

ISOLAMENTO INTERNO: CON COSA E QUANTO?

Heinz Bangerter, dipl. Ing. SIA/USIC, CH 8302 Kloten / Svizzera

1. CONSIDERAZIONI INTRODUTTIVE

Se oggi si cercano spiegazioni in Internet sul tema dell'isolamento interno, si trovano, in Google ad esempio, circa 64.500 voci, e dopo la specificazione su < isolamento interno dell'involucro dell'edificio > ancora circa 5'500 visite. Non è già stato detto tutto sull'argomento?

Oltre alle innumerevoli sovrapposizioni, alle opinioni contrastanti e alle contraddizioni di contenuto, una tale lista manca naturalmente della coerenza auspicata o "arrotondamento" dei contenuti. Questo fatto potrebbe giustificarlo, che a questo punto si sta cercando di ridurre l'argomento a poche pagine dal punto di vista della pratica edilizia. Le proprietà specifiche (o effetti) dell'isolamento interno su "igiene residenziale", "comfort", "tessuto edilizio" e il "consumo di energia" dovrebbe essere affrontato.

Il contributo è volutamente mantenuto "pratico della costruzione" e non "altamente scientifico", ma dovrebbe comunque basarsi su consolidate intuizioni tecnico - fisiche. Si intendono alcune provocatorie espressioni di opinione e "colpi di scena" su alcuni fenomeni marginali nella progettazione degli edifici ("isteria da diffusione", "follia da isolamento termico", "zelo da normazione").

2. DIPENDENZE QUALITATIVE

Ci sono tre aree principali di interesse per il professionista:

Come influisce l'isolamento interno sulla sezione trasversale complessiva?

Si considerano per lo più "diffusione" (nella migliore delle ipotesi) e "tensioni di temperatura", che potrebbero ambedue (t) danneggiare la struttura dell'edificio.

In che modo l'isolamento interno cambia il clima interno?

Questa domanda è di solito legata all'argomento "comportamento di stoccaggio".

Quale beneficio energetico dovrebbe fornire l'isolamento interno?

Qui si sta aprendo un divario tra le sempre più severe norme sul valore U da un lato e una dimensione di isolamento sensata dal punto di vista della fisica delle costruzioni, della gestione economica o dell'ecologia dall'altro.

Per i criteri citati, ovvero: "comfort", "igiene dell'abitazione", "tessuto dell'edificio" e "consumo energetico", la cui valutazione dovrebbe essere naturalmente il più possibile positiva, esistono diversi parametri con valori limite (in parte ufficiali) come segue:

Per la valutazione del comfort:

In estate: inerzia termica del guscio contro la temperatura ambiente - fluttuazioni così come la sezione trasversale nominale di stoccaggio contro le "temperature in eccesso" da irraggiamento

In inverno: Comportamento di immagazzinamento credibile per "calore di scarto utilizzabile" e temperatura superficiale interna dell'involucro contro la "radiazione fredda".

Per la valutazione dell'igiene delle abitazioni:

Temperatura superficiale interna dell'involucro contro la formazione di muffe.

Per la valutazione del involucro dell'edificio:

Comportamento di diffusione della sezione trasversale dell'edificio contro la penetrazione di umidità interna dovuta alla migrazione del vapore acqueo invernale o "posizione di inversione estiva".

Fluttuazioni di temperatura (comparative) o sollecitazioni nella struttura di supporto dovute agli effetti della temperatura esterna

Per la valutazione del consumo di energia:

Valore U normativo secondo fabbisogno energetico totale minimizzato (dell'involucro dell'edificio). Solo questo parametro e la temperatura superficiale dipendente non sono influenzati dalla stratificazione della sezione trasversale dell'edificio!

3. ESEMPI TIPICI

Per rispondere alla domanda di questo articolo: <ISOLAMENTO INTERNO CON COSA E QUANTO>, tenendo conto dei tre temi di interesse per l'operatore (vedi sopra), di seguito verranno discussi tre esempi tipici. Il criterio di valutazione che domina in alcuni casi sarà esaminato in modo critico.

L'obbligo generale di garantire che la temperatura della superficie interna dell'involucro esterno mantenga sempre il valore richiesto nelle condizioni climatiche prevalenti (interno ed esterno) per evitare che l'umidità relativa (a lungo termine) dell'aria superi l'80% non viene trattato in modo più dettagliato in fase di progettazione di un nuovo edificio o in fase di conversione o di retrofitting. Il rispetto di questa condizione non è "isolamento interno - specifico", ma è generalmente valido e deve essere dimostrato secondo le regole normative. Deve essere osservato per l'isolamento interno, ma soprattutto per quanto riguarda il "problema del ponte termico" con le pareti integrate lateralmente e lungo i supporti del soffitto sulla parete esterna. In questo caso, l'isolamento interno può causare il raffreddamento delle superfici libere adiacenti, che può portare al superamento di valori limite che non si verificherebbero con la parete (ancora) non isolata (ristrutturazione) sul lato della stanza.

