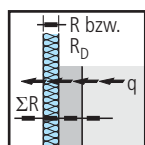
Valori caratteristici



Conduttività termica λ e/o λ_D W/(m·K)

Caratteristica del materiale: flusso termico che, in condizioni stazionarie, attraversa uno strato di materiale da costruzione omogeneo avente lo spessore di 1 metro su una superficie unitaria di 1 m² ad un gradiente termico costante di 1 grado Kelvin. La conduttività termica λ_D è definita e specifica per ogni prodotto e corrisponde al valore nominale dichiarato dal produttore e da un osservatore e confermato dalla SIA. Tale valore nominale vale per una temperatura media di 10° C e le condizioni di umidità abituali per il clima svizzero; gli effetti dell'invecchiamento vengono contemplati nella dichiarazione (cfr. SIA 279 e Promemoria SIA 2001).

Se si utilizza un prodotto proveniente da un determinato gruppo di materiali che risulta essere controllato ma non definito, si deve utilizzare il valore massimo definito per tale gruppo di materiali (SIA 279, colonna «überwacht» - controllato, valore nominale). Per i prodotti per cui non esiste un certificato di controllo si applicano i valori di calcolo specifici del materiale (SIA 279, colonna «nicht überwacht» - non controllato), che sono nettamente peggiori rispetto ai valori nominali λ_D dichiarati.



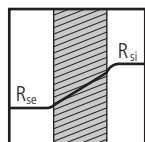
Resistenza termica R e R_D (m²·K)/W

Per resistenza termica (norma SIA 180) si definisce il rapporto della differenza di temperatura tra le due facce di uno strato di elemento costruttivo rispetto alla densità del flusso termico q , che attraversa tale strato in condizioni stazionarie. Oppure, in altre parole: la densità del flusso termico q , che è causata dalla differenza di temperatura e che provoca una resistenza del materiale costruttivo al passaggio di calore $R = d/\lambda$ oppure $R_D = d/\lambda_D$ (d = spessore del materiale costruttivo in m). Calcolo della resistenza termica R (m²·K)/W per strati isolanti con pendenza: Procedimento come da SN EN ISO 6946, Allegato C (normativo), «Coibentazioni cuneiformi».

Formula empirica: $R = \frac{\text{Spessore dell'isolamento intermedio cuneiforme } m \times \text{Fattore di correzione } R_k}{\text{Conduttività termica } \lambda_D \text{ W/(m·K)}}$

Fattore di correzione R_k per superfici geometriche semplici $\approx 0,9$

Fattore di correzione R_k per superfici geometriche complesse $\approx 0,8$ fino a 0,7

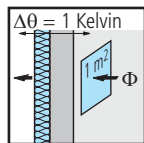


Resistenza termica superficiale R_s (m²·K)/W

La resistenza termica superficiale R_s è la resistenza incontrata da un flusso di energia quando, provenendo da un clima interno o esterno, passa attraverso il primo strato di materiale di una costruzione oppure, provenendo dall'ultimo strato di materiale, si immette in un clima interno o esterno, dipendentemente dalla direzione del flusso termico.

Nelle descrizioni delle componenti edili vengono contemplati i seguenti valori (cfr. norma SIA 180):

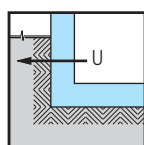
- Resistenza termica superficiale interna R_{si} 0,13 (m²·K)/W
- Resistenza termica superficiale esterna R_{se} 0,04 (m²·K)/W
- Resistenza termica superficiale verso il terreno R_{se} 0,0 (m²·K)/W



Coefficiente di trasmissione termica U W/(m²·K)

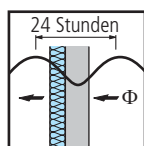
Il coefficiente di trasmissione termica U indica il flusso termico Φ che, in condizioni stazionarie e con una differenza di temperatura di 1 Kelvin, passa attraverso un elemento costruttivo avente la superficie di 1 m².

Il calcolo si basa sulla norma SN EN ISO 6946 e si riferisce alla norma SIA 180. I valori di riferimento indicati nelle descrizioni delle componenti edili Soffitto e pavimento non tengono conto di eventuali impianti di riscaldamento, per es. di riscaldamenti a pavimento.



Valore U per elementi costruttivi nel terreno W/(m²·K)

Accanto al valore U normalmente calcolato, per gli elementi costruttivi situati nel terreno viene indicato anche un valore U calcolato in base alla norma SN EN ISO 13370.

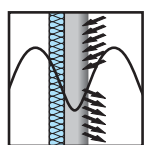


Coefficiente di trasmissione termica dinamico U_{24} W/(m²·K)

Flusso di calore riferito alle variazioni di temperatura che hanno luogo nell'arco di 24 ore.

Calcolo in base alla norma SN EN ISO 13786 e alla norma SIA 180.

Le coperture su locali sottotetto abitati devono presentare un coefficiente di trasmissione termica dinamico U_{24} di $\leq 0,20$ W/(m²·K), come indicato dalla norma SIA 180, Par. 5.2.5.1.

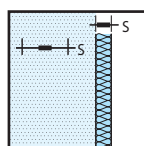


Capacità termica C KJ/(m²·K)

Energia termica che un elemento costruttivo o una costruzione, in un regime variabile di temperatura o flusso termico, può immagazzinare o liberare.

