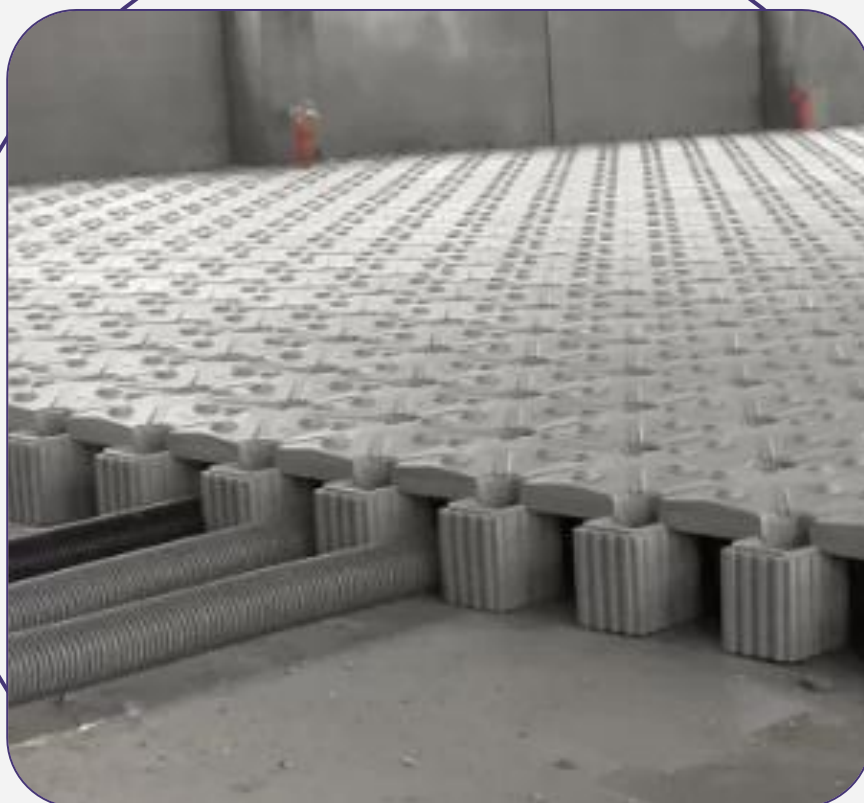




VESPAI COIBENTATI AERATI

Progettazione del comportamento energetico e igrometrico delle strutture contro terra con vespaio isolato e aerato



I MANUALI ANIT

ANIT, Associazione Nazionale per l'Isolamento Termico e acustico, pubblica periodicamente **guide e manuali** sulle tematiche legate all'efficienza energetica e all'isolamento acustico degli edifici.

Gli argomenti trattati riguardano la legislazione, le norme tecniche di riferimento, le tecnologie costruttive, le indicazioni di posa e molto altro.

Le **guide** sono riservate ai Soci ANIT e analizzano leggi e norme del settore, i **manuali** sono scaricabili per tutti gratuitamente e affrontano con un taglio pratico temi sviluppati in collaborazione con le Aziende associate.



STRUMENTI PER I SOCI

I soci ricevono



Costante **aggiornamento** sulle **norme in vigore** con le GUIDE



I software per calcolare **tutti i parametri** energetici, igrotermici e acustici degli edifici



Servizio di **chiarimento tecnico** da parte dello Staff ANIT

I servizi e la quota di iscrizione variano in base alla categoria di associato (Individuale, Azienda, Onorario).

Il presente manuale è realizzato in collaborazione con:



Tutti i diritti sono riservati

Questo documento è stato realizzato da Tep s.r.l.

Le informazioni riportate sono da ritenersi indicative ed è sempre necessario riferirsi a eventuali documenti ufficiali in vigore. I contenuti sono aggiornati alla data in copertina. Si raccomanda di verificare sul sito www.anit.it l'eventuale presenza di versioni più aggiornate.

Nessuna parte di questo documento può essere riprodotta o divulgata senza l'autorizzazione scritta di Tep s.r.l.

INDICE

PREMESSA	2
1 INQUADRAMENTO LEGISLATIVO.....	3
1.1 <i>Requisiti minimi.....</i>	<i>3</i>
1.2 <i>Ecobonus e Bonus casa.....</i>	<i>7</i>
1.3 <i>Conto Termico 3.0 per edifici della pubblica amministrazione e per edifici privati del terziario</i>	<i>7</i>
2 METODO DI VALUTAZIONE U con VESPAIO	9
2.1 <i>Norma UNI EN ISO 13370.....</i>	<i>9</i>
2.2 <i>Metodo di calcolo di trasmittanza della struttura su vespaio aerato</i>	<i>13</i>
3 ESEMPIO DI PONTI TERMICI CON VESPAIO	18
4 SOLUZIONI CONFORMI di VESPAI COIBENTATI	23
CONTATTI	25
BIBLIOGRAFIA	25

PREMESSA

I solai su vespaio aerato sono una soluzione progettuale molto diffusa per la “base” contro il terreno degli edifici, una struttura molto delicata per il controllo degli aspetti energetici ed igrometrici.

La legislazione sull’efficienza energetica degli edifici ingloba queste strutture nel calcolo generale del fabbisogno energetico dell’intero edificio per quanto riguarda i nuovi edifici e quelli sottoposti a ristrutturazione importante di I livello, mentre introduce un limite di trasmittanza media per gli interventi più limitati (ristrutturazione importante di II livello e riqualificazione energetica). È quindi importante che il professionista conosca e padroneggi questo argomento.

Il presente manuale analizza il tema dei solai su vespaio aerato, approfondendone le caratteristiche, i relativi metodi di calcolo e i riferimenti legislativi pertinenti.

Il lavoro è stato realizzato in collaborazione con l’azienda SICILFERRO associata ad ANIT dal 2025.

Buona lettura.

1 INQUADRAMENTO LEGISLATIVO

Nel corso del 2026 è previsto un momento di passaggio per quanto riguarda la legislazione sull'efficienza energetica degli edifici. Il 3 giugno 2026 entra infatti in vigore il **DM 28 ottobre 2025 Aggiornamento del decreto 26 giugno 2015, recante "Applicazione delle metodologie di calcolo delle prestazioni energetiche e definizione delle prescrizioni e dei requisiti minimi degli edifici"**, che aggiorna e in gran parte sostituisce i contenuti del DM 26/06/2015. Il nuovo decreto non modifica in modo sostanziale gli ambiti di applicazione del precedente, ma introduce alcune significative differenze, soprattutto sulla modalità di determinazione dei limiti da rispettare. Il decreto, come il precedente, definisce requisiti obbligatori per varie tipologie di intervento sugli edifici; il loro rispetto dipende direttamente dalle caratteristiche termofisiche dei materiali che costituiscono l'edificio e dall'efficienza degli impianti installati.

Le pareti e i solai controterra contribuiscono con tutte le altre strutture al comportamento energetico dell'edificio.

Focalizzando l'attenzione solo su queste strutture, si ricordano di seguito quali sono gli ambiti di applicazione e gli interventi eventualmente esclusi dall'applicazione dei requisiti minimi del DM 28 ottobre 2025, sottolineando nello specifico i punti in cui le novità previste da questo provvedimento interessano nello specifico le strutture controterra.

Nel presente documento sono dati per conosciuti i contenuti del decreto sui requisiti minimi nelle sue parti fondamentali e quindi si focalizza l'attenzione alla progettazione delle strutture controterra nel rispetto dei requisiti di legge.

Per maggiori approfondimenti su tutti i requisiti si rimanda alla Guida ANIT Nazionale.

1.1 Requisiti minimi

Si riporta nella tabella 1 lo schema degli ambiti di intervento del decreto ministeriale (ripreso dalla Guida ANIT) mentre la tabella 2 indica, in base a questi ambiti, quali siano i requisiti specifici in cui sono importanti le prestazioni delle strutture controterra. Sono riportati in **rosso** i parametri per i quali il DM 28 ottobre introduce una variazione rispetto al precedente metodo di calcolo e in **verde** i nuovi parametri introdotti dal decreto stesso. Negli stessi colori si riporta una spiegazione delle novità.

È importante ricordare che i requisiti imputati ai vari ambiti di applicazione dipendono dalla categorizzazione del DPR 412/93 che elenca gli edifici con le destinazioni d'uso.

DM 28 ottobre 2025 – Ambiti di applicazione del decreto	
	Nuova costruzione (All.1 Art.1.3) Per edificio di nuova costruzione si intende l'edificio il cui titolo abilitativo sia stato richiesto dopo l'entrata in vigore del DM 26/6/15 (<i>ndr, ovvero dal 1° ottobre 2015</i>)
	Demolizione e ricostruzione (All. 1, Art. 1.3) Rientrano in questa categoria gli edifici sottoposti a demolizione e ricostruzione, qualunque sia il titolo abilitativo necessario.
	Ampliamento volumetrico di edifici esistenti o recupero di volumi esistenti precedentemente non riscaldati con installazione di nuovo impianto dedicato (All. 1 Art. 1.3 e Art. 6.1) per il quale valga almeno una delle seguenti condizioni: • nuovo volume lordo climatizzato > 15% volume lordo climatizzato esistente • nuovo volume lordo climatizzato > 500 m³ La parte ampliata di fatto è trattata come una porzione di nuova costruzione.
	Ampliamento volumetrico di edifici esistenti o recupero di volumi esistenti precedentemente non riscaldati collegati all'impianto tecnico che gestisce anche il volume precedentemente riscaldato (All. 1 Art. 1.3 e Art. 6.1) per il quale valga almeno una delle seguenti condizioni: • nuovo volume lordo climatizzato > 15% volume lordo climatizzato esistente • nuovo volume lordo climatizzato > 500 m³

