do.co.mo.mo

Efficienza energetica e conservazione dell'architettura del secondo Novecento



international committee for
documentation and conservation
of buildings, sites and neighbourhoods of the
modern movement

Marta Casanova, Federica Pompejano

EFFICIENZA ENERGETICA E CONSERVAZIONE DELL'ARCHITETTURA DEL SECONDO NOVECENTO

Marta Casanova
Federica Pompejano

2026

Autori: Marta Casanova, Federica Pompejano

Con saggi di Giovanna Franco, Stefano Francesco Musso, Daniela Pittaluga, Uta Pottgiesser, Wido Quist, Rita Vecchiattini

Editore: DOCOMOMO International

Delft University of Technology – Faculty of Architecture and the Built Environment
P.O. Box 5043 | NL - 2600 GA Delft
Julianalaan 134 (building 8) | NL - 2628 BL Delft
www.docomomo.com
www.docomomojournal.com
docomomo@tudelft.nl

DOCOMOMO International book series #03,
series editors: Uta Pottgiesser, Wido Quist

Design: Karen Knols, Studio Lampro

Open Access: DOCOMOMO International rende i volumi della collana DOCOMOMO Book Series immediatamente disponibili ad accesso aperto (Open Access, OA), nella convinzione che la libera disponibilità della ricerca favorisca una più ampia circolazione delle conoscenze a livello globale. L'opera è distribuita con licenza Creative Commons Attribuzione 4.0 Internazionale (CC BY 4.0).

DOI: https://doi.org/10.52200/docomomo.books.03it

Copyright: Gli autori conservano senza limitazioni i diritti d'autore sui propri contributi. Gli autori e l'editore hanno compiuto ogni ragionevole sforzo per ottenere le autorizzazioni necessarie alla riproduzione delle fotografie e delle altre opere visive presenti nel volume. Qualora vi siano titolari di diritti sulle immagini che non sono stati individuati o contattati e i cui diritti risultino incompatibili con la licenza CC BY 4.0, si prega di contattare l'editore.

ISBN/EAN: 978-90-833867-3-7

Immagine di copertina: Teatro Comunale di Alessandria. Foto Marta Casanova, 2026.

Il presente volume è disponibile anche in edizione inglese con il titolo "Energy Efficiency and Conservation of Late Twentieth-Century Architecture", ISBN 978-90-833867-2-0.

Il volume è esito del progetto di ricerca *EeTAC – Efficienza energetica e tutela dell'architettura contemporanea: conservazione, qualità e innovazione dell'involucro*, sostenuto da *Architetture Sostenibili per il Restauro del Contemporaneo*, iniziativa promossa dalla Direzione Generale Creatività Contemporanea del Ministero della Cultura.

Responsabile scientifico: Marta Casanova

Gruppo di ricerca
Dipartimento Architettura e Design, Università degli Studi di Genova: Federica Pompejano, Stefano Francesco Musso, Giovanna Franco, Daniela Pittaluga, Rita Vecchiattini, Simonetta Acacia, Elena Geria.

I testi non attribuiti ad altro autore sono di Marta Casanova e Federica Pompejano, di cui:
Direzione Generale della RAI, Distribuzione carburante – Le Fucine, Edificio di via Leopardi, Grattacielo di Porta San Pietro, Grattacielo Pirelli, Officine ICO Centrale, Padiglione Tavolara, Quartiere INA-Casa di Forte Quezzi – Casa A, Quartiere Madonna Bianca, Torre Velasca, Quartiere coordinato di via della Barca – Il Treno, Trifoglio – Politecnico di Milano, Villa Rossi con Simonetta Acacia; Cartiera Burgo, Ex Palazzo della Regione, Padiglione Agnelli, Padiglione Nervi, Teatro Nuovo con Elena Geria; Burgerweeshuis, Cité du Lignon, Glass House, Haus Hardenberg, Kleiburg, Museo Guggenheim, Ex Ospedale Felix Platter, Park Hill, Salk Institute, Teatro Scharoun con Elena Geria, Wido Quist e Uta Pottgiesser.

Nota sull'uso dell'intelligenza artificiale
Il testo di questo volume è stato ideato e redatto dai rispettivi autori in parte in lingua italiana, in parte in lingua inglese. Strumenti di intelligenza artificiale sono stati utilizzati esclusivamente come supporto alla traduzione e alla revisione linguistica, con particolare riferimento alla grammatica, alla sintassi e alla chiarezza espositiva. I contenuti scientifici, l'argomentazione, le interpretazioni e le conclusioni sono interamente attribuibili ai rispettivi autori, che hanno redatto, verificato e approvato ogni revisione linguistica e si assumono la piena responsabilità della versione definitiva del testo.

Direzione Generale Creatività Contemporanea

ASX Architetture Sostenibili per

Università di Genova | DAD Dipartimento Architettura e Design

docomomo international

INDICE

Prefazione 5
Wido Quist, Uta Pottgiesser

L'importanza del restauro del contemporaneo e il ruolo dell'efficientamento energetico 7
Maria Piccarreta, Cristian Filagrossi Ambrosino

Ringraziamenti 11

Introduzione 13

SAGGI 17

L'involucro del secondo Novecento tra prestazione e identità 18
Marta Casanova

Patrimonio costruito e transizione energetica. Politiche europee, tutela e compatibilità 26
Giovanna Franco, Stefano F. Musso

Il patrimonio moderno come risorsa oltre la riqualificazione energetica 36
Uta Pottgiesser, Wido Quist

La sfida del cambiamento: conservare il patrimonio architettonico del Novecento 46
Federica Pompejano

Tecniche di restauro per la conservazione dell'involucro del secondo Novecento 57
Daniela Pittaluga, Rita Vecchiattini

Leggere l'intervento: criteri e strumenti della valutazione ex post del progetto EeTAC 67
Marta Casanova, Federica Pompejano

CASI STUDIO 71

Architettura residenziale 75

Villa Rossi 76

Torre Velasca 82

Edificio di via Leopardi 88

Quartiere Madonna Bianca 94

Quartiere INA-Casa di Forte Quezzi – Casa A 100

Quartiere coordinato di via della Barca – Il Treno 106

Grattacielo a Porta San Pietro 112

Cité du Lignon 118

Kleiburg 124

Park Hill 130

Glass House 136

Architettura commerciale e direzionale 143

Grattacielo Pirelli 144

Distribuzione carburante – Le Fucine 150

Ex Palazzo della Regione . . . 156
Direzione Generale della RAI . . . 162
Haus Hardenberg . . . 168
Architettura sanitaria e assistenziale . . . 175
Ex Ospedale Felix Platter . . . 176
Burgerweeshuis . . . 182
Architettura industriale e produttiva . . . 189
Officine ICO Centrale . . . 190
Cartiera Burgo . . . 196
Architettura per l'istruzione e la ricerca . . . 203
Trifoglio – Politecnico di Milano . . . 204
Salk Institute . . . 210
Architettura religiosa . . . 217
Chiesa di Nostra Signora della Misericordia . . . 218
Architettura ricreativa e culturale . . . 225
Padiglione Agnelli . . . 226
Padiglione Nervi . . . 232
Teatro Nuovo . . . 238
Teatro Comunale di Alessandria . . . 244
Padiglione dell'Artigianato Eugenio Tavolara . . . 250
Teatro Scharoun . . . 256
Museo Guggenheim . . . 262
Riflessioni conclusive . . . 269
L'intervento sull'involucro delle architetture del secondo Novecento: esperienze e riflessioni dal progetto di ricerca EeTAC . . . 270
Marta Casanova, Federica Pompejano
Bibliografia dei casi studio . . . 279
APPENDICE . . . 299
Crediti delle immagini . . . 300
Biografia degli autori dei saggi . . . 303

PREFAZIONE

La missione di DOCOMOMO International è promuovere lo scambio di idee in materia di tecnologie per la conservazione dell'architettura, promuovere l'interesse verso il patrimonio moderno e sollecitare un senso di responsabilità collettiva nei confronti dell'eredità moderna[1]. Il presente volume offre un contributo di grande rilievo, contribuendo a questa missione. Attraverso un'approfondita opera di inventariazione e analisi, sono stati documentati numerosi casi studio italiani e internazionali. Il messaggio principale di questo libro è che, sebbene non sia semplice e non esista uno schema predeterminato da seguire, è assolutamente possibile conservare e riutilizzare, adeguandoli, gli edifici moderni del secondo dopoguerra migliorandone, al contempo, tra gli altri aspetti, l'efficienza energetica.

Nel suo Piano d'Azione, presentato nel 2021, DOCOMOMO International ha promosso la pubblicazione di contributi in modalità Open Access, estendendola oltre l'iniziativa del *DOCOMOMO Journal*. Parallelamente alla digitalizzazione degli archivi della rivista, delle newsletter e dei dossier tecnici, è stata avviata la *DOCOMOMO Book Series,* con l'obiettivo di promuovere ulteriormente l'accessibilità alle pubblicazioni. La *DOCOMOMO Book Series* offre ai gruppi di lavoro nazionali, ai comitati specialistici internazionali, ai progetti di ricerca e alle iniziative dei singoli membri di DOCOMOMO, l'opportunità di pubblicare in modalità Open Access, sia in formato digitale sia in modalità "Print on demand", ossia stampa su richiesta[2].

Siamo particolarmente lieti che Marta Casanova e Federica Pompejano abbiano affidato a DOCOMOMO International la pubblicazione degli esiti del loro progetto di ricerca *EeTAC – Efficienza energetica e tutela dell'architettura contemporanea: conservazione, qualità e innovazione dell'involucro*, sostenuto da *Architetture Sostenibili per il Restauro del Contemporaneo*, iniziativa promossa dalla Direzione Generale Creatività Contemporanea del Ministero della Cultura italiano.

Ci auguriamo che questo volume possa avere un'ampia e rapida diffusione e raggiungere studenti, professionisti e studiosi in tutto il mondo e che possa, al contempo, costituire una fonte di ispirazione per tutti coloro che si dedicano alla conservazione e alla documentazione di edifici, siti e quartieri del Movimento Moderno.

Wido Quist

Segretario Generale, DOCOMOMO International

Uta Pottgiesser

Presidente, DOCOMOMO International

1 Maggiori informazioni sulle attività di DOCOMOMO International sono disponibili sul sito web all'indirizzo: https://docomomo.com/organization/.

2 POTTGIESSER, Uta, QUIST, Wido (2024). From Newsletter to Open Issue. In: DOCOMOMO Journal, 71, 2-3. https://doi.org/10.52200/docomomo.71.01.

L'IMPORTANZA DEL RESTAURO DEL CONTEMPORANEO E IL RUOLO DELL'EFFICIENTAMENTO ENERGETICO

Maria Piccarreta, Cristian Filagrossi Ambrosino

Che cosa facciamo quando un edificio contemporaneo, magari costruito quarant'anni fa, comincia a "invecchiare"? Lo trattiamo come un manufatto storico da tutelare, o come un edificio qualsiasi da adeguare alle norme di oggi, anche a costo di trasformarlo profondamente?

È a questa domanda, a prima vista semplice ma che in realtà nasconde una questione tutt'altro che scontata, che, da qualche anno, la Direzione Generale Creatività Contemporanea del Ministero della Cultura sta cercando di dare una risposta, attraverso diverse attività: il Censimento delle architetture italiane dal 1945 ad oggi, l'organizzazione del convegno Restaurare il Presente, e poi l'Avviso Pubblico Architetture Sostenibili per il Restauro del Contemporaneo, oggi alla sua seconda edizione. Ed è una domanda che, con il passare del tempo, riguarderà sempre più edifici, sempre più città, sempre più persone.

Perché il restauro del contemporaneo è un tema nuovo

Per comprendere la rilevanza della questione occorre collocarla in una prospettiva storica. La disciplina del restauro possiede da secoli strumenti teorici e metodologici ben consolidati per confrontarsi con l'architettura storica. Esistono criteri condivisi per intervenire su facciate rinascimentali, volte barocche o contesti urbani medievali, supportati da una solida tradizione di studi.

Al contrario, l'architettura a partire dal secondo Novecento costituisce ancora un territorio inesplorato dal punto di vista della conservazione. Oggi molte di queste opere superano i cinquant'anni di vita e si trovano in una condizione critica: hanno spesso perso la funzione originaria, presentano obsolescenza tecnologica e non soddisfano i requisiti odierni di sicurezza, comfort e risparmio energetico. Si trovano pertanto a un bivio drammatico: subire trasformazioni sconsiderate o andare incontro all'abbandono e alla demolizione.

Il punto è che l'architettura contemporanea di qualità non è fatta di edifici come gli altri. È già patrimonio, anche se non lo percepiamo ancora così. Ha un valore storico-critico, materico, identitario che merita la stessa attenzione e lo stesso rigore che riserviamo a un monumento antico.

L'Avviso e i progetti finanziati

L'Avviso *Architetture Sostenibili per il Restauro del Contemporaneo* risponde all'esigenza di finanziare la ricerca e la divulgazione, promuovendo la costruzione di una conoscenza sistematica ed esaustiva. La struttura del programma si articola in diverse linee di azione tematiche:

L'efficientamento energetico dell'involucro edilizio.

- EeTAC – Efficienza energetica e Tutela dell'Architettura Contemporanea, Università di Genova;
- BIS - Belle, inclusive, sostenibili, Dipartimento di Storia Disegno e Restauro dell'Architettura della Sapienza.

L'efficientamento energetico degli impianti.

- Heritage Recharged. Restauro ed efficienza energetica dell'architettura contemporanea, Università Iuav di Venezia.

La rifunzionalizzazione del contemporaneo.

- Oltre il recupero. Riuso adattivo, circolare, energeticamente efficiente, Dipartimento di Pianificazione, Design e Tecnologia dell'Architettura della Sapienza;
- L'Architettura che visse due volte. Conoscere per intervenire sul patrimonio contemporaneo, Università di Roma Tor Vergata.

Sono cinque percorsi diversi per metodo e per scala, ma condividono tutti la stessa intuizione di fondo: prima di intervenire, bisogna conoscere a fondo l'edificio su cui si interviene — la sua storia, i suoi materiali, il modo in cui è già stato eventualmente trasformato — e da questa conoscenza far discendere criteri condivisi, non soluzioni preconfezionate.

Il nodo critico: efficientamento energetico e conservazione

Il tema della sostenibilità energetica rappresenta il punto di maggiore tensione tra conservazione e trasformazione. Se l'architettura antica può conservarsi per secoli prescindendo da interventi prestazionali, un edificio del secondo Novecento privo di un'adeguata strategia energetica rischia l'abbandono nell'arco di una sola generazione. La questione energetica diviene così la condizione determinante per la sopravvivenza stessa del manufatto.

Tale criticità risiede nella natura stessa della progettazione moderna. Come evidenziato dalla storiografia critica (a partire dagli studi di Reyner Banham), mentre l'architettura storica affidava il comfort ambientale a soluzioni passive incorporate nella forma (spessori murari, orientamento, ventilazione naturale), il secondo Novecento ha spesso delegato il benessere microclimatico alla tecnologia impiantistica. L'avvento di condizionamento, illuminazione artificiale e riscaldamento centralizzato ha consentito la nascita di un'architettura svincolata dal clima, caratterizzata da ampie superfici vetrate, involucri leggeri e piante libere, tarata su un'ipotesi di disponibilità energetica illimitata e a basso costo.

Oggi si riscontra una marcata maturità metodologica sia nella progettazione del nuovo a emissioni quasi zero (NZEB), sia nel retrofit dell'edilizia storica vincolata. Manca tuttavia una metodologia consolidata per la "fascia intermedia": l'applicazione dell'efficientamento energetico all'architettura contemporanea d'autore.

I rischi operativi si collocano a due estremi opposti:

1. **Intervento iper-invasivo**: l'applicazione indiscriminata di cappotti termici, la sostituzione dei serramenti e lo stravolgimento impiantistico al solo fine di

scalare le classi energetiche finiscono per annullare la materia originaria, il disegno del prospetto e la sintassi architettonica.

2. **Atteggiamento di pura astensione:** un rigetto dogmatico di qualsiasi modifica, guidato da un'interpretazione rigida della tutela, impedisce il raggiungimento dei requisiti minimi di legge, e rischia, alla fine di condannare l'edificio all'inutilizzabilità, che è la forma più silenziosa di abbandono.

Tra questi due estremi si apre lo spazio della vera ricerca, quello che il programma finanzia: individuare un equilibrio, caso per caso, tra le istanze della conservazione e quelle della riduzione dei consumi. Non una regola unica, ma buone pratiche ripetibili, criteri, strumenti operativi che aiutino chi progetta a non dover scegliere tra tutela e sostenibilità, ma a tenerle insieme.

Conclusioni

Tornando alla domanda iniziale, è evidente che il restauro del contemporaneo non è un tema di nicchia per specialisti: è una questione che riguarda il modo in cui le nostre città continueranno a vivere nei prossimi decenni. Ogni volta che scegliamo di recuperare, invece di demolire, un edificio del secondo Novecento che ha ancora qualcosa da dire, facciamo una scelta culturale, prima ancora che tecnica.

L'efficientamento energetico, in questo quadro, non è un vincolo esterno da subire, ma può diventare l'occasione per riscoprire questi edifici, per studiarli a fondo, per restituire loro una nuova vita che sia insieme sostenibile e fedele alla loro identità.

È questo il senso più profondo di un programma come Architetture Sostenibili per il Restauro del Contemporaneo: non finanziare semplicemente la ricerca, ma contribuire a costruire, passo dopo passo, la cultura di cui abbiamo bisogno per affrontare una sfida che, piaccia o no, è già arrivata.

RINGRAZIAMENTI

Il nostro primo ringraziamento va alla Direzione Generale Creatività Contemporanea del Ministero della Cultura, che attraverso il programma *Architetture Sostenibili per il Restauro del Contemporaneo* ha reso possibile lo sviluppo della ricerca EeTAC e la pubblicazione di questo volume.

Il lavoro è stato realizzato grazie all'impegno del gruppo di ricerca, composto da Stefano Francesco Musso, Giovanna Franco, Daniela Pittaluga, Rita Vecchiattini, Simonetta Acacia ed Elena Geria dell'Università degli Studi di Genova e da Wido Quist e Uta Pottgiesser di DOCOMOMO International. A loro va il nostro ringraziamento per il contributo scientifico, il confronto e il lavoro svolto nelle diverse fasi del progetto. Ringraziamo inoltre il personale tecnico e amministrativo del Dipartimento Architettura e Design dell'Università di Genova che ha seguito con disponibilità e attenzione gli aspetti amministrativi, contabili e organizzativi. Un ringraziamento particolare va al gruppo editoriale di DOCOMOMO International e, in particolare, a Karen Knols, per aver accompagnato la preparazione del volume e averne curato la realizzazione editoriale.

La costruzione del corpus dei casi studio non sarebbe stata possibile senza la disponibilità dei progettisti e dei professionisti che hanno condiviso documenti, disegni, dati e immagini e che hanno dedicato tempo a incontri e sopralluoghi, permettendoci di comprendere più a fondo le ragioni, il processo e gli esiti degli interventi. Ringraziamo ACPV Architects e Manuel Santacroce (RAI); Andrea Baudo (BRC Costruzioni); Andrea Bondonio e Isolarchitetti; Andrea Zamboni e ZAA – Zamboni Associati Architettura; Angel Ayón, Laura Boynton e WASA/Studio A; Antonio De Rossi, Carlo Deregibus e il Masterplan Team – Politecnico di Torino; Cameron Trowbridge e il Getty Conservation Institute; Christa Carr e The Glass House; Cristiana Chiorino e la Pier Luigi Nervi Foundation; Elena Frugoni e la Soprintendenza ABAP Torino; Elisa Pisano; Enrico Giacopelli e Stefano Fantucci; Federica Legnani; Francesco Conserva, Azzurra Stilo e Open Project; Gianluca Noto (Politecnico di Milano); Giulia Marino (EPFL–TSAM); Giulio Barazzetta e SBG Architetti; Giuseppe Ruscica e CREA.RE; Luca Biancucci, Franco Borsi e Segreto Martina (ACER Bologna); Marco Caprini (COPRAT); Matt McCallum, Lucy Taylor e Mikhail Riches; Müller Sigrist Architekten; Paolo Ravera, Mauro Caselli, Antonio Maria Zappa, Luisa Gilardenghi, Simone Abbado, RossiProdi Associati, AI Engineering e AI Studio; Paolo Sanjust; Piersimone Simonetti (Studio Cenami Simonetti Ticca); Pietro V. Ambrosini (Campomarzio) e Andrea Bombasaro; Wessel de Jonge e WDJArchitecten; Xander Vermeulen Windsant e XVW architectuur; Zito Artico Fracassi Architetti e Archest.

La documentazione iconografica del volume è stata resa possibile dalla generosità degli studi e dei fotografi che hanno messo a disposizione immagini e disegni e ne hanno autorizzato la pubblicazione. Ringraziamo ACPV Architects e DBA PRO., Archest, Brenne Architekten, Campomarzio e Studio Bombasaro, CREA.RE, Isolarchitetti e Rafael Moneo, Masterplan Team – Politecnico di Torino e ICS, Mikhail Riches, Müller Sigrist & Rapp Architekten, Open Project, SBG architetti, Studio Giacopelli Architetti, WASA/Studio A, WDJArchitecten, XVW architectuur, ZAA – Zamboni Associati Architettura e Zito Artico Fracassi, insieme ad Alberto Piovano,

Alexander Severin, Ariel Huber, Claudio Merlini, Cornelia Beitl, David Heald, Dell Upton, Elizabeth Daniels, Fabio Oggero, Giancarlo Picotti, Jannes Linders, Kai "Oswald" Seidler, Kai-Uwe Schulte-Bunert, Kris Roderburg, Kristopher McKay, Luca Beltrami Gadola, Luca Pedrielli (Open Project), Marco Cappelletti, Marco Introini, Massimo Narduzzo, Max Mandel, Michael Biondo, Nicola Cagol (Campomarzio), Paolo Mazzo, Paul Arps, Peter Kuley, Piersimone Simonetti, Sara Casanova, Stijn Brakkee Photography, Stijn Poelstra, Tim Crocker e Tony Hisgett. Ringraziamo inoltre Franz Graf e Giulia Marino, Ivan Lombardo, Riccardo de Vincenzo, Sara Lardinois e Mesut Dinler, Uta Pottgiesser e la TH OWL, Zeynep İnan Ocak.

Siamo infine riconoscenti agli archivi, alle fondazioni e alle istituzioni che hanno conservato e reso accessibili i documenti storici e iconografici utilizzati nella ricerca: Archives de Planta Architectes; Archivio Fondazione Magistretti; Archivio fotografico ACER Bologna; Archivio Generale del Politecnico di Milano; Archivio ITEA – Provincia autonoma di Trento; Archivio Mossa; Archivio Osvaldo Piacentini; Archivio Storico Cartiere Burgo; Archivio Storico del Comune di Sassari; Archivio Storico della Città di Torino, Gabinetto fotografico; Archivio Storico dell'Ordine degli Architetti di Bologna; Associazione Archivio Storico Olivetti; Biblioteca Civica Centrale di Torino; Birkhäuser; bpk-Fotoarchiv; Bundesarchiv; ETH Library Zurich, Image Archive; Comune di Alessandria; Fondazione Aldo Pio Favini e Anna Gatta; Fondazione BEIC; Fondazione Pirelli; Fotoarchiv Städtebau & Architektur Basel; Fototeca Panizzi; Getty Conservation Institute; Landesarchiv Baden-Württemberg, Staatsarchiv Freiburg; Library of Congress, Prints & Photographs Division; Luchtvaartmuseum Aviodrome; MAXXI – Museo nazionale delle arti del XXI secolo; Pier Luigi Nervi Foundation; Rijksdienst voor het Cultureel Erfgoed; Royal Institute of British Architects, RIBA Collections; SAHARA – Society of Architectural Historians Architecture Resources Archive; Salk Institute for Biological Studies; Solomon R. Guggenheim Foundation; Staatsarchiv Basel-Stadt; Stadsarchief Amsterdam; Stadtarchiv Wolfsburg; The Glass House; UC San Diego, Special Collections & Archives; Università degli Studi di Firenze, Biblioteca di Scienze Tecnologiche – Archivi di Architettura; Università Iuav di Venezia, Archivio Progetti; University of Virginia, Richard Guy Wilson Architecture Archive.

INTRODUZIONE

La transizione energetica europea sta determinando una profonda trasformazione del patrimonio edilizio esistente, coinvolgendo anche le architetture del secondo Novecento. Molti edifici di questo periodo presentano elevati consumi energetici e fenomeni di degrado o obsolescenza, che rendono necessario il loro aggiornamento. Al tempo stesso, il progressivo riconoscimento del loro interesse culturale impone di considerare tali materiali e componenti non soltanto per le prestazioni che sono in grado di offrire, ma anche come documenti di una fase di profonda trasformazione dell'architettura.

La questione assume particolare evidenza nell'involucro, sul quale si concentra una parte rilevante delle misure di riduzione del fabbisogno energetico e nel quale spesso si condensano caratteri costruttivi e figurativi essenziali. Interventi apparentemente circoscritti possono modificare spessori, partiture e profondità o comportare la perdita di componenti originari. Anche quando l'immagine generale permane, possono mutare la materia, i dettagli e il funzionamento ambientale che contribuiscono alla riconoscibilità dell'opera. Da questa condizione nascono le domande che hanno orientato la ricerca: in che modo è possibile migliorare le prestazioni energetiche dell'involucro delle architetture del secondo Novecento contenendo gli effetti sui loro valori materiali, tecnici e architettonici? E attraverso quali criteri l'analisi comparativa degli interventi realizzati può valutarne la compatibilità e contribuire a orientare le scelte future? Le domande non presuppongono una soluzione univoca, ma richiedono di comprendere quali caratteri sostanzino la significatività di ciascun edificio e attraverso quali criteri possano essere valutati gli effetti delle trasformazioni.

Il progetto di ricerca *EeTAC – Efficienza energetica e tutela dell'architettura contemporanea: conservazione, qualità e innovazione dell'involucro* è stato sviluppato dall'Università degli Studi di Genova in collaborazione con DOCOMOMO International nell'ambito della seconda edizione dell'avviso pubblico *Architetture Sostenibili per il Restauro del Contemporaneo*[1], promosso dalla Direzione Generale Creatività Contemporanea del Ministero della Cultura.

Il progetto ha considerato gli interventi realizzati come campo di osservazione dal quale ricavare conoscenze utili alle scelte future. Alla ricerca di soluzioni esemplari si è privilegiata una lettura volta a ricostruire le condizioni iniziali, gli obiettivi e le trasformazioni prodotte. Per ciascun edificio, fonti bibliografiche, archivistiche e progettuali sono state integrate con sopralluoghi e con interlocuzioni con i soggetti coinvolti. I dati sono stati strutturati in un database relazionale concepito per consentire interrogazioni trasversali e il confronto del corpus di interventi realizzati. La valutazione qualitativa *ex post* ha quindi messo in relazione l'intervento di efficientamento energetico con il grado di conservazione della materia originaria, l'impatto sulla configurazione formale e spaziale, la compatibilità delle nuove parti e il grado di reversibilità delle trasformazioni.

1 Il programma sostiene ricerche rivolte alla riduzione dell'impatto ambientale di architetture contemporanee di qualità attraverso interventi di retrofit energetico, recupero e riuso. EeTAC è risultato vincitore dell'Azione dedicata all'efficientamento energetico dell'involucro edilizio, opaco e trasparente, entro la sezione *Efficientare il contemporaneo*.

Pertanto, questo volume raccoglie sia i risultati del progetto, costruendo un quadro che consente di leggere gli interventi sull'involucro del secondo Novecento come scelte che incidono sulla configurazione e sulla significatività culturale degli edifici, sia una serie di saggi che mettono a confronto riflessioni disciplinari diverse.

Diverse questioni attraversano i contributi, tra cui la *specificità dell'involucro* del secondo Novecento nel progetto di interventi di efficientamento energetico. Marta Casanova pone le basi della questione e mostra come la separazione tra struttura portante e chiusura, così come il ricorso a componenti industrializzati, abbiano prodotto sistemi nei quali prestazione e configurazione architettonica dipendono dalle relazioni tra le parti. La modularità dei pannelli, il disegno dei giunti, la profondità delle schermature e il rapporto tra superfici opache e trasparenti concorrono tanto al comportamento ambientale quanto alla definizione della facciata. L'involucro non può quindi essere considerato una superficie neutra su cui applicare misure correttive poiché la modifica di un componente può incidere sul funzionamento dell'insieme e alterarne le qualità percettive. Daniela Pittaluga e Rita Vecchiattini riportano questa condizione alla concretezza del restauro architettonico, mostrando come la fragilità dei materiali sperimentali, dei serramenti e dei sistemi di connessione richieda indagini capaci di riconoscerne le tecniche esecutive, le forme di degrado e le possibilità di conservazione. Ne deriva una definizione di "identità dell'involucro" che non coincide con la mera permanenza dell'immagine, ma comprende la materia, i dettagli costruttivi e il modo in cui l'involucro stesso regola il rapporto tra interno ed esterno.

Su questo carattere, insieme tecnico e testimoniale, si innesta la pressione esercitata dalle politiche per la transizione energetica. Giovanna Franco e Stefano F. Musso ricostruiscono il lento avvicinamento tra le *politiche di efficienza energetica* e la *cultura della conservazione*, mettendo in luce il rischio che l'efficientamento si riduca alla sostituzione di elementi architettonici e che l'obiettivo prestazionale prevalga sulla qualità complessiva dell'intervento. Wido Quist e Uta Pottgiesser aprono il tema al confronto tra contesti normativi, culturali e operativi differenti. La storia e l'esperienza di DOCOMOMO mostrano come la documentazione e la conoscenza abbiano costituito fin dall'origine strumenti essenziali per il riconoscimento e la conservazione del patrimonio moderno. Le strategie maturate nel dibattito internazionale evidenziano come non esista un unico livello di intervento intrinsecamente corretto. Il problema si sposta piuttosto sulla capacità di rapportare l'intensità della trasformazione alla significatività dell'edificio, alle condizioni della materia, alle esigenze prestazionali e alla possibilità di garantirne la continuità d'uso. In questa prospettiva, il patrimonio moderno viene riconosciuto non come ostacolo alla transizione energetica, ma come risorsa da mantenere attiva attraverso forme consapevoli di riuso. Federica Pompejano riconduce tali questioni al nucleo teorico della conservazione dell'architettura del Novecento e riconosce nella gestione consapevole del cambiamento la chiave per affrontare interventi su un patrimonio nato dalla sperimentazione, ma oggi esposto a modificazioni spesso avviate prima che la sua significatività culturale sia pienamente compresa e condivisa. La nozione di *significatività culturale* e l'individuazione degli attributi attraverso i quali essa si manifesta permettono di passare dalla generica affermazione dei valori alla comprensione profonda di ciò che si preserva. Materia, forma, tecnica costruttiva, uso, funzionamento ambientale e qualità percettive possono assumere pesi differenti e anche

entrare in conflitto. La decisione progettuale deve pertanto rendere esplicita la gerarchia adottata, confrontare alternative e conseguenze e definire dei limiti motivati alla trasformazione. L'adeguamento non si contrappone, quindi, alla conservazione. Esso vi rientra nella misura in cui gli effetti sulla significatività culturale siano esplicitati, motivati e proporzionati.

D'altronde, nel volume, i casi discussi evidenziano soluzioni differenti, ossia conservazione, riparazione, integrazione, sostituzione selettiva, nelle quali il miglioramento energetico può comportare livelli diversi di perdita materiale. Ne emerge la necessità di sostituire alla ricerca della massima prestazione in termini assoluti, quella del massimo miglioramento compatibile con i caratteri e i valori riconosciuti dell'opera.

Da qui emerge la centralità della conoscenza, intesa come parte costitutiva del progetto. Ricostruire la configurazione originaria, distinguere ciò che fu realizzato da quanto previsto in progetto, riconoscere le trasformazioni e le condizioni d'uso, comprendere il comportamento dei materiali e dei nodi costruttivi permettono di individuare gli attributi attraverso i quali i valori dell'opera diventano riconoscibili. È su questa base che si possono confrontare le alternative e definire i limiti accettabili della trasformazione. Il volume non propone un catalogo di soluzioni progettuali conservative poiché anche le esperienze più significative restano legate alle condizioni del singolo esempio e non sono direttamente trasferibili ad altri edifici.

Tuttavia, i casi studio trattati in questo volume costituiscono il terreno su cui i temi e le problematiche possono essere osservati nelle loro implicazioni concrete. Il saggio conclusivo di Marta Casanova e Federica Pompejano considera la valutazione *ex post* come strumento critico per ricostruire le ragioni delle scelte, distinguere gli attributi conservati da quelli modificati o perduti e mettere in relazione gli obiettivi dichiarati con gli effetti prodotti sull'edificio.

Infine, il corpus dei trenta casi studio consente di individuare alcune questioni che richiedono ulteriori approfondimenti. Tra queste emerge la necessità di disporre di dati più omogenei sulle condizioni precedenti agli interventi, sulle prestazioni effettivamente conseguite e sul comportamento nel tempo delle soluzioni adottate. Future ricerche potrebbero ampliare il numero e la distribuzione dei casi, includere esperienze meno note o caratterizzate da esiti problematici e sviluppare forme di monitoraggio in grado di verificare, nel medio e nel lungo periodo, l'efficacia delle scelte progettuali e i relativi effetti sulla conservazione dell'edificio. Un ulteriore ambito di ricerca potrebbe riguardare la costruzione di strumenti capaci di mettere in relazione indicatori energetici e valutazioni conservative, senza tradurre la significatività culturale in un punteggio, né considerarla soltanto dopo la definizione delle soluzioni tecniche. Tale prospettiva dovrà confrontarsi con scenari climatici, condizioni d'uso e aspettative di comfort in evoluzione, considerando congiuntamente i comportamenti invernali ed estivi, la durabilità, la manutenzione e gli impatti associati al ciclo di vita dei materiali.

Il contributo di questo volume e, più in generale del progetto EeTAC, consiste nell'offrire una base critica per questi sviluppi, mostrando come gli interventi di miglioramento energetico dell'architettura del secondo Novecento non possano essere ricondotti all'applicazione di modelli precostituiti.

SAGGI

L'INVOLUCRO DEL SECONDO NOVECENTO TRA PRESTAZIONE E IDENTITÀ

Marta Casanova

Configurazioni dell'involucro nel secondo Novecento

Nell'architettura del secondo Novecento, prestazione e identità dell'involucro sono aspetti strettamente connessi. La dimensione dei moduli di una facciata continua, la disposizione dei giunti tra pannelli prefabbricati o la profondità delle schermature solari incidono sul comportamento termico e luminoso della chiusura e concorrono a definire le proporzioni, la profondità e la qualità percettiva della facciata. La valutazione dell'intervento sull'involucro moderno richiede una lettura integrata dei suoi caratteri materiali, costruttivi, prestazionali e architettonici. Una trasformazione finalizzata al miglioramento delle prestazioni può infatti alterare le relazioni tra le parti sulle quali si fondano i caratteri dell'edificio. A partire da questa prospettiva, il contributo esamina le principali configurazioni dell'involucro del secondo Novecento, con particolare attenzione all'esperienza italiana, e discute le conseguenze della loro specificità costruttiva per la valutazione delle vulnerabilità e la definizione degli interventi.

Il rapporto tra prestazione e configurazione architettonica dell'involucro assume particolare evidenza nel dopoguerra, quando l'involucro diventa uno dei principali ambiti della sperimentazione architettonica e costruttiva. La progressiva separazione tra struttura portante e chiusura, avviata tra la fine dell'Ottocento e i primi decenni del Novecento, modifica profondamente la concezione della facciata. Questa non coincide più necessariamente con una parete portante e omogenea, ma può configurarsi come un insieme di strati e componenti distinti, ai quali sono affidate la protezione dagli agenti atmosferici e la regolazione delle condizioni ambientali interne. La separazione tra struttura e chiusura dà luogo a una pluralità di configurazioni, differenti per materiali, procedimenti produttivi e modalità di assemblaggio.

La varietà degli involucri del secondo Novecento può essere letta considerando due aspetti principali: il rapporto tra chiusura e struttura portante e il grado di industrializzazione del sistema costruttivo. Negli edifici con struttura a telaio, la chiusura rimane distinta dall'ossatura e può essere realizzata mediante tamponamenti di consistenza muraria oppure attraverso sistemi leggeri assemblati per componenti, quali facciate continue, serramenti e pannelli multistrato. Nei sistemi prefabbricati a grandi pannelli, invece, il rapporto tra struttura e involucro assume configurazioni diverse. I pannelli possono partecipare alla funzione portante dell'edificio oppure essere impiegati come elementi non portanti di tamponamento o di rivestimento. Le diverse soluzioni coesistono e si combinano nel corso del secondo Novecento in relazione alle condizioni produttive, alla destinazione degli edifici e alle scelte progettuali.

Tra gli involucri leggeri, la facciata continua assume un particolare rilievo, poiché associa la separazione tra struttura e chiusura a nuove modalità di produzione e messa in opera. La sua affermazione è legata sia alle ricerche del Movimento Moderno europeo, orientate verso facciate non portanti, leggere e ampiamente vetrate, sia allo sviluppo dell'industria edilizia statunitense. Negli Stati Uniti questi principi furono tradotti in sistemi formati da montanti, traversi, vetri e pannelli opachi, realizzati con componenti prodotti in officina e posti in opera mediante procedimenti prevalentemente a secco. Nel curtain wall, concezione architettonica e

organizzazione industriale della costruzione risultano strettamente connesse (Poretti 2009, pp. 39-40). La facciata continua mostra con particolare chiarezza una caratteristica comune agli involucri assemblati: le prestazioni della chiusura non dipendono soltanto dalle proprietà dei singoli componenti, ma anche dalle relazioni che si stabiliscono tra essi attraverso giunti e connessioni. La modifica o il degrado di una parte può pertanto produrre conseguenze sugli elementi contigui e alterare il funzionamento dell'intero sistema. Questa interdipendenza funzionale lega la configurazione architettonica della facciata alle modalità di assemblaggio delle sue parti.

Nella prefabbricazione in calcestruzzo, il rapporto tra struttura e involucro varia a seconda che i pannelli svolgano una funzione portante, di tamponamento o di rivestimento. Le dimensioni e il peso degli elementi condizionano la produzione e l'intera sequenza costruttiva, dal trasporto al sollevamento e alla posa; la composizione degli strati, le connessioni e il trattamento delle superfici ne determinano invece il comportamento tecnico e la durabilità. La disposizione dei pannelli e il disegno dei giunti definiscono la scansione modulare del sistema e contribuiscono alla configurazione architettonica della facciata.

La specializzazione dei componenti, la riduzione degli spessori e l'accostamento di materiali con caratteristiche differenti introducono specifiche condizioni di vulnerabilità. Negli involucri leggeri, l'invecchiamento di guarnizioni e sigillanti, la corrosione dei profili, il degrado dei pannelli e la perdita di efficienza dei sistemi di fissaggio possono compromettere il comportamento dell'intera chiusura. Nei sistemi prefabbricati in calcestruzzo, le principali criticità interessano il degrado del materiale, la corrosione delle armature, le connessioni e i giunti tra gli elementi (Franco 2009, pp. 296-299). La valutazione di questi fenomeni deve considerare sia il carattere talvolta sperimentale delle soluzioni e la qualità della loro realizzazione, sia gli effetti dell'esposizione e della manutenzione nel tempo (de Jonge 2017).

La costruzione dell'involucro moderno in Italia

Nell'Italia del secondo dopoguerra l'innovazione dell'involucro si sviluppa in un settore edilizio nel quale l'industrializzazione rimane discontinua. Alla progressiva diffusione di prodotti e componenti realizzati industrialmente non corrisponde una completa trasformazione delle modalità costruttive. Le strutture a telaio in cemento armato, frequentemente associate a solai in laterocemento, continuano a essere realizzate attraverso processi che richiedono un ampio ricorso alle lavorazioni in opera. La frammentazione delle imprese, la diversa disponibilità di mezzi di produzione e sollevamento e la presenza di competenze specialistiche determinano condizioni operative differenziate. Concorsi, brevetti, prototipi e programmi pubblici alimentano la sperimentazione senza condurre alla generalizzazione di sistemi uniformi (Giannetti 2015).

La struttura a telaio in cemento armato costituisce spesso il supporto di chiusure con diversi gradi di industrializzazione, dai tamponamenti realizzati con tecniche tradizionali ai pannelli prefabbricati e alle facciate leggere. Nell'edilizia residenziale e scolastica si sperimentano sia procedimenti di prefabbricazione pesante, basati su pannelli, lastre o elementi tridimensionali, sia sistemi leggeri e aperti, costituiti da un'ossatura discontinua completata da pannelli di tamponamento. Questi ultimi possono essere realizzati mediante elementi sandwich leggeri oppure mediante pannelli pesanti in calcestruzzo (Franco 2009, pp. 294-296). Prodotti industriali e lavorazioni eseguite in opera possono così coesistere nello stesso edificio, dando luogo a soluzioni non riconducibili a sistemi integralmente seriali.



Figura 1
Dettaglio della volta del Padiglione Agnelli a Torino durante il cantiere.

Nel quartiere Madonna Bianca a Trento[1], la struttura a telaio in cemento armato è associata a pannelli prefabbricati non portanti che definiscono la chiusura e la scansione dei fronti. La configurazione del prospetto è determinata dal ritmo modulare dei pannelli, la cui disposizione non coincide necessariamente con la scansione della struttura retrostante. L'identità dell'edificio è quindi affidata alla serialità dell'involucro, anziché all'espressione dell'ossatura portante. Il caso documenta una modalità di industrializzazione circoscritta alla chiusura, nella quale la componente prefabbricata assume un ruolo insieme costruttivo e figurativo.

Tra le diverse configurazioni dell'involucro italiano, le facciate metalliche e vetrate consentono di osservare con particolare chiarezza il rapporto tra produzione industriale ed elaborazione progettuale. La diffusione delle facciate leggere in Italia avviene attraverso l'adattamento dei sistemi industrializzati alle strutture in calcestruzzo armato e alle condizioni produttive del settore edilizio. La realizzazione delle facciate viene affidata a imprese specializzate, spesso provenienti dal settore dei serramenti metallici, che combinano profili disponibili a catalogo, vetri e meccanismi di apertura con pezzi fuori serie, dispositivi brevettati e nodi definiti durante lo sviluppo esecutivo. La configurazione della parete deriva dal confronto tra progettisti, tecnici e imprese e dalla capacità di adattare i prodotti industriali alle esigenze del singolo edificio (Poretti 2009, pp. 39-46).

All'inizio del secondo dopoguerra, l'ampliamento delle Officine ICO realizzato a Ivrea[2] tra il 1947 e il 1949 su progetto di Luigi Figini e Gino Pollini documenta una precoce sperimentazione sul rapporto tra struttura in calcestruzzo armato e involucro vetrato. Il lungo fronte su via Jervis è costituito da una doppia vetrata con intercapedine praticabile, concepita per illuminare gli ambienti di lavoro e contribuire al controllo delle condizioni interne. Sui fronti maggiormente esposti, i solai e gli elementi verticali in calcestruzzo armato si prolungano all'esterno formando un sistema di schermature solari. L'involucro risponde a esigenze ambientali e organizzative e contribuisce alla rappresentazione pubblica della modernità produttiva dell'Olivetti.

1 Quartiere Madonna Bianca, Trento. Progettisti: Marcello Armani, Luciano Perini, Efrem Ferrari. Progettazione: 1965–1967. Realizzazione: 1968–1975. Per l'analisi dettagliata del sistema costruttivo si rinvia alla scheda pubblicata nel volume.

2 Officine ICO Centrale, via Jervis 11, Ivrea. Progettisti: Luigi Figini, Gino Pollini, Annibale Fiocchi. Progettazione: 1939. Realizzazione: 1947–1949. Per l'analisi dettagliata del sistema costruttivo e dell'intervento sull'involucro si rinvia alla scheda pubblicata nel volume.

Il fronte vetrato su via Jervis, lungo oltre 110 metri, assume un esplicito valore figurativo (Bonifazio, Scrivano 2001, pp. 48-59; Giacopelli 2011, pp. 259-275).

Negli edifici alti per uffici, l'impiego della facciata leggera pone il problema del rapporto tra la ripetizione modulare dei componenti, la struttura in calcestruzzo armato e la geometria del volume. Nel grattacielo Pirelli, la facciata vetrata occupa i fronti longitudinali ed è delimitata dagli elementi terminali opachi, che partecipano al sistema strutturale e definiscono il profilo della torre. La trama del curtain wall si adatta alla progressiva variazione della larghezza dei fronti, rendendo leggibile nell'involucro la geometria rastremata della torre (Cottone 2009, pp. 20-27; Poretti 2009, pp. 41-42).

In altri edifici per uffici, il dimensionamento e la scansione dei componenti di facciata derivano soprattutto dall'organizzazione degli spazi interni. Nell'edificio realizzato da Vico Magistretti in corso Europa a Milano tra il 1955 e il 1957, la misura dei serramenti è definita in rapporto alla posizione delle partizioni mobili e degli arredi, in modo da consentire variazioni nella dimensione degli uffici senza interrompere la corrispondenza con la facciata. Elementi prodotti in serie e parti fuori misura sono integrati in una soluzione che lega costruzione dell'involucro, distribuzione e composizione del prospetto (Neri 2014, pp. 50-57). Un principio analogo ricorre nella sede della Confindustria in viale dell'Astronomia all'EUR[3], dove il modulo del curtain wall corrisponde a quello delle pareti mobili e degli elementi interni (Capurso, Fermetti, Iori 2009, pp. 170-177).

Il progetto dell'involucro coinvolge anche i dispositivi destinati al controllo ambientale. Nell'edificio realizzato in via Torino a Roma tra il 1955 e il 1960 da Adalberto Libera, Luigi Calini ed Eugenio Montuori, la parete vetrata è sviluppata insieme a un sistema di lamelle orientabili e scorrevoli. Le schermature regolano la radiazione solare e definiscono la profondità e il ritmo della facciata. Il dispositivo di controllo solare costituisce parte integrante della configurazione architettonica dell'involucro (Iori 2009, pp. 178-185).

L'esperienza italiana presenta configurazioni dell'involucro differenti, accomunate dall'integrazione tra produzione industriale e pratiche di cantiere. Nei diversi sistemi di chiusura, le soluzioni costruttive sono sviluppate in rapporto alla struttura e all'uso dell'edificio, ma risentono anche delle condizioni produttive e delle scelte maturate durante la fase esecutiva. Anche quando derivano dalla produzione seriale, i componenti dell'involucro assumono caratteristiche specifiche in funzione degli spazi interni e della configurazione della facciata. La conoscenza dei materiali e delle modalità di assemblaggio consente quindi di valutare come la modifica di una parte incida sul comportamento dell'intero sistema e sulla configurazione architettonica dell'edificio.

Prestazioni, vulnerabilità e compatibilità dell'intervento

La valutazione delle prestazioni degli involucri del secondo Novecento deve considerare le conoscenze tecniche, le condizioni economiche e le aspettative di comfort del periodo in cui furono progettati, oltre ai requisiti attuali. La ricostruzione storica è parte della valutazione tecnica, perché chiarisce la funzione attribuita all'involucro, il rapporto previsto con gli impianti e il significato delle soluzioni costruttive nell'insieme dell'edificio. Il progetto di conservazione richiede pertanto una conoscenza storico-critica capace di riconoscere le relazioni tra funzione, costruzione e spazialità all'interno dell'opera architettonica (Reichlin 2025, pp. 25-98). Questa impostazione consente di evitare due interpretazioni ugualmente riduttive: giudicare questi edifici soltanto attraverso i parametri contemporanei oppure considerarli necessariamente estranei ai temi del comfort e del contenimento dei consumi. In numerosi

3 Roma, progettata da Vincenzo e Amedeo Monaco con Pierluigi Spadolini a partire dalla fine degli anni Cinquanta.

edifici, la regolazione delle condizioni ambientali dipendeva anche dalla forma e dal funzionamento dell'involucro. L'orientamento e la disposizione delle aperture, insieme ai dispositivi di schermatura e ventilazione, contribuivano a modulare gli scambi tra interno ed esterno. In altri casi, la ricerca della trasparenza, della leggerezza e della rapidità di montaggio non fu accompagnata da un'analoga attenzione al comportamento termico, affidato in misura crescente agli impianti di climatizzazione. Tra i casi esaminati nel volume, le Officine ICO e Villa Rossi documentano il primo orientamento, poiché la facciata integra dispositivi per la regolazione della radiazione solare, della ventilazione e del rapporto con l'esterno[4]. La Cité du

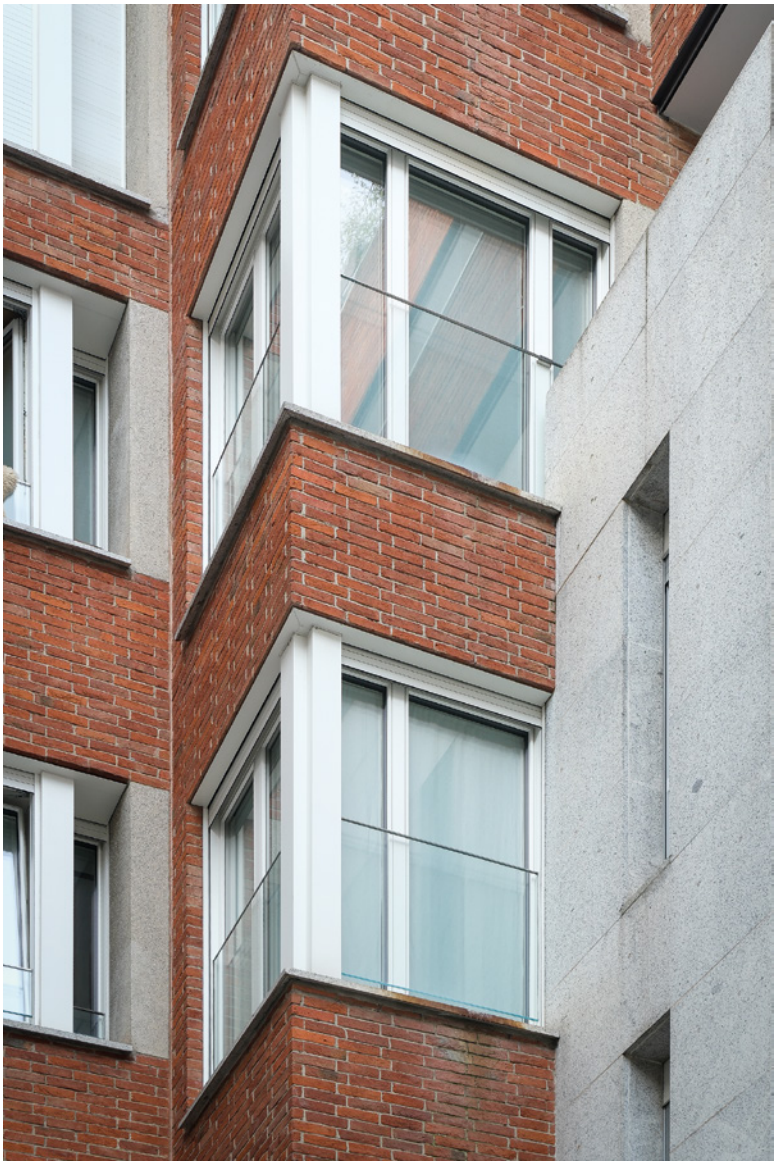


Figura 2
Dettaglio del fronte principale dell'edificio in via Leopardi a Milano.

4 Per la descrizione delle soluzioni adottate nelle Officine ICO e in Villa Rossi si rinvia alle rispettive schede pubblicate nel volume. Per un inquadramento delle soluzioni bioclimatiche sviluppate nell'architettura moderna italiana, cfr. Mele, Franchini 2021, pp. 488-493.

Lignon[5] e il quartiere Madonna Bianca presentano invece criticità termoigrometriche riconducibili alle caratteristiche degli involucri industrializzati del periodo.

Gli studi di Victor Olgyay ricondussero il rapporto tra edificio, clima e condizioni locali a un metodo bioclimatico unitario (Olgyay 1963). Questa sistematizzazione riprende temi già presenti nell'architettura del Movimento Moderno, affrontati attraverso soluzioni integrate nella facciata per favorire l'illuminazione e la ventilazione naturale o limitare il surriscaldamento. Le esperienze italiane analizzate da Mele e Franchini mostrano come tali dispositivi associassero la regolazione ambientale all'espressione architettonica (Mele, Franchini 2021, pp. 488-493). La diffusione di questi principi fu disomogenea: a edifici nei quali strategie passive e tecnologie innovative furono integrate consapevolmente si affiancarono costruzioni sperimentali che manifestarono precocemente limiti in termini di comfort e prestazioni ambientali (Pottgiesser 2021, p. 474). Questa variabilità ha conseguenze dirette sulla valutazione degli interventi: quando gli elementi della facciata svolgono contemporaneamente una funzione ambientale e figurativa, la loro modifica può incidere sia sulle prestazioni sia sull'identità del prospetto.

Nel tempo sono mutate anche le condizioni rispetto alle quali si valutano le prestazioni. Le condizioni d'uso, le temperature interne attese e i ricambi d'aria richiesti sono oggi diversi da quelli assunti nel progetto. Occorre distinguere tra il funzionamento previsto, il comportamento dell'edificio realizzato e le modificazioni prodotte dall'invecchiamento. Varianti esecutive, sostituzioni, trasformazioni degli impianti e manutenzione possono infatti avere alterato sensibilmente le prestazioni iniziali. La conservazione degli involucri è inoltre resa più complessa dalla progressiva indisponibilità di materiali e prodotti industriali. La sostituzione richiede spesso l'impiego di componenti differenti per dimensioni, prestazioni e aspetto, mentre la perdita delle tecniche e delle competenze utilizzate nella costruzione rende difficile riprodurre le soluzioni originarie (Godoli 2025, pp. 263-278). Il problema dell'autenticità supera la sola fedeltà materiale. Quando la riproduzione delle soluzioni originarie non è tecnicamente praticabile, occorre stabilire quali relazioni tra materia, costruzione e configurazione definiscano gli attributi dell'involucro e debbano essere tutelati.

