

CONDIZIONAMENTO DEGLI SCANTINATI IN EDIFICI RESIDENZIALI

IN PASSATO, GLI SCANTINATI ERANO UTILIZZATI PRINCIPALMENTE PER LA CONSERVAZIONE DEGLI ALIMENTI. QUESTO RICHIEDE BASSE TEMPERATURE E UN'ELEVATA UMIDITÀ. OGGI, AL CONTRARIO, LE CANTINE SONO SPESSO UTILIZZATE PER ALTRI SCOPI, AD ESEMPIO COME LOCALE HOBBY, MAGAZZINO O STENDITOIO. IN QUESTI CASI PERÒ È ESSENZIALE EVITARE ELEVATI LIVELLI DI UMIDITÀ NELL'AMBIENTE, ALTRIMENTI SI CORRE IL RISCHIO DI FORMAZIONE DI MUFFE.

Questa scheda tecnica si occupa del condizionamento degli scantinati in edifici nuovi, risanati e non risanati. A tal fine vengono presentate quattro diverse varianti, descritte in dettaglio ed esaminate per quanto riguarda il rischio di formazione di muffa e il consumo energetico. Questo si traduce in raccomandazioni per una scelta ottimale del sistema.

I casi in esame si basano sui dati climatici delle località di Zurigo, Davos e Locarno. Le ricerche si concentrano su locali interrati senza significativo apporto di umidità – gli stenditoi, ad esempio, sono quindi esclusi. Per scantinati con un elevato apporto di umidità sono generalmente necessarie misure aggiuntive, come l'installazione di deumidificatori dell'aria interna.

Nota: il radon è considerato il più pericoloso inquinante dell'aria interna in Svizzera. Gli scantinati sono i più colpiti a causa del contatto diretto con il suolo. La concentrazione di radon deve essere misurata quando le cantine vengono trasformate in locali residenziali o quando l'involucro dell'edificio viene modificato. Se necessario, devono essere presi dei provvedimenti.

Le misure di ventilazione per la protezione dal radon non sono oggetto di questa pubblicazione. Il problema del radon è maggiore nelle cantine costruite prima del 1980 (alta permeabilità dell'involucro dell'edificio). Ulteriori informazioni sulla protezione dal radon possono essere richieste ai centri di competenza radon.



FISICA DELLA COSTRUZIONE, UMIDITÀ E MUFFA

Se materiali come il calcestruzzo, il cartone o il legno rimangono umidi a lungo, è molto probabile che sulla loro superficie si formi della muffa. La causa dell'aumento dell'umidità nelle cantine è solitamente dovuta a difetti costruttivi (infiltrazioni, crepe nelle pareti, membrane impermeabilizzanti verso il terreno difettose). Anche elementi della costruzione non sufficientemente isolati, cioè freddi come pareti esterne, pavimenti o tubazioni, possono causare elevati livelli di umidità locale.

Tuttavia, l'elevata umidità è anche stagionale. Negli appartamenti, il problema si verifica principalmente in autunno e in inverno. L'autunno è critico, perché in Svizzera in tale periodo l'umidità assoluta esterna è elevata. In inverno, l'umidità dell'aria sulle pareti esterne non sufficientemente isolate può aumentare a tal punto da favorire la formazione di muffe [1]. Nei locali interrati, tuttavia, il problema si verifica principalmente in estate. L'elevata umidità assoluta dell'aria proveniente dall'esterno porta ad un rapido aumento dell'umidità relativa sulle pareti delle cantine fresche. Ciò aumenta il rischio di formazione di muffe, il quale è ulteriormente favorito da una ventilazione scorretta.

TIPI DI SCANTINATO

Costruttivamente, gli scantinati si differenziano a seconda dell'età, del metodo di costruzione e dei materiali da costruzione utilizzati. Per tenere conto delle diverse situazioni strutturali, sono stati definiti ed esaminati, sulla base di simulazioni, tre tipi di scantinati comuni [2]. Gli scantinati geome-

tricamente identici si differenziano per le diverse strategie di isolamento. Sono stati simulati i casi «non risanato» e «risanato» per gli edifici esistenti, così come il caso «nuova costruzione» (tabella 1).