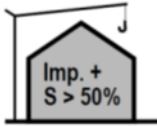
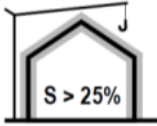
	Ristrutturazioni importanti di primo livello (All. 1 Art. 1.4.1) La ristrutturazione prevede contemporaneamente: - un intervento che interessa l'involucro edilizio con un'incidenza $> 50\%$ della superficie disperdente lorda complessiva dell'edificio; - la ristrutturazione dell'impianto termico per il servizio di climatizzazione invernale e/o estiva asservito all'intero edificio. In tal caso i requisiti di prestazione energetica si applicano all'intero edificio e si riferiscono alla sua prestazione energetica relativa al servizio o servizi interessati.
	Ristrutturazioni importanti di secondo livello (All. 1 Art. 1.4.1) L'intervento interessa l'involucro edilizio con un'incidenza $> 25\%$ della superficie disperdente lorda complessiva dell'edificio e può interessare l'impianto termico per il servizio di climatizzazione invernale e/o estiva.
	Riqualificazione energetica dell'involucro (All. 1 Art. 1.4.2) Interventi sull'involucro che coinvolgono una superficie $\leq 25\%$ della superficie disperdente lorda complessiva dell'edificio. Ricadono in questo ambito anche gli ampliamenti/recuperi $< 15\%$ o a 500m^3

Tabella 1. Ambiti di intervento DM 28 ottobre 2025 con i requisiti da rispettare sulle strutture controterra (o in cui se ne valuta il contributo sulla prestazione globale dell'edificio)

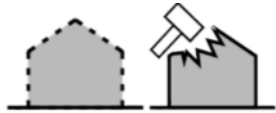
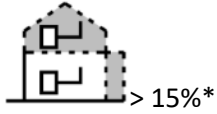
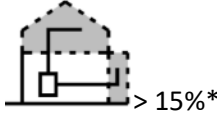
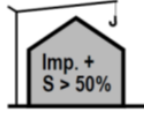
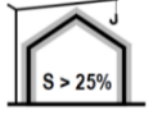
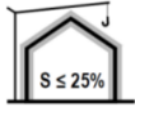
DM 28 ottobre 2025 – Requisiti specifici che coinvolgono le strutture controterra				
	Dove si applica	Requisito invernale richiesto	Requisito estivo richiesto	Requisito globale richiesto
	Intero immobile	$EP_{H,nd}$ H'_T	$EP_{C,nd}$ Y_{ie}	$EP_{gl, tot}$
	Nuovo volume o volume recuperato con nuovo impianto	$EP_{H,nd}$ H'_T	$EP_{C,nd}$	$EP_{gl, tot}$
	Nuovo volume o volume recuperato con estensione di impianto	H'_T		
	Intero immobile	$EP_{H,nd}$ H'_T	$EP_{C,nd}$	$EP_{gl, tot}$
	Superficie oggetto di intervento	U_{sc} U_{media} H'_T		
	Superficie oggetto di intervento	U_{sc}		
(*) Nel caso di ampliamento con volume $\leq 15\%$ del volume lordo climatizzato e $\leq 500\text{ m}^3$ l'intervento va ricondotto agli altri ambiti d'applicazione (FAQ del MISE. 2.11)				

Tabella 2. Requisiti minimi suddivisi per ambito d'applicazione in cui le verifiche sono influenzate dalle prestazioni delle strutture controterra.

I parametri riportati in tabella sono:

- $EP_{H,nd}$: indice di prestazione termica utile per il riscaldamento [kWh/m²]
- $EP_{C,nd}$: indice di prestazione termica utile per il raffrescamento [kWh/m²]
- $EP_{gl,tot}$: indice di prestazione energetica globale dell'edificio totale [kWh/m²]
- H'_T : coefficiente medio globale di scambio termico per trasmissione [W/m²K]
- U_{sc} : trasmittanza termica limite in sezione corrente [W/m²K]
- U_{media} : trasmittanza termica media limite comprensiva dei ponti termici [W/m²K]
- Y_{ie} : trasmittanza termica periodica [W/m²K]

Per i tre parametri $EP_{H,nd}$, $EP_{C,nd}$, $EP_{gl,tot}$ il DM 28 ottobre introduce una variazione nel metodo di calcolo del valore limite. Si mantiene l'utilizzo del metodo dell'edificio di riferimento, ma i valori di trasmittanza di riferimento non sono più comprensivi di tutti i ponti termici esistenti sulla struttura. Alcune tipologie di ponti termici (contorno serramenti, balconi), vengono conteggiati a parte, mentre tutte le altre tipologie (compresi i ponti termici controterra) rimangono inclusi nella trasmittanza di riferimento.

Per le ristrutturazioni importanti di secondo livello non è più richiesto il calcolo di H'_T .

Per le ristrutturazioni importanti di II livello e per la riqualificazione energetica è richiesto che le trasmittanze in sezione corrente delle strutture oggetto di intervento siano inferiori ai valori limite presenti nelle tabelle dell'appendice B del DM 28/10/2025 (qui riportati in tabella 3).

Per le ristrutturazioni importanti di II livello è richiesto di verificare che il valore della trasmittanza termica di progetto comprensiva dei ponti termici non sia superiore alla trasmittanza termica limite comprensiva dei ponti termici.

La trasmittanza termica di progetto comprensiva dei ponti termici si calcola come:

$$\frac{\sum A \cdot U + \sum \Psi \cdot L}{\sum A}$$

Dove:

A è l'area di intervento [m²];

U è la trasmittanza di progetto della sezione corrente [W/m²K];

L è la lunghezza del ponte termico [m];

Ψ è la trasmittanza termica lineica di progetto (da valutare in accordo con le indicazioni della UNI/TS 11300-1) [W/mK].

La trasmittanza termica limite comprensiva dei ponti termici si calcola come:

$$\frac{\sum A \cdot U_{lim} + \sum \Psi_{tab} \cdot L}{\sum A}$$

dove

A è l'area di intervento [m²];

U_{lim} è la trasmittanza limite della sezione corrente che si ricava dalle tabelle 1, 2, 3 e 4 dell'Appendice B (vd. Cap. 2.6 della Guida) [W/m²K];

L è la lunghezza del ponte termico [m]

Ψ_{tab} è il coefficiente lineico di trasmissione riportato nelle tabelle 5,6,7 dell'App. B [W/mK] del DM 28/10/2025;

Sono considerati all'interno del calcolo unicamente i ponti termici presenti nelle tabelle da 5 a 7. Si sottolinea che i ponti termici controterra non sono presenti nelle tabelle citate. Le tipologie di ponti termici non comprese (quindi anche i ponti termici controterra) non devono essere conteggiate né per il calcolo della trasmittanza termica di progetto né per il calcolo della trasmittanza termica limite.

Per questo calcolo si utilizzano le misure esterne lorde, ossia le superfici esterne lorde.

La verifica si effettua per la porzione di involucro dell'edificio interessata dai lavori.

I valori della trasmittanza di riferimento (U_{rif}) e di trasmittanza limite (U_{sc}) sono riportati nella tabella 3 per le strutture orizzontali di pavimento e per le strutture verticali opache.

Nel caso di strutture rivolte verso il terreno si applica quanto indicato nelle Appendici A e B del DM 28/10/2025, ovvero che:

“[...] i valori limite di trasmittanza devono essere rispettati dalla trasmittanza equivalente della struttura tenendo conto dell'effetto del terreno calcolata secondo UNI EN ISO 13370.”

Per dettagli sul metodo di calcolo si veda il paragrafo seguente.

Strutture orizzontali di pavimento, verso l'esterno, gli ambienti non climatizzati o controterra	Zona climatica	Valori per l'edificio di riferimento U_{rif} [W/m ² K]	Valori limite in sezione corrente per interventi sull'esistente U_{lim} [W/m ² K]
	A e B	0,44	0,42
	C	0,38	0,38
	D	0,29	0,32
	E	0,26	0,29
	F	0,24	0,28

Strutture opache verticali, verso l'esterno, gli ambienti non climatizzati o controterra	Zona climatica	Valori per l'edificio di riferimento U_{rif} [W/m ² K]	Valori limite in sezione corrente per interventi sull'esistente U_{lim} [W/m ² K]
	A e B	0,43	0,40
	C	0,34	0,36
	D	0,29	0,32
	E	0,26	0,28
	F	0,24	0,26

Tabella 3. Valori di trasmittanza di riferimento e limite per le strutture controterra orizzontali (sopra) e verticali (sotto). Tali valori sono riportati nel 28/10/2025.

Per tutti gli ambiti di applicazione viene richiesto di eseguire le **verifiche termoigrometriche**.

Il DM 28/10/2025 non ha introdotto sostanziali novità su questo tema, continuando a prescrivere quanto in seguito riportato.

Nel caso di intervento che riguardi le strutture opache delimitanti il volume climatizzato verso l'esterno, si procede in conformità alla normativa tecnica vigente (UNI EN ISO 13788), alla verifica dell'assenza:

- di rischio di formazione di muffe, con particolare attenzione ai ponti termici negli edifici di nuova costruzione;
- di condensazioni interstiziali.

Le condizioni interne di utilizzazione, ai fini del raggiungimento del benessere termo igrometrico, sono quelle previste nell'appendice alla norma sopra citata, secondo il metodo delle classi di concentrazione. Le medesime verifiche possono essere effettuate con riferimento a condizioni diverse, purché venga garantito il benessere termo-igrometrico, qualora esista un sistema di controllo dell'umidità interna e se ne tenga conto nella determinazione dei fabbisogni di energia primaria per riscaldamento e raffrescamento.

Le verifiche devono essere effettuate sia sulla sezione corrente, sia sul ponte termico ed in particolare:

- a) il calcolo deve essere effettuato con riferimento alle norme UNI EN ISO 13788 e UNI EN ISO 10211;
- b) le verifiche di conformità alla norma UNI EN ISO 13788 possono essere condotte anche con metodi più dettagliati, così come previsto da tale norma. Tali verifiche sono soddisfatte qualora la quantità massima ammissibile non sia superata e non vi sia nessun residuo alla fine di un ciclo annuale.

1.2 Ecobonus e Bonus casa

Il 6 ottobre 2020 è entrato in vigore il Decreto 06/08/2020, che riporta i limiti attualmente in vigore per l'accesso alle detrazioni fiscali per interventi di risparmio energetico in edilizia. I limiti si applicano agli interventi iniziati dal 6 ottobre 2020 in poi. Per interventi iniziati fino al 5 ottobre 2020, rimangono validi i limiti precedentemente in vigore (DM 11 marzo 2008, DM 26 gennaio 2010).