L'efficientamento non può ridursi all'applicazione di soluzioni standard, poiché gli interventi sull'involucro, sugli impianti e sulla ventilazione producono effetti reciproci e devono essere valutati alla scala dell'intero edificio. L'isolamento può modificare il regime termoigrometrico della parete o alterare superfici, giunti e profondità della facciata; la sostituzione dei vetri comporta variazioni di spessore, peso, trasparenza e riflessione (Buda, Herrera, Pfluger 2021). Nei vetri trattati per il controllo solare, il colore e il modo in cui la superficie trasmette e riflette la luce contribuiscono all'espressione dell'involucro oltre che alle sue prestazioni. Un prodotto contemporaneo più efficiente può quindi modificare l'aspetto della facciata e non può essere considerato architettonicamente equivalente a quello originario (Marino 2021, pp. 476-481).

Il confronto tra le alternative deve integrare consumi, comfort, durabilità, fattibilità tecnica e permanenza dei caratteri architettonici. L'intervento sulla Cité du Lignon mostra come la scelta possa derivare dal bilanciamento tra questi criteri: rilievi, prove e simulazioni hanno permesso di mettere in relazione conservazione della materia, miglioramento delle prestazioni e permanenza della configurazione della facciata (Graf, Marino 2011, pp. 32-39). L'obiettivo è individuare un miglioramento compatibile con la concezione costruttiva e con i caratteri dell'edificio, anziché perseguire il valore prestazionale più elevato in assoluto.

5 Cité du Lignon, Avenue du Lignon 1-84, Vernier (Canton di Ginevra, Svizzera). Progettisti: Georges Addor, Addor & Julliard (Jacques Bolliger, Dominique Julliard), Louis Payot. Progettazione: 1962–1963. Realizzazione: 1963–1971. Per l'analisi dettagliata del caso si rinvia alla scheda pubblicata nel volume.

Conclusioni

I casi analizzati mostrano un panorama costruttivo più articolato di quello suggerito dalla contrapposizione tra tecniche tradizionali e produzione industriale. Tamponamenti murari, facciate leggere e sistemi prefabbricati corrispondono a differenti rapporti tra struttura, chiusura e finitura e possono coesistere all'interno dello stesso contesto produttivo. In Italia, il carattere discontinuo dell'industrializzazione conduce frequentemente all'adattamento di componenti e procedimenti alla struttura, all'organizzazione del cantiere e alla configurazione del singolo edificio. All'apparente serialità dell'involucro corrispondono soluzioni specifiche e componenti non sempre intercambiabili.

Prestazione e identità sono dimensioni inseparabili dell'involucro. Profili, vetri, pannelli, giunti, parti apribili e schermature concorrono al comportamento ambientale e ne determinano proporzioni, profondità e qualità percettive. Nei casi in cui degrado, obsolescenza o indisponibilità dei prodotti impongano una sostituzione, il problema dell'autenticità riguarda tanto la materia quanto la permanenza della concezione costruttiva dell'opera (Godoli 2025, pp. 263-278). La compatibilità dell'intervento dipende dalla capacità di conservare le relazioni significative tra costruzione, funzionamento ed espressione architettonica.

Bibliografia

BONIFAZIO, P., & Scrivano, P. (2001). *Olivetti costruisce. Architettura moderna a Ivrea. Guida al Museo a cielo aperto*. Skira, Milano.

BUDA, A., Herrera, D., & Pfluger, R. (a cura di) (2021). *Renovation Strategies for Historic Buildings*. IEA SHC Task 59 | EBC Annex 76, Report D.C2. https://doi.org/10.18777/ieashc-task59-2021-0009

CAPURSO, G., Fermetti, P., & Iori, T. (2009). La sede della Confindustria in viale dell'Astronomia all'EUR a Roma (V. Monaco, E. Monaco, P. Spadolini, 1958–1973). In P.G. Bardelli, A. Cottone, F. Nuti, S. Poretti, & A. Sanna (a cura di), *La costruzione dell'architettura. Temi e opere del dopoguerra italiano* (pp. 170–177). Gangemi Editore, Roma.

COTTONE, A. (2009). L'edificio alto nella declinazione italiana. In P.G. Bardelli, A. Cottone, F. Nuti, S. Poretti, & A. Sanna (a cura di), *La costruzione dell'architettura. Temi e opere del dopoguerra italiano* (pp. 20–27). Gangemi Editore, Roma.

DE JONGE, W. (2017). Sustainable renewal of the everyday Modern. *Journal of Architectural Conservation*, 23 (1–2), 62–105. https://doi.org/10.1080/13556207.2017.1326555

FRANCO, G. (a cura di) (2009). *Atlante della riqualificazione degli edifici. Manutenzione, modificazione, ampliamento*. UTET Scienze Tecniche, Torino.

GIACOPELLI, E. (2011). La Olivetti e il mito della trasparenza. Riflessioni attorno al restauro della ICO Centrale. In F. Graf & F. Albani (a cura di), *Il vetro nell'architettura del XX secolo. Conservazione e restauro/Glass in the 20th Century Architecture. Preservation and Restoration* (pp. 259–275). Mendrisio Academy Press, Mendrisio.

GIANNETTI, I. (2015). Project and prototype: industrialized and prefabricated construction in Italy (1945–1980). *TEMA: Technologies Engineering Materials Architecture*, 1 (1), 25–30. https://doi.org/10.17410/tema.v1i1.20

GODOLI, E. (2025). Durata e autenticità del patrimonio del XX secolo/Durability and authenticity of 20th-century heritage. In R. Grignolo & B. Reichlin (a cura di), *Salvaguardia del patrimonio architettonico del XX secolo. Un'enciclopedia storico-critica/Conservation of 20th-Century Architectural Heritage. A Historical-Critical Encyclopedia* (pp. 263–278). Colmena Verlag, Basel.

GRAF, F., & Marino, G. (2011). Modern and green: heritage, energy, economy. *Docomomo Journal*, 44, 32–39. https://doi.org/10.52200/44.A.ZLENV5L1

IORI, T. (2009). La reinvenzione della parete: la facciata continua dell'edificio in via Torino a Roma (A. Libera, L. Calini, E. Montuori, 1955–1960). In P.G. Bardelli, A. Cottone, F. Nuti, S. Poretti, & A. Sanna (a cura di), *La costruzione dell'architettura. Temi e opere del dopoguerra italiano* (pp. 178–185). Gangemi Editore, Roma.

MARINO, G. (2021). "A warm colour that ensures coolness!": curtain walls and coated glazing. In A. Tostões & Y. Yamana (a cura di), *Inheritable Resilience: Sharing Values of Global Modernities. The 16th International Docomomo Conference Tokyo Japan 2020+1 Proceedings*, vol. 2 (pp. 476–481). Docomomo International–Docomomo Japan, Tokyo.

MELE, C., & Franchini, C. (2021). Revaluing the bioclimatic in the Modern Movement: arté and teknê. In A. Tostões & Y. Yamana (a cura di), *Inheritable Resilience: Sharing Values of Global Modernities. The 16th International Docomomo Conference Tokyo Japan 2020+1 Proceedings*, vol. 2 (pp. 488–493). Docomomo International–Docomomo Japan, Tokyo.

NERI, G. (2014). Dalla feritoia al curtain wall. Figure e significati delle finestre di Vico Magistretti in due edifici milanesi. *Archi. Rivista svizzera di architettura, ingegneria e urbanistica*, 4, 50–57.

OLGYAY, V. (1963). *Design with Climate: A Bioclimatic Approach to Architectural Regionalism*. Princeton University Press, Princeton.

PORETTI, S. (2009). Curtain wall all'italiana. In P.G. Bardelli, A. Cottone, F. Nuti, S. Poretti, & A. Sanna (a cura di), *La costruzione dell'architettura. Temi e opere del dopoguerra italiano* (pp. 38–47). Gangemi Editore, Roma.

POTTGIESSER, U. (2021). Technologies for climate control. In A. Tostões & Y. Yamana (a cura di), *Inheritable Resilience: Sharing Values of Global Modernities. The 16th International Docomomo Conference Tokyo Japan 2020+1 Proceedings*, vol. 2 (pp. 474–475). Docomomo International–Docomomo Japan, Tokyo.

REICHLIN, B. (2025). Quale storia per la salvaguardia dell'architettura del XX secolo?/What history for the conservation of 20th-century architecture? In R. Grignolo & B. Reichlin (a cura di), *Salvaguardia del patrimonio architettonico del XX secolo. Un'enciclopedia storico-critica/ Conservation of 20th-Century Architectural Heritage. A Historical-Critical Encyclopedia* (pp. 25–98). Colmena Verlag, Basel.

PATRIMONIO COSTRUITO E TRANSIZIONE ENERGETICA. POLITICHE EUROPEE, TUTELA E COMPATIBILITÀ

Giovanna Franco, Stefano F. Musso

Introduzione al tema: l'efficienza energetica nel patrimonio culturale

La lettura, seppur concisa, delle iniziative scientifiche e parallelamente, dell'evoluzione normativa sul problema dell'"efficientamento energetico" del patrimonio architettonico di valore culturale, testimonia un processo di lento avvicinamento tra due mondi che, agli albori del XXI secolo, risultavano distanti se non contrapposti. Tale processo è legato, certamente, alla pervasività del termine "sostenibilità" e alle pratiche ad esso sottese in diversi campi di azione, tra cui quello relativo alla gestione dell'ambiente costruito, anche in considerazione dei nuovi rischi ambientali e climatici che segnano la contemporaneità.

Nel grave periodo di crisi che ha caratterizzato – e tuttora caratterizza in modo esponenziale – l'inizio del nuovo millennio, le politiche dei paesi industrializzati hanno considerato l'innovazione tecnologica quale processo essenziale per la prosperità economica e la qualità della vita (per quanto il mito del progresso infinito e incrementale sia da tempo tramontato). L'innovazione nel campo delle tecnologie ambientali è stata chiamata in causa quale mezzo per la soluzione dell'emergenza energetica che affligge il pianeta e compromette la possibilità per le generazioni future di proporre, anche in modi diversi da come la nostra le ha affrontate, modificazioni e trasformazioni dell'ambiente antropico più equilibrate e sostenibili (Derrida, 2008). La crisi ambientale ha dunque chiamato in causa la tecnologia come presunto strumento salvifico per ottenere elevati livelli di efficienza energetica, decisive riduzioni dei consumi, un forte abbattimento di agenti inquinanti nell'atmosfera, il progressivo miglioramento del comfort interno agli edifici, insieme all'ottimizzazione delle prestazioni dell'edificato nel suo complesso, del sistema dei trasporti e, più in generale, del settore produttivo tout court.

Al di là degli slogan e delle mode che, ormai da molti anni, hanno pervaso il settore delle costruzioni (nell'abuso del termine architettura "sostenibile", come se potesse lecitamente esistere una sua antagonista "insostenibile"), alcuni scenari che interessano l'ambiente costruito sono ormai consolidati, nonché normati, non senza evidenti criticità. Il rapporto tra innovazione tecnologica e ricerca della qualità architettonica e ambientale è, soprattutto per quanto riguarda l'intervento sul patrimonio costruito, ancora prevalentemente un processo di semplice applicazione di prodotti e tecnologie, più che di reale innovazione. Ciò determina uno squilibrio, se non una "sudditanza" della ricerca progettuale verso la sola componente tecnica (o tecnicistica) a cui non corrisponde un effettivo avanzamento culturale, ossia la capacità di assimilare e modificare la tecnologia stessa per conseguire obiettivi più alti e di lungo respiro (Staudenmaier, 1988). A questo riguardo, la domanda fondamentale è, dunque, semplice e può essere così espressa: lasciarsi trainare dai cambiamenti o saperli gestire?

Soprattutto per queste ragioni, il settore dei Beni Culturali, che più lentamente di altri si è confrontato con il tema delle "tecnologie ambientali", può ora svolgere un ruolo chiave, al di là del suo specifico disciplinare, nel riportare la discussione e la

ricerca su un piano meno riduttivo e più consapevole delle implicazioni che i temi sollevati hanno per l'ambiente di vita presente e futuro. L'innovazione tecnologica nel progetto (sul costruito esistente, ma anche per la nuova architettura), a grande e a piccola scala, non può peraltro prescindere da chiari ed espliciti obiettivi di qualità che non coincidono con la sola efficienza, neppure energetica, né con la sola efficacia delle scelte tecniche che esso prevede. Il dibattito culturale nel campo della conservazione e dei Beni Culturali e Paesaggistici, oltre i rigidi steccati disciplinari, può in effetti infondere nuova linfa alla ricerca in materia, aprendo inedite prospettive. Esso può contribuire a un necessario ribaltamento degli obiettivi e dei riferimenti finora assunti come esclusivi, ponendo in primo piano, oltre al risparmio di risorse, la tutela del bene e suggerendo la ricerca di una compatibilità che si esprima attraverso l'ottimizzazione dei sistemi coinvolti e non con la prevaricazione (o massimizzazione) di uno sull'altro. La cultura della conservazione, in senso ampio, mette in gioco un insieme di valori che contribuiscono a riattribuire alla sfera delle tecniche il ruolo di mezzi e non di fine ultimo dell'intervento sull'esistente.

I primi strumenti per la formazione e la disseminazione in ambito internazionale e nazionale: manuali e linee guida

Numerose linee guida e diversi manuali, prevalentemente pubblicati in ambito internazionale a partire dalla prima decade del nuovo millennio, hanno costituito un riferimento metodologico e operativo finalizzato a fornire, a un ampio spettro di attori e di utenti finali, indicazioni di metodo e tecniche utili alla condivisione di principi guida e alle modalità operative per attuarli. Disseminazione delle conoscenze e formazione, non solo dei tecnici ma anche dei proprietari o locatari di alloggi, sono state azioni chiave che il mondo anglosassone ha da tempo individuato come prioritarie per raggiungere veri livelli di avanzamento culturale. A tal fine sono stati pubblicati opuscoli, guide tecniche, manuali di semplice lettura e consultazione che affrontano, in modo pragmatico ma supportato da chiari principi metodologici, i problemi ricorrenti legati a umidità, isolamento, miglioramento delle dotazioni impiantistiche, risparmio nei consumi termici ed elettrici, senza trascurare obiettivi di conservazione materiale e tutela attiva dei manufatti coinvolti (Cornwall Council Historic Environment Service, n.d.; English Heritage, 2008, 2012; English Heritage & City of Westminster, 2013; Historic Scotland, 2008, 2013, 2014). La dimostrazione, attraverso interventi già realizzati e documentati con foto di cantiere e dati facilmente comprensibili, tratti dalla lettura dei consumi energetici annuali, diventa veicolo di reale disseminazione, proprio attraverso le guide. L'attività di formazione e di consulenza nel Regno Unito vede, quindi, il coinvolgimento attivo di diverse istituzioni (Sustainable Buildings Alliance STBA, Historic Scotland, English Heritage, Changeworks e Society for the Protection of Ancient Buildings SPAB) che collaborano fattivamente tra loro.

Già da tempo, anche il patrimonio classificato da UNESCO è oggetto di specifici approfondimenti relativi ai temi del risparmio, dell'efficienza e della microgenerazione energetica. In questo panorama la città di Edimburgo ha svolto un ruolo promotore, non solo disseminando conoscenze tecniche, ma anche premiando i progetti di modificazione "sostenibile" della casa georgiana ritenuti più meritevoli di attenzione (Changeworks, Edinburgh World Heritage, 2008, 2009). In queste esperienze, si tiene conto delle azioni e degli effetti dei cambiamenti climatici sul patrimonio costruito storico, degli obiettivi di salvaguardia e di tutela attiva, spostando l'attenzione dall'intervento sul singolo edificio ai problemi di gestione complessiva, predisponendo mappe del rischio a livello urbano. Tali attività hanno avuto positivi riscontri anche in altre città classificate come siti UNESCO, come Bath (Bath

Preservation Trust, 2011), oltre che nella più ampia disseminazione dei risultati raggiunti (Hartman, Kirac, Scalet, 2013).

A livello italiano, l'allora Ministero per i Beni e le Attività Culturali (oggi Ministero della Cultura), si muoveva in ambito locale e nazionale promuovendo studi finalizzati alla redazione di linee guida per la ricerca di compatibilità tra interventi di "efficientamento" energetico e salvaguardia del patrimonio costruito di interesse culturale. Tuttavia, ancora si registra, soprattutto nelle linee guida nazionali, un certo scollamento tra le diverse anime scientifiche coinvolte (le competenze in audit energetici, in progettazione impiantistica e nella conservazione architettonica). Tali iniziative, insieme alle esperienze sviluppate dallo stesso Ministero, prima relativamente all'inserimento di impianti eolici in contesti tutelati (Di Bene & Scazzosi, 2006) e poi all'efficienza energetica degli edifici storici (Ministero per i beni e le attività culturali, 2015), anche tramite le proprie Direzioni Regionali (Direzione Regionale per i Beni Culturali e Paesaggistici del Veneto, 2010; Franco, 2015), hanno costituito una base fondamentale per avviare un reale ed efficace dialogo con gli Enti periferici preposti alla tutela.

Tuttavia, sono soprattutto le linee guida europee CEN/TC 346 Fpr EN 16883:2017 "Conservation of cultural heritage — Guidelines for improving the energy performance of historic buildings" (CEN, 2017), ad aver contribuito ad alimentare la ricerca e il confronto a livello scientifico (si vedano i convegni bi-annualmente dedicati al tema sotto la sigla EEHB – Energy Efficiency of Historic Buildings - a partire dal 2014 ad oggi – Lopez et al., 2014; De Bouw et al., 2016; Broström et al., 2018; Kilian et al., 2023; EEHB, 2024), ma anche a sostenere e indirizzare l'operato dei tecnici professionisti. Per la prima volta in modo chiaro e non "dicotomico", le linee guida affrontano il tema integrando tra loro competenze scientifiche autonome e inserendo, nella scala dei valori, non solo l'efficienza e l'efficacia tecnica, ma anche la rilevanza storica e testimoniale. Le linee guida sono destinate ai proprietari di immobili, alle autorità e ai professionisti coinvolti nella conservazione e nella riqualificazione degli edifici storici, anche recenti, a struttura in calcestruzzo di cemento armato e tamponamenti vari, spesso meno performanti di quelli più antichi, costruiti con tecniche murarie tradizionali, meno dispersivi grazie alle loro masse e relative inerzie. Esse mirano a facilitare la gestione sostenibile degli edifici, integrando misure volte al miglioramento delle prestazioni energetiche e alla riduzione delle emissioni di gas a effetto serra, con la conservazione dei loro caratteri e valori. Le linee guida, inoltre, comprendono suggerimenti per migliorare, in modo sostenibile, le prestazioni energetiche degli edifici di valore storico, architettonico o culturale, nel rispetto del loro significato patrimoniale. In particolare, esse esprimono un approccio sistematico per facilitare la scelta ottimale delle soluzioni passive e attive, in casi assai diversificati e partendo comunque dall'assunto che non tutti gli edifici storici necessitino di miglioramenti delle prestazioni energetiche. Per questo, propongono una procedura operativa, finalizzata alla selezione delle misure volte a migliorare la prestazione energetica, basata sullo studio, l'analisi e una dettagliata documentazione dell'edificio oggetto di intervento, compreso il suo valore storico-culturale, valutando l'impatto di tali misure sulla conservazione degli elementi caratterizzanti dell'edificio.



Figura 1
Trifoglio – Politecnico di Milano. L'impianto fotovoltaico in copertura è stato disposto su una base blu, la cui sagoma riprende la pianta dell'edificio, concepita per favorire l'integrazione dei pannelli (Progetto di installazione degli impianti fotovoltaici su 12 edifici nel Campus Città Studi, Dipartimento di Energia, 2023-2024).

Le Direttive Europee sulla prestazione energetica nell'edilizia e sull'efficienza energetica e i requisiti minimi nazionali

Un punto di svolta significativo, anche per le ricadute normative, è considerato l'accordo di Parigi sui cambiamenti climatici del 2015, esito della ventunesima conferenza svoltasi nell'ambito della convenzione quadro delle Nazioni Unite sui cambiamenti climatici (COP21).

Gli ambiziosi obiettivi di riduzione di emissioni di gas serra, prima nel periodo dal 1990 al 2030 (stimati nel contenimento dei consumi fino al 40%) e poi al 2050, nonché di progressivo aumento della quota di consumo di energia derivante da fonti rinnovabili hanno indotto il Parlamento Europeo a promulgare una serie di direttive, a partire dal 2010 (Unione Europea, 2010, 2012, 2018). Le direttive, denominate "Energy Performance of Buildings Directives" tradotte in Italia "Direttive sul rendimento energetico degli edifici" (EPBD I, II, III) sono volte a promuovere la riqualificazione energetica e la decarbonizzazione del patrimonio edilizio esistente e di nuova costruzione, cui è riconducibile circa il 36% delle emissioni di CO2 nell'aria, per raggiungere gli obiettivi ambientali fissati per il 2050, escludendo comunque il costruito di valore storico culturale e architettonico. Le direttive, infatti, sono prevalentemente riferite agli interventi di nuova costruzione o alle cosiddette "ristrutturazioni pesanti" del patrimonio di costruzione più recente; rendono tuttavia ineludibile il tema dell'efficientamento energetico delle nuove costruzioni, ottenuto con interventi cosiddetti "passivi", sul sistema di chiusure laterali, a terra e in copertura degli edifici (denominate anche normativamente "involucro edilizio") e "attivi", relativi al sistema impiantistico, alla sua integrazione architettonica e alla possibilità/necessità di inserire nelle nuove costruzioni dispositivi alimentati da fonti energetiche rinnovabili.

Tali direttive sono state recepite da ciascuno Stato membro dell'Unione Europea (UE), compresa l'Italia. La legislazione nazionale italiana si è allineata ai requisiti della direttiva EPBD a partire dal Decreto Legislativo 19 agosto 2005 n. 192, modificato dalla legge 3 agosto 2013 n. 90, e poi dal Decreto Ministeriale del 26 giugno 2015 che, in particolare, stabilisce i limiti di trasmittanza termica (U) per gli elementi architettonici opachi e vetrati nelle diverse zone climatiche d'Italia (i cosiddetti "requisiti minimi"), aggiornato dal Decreto legislativo 10 giugno 2020 n. 48 (Italia, 2005, 2013, 2015, 2020). Il Decreto Ministeriale è particolarmente

significativo poiché delinea le procedure per il calcolo del rendimento energetico degli edifici e stabilisce i requisiti minimi di rendimento energetico per essi e le loro singole unità componenti (chiusure opache e vetrate). Inoltre, il Decreto definisce i criteri per progettare edifici a "energia quasi zero" (nZEB, cioè «un edificio che presenta un rendimento energetico molto elevato») da rispettare nelle nuove costruzioni e nelle ristrutturazioni di grande entità, a partire dal 1° gennaio 2019 per gli edifici pubblici e dal 1° gennaio 2021 per tutti gli altri.

Il fabbisogno energetico quasi nullo, o molto basso, dovrebbe essere coperto in misura significativa da energia proveniente da fonti rinnovabili, compresa quella prodotta in loco o «nelle vicinanze». Tuttavia, il Ministero della Transizione Ecologica ha segnalato che la percentuale di nZEB rappresenta ancora solo lo 0,03% degli edifici esistenti. In particolare, meno del 10% di costruzioni nZEB è costituito da edifici esistenti riqualificati, principalmente trattandosi di piccoli edifici unifamiliari o bifamiliari e scuole. Questo dato evidenzia il notevole lavoro ancora necessario per raggiungere gli obiettivi di impatto energetico netto pari a zero nel patrimonio edilizio esistente in Italia. Inoltre, il fatto che circa il 30% del nostro stock immobiliare sia stato costruito prima del 1945 – rende tendenzialmente la maggioranza degli considerati quali edifici storici (Troi & Bastian, 2015) e introduce un ulteriore livello di complessità nella ricerca del loro miglioramento energetico. La sfida è ancora più ardua nel caso degli edifici sottoposti a tutela giuridica.

La nuova direttiva europea 2024/1275 (EPBD IV)

Se pure le disposizioni normative europee e il loro recepimento nazionale – fino al 2018 - non interessavano direttamente il patrimonio architettonico di valore culturale, molti nuovi problemi sono sorti nel frattempo e molte sono le conseguenze da essi indotte. Gli obiettivi di efficienza energetica, di risparmio di risorse e di costruzione di edifici a emissione quasi zero sfuggono, in molti casi, a una gestione responsabile del patrimonio architettonico che abbiamo ereditato. Il ricorso alle tecnologie impiantistiche, in questo ambito, ha spesso ridotto la discussione scientifica e l'approccio operativo a obiettivi di mera "misurazione" del combustibile risparmiato, di audit energetico preliminare, di modellazione del comportamento energetico pre- e post-intervento, in situazioni "ideali" e spesso slegate dalle condizioni reali di vetustà e degrado fisico cui le costruzioni esistenti sono inevitabilmente soggette.

La norma, per sua natura, standardizza metodi di calcolo e propone soluzioni conformi, non potendo contemplare l'unicità del singolo caso, rinunciando a considerare l'innovazione tecnica quale possibile forma e veicolo di creatività progettuale. Eppure, almeno negli ultimi vent'anni, tante pagine sono state scritte sul fallimento di un'idea di qualità architettonica e costruttiva fondata sull'applicazione di soluzioni "conformi", estendibili in modo indifferenziato a situazioni e contesti tra loro radicalmente diversi. L'aspirazione a una qualità che non sia solo formale o procedurale apre, invece, a inediti percorsi di ricerca, anche sull'integrazione di sistemi e componenti impiantistici, prevalentemente nel campo delle tecnologie solari e fotovoltaiche (adottando prodotti ritenuti meno impattanti quali i tipi "vetro–vetro" o "a film sottile" o, ancora, a pellicole e vernici).

Affrontare questi temi anche nell'ambito della formazione risponde alla necessità di sensibilizzare le nuove generazioni di architetti e tecnici a una visione complessiva che li renda responsabili nei confronti della conservazione dei manufatti, dell'ambiente, degli ecosistemi e delle identità culturali, intesi quali potente «radice dello sviluppo stesso inteso non solo come crescita economica, ma anche come mezzo per condurre una esistenza più soddisfacente sul piano intellettuale, emozionale, morale e spirituale» (UNESCO, 2001). Trasformazione dell'ambiente in cui viviamo

e, allo stesso tempo, conservazione dell'identità e del patrimonio culturale sono, infatti, componenti fondative del nostro rapporto con l'eredità del passato (prossimo e remoto) e presuppongono la responsabilità che – in quanto eredi – dobbiamo assumerci nei confronti delle generazioni future, ma anche di quelle che ci hanno preceduto.

Tutto ciò è ancora più vero con riferimento all'ultimo aggiornamento della Direttiva EPBD IV, che introduce significative novità per quanto riguarda l'intervento sul patrimonio costruito.

La direttiva 2024/1275, pubblicata sulla Gazzetta ufficiale dell'Unione europea l'8 maggio 2024 e conosciuta anche come Direttiva IV (facente seguito alle già citate I, II, III), definisce le strategie per migliorare la prestazione energetica degli edifici per contribuire al raggiungimento degli obiettivi climatici del "green deal" europeo e modifica parzialmente la prospettiva e l'approccio verso il patrimonio culturale, non necessariamente sottoposto a tutela in termini giuridici. La nuova direttiva aggiorna quella precedente per raggiungere obiettivi climatici più ambiziosi, e prevede un progressivo "inasprimento" dei requisiti per aumentare l'efficienza energetica degli edifici (i già citati "requisiti minimi"), promuovere l'uso di energie rinnovabili e ridurre le emissioni di carbonio e di gas serra nell'atmosfera. La vera novità della nuova Direttiva, pensando al patrimonio costruito, è che impone la necessaria predisposizione, da parte di ogni Stato membro, del "Piano nazionale di ristrutturazione degli edifici", residenziali e non, sia pubblici che privati, per ottenere un parco immobiliare decarbonizzato e ad alta efficienza energetica entro il 2050.

Anche l'Italia, come altri paesi, deve quindi superare la logica dell'emergenza dettata dalla pandemia (prima) e dalla contingenza politica (in atto), guardando a orizzonti di lungo periodo, con l'ambizione di procedere verso il cambiamento culturale necessario ad accelerare la transizione ecologica e rispettare gli impegni assunti nei confronti della comunità internazionale.

La situazione nazionale è tuttavia particolarmente sfidante e, forse anche per questo, il Parlamento non ha ancora recepito la Direttiva europea e l'Italia è sottoposta a due procedure di infrazione aperte dalla Commissione, mentre nessun Piano Nazionale di Ristrutturazione degli Edifici è stato ancora predisposto. Il parco immobiliare italiano è vetusto, una quota molto rilevante degli edifici residenziali è stata costruita prima delle leggi sul contenimento energetico degli anni '70 e '80 del Novecento. È allo stesso tempo assai eterogeneo, non solo per epoca di costruzione, ma anche in termini di caratteri insediativi (contesti urbani, periurbani, rurali, sparsi o diffusi). Buona parte del patrimonio costruito è interessata da vincoli normativi di vario livello e natura, storico-artistico, ambientale, paesaggistico e architettonico che limitano l'applicabilità di alcune soluzioni standard che hanno ormai assunto il ruolo di soluzione tecnica "conforme" nella nuova edilizia, neppure sempre con successo (basti pensare all'uso incondizionato dell'isolamento all'esterno delle chiusure opache, spesso ricorrendo a materiali di origine sintetica). La nuova Direttiva di cui si è detto prevede l'esclusione dal rispetto del suo dettato per gli immobili sotto tutela, ma in misura minore rispetto alla situazione precedente. Per la prima volta, infatti, anche il patrimonio storico è incluso nell'assoggettamento agli obblighi, con i rischi e i limiti, ma anche con le potenzialità connesse. Anche la situazione proprietaria, assai frammentata, costituisce un ostacolo a livello pianificatorio, decisionale, processuale e procedurale. Un ultimo accenno, non in termini di importanza, deve riguardare il problema della povertà energetica e la necessità di accompagnare socialmente la transizione ecologica, evitando che le famiglie meno abbienti restino escluse dagli interventi di efficientamento e dai connessi benefici.

Un approccio positivo al recepimento dell'EPBD in Italia richiede una pianificazione di lungo periodo, integrata con la pianificazione di livello locale e con la programmazione finanziaria europea e nazionale, la capacità di fissare le priorità degli obiettivi da perseguire, secondo una traiettoria ragionevole e sostenibile al 2030, 2040 e 2050. Occorre, in sostanza, lavorare in modo integrato e condividere principi di tutela attiva del patrimonio costruito di valore culturale, anche non direttamente tutelato, riconoscendo le notevoli differenze che lo caratterizzano.

Produzione energetica da Fonti di energia Rinnovabili (FER) - compatibilità architettonica e paesaggistica

Un ultimo accenno deve essere fatto al tema dell'inserimento, in edifici e contesti esistenti, soprattutto – ma non solo - di antica costruzione, di dispositivi alimentati da fonti energetiche rinnovabili, per l'impiego diretto o da immettere nella rete di energia elettrica (o l'impiego diretto di energia termica, requisito ormai obbligatorio per la nuova costruzione). Le innovazioni introdotte al Decreto legislativo 190/2024 (Testo Unico FER) dal Decreto Legge 175/2025 e dal Decreto Legislativo 178/2025 (Italia, 2024, 2025a, 2025b), infatti, ridefiniscono i regimi autorizzativi, le aree idonee all'installazione di tali dispositivi, consentendo nuove possibilità operative anche per l'edilizia storica e meno recente, di interesse culturale. Tali innovazioni, inoltre, sono integrate dalle disposizioni del Decreto legislativo 200/2025 in materia di accelerazione istruttoria dei procedimenti connessi alla transizione energetica (Trovò 2026a, 2026b). Tra le innovazioni più significative dei nuovi atti normativi, vi sono l'inserimento – tra le aree considerate idonee per installazioni alimentate da FER – anche delle coperture degli edifici nei centri storici (soggette a tutela ai sensi del Decreto legislativo 42/2004), se pure con rispetto della conservazione del valore storico architettonico e senza alterazione dell'impatto visivo nel contesto. Tali disposizioni normative sono naturalmente "figlie" del processo culturale, tecnico e legislativo di cui si è brevemente scritto nei paragrafi precedenti. Esse, tuttavia, spostano l'attenzione dal singolo manufatto architettonico a una visione di sistema, di carattere urbano e territoriale.

Complessa e articolata è la questione della possibile *integrazione* di dispositivi tecnologici alimentati da energia solare nel paesaggio rurale e del confine non ben definito tra *modificazione* e *alterazione*, esiti rispettivamente ritenuti accettabili (l'uno) e da scongiurare (l'altro).

Le criticità più evidenti legate a tali tecnologie si riferiscono, infatti, alle diverse tipologie di impatti che hanno sul contesto paesistico e ambientale, riconducibili sostanzialmente a:

- intrusione e disturbo visivo, dovuto ai caratteri cromatici dei collettori, alla loro forma, alla superficie riflettente (in genere in contrasto con quelli morfologici, materici e cromatici propri dell'edificato esistente);
- modificazione della struttura del suolo, delle tessiture territoriali minute, della vegetazione esistente ecc.;
- sostituzione dei materiali esistenti e perdita dei caratteri materici delle architetture tradizionali;
- alterazione della "percezione sociale" dei luoghi.

Sono quindi riconosciuti, come fattori in grado di determinare possibili criticità:

- gli impatti sulla consistenza fisica del patrimonio costruito, del paesaggio, dell'ambiente, dell'ecosistema, cui sono associati, con grado crescente di trasformazione, i concetti di *integrità*, di *modificazione* e, con accezione negativa, di *alterazione*;

– gli impatti sulla sfera psicologico-percettiva, per i quali prevalgono i concetti di *integrazione* e di *mimesi*, come capacità dell'osservatore, sulla base di valori culturalmente riconosciuti, di accettare l'applicazione di una nuova tecnologia sul costruito tradizionale e, all'opposto, di rifiutare l'*alterazione*, come percezione di una trasformazione considerata incompatibile o inaccettabile (Franco, 2015; De Medici, 2021).

A valle dell'auspicabile condivisione della tutela, nel governo delle trasformazioni, è possibile avanzare alcune valutazioni di compatibilità a partire dalle esperienze maturate in campo nazionale e internazionale e basate sull'interrelazione reciproca di fattori legati alle caratteristiche fisiche del territorio, degli edifici e dei dispositivi tecnici, oltre agli impatti percettivi conseguenti alle nuove installazioni. I possibili criteri di compatibilità con la tutela architettonica e paesaggistica dipendono, infatti, da fattori di natura *localizzativa* (rispetto alle vocazioni territoriali, alle visuali, alle caratteristiche costruttive e morfologiche del tessuto edilizio, ma anche alle reali condizioni di conservazione dei manufatti), di natura *quantitativa* (a seconda che si tratti di sistemi isolati o ripetibili/aggregati: estensione superficiale e rapporto con la superficie del manto di copertura – altezza e larghezza in soluzioni a terra), ma anche di natura *qualitativa* (relativamente alla morfologia del dispositivo, alla sua cromia, alla texture, alla pendenza, alle modalità di ancoraggio, alle modalità di aggregazione – proporzione e agli allineamenti, alla possibilità di mitigazione dell'impatto visivo). Tutto ciò interferisce, inoltre, con il fattore di *scala* che ha implicazioni sul cosiddetto effetto cumulativo, sia a livello di singolo edificio sia a livello di paesaggio.

Bibliografia

BATH PRESERVATION TRUST & CENTRE FOR SUSTAINABLE ENERGY (2011). *Warmer Bath. A Guide to Improving the Energy Efficiency of Traditional Homes in the City of Bath*. Bath Preservation Trust, Bath.

BROSTRÖM, T., Nilsen, L., & Carlsten, S. (a cura di) (2018). *Energy Efficiency in Historic Buildings. Proceedings of the 3rd International Conference on Energy Efficiency in Historic Buildings, Visby, Sweden*.

CEN (2017). *EN 16883:2017. Conservation of Cultural Heritage—Guidelines for Improving the Energy Performance of Historic Buildings*. European Committee for Standardization, Brussels.

CHANGEWORKS & EDINBURGH WORLD HERITAGE (2008). *Energy Heritage. A Guide to Improving Energy Efficiency in Traditional and Historic Homes*. Edinburgh World Heritage, Edinburgh.

CHANGEWORKS & EDINBURGH WORLD HERITAGE (2009). *Renewable Heritage. A Guide to Microgeneration in Traditional and Historic Homes*. Edinburgh World Heritage, Edinburgh.

CORNWALL COUNCIL HISTORIC ENVIRONMENT SERVICE (s.d.). *Improving Energy Efficiency in Historic Cornish Buildings*. Cornwall Council.

DE BOUW, M., Dubois, S., Dekeyser, L., & Vanhellemont, Y. (a cura di) (2016). *EECHB 2016. Energy Efficiency and Comfort of Historic Buildings. Proceedings of the 2nd International Conference, Brussels, 19–21 October 2016*. BBRI, Brussels.

DE MEDICI, S. (2021). Italian architectural heritage and photovoltaic systems. Matching style with sustainability. *Sustainability*, 13 (4), 2108. https://doi.org/10.3390/su13042108

DERRIDA, J. (2008). *Adesso l'architettura*. Il Sole 24 Ore, Milano.

DI BENE, A., & Scazzosi, L. (a cura di) (2006). *Gli impianti eolici: suggerimenti per la progettazione e la valutazione paesaggistica*. Gangemi Editore, Roma.

DIREZIONE REGIONALE PER I BENI CULTURALI E PAESAGGISTICI DEL VENETO & METADISTRETTO VENETO DEI BENI CULTURALI (2010). *La qualità delle prestazioni energetico-ambientali nella manutenzione dell'architettura storica. Linee guida*. Progetto ATTESS.

EDINBURGH WORLD HERITAGE (s.d.). *Historic Home Guide: Energy Efficiency*. Edinburgh World Heritage, Edinburgh.

EEHB (2024). *EEHB 2024 Singapore Proceedings. The 5th International Conference on Energy Efficiency in Historic Buildings, 7–8 October 2024*. ICOMOS Singapore, Singapore.

ENGLISH HERITAGE & CITY OF WESTMINSTER (2013). *Retrofitting Historic Buildings for Sustainability*. City of Westminster, London.

ENGLISH HERITAGE (2008). *Conservation Principles. Policies and Guidance for the Sustainable Management of the Historic Environment*. English Heritage, London.

ENGLISH HERITAGE (2012). *Energy Efficiency and Historic Buildings*. English Heritage, London.

FRANCO, G. (2015). *Paesaggi ed energia. Un equilibrio delicato*. EdicomEdizioni, Monfalcone.

HARTMAN, V., Kirac, M., & Scalet, M. (a cura di) (2013). *Energy Efficiency and Energy Management in Cultural Heritage. Case Studies Guidebook*. UNESCO Regional Bureau for Science and Culture in Europe, Venice.

HISTORIC SCOTLAND (2008). *Inform Guide: Improving Energy Efficiency in Traditional Buildings*. Historic Scotland, Edinburgh.

HISTORIC SCOTLAND (2013). *Short Guide 1: Fabric Improvements for Energy Efficiency in Traditional Buildings* (2nd ed.). Historic Scotland, Edinburgh.

HISTORIC SCOTLAND (2014). *Short Guide 8: Micro-renewables in the Historic Environment*. Historic Scotland, Edinburgh.

ITALIA (2005). Decreto legislativo 19 agosto 2005, n. 192. Attuazione della direttiva 2002/91/CE relativa al rendimento energetico nell'edilizia. *Gazzetta Ufficiale della Repubblica Italiana*, Serie generale, 222, 23 settembre 2005, Supplemento ordinario n. 158.

ITALIA (2013). Legge 3 agosto 2013, n. 90. Conversione, con modificazioni, del decreto-legge 4 giugno 2013, n. 63. *Gazzetta Ufficiale della Repubblica Italiana*, Serie generale, 181, 3 agosto 2013.

ITALIA (2015). Decreto del Ministero dello sviluppo economico 26 giugno 2015. Applicazione delle metodologie di calcolo delle prestazioni energetiche e definizione delle prescrizioni e dei requisiti minimi degli edifici. *Gazzetta Ufficiale della Repubblica Italiana*, Serie generale, 162, 15 luglio 2015, Supplemento ordinario n. 39.

ITALIA (2020). Decreto legislativo 10 giugno 2020, n. 48. Attuazione della direttiva (UE) 2018/844 sulla prestazione energetica nell'edilizia e sull'efficienza energetica. *Gazzetta Ufficiale della Repubblica Italiana*, Serie generale, 146, 10 giugno 2020.

ITALIA (2024). Decreto legislativo 25 novembre 2024, n. 190. Disciplina dei regimi amministrativi per la produzione di energia da fonti rinnovabili. *Gazzetta Ufficiale della Repubblica Italiana*, Serie generale, 291, 12 dicembre 2024.

ITALIA (2025a). Decreto-legge 21 novembre 2025, n. 175. Misure urgenti in materia di Piano Transizione 5.0 e di produzione di energia da fonti rinnovabili. *Gazzetta Ufficiale della Repubblica Italiana*, Serie generale, 271, 21 novembre 2025; convertito, con modificazioni, dalla legge 15 gennaio 2026, n. 4, *Gazzetta Ufficiale della Repubblica Italiana*, Serie generale, 15, 20 gennaio 2026.

ITALIA (2025b). Decreto legislativo 26 novembre 2025, n. 178. Disposizioni integrative e correttive al decreto legislativo 25 novembre 2024, n. 190. *Gazzetta Ufficiale della Repubblica Italiana*, Serie generale, 275, 26 novembre 2025.

KILIAN, R., Saba, S., & Gietz, C. (a cura di) (2023). *EEHB2022. The 4th International Conference on Energy Efficiency in Historic Buildings*. Fraunhofer IRB Verlag, Stuttgart.

LOPEZ, M., Yáñez, A., Gomes da Costa, S., & Avella, L. (a cura di) (2014). *Proceedings of the International Conference on Energy Efficiency and Historic Buildings, Madrid, 29–30 September 2014*. Fundación de Casas Históricas y Singulares & Fundación Ars Civilis, Madrid.

MINISTERO PER I BENI E LE ATTIVITÀ CULTURALI (2015). *Linee di indirizzo per il miglioramento dell'efficienza energetica nel patrimonio culturale. Architettura, centri e nuclei storici e urbani*. Ministero per i Beni e le Attività Culturali, Roma.

PARLAMENTO EUROPEO (2023, March 14). *Amendments Adopted by the European Parliament on the Proposal for a Directive on the Energy Performance of Buildings (Recast)*. https://www.europarl.europa.eu/doceo/document/TA-9-2023-0068_EN.html Accessed Oct. 30, 2023.

STAUDENMAIER, J.M. (1988). *I cantastorie della tecnologia*. Jaca Book, Milano.

TROI, A., & Bastian, Z. (a cura di) (2015). *Energy Efficiency Solutions for Historic Buildings. A Handbook*. Birkhäuser, Basel.

TROVÒ, F. (2026a). Tra norme e prassi. Efficientamento energetico dell'edilizia storica, parte 1. *Recupero e Conservazione*, 192, 46–51.

TROVÒ, F. (2026b). Verso una metodologia operativa. Efficientamento energetico dell'edilizia storica, parte 2. *Recupero e Conservazione*, 193, 38–43.

UNESCO (2001). *Universal Declaration on Cultural Diversity*. UNESCO, Paris.

UNIONE EUROPEA (2010). Direttiva 2010/31/UE del Parlamento europeo e del Consiglio del 19 maggio 2010 sulla prestazione energetica nell'edilizia. *Gazzetta ufficiale dell'Unione europea*, L 153, 13–35.

UNIONE EUROPEA (2012). Direttiva 2012/27/UE del Parlamento europeo e del Consiglio del 25 ottobre 2012 sull'efficienza energetica. *Gazzetta ufficiale dell'Unione europea*, L 315, 1–56.

UNIONE EUROPEA (2018). Direttiva (UE) 2018/844 del Parlamento europeo e del Consiglio del 30 maggio 2018 che modifica la direttiva 2010/31/UE sulla prestazione energetica nell'edilizia e la direttiva 2012/27/UE sull'efficienza energetica. *Gazzetta ufficiale dell'Unione europea*, L 156, 75–91.

UNIONE EUROPEA (2024). Direttiva (UE) 2024/1275 del Parlamento europeo e del Consiglio del 24 aprile 2024 sulla prestazione energetica nell'edilizia (rifusione). *Gazzetta ufficiale dell'Unione europea*, L 2024/1275, 8 maggio 2024. http://data.europa.eu/eli/dir/2024/1275/oj

IL PATRIMONIO MODERNO COME RISORSA OLTRE LA RIQUALIFICAZIONE ENERGETICA

Uta Pottgiesser, Wido Quist

DOCOMOMO International (*International Working Party for Documentation and Conservation of Buildings, Sites and Neighbourhoods of the Modern Movement)* è un'organizzazione fondata nel 1988 e formalmente costituita a Eindhoven nel 1990 quando, contestualmente, furono definiti i suoi obiettivi principali nel cosiddetto *Eindhoven Statement*. L'organizzazione nacque in una fase particolarmente critica, in cui l'architettura del XX secolo, ancora relativamente recente, faticava ad essere riconosciuta come patrimonio anche a causa di criteri di tutela che, nella maggior parte dei Paesi, subordinavano tale riconoscimento al superamento di soglie temporali convenzionali, generalmente fissate a cinquanta o cento anni dalla costruzione dell'edificio. Parallelamente, le prime architetture del Movimento Moderno risultavano sempre più esposte a demolizioni, alterazioni, processi di obsolescenza tecnologica e cambiamenti d'uso. In risposta a tali criticità, DOCOMOMO International iniziò a sostenere e a promuovere la rilevanza dell'architettura moderna in quanto componente significativa del patrimonio culturale, sottolineando la necessità di sot-





Figura 1
Zonnestraal prima e dopo l'intervento; fotografie del 1986 (in alto) e del 2007 (in basso).

toporla a sistematiche attività di documentazione, di ricerca e di conservazione e di favorirne, al contempo, una più ampia legittimazione sul piano pubblico. La ricerca condotta dai fondatori di DOCOMOMO, Hubert-Jan Henket e Wessel de Jonge, sulle possibilità di conservazione del sanatorio Zonnestraal, situato nei Paesi Bassi e allora in stato di abbandono, costituì un esempio di particolare rilievo.[1]

Nel 1990, i rappresentanti di quattordici Paesi si riunirono attorno a un obiettivo comune, destinato a definire il carattere fondante di DOCOMOMO: la stretta interrelazione tra documentazione e conservazione. La documentazione sistematica delle architetture del Movimento Moderno, condotta attraverso censimenti, documentazione grafica, fotografie, fonti d'archivio e altre forme di documentazione, non era finalizzata soltanto all'approfondimento della conoscenza del Movimento Moderno stesso, ma anche alla definizione di metodi adeguati per la conservazione delle sue opere. La documentazione assumeva, pertanto, una funzione che oltrepassava quella meramente archivistica, configurandosi come uno strumento operativo al servizio della tutela del patrimonio.

Nel corso degli anni Novanta, la redazione di schede di documentazione finalizzate alla costituzione di un inventario divenne una delle principali attività operative di DOCOMOMO. L'obiettivo era individuare esempi significativi dell'architettura del Movimento Moderno e costruire una base sistematica di conoscenze in grado di supportare la ricerca e le iniziative di conservazione. A tal fine, in occasione dell'International DOCOMOMO Conference del 1992 a Dessau, in Germania, fu istituito il primo International Specialist Committee on Registers (ISC/R), con il compito di sviluppare un registro internazionale condiviso. Soltanto due anni più tardi, nel 1994, fu istituito il secondo comitato denominato International Specialist Committee on Technology (ISC/T) nell'ambito del quale gli specialisti potevano confrontare le proprie esperienze in materia di interventi di riparazione, manutenzione e conservazione dei materiali e delle tecnologie moderne, al fine di favorire lo sviluppo e la diffusione di metodi di conservazione appropriati, poi documentati in diversi *ISC Preservation Technology Dossiers*.[2]

In questo modo, DOCOMOMO contribuiva a ridefinire i confini del patrimonio architettonico come, fino a quel momento, comunemente concepito. Superando un approccio che concentrava l'attenzione principalmente sui monumenti delle epoche storiche precedenti al Novecento, l'organizzazione dimostrava come anche gli edifici del secolo breve - compresi l'edilizia residenziale ordinaria, gli edifici industriali, le scuole, gli uffici e le infrastrutture - potessero possedere un valore in quanto patrimonio e meritassero di essere riconosciuti e tutelati a livello locale, nazionale e internazionale. Infatti, il rapporto consultivo dell'ISC Registers, *The Modern Movement and the World Heritage List* (DOCOMOMO ISC Registers, 1997), evidenziava la sottorappresentazione del patrimonio del Movimento Moderno, attestando il ruolo consultivo riconosciuto a DOCOMOMO.

Attraverso il lavoro svolto nel suo primo decennio di attività, DOCOMOMO trasformò la sua attività di documentazione sistematica in una strategia di conservazione, costruendo l'infrastruttura intellettuale, documentaria e professionale attraverso la quale l'architettura del XX secolo poteva essere interpretata e riconosciuta come patrimonio. Il presupposto fondativo dell'organizzazione era che gli edifici, i siti e i quartieri del Movimento Moderno potessero essere conservati efficacemente soltanto a condizione che i loro valori culturali, architettonici, tecnologici e storici fossero preliminarmente compresi e resi evidenti. DOCOMOMO contribuì pertanto

1 Knoll Modernism Prize (https://www.wmf.org/knoll-modernism-prize).

2 Gli ISC/T Dossiers sono disponibili sul sito di DOCOMOMO International (https://docomomo.com/dossiers-isc-t-2/).

a un fondamentale cambiamento nel dibattito sul patrimonio progressivamente sostenendo l'importanza di riconoscere l'architettura del Movimento Moderno come patrimonio culturale, tale da richiedere processi attivi di identificazione, interpretazione, conservazione e continuità d'uso.

Già nel corso degli anni Novanta, DOCOMOMO ampliò il proprio ambito d'azione e il proprio interesse oltre la scala dell'edificio, come testimonia l'istituzione, nel 1996, dell'International Specialist Committee Urbanism and Landscape (ISC/U+L). Dopo il 2000 furono istituiti anche gli International Specialist Committees (ISC) dedicati a Education and Theory (ISC/E+T), in seguito rinominato Education and Training, e, infine, nel 2016, l'International Specialist Committee on Interior Design (ISC/ID). Gli ISC contribuirono a promuovere lo scambio e la collaborazione a livello internazionale, affiancandosi alle International DOCOMOMO Conferences (IDC), ossia alle conferenze internazionali organizzate con cadenza biennale. Attraverso la propria rete internazionale e interdisciplinare di architetti, storici, specialisti della conservazione e ricercatori attivi in tutti i continenti, DOCOMOMO fornì il rilevante contributo concettuale di riconoscere e comprendere il Movimento Moderno come fondamentale espressione di una cultura architettonica transnazionale, anziché come insieme di esperienze nazionali tra loro isolate.

Nel 2014 DOCOMOMO incluse il concetto di "*adaptive reuse*" (riuso adattivo) tra i propri obiettivi principali, rafforzando, inoltre, il proprio impegno nei confronti della sostenibilità e degli Obiettivi di Sviluppo Sostenibile delle Nazioni Unite (SDGs), come espresso nell'*Eindhoven-Seoul Statement* (DOCOMOMO International, 2014). Nel 2022, il Council Meeting tenutosi a Valencia, in Spagna, approvò un'ulteriore integrazione dei principi di DOCOMOMO attraverso il *DOCOMOMO Manifesto on Education* (DOCOMOMO International, 2022). Nel complesso, venne così definita una solida base teorica finalizzata a migliorare e accelerare le pratiche di conservazione mediante differenti modalità, quali il restauro, la riqualificazione, la ricostruzione e il rinnovamento, in particolare nei casi di *adaptive reuse*.

Dalla documentazione alla conservazione

Dalla sua fondazione, DOCOMOMO è cresciuta notevolmente passando da quattordici a ottantacinque gruppi di lavoro nazionali distribuiti nei cinque continenti. Parallelamente, il campo di interesse dell'organizzazione si è esteso oltre il periodo tra le due guerre (1918-1939), includendo anche quello del secondo dopoguerra (1945-1975). Attraverso iniziative locali, conferenze internazionali e la pubblicazione del *DOCOMOMO Journal*, sono stati portati all'attenzione di un pubblico globale gli "other modernisms" (modernismi altri), i "multiple modernisms" (molteplici modernismi), i "dissonant modernisms" (modernismi dissonanti) e gli "imperfect modernisms" (modernismi imperfetti), contribuendo ad ampliare le prospettive sulla documentazione e sulla conservazione degli edifici, dei siti e dei quartieri del Movimento Moderno oltre un'impostazione prevalentemente eurocentrica e nordamericana. Questo ampliamento ha avuto diverse implicazioni sia per il corpus delle ricerche e delle iniziative di documentazione, sia per le problematiche connesse alla conservazione.