$C_{\text{Pavimento}}$ e/o C_{Soffitto} : capacità termica del pavimento (faccia superiore della costruzione) e/o del soffitto (faccia inferiore della costruzione).

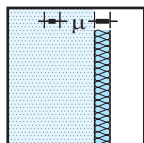
Calcolo in base alla norma SN EN ISO 13786 e alla norma SIA 180.



Spessore d'aria equivalente alla diffusione (del vapore acqueo) s in m

Spessore di uno strato d'aria che presenta la stessa resistenza alla diffusione rispetto ad un dato strato di materiale.

$s = \mu \cdot d = (d / \delta) \cdot \delta_a$



Fattore di resistenza alla diffusione del vapore μ

Valore della permeabilità al vapore acqueo dei materiali costruttivi che indica di quante volte la resistenza alla diffusione di un determinato materiale costruttivo è superiore alla resistenza alla diffusione di uno strato d'aria di uguale spessore.

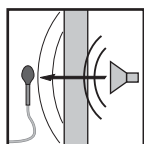
$$\mu = \delta_a / \delta$$

δ_a : conduttività del vapore acqueo dell'aria in quiete (0,72 mg/m-h-Pa)

δ : conduttività del vapore acqueo dello strato di materiale omogeneo

Misurazione della barriera vapore in base alla norma SIA 271

- Par. 2.3.2.3: sistemi non arieggiati e normale utilizzo del locale, umidità come da norma SIA 180, Tabella 5, $s \geq 150$ m
- Par. 2.3.2.4: inverdimento con ritenuta d'acqua $s \geq 250$ m



Valore fonoisolante ponderato R'_w dB

Dato singolo che caratterizza il potere fonoisolante da rumori aerei di un elemento costruttivo attraverso il valore fonoisolante misurato su singole bande di un terzo di ottava. Maggiore è il valore R'_w , migliore è l'isolamento da rumori aerei.

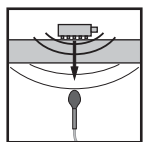
Il valore disponibile da isolamento da rumori $D_{e, tot}$ per i tetti, che deve corrispondere al valore richiesto D_e nella Norma SIA 181, risulta da $R'_w + C_{tr} + \Delta L_{LS} - C_v - K_p$ laddove:

C_{tr} valore di adeguamento dello spettro per la valutazione di alcuni rumori da traffico caratterizzati da basse frequenze (valore caratteristico di componenti edili).

ΔL_{LS} correzione del livello sonoro per rumori aerei per la conversione di masse per il fonoisolamento in differenze standard del livello sonoro in funzione delle superfici di separazione e del volume dell'ambiente di ricezione.

C_v correzione volumetrica riferita ai tempi di riverberazione per ampi volumi dell'ambiente di ricezione.

K_p supplemento di progettazione: valore correttivo di valori caratteristici acustici da laboratorio riferiti a componenti edili. Tali misurazioni devono tener conto di possibili variazioni tra le misurazioni di laboratorio e le condizioni sui cantieri (valori empirici).



Livello sonoro normalizzato ponderato da calpestio L'_{nw} dB

Dato singolo che caratterizza il potere fonoisolante dai rumori da calpestio di un elemento costruttivo attraverso il valore fonoisolante da calpestio L'_n misurato su singole bande di un terzo di ottava. Minore è il valore L'_{nw} , migliore è l'isolamento da rumori da calpestio. L'isolamento da rumori da calpestio viene influenzato in modo significativo dai ponti acustici, per es. a livello dello strato di materiale isolante anticalpestio e dai raccordi perimetrali.

Secondo la norma SIA 181 per la valutazione e la progettazione di un sistema di protezione dai rumori da calpestio (valore richiesto L') vanno tenuti presenti, oltre a L'_{nw} , anche i seguenti parametri:

C_i valore di adeguamento spettrale soprattutto per rumori dovuti a calpestio nel campo delle basse frequenze. Tale valore non è contenuto nelle presenti descrizioni delle componenti edili.

C_v correzione volumetrica e

ΔL_{TS} correzione del livello sonoro da calpestio in funzione del volume dell'ambiente di ricezione.

K_p supplemento di progettazione.

Trasmissione indiretta dei rumori da calpestio

Per una prima sommaria valutazione della trasmissione dei rumori da calpestio (per es. per pavimenti contro terra) va tenuto conto delle possibili attenuazioni dovute ai fattori di correzione illustrati di seguito (in riferimento ad una costruzione massiccia con solette continue; pareti divisorie non troppo sottili e connesse alle solette). Ne consegue che: $L'_{n,w} = L'_{n,w,0} - \Delta L_w - K_i$ dB,

