

a cura di / edited by
Adolfo F. L. Baratta, Christina Conti, Valeria Tatano

ABITARE INCLUSIVO

Il progetto per una vita
autonoma e indipendente

INCLUSIVE LIVING

Design for an autonomous
and independent living



a cura di / edited by
Adolfo F. L. Baratta, Christina Conti, Valeria Tatano

ABITARE INCLUSIVO

Il progetto per una vita
autonoma e indipendente

INCLUSIVE LIVING

Design for an autonomous
and independent living



**UNIVERSITÀ
DEGLI STUDI
DI UDINE**

I
- - -
U
- - -
A
- - -
V

Università Iuav
di Venezia



Collana **CLUSTER AA**

I volumi inseriti in questa collana sono soggetti a procedura di double blind peer review.

Il presente volume riporta parte del risultato di una attività di ricerca interuniversitaria che si colloca nel più ampio programma del Cluster AA della SITdA che aggrega studiosi, ricercatori e docenti universitari con competenze specifiche della disciplina della Tecnologia dell'Architettura costituendosi quale luogo di scambio di informazioni, di conoscenza e di confronto, anche con funzione di sensore dei contesti per una progettazione tecnologica in chiave inclusiva di soluzioni accessibili.

Il volume è stato finanziato dalla SITdA, Società Scientifica Italiana della Tecnologia dell'Architettura e dal DPIA, Dipartimento Politecnico di Ingegneria e Architettura dell'Università degli Studi di Udine.

CLUSTER AA | **01**

ABITARE INCLUSIVO / INCLUSIVE LIVING

Il progetto per una vita autonoma e indipendente / Design for an autonomous and independent living

a cura di / edited by Adolfo F. L. Baratta, Christina Conti, Valeria Tatano

ISBN 978-88-32050-44-8

Prima edizione dicembre 2019 / First edition December 2019

Editore / Publisher

Anteferma Edizioni S.r.l.

via Asolo 12, Conegliano, TV

edizioni@anteferma.it

Layout grafico / Graphic design Margherita Ferrari

Grafiche interne / Internal graphics Antonio Magarò

Copyright



Questo lavoro è distribuito sotto Licenza Creative Commons
Attribuzione - Non commerciale - No opere derivate 4.0 Internazionale



ABITARE INCLUSIVO

Il progetto per una vita autonoma e indipendente

INCLUSIVE LIVING

Design for an autonomous and independent living

COMITATO SCIENTIFICO / SCIENTIFIC COMMITTEE

- Erminia Attaianesi - Università di Napoli "Federico II" (I)
- Adolfo F. L. Baratta - Università degli Studi Roma Tre (I)
- Daniela Bosia - Politecnico di Torino (I)
- Silvio Brusaferrò - Università degli Studi di Udine (I)
- Christina Conti - Università degli Studi di Udine (I)
- Daniel D'Alessandro - Universidad de Moron (AR)
- Michele di Sivo - Università degli Studi "Gabriele D'Annunzio" di Chieti e Pescara (I)
- Matteo Gambaro - Politecnico di Milano (I)
- Giovanni La Varra - Università degli Studi di Udine (I)
- Antonio Lauria - Università degli Studi di Firenze (I)
- Luca Marzi - Università degli Studi di Firenze (I)
- Piera Nobili - Centro europeo di ricerca e promozione dell'accessibilità, CERPA Italia (I)
- Alvise Palese - Università degli Studi di Udine (I)
- Paola Pellegrini - Xi'an Jiaotong-Liverpool University, Suzhou (CN)
- Maximiliano Romero - Università Luav di Venezia (I)
- Altino João Magalhães Rocha - Università di Evora (PT)
- Iginio Rossi - Istituto Nazionale di Urbanistica INU (I)
- Andrea Tartaglia - Politecnico di Milano (I)
- Valeria Tatano - Università luav di Venezia (I)
- Renata Valente - Università della Campania "Luigi Vanvitelli" (I)

COMITATO ORGANIZZATIVO / ORGANIZING COMMITTEE

- Maria Antonia Barucco - Università luav di Venezia (I)
- Laura Calcagnini - Università degli Studi Roma Tre (I)
- Massimiliano Condotta - Università luav di Venezia (I)
- Antonio Magarò - Università degli Studi Roma Tre (I)
- Livio Petriccione - Università degli Studi di Udine (I)
- Ambra Pecile - Università degli Studi di Udine (I)
- Linda Roveredo - Università degli Studi di Udine (I)
- Rosaria Revellini - Università luav di Venezia (I)
- Dario Trabucco - Università luav di Venezia (I)

INDICE TABLE OF CONTENTS

12 **PREMESSA** INTRODUCTION

Maria Teresa Lucarelli

14 **ABITARE INCLUSIVO** INCLUSIVE LIVING

Studi, ricerche e sperimentazioni

Studies, researches and experimentations

Adolfo F. L. Baratta, Christina Conti, Valeria Tatano

18 **LARGE**

Adolfo F. L. Baratta, Christina Conti, Valeria Tatano

20 **“Vivere bene” negli spazi non costruiti di piccole e medie città**

“Well Living” in the Unbuilt Spaces of Small and Medium-Sized Cities

Filippo Angelucci, Cristiana Cellucci

28 **Active Ageing e interni urbani: come vivere gli spazi della quotidianità**

Active Ageing and Urban Interiors: how to live the Spaces of Everyday Life

Daniela Bosia, Elena Montacchini, Lorenzo Savio, Silvia Tedesco, Mistrzak Julien, Daubisse Alison

36 **“Abitare diffuso”. Un modello sostenibile per la terza età**

“Widespread Living”. A Sustainable Model for the Elderly

Oscar Eugenio Bellini, Martino Mocchi

48 **Questioni inerenti l'accessibilità dello spazio pubblico e il cambiamento climatico**