La conservazione dell'architettura del XX secolo si confronta sempre più con una tensione fondamentale tra la salvaguardia del patrimonio architettonico e la necessità di soddisfare requisiti contemporanei, o persino futuri, in materia di prestazioni energetiche e ambientali, sicurezza e fruibilità. Gli edifici del Movimento Moderno furono spesso concepiti secondo principi di innovazione tecnologica, leggerezza del sistema costruttivo, trasparenza e ampio impiego di superfici vetrate. Tuttavia, i materiali e i sistemi tecnologici che resero possibili tali qualità architettoniche sono, oggi,

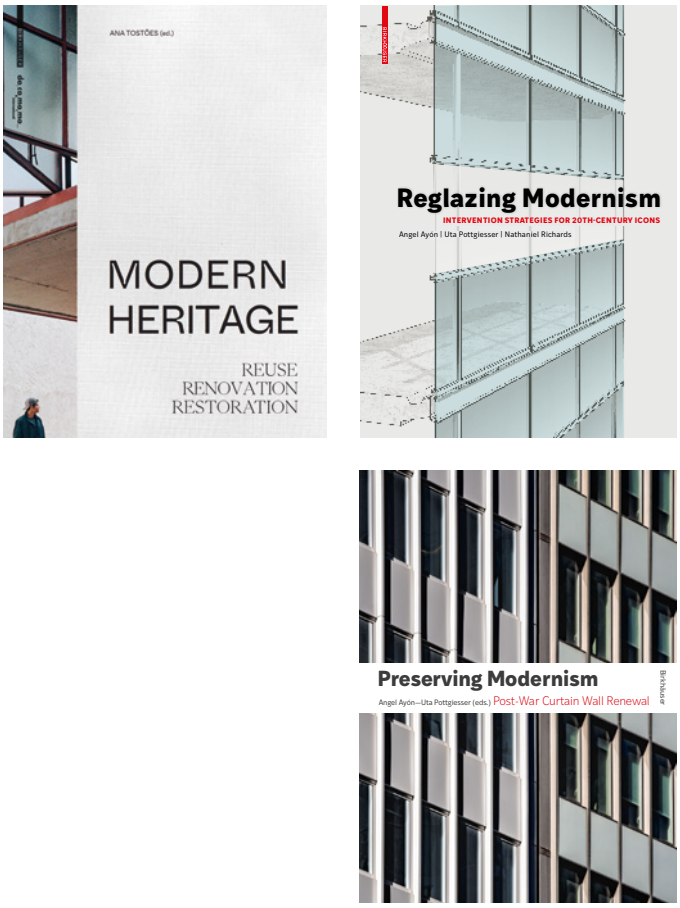


Figura 2
Pubblicazioni recenti dedicate alla conservazione e alla riqualificazione dell'architettura del XX secolo, curate in collaborazione con DOCOMOMO International (2022, 2019, 2026).

spesso associati a significative dispersioni energetiche, fenomeni di degrado dei materiali, corrosione, carenze manutentive e obsolescenza funzionale. Le facciate vetrate e gli involucri leggeri, con telai in acciaio o alluminio, pongono complessi problemi conservativi, poiché, sovente, il loro valore architettonico è strettamente connesso a specifiche caratteristiche materiche e tecnologiche (Prudon, 2008). La conservazione di questi edifici solleva, di conseguenza, una questione fondamentale: in che modo è possibile preservarne la significatività culturale adeguandone, al contempo, le prestazioni energetiche, ambientali e tecniche ai requisiti contemporanei? Ne deriva, inoltre, un interrogativo teorico cruciale in termini di autenticità: l'autenticità architettonica deve risiedere nella permanenza della materia originale oppure può consistere anche nella persistente leggibilità dei principi architettonici o persino concettuali? Gli esempi analizzati in questo volume, così come tanti altri documentati in precedenti pubblicazioni, sembrano suggerire anche questa seconda possibilità: sistemi vetrati ad alte prestazioni, ampliamento delle superfici trasparenti, dispositivi di controllo solare e ridisegno delle facciate possono modificare la consistenza materiale dell'opera, pur perseguendo la conservazione o la reinterpretazione di caratteristiche architettoniche significative. Un simile approccio allontana la conservazione dalla concezione dell'edificio come oggetto storico immutabile, orientandola verso una concezione del patrimonio quale relazione continuamente ricostruita tra testimonianza materiale, significatività culturale e uso contemporaneo.

La strategia più appropriata dipende da fattori quali il valore culturale dell'edificio, il suo stato di conservazione, le prestazioni energetiche, i requisiti di sicurezza e le future e potenziali destinazioni d'uso. Alla base di questi approcci si colloca una più ampia filosofia della trasformazione come alternativa alla demolizione, riconduci-

bile ai principi di Anne Lacaton, Jean-Philippe Vassal e Frédéric Druot: «never demolish, subtract or replace, but always add, transform and reuse» (Spoormans et al., 2018). Questi principi considerano gli edifici esistenti come risorse e pongono l'accento sul loro efficientamento o ampliamento e sulla loro trasformazione e continuità d'uso. Il riuso ristabilisce così una forma di continuità tra conservazione e sostenibilità. Anziché considerare gli edifici esistenti come oggetti obsoleti da sostituire con nuove costruzioni tecnicamente performanti, questo approccio ne riconosce il valore materiale, formale, culturale e urbano accumulato nel tempo. La trasformazione diviene, di conseguenza, uno strumento per preservare le risorse architettoniche già incorporate nell'ambiente costruito, consentendo al contempo nuove forme d'uso.

DOCOMOMO esamina, inoltre, le modalità attraverso cui gli edifici del Movimento Moderno possano essere conservati e modificati senza ridurre la conservazione alla semplice preservazione della materia esistente. Al contrario, essa propone una lettura articolata dei possibili livelli di intervento e una ricerca sulla "tolerance for change" (tolleranza al cambiamento), entro la quale interventi di restauro (restoration), riqualificazione (rehabilitation), sostituzione (replacement), "reframing", ossia interventi specifici di efficientamento e/o sostituzione sui telai, e "reglazing", ossia interventi di efficientamento e/o sostituzione sulle superfici vetrate, possono contribuire alla continuità d'uso e alla permanenza nel tempo degli edifici, siano essi ordinari o dotati di particolare rilevanza culturale (Van de Heuvel et al., 2008; Kuipers & Quist, 2014).

Una prima rassegna organica di buone pratiche è stata presentata nel volume *Modern Heritage. Reuse, Renovation, Restoration*, pubblicazione curata da Ana Tostões, già presidente di DOCOMOMO International, in occasione della prima edizione del DOCOMOMO Rehabilitation Award (DRAW) (Tostões, 2022). Il volume raccoglie ventiquattro progetti internazionali, suddivisi in dodici categorie, al fine di illustrare l'ampiezza degli orientamenti teorici nel campo della tutela e le strategie adottabili nell'ambito della conservazione.

Categorie di intervento sull'involucro edilizio

Per quanto concerne l'involucro edilizio, l'autenticità e l'efficienza energetica, DOCOMOMO ha contribuito a diverse pubblicazioni finalizzate allo sviluppo di una tassonomia degli interventi per la conservazione dell'involucro.

Angel Ayón e Uta Pottgiesser sono coautori di *Reglazing Modernism. Intervention Strategies for 20th-Century Icons* (Ayón & Pottgiesser, 2019) e hanno inoltre curato congiuntamente il recente volume *Preserving Modernism. Post-War Curtain Wall Renewal* (Ayón, Pottgiesser, 2026). In questo contesto si distinguono diverse categorie di intervento:

- Restoration (restauro). È la categoria che definisce l'approccio più conservativo e mira a mantenere e a riparare, ove possibile, i componenti edilizi esistenti. Diverse forme di restauro possono comprendere la riparazione del telaio originale prevedendo la conservazione del vetro semplice a lastra singola, l'inserimento di vetro stratificato oppure l'applicazione di pellicole superficiali. Tali interventi privilegiano la continuità materica e la conservazione delle caratteristiche architettoniche. Tuttavia, le prestazioni energetiche e ambientali dell'involucro esistente possono porre limiti a ciò che è ragionevolmente conseguibile mediante un intervento minimo. Emerge, così, la necessità di una *performance-oriented conservation*, ossia di una conservazione orientata al miglioramento prestazionale, nella quale l'adeguamento tecnico dell'edificio diviene parte integrante della stessa strategia conservativa.
- Rehabilitation (riqualificazione). È una categoria che comprende interventi più incisivi, richiesti quando il degrado o i requisiti prestazionali eccedono le possi-

bilità di intervenire secondo il principio del minimo intervento. Essa si configura come un intervento di sostituzione parziale nei casi in cui si siano verificate perdite significative di materia negli involucri composti da telai metallici o da superfici vetrate, quando la sostituzione per analogia con elementi equivalenti per materiale, forma e tecnologia risulti impraticabile, inefficace o inappropriata, oppure quando sia necessario apportare adeguamenti per soddisfare i requisiti prestazionali energetici, ambientali o strutturali contemporanei e consentire la continuità delle funzioni esistenti o l'introduzione di nuovi programmi d'uso. La riqualificazione concilia conservazione e adeguamento prestazionale.

- Overcladding (sovrapposizione di una nuova facciata o sovra-rivestimento). È una categoria di interventi che assumono particolare importanza e sono largamente diffusi nel contesto statunitense. Gli interventi di overcladding consentono, di fatto, di aggiungere o sovrapporre una nuova facciata o un nuovo rivestimento superficiale senza necessariamente demolire la facciata esistente. Gli interventi identificati come "overcladding" spaziano dalla completa riprogettazione della facciata a modifiche localizzate, tra cui il rivestimento in vetro dei pannelli metallici di tamponamento dei parapetti o dei sottofinestra, il rivestimento metallico di montanti e fasce marcapiano o dei parapetti, nonché le modifiche per l'alloggiamento di impianti meccanici.
- Replacement (sostituzione). È la categoria che comprende interventi ulteriormente incisivi rispetto alla categoria precedente. Essa può comprendere la sostituzione degli elementi originari della facciata con sistemi vetrati ad alte prestazioni, l'ampliamento del *vision glass*, ossia della superficie vetrata trasparente, oppure la riproduzione dell'aspetto storico mediante nuovi sistemi di facciata, laddove sia richiesto da specifiche prescrizioni di tutela, l'aggiunta di nuovi dispositivi esterni di controllo dell'esposizione solare e la riprogettazione della facciata. La sostituzione non è dunque presentata come un'unica soluzione tecnica, ma come una serie di possibili interventi volti a conciliare il miglioramento prestazionale con la continuità architettonica.

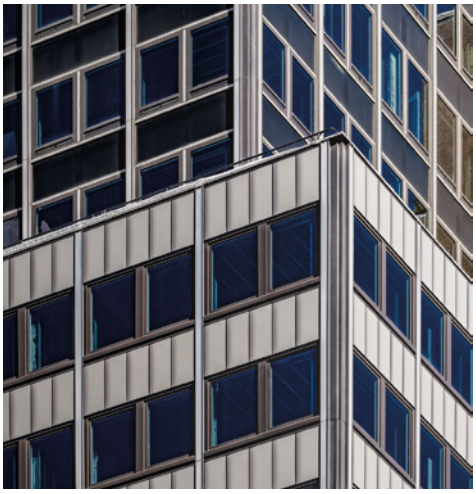
Tutte le categorie di intervento mostrano come i requisiti energetici, ambientali e tecnici possano divenire agenti di trasformazione architettonica.

Il volume *Reglazing Modernism* (2019) si concentra sugli edifici il cui involucro vetrato è costruito con telai in acciaio realizzati tra gli anni Venti e gli anni Sessanta del Novecento e le cui principali sfide riguardano, ad esempio, le elevate dispersioni energetiche, i requisiti di illuminazione naturale, la predisposizione a presentare fenomeni di degrado quali la corrosione, le carenze manutentive accumulate e i mutamenti delle destinazioni d'uso. In questi casi, il restauro dovrebbe mirare a conservare quanta più materia originale possibile. Tra gli interventi si possono citare la riparazione dei telai esistenti e il mantenimento del vetro singolo oppure la combinazione di telai riparati con l'inserimento di nuovi vetri stratificati o di pellicole applicate sulla superficie. I casi dell'Hallidie Building, di Villa Tugendhat, di Fallingwater, della Glass House, della Farnsworth House e del TWA Flight Center illustrano le possibilità offerte dall'adozione di questi interventi che possono, inoltre, prevedere l'introduzione di vetrature più performanti conservando, al contempo, elementi significativi e originali dell'involucro.

Il libro *Preserving Modernism* (2026) si focalizza, invece, sugli edifici il cui involucro vetrato è realizzato con telai in alluminio, costruiti tra gli anni Cinquanta e gli anni Ottanta del Novecento. Si tratta prevalentemente di edifici, per lo più alti, che presentano condizioni conservative differenti: di dimensioni sensibilmente maggiori, possono non disporre di un formale riconoscimento patrimoniale e quindi possono non disporre

Figura 3
I grandi involucri vetrati con telai in acciaio e alluminio caratterizzano numerosi edifici del XX secolo, sia del periodo tra le due guerre sia del secondo dopoguerra; fotografie del 2014 (in alto) e del 2026 (in basso).





di uno stato di tutela legale, manifestando spesso rilevanti dispersioni energetiche, importanti fenomeni di degrado e condizioni di obsolescenza funzionale. Le categorie di intervento individuate per questi casi sono quelle della riqualificazione, della sostituzione o dell'overcladding. Tra le principali sfide in questi casi vi sono, ad esempio, le elevate dispersioni energetiche, i requisiti di illuminazione naturale, i fenomeni di degrado quali la corrosione, le carenze manutentive e i mutamenti delle destinazioni d'uso. Casi studio quali la Torre Bizkaia a Bilbao, in Spagna, l'ex edificio Royale Belge a Bruxelles, in Belgio, il Goldman Sachs Building e il 180 Water Street a New York, negli Stati Uniti, mostrano come questo tipo di facciate possano essere adeguate mediante nuovi involucri, vetrate più performanti, interventi localizzati o sostituzioni complete. Questi progetti testimoniano, inoltre, come l'adeguamento possa comportare sia miglioramenti tecnici sia modifiche dell'espressione architettonica dell'edificio.

Strategie di conservazione oltre l'efficienza energetica

La "performance-oriented conservation", ossia la conservazione orientata al miglioramento prestazionale dell'edificio, dimostra come il miglioramento delle prestazioni energetiche e ambientali non richieda necessariamente la sostituzione totale dell'involucro edilizio esistente. Questo è importante poiché le prestazioni energetiche e ambientali di un edificio storico non sono riducibili a quelle dei singoli componenti. L'edificio funziona come un sistema interconnesso che coinvolge facciata, struttura, illuminazione naturale, destinazione d'uso e condizioni ambientali. Di conseguenza,

un approccio conservativo sostenibile richiede una valutazione di come gli interventi incidano sull'edificio nel suo complesso, anziché limitarsi a massimizzare le prestazioni tecniche dei singoli elementi. È importante, quindi, considerare l'intervento di efficientamento energetico come un mezzo per consentire la continuità d'uso dell'edificio, anziché come un obiettivo tecnico isolato. Lo scopo dell'intervento di adeguamento o miglioramento è, in ultima analisi, quello di consentire agli edifici di particolare rilevanza culturale di rimanere funzionali, rispondenti alle condizioni attuali e alle potenziali esigenze future.

Il riuso come strategia ambientale e culturale

In questo contributo, il riuso è inteso come principio che ha implicazioni sia culturali sia ambientali. Esso non considera gli edifici esistenti come oggetti temporari, ma ne riconosce, al contrario, il potenziale di riutilizzo attraverso la realizzazione di interventi di adattamento. La struttura e l'involucro esistenti divengono, in quest'ottica, risorse da cui sviluppare nuove modalità di prestazione e di utilizzo. In questa prospettiva, anche il significato di sostenibilità nel progetto di conservazione architettonica si modifica. La sostenibilità non è presentata esclusivamente come una questione di riduzione dei consumi energetici di esercizio, ma è strettamente connessa alla continuità d'uso e al riuso, nel lungo termine, degli edifici, dei siti e dei quartieri esistenti e alla capacità di riadattarli alle mutevoli esigenze. La conservazione del patrimonio architettonico e la riduzione dell'impatto ambientale possono quindi rafforzarsi reciprocamente quando gli interventi di adeguamento consentono agli edifici di rimanere in uso e funzionali.

La dimensione ambientale del patrimonio architettonico

Inoltre, l'efficientamento energetico dovrebbe diventare un elemento integrante degli strumenti di valutazione degli interventi sul patrimonio architettonico del XX secolo. Diversi casi studio illustrano una serie di possibili risposte e strategie che implicano che, nell'adottare un approccio conservativo sostenibile, non esista un'unica soluzione sempre preferibile. L'intervento di efficientamento energetico più appropriato dipende dalla significatività culturale dell'edificio, dallo stato di conservazione dei suoi materiali, dalle sue prestazioni energetiche attuali, dalla sua destinazione d'uso futura e dalla misura in cui le caratteristiche architettoniche possono subire modifiche a causa di necessari cambiamenti tecnici. È proprio nel saper conciliare questi aspetti che tutti i portatori di interesse hanno un ruolo importante da svolgere e sono chiamati ad unire le proprie forze.

Conservazione, prestazioni e obsolescenza

La conservazione dell'architettura moderna presenta una serie di difficoltà particolari, poiché il valore architettonico di queste architetture è spesso insito nelle loro caratteristiche costruttive e tecnologiche. Le strategie di conservazione devono, quindi, stabilire quali caratteristiche di un edificio siano essenziali per la sua significatività culturale e quali possano essere modificate in risposta alle esigenze prestazionali energetiche e ambientali o a quelle funzionali. La questione non consiste semplicemente nel decidere se preservare la materia originale, ma nel comprendere come tale conservazione possa conciliarsi con il mantenimento della continuità delle prestazioni e delle condizioni d'uso dell'edificio. Ciò suggerisce non solo di ragionare in termini di limitazioni, ma di concentrarsi principalmente sulle opportunità.

L'intervento sugli involucri vetrati come strategia di adeguamento sostenibile

Il rapporto tra il progetto di conservazione e l'intervento di efficientamento energetico diviene particolarmente evidente nel caso degli interventi sugli involucri vetrati. In questi casi, il miglioramento delle prestazioni energetiche e ambientali è collocato all'interno della logica stessa del progetto di conservazione. Il miglioramento prestazionale di

sistemi vetrati non va inteso semplicemente come un intervento di efficientamento energetico a sé stante, bensì come un'operazione atta a consentire la continuità d'uso di un edificio di particolare interesse culturale, nella quale il miglioramento delle prestazioni energetiche e ambientali dell'involucro edilizio è, pertanto, direttamente correlato alla sostenibilità nel lungo termine del bene architettonico. Questo approccio suggerisce una concezione di sostenibilità basata sull'adeguamento piuttosto che sulla mera sostituzione del sistema tecnologico dell'involucro vetrato. L'obiettivo, infatti, non è necessariamente quello di riprodurre le condizioni e soluzioni tecniche originali, né di massimizzare le prestazioni energetiche a prescindere dal valore storico-artistico, ma di individuare una relazione appropriata tra la materia esistente e i nuovi requisiti tecnici.

Efficienza energetica e continuità d'uso del patrimonio architettonico

L'intervento di efficientamento energetico assume quindi un duplice ruolo. Da un lato, rappresenta l'opportunità operativa di raggiungimento di un requisito prestazionale legato alle attuali aspettative energetiche e ambientali; dall'altro, diviene una condizione per assicurare la continuità d'uso dell'opera architettonica. Le due dimensioni non possono essere facilmente separate: prestazioni energetiche e ambientali inadeguate possono contribuire all'obsolescenza funzionale, mentre un miglioramento o un adeguamento prestazionale sapientemente progettato può favorire la continuità d'uso dell'edificio e contribuire così alla conservazione dello stesso in quanto patrimonio.

Conclusioni: verso un modello sostenibile di conservazione

I casi studio presentati in questo volume suggeriscono che la conservazione sostenibile non possa essere ridotta ad una gerarchia di interventi nella quale il principio del minimo intervento sia automaticamente considerato il più appropriato. Un intervento minimo può essere auspicabile laddove la struttura esistente presenti ancora adeguate condizioni materiche, prestazionali e funzionali, ma un intervento più esteso può essere giustificato quando il degrado dei materiali o l'efficienza prestazionale risulti inadeguata e insieme minaccino la continuità d'uso dell'edificio. La discussione sugli interventi appropriati dovrebbe tenere in considerazione concetti quali quello di compatibilità (ossia in quale misura l'intervento potrebbe arrecare danno all'esistente) e di reversibilità (ossia in quale misura l'intervento potrebbe essere rimosso in futuro arrecando il minor danneggiamento possibile all'esistente).

Ciò conduce a una comprensione più articolata del concetto di conservazione, nella quale l'intensità dell'intervento è correlata sia alla significatività culturale sia ai requisiti prestazionali. Gli interventi ricadenti nelle categorie del restauro, della riqualificazione, dell'*overcladding* e della sostituzione non sono necessariamente in contrapposizione; essi rappresentano possibili risposte a diverse condizioni materiche e ambientali. Si potrebbe persino sostenere che, spesso, anche gli *interventi di estensione o di incisività maggiore* possano essere considerati *interventi minimi*, poiché un reale minimo intervento non avrebbe garantito la continuità d'uso dell'edificio: fare il meno possibile, ma quanto necessario.

La dimensione ambientale, pertanto, amplia la concezione convenzionale di conservazione del patrimonio architettonico. Il valore di un edificio non risiede esclusivamente nella persistenza della sua forma originale, ma anche nella sua capacità di rimanere significativo e fruibile in condizioni mutevoli. Allo stesso tempo, il perseguimento dell'efficienza energetica non può giustificare automaticamente la rimozione di elementi storici significativi dell'edificio. La conservazione sostenibile richiede il negoziamento di un equilibrio tra conservazione, prestazioni e modificazioni.

Inoltre, i casi studio dimostrano, nel loro insieme, che è possibile conciliare i valori della conservazione con gli standard contemporanei di efficienza energetica attra-

verso diversi livelli di intensità dell'intervento, rafforzando la più ampia posizione di advocacy di DOCOMOMO: il patrimonio del Movimento Moderno costituisce una risorsa documentabile e gestibile, piuttosto che un ostacolo all'adeguamento sostenibile. Pertanto, particolare importanza è attribuita all'*adaptive reuse*, attraverso il quale la continuità d'uso degli edifici esistenti può essere intesa come un obiettivo sia culturale sia ambientale in quanto aiuta a preservare il patrimonio architettonico del XX secolo creando al contempo le condizioni per ulteriori futuri adeguamenti. L'impegno di DOCOMOMO International nella documentazione e nella conservazione del patrimonio del Movimento Moderno, insieme all'enfasi posta sulla responsabilità collettiva nei confronti di questa recente eredità architettonica, fornisce il più ampio contesto istituzionale di questa posizione.

In quest'ottica, l'approccio conservativo segna il passaggio dalla conservazione intesa come processo statico alla conservazione intesa come processo gestionale continuo. L'obiettivo non è né cristallizzare tutti gli edifici del XX secolo nel loro stato originale, né quello di sottoporli indiscriminatamente agli standard prestazionali contemporanei. Si tratta piuttosto di individuare e definire forme di intervento che consentano la coesistenza del valore architettonico e delle prestazioni energetiche e ambientali, invitando tutti i portatori di interesse, anziché a interrogarsi sulla praticabilità della conservazione, a unire le forze per renderla possibile. Questa impostazione, coerente con l'impegno di DOCOMOMO International nel documentare e conservare gli edifici, i siti e i quartieri del Movimento Moderno, promuove, al contempo, la responsabilità collettiva nei confronti di questa recente eredità architettonica. A conclusione di questo capitolo è importante sottolineare come il futuro del patrimonio architettonico del XX secolo dipenda dallo sviluppo di pratiche di conservazione capaci di negoziare il cambiamento tecnologico, anziché di opporvisi. *Preserving*, *reglazing,* e *reframing* possono quindi essere considerati strumenti operativi complementari nel più ampio obiettivo di garantire una continuità sostenibile all'architettura.

Bibliografia

AYÓN, A., & Pottgiesser, U. (2019). *Reglazing Modernism. Intervention Strategies for 20th-Century Icons*. Birkhäuser, Berlino.

AYÓN, A., & Pottgiesser, U. (a cura di) (2026). *Preserving Modernism. Post-War Curtain Wall Renewal*. Birkhäuser, Berlino.

DOCOMOMO INTERNATIONAL (2014). *Eindhoven-Seoul Statement 2014*. https://docomomo.com/organization/#aboutstatement

DOCOMOMO INTERNATIONAL (2022). *DOCOMOMO Manifesto on Education | Tokyo-Valencia*. Valencia, 9 settembre 2022. https://docomomo.com/docomomo-manifesto-on-education/

DOCOMOMO ISC REGISTERS (a cura di) (1997). *The Modern Movement and the World Heritage List*. DOCOMOMO International. https://docomomo.com/wp-content/uploads/2025/08/1997-I-SC-Registers-The-Modern-Movement-and-the-World-Heritage-List.pdf

HEUVEL, D. vd., Mesman, M., Quist, W.J., Lemmens, B. (a cura di) 2008. *The challenge of change: dealing with the legacy of the modern movement: proceedings of the 10th International DOCOMOMO Conference*. IOS Press.

KUIPERS, M.C., Quist, W.J. (a cura di) (2013). *Culturele draagkracht: op zoek naar de tolerantie voor verandering bij gebouwd erfgoed*. Delftdigitalpress

PRUDON, T.H.M. (2008). *Preservation of Modern Architecture*. Wiley, Hoboken.

SPOORMANS, L., Stevenson-Brown, J., de Jonge, W. (a cura di) (2018). *Anne Lacaton: Visiting Professor 2016-2017*. Chair of Heritage & Architecture. Delft University of Technology. https://books.bk.tudelft.nl/index.php/press/catalog/book/659

TOSTÕES, A. (a cura di) (2022). *Modern Heritage: Reuse, Renovation and Restoration*. Birkhäuser, Berlino.

LA SFIDA DEL CAMBIAMENTO: CONSERVARE IL PATRIMONIO ARCHITETTONICO DEL NOVECENTO

Federica Pompejano

Introduzione

L'eredità architettonica del Novecento e, in particolare, quella del secondo Novecento, rappresenta un campo di riflessione per la teoria e la pratica della conservazione e del restauro architettonico. Nata dalla cultura novecentesca del cambiamento, sulla base del progresso tecnico, della sperimentazione continua delle tecniche costruttive e della ricerca di nuovi materiali da costruzione ad alte prestazioni, l'architettura del secondo Novecento ha fatto della trasformazione una condizione intrinseca dell'opera architettonica.

La tutela e la conservazione dell'architettura del Novecento si confrontano con una questione solo apparentemente paradossale, ossia preservare manufatti concepiti per esprimere il progresso, l'innovazione tecnologica e la continua trasformazione dei modi di abitare e vivere lo spazio architettonico. Il Novecento ha infatti prodotto nuovi tipi edilizi, infrastrutture, insediamenti residenziali e nuovi paesaggi attraverso l'impiego di processi costruttivi industrializzati e materiali sperimentali, spesso caratterizzati da una forte propensione all'adattamento e alla trasformazione. Per questo, il dibattito internazionale ha individuato proprio nella gestione del cambiamento una delle principali chiavi interpretative del rapporto tra architettura moderna e pratiche della conservazione (Canziani, 2008, p. 7; Casciato, 2008, p. xiii). Inoltre, il processo di tutela è reso più complesso dalla peculiare vicinanza temporale che separa la realizzazione di molte opere dal loro riconoscimento come patrimonio culturale. Questo è particolarmente vero per le architetture del secondo Novecento che diventano oggetto di interventi di conservazione, restauro o efficientamento energetico mentre sono ancora in uso e, talvolta, prima che il loro valore storico-testimoniale sia pienamente condiviso da professionisti e dall'opinione pubblica (Macdonald, 2013, p. 1). Questa condizione, unita a frequenti problemi di obsolescenza materica e funzionale, ha spesso ritardato i processi di riconoscimento dei valori e di patrimonializzazione, esponendo molti esempi a rischi di interventi incongrui, abbandono o, addirittura, demolizione (ICOMOS ISC20C, 2017, pp. 2-4; Macdonald, 2013, pp. 4-5). In questo quadro, la conservazione dell'architettura del secondo Novecento richiede un approccio capace di conciliare la salvaguardia della pluralità dei valori testimoniali con la natura dinamica e trasformativa che caratterizza questo patrimonio. La conservazione può quindi essere intesa come un processo dinamico di gestione consapevole del cambiamento, fondato sul riconoscimento di attributi e valori che sostengono la significatività culturale (*cultural significance*) dell'opera, sulla valutazione degli effetti delle diverse alternative progettuali e sulla definizione di limitazioni motivate poste alle eventuali modificazioni. In quest'ottica, il cambiamento può diventare uno strumento, purché sia fondato sulla conoscenza approfondita dei caratteri architettonici e tecnologici dell'opera, proporzionato ai valori in essa riconosciuti e verificato nel tempo.

Procedendo dal nodo teorico del rapporto tra continuità e cambiamento, per giungere agli strumenti con cui la trasformazione può essere orientata e governata nel progetto di conservazione e restauro, questo capitolo assume come tesi di fondo la conservazione dell'architettura del secondo Novecento come processo dinamico di



Figura 1
Ex palazzo della Regione Emilia-Romagna a Bologna, prospetto laterale.

gestione del cambiamento. La questione è resa oggi più urgente dalla transizione energetica che estende in modo sistematico gli interventi di efficientamento energetico al costruito storico recente, ponendo il progetto di conservazione e restauro dell'architettura di fronte a scelte che incidono su materia, forma e significatività culturale dell'opera (Casanova e Pompejano, 2026).

Conservare un patrimonio nato dal cambiamento

La nascita di DOCOMOMO nel 1988 e, a partire dagli anni Novanta, il consolidamento di reti specialistiche e programmi istituzionali su scala nazionale e internazionale hanno contribuito a definire la conservazione dell'architettura moderna come uno specifico ambito di studio e di ricerca, teorica e applicata, nel campo del restauro architettonico.

A questo processo hanno contribuito anche numerose iniziative di sensibilizzazione, di formazione specialistica e di cooperazione promosse a livello internazionale e

locale. Tra queste rientrano la *Conserving Modern Architecture Initiative* (2011) e il programma *Keeping It Modern* (2014), avviati dal Getty Conservation Institute di Los Angeles; quest'ultima, in particolare, finalizzata alla predisposizione di piani di conservazione per le architetture del Novecento (Macdonald et al., 2018, pp. 62-75).

L'architettura del secondo Novecento presenta infatti specificità tecnico-costruttive e morfologiche che ne rendono particolarmente delicata la conservazione: tecnologie leggere, componenti industrializzate, facciate continue, integrazione tra struttura e involucro, sperimentazioni materiche e dispositivi di comfort climatico calibrati su determinate condizioni d'uso. In molti casi, poi, l'involucro costituisce il principale dispositivo di definizione formale e percettiva dell'opera e, insieme, un testimone del carattere innovativo, talvolta pioneristico, della logica produttiva dell'epoca.

Su questo terreno il dibattito italiano ha maturato una posizione teorica netta. La conservazione del moderno implica il riconoscimento della sua specificità tecnico-progettuale e della dimensione materiale come parte integrante del valore testimoniale e culturale, incluse le soluzioni sperimentali e i loro inevitabili limiti (Musso, 2015, pp. 12-38; Reichlin, 2011, pp. 11-29). Criticando l'illusione della prassi del ripristino attraverso una possibile "restituzione meccanica" data dalla vicinanza cronologica che ci separa dalle opere del Novecento, Carbonara (2018, pp. 13-17) ribadisce la centralità del giudizio storico-critico e dell'atto di riconoscimento dell'opera, che ne fa un "oggetto di cultura" e che deve orientare il modo in cui il progetto di conservazione e restauro deve intervenire. Dal punto di vista metodologico, quindi, anche l'intervento sul costruito storico più recente non può applicare soluzioni predefinite, ma deve continuare a porsi domande e a sollevare quesiti, di natura teoretica, metodologica e tecnica, analizzando l'edificio in quanto sistema complesso nei suoi aspetti tecnici, materici, prestazionali e semantici (Ambrogio, 2021, pp. 23-27). I principi del restauro architettonico, quindi, restano punti fermi; ciò che cambia è la complessità del processo conoscitivo, legata ai nuovi materiali spesso sperimentali, alla loro durabilità e alla necessità di sostituire componenti non più reperibili o, comunque, difficili da riprodurre senza conseguente perdita di autenticità. Da questa condizione emerge una complessa tensione tra la permanenza della materia originaria, la continuità dell'immagine architettonica resa, ad esempio, dall'involucro e dalla forma, il miglioramento o il mantenimento delle prestazioni funzionali e la salvaguardia dell'idea progettuale originaria.

A ciò si aggiunge una difficoltà nel riconoscimento dei valori testimoniali di queste eredità e, conseguentemente, nella loro tutela che, in Italia, ha contorni peculiari. Per l'architettura del Novecento, il *Codice dei beni culturali e del paesaggio* non distingue una "tutela speciale", e la soglia temporale, unita alla distinzione tra proprietà pubblica e privata, genera asimmetrie rilevanti nelle possibilità di attivare procedure di tutela e, quindi, di gestire le modificazioni conseguenti a eventuali processi di cambiamento (Di Francesco, 2018, pp. 19-23). Ricostruendo il percorso dalla Legge n. 1089 del 1939 al Codice del 2004, Vittorini osserva come lo strumento del vincolo resti spesso una mera attestazione, poco efficace per l'architettura recente sottoposta a tutela in assenza di interazione tra Soprintendenze e progettisti nella fase esecutiva, e come la soglia temporale per gli immobili pubblici sia stata innalzata da cinquanta a settant'anni per ridurre gli oneri a carico dello Stato, sottraendo così alla tutela una quota di opere del Novecento (Vittorini, 2025, pp. 433-450).

In questo contesto, la nozione di conservazione come processo può offrire una via per affrontare tali tensioni. La Burra Charter (2013) definisce la significatività culturale (*cultural significance*) come insieme di valori estetici, storici, scientifici, sociali e spirituali e propone una sequenza che procede dalla comprensione del luogo alla definizione delle politiche e strategie di conservazione e alla gestione. Inoltre,

il principio del minimo intervento come fondamento del progetto di restauro architettonico richiede che uso e intervento siano compatibili con la significatività e che ogni decisione sia sostenuta da conoscenze adeguate (Australia ICOMOS, 2013, pp. 1-5, 8-10). L'intervento sull'architettura del Novecento esige, pertanto, sia conoscenza adeguata e strumenti tecnico-progettuali specifici, sia consapevolezza giuridico-procedurale e capacità argomentativa delle scelte progettuali (Casanova e Pompejano, 2026).

Continuità e cambiamento: attributi, valori e significatività

Assumendo la propensione alle modificazioni come caratteristica intrinseca dell'eredità architettonica del Novecento, il processo di conservazione e il progetto di restauro architettonico dovrebbero essere intesi come governo e gestione critica della continuità entro processi di cambiamento. L'attenzione si sposta, così, dal singolo manufatto, considerato come entità autosufficiente in termini di valori testimoniali, alla sua significatività culturale e agli attributi attraverso cui quest'ultima si manifesta in termini relazionali, è percepita e può essere trasmessa nel tempo (Avrami, Mason e de la Torre, 2000). In questo senso, la significatività culturale è il risultato di attribuzioni storicamente situate, formulate da soggetti differenti e può comprendere dimensioni storiche, estetiche, tecnologiche, economiche, sociali, ambientali e d'uso, configurandosi quindi come un concetto plurale, dinamico e suscettibile di evoluzione. Ne deriva che sia la tutela sia la conservazione debbano confrontarsi con valori testimoniali anche potenzialmente conflittuali e con una pluralità di portatori d'interesse, integrando sapere specialistico con significati riconosciuti dalle comunità (Avrami, Mason e de la Torre, 2000, pp. 7-10). La comprensione della significatività culturale delle architetture del secondo Novecento costituisce, dunque, il presupposto di ogni processo decisionale avente finalità conservative e ne orienta tanto gli obiettivi quanto i limiti operativi (Bond e Worthing, 2016, pp. 57-66).

Tuttavia, la pluralità dei soggetti e dei valori riconosciuti richiede il passaggio dal "perché" al "che cosa": quali attributi materiali e immateriali rendono riconoscibile la pluralità di valori riconosciuti? Gli attributi portatori di valori testimoniali che contribuiscono alla significatività culturale possono essere materiali, come struttura, componenti costruttive, superfici, dettagli, partiture e arredi, ma anche spaziali, paesaggistici e immateriali, quali l'uso, le pratiche collettive, le associazioni simboliche e la memoria sociale collettiva. Sul nodo spinoso della relativa oggettività del giudizio, Grignolo propone la nozione di "genere" (*Gattung*) come strumento operativo: riferita non solo alla funzione, ma al carattere culturale, sociale e figurativo di una "famiglia di edifici", essa offre criteri ragionevolmente condivisibili per riconoscere ciò che è comune, ponendosi come garanzia contro l'arbitrarietà del giudizio (Grignolo, 2025). Molto spesso, infatti, le valutazioni della significatività culturale non identificano con sufficiente precisione quali elementi siano effettivamente portatori dei valori riconosciuti, né fino a quale grado possano essere modificati senza compromettere l'integrità del bene. Havinga, Colenbrander e Schellen (2020, pp. 282-293) propongono di correlare significatività culturale relativa, attributi e sensibilità o propensione al cambiamento, così da rendere più trasparente la valutazione degli impatti su opere architettoniche del Novecento, in particolare quando siano richiesti interventi di riqualificazione sostenibile come, ad esempio, interventi di efficientamento energetico. Questa correlazione trilaterale potrebbe costituire un banco di prova per affrontare la tensione tra permanenza materiale e tecnologica e immagine formale complessiva, poiché autenticità e integrità nel patrimonio del secondo Novecento sovente dipendono dalle relazioni tra forma, materia, tecnica costruttiva, uso e contesto. Ad esempio, concentrandosi sull'involucro, un serramento può essere significativo per il profilo visibile, il sistema di apertura, il materiale, la moda-



Figura 2
Vista del cantiere della nuova Biblioteca civica nei padiglioni di Torino Esposizioni.

lità di assemblaggio, il comportamento prestazionale e il rapporto con la facciata. Analogamente, una superficie in calcestruzzo a vista può incorporare valori riconducibili alla sua apparenza cromatica, alle impronte lasciate dalle casseforme, alla granulometria degli aggregati e alle tracce di lavorazione che costituiscono parte integrante della sua testimonianza materiale e tecnica, oltre l'estetica dell'immagine.

Il conflitto, poi, tra incremento delle prestazioni, ad esempio in termini energetici, e conservazione dei caratteri architettonici riattualizza, in termini teorici, la tensione tra diversi sistemi di valori che sono riconosciuti all'opera architettonica del secondo Novecento nel tempo, ossia da un lato il valore d'uso e il valore di novità o attualità, dall'altro il valore storico e il valore artistico, secondo una lettura riconducibile alla tradizione riegliana. Riconoscere questa pluralità impedisce di ridurre l'intervento a un problema meramente tecnico e obbliga a esplicitare quali attributi materiali e immateriali siano portatori di valori caratterizzanti la significatività culturale e quale margine di trasformazione essi possano tollerare. L'accettabilità delle modificazioni dipende, quindi, da giudizi caso per caso, fondati sulla comprensione approfondita e preventiva della significatività culturale e dell'integrità dell'edificio entro una più ampia visione strategica del cambiamento (ICOMOS ISC20C, 2017, pp. 7-8). La valutazione *ex post* dei casi studio selezionati dal progetto di ricerca *EeTAC – Efficienza energetica e Tutela dell'Architettura Contemporanea: conservazione, qualità e innovazione dell'involucro* esamina, in maniera qualitativa, l'impatto degli interventi di efficientamento energetico dell'involucro sulla conservazione dei caratteri e degli elementi dell'opera architettonica, verificando l'entità delle trasformazioni introdotte e il loro grado di reversibilità. L'analisi riguarda, inoltre, le modifiche dell'assetto formale e spaziale, sia esterno sia interno, la permanenza dei caratteri originari degli elementi costruttivi e la coerenza delle soluzioni tecniche adottate rispetto ai materiali e alle tecniche costruttive originarie, mostrando una possibile applicazione di questo approccio. Nel caso delle Officine ICO Centrale di Ivrea, realizzate da Gino Pollini e Luigi Figini in collaborazione con Annibale Fiocchi tra il 1939 e il 1949, la doppia pelle vetrata non può essere interpretata come un semplice rivestimento, poiché costituisce il dispositivo attraverso cui si integrano illuminazione naturale, controllo climatico, struttura e immagine aziendale. L'intervento

di riqualificazione progettato da GStudio in collaborazione con Dante O. Benini & Partners Architects e Diaspro Srl tra il 2005 e il 2006 ha restaurato l'involucro esterno e concentrato le nuove prestazioni in una pelle interna ricostruita, accettando una perdita materiale selettiva al fine di mantenere la trasparenza, la profondità percettiva e il funzionamento complessivo del sistema edilizio. L'intervento mostra che il giudizio critico-conservativo deve individuare gli attributi prioritari e valutarne la sensibilità alle modificazioni. Su questa base il progetto di conservazione e restauro include l'intervento di efficientamento energetico e definisce il cambiamento compatibile con il mantenimento delle relazioni tra gli attributi.

Orientare il cambiamento: materia, riuso e sostenibilità

La transizione energetica rappresenta oggi una delle condizioni più incisive poste dalla sfida del cambiamento alle istanze di conservazione dell'architettura del Novecento. Le strategie di decarbonizzazione promosse dal Green Deal e recepite nella Direttiva (UE) 2024/1275 sulla prestazione energetica nell'edilizia (EPBD) investono infatti un patrimonio recente, spesso privo di tutele formali, ma, in alcuni casi, riconosciuto come parte dell'eredità culturale europea per il suo valore storico, tecnico e costruttivo. Condizioni, strumenti e responsabilità dell'intervento conservativo sono oggi ridefinite dalle necessità di adeguamento energetico che non può più essere interpretato come un semplice aggiornamento tecnico-normativo. Il rischio è che il perseguimento dei requisiti prestazionali determini modificazioni fisiche e percettive non adeguatamente valutate rispetto ai caratteri dell'edificio. Tale criticità si inserisce, inoltre, in un quadro normativo che ha storicamente affrontato gli edifici di interesse culturale attraverso regimi di eccezione e deroga, con esiti applicativi non sempre omogenei (Mazzarella, 2015, pp. 23-31). In questo scenario, l'involucro costituisce l'ambito più critico, poiché nell'architettura moderna coincide spesso con l'identità formale, tecnica e percettiva dell'opera. Del resto, molte delle architetture più rappresentative del Novecento affidano il proprio carattere espressivo all'involucro e all'impiego di materiali sperimentali spesso difficilmente riproducibili.

Applicazioni di isolamento esterno, sostituzioni integrali di facciate leggere o sovrapposizioni di nuove pelli tecnologiche possono alterare in modo sostanziale immagine, proporzioni e logica costruttiva, con effetti difficilmente reversibili (Casanova e Pompejano, 2026). La questione presenta analoga complessità negli edifici storici in calcestruzzo armato, materiale emblematico del Novecento, il cui carattere è strettamente legato ai processi di lavorazione e agli effetti prodotti dall'invecchiamento, ma che risulta, al tempo stesso, vulnerabile a specifici fenomeni di degrado (Macdonald e Arato Gonçalves, 2020). Negli edifici con calcestruzzo a vista, struttura, superficie e linguaggio architettonico tendono a coincidere; di conseguenza, un intervento di efficientamento energetico tecnicamente efficace, ma basato su una non adeguata conoscenza di questi aspetti, può compromettere colore, tessitura, impronte delle casseforme e percezione complessiva dell'opera. In questo campo, le ricerche confermano, inoltre, che la corrispondenza cromatica non dipende esclusivamente dal cemento utilizzato, ma anche da sabbia, aggregati, tecniche di posa e successiva esposizione atmosferica (Currie e Bronski, 2018, pp. 891-905). Per questo motivo, la conservazione materica e l'intervento di restauro che prevede l'efficientamento energetico sono inseparabili dall'analisi costruttiva e richiedono procedure fondate su competenze multidisciplinari, valutazione preliminare della significatività culturale, indagini sulle condizioni fisiche, definizione di criteri espliciti, prove e *mock-up*, controllo dell'esecuzione, manutenzione e monitoraggio (Macdonald e Arato Gonçalves, 2020, pp. 14-24). Questi aspetti assumono importanza in esperienze architettoniche nelle quali materia, tecnica e linguaggio risultano fortemente intrecciati come, ad esempio, nel *New Brutalism* o nell'opera di

Carlo Scarpa. In questa prospettiva, per una parte rilevante del patrimonio novecentesco, la nozione di "autenticità materiale" deve essere considerata con particolare cautela, poiché la conservazione integrale della materia originaria risulta spesso difficilmente perseguibile (Godoli, 2025).

Gli interventi sull'involucro non possono dunque essere valutati soltanto in termini di incremento prestazionale e l'attenzione prevalente agli indicatori quantitativi e agli scenari di *carbon payback* non è sufficiente a orientare il progetto su edifici dotati di significatività culturale. Restano infatti ancora poco strutturati gli strumenti di valutazione capaci di integrare in modo sistematico esiti conservativi e prestazionali e l'impatto sugli attributi che veicolano i molteplici valori culturali, mettendo in relazione i criteri di efficacia elaborati nel campo del riuso con possibili indicatori della conservazione del costruito (Arfa et al., 2022; Gonçalves et al., 2022, pp. 1047-1062). I sistemi correnti di valutazione e/o certificazione, concepiti in larga misura per edifici nuovi, trattano spesso la dimensione culturale in modo parziale, mentre una sostenibilità effettiva richiede di coniugare indicatori ambientali, economici e sociali con il mantenimento dei valori, i criteri di compatibilità e durabilità, la manutenzione e il monitoraggio, l'energia incorporata e la gestione del ciclo di vita (Gonçalves et al., 2022, pp. 1047-1050, 1058-1061). Si configura così un vuoto metodologico, particolarmente evidente nel caso dell'involucro delle architetture del secondo Novecento, che è al tempo stesso un dispositivo tecnico e una componente espressiva, ma è ancora frequentemente trattato dalle pratiche di retrofit energetico come una "superficie prestazionale neutra" (Casanova e Pompejano, 2026).

Il riuso introduce un ulteriore problema, legato alla funzione dell'organismo edilizio. Il mantenimento della continuità d'uso può favorire la cura dell'edificio, la sostenibilità economica e la trasmissione della significatività culturale nel tempo, ma quando il riuso non risulta compatibile con i caratteri architettonici dell'opera, l'esito delle operazioni di riqualificazione può comprometterne i caratteri architettonici. Il progetto deve quindi verificare la capacità del nuovo programma di rispettare spazialità, struttura, percorsi, luce, rapporti con il sito e gerarchie distributive. Pertanto, l'identificazione dei valori e degli attributi non costituisce un vincolo esterno applicato a posteriori, ma una base progettuale attraverso cui valutare quali modificazioni possano aggiungere un nuovo "strato" senza cancellare gli elementi che rendono l'opera riconoscibile (Kuipers & de Jonge, 2025, pp. 65-98).

Il progetto della nuova Biblioteca civica nei padiglioni di Torino Esposizioni esemplifica la scala e l'ambivalenza di tale operazione. La corte ipogea consente di inserire depositi e laboratori senza aggiungere volumi esterni e preservando la percezione dell'ampio spazio interno e della volta progettata da Pier Luigi Nervi. Al tempo stesso, nuovi serramenti, stratigrafie isolanti, sistemi di consolidamento e impianti geotermici introducono trasformazioni permanenti. La strategia adottata dai progettisti privilegia, dunque, la continuità dell'impianto spaziale e della sintesi tra struttura e forma rispetto alla conservazione integrale dei componenti, sulla base di un preciso piano di conservazione e di indagini multidisciplinari integrate. Il caso chiarisce come il principio di minimo intervento possa essere riferito agli attributi identificati come significativi e agli obiettivi d'uso compatibile, così da gestire il cambiamento mantenendo la continuità degli attributi stessi dell'opera.

La questione centrale del processo di conservazione e del progetto di restauro architettonico e riuso che preveda l'efficientamento energetico delle architetture del secondo Novecento riguarda piuttosto la costruzione di un giudizio capace di confrontare scenari, impatti e benefici, distinguendo gli attributi che devono permanere da quelli che possono essere trasformati. In tale prospettiva, conservazione, sostenibilità e riuso costituiscono dimensioni interdipendenti di un progetto architet-

tonico che deve rendere compatibili continuità culturale, responsabilità ambientale e aggiornamento funzionale.

Governare il cambiamento: principi e strumenti

I principali riferimenti dottrinali e normativi convergono sulla centralità di un progetto fondato sulla conoscenza, intesa come condizione metodologica che accompagna l'intervento per orientare decisioni, responsabilità e gestione nel tempo. Il documento ICOMOS ISC20C *Approaches to the Conservation of Twentieth-century Cultural Heritage*, conosciuto come "Madrid-New Delhi Document", sottolinea come la conservazione del patrimonio del Novecento richieda la comprensione preventiva della significatività culturale e dell'integrità dell'opera architettonica, insieme alla definizione delle vulnerabilità, dei limiti di trasformazione e delle modificazioni accettabili entro un quadro di gestione del cambiamento (ICOMOS ISC20C, 2017, pp. 7-8). In modo coerente, la norma UNI EN 16883:2017 *Conservazione dei beni culturali - Linee guida per migliorare la prestazione energetica degli edifici storici,* struttura un percorso decisionale iterativo e interdisciplinare, fondato sull'indagine approfondita dell'edificio, sull'esplicitazione degli obiettivi e sulla ponderazione delle opzioni in rapporto alla significatività culturale, configurando il quadro conoscitivo come prerequisito dell'intervento (Ente Italiano di Normazione, 2017, pp. 10-13).

Tuttavia, gli strumenti oggi disponibili presentano limiti applicativi rilevanti. La UNI EN 16883, pur offrendo una struttura logicamente chiara, è stata giudicata talvolta troppo generica, carente di esempi e onerosa sul piano procedurale (Leijonhufvud, Broström e Buda, 2021, p. 11). Inoltre, nessuno strumento copre integralmente tutte le fasi suggerite dalla norma, rendendo necessario un approccio modulare fondato sull'uso combinato di metodi complementari (Buda et al., 2022, p. 35). Anche la valutazione della significatività culturale non può essere trattata come un dato univoco poiché sono necessari metodi e competenze specialistiche capaci di esplicitare la tolleranza al cambiamento e di valutare in modo integrato il grado di impatto degli interventi (Eriksson e Broström, 2021, pp. 1-3).

Un ulteriore punto critico riguarda la scarsità di valutazioni *ex post* comparative. La disomogeneità della documentazione, l'assenza di monitoraggi successivi e la difficoltà di rendere confrontabili interventi diversi impediscono spesso di comprendere, nel medio e lungo periodo, l'effettiva efficacia delle scelte compiute e il loro impatto sui valori del bene (Casanova e Pompejano, 2026). Questa carenza indebolisce la possibilità di costruire un sapere cumulativo, capace di orientare decisioni future integrando ai principi generali l'analisi critica degli esiti osservati.

In questa prospettiva, conoscenza approfondita e preventiva, compatibilità, minimo intervento, leggibilità, documentazione, reversibilità o "potenziale reversibilità", possono essere assunti come principi da ponderare criticamente poiché possono entrare in tensione reciproca. Ad esempio, la reversibilità può risultare incompatibile con la durabilità; una sostituzione, anche parziale, può rendere indistinguibile il nuovo dall'originario; la conservazione integrale della materia può impedire prestazioni indispensabili alla continuità d'uso. Una decisione progettuale scientificamente fondata deve quindi esplicitare tali conflitti, documentare le alternative considerate e motivare la gerarchia adottata, limitando per quanto possibile l'irreversibilità delle modificazioni (Macdonald e Arato Gonçalves, 2020).

Pertanto, il processo conservativo dovrebbe articolarsi in passaggi ricorrenti e interdipendenti: costruzione del quadro conoscitivo; identificazione e gerarchizzazione di valori e attributi; valutazione comparativa di scenari e impatti; programmazione della manutenzione e del monitoraggio. In questo percorso, il progetto di restauro

e di riuso costituisce una fase fondamentale, nella quale le ipotesi sono verificate progressivamente e gli esiti controllati nel tempo. Il *Conservation Management Plan* costituisce, ad esempio, uno degli strumenti possibili per tradurre questa impostazione in una gestione di lungo periodo dell'opera architettonica. Applicato all'architettura del secondo Novecento e, in generale, a tutta l'architettura novecentesca, esso consentirebbe di collegare ricerca storica, rilievo, diagnosi, riconoscimento degli attributi e dei valori, vulnerabilità, priorità d'intervento, uso, manutenzione e monitoraggio. Il *Conservation Management Plan* mira a costruire un quadro di riferimento aggiornabile, capace di orientare le decisioni future in coerenza con la significatività culturale riconosciuta. La sua utilità appare particolarmente evidente nei complessi estesi, fragili e continuamente utilizzati, nei quali la tutela giuridica, da sola, non è sufficiente a coordinare adeguamenti funzionali, risorse disponibili e responsabilità gestionali (Borgarino e Del Curto, 2023, pp. 3-15).

Conclusioni

La sfida posta dal patrimonio architettonico del Novecento consiste nel mantenere operative, leggibili e riconoscibili le relazioni che ne fondano la significatività culturale. La vicinanza temporale, la sperimentazione tecnica, l'obsolescenza funzionale e le attuali esigenze di efficientamento energetico rendono spesso necessari adattamenti, integrazioni e sostituzioni; tuttavia, tali interventi non possono giustificare una riduzione della conservazione alla sola riproduzione dell'immagine. Per l'architettura del secondo Novecento, e in particolare per il suo involucro, il rischio di alterare materia, dettaglio, gerarchie compositive, percezione e riconoscibilità resta elevato, poiché l'adeguamento energetico comporta frequentemente modificazioni fisiche e prestazionali destinate a produrre effetti difficilmente reversibili.

L'efficientamento energetico, oggi una condizione urgente dell'intervento sull'esistente, non può però essere assunto come parametro autosufficiente del progetto architettonico di restauro e riuso, poiché il processo conservativo richiede un bilanciamento critico tra urgenze prestazionali e istanze conservative. I riferimenti internazionali insistono sulla centralità del quadro conoscitivo, del minimo intervento e della gestione del cambiamento; il dibattito italiano ribadisce il ruolo del giudizio storico-critico e della materia come documento, il progetto deve tradurre tali principi in scelte verificabili, motivate e proporzionate. In questa prospettiva, valori e attributi costituiscono strumenti essenziali per distinguere ciò che deve permanere, ciò che può essere modificato e ciò che può essere reinterpretato, valutando congiuntamente materia, forma, uso, prestazione e aspetti immateriali, come percezione e memoria collettiva.

La questione centrale consiste nel costruire strumenti capaci di conciliare conservazione e cambiamento con metodo. La valutazione *ex post* dovrebbe quindi consentire il confronto critico degli interventi, esplicitando i criteri di giudizio e gli indicatori che consentano un'analisi dell'impatto quanto più possibile oggettiva, al fine di migliorare la qualità delle decisioni progettuali future. In questo modo, la dimensione argomentativa del progetto di restauro e riuso, che dovrebbe prevedere anche interventi di efficientamento energetico, ritrova, nel processo di valutazione *ex post*, un respiro più ampio, in cui istanze prestazionali e istanze conservative divengono componenti di una medesima responsabilità progettuale. Quando le modificazioni sono motivate, documentate e verificate nel tempo rispetto ai valori e agli attributi riconosciuti, il cambiamento può essere integrato nel processo conservativo senza ridurlo a un semplice adeguamento prestazionale.

Bibliografia

AMBROGIO, K. (2021). Il restauro e l'architettura contemporanea: una questione di approccio o di conoscenza? In A. Morelli, S. Losi & Fondazione Architetti Modena (a cura di), *Il restauro dell'architettura moderna. Dalla conoscenza all'intervento* (pp. 23–27). Nardini, Firenze.

