

Elisa Di Giuseppe, Angela Orciari

Iperisolare conviene?

L'iperisolamento dell'involucro edilizio rischia di spostare il problema dei consumi energetici dalla fase d'uso dell'edificio a quella della produzione dell'isolante. Ma non solo: nei climi caldi, il *discomfort* interno creato da un involucro superisolato potrebbe aumentare l'utilizzo di sistemi di condizionamento nei periodi estivi, con una significativa penalizzazione dei risparmi previsti

Nella pagina a fianco:

1. Tipologie di involucro edilizio impiegate nelle simulazioni analitiche.

Il ruolo ricoperto dagli edifici ai fini della riduzione delle emissioni di gas serra, così come previsto dalla direttiva europea *Energy Performance of Buildings (EPBD) 2002/91/CEE*, recepita in Italia dai D.Lgs. 192/2005 e 311/2006, è particolarmente significativo, dato che il settore edilizio è responsabile di gran parte delle emissioni di CO₂.

Ciò ha portato alla richiesta di una graduale modifica (dal 2006 al 2010) delle tecniche costruttive per l'involucro edilizio, con l'introduzione di valori di trasmittanza via via più bassi.

Questo fatto spinge all'uso di spessori di isolamento doppi/tripli rispetto a quelli finora usualmente utilizzati ("iperisolamento"). Se tale atteggiamento è plausibile, e porterà significativi vantaggi, soprattutto per i Paesi del nord Europa, non altrettanto può dirsi per i Paesi dell'area mediterranea, se, accanto alla riduzione dei consumi, viene attentamente considerato il comfort abitativo. Vari studi presenti in letteratura scientifica hanno evidenziato come iperisolare a certe latitudini possa generare un incremento degli impatti ambientali (dovuti alla maggiore produzione di materiale isolante) senza un significativo beneficio in termini di risparmio energetico.

Al fine, quindi, di valutare i limiti della strategia del superisolamento, si è svolta una ricerca finalizzata a comprendere il rapporto tra *riduzione* dei consumi energetici al crescere dello spessore di isolante e *incremento* dei costi di produzione della quantità aggiuntiva di materiale isolante impiegato.

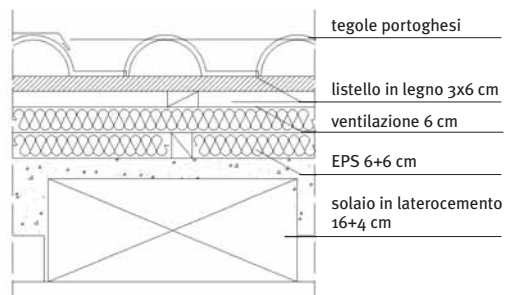
I risultati ottenuti mostrano come, nel passaggio dalla situazione pre-normativa a quella posteriore al 2006, di fatto, si registri una riduzione dei consumi energetici legati al migliore isolamento degli edifici; tuttavia, a questa si accompagna un crescente impiego di energia per la produzione di isolante.

Nelle simulazioni condotte, utilizzando l'EPS come riferimento, qualora lo spessore di coibente superi i 15 cm (standard tipico degli edifici passivi), gli anni necessari per recuperare l'energia spesa per la produzione, grazie al risparmio energetico in fase di esercizio, risulterebbero essere oltre 20-25 anni: un periodo di tempo paragonabile a quello trascorso il quale un edificio potrebbe essere interessato da sensibili interventi di ristrutturazione.

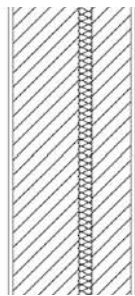
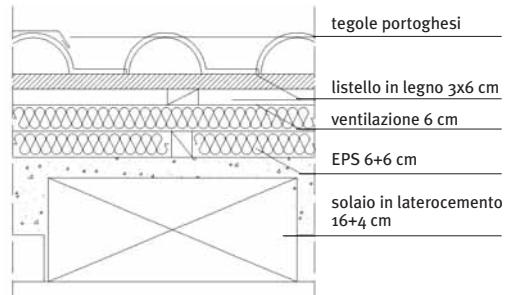
Se si considerano, inoltre, gli aspetti legati al comfort, si è verificato come in clima mediterraneo potrebbe risultare inefficace il superisolamento in presenza di superfici finestrate non opportunamente schermate. Queste, lasciando penetrare la radiazione solare, creano un effetto "scatola", con conseguente *discomfort* interno e incremento significativo dei consumi per il condizionamento estivo: consumi che raddoppiano al crescere del livello di isolamento dai valori previsti al 2006 a quelli del 2010.