3.1 Esempio A: Nuovo edificio con facciata in beton facciavista con isolamento interno

Questo esempio si riferisce all'argomento di interesse: "In che modo l'isolamento interno influisce sulla sezione trasversale complessiva?" Viene discusso il comportamento di diffusione con un dato isolamento interno e l'effetto della temperatura esterna sulla parete portante come risultato della mancanza di un rivestimento termico / isolamento esterno.

Scegliamo una sezione trasversale di facciata comune con (valori caratteristici WUFI® database):

- 180 mm di beton facciavista all'esterno ($\lambda \sim 1,60$ W/mK; $\rho\text{-}c \sim 1955$ kJ/m³K; ~ 180)
- var. 150 mm, 200 mm, 250 mm Isolamento interno ($\lambda \sim 0,040$ W/mK; $\rho\text{-}c \sim 51$ kJ/m³K; $\mu \sim 1,3$)
- 15 mm di intonaco per interni ($\lambda \sim 0,20$ W/mK; $\rho\text{-}c \sim 722$ kJ/m³K; $\mu \sim 8,3$)

Inoltre (WUFI® Light, Standard): $R_{si} = 0,125$ m²K/W, $R_{se} = 0,0588$ m²K/W, $\theta_{e\text{ medium}} = 6,4^\circ\text{C}$

Sono disponibili diversi metodi per la valutazione della diffusione:

- Il "metodo di Glaser" con il cosiddetto "clima - intervallato" (legenda tabella 1)
- Il "metodo di Glaser" che utilizza modelli climatici individuali all'interno e all'esterno con ciclo annuale [1].
- Il "Metodo WUFI®" con informazioni sull'assorbimento e la distribuzione della condensa per assorbimento [2].

Secondo la **Tabella 1**, si ottengono risultati molto diversi sia per quanto riguarda la condensa massima annuale (KJ) che il suo potenziale di asciugamento (AJ) Condizione 1: (AJ ≥ KJ). Ancora più problematico del "valore di equilibrio" a seconda del modello di calcolo è il risultato (KJ) da solo, perché in alcune normative non solo il modello di calcolo stesso (con clima - intervallato) ma anche i valori limite risultanti (a seconda dei materiali) sono definiti. Tuttavia, poiché tali valori limite si basano su specifiche climatiche irrealistiche, ciò porta ripetutamente ad accese discussioni tra esperti, che spesso minacciano di degenerare in una vera e propria "isteria di diffusione". Infatti, il collaudato "metodo Glaser" fornisce ancora risultati utili, a condizione che il calcolo sia basato su dati climatici realistici (nel ciclo annuale). In ogni caso, anche con il "metodo WUFI®" - anch'esso basato sui dati climatici accumulati nel ciclo annuale - il calcolo deve essere eseguito prima "in background". La perdita di umidità risultante deve essere determinata prima di poter essere distribuita nei materiali adiacenti in base alla loro capacità di assorbimento e visualizzata come "WUFI® - risultato".