ARFA, F.H., Lubelli, B., Zijlstra, H., & Quist, W. (2022). Criteria of "effectiveness" and related aspects in adaptive reuse projects of heritage buildings. *Sustainability*, 14 (3), 1251. https://doi.org/10.3390/su14031251

AUSTRALIA ICOMOS (2013). *The Burra Charter: The Australia ICOMOS Charter for Places of Cultural Significance*. Australia ICOMOS, Burwood, Victoria.

AVRAMI, E., Mason, R., & De la Torre, M. (2000). *Values and Heritage Conservation: Research Report*. The Getty Conservation Institute, Los Angeles.

BOND, S., & Worthing, D. (2016). *Managing Built Heritage: The Role of Cultural Values and Significance* (2nd ed.). Wiley-Blackwell, Chichester.

BORGARINO, M.P., & Del Curto, D. (a cura di) (2023). *Conserving 20th-Century Architecture: The Conservation Management Plan*. Springer Nature Switzerland, Cham.

BUDA, A., Gori, V., De Place Hansen, J., Polo López, C.S., Marincioni, V., Giancola, E., Vernimme, N., Egusquiza, A., Haas, F., & Herrera-Avellanosa, D. (2022). Existing tools enabling the implementation of EN 16883:2017 standard to integrate conservation-compatible retrofit solutions in historic buildings. *Journal of Cultural Heritage*, 57, 34–52.

CANZIANI, A. (2008). Being and becoming of Modern heritage. The challenge of planned conservation. In D. van den Heuvel, M. Mesman, W. Quist & B. Lemmens (a cura di), *The Challenge of Change. Dealing with the Legacy of the Modern Movement* (pp. 5–10). IOS Press, Amsterdam.

CARBONARA, G. (2018). Perché restaurare il "moderno"? In A. Morelli, S. Moretti & Fondazione Architetti Firenze (a cura di), *Il cantiere di restauro dell'architettura moderna. Teoria e prassi* (pp. 13–17). Nardini, Firenze.

CASANOVA, M., & Pompejano, F. (2026). Efficientamento energetico e conservazione dell'involucro nelle architetture del secondo Novecento. In G. Driussi & Z. Morabito (a cura di), *La valutazione degli interventi. Obiettivi, strategie, tecniche. Atti del 41° Convegno internazionale Scienza e Beni Culturali, Bressanone, 30 giugno–3 luglio 2026* (pp. 597–607). Arcadia Ricerche, Venezia.

CASCIATO, M. (2008). Modern architecture is durable: using change to preserve. In D. van den Heuvel, M. Mesman, W. Quist & B. Lemmens (a cura di), *The Challenge of Change. Dealing with the Legacy of the Modern Movement* (p. XIII). IOS Press, Amsterdam.

CURRIE, H.M., & Bronski, M.B. (2018). Evaluation and restoration of architecturally significant mid-century Modernist concrete facades in the United States. In G. Milani, A. Taliercio & S. Garrity (a cura di), *Proceedings of the 10th International Masonry Conference, Milano, 9–11 luglio 2018* (pp. 883–906). International Masonry Society.

DI FRANCESCO, C. (2018). Strumenti normativi per la tutela dell'architettura del Novecento, tra moderno e contemporaneo. In A. Morelli, S. Moretti & Fondazione Architetti Firenze (a cura di), *Il cantiere di restauro dell'architettura moderna. Teoria e prassi* (pp. 19–23). Nardini, Firenze.

ENTE ITALIANO DI NORMAZIONE (2017). *UNI EN 16883:2017. Conservazione dei beni culturali – Linee guida per migliorare la prestazione energetica degli edifici storici*. UNI, Milano.

ERIKSSON, P., & Broström, T. (2021). *Multidisciplinary Planning Process: Enhancing the Use of the European Standard EN 16883:2017*. IEA-SHC Task 59, Fact Sheet.

GODOLI, E. (2025). Durata e autenticità del patrimonio del XX secolo. In R. Grignolo & B. Reichlin (a cura di), *Conservation of 20th-Century Architectural Heritage. A Historical-Critical Encyclopedia* (pp. 263–278). Colmena Verlag, Basel.

GONÇALVES, J., Mateus, R., Silvestre, J.D., Pereira Roders, A., & Vasconcelos, G. (2022). Selection of core indicators for the sustainable conservation of built heritage. *International Journal of Architectural Heritage*, 16 (7), 1047–1062.

GRIGNOLO, R. (2025). Conserving public interiors: the notion of "genre" as an operational tool. In R. Grignolo & B. Reichlin (a cura di), *Conservation of 20th-Century Architectural Heritage. A Historical-Critical Encyclopedia* (pp. 117–136). Colmena Verlag, Basel.

HAVINGA, L., Colenbrander, B., & Schellen, H. (2020). Heritage significance and the identification of attributes to preserve in a sustainable refurbishment. *Journal of Cultural Heritage*, 43, 282–293.

ICOMOS INTERNATIONAL SCIENTIFIC COMMITTEE ON TWENTIETH-CENTURY HERITAGE – ISC20C (2017). *Approaches to the Conservation of Twentieth-Century Cultural Heritage: Madrid–New Delhi Document 2017*. International Council on Monuments and Sites, Paris.

KUIPERS, M., & De Jonge, W. (2025). *Designing from Heritage: Strategies for Conservation and Conversion*. TU Delft OPEN Publishing, Delft.

LEIJONHUFVUD, G., Broström, T., & Buda, A. (2021). *An Evaluation of the Usability of EN 16883:2017*. Report D.B2, IEA-SHC Task 59/EBC Annex 76.

MACDONALD, S. (2013). Modern matters: breaking the barriers to conserving Modern heritage. *Conservation Perspectives: The GCI Newsletter*, 28 (1), 4–9.

MACDONALD, S., Burke, S., Lardinois, S., & McCoy, C. (2018). Recent efforts in conserving 20th-century heritage: The Getty Conservation Institute's Conserving Modern Architecture Initiative. *Built Heritage*, 2 (2), 62–75.

MACDONALD, S., & Arato Gonçalves, A.P. (2020). *Conservation Principles for Concrete of Cultural Significance*. The Getty Conservation Institute, Los Angeles.

MAZZARELLA, L. (2015). Energy retrofit of historic and existing buildings. The legislative and regulatory point of view. *Energy and Buildings*, 95, 23–31.

MUSSO, S.F. (2015). Conservare il Moderno: Franco Albini e il Museo del Tesoro di San Lorenzo. *Quaderni ANANKE*, 5, 12–38.

REICHLIN, B. (2011). Riflessioni sulla conservazione del patrimonio architettonico del XX secolo. Tra fare storia e fare progetto. In B. Reichlin & B. Pedretti (a cura di), *Riuso del patrimonio architettonico* (pp. 11–29). Mendrisio Academy Press, Mendrisio.

VITTORINI, R. (2025). La conservazione dell'architettura del XX secolo in Italia. Dalle origini del dibattito alla pratica attuale. In R. Grignolo & B. Reichlin (a cura di), *Conservation of 20th-Century Architectural Heritage. A Historical-Critical Encyclopedia* (pp. 433–450). Colmena Verlag, Basel.

TECNICHE DI RESTAURO PER LA CONSERVAZIONE DELL'INVOLUCRO DEL SECONDO NOVECENTO

Daniela Pittaluga, Rita Vecchiattini

Introduzione[1]

Conservare il patrimonio culturale costituisce un principio apparentemente condiviso e un assunto quasi scontato da cui avviare qualsiasi riflessione sul patrimonio costruito. La sua concreta applicazione, tuttavia, si presenta tutt'altro che semplice. La storia e la teoria del restauro hanno ampiamente discusso quali beni possano e debbano essere oggetto di conservazione, interrogandosi sui criteri attraverso i quali riconoscere il valore di un'opera e determinarne le modalità di tutela. Se, da un lato, le diverse posizioni teoriche hanno progressivamente messo in discussione l'idea che il valore di un manufatto possa essere stabilito esclusivamente sulla base della sua appartenenza a una determinata epoca storica, dall'altro, la stessa storia della conservazione dimostra come la prossimità temporale costituisca spesso un ostacolo al riconoscimento del valore culturale di un'opera. Il riconoscimento del valore di un'architettura è, infatti, un processo necessariamente complesso e stratificato, indipendentemente dall'epoca alla quale essa appartenga. La distanza storica può favorire la costruzione di una consapevolezza condivisa, mentre la vicinanza temporale tende a rendere meno immediatamente percepibili quei caratteri di eccezionalità, autenticità o significatività che possono giustificarne la conservazione. Un'architettura che appartiene ancora alla dimensione della quotidianità, e che spesso continua a essere utilizzata secondo le funzioni per le quali è stata concepita, può risultare più difficilmente riconoscibile come testimonianza culturale. Ne consegue che il processo di attribuzione di valore non può essere considerato separato da quello della conoscenza e della conservazione materiale: affinché un bene possa essere riconosciuto, studiato e successivamente tutelato, è innanzitutto necessario che esso sopravviva. Questa considerazione conduce a una prima questione centrale: l'architettura del Novecento, e in particolare quella della seconda metà del XX secolo, è oggi pienamente riconosciuta come patrimonio culturale? La domanda assume particolare rilevanza alla luce della progressiva estensione del concetto di patrimonio alle testimonianze architettoniche del passato più recente. Se la prossimità temporale costituisce già di per sé un elemento che può ostacolare il riconoscimento del valore, un ulteriore problema è rappresentato dalla conoscenza ancora parziale di molti manufatti appartenenti all'architettura del secondo Novecento[2]. La limitata conoscenza dei caratteri progettuali, costruttivi e materici di queste architetture può infatti tradursi in una minore consapevolezza del loro significato culturale e, conseguentemente, in una maggiore vulnerabilità rispetto a trasformazioni, sostituzioni o demolizioni. La questione della conoscenza assume inoltre una rilevanza specifica nel momento in cui si rende necessario intervenire materialmente sull'edificio (Pittaluga 2021). La carenza di informazioni relative ai sistemi costruttivi, ai materiali impiegati, alle tecniche esecutive e alle intenzioni

1 Pur avendo affrontato insieme la ricerca, i paragrafi "Introduzione" e "Approccio integrato" sono stati scritti da D. Pittaluga mentre i paragrafi "Conservazione dell'involucro edilizio e transizione energetica: lo stato dell'arte in Italia", "Serramenti storici e facciate continue" e "Conclusioni" sono stati scritti da R. Vecchiattini.

2 Pittaluga 2021, Pittaluga 2023, Pittaluga, Quiros Castillo 2024, Pittaluga Quiros Castillo 2025.

progettuali può infatti rendere più difficile la definizione di strategie di intervento coerenti con i caratteri dell'opera. La conoscenza non costituisce pertanto soltanto il presupposto per il riconoscimento del valore, ma rappresenta anche una condizione indispensabile per orientare correttamente le successive scelte di conservazione. Da queste considerazioni emerge una seconda questione, strettamente connessa alla precedente: è possibile conservare l'architettura del secondo Novecento? La domanda non riguarda esclusivamente la possibilità teorica di riconoscere tali manufatti come patrimonio, ma investe la concreta praticabilità della loro conservazione. Le architetture del XX secolo presentano infatti specifiche condizioni di vulnerabilità, talvolta anche particolarmente accentuate rispetto a quelle di edifici appartenenti a epoche più lontane[3]. L'impiego di materiali innovativi, sistemi costruttivi sperimentali, componenti industrializzati e tecnologie caratterizzate da una durata ancora difficilmente valutabile nel lungo periodo ha prodotto edifici nei quali le problematiche di degrado e di obsolescenza possono assumere caratteri peculiari. A ciò si aggiunge la necessità di confrontarsi con requisiti prestazionali e funzionali profondamente mutati rispetto al momento della loro realizzazione.

È proprio all'interno di questa tensione tra conservazione dei caratteri architettonici e adeguamento alle esigenze contemporanee che si colloca la presente ricerca. In particolare, lo studio approfondisce il tema delle strategie di intervento sull'involucro esterno delle architetture del secondo Novecento, con l'obiettivo di individuare modalità di restauro e conservazione capaci di coniugare la tutela dei valori architettonici e materici dell'edificio con il raggiungimento di adeguati livelli di efficienza energetica, in relazione tanto alle esigenze attuali quanto a quelle future. L'involucro assume, in questo contesto, un ruolo particolarmente significativo. Nelle architetture del secondo Novecento esso non costituisce infatti soltanto una componente tecnica dell'edificio, ma può rappresentare uno degli elementi maggiormente caratterizzanti l'identità dell'opera, attraverso la definizione della sua immagine, della relazione tra interno ed esterno, della composizione delle superfici e dell'espressione dei materiali e dei sistemi costruttivi. Un intervento finalizzato esclusivamente al miglioramento delle prestazioni energetiche, se non adeguatamente calibrato sulle specificità dell'edificio, può pertanto determinare alterazioni significative dei suoi caratteri architettonici, fino a comprometterne in alcuni casi l'integrità e la leggibilità[4]. La necessità di intervenire sull'involucro pone quindi un problema di equilibrio tra esigenze apparentemente contrapposte: da un lato, la conservazione degli elementi che definiscono il valore culturale e architettonico dell'opera; dall'altro, la necessità di adeguarne le prestazioni alle mutate condizioni d'uso, agli attuali requisiti energetici e alle prospettive di progressiva decarbonizzazione del settore edilizio. La questione non può essere risolta attraverso l'applicazione indistinta di soluzioni tecniche standardizzate, ma richiede una valutazione specifica delle caratteristiche dell'edificio, dei suoi materiali, delle tecniche costruttive e dei valori che si intendono preservare. In questa prospettiva, comprendere come intervenire sull'involucro, riconoscere quali siano gli elementi essenziali da conservare e individuare quali trasformazioni possano essere ammesse senza compromettere l'identità dell'architettura diviene una condizione fondamentale per definire strategie di intervento realmente compatibili con il carattere patrimoniale di questi edifici. La ricerca si inserisce pertanto nel più ampio dibattito sul rapporto tra conservazione, trasformazione e adeguamento prestazionale dell'architettura del secondo Novecento, interrogandosi sulla possibilità di perseguire l'efficientamento energetico non come alternativa alla conservazione,

3 Caso emblematico è Fallingwater di Wright (Jerome et al. 2006), oggetto già di innumerevoli restauri ma non l'unico, purtroppo.

4 Pittaluga 2023.

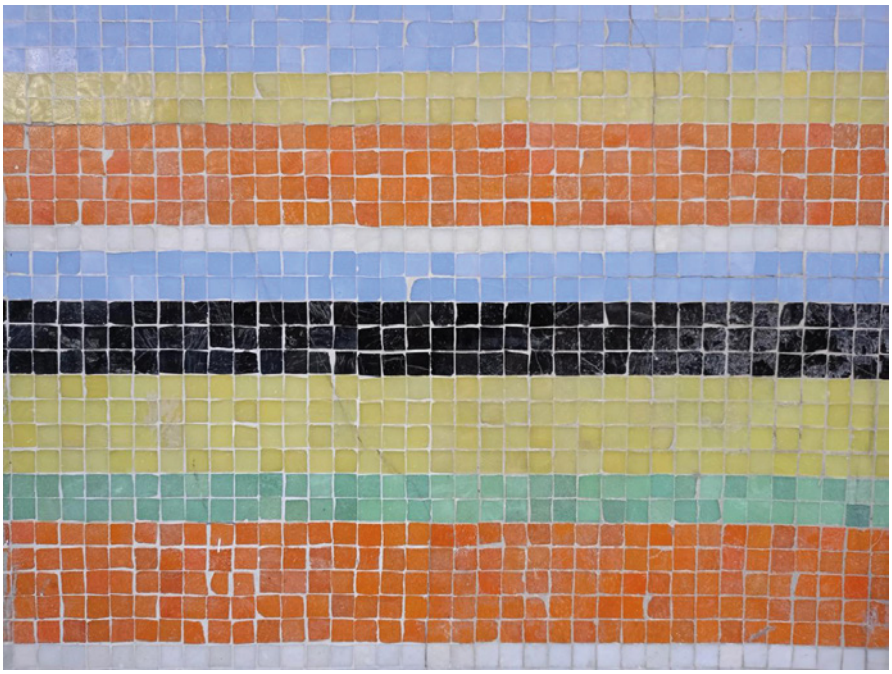


Figura 1
Istanbul, Glass Mosaic, facciata modernista del Dopoguerra. Il problema dell'efficientamento energetico investe anche le cosiddette facciate in vetro realizzate da migliaia di piccole tessere vitree.

ma come parte di una strategia più ampia di tutela e trasmissione al futuro di un patrimonio ancora in larga misura da conoscere, riconoscere e interpretare (Fig.1).

Conservazione dell'involucro edilizio e transizione energetica: alcuni esempi dall'estero

Guardando al panorama internazionale si possono cogliere situazioni diversificate che dipendono in parte dal contesto legislativo e normativo in cui si opera e dalla stringente, o meno, attenzione all'obiettivo finale del raggiungimento di elevati livelli di efficientamento energetico ma, in misura ancora maggiore, dalla consapevolezza acquisita del valore dell'opera sul quale si va ad intervenire che può portare in taluni casi ad abbassare i livelli prestazionali attesi, al fine di garantire un livello di conservazione maggiore (Pittaluga 2023, Pittaluga 2024, Pittaluga 2025).

Negli interventi di efficientamento energetico diverse sono le soluzioni adottate. Le più comuni sono:

1. Sostituzione vetri originali con vetri a maggior isolamento
2. Interventi sulle guarnizioni
3. Interventi isolanti all'interno degli ambienti
4. Interventi diversificati su più fronti in modo da ottenere attraverso più elementi l'effetto di miglioramento energetico
5. Efficientamento energetico ottenuto attraverso l'aggiornamento tecnologico di componenti già esistenti
6. Controfacciata con ambiente filtro

A queste strategie, caratterizzate da un diverso grado di attenzione nei confronti della conservazione dell'esistente, si affianca, purtroppo, ancora in molti casi, anche la sostituzione integrale dei serramenti o di parti dell'involucro. Talvolta è possibile mantenere la geometria, la scansione modulare e le dimensioni dei componenti originari, introducendo tuttavia materiali e tecnologie contemporanei. Sebbene tale soluzione possa consentire un incremento significativo delle prestazioni energetiche, essa comporta inevitabilmente una perdita, almeno parziale, della materia storica e può determinare modifiche più o meno rilevanti dell'immagine architettonica dell'edificio.

Accanto agli interventi puntuali, alcuni casi internazionali mostrano strategie più articolate, nelle quali il miglioramento delle prestazioni energetiche viene perseguito attraverso un approccio complessivo e multidisciplinare. In questi interventi, la conservazione non costituisce un vincolo da affrontare separatamente rispetto all'efficientamento, ma uno dei criteri attraverso i quali orientare le scelte progettuali.

Approccio integrato

Tra gli esempi analizzati, la Cité du Lignon a Ginevra rappresenta un caso significativo per l'approccio globale adottato nella riqualificazione energetica di un complesso moderno di elevato valore architettonico e urbanistico. Realizzata nel secondo dopoguerra, presenta una notevole scala dimensionale e un sistema costruttivo basato su tecniche industrializzate e componenti prefabbricati. Queste caratteristiche, unite al riconoscimento del suo valore culturale, rendono particolarmente complesso il rapporto tra conservazione dell'identità architettonica e materiale e adeguamento alle crescenti esigenze di prestazione energetica. Il caso del Lignon evidenzia come la riqualificazione energetica dell'architettura moderna di interesse culturale non possa essere affrontata attraverso soluzioni standardizzate, ma richieda un approccio integrato, nel quale aspetti architettonici, costruttivi, energetici, economici e normativi siano considerati congiuntamente. L'obiettivo non consiste quindi nella sola riduzione dei consumi, ma nel miglioramento delle prestazioni preservando, per quanto possibile, i caratteri materiali, costruttivi e formali dell'opera. Il *Conservation Plan*, approvato nel 2009, ha costituito uno strumento fondamentale per coordinare gli obiettivi di tutela e riqualificazione. L'intervento si basa su una strategia graduata e selettiva, nella quale l'intensità delle trasformazioni è commisurata al valore degli elementi interessati. La conservazione dell'involucro esterno, il potenziamento dell'isolamento dall'interno, la sostituzione mirata delle vetrature e il miglioramento della tenuta all'aria costituiscono interventi complementari, capaci di incrementare le prestazioni limitando l'impatto sulla materia esistente. L'aspetto più significativo dell'esperienza del Lignon non risiede quindi nell'adozione di una singola soluzione tecnologica, quanto nella definizione di un processo decisionale multidisciplinare. La valutazione delle diverse alternative consente di considerare simultaneamente efficacia energetica, conservazione della materia, costi, fattibilità tecnica e coerenza architettonica. Il caso dimostra così come il miglioramento energetico del patrimonio moderno possa essere perseguito attraverso strategie specifiche e calibrate sul singolo edificio, evitando che il raggiungimento della massima prestazione possibile diventi l'unico criterio di valutazione. La Cité du Lignon costituisce quindi un riferimento significativo per le strategie di intervento sul patrimonio architettonico del secondo Novecento. L'esperienza mostra come l'incremento delle prestazioni energetiche non debba necessariamente tradursi nella perdita dell'autenticità materiale e dell'identità architettonica, a condizione che le esigenze prestazionali siano valutate all'interno di un più ampio progetto di conservazione. In questa prospettiva, il quadro normativo e le esigenze energetiche possono essere interpretati attraverso strumenti di tutela, progettazione e valutazione capaci di riconoscere la specificità del bene e di modulare l'intensità dell'intervento. L'esperienza svizzera evidenzia dunque la possibilità di perseguire un equilibrio tra prestazione energetica e conservazione attraverso soluzioni tecniche specifiche, sperimentazioni preliminari, valutazioni multidisciplinari e procedure autorizzative integrate. Più che la ricerca di un livello prestazionale assoluto, emerge la necessità di individuare, per ciascun edificio, il massimo miglioramento compatibile con la conservazione dei suoi valori materiali, architettonici e culturali.

"Minimal improvement": miglioramento dell'efficacia energetica ma non a discapito della conservazione

In alcuni casi, soprattutto all'estero, si registrano alcune soluzioni che vanno maggiormente nella linea del miglioramento energetico[5], ma che contemplano il fatto che ci si possa arrestare a livelli inferiori rispetto alle performance richieste dalle attuali normative se ciò costituisce, di fatto, una possibilità di una maggiore conservazione della consistenza materiale del bene sottoposto all'intervento. Ne sono esempi, tra gli altri, l'intervento di Chipperfield alle Neue Nationalgalerie di Berlino e i lavori eseguiti al padiglione Le Corbusier a Zurigo.[6]

Conservazione dell'involucro edilizio e transizione energetica: lo stato dell'arte in Italia

Il patrimonio edilizio realizzato in Italia nel secondo Novecento costituisce uno dei principali oggetti di intervento delle recenti politiche di riqualificazione energetica. Dopo il secondo dopoguerra, la disponibilità di nuovi materiali (c.a. prefabbricato, alluminio anodizzato, acciaio zincato, …) unita alla nuova possibilità di realizzare grandi superfici vetrate ha favorito l'affermazione di sistemi costruttivi caratterizzati da leggerezza, modularità e rapidità esecutiva. Processi costruttivi industrializzati e progressiva separazione tra struttura e chiusura perimetrale, quest'ultima concepita come un componente tecnologicamente complesso, hanno portato alla definizione di involucro edilizio, nata nell'ambito del dibattito architettonico degli anni Sessanta

5 Sara di Resta e Jacopo Gaspari nel loro articolo "*La contaminazione dei saperi nella conservazione di involucri e chiusure vetrate del moderno*" apparso su Techne, argomentano in modo approfondito la dialettica tra "adeguamento" e "miglioramento" nei confronti dell'efficientamento energetico degli edifici vetrati del Moderno e mettono in evidenza varie soluzioni che soprattutto all'estero sono state sperimentate con esiti diversi e taluni molto interessanti.

6 A Berlino nella Neue Nationalgalerie, Mies aveva utilizzato vetri di soli 12 mm di spessore con formati di 5,40 x 3,43 m, questa scelta era legata all'ottenimento della massima trasparenza possibile. Solo poche di queste lastre di vetro fuso erano presenti al momento dell'ultimo restauro di David Chipperfield (2012-2021). Tutte le altre si erano rotte a causa della dilatazione della facciata ed erano state sostituite con vetri suddivisi (a causa degli elevati costi di fabbricazione per lastre così grandi, la produzione fu interrotta nel 1972). Nel restauro C. opta per la massima conservazione possibile. Dopo attente valutazioni decide di accantonare l'opzione di una vetrata isolante che avrebbe reso inutilizzabili i telai esistenti dei pilastri verticali a favore di lastre di vetro di sicurezza stratificato spesse il doppio rispetto a quelle originali. Una pellicola (Tonoplasto) di 3 mm salda le due lastre di vetro. Per contrastare la condensa che si formava sulle lastre di vetro singolo (con basse temperature esterne) e che aveva sensibilmente corroso alcuni telai, prevede una cortina di aria sul lato interno della nuova facciata, alimentata da feritoie di ventilazione. Per motivi di conservazione rinuncia a una maggiore riduzione della trasmissione UV. Essa avrebbe infatti richiesto un rivestimento UV nell'interspazio del vetro che avrebbe a sua volta provocato un riflesso blu-violetto. Il desiderio di garantire una luce possibilmente naturale e trasparente ha prevalso, a scapito dell'efficienza energetica (Canziani, Di Resta 2020; Pittaluga 2023). In questo caso si può dire che la conservazione dell'impianto originario riguarda in parte la materia di cui sono costituite le vetrate storiche vere e proprie ma nella decisione finale pesa anche molto il tipo di luce naturale che si sarebbe avuto all'interno degli ambienti stessi e quindi in un certo senso va a riguardare l'atmosfera interna degli ambienti. L'intervento, quindi, mitiga le criticità della facciata e non è stato fatto alcun tentativo di raggiungere il completo isolamento termico. Questa soluzione è in accordo con la decisione di non cercare l'adeguamento totale a standard contemporanei ma di ottenere una maggiore conservazione del complesso architettonico nel suo insieme. La ricerca di soluzioni un po' meno performanti per l'isolamento termico/acustico ma maggiormente conservative per l'architettura è anche la linea di intervento al padiglione Le Corbusier di Zurigo. Qui per favorire una conservazione massima delle superfici vetrate del Padiglione, si è modificata la programmazione espositiva secondo le stagioni, per essere in grado di garantire un ottimale comfort interno per persone e opere senza interventi di isolamento invasivi (https://ilgiornaledellarchitettura.com/2019/06/11/il-padiglione-le-corbusier-a-zurigo-unoperazione-da-gioiellieri/)

e Settanta del Novecento (Banham 1969). Gli edifici costruiti in questi anni, che rappresentano una quota significativa del patrimonio nazionale, riflettono la profonda trasformazione tecnologica avvenuta tra la ricostruzione post-bellica e la successiva (spesso indiscriminata) espansione urbana. Sono edifici profondamente diversi dai precedenti in muratura portante o in c.a. con tamponamenti collaboranti e serramenti in legno, e spesso adottano soluzioni tecniche programmaticamente sperimentali e non collaudate che, nel tempo, si possono rivelare carenti o fragili (Vittorini 2021).

Nei complessi residenziali realizzati da progettisti quali Mario Ridolfi, Ludovico Quaroni e Michele Valori nell'ambito del programma INA-Casa (1949–1963), una delle più importanti esperienze dell'edilizia residenziale italiana del dopoguerra, le tecniche costruttive tradizionali ancora convivono con le prime sperimentazioni industrializzate che anticipano le trasformazioni degli anni successivi. Dal punto di vista energetico, tali edifici presentano generalmente murature in mattoni prive di isolamento, serramenti in legno o in acciaio con vetro semplice e diffuse discontinuità dell'involucro. Diversa appare la situazione delle grandi realizzazioni degli anni Sessanta e Settanta del Novecento, come i complessi delle Vele a Scampia a Napoli (1962-1975) progettate da Francesco di Salvo o del Corviale a Roma (1972-1982) progettato da Mario Fiorentino. In entrambi i casi il c.a. costituisce il materiale dominante e l'involucro assume una configurazione seriale, caratterizzata da pannelli prefabbricati, balconi continui e ampie superfici finestrate. Dispersioni termiche e impianti obsoleti caratterizzano le due strutture dove i problemi energetici si intrecciano con quelli strutturali e quelli sociali. Una terza categoria di edifici è quella che riprende il modello della *curtain wall*, ampiamente sperimentato all'estero e introdotto in Italia poco prima rispetto ai casi citati. Esso ha la sua massima espressione nella realizzazione di edifici direzionali durante il periodo del *boom* economico. Numerosi edifici milanesi progettati da BBPR, da Gio Ponti, da Luigi Moretti e da Vico Magistretti testimoniano l'impiego di facciate leggere in acciaio e vetro prima e in alluminio e vetro poi, nelle quali la separazione tra struttura portante e involucro rappresenta uno dei principali elementi di innovazione tecnologica. In questi casi il surriscaldamento estivo, le dispersioni termiche invernali e i ponti termici strutturali tra metallo e c.a. costituiscono i principali problemi energetici da affrontare.

L'obsolescenza prestazionale degli involucri di tali edifici costituisce oggi una delle principali criticità del patrimonio costruito del secondo Novecento. Dal punto di vista energetico, murature prive di isolamento, ponti termici strutturali, ridotta resistenza termica dei tamponamenti, elevata permeabilità all'aria dei serramenti ed alti valori di trasmittanza degli elementi vetrati determinano significative dispersioni invernali e fenomeni di surriscaldamento estivo. I livelli di dispersione energetica sono per lo più incompatibili con gli obiettivi fissati dalla politica europea di decarbonizzazione, che vincola e guida la transizione nazionale[7]. Inoltre, il progressivo degrado delle guarnizioni, dei giunti e dei sistemi di tenuta comporta infiltrazioni d'acqua e d'aria che compromettono sia la durabilità dei materiali sia il comfort interno degli edifici.

La risposta a tali problematiche non può limitarsi alla mera sostituzione tecnologica dei componenti edilizi, anche se questa potrebbe essere una risposta in linea con la frammentarietà del manufatto costruito. È necessario sottolineare, infatti, che ormai una parte sempre più rilevante dell'architettura del secondo Novecento è riconosciuta di interesse culturale per la comunità e ciò impone nuove riflessioni da parte dei progettisti degli interventi di efficientamento energetico e il ricorso ai principi della conservazione nel caso di intervento.

7 La Direttiva (UE) 2024/1275 sulla prestazione energetica degli edifici promuove una progressiva riduzione dei consumi energetici del patrimonio edilizio esistente, ma riconosce la necessità di prevedere soluzioni specifiche per gli edifici di interesse storico e architettonico.

Negli ultimi anni il concetto di efficientamento energetico si è progressivamente evoluto da una logica esclusivamente prestazionale a una logica relazionale o integrata che considera anche gli aspetti ambientali, economici e culturali dell'intervento. A maggior ragione, in caso di patrimonio di interesse culturale, le parti di un edificio non possono essere considerate soltanto dal punto di vista prestazionale, ma devono essere valutate anche come testimonianza materiale della cultura costruttiva dell'epoca. Tale esigenza è particolarmente sentita in Italia, paese in cui sono stati definiti i principi di minimo intervento e di riconoscibilità a partire dai concetti di autenticità e di integrità materiale. Per questo, il tentativo degli ultimi anni è quello di integrare il miglioramento energetico all'interno di un progetto di conservazione che salvaguardi i valori culturali e quelli materiali dell'opera, evitando trasformazioni che ne compromettano l'identità storica e architettonica[8].

Le strategie progettuali comprendono l'impiego di materiali ad alte prestazioni e ridotto spessore, quali aerogel, pannelli isolanti sottovuoto (VIP) e intonaci termici minerali, che consentono di incrementare la resistenza termica limitando le modifiche dell'immagine architettonica. L'isolamento interno, purché preceduto da accurate verifiche termoigrometriche volte a prevenire fenomeni di condensazione interstiziale, costituisce una valida alternativa per conservare il rivestimento esterno. La correzione dei ponti termici, ottenibile attraverso interventi puntuali sui nodi costruttivi e sulle connessioni tra elementi strutturali e tamponamenti, integrata con sistemi impiantistici ad alta efficienza e con tecnologie di ventilazione meccanica controllata, permette di conseguire riduzioni significative dei consumi energetici senza compromettere la leggibilità dell'involucro storico.

L'efficientamento energetico dovrebbe essere parte integrante del progetto di conservazione e non un'operazione autonoma come purtroppo è ancora in molti casi. La crescente attenzione verso la sostenibilità ambientale ha da tempo evidenziato come il restauro conservativo possa costituire uno strumento privilegiato per prolungare il ciclo di vita degli edifici, limitando il consumo di nuove risorse e riducendo le emissioni di carbonio associate ad operazioni di demolizione e ricostruzione. Se tale concetto è ormai abbastanza accettato nel caso del restauro di strutture storiche in c.a., di pannelli in calcestruzzo faccia a vista e di rivestimenti ceramici, non altrettanto lo è nel caso di intonaci e di serramenti, anche se la loro sostituzione comporta spesso la perdita delle caratteristiche espressive dell'opera.

Serramenti storici e facciate continue

Uno dei temi più complessi riguarda la riqualificazione energetica dei serramenti metallici e delle facciate continue. Sono pochi gli interventi che raggiungono la conservazione, più o meno integrale, dei serramenti, attraverso la costruzione di una nuova facciata vetrata interna, nel caso dell'intervento di riqualificazione di ICO Centrale a Ivrea (1936-48) realizzato nel 2004 oppure attraverso la sostituzione dei soli vetri, nel caso dell'intervento del 2002 sul grattacielo Pirelli a Milano del 1956 (Graf, Albani 2011). La sostituzione integrale dei serramenti rappresenta ancora oggi una delle pratiche più diffuse, ma comporta la perdita di componenti progettati specificamente dagli autori dell'opera e, in alcuni casi, modifica in modo sostanziale il disegno della facciata. Negli edifici progettati da Franco Albini, Ignazio Gardella o Luigi Moretti, ad esempio, il serramento rappresenta un elemento progettuale determinante per la definizione dell'identità architettonica, per questo la

8 L'impostazione culturale italiana è ripresa nel Documento Madrid-New Delhi redatto dal Comitato Scientifico Internazionale di ICOMOS per il Patrimonio del XX Secolo (ICOMOS ISC20C) che sottolinea come gli interventi sugli edifici del Novecento debbano perseguire il miglioramento delle prestazioni funzionali ed energetiche senza alterare i caratteri materiali, tecnologici e compositivi che ne definiscono il valore culturale (ICOMOS 2017).



Figura 2
Torre Velasca a Milano dopo l'intervento di riqualificazione energetica realizzato dal gruppo Hines su progetto dello studio Asti Architetti nel 2025.

sostituzione indiscriminata dei profili con prodotti standardizzati rischia di alterare irreversibilmente il rapporto tra pieni e vuoti, le proporzioni dei prospetti e la qualità percettiva dell'involucro.

Un caso emblematico è costituito dai serramenti del Museo civico di Architettura e Scultura ligure a Genova, progettato da Franco Albini e realizzato dopo la sua morte (1977). I serramenti di facciata in alluminio brunito "a tutto vetro", progettati in continuità con l'idea progettuale di Albini, costituivano parte integrante ed essenziale non solo dell'immagine esterna ma anche dello spazio interno del museo. Nel 2018 un evento temporalesco anomalo, per intensità e velocità del vento, portò al parziale collasso uno dei serramenti in facciata. Nonostante i tentativi da parte dei diversi attori coinvolti nel progetto (Comune, Soprintendenza, Università) di conservare i serramenti originari, la complessità della normativa e soprattutto la necessità di assunzione di responsabilità rispetto alla sicurezza dei serramenti hanno determinato la scelta finale di completa sostituzione. Il Comune, proprietario del museo, si è scontrato infatti con l'impossibilità di ottenere garanzie da parte delle

imprese invitate a partecipare al bando di gara, nel caso della sola sostituzione dei vetri e di minimi interventi (come l'aumento del fermavetro o l'irrigidimento del traverso). Occorre sottolineare che la normativa e le innumerevoli raccomandazioni (la maggior parte delle quali non cogenti), sono relative a serramenti nuovi e, per questo, non contemplano la possibilità di conservazione totale o parziale rimandando la responsabilità della sicurezza ai committenti (Vecchiattini 2026).

Conclusioni

Nel caso del patrimonio del secondo Novecento l'obiettivo non dovrebbe consistere nel raggiungimento degli *standard* richiesti alle nuove costruzioni, bensì nell'ottenimento del massimo miglioramento compatibile con la conservazione dei valori materiali e formali dell'opera. Tale principio, che rappresenta oggi uno dei riferimenti metodologici più importanti e condivisi a livello teorico nell'ambito della sicurezza sismica, ancora stenta ad affermarsi nel campo dell'efficientamento energetico e soprattutto nella realtà di cantiere. Il recente intervento di riqualificazione di Torre Velasca a Milano (studio BBPR 1955-1957) è uno dei pochi in Italia che ha seguito quest'ottica privilegiando la conservazione dell'immagine architettonica, attraverso un'attenta diagnosi, la riqualificazione tecnologica degli impianti e dei componenti edilizi ma anche la conservazione delle finiture (Lollini, Redaelli, Bertolini 2016), e dimostrando come le esigenze di miglioramento delle prestazioni impiantistiche ed energetiche possano essere integrate nel rispetto dei valori storici dell'opera a patto che qualcuno si prenda la responsabilità della sicurezza nel caso di interventi sui serramenti. Per questo sarebbe necessario intervenire facendo ordine a livello normativo e soprattutto riconoscendo la necessità di un diverso criterio di intervento tra un edificio storico e uno contemporaneo (Fig. 2). Interventi di miglioramento delle prestazioni energetiche e raggiungimento di alti livelli di conservazione materiale dei manufatti, si registrano da qualche anno anche nella casistica estera.

Bibliografia

BANHAM, R. (1984). *The Architecture of the Well-Tempered Environment*. The University of Chicago Press, Chicago.

CANZIANI, A., & Di Resta, S. (2020). The Neue Nationalgalerie by Mies van der Rohe between preservation and minimal improvement. *Journal of Civil Engineering and Architecture*, 14, 226–232. https://doi.org/10.17265/1934-7359/2020.04.006

DI RESTA, S., & Gaspari, J. (2021). La contaminazione dei saperi nella conservazione di involucri e chiusure vetrate del moderno. *TECHNE. Journal of Technology for Architecture and Environment*, 21, 256–264.

GRAF, F., & Albani, F. (a cura di) (2011). *Il vetro nell'architettura del XX secolo: conservazione e restauro*. Mendrisio Academy Press, Mendrisio (CH).

ICOMOS (2017). *Approaches for the Conservation of Twentieth-Century Architectural Heritage: Madrid–New Delhi Document*. ICOMOS, Madrid–New Delhi.

JEROME, P., Weiss, N., & Ephron, H. (2006). Fallingwater Part 2: Materials-conservation efforts at Frank Lloyd Wright's masterpiece. *APT Bulletin: The Journal of Preservation Technology*, 37 (2/3), 3–11.

LOLLINI, F., Redaelli, E., & Bertolini, L. (2016). Corrosion assessment of reinforced concrete elements of Torre Velasca in Milan. *Case Studies in Construction Materials*, 4, 55–61. https://doi.org/10.1016/j.cscm.2015.12.005

PITTALUGA, D. (2021). L'analisi archeologica per la conoscenza e la conservazione delle strutture del XX secolo. In ISCUM (a cura di), *Tiziano Mannoni. Attualità e sviluppi di metodi e idee*, vol. 2 (pp. 436–443). All'Insegna del Giglio, Firenze.

PITTALUGA, D. (2023). Superfici vetrate di architetture contemporanee: prospettive di conoscenza e conservazione. In G. Driussi (a cura di), *L'intervento sulle superfici del costruito storico. Quale innovazione?* (pp. 181–192). Arcadia Ricerche, Venezia.

PITTALUGA, D., & Quirós Castillo, J.A. (2024). Surfaces of 20th-century façades: reflections on their archaeological awareness. *TEMA: Technologies Engineering Materials Architecture*, 10 (1), 112–125. https://doi.org/10.30682/tema100001

PITTALUGA, D., & Quirós Castillo, J.A. (2025). Timber-framed structures and standardized elements of the 20th century in Genova: archaeological analysis of architecture and written sources. *TEMA: Technologies Engineering Materials Architecture*, 11 (2), 19–38. https://doi.org/10.30682/tema110003

VECCHIATTINI, R. (2026). Conservare i serramenti nel Museo di Sant'Agostino a Genova: dalla ricerca una via possibile. In R.M.M. Caruso et al. (a cura di), *Finestre e aperture vetrate nella storia del costruire*, Quaderni di Storia della Costruzione, vol. 5 (pp. 325–337). Sagep, Genova (in corso di pubblicazione).

VITTORINI, R. (2021). Indagini sulla costruzione italiana del Novecento: materiali e tecniche. In A. Morelli & S. Losi (a cura di), *Il restauro dell'architettura moderna. Dalla conoscenza all'intervento* (pp. 17–21). Nardini Editore, Firenze.

LEGGERE L'INTERVENTO: CRITERI E STRUMENTI DELLA VALUTAZIONE EX POST DEL PROGETTO EeTAC

Marta Casanova, Federica Pompejano

Costruire una base comune di conoscenza

La ricerca EeTAC assume l'analisi dei casi studio come strumento per indagare il rapporto tra miglioramento delle prestazioni energetiche e conservazione degli involucri del secondo Novecento. Il corpus comprende trenta edifici, venti italiani e dieci internazionali, differenti per cronologia, localizzazione, destinazione d'uso, configurazione costruttiva e forme di riconoscimento e tutela. La selezione non intende restituire un repertorio esaustivo, né individuare una successione di interventi esemplari, ma riunisce esperienze sufficientemente documentate attraverso le quali osservare soluzioni tecniche, processi decisionali ed esiti diversi. Sul piano metodologico, la costruzione del corpus riprende precedenti esperienze di censimento dell'architettura del secondo Novecento, nelle quali la raccolta sistematica dei dati è stata associata alla selezione critica delle opere e alla predisposizione di differenti strumenti di consultazione (Franco, Musso 2016). EeTAC ne sviluppa l'impostazione, spostando l'attenzione dalla ricognizione degli edifici all'analisi e alla valutazione qualitativa *ex post* degli interventi di efficientamento energetico.

I casi riguardano interventi conclusi o in corso di realizzazione a uno stadio tale da consentire la ricostruzione delle scelte progettuali e delle trasformazioni introdotte. La ricerca adotta pertanto una prospettiva prevalentemente *ex post*, fondata sul confronto tra la configurazione originaria dell'edificio, le condizioni di conservazione precedenti ai lavori, gli obiettivi dichiarati e le soluzioni effettivamente adottate. Quando disponibili, dati prestazionali, documentazione di cantiere e monitoraggi successivi all'intervento permettono inoltre di valutarne i risultati raggiunti. L'analisi ricostruisce il processo attraverso il quale esigenze conservative, prestazionali, funzionali ed economiche sono state tradotte in specifiche scelte d'intervento.

La valutazione si fonda su campi di analisi omogenei, compilati attraverso fonti bibliografiche e archivistiche, elaborati grafici, relazioni tecniche, fotografie, sopralluoghi e testimonianze dei soggetti coinvolti. L'applicazione degli stessi criteri di lettura permette di mettere in relazione i casi senza trascurarne le specificità costruttive e progettuali.

Nel volume i testi descrittivi dei casi studio sono riuniti in base alle destinazioni d'uso, così da accostare edifici sottoposti a esigenze funzionali almeno in parte analoghe. Si tratta tuttavia di una delle possibili modalità di lettura del corpus: i casi possono essere messi in relazione anche considerando la tipologia dell'involucro, le tecniche impiegate in fase di retrofit energetico, l'estensione delle trasformazioni o il rapporto tra conservazione e miglioramento prestazionale.

I risultati dell'analisi dei casi studio sono restituiti attraverso due strumenti. Nel volume, i testi descrittivi propongono una sintesi critica delle informazioni necessarie a comprendere gli edifici e gli interventi, costruita per favorire una lettura sequenziale e comparativa. Nel sito web del progetto EeTAC è invece pubblicata una versione più estesa, sotto forma di schede analitiche, corredata dalle fonti e dagli

apparati documentari e organizzata in modo da consentire ulteriori approfondimenti e consultazioni trasversali del corpus[1].

Dalla configurazione originaria alle modificazioni

La lettura dell'intervento assume come primo termine di confronto la configurazione originaria dell'involucro. La conoscenza storico-critica e materiale dell'opera orienta il progetto e permette di riconoscere gli attributi o i caratteri sui quali l'intervento può incidere (Reichlin 2011, pp. 11-29). Il riconoscimento della significatività culturale dell'opera e la valutazione della sua integrità e delle sue vulnerabilità costituiscono il presupposto per definire il processo di conservazione entro il quale l'intervento di efficientamento energetico dovrebbe collocarsi (ICOMOS ISC20C 2017).

L'analisi considera il rapporto tra struttura e chiusura, la composizione delle parti opache e trasparenti, i materiali, le tecniche costruttive, i processi di produzione, assemblaggio e posa in opera dei componenti, nonché i sistemi di apertura e schermatura che regolano l'illuminazione naturale, la ventilazione e gli apporti solari. Questi elementi sono esaminati per le funzioni che svolgono e per il ruolo assunto nella definizione delle proporzioni, della profondità e della configurazione della facciata. L'analisi restituisce così l'involucro come sistema costruttivo e come attributo fondamentale della configurazione architettonica dell'edificio. Disegni e relazioni di progetto, fotografie storiche, documenti d'archivio e pubblicazioni coeve restituiscono le intenzioni progettuali, ma non sempre corrispondono a quanto effettivamente realizzato. Il rilievo e l'analisi diretta dell'edificio, integrati dalla documentazione delle fasi di cantiere, consentono di verificare tali fonti e di riconoscere le differenze tra progetto e realizzazione, oltre a eventuali trasformazioni successive. Il confronto tra documentazione progettuale, opera realizzata e trasformazioni successive permette di definire la configurazione originaria dell'involucro attraverso un processo conoscitivo iterativo e interdisciplinare, secondo quanto indicato dalla UNI EN 16883:2017 (UNI 2017).

Prima di esaminare l'intervento più recente, l'analisi considera le condizioni di conservazione dell'edificio antecedenti ai lavori. Fenomeni di degrado, obsolescenza funzionale, interventi di manutenzione, modifiche distributive e precedenti adeguamenti possono avere trasformato tanto il comportamento dell'involucro quanto la sua configurazione. Distinguere le caratteristiche originarie dalle condizioni maturate nel tempo è necessario per comprendere i problemi ai quali il progetto di efficientamento energetico ha inteso rispondere e per non attribuire alla costruzione iniziale criticità prodotte da alterazioni o sostituzioni successive.

Ogni caso studio è quindi analizzato considerando gli obiettivi dichiarati, il processo progettuale e le soluzioni adottate e può rispondere, contemporaneamente, a problemi di conservazione, sicurezza strutturale, adeguamento normativo e impiantistico, accessibilità o cambiamento d'uso, entro i limiti posti dalle risorse disponibili[2]. Ricostruire il peso attribuito a ciascuna esigenza permette di comprendere le ragioni delle soluzioni adottate e il ruolo assunto dal miglioramento dell'involucro nell'intervento complessivo.

L'analisi esamina, inoltre, l'estensione e la tipologia dell'intervento sull'involucro, distinguendo tra conservazione, adeguamento degli elementi esistenti, modifica, sostituzione selettiva e rifacimento esteso. Le modifiche sono analizzate attraverso gli stessi riferimenti impiegati per descrivere la configurazione precedente ai lavori.

1 Le schede analitiche complete dei casi studio sono consultabili nel sito del progetto EeTAC – *Efficienza energetica e Tutela dell'Architettura Contemporanea*: https://eetac.unige.it.

2 Tutti i casi studio compresi nel corpus EeTAC prevedono l'intervento di efficientamento energetico dell'involucro o di alcune sue parti.

La corrispondenza tra i due livelli rende riconoscibili le parti conservate, rimosse, sostituite o aggiunte e consente di verificare come siano cambiati materiali, spessori, aperture e dispositivi di regolazione ambientale. Le interfacce tra nuovi componenti e parti conservate sono esaminate perché incidono sia sul comportamento tecnico dell'involucro sia sulla sua configurazione architettonica.

Il confronto tra la condizione antecedente ai lavori e le trasformazioni realizzate costituisce la base documentaria per la successiva valutazione degli esiti.

Criteri per la valutazione degli esiti

La valutazione mette in relazione gli obiettivi dichiarati con le trasformazioni realizzate e i risultati ottenuti, considerando sia gli effetti prestazionali sia l'incidenza sugli attributi caratterizzanti l'edificio. Questa impostazione trova riscontro nella UNI EN 16883:2017, che richiede di esaminare le diverse opzioni di intervento in rapporto alla significatività culturale dell'edificio, ai rischi e ai benefici attesi (UNI 2017). Per tradurre questi principi in criteri operativi sono necessari strumenti che tengano conto delle caratteristiche dei singoli edifici e del grado di completezza e affidabilità della documentazione disponibile (Buda et al. 2022, pp. 34-52; Casanova, Pompejano 2026, pp. 597-607).

La valutazione *ex post* proposta da EeTAC non attribuisce un punteggio complessivo all'intervento né ordina i casi in una graduatoria. Il giudizio qualitativo è articolato in cinque ambiti: quadro conoscitivo, metodo e tracciabilità; adeguatezza tecnica e compatibilità delle soluzioni; reversibilità; impatto sull'assetto formale e spaziale; conservazione degli elementi architettonici originari.

Il primo ambito valuta la completezza e la pertinenza del quadro conoscitivo e il suo effettivo impiego nelle decisioni progettuali. Rilievi, indagini diagnostiche, analisi storico-archivistiche, valutazioni energetiche e termoigrometriche sono esaminati in rapporto alla loro capacità di documentare i caratteri costruttivi, le vulnerabilità e i valori culturali dell'edificio. La documentazione delle alternative considerate, delle decisioni assunte durante il progetto e delle modifiche avvenute in cantiere consente inoltre di ricostruire le ragioni delle scelte e la tracciabilità del processo.

Il secondo ambito valuta l'adeguatezza tecnica e la compatibilità delle soluzioni adottate. Materiali e componenti introdotti sono esaminati in relazione alle caratteristiche fisiche, costruttive e termoigrometriche dell'involucro, agli effetti sulle parti conservate e al comportamento delle interfacce tra sistemi originari e nuovi elementi. La valutazione considera, inoltre, il minimo intervento e la potenziale reversibilità come criteri per limitare gli effetti indesiderati della trasformazione (UNI 2017; ICOMOS ISC20C 2017).

Il grado di reversibilità è valutato considerando la possibilità di rimuovere, sostituire o modificare quanto aggiunto senza provocare ulteriori perdite. Negli involucri moderni, costituiti spesso da componenti interdipendenti, una reversibilità completa è difficilmente conseguibile. La valutazione considera quindi l'invasività dell'intervento, l'entità delle demolizioni e delle sostituzioni, la conservazione della materia esistente e la possibilità di eseguire successive operazioni di manutenzione.

Un intervento tecnicamente adeguato e compatibile può comunque incidere sull'assetto formale e spaziale dell'opera. In questo caso, la valutazione considera gli effetti delle trasformazioni su esterni e interni, volumi, proporzioni, partiture, materiali, finiture, colori e qualità percettive. Variazioni di spessore, arretramenti e modifiche di profili, imbotti, serramenti o rivestimenti sono esaminati in rapporto alla leggibilità dell'insieme architettonico. È inoltre valutato il rapporto tra le nuove aggiunte

e le parti esistenti, considerandone la distinguibilità e l'incidenza sulla comprensione dell'opera architettonica.

Alla valutazione degli effetti sull'assetto formale e spaziale si affianca quella del grado di conservazione degli elementi architettonici originari. Il mantenimento degli elementi costruttivi e dei materiali originari, la sostituzione selettiva e circoscritta alle parti compromesse e la conservazione delle stratificazioni riconosciute come significative sono distinti dal rifacimento esteso o dalla riproduzione delle forme mediante materiali e tecniche differenti. Il giudizio considera le condizioni conservative, la possibilità di mantenere in uso gli elementi esistenti, le esigenze prestazionali e il ruolo svolto dalle parti conservate nella configurazione e nel funzionamento dell'involucro.

Ai cinque ambiti qualitativi si affiancano i dati disponibili sull'efficacia energetica dell'intervento. Quando documentati, i valori dei consumi precedenti e successivi ai lavori e le eventuali certificazioni energetico-ambientali sono riportati nella valutazione. I dati energetici sono mantenuti distinti dal giudizio qualitativo e messi in relazione con l'estensione e l'incidenza delle trasformazioni introdotte. La lettura congiunta dei dati energetici e dei cinque ambiti qualitativi chiarisce le priorità, i risultati e le criticità di ciascun intervento e il rapporto stabilito tra miglioramento prestazionale e conservazione dei caratteri dell'edificio. L'analisi e la valutazione ex post offrono così termini di confronto e opportunità di riflessione critica tra esperienze diverse, anziché soluzioni da replicare.

Bibliografia

BUDA, A., Gori, V., de Place Hansen, J., Polo López, C.S., Marincioni, V., Giancola, E., Vernimme, N., Egusquiza, A., Haas, F., & Herrera-Avellanosa, D. (2022). Existing tools enabling the implementation of EN 16883:2017 standard to integrate conservation-compatible retrofit solutions in historic buildings. *Journal of Cultural Heritage*, *57*, 34–52. https://doi.org/10.1016/j.culher.2022.07.002

CASANOVA, M., & Pompejano, F. (2026). Efficientamento energetico e conservazione dell'involucro nelle architetture del secondo Novecento. In G. Driussi & Z. Morabito (a cura di), *La valutazione degli interventi. Obiettivi, strategie, tecniche. Atti del 41° Convegno internazionale Scienza e Beni Culturali, Bressanone, 30 giugno–3 luglio 2026* (pp. 597–607). Arcadia Ricerche, Venezia.