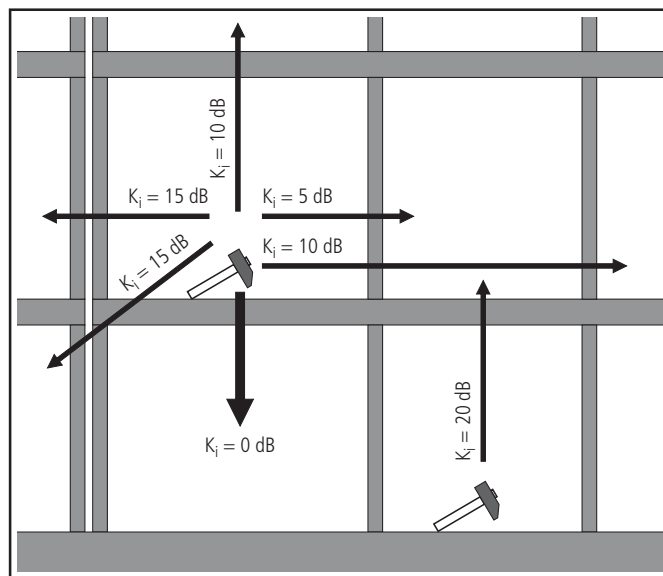
con

$L'_{n,w,0}$ livello sonoro da calpestio ponderato normalizzato della soletta grezza dB

ΔL_w valore migliorativo del rumore da calpestio grazie al rivestimento della soletta dB

K_i valore correttivo della trasmissione indiretta dei rumori da calpestio dB

Fonte: Ch. Zürcher, Th. Frank: Bauphysik, vdf Hochschulverlag AG presso la ETH Zürich (1998)



Annotazione sull'isolamento dai rumori

Nella norma SIA 181 si distingue tra requisiti minimi e requisiti minimi elevati.

I requisiti minimi garantiscono una protezione dai rumori mirata a ridurre le fonti di disturbo più forti.

I requisiti elevati consentono una protezione dai rumori che offra un benessere abitativo alla maggioranza delle persone. Per le villette bifamiliari o a schiera e per gli appartamenti di proprietà valgono i requisiti elevati.

Per il tetto la protezione dal rumore aereo esterno (per es. rumori del traffico) viene notevolmente influenzata dalle finestre. A seconda del rapporto tra la superficie del tetto e quella delle finestre il potere fonoisolante può essere migliorato solo intervenendo sulle finestre.

Norme, raccomandazioni, prescrizioni

Norme sulle costruzioni / Norme sugli elementi costruttivi

- vedere nello specifico i capitoli seguenti

Materiali edili

- Norma SIA 279 «Materiali isolanti – Requisiti generali e valori di misurazione per isolanti termici, prodotti edili e altri materiali rilevanti dal punto di vista termico» (Edizione 2018)
- Norma SIA 279.162/SNEN 13162
«Isolanti termici per edilizia - Prodotti industriali a base di lana minerale - Specificazioni» (Edizione 2015)
- Norma SIA 279.163/SNEN 13163
«Isolanti termici per edilizia - Prodotti industriali a base di polistirolo espanso (EPS) - Specificazioni» (Edizione 2016)
- Norma SIA 279.164/SNEN 13164
«Isolanti termici per edilizia - Prodotti industriali a base di polistirolo estruso (XPS) - Specificazioni» (Edizione 2015)
- Norma SIA 279.165/SNEN 13165
«Isolanti termici per edilizia - Prodotti industriali a base di poliuretano espanso rigido (PUR/PIR) - Specificazioni» (Edizione 2016)
- Norma SIA 279.172/SNEN 13172
«Isolanti termici per l'edilizia - valutazione di conformità» (Edizione 2012)
- Norma SIA 281 «Teli impermeabili bituminosi» (Edizione 2017)
- Norma SIA 281/2 «Teli impermeabili e impermeabilizzazioni in materiale sintetico fluido - Prova di resistenza allo scollamento» (Edizione 2017)
- Prenorma SIA 281/3 «Teli impermeabili – Prova di resistenza alla trazione adesiva» (Edizione 2018)
- Descrizioni dei prodotti swisspor consultabili sul sito: www.swisspor.ch

Isolamento termico e protezione contro l'umidità / Energia

- Leggi cantonali sull'energia (Requisiti per l'isolamento termico)
- Modelli di prescrizione energetica dei Cantoni (MoPEC)
- Norma SIA 180 «Isolamento termico e protezione contro l'umidità degli edifici» (Edizione 2014)
- Norma SIA 180.071/SNEN ISO 6946 «Elementi e componenti per l'edilizia – Resistenza termica e trasmittanza termica – Metodo di calcolo» (Edizione 208)
- Norma SIA 180.073/SNEN ISO 13786
«Prestazione termica degli elementi costruttivi – Caratteristiche termiche dinamiche – Metodi di calcolo» (Edizione 2017)
- Norma SIA 380/1 «Energia termica negli edifici» (Edizione 2016)
- Norma SIA 381.101/SNEN 12524
«Materiali e prodotti per edilizia – Proprietà igrometriche - Valori tabellari di progetto» (Edizione 2000)
- Norma SIA 380.103/SNEN ISO 13370
«Prestazione termica degli edifici - Trasferimento di calore attraverso il terreno - Metodi di calcolo» (Edizione 2017)
- Promemoria SIA 2001 «Materiali termoisolanti - Valori dichiarati della conduttività termica e valori di calcolo per verifiche fisico-costruttive»
www.sia.ch/de/dienstleistungen/sia-norm «download, Baustoffkennwerte» (Edizione 2015)
- Sede amministrativa MINERGIE®, www.minergie.ch