La modellazione del locale cantina è mostrata nella figura 1. Una parete più lunga (7 m) e due pareti più corte (5 m) sono state definite come pareti esterne. Il locale cantina è considerato zona termica. Il piano terra sopra la cantina e un corridoio adiacente al locale cantina sono indicati nel modello come ulteriori zone termiche.

La parete lunga ha il 6% di superficie vetrata (3 finestre da 0,4 m x 1,0 m = 1,2 m², superficie della parete (luce): 2,7 m x 7,0 m = 18,9 m²). Le indagini si basano sui dati climatici di Zurigo/Locarno/Davos, in modo da poter fornire informazioni praticamente per tutte le località della Svizzera.

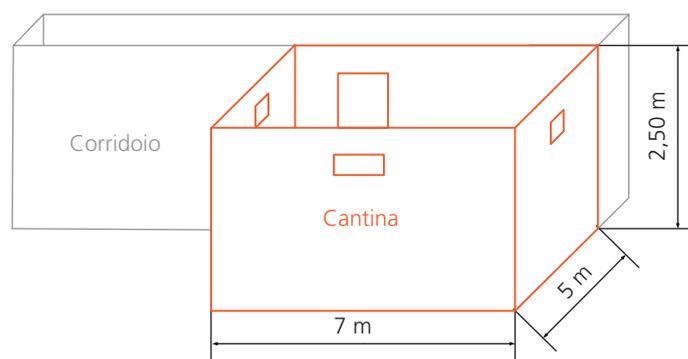


Figura 1: dimensioni interne del modello di cantina

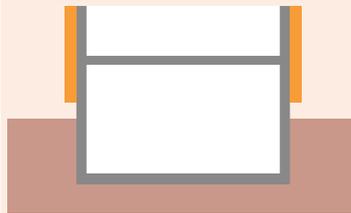
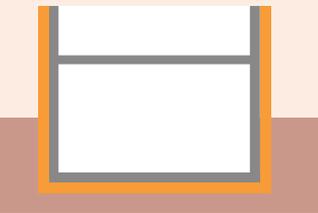
TIPOLOGIA DI CANTINA			
Tipo di cantina	Esistente non risanata (nris)	Esistente risanata (ris)	Nuova costruzione (nc)
Arancione = isolamento Grigio = muro portante Marrone = terreno			
Isolamento parete esterna cantina	1/3 superiore isolato, 2/3 non isolato	1/3 superiore isolato, 2/3 non isolato	tutta la parete isolata
Isolamento soffitto cantina	no	sì	no
Isolazione pavimento cantina	no	no	sì
Parete cantina verso	1/2 terreno, 1/2 aria esterna	1/2 terreno, 1/2 aria esterna	1/2 terreno, 1/2 aria esterna

Tabella 1: le tipologie di cantina analizzate si differenziano per quanto riguarda l'isolamento termico.

CONDIZIONAMENTO DEGLI SCANTINATI

La formazione di muffa può essere contrastata da un condizionamento ottimale del locale. Di seguito sono presentate le quattro varianti analizzate (tabella 2), tipiche degli edifici residenziali di piccole e medie dimensioni.

VENTILAZIONE NATURALE (TRAMITE FINESTRE)

Con la ventilazione tramite finestre (detta anche ventilazione naturale, figura 2), l'aria interna viene scambiata con l'aria esterna attraverso una finestra aperta. Nella stagione calda, tuttavia, questo può aumentare invece di diminuire l'umidità nella cantina. Questo è sempre il caso se l'aria esterna calda ha un'umidità assoluta più elevata rispetto all'aria interna. Affinché in estate non venga introdotta ulteriore umidità in cantina, la ventilazione deve essere garantita al momento giusto.