In base a quanto riportato nel Decreto 6 agosto 2020 per "Inizio lavori" si intende la data di presentazione della relazione legge 10 (art.12 comma 3 Decreto 6 agosto 2020).

I limiti riportati nel Decreto 6 agosto 2020 sono validi per tutti i tipi di detrazioni per interventi di risparmio energetico, ovvero **Ecobonus e Superbonus (per i casi per cui è ancora previsto)**.

Allegato E del Decreto 6 agosto 2020 – Limiti di trasmittanza termica per l'accesso alle detrazioni				
Zona climatica	Strutture opache verticali (W/m ² K)	Strutture opache orizzontali o inclinate		Finestre comprensive di infissi (W/m ² K)
		Coperture (W/m ² K)	Pavimenti (W/m ² K)	
A	0,38	0,27	0,40	2,60
B	0,38	0,27	0,40	2,60
C	0,30	0,27	0,30	1,75
D	0,26	0,22	0,28	1,67
E	0,23	0,20	0,25	1,30
F	0,22	0,19	0,23	1,00

Tabella 4. *Trasmittanza limite per l'accesso alle detrazioni secondo il 6 agosto 2020.*

Si specifica che, secondo il 6 agosto 2020, il calcolo della trasmittanza termica si esegue secondo la norma UNI EN ISO 6946.

Ai sensi della norma UNI EN ISO 6946, il calcolo della trasmittanza delle strutture opache **non include il contributo dei ponti termici**. Tuttavia, specifichiamo che la norma UNI EN ISO 6946 esclude esplicitamente dal proprio ambito di applicazione le strutture controterra: pertanto la trasmittanza di queste strutture deve essere calcolata con la norma pertinente, ossia la UNI EN ISO 13370.

Quindi, il valore della trasmittanza da confrontare con il limite previsto per le detrazioni fiscali è quello **calcolato con la norma UNI EN ISO 13370, senza considerare il contributo dei ponti termici** (per coerenza con quanto previsto per le altre strutture)

1.3 Conto Termico 3.0 per edifici della pubblica amministrazione e per edifici privati del terziario

Il 26/09/2025 in Gazzetta Ufficiale è stato pubblicato il Decreto 7 agosto 2025 denominato "Conto Termico 3.0" e il 5/12/2025 sono state pubblicate le nuove regole applicative elaborate dal GSE. Il Decreto è entrato in vigore il 25 dicembre 2025. La versione aggiornata del Conto Termico amplia la platea di soggetti ammessi comprendendo esplicitamente anche gli enti del terzo settore e i soggetti privati che intervengono su alcune tipologie di edificio del terziario ben individuate.

Gli interventi previsti si dividono in due macro categorie distinte tra il Titolo II e il Titolo III del Decreto. Le Amministrazioni Pubbliche accedono a tutte e due le tipologie di interventi. Il Titolo II riguarda gli interventi sull'involucro degli edifici.

Interventi di piccole dimensioni per l'incremento dell'efficienza energetica negli edifici relativi all'involucro degli edifici come da Titolo II

Soggetti ammessi (art. 4):

- Amministrazioni Pubbliche
- Privati solo su certe tipologie di edifici del terziario (art. 2, lettera b))
- Enti del terzo settore **che non svolgono attività di carattere economico**

Interventi incentivabili (art. 5):



Isolamento termico superficie opache (anche con VMC). Solai contro terra.



Sostituzione di chiusure trasparenti



Installazione di sistema di schermatura e/o ombreggiamento e/o sistemi di filtrazione solari esterni



Trasformazione in edificio NZEB

Per ogni tipologia di intervento è previsto il rispetto di requisiti tecnici minimi descritti nel testo legislativo e nelle regole applicative. Per gli interventi riguardanti l'involucro, come per l'Ecobonus, sono previste trasmittanze termiche limite per tipologia di struttura (come riportato nella tabella seguente).

Valori di trasmittanza massimi consentiti per l'accesso all'incentivo U_{lim} [W/m ² K]				
Zona climatica	Strutture opache verticali (W/m ² K)	Strutture opache orizzontali o inclinate		Finestre comprensive di infissi (W/m ² K)
		Coperture (W/m ² K)	Pavimenti (W/m ² K)	
A	0,38	0,27	0,40	2,60
B	0,38	0,27	0,40	2,60
C	0,30	0,27	0,30	1,75
D	0,26	0,22	0,28	1,67
E	0,23	0,20	0,25	1,30
F	0,22	0,19	0,23	1,00

Tabella 5. Trasmittanza limite per l'accesso al Conto Termico 3.0.

Il Conto Termico 3.0 descrive per ogni tipologia di intervento la percentuale incentivata massima delle spese sostenute. Tale percentuale varia orientativamente da un minimo del 20% fino ad un massimo del 65%.

Nel rispetto del principio di cumulabilità l'ammontare dell'incentivo erogato al soggetto responsabile **non può eccedere il 65%** delle spese sostenute (art. 11, comma 1). In alcuni casi particolari si può arrivare al 100%. L'incentivo è erogato in rate annuali costanti per una durata definita a seconda del tipo di intervento.

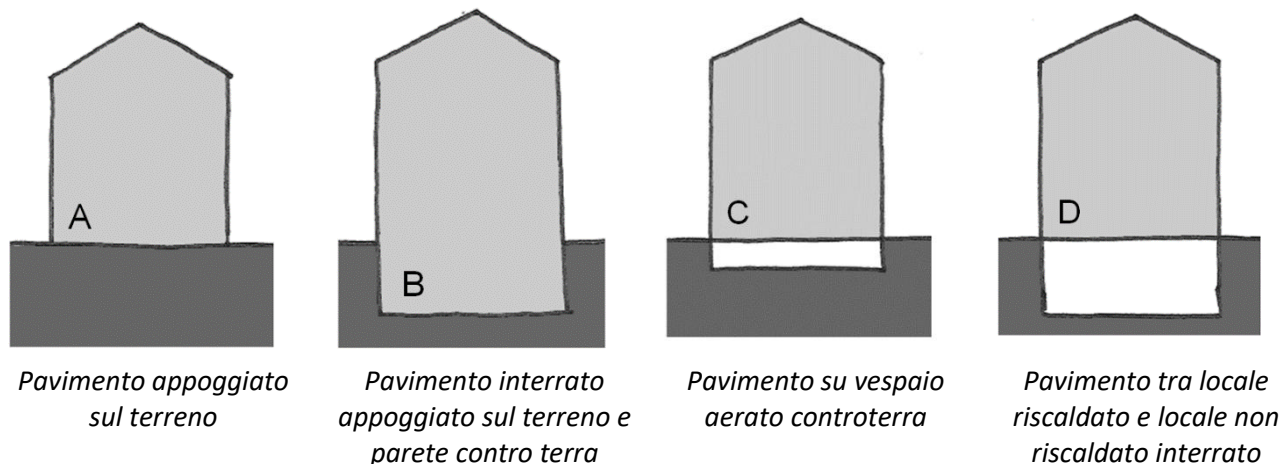
Oltre alla percentuale massima di incentivazione sono presenti anche altri limiti da verificare. Per gli interventi di isolamento termico sono presenti anche un valore massimo di incentivo in € e costo massimo incentivabile in €/m².

Ogni intervento deve essere approfondito e studiato nel dettaglio pertanto si rimanda ad una lettura approfondita del DM, delle Regole Applicative e della Guida ANIT Conto Termico 3.0 che contiene per ogni intervento la scheda riassuntiva con: requisiti tecnici, spese ammesse, documentazione da produrre, costi massimi e calcolo dell'incentivo.

2 METODO DI VALUTAZIONE U con VESPAIO

2.1 Norma UNI EN ISO 13370

Il metodo di calcolo del coefficiente di trasmissione di calore attraverso il terreno è descritto dalla norma UNI EN ISO 13370. La norma fornisce procedure che tengono conto della natura tridimensionale del flusso termico e che sono adatte per la valutazione dei coefficienti di scambio termico e dei flussi termici per la maggior parte delle situazioni. Le casistiche previste delle possibilità di scambio fra edificio riscaldato e terreno possono essere schematizzate come segue:



Per ognuno dei quattro casi, la norma prevede un metodo di calcolo costituito da equazioni che a seguito dell'inserimento di un certo numero di dati in ingresso, restituiscono il valore di trasmittanza termica della struttura tenendo conto del contributo positivo del terreno. I casi C e D sono casi particolari di "locali non riscaldati" costituiti in parte da strutture a contatto con il terreno.

Per la valutazione dei locali non riscaldati si rimanda al Manuale ANIT "Isolamento delle strutture verso locali non riscaldati".

L'approfondimento è dedicato ai casi A, B e C con i quali è possibile poi affrontare anche il caso D.

NB Va ricordato e tenuto sempre presente che questo metodo di calcolo non valuta la dispersione energetica dall'ambiente riscaldato verso il terreno, ma dall'ambiente riscaldato all'esterno attraverso il terreno. Quindi il terreno e le strutture a stretto contatto con esso sono un mezzo attraverso il quale l'energia si propaga verso l'esterno, e devono quindi essere caratterizzati termicamente.

Per questo motivo, le caratteristiche geometriche delle strutture (area e perimetro del pavimento, profondità di interramento ecc...) e la conduttività del terreno sono parte integrante del calcolo.