Protezione dai rumori

- Ordinanza contro l'inquinamento fonico (OIF)
- Ordinanza cantonale contro l'inquinamento fonico
- Norma SIA 181 «La protezione dal rumore nelle costruzioni edilizie» (Edizione 2006)
- Documentazione SIAD 0189 «Documentazione dei componenti per l'edilizia per la protezione dal rumore nelle costruzioni edilizie – Lista delle misurazioni dei componenti per l'edilizia» (Edizione 2005)

Antincendio

- Prescrizioni cantonali dei vigili del fuoco
- Prescrizioni di protezione antincendio dell'Associazione degli istituti cantonali d'assicurazione antincendio AICAA

Ecologia

- swisspor spider dell'isolamento, indicatore per un costruire in modo ecologico ed economico, www.dämmstoff-spider.ch
- Costruire in modo sostenibile con MINERGIE-ECO®, www.eco-bau.ch
- Raccomandazione SIA 493 «Dichiarazione delle caratteristiche ecologiche dei materiali da costruzione» (Edizione 1997)
- Dichiarazione sui prodotti da costruzione SIA
www.sia.ch/it/servizi/sia-norm/prodotti-da-costruzione
- Documentazione SIAD 093 «Dichiarazione delle caratteristiche ecologiche dei materiali da costruzione come da SIA 493 – Interpretazioni e chiarimenti» (Edizione 1997)
- Dichiarazione ambientale come da norma SN EN 15804 A1 (Edizione 2013)

Sicurezza sul lavoro

- SUVA Istituto nazionale svizzero di assicurazione contro gli infortuni, 6004 Luzern, www.suva.ch
- Ordinanza sulla sicurezza e la protezione della salute dei lavoratori nei lavori di costruzione (OLCostr) CFSL Commissione federale di coordinamento per la sicurezza sul lavoro – Sede di coordinamento nazionale per la sicurezza sul lavoro, 6002 Luzern, www.ekas.ch

Associazioni di categoria / Istituzioni / Pubblicazioni

- vedere nello specifico i capitoli seguenti

Altre disposizioni valide / Clausula di esonero della responsabilità

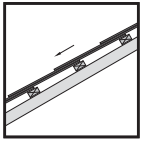
Il presente supporto per la progettazione non intende proporsi come unico prontuario di costruzione per tetti piani. Sulla base di strutture edili rappresentative sono state derivate e pubblicate possibili realizzazioni con i relativi valori di riferimento dei vari elementi costruttivi.

I dati qui contenuti sono stati elaborati sulla base dell'attuale stato delle conoscenze e delle esperienze secondo scienza e coscienza. Riguardo alla prassi di esecuzione ci riserviamo il diritto di applicare in qualsiasi momento eventuali modifiche. I presenti documenti di progetto non hanno pretesa di completezza e non sono assolutamente vincolanti dal punto di vista legale.

Vanno sempre osservate le norme, direttive e leggi cantonali valide per l'edilizia, per la costruzione, il dimensionamento degli elementi costruttivi, la scelta dei materiali da costruzione, la posa, l'isolamento termico e acustico e la protezione da umidità e incendi.

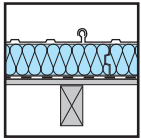
Tetto a falde

Sistemi, impieghi



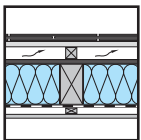
Tetto a falde (tetto inclinato)

Tetto inclinato che consente una copertura con elementi a strati sovrapposti o ad incastro.



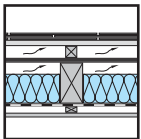
Tetto a falde non ventilato

Tetto con esigenze termoigrometriche particolari testate e certificate da parte di un fisico della costruzione.



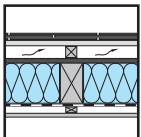
Tetto a falde con ventilazione semplice

Tetto con ventilazione tra la copertura e il sottotetto.



Tetto a falde con doppia ventilazione

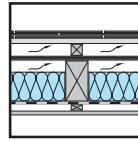
Tetto con ventilazione tra la copertura e il sottotetto e tra il sottotetto e lo strato seguente, per es. lo strato di isolamento termico.



Tetto a falde con strato di isolamento termico interposto alla struttura portante – Tetto ventilato semplice (isolamento fra i correntini)

Sistema per tetti che prevede uno strato isolante tra gli elementi portanti della costruzione del tetto, per es. i correntini. Lo spessore dello strato isolante non deve superare l'altezza degli elementi portanti o dei correntini. Lo strato isolante deve essere ben chiuso e privo di spazi vuoti.

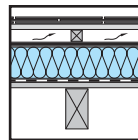
Gli elementi portanti, per es. i correntini, creano ponti termici che vanno tenuti presenti nel calcolo del valore U. La ventilazione avviene tra la copertura e il sottotetto.



Tetto a falde con strato di isolamento termico interposto alla struttura portante – Tetto a falde con doppia ventilazione

Sistema per tetti che prevede uno strato isolante tra gli elementi portanti della costruzione del tetto, per es. i correntini. Lo spessore dello strato isolante non deve superare l'altezza degli elementi portanti o dei correntini. Va inoltre lasciato uno spazio minimo di ventilazione tra lo strato isolante e il sottotetto (a seconda della lunghezza dei correntini e della pendenza).