VENTILAZIONE MECCANICA (VENTILATORE D'ASPIRAZIONE)

Un ventilatore d'aspirazione (figura 3, freccia rossa) estrae meccanicamente l'aria. L'aria esterna entra in cantina attraverso uno sportello. Per evitare che in estate l'aria esterna porti in cantina ulteriore umidità, la ventilazione deve funzionare al momento giusto. Questo è garantito da un sistema di controllo che regola il ventilatore in base all'umidità assoluta (risp. la pressione parziale). Se l'umidità assoluta dell'aria esterna è inferiore a quella dell'ambiente, il ventilatore si accende.

DEUMIDIFICATORE

Un deumidificatore rimuove l'umidità dall'aria ambiente separando il vapore acqueo per condensazione (figura 4). L'aria interna umida scorre attraverso l'evaporatore del deumidificatore e viene raffreddata a tal punto che l'acqua presente nell'aria condensi. L'aria deumidificata viene poi restituita all'ambiente attraverso il condensatore del circuito frigorifero. La condensa viene scaricata o raccolta in un contenitore.

RISCALDAMENTO ELETTRICO

Per la deumidificazione si possono utilizzare anche batterie di riscaldamento. Aumentando la temperatura ambiente, riducono l'umidità relativa interna (figura 5). Tuttavia, secondo le norme energetiche cantonali, locali interrati del tipo «non risanato» e «risanato» (tabella 1) non possono essere riscaldati. Anche impianti di riscaldamento elettrico stazionari per la tipologia «nuova costruzione», in base a potenza e Cantone, vanno autorizzati o sono vietati. Questa variante viene comunque trattata, per illustrare l'elevato consumo energetico.

Nota: i deumidificatori ad assorbimento non sono stati inclusi nell'analisi perché, a causa della loro resistenza elettrica integrata, non sono ammessi in locali interrati non isolati, secondo l'aiuto all'esecuzione EN-102 [3].