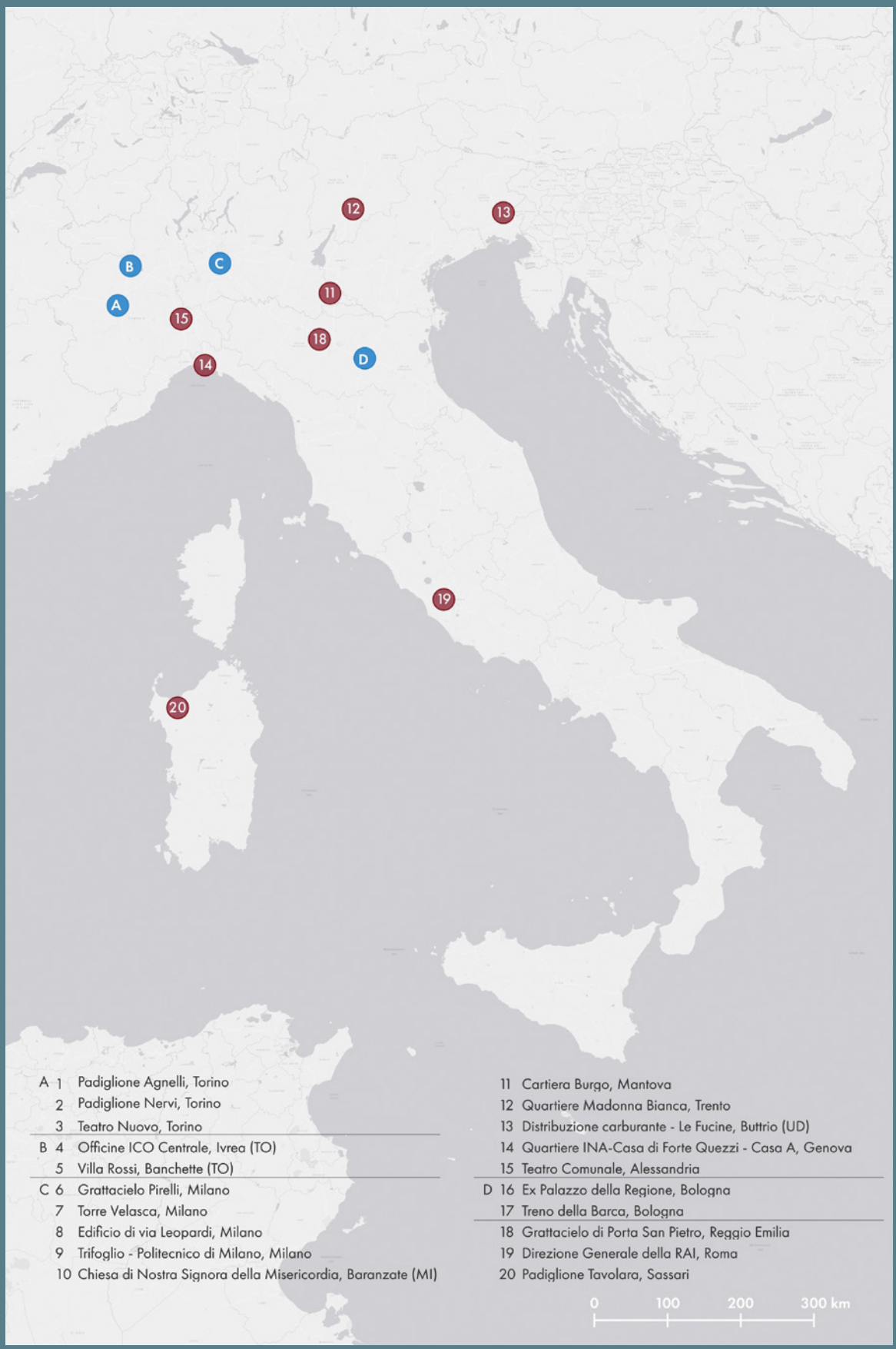
ENTE ITALIANO DI NORMAZIONE – UNI (2017). *UNI EN 16883:2017. Conservazione dei beni culturali – Linee guida per migliorare la prestazione energetica degli edifici storici*. UNI, Milano.

FRANCO, G., & Musso, S.F. (2016). *Architetture in Liguria dopo il 1945*. Sagep Editori, Genova.

ICOMOS INTERNATIONAL SCIENTIFIC COMMITTEE ON TWENTIETH-CENTURY HERITAGE – ISC20C (2017). *Approcci per la conservazione del patrimonio culturale del XX secolo. Documento di Madrid–New Delhi*. ICOMOS ISC20C. https://isc20c.icomos.org/resources/mndd/ Consultato il 4 agosto 2026.

REICHLIN, B. (2011). Riflessioni sulla conservazione del patrimonio architettonico del XX secolo. Tra fare storia e fare progetto. In B. Reichlin & B. Pedretti (a cura di), *Riuso del patrimonio architettonico* (pp. 11–29). Mendrisio Academy Press, Mendrisio.

CASI STUDIO



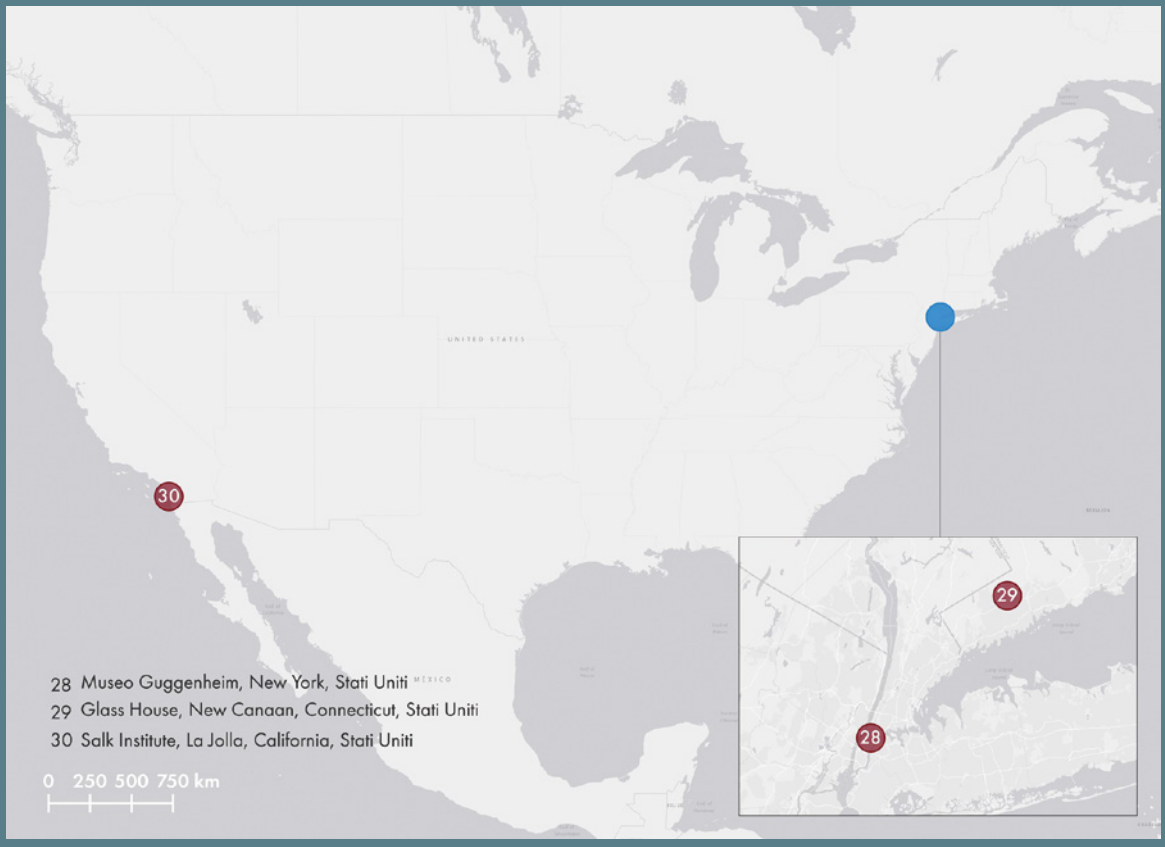
A 1 Padiglione Agnelli, Torino
2 Padiglione Nervi, Torino
3 Teatro Nuovo, Torino

B 4 Officine ICO Centrale, Ivrea (TO)
5 Villa Rossi, Banchette (TO)

C 6 Grattacielo Pirelli, Milano
7 Torre Velasca, Milano
8 Edificio di via Leopardi, Milano
9 Trifoglio - Politecnico di Milano, Milano
10 Chiesa di Nostra Signora della Misericordia, Baranzate (MI)
11 Cartiera Burgo, Mantova
12 Quartiere Madonna Bianca, Trento
13 Distribuzione carburante - Le Fucine, Buttrio (UD)
14 Quartiere INA-Casa di Forte Quezzi - Casa A, Genova
15 Teatro Comunale, Alessandria

D 16 Ex Palazzo della Regione, Bologna
17 Treno della Barca, Bologna
18 Grattacielo di Porta San Pietro, Reggio Emilia
19 Direzione Generale della RAI, Roma
20 Padiglione Tavolara, Sassari


27
E
24
23
22
21
21 Cité du Lignon, Vernier, Svizzera
22 Ex Ospedale Felix Platter, Basilea, Svizzera
23 Haus Hardenberg, Berlino, Germania
24 Teatro Scharoun, Wolfsburg, Germania
E 25 Burgerweeshuis, Amsterdam, Paesi Bassi
26 Kleiburg, Amsterdam, Paesi Bassi
27 Park Hill, Sheffield, Inghilterra, Regno Unito
0 100 200 300 km


30
29
28
28 Museo Guggenheim, New York, Stati Uniti
29 Glass House, New Canaan, Connecticut, Stati Uniti
30 Salk Institute, La Jolla, California, Stati Uniti
0 250 500 750 km

ARCHITETTURA RESIDENZIALE

VILLA ROSSI

Italia, Piemonte, Banchette (TO)

PROGETTO ORIGINARIO

1959 - 1961
Emilio Aventino Tarpino

Villa Rossi, commissionata dai coniugi Rossi e progettata nel 1959 dall'Ufficio Consulenza Case Dipendenti Olivetti, diretto da Emilio Aventino Tarpino, appartiene al programma residenziale promosso dall'azienda a Ivrea. Completata nel 1961, è una delle quattro ville destinate in quell'anno a dirigenti Olivetti e rappresenta l'esito più maturo del nuovo linguaggio sperimentato dall'UCCD, segnando il passaggio dal tardo razionalismo degli anni Cinquanta a una composizione fondata su volumi compatti, coperture piane, logge profonde e una più ricca articolazione materica e cromatica. L'edificio sorge su un terreno di oltre 2.000 mq, in lieve pendio, lungo via Castellamonte, di fronte al Palazzo Uffici Olivetti. L'orografia determina la disposizione dei volumi e la relazione tra abitazione e giardino. La pianta cruciforme deriva dall'incastro ortogonale di due corpi a L e sviluppa in forma rigorosa uno schema a due assi già sperimentato dall'UCCD. L'organizzazione è centripeta, con gli ambienti distribuiti attorno a un ingresso baricentrico e con il soggiorno estroflesso lungo l'asse minore. Il camino, collocato all'incrocio dei bracci, accentua plasticamente il nodo centrale ed emerge con forza dalla copertura.

La villa si articola su due livelli collegati da una scala interna. Il piano inferiore, parzialmente seminterrato e limitato alla porzione verso valle, ospita la sala giochi, l'autorimessa, il laboratorio, la lavanderia, un bagno, la centrale termica e la cantina, nella quale la roccia di fondazione è lasciata a vista. Il livello superiore accoglie gli spazi abitativi, con la zona giorno a sud e a ovest e quella notte a nord e a est. Il soggiorno si apre verso sud e si prolunga in una loggia coperta a sbalzo, mentre cucina, locali di servizio e camera del personale formano un nucleo autonomo. L'ingresso principale, sul fronte nord, è preceduto da una breve rampa protetta dal pronunciato sporto di gronda. Il sistema strutturale è costituito da pilastri e setti in calcestruzzo armato, con solai in laterocemento. I tamponamenti in mattoni pieni, dotati di intercapedine, ricevono rivestimenti differenziati in gres, listelli di legno e pietra. Il basamento in blocchi di pietra grigia squadrata media il rapporto con il terreno e prosegue nei muri di contenimento e nei parapetti del giardino.



Figura 1
Vista da via Jervis (ora Castellamonte), nell'autunno del 1961.



Figura 2
Fronte laterale prima del restauro.

I volumi del piano superiore sono invece definiti da superfici rivestite con tozzetti di gres di diversi formati e tonalità, dal bruno tabacco al bianco avorio con sfumature grigie e verdi, posati con orientamenti differenti per sottolineare le parti della composizione. Sui fronti sud e ovest, logge e balconi sono schermati da quattro frangisole in elementi traforati di terracotta smaltata bianco madreperlaceo, montati da pavimento a soffitto su telai metallici. I serramenti in legno, concepiti come pareti trasparenti sul fondo delle logge o come tagli verticali continui, adottano il sistema Wagner, formato da due telai incernierati con vetri semplici da 3 mm e intercapedine d'aria, integrati da persiane avvolgibili. La copertura piana, in parte a filo parete e in parte sporgente, è costituita da un doppio solaio in laterocemento, con intercapedine orizzontale ventilata di 7 cm, isolamento in lana di roccia e piccoli camini in estradosso; il bordo è mascherato da un profilo metallico argentato che ne accentua la sottigliezza.

Lungo via Castellamonte, il muro perimetrale in calcestruzzo armato, esteso per circa 65 m, è decorato con un bassorilievo ispirato alla spirale del marchio Olivetti disegnato da Marcello Nizzoli nel 1954. Nell'insieme, Villa Rossi traduce i principi di semplificazione e progettazione seriale propri dell'UCCD in un'abitazione di pregio, nella quale distribuzione, struttura, materiali e rapporto con il paesaggio sono integrati in una composizione unitaria.

Interventi precedenti

Non documentati; prima del restauro l'edificio risultava in stato di abbandono.

Condizioni generali di conservazione prima del restauro

L'edificio era in stato di abbandono, con obsolescenza impiantistica e criticità energetiche. Si rilevavano degrado dei rivestimenti ceramici e dei frangisole, inefficienza della ventilazione di copertura, vetri semplici, ponti termici e presenza di amianto nel linoleum del soggiorno. Anche il sistema di ventilazione della copertura era poco efficiente.

Pressioni ambientali o climatiche specifiche

Criticità termoigrometriche e di comfort estivo-invernale connesse a ponti termici, sottofinestra, vetri semplici e inefficiente ventilazione della copertura piana.

Figura 3
Villa Rossi a restauro ultimato.



NUOVO INTERVENTO

2020 - 2022

Enrico Giacopelli con Cristina De Paoli (GStudio), Stefano Fantucci (analisi energetiche), FAPA Engineering (progettazione impiantistica), Gianfranco Angera (progettazione strutturale e sicurezza)

L'intervento di restauro e miglioramento energetico, condotto da GStudio tra il 2020 e il 2022, ha riguardato il recupero di Villa Rossi dopo un periodo di abbandono e carenza manutentiva. Il progetto ha adottato un approccio integrato, unendo conservazione materiale, adeguamento funzionale ed efficientamento energetico per rendere abitabile l'edificio senza alterarne i caratteri formali, spaziali e materici. Le opere conservative hanno interessato le facciate, degradate dalla vegetazione infestante, dalla mancata manutenzione e dal deterioramento degli elementi lignei e metallici. Sono stati eseguiti puliture profonde, trattamenti antivegetativi, consolidamenti locali, reintegrazioni puntuali e sostituzioni "in-kind" dei componenti non recuperabili. I rivestimenti ceramici e i frangisole sono stati restaurati integrando le lacune con elementi originali di scorta o pezzi compatibili per materiale, colore e tessitura. Gli elementi metallici hanno richiesto il ripristino o la sostituzione delle parti degradate, il ridisegno degli ancoraggi e interventi di rinforzo; serramenti e pannelli lignei sono stati restaurati. L'efficientamento energetico si è concentrato sull'involucro, con strategie rivolte alla riduzione del fabbisogno invernale e al controllo del surriscaldamento estivo. Le soluzioni sono state definite attraverso rilievi termografici e misurazioni delle trasmittanze prima e dopo l'intervento. Le pareti perimetrali, costituite da doppia muratura in laterizio forato con intercapedine di circa 10 cm, sono state isolate mediante insufflaggio di sughero granulare riciclato, evitando cappotti esterni e conservando i rivestimenti in gres e klinker. I ponti termici sono stati corretti dall'interno con pannelli rigidi in sughero, barriera al vapore e lastre in gesso; sottofinestra e nicchie dei radiatori sono stati trattati con materassini in aerogel e barriera radiante in alluminio. I serramenti originali in Douglas con sistema Wagner sono stati restaurati e aggiornati con vetri basso emissivi pirolitici. La copertura piana è stata riqualificata senza modifiche percepibili del profilo. Il pacchetto è stato isolato e protetto con una finitura "cool roof" ad alta riflettanza; pannelli a cambiamento di fase, inseriti in un controsoffitto ventilato, hanno incrementato l'inerzia termica e lo sfasamento. È stato inoltre riattivato il sistema originario di ventilazione naturale dell'intercapedine mediante camini di adeguata altezza, così da aumentare l'effetto camino e raffrescare la copertura. L'impianto di riscaldamento originario, a circolazione naturale e alta temperatura, è stato sostituito con una pompa di calore, mantenendo al piano inferiore le tubazioni a vista e riutilizzando i radiatori restaurati. Gli interventi distributivi sono stati limitati



Figura 4
Fronte laterale dopo il restauro.

all'ampliamento dei bagni e all'unione della cucina con la camera di servizio, conservando l'organizzazione domestica degli anni Cinquanta. Le finiture non originali o inefficienti sono state sostituite secondo criteri analogici, introducendo pavimenti e pannellature coerenti con il linguaggio di Tarpino.

Il processo progettuale ha posto al centro la conoscenza dell'edificio e la continuità tra conservazione e innovazione. Rilievi metrici, saggi, ridisegno, ricerche storico-archivistiche e indagini diagnostiche hanno consentito di ricostruire le fasi progettuali, riconoscere i caratteri materiali e individuare gli elementi da conservare, restaurare, integrare o adeguare. Il confronto con la documentazione d'archivio e le verifiche termografiche e prestazionali hanno orientato interventi calibrati. Il progetto ha potenziato principi già presenti nell'opera originaria (orientamento, logge, frangisole, ventilazione della copertura e sporti) adattandoli alle esigenze contemporanee.

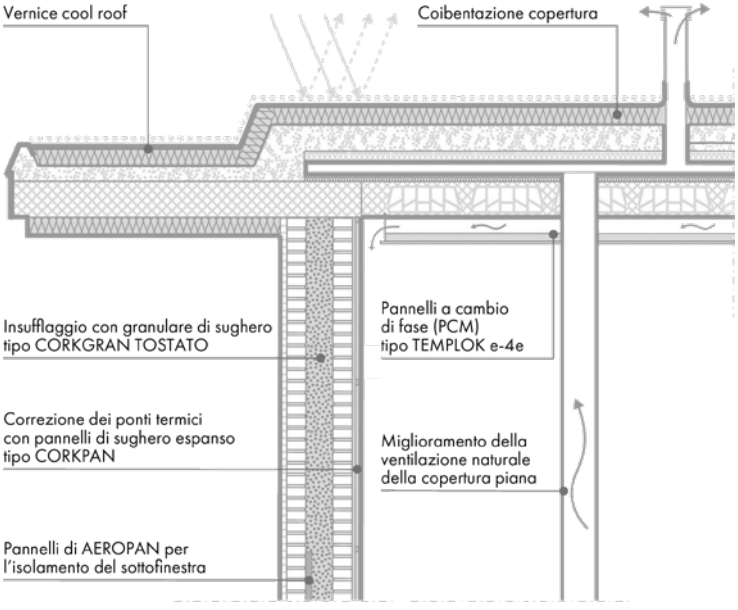


Figura 5
Sezione con indicazione dei nuovi componenti isolanti e del sistema di ventilazione naturale.

Obiettivo dell'intervento sull'involucro
L'intervento si è esplicitamente posto l'obiettivo di migliorare il comportamento termico dell'edificio, senza sconvolgere l'impostazione originaria del progetto, sia dal punto di vista impiantistico, sia distributivo.

Estensione dell'intervento sull'involucro
L'intervento ha riguardato prevalentemente l'involucro del piano superiore, includendo pareti opache, serramenti, copertura e nodi di separazione con il piano interrato.

Soluzioni adottate per l'involucro
L'intervento prevede l'insufflaggio di fiocchi di sughero nelle intercapedini verticali, l'isolamento delle superfici orizzontali con pannelli in EPS (Stiferite), l'inserimento di pannelli PCM nel controsoffitto e la coibentazione dei sottofinestra con aerogel rivestito in alluminio riflettente. Il sistema di ventilazione della copertura è reso più efficiente mediante nuovi camini, mentre all'estradosso è applicata una vernice cool roof. Completano l'intervento l'installazione di vetri a bassa emissività con doppio telaio avvitato e l'isolamento dei cassonetti degli avvolgibili.

Altri interventi
Restauro dei rivestimenti esterni e dei frangisole; lievi modifiche alle tramezze interne; sostituzione parziale di pavimenti e rivestimenti interni; restauro serramenti interni. Sostituzione del generatore di calore.

Consumi pre-intervento
589,92 kWh/m² anno (classe energetica G)

Consumi post-intervento
161 kWh/m² anno (classe energetica B)

Certificazioni - premi
Menzione d'onore, IX Premio Internazionale *Domus Restauro e Conservazione Fassa Bortolo*, sezione «Opere realizzate», 2023–2024.

Quadro conoscitivo, metodo e tracciabilità
L'intervento assume la conoscenza come presupposto operativo: rilievi, analisi materiche e del degrado, indagini diagnostiche e ricerche archivistiche orientano il progetto. La conoscenza non è premessa descrittiva, ma criterio operativo per definire valori, vulnerabilità e limiti di trasformazione accettabili.

Adeguatezza tecnica e compatibilità delle soluzioni adottate
Le soluzioni sono specifiche e calibrate sul sistema costruttivo originario: assenza di isolamento esterno, sughero insufflato nelle intercapedini, pannelli in sughero per i ponti termici, aerogel nei sottofinestra, PCM e ventilazione della copertura sfruttano la struttura esistente. Il restauro dei serramenti Wagner con inserimento di vetri basso emissivi preserva il dispositivo originario e limita interferenze igrotermiche e percettive.

Grado di reversibilità
L'intervento limita demolizioni e sostituzioni, privilegiando integrazioni interne e puntuali. Tuttavia insufflaggi, strati isolanti, cool roof, trattamenti protettivi e canalizzazioni introducono trasformazioni solo parzialmente reversibili o difficilmente ispezionabili.

Impatto sull'assetto formale e spaziale
Volumi, proporzioni, partiture, rivestimenti e qualità percettive dei fronti risultano sostanzialmente conservati. L'intervento opera in intercapedini, superfici interne, sottofinestra e copertura, evitando nuove pelli esterne. Gli adeguamenti prestazionali sono collocati in modo non dominante e non compromettono la leggibilità dell'opera.

Grado di conservazione degli elementi architettonici originari
L'intervento conserva rivestimenti ceramici, frangisole, configurazione dei fronti e serramenti lignei, limitando le sostituzioni alle componenti prestazionalmente critiche. Le sostituzioni sono circoscritte e motivate da degrado, sicurezza (presenza di amianto) o irrecuperabilità, preservando autenticità materiale e percettiva. I nuovi materiali risultano compatibili e poco interferenti.





Figura 6
Cappotto interno in pannelli di sughero.

Figura 7
Installazione dei pannelli PCM nel controsoffitto.

TORRE VELASCA

Italia, Lombardia, Milano

PROGETTO ORIGINARIO

1950 - 1958

Studio BBPR, Lodovico Barbiano di Belgiojoso; Enrico Peressutti; Ernesto Nathan Rogers; Arturo Danusso (strutture)

Progettata dallo studio BBPR nel cuore di Milano, Torre Velasca interpreta il tema dell'edificio alto attraverso una forma fortemente riconoscibile, nella quale esigenze funzionali, logica strutturale e rapporto con il contesto storico concorrono alla definizione di un organismo unitario. Alta circa 106 m, si compone di 27 piani fuori terra e due interrati, destinati ad autorimessa e locali tecnici. Sorge a circa 500 m dal Duomo, all'interno di un comparto gravemente danneggiato dai bombardamenti del 1943. La sua configurazione ricerca una continuità con il carattere storico del centro milanese senza ricorrere a forme imitative.

I piani sono suddivisi per funzioni: attività commerciali al piano terra e al primo piano; uffici dal 2 al 17; locali tecnici e di servizio al 18; abitazioni dal 19 al 26. Il sottotetto ospita ulteriori locali tecnici e i macchinari degli ascensori. Il passaggio dal settore degli uffici a quello residenziale è segnato dall'allargamento della pianta, sostenuto da un complesso sistema di tiranti e puntoni che costituisce il segno distintivo dell'edificio. La maggiore superficie dei piani superiori risponde alla necessità di disporre di alloggi più profondi e articolati rispetto agli spazi destinati agli uffici.

La torre sorge su una fondazione a platea. La struttura portante, in calcestruzzo armato, è costituita da un nucleo centrale controventante, che accoglie scale e ascensori, e da sedici pilastri perimetrali con interasse di circa 8 m. La soluzione in acciaio, inizialmente valutata, fu esclusa per il costo, stimato superiore di circa il 25%. I pilastri, rastremati e a sezione variabile, assumono dal terzo piano una configurazione a T, con la nervatura esterna lasciata in evidenza. La concentrazione dei collegamenti e dei servizi nel nucleo libera il perimetro e consente di organizzare i piani secondo schemi differenti, adeguati agli uffici e alle abitazioni.

I solai sono realizzati in laterocemento, con interasse di circa 80 cm tra i travetti. Quelli dei piani 15 e 18 hanno caratteristiche specifiche perché assolvono rispettivamente alla funzione di puntone e di tirante alla base delle saette esterne che sostengono il volume superiore. Pilastri, travi-parapetto, tiranti, puntoni e intradossi delle zone a sbalzo sono rivestiti da strati di malta e intonaco cementizio con graniglia di marmi veronesi, colorati in pasta,



Figura 1
La Torre Velasca alla fine degli anni '50.



Figura 2
Il blocco delle abitazioni ai piani 19-26, in corso di ultimazione.

fratazzati a ruvido e appena levigati in superficie. L'intonaco delle parti inclinate e aggettanti è assicurato alla struttura mediante una rete in acciaio inossidabile.

La facciata è scandita da pilastrini prefabbricati in calcestruzzo, armati e ancorati alla struttura, che svolgono una funzione decorativa e di rompitratta per i pannelli di chiusura. Pilastrini, davanzali e spallette sono realizzati in malta di cemento bianco e inerti di marmo rosso Verona. I pannelli, monolitici, armati e nervati sul retro, misurano circa 40 x 220 cm e hanno uno spessore di circa 4 cm; la superficie esterna liscia è formata da elementi di klinker rosso e giallo legati con graniglia fine di marmi veronesi. La stratigrafia prosegue verso l'interno con un'intercapedine di 5 cm, una lastra autoportante di polistirolo estesa anche davanti agli elementi strutturali, una seconda camera d'aria e un tavolato in mattoni forati, intonacato e rasato a gesso.

I pilastrini definiscono una griglia ordinatrice entro la quale finestre e logge si dispongono liberamente in relazione alle esigenze distributive. I serramenti si differenziano tra il settore abitativo, con telai in legno, e quello terziario, con infissi in alluminio anodizzato ad apertura a saliscendi; in entrambi i casi sono presenti avvolgibili esterni. Il volume superiore è concluso da un coronamento arretrato e da una copertura a falde rivestita in rame, sopra la quale emergono i volumi tecnici. Al primo piano, un avancorpo in aggetto accoglie la lobby d'ingresso e media il rapporto tra la torre e la piazza antistante.

Interventi precedenti

Dalla costruzione la torre non è stata interessata da interventi complessivi di risanamento e riqualificazione. Sono tuttavia documentati lavori sulle facciate nel 1978-1979 e nel 1995, eseguiti in risposta al degrado degli elementi strutturali esterni e comprendenti sigillature puntuali delle fessurazioni e riprese localizzate degli intonaci.

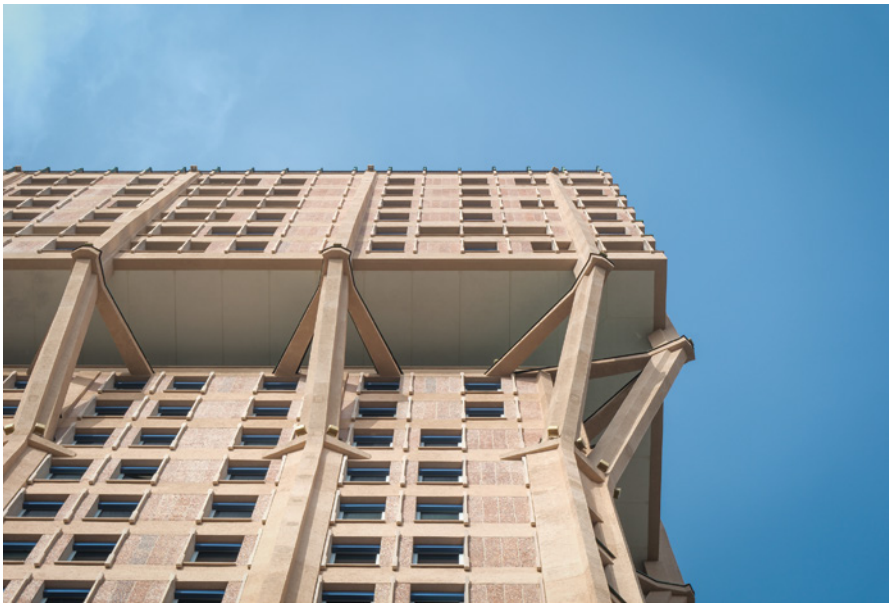
Condizioni generali di conservazione prima del restauro

Le superfici esterne presentavano fenomeni di degrado dovuti all'inquinamento atmosferico e all'esposizione agli agenti climatici. Gli elementi strutturali in calcestruzzo armato erano interessati da carbonatazione, fessurazioni, distacchi del copriferro e ossidazione delle armature. Diffusi distacchi riguardavano anche gli strati di malta e intonaco che rivestivano la struttura.

Pressioni ambientali o climatiche specifiche

La torre è esposta a un ambiente urbano caratterizzato dalla presenza di anidride carbonica, responsabile della carbonatazione del calcestruzzo e della conseguente perdita di protezione delle armature. A questa si associa l'azione dell'umidità e delle precipitazioni. L'intonaco di rivestimento ha tuttavia limitato la penetrazione della CO2 e dell'acqua.

Figura 3
Vista dal basso dell'allargamento della pianta al diciannovesimo piano.



NUOVO INTERVENTO

2019 - 2025

Asti Architetti (architettonico); CEAS (strutture, facciate); ESA Engineering (impianti, acustica, energetica, ecc.)

L'intervento di restauro e riqualificazione della Torre Velasca, progettato tra il 2019 e il 2023 e realizzato tra il 2023 e il 2025, ha interessato le facciate, le strutture, i serramenti, gli spazi interni, gli impianti e la piazza al piede dell'edificio. Il progetto ha perseguito la conservazione dell'identità storica della torre, adeguandone le prestazioni funzionali, energetiche e impiantistiche e ridefinendone il rapporto con il contesto urbano. Trattandosi di un edificio soggetto a tutela, il processo progettuale è stato sviluppato attraverso il dialogo con la Soprintendenza, coniugando le esigenze conservative con il conseguimento della certificazione LEED Gold. Lo studio della documentazione storica è stato affiancato da analisi dei materiali e dello stato di conservazione.

Particolare attenzione è stata dedicata al rivestimento degli elementi strutturali: sulla base della caratterizzazione dell'intonaco originario è stato formulato uno specifico legante, sottoposto a prove di invecchiamento accelerato. Gli intonaci ammalorati, compresi quelli applicati sulle strutture, sono stati rimossi dopo le analisi necessarie alla definizione della nuova malta. In collaborazione con Mapei è stato messo a punto il legante Velasca, a base di cemento bianco e polimeri, da miscelare con aggregati selezionati per riprodurre il colore, la tessitura e la risposta alla luce del rivestimento originario, garantendo impermeabilità e durabilità. L'intonaco è composto per il 30% da legante e per il 70% da inerti di rosso Verona, rosso corallo, nero ebano e bianco Botticino, con granulometria compresa tra 0 e 6 mm.

Gli elementi prefabbricati della facciata sono stati restaurati mediante ricostruzione delle porzioni ammalorate, pulitura, integrazione pittorica e trattamento protettivo idrorepellente.

Sugli elementi strutturali sono stati eseguiti il risanamento delle armature e il ripristino del copriferro, con l'inserimento di una rete elettrosaldata amagnetica in acciaio inossidabile. Il consolidamento è stato realizzato con materiali compositi rinforzati con fibre di carbonio, evitando cavi esterni di post-tensione che avrebbero alterato la silhouette dei caratteristici tiranti e puntoni. Negli spazi commerciali e nei piani fino al 19° i serramenti sono stati sostituiti con nuovi elementi in alluminio e triplo vetro, progettati per riprendere l'aspetto di quelli preesistenti e integrare i cassonetti delle schermature avvolgibili senza modificare l'immagine dell'involucro. Le ante a scomparsa e i profili sottili, inseriti nella muratura, lasciano



Figura 4
La torre vista dalle terrazze del Duomo.

visibili soltanto 73 mm di telaio. Su richiesta della Soprintendenza, al quindicesimo piano sono stati conservati due serramenti originali per il loro valore testimoniale; per ragioni di sicurezza ne sono stati sostituiti soltanto i vetri. I parapetti originali in ferro sono stati conservati e integrati con elementi in vetro extrachiaro per rispondere ai requisiti di sicurezza, mantenendo leggibile la configurazione preesistente. Le prestazioni delle chiusure opache sono state migliorate dall'interno mediante una controparete isolante in lana di vetro con finitura in cartongesso, evitando trasformazioni percepibili sui prospetti. Gli spazi interni sono stati riorganizzati in differenti aree funzionali e il piano 18 è stato convertito a uso ristorativo. Per le partizioni è stato adottato un sistema a secco con pannelli in lana di vetro e finitura in cartongesso, finalizzato al miglioramento delle prestazioni termiche e acustiche.

Gli impianti sono stati aggiornati e integrati negli ambienti, limitandone per quanto possibile la visibilità. La piazza al piede della torre è stata infine resa pedonale e riconfigurata come spazio pubblico, rafforzando il rapporto tra l'edificio e la città e restituendo al basamento un ruolo di mediazione urbana.



Figura 5
Angolo della torre ai piani uffici.

Obiettivo dell'intervento sull'involucro
L'intervento ha avuto come obiettivo innanzitutto la conservazione dell'identità storica dell'edificio, garantendo il soddisfacimento di esigenze di efficienza funzionale ed energetica attuali.

Estensione dell'intervento sull'involucro
L'intervento ha interessato l'intero involucro dell'edificio, agendo sia dall'esterno (superfici intonacate e infissi) sia dall'interno (isolamento).

Soluzioni adottate per l'involucro
Sugli esterni, gli elementi prefabbricati sono stati puliti, reintegrati e protetti. Rimossi gli intonaci ammalorati, sono state risanate le armature, ripristinato il copriferro e consolidate le strutture con fibre di carbonio. I serramenti fino al 19° piano, eccetto due originali conservati al 15° con i soli vetri sostituiti per sicurezza, sono stati sostituiti con elementi in alluminio e triplo vetro. I parapetti originali in ferro sono stati integrati con vetro extrachiaro. Le pareti opache sono state isolate dall'interno con lana di vetro e cartongesso.

Altri interventi
Il progetto ha previsto il completo aggiornamento degli impianti meccanici per ventilazione, riscaldamento e raffrescamento, coordinato con la riorganizzazione delle aree funzionali e integrato negli spazi interni per limitarne la visibilità. Sono stati inoltre eseguiti interventi di consolidamento delle strutture interne. La piazza al piede della torre è stata completamente riqualificata e resa pedonale, restituendole il ruolo di spazio pubblico urbano e rafforzando il rapporto tra l'edificio e la città.

Certificazioni - premi
LEED Gold; WiredScore Gold. THE PLAN Real Estate Award 2023, menzione d'onore, categoria «Investment and Asset Management / Completed». Premio Architettura e Urbanistica Urbanfile 2026, vincitore della categoria «Riqualificazione edifici esistenti».

Quadro conoscitivo, metodo e tracciabilità
Il progetto è fondato sullo studio della documentazione storica e costruttiva, sul rilievo dello stato di conservazione e su indagini relative al calcestruzzo, alle armature, agli intonaci e agli elementi prefabbricati. Le analisi dell'intonaco originario hanno guidato la formulazione di una malta specifica, sottoposta a prove di invecchiamento accelerato. Il confronto con la Soprintendenza e la sperimentazione sui materiali hanno consentito di definire e documentare le soluzioni adottate.

Adeguatezza tecnica e compatibilità delle soluzioni adottate
Il risanamento delle strutture in calcestruzzo e delle armature, il consolidamento localizzato con materiali compositi e il restauro degli elementi prefabbricati sono definiti in relazione alle specifiche condizioni di degrado. La nuova malta riprende le caratteristiche cromatiche e superficiali dell'intonaco preesistente, mentre l'isolamento interno e i nuovi serramenti migliorano le prestazioni dell'involucro senza modificare in modo sostanziale la configurazione dei prospetti.

Grado di reversibilità
Il consolidamento con fibre di carbonio, il rifacimento degli intonaci e la realizzazione della controparete isolante interna introducono materiali e stratigrafie stabilmente connessi alle strutture e alle chiusure perimetrali. Anche la sostituzione della maggior parte dei serramenti fino al diciannovesimo piano comporta la perdita dei componenti preesistenti. Alcuni elementi interni a secco possono essere rimossi, ma la reversibilità complessiva dell'intervento sull'involucro rimane limitata.

Impatto sull'assetto formale e spaziale
L'intervento mantiene la sagoma della torre, il ritmo degli elementi strutturali esterni, la griglia dei pilastrini prefabbricati e l'articolazione cromatica delle facciate. I nuovi serramenti riprendono il disegno di quelli preesistenti e presentano una ridotta sezione visibile, mentre il consolidamento con fibre di carbonio evita l'introduzione di elementi esterni estranei alla configurazione originaria. Le modifiche dell'involucro risultano pertanto contenute nella percezione complessiva dell'edificio.

Grado di conservazione degli elementi architettonici originari
L'intervento conserva le strutture in calcestruzzo e gli elementi prefabbricati, sottoposti a risanamento, integrazioni localizzate, pulitura e protezione superficiale. La configurazione e i caratteri compositivi delle facciate restano riconoscibili. La conservazione degli elementi originari è tuttavia parziale, poiché gli intonaci degradati sono rimossi e sostituiti con un nuovo intonaco, mentre i serramenti dei piani non abitativi sono sostituiti con componenti che ne riprendono il disegno e le proporzioni.





Figura 6
L'avancorpo in aggetto al piano primo.

Figura 7
Una finestra con telaio in alluminio ai piani uffici, il pannello con elementi in klinker colorati, i pilastrini prefabbricati.

EDIFICIO DI VIA LEOPARDI

Italia, Lombardia, Milano

PROGETTO ORIGINARIO

1958 - 1961
Vico Magistretti, Guido Veneziani

L'edificio per abitazioni e uffici di via Leopardi, progettato da Vico Magistretti e Guido Veneziani tra il 1958 e il 1961 per la compagnia Assicurazioni l'Abeille, nasce come organismo a destinazione mista, inserito in un quartiere di Milano caratterizzato da costruzioni ottocentesche e del primo Novecento. Il progetto affronta il rapporto con questo contesto attraverso una composizione articolata, nella quale materiali, aggetti e variazioni volumetriche differenziano le funzioni senza interrompere l'unità dell'insieme. L'edificio presenta una pianta a T, con un corpo che si sviluppa lungo via Leopardi, mentre l'altro, trasversale, è posto in posizione centrale e ospita l'ingresso, arretrato rispetto alla strada e preceduto da una piazzetta di accesso; ai lati si aprono due cortili interni, a giardino. Sul fronte urbano, due corpi bassi e aggettanti definiscono il basamento e inquadrano l'ingresso, sostenuti da coppie di pilastri che generano spazi coperti. Al di sopra, il volume destinato alle abitazioni arretra rispetto all'allineamento stradale e si articola in terrazze e corpi sporgenti. L'edificio si articola in otto piani fuori terra, un seminterrato e un interrato adibito a box, locali tecnici e cantine.

I primi tre piani ospitano gli uffici della società assicurativa; i soprastanti sono destinati a residenze per l'alta borghesia. La distribuzione interna riflette questa articolazione funzionale: ai livelli inferiori prevalgono spazi per uffici organizzati lungo corpi lineari, mentre ai piani superiori gli appartamenti si dispongono nelle ali laterali, serviti dal corpo centrale, che accoglie scale, ascensori e montacarichi. Alla diversa funzione corrisponde un differente trattamento in termini di materiali e composizione: i livelli degli uffici, rivestiti in lastre di marmo bianco, presentano finestre con telaio in alluminio a tutta altezza, inserite tra pannelli di metallo di colore scuro. Il basamento è scandito da elementi verticali continui e da campiture opache di diversa altezza, determinate anche dagli arredi fissi interni.



Figura 1
Affaccio sul cortile, con il gioco di volumi.



Figura 2
Affaccio su strada con i livelli destinati ad uffici.

Le residenze sono caratterizzate da tamponamenti in laterizio facciavista, a corsi orizzontali, con ampie vetrate con telaio in legno e vetro singolo; elementi caratterizzanti i piani abitativi sono le profonde terrazze con parapetto continuo in mattoni. I fronti sui cortili interni presentano un diverso rapporto tra pieni e vuoti, a favore dei primi, e sono animati dai volumi cilindrici dei vani scala e ascensore e da balconi semicircolari, che introducono una maggiore articolazione plastica rispetto al fronte urbano. L'uso diffuso delle finestre ad angolo introduce un segno di modernità rispetto al contesto.

La struttura portante è realizzata a telaio in calcestruzzo armato, con solai in laterizio armato gettato in opera e balconi in calcestruzzo armato. Le fondazioni sono costituite da travi rovesce, anch'esse in calcestruzzo armato. La copertura è in parte piana e praticabile a terrazza, in parte a falde con manto in lastre di rame. I tamponamenti dei livelli residenziali sono in mattoni pieni facciavista dello spessore di 12 cm, mentre i corpi scala sono chiusi da setti in calcestruzzo armato a vista. Ai piani destinati agli uffici, la facciata è composta da montanti e traversi in alluminio, con elementi apribili scorrevoli e specchiature fisse alternate a pannelli opachi. Questi ultimi sono rivestiti esternamente in granito, isolati con lana di vetro e coordinati dimensionalmente con gli armadi archivio interni. I montanti anodizzati neri sono fissati a un telaio secondario in acciaio pressopiegato. Gli infissi sono in alluminio ai piani destinati a uffici e in legno ai piani abitativi, con vetro singolo. Gli oscuranti comprendono persiane in legno scorrevoli, avvolgibili e veneziane interne. La combinazione di marmo, granito, metallo, laterizio, legno e rame rende leggibile la distinzione tra basamento terziario e livelli residenziali, mantenendo unitaria la composizione.

Interventi precedenti

Nel tempo, l'edificio era stato convertito quasi esclusivamente a uffici. Installazione di macchine esterne di climatizzazione in facciata e sulle terrazze. Utilizzo improprio delle corti come aree di parcheggio.

Condizioni generali di conservazione prima del restauro

L'edificio si trovava in uno stato di conservazione discreto, ad eccezione di alcuni punti critici e di modifiche improprie introdotte, quali tetti-giardino in stato di abbandono, l'installazione di unità esterne di climatizzazione in facciata e sulle terrazze di copertura e l'uso dei cortili interni come aree di parcheggio. Gli infissi in alluminio versavano in pessimo stato.

Pressioni ambientali o climatiche specifiche

La localizzazione nel centro di Milano espone l'edificio alle ondate di calore estive, aggravate dall'isola di calore urbana, mentre le ampie vetrate con vetro singolo aumentavano il surriscaldamento e le dispersioni termiche.

Figura 3
Vista del fronte con l'arretramento del corpo trasversale.



NUOVO INTERVENTO

2013 - 2018
BMS Progetti Srl

L'intervento, realizzato tra il 2015 e il 2018, ha trasformato l'edificio in un complesso quasi esclusivamente residenziale di pregio, mantenendo riconoscibili i caratteri architettonici e morfologici originari. Il progetto si è avvalso della consulenza storico-architettonica della Fondazione Studio Museo Vico Magistretti, coinvolta nella verifica delle scelte relative alle parti esterne e agli elementi più significativi dell'opera. La consulenza ha avuto un ruolo determinante, in particolare, nella definizione dei nuovi infissi, progettati per riprodurre l'aspetto di quelli originari pur garantendo prestazioni termiche e acustiche adeguate agli standard contemporanei.

La nuova destinazione ha richiesto una profonda riorganizzazione distributiva, fino alla realizzazione di 75 appartamenti di diverso taglio e tipo, simplex e duplex. Per soddisfare il fabbisogno di posti auto sono stati costruiti due ulteriori piani interrati, oltre alla demolizione e ricostruzione del livello esistente. L'operazione è stata condotta con un cantiere top-down, mediante micropali e paratie perimetrali che hanno consentito di sostenere l'edificio durante gli scavi e di ricavare box, posti auto, posti moto, cantine e locali di servizio. Al piano seminterrato sono stati inoltre inseriti spazi comuni, tra cui sala riunioni, palestra, portineria, lavanderia e locale rifiuti.

Il sistema distributivo è stato aggiornato spostando gli ascensori dai volumi cilindrici esterni, rivestiti in metallo, a una posizione più baricentrica. I cilindri, non più funzionali, sono stati svuotati ma conservati per salvaguardare il disegno originario dei fronti interni. Le corti sono state liberate dalle auto e riportate a spazi verdi; l'androne è stato chiuso con vetrate e la hall ridefinita in seguito allo spostamento della rampa veicolare di accesso al garage. Per limitare l'impatto visivo, i divisori sulle terrazze sono stati realizzati in vetro. L'intervento più evidente ha riguardato la sopraelevazione leggera del volume centrale, destinata a un appartamento panoramico con ampie terrazze.

L'efficientamento energetico dell'involucro ha costituito uno degli obiettivi principali. Dalla volontà di mantenere inalterata l'immagine dell'edificio è derivata la scelta di operare esclusivamente dall'interno, senza modificare volumetrie, materiali e finiture delle facciate. Tutti gli ambienti sono stati coibentati mediante contropareti a secco con isolamento termoacustico, soluzione che ha consentito di contenere gli spessori e favorire la reversibilità dell'intervento. Anche i divisori tra le unità abitative sono stati isolati termicamente, con pannelli



Figura 4
Infissi dei livelli originariamente destinati ad ufficio.

in lana di roccia nell'intercapedine, e acusticamente, mediante pannelli in lana di legno di abete rosso mineralizzata e legata con cemento Portland.

I serramenti sono stati sostituiti con nuovi infissi conformi, per proporzioni e disegno, a quelli originari, ma dotati di caratteristiche prestazionali aggiornate. La progettazione dei nodi e dei controtelai ha permesso di migliorare la continuità dell'isolamento, mantenendo l'immagine dei fronti e il rapporto tra superfici trasparenti e opache.

Dal punto di vista impiantistico è stato adottato un sistema centralizzato ad alimentazione esclusivamente elettrica. La climatizzazione invernale ed estiva è affidata a pompe di calore collegate a 27 sonde geotermiche profonde 135 m e a pannelli radianti a pavimento o a soffitto, integrati da fancoil per la deumidificazione. Anche la produzione di acqua calda sanitaria è garantita da pompe di calore. Il sistema opera attraverso uno scambio geotermico a circuito chiuso e non utilizza combustibili fossili. L'integrazione tra conservazione, riuso, isolamento interno e aggiornamento impiantistico ha consentito a tutte le unità immobiliari di raggiungere la classe energetica A.

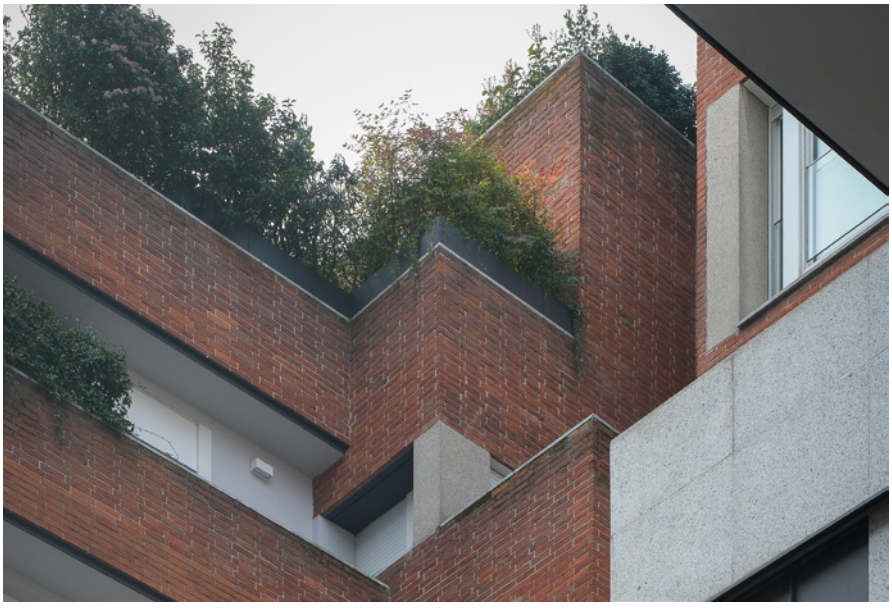


Figura 5
Dettaglio del fronte principale.

Obiettivo dell'intervento sull'involucro
Principi guida dell'intervento sono stati la compatibilità (intesa come equilibrio tra spazi e materiali conservati e nuovi elementi), il miglioramento energetico, la sicurezza antincendio e l'accessibilità. Le modifiche introdotte hanno cercato di avere il minimo impatto sull'esistente (sistemi a secco).

Estensione dell'intervento sull'involucro
L'intervento ha interessato l'intero involucro edilizio, sia opaco sia trasparente.

Soluzioni adottate per l'involucro
L'intervento sull'involucro è avvenuto dall'interno per non alterare l'immagine dell'edificio: è stato realizzato il consolidamento strutturale dei tamponamenti, tramite intonaco fibrorinforzato, ed è stata posata a secco una controparete in cartongesso isolata con lana di roccia a celle aperte (25 cm). Per la correzione dei ponti termici sono stati utilizzati pannelli di aerogel (sp. 5 cm). Gli infissi originali sono stati sostituiti con nuovi, che ne riprendono il disegno, in legno e alluminio o in PVC, con triplo vetro, capaci di garantire un ottimo comportamento termico.

Altri interventi
Realizzazione di due ulteriori piani interrati per soddisfare il fabbisogno di posti auto in seguito alla destinazione d'uso prevalentemente residenziale. Completo ripensamento di sistemi di accesso e distributivo, anche in relazione allo spostamento della rampa di accesso veicolare. Conversione a giardino delle corti e a terrazzo verde dei tetti a giardino. Impianto centralizzato, alimentato esclusivamente da corrente elettrica, con pannelli radianti posati a secco e fancoil per la deumidificazione.

Consumi post-intervento
27,90 kWh/m² anno

Certificazioni - premi
Classe energetica A (APE 2017).

Quadro conoscitivo, metodo e tracciabilità
L'intervento risulta fondato su un quadro conoscitivo articolato, che considera il valore storico-architettonico dell'edificio, il suo stato di conservazione e i caratteri tipologici, materici e distributivi originari. La consulenza della Fondazione Magistretti rafforza la coerenza metodologica del processo. Le scelte progettuali appaiono orientate a conservare l'immagine e la percezione complessiva dell'opera, con soluzioni documentate e motivate rispetto agli obiettivi di tutela e di miglioramento prestazionale.

Adeguatezza tecnica e compatibilità delle soluzioni adottate
L'intervento presenta un'elevata adeguatezza tecnica perché le soluzioni di efficientamento sono compatibili con la conservazione dei prospetti e dei principali caratteri materici dell'involucro. L'isolamento dall'interno evita alterazioni della facciata in laterizio, mentre i nuovi serramenti migliorano le prestazioni mantenendo disegno, proporzioni e scansione degli elementi originari. Il ricorso a sistemi impiantistici ad alta efficienza, integrati senza interferenze rilevanti sull'immagine architettonica, rafforza la coerenza tra obiettivi energetici e istanze conservative.

Grado di reversibilità
La reversibilità dell'intervento è parziale. Le contropareti interne a secco adottate per l'isolamento consentono, almeno in linea teorica, una maggiore modificabilità rispetto a soluzioni applicate direttamente sui prospetti. Tuttavia, la sostituzione degli infissi, la riconfigurazione distributiva degli interni e gli interventi sugli ambienti interrati introducono trasformazioni difficilmente reversibili. L'intervento mantiene quindi un grado di reversibilità intermedio, con soluzioni puntualmente reversibili.

Impatto sull'assetto formale e spaziale
L'impatto degli interventi di efficientamento dell'involucro sui caratteri formali percepibili dall'esterno è contenuto, poiché restano leggibili le partiture dei fronti, il paramento laterizio, il sistema delle corti, i vani cilindrici degli ascensori e il rapporto con il contesto. Il giudizio diventa tuttavia intermedio se si considera l'intervento nel suo complesso, poiché la sopraelevazione, la realizzazione dei nuovi livelli interrati e l'integrazione degli impianti introducono trasformazioni più incisive, soprattutto nella consistenza materiale e nell'organizzazione spaziale interna.

Grado di conservazione degli elementi architettonici originari
La conservazione degli elementi architettonici originari è dichiaratamente selettiva, poiché l'intervento mantiene la leggibilità dei caratteri compositivi dei fronti, del paramento in mattoni, delle corti-giardino e dei volumi cilindrici degli ascensori, ma sostituisce gli infissi originari, degradati e non più adeguati dal punto di vista prestazionale, con nuovi elementi di analogo disegno e tecnologia contemporanea. Ne deriva un equilibrio tra conservazione dell'immagine architettonica e sostituzioni mirate, motivate da esigenze energetiche e funzionali.



Figura 6
Balconi circolari e il corpo cilindrico con rivestimento metallico.