Le tecnologie analizzate L'indagine è stata condotta simulando, mediante il software *Energy Plus*, il comportamento termico in regime dinamico di un ambiente sottotetto di un edificio campione del quale, progressivamente, sono stati incrementati gli spessori di materiale isolante, sia a parete che in copertura, considerando o meno la presenza di aperture (lucernari) di varia dimensione. L'edificio campione è stato effettivamente realizzato per fini sperimentali e su di esso sono state condotte analisi termiche che hanno permesso di ricavare dati utili all'affinamento del modello di calcolo impiegato.

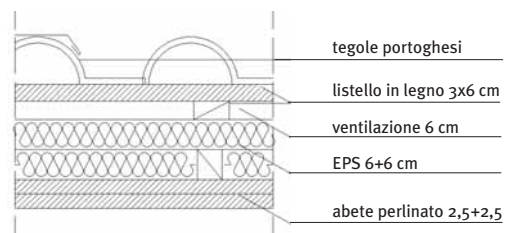
Si sono considerate quattro possibili configurazioni di involucro edilizio, facendo variare sia la tipologia di pareti che il solaio di copertura in relazione al valore di massa superficiale degli stessi (fig. 1). Per il manto di copertura, si sono assunti valori di *emissi-*

Tipologia di involucro edilizio 1 - Solaio laterocemento

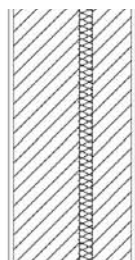
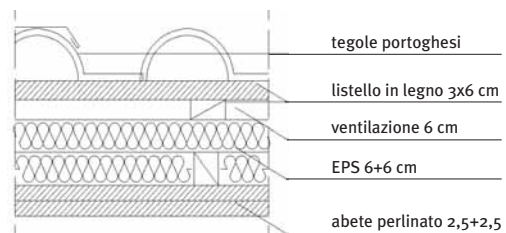
Pareti
massa > 230 kg/m²

**Tipologia di involucro edilizio 2 - Solaio laterocemento**

Pareti
massa < 230 kg/m²

**Tipologia di involucro edilizio 3 - Solaio ligneo**

Pareti
massa > 230 kg/m²

**Tipologia di involucro edilizio 4 - Solaio ligneo**

Pareti
massa < 230 kg/m²



vità e assorbanza⁽¹⁾ rispettivamente pari a 0,9 e 0,7 (così come ricavato da misure sperimentali).

Ad un primo livello di analisi, le quattro morfologie di involucro, sono state analizzate in presenza di tre differenti livelli di isolamento termico, caratterizzati dai valori di trasmittanza termica propri della situazione pre-normativa e da quelli richiesti dal D.Lgs. 311/2006 a partire dall'1/1/2006 e dall'1/1/2010 (tabella 1). In un secondo momento, considerando fissa la tipologia di involucro, caratterizzata da solaio e pareti di tipo "leggero" (tipologia 4), si è valutata l'incidenza della variazione dello spessore di isolamento nella sola copertura. In ultima analisi, sempre sulla stessa tipologia, si è analizzata la sola influenza della variazione di superfici finestrate in copertura.

L'isolante impiegato, sia a livello di pareti che di copertura, è il polistirene espanso (EPS), il cui valore di *Embodied Primary Energy*⁽²⁾ è pari a 269 kWh per metro cubo⁽³⁾.

I dati di *output* delle simulazioni sono relativi a temperatura dell'aria interna e consumo energetico per il riscaldamento e per il condizionamento (espresso in Joule); essi sono stati a loro volta valutati, rispettivamente, in termini di percentuale di numero di ore superiore a 26°C⁽⁴⁾ (nel periodo di riferimento considerato per il condizionamento) e kWh annui.