Public Space Accessibility and Climate Change Issues

Andrea Tartaglia, Elena Mussinelli, Davide Cerati, Giovanni Castaldo

- 58 **Piano di eliminazione delle barriere architettoniche informatizzato**
A Computer-based Plan to removing Architectural Boundaries
Leris Fantini, Stefano Maurizio, Eros Gaetani, Nadia Recca
- 66 **Spazi aperti condivisi come catalizzatori di nuova inclusione**
Shared Open Spaces as Catalysts of a New Social Integration
Alberto Cervesato, Ambra Pecile, Linda Roveredo
- 74 **Dall'accesso all'inclusione: per una gestione human centered del patrimonio architettonico**
From Access to Inclusion: for a Human Centered Management of Architectural Heritage
Maria Luisa Germanà, Carmelo Cipriano
- 84 **L'accessibilità nella città storica di Venezia**
Accessibility in the City of Venice
Silvia Caniglia, Mariachiara Guazzieri, Francesca Zaccariotto, Ludovica Grompone, Simona Schiavo
- 92 **Co-designing the Urban Accessibility. An Inclusive Fruition Service in the Bologna University Area**
Co-progettazione dell'accessibilità urbana. Un servizio di fruizione inclusivo per la zona universitaria di Bologna
Andrea Boeri, Saveria Olga Murielle Boulanger, Valentina Gianfrate, Danila Longo, Rossella Roversi
- 102 **Questioni di accessibilità in un piccolo centro storico: il caso del quartiere Cioppolo a Vietri sul Mare**
Accessibility Issues of a Small Historic Center: the Case of Cioppolo Quarter in Vietri sul Mare
Andrea Pane, Valentina Allegra Russo
- 112 **The Urban Accessibility of New Nursing Homes in Belgrade, Serbia**
L'accessibilità urbana di una nuova casa di cura a Belgrado in Serbia
Branislav Antonić, Aleksandra Djukić

- 120 **Cantiere Città: un sistema inclusivo per l'abitare**
 Construction Site City: an Inclusive System for Living
Giovanni Tubaro, Mickeal Milocco Borlini
- 128 **Progetto Vicinato Solidale. Esperienza di coabitazione
 intergenerazionale studentesca**
 Neighborhood Solidarity Program. An Experience of Student
 Intergenerational Co-housing
Roberto Bolici, Matteo Gambaro
- 136 **Il Parco inclusivo San Valentino: un regalo per la città**
 San Valentino Inclusive Park: a Gift to the City
Erica Gaiatto, Francesco Casola
- 144 **Reciprocità spaziale e sociale: il caso del ricondizionamento
 dell'ex edificio INAIL a San Benedetto Val di Sambro**
 Spatial and Social Reciprocity: Re-Conditioning ex INAIL Building
 in San Benedetto Val di Sambro
Alessandro Gaiani, Gianluigi Chiaro, Guido Incerti
- 152 **Universal Design nelle situazioni d'emergenza sismica**
 Universal Design in Seismic Emergency Situations
Tommaso Emler
- 160 **Spazi urbani inclusivi versus spazi "protetti": un nuovo paradosso
 per la città contemporanea**
 Inclusive Urban Spaces Vs "Protected" Areas: a new Paradox for the
 Contemporary City
Rosaria Revellini
-  **168 MEDIUM**
Adolfo F. L. Baratta, Christina Conti, Valeria Tatano
- 170 **Territori fragili significa persone fragili? Un progetto di
 riqualificazione urbana "bottom up" socialmente sensibile** Fragile
 Territories mean Fragile People? A Social Responsive and Bottom
 up Urban Renovation Project
Paolo Carli, Anna Delera

- 180 **Rigenerazione urbana e inclusione sociale: la Casa della Salute e il Condominio Solidale di Empoli**
Urban Regeneration and Social Inclusion: Healthcare Center and Co-housing in Empoli
Francesco Alberti, Francesco Berni, Ilaria Massini, Simone Scortecchi
- 190 **Real Estate tra innovazione e accessibilità: Senior Housing come strategia d'intervento sostenibile**
Real Estate Between Innovation and Accessibility: Senior Housing as Sustainable Intervention Strategy
Martina Nobili
- 196 **Abitare in cohousing: un progetto integrato dedicato a un'utenza fragile, per la vita indipendente**
Cohousing: an Integrated Project for Independent Living of Fragile Users
Massimiliano Malavasi, Alberto Manzoni, Stefano Martinuzzi, Maria Rosaria Motolese, Maria Rita Serra
- 204 **CASA MIA: un'esperienza di abitare cooperativo per il progetto di vita del "durante e dopo di Noi"**
CASA MIA: a Cooperative Living Experience for "durante e dopo di Noi"
Angela Silvia Pavesi, Rossana Zaccaria, Luca Borghi, Genny Cia, Cristiana Perego
- 212 **"The Life I wish": the Right of a True Existence**
"La vita che vorrei": il diritto a una esistenza vera
Marco Tortul, Luca Gubbini, Elena Bortolotti, Marilina Mastrogiuseppe
- 218 **Sentirsi a casa dentro e fuori: l'abitare collaborativo nei progetti di Housing Sociale**
Feeling at Home Inside and Out: the Collaborative Living in Affordable Housing Projects
Milena Prada

- 226 **Studio di unità abitative temporanee innovative in legno per accogliere gli anziani delle case di cura**
 Study of Innovative Temporary Wooden Housing Units to Accommodate Elders from Nursing Homes
Enzo Bozza, Enrico Cancino, Francesca Camerin, Luciano Cardelicchio, Francesco Incelli, Massimo Rossetti
- 236 **Modulo abitativo sperimentale per la vita indipendente degli anziani**
 Experimental Living Unit for Independent Living for Elderly
Matteo Iommi, Nazzareno Viviani, Giuseppe Losco
- 246 **Pensare l'architettura "attraverso gli occhi di chi non vede"**
 Thinking about Architecture "Through the Eyes of Those Who cannot see"
Simone Dell'Ariceia, Maura Percoco
- 256 **Abitare inclusivo per un'utenza specifica affetta da distrofia muscolare di Duchenne**
 Inclusive Living for Specific Users suffering from Duchenne Muscular Dystrophy
Michele Marchi, Giuseppe Mincoielli
- 264 **Inclusive Design for Alzheimer's Disease: Low-cost Treatments, Design and ICT**
 Design inclusivo e alzheimer: terapie low-cost fra design e ICT
Cesare Sposito, Giuseppe De Giovanni
- 274 **ABI(LI)TARE: ricerca sugli spazi ibridi tra abilitare e cura per l'autismo**
 ABI(LI)TARE: Research on Hybrid Spaces Between enabling and caring for Autism
Elena Bellini, Maria De Santis
- 284 **Strategie per la residenza di adulti con disturbi dello spettro autistico in Italia: casi di studio**
 Strategies for Housing of Adults with Autism Spectrum Disorders in Italy: Case Studies
Livia Porro, Francesca Giofrè