Calcolo della trasmittanza del pavimento appoggiato sul terreno – Casi A e B

Per valutare il valore di trasmittanza termica comprensiva del terreno sono necessarie due informazioni da esprimere in metri di terreno equivalenti:

- 1) la resistenza termica complessiva della struttura a contatto con il terreno poi espressa con il parametro "spessore equivalente di terreno" in [m] e denominata " d_f " (f = floor)
- 2) la quantità media ponderata geometricamente di terreno a disposizione per migliorare la resistenza termica complessiva espressa con il parametro "dimensione caratteristica" in [m] e denominata " B "

Con questi due parametri e il valore di conduttività del terreno λ_g è possibile stimare la trasmittanza che tiene conto del terreno di un pavimento appoggiato al terreno denominata $U_{fg,sog}$ ovvero U pavimento-terreno (floor ground) appoggiato (slab on ground) con la seguente equazione:

$$U_{fg,sog} = \frac{\lambda_g}{0.457 \cdot B' + d_f}$$

Dove:

$$B = \frac{A}{0.5 \cdot P}$$

e

$$d_f = d_{w,e} + \lambda_g \cdot (R_{si} + R_{f,sog} + R_{se})$$

con:

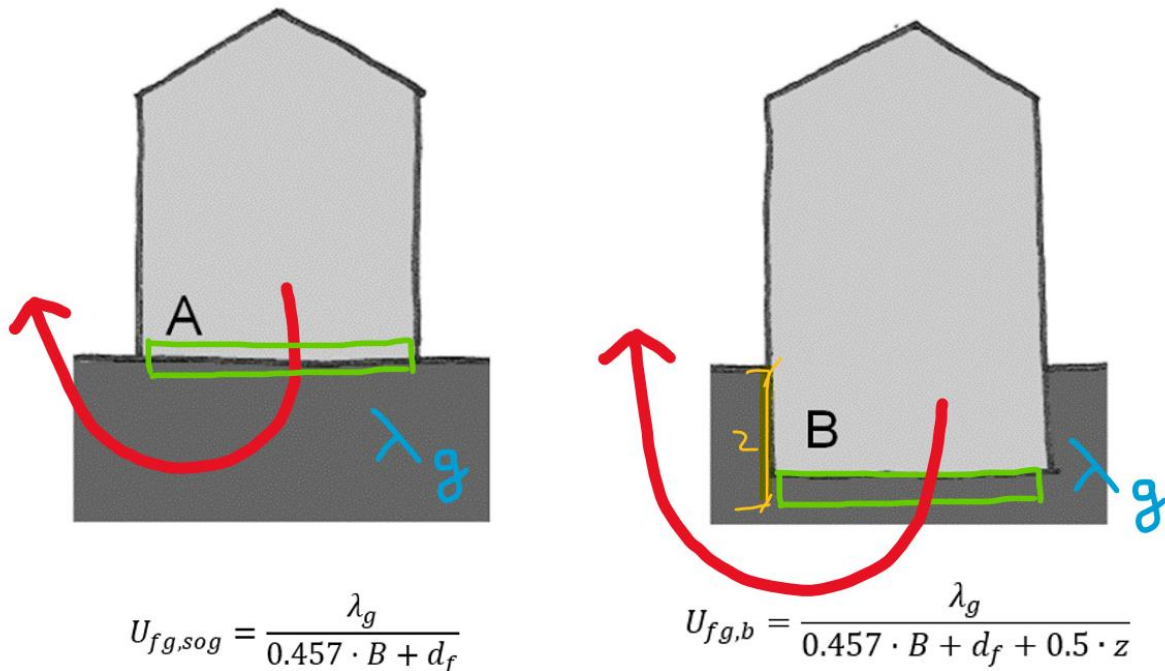
A	area del pavimento appoggiato sul terreno [m ²];
B'	dimensione caratteristica del pavimento [m];
P	perimetro esposto del pavimento [m];
$d_{w,e}$	spessore delle pareti dell'edificio a livello del terreno;
λ_g	conduttività termica del terreno [W/mK];
R_{si}	resistenza superficiale interna [m ² K/W];
$R_{f,sog}$	resistenza termica della soletta del pavimento controterra [m ² K/W];
R_{se}	resistenza superficiale esterna [m ² K/W];

Dall'equazione di $U_{fg,sog}$ emerge chiaramente che il comportamento di una struttura a contatto con il terreno è tanto meno disperdente

- minore la trasmittanza termica delle strutture (ovvero con elevati valori di d_f)
- maggiore la quantità di terreno che il flusso termico deve attraversare per passare dall'ambiente interno e all'esterno
- minore è la conduttività del terreno.

Il progettista ha la possibilità di "lavorare" sulla trasmittanza della struttura ovvero sull'isolamento termico della stessa. Il modello di calcolo della trasmittanza termica è descritto dalla norma UNI EN ISO 6946. Nella norma è richiamata l'importanza del valore di conduttività termica dichiarata – λ_D per i materiali isolanti.

In caso di pavimento appoggiato sul terreno e anche interrato la trasmittanza che tiene conto del terreno migliora poiché a parità di parametri descritti aumenta quello relativo al percorso del flusso termico come evidenzia l'immagine seguente. Il flusso di calore infatti deve anche superare la profondità "z".



L'equazione per il caso B è simile a quella del pavimento appoggiato sul terreno e viene aggiunto anche il contributo della parte di terreno derivante dalla profondità z in metri di interramento.

Calcolo della trasmittanza del pavimento su vespai aerato – Caso C

È “**pavimento su vespai aerato**” un pavimento che si trova sollevato dal terreno grazie a una struttura dedicata; lo spazio sotto è aerato in modo convenzionale con aria esterna.

Il valore di trasmittanza è una sommatoria di resistenze termiche: al valore iniziale del solaio U_f si aggiunge una resistenza termica che comprende quella del solaio contro terra U_g e quella delle pareti contro terra con l'influenza dell'eventuale ventilazione dell'intercapedine U_x .

$$\frac{1}{U} = \frac{1}{U_f} + \frac{1}{U_g + U_x}$$

Dove:

$$U_f = \frac{A \cdot U_{solaio} + \psi \cdot P}{A}$$

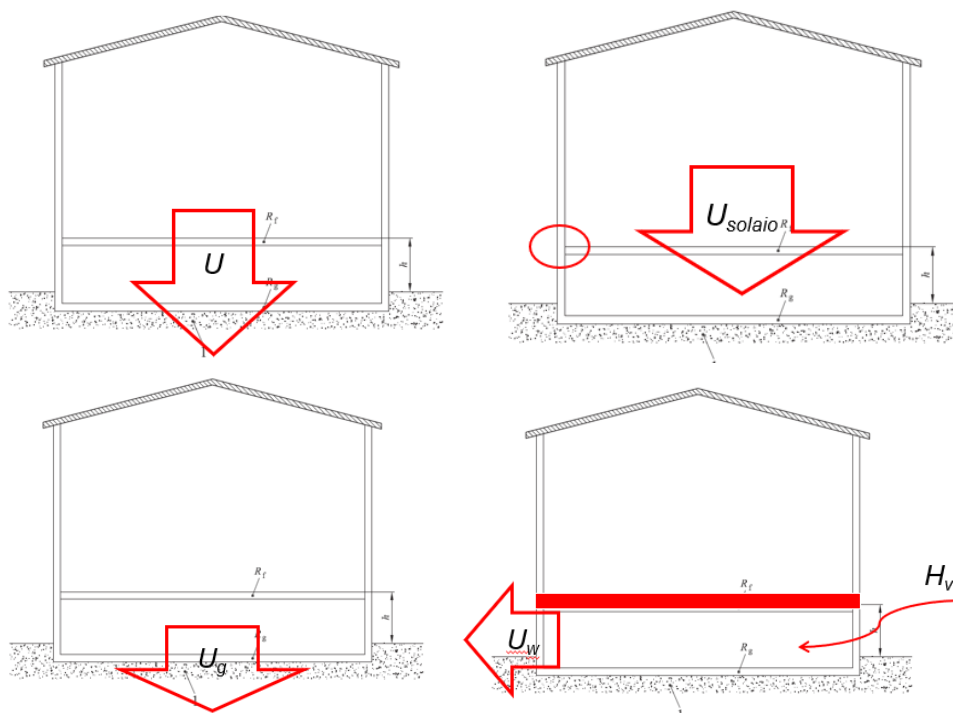
$$U_g = \frac{2\lambda}{\pi B' + d_g} \cdot \ln\left(\frac{\pi B'}{d_g} + 1\right)$$

$$U_x = 2 \cdot \frac{h \cdot U_w}{B'} + 1450 \frac{\varepsilon \cdot v \cdot f_w}{B'}$$

Con:

- A area del pavimento appoggiato sul terreno [m²];
- B' dimensione caratteristica del pavimento [m];
- P perimetro esposto del pavimento [m];
- ψ Coefficiente lineico ponte termico di bordo [W/mK];

λ_g	conduttività termica del terreno [W/mK];
d_g	Spessore equivalente totale del suolo al di sotto del pavimento [m];
h	Altezza della superficie superiore del pavimento sopra il livello del terreno esterno [m];
U_w	Trasmittanza termica delle pareti dell'intercapedine sopra il livello del terreno [W/m ² K];
ε	Area delle aperture di ventilazione per unità di lunghezza del perimetro dell'intercapedine [m ² /m];
v	Velocità media del vento a 10 m di altezza [m/s];
f_w	coefficiente di schermatura dal vento



Pertanto l'effetto in termini energetici della presenza di un vespaio aerato viene valutata:

- considerando la caratteristica termica del solaio tra ambiente riscaldato e vespaio (compresi i ponti termici);
- considerando la trasmissione energetica della soletta controterra, modellandola come spessore equivalente di terreno;
- definendo la caratteristica termica delle pareti esterne del vespaio e l'altezza della porzione di parete che risulta interrata;
- valutando l'effetto della ventilazione del vespaio tenendo conto della superficie delle aperture di ventilazione per metro di lunghezza, della velocità del vento e del posizionamento dell'edificio.

