



Valentina Dessì

Politecnico di Milano

LA SERRA BIOCLIMATICA VOLANO PER MIGLIORARE CASA QUARTIERE E PRESTAZIONI ENERGETICHE DELL'EDIFICIO

La pressante necessità di intensificare gli sforzi per limitare l'azione dei driver del cambiamento climatico in corso, come sottolineato a livello comunitario dalle direttive europee e a livello nazionale e locale da leggi e regolamenti sul risparmio energetico, spinge ad intervenire in maniera sempre più incisiva per migliorare le prestazioni energetiche degli edifici non solo di nuova edificazione ma anche esistenti, e in particolare della porzione di patrimonio pubblico. A partire dall'osservazione di variazioni 'spontanee' della facciata di molti edifici, legata alla chiusura vetrata di logge e balconi, soprattutto (ma non solo) negli alloggi di edilizia pubblica, ci si è chiesti se e come sia possibile rispondere contemporaneamente alla necessità da parte dell'ente pubblico di incentivare l'implementazione di strategie per ridurre l'elevato fabbisogno energetico con soluzioni ben accette da parte degli utenti. La serra solare, una tecnologia solare passiva, adatta ad interventi di retrofit energetico combina il requisito di risparmio energetico con l'esigenza di disporre di più spazio abitabile all'interno di abitazioni spesso piccole rispetto al numero dei componenti del nucleo familiare. Il contributo confronta i requisiti delle serre solari (orientamento, ventilazione naturale, aperture, schermature, ecc.) con politiche e programmi di edilizia sociale milanese, concentrandosi in particolare, sul patrimonio di edifici pubblici prodotto a Milano tra il dopoguerra e gli anni '70. Le proposte evidenziano non solo l'elevato potenziale di retrofit energetico, ma anche la possibilità di definire una nuova identità all'edificio. Con l'analisi e le simulazioni energetiche sul caso studio preso in considerazione si valuta l'efficacia della serra e la sua compatibilità con i requisiti di legge.

Le esperienze europee realizzate intorno all'anno 2000 hanno portato alla definizione di interi quartieri con prestazioni energetiche molto elevate, accomunate dalla presenza di soluzioni volte al risparmio energetico anche grazie all'uso di fonti di energia rinnovabile (fer).

Tra le più note, che rappresentano un modello ancora oggi, ci sono la Solar City a Linz in Austria, il quartiere Vauban a Friburgo, Hammarby-Sjostad vicino a Stoccolma, Bo01 Malmö in Svezia, BedZed a Londra. Questi insediamenti condividono l'implementazione di tecnologie da fer, e un disegno del quartiere che implica un ripensamento dei sistemi di mobilità e di accessibilità ai servizi.

Tuttavia, per attivare un convincente cambio di rotta verso la sostenibilità tout court delle città è necessario intervenire sul patrimonio esistente, soprattutto in città con un esteso patrimonio pubblico che in genere presenta significative criticità energetico-ambientali. Attualmente, circa il 35% degli edifici dell'UE ha più di 50 anni e quasi il 75% del patrimonio edilizio è energeticamente non efficiente.

La riqualificazione energetica degli edifici esistenti può portare a un

Nella pagina a fianco
Fig. 1: L'edificio di via Chiari, Milano
(fonte: foto dell'autore)

notevole risparmio, in quanto potrebbe ridurre il consumo totale di energia e di emissioni di CO₂ dell'UE del 5-6%.

In questo contesto, in cui gli edifici sono responsabili del 40% di consumo globale di energia, il quadro legislativo EU, che comprende le direttive sul rendimento energetico nell'edilizia 2010/31/UE (EPBD) e sull'efficienza energetica 2012/27/UE, poi modificate dalla direttiva 2018/844/UE, pone obiettivi di efficienza energetica del patrimonio, anche esistente, fino ad una completa decarbonizzazione entro il 2050.

All'interno del patrimonio costruito residenziale l'edilizia residenziale pubblica rappresenta circa il 10% con 25 milioni di alloggi (Lannutti, Corsetti, 2012).

In Italia, le superfici costruite tra il 1946 e il 1976, ovvero in assenza di normative sui limiti di fabbisogno energetico, rappresentano oltre il 50% del comparto residenziale (Lannutti, Corsetti, 2012). In questo contesto ci sono anche 400.000 alloggi sociali che necessitano di riqualificazione energetica che, se adeguatamente riqualificati, potrebbero ridurre del 50% il fabbisogno energetico.

