

DALLE CASE A BASSO CONSUMO ENERGETICO ALLE CASE PASSIVE

Cristina Carletti & Fabio Scurpi
Dipartimento TAeD "P. Spadolini", LFAQE, via San Niccolò 89/a, 50125 Firenze
e-mail: lab.ambientale@taed.unifi.it

ABSTRACT: Alla luce dei recenti Summit sullo stato di salute del nostro pianeta e della consapevolezza della limitatezza delle risorse energetiche non rinnovabili, si impone una rifondazione delle strategie progettuali basate sulla filosofia di sviluppo sostenibile. Risulta fondamentale dunque riconsiderare la progettazione degli edifici sulla base di target energetici e di qualità ambientale coniugati con il rispetto dell'ambiente ed un uso appropriato delle risorse rinnovabili. Attualmente, nel nostro Paese l'attitudine del sistema edificio-impianto a controllare il consumo di energia avviene tramite il rispetto degli indici prestazionali fissati dalla Legge 10/91 e dai relativi Decreti Attuativi, secondo la cui filosofia il fabbisogno energetico dovrebbe essere soddisfatto favorendo il ricorso a fonti rinnovabili di energia o ad esse assimilate. In un futuro prossimo, inoltre, con la "Certificazione Energetica" si dovrà essere in grado di attestare le prestazioni energetiche di un edificio o di un singolo alloggio. Scopo della memoria è quello di presentare i risultati di una ricerca attualmente in corso presso il Laboratorio di Fisica Ambientale per la Qualità Edilizia avente per oggetto l'analisi delle prestazioni del target energetico della passivhaus ("casa passiva") e le strategie finalizzate alla sua adozione in area mediterranea.

Ambito: ricerca

Keywords: passivhaus, risparmio energetico

1. INTRODUZIONE

Affinché un edificio possa definirsi passivo si devono contemporaneamente soddisfare una serie di requisiti che si traducono, per il sistema edificio-impianto, in elevati livelli prestazionali sia dal punto di vista energetico che della sostenibilità ambientale. A tal fine, i componenti opachi e finestriati devono presentare un eccezionale isolamento termico ed elevata tenuta all'aria, mentre il sistema di controllo microclimatico, spesso attuato tramite sistemi di ventilazione meccanica controllata (VMC), deve garantire elevata efficienza. Dal punto di vista della sostenibilità ambientale la casa passiva si pone un duplice obiettivo: avere il minore impatto possibile sull'ambiente (per quanto attiene sia le emissioni di inquinanti che lo sfruttamento delle risorse rinnovabili) ed implementare la qualità ambientale interna globale (comfort termoigrometrico, acustico ed illuminotecnico e Indoor Air Quality).

La consapevolezza energetica dell'edificio si integra inoltre fortemente ad un ulteriore obiettivo che mira all'implementazione dello sfruttamento degli apporti energetici gratuiti, attraverso lo studio dei componenti finestriati e l'uso di appropriati materiali edilizi che agiscono da sistemi solari passivi a guadagno diretto.

2. I REQUISITI PRESTAZIONALI DELLA CASA PASSIVA

La casa passiva è un edificio in cui i requisiti relativi al comfort interno ed al microclima sono raggiunti e controllati senza l'ausilio di sistemi di climatizzazione attivi convenzionali. Il termine "passiva" deriva dal

fatto che la casa è in grado di riscaldarsi pressoché da sola.

In clima europeo, i requisiti energetici di una casa passiva consistono in un fabbisogno energetico per riscaldamento non superiore a 15 kWh/m² all'anno. Il fabbisogno energetico complessivo (riscaldamento domestico, produzione di acqua calda per usi sanitari, illuminazione ed altri usi domestici) non deve superare i 42 kWh/m² all'anno.

I guadagni solari diretti di una casa passiva attraverso i componenti finestriati, opportunamente dimensionati al fine di ottimizzare l'illuminazione naturale, coprono circa il 40% delle seppure minimizzate perdite energetiche dell'abitazione.

Al fine di raggiungere i necessari livelli prestazionali, sono state sviluppate nuove tipologie di componenti finestriati a doppia camera, vetri a bassa emissività e telai superisolati. La trasmittanza del componente finestriato non deve superare il valore di 0,70 W/m²K combinata con un fattore di trasmissione solare intorno al 50%. Per quanto attiene i telai delle finestre e delle porte, essi devono essere superisolati e presentare una trasmittanza non superiore a 0,80 W/m²K.