2.2 Metodo di calcolo di trasmittanza della struttura su vespaio aerato

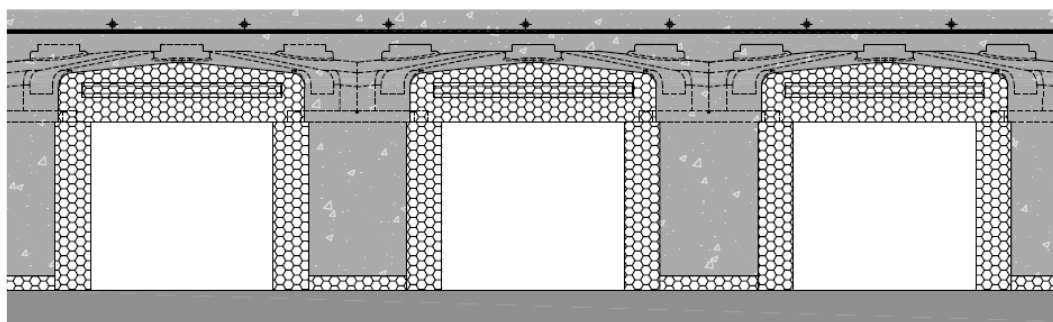
Si riportano di seguito alcuni esempi di calcolo eseguito secondo la norma UNI EN ISO 13370 utilizzando la tecnologia AIRCRAB in due altezze (90 e 50 cm). Questa è costituita da elementi modulari in EPS con grafite che consentono di realizzare un vespaio sul quale poi viene gettata una soletta in cls armato. Con il getto di cls vengono riempiti anche i pilastri cavi che costituiscono l'effettivo spessore del vespaio. Al di sopra della soletta possono poi essere posati gli ulteriori strati (alloggiamento impianti, pavimentazione ecc.).



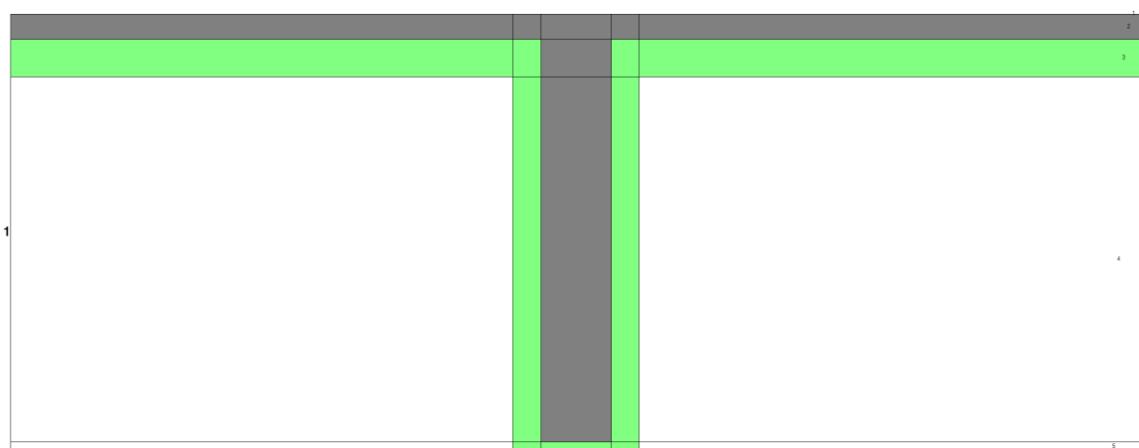
Gli esempi, elaborati tramite l'utilizzo del software PAN 8.0, restituiscono il valore di trasmittanza del sistema pavimento - terreno. Dal momento che questo dipende strettamente dalla geometria dell'edificio (in particolare dall'area del pavimento, dal suo perimetro, dalla profondità di interramento e dalla schermatura del vento) è necessario definire i parametri utilizzati:

- area del pavimento $A_{\text{pavimento}} = 224 \text{ m}^2$ (14 x 16 m)
- perimetro del pavimento $P_{\text{pavimento}} = 50 \text{ m}$
- altezza della parete interrata pari all'altezza del vespaio
- aperture di ventilazione 6 tubi diametro 10 cm pari a $0,0008 \text{ m}^2/\text{m}$ rapportati al perimetro
- velocità media annuale del vento nella località di progetto (Catania) 1,1 m/s
- conduttività termica del terreno 1,5-3,5 W/mK

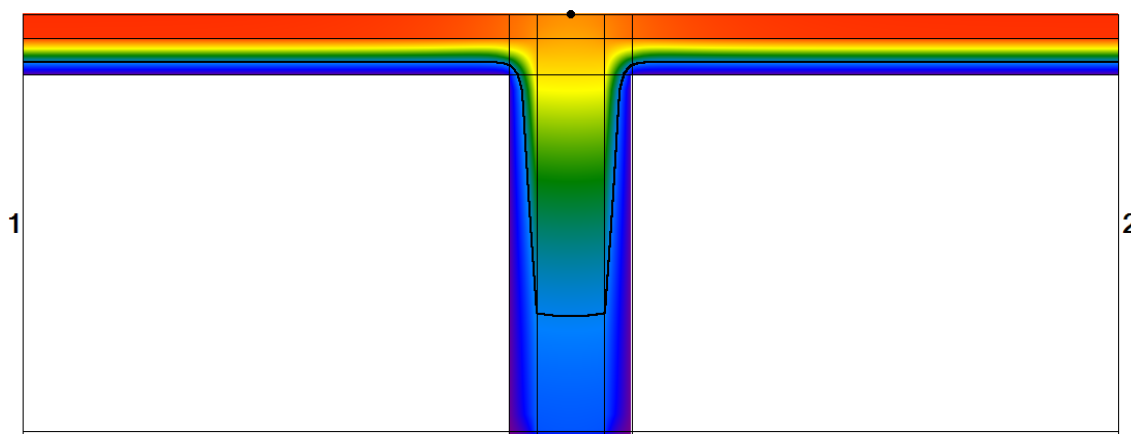
Le caratteristiche termiche dell'elemento solaio da inserire in questo tipo di calcolo sono state determinate utilizzando come sezione corrente quella della cupola dell'elemento AIRCRAB più la soletta sovrastante, ed aggiungendo l'effetto dei ponti termici dovuti ai pilastri, calcolati agli elementi finiti per le diverse altezze dei pilastri stessi (90 e 50 cm). Si è ipotizzato un comportamento bidimensionale considerato sufficiente alla modellazione della situazione (tenuto conto delle incertezze successive della modellazione controterra).



Dettaglio bidimensionale che mostra la continuità del prodotto posato



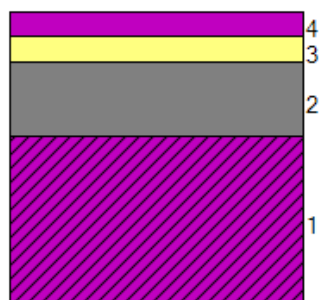
Dettaglio bidimensionale della valutazione agli elementi finiti che mostra la continuità del materiale isolante (EPS in verde)



Dettaglio bidimensionale con la distribuzione di temperatura risultante dal calcolo agli elementi finiti

Dalla trasmittanza media dell'elemento così calcolata si è ricavata una conducibilità equivalente, che include quindi l'effetto di soletta e pilastri, ma non quello del vespai aerato che viene calcolato a parte col metodo contenuto nella norma UNI EN ISO 13370 e sopra descritto.

Si riportano i risultati delle valutazioni.

Struttura: Solaio AIRCRAB H 90 cm

	Tipo	Descrizione
1	VAR	Solaio H90 cupola
2	CLS	Massetto per impianti
3	INT	Malta di allettamento
4	VAR	Porcellana (piastrelle)

	s [m]	ρ [kg/m ³]	λ [W/mK]	c_p [J/kgK]	μ [-]	m_s [kg/m ²]	R_i [m ² K/W]	S_D [m]	α [m ² /Ms]
							0,17		
1	0,135	1000	0,063	1000	100	135,0	2,143	13,50	0,063
2	0,060	800	0,240	1000	3	48,0	0,250	0,18	0,300
3	0,020	1800	1,000	1000	6	36,0	0,020	0,12	0,556
4	0,020	2300	1,000	841	2000000	46,0	0,020	40000,00	0,517
							0,170		

Parametri stazionari

Spessore totale [m]	0,235
Massa superficiale [kg/m ²]	265,0
Massa superficiale esclusi intonaci [kg/m ²]	229,0
Resistenza [m ² K/W]	2,77
Trasmittanza [W/m ² K]	0,361
Capacità termica totale [kJ/m ² K]	257,7
Trasmittanza struttura-terreno [W/m ² K]	0,179

Si riportano i dati di calcolo relativi al vespaio aerato, sulla base dei quali è stata calcolata la trasmittanza del sistema parete/terreno.

Trasmittanza sistema solaio-vespaio aerato

Area del pavimento m²

Perimetro del pavimento m

Dimensione caratteristica B m

z - Altezza della parete interrata m

w - Spessore della parete m

Tipo di terreno

Conduttività termica W/mK

Aerazione

Velocità del vento m/s

Area delle aperture per ventilazione m²/m

Fattore di schematura del vento

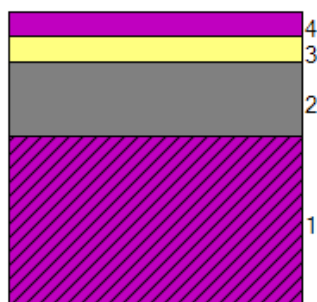
☒ Protetto ☐ Medio ☐ Esposto

f_w

Dispersioni per ventilazione W/K

Spessore equivalente di terreno m

Trasmittanza sistema solaio-vespaio W/m²K

Struttura: Solaio AIRCRAB H 50 cm

	Tipo	Descrizione
1	VAR	Solaio H50 cupola
2	CLS	Massetto per impianti
3	INT	Malta di allettamento
4	VAR	Porcellana (piastrelle)

	s [m]	ρ [kg/m ³]	λ [W/mK]	c_p [J/kgK]	μ [-]	m_s [kg/m ²]	R_i [m ² K/W]	S_D [m]	α [m ² /Ms]
							0,17		
1	0,135	1000	0,062	1000	100	135,0	2,177	13,50	0,062
2	0,060	800	0,240	1000	3	48,0	0,250	0,18	0,300
3	0,020	1800	1,000	1000	6	36,0	0,020	0,12	0,556
4	0,020	2300	1,000	841	2000000	46,0	0,020	40000,00	0,517
							0,170		

Parametri stazionari

Spessore totale [m]	0,235
Massa superficiale [kg/m ²]	265,0
Massa superficiale esclusi intonaci [kg/m ²]	229,0
Resistenza [m ² K/W]	2,81
Trasmittanza [W/m ² K]	0,356
Capacità termica totale [kJ/m ² K]	257,7
Trasmittanza struttura-terreno [W/m ² K]	0,243

Trasmittanza sistema solaio-vespaio aerato

Area del pavimento m²

Perimetro del pavimento m

Dimensione caratteristica B m

z - Altezza della parete interrata m

w - Spessore della parete m

Tipo di terreno

Roccia omogenea W/mK

Aerazione

Velocità del vento m/s

Area delle aperture per ventilazione m²/m

Fattore di schematura del vento

☒ Protetto ☐ Medio ☐ Esposto

fw

Dispersioni per ventilazione W/K

Spessore equivalente di terreno m

Trasmittanza sistema solaio-vespaio W/m²K

Nota sui risultati

Gli esempi di calcolo sono riferiti a prodotti di vespaio coibentati isolati e aerati AIRCRAB proposti da SCF.