Tuttavia, occorre tenere in considerazione che le sole caratteristiche del clima e dell'edificio non sono sufficienti per prevedere una riduzione di fabbisogno energetico: da una parte ci sono barriere, non tecniche, ma legali finanziarie e sociali (Gianfrate et al., 2017). Dall'altra si può osservare come i comportamenti degli abitanti e la possibilità che hanno di controllare il clima interno (Steemers, 2009) 'confondono' le previsioni. Spesso non c'è la consapevolezza energetica degli abitanti e la capacità di regolare i sistemi. Sostiene ancora Gianfrate, che una combinazione di misure tecniche e sociali, attraverso l'adozione di sistemi di efficienza energetica *user-friendly*, con adeguate spiegazioni, potrebbero facilitare l'uso da parte degli abitanti e aumentare la consapevolezza ambientale ed energetica.

La possibilità di ottenere un incentivo per chi adotta le misure di efficientamento potrebbe rappresentare un incoraggiamento ulteriore. L'aspetto di una qualche 'convenienza' per l'utente, l'aspetto del risparmio energetico e della rigenerazione urbana di quartieri degradati, è l'oggetto del contributo, che si focalizza sul tema del miglioramento energetico dell'edilizia pubblica residenziale, attraverso l'inserimento di una serra bioclimatica, dispositivo energetico in grado di attivare meccanismi *win-win*.

L'obiettivo è quello di proporre un utilizzo di questo dispositivo energetico che soddisfi le esigenze degli abitanti (che spesso chiudono logge e balconi con superfici vetrate per recuperare spazio coperto all'interno dell'abitazione) e dell'ente pubblico gestore del patrimonio immobiliare. Un intervento controllato può impedire modifiche peggiorative delle facciate e rappresentare l'occasione per una re-interpretazione del manufatto più apprezzabile da tutti i punti di vista.

La proposta è compatibile con un intervento da parte dell'ente pubblico sull'intero edificio, ma anche del singolo che agisca sulla base di linee-guida.

LA SERRA BIOCLIMATICA

La serra bioclimatica è un sistema di riscaldamento solare passivo costituito da almeno due elementi: una parete vetrata esposta a sud che capta la radiazione solare e una massa termica che assorbe la radiazione ad onde corte e la restituisce sotto forma di calore che può essere trasferito ad uno spazio adiacente.

Il trasferimento del calore dipende dalla configurazione dello spazio vetrato. L'apertura di una porta finestra tra lo spazio riscaldato e la serra, oppure la presenza di bocchette che possano essere regolate dall'utente -cioè aperte quando la temperatura della serra arriva in inverno intorno ai 20°C- consentono il passaggio di calore dalla serra all'ambiente abitato. Un elemento massivo che assorbe la radiazione solare (per esempio il muro preferibilmente di colore scuro, tra la serra e lo spazio abitato), consente il passaggio di calore, ma in questo caso senza possibilità di regolazione da parte dell'utente. La serra deve essere 'disattivabile' nella stagione calda, onde evitare il rischio di surriscaldamento estivo. La superficie vetrata deve poter essere apribile e lo spazio schermato.

Ci sono molti casi interessanti di edifici che integrano la serra nelle facciate. Per citare qualche esempio ben noto si può menzionare l'insediamento solare Gneiss Moss a Salisburgo, progettato negli anni '90 da G. W. Reinberg: l'aria esterna a 2 °C viene convogliata nelle abitazioni attraverso le serre solari - dove anche con poco sole - si riscalda fino a circa 12°C; riduce il contributo del riscaldamento di 10°C invece che di 18°C, e permette di risparmiare circa il 20% di energia termica. Inoltre la serra diventa uno spazio vivibile e godibile in tutte le stagioni (Reinberg, 1998).

L'altro pioniere dell'architettura solare è l'architetto Thomas Herzog che possiamo ricordare per i singoli edifici ma anche per la partecipazione alla progettazione di quartieri solari, come la Solar City austriaca già ricordata.