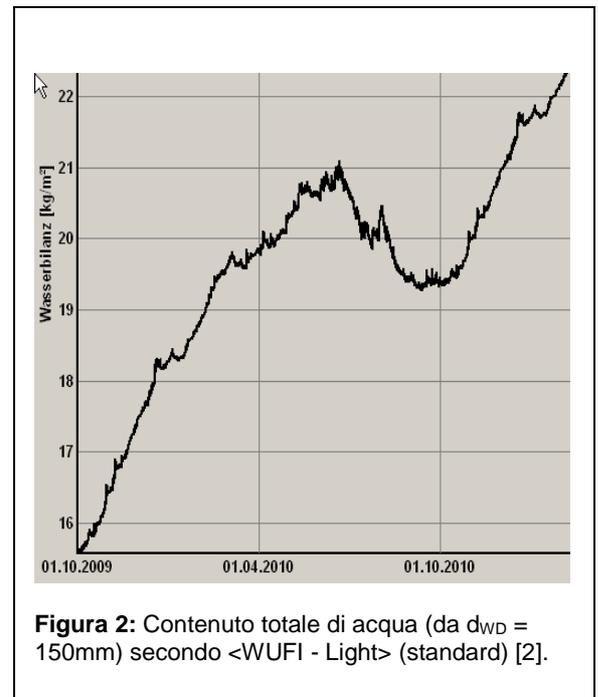
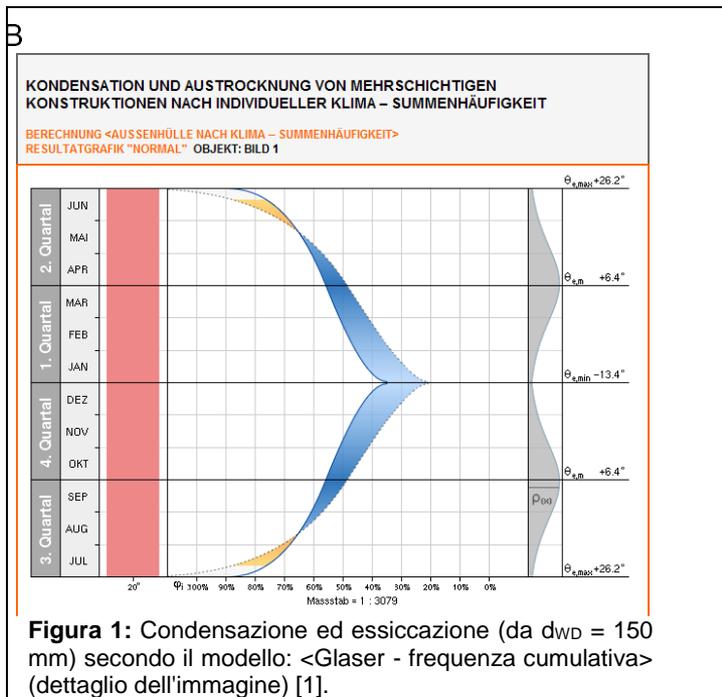
Spessore dell'isolamento dWD [mm]	* Glaser "in movimento veloce"		Glaser per -frequenza [1]		WUFI®Light IBP 4.0 [2] [2] Contenuto d'acqua totale		Valore U- [W/m²K]
	KJ _{max} [g/m²]	AJ _{possibile} [g/m²]	KJ _{max.} [g/m²]	AJ _{possibile} [g/m²]	KJ _{max.} [g/m²]	AJ _{possibile} [g/m²]	
150	2871 **⊗K ~837	2034	5450 **⊗K~4995	455	~ 5500 **⊗K~4000	~ 1500	0.243
200	2393 **⊗K ~695	1698	4655 **⊗K~4280	375	~ 4750 **⊗K~3550	~ 1200	0.186
250	2078 **⊗K ~619	1459	4050 **⊗K~3730	320	~ 4250 **⊗~ 3250	~ 1000	0.151

* Inverno: interno 20°C/50%RH, esterno -10°C/80%RH durante 60 giorni

* Estate: all'interno = all'esterno ogni 12°C/70%RH durante 90 giorni

**⊗K = crescita annuale cumulativa !

Tabella 1: Confronto della condensazione per diversi metodi di calcolo



Nell'esempio A in questione, troviamo che l'isolamento interno selezionato "a diffusione aperta" senza una barriera al vapore supplementare genera una quantità troppo grande di condensa tra l'isolamento e la parete in calcestruzzo in qualsiasi metodo di calcolo. In contrasto con l'aumento del rischio di umidità superficiale con l'aumento dello spessore dell'isolamento nell'intervallo di ponti termici costruttivi (che qui non sono mostrati nel calcolo), l'umidità/condensazione della sezione trasversale calcolata tende a diminuire leggermente con l'aumento dello spessore dell'isolamento interno grazie alla maggiore resistenza alla diffusione.

La differenza tra "Glaser - frequenza cumulativa" e "WUFI®" in termini di essiccazione è dovuta al fatto che nel modello "Glaser – Σ frequenza" [1] questo è considerato solo finché ($\theta_i \geq \theta_e$) è disponibile. Per quanto riguarda il contenuto massimo annuo di umidità KJ, i due metodi danno risultati molto simili - in contrasto con la "griglia temporale normativa".

L'intero (interpretazione) problema di ciò che si verifica effettivamente in termini di umidità e di ciò che può ancora essere giustificato in termini di tecnologia dei materiali (staccato dai valori limite normativi basati su risultati non realistici) può essere elegantemente evitato con un cosiddetto <isolamento interno a tenuta di vapore> come il vetro cellulare (o al massimo la schiuma estrusa). Non ci sarà quindi alcuna condensa durante tutto l'anno

Ciò che invece va tenuto in considerazione con l'isolamento interno a tenuta di vapore sono gli "strati di inversione estiva", in quanto qui si arresta la migrazione del vapore acqueo "dall'esterno all'interno" tra il guscio di supporto (ad es. Gas beton a diffusione aperta, ben isolante!) e il vetro cellulare. È quindi fondamentale che in un gradiente di temperatura con ($e > i$) il contributo di isolamento termico dell'involucro esterno (calcestruzzo gassoso) non sia troppo elevato o che lo spessore dell'isolamento interno che blocca il vapore non sia troppo piccolo, portando così alla condensazione estiva. Nel presente esempio con una resistenza termica molto bassa del calcestruzzo esposto, tuttavia, non vi è alcun pericolo in questo senso.