Il modello di calcolo di dispersioni di una struttura attraverso il terreno della UNI EN 13370 e quindi di trasmittanza equivalente tiene conto come mostrato, oltre che delle caratteristiche termiche della struttura, di una serie di altri fattori come:

- geometria del pavimento,
- caratteristiche del terreno,
- grado di ventilazione del vespaio (a sua volta influenzata dalla velocità del vento nella località di progetto).

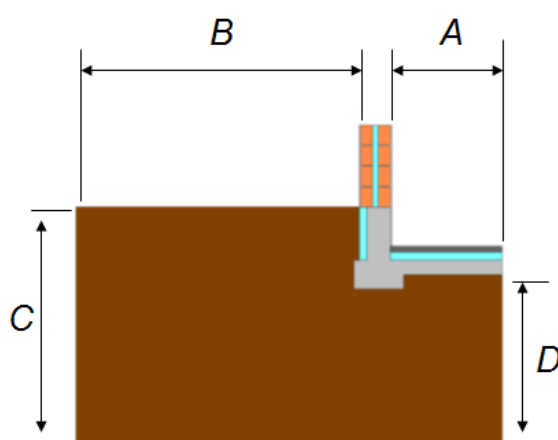
L'isolamento della struttura è quindi solo uno dei parametri che determina il risultato. I valori derivanti dal calcolo della UNI EN 13370 e quelli proposti da SCF valutati con una ponderazione ragionata delle varie sezioni del prodotto sono coerenti. Va sempre tenuto conto che modelli di calcolo differenti non possono portare a risultati identici.

3 ESEMPIO DI PONTI TERMICI CON VESPAIO

I ponti termici controterra richiedono una valutazione particolare per determinare la trasmittanza lineica Ψ . Il terreno, infatti, risulta uno dei materiali che influenza la trasmissione del flusso termico, quindi dovrà essere preso in considerazione nella definizione geometrica del nodo. Come per il calcolo delle strutture controterra, si dovrà tenere conto delle dimensioni del pavimento e della conducibilità termica del terreno.

Un altro aspetto fondamentale per l'analisi dei ponti termici sono le verifiche igrometriche. I ponti termici controterra sono normalmente meno a rischio di formazione di muffe o di condensazione superficiale rispetto a quelli verso l'esterno, perché la temperatura del terreno è abbastanza costante e più alta rispetto a quella esterna.

In presenza di ponti termici a contatto con il terreno la norma UNI EN ISO 10211 prevede un calcolo che considera due differenti criteri per la definizione dei piani di taglio a seconda che l'obiettivo sia la valutazione della temperatura superficiale (quindi la verifica del rischio di muffa) o del flusso termico (quindi la valutazione dello Ψ del nodo).



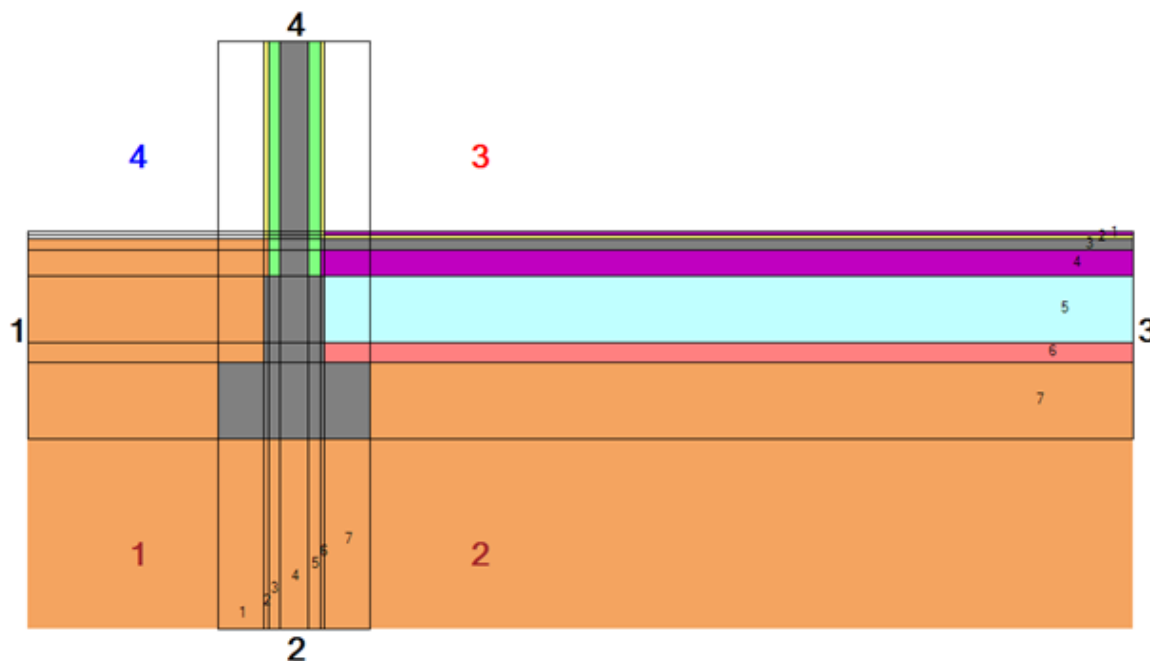
Obiettivo del calcolo		
	Temperatura superficiale	Flusso termico e temperatura superficiale
A	Almeno tre volte lo spessore della parete	0.5 x dimensione (larghezza o lunghezza) del pavimento perpendicolare alla parete in questione
B	Almeno tre volte lo spessore della parete	2.5 x larghezza del pavimento (intesa come la dimensione minima tra larghezza o lunghezza del pavimento)
C	Almeno 3 metri	2.5 x larghezza del pavimento
D	Almeno 1 metro se il pavimento è interrato per almeno 2 metri. Altrimenti almeno 3 metri.	2.5 x larghezza del pavimento se il pavimento è interrato per almeno 2 metri. Altrimenti 2.5 x larghezza del pavimento.

Descrizione delle dimensioni minime dei piani di taglio per nodi controterra secondo UNI EN ISO 10211

Di seguito vengono riportati, a titolo di esempio, due tipologie di ponti termici controterra valutati con un'analisi agli elementi finiti. I nodi vengono descritti con un'immagine rappresentativa degli strati funzionali e con i risultati ottenuti a livello di comportamento termico, quindi in termini di trasmittanze lineiche, e a livello di requisito igrometrico, quindi di rischio formazione muffa.

Le verifiche sono state eseguite nella località di Catania, zona climatica B.

Nodo 1: Pavimento su vespai aerato controterra con solaio AIRCRAB H 50 cm



Parete superiore

	Materiale	s [m]	λ [W/mK]
2	Intonaco esterno	0,020	0,900
3	Pannello esterno in EPS	0,063	0,031
4	Getto di calcestruzzo armato	0,150	2,500
5	Pannello interno in EPS	0,063	0,031
6	Intonaco interno	0,020	0,700

Solaio

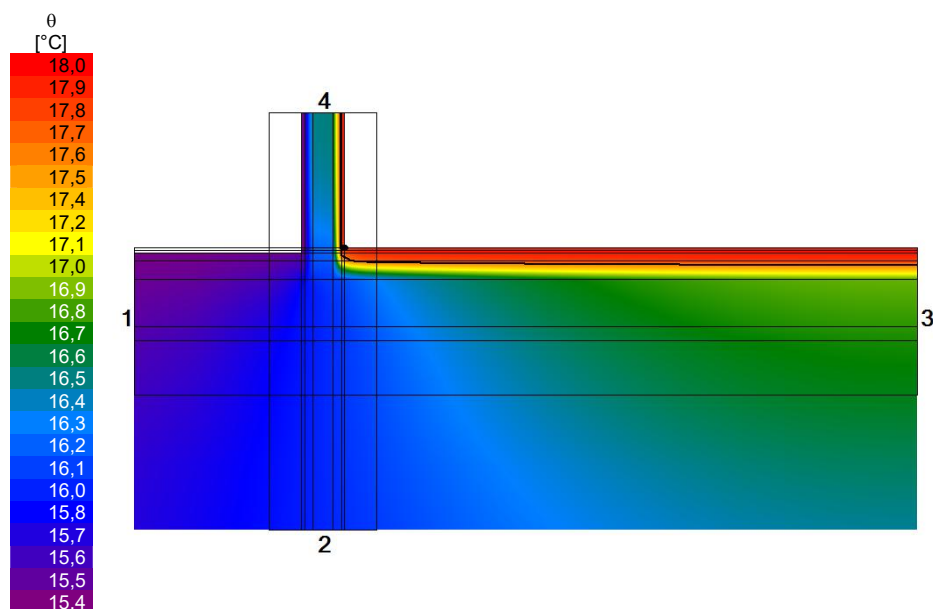
	Materiale	s [m]	λ [W/mK]
1	Porcellana (piastrelle)	0,020	1,000
2	Malta di allettamento	0,020	1,000
3	Massetto per impianti	0,060	0,240
4	Solaio H50 cupola	0,135	0,062
5	Vespai aerato	0,350	1,539
6	Magrone	0,100	1,160
7	Terreno	0,400	2,000