Importante è anche il lavoro degli architetti Lacaton e Vassal, premio Pritzker 2021, che riflette un equilibrio tra istanze ambientali e sociali, ben visibile nei progetti di trasformazione dell'esistente. Il loro principio ispiratore «Never demolish, never remove or replace; always add, transform, and reuse!» si ritrova nel noto progetto di recupero di tre edifici anni '60 nel Grand Parc a Bordeaux, con oltre 500 residenze. Edifici senza identità, degradati e non più adeguati agli standard abitativi attuali sono stati ripensati nella suddivisione degli spazi interni ma anche ampliati, modificando completamente la morfologia e le facciate. Sono stati addossati all'edificio esistente spazi vetrati, profondi quasi 4 metri, che occupano tutta la lunghezza degli alloggi e dunque tutta la facciata dell'edificio, dando origine a nuovi spazi versatili e di qualità. Il miglioramento c'è stato anche dal punto di vista energetico, visto che il fabbisogno energetico è passato da 190 a 61 Kwh/m² /anno.

L'impiego della serra bioclimatica è noto da molti anni anche in Italia, a partire dagli anni '80 (D'Errico, Funaro, 1992; Zappone, 2009). Lo stesso Herzog ha anche guidato, assieme al prof. arch. Fabrizio Tucci, il team di progettazione che nel 2005 ha vinto un concorso promosso dal Comune di Roma per la realizzazione ex novo di due edifici ERP nel 'PDZ Lunghezzina 2'. Tema ricorrente del progetto è la configurazione degli spazi intermedi, tra i quali alcune serre, che si declinano in maniera differente a seconda delle aree dell'edificio e della stagione. Le simulazioni energetiche hanno evidenziato che il fabbisogno energetico (molto inferiore rispetto ad un edificio convenzionale) viene soddisfatto per almeno l'80% dall'impiego di sistemi solari (Herzog, 2012).

Altro intervento interessante, questa volta di *retrofit*, si riferisce alla riqualificazione di un intero quartiere sociale di Savona che ha coinvolto 15 edifici multipiano realizzati negli anni '70, dei quali tre oggetto di applicazione di sistemi solari passivi in facciata. In particolare, ad uno di questi edifici è stata addossata una serra bioclimatica (Giachetta, 2012; Giachetta et al., 2014; Guasco et al.,

2020). I risultati delle simulazioni, successivamente confermati dal monitoraggio, indicano che durante l'inverno, nelle giornate soleggiate è possibile raggiungere condizioni di comfort termico nella parte degli alloggi abitata, mentre nelle giornate fredde e nuvolose si rileva che la temperatura all'interno dello spazio abitato è comunque molto superiore alla temperatura esterna (Giachetta, 2012).

LA NORMATIVA DI RIFERIMENTO A MILANO

A seguito della direttiva europea 2002/91/CE, relativa al rendimento energetico nell'edilizia (che a livello nazionale è stata recepita solo nel 2005 con il D.L. 192), nel 2004 la Regione Lombardia ha emanato la Legge n. 39 'Norme per l'efficienza energetica negli edifici e per la riduzione delle emissioni inquinanti e di gas serra'. L'articolo 4 definisce le serre solari addossate o integrate nell'edificio come volumi tecnici, cioè non computabili ai fini volumetrici.

Solo nel 2014 la deliberazione n° X/1216 specifica che la serra è da intendersi un volume tecnico se non supera il 15% del volume dell'alloggio, e se si dimostra una riduzione del fabbisogno energetico di almeno il 10% rispetto a quello dell'ambiente riscaldato. Si aggiunge inoltre che la superficie vetrata deve essere almeno il 50% dell'involucro disperdente, dotata di sistemi di ombreggiamento e della possibilità di ventilare.

Dal 2007 il Regolamento Edilizio di Milano considera il contributo della serra bioclimatica. Tuttavia, solo nel 2014, con il Regolamento Edilizio vigente (art. 133), le serre bioclimatiche, devono soddisfare una serie di condizioni molto vincolanti. In particolare, nel caso di riqualificazione edilizia, si può chiudere uno spazio intermedio tra l'esterno e l'abitazione se orientato a sud (fino a uno scostamento di 45°), e se si dimostra che in inverno tale spazio è libero da ombreggiamento; si deve inoltre garantire il risparmio energetico di almeno il 10% del fabbisogno di calore, a prescindere dalla dimensione dell'alloggio.

È opportuno ricordare che in aree a clima continentale, la serra bioclimatica da sola non rappresenta una soluzione sufficiente ad abbattere il fabbisogno, come successivamente dimostrato dalle simulazioni termiche e da altre esperienze (Giachetta et al., 2014), mentre nelle aree a clima più mite può rappresentare una strategia di riscaldamento passivo molto efficace.