Oltre al "problema della diffusione", che può avere un effetto sfavorevole sul tessuto edilizio e che si verifica principalmente con l'isolamento interno, la decisione per l'isolamento interno è negativa anche dal punto di vista della "meccanica edilizia". Nell'esempio A in questione, la fluttuazione giornaliera della temperatura dell'aria esterna ha un effetto non smorzato sulla superficie esterna. Smorzando questa ampiezza esterna all'interno della sezione trasversale del calcestruzzo, si riduce notevolmente fino all'isolamento interno adiacente. Ciò si traduce in una differenza di temperatura che oscilla al massimo durante il corso della giornata, il che crea delle sollecitazioni di vincolo indesiderate nella sezione trasversale del calcestruzzo. Se invece la sezione trasversale è coperta da un adeguato isolamento esterno, da un lato gli estremi assoluti di temperatura sulla superficie del calcestruzzo fino all'esterno e dall'altro la differenza di temperatura massima oscillante si riduce notevolmente nella sua stessa sezione trasversale.

Un confronto tra isolamento interno ed esterno con gli strati di materiale selezionati per esempio A - basato sulla "profondità di penetrazione periodica" familiare ai fisici dell'edilizia, qui con un'ampiezza di temperatura esterna di $v_{e0} = \pm 10K$ intorno al valore medio $\theta_{e\ media} = 20^{\circ}C$ - fornisce i seguenti risultati secondo la **tabella 2**:

Strato isolante	Estremo $_{max} / _{min}$						Differenza di sezione $\leq \Delta\theta $		
	Calcestruzzo esterno			Calcestruzzo per interni			d =150 [mm]	d =200 [mm]	d =250 [mm]
Isolamento esterno	23.5°C / 16.5°C	22.5°C / 17.5°C	21.8°C / 18.2°C	20.6°C / 19.4°C	20.4°C / 19.6°C	20.3°C / 19.7°C	2.9 K	2.1 K	1.5 K
Isolamento interno	+ 30°C / + 10°C			+ 21,8°C / + 18,2°C			8.2 K		

Tabella 2: Smorzamento degli estremi di temperatura e delle differenze di sezione del calcestruzzo a seconda della sequenza degli strati Dal punto di vista statico - costruttivo - meccanico, nell'esempio A illustrato, l'isolamento esterno termicamente protettivo sarebbe chiaramente preferibile all'isolamento interno, soprattutto perché le reali oscillazioni di temperatura dell'aria o della superficie esterna possono essere notevolmente superiori a $\pm 10K$.

3.2 Esempio B: ristrutturazione energetica di una facciata protetta

Questo esempio B è utilizzato per discutere le domande aperte in base al secondo argomento: "In che modo l'isolamento interno cambia il clima interno? In questo caso è interessante innanzitutto l'effetto di un isolamento interno sul clima della stanza rispetto ad una parete non isolata (solida).

L'argomento è ben noto: Per motivi di progettazione, per una ristrutturazione pianificata, legata all'energia o alla trasformazione della facciata, si può prendere in considerazione solo un successivo isolamento interno (o in nessun caso un isolamento esterno). Oltre alle questioni discusse nell'esempio A relative al involucro dell'edificio e all'igiene residenziale, il possibile cambiamento del clima interno (e del bilancio energetico) causato da questo intervento è sempre interessante. La domanda concreta è come cambia di conseguenza il "comportamento di stoccaggio" della parete.

Adatto per i confronti relativi è il "tempo di raffreddamento" [3], che è familiare nei circuiti della fisica delle costruzioni e che mostra l'effetto dell'inerzia termica della sezione trasversale totale sia per le condizioni invernali che estive. Come si esprimono le condizioni climatiche estive. Tuttavia, il comportamento inerziale così registrato differisce dalla capacità di accumulo addebitabile (contro il calore in eccesso sul lato locale dovuto all'irraggiamento solare, all'occupazione e alle fonti di calore interne degli apparecchi, ecc. Anche in questo caso il calcolo si basa sul modello della "profondità di penetrazione periodica" per un'ampiezza (lato stanza) di 24 ore. Tuttavia, in considerazione del basso effetto di accumulo dell'isolamento interno, il complesso sforzo di calcolo necessario per differenziare i guadagni di calore utilizzabili appare (troppo) costoso.