Descrizione materiali - nel nodo

	Materiale	λ [W/mK]
1	Intonaco esterno	0,900
2	Pannello esterno in EPS	0,031
3	Getto di calcestruzzo armato	2,500
4	Intonaco interno	0,700
5	Porcellana (piastrelle)	1,000
6	Malta di allettamento	1,000
7	Terreno	1,500
8	Massetto per impianti	0,240
9	Solaio H50 cupola	0,062
10	Vespaio aerato	1,539
11	Magrone	1,160

Condizioni al contorno

N.	Tipologia	Temperatura [°C]	Umidità relativa [%]
3	Ambiente interno riscaldato	18,0	78,0
4	Ambiente esterno	15,4	76,9



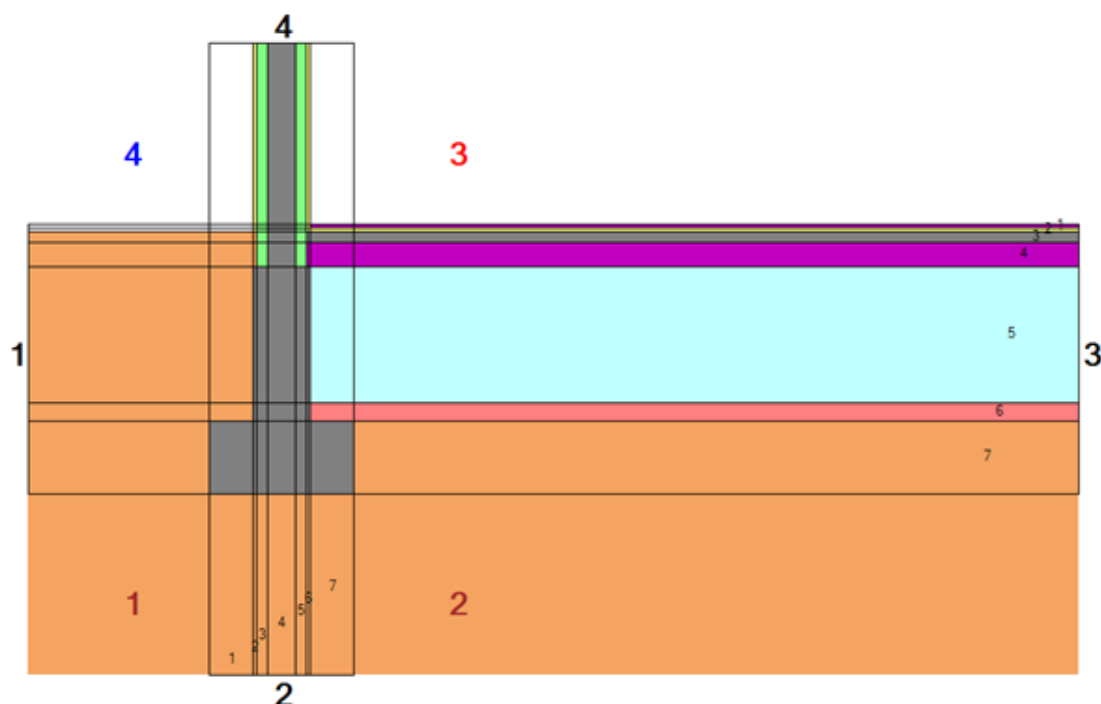
Principali risultati del calcolo

	Attraverso struttura 1	Attraverso struttura 2	Totale
Flusso interno F_i [W]	2,258	0,741	2,999
Flusso esterno F_e [W]	2,479	0,519	2,999
Trasmittanza lineare interna Y_i [W/mK]	0,100	0,056	0,146
Trasmittanza lineare esterna Y_e [W/mK]	0,128	-0,187	-0,070
Coefficiente di accoppiamento L2D [W/mK]	-	-	1,160

Verifiche igrotermiche

Temperatura superficiale minima di progetto [°C]	17,8
Temperatura superficiale minima per evitare il rischio di muffa [°C]	17,6
Temperatura superficiale minima per evitare condensa superficiale [°C]	14,1
Esito della verifica del rischio di formazione di muffa	✓
Esito della verifica del rischio di condensa superficiale	✓

Nodo 2: Pavimento su vespaio aerato controterra con solaio AIRCRAB H 90 cm



Parete superiore

	Materiale	s [m]	λ [W/mK]
2	Intonaco esterno	0,020	0,900
3	Pannello esterno in EPS	0,063	0,031
4	Getto di calcestruzzo armato	0,150	2,500
5	Pannello interno in EPS	0,063	0,031
6	Intonaco interno	0,020	0,700

Solaio

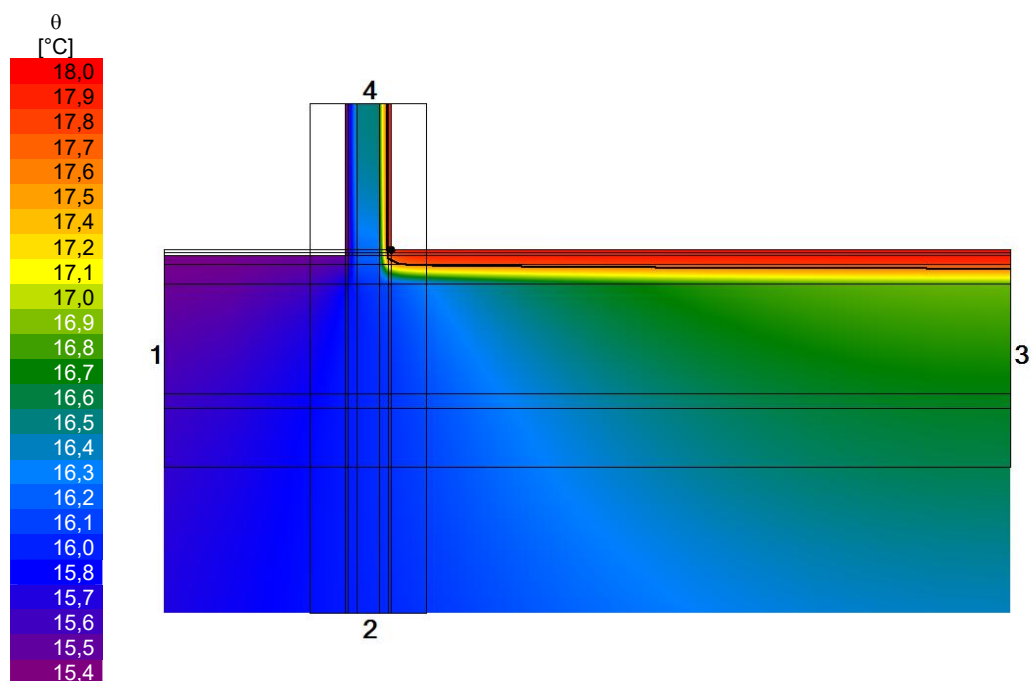
	Materiale	s [m]	λ [W/mK]
1	Porcellana (piastrelle)	0,020	1,000
2	Malta di allettamento	0,020	1,000
3	Massetto per impianti	0,060	0,240
4	Solaio H90 cupola	0,135	0,063
5	Vespaio aerato	0,750	1,539
6	Magrone	0,100	1,160
7	Terreno	0,400	2,000

Descrizione materiali - nel nodo

	Materiale	λ [W/mK]
1	Intonaco esterno	0,900
2	Pannello esterno in EPS	0,031
3	Getto di calcestruzzo armato	2,500
4	Intonaco interno	0,700
5	Porcellana (piastrelle)	1,000
6	Malta di allettamento	1,000
7	Terreno	1,500
8	Massetto per impianti	0,240
9	Solaio H90 cupola	0,063
10	Vespaio aerato	1,539
11	Magrone	1,160

Condizioni al contorno

N.	Tipologia	Temperatura [°C]	Umidità relativa [%]
3	Ambiente interno riscaldato	18,0	78,0
4	Ambiente esterno	15,4	76,9



Principali risultati del calcolo

	Attraverso struttura 1	Attraverso struttura 2	Totale
Flusso interno F_i [W]	2,277	0,742	3,018
Flusso esterno F_e [W]	2,499	0,519	3,018
Trasmittanza lineare interna Y_i [W/mK]	0,139	0,057	0,196
Trasmittanza lineare esterna Y_e [W/mK]	0,170	-0,279	-0,109
Coefficiente di accoppiamento L2D [W/mK]	-	-	1,167

Verifiche igrotermiche

Temperatura superficiale minima di progetto [°C]	17,8
Temperatura superficiale minima per evitare il rischio di muffa [°C]	17,6
Temperatura superficiale minima per evitare condensa superficiale [°C]	14,1
Esito della verifica del rischio di formazione di muffa	✓
Esito della verifica del rischio di condensa superficiale	✓

4 SOLUZIONI CONFORMI di VESPAI COIBENTATI

Si propone un esempio di calcolo di una struttura controterra, comprensivo di ponti termici, con lo scopo di confrontarla con i valori di riferimento previsti per un edificio nuovo. Si ricorda che i valori di riferimento non sono valori limite, quindi non è obbligatorio che la struttura abbia una trasmittanza media inferiore al valore di riferimento. Ottenere un valore confrontabile o, se possibile, migliore, è però molto utile per rispettare i limiti sugli indici di prestazione energetica di involucro.

Struttura con AIRCRAB H50

Trasmittanza struttura-terreno [W/m²K]	0,243
Trasmittanza lineica esterna nodo di bordo [W/mK]	-0,070
A superficie di calcolo [m²]	225
L lunghezza del ponte termico [m]	50
Trasmittanza media [W/m²K]	0,224
Trasmittanza di riferimento (zona climatica E)[W/m²K]	0,26

Struttura con AIRCRAB H90

Trasmittanza struttura-terreno [W/m²K]	0,179
Trasmittanza lineica esterna nodo di bordo [W/mK]	-0,109
A superficie di calcolo [m²]	225
L lunghezza del ponte termico [m]	50
Trasmittanza media [W/m²K]	0,155
Trasmittanza di riferimento (zona climatica E)[W/m²K]	0,26

La trasmittanza termica comprensiva dei ponti termici si calcola come:

$$\frac{\sum A \cdot U + \sum \Psi \cdot L}{\sum A}$$

Dove:

A è l'area di intervento [m²];

U è la trasmittanza di progetto della sezione corrente [W/m²K];

L è la lunghezza del ponte termico [m];

Ψ è la trasmittanza termica lineica [W/mK].