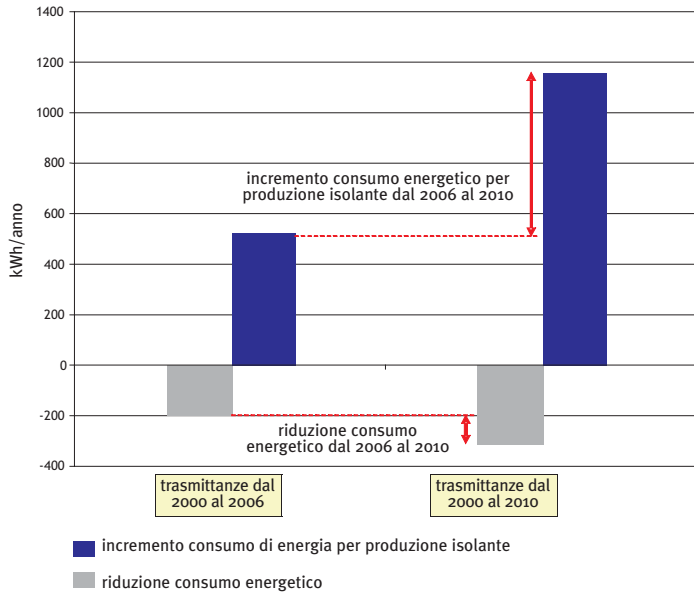
Embodied energy e iperisolamento dell'involucro edilizio In primo luogo, si sono valutati i limiti dell'adozione di strategie superisolate alle latitudini mediterranee in termini di rapporto tra la riduzione dei consumi energetici che ne deriva in fase di uso ed il contemporaneo aumento di impiego d'energia per la produzione di maggiori quantità di materiale isolante (*Embodied Primary Energy*).

In fig. 2, si riporta il confronto tra il risparmio complessivo nei consumi annui (riscaldamento e condizionamento) e l'incremento di energia necessaria per la produzione del materiale isolante aggiuntivo nel passaggio da valori di trasmittanza termica di pareti e copertura tipici della situazione pre-normativa (2000) a quelli richiesti a partire dal 2006 e dal 2010 per la zona D (Ancona). Si osserva che la riduzione dei consumi energetici nel passaggio dalla situazione pre-normativa a quella relativa al 2006 è superiore a quella che si ha nel passaggio dal livello di isolamento relativo al 2006 a quello previsto a partire dal 2010. Ciò significa che, ad un maggiore isolamento termico dell'involucro edilizio, corrispondono vantaggi, in termini di risparmio energetico, via via sempre minori.

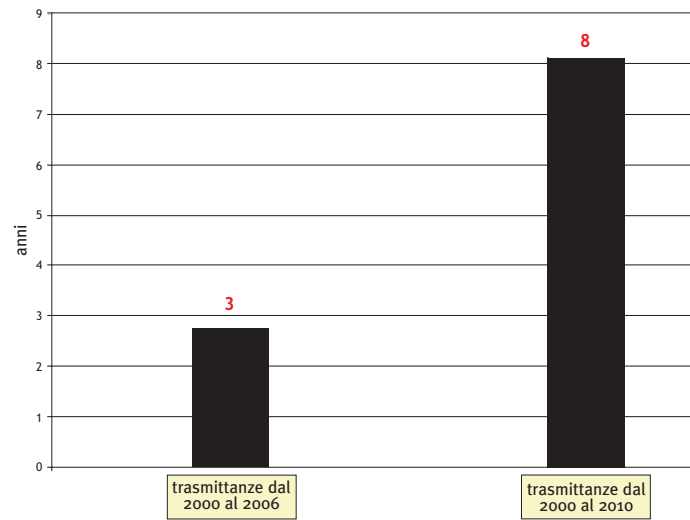
1 Spessori di isolamento termico e percentuale di superfici finestrate impiegati nelle simulazioni analitiche.