- 294 **Architettura per l'autismo. La funzione abilitante delle superfici negli ambienti domestici**
Architecture for Autism. The enabling Function of Home Surfaces
Christina Conti
- 302 **Progettare percezione e piena fruizione dei siti di interesse culturale da parte di persone con autismo**
Design the Perception and full Enjoyment of Sites of Cultural Interest by People with Autism
Erminia Attaianese, Giovanni Minucci
- 312 **La metamorfosi dell'antico. Il Teatro Olimpico: verso una promenade accessibile**
The Metamorphosis of the Ancient. The Olympic Theater: towards an Accessible Promenade
Federica Alberti

320 SMALL

Adolfo F. L. Baratta, Christina Conti, Valeria Tatano

- 322 **Progetto HABITAT. Ambienti assistivi e riconfigurabili per utenza anziana**
HABITAT Project. Assistive and Reconfigurable Environments for Elderly Users
Giuseppe Mincoelli, Silvia Imbesi, Gian Andrea Giacobone, Michele Marchi
- 330 **Inclusive Design Approach in Assistive Technology Development**
Approccio progettuale inclusivo per lo sviluppo di tecnologie assistive
Maximiliano Ernesto Romero, Francesca Toso, Giovanni Borga
- 340 **Ergonomia cognitiva negli ecosistemi domestici aumentati per un'utenza fragile**
Cognitive Ergonomics in Augmented Domestic Ecosystems for Fragile Users
Antonio Magarò

- 350 **L'implementazione dell'm-Health in architettura: una sfida per il futuro**
Implementing m-Health in Architecture: a Future Challenge
Christina Conti, Elena Frattolin
- 358 **Installazione di una piattaforma elevatrice in un'abitazione esistente: descrizione di un caso tipico**
Installation of a Homelift in an Existing Building: Analysis of a Typical Case
Elena Giacomello, Dario Trabucco
- 366 **Universal Design, Access_Ibla, una proposta inclusiva per Ragusa Ibla**
Universal Design, Access_Ibla, an Inclusive Proposal for Ragusa Ibla
Tiziana Tasca
- 374 **Il prototipo "Roty"**
The "Roty" Prototype
Stefano Maurizio

Modulo abitativo sperimentale per la vita indipendente degli anziani

Experimental Living Unit for Independent Living for Elderly

In this study a modular housing system is presented. The module house is specifically designed to support smart technologies, zero energy costs and high environmental comfort levels for the independent living and the well being of older adults. According to the principles of active ambient living, which aims to enhance and improve living conditions for older people (Spadolini, 2013; AA.VV., 2012), an experimental module house is proposed. The module house is a dry wooden modular constructive system, able to provide: adaptable indoor spaces, high energy performances, full energy autonomy and a easily manageable framework for smart devices, smart furniture and sensors.

The achievement of a real and effective ambient assisted living, using advanced technological solutions to make active, safe and inclusive indoor environments, need relevant architectures and building components which can be integrated and can contain inside any possible system. The module house represents an experimental building design research, in which energy, environmental, technological and functional requirements for assisted living of older adults are taken into account.

The design of this experimental module house is developed with a detailed level, with plan, fronts and sections, construction details, energy simulations, environmental analysis, plant designs, adaptability and flexibility layouts, installation layouts of smart objects, devices and ITC technologies (Sanchez, 2017; Mazziotta, 2016), also considering the possibility to reduce time and costs of construction and management. Thanks to the modular approach and the fast assembly process, the module house can be moved, modified or replicated to obtain little residential districts, constantly updatable. Results of the analysis, simulations and functional controls show the effectiveness of the modular housing system as experimental module house for older people.

Matteo Iommi Scuola di Architettura di Ascoli Piceno. Architetto, PhD in Progettazione Ambientale e Architettura Sperimentale, e professore a contratto all'interno del corso di Laurea Magistrale in Architettura con l'insegnamento di Sistemi di Interfaccia Tecnologici.

Nazzareno Viviani Scuola di Architettura di Ascoli Piceno. Professore a contratto con il corso di Dispositivi e Sistemi energetico-ambientali. Svolge attività di ricerca e didattica sui temi dell'innovazione tecnologia per l'architettura e dell'efficienza energetica.

Giuseppe Losco Scuola di Architettura di Ascoli Piceno. Direttore della Scuola di Architettura di Ascoli Piceno, professore ordinario in Disegno Industriale e PhD in Tecnologia dell'Architettura.

Introduzione

Negli ultimi anni importanti progressi nel settore della domotica, della sensoristica e delle reti digitali hanno prodotto nuovi scenari applicativi e progettuali, anche in ambito edilizio (Park, 2019; Stefanic, 2018). Tra questi, le *Smart Houses* che hanno guadagnato una crescente attenzione, sottesa al miglioramento della qualità della vita negli ambienti domestici (Vaidya, 2018; Baquero, 2019). Il concetto di base, diffusamente riconosciuto, delle *Smart Houses* può essere sintetizzato nel supporto ai residenti a vivere in modo più indipendente, sicuro e confortevole grazie agli aiuti di dispositivi digitali e impianti integrati (Satpanthy, 2006). In questo senso, l'interesse verso le *Smart Houses* ha trovato una forte motivazione nel crescente fenomeno globale dell'invecchiamento della popolazione, particolarmente evidente in Europa e in Italia (EPRS, 2019; Van Hoof *et al.*, 2017).