Quanto all'isolamento termico i parametri che sono esplicitati sono: la trasmittanza dei componenti opachi, il coefficiente lineare di ponte termico e la tenuta all'aria dell'involucro. La trasmittanza dei componenti opachi non deve superare il valore di 0,15 W/m²K, il coefficiente lineare di ponte termico deve attestarsi su valori di circa 0,01 W/mK. La tenuta all'aria dell'edificio, valutata con la metodologia del "blower door test", con una differenza di pressione interno - esterno di 50 Pa, viene espressa a mezzo

del numero massimo di ricambi orari pari a 0,6 ricambi/ora.

Al fine di garantire un ottimale livello di benessere respiratorio olfattivo agli occupanti, la casa passiva beneficia di un continuo ed ottimizzato ricambio d'aria di rinnovo a mezzo di un sistema di VMC.

Per mezzo di uno scambiatore di calore interrato, si attua un pre-trattamento dall'aria esterna. Il recuperatore di calore sull'aria esausta del sistema VMC è progettato in maniera da evitare la contaminazione incrociata dei due flussi d'aria e presenta una efficienza maggiore dell'80%. Quando le condizioni climatiche lo richiedono un sistema supplementare (in genere una pompa di calore, una piccola caldaia a pellet, un sistema di teleriscaldamento, etc.) opera un post-trattamento dell'aria da immettere nei locali.

Il ricambio d'aria si attesta su valori di circa 30 m³/ora persona: l'aria viene immessa direttamente negli ambienti principali ed estratta dagli ambienti ove vi è maggiore produzione di vapore (cucina, servizi igienici) passando attraverso opportune griglie posizionate sulle porte.

L'efficienza energetica della casa passiva è perseguita anche attraverso l'utilizzo di apparecchiature elettriche ad alta efficienza. Tali apparecchiature consistenti in frigoriferi, lampade, lavastoviglie, lavatrici, etc. ad alta efficienza, consentono di abbattere i consumi elettrici fino al 50% senza tuttavia rinunciare al comfort interno.

In media si rileva come nei paesi dell'Unione Europea le apparecchiature ad alta efficienza non siano molto più costose delle altre, e comunque il sovrapprezzo viene ammortizzato a mezzo del risparmio energetico conseguente.

In un edificio passivo la produzione di acqua calda, che occupa il primo posto tra i consumi energetici, viene in genere effettuata con collettori solari ad acqua ed integrata dalla fonte di energia primaria di riscaldamento (pompa di calore, teleriscaldamento, ecc.).

Poiché una quota pari al 40-60% della domanda energetica della casa passiva può essere prodotta da sistemi solari, la restante parte può essere coperta mediante lo sfruttamento di altre fonti di energia rinnovabile, altrimenti troppo costose, rendendo l'edificio autosufficiente, come è stato dimostrato in alcune realizzazioni del progetto Europeo CEPHEUS.

3. IL PROGETTO CEPHEUS

Il progetto Europeo CEPHEUS (Cost Efficient Passive House as European Standard) attuatosi all'interno del progetto THERMIE, è un progetto dimostrativo finalizzato alla sperimentazione e valutazione in cinque paesi europei del modello della casa passiva. Nei cinque paesi, Germania, Svezia, Svizzera, Austria e Francia, sono state costruite 14 case passive per un totale di 221 unità residenziali.

Le finalità del progetto europeo consistevano essenzialmente nel valutare la praticabilità del modello mantenendo gli extra - costi bassi per differenti tipologie edilizie, con differenti strategie di progettazione nei differenti paesi europei. Inoltre il progetto si poneva l'obiettivo di valutare l'opportunità di adottare il modello della casa passiva come energeticamente valido nell'ambito dei paesi

dell'Unione Europea. All'interno del progetto, infine, sono anche stati valutati altri aspetti estremamente rilevanti, quali: analisi del mercato immobiliare e sua potenziale risposta all'introduzione di questa tipologia edilizia, impatto sulla comunità in relazione alla bassissima produzione di CO₂, sfruttamento delle energie rinnovabili al fine di coprire tutto il restante fabbisogno energetico della casa passiva.

I risultati del progetto CEPHEUS sono stati presentati nell'ambito dell'esposizione di Hannover del 2000.