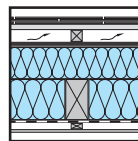
Gli elementi portanti, per es. i correntini, creano ponti termici che vanno tenuti presenti nel calcolo del valore U. La ventilazione avviene sia tra la copertura e il sottotetto che tra il sottotetto e lo strato di materiale isolante.



Tetto a falde con strato di isolamento sopra la struttura portante

Se lo strato isolante viene posato sopra la struttura portante o sopra i correntini (isolamento superiore), utilizzando un assito quale sottofondo per la posa è solitamente possibile ottenere un ottimo isolamento termico su tutta la superficie del tetto ed eliminare i ponti termici.

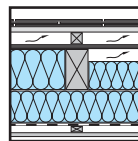
La ventilazione avviene tra la copertura e il sottotetto.



Tetto a falde con strato di isolamento interposto e sovrapposto alla struttura portante

Sistema per tetto con la combinazione dello strato isolante interposto e sovrapposto alla struttura portante e ai correntini (isolamento tra e sopra i correntini). Tale sistema consente di realizzare strati isolanti di grande spessore mantenendo la costruzione del tetto relativamente sottile.

Tra gli strati isolanti non devono crearsi spazi in cui l'aria possa circolare (convezione!). La ventilazione avviene tra copertura e sottotetto.



Tetto a falde combinato con lo strato isolante posato sotto e negli interspazi della struttura portante

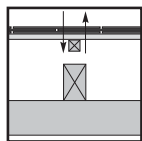
Sistema di copertura con la combinazione dello strato isolante negli interspazi tra e sotto la struttura portante o i correntini (isolamento tra e sotto i correntini). Tale sistema consente di realizzare strati isolanti di grande spessore mantenendo la costruzione del tetto relativamente sottile.

Tra gli strati isolanti non devono crearsi spazi in cui l'aria possa circolare (convezione!).

Lo spessore dello strato isolante non ha alcun effetto sulla distribuzione del peso di carico della copertura.

La ventilazione può essere sia semplice (isolamento dei correntini, tra la copertura e il sottotetto) che doppia (ventilazione tra il sottotetto e l'isolamento tra i correntini e tra la copertura e il sottotetto).

Elementi



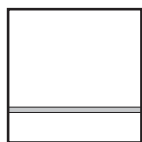
Struttura portante / Sottostruttura

Per struttura portante si intendono gli elementi costruttivi necessari al mantenimento della forma e dell'equilibrio della costruzione.

Col termine sottostruttura si definiscono gli strati e gli elementi costruttivi del tetto che sono posti al di sotto della copertura e non riguardano la struttura portante del tetto o dell'edificio.

La trasmissione del peso di carico (carico proprio, peso per la neve, pressione e risucchio del vento, ecc.) dagli strati della sottostruttura alla struttura portante del tetto o dell'edificio deve essere garantita.

Nel caso in cui elementi della sottostruttura, per es. assiti o listonature, vengano integrati nella costruzione portante, occorre fissarli e dimensionarli in maniera adeguata.



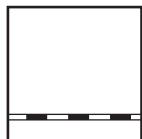
Sottofondo per la posa / Assito

Strato di appoggio per la posa di strati come barriera vapore, strato ermetico, strato isolante o sottotetti/coperture non pedonabili.

Ampio e solido strato in legno o derivati con interspazi aperti < 25 mm, posato con battuta, incastro a maschio e femmina oppure giunti di testa.

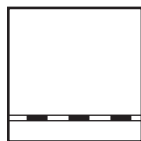
Gli assiti in legno o derivati vanno posati a secco e con superficie piana. La loro idoneità va considerata in relazione alla portata del carico, della resistenza all'umidità e del comportamento di deformazione per temperatura e umidità.

Gli assiti possono influire sul potere d'isolamento contro i rumori. In particolare si può migliorare l'isolamento acustico aumentando la massa di superficie, per es. utilizzando fogli pesanti o altro.



Barriera vapore

Elemento costruttivo con il compito di ridurre la diffusione del vapore attraverso l'elemento stesso. Esso è caratterizzato dallo spessore dello strato d'aria equivalente s_d o dal coefficiente di resistenza alla diffusione μ . La necessità di una barriera vapore deve essere verificata secondo la norma SIA 180. Lo spessore dello strato d'aria equivalente s_d della barriera vapore deve essere dimensionato in funzione della costruzione e del carico di calore e umidità generato dal clima interno ed esterno.



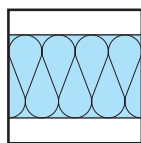
Strato ermetico

Strato ermetico disposto sul lato caldo dell'isolamento.

I tetti con isolamento termico devono essere a tenuta ermetica. La tenuta ermetica deve essere garantita sul lato caldo dell'isolamento termico. Tra strato ermetico e isolamento non sono ammesse intercapedini che consentano una convezione.

Eventuali discostamenti comportano la necessità di una verifica fisico-costruttiva al fine di garantire la funzionalità.

Nella concezione della tenuta ermetica occorre definire la posizione e la disposizione dello strato ermetico sulla superficie, sui raccordi, sulle chiusure e negli attraversamenti. Tubi elettrici e altri impianti devono essere disposti nel lato interno dello strato ermetico, verso i locali.