QUARTIERE MADONNA BIANCA

Italia, Trentino-Alto Adige, Trento

PROGETTO ORIGINARIO

1965 - 1975

Marcello Armani, Luciano Perini; Efrem Ferrari

Il quartiere Madonna Bianca sorge a sud di Trento, in una zona pianeggiante ai piedi della collina, ed è stato realizzato a partire dal 1972 su iniziativa dell'ITEA, già IACP. Progettato da Marcello Armani e Luciano Perini, con Efrem Ferrari, l'insediamento nasce nell'ambito delle politiche di espansione residenziale della città. Il quartiere è costituito da otto torri di 14 piani fuori terra, ciascuna con 52 appartamenti, poste lungo il perimetro del lotto e intervallate da cinque edifici lineari a schiera, di due piani e 19 alloggi ciascuno.

La disposizione lascia libera un'ampia area verde centrale, nella quale sono stati realizzati successivamente servizi quali scuole, chiesa, centro sociale e commerciale e piscina. La separazione tra percorsi pedonali e veicolari è netta. La viabilità carrabile è disposta prevalentemente lungo il margine, mentre molti servizi sono raggiungibili esclusivamente a piedi. Il progetto, caratterizzato da una bassa densità abitativa, si presenta innovativo, anche se accolto con scetticismo dalla critica contemporanea per la mancanza di dialogo con il contesto; esso incarna gli ideali modernisti della pianificazione a larga scala, della residenza immersa nel verde e della dotazione integrata di servizi.

Nella realizzazione è stato fatto ampio uso della prefabbricazione, che ha consentito tempi brevi di costruzione; gli edifici si caratterizzano per l'impiego generalizzato del calcestruzzo a vista e per l'orizzontalità dei balconi "a tutto campo". La standardizzazione dei componenti e la ripetizione modulare contribuiscono all'unità dell'insieme. Le torri hanno pianta rettangolare, con ingresso sull'asse est-ovest. Tutti gli alloggi hanno doppio affaccio, con zona notte a est e zona giorno a ovest, e sono quindi dotati di una buona ventilazione.

I fronti sono differenziati: quelli corti, a nord e a sud, presentano le bucature accorpate in un'unica colonna verticale, affiancata da superfici opache con finitura ruvida; sul fronte est si alternano fasce orizzontali opache con finitura liscia e fasce finestrate, mentre quello occidentale è ritmato dalla successione dei balconi a loggia. La differenziazione delle facciate risponde all'orientamento e agli usi interni, pur mantenendo l'uniformità materica del complesso.



Figura 1
Vista generale del quartiere Madonna Bianca.



Figura 2
Il fronte ovest di una torre, dove domina l'orizzontalità della balconata continua.

Gli edifici presentano una struttura portante a telaio, con travi e pilastri in calcestruzzo armato, mentre gli orizzontamenti sono in laterocemento, con parte strutturale dello spessore di 24 cm; la copertura è piana, praticabile a terrazza e realizzata con la medesima tecnologia. I tamponamenti consistono in due pannelli in calcestruzzo, dello spessore di 20 cm verso l'interno e di 8 cm verso l'esterno, separati da un'intercapedine di 11 cm, per uno spessore complessivo di circa 40 cm. L'involucro originario è privo di strati isolanti e affida all'intercapedine la sola discontinuità tra i due elementi in calcestruzzo. I pannelli esterni, prefabbricati e di grandi dimensioni, sono lasciati a vista e presentano finiture lisce o ruvide in ghiaino lavato, differenziate in relazione alla composizione dei prospetti. I sottofinestra hanno uno spessore ridotto, pari a circa 10 cm, e sono costituiti da due pannelli in calcestruzzo di 3 cm, separati da un'intercapedine di 2 cm. I serramenti hanno telaio in alluminio anodizzato e vetro singolo e sono schermati da avvolgibili in materiale plastico. Le torri ospitano in copertura le caldaie centralizzate per il riscaldamento degli alloggi. Tra il 1975 e il 1979 l'insediamento è stato esteso con il contiguo complesso di Villazzano Tre, costituito da altre sei torri affiancate da edifici bassi. I due quartieri formano così un sistema unitario di 14 torri, riconoscibile nel paesaggio urbano di Trento per il rapporto tra residenza, verde e attrezzature collettive.

Interventi precedenti

Sulla torre 1, a fine anni '80, è stato realizzato un intervento per garantire una maggiore privacy, nonché il miglioramento statico e antincendio, in base al quale sono stati inseriti setti divisori opachi tra i balconi; nel 1996 sono stati invece posti divisori vetrati in tutte le altre torri. All'inizio degli anni '90, è stato effettuato il consolidamento, tramite la realizzazione di uno zoccolo alla base di setti e pilastri al piano terra, interessati da fenomeni di carbonatazione. Negli anni si è verificata la sostituzione parziale degli avvolgibili e dei serramenti.

Condizioni generali di conservazione prima del restauro

Edifici in condizioni discrete: le principali criticità erano di tipo strutturale, con alcuni nodi degradati (pilastri del portico, ancoraggi dei pannelli prefabbricati in c.a. di facciata, prefabbricati delle logge), ed energetico (totale assenza di strati isolanti; presente solo un'intercapedine di 11 cm a separare due strati di calcestruzzo con un complessivo spessore dei tamponamenti di 40 cm).

Pressioni ambientali o climatiche specifiche

Il clima di Trento, caratterizzato da inverni rigidi e ondate di calore estive, espone le torri a forti escursioni termiche e a elevato irraggiamento solare, con ricadute sul comfort degli alloggi.



Figura 3
Veduta delle torri dopo l'intervento con le schermature solari ispirate ad un'opera dell'artista Senesi.

NUOVO INTERVENTO

2018 - 2023
Campomarzio + Andrea Bombasaro

L'intervento di riqualificazione delle torri di Madonna Bianca nasce da un'attenta valutazione della convenienza di demolire e ricostruire il complesso oppure conservarlo e adeguarlo. Il riconoscimento del suo valore storico, architettonico e materiale ha condotto alla scelta del risanamento conservativo, maturata attraverso un progressivo processo di ricerca e valorizzazione che ha avuto una tappa fondamentale nella mostra e nel catalogo "Almanacco 70", curati nel 2017 da Campomarzio, Margherita de Pilati e Gabriele Lorenzoni per il MART. Il progetto si è quindi posto l'obiettivo di migliorare le prestazioni energetiche e la sicurezza antisismica senza alterare l'identità architettonica delle torri e il loro ruolo nel paesaggio urbano.

Sostenuto dalle agevolazioni del Superbonus 110% e del Sismabonus 110%, l'intervento si è articolato in tre fasi. Il primo progetto, relativo alle torri 6, 7 e 8, di proprietà a maggioranza privata, deriva da un concorso vinto nel 2018 dallo studio Campomarzio con l'architetto Bombasaro e si è concluso nel 2023. La seconda fase ha interessato le torri 9 e 10 ed è terminata nel dicembre 2024; la terza ha riguardato le torri 11, 12 e 14, con conclusione alla fine del 2025. I lavori sono stati eseguiti mantenendo gli edifici abitati, condizione che ha favorito l'impiego di sistemi leggeri, prefabbricati e rapidamente installabili.

Dal punto di vista strutturale, i pannelli di tamponamento in calcestruzzo sono stati rinforzati con uno strato in fibre di vetro di circa 6 mm, mentre i corpi scala e ascensore in calcestruzzo armato sono stati consolidati a fini antisismici mediante sistemi FRP a basso spessore. L'involucro è stato coibentato con un cappotto a secco costituito da grandi pannelli prefabbricati sandwich, dimensionati e proporzionati in rapporto ai pannelli originari. Il nucleo isolante in PIR, spesso 8 cm, garantisce elevate prestazioni con peso e ingombro contenuti. Il preassemblaggio off-site ha ridotto le lavorazioni in cantiere e accelerato la posa.

Le finiture ripropongono la distinzione originaria tra superfici lisce e ruvide, mediante cemento grigio liscio e gres grigio scuro a effetto graniglia. Sul fronte est, le porzioni cieche tra i serramenti sono state rivestite con pannelli sandwich isolanti a finitura metallica bianca. Sul fronte ovest, i parapetti prefabbricati delle logge sono stati conservati e risanati con trattamenti passivanti e rasature di ripristino. Sono stati inoltre isolati i solai delle logge, sia all'intradosso sia all'estradosso, e i setti laterali, ripristinando gli scarichi meteorici e la pavimentazione in piastrelle.



Figura 4
Dettaglio dei pannelli prefabbricati tipo sandwich del cappotto.

Le logge sono state dotate di schermature solari in tessuto acrilico, con colori ispirati all'opera "Progettazione cromopaesaggistica" di Luigi Senesi del 1977. La gamma cromatica differenzia gli alloggi e attribuisce una tonalità prevalente a ciascuna torre. Sono stati sostituiti e coibentati i cassonetti degli avvolgibili; negli alloggi ITEA sono stati installati serramenti in PVC bianco con vetrocamera basso emissivo e disegno analogo a quello originario.

Al piano terra, l'intradosso del solaio del primo piano è stato isolato con 16 cm di lana di vetro; vani scala e setti portanti sono stati trattati dopo la posa delle reti di rinforzo sismico. Gli ingressi sono stati ridefiniti per migliorarne l'accessibilità. La copertura è stata isolata all'estradosso con 18 cm di XPS, impermeabilizzata e completata con una pavimentazione galleggiante e un impianto fotovoltaico con moduli disposti in piano.

L'intervento ha infine razionalizzato gli impianti, inserendo nuove colonne montanti nella parte centrale dei vani scala e ricollocando le tubazioni del gas in facciata, schermate da lamiera stirata grigio chiaro. Sono state rinnovate anche le reti di riscaldamento e acqua calda sanitaria, con caldaie a condensazione, valvole termostatiche e sistemi di regolazione e contabilizzazione dei consumi.

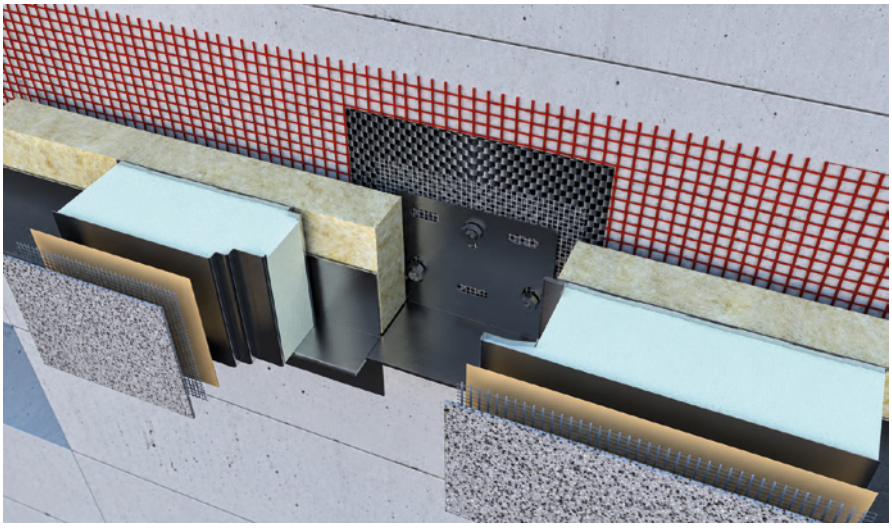


Figura 5
Sistema di facciata coibentata, con rinforzo antisismico.

Obiettivo dell'intervento sull'involucro
Il progetto si è posto tre principali obiettivi: la riqualificazione energetica dell'involucro edilizio, la sostituzione dei generatori di calore e il miglioramento dell'accessibilità.

Estensione dell'intervento sull'involucro
L'intervento ha interessato l'intero involucro, comprendendo anche la sostituzione dei serramenti (per gli appartamenti di proprietà pubblica) e l'installazione di schermature solari.

Soluzioni adottate per l'involucro
L'intervento ha previsto un cappotto termico esterno esteso a tutte le superfici verticali e piane, adottando per ciascun elemento la stratigrafia più idonea in rapporto allo spazio disponibile, alla necessità di preservare l'illuminazione naturale e alla risoluzione dei ponti termici. Sulle facciate sono stati impiegati pannelli prefabbricati sandwich con nucleo isolante in PIR, dimensionati secondo i moduli originari e differenziati nelle finiture. Sono stati inoltre isolati i solai e i setti delle logge, i cassonetti degli avvolgibili, il solaio del primo piano e la copertura in XPS.

Altri interventi
Sono stati eseguiti interventi di miglioramento sismico, con il rinforzo dei pannelli di tamponamento e dei corpi scala e ascensore mediante sistemi a basso spessore. Gli impianti sono stati razionalizzati con nuove colonne montanti nei vani scala, il rinnovo delle reti di riscaldamento e acqua calda sanitaria e la ricollocazione delle tubazioni del gas in facciata, schermate con lamiera stirata. In copertura è stato installato un impianto fotovoltaico. Al piano terra sono stati adeguati gli ingressi per migliorare l'accessibilità.

Consumi pre-intervento
187,42 kWh/m² anno

Consumi post-intervento
42,77 kWh/m² anno

Certificazioni - premi
Classe energetica A2 (APE 2022) - rif. torre 8. Premio Euregio per la cultura del costruito 2025.

Quadro conoscitivo, metodo e tracciabilità
La progettazione dell'intervento è fondata su un quadro conoscitivo solido. Il mantenimento e la riqualificazione dell'esistente derivano dal riconoscimento progressivo del valore urbano e architettonico del quartiere, supportato da mostra e catalogo "Almanacco 70", archivi ITEA, rilievi, foto ante/post e dettagli di facciata. Gli obiettivi di risanamento conservativo sono esplicitati. Il quadro conoscitivo risulta solido.

Adeguatezza tecnica e compatibilità delle soluzioni adottate
La soluzione di cappotto esterno prefabbricato, sviluppata e brevettata specificamente per le torri di Madonna Bianca, impiega pannelli sandwich con nucleo isolante in PIR e finiture calibrate sui caratteri dei fronti. Il sistema affronta in modo integrato esigenze energetiche, formali, strutturali e cantieristiche: consente il consolidamento dall'esterno dei pannelli prefabbricati laterali, senza interferire con l'uso degli alloggi abitati. La natura trasformativa dell'intervento è compensata da una soluzione tecnicamente mirata e compatibile con l'immagine architettonica originaria.

Grado di reversibilità
La reversibilità è solo parziale: l'intervento comprende rinforzi antisismici, isolamento continuo, nuove finiture, serramenti, schermature, impermeabilizzazioni e opere impiantistiche che incidono stabilmente sull'involucro e riducono la permanenza leggibile della materia originaria.

Impatto sull'assetto formale e spaziale
L'impatto sull'assetto formale e spaziale è limitato. Le torri hanno un valore prevalentemente paesaggistico, legato alla riconoscibilità della sagoma, alla scansione seriale dei fronti e al ruolo di landmark nel quartiere; da questo punto di vista l'intervento non introduce alterazioni significative. Sono conservati profilo, ritmo orizzontale, partiture principali e rapporto volumetrico con il contesto. Le nuove finiture e schermature modificano la lettura ravvicinata della superficie, ma non incidono in modo sostanziale sull'immagine complessiva dell'opera.

Grado di conservazione degli elementi architettonici originari
La conservazione degli elementi originari è parziale ma significativa. Sono mantenuti impianto, volumetria, schema delle partiture, posizione dei vani finestra e logica compositiva dei fronti; i pannelli prefabbricati di facciata sono coperti dal nuovo sistema di involucro, ma conservati in opera e integrati dal rinforzo strutturale. Gli infissi risultano invece sostituiti e le finiture esterne non sono più direttamente leggibili. Le sostituzioni sono motivate da degrado, sicurezza e prestazioni, ma riducono la leggibilità materiale diretta dell'involucro degli anni Settanta.



Figura 6
Il fronte ovest di una delle torri dopo l'intervento.

QUARTIERE INA-CASA DI FORTE QUEZZI – CASA A

Italia, Liguria, Genova

PROGETTO ORIGINARIO

1956 - 1968
Luigi Carlo Daneri, Eugenio Fuselli

L'edificio A del quartiere INA-Casa di Forte Quezzi, noto come Biscione per il suo sviluppo sinuoso lungo le curve di livello, fu progettato a partire dal 1956 e completato nel 1968 nell'ambito del secondo settennio INA-Casa. Il complesso, coordinato da Luigi Carlo Daneri con Eugenio Fuselli, nasce dalla scelta di concentrare un elevato numero di abitazioni in cinque corpi lineari disposti a quote differenti lungo una valletta ad anfiteatro esposta a sud. La conformazione curvilinea non risponde a una ricerca puramente espressiva, ma deriva dall'adattamento alla forte acclività del terreno, dalla volontà di salvaguardare le visuali verso la città e il mare e dalla necessità di contenere l'occupazione del suolo. Collocato alla quota più elevata, l'edificio A definisce il margine superiore dell'insediamento e ne costituisce l'elemento più riconoscibile nel paesaggio genovese.

L'edificio si sviluppa per circa 540 m, raggiunge otto piani fuori terra ed è articolato in 32 scale e 384 alloggi. Il volume residenziale è organizzato in due corpi sovrapposti di tre piani ciascuno, separati da un loggiato coperto e continuo concepito come spazio di distribuzione, passeggio e aggregazione. Il piano libero intermedio interrompe la massa edilizia e introduce una strada interna che collega le diverse parti del fabbricato, richiamando il tema dell'unità di abitazione, reinterpretato in rapporto alla topografia ligure e alla scala eccezionale dell'intervento. Gli alloggi, organizzati secondo moduli ripetuti, si affacciano prevalentemente verso valle e beneficiano dell'esposizione meridionale e delle vedute panoramiche. Una sola coppia di ascensori, posta in posizione centrale e raggiungibile mediante un tunnel dal livello stradale, serve l'intero edificio attraverso il collegamento con il loggiato intermedio.

Al livello inferiore seminterrato sono collocate le autorimesse di pertinenza, mentre sopra di esse corre un porticato continuo di accesso ai collegamenti verticali e agli spazi originariamente destinati ad attività commerciali e servizi. Il basamento assorbe il dislivello tra la strada e il corpo residenziale e organizza livelli sovrapposti nei quali mobilità carrabile, percorsi pedonali, spazi collettivi e residenza sono integrati in un unico organismo. Tale

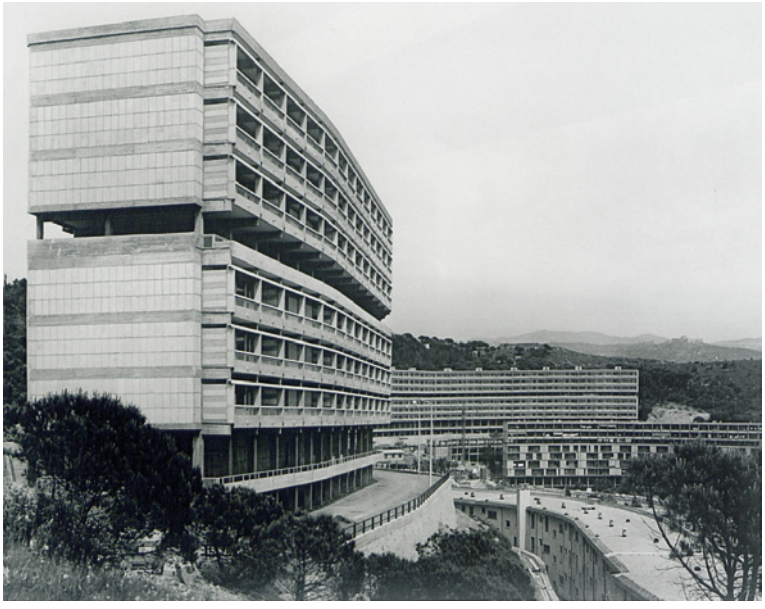


Figura 1
La testata ovest e la loggia dell'edificio A.



Figura 2
Veduta dalla loggia dell'edificio A, guardando verso ponente.

articolazione conferisce all'edificio una dimensione urbana, solo in parte compiuta a causa della mancata o parziale realizzazione delle attrezzature previste.

Il fronte principale è definito dalla successione delle logge dei balconi, separate da setti e organizzate secondo un modulo di 4 x 2,9 m. La ripetizione della maglia accompagna l'andamento curvilineo dell'edificio e unifica il prospetto attraverso l'alternanza di pieni e vuoti. Le profonde logge costituiscono uno spazio di mediazione tra gli ambienti interni e il paesaggio, mentre le testate cieche interrompono la trama orizzontale e rendono leggibile lo spessore del corpo di fabbrica. La regolarità della griglia è stata nel tempo modificata da tende, schermature e chiusure parziali introdotte dagli abitanti.

Il sistema costruttivo è costituito da telai in calcestruzzo armato a vista, con impiego dello stesso materiale negli orizzontamenti. La maglia strutturale segue la modularità degli alloggi e delle logge ed è espressa in facciata dalla successione regolare di pilastri, travi e setti. Le solette dei balconi sono realizzate in laterocemento, mentre i setti portanti del piano inferiore e i parapetti delle logge sono in calcestruzzo armato. I tamponamenti, in mattoni forati con camera d'aria, sono leggermente arretrati rispetto agli elementi strutturali, accentuando la leggibilità del telaio e la profondità delle logge. Il progetto ricorre inoltre a componenti prefabbricati nelle strutture e nelle finiture delle facciate e delle balconate, in coerenza con la serialità del modulo e le dimensioni eccezionali del fabbricato. I serramenti originari hanno telaio in legno; la copertura è piana e non praticabile.

Interventi precedenti

Negli anni '90, è stato effettuato un intervento di manutenzione delle facciate, che ha interessato anche gli elementi strutturali, alterandone minimamente la percezione, grazie all'utilizzo di un colore simile a quello del calcestruzzo a vista, e proteggendo fittiziamente il materiale dagli agenti atmosferici. Si è inoltre intervenuti sugli intradossi e sulla copertura.

Condizioni generali di conservazione prima del restauro

Le parti strutturali in cemento armato e gli intradossi dei balconi erano in cattivo stato di conservazione a causa dell'ossidazione dei ferri di armatura; anche gli intonaci sui tamponamenti presentavano ampie porzioni in fase di distacco.

Pressioni ambientali o climatiche specifiche

La posizione collinare esposta a sud sottopone l'edificio a forte irraggiamento estivo, venti e piogge battenti, con ricadute sul comfort degli abitanti.

Figura 3
Vista generale al termine dell'intervento.



NUOVO INTERVENTO

2020 - 2024
Maurizio Michelini

L'intervento sulla Casa A del quartiere INA-Casa di Forte Quezzi è stato sviluppato nell'ambito degli incentivi previsti dal Superbonus e dal Sismabonus, che ne hanno orientato fin dall'inizio obiettivi, tempi e scelte tecniche. La progettazione, avviata nel 2020, ha riguardato l'intero edificio, composto da 384 alloggi e 32 scale, mentre il cantiere, iniziato nel luglio 2021, si è concluso alla fine del 2024. L'operazione, del valore complessivo di circa 50 milioni di euro, è stata interamente finanziata attraverso i due strumenti agevolativi, senza costi diretti per i proprietari.

Il processo progettuale è stato impostato sul conseguimento dei requisiti energetici e strutturali richiesti dai meccanismi incentivanti, ma si è confrontato anche con la presenza del vincolo paesaggistico e con la necessità di preservare, almeno in parte, i caratteri formali dell'edificio. Il dialogo con la Soprintendenza ha determinato alcune prescrizioni specifiche. Sulle testate è stata richiesta la riproposizione, previo rilievo, del reticolo che caratterizzava la superficie originaria, ottenuto mediante incisione dello strato di finitura del nuovo cappotto. Sul fronte a monte è stata invece accettata la complanarità tra il rivestimento dei tamponamenti e quello degli elementi strutturali, rinunciando al lieve arretramento che in origine rendeva leggibile il rapporto tra telaio e chiusura.

L'intervento di riqualificazione energetica ha interessato la maggior parte dell'involucro opaco. È stato realizzato un cappotto termico esterno sul fronte a monte e sulle due testate, mentre la copertura è stata isolata all'estradosso e tutti i solai sovrastanti spazi aperti sono stati coibentati all'intradosso. Il sistema impiegato è costituito da pannelli in poliuretano espanso dello spessore di 12 cm, completati, sulle superfici verticali e sugli intradossi, da rasatura armata e intonachino acril-silossanico. In corrispondenza dei telai strutturali del fronte a monte sono stati applicati pannelli di spessore pari a 10 cm, così da raccordare il nuovo piano di facciata. La copertura piana non praticabile è stata infine protetta con nuovi strati impermeabilizzanti.

Le opere strutturali hanno riguardato il risanamento delle parti in calcestruzzo armato, interessate da fenomeni di degrado e distacco del copriferro. Dopo il trattamento dei ferri di armatura, le superfici sono state ricostruite con malte tixotropiche e completate con rasatura armata con rete in fibra di basalto, con conseguente perdita dell'originaria finitura faccia a vista. I solai sono stati rinforzati mediante la realizzazione di una soletta collaborante,



Figura 4
Vista di dettaglio del prospetto a monte dopo l'intervento.

collegata alla struttura esistente con monconi di tondini e rete elettrosaldata. Le lavorazioni hanno interessato in particolare gli orizzontamenti del piano pilotis e del loggiato comune.

In copertura sono stati installati, sul versante a monte, pannelli fotovoltaici a servizio delle parti condominiali di ciascuna delle 32 scale. In una fase successiva sono stati aggiunti ulteriori moduli a uso privato, collocati verso valle. Come interventi trainati di competenza dei singoli proprietari, nel 2025 sono stati inoltre sostituiti i serramenti esterni e i portoncini di 73 unità immobiliari, mediante infissi in PVC a doppia camera, cassonetti delle tapparelle coibentati e porte EI 60. L'intervento ha così combinato il miglioramento energetico dell'involucro, il risanamento e il rinforzo delle strutture e l'integrazione di sistemi per la produzione di energia rinnovabile, modificando tuttavia alcuni aspetti della configurazione materica e della profondità originaria dei prospetti.



Figura 5
Dettaglio dell'interferenza tra l'isolamento dell'intradosso del solaio e il serramento esistente nel piano pilotis.

Obiettivo dell'intervento sull'involucro
Trattandosi di un intervento finanziato con Superbonus e Sismabonus, obiettivi primari sono stati il salto di due classi energetiche e il miglioramento del comportamento sismico dell'edificio.

Estensione dell'intervento sull'involucro
L'intervento ha coinvolto l'intero edificio denominato come "Casa A", in tutte le superfici dell'involucro, ad eccezione delle pareti del fronte su strada, che affacciano sui balconi privati.

Soluzioni adottate per l'involucro
Posa in opera di cappotto termico esterno delle superfici verticali e degli intradossi su spazi aperti, in poliuretano espanso (12 cm; 10 cm su telai strutturali); in copertura l'isolante è stato posato in estradosso e impermeabilizzato.

Altri interventi
Rinforzo degli elementi strutturali in cemento armato con malte tixotropiche e rete in fibra di basalto; sugli orizzontamenti del piano pilotis e della loggia è stata realizzata una soletta collaborante; posa in opera di pannelli fotovoltaici in copertura a servizio delle parti comuni di ciascuna scala.

Certificazioni - premi
Classe energetica B/C (APE 2026).

Quadro conoscitivo, metodo e tracciabilità
Il progetto dispone di un quadro conoscitivo solido e articolato, fondato sulla consultazione di fonti bibliografiche e d'archivio, sul rilievo, sulla diagnosi dei fenomeni di degrado di calcestruzzo e intonaci. La documentazione disponibile non esplicita pienamente il rapporto tra conoscenza storico-materica, obiettivi conservativi e scelte energetiche.

Adeguatezza tecnica e compatibilità delle soluzioni adottate
L'intervento affronta criticità tecniche rilevanti, connesse al degrado del calcestruzzo armato, ai distacchi delle finiture, all'assenza di isolamento e all'obsolescenza dei componenti di involucro. La scelta di operare prevalentemente dall'esterno risulta comprensibile anche in relazione alla permanenza degli abitanti negli alloggi, che limitava fortemente la possibilità di interventi dall'interno. Cappotto, coibentazione di copertura e intradossi, risanamento del c.a., nuovi serramenti e fotovoltaico concorrono quindi al miglioramento prestazionale complessivo.

Grado di reversibilità
Il grado di reversibilità è limitato. L'intervento conserva la struttura primaria e parte della materia originaria al di sotto dei nuovi strati, ma introduce lavorazioni fortemente aderenti o integrate al supporto, quali cappotto esterno, rasature armate, impermeabilizzazioni, riprese del calcestruzzo, rete in fibra di basalto e soletta collaborante. Queste soluzioni rispondono a esigenze prestazionali e di risanamento, ma rendono complessa una futura rimozione senza perdita o danneggiamento delle superfici e delle finiture originarie, riducendo l'ispezionabilità e la recuperabilità materiale dell'involucro.

Impatto sull'assetto formale e spaziale
L'impatto sull'assetto formale e spaziale è contenuto alla scala urbana: la sagoma sinuosa, la grande dimensione insediativa, il rapporto con il tracciato viario e la sequenza dei balconi sul fronte principale restano riconoscibili. Anche il disegno delle testate è stato riproposto attraverso la restituzione del reticolo caratterizzante. L'intervento modifica tuttavia la percezione ravvicinata dell'involucro: il cappotto aumenta gli spessori, attenua la distinzione tra struttura e tamponamento e sostituisce la lettura plastica e materica del calcestruzzo a vista con una resa prevalentemente cromatica e superficiale.

Grado di conservazione degli elementi architettonici originari
La conservazione degli elementi originari è selettiva. Sono mantenuti struttura primaria, impianto distributivo, logge e articolazione generale dei fronti, ma molte componenti dell'involucro risultano coperte o reinterpretate dai nuovi strati prestazionali. Cemento a vista, tamponamenti e intradossi perdono leggibilità diretta, mentre il reticolo delle testate è riproposto più che conservato. La sostituzione di serramenti e cassonetti risponde a esigenze energetiche e funzionali, introducendo però componenti diverse da quelle originarie.





Figura 6
Vista dal porticato del piano pilotis.

Figura 7
Dettaglio della testata dopo l'intervento.

QUARTIERE COORDINATO DI VIA DELLA BARCA – IL TRENO

Italia, Emilia-Romagna, Bologna

1957 - 1962

Giuseppe Vaccaro, U. Chiarini; L. De Filla; A. Legnani; A. Leorati, ecc.

Il quartiere di edilizia residenziale pubblica della Barca sorge a sud-ovest di Bologna, in corrispondenza di un'ansa del fiume Reno, su iniziativa dell'IACP di Bologna, INA-Casa, UNRRA-Casas e INCIS. La progettazione, avviata nel 1957 nell'ambito del secondo settennio INA-Casa, interessava un'area di circa 30,8 ettari compresa in una delle principali zone di espansione previste dal PRG, che ipotizzava l'insediamento di circa 40.000 abitanti e una consistente dotazione di servizi, solo in parte realizzati. Il quartiere fu concepito come parte urbana dotata di un certo grado di autonomia, integrata nella rete viaria cittadina e separata dal Reno da una vasta fascia destinata a parco pubblico e attrezzature sportive. L'impianto sfruttava le qualità paesaggistiche del luogo, aperto verso il colle e il Santuario di San Luca, la città storica, il fiume e le pendici appenniniche.

L'organizzazione urbanistica ruota attorno a una strada di spina leggermente curva, lunga circa 600 m, fiancheggiata a ovest dal cosiddetto Treno, un edificio porticato a destinazione residenziale e commerciale che costituisce la principale struttura figurativa e funzionale dell'insediamento. Il lungo portico interpreta in chiave moderna la continuità degli spazi coperti propri della tradizione bolognese, mentre sul lato opposto della strada erano previste le principali attrezzature pubbliche, organizzate attorno a piazze pedonali intercomunicanti. Il coordinamento dell'intervento fu affidato a Giuseppe Vaccaro, responsabile anche della progettazione di alcuni tipi edilizi basati sull'aggregazione di un modulo a H di due piani su pilotis, con scala centrale a servizio di quattro alloggi per piano. Le differenti combinazioni del modulo generavano unità di vicinato organizzate attorno a spazi pedonali, lavatoi, stenditoi, aree di gioco e piccoli orti, secondo una concezione che integrava abitazione, servizi e vita collettiva.

Nel Treno i moduli sono aggregati in testa e formano piccoli cortili pensili e giardini, rendendo il complesso permeabile alla vista e all'attraversamento. Al piano terreno la struttura arretra rispetto al filo della facciata e lascia spazio al portico, sul quale si affacciano i negozi e dal quale si accede ai corpi scala chiusi da pareti vetrate. Il portico svolge quindi

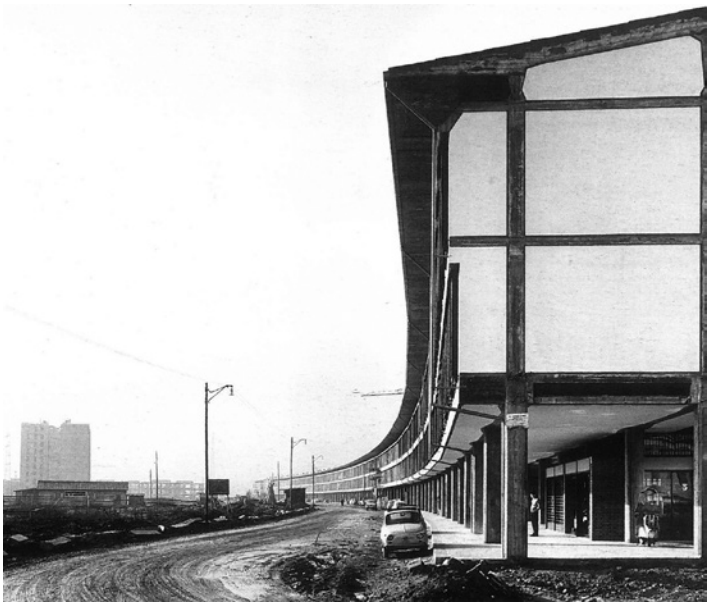


Figura 1
Vista generale del Treno, nel quartiere Barca ancora in costruzione.



Figura 2
Vista del cantiere.

una duplice funzione, distributiva e urbana, come percorso continuo protetto e luogo di relazione tra le attività commerciali e la strada. Il volume residenziale soprastante è concluso da una copertura fortemente aggettante, mentre i fronti lunghi sono caratterizzati dalla successione regolare delle aperture e dalle persiane scorrevoli in legno a tutta altezza.

L'intero complesso è basato su un'elevata standardizzazione, adottata per contenere i costi e semplificare la costruzione. La struttura portante è costituita da telai in calcestruzzo armato impostati su una maglia di 4,90 x 4,90 m; travi, pilastri e solai sono dimensionati e ripetuti secondo il medesimo reticolo, che regola l'organizzazione degli alloggi, dei corpi scala e dei moduli commerciali. In corrispondenza del portico la struttura rimane a vista, con pilastri arretrati e travi che sostengono il volume soprastante. I tamponamenti perimetrali, spessi 28-30 cm, sono realizzati in mattoni pieni e configurati come murature a cassetta, con paramento esterno in laterizio, strato interno e intercapedine. I serramenti originari hanno telaio in lamiera zincata e sono schermati da persiane scorrevoli in legno, il cui sistema di guida è integrato nella fascia della trave. I solai sono in laterocemento, con spessore complessivo di 30 cm, mentre la copertura, anch'essa in laterocemento e spessa 25 cm, è formata da falde a debole pendenza rivestite in lastre di lamiera zincata. Il quartiere era servito da una centrale termica centralizzata progettata da Vaccaro e Amaturo, collocata a est.

Interventi precedenti

Utilizzo a parcheggio dei giardini al piano terra. Poco prima dell'intervento in oggetto è stato realizzato un progetto su alcuni locali commerciali al piano terra, volto a migliorarne le prestazioni energetiche, con la sostituzione degli infissi delle vetrine e della soprastante vetrata "a nastro", con nuovi telai in PVC e vetrocamera in luogo degli originari in ferro e vetro singolo. È stato inoltre isolato internamente il cassonetto della serranda, sostituendone delle parti.

Condizioni generali di conservazione prima del restauro

Il quartiere in generale si trovava in condizioni critiche a causa dell'obsolescenza dei fabbricati e della separazione fisica dalla città. Gli edifici di proprietà a prevalenza pubblica si presentavano in cattivo stato, in particolare nelle facciate. Erano inoltre presenti scarsa tenuta degli infissi e malfunzionamenti negli impianti di riscaldamento. Dal punto di vista sociale, sono stati attuati nell'ultimo ventennio numerosi progetti di riqualificazione.

Pressioni ambientali o climatiche specifiche

Il clima di Bologna, caratterizzato da estati calde e umide e da frequenti ondate di calore, espone l'edificio al rischio di surriscaldamento estivo, con ricadute sul comfort degli alloggi.

Figura 3
Testata e prospetto concavo del Treno dopo l'intervento.



NUOVO INTERVENTO

2021 - in corso
Alessandro Psimitis, Fabio Molinari, Roberto G.

L'intervento di efficientamento del Treno della Barca è stato avviato nel 2021 dal condominio, costituito da proprietari privati e da ACER Bologna, ricorrendo agli incentivi del Superbonus 110%. Il progetto ha riguardato esclusivamente i due piani residenziali e ha previsto un insieme coordinato di opere sull'involucro opaco, senza modificare l'organizzazione distributiva, le funzioni e l'impianto termico centralizzato, collegato al teleriscaldamento del quartiere. L'azione si è quindi concentrata sulla riduzione delle dispersioni delle chiusure opache.

La definizione delle soluzioni si è confrontata con il valore storico-testimoniale dell'edificio, riconosciuto dagli strumenti urbanistici comunali, e con la conseguente valutazione da parte della Commissione per la Qualità Architettonica e il Paesaggio. La Commissione ha richiesto lo studio di fotografie e disegni originari per ricostruire la configurazione compositiva, costruttiva e cromatica del complesso e individuare gli elementi rappresentativi dell'opera di Giuseppe Vaccaro, tra cui la continuità del portico, la modularità strutturale, la scansione dei prospetti e il rapporto tra aperture, aggetti e persiane scorrevoli. Dal 2021 il Treno della Barca è inoltre componente del sito seriale UNESCO "I Portici di Bologna", quale interpretazione moderna del portico bolognese. Il progetto, approvato dalla Commissione nel giugno 2022, è stato presentato alla missione consultiva UNESCO World Heritage Centre-ICOMOS del 2023, che non ha formulato specifiche raccomandazioni.

La copertura è stata riqualificata mediante il rifacimento del manto e la posa all'estradosso di pannelli sandwich in lamiera grecata accoppiati a uno strato di poliuretano dello spessore di 12 cm. La soluzione riproduce l'andamento e l'aspetto generale della copertura preesistente e incrementa la resistenza termica senza intervenire all'intradosso dei solai. I solai soprastanti il portico sono stati invece isolati all'intradosso con pannelli in poliuretano di 10 cm, completati da una finitura a intonaco. Il nuovo strato continuo migliora le prestazioni termiche dell'orizzontamento, ma modifica la percezione delle superfici originariamente caratterizzate dalla leggibilità del telaio in calcestruzzo armato.

Sulle chiusure verticali l'intervento è stato applicato in modo selettivo. Le testate e i fronti rivolti verso le corti interne sono stati coibentati con un sistema a cappotto esterno in polistirene espanso dello spessore di 12 cm, raccordato alle aperture e agli elementi sporgenti. Sono stati invece esclusi i lunghi prospetti curvi orientati a est e a ovest, così da pre-



Figura 4
Il portico con le attività commerciali dopo l'intervento.

servarne il carattere originario, definito dalla successione delle aperture, dalla profondità degli aggetti e dal sistema delle persiane scorrevoli in legno. La scelta ha concentrato le trasformazioni sulle superfici meno direttamente percepibili dalla strada, limitando l'alterazione dei fronti principali.

Il progetto iniziale prevedeva di mantenere visibile il telaio in calcestruzzo armato sulle testate e all'intradosso del portico. L'applicazione degli strati isolanti e delle nuove finiture ha reso però impossibile conservarne l'espressione materica; la scansione strutturale è stata quindi riproposta mediante differenziazioni cromatiche sulla superficie intonacata. L'intervento conserva così la lettura grafica della maglia originaria, sostituendo tuttavia alla presenza fisica del calcestruzzo a vista una sua rappresentazione superficiale. Nel complesso, il progetto adotta una strategia di trasformazione differenziata, che associa l'isolamento delle parti meno esposte alla conservazione dei prospetti maggiormente caratterizzanti, cercando di conciliare il miglioramento energetico con la riconoscibilità architettonica dell'edificio.



Figura 5
Vista di dettaglio dopo l'intervento.

Obiettivo dell'intervento sull'involucro
L'intervento ha avuto come obiettivo principale la riqualificazione energetica dell'edificio.

Estensione dell'intervento sull'involucro
L'intervento ha riguardato solamente i piani abitativi, intervenendo su coperture, testate, fronti sulle corti interne e intradosso del sottoportico.

Soluzioni adottate per l'involucro
Rifacimento della copertura mediante posa all'estradosso di pannelli sandwich in lamiera grecata accoppiati a poliuretano (sp. 12 cm), riproducendo l'andamento del manto preesistente. Isolamento selettivo delle chiusure verticali sulle testate e sui fronti interni delle corti con cappotto in polistirene espanso (sp. 12 cm), preservando i prospetti curvi principali. Coibentazione all'intradosso dei solai soprastanti il portico con pannelli in poliuretano (sp. 10 cm) finiti a intonaco. Riproposizione cromatica della maglia strutturale sulle superfici coibentate.

Altri interventi
Non sono stati eseguiti altri interventi, poiché l'operazione ha riguardato esclusivamente l'efficientamento energetico dell'involucro.

Quadro conoscitivo, metodo e tracciabilità
Il progetto si fonda su un quadro conoscitivo adeguato, che considera il riconoscimento dell'edificio quale manufatto di interesse storico-testimoniale, i caratteri compositivi originari, la documentazione grafica e fotografica e una valutazione energetica preliminare. La tracciabilità del processo è rafforzata dalla valutazione dell'intervento da parte della Commissione per la Qualità Architettonica e il Paesaggio, anche se la documentazione disponibile non consente di verificare in modo completo il livello di approfondimento degli aspetti materici, igrotermici e degli esiti post-operam.

Adeguatezza tecnica e compatibilità delle soluzioni adottate
Le soluzioni tecniche adottate migliorano le prestazioni dell'involucro limitando l'interferenza con i prospetti principali: l'isolamento interessa copertura, testate, corti e intradosso del portico, mentre le intelaiature in c.a. sono richiamate attraverso una riproposizione cromatica. La compatibilità risulta complessivamente adeguata sul piano formale e prestazionale; tuttavia, la discontinuità tra superfici coibentate e non coibentate può determinare criticità nei raccordi, con possibile formazione di ponti termici e disomogeneità nel comportamento igrotermico dell'involucro.

Grado di reversibilità
L'intervento non comporta demolizioni estese, ma presenta una reversibilità limitata. L'applicazione di cappotti esterni, rasature, tassellature e incollaggi su murature, intradosso del portico e copertura introduce strati aderenti e sistemi di fissaggio difficilmente rimovibili senza alterare i supporti.

Impatto sull'assetto formale e spaziale
L'intervento non modifica l'impianto spaziale né la percezione complessiva del volume: sagoma, andamento curvilineo, portico continuo, scansione orizzontale e ruolo delle persiane scorrevoli sui fronti principali restano riconoscibili. L'impatto è tuttavia percepibile nelle testate, nelle corti e nell'intradosso del portico, dove cappotto, rasature e aumento degli spessori attenuano la lettura plastica e materica del c.a. a vista, sostituita in parte da una riproposizione cromatica del disegno originario.

Grado di conservazione degli elementi architettonici originari
L'intervento mantiene riconoscibile l'identità complessiva del complesso, preservando la logica insediativa, la continuità del portico e il ruolo compositivo dei fronti principali. La conservazione materiale dell'involucro è tuttavia parziale, poiché alcune superfici originarie risultano inglobate o coperte dalle nuove stratigrafie isolanti. La leggibilità del sistema in c.a. è quindi affidata non solo alla permanenza degli elementi, ma anche alla riproposizione cromatica del disegno originario.



Figura 6
Il fronte convesso con le caratteristiche persiane scorrevoli.

GRATTACIELO A PORTA SAN PIETRO

Italia, Emilia-Romagna, Reggio Emilia

PROGETTO ORIGINARIO

1950 - 1953

Cooperativa Architetti e Ingegneri di Reggio Emilia

Il Grattacielo a Porta San Pietro sorge in un punto strategico di Reggio Emilia, tra il centro storico e i viali di circonvallazione, sul sedime di una delle antiche gabelle daziarie, in un nodo di attraversamento urbano e di accesso al centro. La Cooperativa Architetti e Ingegneri, incaricata del progetto nei primi anni Cinquanta, aveva elaborato una proposta di sistemazione complessiva dell'area, rimasta irrealizzata, che prevedeva anche un secondo edificio alto in sostituzione dell'altra gabella. Completato nel 1953, il grattacielo divenne uno dei simboli della ricostruzione postbellica e della modernizzazione della città, lungo l'asse di collegamento con la stazione ferroviaria.

L'edificio si sviluppa per tredici piani fuori terra e uno interrato e presenta una pianta a Y, adattata alle direttrici stradali per moltiplicare gli affacci e differenziare le esposizioni. La composizione è articolata secondo una chiara tripartizione tra basamento, corpo residenziale e coronamento. Al piano terreno un portico passante, sostenuto da alte colonne circolari, ospita gli accessi all'androne, alle attività commerciali e alla caffetteria. Il primo livello, arretrato e interamente vetrato, è destinato a uffici e accentua la separazione visiva tra il basamento e il volume della torre. Le superfici opache del piano terra sono rivestite in lastre di travertino, mentre una fascia in ceramica invetriata turchese segna il marcapiano; le colonne sono rivestite in tessere di mosaico verde opaco.

Ai piani residenziali, originariamente rivestiti in mosaico vitreo grigio chiaro, si trovano tre appartamenti di diversa dimensione, uno dei quali sfalsato rispetto agli altri due in relazione alla geometria della pianta. Tutte le unità sono dotate di ampie logge. L'attico, arretrato rispetto al volume sottostante, ospita un'unica unità immobiliare circondata da terrazze perimetrali e protetta da una pensilina a sbalzo che definisce il coronamento della torre. Gli appartamenti, destinati alla nuova borghesia imprenditoriale, erano dotati di soluzioni moderne, tra cui il riscaldamento a pavimento e cavedi interni per lo smaltimento dei rifiuti. In alcuni casi i progettisti curarono anche gli interni, con pavimenti in seminato e divisori scorrevoli in legno e vetro.



Figura 1
Vista generale negli anni '60.



Figura 2
Vista del grattacielo da ovest.

La struttura portante è costituita da telai in calcestruzzo armato. Gli orizzontamenti sono in laterocemento, con spessore complessivo di 30 cm, di cui 20 cm strutturali, e sono realizzati con travetti a traliccio con fondello in laterizio e pignatte; l'elevato spessore del pacchetto di finitura è dovuto alla presenza dell'impianto radiante a pavimento. La copertura è piana ed è realizzata con la medesima tecnologia. I tamponamenti sono costituiti da un doppio tavolato in mattoni, spesso 10 cm per ciascun paramento, separato da un'intercapedine non isolata né aerata, variabile tra 5 e 10 cm.

Ai piani superiori il paramento esterno è rivestito in tessere vitree a mosaico, a eccezione delle porzioni sottodavanzale, finite a intonaco e arretrate rispetto alle superfici adiacenti. Al piano terra e al mezzanino, in corrispondenza del sottoportico e delle ampie superfici vetrate, le parti opache sono rivestite in travertino e ceramica invetriata turchese. I parapetti di logge e balconi sono costituiti da pannelli prefabbricati ondulati in calcestruzzo; sui fronti ovest e nord alcune logge sono schermate da elementi ondulati in laterizio. I serramenti originari in legno combinano rotazione e traslazione e assicurano una chiusura a pressione lungo il perimetro; nelle logge sono associati a persiane scorrevoli, mentre le finestre sono dotate di avvolgibili con cassonetto non isolato. Sin dalla costruzione il riscaldamento è centralizzato, collegato al teleriscaldamento cittadino e distribuito mediante un sistema radiante a pavimento; la produzione di acqua calda sanitaria è affidata a bollitori elettrici con accumulo nelle singole unità.

Interventi precedenti

Negli anni Ottanta è stato sostituito il rivestimento originario in tessere di mosaico; tracce della finitura iniziale sono rimaste conservate all'interno delle logge. Nel corso del tempo è stata inoltre sostituita gran parte dei serramenti originari. Nel 2011-2012 lo studio ZAA Zamboni Associati Architettura è intervenuto sulle facciate dei piani terra e mezzanino.

Condizioni generali di conservazione prima del restauro

Prima dell'intervento l'edificio presentava importanti dispersioni termiche, distacchi localizzati delle tessere di mosaico e fenomeni di degrado dei dettagli di facciata, in particolare dei parapetti. Erano inoltre presenti criticità connesse all'obsolescenza e all'inefficienza degli impianti esistenti.

Pressioni ambientali o climatiche specifiche

Trattandosi di un edificio di altezza superiore a 35 m, alcune scelte progettuali, in particolare quelle relative ai materiali da impiegare per l'involucro, hanno dovuto rispettare le prescrizioni di sicurezza antincendio per gli edifici di civile abitazione previste dal DM 25/01/2019.

Figura 3
Il fronte sud-est privato del rivestimento in mosaico durante le prime fasi di cantiere.



NUOVO INTERVENTO

2020 - 2024
Andrea Zamboni, Maurizio Zamboni (ZAA Zamboni Associati Architettura)

Il progetto di riqualificazione del Grattacielo a Porta San Pietro è stato sviluppato a partire da una conoscenza approfondita dell'edificio, delle trasformazioni intervenute nel tempo e delle principali criticità conservative, strutturali ed energetiche. La consapevolezza dei temi propri del restauro del Moderno ha orientato la ricerca di un equilibrio tra miglioramento sismico, incremento delle prestazioni dell'involucro e permanenza dell'immagine architettonica della torre. L'esito non è pienamente conservativo sul piano materiale, ma mira a preservare la riconoscibilità complessiva dell'opera attraverso soluzioni compatibili con i suoi caratteri figurativi. L'intervento, realizzato tra il 2022 e il 2023 usufruendo delle agevolazioni previste da Sismabonus e Superbonus e con il coinvolgimento di un general contractor, ha interessato l'intero involucro dei piani residenziali, per una superficie disperdente complessiva di circa 6.875 m^2. Sono rimasti esclusi il piano terra e il mezzanino, caratterizzati da ampie superfici vetrate e da rivestimenti lapidei e ceramici di pregio. Dal punto di vista strutturale sono stati eseguiti interventi locali di rinforzo finalizzati a contrastare il ribaltamento dei tamponamenti e a migliorare il comportamento delle travi di bordo e delle solette dei balconi. Tali lavorazioni hanno comportato la rimozione del rivestimento in tessere di mosaico, già sostituito negli anni Ottanta.

Il miglioramento delle prestazioni energetiche è stato ottenuto mediante la realizzazione di un cappotto esterno in lana di roccia, l'isolamento della copertura, la sostituzione dei serramenti con nuovi elementi ad alte prestazioni e l'inserimento di schermature solari. Le nuove persiane scorrevoli reinterpretano un dispositivo originario fortemente caratterizzante, aggiornandone il funzionamento e le prestazioni. Le superfici esterne sono state nuovamente rivestite con mosaico vitreo, riprendendo la cromia originaria rinvenuta all'interno delle logge. In copertura è stato installato un impianto fotovoltaico a servizio delle parti comuni. Nel vano scala sono state realizzate nuove colonne montanti interne per ottimizzare la distribuzione dell'impianto di riscaldamento centralizzato, mentre sul fronte ovest è stato adeguato l'allaccio del gas delle singole unità immobiliari. L'intervento non ha invece riguardato l'impianto termico esistente né il sistema di produzione dell'acqua calda sanitaria. Sono stati inoltre sostituiti i due ascensori ed è stato installato un servoscala, migliorando l'accessibilità del vano condominiale senza alterare l'impianto distributivo originario. La realizzazione del cappotto ha richiesto particolare attenzione alla risoluzione dei nodi architettonici più delicati, soprattutto in corrispondenza delle spallette murarie delle logge



Figura 4
Dettaglio della loggia con il parapetto in lamiera microforata e le persiane scorrevoli con alette mobili.

e delle solette dei balconi. In alcuni punti sono stati impiegati materiali isolanti più performanti per contenere gli spessori; il disegno e il posizionamento dei parapetti sono stati conseguentemente ridefiniti per celare l'aumento dello spessore dei frontalini e mantenere la percezione originaria delle logge.

Le soluzioni adottate introducono modifiche percepibili alla scala del dettaglio e sostituiscono alcuni materiali preesistenti, ma conservano la leggibilità della composizione dei prospetti, dei rapporti tra pieni e vuoti e dei principali elementi che definiscono il volto architettonico della torre.

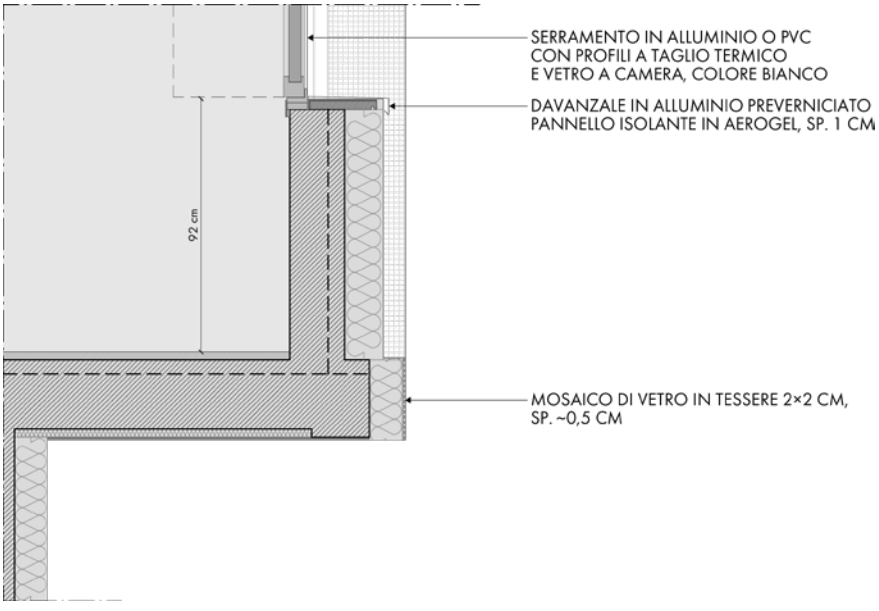


Figura 5
Dettaglio costruttivo del sottofinestra.