La letteratura scientifica e le attività di ricerca sull'integrazione tra *smart technologies* e l'abitare inclusivo, sviluppatasi in un arco temporale di poco più di dieci anni, hanno prodotto numerosi studi e sperimentazioni (Dobre *et al.*, 2019; Bjelcic, 2019; Losco *et al.*, 2015). Tuttavia l'aspetto architettonico e costruttivo risulta ancora poco indagato e con ampi margini di miglioramento. Pertanto è possibile affermare che a fronte dei progressi circa le conoscenze delle esigenze abitative delle persone anziane o con disabilità e le opportunità offerte dalle tecnologie e dai vari dispositivi digitali, la loro concreta integrazione in spazi abitativi opportunamente progettati appare ancora insufficiente.

Il presente studio mira a proporre un modulo abitativo sperimentale, destinato a persone anziane in grado di consentire l'introduzione e l'utilizzo di tecnologie *smart* dedicate, garantendo alti livelli di comfort ambientale e di efficienza energetica. Il modulo abitativo risponde a criteri di semplicità di produzione e di assemblaggio dei suoi elementi, utilizzando materiali sostenibili e ad alta efficienza energetica. Il modulo è caratterizzato dalla flessibilità e adattabilità dello spazio interno per una tipologia di utenza anziana, consentendo diverse configurazioni degli interni personalizzabili, per adattarli alle necessità variabili dell'utenza, con elementi e oggetti che sono interfacciabili con soluzioni digitali.

L'edificio garantisce livelli di comfort ottimali, grazie ad un involucro, anch'esso adattabile, che ha al suo interno materiali responsivi che rispondono alle condizioni esterne dell'ambiente e interne dell'edificio. Tramite questo tipo di involucro è possibile contenere e gestire gli apparati tecnologici e impiantistici, e garantire prestazioni energetiche ottimali e consumi quasi nulli.

L'impiantistica è costituita da elementi facili da montare e che rendono il modulo abitativo energeticamente autonomo, tramite un tetto fotovoltaico, batterie elettriche di alimentazione ed un sistema di raccolta e riutilizzo delle acque. L'abitazione è supportata da un'infrastruttura domotica che realizza tramite la tecnologia ICT (*Information and Communications Technology*) l'interfaccia tra utenza e ambiente domestico, trasmettendo ed elaborando i dati e le informazioni provenienti dall'ambiente interno e configurando gli scenari migliori per chi lo utilizza.

Metodologia

L'obiettivo di questo studio è la proposta di una soluzione a carattere sperimentale di un modulo abitativo, prefabbricato e integrato con dispositivi e tecnologie di tipo *smart* per la vita indipendente degli anziani. Il processo progettuale è stato caratterizzato da un approccio di tipo sistemico ed integrato, dove istanze e requisiti di varia natura sono stati presi in considerazione per lo sviluppo e la valutazione del progetto. Il progetto del modulo abitativo è stato sviluppato a partire da alcuni fondamentali aspetti e condizioni: variabilità degli scenari di utilizzo, adattabilità e flessibilità, rapidità di costruzione, aggiornamento e adeguamento, reversibilità, autosufficienza energetica, consumi energetici nulli, livelli di benessere ambien-

tale dedicati, integrazione profonda tra impianti, tecnologie *smart* e architettura. Tali aspetti hanno costituito i punti di riferimento per l'individuazione della soluzione progettuale. In particolare, il processo progettuale si è avvalso di studi e analisi iniziali circa la valutazione delle capacità e abilità fisiche delle persone anziane (Cahill *et al.*, 2018; Mihnovits, 2016) e il riconoscimento di requisiti specifici di comfort termico (Iommi, 2015). Le informazioni ottenute hanno pertanto fornito indicazioni che sono state trasferite sia nel progetto architettonico del modulo abitativo sia nel progetto costruttivo-tecnologico di dettaglio dell'involucro edilizio e dei suoi componenti e che hanno guidato la selezione di soluzioni impiantistiche appropriate. Infine, la soluzione complessiva è stata valutata, relativamente alle rispondenze con gli obiettivi prefissati, attraverso simulazioni termiche globali, analisi termiche di dettaglio su singoli elementi edilizi e verifiche circa la funzionalità interna e la possibilità di sviluppare il modulo abitativo in aggregazioni.

Progettazione

Il modulo abitativo progettato per poter fornire spazi residenziali per anziani supportati da tecnologie *smart*, si caratterizza per il sistema costruttivo, composto da pannelli autoportanti scatolari in legno, che possono essere assemblati liberamente su una maglia ortogonale di 1m x 1m, formati da una componentistica anch'essa modulare interamente assemblabile a secco con serraggi meccanici, in grado di ricreare conformazioni, flessibili e integrate. Tali pannelli verticali e orizzontali sono in grado di contenere, alloggiare ed essere essi stessi parte integrante per svariati dispositivi e reti tecnologiche di tipo *smart*.

Il modulo abitativo, a pianta quadrata, ha una dimensione di 7m x 7m ed un'altezza di 3,4m, suddiviso al suo interno in quattro ambienti principali: zona cucina-pranzo, soggiorno, camera e bagno e un cavedio tecnico. Gli ambienti sono parzializzabili, attraverso il semplice scorrimento di alcune pareti mobili in modo da consentire la riconfigurazione degli interni a seconda delle esigenze e dell'uso temporaneo giornaliero (Fig. 01).

Tutti i componenti edilizi del modulo abitativo: tamponature, copertura, pareti interne e solaio a terra sono di tipo modulare, realizzabili a partire dai singoli pannelli in multistrato fenolico marino di medesima dimensione.

L'involucro edilizio costituisce l'aspetto più innovativo e sperimentale del modulo abitativo. Le caratteristiche costruttive e dimensionali dei pannelli che compongono le pareti esterne, come il solaio a terra e quello di copertura consentono in fase di assemblaggio di alloggiare all'interno i materiali isolanti: lana di legno, VIP (*Vacuum Insulation Panel*) e materiale a cambiamento di fase. In aggiunta è prevista un'intercapedine libera utilizzabile a seconda delle necessità per aumentare lo spessore del materiale isolante o rendere l'involucro ventilato. Infine, un'ulteriore intercapedine, rivolta verso l'interno costituisce lo spazio destinato per l'alloggiamento di sensori, di dispositivi e impianti con relativi cablaggi. I pannelli, così assemblati, consentono in un qualunque momento e punto di accedere alla rete impiantistica (elettrica, domotica, termica e idraulica), passante nell'intercapedine rivolta verso l'interno, accedendo attraverso dei fori predisposti, ricavati nei pannelli in multistrato, chiusi con dischi rimovibili in materiale bio-plastico. È così possibile poter modificare, riparare o aggiornare tutte le reti contenute nei pannelli scatolari e le singole periferiche alloggiate all'interno. Gli *Smart objects* potranno essere contenuti sia nei pannelli dell'involucro sia nei pannelli delle pareti interne, installati di volta in volta a seconda delle esigenze e differenziabili liberamente a seconda delle caratteristiche dei profili assistenziali dell'utenza.

