

Edifici passivi

(Neo-Eubios, dicembre 1999) Che cosa sono gli edifici cosiddetti "passivi"? Si tratta di edifici di un particolare standard costruttivo che permette di sfruttare passivamente, cioè senza l'ausilio di impianti termici, gli apporti energetici solari per il riscaldamento invernale in misura tale da non necessitare di un impianto termico convenzionale. Questi edifici sono caratterizzati da un involucro altamente coibentato e privo di ponti termici, ampie vetrate sul lato sud per captare la luce del sole e dotati di un sistema di ventilazione regolata con recupero di calore. L'energia solare e le sorgenti interne di calore (persone, apparecchiature, macchinari, illuminazione artificiale) sono sufficienti a coprire quasi tutto il fabbisogno energetico necessario per il riscaldamento invernale. Il fabbisogno residuo da coprire è così minimo (inferiore ai 15 kWh/m² anno) che può essere coperto mediante una piccola pompa di calore della potenza di 500 W. Gli esempi finora realizzati hanno potuto dimostrare che l'eliminazione dell'impianto termico convenzionale compensa interamente i costi causati dal massiccio isolamento termico e rende i costi di costruzione degli edifici passivi concorrenziali rispetto a quelli degli edifici normali che corrispondono alle normative sul risparmio energetico.

Nell'ambito del progetto europeo CEPHEUS (Cost Efficient Passive Houses as European Standards), un sottoprogetto del progetto THERMIE, è stato costruito, negli ultimi anni, un centinaio di edifici passivi, tutti nell'Europa centrale. Si tratta non solo di case unifamiliari, ma anche di palazzi residenziali. Le esperienze fatte con questi edifici vengono periodicamente presentate in convegni internazionali¹ organizzati dal Passivehouse Institute di Darmstadt in Germania (<http://www.passiv.de>). Trattandosi di realizzazioni promosse dall'Unione Europea, suppongo che queste esperienze possano essere interessanti anche per i progettisti italiani.

Le caratteristiche tecniche degli edifici passivi

Un edificio passivo richiede un orientamento ottimale verso il sole, un ottimale rapporto tra superficie dell'involucro e volumetria e un efficace isolamento termico dell'involucro, finestre speciali con vetri e telai altamente termoisolanti e una estrema riduzione delle perdite di calore dovute alla ventilazione.

L'orientamento

L'esposizione ottimale al sole è quella verso sud e perciò questi edifici vengono normalmente costruiti in asse est - ovest. Negli edifici con asse nord - sud il fabbisogno energetico residuo è maggiore di un terzo rispetto a quelli orientati verso Sud (135-140%) e in quelli con asse divergente da Sud di +/- 20° questo fabbisogno aumenta del 5% circa.

L'architettura

L'architettura di questi edifici è quindi caratterizzata da ampie finestre e vetrate sul lato sud, mentre le aperture sul lato nord sono di dimensione ridotta. I piani abitati degli edifici passivi sono di solito suddivisi in differenti zone climatiche: soggiorno e camere da letto dotati di grandi finestre sul lato sud, cucina, bagni e dispense con finestre di ridotte dimensioni sul lato nord, dove questi locali assumono la funzione di 'cuscinetti termici'.

La compattezza

Un altro rilevante fattore è la compattezza degli edifici. Si consiglia un rapporto tra superficie dell'involucro e la volumetria (S/V) di 0,6. La compattezza riguarda soprattutto la profondità degli edifici. Nell'esempio di un complesso di case a schiera si è potuto dimostrare che aumentando la profondità dai soliti 12,5 m ai 15 m si ottiene una riduzione del fabbisogno energetico per il riscaldamento del 10% circa. C'è però anche da considerare il fatto che lo sviluppo verticale della facciata sud di questo edificio consente la penetrazione del sole fino ai locali retrostanti del lato nord.

¹ Il 4° Convegno sugli edifici passivi si terrà il 10/11 marzo 2000 a Kassel (Germania) e ha per tema le esperienze acquisite nell'ambito del progetto europeo CEPHEUS

L'isolamento termico

Le parti opache dell'involucro di un edificio passivo devono possedere un coefficiente di trasmissione termica k di $0,15 \text{ W/m}^2 \text{ K}$. Per ottenere questo valore, nelle condizioni climatiche dell'Europa centrale, vengono applicati strati termoisolanti molto spessi, 25 cm sui muri perimetrali, e 40 cm sui tetti. Molto importante è la totale assenza di ponti termici. Pertanto si deve rinunciare alla costruzione di balconi e di altri elementi sporgenti oppure costruirli in modo che non abbiano diretto contatto con l'edificio.