DUE CASI STUDIO. EDIFICI DEL QUARTIERE SANT'AMBROGIO E VARESINA A MILANO

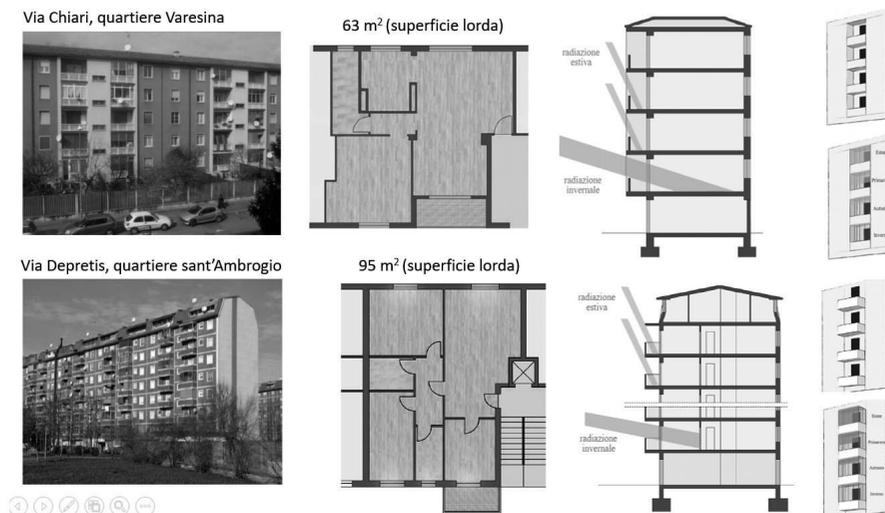
La valutazione delle prestazioni energetiche con l'inserimento della serra bioclimatica e altri parametri

Vengono presentati i casi studio in complessi edilizi realizzati in epoche differenti come ERP nella periferia milanese. Sono entrambi coinvolti nel Piano di Risanamento Aziendale e quindi soggetti ad alienazione.

Il primo caso, l'alloggio in via Chiari, si trova nel primo quartiere a Milano di edilizia popolare del Secondo dopoguerra realizzato tra il 1946 e il 1950 su progetto degli architetti Diotallevi e Marescotti, convinti che la ricostruzione del Paese dovesse passare dalla ricostruzione del tessuto sociale e politico (Pugliese, 2005).

Il secondo, si trova nel quartiere Sant'Ambrogio, un quartiere di edilizia economica popolare costituito da edifici in linea realizzati nel 1971 su progetto

Fig. 2: Immagine degli edifici analizzati: l'edificio di via Chiari sopra e via Depretis in basso. Immagini delle facciate (le prime da sinistra) e piante tipo (seconda da sinistra). Schemi (terzi da sinistra) della sezione con logge orientate a sud-est (via Chiari) e sud (via Depretis), che riporta la radiazione solare incidente nei giorni di solstizio estivo e invernale. A destra schemi delle porzioni di facciata in cui le logge e i balconi, sono aperti (schema sopra) o chiusi (sotto) per realizzare la serra bioclimatica (fonte: elaborazione grafica di M. Papagni)



dall'architetto Arrighetti. È in parte di proprietà del Comune di Milano (gestito da Metropolitana Milanese) mentre circa la metà è ormai di proprietà privata. L'edificio analizzato, in via Depretis, si sviluppa lungo l'asse est-ovest e quindi ha un'intera facciata esposta a sud.

Di entrambi gli edifici, molte delle logge e balconi sono stati chiusi e finestrati dagli abitanti, senza i necessari permessi, e senza nemmeno un criterio orientato alla conservazione dell'immagine unitaria della facciata; l'unico obiettivo degli inquilini e proprietari è ampliare il proprio spazio da utilizzare in vari modi. In entrambi i casi è stata fatta una simulazione per valutare le prestazioni della serra in termini di contributo al fabbisogno annuale di riscaldamento. La Tab. 1 evidenzia i risultati e consente un confronto tra la condizione originaria e successiva alla chiusura del balcone in via Depretis e della loggia in via Chiari.

Nel caso di via Chiari sono state inoltre ipotizzate e simulate altre azioni migliorative, i cui risultati e combinazioni sono stati riportati in Tab. 2, che fanno capire quali interventi determinano una migliore prestazione, quindi risparmio energetico, rispetto alla condizione originaria. Questo confronto è anche utile per evidenziare l'efficacia della serra bioclimatica come dispositivo energetico, rispetto a tutte le altre azioni ipotizzate, in particolare: inserimento isolamento a cappotto, sostituzione vetri, tipologia di vetri nella serra e rispettive combinazioni.