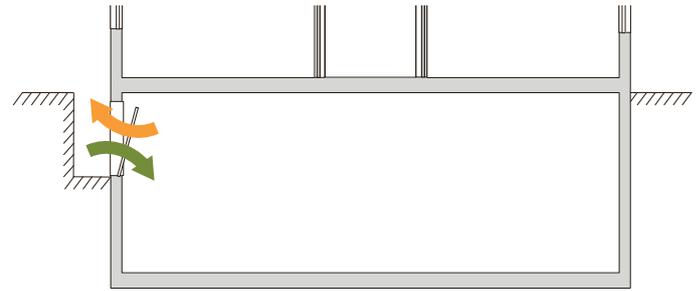


Figura 2: ventilazione tramite finestre

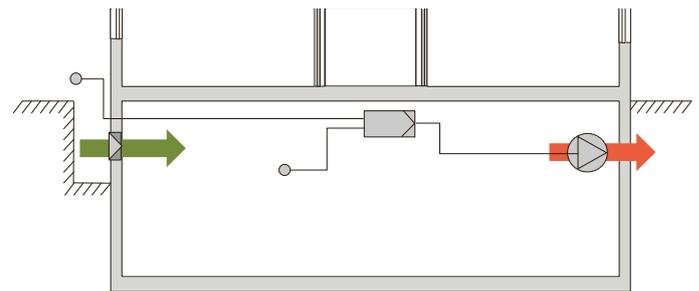


Figura 3: ventilazione meccanica

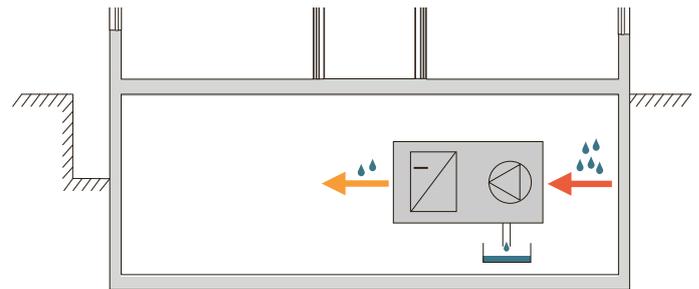


Figura 4: deumidificatore

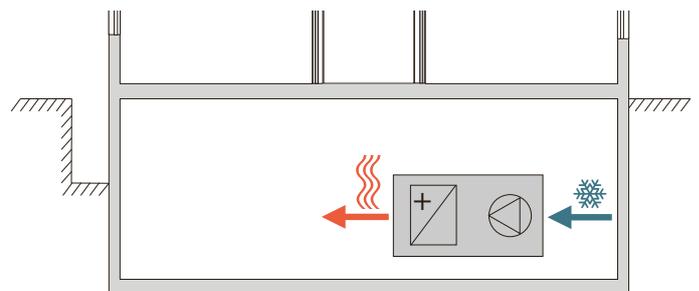


Figura 5: batteria di riscaldamento

PANORAMICA DEI CASI ESAMINATI

Le condizioni quadro delle simulazioni per la valutazione del rischio di muffa delle quattro varianti di condizionamento sono riassunte nella tabella 2. A seconda dello standard di costruzione della cantina, le perdite dell'edificio sono state selezionate in modo tale che in media risultano i seguenti tassi di ricambio d'aria d'infiltrazione (periodo di verifica: dal 1° gennaio al 5 aprile):

- tipologie di cantina «non risanata» e «risanata» (nris, ris): 0,12 h⁻¹
- tipologia di cantina «nuova costruzione» (nc): 0,06 h⁻¹

Il tasso di ricambio dell'aria di infiltrazione indica quante volte il volume del locale viene ricambiato all'ora con aria d'immissione (valori secondo SIA 2024 [4]). Oltre all'infiltrazione, sono state definite le seguenti condizioni quadro per i diversi concetti di ventilazione, a seconda della modalità operativa:

VARIANTE 1: CANTINA CON VENTILAZIONE NATURALE TRAMITE FINESTRE (VEN-NAT)

Nel locale cantina c'è una finestra aperta a ribalta. La superficie di apertura è di 0,33 m² e la finestra è aperta a ribalta in maniera permanente. La superficie di apertura è la stessa per tutti i tipi di cantina (nris, ris, nc). La cantina non è riscaldata, quindi non è necessaria energia supplementare.

Commento: la norma SIA 180:2014 C.3 e C.4 prevede che, per il calcolo della ventilazione naturale mediante simulazioni del rischio di formazione di funghi e muffe, il vento non debba essere considerato [5]. Ciò nonostante, è comunque stato preso in considerazione, ma si è supposto che l'edificio si trovi in una posizione protetta (contesto densamente edificato).

VARIANTE 2: CANTINA CON VENTILAZIONE MECCANICA, MONITORAGGIO DELL'UMIDITÀ ESTERNA E INTERNA (MON-UM)

Il ventilatore d'aspirazione si attiva quando l'umidità assoluta dell'aria esterna è inferiore a quella presente in cantina. In base al tipo di cantina, il ventilatore genera il seguente ricambio d'aria: nris 0,70 h⁻¹, ris 0,30 h⁻¹, nc 0,10 h⁻¹. La ventilazione meccanica richiede due aperture verso l'esterno, una per l'aria esterna e una per quella d'espulsione.

VARIANTE 3: DEUMIDIFICAZIONE (DEUM)

È stato ipotizzato un deumidificatore che asciuga l'aria della cantina in modalità di ricircolo. L'apparecchio si accende al 50 % di umidità relativa e si spegne nuovamente al 30 %. La portata d'aria è costante a circa 500 m³/h. L'apparecchio ha un assorbimento elettrico di 400 W, il che genera un ulteriore apporto di calore in cantina.

VARIANTE 4: RISCALDAMENTO ELETTRICO (RIS-EL)

In cantina funziona un riscaldamento elettrico che si accende a una temperatura ambiente di 14 °C e si spegne nuovamente a 18 °C. L'infiltrazione è compresa tra 0,12 h⁻¹ (nris/ris) e 0,06 h⁻¹ (nc). Salvo che per l'infiltrazione, non sono stati presi in considerazione ulteriori scambi d'aria.

COMBINAZIONE CON UNA VENTILAZIONE MECCANICA CONTROLLATA?