Tali prestazioni dell'involucro edilizio sono ottenibili grazie alle caratteristiche costruttive con cui sono stati progettati i singoli moduli di facciata. Ogni singolo modulo ha le seguenti dimensioni: 990 mm x 2920 mm x 170 mm ed è composto da un telaio in legno con due elemen-

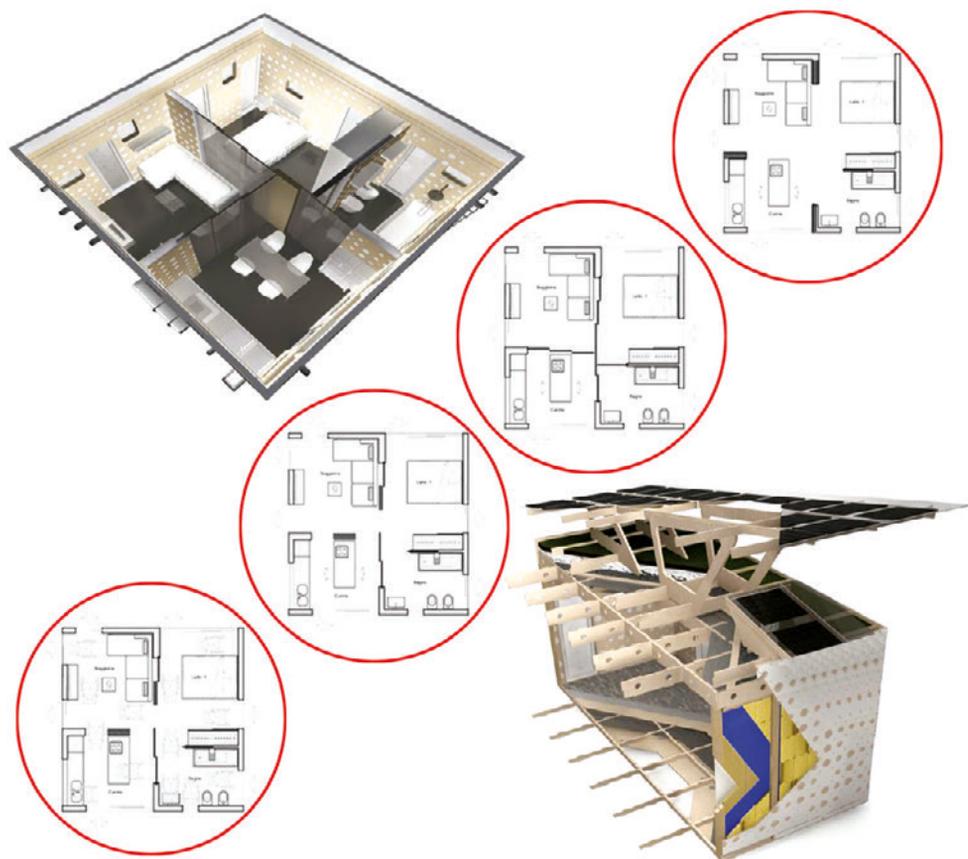


Fig.01 Rappresentazioni del modulo abitativo con immagini tridimensionali e piante delle diverse configurazioni interne.

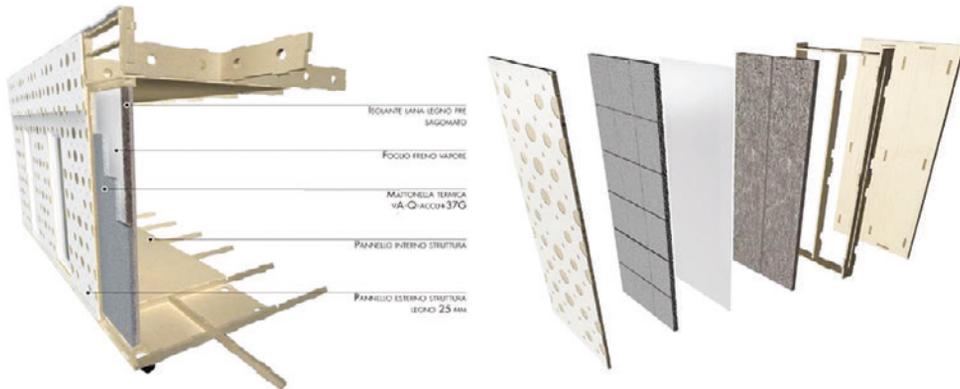


Fig.02 Rappresentazioni tridimensionali del sistema costruttivo dell'involucro edilizio e dei singoli componenti del modulo di facciata.

ti modulari orizzontali e tre verticali, progettati con profili geometrici specifici come fori e rientranze, per consentire un assemblaggio manuale rapido e semplice. Altri due pannelli sono utilizzati come chiusura. Tutti i singoli pannelli di legno sono lastre di multistrato marino con spessore 25 mm.

All'interno dei singoli moduli di facciata vengono inseriti gli strati termici, costituiti da pannelli in lana di legno, VIP, un foglio barriera al vapore e PCM (*Phase Change Materials* materiali a cambiamento di fase). I pannelli in lana di legno rappresentano l'elemento di maggiore spessore con 400 mm che, se necessario, può diventare 850 mm, riempiendo una prima intercapedine libera di 450 mm. Tale intercapedine, quando non è riempita con l'isolamento aggiuntivo, può configurarsi come una facciata ventilata. L'isolante VIP viene utilizzato in formato incapsulato di 20 mm o 10 mm solo per riempire i vuoti nelle connessioni degli elementi orizzontali e verticali del telaio. Infine, il PCM che rappresenta l'elemento adattivo dell'involucro è previsto con elementi preconfezionati in polietilene ad alta densità (HDPE) di dimensioni 25mm x 20mm x 35mm, contenenti all'interno paraffina con temperature di fusione di circa 33°C nella fase solida e 40°C in fase liquida (Fig. 02).