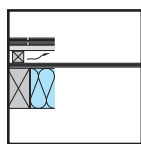
Strato isolante

Elemento costruttivo che ha il compito di mantenere, sia in estate che in inverno, un clima confortevole ed igienico nei locali dell'edificio e di evitare danni alla costruzione (norma SIA 180). Lo strato isolante, inoltre, consente un utilizzo moderato ed economico di energia per il riscaldamento dei locali (leggi cantonali sull'energia, norma SIA 380/1).

La scelta dei materiali e del loro relativo impiego va effettuata tenendo conto che le loro caratteristiche devono rispondere a tutte le sollecitazioni in fase costruttiva e di utilizzo, facendo in modo che non insorgano modificazioni inaccettabili.

La scelta del tipo di materiale e il dimensionamento determinano in grande misura il coefficiente di trasmissione termica $U \text{ W/(m}^2\cdot\text{K)}$.

I suggerimenti sulla lavorazione e per la scelta di prodotti e materiali sono contenuti nelle descrizioni tecnico-costruttive.



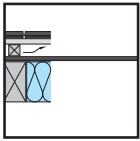
Sottotetto

Strato separato dalla copertura sotto forma di teli o lastre per la deviazione dell'acqua. Nei tetti isolati è necessario un sottotetto sopra la struttura portante e l'isolamento termico.

Per l'impermeabilità del sottotetto vengono posti requisiti diversi a seconda dei sistemi di copertura, delle altezze di riferimento h_o , dell'inclinazione e della lunghezza del tetto (lunghezza dei correntini) nonché degli influssi climatici esterni. In base al materiale e al tipo di esecuzione si distingue tra:

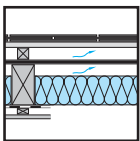
- sottotetto per carichi normali (teli per sottotetto con giunti sovrapposti o incollati a prova di vento e lastre sottotetto con orditura a squame o con battuta),
- sottotetto per forti carichi (teli o lastre per sottotetto con giunti o fughe incollate a tenuta stagna),
- sottotetto per carichi straordinari (teli per sottotetto saldati in modo omogeneo).

Per altezze di riferimento $h_o > 800 \text{ m}$ e correntini di lunghezza superiore a 8,0 m occorre realizzare un sottotetto per carichi straordinari. Se il sottotetto viene utilizzato come impermeabilizzazione durante i lavori in cantiere, nella pianificazione e nella scelta dei materiali occorre soddisfare i requisiti previsti.

**Intelaiatura**

Strato portante in legno, materiali in legno o profili metallici con intercapedine regolare > 25 mm. La listonatura deve essere dimensionata in base a tipologia e peso della copertura, alla distanza tra i correntini e al carico dovuto alla neve (secondo la norma SIA 261 l'altezza di riferimento per un carico di neve h_0). Per i materiali di copertura indicati devono essere rispettate le misure minime dei listoni in legno, come da tabella.

Materiale di copertura	Distanza fra i correntini (interasse)		
	fino a 700 mm	fino a 850 mm	fino a 1000 mm
Tegole in terracotta, tegole in calcestruzzo, ardesia in fibrocemento o lastre di ardesia naturale	24/48 mm	30/50 mm	36/50 mm
Lastre corte in fibrocemento o metallo	40/60 mm	60/60 mm	60/80 mm
Lastre profilate in fibrocemento o metallo	60/60 mm	60/80 mm	80/60 mm

**Ventilazione**

Ventilazione tra isolamento termico e sottotetto.

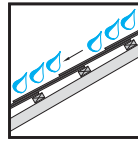
Per la ventilazione tra l'isolamento e il sottotetto, per un'altezza minima dello spazio di ventilazione, valgono i valori della seguente tabella a seconda dell'inclinazione del tetto e della lunghezza dei correntini.

Spazio di ventilazione minimo tra isolamento termico e sottotetto				
Lunghezza correntini	Inclinazione del tetto			
	< 15°	15° a < 20°	20° a < 25°	> 25°
< 5 m	40 mm	40 mm	40 mm	40 mm
5 a < 8 m	60 mm	40 mm	40 mm	40 mm
8 a < 15 m	60 mm	60 mm	60 mm	40 mm
> 15 m	80 mm	80 mm	60 mm	60 mm

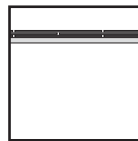
Ventilazione tra sottotetto e copertura.

Per la ventilazione tra il sottotetto e la copertura, per un'altezza minima dello spazio di ventilazione (altezza della controlistonatura), valgono i valori della seguente tabella a seconda dell'inclinazione del tetto, della lunghezza dei correntini e della corrispettiva altezza di riferimento h_0 secondo la norma SIA 261.

Spazio di ventilazione minimo tra sottotetto e copertura								
Lughezza correntini	Inclinazione del tetto e altezza di riferimento h_0							
	< 15°		15° a < 20°		20° a < 25°		> 25°	
	< 800 m	> 800 m	< 800 m	> 800 m	< 800 m	> 800 m	< 800 m	> 800 m
< 5 m	45 mm	60 mm	45 mm	60 mm	45 mm	45 mm	45 mm	45 mm
5 a < 8 m	60 mm	80 mm	60 mm	80 mm	45 mm	60 mm	45 mm	60 mm
8 a < 15 m	80 mm	100 mm	80 mm	100 mm	60 mm	80 mm	60 mm	80 mm
> 15 m	100 mm	120 mm	100 mm	120 mm	80 mm	100 mm	60 mm	100 mm

**Evacuazione dell'acqua piovana**

Deviazione dell'acqua dal tetto (copertura e/o sottotetto) fino allo zoccolo dell'edificio. Il drenaggio viene realizzato con gronde sporgenti o a incasso e tubi di scarico posati esternamente oppure con canaline di scarico delle acque meteoriche posate sull'edificio.