Per poter considerare sufficientemente la capacità di accumulo sul lato del locale come un indicatore comparativo contro il calore in eccesso in estate o in inverno, si può - adagiati sul lato sicuro - altrettanto bene fare un uso diretto della (statica) "figura di accumulo del calore" [3], che si verifica comunque quando si determina il "tempo di raffreddamento" informativo. Il confronto pratico dell'esempio B con l'uso degli strati di materiale definiti all'inizio (qui senza gesso) fornisce i seguenti risultati secondo la **tabella 3**:

Stoccaggio a pagamento [kJ/m ² K].		Coefficiente di accumulo del calore (WSP) [kJ/m ² K] 2)	Tempo di raffreddamento [h] (z)
+ Isolamento interno [mm]	Calcestruzzo a vista d = 180 mm 1)		
+ 0	173 (173)	137 (137)	11.2 (11.2)
+ 20	139 (173)	14.2 (272)	11.3 (60.1)
+150	30.8 (173)	13.8 (340)	15.5 (382)
+200	23.2 (173)	12.7 (345)	18.7 (507)
+250	18.6 (173)	12.6 (348)	22.8 (633)

1) Credibile capacità di stoccaggio, ridotta dall'influenza normativa R_{si}

2) Coefficiente di accumulo del calore (WSP) in considerazione di R_{si} (valori tra parentesi con isolamento esterno alternativo)

Tabella 3: Valori caratteristici per la formazione di strati in ambienti interni rilevanti dal punto di vista climatico, come nell'esempio A (ma qui senza intonaco)

Lo "svantaggio" climatico interno dell'isolamento interno rispetto all'isolamento esterno è espresso sia dal rapporto di accumulo di calore o dal valore di accumulo accreditabile, sia da un tempo di raffreddamento molto breve (z) (confronto: valori tra parentesi per l'isolamento esterno!) La capacità di stoccaggio sul lato della stanza tende a diminuire con l'aumento dell'isolamento interno, e l'inerzia termica della sezione trasversale totale aumenta solo in modo insignificante.

Un tema particolare per quanto riguarda il clima interno - le condizioni è la questione di "Umidità - compensazione" attraverso i cosiddetti materiali isolanti capaci di assorbire l'umidità. Si spera che questi materiali leghino l'umidità in eccesso a se stessi quando l'umidità dell'aria è troppo alta e quindi la immagazzinino temporaneamente (Domanda: Come fa il materiale isolante a sapere quale umidità è desiderata nella stanza?) Allo stesso modo, si spera in una "inversione" al momento opportuno, in cui l'umidità precedentemente fornita dall'aria o dalla pioggia battente ecc. dall'esterno sia rilasciata "dosata" nell'aria della stanza (domanda: per il "drenaggio" della sezione trasversale, o per l'auspicata umidificazione dell'aria?)

Ciò che non può essere trascurato nella modalità di azione (tempestiva?) è in ogni caso il fatto che è richiesta la massima porosità aperta possibile della superficie e della sezione trasversale. Questo a sua volta implica il cosiddetto materiale aperto alla diffusione, che in linea di principio genera quantità eccessive di condensa e dovrebbe quindi essere dotato di una barriera al vapore separata sul lato del locale (che, tuttavia, copre la capacità di assorbimento!) Per evitare questo dilemma, si dovrebbe utilizzare anche una barriera al vapore "traspirante", come pubblicizzato sul mercato. Ciò promette la massima permeabilità al vapore acqueo in un ambiente umido (per asciugare l'acqua) e il massimo effetto barriera possibile in uno stato secco (contro la migrazione del vapore acqueo). Tuttavia, poiché è probabile che il comportamento di assorbimento del materiale isolante influisca anche sul grado di umidità e sulla diffusione di questa barriera di vapore stessa, ciò porta quasi inevitabilmente ad un "corto circuito legato alla diffusione".

Poiché le condizioni climatiche interne tendono sempre ad essere relativamente pessime quando l'isolamento interno è assolutamente necessario (eccezione: in alcuni casi, se l'ambiente è riscaldato solo temporaneamente), è ancora più consigliabile tenere almeno la sostanza costruttiva menzionata nell'esempio A "sotto controllo" utilizzando un materiale isolante il più possibile a prova di diffusione.

3.3 Esempio C: Trasformazione / ampliamento del seminterrato in spazio abitativo

Infine, un terzo esempio è utilizzato per illustrare l'area tematica: "Quali vantaggi energetici dovrebbe fornire l'isolamento interno? Si evidenzia una certa discrepanza tra i requisiti normativi delle autorità e il loro effetto (spesso) inefficiente. Anche in questo caso viene fatta una differenziazione per quanto riguarda lo spessore dell'isolamento a seconda del tessuto edilizio esistente e dell'integrazione del terreno.