Obiettivo dell'intervento sull'involucro
Usufruendo degli incentivi del Superbonus e del Sismabonus, l'intervento ha avuto come obiettivi il miglioramento delle prestazioni energetiche dell'involucro, con salto di due classi energetiche e il miglioramento del comportamento sismico dell'edificio.

Estensione dell'intervento sull'involucro
L'intervento ha riguardato l'intero involucro relativo ai soli piani con destinazione d'uso residenziale, trascurando i piani interrato, terra e mezzanino.

Soluzioni adottate per l'involucro
Sulle superfici verticali è stato realizzato un cappotto termico esterno in lana di roccia lamellare di spessore 14 cm; al piano attico è stato invece impiegato un pannello in EPS alla grafite del medesimo spessore. La copertura al piano attico è stata isolata in estradosso con un pannello di schiuma polyiso espansa rigida (PIR) di spessore 12 cm con trattamento ignifugo in grafite espandibile (Stiferite Fire B). I solai del piano terra che affacciano su spazi esterni sono isolati a intradosso con 14 cm di lana di roccia, mentre i solai soprastanti il portico sono stati rivestiti all'intradosso. L'intervento ha inoltre previsto la posa di un nuovo rivestimento esterno in tessere vitree a mosaico, la sostituzione dei serramenti e l'inserimento di nuove persiane scorrevoli ad alette orientabili.

Altri interventi
Sono stati sostituiti gli ascensori ed è stato installato un servoscala per abbattere le barriere architettoniche presenti. In copertura sono stati posati pannelli fotovoltaici che forniscono energia elettrica per le parti comuni. Sono stati sostituiti i portoncini di ingresso delle varie unità abitative per far sì che potessero costituire una compartimentazione REI rispetto al vano scale.

Consumi pre-intervento
244,12 kWh/m² anno

Consumi post-intervento
124,59 kWh/m² anno

Certificazioni - premi
Classe energetica E (APE 2023).

Quadro conoscitivo, metodo e tracciabilità
L'intervento risulta fondato su un quadro conoscitivo articolato, che integra la lettura storico-critica dell'edificio e del suo ruolo urbano con l'analisi delle trasformazioni pregresse e la documentazione tecnica del progetto. Gli obiettivi degli interventi di miglioramento energetico e sismico pongono attenzione a non alterare l'immagine della torre e sono ben esplicitati, orientando in modo coerente le scelte progettuali.

Adeguatezza tecnica e compatibilità delle soluzioni adottate
Le soluzioni adottate risultano in larga parte calibrate sul caso e integrano l'efficientamento dell'involucro con la salvaguardia dell'immagine architettonica della torre. Il cappotto in lana di roccia, la finitura in mosaico coerente con la cromia originaria, l'isolamento della copertura, i serramenti e le schermature concorrono al miglioramento energetico senza interrompere la leggibilità complessiva dei fronti. È documentato un incremento significativo delle prestazioni, pur introducendo materiali e dettagli costruttivi non originari.

Grado di reversibilità
La reversibilità dell'intervento è limitata, poiché le nuove stratigrafie applicate all'involucro e il rifacimento di rivestimenti e componenti di facciata sono integrati al supporto e difficilmente disassemblabili. La permanenza dei caratteri figurativi della torre non corrisponde quindi a un'elevata recuperabilità materiale delle configurazioni precedenti.

Impatto sull'assetto formale e spaziale
L'impatto sull'assetto formale e spaziale è contenuto nella percezione complessiva della torre, ma diventa più evidente alla scala del dettaglio. La sagoma, la tripartizione volumetrica, l'arretramento dell'attico, il ritmo delle logge e la cromia del rivestimento restano riconoscibili. Il ridisegno dei parapetti contribuisce a controllare l'effetto dell'aumento di spessore dovuto al cappotto. L'integrazione di nuove stratigrafie isolanti e la sostituzione di serramenti e schermature introducono tuttavia una diversa definizione materica e costruttiva dei fronti, percepibile soprattutto nella profondità delle aperture e nei profili di facciata.

Grado di conservazione degli elementi architettonici originari
La conservazione degli elementi architettonici originari è parziale ma riconoscibile. Restano conservati la struttura portante, la sagoma, l'impianto volumetrico, il ritmo delle logge, l'arretramento dell'attico e la relazione con il basamento. Gli elementi di involucro risultano invece conservati in modo selettivo: alcune superfici sono inglobate dalle nuove stratigrafie, mentre serramenti, schermature e parapetti sono sostituiti con componenti coerenti per disegno e ruolo compositivo.



Figura 6
Il grattacielo a intervento ultimato.

CITÉ DU LIGNON

Svizzera, Ginevra, Vernier

PROGETTO ORIGINARIO

1962 - 1971

Addor & Julliard (Georges Addor, Jacques Bolliger, Dominique Julliard), Louis Payot

La Cité du Lignon costituisce una delle più rilevanti realizzazioni dell'urbanistica europea del secondo dopoguerra. Concepita negli anni Sessanta come città satellite autosufficiente per rispondere alla rapida crescita demografica di Ginevra, combina un modello insediativo ad elevata densità con un'ampia dotazione di servizi collettivi inseriti in un contesto di parco. Il complesso è formato da un edificio lineare continuo, lungo oltre un chilometro, che segue la topografia con andamento spezzato e altezza variabile fra undici e quindici piani, affiancato da due torri isolate di ventisei e trenta piani. La disposizione planivolumetrica evita il confronto diretto tra le facciate dei corpi edilizi e assicura agli alloggi visuali libere, soleggiamento e un rapporto costante con il paesaggio.

Nel progetto originario, residenze, due chiese, scuola primaria, centro commerciale e piazza pubblica sono inseriti in un vasto sistema di spazi verdi, secondo un rapporto indicativo di un metro quadrato costruito per ogni metro quadrato di suolo. L'impianto richiama i modelli biologici e le coeve ricerche sull'«habitat», traducendo tali riferimenti in una configurazione di forte autonomia formale e territoriale. La qualità architettonica deriva dalla stretta integrazione fra figura urbana, struttura e involucro industrializzato.

Il sistema portante adotta, per la prima volta in Svizzera a questa scala, la tecnica dei casseri tunnel: setti trasversali e solai pieni in calcestruzzo armato, spessi circa 14-16 cm, sono gettati simultaneamente mediante casseforme metalliche riutilizzabili secondo un modulo regolare di 3,90 m. Le fondazioni superficiali, costituite da plinti e travi di collegamento, si impostano sulla morena glaciale stabile; setti in calcestruzzo armato contengono autorimesse e piani interrati, mentre rampe prefabbricate sono integrate nei nuclei della circolazione verticale.

La ripetizione modulare consente rapidità esecutiva, uniformità strutturale e coordinamento delle reti impiantistiche, con canalizzazioni elettriche incorporate nei getti. Al nucleo massivo si associa una facciata continua prefabbricata di circa 125.000 m², composta da pannelli a tutta altezza di 2,80 × 2,40 m o 2,80 × 1,80 m.

Ogni modulo combina un telaio interno in legno di pino, destinato al sostegno dei vetri e al controllo termico, con una pelle esterna in alluminio, resistente agli agenti atmosferici e responsabile della continuità figurativa. Parti trasparenti e tamponamenti opachi in vetro temprato, originariamente isolati con materiale minerale, si alternano secondo una scan-



Figura 1
Vista aerea del complesso durante il cantiere, 1969.



Figura 2
Vista del parco con bambini che giocano, fotografia storica.

sione ritmica che modula luce, ombra e riflessi lungo il fronte. Le logge riprendono il medesimo principio mediante pannelli stratificati in lamiera di alluminio, isolante rigido e lastra di gesso. Le partizioni interne non portanti sono realizzate in blocchi prefabbricati di gesso o in lastre su struttura lignea; i solai sopra i percorsi comuni sono isolati con pannelli in fibra di legno. Per le coperture piane sono adottate membrane bituminose multistrato, isolante e ghiaia di zavorra, con lucernari a cupola in materiale acrilico sopra cavedi e vani scala.

L'impianto termico originario è centralizzato e alimentato dalla rete di teleriscaldamento, con distribuzione idronica radiante a pavimento. L'orientamento nord-sud, gli alloggi a doppio affaccio, la ventilazione trasversale e l'ampio apporto di luce naturale integrano strategie passive nella logica generale del progetto.

La Cité du Lignon dimostra così come la standardizzazione industriale possa produrre non soltanto efficienza costruttiva, ma anche qualità spaziale, riconoscibilità e continuità fra abitare e natura. La scala eccezionale non genera un'immagine monolitica: l'andamento spezzato, le variazioni di altezza e la trama dei pannelli conferiscono plasticità al volume.

Tutelato dal Plan de Site del 2009, il complesso è un riferimento fondamentale per l'abitare collettivo e la conservazione del moderno in Europa.

Interventi precedenti

Prima del vincolo del 2009, la manutenzione era frammentaria. Proprietari ed enti di gestione avevano modificato l'involucro senza autorizzazione, soprattutto sostituendo i serramenti originari in pino e alluminio con elementi in PVC bianco. Gli interventi alteravano l'unità visiva della facciata lunga oltre un chilometro e ignoravano le specificità tecniche della facciata continua scatolare originaria.

Condizioni generali di conservazione prima del restauro

Nel 2008 l'involucro mostrava una marcata obsolescenza tecnica e un diffuso affaticamento dei materiali. La facciata continua originaria presentava scarsa tenuta all'aria e all'acqua, causata dal degrado delle sigillature e dall'assenza di giunti moderni. Le prestazioni termiche erano insufficienti e determinavano consumi non conformi ai requisiti svizzeri SIA 380/1. La struttura principale in calcestruzzo armato restava tuttavia integra e la coerenza architettonica ancora leggibile benché minacciata dalle modifiche non autorizzate in PVC e dal progressivo degrado dei materiali dell'involucro.

Pressioni ambientali o climatiche specifiche

Il complesso doveva adeguarsi alla normativa energetica svizzera, che imponeva una drastica riduzione del fabbisogno di riscaldamento. L'ampia superficie vetrata accentuava dispersioni invernali e guadagni solari estivi; era così necessario un intervento specialistico capace di conciliare la tutela del patrimonio con elevate prestazioni ambientali.

Figura 3
Vista aerea del complesso, 2012.



NUOVO INTERVENTO

2008 - in corso
EPFL-TSAM (Franz Graf, Giulia Marino – ricerca scientifica, diagnostica e linee guida di restauro), Jaccaud & Spicher Architectes Associés (progettazione architettonica, esecutiva e direzione lavori)

Il restauro della Cité du Lignon, coordinato dal laboratorio TSAM dell'EPFL, costituisce un caso pionieristico di «restauro silenzioso», che concilia la tutela di un complesso residenziale moderno ad alta densità con le esigenze contemporanee di riduzione dei consumi.

Il processo progettuale, avviato nel 2008, si è sviluppato come ricerca multidisciplinare fondata sull'analisi dell'edificio e sulla verifica sperimentale. Analisi storiche, rilievi dalla scala 1:50 fino al dettaglio in scala 1:5 e ricognizioni degli interventi non autorizzati hanno permesso di identificare materiali, componenti, varianti costruttive e criticità dell'involucro.

La diagnosi energetica, elaborata mediante il modello EnerCad e confrontata con i requisiti della norma SIA 380/1, ha quantificato dispersioni, ponti termici, carenze di tenuta all'aria e degrado dell'isolamento. La fase decisionale ha adottato una matrice multicriterio per confrontare quattro scenari, denominati Opzioni A, B, C e D, valutati in rapporto al valore patrimoniale, alla fattibilità tecnica, ai costi e al risparmio energetico conseguibile.

Un passaggio determinante è stato la realizzazione di prototipi in scala reale direttamente sull'edificio 49, per verificare modalità di posa, tempi di cantiere, prestazioni e compatibilità degli interventi con la permanenza degli abitanti. Gli esiti delle sperimentazioni hanno condotto alla scelta dell'Opzione C, una riqualificazione conservativa dell'involucro volta a ridurre i consumi di circa il 70% senza modificare l'immagine esterna del complesso. I prototipi hanno inoltre trasformato le incertezze tecniche in evidenze condivise, permettendo di valutare congiuntamente le esigenze di tutela, i costi e i vincoli di cantiere.

L'intervento conserva la pelle originaria della facciata continua, mantenendo i profili in alluminio e le lastre vetrate esterne per salvaguardare la continuità visiva del fronte lungo oltre un chilometro. Le lastre interne sono aggiornate aggiungendo nuovi elementi lignei ai telai esistenti, complanari ai profili storici e non percepibili dall'esterno.

I vetri semplici sono sostituiti con vetrocamere isolanti 4/20/4 ad alte prestazioni, con trasmittanza $U \leq 1{,}1$ W/m²K, lastra esterna temperata e distanziatore ACS. Nei pannelli opachi, l'isolamento minerale originario è rimpiazzato da materiali più efficienti, fra cui la schiuma rigida poliuretanica, incrementando sensibilmente la resistenza termica.

Nuove guarnizioni in EPDM e sigillature supplementari migliorano la tenuta all'aria e all'acqua; componenti funzionali, quali le manovelle delle veneziane, sono conservati o riprodotti



Figura 4
Vista della piazza tra le torri, 2012.

sulla base dei modelli originari, preservando l'esperienza d'uso e l'integrità materiale. Il lavoro coordinato dal laboratorio TSAM ha prodotto anche un repertorio di soluzioni e indicazioni operative, collegato agli strumenti di tutela del complesso. Questo riferimento comune permette ai diversi proprietari di programmare gli interventi secondo le proprie possibilità economiche, mantenendo coerenti le trasformazioni delle facciate. L'adozione delle soluzioni già concordate con le autorità competenti facilita inoltre le procedure autorizzative.

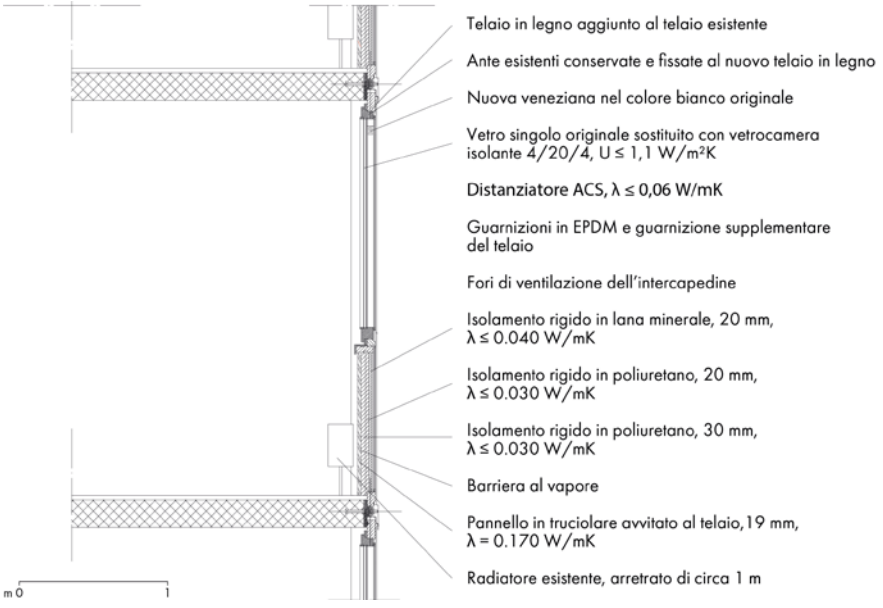


Figura 5
Sezione di dettaglio delle facciate dei piani tipo.

Obiettivo dell'intervento sull'involucro
Lo scopo prioritario è ridurre del 70% i consumi, preservando rigorosamente l'identità materica originaria e l'aspetto della facciata continua di 125.000 m², nel pieno rispetto della norma SIA 380/1.

Estensione dell'intervento sull'involucro
Restauro integrale di oltre 100.000 m² di involucro, comprendente blocchi lineari, torri, percorsi e atri al piano terra, eseguito con il complesso pienamente abitato durante tutte le fasi dei lavori.

Soluzioni adottate per l'involucro
È stata adottata l'Opzione C: la pelle in alluminio e i telai esterni sono stati conservati e puliti. Un nuovo telaio ligneo interno ospita vetrocamera 4/20/4 ad alte prestazioni (U≤1,1 W/m²K); i pannelli opachi sono integrati con 20-30 mm di schiuma rigida poliuretanica. Guarnizioni in EPDM e distanziatori ACS migliorano la tenuta all'aria. Le soluzioni su misura, invisibili dall'esterno, preservano l'estetica del "restauro silenzioso". Evitando prodotti standard, l'intervento rispetta la logica industriale del 1963, la normativa energetica svizzera e i criteri di tutela del complesso.

Altri interventi
I vani scala e gli atri sono stati riqualificati, ripristinando la pietra di Trani e le cromie del 1963. Sono stati installati nuovi apparecchi illuminanti e porte EI60. Gli atri d'ingresso, separati termicamente, sono divenuti «zone fredde», riducendo il volume riscaldato. I radiatori idronici sono stati spostati di 100 mm per accogliere i nuovi serramenti; i cavedi della ventilazione e dell'impianto elettrico sono stati ammodernati. Gli interventi sono codificati nel «repertoire ad operandum», che orienta la manutenzione futura e tutela a lungo l'unità architettonica e tecnica del complesso.

Consumi pre-intervento
~ 132 kWh/m² anno

Consumi post-intervento
~ 40 kWh/m² anno

Certificazioni - premi
Standard Minergie (obiettivo).

Quadro conoscitivo, metodo e tracciabilità
Il progetto deriva da un percorso multidisciplinare fondato su ricerca storica, rilievo dell'involucro, diagnosi e simulazioni energetiche. Sono stati confrontati quattro scenari secondo criteri conservativi, tecnici ed economici e verificati mediante prototipi in scala reale. Le soluzioni approvate sono confluite in un repertorio operativo allegato al piano di tutela, che assicura tracciabilità e coerenza nei successivi interventi.

Adeguatezza tecnica e compatibilità delle soluzioni adottate
La soluzione adottata conserva la pelle esterna in alluminio e interviene prevalentemente sul lato interno con nuovi telai lignei, vetrocamere, guarnizioni e isolamento dei pannelli opachi. Le componenti sono state sviluppate su misura e verificate mediante simulazioni e prototipi in condizioni reali, evitando serramenti standard incompatibili. L'intervento migliora tenuta e prestazioni termiche senza modificare la continuità percettiva delle facciate.

Grado di reversibilità
L'intervento limita le trasformazioni alla parte interna dei moduli e conserva la pelle esterna in alluminio. Nuovi telai, guarnizioni e alcuni componenti sono fissati con sistemi sostituibili, favorendo manutenzione e aggiornamento futuro. La reversibilità non è tuttavia completa, poiché le vetrate originarie, gli isolanti dei pannelli opachi, le impermeabilizzazioni di copertura e alcuni lucernari sono sostituiti, con modifiche permanenti alla stratigrafia dell'involucro.

Impatto sull'assetto formale e spaziale
Gli interventi risultano sostanzialmente invisibili dall'esterno e mantengono la continuità della facciata, il ritmo modulare dei pannelli, l'alternanza tra parti trasparenti e opache e la sottile scansione dei profili in alluminio. Le trasformazioni sono concentrate negli strati interni dell'involucro e non modificano la configurazione volumetrica o spaziale del complesso. L'applicazione di soluzioni unitarie consente inoltre di recuperare progressivamente la coerenza delle facciate, alterata da precedenti sostituzioni puntuali con serramenti in PVC.

Grado di conservazione degli elementi architettonici originari
Le sostituzioni riguardano soprattutto vetri, guarnizioni, isolanti interni e componenti degradati o prestazionalmente inadeguati; i nuovi elementi sono integrati sul lato interno e non alterano la pelle esterna. Prevale quindi la conservazione degli elementi che definiscono l'identità architettonica dell'involucro.



Figura 6
Vista della facciata del blocco principale, 2012.

KLEIBURG

Paesi Bassi, Olanda Settentrionale, Amsterdam

PROGETTO ORIGINARIO

1965 - 1971
Fop Ottenhof, Siegfried Nassuth (piano urbanistico generale)

Il complesso residenziale Kleiburg, progettato dall'architetto Fop Ottenhof e completato nel 1971, costituisce uno degli esempi più imponenti e radicali del quartiere Bijlmermeer di Amsterdam, sviluppato da Siegfried Nassuth. Inserito in un ambizioso piano urbanistico ispirato ai principi modernisti della Carta di Atene e alle ricerche condotte nell'ambito dei CIAM, l'edificio incarna l'ideale della «città-giardino verticale». Kleiburg è concepito come una megastruttura: un blocco lineare che segue un andamento a zig-zag assimilabile a un nido d'ape e si estende per 400 m. L'edificio comprende undici piani, costituiti da un basamento al livello terreno e dieci livelli residenziali. Il blocco si inserisce in un esteso sistema di parchi organizzato secondo una maglia esagonale, articolato da specchi d'acqua e percorsi pedonali che completano il paesaggio urbano modernista.

L'organizzazione originaria era fondata su una rigida separazione funzionale dei flussi. Percorsi pedonali sopraelevati, le cosiddette «strade nel cielo», poste al primo piano, erano collegate ai parcheggi multipiano, mantenendo le automobili separate dal livello del parco. Questa configurazione relegava il piano terreno a una zona prevalentemente di servizio, frammentata da numerosi sottopassi pedonali. Il basamento era inoltre occupato quasi interamente da 500 locali di deposito individuali, uno per ciascun alloggio. Ne derivava una «zona morta» alla base del complesso, priva di vitalità sociale e visivamente impermeabile rispetto al contesto circostante. Le 500 unità abitative erano suddivise in quattro tipologie principali, comprendenti da due a cinque vani, e organizzate secondo alloggi passanti. Ogni unità si sviluppava per l'intera profondità di 10,40 m della soletta. La soluzione consentiva di garantire la ventilazione trasversale naturale e di massimizzare l'apporto di luce diurna proveniente sia dal lato delle gallerie distributive sia da quello dei balconi.

Sotto il profilo espressivo, Kleiburg presentava un netto carattere brutalista, definito dalla massiccia ossatura portante lasciata in vista e dai parapetti delle gallerie realizzati con pannelli prefabbricati in calcestruzzo a inerte esposto. La struttura portante è costituita da un'ossatura di pannelli prefabbricati in calcestruzzo armato e pareti trasversali portanti, disposti secondo una griglia modulare costante. La profondità strutturale di 10,40 m coincide con



Figura 1
Fotografia storica dell'edificio da sud-ovest.



Figura 2
Vista aerea del complesso da nord-est, 1973.

quella degli alloggi, stabilendo una corrispondenza diretta tra organizzazione spaziale e logica costruttiva.

Le fondazioni sono del tipo PAL e impiegano pali in calcestruzzo armato infissi fino allo strato di sabbia stabilizzata caratteristico dei territori di polder di Amsterdam. Gli orizzontamenti sono costituiti da solette in calcestruzzo armato dello spessore standard di circa 14 cm. L'involucro originario comprendeva pareti esterne verticali in pannelli prefabbricati di calcestruzzo a inerte esposto, che rafforzavano la specifica materialità brutalista dell'edificio. Le finestre esterne, a sviluppo verticale, erano dotate di serramenti in legno massello di elevata qualità, originariamente verniciati di bianco. La copertura piana era costituita da una soletta strutturale, uno strato di pannelli isolanti alveolari spesso 8 cm e una membrana bituminosa di impermeabilizzazione. Le partizioni esterne, come i divisori tra i balconi, erano costituite da telai in acciaio zincato con tamponamenti in vetro retinato. Gli impianti termici erano centralizzati e collegati alla rete comunale di teleriscaldamento; il riscaldamento e l'acqua calda sanitaria erano distribuiti mediante montanti verticali collocati nei nuclei di servizio fissi. Anche l'impianto elettrico seguiva una distribuzione verticale centralizzata all'interno degli stessi cavedi tecnici.

Interventi precedenti

Negli anni Ottanta furono aggiunte alla facciata tre torri esterne per gli ascensori per compensare l'insufficienza degli impianti originari, interrompendo la continuità orizzontale dell'edificio. Negli anni Novanta la ristrutturazione urbana del Bijlmermeer comportò la rimozione delle strade sopraelevate e rese obsoleta la «strada interna» del primo piano, collegata ai parcheggi multipiano. La demolizione di numerosi blocchi circostanti isolò Kleiburg dal tessuto originario.

Condizioni generali di conservazione prima del restauro

Prima della riqualificazione del 2011 l'edificio versava in condizioni di grave degrado e abbandono ed era rimasto vuoto per diversi anni dopo l'evacuazione ufficiale. Era già destinato alla demolizione e i relativi permessi erano stati rilasciati. Kleiburg costituiva l'ultimo elemento superstite di un sistema urbano in gran parte smantellato attraverso l'eliminazione delle passerelle sopraelevate e dei vicini blocchi a nido d'ape. Le superfici in calcestruzzo erano coperte da strati di pittura scrostata e il piano terreno appariva come una «zona morta» buia, insalubre e impenetrabile.

Pressioni ambientali o climatiche specifiche

L'edificio sorge in un'area di polder a quota –2,70 m rispetto al livello NAP. Tale condizione ha richiesto fondazioni profonde su pali spinte fino allo strato sabbioso portante, ed espone la megastruttura a sollecitazioni climatiche costanti e a intense correnti di vento tipiche dei polder aperti, con effetti sulla manutenzione dell'involucro.

Figura 3
Vista dell'edificio dalla metropolitana.



NUOVO INTERVENTO

2011 - 2016
NL Architects & XVW architectuur

L'intervento DeFlat, realizzato tra il 2011 e il 2016, ha trasformato Kleiburg da edificio degradato e prossimo alla demolizione in una comunità residenziale vitale, attraverso una strategia di «sublimazione» anziché di alterazione radicale. NL Architects e XVW architectuur hanno introdotto l'innovativo modello immobiliare della «klusflat», o abitazione fai-da-te, trasferendo ai futuri proprietari la responsabilità delle finiture e dell'allestimento interno. I progettisti hanno concentrato le risorse sugli elementi collettivi – struttura principale, ascensori, gallerie e impianti centralizzati – consegnando i 500 appartamenti come unità vuote e al grezzo. La scelta ha ridotto l'investimento iniziale e consentito una flessibilità tipologica inedita: gli acquirenti potevano acquistare più moduli e unirli in senso orizzontale o verticale. Uno dei principali obiettivi architettonici era l'«attivazione» del piano terreno. La «zona morta» dei depositi originari, buia e visivamente impermeabile, è stata eliminata trasferendo i 500 locali di deposito individuali ai piani residenziali superiori, sacrificando un alloggio per ciascun braccio dell'edificio a ogni livello. L'operazione ha liberato l'intera base, lunga 400 m, che è stata rifunzionalizzata mediante unità casa-lavoro, spazi commerciali e servizi sociali. I sottopassi pedonali sono stati accorpati in un numero minore di varchi più ampi e scenografici, stabilendo una relazione più generosa tra l'edificio e il parco circostante.

L'espressione brutalista delle facciate è stata recuperata mediante un accurato processo di sabbiatura, secondo la filosofia «Beauty in the Beast». Nel corso dei decenni il calcestruzzo era stato nascosto da strati di pittura scrostata; la loro rimozione ha riportato in vista la tessitura di elevata qualità a inerte esposto dei pannelli prefabbricati, trattata dai progettisti con la stessa dignità della pietra naturale. I serramenti originari in legno massello sono stati conservati, ridipinti e dotati di vetrocamera ad alte prestazioni. Sul lato delle gallerie, i pannelli opachi sono stati sostituiti con vetrocamera. Per mantenere l'unità architettonica e consentire forme di espressione personale, i progettisti hanno messo a disposizione dei residenti un «Lego set» di moduli di facciata standardizzati. Le opzioni comprendevano porte scorrevoli, porte a due ante e ingressi arretrati, creando lungo le gallerie un'interfaccia varia ma armoniosa. Le torri esterne degli ascensori, aggiunte negli anni Ottanta e caratterizzate da una verticalità estranea al complesso, sono state rimosse; i nuovi sistemi di elevazione sono stati reintegrati nei nuclei strutturali originari. La conservazione della massiccia ossatura in calcestruzzo e del carbonio incorporato in essa rende il progetto un riferimento per il riuso



Figura 4
Vista dell'edificio da nord-est.

sostenibile. L'intervento ha conciliato la scala monumentale dell'edificio con la domanda contemporanea di varietà domestica e ha ottenuto nel 2017 il Premio dell'Unione europea per l'architettura contemporanea – Mies van der Rohe Award.

In assenza, all'avvio del progetto, di un vincolo formale di tutela, il gruppo ha condotto un rilievo dettagliato del sistema prefabbricato Interoam per verificare la fattibilità delle modifiche strutturali. Le indagini tecniche si sono concentrate sulla distribuzione delle armature nei pannelli portanti, così da rendere possibili i collegamenti orizzontali e verticali tra gli alloggi.

La distribuzione irregolare dei pali delle fondazioni PAL originarie ha costituito un ulteriore vincolo significativo. I nuovi pilastri del piano terreno sono stati pertanto allineati ai pali esistenti, anziché essere disposti secondo una griglia regolare. La diagnosi energetica ha privilegiato la riduzione dei consumi attraverso il miglioramento dell'involucro e, in particolare, la sostituzione dei pannelli originari a vetro singolo sul lato delle gallerie con vetrocamera ad alte prestazioni.

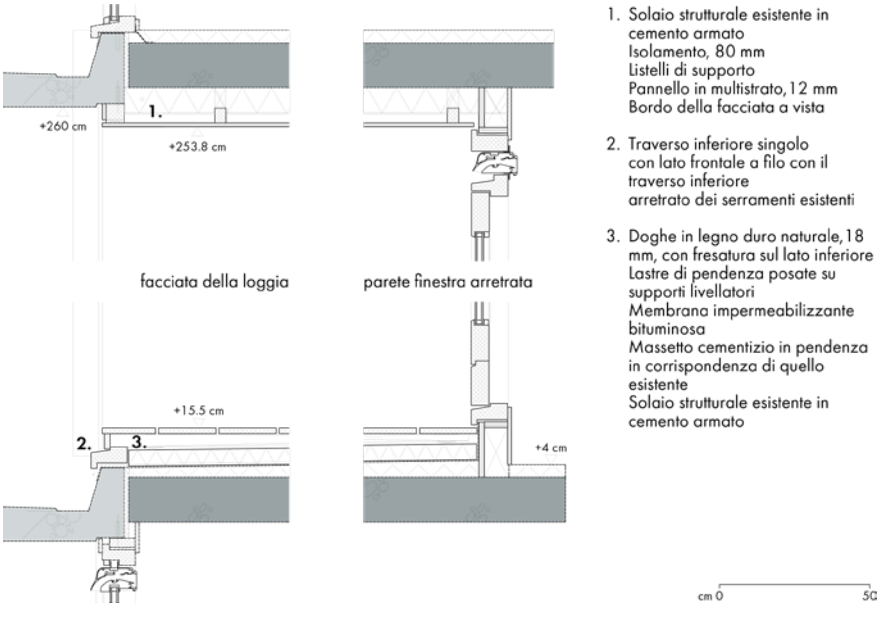


Figura 5
Sezioni di dettaglio della facciata della loggia e del serramento arretrato.

Obiettivo dell'intervento sull'involucro

Sublimare l'ossatura brutalista mediante sabbiatura, migliorare le prestazioni termiche con nuove vetrature e valorizzare l'identità individuale con una facciata modulare concepita come un "Lego set".

Estensione dell'intervento sull'involucro

L'intervento ha interessato l'intera facciata di 400 m con sabbiatura dei pannelli prefabbricati, ridipintura dei serramenti lignei e sostituzione delle vetrate, nel rispetto del tessuto preesistente.

Soluzioni adottate per l'involucro

La sabbiatura ha rimosso decenni di pittura dai pannelli prefabbricati in calcestruzzo, riportando in vista l'aggregato originario. I pannelli opachi delle gallerie sono stati sostituiti con vetrocamera ad alte prestazioni, migliorando il comfort termico e la trasparenza visiva. Per i residenti è stato sviluppato un «Lego set» di moduli finestra standardizzati, con porte scorrevoli e a libro. I telai originari in legno massello sono stati accuratamente sverniciati e ridipinti. Ampie superfici vetrate al piano terreno racchiudono nuove unità casa-lavoro e spazi sociali nel basamento riattivato.

Altri interventi

Il piano terra, liberato dai depositi, ospita oggi negozi, uffici e alloggi vetrati aperti verso il parco. Le tre torri esterne degli ascensori aggiunte negli anni Ottanta sono state rimosse per ripristinare la continuità orizzontale integrando i nuovi ascensori nei nuclei esistenti. Aperture strutturali nelle pareti trasversali portanti consentono l'unione di più moduli. I sottopassi pedonali sono stati raggruppati in varchi più ampi e scenografici. Alle gallerie sono aggiunti corrimano continui in legno; i cavedi tecnici verticali centralizzati per riscaldamento ed elettricità sono stati rinnovati.

Certificazioni - premi

European Union Prize for Contemporary Architecture – Mies van der Rohe Award 2017; Dutch Design Award 2017; Architizer A+ Award 2017; De Gouden Amsterdam Architecture Prize 2017.

Quadro conoscitivo, metodo e tracciabilità

Il progetto è fondato sul rilievo del sistema prefabbricato, sulla verifica delle strutture e sull'analisi delle condizioni dell'involucro e degli impianti. Le indagini sulla disposizione delle armature e sulle fondazioni hanno orientato le aperture nelle pareti portanti e la trasformazione del piano terreno. Le scelte risultano motivate rispetto alla fattibilità tecnica ed economica dell'intervento, mentre il riconoscimento e la gerarchizzazione dei valori architettonici emergono soprattutto dalle soluzioni adottate.

Adeguatezza tecnica e compatibilità delle soluzioni adottate

Le soluzioni sono calibrate sul sistema costruttivo prefabbricato e sul carattere dell'edificio. La sabbiatura ha rimosso le pitture degradate, riportando in vista la finitura degli elementi in calcestruzzo, mentre i telai lignei preesistenti sono stati restaurati e ridipinti. La sostituzione dei pannelli opachi delle gallerie con vetri isolanti migliora le prestazioni termiche e la trasparenza dell'involucro. Le nuove aperture del basamento sono inserite nel reticolo strutturale esistente.

Grado di reversibilità

La reversibilità è limitata dalla sabbiatura estesa delle superfici in calcestruzzo, dalla sostituzione dei pannelli delle gallerie e dalla realizzazione di nuove chiusure vetrate al piano terreno. La rimozione delle torri degli ascensori aggiunte negli anni Ottanta e le aperture praticate nelle pareti portanti producono trasformazioni permanenti. La flessibilità degli alloggi e la sostituibilità dei moduli di serramento favoriscono futuri adattamenti, ma non compensano l'estensione delle modifiche apportate.

Impatto sull'assetto formale e spaziale

La struttura a sviluppo lineare, la continuità delle gallerie e il ritmo degli elementi prefabbricati restano riconoscibili. La rimozione delle torri degli ascensori aggiunte successivamente recupera l'andamento orizzontale dei prospetti. L'impatto è tuttavia percepibile nella sostituzione dei pannelli opachi con superfici vetrate, nella varietà dei nuovi serramenti e nella trasformazione del basamento, reso più aperto mediante nuovi ingressi, spazi di lavoro e abitazioni su due livelli.

Grado di conservazione degli elementi architettonici originari

L'intervento conserva la struttura prefabbricata in calcestruzzo, le gallerie, i parapetti e i telai lignei recuperabili, mantenendo la configurazione generale del grande edificio residenziale. La conservazione dell'involucro è però selettiva: i pannelli opachi delle gallerie sono sostituiti con vetrate, il piano terreno è ampiamente riconfigurato e le partizioni interne non portanti vengono rimosse. Prevale quindi la conservazione della struttura e dell'assetto complessivo rispetto a quella dei singoli componenti.





Figura 6
Vista del basamento "riattivato", con nuove aperture e spazi al piano terra.

Figura 7
Vista del ballatoio e dei nuovi serramenti degli alloggi.

PARK HILL

Regno Unito, Inghilterra, Sheffield

1955 - 1961
Jack Ivor Smith, Jack Lynn, Frederick Nicklin

Park Hill costituisce uno degli esempi più iconici e ambiziosi di edilizia residenziale collettiva brutalista del secondo dopoguerra nel Regno Unito.

Commissionato dallo Sheffield City Council, il complesso fu progettato tra il 1955 e il 1957 da Jack Lynn e Ivor Smith, con Frederick Nicklin, sotto il coordinamento dell'architetto comunale J.L. Womersley, e completato nel 1961. L'intervento nacque come risposta radicale all'urgente domanda di abitazioni sociali ad alta densità conseguente alla demolizione degli insediamenti degradati di metà secolo.

Sul piano teorico, il progetto risente fortemente del concetto smithsoniano delle «streets in the sky» e dell'Unité d'Habitation di Le Corbusier, con l'intento di trasferire in una forma urbana verticale le relazioni di vicinato proprie delle strade tradizionali.

Il carattere più riconoscibile dell'insediamento è l'enorme scala e la planimetria sinuosa, composta da cinque blocchi interconnessi che seguono la ripida topografia naturale. Per assecondare la pendenza, i progettisti mantennero una linea di copertura continua e orizzontale lungo l'intero complesso. Di conseguenza, l'altezza cresce da quattro piani all'estremità meridionale fino a tredici piani nel settore settentrionale, affacciato sul centro urbano e sulla stazione ferroviaria. Tale scelta amplia progressivamente gli spazi aperti tra i corpi al crescere dell'altezza, favorendo l'ingresso di luce solare e aria e garantendo viste panoramiche agli abitanti. Le facciate sono definite dalla griglia strutturale in calcestruzzo armato a vista, il cosiddetto «H-frame», che costituisce la principale firma visiva dell'opera. Entro il telaio, i prospetti sono articolati da tamponamenti non portanti in laterizio pieno, originariamente selezionati in quattro tonalità - viola, terracotta, rosso chiaro e crema - disposte in relazione alla distribuzione interna degli alloggi, così da introdurre calore e variazione sulla grande superficie.

L'accesso alle abitazioni avviene ogni tre livelli attraverso ampie gallerie in calcestruzzo a sbalzo, le «strade nel cielo». I percorsi, larghi circa 3 m, erano dimensionati anche per il passaggio dei piccoli veicoli per la consegna del latte e pensati come corti comuni, capaci di favorire incontri spontanei. Il sistema tecnologico di Park Hill è organizzato attorno alla robusta struttura a telai ad H in calcestruzzo armato gettato in opera. L'ossatura, lasciata



Figura 1
Vista aerea del complesso, 1960.



Figura 2
Vista delle tipiche «streets in the sky», 1961.

a vista, svolge la funzione portante primaria, definisce la griglia modulare che consente differenti configurazioni degli alloggi e determina l'espressione architettonica dell'insieme.

Le fondazioni sono dimensionate per i rilevanti carichi sul sito in pendenza e comprendono il consolidamento geotecnico di antiche cavità minerarie sotto alcuni blocchi mediante iniezioni di malta. Le facciate impiegano tamponamenti non strutturali in laterizio pieno.

Il sistema di copertura è costituito da solette piane in calcestruzzo armato integrate nella struttura e mantenute a quota orizzontale costante. Sulle coperture trovavano posto 38 alloggi attico e vaste terrazze-giardino pubbliche con pavimentazioni, terreno vegetale e attrezzature per il gioco, fra cui sabbiere.

I serramenti originari erano in legno verniciato di bianco, spesso a tutta altezza, collocati nei profondi imbotti della griglia in calcestruzzo, che fornivano ombreggiamento naturale. Le partizioni interne combinavano murature e blocchi di calcestruzzo, in conformità ai requisiti acustici e antincendio dell'epoca. Un elemento pionieristico era il sistema di smaltimento Garchey, una tecnologia di gestione dei rifiuti ad acqua integrata nei lavelli delle cucine.

Interventi precedenti

Dopo una fase di grave declino, il primo intervento fu la demolizione, nel 1990, del Block B a Hyde Park. Nel 1991 i blocchi superstiti furono riqualificati come villaggio degli atleti per i World Student Games. La rigenerazione complessiva in più fasi, promossa da Urban Splash, iniziò nel 2007. La fase 1 (2007–2016), progettata da Hawkins/Brown e Studio Egret West, ridusse la struttura al telaio ad H e sostituì i laterizi originari con vivaci pannelli multicolori in alluminio anodizzato, ridefinendo radicalmente l'identità del complesso per il nuovo mercato residenziale privato.

Condizioni generali di conservazione prima del restauro

Alla fine degli anni Novanta, Park Hill versava in condizioni di avanzato degrado fisico e sociale. Decenni di scarsi investimenti avevano trasformato il complesso in un «sink estate», associato a criminalità e vandalismo. Il telaio ad H in calcestruzzo presentava forte carbonatazione e infiltrazioni, mentre i serramenti lignei originari erano inefficienti e marcescenti. I laterizi erano anneriti dall'inquinamento industriale e le gallerie comuni percepite come insicure. Molti alloggi e spazi commerciali erano chiusi, lasciando il complesso in gran parte abbandonato prima del vincolo del 1998.

Pressioni ambientali o climatiche specifiche

La forte pendenza del sito e la presenza di precedenti attività estrattive hanno richiesto complesse opere geotecniche e il consolidamento delle cavità minerarie. L'insediamento è stato collocato sul lato sottovento rispetto alla zona industriale della Don Valley, allo scopo di limitare l'esposizione ai fumi. La megastruttura in calcestruzzo a vista era tuttavia sottoposta a condizioni climatiche severe, aggravate dalla presenza di estesi ponti termici e dal rischio di infiltrazioni di umidità attraverso l'involucro.

Figura 3
Vista del complesso dalla città.



NUOVO INTERVENTO

2015 - 2022
Mikhail Riches (capogruppo), Austin-Smith:Lord (progettazione paesaggistica)

Park Hill Phase 2 costituisce il secondo capitolo della monumentale rigenerazione della maggiore struttura vincolata d'Europa, icona brutalista classificata Grade II*.

Dopo la prima fase del 2007-2016, che aveva ridotto i blocchi al telaio in calcestruzzo «H-frame» e sostituito i laterizi originari con vivaci pannelli in alluminio, il nuovo intervento condotto da Mikhail Riches tra il 2018 e il 2022 adotta una rigorosa filosofia «light-touch».

Se la prima fase perseguiva un radicale rebranding per modificare la percezione pubblica, la seconda opera come «archeologia culturale» e mira a recuperare con fedeltà l'integrità materica dell'edificio. L'intervento interessa la porzione centrale dell'impianto sinuoso e realizza 195 alloggi destinati alla vendita e alla locazione, insieme a 2.500 m² di spazi commerciali. Il progetto concilia lo statuto storico del complesso con gli standard abitativi contemporanei. Un gesto centrale è la conservazione e pulitura dei laterizi degli anni Cinquanta, che restituisce le tonalità viola, terracotta e crema.

L'approccio differisce dalla fase 3, Béton House, destinata a residenza studentesca, e dalla futura fase 4. Le distribuzioni interne sono riconfigurate eliminando i monolocali problematici e introducendo tipologie combinabili. Tutte le unità dispongono di zone giorno open space orientate verso le viste panoramiche su Sheffield e mantengono il doppio affaccio, favorevole alla ventilazione trasversale. Le «strade nel cielo» sono riattivate e, diversamente dalle gallerie ristrette della fase 1, conservano la larghezza originaria di 10 piedi (circa 305 cm) sostenendo le relazioni di vicinato. Piccoli pannelli vetrati accanto agli ingressi e soglie decorate che si estendono nel percorso comune rafforzano sicurezza e identità.

Il piano terreno, prima occupato da locali tecnici ciechi, diviene un'interfaccia urbana attiva con una nuova hall vetrata a doppia altezza e attività commerciali, ristoranti e bar rivolti verso il centro. Il fronte accogliente sostituisce l'immagine di area inaccessibile.

Lo studio di paesaggio Austin-Smith:Lord tratta la forte pendenza mediante corti, prati fioriti e percorsi pedonali. Sul piano tecnico, il grande ponte termico costituito dal telaio non isolato è affrontato con isolamento interno ad alte prestazioni, che mantiene il calcestruzzo visibile all'esterno e soddisfa le esigenze di tutela, consentendo al contempo il passaggio a un sistema energetico interamente elettrico. L'efficienza dell'involucro e i controllati accenti cromatici degli imbotti dimostrano come l'edilizia brutalista di massa possa essere umanizzata senza cancellarne la scala eroica.



Figura 4
Vista del fronte residenziale attraverso la sistemazione paesaggistica.

Il processo progettuale della fase 2 ha avuto inizio nel 2015 con un concorso promosso da Urban Splash, durante il quale gli architetti sono stati invitati ad abitare per due settimane nei blocchi dismessi. L'osservazione immersiva, storica e fisica, ha consentito di riconoscere tracce dell'uso precedente, come i colori dei balconi e i motivi dei pavimenti in linoleum, che hanno informato la strategia «light-touch». Il quadro conoscitivo è stato integrato dai rilievi del telaio in calcestruzzo e dei laterizi originari.

La diagnosi energetica, sviluppata da Greengauge, si è avvalsa di modellazioni termiche avanzate per individuare le parti maggiormente disperdenti, in particolare gli imbotti dei balconi. Le analisi sono state accompagnate da verifiche del rischio igrotermico delle pareti esterne, così da ottimizzare l'isolamento interno e contenere l'umidità. Il processo decisionale ha abbandonato la sostituzione radicale della fase 1 in favore di un approccio conservativo, scegliendo di pulire le murature anziché sovrarivestirle. Nel complesso, il progetto coniuga continuità materica e trasformazione funzionale, rendendo tracciabili le scelte progettuali e preservando i caratteri architettonici rilevanti.

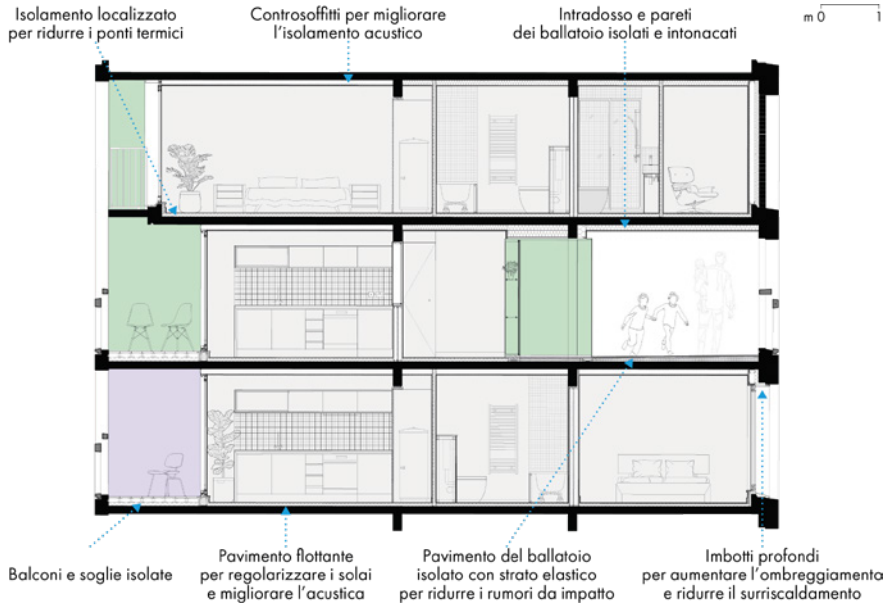


Figura 5
Sezione trasversale con interventi termo-acustici.

Obiettivo dell'intervento sull'involucro
Adeguare le prestazioni termiche e acustiche agli standard attuali, restaurando fedelmente il bene tutelato Grade II*.

Estensione dell'intervento sull'involucro
Isolamento termico interno completo di tutti gli alloggi, pulitura di tutte le facciate in muratura e sostituzione dei serramenti nella porzione centrale e sinuosa del complesso, dal livello 5 al 13.

Soluzioni adottate per l'involucro
L'isolamento interno è applicato a tutte le superfici per ridurre i ponti termici del telaio ad H. I laterizi originari sono puliti e conservati. Serramenti metallici scuri, minimali e ad alte prestazioni sostituiscono quelli lignei. Pannelli intonacati, colorati e isolanti rivestono imbotti e intradossi dei balconi nei punti disperdenti rilevati con termografia. Isolamento a spessore variabile su balconi e coperture; solai controterra e intradossi delle «strade» con isolamento ad alte prestazioni. È inoltre potenziata la tenuta all'aria.

Altri interventi
Le 37 tipologie sono riconfigurate in 195 alloggi, accorpando i monolocali in open space. Il teleriscaldamento è dismesso a favore di un sistema interamente elettrico alimentato dalla rete. Sono installati sprinkler residenziali. Ai piani inferiori, una hall vetrata a doppia altezza e 2.500 m² di spazi commerciali attivano il basamento. Le «strade nel cielo» recuperano la larghezza originaria; soglie decorate e pannelli vetrati accanto alle porte migliorano sicurezza e identità.

Carbonio operativo pre-intervento
151 $kgCO_2/m^2$ anno (carbonio operativo)

Carbonio operativo post-intervento
20 $kgCO_2/m^2$ anno (carbonio operativo)

Certificazioni - premi
RIBA Stirling Prize (Shortlist) 2024; AJ Retrofit Awards (Retrofit of the Year, Housing and Listed Building) 2023; Housing Design Awards (Overall Winner) 2023; RTPI Yorkshire Award (Excellence in Planning) 2022.

Quadro conoscitivo, metodo e tracciabilità
Il progetto è fondato sull'osservazione diretta dell'edificio, sull'analisi delle trasformazioni pregresse e sul confronto con gli esiti della prima fase di riqualificazione. I rilievi del telaio in calcestruzzo e delle murature sono stati integrati da modellazioni energetiche, indagini termografiche e verifiche del rischio igrometrico. Il confronto tra differenti ipotesi ha orientato una strategia volta a conservare le parti esistenti compatibili con l'adeguamento funzionale ed energetico.

Adeguatezza tecnica e compatibilità delle soluzioni adottate
Le soluzioni rispondono alle criticità del telaio in calcestruzzo, caratterizzato da estesi ponti termici, senza ricorrere a un rivestimento esterno continuo. Le murature in laterizio sono conservate e pulite, mentre l'isolamento è disposto prevalentemente all'interno e localmente all'esterno, negli imbotti dei balconi e negli intradossi delle gallerie. Le nuove stratigrafie sono state definite mediante modellazioni energetiche e verifiche igrometriche, tenendo conto delle ridotte altezze interne.

Grado di reversibilità
La reversibilità è limitata dall'applicazione estesa dell'isolamento interno, dal rivestimento isolante degli imbotti dei balconi e degli intradossi delle gallerie e dall'adeguamento delle coperture e dei solai. I serramenti lignei preesistenti sono integralmente sostituiti con nuovi elementi metallici, mentre la trasformazione del basamento comporta nuove aperture e chiusure vetrate. La conservazione del telaio e delle murature riduce l'entità delle demolizioni, ma non rende rimovibili le nuove stratigrafie senza intervenire sui supporti.

Impatto sull'assetto formale e spaziale
Il telaio in calcestruzzo, le murature in laterizio, l'andamento articolato dei corpi edilizi e la larghezza originaria delle gallerie restano riconoscibili. L'impatto è tuttavia percepibile nella sostituzione dei serramenti lignei bianchi con profili metallici scuri, nei pannelli intonacati e colorati degli imbotti dei balconi e nelle nuove balaustre. La trasformazione del basamento con ingressi vetrati e attività aperte verso la città modifica inoltre il rapporto originario tra edificio e spazio pubblico.

Grado di conservazione degli elementi architettonici originari
L'intervento conserva e risana il telaio in calcestruzzo, mantiene le murature in laterizio e gran parte delle pareti divisorie tra gli alloggi, oltre alla configurazione e alla larghezza delle gallerie. La conservazione dell'involucro è però selettiva: i serramenti lignei sono sostituiti, gli imbotti dei balconi e gli intradossi delle gallerie sono rivestiti e le balaustre vengono rinnovate. Restano quindi leggibili i principali elementi strutturali e compositivi, mentre diversi componenti di facciata sono sostituiti o modificati.



Figura 6
Vista del fronte interno verso il giardino comune.

GLASS HOUSE

Stati Uniti, Connecticut, New Canaan

PROGETTO ORIGINARIO

1945 - 1949

Philip Johnson, Richard Kelly (progettazione illuminotecnica), James Fanning (progettazione paesaggistica)

Completata nel 1949, la Glass House costituisce un monumento fondamentale del Movimento Moderno e dell'International Style negli Stati Uniti. Philip Johnson l'ha progettata come rifugio personale per i fine settimana all'interno di una proprietà di circa 19 ettari a New Canaan, Connecticut; la casa si affaccia su una ripida scarpata e un piccolo stagno. L'architettura assume la forma di un semplice prisma rettangolare, lungo 17,07 m, largo 9,75 m e alto 3,20 m. Il carattere distintivo è l'involucro, costituito quasi interamente da lastre di vetro piano a tutta altezza. I grandi pannelli trasparenti sono inseriti in un'esile ossatura in acciaio verniciato di nero. Le modalità di fissaggio, affidate a fermavetri e staffe angolari anch'essi in acciaio, rendono evidente la natura industriale e seriale dei materiali.

La pianta è completamente libera, a eccezione di un volume cilindrico in laterizio rosso, collocato in posizione decentrata. Questo elemento costituisce il principale nucleo di servizio: ospita il camino sul lato del soggiorno e il bagno al suo interno. È inoltre l'unico volume a emergere oltre il profilo orizzontale della copertura e funge da ancoraggio verticale della composizione. La pavimentazione in mattoni smaltati, disposti secondo un preciso disegno a spina di pesce, contribuisce alla continuità dello spazio interno. La scelta di Johnson di mantenere i pilastri a filo delle pareti vetrate, attenuando la presenza del sistema strutturale, produce un effetto di «scatola chiusa» e distingue la casa dalla Farnsworth House di Mies van der Rohe, che ne ha costituito il principale riferimento.