È sconsigliato collegare la cantina alla ventilazione meccanica controllata per la protezione dall'umidità. I requisiti sui tempi d'esercizio sono troppo diversi e con un esercizio continuo vi è rischio d'introdurre umidità aggiuntiva.

CASI SIMULATI												
Clima	Zurigo/Locarno/Davos											
Modalità d'esercizio	Ventilazione naturale (ven-nat)			Monitoraggio punto condensa (mon-um)			Deumidificatore (deum)			Riscaldamento elettrico (ris-el)		
Riscaldamento	No			No			Calore res. deumif.			Risc. elettrico		
Ricambio aria esterna con	finestra a ribalta			imp. aspirazione			infiltrazione			infiltrazione		
Tasso ricambio d'aria mecc. [h ⁻¹]	-			0,7	0,3	0,1	-			-		
Tasso ricambio d'aria tramite finestre/infiltr. [h ⁻¹]	variabile (simulaz. flusso per zona)			mediamente			mediamente			mediamente		
Tipo di cantina	nris	ris	nc	nris	ris	nc	nris	ris	nc	nris	ris	nc
				0,12	0,06		0,12	0,06		0,12	0,06	

Tabella 2: varianti analizzate. Abbreviazioni utilizzate: nris = non risanato, ris = risanato, nc = nuova costruzione.

RISULTATI E RACCOMANDAZIONI

La tabella 3 mostra i risultati delle simulazioni. Si è valutata la presenza di un problema d'umidità in cantina o il rischio di formazione muffa. Vengono variati gli standard di costruzione degli scantinati (edificio esistente non risanato/risanato e nuovo edificio), così come le quattro varianti di condizionamento.

RISCHIO FORMAZIONE DI MUFFA

In generale, in tutti i casi simulati, l'estate è più critica dell'inverno. Per quanto riguarda lo standard di costruzione, si può notare che solo negli edifici di nuova costruzione (nc) non c'è rischio di formazione di muffa, grazie alla maggiore ermeticità della costruzione e alle temperature più elevate, date dal migliore perimetro isolato. A seconda della modalità di funzionamento e del clima, i risultati dei locali cantina non risanato e risanato mostrano un rischio di formazione di muffa. Il luogo e il relativo clima non hanno quasi nessun effetto sul rischio di formazione di muffa. Per quanto riguarda le modalità d'esercizio esaminate, si evidenzia il rischio di formazione di muffa con la ventilazione naturale (ven-nat) e il riscaldamento elettrico (ris-el). Con la ventilazione meccanica con controllo dell'umidità (mon-um) e deumidificazione dell'aria (deum), il rischio di muffa può essere evitato anche con le tipologie di cantina non risanate e risanate.

FABBISOGNO DI ENERGIA

Salvo che nella ventilazione tramite finestre, è necessaria una certa quantità di energia elettrica per il condizionamento degli scantinati risp. per la riduzione del rischio di formazione della muffa. Questo varia per le singole modalità d'esercizio. Per i calcoli, il tempo di funzionamento dei rispettivi sistemi è stato ricavato dalle simulazioni effettuate. Da qui è stato determinato il fabbisogno energetico di ogni variante. La figura 6 mostra i valori di fabbisogno energetico massimi calcolati. La regolazione della temperatura della cantina, ad

esempio con riscaldamento elettrico (ris-el), non è sufficiente a prevenire la formazione di muffa (tabella 3). Inoltre, questa soluzione ha un fabbisogno energetico molto elevato, compreso tra 70 e 330 kWh/(m²a), per tutte le località. Il fabbisogno di energia del ventilatore d'aspirazione nella modalità d'esercizio con monitoraggio dell'umidità (mon-um) è ridotto in tutte le varianti ed è al massimo di circa 0,2 kWh/(m²a). Per il deumidificatore, il fabbisogno energetico è notevolmente superiore, con valori compresi tra 60 e 90 kWh/(m²a). Le simulazioni dimostrano che il pericolo di formazione di muffa è particolarmente elevato per le tipologie di scantinato «non risanato» e «risanato», a seconda della modalità d'esercizio. Qui è necessario intervenire e, con il giusto condizionamento dello scantinato, è possibile evitare un problema di umidità.