Cominciamo con la seconda considerazione comparativa. Supponiamo che un locale cantina da convertire ad uso abitativo sia incassato nel terreno per circa 3 metri. Prima di passare al dimensionamento energeticamente motivato dello spessore dell'isolamento della parete del seminterrato (controterra), cioè un classico isolamento interno, si consiglia di chiarire prima:

L'attuale muro della cantina è asciutto? se sì, è perché si trova in un terreno asciutto o ha un sistema di drenaggio funzionante? o comunque perché avviene uno scambio permanente di umidità nel senso di "auto-regolazione dell'assorbimento" contro il locale (ventilato?) della cantina?

Se, invece, la parete della cantina esistente è permanentemente umida, deve essere prima trasformata in uno stato permanentemente asciutto mediante adeguate misure di drenaggio o di tenuta (anche contro l'umidità di risalita!). Una volta raggiunta questa condizione, è possibile (anche) dimensionare energeticamente un isolamento interno che sia il più possibile in grado di bloccare la diffusione. Per ulteriori considerazioni vedi sotto. Se invece si può supporre che la parete del seminterrato, ormai asciutta, sia dovuta ad uno scambio di umidità funzionante con il locale interrato, si deve fare in modo che ciò sia ancora possibile con l'isolamento interno. In questo caso, si raccomanda un concetto il più possibile aperto alla diffusione, ma allo stesso tempo deve essere garantito, che l'attuale parete della cantina non venga raffreddata da uno spessore di isolamento eccessivo fino alla precipitazione della condensa (a seconda dell'uso del locale / del clima del locale). Così: Esecuzione a diffusione aperta in uno spessore il più piccolo possibile, che dovrebbe essere dimensionato solo in base alla richiesta di stampo e condensa - libertà.

La questione dello spessore dell'isolamento (anche) energeticamente appropriato o richiesto a norma può essere discussa in quei casi in cui o non c'è certamente umidità sul lato terra o questa è stata definitivamente evitata con misure di impermeabilizzazione o altre misure costruttive. Tuttavia, le norme energetiche devono essere messe in discussione (soprattutto nel caso di ristrutturazioni e trasformazioni):

In Svizzera, ad esempio, le istituzioni leader nel campo dell'energia strutturale chiedono che, in futuro, le pareti a contatto con il suolo con più di 2 m di collegamento a terra dovrebbero avere un unico valore U di 0,15 W/m²K come valore target per i nuovi edifici, e un valore massimo di 0,20 W/m²K devono essere osservati durante le conversioni e le modifiche. Lo stesso vale secondo il modello di regolamento dei Cantoni. Obiettivi nell'ordine di 0,10 - 0,15 W/m²K a seconda del paese e una "etichetta dell'edificio" non dovrebbe essere una linea guida pubblica.

Ci si deve chiedere dove dovrebbe portare questo esuberante zelo di standardizzazione nel campo dell'energia strutturale. Se si considera non solo il risparmio di energia di riscaldamento a basso valore (anergia), che aumenta (solo in modo decrescente) con l'aumento dello spessore dell'isolamento, ma anche la domanda linearmente crescente di lavori di alta qualità e di efficienza energetica, aumenta anche il consumo energetico dell'edificio.

L'energia di processo (energia di processo) per la produzione dei materiali isolanti, si trova un ottimale energetico - ecologico per quanto riguarda il valore U - e lo spessore dell'isolamento, che spesso è già chiaramente "superato" da tali valori definiti estremi.

L'esempio pratico C1:

A (ancora) la parete di cemento non isolata del seminterrato $d = 250$ mm (con i valori caratteristici secondo l'esempio A) è interrata di 3,0 m. Secondo i metodi di calcolo convenzionali, per mantenere un valore U richiesto di 0,20 W/m²K, è necessario uno spessore di isolamento interno ($\lambda = 0,040$ W/mK) di circa 190 mm, perché la consueta gradazione in funzione della profondità di integrazione per i singoli valori U indica che il coinvolgimento del terreno è già preso in considerazione nella specifica.

Se invece si determina prima il valore U_0 esistente (carcassa + coinvolgimento individuale del terreno, ancora senza strato isolante), nell'esempio si ottiene un valore $U_0 \sim 0,84$ W/m²K. Per mantenere il valore nominale corrispondente a 0,20 W/m²K è necessario uno spessore di isolamento di soli 150 mm circa. Cosa vale ora?

In un modo o nell'altro: se lo spessore di isolamento della parete in questione viene misurato per il suo optimum energetico ed ecologico secondo [4], invece di un "valore fisso" normativo di 0,20 W/m²K, ad esempio, i risultati possono differire notevolmente.