Livelli di isolamento termico dell'involucro	Spessore di isolamento (cm)		
	Copertura	Pareti	
2000 (edificio debolmente isolato)	4	4	
2006 (rispetto dei limiti di trasmittanza termica D.Lgs. 311/2006 per la zona D - Ancona a partire dal 1° gennaio 2006)	7	6	
2010 (rispetto dei limiti di trasmittanza termica D.Lgs. 311/2006 per la zona D - Ancona a partire dal 1° gennaio 2010)	10	9	
Percentuali di superficie finestrata in copertura (*)			
	1/8	1/10	1/20

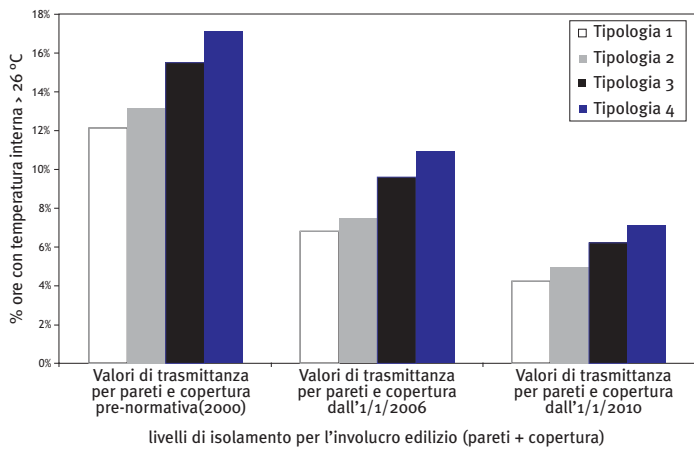
(*) della superficie di calpestio del locale sottotetto



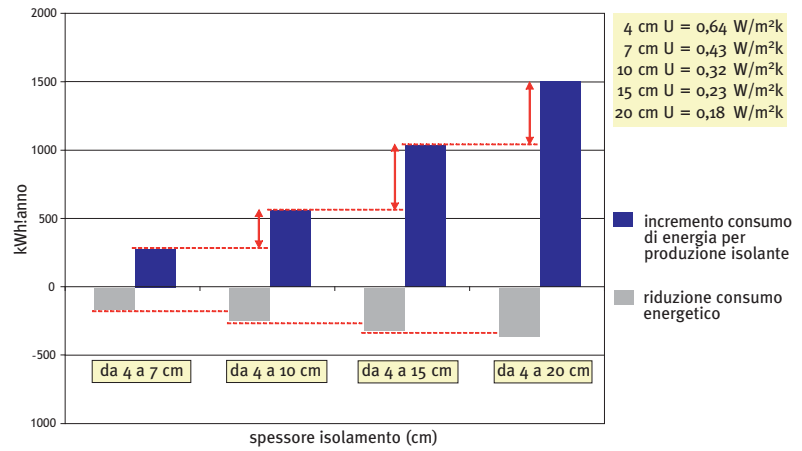
2. Confronto tra l'incremento del consumo di energia speso per la produzione di isolante e la riduzione del consumo energetico nel passaggio da valori di trasmittanza termica per le pareti e la copertura propri della situazione pre-normativa (2000) a quelli richiesti a partire dal 2006 e dal 2010 (D.Lgs. 311/06 - zona D, Ancona).



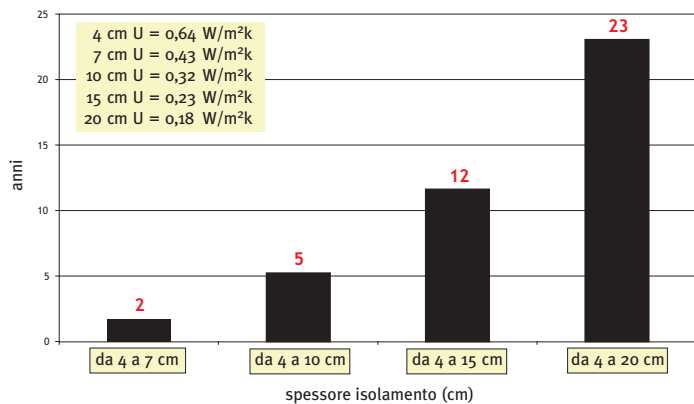
3. Valutazione del tempo (anni) necessario per recuperare l'energia spesa per la produzione del materiale isolante nel passaggio da valori di trasmittanza termica di pareti e copertura propri della situazione pre-normativa (2000) a quelli richiesti a partire dal 2006 e dal 2010 (D.Lgs. 311/06- zona D, Ancona).