Il target energetico del progetto CEPHEUS è stato quello di mantenere il fabbisogno energetico globale della casa passiva al disotto del limite di 42 kWh/m² anno.



Figura 1: Edificio passivo per appartamenti a Gnigl - Salisburgo (progetto CEPHEUS) [5]

Nell'ambito del progetto europeo, la valutazione delle prestazioni del modello di casa passiva è stata eseguita mediante l'analisi dei seguenti elementi: comfort termico, qualità dell'aria indoor, sistemi di riscaldamento, salvaguardia dell'ambiente, caratteri morfologici, rapporto costi-benefici, costi di costruzione dell'edificio.

In generale, il progetto CEPHEUS ha dimostrato la fattibilità tecnica ed economica delle case passive per un elevato numero di tipologie edilizie e di collocazioni geografiche. Sia le imprese costruttrici che l'utenza sono risultate soddisfatte della qualità edilizia ed ambientale delle case passive. Dal progetto CEPHEUS sono partiti moltissimi input alle imprese ed ai costruttori per implementare sia le prestazioni dei prodotti che le tipologie edilizie delle case passive (isolamento, finestre, sistemi di ventilazione, etc.).

4. GLI EDIFICI PASSIVI IN ITALIA

In alcune realtà del nostro paese il modello di edificio passivo sperimentato nel progetto europeo CEPHEUS è già stato in parte adottato con alcune modifiche anche sostanziali.

Particolarmente all'avanguardia risulta il Trentino Alto Adige, dove il primo edificio passivo è stato costruito nel 2000.

Gli edifici passivi del Trentino Alto Adige sono caratterizzati da una tipologia compatta al fine di limitare la superficie di scambio termico tra interno ed esterno.

Le principali tipologie costruttive riscontrate abbinano strutture portanti differenti (telaio in c.a., muratura portante) a tamponamenti realizzati spesso in pannelli in c.a. o muratura a blocchi combinati con isolamento termico a cappotto, arrivando a valori della trasmittanza estremamente bassi ($0,10-0,14 \text{ W/m}^2\text{K}$), ottenuti con forti spessori degli isolanti termici.

Il superisolamento dei componenti opachi, se da un lato assicura una maggiore resistenza termica dell'involucro, dall'altro determina maggiori spessori delle pareti con conseguente riduzione della superficie utile calpestabile; per rispondere a tale problema molte amministrazioni comunali hanno emanato normative che escludono la parte di muratura esterna eccedente i 30 cm di spessore nel calcolo delle superfici utili.

Nella maggior parte dei casi, tutti i componenti trasparenti utilizzati fanno uso di telai in legno coibentato e vetri altamente isolati a tre lastre con interposto gas krypton.

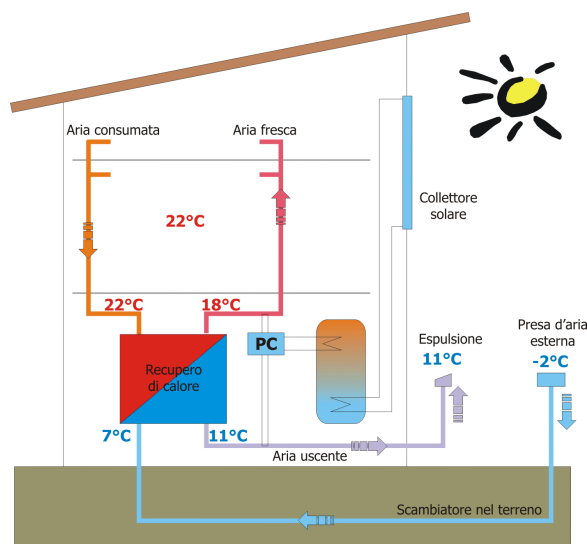


Figura 2: Schema di funzionamento di un impianto VMC tipico delle passivhaus italiane [3]

L'impianto VMC degli edifici passivi analizzati, è tipicamente composto dai seguenti elementi principali: presa d'aria esterna (PAE), scambiatore interrato, ventilatore, sezione di trattamento e filtrazione, recuperatore di calore dell'aria esausta, condotte di distribuzione dell'aria, terminali di immissione ed estrazione dell'aria trattata.