Inoltre, l'esempio pratico C2 con le seguenti variabili influenti:

Orizzonte di pianificazione $n = 75$ anni; $U_0 \sim 0,84$ W/m²K

Vita utile della parete o sostituzione dopo ogni $m = 25$ anni

Valore di energia grigia (energia di processo) Isolamento 3000 MJ/m³ (costi di smaltimento inclusi), $\lambda \sim 0,040$ W/mK

"Interesse" isolamento termico 2,5%, riscaldamento anergia 0,0%

variabile: grado di riscaldamento giorni 3000 K-d, 4000 K-d, 5000 K-d

Secondo la **tabella 4** si ottengono i seguenti risultati:

Riscaldamento o giorni di laurea [Kd]	U_{opt} [W/m ² K]	d_{opt} [mm]	Δd^* [mm]	rA2 da Δd^{**} [anni]
3000	0.252	111	39	16.5
4000	0.221	133	17	19.0
5000	0.200	152	- 2	∞

*) "Eccesso" riferito al d_{opt} , se $U_{soll} = 0,20 \text{ W/m}^2\text{K}$ da " $R_{Erdreich} + d_{WD} = 150 \text{ mm}$ "

**) Si applica solo se anche l'"interesse" sull'energia di processo di alta qualità è fissato allo 0%; altrimenti le spese da Δd non potranno mai essere "ripagate" energeticamente

Tabella 4: Spessore di isolamento eco-ottimale per esempio C2, in funzione dei gradi giorno di riscaldamento. Tempo di recupero relativo [rA2] del surplus - spessore Δd , basato sul d_{opt} . [5], [6]

A parte il fatto che, soprattutto nel caso di ristrutturazioni e trasformazioni, l'isolamento interno (supplementare) spesso deve essere limitato da fattori fisici o di altro tipo, l'esempio C2 dimostra che esistono anche alcuni "limiti ragionevoli" allo spessore dell'isolamento energeticamente motivato. In ogni caso, il valore ottimale dell'isolamento (U - valore o spessore dell'isolamento) è determinato da una visione d'insieme energetica - ecologica delle più diverse condizioni situazionali. Una corrispondenza con i valori obiettivo validi attualmente(?) del legislatore è puramente casuale e determinata dalle condizioni climatiche prevalenti (gradi-giorni di riscaldamento). In relazione all'isolamento interno, le "disposizioni normative per la coperta" dovrebbero sempre essere messe in discussione in primo luogo per quanto riguarda la loro fattibilità individuale.

4. CONCLUSIONE GENERALE

Nel caso di ristrutturazioni, in particolare, l'aumento dello spessore dell'isolamento interno tende ad aumentare il rischio di danni alla sezione trasversale complessiva della parete esterna. L'isolamento interno dovrebbe quindi essere pianificato secondo il motto: "Il più necessario, il meno possibile". Normalmente, a questo scopo si preferiscono materiali isolanti a prova di diffusione (vetro cellulare per primo). Altrimenti, le elaborate barriere al vapore a livello locale come complemento all'isolamento "a diffusione aperta" sono di solito inevitabili.

Le barriere al vapore "traspiranti" devono essere utilizzate con cautela, soprattutto negli ampliamenti e nelle trasformazioni delle cantine.

Il "per quanto necessario" è determinato principalmente in riferimento alla muffa - libertà o igiene residenziale. Se, secondo il calcolo individuale, anche questa rivendicazione viene soddisfatta con un valore limite superiore al valore limite standardizzato, si dovrebbe consentire che venga data la preferenza nell'interesse della sostanza costruttiva.

Per la verifica basata sulla diffusione, il metodo convenzionale secondo Glaser (in alternativa al "Calcolo dell'assorbimento secondo WUFI®", ad esempio) è ancora adatto al professionista - a condizione che "metodo di Glaser" significhi un calcolo che utilizza le frequenze climatiche reali (interne ed esterne) a seconda dell'uso e della posizione, e non il tempo trascorso in condizioni climatiche inutilizzabili (legenda Tabella 1).

Per quanto riguarda gli effetti della temperatura esterna, va detto che con le fluttuazioni di temperatura (indesiderate) e gli estremi, che hanno un effetto praticamente non smorzato sull'elemento portante della parete (calcestruzzo a vista, costruzione con perni in acciaio o simili) nel caso dell'isolamento interno, c'è un chiaro svantaggio rispetto all'isolamento esterno (alternativo?) o all'isolamento del intercapedine.