Le parti vetrate

Dal punto di vista energetico, i punti più deboli di un edificio sono gli infissi. Le finestre usate negli edifici passivi possiedono un coefficiente di trasmissione termica complessivo $k < 0,8 \text{ kWh/m}^2 \text{ K}$ (vetro e telaio insieme). Questo coefficiente si ottiene con l'impiego di telai di particolare costruzione (fig.) e vetri atermici con un valore $k = 0,7 \text{ Wm}^2 \text{ K}$. molta attenzione è da prestare ai particolari costruttivi dei collegamenti tra muro e infisso che non devono costituire ponti termici.

La superficie delle finestre e delle vetrate sul lato sud deve avere una dimensione tale da garantire che la quantità di radiazione solare in entrata sia sufficiente a riscaldare i locali. Tramite simulazioni al computer si è potuto stabilire che la superficie ottimale è di circa il 40% della superficie complessiva della facciata sud. Questo calcolo tiene conto non solo della limitata capacità di questi edifici di immagazzinare eventuali eccessi di energia in accumulatori stagionali, ma anche dei costi elevati delle finestre e dell'utilizzo abitativo degli edifici che limita i costi di costruzione. Le finestre e le vetrate esposte a sud devono far entrare solo quella quantità di energia solare necessaria a controbilanciare le perdite giornaliere di calore per trasmissione. L'aumento della superficie vetrata oltre il 40% della superficie della facciata non aumenta notevolmente i guadagni energetici in inverno, bensì il rischio di un indesiderato surriscaldamento temporaneo dei locali in estate. Una riduzione della superficie vetrata ottimale elimina sì questo rischio, ma rende l'illuminazione naturale insufficiente e quindi aumenta i consumi energetici per l'illuminazione artificiale.

Anche le finestre orientate verso ovest non migliorano molto il bilancio energetico invernale, ma in estate contribuiscono al surriscaldamento dei locali più di quelle orientate verso sud. Tutte le finestre e le vetrate sui lati ovest ed est devono essere dotate, come quelle esposte a sud, di efficaci sistemi di ombreggiatura. I calcoli termici sui quali si basa la progettazione degli edifici passivi tengono conto solo dell'isolamento termico, della permeabilità all'aria e della ventilazione dei locali. Da valutare a parte sono fattori come eventuali ombreggiature causate da alte montagne, alberi e alti edifici, nonché particolari condizioni meteorologiche (per esempio nebbia mattutina). Il "diritto al sole" è molto importante per gli edifici passivi.

L'impermeabilità all'aria

Negli edifici passivi le perdite di calore per trasmissione risultano molto ridotte e quindi il problema dell'infiltrazione incontrollata d'aria fredda attraverso i giunti (finestre, porte) acquista maggiore rilevanza, perciò l'accurato studio dei particolari costruttivi è molto importante. In una casa unifamiliare, guasti nelle barriere al vapore possono causare perdite di calore nella misura di $800 - 1000 \text{ kWh/anno}^2$. La permeabilità all'aria del involucro deve essere quindi molto bassa. Per gli edifici passivi si raccomanda un cambio d'aria compreso tra lo $0,2$ e lo $0,6/\text{h}$ in condizioni di una differenza di pressione di 50 Pa (Pascal). La misurazione della permeabilità all'aria avviene secondo il metodo stabilito dall'ISO/DIS 9972. Questo cosiddetto Blower-Door-Test avviene tramite un ventilatore abbinato a un apparecchio che misura il flusso d'aria e un manometro che indica la differenza di pressione. Il ventilatore viene ermeticamente montato su una porta dell'edificio, mentre tutte le altre aperture vengono ermeticamente chiuse. Il volume

² Schulze-Darup, Burkhard: Optimierung von Niedrigenergiehäusern beim kostengünstigen Bauen, Atti del convegno internazionale sugli edifici passivi, 27-28 febbraio 1998 a Bregenz, p. 181-190.

dell'aria immesso (o aspirato) è un indicatore per la quantità dell'aria filtrata attraverso l'involucro dell'edificio.

La ventilazione

Un particolare problema nella progettazione di edifici passivi lo pone la ventilazione: più alto è il ricambio d'aria e più energia sarà necessaria per il riscaldamento. In una casa passiva dotata di un sistema di ventilazione regolata si è potuto osservare che le perdite di calore diminuivano da 3000 kWh/a a circa 1800 kWh/a quando il ricambio d'aria di circa 0,5/h veniva ridotto a soli 0,3/h. Ma non si deve dimenticare che la qualità abitativa dipende in gran parte dalla qualità dell'aria e quindi non si deve pensare solo al risparmio energetico. Generalmente si raccomanda un tasso di ricambio d'aria compreso tra 0,4 e 0,8/h, ma alcuni autori³ ritengono sufficiente, per un edificio passivo, un tasso di soli 0,25 – 0,375/h. Ciò significa, per un'abitazione con una superficie di 120 m², un volume di 320 m³ ed abitata da 4 persone, un ricambio d'aria di soli 20 – 30 m³/h e persona. Un tasso di ricambio maggiore di 0,25 – 0,375/h è necessario anche per asportare l'umidità che si forma all'interno, quando le temperature esterne salgono sopra i 10°C. Questo problema è però meno risentito negli edifici passivi perché a questa temperatura esterna non si deve più riscaldare e l'umidità può fuoriuscire attraverso le finestre aperte. Un altro aspetto molto importante riguarda gli impianti di ventilazione che devono poter essere regolabili individualmente: per esempio, in presenza di fumatori deve essere possibile aumentare il ricambio. Anche i comportamenti degli abitanti hanno un effetto sui consumi energetici. Lasciare le finestre in posizione inclinata può comportare perdite di calore di alcune migliaia di kWh/a. Negli edifici passivi queste perdite di calore sono però meno importanti in quanto il numero dei giorni in cui il sistema di riscaldamento rimane acceso è molto inferiore a quello negli edifici normali.