È interessante osservare (per esempio riga 1 in confronto con la 2 e 3) che il contributo della serra è evidente solo se l'involucro non è energeticamente efficiente. Un involucro poco efficiente tipico di un edificio realizzato intorno agli anni '50, può registrare un miglioramento del 16-19% grazie alla presenza della serra bioclimatica.

Man mano che migliorano le prestazioni dell'involucro, diventa meno evidente il suo specifico contributo (casi da 9 a 14 nella Tab. 2), fino ad essere trascurabile (casi 12, 13 e 14). Nel caso in cui l'alloggio abbia vetri doppi, e la muratura esterna un buon grado di isolamento (caso 12), si ha un miglioramento di circa il 40%, mentre il contributo ulteriore della serra (caso 14) è dell'ordine dell'1%.

Tab. 1: Risultati delle simulazioni con il software della Regione Lombardia CENED, e confronti delle prestazioni energetiche degli appartamenti con e senza serra bioclimatica (in entrambi i casi con vetro doppio e serramento in alluminio) (fonte: elaborazione dell'autore)

Edificio	Sup. vetrata (m ²)	Volume serra (m ³)	Trasmittanza U-value (w/m ² K)	Senza serra (Kwh/m ² a)	Con la serra (Kwh/m ² a)	Risparmio energetico Epi ^c / Epi ^s (%)
Via Depretis	13,23	13,30	3,30	175,51	155,67	-12
Via Chiari	8,60	11,55	3,23	246	200	-19

La modifica della facciata e il miglioramento dell'impatto visivo

La proposta in questa parte del contributo¹ ipotizza di integrare la serra bioclimatica in un involucro edilizio adattato – coerentemente alla composizione della facciata e ai requisiti legati alla variabilità climatica stagionale – per accoglierla in momenti anche differenti, senza che questa significhi svalORIZZARE l'oggetto architettonico. Le immagini riportate in Fig. 3 si riferiscono ai due edifici di via Depretis e via Chiari. Accanto all'immagine della configurazione attuale, si possono osservare due proposte alternative.

Nel primo caso in entrambi gli edifici (immagini centrali sia sopra che sotto), la proposta è di 'vetrare' i balconi e le logge. Nel caso di via Depretis il volume che esce rispetto al filo dell'edificio può essere completamente vetrato oppure solo nel lato esposto a sud.

In via Chiari, si prevede di realizzare le serre bioclimatiche rivolte a sud-est grazie alla chiusura con un serramento. Infatti, per il Regolamento Edilizio di Milano la parte vetrata deve essere apribile per almeno un terzo della superficie. Sebbene il vetro occupi tutta la fascia verticale, ogni inquilino controlla l'apertura della sua porzione, consentendo una variabilità della facciata in maniera controllata.

La seconda ipotesi (immagini sulla destra in basso, sopra e sotto sempre delle Fig. 3) introduce la schermatura alla radiazione solare. In via Depretis all'interno di una struttura fissa a lamelle orizzontali è possibile aprire parti di essa, generando con gli stessi elementi degli sporti orizzontali per l'ombreggiamento nelle ore centrali della giornata. Nel caso di via Chiari la proposta è quella di introdurre un sistema di schermature mobili che possono scorrere sull'asse orizzontale, movimentando in questo modo la facciata.

Lo stesso sistema si potrebbe proporre anche per le finestre. In entrambi i casi la variazione del colore della facciata rispetto all'originale, può contribuire a rendere evidente l'operazione di riqualificazione della facciata ma anche la presenza della stessa serra solare.

I risultati delle simulazioni evidenziano che la serra bioclimatica da sola non è una strategia sufficiente ad abbattere il fabbisogno energetico del patrimonio immobiliare pubblico nel nord Italia, ma può essere considerata una chiave d'accesso per coinvolgere gli abitanti degli immobili fisicamente ed energeticamente degradati, e spingerli a collaborare nella gestione dell'alloggio riqualificato, soprattutto se l'intervento dovesse richiedere l'inserimento di strategie e sistemi da fer che funzionano grazie alla regolazione consapevole da parte dell'abitante.