L'aria, prelevata dalla PAE ed opportunamente filtrata, passa all'interno dello scambiatore interrato (alla profondità di circa 1,2-1,5 m) realizzato in tubi in polipropilene a sezione circolare (diametro 15-30 cm) con superficie corrugata per aumentare lo scambio termico. Lo scambiatore, di lunghezza media pari a 25-40 m, presenta una pendenza del 2% circa per lo scarico dell'eventuale condensa nel sifone ispezionabile ed una superficie interna liscia e bianca (per consentire l'ispezione con videocamera). La sezione di trattamento è costituita da un recuperatore

di calore dell'aria esausta ad alta efficienza e da una batteria di scambio termico alimentata da una pompa di calore che entra in funzione per il post trattamento quando necessario (Potenza = 400 -1200 W; COP=2,5-3,5). Il sistema, in alternativa alla pompa di calore, può prevedere l'uso di caldaie a pellets, pannelli solari, collegamento al teleriscaldamento cittadino, ecc.

Nei sistemi analizzati l'immissione dell'aria avviene negli ambienti principali attraverso terminali di varia forma posti in alto sulle pareti o a soffitto e la ripresa dagli ambienti di servizio previa filtrazione per proteggere il recuperatore di calore.

La produzione di acqua calda viene affidata, nella quasi totalità dei casi, a collettori solari, che possono essere anche integrati in facciata.

L'energia elettrica che aziona l'impianto di ventilazione è quella fornita dalla rete pubblica, che in Trentino Alto Adige è per la maggior parte di natura idroelettrica.



Figura 3: Edificio passivo per Uffici a Malles (Bz)

Un altro esempio italiano di abitazione costruita secondo i parametri dell'edificio passivo, che però si avvicina maggiormente all'esempio nord europeo, è un edificio plurifamiliare realizzato nella provincia di Bergamo. Nell'edificio, ultimato nel 2003, la struttura portante, costituita da un telaio in acciaio ed un rivestimento con tecnologia stratificata a secco, presenta una trasmittanza di $0,15 \text{ W/m}^2\text{K}$, mentre le finestre ($U = 0,8 \text{ W/m}^2\text{K}$) sono dotate di veneziane esterne per il controllo della radiazione solare. L'edificio è dotato di un impianto di VMC con recuperatore di calore e con riscaldamento -raffrescamento dell'aria tramite due pompe di calore reversibili aria/acqua alimentate per il 40% da pannelli PV collegati alla rete elettrica ed integrati sui frangisole delle finestre poste sul lato sud dell'edificio. In ogni unità immobiliare, dotata di un proprio contabilizzatore del calore, i terminali sono costituiti da fan-coils. In regime invernale l'acqua calda sanitaria viene prodotta dalle pompe di calore, mentre in regime estivo risulta come sottoprodotto energetico delle stesse (recupero del calore di condensazione). Vengono inoltre usati sistemi per il risparmio dell'acqua potabile, tramite flussimetri, regolatori di portata, cassette a doppio tasto, ecc.

5. LE CRITICITÀ DEL MODELLO

In virtù dell'ottimo isolamento, gli ambienti interni godono di un buon livello di comfort termico, dato da un accettabile range di temperatura dell'aria e, soprattutto, da un valore uniforme della temperatura media radiante. Il controllo della temperatura interna è garantito anche dalla presenza di zone di filtro fra esterno ed interno, estremamente diffuse nei climi rigidi e che nella casa passiva assolvono un ruolo fondamentale. Tuttavia, la casa passiva presenta degli elementi di elevata criticità sia in inverno che in estate:

- le superfici trasparenti possono dar luogo, in estate, a carichi termici che il sistema di ventilazione può non essere in grado di controllare, provocando il surriscaldamento degli ambienti, controllabile però anche dalla presenza di schermature all'irraggiamento solare;
- in inverno, i bassi valori di umidità relativa possono provocare negli occupanti stati di discomfort e sintomatologie;
- dall'altro lato deve essere sfatata la convinzione che nelle case passive non sia possibile un contatto con l'esterno provocando la sensazione di vivere in un ambiente "artificiale".

In ambienti esterni ad elevato inquinamento il sistema può presentare alcuni elementi di criticità riferiti essenzialmente a:

- corretto posizionamento della presa d'aria esterna del sistema aeraulico, lontano da fonti inquinanti (come il traffico veicolare);
- adeguata filtrazione dell'aria esterna;
- elevata manutenibilità e ispezionabilità del sistema aeraulico;
- controllo del carico inquinante degli ambienti interni: essenziale a tal fine dovrebbe risultare l'utilizzo di prodotti per la finitura, l'arredo e la manutenzione di tipo "basso emissivo" o totalmente ecocompatibili.