Il recupero del calore

I sistemi di ventilazione regolata negli edifici passivi sono dotati di scambiatori a flusso d'aria incrociato che recuperano almeno l'80% del calore dell'aria in uscita. I ventilatori comunemente usati negli edifici passivi hanno una potenza inferiore ai 40 W (incluse regolazione e periferiche) o sono ventilatori a corrente continua di 24 W che viene prodotta da un piccolo pannello fotovoltaico. I comuni ventilatori a 100 W sono inadatti in quanto consumano troppa energia.

Aspetti economici

Il forte isolamento termico e le finestre speciali degli edifici passivi hanno un costo rilevante. Questo costo viene in parte controbilanciato dai risparmi energetici ottenibili durante l'esercizio dell'edificio, ma ciò che rende i costi degli edifici passivi economici e non superiori a quelli di edifici normali che corrispondono alle normative del risparmio energetico, è principalmente l'eliminazione dell'impianto convenzionale di riscaldamento. Ciò è possibile limitando realmente i consumi energetici a 15 kWh/m² a. Tuttavia, costruire questi edifici al costo dei normali edifici richiede anche una migliore organizzazione dell'intero processo di progettazione e di costruzione. La progettazione è più impegnativa di quella di un edificio convenzionale e richiede il coinvolgimento e la collaborazione di consulenti specialisti fin dall'inizio, come, per esempio, è prassi comune nei Paesi Bassi.

Conclusione

Gli edifici passivi che corrispondono allo standard sopra descritto permettono di ridurre sensibilmente i consumi energetici per il riscaldamento invernale. Questi ammontano a circa l'8,5% di quelli conosciuti dagli edifici convenzionali che corrispondono alle normative sul risparmio energetico. Secondo le esperienze fatte nei paesi dell'Europa centrale, edifici passivi ad uso residenziale possono essere costruiti a costi concorrenziali. Sarebbe interessante e utile definire i parametri ed eseguire dei calcoli per la costruzione di edifici passivi nei paesi mediterranei che hanno un clima molto più mite di quelli

³ Hirsch H., Lohr A. & von Braunmühl W. CO₂-Reduzierung und Energieeinsparung, Bundesarchitektenkammer, Bonn 1995

dell'Europa centrale. Un particolare problema potrebbero comportarlo le ampie vetrate sul lato Sud a causa del prevedibile surriscaldamento estivo. Sicuramente occorreranno sistemi di ombreggiatura molto più efficace di quelli attualmente in uso in Italia che sono, nella maggior parte dei casi, applicati all'interno e quindi poco efficaci.

Concludendo vorrei ricordare che lo scopo della progettazione di edifici passivi non è solamente quello di conferire all'edificio un determinato standard termico e di risparmiare energia. Altrettanto importanti sono le persone che vi devono abitare e quindi si tratta anche di creare ambienti di un'elevata qualità abitativa ed evitare tutto quanto possa diminuire il comfort termico nelle abitazioni.

Perugia, dicembre 1999
Uwe Wienke, architetto SIA

Parametri di qualità degli edifici passivi

Fabbisogno termico (riscaldamento)	$\leq 15 \text{ kWh/m}^2 \text{ a}$
Assenza di ponti termici (Ψ = trasmittanza termica lineare)	$\Psi \leq 0,01 \text{ W/m K}$
Trasmittanza termica della facciata	
a) Elementi opachi	$U < 0,15 \text{ W/m}^2 \text{ K}$
b) Vetrate	
- Criterio di comfort termico	$U_v \leq 0,8 \text{ W/m}^2 \text{ K}$
- Criterio energetico	$U_v \leq 1,6 \text{ W/m}^2 \text{ K}$
Recupero di calore (media annuale)	$\geq 80\%$
Resistenza al vento (involucro)	$n_{50} < 0,6/\text{h}$
Rendimento del sistema di recupero del calore	$\eta_{rc} \geq 75\%$
Flusso d'aria	orientato
Rapporto tra afflusso e deflusso d'aria	equilibrato $< (\pm 5)\%$

Fonte: Prof. Wolfgang Feist (Passivhaus-Institut Darmstadt)