Con identico principio sono stati progettati anche i solai, costituiti da moduli 1m x 1m realizzati con medesimi pannelli in legno a formare una piastra a nervature incrociate, avente spessore complessivo di 305mm in grado di contenere un'intercapedine per gli impianti.

In virtù delle caratteristiche termiche dell'involucro con elevate capacità d'isolamento e accumulo termico, sono stati individuati e dimensionati i sistemi impiantistici: un'unità di ventilazione controllata con recupero di calore e filtraggio dell'aria, un impianto di riscaldamento radiante elettrico a pavimento e un depuratore di acqua piovana. Tali impianti hanno alimentazione esclusivamente elettrica e attraverso due batterie di accumulo che trovano alloggio nel cavedio, un impianto fotovoltaico (29,36 kwh/anno) e solare termico sono in grado di coprire il fabbisogno energetico globale del modulo abitativo, rendendo l'abitazione energeticamente autonoma e a energia quasi zero.

Infine, il modulo abitativo, grazie al criterio di modularità con cui è realizzato, può essere riprodotto ed esteso a formare aggregazioni di più moduli, generando sistemi abitativi più intensivi o piccoli complessi residenziali (Fig. 03).

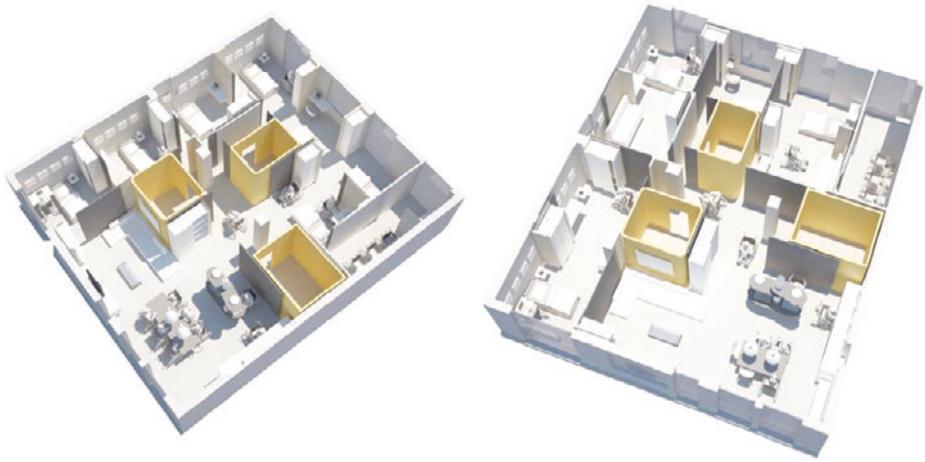


Fig.03 Rappresentazione di una possibile configurazione di aggregazione di più moduli. Aggregazione di 180m² per 6 persone.

Simulazione e risultati

Il modulo abitativo è stato sottoposto ad analisi e simulazioni per validare le scelte fatte nella fase di progettazione.

Una prima fase di studio ha riguardato la selezione dei materiali che dovevano rispondere a caratteristiche di isolamento e assorbimento termico dell'involucro. Per avere prestazioni che potessero soddisfare gli obiettivi energetici e funzionali, sono stati utilizzati due tipologie di materiali: isolanti sotto vuoto VIP che sfruttano l'accumulo di energia termica sia sensibile che latente, utilizzati per l'isolamento delle partizioni orizzontali e per eliminare i ponti termici e materiale a cambiamento di fase costituiti da elementi preconfezionati in HDPE, capaci di accumulare o cedere calore latente cambiando il loro stato da solido a liquido e viceversa entro un determinato *range* di temperature di esercizio. Questi elementi sono inseriti direttamente nello spazio della cavità esposto verso la superficie esterna del componente di facciata verticale ed isolato posteriormente con uno strato di materiale convenzionale composto da lana legno.

A partire dalle caratteristiche termo igrometriche dei materiali ed in funzione del loro spessore previsto, sono state condotte delle simulazioni in regime sia stazionario che dinamico sui singoli componenti dell'involucro edilizio. In particolare le simulazioni termiche in regime dinamico sono state condotte con le seguenti temperature: nel periodo freddo con superfici esterne 5,5°C e superfici interne 20±2°C, nel periodo caldo con parete esterna verticale 49°C, sulla copertura 72°C e temperatura interna dell'ambiente interno di 26±2°C. A completamento dello studio dell'involucro verticale opaco, è stato preso in considerazione il ponte termico dell'angolo. A tal proposito, per prevenire dispersioni di calore, è stato inserito uno strato di VIP di tipo incapsulato nell'intercapedine sul lato interno.

Lo studio dell'involucro è proseguito con le analisi dei sistemi di collegamento tra partizioni verticali e orizzontamenti. Le stratigrafie dei due elementi orizzontali non hanno al loro interno elementi termoattivi ma alcuni strati di isolamento con pannelli VIP. Le simulazioni si sono concentrate in particolare sui nodi tra parete e pavimento e copertura (Fig. 04).

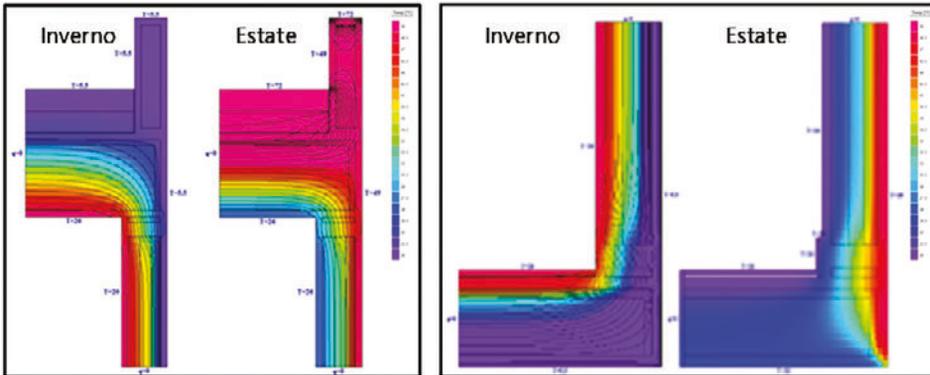


Fig.04 Simulazioni del flusso termico nell'involucro edilizio in regime invernale ed estivo. Da destra: nodo parete coperture e nodo parete solaio a terra.