**Copertura**

Strato superiore del tetto direttamente esposto alle intemperie.

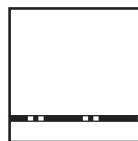
Le tipologie più frequenti di copertura sono:

- Tegole in terracotta
- Tegole in calcestruzzo
- Lastre in fibrocemento
- Lastre in ardesia
- Lastre opache o traslucide per coperture di grandi superfici
- Coperture metalliche (lamiera, lamiera sagomata, ecc.)

In caso di pioggia o grandine possono insorgere rumori fastidiosi, in particolar modo per le coperture di grandi superfici eseguite in lastre o per le coperture metalliche. Alcune misure costruttive consentono di ridurre la trasmissione dei rumori.

Anzitutto è necessario che i carichi che agiscono sulla copertura (carico proprio, peso della neve, pressione e risucchio del vento, ecc.) vengano trasmessi sulla costruzione sottostante.

Per i tetti inclinati con orditura a squame non si può escludere la penetrazione di neve polverosa, pioggia battente e acqua di ristagno sotto la copertura. In caso sia necessario proteggere da tale penetrazione gli elementi costruttivi sottostanti (in particolare per i tetti isolati termicamente) va eseguito un sottotetto adeguato alle specifiche esigenze dell'edificio.

**Strato di separazione e scorrimento**

Strato intermedio volto a separare due strati. Esso permette, da un lato, di separare definitivamente due materiali sovrapposti ma incompatibili e, dall'altro, di far muovere in modo indipendente le singole falde del tetto.

Protezione dal rumore nel tetto a falde

Osservazione sull'isolamento dai rumori in estate (fonte: studio EPMA)

L'influenza del tipo di materiale isolante è trascurabile.

Una differenza massima di 1°C sulla temperatura interna è ottenibile variando il materiale isolante solamente in presenza delle seguenti condizioni: schermatura della luce ottimale (lamelle a pacco e ventilazione notturna con cambio d'aria 3 volte all'ora), dimensioni minime delle finestre, capacità ridotte di accumulazione termica dei locali e capacità termica interna.

Se anche solo uno dei fattori rilevanti – dimensioni delle finestre, schermatura della luce, ventilazione notturna, capacità termica, ecc. – non è ottimale, la scarsa rilevanza del tipo di materiale isolante si accentua ulteriormente.

Fattori che incidono sul potere di isolamento dai rumori

Per costruzioni con muratura monolitica l'isolamento dai rumori si ottiene principalmente attraverso la massa superficiale. Con l'eccezione delle costruzioni con tetto a falde appoggiato su soletta in calcestruzzo, il potere di fonoisolamento non dipende esclusivamente dalla massa; i tetti a falde sono generalmente costruiti secondo il principio "massa-molla-massa". Il supporto di posa o il rivestimento per solette rivolti verso il locale abitabile rappresentano una massa e il sottotetto posto sopra il materiale isolante insieme alla copertura l'altra massa. Lo strato intermedio, costituito per es. dalla struttura portante (correntini) e dallo strato isolante, rappresenta la "molla", la cui efficacia dipende tuttavia da alcuni fattori quali lo spessore dell'intercapedine, la buona esecuzione delle separazioni (con fissaggio diretto o flessibile) e il materiale ammortizzante (lana minerale, aria). A seconda della scelta dei materiali e della tipologia costruttiva il potere fonoisolante varia nei modi seguenti:

- Copertura per tetto $\Delta R'_{w}$ fino a circa 3 dB
per es. le lastre di ardesia (fibrocemento) 3 dB sono migliori rispetto alle tegole in terracotta
- Sottotetto $\Delta R'_{w}$ fino a circa 6 dB
per es. le lastre con giunti sigillati sono preferibili al telo per sottotetto
- Strato di materiale isolante $\Delta R'_{w}$ fino a circa 10 dB
per es. i pannelli in lana minerale sono preferibili ai pannelli in schiuma rigida
- Rivestimento per soffitti/supporto di posa $\Delta R'_{w}$ fino a circa 10 dB
per es. i pannelli in truciolo combinati a perlinato sono preferibili al perlinato
- Fissaggio del rivestimento del soffitto $\Delta R'_{w}$ fino a circa 8 dB
per es. il montaggio flessibile (ganci acustici con molla o altro) è preferibile al fissaggio diretto e rigido

Il potere fonoisolante del tetto a falde può inoltre essere influenzato negativamente da intagli per la ventilazione (tetto a doppia ventilazione), da particolari finiture incompatibili con l'isolamento dai rumori