RACCOMANDAZIONE

Le simulazioni mostrano che un ventilatore d'aspirazione con monitoraggio dell'umidità è la soluzione ottimale per la tipologia di cantina esaminata. Richiede poca energia e riduce quasi a zero il rischio di formazione di muffa.

Fabbisogno energetico di tutte le varianti analizzate

Fabbisogno energetico [kWh/(m²a)]

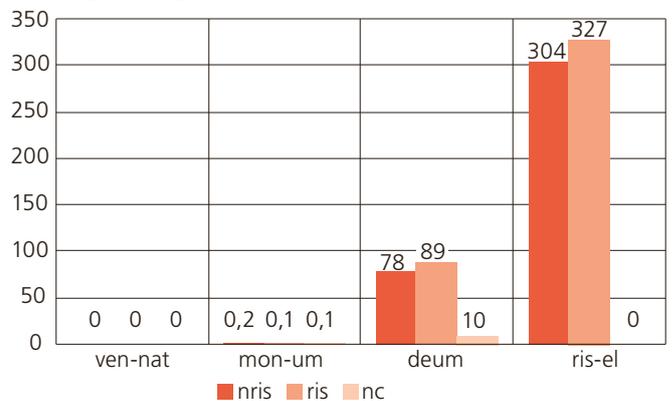


Figura 6: fabbisogno energetico di tutte le varianti analizzate.

PROBLEMATICA UMIDITÀ TRA TUTTE LE VARIANTI ANALIZZATE

Clima	Zurigo/Locarno/Davos											
	Ventilazione naturale (ven-nat)			Monitoraggio punto condensa (mon-um)			Deumidificatore (deum)			Riscaldamento elettrico (ris-el)		
Modalità d'esercizio	nris	ris	nc	nris	ris	nc	nris	ris	nc	nris	ris	nc
Tipo di cantina	nris	ris	nc	nris	ris	nc	nris	ris	nc	nris	ris	nc
Formazione di muffa	sì	sì	no	no	no	no	no	no	no	sì	sì*	no

*Osservazione: a Locarno non si formerebbe la muffa.

Tabella 3: le cantine non risanate e risanate mostrano rischi di formazione di muffa con la ventilazione naturale e l'impiego di un riscaldamento elettrico.

ULTERIORI INFORMAZIONI

NORME, LINEE GUIDA E LETTERATURA

- [1] Ufficio federale della sanità pubblica, «Attenzione muffa», Svizzera, 2009.
- [2] Konditionierung von Kellerräumen in Wohngebäuden – Rapporto finale. Horw: Hochschule Luzern Technik und Architektur (HSLU), 2019, (committente Ufficio federale dell'energia, Berna).
- [3] Aiuto all'esecuzione EN-102, Isolamento termico di edifici, edizione dicembre 2018.
- [4] Quaderno tecnico SIA 2024, «Dati d'utilizzo di locali per l'energia e l'impiantistica degli edifici», pagg. 1 – 156, 2015.
- [5] Norma SIA 180, «Isolamento termico, protezione contro l'umidità e clima interno degli edifici», pagg. 1 – 72, Svizzera, 2014.

ULTERIORI INFORMAZIONI

Promemoria «Be- und Entlüftung von Kellerräumen», aprile 2019, Associazione svizzera e del Liechtenstein della tecnica della costruzione suissetec, Settore Ventilazione | Climatizzazione | Refrigerazione
www.suissetec.ch

PARTECIPANTI AL PROGETTO

Adrian Grossenbacher, Ufficio federale dell'energia UFE
Caroline Hoffmann, Fachhochschule Nordwestschweiz (FHNW), Institut Energie am Bau
Claudia Hauri, Hochschule Luzern, Institut für Gebäude-technik und Energie
Jasin Jasari, Hochschule Luzern, Institut für Gebäudetechnik und Energie
Heinrich Huber, Hochschule Luzern, Institut für Gebäude-technik und Energie
Achim Geissler, Fachhochschule Nordwestschweiz (FHNW), Institut Energie am Bau