

# Rigenerazione in aggregato: 5 vie per raggiungere lo standard Passivhaus

*Regeneration of aggregated buildings: 5 ways to reach the Passivhaus standard*

Stefano Piraccini<sup>a</sup> – Rossella Roversi<sup>b</sup>

## Abstract

Lo standard Passivhaus viene utilizzato prevalentemente nella costruzione di edifici isolati. La sua applicazione nella rigenerazione degli aggregati urbani è molto limitata: il Passivhaus database rileva in Italia un solo intervento, costruito nel 2017-2018 a Cesena. Il presente contributo si propone di illustrare il progetto, mettendone in luce le particolarità che lo rendono un riferimento pilota nel combinare lo standard Passivhaus con la riqualificazione edilizia. In particolare, vengono descritte le principali strategie ed il particolare mix di sistemi costruttivi.

*The Passivhaus standard is mainly used in isolated buildings. Its application in the regeneration of urban aggregates is very limited: the Passivhaus database detects in Italy only one intervention, located in the city of Cesena and built in 2017-2018. The present contribution aims at illustrating the project, highlighting the particularities that make it a pilot project in combining the Passivhaus standard with the building redevelopment. In particular, the main strategies and the particular mix of constructive systems have been described.*

## Keywords

Rigenerazione urbana, Riqualificazione edilizia, Passivhaus, Efficienza energetica, Sistemi costruttivi.

*Urban regeneration, Building redevelopment, Passivhaus, Energy efficiency, Construction systems*

## 1. Introduzione

Il Passivhaus database (<https://passivhausprojekte.de/>) è una piattaforma creata dal Passivhaus Institut di Darmstadt (D) al fine di monitorare il numero e la tipologia di edifici realizzati seguendo tale standard in tutto il mondo [1]. Da una rapida navigazione appare evidente come la grande maggioranza delle Passivhaus siano edifici isolati, con ogni fronte libero dal contatto con edifici preesistenti: l'applicazione di questo standard non ha trovato ad oggi largo impiego nella rigenerazione di porzioni di aggregato urbano, come le tipologie a schiera che caratterizzano, soprattutto in Italia, i centri storici e le prime espansioni delle città. Al momento della scrittura di questo articolo (ottobre 2018), il Passivhaus database rileva in Italia n.83 edifici, realizzati o in corso di costruzione, di cui 80 di tipo isolato, 2 di tipo abbinato a edifici preesistenti (ID 2241, ID 2590), 1 di tipo a schiera, realizzato all'interno di ag-

gregato urbano esistente (ID 5194). È presumibile che la scarsa diffusione dello standard nella rigenerazione di aggregati urbani o porzioni di essi, sia dovuta ad una maggiore difficoltà nel risolvere i ponti termici e garantire la tenuta all'aria. Tali problematiche risultano rilevanti in edifici che condividono componenti della struttura e delle chiusure perimetrali. Tale condivisione ostacola la continuità dell'isolamento termico e degli strati a tenuta all'aria, elementi fondamentali per ridurre spifferi e ponti termici, al fine di garantire le elevate prestazioni energetiche richieste dallo standard Passivhaus [2].

La sola Passivhaus non isolata rilevata dal database si trova nella città di Cesena, in Emilia Romagna, ed è inserita in un aggregato a schiera posto a ridosso del centro storico della città. L'aggregato è composto da edifici che si sono stratificati nel tempo attraverso progressivi adeguamenti, di cui l'ultimo è successivo ai bombardamenti del secondo dopoguerra. Si tratta di un organismo edilizio strutturalmente connesso, che con-

divide i muri d'ambito in laterizio, sui quali poggiano i solai. La Passivhaus è stata realizzata nel 2017-2018 a seguito di un intervento di ristrutturazione edilizia che ha comportato la demolizione (ad esclusione dei muri d'ambito e del piano interrato) e ricostruzione dell'edificio preesistente. Indagando il sistema costruttivo utilizzato, al fine di comprendere come sono state risolte le problematiche relative alla costruzione in aggregato, emerge la sua singolarità: se la maggior parte delle Passivhaus è realizzata con un unico sistema costruttivo (latero-cemento, legno, acciaio), quella di Cesena utilizza 5 diversi sistemi costruttivi (acciaio, muratura strutturale, cemento armato, legno massello e lamellare, CLT). Ogni sistema costruttivo è stato utilizzato per rispondere nel modo più opportuno ai seguenti requisiti: efficienza energetica, contenimento dello spessore per ottimizzare la superficie utile, sicurezza sismica, progettando soluzioni che si differenziano in relazione alla morfologia dell'edificio ed al suo orientamento [3].