Anche con interventi individuali, con tempistiche differenti, ma all'interno di soluzioni prefigurate, che contribuiscano a mantenere un'immagine unitaria, si possono ottenere risultati positivi anche in termini di risparmio energetico. A questo si accompagna un reale aumento dello spazio abitativo (almeno per certi

¹ Elaborazione di queste proposte è stata oggetto della tesi di laurea triennale del CdS Architettura ambientale, Politecnico di Milano, nel 2014, dall'allora tesista Marco Papagni.

Tab. 2: Soluzioni proposte per il miglioramento delle prestazioni energetiche dell'appartamento, simulate con il software CENED della Regione Lombardia (fonte: elaborazione dell'autore)



Fig. 3: I due edifici in via Depretis e in via Chiari, fotografati nella loro configurazione attuale (immagini grandi) e riproposti con due ipotesi differenti che includono le serre bioclimatiche (fonte: foto dell'autore)

	Tipo di vetro appartamento	Tipo di vetro serra bioclimatica	Trasmittanza muratura esterna (W/m ² K)	Fabbisogno di riscaldamento (Kwh/m ² a)	Percentuale di risparmio rispetto alla condizione originaria (%)
1	VS (vetro singolo)	Senza serra	1,1	246	-----
2	VS	VS	1,1	206	16
3	VS	VD	1,1	200	19
4	VS	Senza serra	0,9	217	12
5	VS	Senza serra	0,25	194	21
6	VD (vetro doppio)	Senza serra	1,1	199	19
7	VD	VS	1,1	201	18
8	VD	VD	1,1	196	20
9	VD	Senza serra	0,59	170	31
10	VD	VS	0,59	170	31
11	VD	VD	0,59	167	32
12	VD	Senza serra	0,25	148	40
13	VD	VS	0,25	147	40
14	VD	VD	0,25	144	41

periodi dell'anno), aspetto apprezzato dagli abitanti, ad un costo relativamente contenuto dell'operazione e un minimo impiego di tecnologie e conoscenze tecniche.

RIFERIMENTI BIBLIOGRAFICI

- D'Errico, E., Funaro, G. (1992), *Edilizia bioclimatica in Italia: 151 edifici solari passivi*, Roma, ENEA.
- Giachetta, A. (2012) "Retrofitting solare di edilizia sociale: un progetto a Savona", in *TECHNE Journal of Technology for Architecture and Environment*, 4, pp. 366-373.
- Giachetta, A., Magliocco, A., Piccardo, C. (2014), "Performance of passive solar system in a case of retrofitted buildings", in T. Papanikos, G. (a cura di), *Architecture abstracts. 4th annual international conference on architecture*, Athens institute for education and research (ATINER) (7-10/07/2014).
- Gianfrate, V., Giachetta, A., Longo, D., Piccardo, C. (2017), "Rethinking social housing: behavioral patterns and technological innovations", in *Sustainable Cities and Society*, 33, pp. 102-112.
- Guasco, M., Orlanno, M., Piccardo, C., Giachetta, A., Dodoo A. (2020), "Design optimization of a building attached sunspace through experimental monitoring and dynamic modelling", in *E3S Web of Conferences*, 172, EDP Sciences, Les Ulis.
- Herzog, T., Battisti, A., Tucci, F. (2012), "Sperimentazioni di housing sociale tra efficienza energetico-ambientale e basso costo", in *TECHNE Journal of Technology for Architecture and Environment*, 4, pp. 343-354.
- Lannutti, C., Corsetti, M. (2012), "Sostenibilità energetica ed economica negli interventi di riqualificazione dell'edilizia residenziale pubblica", in *TECHNE Journal of Technology for Architecture and Environment*, 3, pp. 347-349.
- Pozzo, A.M. (2010), "La Piattaforma PHE Italia", in *Atti del convegno Strumenti tecnici per un'edilizia sociale sostenibile*, Power House Europe, Roma, (10/11/2010).
- Pugliese, R. (2005), a cura di, *La casa popolare in Lombardia: 1903-2003*, Edizioni Unicopli, Milano.
- Reinberg, G.W. (1998), *Architecture by Georg W. Reinberg*, Alinea international, Firenze.
- Slessor, C. (2019), "Reuse - Rhabile", in *Architects Journal*, EMAP Publishing, Londra.
- Stemmers, K., Young Yun, G. (2009), "Household energy consumption: a study of the role of occupants", in *Building research and information*, 37, Taylor & Francis, Londra.
- Zappone, C. (2009), *La serra solare*, Esselibri, Napoli.