Fig.05 Risultati della simulazione energetica globale. Diagrammi e valori dei fabbisogni mensili in riscaldamento (rosso) e in raffreddamento (blu).

Un'ulteriore analisi è stata eseguita sulla parete verticale in condizioni dinamiche reali, con località climatica di riferimento Ascoli Piceno. Lo studio ha permesso di simulare le variazioni delle singole grandezze climatiche, valutate su base oraria al fine di costruire un modello del comportamento termoigrometrico, in un regime di propagazione monodirezionale, dei componenti edilizi dell'involucro, è stato condotto e senza introdurre ventilazione nelle cavità. Tale simulazione, conferma i dati delle analisi effettuate precedentemente, evidenziando il comportamento del materiale PCM nel periodo freddo, con una temperatura del materiale che non scende mai sotto i 10°C, mentre nel periodo caldo si mantiene a temperatura tra 23°C e 35°C, mitigando le oscillazioni termiche e igrometriche, evitando fenomeni di condensa interna. Il materiale PCM contribuisce al riscaldamento passivo nel periodo invernale: di giorno con un rilascio di 10÷15W/m², di notte di 25÷35W/m².

Questo rilascio di energia termica è controllato dalla presenza dello strato isolante che viene mantenuto in condizioni di flusso termico vicine allo zero.

Successivamente è stata eseguita valutazione energetica globale del modulo abitativo attraverso un modello termico tridimensionale, è stato possibile prevedere il comportamento termico passivo del modulo abitativo. L'analisi globale dell'edificio mostra come l'involucro sia in grado di isolare o assorbire calore nei periodi di riscaldamento o raffrescamento. I risultati delle simulazioni, eseguite appositamente in assenza di impianti (comportamento passivo), mostrano temperature medie nel giorno più freddo e più caldo sensibilmente differenti dalle condizioni climatiche esterne, evidenziando come l'ambiente interno è in grado di mantenere temperature più vicine alle condizioni di comfort (Fig. 05).

Infine, sulla base dei dati acquisiti dalle precedenti simulazioni energetiche, sono stati verificati e adeguati i dimensionamenti degli impianti rinnovabili che in virtù di un basso fabbisogno energetico risultano essere in grado di coprire le utenze termiche e di acs del modulo abitativo con un margine per gli usi elettrici.

I risultati delle simulazioni condotte esprimono in generale un ottimo comportamento energetico dell'involucro edilizio con conseguenti consumi energetici quasi nulli. In dettaglio relativamente alle pareti, nel periodo invernale le temperature sulla faccia interna sono pressoché costanti e tali da eliminare il rischio di condense superficiali. Il ponte termico costituito dagli elementi d'irrigidimento non interferisce con la superficie interna o esterna. Il flusso termico attraverso l'elemento è molto contenuto. Ciò assicura all'elemento un valore di trasmittanza compreso tra 0,202 e 0,306 W/mqK, compatibile con un involucro "super-isolato" anche in presenza di discontinuità all'interno della stratigrafia. Nel periodo estivo il materiale PCM assorbe il calore esterno senza trasmetterlo all'interno, il materiale raggiunge la temperatura di fusione trovandosi a circa 44,0°C in media. Anche nella situazione estiva il valore del coefficiente di trasmittanza è di circa 0,20 W/mqK mantenendo quindi la caratteristica di super isolamento termico.

Le simulazioni dei flussi termici sui nodi, mostrano un buon comportamento degli angoli tra parete e solaio a terra con temperatura di circa 18°C che garantisce l'assenza di fenomeni di ionotermoforesi e quindi di muffe o efflorescenze. Dallo studio del flusso termico non si evidenziano dispersioni elevate, con un valore di trasmittanza medio di circa 0,262 W/mqK, si ha così un valore pressoché costante d'isolamento, su tutta la superficie. Si evidenzia anche in questa simulazione come il ruolo del materiale PCM, nel periodo estivo, sia determinante per assorbire il calore proveniente dalla faccia esterna dell'involucro.

In riferimento al comportamento energetico globale dell'edificio, i risultati mostrano un fabbisogno energetico in riscaldamento di 22,93 kwh/m² anno e di 20,39kwh/m² in raffrescamento.

Conclusioni

Il presente studio illustra il progetto di un modulo abitativo sperimentale, concepito per un'utenza anziana e in grado di ottimizzare l'utilizzo di reti e sistemi di tipo *smart* per il controllo e l'assistenza di chi lo abita. A determinare l'efficacia e la validità del modulo è in particolare il progetto dell'involucro edilizio, concepito per fornire alte prestazioni energetiche, flessibilità, adattabilità e trasformabilità, ritenuti aspetti fondamentali per le *smart houses* e per ambienti abitativi inclusivi.

Le peculiarità dell'involucro edilizio, in riferimento all'aspetto energetico, risiedono nella capacità di modificare il suo comportamento termo-fisico nei vari periodi dell'anno e nella capacità di organizzare i suoi strati interni al fine di soddisfare le diverse esigenze termiche degli individui anziani per trarre vantaggio da alcune strategie energetiche passive.

I risultati ottenuti dalle simulazioni termiche sul prototipo virtuale mostrano prestazioni complessive significative dell'intero involucro, anche sui ponti termici, che rappresentano uno degli aspetti più critici per i sistemi costruttivi a secco in legno. L'utilizzo di materiali come il VIP e i PCM che forniscono una buona inerzia termica su una parete leggera sotto i 55kg/m^2 può collocare l'edificio, secondo lo standard italiano, tra gli edifici a energia quasi zero. Il grado di flessibilità e adattabilità dell'involucro, dotato di due intercapedini separate, rende il modulo abitativo stesso adattabile e modificabile a diverse condizioni climatiche, potendo implementare gli spessori dei suoi strati interni e soprattutto fornendo spazi predisposti per l'installazione e la manutenzione degli impianti e delle reti e dei relativi dispositivi.