Fig. 1 – Foto notturna del fronte est

## 2. Acciaio

A seguito della demolizione dell'edificio esistente, il primo sistema costruttivo installato è composto da un telaio di travi e pilastri in profili IPE e HE collocato al centro dell'edificio. La struttura ha fondazione a livello del piano interrato e raggiunge la sommità dell'edificio connettendosi con la copertura. L'acciaio è un ottimo conduttore, capace di generare ponti termici rilevanti. Tuttavia, la sua collocazione all'interno dell'involucro riscaldato, sotto questo profilo, non genera alcun problema. I ponti termici prodotti dai plinti sono stati risolti isolando la fondazione e la porzione di pilastro dentro terra. La sezione esile degli elementi, caratteristica tipica del materiale, non sottrae superficie utile. Durante il processo costruttivo tale struttura ha svolto, inoltre, la funzione di struttura provvisoria al fine di contenere la spinta dei muri d'ambito degli edifici confinanti evitandone il collasso.



Fig. 2 – Fronte ovest

## 3. Muratura strutturale

Il fronte ovest è realizzato in muratura strutturale in blocchi di laterizio (30 cm). La muratura strutturale è connessa alle murature portanti in mattoni di laterizio delle abitazioni confinanti al fine di ripristinare la conformazione strutturale dell'aggregato. Il fronte presenta aperture ridotte per due motivi: diminuire l'introspezione dato l'affaccio sul fronte strada e ridurre l'esposizione delle finestre in ragione dell'orientamento che causa una forte incidenza della

radiazione estiva. La muratura strutturale ha una massa elevata, pertanto contribuisce ad ottimizzare le prestazioni energetiche in termini di sfasamento, soprattutto considerando l'impiego di un rivestimento a cappotto in xps (22 cm), materiale caratterizzato da una densità ridotta. Lo spessore totale della muratura del fronte è pari a 53 cm, uno spessore rilevante che tuttavia non ha ridotto superficie utile. Infatti, i regolamenti locali consentono l'installazione dell'isolamento termico al di fuori della sagoma dell'edificio preesistente. Il ponte termico più rilevante ( $\Psi=0,1561$  W/mk) si riscontra in presenza del muro d'ambito, dove è posto in mezzaria il confine di proprietà. Tale situazione ha determinato un vincolo oggettivo, pertanto per bilanciare le perdite relative si è agito aumentando l'efficienza generale dell'involucro.



Fig.3 – Il fronte est dell'edificio preesistente, inserito nel tessuto storico di case a schiera.

#### 4. Cemento armato

Il fronte est dell'edificio è caratterizzato da un sistema costruttivo puntuale in cemento armato. Si tratta di una struttura composta da travi e pilastri che ben si adatta alla necessità di aprire grandi finestre su ogni piano del fronte. Il fronte est si affaccia su di un fiume, inoltre,

riceve il sole del mattino che, adeguatamente schermato, non genera situazioni di surriscaldamento estivo e favorisce i principali apporti termici gratuiti che necessita l'edificio in regime invernale. La struttura è ancorata a quelle degli edifici esistenti ed è presente, nella limitata superficie opaca, il medesimo rivestimento a cappotto posto fronte ovest. Il sistema costruttivo prevede nei piani primo e secondo, due travi in aggetto per realizzare il piano di appoggio della struttura in legno dei balconi. Le travi in aggetto costituiscono ponti termici puntuali che sono stati risolti coibentandone i lati e la parte inferiore. Al pari della soluzione in muratura strutturale, rimane sempre la presenza del ponte termico lineare in corrispondenza dei muri d'ambito. L'esiguo spessore delle finestre, insieme al limitato ingombro dei pilastri, ottimizzano la superficie utile.

Il solaio del piano terra è realizzato tramite una soletta in cemento armato (15 cm). La soletta è ancorata alle murature perimetrali al fine di migliorare sismicamente l'edificio. Inoltre, sfruttando la massa elevata del materiale, il solaio accumula il calore prodotto dalla radiazione solare che attraversa le finestre durante il giorno per rilasciarlo nelle ore notturne.



Fig.4 – Foto di cantiere: posa della struttura in acciaio.

## 5. Legno massello e lamellare

I solai interpiano sono realizzati in legno lamellare al fine di alleggerire i carichi alla struttura. Essendo collocati all'interno dell'involucro riscaldato non generano ponti termici. Questa tecnologia consente, inoltre, una sostanziale riduzione dello spessore dei solai, al fine di realizzazione 3 piani abitabili, mantenendo inalterata l'altezza massima dell'edificio preesistente distribuito su 2 piani. Il legno lamellare semplifica le connessioni con le diverse tipologie di struttura verticale: acciaio, muratura armata, telaio in cemento armato. Ogni connessione è avvenuta utilizzando connettori metallici. Le aperture presenti sul fronte est sono state schermate da un frangisole in cedro rosso canadese. Tale elemento tecnico regola l'ingresso della radiazione solare in estate ed inverno, sfruttando la diversa inclinazione del sole in relazione all'orientamento dell'edificio.