In conformità con le aspettative generali, l'isolamento interno ha anche un effetto notevole sul clima interno rispetto alla superficie interna non coperta. Tuttavia, questa influenza non impedisce necessariamente al progettista di utilizzare l'isolamento interno a priori "in anticipo".

Inoltre, l'influenza dei cosiddetti materiali isolanti capaci di assorbire e stabilizzare il clima (che sono stati propagandati come particolarmente favorevoli) deve essere messa in prospettiva. L'assorbimento e lo stoccaggio intermedio dell'eccessiva (?) umidità dell'aria della stanza d'estate, o la donazione dell'umidità di stoccaggio all'aria della stanza d'inverno eccessivamente secca (?) dovrebbe prima essere mostrato in un modello e "nel sistema reale" e con un approccio di calcolo pratico derivato da esso. Per il momento, resta da chiedersi se l'auspicata perequazione avvenga sempre al momento giusto e nella "giusta direzione".

In particolare nel caso di ristrutturazioni con un obiettivo energetico distinto, un conflitto di interessi è evidente sotto due aspetti. O lo spessore dell'isolamento deve essere limitato in molti casi per motivi di fisica delle costruzioni (contro l'umidità della sezione trasversale nel caso di una soluzione volutamente aperta alla diffusione/mura umida del seminterrato), oppure il requisito normativo per il "valore singolo U" non è più in ragionevole relazione con la prevista efficienza. Quest'ultimo può essere verificato caso per caso in base all'obiettivo ecologico: "energia di processo dei materiali isolanti più il fabbisogno di riscaldamento accumulato nell'orizzonte di pianificazione = minimo". I corrispondenti strumenti di calcolo [4], [5] sono liberamente disponibili al di fuori del campo delle norme.

[1]Weder + Bangerter AG: Condensazione e disidratazione secondo il clima - frequenza cumulativa. URL: <http://apps.cellularglassengineering.com/de/programs/p17/> [Stato: 26.08.2009]

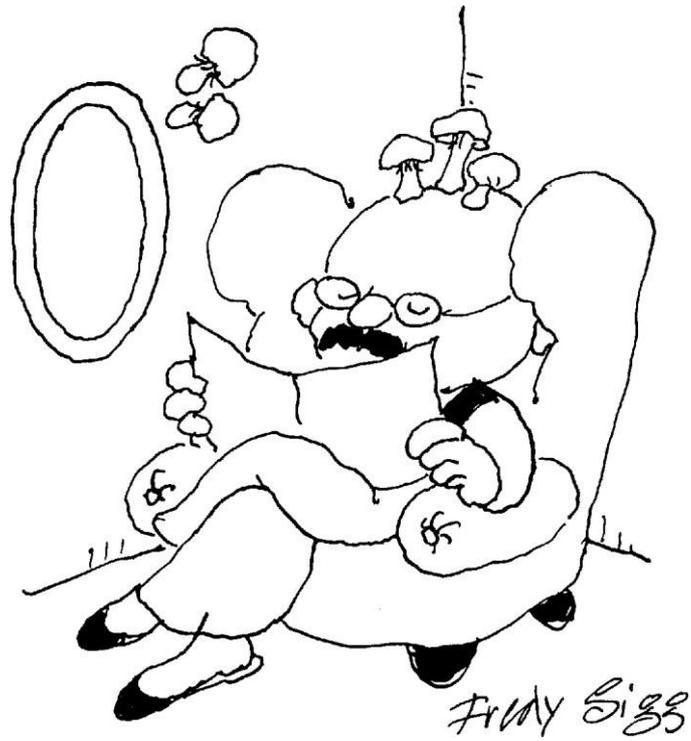
[2] Software IBP: WUFI®. URL: <http://www.wufi.de/> [Versione: 26.08.2009].

[3]Né l'uno né l'altro + Bangerter AG: Coefficiente di raffreddamento e figura di accumulo di calore (ecc.). URL: <http://apps.cellularglassengineering.com/de/programs/p20/> [Stato: 26.08.2009]

[4] IG Oeko - Priority®: per spessori di isolamento ragionevoli sugli edifici. URL: <http://www.oekopriority.ch/> [Stato: 26.08.2009]

[5] IG Oeko - Priority®: per spessori di isolamento ragionevoli sugli edifici. URL: http://www.oekopriority.com/front_content.php?idcat=5/Amortisation degli strati di isolamento termico dell'involucro dell'edificio.zip [Stato: 26.08.2009].

[6] Né + Bangerter AG: Considerazioni sul periodo di ammortamento. URL: http://www.baudaten.com/frame_wundertuete.html Considerazioni onpdf [Stato: 26.08.2009].



Il medico può seppellire i suoi errori,
l'architetto può solo consigliare di coltivare funghi...
(liberamente dopo Gropius)