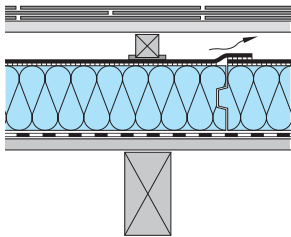
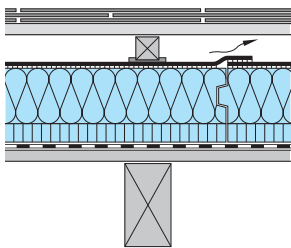
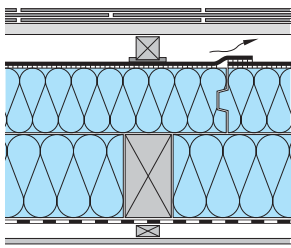
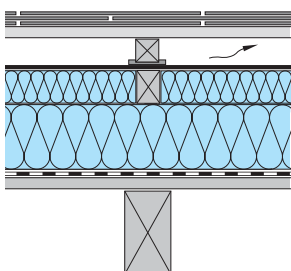
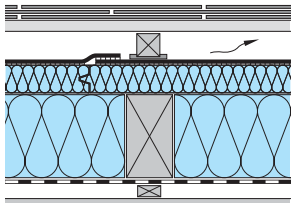
(per es. gronda o congiunzioni parete esterna/tetto) e da installazioni sul tetto (per es. finestre nel tetto, collettori, ecc.).

Un calcolo esatto e preciso del potere fonoisolante di un tetto a falde risulta pressoché impossibile a causa dei molteplici fattori di influsso e delle differenze di esecuzione. Nella pratica ci si orienta quindi ai valori di misurazione pubblicati (per es. documentazione SIA D 0189 «Documentazione dei componenti per l'edilizia per la protezione dal rumore nelle costruzioni edilizie»).

Potere fonoisolante dei tetti a falde swisspor

Il seguente elenco di costruzioni con tetto a falde swisspor vuole offrire a progettisti, architetti e aziende valori orientativi di fonoisolamento a seconda del tipo di costruzione, in modo da facilitare la scelta del tetto a falde in base ai requisiti posti (SIA 181). In particolare quando i requisiti di fonoisolamento sono particolarmente severi si consiglia di interpellare uno specialista.

Sovrastrutture swisspor per tetti a falde con coefficiente fonoassorbente calcolato R'_w

Schema	Stratigrafia	Coefficiente fonoassorbente R'_w
	Ardesia in fibrocemento ¹⁾ Listonatura 24x48 mm 60x60 mm Controlistonatura con swissporNastro per chiodi > 100 mm swissporTETTO Alu Difuplan Strato ermetico/barriera vapore > 19 mm Assito in legno Trave/correntino ¹⁾ con tegole in terracotta -3 dB	37 dB 34 dB
	Ardesia in fibrocemento ¹⁾ Listonatura 24x48 mm 60x60 mm Controlistonatura con swissporNastro per chiodi 150 mm swissporTETTO Kombi Alu/MF/Difuplan 0,3 mm Strato ermetico/barriera vapore > 19 mm Assito in legno Trave/correntino ¹⁾ con tegole in terracotta -3 dB	45 dB 42 dB
	Ardesia in fibrocemento ¹⁾ Listonatura 24x48 mm 60x60 mm Controlistonatura con swissporNastro per chiodi > 120 mm swissporTETTO Alu Difuplan 80/140 mm Trave/correntino 140 mm Lana di roccia swissporROC 0,3 mm Strato ermetico/barriera vapore 12.5 mm Lastre in cartongesso ¹⁾ con tegole in terracotta -3 dB	47 dB 44 dB
	Ardesia in fibrocemento ¹⁾ Listonatura 24x48 mm 60x60 mm Controlistonatura con swissporNastro per chiodi 0,6 mm swissporSottotetto 60 mm Lana di roccia swissporROC Tipo 3 200 mm Lana di roccia swissporROC Tipo 3 0,3 mm Strato ermetico/barriera vapore 22 mm Assito Trave/correntino ¹⁾ con tegole in terracotta -3 dB	50 dB 47 dB
	Ardesia in fibrocemento ¹⁾ Listonatura 24x48 mm 60x60 mm Controlistonatura con swissporNastro per chiodi 50 mm swissporBATISOL® Pannello isolante sopra i correntini 80/140 mm Correntino 140 mm Lana di roccia swissporROC Tipo 3 0,3 mm Strato ermetico/barriera vapore 12.5 mm Lastre in cartongesso ¹⁾ con tegole in terracotta -3 dB	51 dB 48 dB

Norme, raccomandazioni, prescrizioni

Norme sulle costruzioni / Norme sugli elementi costruttivi

- Norma SIA 232/1 «Tetti inclinati» (Edizione 2011)
- Norma SIA 274 «Impermeabilizzazioni di giunti e raccordi nelle costruzioni edili» (Edizione 2010)
- Documentazione SIA D 0188 «Vento»

Associazioni di categoria / Istituzioni / Pubblicazioni

- INVOLUCRO EDILIZIO SVIZZERA, 9240 Uzwil, www.gebäudehülle.swiss
- Opuscolo, Involucro Edilizio Svizzera «Protezione contro il calore estivo» (Edizione 2012)
- Opuscolo, Involucro Edilizio Svizzera «Absturzsicherungen auf geneigten Dächern» (Edizione 2017, non disponibile in italiano)