6. CONSIDERAZIONI CONCLUSIVE

Dall'analisi sia energetica che tecnologica di diversi edifici realizzati in ambito europeo sulla base del target della passivhaus e dunque finalizzati al raggiungimento di precisi standard energetici riferiti al riscaldamento invernale (progetto europeo CEPHEUS, standard italiano CasaClima, linee guida del PHI di Darmstadt) sono emerse una serie di considerazioni riferite sia all'edificio che alle scelte impiantistiche ad esso correlate e finalizzate al raggiungimento di elevati livelli di comfort ambientale. Nelle case passive sono enfatizzate tutte le strategie di contenimento dei consumi energetici, massimizzando le prestazioni del sistema edificio-impianto.

Particolare attenzione viene data al superisolamento dei componenti opachi che, se da un lato assicura una maggiore resistenza termica dell'involucro, dall'altro determina maggiori spessori delle pareti con conseguente riduzione della superficie utile calpestabile; per incentivare quindi tali interventi molte Amministrazioni hanno emanato normative che nel calcolo delle superfici utili non considerano la parte di muratura esterna eccedente i 30 cm di spessore

(Regioni Umbria, Veneto, Lombardia, Trentino; comuni di Faenza, Rignano sull'Arno, ecc.).

Al fine di adottare questo modello anche in climi temperati, quale l'area mediterranea, dove spesso il raffrescamento rappresenta la criticità principale, tuttavia, dovranno esserne opportunamente ripensate ed implementate le strategie progettuali, valutando i seguenti input:

- utilizzo dell'inerzia termica dell'edificio da abbinare ad opportuni livelli di trasmittanza dei componenti (che nei climi mediterranei potranno non essere così spinti come nel nord Europa);
- controllo del surriscaldamento estivo, dovuto all'effetto serra per le ampie superfici vetrate, che andrebbero dotate di idonee schermature solari ottimizzate in funzione dell'orientamento;
- utilizzo di sistemi di VMC semplici caratterizzati da una elevata "user friendliness" e da una elevata accessibilità alle parti dell'impianto che necessitano di manutenzione igienica (scambiatore interrato, condotte aerauliche di distribuzione dell'aria, sifone dello scambiatore interrato, filtri, ecc.);
- ricorso alla ventilazione notturna forzata, che permette di asportare il calore accumulato all'interno degli edifici durante il giorno e di raffrescare le masse termiche interne, strategia maggiormente efficace per escursioni termiche fra giorno e notte maggiori; in alternativa ventilazione naturale incrociata, per effetto camino, ecc.;
- utilizzo di sistemi di raffrescamento radiante anche a pompa di calore integrati con sistemi fotovoltaici.

In conclusione è possibile affermare che, in un futuro prossimo in cui l'efficienza dell'edificio ed il suo basso impatto ambientale saranno premiati invece che nascosti o peggio ignorati, gli edifici passivi saranno un buon investimento sia economico che ambientale, perché permetteranno di ridurre l'emissione di sostanze inquinanti in atmosfera fino all'80%, agendo così in maniera efficace sull'effetto serra.

Tali strategie progettuali garantiranno al contempo un buon comfort interno agli ambienti sia dal punto di termico, acustico, visivo e respiratorio olfattivo, ponendo l'edificio in linea con le più evolute normative europee ed internazionali.

7. BIBLIOGRAFIA

- [1] Carletti C., Cellai G., Scirpi F., "Certificazione energetica ed incentivi ai fini del risparmio energetico negli edifici", Volume Abitare il futuro - Innovazione, Tecnologia, Architettura, BE-MA editrice, Bologna 2003
- [2] Carletti, C., Scirpi, F., "Dalle case a basso consumo energetico alle case passive", 58° Congresso annuale ATI, Padova, settembre 2003
- [3] Carletti C., Gantioler G., Nardi F., Raffellini G., Scirpi F., "Problematiche e sviluppi degli edifici passivi in area mediterranea", atti del Convegno Expocomfort, Milano, marzo 2004
- [4] Feist W., "Gestaltungsgrundlagen Passivhäuser", ed. Verlag das Beispiel, Darmstadt 2002
- [5] Krapmeier Drossler, "Cepheus, living comfort without heating", Springer Wien New York 2001