TABELLA DIMENSIONAMENTI VESPAIO AIRCRAB®

Capacità portante e pressione al piede in funzione della destinazione d'uso e dell'altezza del vespaio aerato.

DESTINAZIONE D'USO		CARICO PERMANENTE [kN/m²]	CARICO ACCIDENTALE [kN/m²]	SOLETTA [cm]	MAGRONE [cm]	PRESSIONE AL PIEDE [kg/cm²] PER ALTEZZA VESPAIO (H)														RETE Ø [mm]	
						H10	H15	H20	H25	H30	H35	H40	H45	H50	H55	H60	H65	H70	H100	H120	MAGLIA [cmxcm]
RESIDENZE		2,20	2,00	5	0	1,12	1,13	1,15	1,16	1,17	1,18	1,20	1,21	1,22	1,23	1,25	1,26	1,27	1,35	1,40	Ø6 20x20
					5	0,39	0,40	0,40	0,41	0,41	0,41	0,42	0,42	0,42	0,43	0,44	0,44	0,45	0,47	0,49	
					10	0,20	0,20	0,20	0,20	0,21	0,21	0,21	0,21	0,22	0,22	0,22	0,22	0,22	0,24	0,25	
UFFICI	Uffici non aperti al pubblico	2,20	2,00	5	0	1,12	1,13	1,15	1,16	1,17	1,18	1,20	1,21	1,22	1,23	1,25	1,26	1,27	1,35	1,40	Ø6 20x20
					5	0,39	0,40	0,40	0,41	0,41	0,41	0,42	0,42	0,42	0,43	0,44	0,44	0,45	0,47	0,49	
					10	0,20	0,20	0,20	0,20	0,21	0,21	0,21	0,21	0,22	0,22	0,22	0,22	0,22	0,24	0,25	
	Uffici aperti al pubblico	2,20	3,00	5	0	1,34	1,35	1,36	1,38	1,39	1,40	1,41	1,43	1,44	1,45	1,46	1,48	1,49	1,56	1,61	Ø6 20x20
					5	0,47	0,47	0,48	0,48	0,49	0,49	0,50	0,50	0,50	0,51	0,51	0,52	0,52	0,55	0,57	
					10	0,24	0,24	0,24	0,24	0,25	0,25	0,25	0,25	0,25	0,26	0,26	0,26	0,26	0,28	0,29	
AMBIENTI SUSCETTIBILI DI AFFOLLAMENTO	Scuole, caffè, ristoranti, sale per banchetti, lettura e ricevimento	2,20	3,00	5	0	1,34	1,35	1,36	1,38	1,39	1,40	1,41	1,43	1,44	1,45	1,46	1,48	1,49	1,56	1,61	Ø6 20x20
					5	0,47	0,47	0,48	0,48	0,49	0,49	0,50	0,50	0,50	0,51	0,51	0,52	0,52	0,55	0,57	
					10	0,24	0,24	0,24	0,24	0,25	0,25	0,25	0,25	0,25	0,26	0,26	0,26	0,26	0,28	0,29	
	Chiese, teatri, cinema, sale per conferenze e attesa, aule universitarie e aule magne	2,20	4,00	5	0	1,56	1,57	1,58	1,60	1,61	1,62	1,63	1,64	1,66	1,67	1,68	1,69	1,71	1,78	1,83	Ø6 20x20
					5	0,55	0,55	0,55	0,56	0,56	0,57	0,57	0,58	0,58	0,59	0,59	0,59	0,60	0,62	0,64	
					10	0,28	0,28	0,28	0,28	0,28	0,29	0,29	0,29	0,29	0,30	0,30	0,30	0,30	0,32	0,32	
	Musei, sale per esposizioni, aree d'accesso a uffici, ad alberghi e ospedali, ad atri di stazioni ferroviarie, sale da ballo, palestre, palcoscenici, edifici per eventi pubblici, sale da concerto, palazzetti per lo sport e relative tribune, gradinate e piattaforme ferroviarie	2,20	5,00	6	0	1,81	1,82	1,84	1,85	1,86	1,87	1,89	1,90	1,91	1,92	1,94	1,95	1,96	2,04	2,09	Ø6 20x20
					5	0,64	0,64	0,64	0,65	0,65	0,66	0,66	0,67	0,67	0,67	0,68	0,68	0,69	0,71	0,73	
					10	0,32	0,32	0,32	0,33	0,33	0,33	0,33	0,34	0,34	0,34	0,34	0,34	0,35	0,36	0,37	
AMBIENTI USO COMMERCIALE	Negozi	2,20	4,00	5	0	1,56	1,57	1,58	1,60	1,61	1,62	1,63	1,64	1,66	1,67	1,68	1,69	1,71	1,78	1,83	Ø6 20x20
					5	0,55	0,55	0,55	0,56	0,56	0,57	0,57	0,58	0,58	0,59	0,59	0,59	0,60	0,62	0,64	
					10	0,28	0,28	0,28	0,28	0,28	0,29	0,29	0,29	0,29	0,30	0,30	0,30	0,30	0,32	0,32	
	Centri commerciali, mercati, grandi magazzini	2,20	5,00	6	0	1,81	1,82	1,84	1,85	1,86	1,87	1,89	1,90	1,91	1,92	1,94	1,95	1,96	2,04	2,09	Ø6 20x20
					5	0,64	0,64	0,64	0,65	0,65	0,66	0,66	0,67	0,67	0,67	0,68	0,68	0,69	0,71	0,73	
BIBLIOTECHE, ARCHIVI, MAGAZZINI, DEPOSITI, LABORATORI MANUFATTURIERI		2,20	6,00	6	0	2,03	2,04	2,06	2,07	2,08	2,09	2,11	2,12	2,13	2,14	2,16	2,17	2,18	2,26	2,31	Ø8 20x20
					5	0,71	0,72	0,72	0,72	0,73	0,73	0,74	0,74	0,75	0,75	0,76	0,76	0,76	0,79	0,81	
					10	0,36	0,36	0,36	0,37	0,37	0,37	0,37	0,37	0,38	0,38	0,38	0,38	0,39	0,40	0,41	
RIMESSE		2,20	2,50	6	0	1,27	1,28	1,29	1,30	1,32	1,33	1,34	1,35	1,37	1,38	1,39	1,40	1,42	1,49	1,54	Ø6 20x20
					5	0,44	0,45	0,45	0,46	0,46	0,47	0,47	0,47	0,48	0,48	0,49	0,49	0,50	0,52	0,54	
					10	0,22	0,23	0,23	0,23	0,23	0,24	0,24	0,24	0,24	0,24	0,25	0,25	0,25	0,26	0,27	

- Note Tecniche:
- I valori riportati in tabella rappresentano la pressione al piede [kg/cm²] trasmessa dal vespaio al terreno/sottofondo per differenti altezze (da H10 ad H120 cm).
 - Per carichi specifici, sovraccarichi speciali o altezze AirCrab® non riportate in tabella, è possibile rivolgersi direttamente all'Ufficio Tecnico SCF.

CONTATTI

- ANIT, Associazione Nazionale per l'Isolamento Termico e acustico
www.anit.it
info@anit.it
- Sicilferro Torrenovese srl
Sede operativa: C. da Pietra di Roma 98076 - Torrenova (Messina)
Tel. 0941 785144
www.scf.it
info@scf.it

BIBLIOGRAFIA

- [1] UNI EN ISO 13370 - 2018 Prestazione termica degli edifici – Trasferimento di calore attraverso il terreno – Metodi di calcolo
- [2] UNI EN ISO 13788 – 2013 Prestazione igrotermica dei componenti e degli elementi per edilizia - Temperatura superficiale interna per evitare l'umidità superficiale critica e la condensazione interstiziale - Metodi di calcolo
- [3] UNI EN ISO 6946 – 2018 -Componenti ed elementi per edilizia - Resistenza termica e trasmittanza termica - Metodi di calcolo
- [4] DM 28 ottobre 2025 Aggiornamento del decreto 26 giugno 2015, recante «Applicazione delle metodologie di calcolo delle prestazioni energetiche e definizione delle prescrizioni e dei requisiti minimi degli edifici».
- [5] D.M. 6 agosto 2020- Requisiti delle asseverazioni per l'accesso alle detrazioni fiscali per la riqualificazione energetica degli edifici - cd. Ecobonus
- [6] D.M. 7 agosto 2025. Incentivazione di interventi di piccole dimensioni per l'incremento dell'efficienza energetica e per la produzione di energia termica da fonti rinnovabili



ASSOCIAZIONE NAZIONALE
PER L'ISOLAMENTO TERMICO E ACUSTICO

ANIT, Associazione Nazionale per l'Isolamento Termico e acustico, ha tra gli obiettivi generali la diffusione, la promozione e lo sviluppo dell'isolamento termico ed acustico nell'edilizia e nell'industria come mezzo per salvaguardare l'ambiente e il benessere delle persone.

ANIT

- diffonde la corretta informazione sull'isolamento termico e acustico degli edifici,
- promuove la normativa legislativa e tecnica,
- raccoglie, verifica e diffonde le informazioni scientifiche sull'isolamento termico e acustico,
- promuove ricerche e studi di carattere tecnico, normativo, economico e di mercato.

I soci **ANIT** si dividono nelle categorie

- **SOCI INDIVIDUALI**: Professionisti e studi di progettazione,
- **SOCI AZIENDA**: Produttori di materiali e sistemi per l'isolamento termico e acustico,
- **SOCI ONORARI**: Enti pubblici e privati, Università e Scuole Edili, Ordini e Collegi professionali.

www.anit.it



info@anit.it

Tel. 0289415126