Fig.5 – Padiglione esterno realizzato in CLT

## 6. CLT (Cross laminated Timber)

Il CLT (cross laminated timber), altrimenti noto come XLAM (Cross-Lam), è stato utilizzato nelle coperture per consentire una maggiore sfasamento termico. Tale scelta è motivata dalla radiazione solare incidente che

determina in copertura, rispetto alle murature esterne, il maggiore riscaldamento superficiale. I pannelli di CLT si comportano strutturalmente come un piano rigido collaborando al miglioramento sismico dell'edificio. Gli stessi pannelli sono stati utilizzati per realizzare l'intero sistema costruttivo, inclusa la struttura verticale, del padiglione esterno. Il CLT, nonostante la sua massa è un pessimo conduttore, pertanto, in termini di trasmittanza e sfasamento termico, consente la realizzazione di chiusure prestazionali con significative riduzioni di spessore a guadagno della superficie utile interna.

## 7. Conclusioni

Dal calcolo tramite PHPP (Passive House Planning Packag) l'edificio ha un fabbisogno termico annuo per riscaldamento pari a 9 kWh/(m<sup>2</sup>a) ed un fabbisogno frigorifero e di deumidificazione pari a 7 kWh/(m<sup>2</sup>a). Il fabbisogno è pertanto inferiore a 15 kWh/(m<sup>2</sup>a) richiesti dallo standard Passivhaus.

Dal calcolo con software strutturati in base alle norme nazionali, l'edificio rientra nella classe energetica "A4 edificio ad energia quasi zero" con un EP<sub>gl,nren</sub> di 12,88 kWh/(m<sup>2</sup>a) dato che comprende i consumi di climatizzazione, acqua calda sanitaria, ventilazione meccanica controllata. La produzione di fotovoltaico (3kw) è pari a 37,8 kWh/(m<sup>2</sup>a), mentre i consumi relativi alla climatizzazione sommati ai consumi dovuti alla ventilazione meccanica sono pari a 23,92 kWh/(m<sup>2</sup>a). Sotto il profilo della climatizzazione l'edificio produce più energia di quella che consuma. Questi risultati evidenziano come l'uso strategico di differenti sistemi costruttivi, evitando processi standardizzati, possa rivelarsi una proposta funzionale alla rigenerazione ad alta efficienza energetica degli edifici in aggregato [4]. A differenza di quanto accade nel caso degli edifici isolati, non è possibile ricorrere a soluzioni strutturali e tecnologiche uniformi, ed è più difficile avvantaggiarsi di quelle già applicate e sperimentate in casi precedenti: la particolarità di ogni contesto determina la necessità di calibrare su di esso le migliori strategie progettuali e costruttive. La Passivhaus di Cesena dimostra come i limiti rappresentati da un tessuto urbano denso e compatto, dai vincoli morfologici del lotto, dalla necessaria tutela degli edifici adiacenti, sono superabili attraverso una progettazione flessibile che si avvalga delle diverse caratteristiche e potenzialità di materiali e sistemi costruttivi, scelti di volta in volta in base alle problematiche cui far fronte.



Fig. 6 – Calcolo agli elementi finiti del ponte termico ( $\Psi=0,1561$  W/mk) in corrispondenza con la parete ovest ed il muro d'ambito, ove il confine di proprietà è posto nella mezzeria.

## Bibliografia

- [1] Nesi F. (2018) *Passivhaus*. Maggioli Editore.
- [2] Consolia A., Costanzo V., Evola G., Marletta L., Refurbishing an Existing Apartment Block in Mediterranean Climate: Towards the Passivhaus Standard, *Energy Procedia*, 111,p. 397-406.
- [3] Costanzo V., Fabbri K., Piraccini S. (2018), Stressing the passive behavior of a Passivhaus: An evidence-based scenario analysis for a Mediterranean case study, *Building and Environment*, 142, p. 265-277.
- [4] Marquez H.S., Gomez Soberon J.M., Arredondo Rea S.P., et al. (2015), The passivhaus standard in the mediterranean climate: Evaluation, comparison and profitability, *Journal of Green Building* 10(4), p. 55-72.

<sup>a</sup> STEFANO PIRACCINI, Architetto, autore del progetto illustrato nell'articolo (Studio Piraccini+Potente <https://piraccini-potente.divisare.pro>), professore a contratto presso il Dipartimento di Architettura di Bologna. Le sue opere di architettura si configurano come applicazioni sul campo della continua attività di ricerca sui temi della sostenibilità e dell'efficienza energetica. Ha tradotto queste esperienze in volumi e pubblicazioni.

<sup>b</sup> ROSSELLA ROVERSI, Architetto, professoressa a contratto presso il Dipartimento di Architettura di Bologna, svolge attività di ricerca e didattica presso l'Università di Bologna ed il CITERA della Sapienza Università di Roma. Si occupa principalmente di rigenerazione urbana, riqualificazione edilizia, efficienza energetica e sostenibilità del costruito.