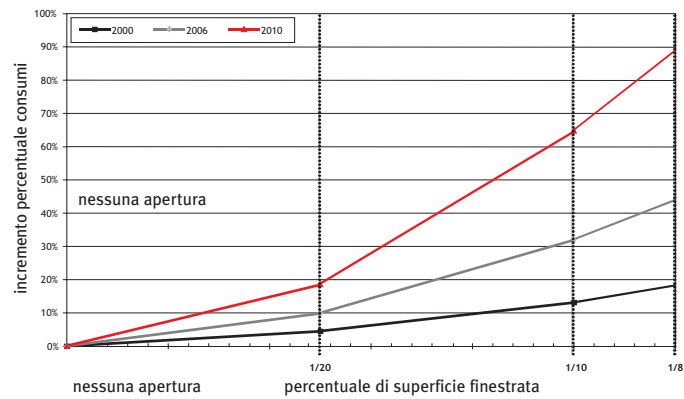
4. Influenza della tipologia di involucro sul comfort interno nel periodo estivo: valutazione per quattro tipologie a diverso spessore di isolante e valore di massa superficiale (vedere fig. 1).



5. Confronto tra l'incremento del consumo di energia speso per la produzione di isolante e la riduzione del consumo energetico all'aumentare dell'isolamento in copertura.



6. Anni necessari per recuperare l'energia spesa per la produzione dell'isolante impiegato in copertura.



7. Incremento percentuale dei consumi per il condizionamento estivo in ambienti sottotetto in assenza di aperture non opportunamente schermate e con diverse percentuali di superficie finestrata (rispetto alla superficie di calpestio) per tre livelli di isolamento dell'edificio (2000, 2006, 2010).

In fig. 3, invece, si riportano gli anni necessari per eguagliare, con il risparmio energetico ottenuto grazie ad un maggiore livello di isolamento, la quantità di energia impiegata per la produzione del materiale isolante aggiuntivo: nel passaggio dalla situazione pre-normativa a quella del 2006, occorrono 3 anni; per recuperare l'energia necessaria per passare dal livello di isolamento della situazione pre-normativa a quello del 2010, invece, gli anni diventano circa 8.

In questa fase, si è inoltre valutata l'influenza della conformazione dell'involucro edilizio in termini di massa superficiale, in presenza di differenti valori di trasmittanza termica per l'intero involucro edilizio.

Nel grafico di fig. 4, si riportano in ascissa i livelli di isolamento considerati per le diverse tipologie di involucro (pareti e copertura) precedentemente descritte, corrispondenti ai valori di trasmittanza termica richiesti per la zona climatica D (Ancona) a partire dall'1/1/2006 e dall'1/1/2010, nonché quelli tipici della situazione pre-normativa; in ordinata, è indicata la percentuale di ore con temperatura dell'aria interna superiore a 26°C in periodo estivo. Si osserva come la tipologia 1 risulti essere effettivamente quella in grado di garantire migliori condizioni di comfort termico rispetto alla tipologia 4 (la più leggera) con differenze percentuali dal 3 al 5 ÷ 6% per i tre livelli di isolamento termico considerati.

Embodied energy e iperisolamento in copertura Lo stesso tipo di confronto sopra descritto è stato poi limitato al solo incremento di isolante in copertura, dato che questa risulta la parte di edificio che, in base al D.Lgs. 311/06, sarà soggetta nei prossimi anni a più sensibili variazioni nello spessore.