Tuttavia è opportuno evidenziare diversi limiti e carenze esistenti. In generale il livello di progettazione del modulo abitativo, seppur avanzato in alcuni aspetti, richiede ulteriori sviluppi e verifiche. Tra queste, alcune problematiche possono essere riscontrate nell'involucro, considerando le prestazioni termiche risultanti dalle simulazioni, in quanto il rivestimento esterno in multistrato marino costituisce un materiale critico per i flussi di calore, migliorabile con dei rivestimenti di protezione. In aggiunta, altri tipi di analisi potrebbero essere eseguite: di tipo acustico, illuminotecnico e di sostenibilità ambientale. Ulteriori analisi e simulazioni sono auspicabili con diverse condizioni al contorno, diverse condizioni climatiche, ecc.

Infine, per proseguire lo studio del modulo abitativo proposto, in aggiunta alla necessità di sviluppare la progettazione è possibile ipotizzare la realizzazione di un prototipo reale con il quale valutare e verificare la fattibilità costruttiva sia del singolo modulo sia della composizione di più moduli aggregati.

Bibliografia

- AA.VV. (2019). *Demographic outlook for the European Union*. EPRS European Parliamentary Research Service.
- AA.VV. (2012). *Health 2020. A European policy framework supporting action across government and society for health and well-being*. Copenhagen, WHO Regional Office for Europe.
- Baquero, M. T., Higuera García, E. (2019). Thermal comfort for the elderly: A systematic review of the scientific literature. *Revista de Geriatria y Gerontología*, n. 54 (5), pp. 280-295.
- Bjelcic, N., Švelec, D. (2019). New perspectives for people with special needs according the development of new generation ICT technologies. *Proceedings 42nd International convention on information and communication technology*, pp. 392-397.
- Cahill, J., Loughlin, S.M., Blazek, D. (2018). The Design of New Technologies Addressing Independence, Social Participation & Wellness for Older People Domicile in Residential Homes. *Proceedings CSCI 2017 International conference on computational science and computational intelligence*, pp. 1672-1677.
- Dobre, C., Bajenaru, L., Marinescu, I., Tomescu, M. (2019). Improving the quality of life for older people: From smart sensors to distributed platforms. *Proceedings 22nd International Conference on control system and computers science*, pp. 636-642.
- Iommi, M. (2015). Thermal comfort for older adults. an experimental study on the thermal requirements for older adults. *Proceedings CISBAT 2015 International conference sustainability from nano to urban scale*, pp. 357-362.
- Iliffe, S., Kharicha, K., Goodman, C., Manthorpe, J. (2005). Smarter Working in Social and Health care (SWISH): Enhancing the quality of life of older people using an 'expert system. *Quality in ageing and older adults*, n. 6 (4), pp. 4-11.
- Losco, G., Lupacchini, A., Bradini, L. (2015). Smart object and smart house for ambient assisted living: Design concept. *Biosystems and Biorobotics*, n.11, pp. 275-284.
- Mazziotta, D., Jenkins, H. (2016). *Smart house. Smart city*. Torino: Ed. Reda.
- Mihnovits, A., Nisos, C.E. (2016). Measuring healthy and suitable housing for older people: A review of international indicators and data sets. *Gerontechnology*, n. 15, pp. 17-24.
- Park, K.S., Choi, S.H. (2019). Smart technologies toward sleep monitoring at home. *Biomedical engineering letters*, n.9 (1), pp. 73-85.
- Sanchez, J.M., Miles, I. (2017). The role of future-oriented technology analysis in e-Government: a systematic review. *European journal of future research*, n. 5 (1), pp. 2-18.
- Satpathy, L. (2006). *Smart Housing: Technology to Aid Aging in Place, New Opportunities and Challenges*. Starkville: Mississippi University press.
- Spadolini, M.B. (2013). *Design for better life. Longevità:scenari e strategie*. Milano: Franco Angeli.
- Štefanič, M., Stankovski, V. (2018). A review of technologies and applications for smart construction. *Civil engineers*, n.172 (2), pp. 83-87.
- Vaidya, V.D., Vishwakarma, P. (2018). A Comparative Analysis on Smart Home System to Control, Monitor and Secure Home. *Proceedings ICSCET 2018 International conference on smart city and engineering technology*.
- Van Hoof, J., Schellen, L., Soebarto, V., Wong, J.K.W. (2019). Ten questions concerning thermal comfort and ageing. *Building and Environment*, n. 120, pp. 123-133.

Il volume affronta il tema dell'abitare presentando i risultati di studi, ricerche e sperimentazioni di architettura in chiave inclusiva, raccolti in occasione del convegno dal titolo "Abitare inclusivo" organizzato a Udine nel 2019. Il progetto che ha reso possibile questa antologia strutturata di esperienze nasce dalla volontà dei componenti del Cluster Accessibilità Ambientale della Società Scientifica della Tecnologia dell'Architettura (SITdA), di rilevare un modello funzionale attuale di riferimento scientifico interdisciplinare dell'architettura, declinato alle diverse scale delle opere, dei prodotti e dei processi, per l'avanzamento tecnologico di una progettazione sempre più mirata alla persona e al suo valore in un processo etico di sviluppo sociale.

The volume deals with the issue of living in an inclusive point of view by presenting the results of contributions, research experiences and design experiments collected at the international conference "Inclusive Living" organized in Udine in 2019. Starting from the will of the Accessibility Cluster of the Italian Society of Architectural Technology (SITdA), this structured anthology of experiences aims to define a functional, interdisciplinary and scientific reference model in the field of architecture. This has to be declined at different scales of works, products and processes so it can guarantee the technological progress of a design that is increasingly targeted to the person and its value into an ethical process of social development.

ISBN 978-88-32050-44-8



Anteferma Edizioni € 32,00