In fig. 5, si osserva che, nel passaggio da uno spessore di isolante pari a 4 cm ad uno pari a 7 cm, si ha una sensibile riduzione nei consumi; al crescere dello spessore isolante, tale riduzione diventa meno consistente. Al contrario, l'incremento di energia necessaria per la produzione della quantità aggiuntiva di materiale isolante risulta essere molto superiore. Infine, in fig. 6, si osserva che, al crescere del livello di isolamento, il numero di anni necessario per recuperare l'energia spesa per la produzione di maggiori quantità di materiale isolante aumenta progressivamente, nel passaggio da uno spessore di isolamento al successivo. Dunque, spingersi a valori di isolamento superiori a 15 cm, tipici degli edifici passivi, comporta un numero di anni per il recupero (con il risparmio energetico) dell'energia spesa per la produzione della corrispondente quantità di materiale isolante comparabile, se non superiore, al periodo di tempo trascorso il quale un edificio viene generalmente interessato da consistenti interventi di ristrutturazione.

Influenza della presenza di superfici finestrate Poiché i risultati sopra descritti sono relativi ad un caso particolare, ovvero un unico ambiente sottotetto privo di finestre e quindi non corrispondente all'effettiva conformazione di un normale ambiente

abitativo, si è anche valutata quella che potrebbe essere l'incidenza della presenza di determinate percentuali di superfici finestrate in copertura (non opportunamente schermate), con diverse condizioni di isolamento termico e stesso valore di massa superficiale. Nel grafico di fig. 7, si riportano, rispettivamente, in ascissa le percentuali di superficie finestrata considerate e in ordinata l'incremento percentuale dei consumi per il condizionamento estivo rispetto al caso di partenza di assenza di aperture. Si può osservare che, mentre per il livello di isolamento previsto per il 2006, la presenza di una normale percentuale di area finestrata pari a 1/10 della superficie di calpestio del locale sottotetto determina un incremento dei consumi per il condizionamento estivo rispetto al caso senza aperture di circa il 32%, per quello previsto al 2010, invece, tale incremento è circa il doppio (65%).

Conclusioni Un primo risultato emerso dalla ricerca condotta ha messo in luce che, per compensare con i risparmi energetici ottenuti dall'impiego di soluzioni fortemente isolate l'energia spesa per la produzione del materiale coibente, occorre impiegare un numero di anni sempre superiore, che, nel caso di adempimento agli standard previsti per edifici passivi (15 cm di isolante e più), diventa paragonabile al periodo di tempo trascorso il quale un edificio è generalmente soggetto a sensibili interventi di ristrutturazione. Il problema dei consumi energetici dovrebbe quindi essere esteso dalla fase d'uso anche a quella di produzione.

In secondo luogo, si è visto che i benefici derivanti dall'impiego di elevati spessori di isolamento termico e dal rispetto del limite di massa superficiale previsto dal D.Lgs. 311/06 (230 kg/m²) per il contenimento dei consumi energetici in fase estiva, vengono meno nel momento in cui si è in presenza di normali percentuali di superficie finestrata, venendosi a creare una sorta di "effetto scatola", per cui il calore che entra, a meno di una gestione meccanica dei sistemi di ventilazione, non riesce ad uscire dall'ambiente interno.

Va sottolineato, infine, che l'analisi è stata effettuata limitatamente alla zona sottotetto e con riferimento ad un particolare tipo di isolante. ¶

Note

1. L'emissività di un materiale (di solito indicata con ϵ) è una misura della sua capacità di irraggiare energia. L'assorbanza o coefficiente di assorbimento (di solito indicata con α) rappresenta, invece, il rapporto tra l'energia assorbita da un corpo e quella incidente sulla sua superficie. Tali proprietà influenzano notevolmente la capacità di un materiale di scambiare calore per irraggiamento.
2. Per *Embodied Primary Energy*, si intende letteralmente l'energia primaria incorporata, ovvero l'energia utilizzata in un intero processo, naturale o artificiale, per produrre un prodotto, compreso il trasporto in cantiere o in fabbrica.
3. La fonte del valore di *Embodied Primary Energy* dell'EPS è l'EUMEPS (*European Manufacturers of Expanded Polystyrene, EPS*).
4. Si tratta di un parametro impiegato nella valutazione del comfort termico in periodo estivo, utilizzato anche dal software PHPP del *Passiv Haus Institut*.