La Glass House fa parte di una più ampia tenuta, progettata e realizzata da Johnson nell'arco di cinque decenni come un articolato paesaggio architettonico. Nel tempo, la proprietà ha accolto quattordici costruzioni, fra cui l'opaca Brick Guest House del 1949, contrappunto formale alla trasparenza della residenza principale. Tra le aggiunte più significative figurano la piscina circolare del 1955, il Lake Pavilion del 1962, la Painting Gallery parzialmente interrata del 1965 e la Sculpture Gallery dalla geometria angolare del 1970. La casa assolve al tempo stesso la funzione di residenza e di spazio espositivo per opere d'arte e arredi, inclusi celebri pezzi di Mies van der Rohe. Il rapporto tra interno e paesaggio meticolosamente curato è continuo: dall'interno, lo scenario circostante diviene una



Figura 1
Vista del fronte sud, fotografia storica.



Figura 2
Vista del fronte principale (est), fotografia storica.

carta da parati mutevole, dissolvendo il confine fra spazio domestico e natura. L'ossatura primaria comprende otto pilastri ricavati da profili in acciaio ad ali larghe, verniciati di nero e disposti agli angoli e nei punti intermedi. Su di essi poggia la copertura piana, composta da profili ad H nascosti e profilati a U lasciati a vista. Le pareti esterne sono formate da lastre monolitiche di vetro piano spesse 6,35 mm, alcune larghe quasi 5,5 m. I pannelli sono assicurati al telaio mediante staffe angolari e fermavetri in acciaio; in origine erano sigillati con mastice tradizionale, successivamente sostituito da sigillanti siliconici.

Il riscaldamento è affidato a un impianto radiante costituito da tubi in ferro battuto del diametro nominale di 25,4 mm, inglobati nel massetto di posa in calcestruzzo al di sotto della pavimentazione. La chiusura verticale, vetrata per circa il 90%, presenta specifiche criticità legate alle sollecitazioni termiche e ai movimenti dell'ossatura metallica. Dal punto di vista statico, il volume cilindrico è realizzato in muratura piena e contribuisce a conferire la necessaria rigidezza all'insieme leggero in acciaio; al suo interno si concentrano inoltre le principali dotazioni impiantistiche. Il soffitto è costituito da un intonaco a tre strati applicato su rete metallica, fissata agli elementi lignei della copertura.

Interventi precedenti

Dal 2005, quando il complesso è stato affidato al National Trust for Historic Preservation, la manutenzione è stata orientata alla conservazione dell'aspetto originario. Le lastre danneggiate sono state sostituite, sotto la supervisione di Johnson, con vetro float di 9,5 mm. Gli interventi più recenti hanno comportato la sostituzione di cinque lastre con vetro temprato dello stesso spessore, conforme agli attuali requisiti di sicurezza. L'ossatura in acciaio viene ridipinta ogni cinque anni e i sigillanti sostituiti quando necessario. Nel 1953 e nel 1985 la vicina Brick House è stata interessata da modifiche interne al soffitto voltato e al bagno.

Condizioni generali di conservazione prima del restauro

Nel 2015 il soffitto in intonaco, esteso per circa 167 m², presentava un marcato cedimento dovuto all'inadeguatezza dei fissaggi originari. Il distacco dalla struttura lignea interessava circa metà della superficie, impedendo l'apertura di due porte vetrate; nella finitura è stata inoltre rilevata la presenza di amianto. Nel 2019 due grandi lastre dell'involucro si sono fessurate per le sollecitazioni termiche e la rigidità del telaio in acciaio, compromettendo la sicurezza e l'immagine dell'edificio.

Pressioni ambientali o climatiche specifiche

L'edificio è soggetto a rilevanti sollecitazioni ambientali poiché l'involucro è vetrato per circa il 90%. Le grandi lastre risentono delle dilatazioni dovute alle escursioni termiche del clima del Connecticut. La rigidità del telaio in acciaio e gli urti della fauna locale hanno inoltre causato ripetute fessurazioni e rotture dei vetri.

Figura 3
Vista esterna della Glass House da sud-est.



NUOVO INTERVENTO

2015 - 2020

National Trust for Historic Preservation (Ashley R. Wilson – architetto capogruppo), EverGreene Architectural Arts (restauro di finiture e intonaci), Silman Structural Engineers (analisi strutturale e progettazione del sostegno del soffitto), Wiss, Janney, Elstner Associates, Inc. (ingegneria dei sistemi vetrati e progettazione tecnica)

Il recente intervento sulla Glass House si è articolato in più fasi, con l'obiettivo di ripristinare l'integrità strutturale, migliorare la sicurezza dei visitatori e rimuovere in sicurezza i materiali contenenti amianto, nel rigoroso rispetto del progetto originario. La prima fase ha riguardato la sostituzione completa del controsoffitto interno, esteso per circa 167 m^2. Uno studio strutturale del 2015 ne aveva rilevato un marcato cedimento e il distacco dall'orditura lignea della copertura, che impedivano l'apertura di due delle quattro porte vetrate principali.

Avviati nel dicembre 2017, i lavori hanno comportato la rimozione controllata e la bonifica del sistema originario in intonaco a tre strati, contenente amianto. Il controsoffitto è stato quindi ricostruito applicando un nuovo intonaco a tre strati su rete metallica, fissata mediante ancoraggi dimensionati per sostenerne il peso. L'operazione ha restituito funzionalità e sicurezza all'edificio, contribuendo al tempo stesso alla sua conservazione.

La seconda fase si è concentrata sull'elemento distintivo della casa: l'involucro vetrato. Nel 2019 il National Trust ha sostituito due lastre di 5,38 × 2,39 m, fessurate per effetto delle sollecitazioni termiche. I pannelli, installati nel corso di precedenti interventi di sostituzione e costituiti da vetro float dello spessore di 9,5 mm, sono stati rimpiazzati con vetro stratificato di sicurezza da 14,3 mm, dotato di un intercalare in polivinilbutirrale (PVB). In collaborazione con il produttore Agnora, le nuove unità sono state dimensionate per soddisfare gli standard ANSI e resistere a carichi di vento senza sovraccaricare i profili portanti originari in acciaio. Per contrastare la corrosione degli elementi metallici e l'opacizzazione del vetro provocata dall'umidità, il gruppo di progettazione ha introdotto fori di drenaggio nelle sedi di alloggiamento delle lastre e impiegato nastri di tenuta per il fissaggio delle lastre e sigillanti siliconici ad alte prestazioni. I fermavetri sono stati smontati, mentre i telai sono stati accuratamente puliti, preparati e riverniciati, così da ottenere una finitura uniforme. La posa ha richiesto l'impiego di una gru per sollevare le grandi lastre al di sopra della casa, evidenziando la complessità logistica del cantiere.

Il lavoro, diretto da Ashley Wilson con il supporto di consulenti quali EverGreene e Silman, si è fondato su un rigoroso metodo conservativo. Il quadro conoscitivo ha integrato i disegni



Figura 4
Posa parziale del supporto metallico e della rete del controsoffitto, 2017.

originali di Philip Johnson del 1948, la documentazione relativa alle prime sostituzioni, le ispezioni in situ e le analisi strutturali di Silman Engineers. Le indagini hanno individuato sia la perdita di connessione tra i fissaggi del controsoffitto e l'orditura della copertura, sia le concentrazioni di tensioni termiche responsabili della rottura delle lastre da 9,5 mm. Il confronto tra le soluzioni progettuali ha portato a privilegiare il vetro stratificato da 14,3 mm rispetto a una sostituzione standard, conciliando la conformità alle norme ANSI con la capacità portante dei profili storici in acciaio.

La valutazione energetica ha assunto un ruolo secondario rispetto alla sicurezza; i sigillanti siliconici e i moderni nastri di tenuta hanno comunque migliorato la protezione dagli agenti atmosferici rispetto al mastice tradizionale. Il cantiere è stato programmato tra dicembre e marzo per ridurre l'impatto sulle visite e sulle attività pubbliche. Integrando vetri di sicurezza e fissaggi più affidabili nella struttura esistente, l'intervento ha affrontato le problematiche esistenti, rendendo la Glass House più sicura e allungandone la vita utile senza introdurre alterazioni percepibili rispetto alla configurazione concepita da Johnson nel 1949.



Figura 5
Installazione delle protezioni esterne in corrispondenza delle vetrate fessurate, 2019.

Obiettivo dell'intervento sull'involucro

Ripristinare la sicurezza strutturale e la funzionalità delle aperture mediante la sostituzione del controsoffitto deformato e delle lastre vetrate fessurate, preservando fedelmente l'immagine originaria del 1949 e il carattere industriale dei profili metallici.

Estensione dell'intervento sull'involucro

Sostituzione completa del controsoffitto di circa 167 m² e sostituzione localizzata di due ampie lastre vetrate esterne da 5,38 × 2,39 m, appartenenti all'involucro trasparente dell'edificio.

Soluzioni adottate per l'involucro

Le due lastre vetrate dello spessore di 9,5 mm sono state sostituite con lastre stratificate di sicurezza spesse 14,3 mm, provviste di una pellicola interna in polivinilbutirrale (PVB). Sono stati applicati sigillanti siliconici moderni e nastri di tenuta ad alte prestazioni; nelle sedi del telaio in acciaio sono stati inoltre ricavati fori di drenaggio, per prevenire la corrosione e l'opacizzazione dei vetri. La revisione del sistema di ancoraggio del controsoffitto ha ripristinato la corretta apertura delle porte. L'intera ossatura in acciaio del 1949 è stata pulita e riverniciata con una finitura nera uniforme, preservandone il carattere industriale e assicurando durabilità e coerenza estetica all'insieme. L'intervento offre così una risposta tecnicamente più evoluta ai limiti prestazionali del progetto originario di metà Novecento.

Altri interventi

È stata eseguita la bonifica integrale dell'amianto presente nel controsoffitto originario in intonaco a tre strati. Nell'intera proprietà, la manutenzione ordinaria comprende procedure periodiche di pulizia, la riparazione degli elementi lignei lungo i percorsi e la tinteggiatura delle diverse costruzioni. La vicina Brick Guest House è stata interessata da interventi sul soffitto voltato nel 1953 e dalla ristrutturazione del bagno nel 1985. Proseguono inoltre le attività finalizzate a preservare l'integrità del paesaggio, tra cui il restauro dello stagno e della fontana. Il progetto condotto tra il 2015 e il 2020 ha mirato a recuperare la piena fruibilità dello spazio, concepito come una «stanza nella natura», risolvendo il cedimento strutturale del sistema del controsoffitto.

Quadro conoscitivo, metodo e tracciabilità

Il progetto è preceduto dallo studio della documentazione originaria e degli interventi di sostituzione realizzati nel tempo, integrato da ispezioni e verifiche strutturali. Le indagini hanno individuato le cause del cedimento del soffitto e le condizioni che avevano determinato la fessurazione di alcune lastre di vetro. La scelta dei nuovi componenti è stata verificata rispetto ai requisiti di sicurezza e alla capacità portante dei profili metallici esistenti.

Adeguatezza tecnica e compatibilità delle soluzioni adottate

Le soluzioni intervengono sulle criticità rilevate limitando le sostituzioni alle parti compromesse. Le due lastre fessurate sono sostituite con vetri stratificati di sicurezza compatibili con i profili metallici esistenti; nuovi sigillanti, nastri per vetrate e sistemi di drenaggio migliorano la protezione dall'acqua. Il nuovo sistema di ancoraggio del soffitto ne garantisce la stabilità e consente di ripristinare la completa apertura delle porte vetrate.

Grado di reversibilità

La sostituzione delle due lastre vetrate e l'impiego di sigillanti e nastri consentono futuri interventi sui singoli componenti senza modificare il telaio metallico. La reversibilità è invece più limitata per il soffitto, integralmente rimosso a seguito della bonifica dell'amianto e ricostruito con un nuovo sistema di supporto e un intonaco a tre strati. L'intervento combina quindi operazioni sostituibili con trasformazioni permanenti di alcuni elementi preesistenti.

Impatto sull'assetto formale e spaziale

L'intervento mantiene la trasparenza dell'involucro, il disegno della struttura metallica e la continuità del rapporto visivo tra interno e paesaggio. La sostituzione interessa soltanto due grandi lastre, mentre i profili metallici sono conservati, puliti e riverniciati. Anche il nuovo soffitto ripropone l'aspetto di quello preesistente. Le modifiche introdotte risultano quindi poco percepibili e non alterano la configurazione spaziale dell'edificio.

Grado di conservazione degli elementi architettonici originari

L'intervento conserva la struttura metallica e la quasi totalità delle superfici vetrate, limitando la sostituzione a due lastre fessurate. I profili e i fermavetri sono smontati ove necessario, puliti, protetti e rimontati. La perdita più significativa riguarda il soffitto originario, rimosso integralmente per la presenza di amianto e per il cedimento del sistema di ancoraggio, quindi ricostruito riproponendone la finitura. Nel complesso prevale la conservazione degli elementi esistenti.





Figura 6
Vista interna della zona giorno.

Figura 7
Vista dall'esterno della zona notte.

ARCHITETTURA COMMERCIALE E DIREZIONALE

GRATTACIELO PIRELLI

Italia, Lombardia, Milano

PROGETTO ORIGINARIO

1952 - 1961

Gio Ponti, Arturo Danusso; Pier Luigi Nervi; Studio Ponti Fornaroli Rosselli; Studio Valtolina Dell'Orto

Commissionato dalla Pirelli S.p.A. come nuova sede degli uffici, il grattacielo costituisce una sintesi della ricerca di Gio Ponti sulla "forma finita", sull'architettura come cristallo e sull'immagine notturna dell'edificio autoilluminato. La torre, alta circa 127 m, presenta una pianta a doppia valva orientata con l'asse maggiore in direzione prossima a quella del vento dominante. La forma lenticolare, rastremata alle estremità e verso l'alto, supera il modello del grattacielo come parallelepipedo indifferenziato e conferisce all'edificio un carattere unitario e concluso.

La pianta degli interni si basa su un modulo di 95 x 95 cm, che definisce la maglia di distribuzione delle pareti e il ritmo di porte e arredi, consentendo un'organizzazione flessibile degli uffici. I due prospetti principali sono caratterizzati da facciate a curtain wall, con telai in alluminio anodizzato e vetri "Thermopane", alternati a fasce orizzontali di spandrel con superficie esterna in vetro, garantendo continuità e complanarità all'involucro. Il modulo della facciata misura 2.850 x 3.700 mm, con parti vetrate apribili di 1.900 mm e fisse di 950 mm.

Il progetto delle strutture in calcestruzzo armato, affidato a Pier Luigi Nervi con Arturo Danusso, è concepito per consentire grandi luci libere. Il sistema portante è formato da quattro pilastri-parete a pianta triangolare, collocati presso le testate laterali, e da due setti-portali trasversali intermedi, collegati da travi e traversi. Le travi della campata centrale sono precompresse, hanno uno spessore di circa 75 cm e coprono una luce di 24 m; la loro larghezza varia da 16 cm in mezzeria a 60 cm all'incastro. La progressiva rastremazione degli elementi strutturali concorre alla definizione della forma dell'edificio e determina la variazione delle campate della facciata ai diversi piani. Sul fronte verso via Filzi sono presenti i setti dei vani tecnici.

Esternamente, gli elementi strutturali sono rivestiti con tesserine ceramiche di 2 x 2 cm, di colore grigio-azzurro, la cui superficie riflettente dialoga con il vetro e l'alluminio dei curtain wall. I pannelli "Thermopane" sono costituiti da due lastre di cristallo di 6 mm, sigillate perimetralmente mediante un giunto metallico saldato a caldo, con intercapedine d'aria disidratata di 12 mm. Alle superfici trasparenti si alternano pannelli opachi tipo spandrel, com-



Figura 1
Veduta del Centro Pirelli da piazza Duca d'Aosta nel 1973.



Figura 2
Il grattacielo in costruzione, particolare della facciata.

posti da vetro esterno, vassoi in alluminio anodizzato e acciaio zincato e isolamento in lana di vetro. Un elemento decisivo è il giunto elastico di ancoraggio della facciata alla struttura portante, ampiamente testato in laboratorio, che consente di assecondare le deformazioni strutturali, le dilatazioni termiche e le azioni del vento. Nel grattacielo sono stati impiegati anche vetri Securit, in particolare nelle bussole d'ingresso e nei parapetti interni.

La sommità dell'edificio è caratterizzata da uno spazio a doppia altezza che costituisce un belvedere sulla città; da questo si stacca la copertura piana, percepita come un elemento autonomo sospeso al di sopra della torre. Il grattacielo sorge su un basamento che occupa l'intero lotto e ospita parcheggi, locali tecnici, l'auditorium e altre sale. I corpi bassi adiacenti, comprendenti l'attuale sala consiliare e l'auditorium, presentano una struttura a portali incrociati rivestiti, all'interno e all'esterno, da intonaco spuntato. Nell'auditorium la trama strutturale si integra con il soffitto, dove fasce trasparenti retroilluminate sottolineano l'andamento delle travi per contrasto con l'opacità dei pannelli del controsoffitto.

Dal punto di vista impiantistico, il Pirelli disponeva di una dotazione all'avanguardia, con impianto di condizionamento a induzione e a doppio canale, distribuzione elettrica sotto pavimento e in speciali canali in acciaio e numerosi ascensori concentrati nel nucleo centrale, per consentire un rapido spostamento verticale dei lavoratori.

Interventi precedenti

Negli anni, gli interni hanno subito diversi interventi manutentivi e modifiche, in particolare dopo l'acquisto da parte di Regione Lombardia (1978, progetto Arch. B. Noorda). Nel 1998 sono stati indetti due concorsi per la ristrutturazione del piano 31 e dell'ex Auditorium, vinti rispettivamente da RSG Architetti e Corvino + Multari, i cui incarichi sono stati ampliati (dopo l'incidente aereo del 2002) al restauro e recupero funzionale dell'intero edificio.

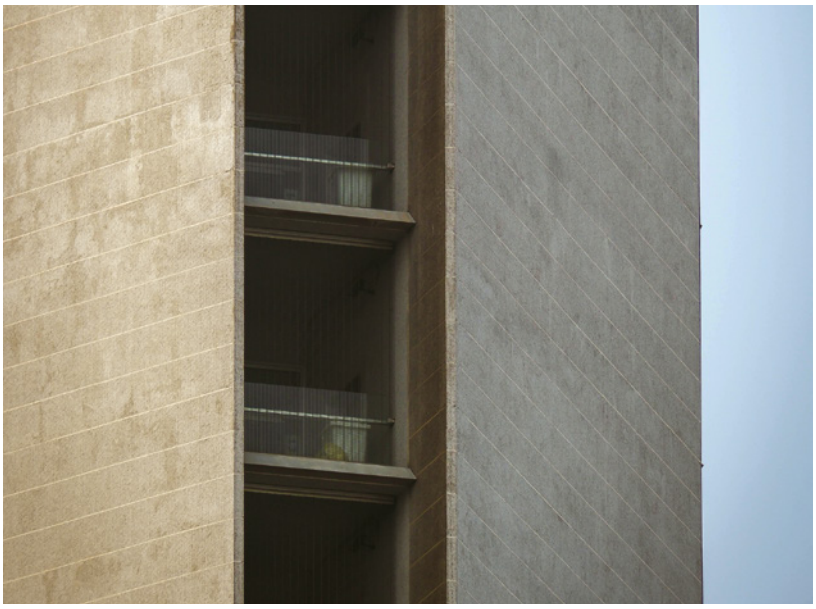
Condizioni generali di conservazione prima del restauro

Gli interni sono stati oggetto negli anni di modifiche e manutenzioni; l'involucro esterno non era mai stato trattato e presentava quasi tutti i serramenti metallici ammalorati e ampi distacchi nel rivestimento a mosaico. L'intervento in oggetto è stato attuato in seguito al drammatico evento del 18 aprile 2002, la cui onda d'urto ha arrecato notevoli danni ai piani in cui è entrato l'aereo, ma anche agli altri piani, compromettendo sia le facciate sia le strutture portanti (abbassamento di circa 25 cm dell'impalcato del piano 26 e innalzamento del soprastante di circa 6-7 cm).

Pressioni ambientali o climatiche specifiche

Con la sua altezza di oltre 125 m, il grattacielo Pirelli è soggetto a forti azioni orizzontali del vento.

Figura 3
La testata laterale rivestita in tessere ceramiche grigio-azzurre.



NUOVO INTERVENTO

2002 - 2005
RSG Architetti, Corvino+Multari (definitivo); BMS Progetti Srl (esecutivo); Migliacci, Acito (strutture); Ariatta Ingegneria dei Sistemi (impianti); Crotti (facciate continue)

In seguito all'evento del 2002 è stata nominata una Commissione tecnico-scientifica che ha definito le linee guida dell'intervento. Il progetto è stato preceduto da una fase di conoscenza dell'edificio, condotta attraverso fonti archivistiche e bibliografiche, che ha indirizzato l'intervento verso un approccio conservativo, volto alla valorizzazione della qualità progettuale originaria e dei materiali in opera e alla salvaguardia del valore artistico-culturale del Pirelli. Sono state inoltre svolte indagini diagnostiche, sia in laboratorio sia in cantiere, per comprendere le cause del degrado e le caratteristiche dei materiali. La fase conoscitiva ha consentito di riconoscere il valore tecnologico delle facciate originarie e di orientare il progetto verso la massima conservazione delle loro componenti autentiche.

L'intervento di restauro e recupero funzionale ha interessato le facciate e i rivestimenti esterni, le strutture orizzontali e le pavimentazioni interne ed esterne. Esso si colloca nell'ambito dell'emergenza seguita all'incidente del 18 aprile 2002, in cui un piccolo aereo è andato a impattare sul fronte verso piazza Duca d'Aosta, tra il 25° e il 27° piano, danneggiando gravemente le facciate e alcuni elementi strutturali orizzontali. Il progetto è stato sviluppato dai vincitori di un precedente concorso per la sistemazione dell'auditorium e del piano 31, coadiuvati dalla Commissione tecnico-scientifica. Questa ha definito le principali linee guida dell'intervento: una concezione organica, la rispondenza ai requisiti della conservazione e del restauro e l'adeguamento ai requisiti di sicurezza, comfort e risparmio energetico. Per i serramenti, una volta compreso il funzionamento del sistema a innesto telescopico dei montanti, si è proceduto allo smontaggio, previa catalogazione, che ha consentito di effettuare in laboratorio decapaggio, spazzolatura, lucidatura e rianodizzazione dei profilati. La marcatura degli elementi ne ha garantito il rimontaggio nella posizione e la riconoscibilità rispetto alle integrazioni. Le guarnizioni sono state sostituite con elementi in gomma siliconica per garantire la tenuta all'acqua e all'aria. I vetri sono stati sostituiti con vetrate isolanti composte da lastre di vetro stratificato, 5-0,38-5 mm all'esterno e 4-0,38-4 mm all'interno, separate da un'intercapedine di 16 mm riempita con argon; la lastra esterna è bassoemissiva. I pannelli opachi sono stati smontati e puliti, mentre l'isolante è stato sostituito con pannelli di lana di vetro resinata, imbustati e dotati di barriera al vapore.

L'incidente ha distrutto o compromesso parte della facciata continua: sono stati quindi realizzati nuovi telai in lega di alluminio, estrusi su matrici ricavate dai profili esistenti. La lacuna è

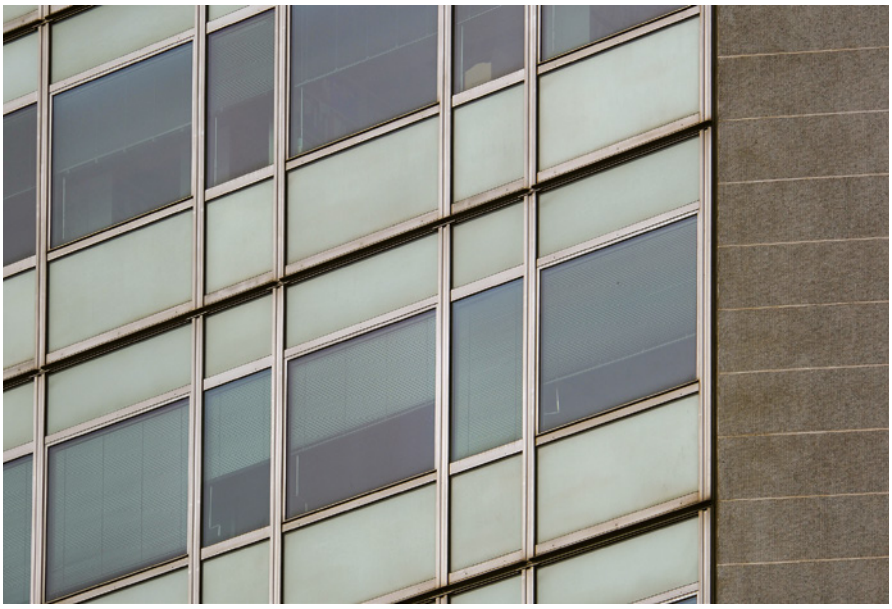


Figura 4
Dettaglio della facciata continua.

stata ricomposta ristabilendo l'unità figurativa dell'involucro, mentre la nuova produzione è stata resa identificabile mediante apposita marcatura. Sul rivestimento in tessere di mosaico si è intervenuti con una pulitura, la riadesione delle aree in fase di distacco mediante iniezioni di resine epossidiche e la reintegrazione delle lacune con tessere analoghe alle preesistenti, prodotte per l'intervento.

Altro aspetto è stato il ripristino delle strutture lesionate. Avendo come obiettivo la massima conservazione materiale, si è esclusa la demolizione delle parti danneggiate, attuando strategie alternative. Gli impalcati del piano 26 sono stati riallineati mediante martinetti idraulici, imponendo uno spostamento verso l'alto; alle strutture orizzontali è stata restituita capacità portante tramite cavi di acciaio post-tesi, esterni ai travetti e ancorati alle estremità. Inoltre, travi e intradossi delle solette sono stati rinforzati mediante placcaggio con lamine in materiale composito fibrorinforzato.

L'intervento ha riguardato gli impianti, con l'impiego dell'acqua di falda per gli scambi termici, integrando l'adeguamento prestazionale con la conservazione dei caratteri architettonici dell'edificio.

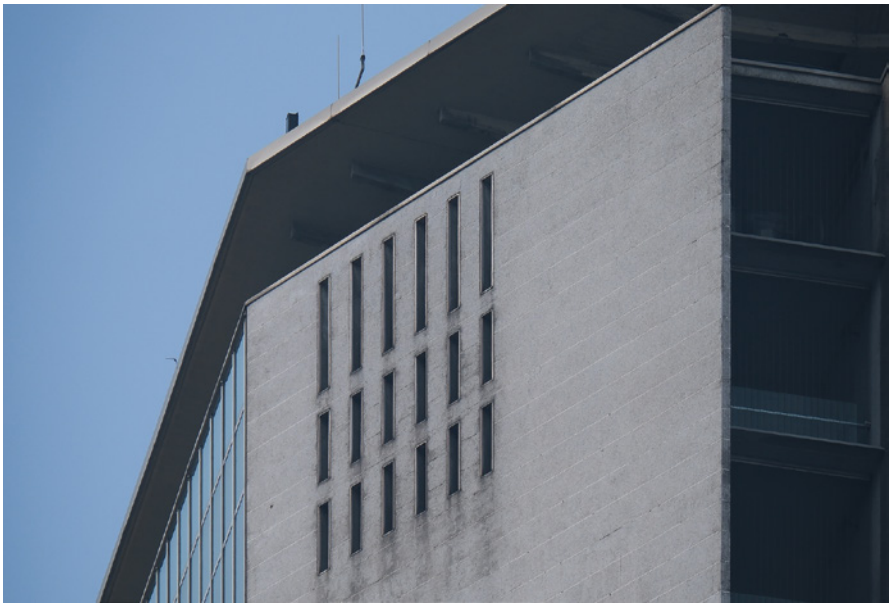


Figura 5
Veduta ravvicinata della sommità e della testata laterale, caratterizzata dalle strette aperture verticali e dalla copertura piana sospesa sopra il volume della torre.

Obiettivo dell'intervento sull'involucro

L'intervento mira a migliorare la funzionalità, l'efficienza energetica e la sicurezza dell'edificio, applicando a un'opera moderna i principi del restauro conservativo e salvaguardandone l'autenticità e il valore storico-architettonico.

Estensione dell'intervento sull'involucro

L'intervento ha interessato la totalità delle superfici verticali, sia vetrate (circa 10.800 mq) sia opache, rivestite in tessere di mosaico.

Soluzioni adottate per l'involucro

Superfici vetrate: quelle perdute o irrimediabilmente danneggiate sono state sostituite con nuovi telai in alluminio, su matrici estruse ricavate da profili esistenti; i telai originari sono stati smontati, puliti, ripiombati e rianodizzati, infine rimontati. È stata sostituita la totalità dei vetri, con nuovi vetrocamera stratificati bassoemissivi e guarnizioni in gomma siliconica. Rivestimento ceramico: riadesione di porzioni in fase di distacco, tramite iniezioni di resine epossidiche bi-componente a bassa viscosità; reintegrazione di lacune, utilizzando tesserine analoghe a quelle in opera, appositamente prodotte.

Altri interventi

Interventi strutturali, volti a ripristinare le strutture orizzontali danneggiate: rinforzo delle travi con cavi post-tesi, rinforzo statico di travi e intradosso delle solette mediante placcaggio con lamine in materiali compositi in fibre di carbonio (CFRP). Impianti: sfruttamento dell'energia geotermica dell'acqua di falda e sostituzione delle unità fancoil esistenti a pavimento con pompe di calore reversibili con fonte d'acqua. Pavimentazioni: nel piazzale esterno, posa di piastrelle in gres porcellanato e quadrotte di gomma "attacco cemento"; all'interno, quadrotte di gomma autoposante (auditorium) e marmo di Carrara (hall antistante); gomma, linoleum e legno (altri piani).

Certificazioni - premi

Medaglia d'Oro all'Architettura Italiana 2006, Premio speciale per il restauro. European Aluminium in Renovation Award 2007, medaglia d'oro nella categoria «Edifici storici».

Quadro conoscitivo, metodo e tracciabilità

Il progetto si fonda su un quadro conoscitivo ampio e multidisciplinare, sviluppato attraverso ricerca archivistica, rilievi, analisi del degrado, indagini sui materiali e verifiche strutturali. Una commissione tecnico-scientifica ha orientato le scelte conservative e il processo è documentato da relazioni, elaborati, mappature, campionature e registrazioni delle operazioni di smontaggio, restauro e rimontaggio delle facciate.

Adeguatezza tecnica e compatibilità delle soluzioni adottate

Le soluzioni sono specificamente calibrate sul sistema costruttivo dell'involucro. I profili in alluminio sono stati smontati, catalogati, restaurati e rimontati, limitando le sostituzioni agli elementi non recuperabili. Il miglioramento prestazionale è affidato a nuove vetrate isolanti, guarnizioni siliconiche e integrazioni puntuali, evitando l'introduzione del taglio termico nei montanti, che avrebbe richiesto la sostituzione dell'intelaiatura e alterato il disegno delle facciate.

Grado di reversibilità

L'intervento privilegia lo smontaggio controllato, il restauro e il rimontaggio dei profili originari, limitando le sostituzioni agli elementi non più recuperabili. Le nuove vetrate, le guarnizioni e alcune integrazioni del sistema di tenuta possono essere sostituite senza compromettere l'intelaiatura conservata. La reversibilità non è tuttavia completa, poiché alcuni componenti sono stati definitivamente sostituiti e taluni profili modificati per migliorare lo smaltimento dell'acqua e della condensa.

Impatto sull'assetto formale e spaziale

L'intervento mantiene pienamente leggibili la sagoma, la scansione verticale, la continuità delle facciate vetrate, i profili metallici e il rapporto tra superfici trasparenti e rivestimenti ceramici. Le nuove vetrate e guarnizioni migliorano le prestazioni senza modificare in modo significativo partiture, spessori e cromie. Le reintegrazioni del mosaico e le sostituzioni selettive risultano percettivamente integrate e non alterano l'immagine complessiva dell'opera.

Grado di conservazione degli elementi architettonici originari

L'intervento conserva oltre il novanta per cento dei profili in alluminio delle facciate, recuperati mediante smontaggio, trattamento e rimontaggio, e mantiene il sistema costruttivo e i dettagli originari. Le sostituzioni riguardano prevalentemente vetrate, guarnizioni e componenti non più recuperabili, mentre il rivestimento ceramico è restaurato e reintegrato nelle lacune. Prevale quindi la conservazione degli elementi architettonici originari, associata a limitati aggiornamenti prestazionali.



Figura 6
Vista generale del grattacielo Pirelli.

DISTRIBUZIONE CARBURANTE – LE FUCINE

Italia, Friuli-Venezia Giulia, Buttrio (UD)

PROGETTO ORIGINARIO

1961 - 1962
Marcello D'Olivo

La stazione di servizio di Buttrio, realizzata tra il 1961 e il 1962 su progetto di Marcello d'Olivo, si dispone parallelamente alla strada regionale come un organismo basso e fortemente orizzontale. Il fronte rivolto verso la carreggiata è quasi interamente aperto e destinato alle operazioni di rifornimento, mentre nella parte posteriore sono collocati l'officina, l'ufficio e gli altri locali di servizio, raccolti sotto la medesima copertura. L'impianto è scandito da cinque coppie di pilastri a sezione circolare, la cui ripetizione conferisce ordine e ritmo alla composizione.

La grande pensilina aggettante, con andamento inflesso, ribassato nella parte centrale e sollevato verso i bordi, costituisce l'elemento più riconoscibile dell'opera e assume il ruolo di segno urbano lungo la strada. La struttura, interamente realizzata in calcestruzzo armato, è l'elemento caratterizzante dell'architettura, come in altri progetti elaborati da d'Olivo negli anni Cinquanta. Essa esprime il suo "modo del tutto singolare di intendere la costruzione" (Luppi e Nicolosi, 2002, p. 45), soprattutto nella prima fase della sua attività. Le cinque coppie di pilastri sostengono altrettante travi trasversali estradossate, alle quali corrispondono, sull'estradosso della soletta di copertura, nervature che assorbono le sollecitazioni prodotte dall'ampio sbalzo di circa 11 m verso la strada. La soletta, spessa circa 25 cm, mantiene un profilo relativamente sottile rispetto alla luce e configura la caratteristica copertura "a pagoda". I due pilastri di ciascuna coppia assolvono a funzioni strutturali differenti. Quello interno, dotato di capitello a fungo, presenta un vincolo a incastro con la trave, mentre quello esterno è di appoggio. Tale distinzione è documentata dai disegni dei ferri di armatura conservati presso l'Archivio d'Olivo di Udine e pubblicati da Sergio Poretti, nei quali risultano leggibili sia la diversa configurazione dei sostegni sia la presenza delle travi estradossate, in parte occultate dalla forma complessiva della copertura.

La continuità visiva tra piedritti e pensilina non coincide quindi con un effettivo comportamento strutturale a fungo né con lo sfruttamento della resistenza per forma di una superficie curva, ma deriva da un sistema resistente basato su elementi lineari celati. Poretti definisce per questo "ambiguo" il rapporto tra forma e struttura nell'opera di d'Olivo: l'immagine

Figura 1
Vista prospettica di progetto.





Figura 2
Vista generale.

plastica e continua della copertura nasce dalla sovrapposizione tra configurazione architettonica e funzionamento statico, senza che i due aspetti coincidano pienamente.

All'intradosso, la soletta conserva l'impronta dei casseri, lasciata a vista e assunta come parte dell'espressione materica dell'edificio. I locali posteriori erano delimitati da tamponamenti differenziati, costituiti da superfici completamente vetrate, completamente opache oppure miste, con una parte inferiore cieca e una superiore trasparente. I vetri, generalmente goffrati, garantivano illuminazione diffusa e una parziale schermatura degli ambienti interni. La leggerezza delle chiusure accentuava il contrasto con la massa plastica della struttura e con il grande aggetto della pensilina, rafforzando la percezione di un volume di servizio arretrato e visivamente permeabile sotto una copertura unitaria.

Interventi precedenti

Non risultano documentati interventi significativi precedenti alla rifunzionalizzazione; dopo la dismissione della stazione di servizio, l'edificio è rimasto per anni in stato di abbandono.

Condizioni generali di conservazione prima del restauro

Lo stato pre-intervento era determinato da anni di abbandono; dalla documentazione fotografica allegata alla scheda del Censimento DGCC non emerge una situazione di forte degrado, quanto di inadeguatezza dell'involucro originario a rispondere alle nuove necessità d'uso.

Pressioni ambientali o climatiche specifiche

La nuova destinazione a bar-bistrot introduce maggiori esigenze di comfort termoigrometrico e di controllo dell'irraggiamento solare, particolarmente rilevanti in presenza delle ampie superfici vetrate.



Figura 3
Vista generale a intervento concluso.

NUOVO INTERVENTO

2020 - 2022
Zito Artico Fracassi Architetti (concept design) / Archest / PSE Srl (progetto impiantistico)

Dopo anni di abbandono seguiti alla dismissione della stazione di servizio, l'architettura progettata da Marcello D'Olivo è stata oggetto di un intervento radicale di rifunzionalizzazione, con il passaggio a una nuova destinazione d'uso. L'edificio è stato trasformato in un bar-bistrot con cucina, servizi e locali tecnici, organizzati intorno a un'ampia sala aperta visivamente verso l'esterno.

Il progetto ha preso avvio dal riconoscimento del valore storico e architettonico dell'opera e dall'analisi dei caratteri ricorrenti nel linguaggio di D'Olivo. In particolare, la sequenza dei pilastri e la copertura arcuata "a pagoda" sono state individuate come gli elementi maggiormente rappresentativi dell'edificio. Il loro funzionamento è stato approfondito attraverso lo studio della documentazione d'archivio, dei disegni costruttivi e dei particolari delle armature, mettendo in relazione configurazione formale, comportamento statico e caratteristiche materiche della struttura. Su questa base, il progetto ha distinto gli elementi da conservare, in particolare i pilastri, i capitelli, la copertura e l'intradosso con l'impronta dei casseri, dalle parti che potevano essere trasformate per accogliere la nuova funzione.

L'involucro degli ambienti chiusi è stato completamente sostituito e l'assetto planimetrico riorganizzato mediante partizioni prevalentemente realizzate a secco, concentrate negli spazi di servizio per lasciare libera la sala principale e mantenere percepibile la scansione strutturale originaria. Tre lati sono stati chiusi con una facciata continua a tutta altezza, formata da montanti e traversi in alluminio e vetrocamera basso emissivo; la riduzione dei traversi orizzontali contribuisce alla continuità delle superfici trasparenti.

Sui fronti maggiormente esposti sono state introdotte schermature solari esterne costituite da alette verticali orientabili. Il retro rivolto a sud è stato invece chiuso con un tamponamento opaco a secco, con struttura leggera, isolamento in lana di roccia e rivestimento esterno in lastre di cemento fibrorinforzato. L'adeguamento strutturale è stato affrontato senza introdurre controventi o tiranti metallici che avrebbero interferito con la lettura dell'organismo originario. I pilastri sono stati consolidati mediante camicie in calcestruzzo armato, realizzate con iniezione di malta cementizia entro casseri cilindrici in acciaio; i capitelli a fungo sono stati ripresi raccordando il fusto verticale con la copertura e adattandone localmente la geometria nei punti di interferenza con la nuova facciata continua. Per conservare a vista l'impronta dei casseri sull'intradosso, la copertura è stata coibentata all'estradosso con iso-



Figura 4
Vista notturna a intervento concluso.

lamento in EPS, barriera al vapore, formazione delle pendenze in calcestruzzo alleggerito e doppia membrana bituminosa ad alto indice di albedo. Sono stati inoltre rimodellati gli impluvi, inseriti nuovi bocchettoni e ripristinato il sistema di raccolta delle acque meteoriche. Anche il pavimento è stato ricostruito e coibentato sopra un nuovo vespaio aerato, integrando i passaggi impiantistici e i ventilconvettori incassati. L'intervento ha così adeguato l'edificio alle esigenze funzionali, energetiche, impiantistiche e strutturali della nuova destinazione, mantenendo centrale la lettura della copertura e dei sostegni originari.

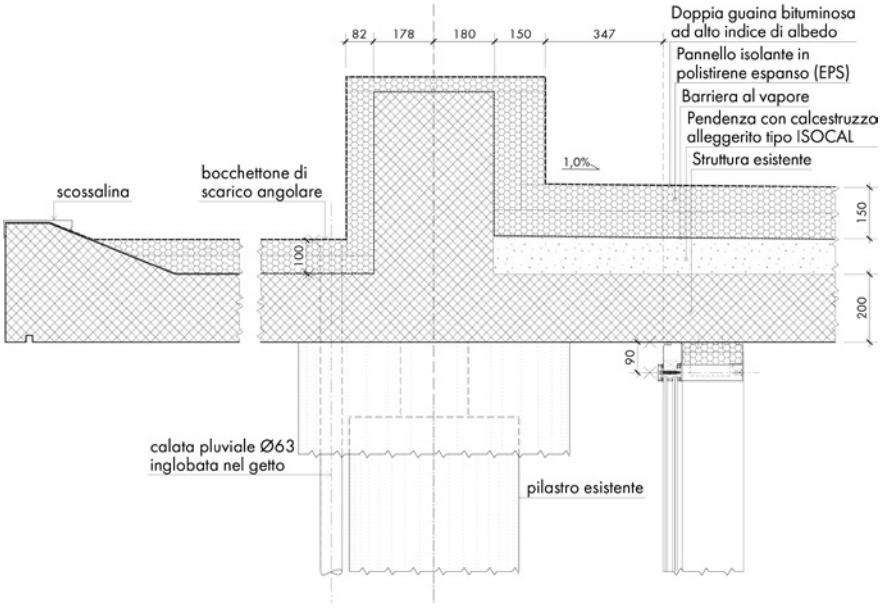


Figura 5
Sezione tipo sulla facciata in corrispondenza della copertura.

Obiettivo dell'intervento sull'involucro
L'intervento ha teso a realizzare un nuovo involucro, il più possibile trasparente, per consentire la lettura della struttura (colonne e pensilina arcuata).

Estensione dell'intervento sull'involucro
L'intervento ha riguardato l'intero involucro, con la sua sostituzione integrale.

Soluzioni adottate per l'involucro
Nuove chiusure verticali trasparenti con profili in alluminio e vetrocamera, stratificati, di sicurezza; parete opaca solo sul fronte sud, dovuta a esigenze funzionali, realizzata con lastre di cartongesso e pannelli di lana di roccia (10+5 cm). Isolamento della copertura con XPS (15 cm) in estradosso, per lasciare visibile l'impronta dei casseri. Isolamento del solaio a terra con vespaio aerato (circa 50 cm), getto di calcestruzzo alleggerito (10 cm), XPS (10 cm).

Altri interventi
L'intervento ha contemplato la messa in sicurezza antisismica con la realizzazione di camicia strutturale cementizia sulle colonne. Sono stati rinnovati tutti gli impianti, prevedendone il passaggio a pavimento (8 cm di sottofondo), per non intaccare la trasparenza dell'involucro. L'edificio è dotato di pompe di calore per la produzione di ACS e la climatizzazione invernale/estiva.

Consumi post-intervento
203,29 kWh/m² anno

Quadro conoscitivo, metodo e tracciabilità
Il progetto si fonda su un quadro conoscitivo adeguato alle condizioni del caso. L'edificio risultava già modificato nel tempo e scarsamente documentato, ma i progettisti hanno svolto una ricerca archivistica e documentaria mirata, integrata da rilievi, osservazioni in situ e ricostruzione critica delle trasformazioni. Il sistema pilastri-pensilina a pagoda, documentato da fonti bibliografiche, immagini ante operam, disegni storici e dettagli esecutivi è assunto come caratterizzante. La progettazione adotta un approccio multidisciplinare, tracciabile nelle fasi architettonica, strutturale e impiantistica.

Adeguatezza tecnica e compatibilità delle soluzioni adottate
Le soluzioni tecniche adottate sono calibrate sull'obiettivo di rendere leggibile la struttura: grandi superfici vetrate, isolamento della copertura in estradosso, impianti a pavimento riducono l'interferenza percettiva.

Grado di reversibilità
Pur in presenza di alcune soluzioni potenzialmente reversibili, come le nuove chiusure vetrate, l'intervento comprende lavorazioni non facilmente rimovibili senza ulteriori alterazioni della materia residua (isolamento della copertura e consolidamento dei pilastri mediante camicie in cemento armato). Il giudizio va tuttavia contestualizzato, infatti l'edificio risultava già profondamente compromesso da modifiche pregresse, per cui la limitata reversibilità riguarda soprattutto le opere necessarie al riuso, alla sicurezza e al miglioramento prestazionale.

Impatto sull'assetto formale e spaziale
La percezione dell'assetto formale resta saldamente ancorata alla pensilina arcuata e alle coppie di pilastri che il progetto valorizza attraverso trasparenza, continuità visiva e alleggerimento delle chiusure. La nuova configurazione dell'involucro, con superfici prevalentemente vetrate e chiusura opaca del fronte sud, introduce una rilettura contemporanea delle partiture e della materialità originarie. Le trasformazioni sono percepibili, ma risultano subordinate alla conservazione della leggibilità del segno strutturale principale.

Grado di conservazione degli elementi architettonici originari
L'intervento conserva e valorizza gli elementi identitari maggiori (pilastri, copertura a pagoda e intradosso con impronta dei casseri) assunti come nuclei riconoscibili del valore architettonico dell'opera. La sostituzione dell'involucro edilizio va contestualizzata rispetto a una condizione già compromessa da trasformazioni pregresse, oltre che da obsolescenza tecnica e nuova destinazione d'uso. Pur prevalendo la sostituzione di serramenti, tamponamenti e finiture sulla conservazione materiale, le scelte progettuali mirano a restituire leggibilità al sistema strutturale e spaziale originario.





Figura 6
Vista del cantiere.

Figura 7
Vista del cantiere prima dell'allestimento degli interni.

EX PALAZZO DELLA REGIONE

Italia, Emilia-Romagna, Bologna

PROGETTO ORIGINARIO

1968 - 1971
Leone Pancaldi

Il complesso dell'ex Palazzo della Regione Emilia-Romagna, progettato da Leone Pancaldi nel 1968, occupa un vuoto urbano nell'area di espansione otto-novecentesca esterna alla cerchia muraria, lungo il tratto di circonvallazione compreso tra Porta San Felice e Porta Lame. In un contesto caratterizzato soprattutto da edifici isolati di due o tre piani, l'intervento introduce un evidente salto di scala, confrontandosi più direttamente con la dimensione del viale e con i grandi blocchi residenziali sul lato opposto della strada.

Originariamente concepito come complesso residenziale di pregio, con sedici appartamenti per piano, il progetto fu profondamente modificato durante la costruzione in seguito all'istituzione della Regione Emilia-Romagna nel 1970. La nuova destinazione direzionale comportò la revisione del programma funzionale e, nel 1971, l'inserimento dell'aula del Consiglio Regionale al piano terreno.

L'edificio è composto da due corpi principali disposti perpendicolarmente e collegati dal nucleo scala-ascensore, secondo una pianta a T. La diversa altezza dei volumi e l'interruzione planimetrica dei fronti introducono una variazione compositiva entro un impianto fortemente regolare, scandito dalla ripetizione delle finestre a nastro. Il complesso si sviluppa tra sei e otto piani fuori terra ed è in parte sollevato su pilotis, soluzione che alleggerisce la massa edilizia e favorisce la continuità degli spazi aperti al livello urbano.

Il sistema tecnologico riflette la sintesi tra rigore strutturale e ricerca plastica propria del Brutalismo. La struttura portante è costituita da un telaio in calcestruzzo armato gettato in opera, con pilastri di sezione variabile e travi in parte integrate nello spessore dei solai. Le fondazioni comprendono travi rovesce continue in corrispondenza delle pareti dei vani scala e plinti isolati sotto i pilastri. Il solaio del primo piano, dimensionato per sovraccarichi maggiori, è realizzato in laterocemento con pignatte alte 21 cm; quelli intermedi impiegano pignatte di 18 o 20 cm. Nella sala consiliare sono utilizzati elementi prefabbricati BISAP e travetti CELERSAP.

L'involucro alterna superfici in calcestruzzo bianco faccia a vista e finestre a nastro orizzontali. I serramenti originari erano in alluminio anodizzato bruno, con avvolgibili in PVC della

Figura 1
Fotografia storica dei fronti sud e ovest.





Figura 2
Dettaglio del fronte est, 1972.

stessa tonalità, e assicuravano un'illuminazione naturale diffusa agli ambienti. La griglia di travi e pilastri emerge sui prospetti e rende leggibile la logica costruttiva, mentre il calcestruzzo a vista definisce integralmente la volumetria dell'edificio.

Particolare attenzione è riservata ai coronamenti superiori e alle coperture praticabili, organizzate come terrazze attrezzate con pergolati in calcestruzzo. La copertura piana presenta un'impermeabilizzazione a doppio strato protetta da pavimentazioni galleggianti; volumi tecnici, corpi ascensore e pergolati sono trattati plasticamente in calcestruzzo bianco a vista. Le aree verdi al piede dell'edificio, accessibili al pubblico, contribuiscono alla connessione con le strade circostanti.

L'impianto termico originario comprendeva una centrale a combustibile liquido, reti di distribuzione in tubi di acciaio nero tipo Mannesmann e terminali a radiatori. Lo smaltimento delle acque meteoriche e reflue era affidato a colonne verticali prolungate fino alla copertura.

L'opera rappresenta una delle espressioni più significative della ricerca di Pancaldi sul potenziale estetico del calcestruzzo armato a vista. Struttura, involucro e articolazione volumetrica concorrono a definire un'architettura in cui la chiarezza costruttiva diventa linguaggio, successivamente riconosciuta come testimonianza moderna di interesse documentale.

Interventi precedenti

Nel 1972 sono state autorizzate modifiche interne per la mensa al piano 7 e il bar al piano 8, con varianti fino al 1984. Negli anni Ottanta è stato realizzato l'ampliamento verso nord delle sale al piano terra. Con il trasferimento della Regione nel 1985 è stato regolarizzato il cambio d'uso da residenziale a uffici dell'intero complesso. Prima del 2012 sono stati eseguiti restauri localizzati del cemento a vista e sostituzioni parziali degli impianti obsoleti per ospitare enti come Arpa e Protezione Civile.

Condizioni generali di conservazione prima del restauro

Prima del 2012, il complesso mostrava una grave obsolescenza tecnologica. Il cemento bianco a faccia vista, tratto distintivo dell'opera di Pancaldi, risultava degradato, con distacchi superficiali e intonaci ammalorati. Gli infissi metallici originali presentavano corrosione galvanica e una trasmittanza termica non più a norma. Gli spazi interni, derivati dalla conversione di appartamenti degli anni Settanta, erano caratterizzati da layout rigidi, pavimentazioni resilienti usurate e impianti meccanici vetusti, con unità motocondensanti esterne che deturpavano le facciate.

Pressioni ambientali o climatiche specifiche

L'immobile è esposto a un forte irraggiamento solare sui fronti vetrati a nastro, con conseguente surriscaldamento estivo. La localizzazione lungo i viali di circonvallazione determina un'elevata pressione acustica e inquinamento atmosferico che ha accelerato il degrado chimico del cemento a vista e la corrosione dei serramenti metallici.

Figura 3
Vista da Giardino
Aldo Borgonzoni.



NUOVO INTERVENTO

2012 - 2019
Open Project

L'intervento di riqualificazione funzionale, architettonica ed energetica, coordinato da Open Project tra il 2012 e il 2019, ha interessato l'ex Palazzo della Regione con l'obiettivo di coniugare adeguamento prestazionale e salvaguardia dell'identità brutalista di Leone Pancaldi. La classificazione dell'edificio come bene di interesse documentale del moderno ha orientato il progetto verso il rispetto delle partiture originarie, delle geometrie e dei valori plastici del cemento bianco a vista.

Le opere hanno coinvolto il secondo piano dell'ala ovest, i piani interrati, la hall centrale, i livelli superiori e, nel 2019, l'ottavo piano dell'ala Nord. Sull'involucro, l'intervento principale ha riguardato la sostituzione dei serramenti metallici originali con nuovi elementi in alluminio a taglio termico di tonalità bruna, disegnati in coerenza con il progetto del 1968, comprese le scanalature verticali dei montanti. Le nuove vetrate hanno migliorato le prestazioni energetiche e acustiche verso i viali di circonvallazione.

Per non alterare i prospetti, l'isolamento delle pareti opache è stato realizzato dall'interno mediante contropareti in cartongesso con lana minerale da 120 mm in corrispondenza degli ex cassonetti e lana di vetro da 40 mm, raggiungendo trasmittanze inferiori a 0,30 W/m^2K. Il cemento bianco faccia a vista è stato restaurato con consolidamento delle parti degradate dalla carbonatazione e pulizia chimica delle superfici. La rimozione delle unità motocondensanti applicate ai prospetti ha restituito leggibilità ai fronti originari.

Al piano terra, la hall è stata demolita e ricostruita con serramenti vetrati in acciaio e finiture in gres. La riorganizzazione interna ha superato la rigidità distributiva attraverso la demolizione delle tramezzature e la realizzazione di ambienti di lavoro flessibili, con sistemi a secco in cartongesso, pareti vetrate float e pavimenti sopraelevati per il passaggio degli impianti. Le finiture differenziano le funzioni mediante pavimenti in PVC negli uffici, parquet nelle aree direzionali e controsoffitti modulari fonoassorbenti.

L'adeguamento impiantistico ha previsto un sistema BMS, una nuova centrale termofrigorifera con terminali idronici e pompe di calore aria-aria, portando il complesso alla classe energetica E. La messa a norma antincendio ha comportato compartimentazioni REI, porte tagliafuoco, una cabina elettrica dedicata e vasche idriche interrate nel giardino. In copertura sono stati rifatti impermeabilizzazione, pavimentazioni galleggianti delle terrazze panoramiche, sistemi antipiccione e linee vita.



Figura 4
Fotografia di dettaglio della facciata sud.

Il coordinamento multidisciplinare di Open Project ha compreso project management, direzione lavori e sicurezza. L'iter autorizzativo si è basato sulla SCIA 5321/2013 e su successive varianti per adeguare i layout alle esigenze di conduttori istituzionali, tra cui Arpa e Protezione Civile, e soggetti privati. Il confronto con la CQAP ha accompagnato ogni modifica esterna, dalla sostituzione degli infissi agli impianti in copertura, per conservare i caratteri brutalisti dell'edificio. Il processo ha incluso anche l'adeguamento antincendio di oltre 6.000 m^2, con deroghe tecniche per le scale esistenti, fino all'ottenimento del CPI e dell'agibilità parziale. L'intervento ha così preservato il valore documentale del complesso, adeguandolo agli standard contemporanei.



Figura 5
Vista del portico al piano terra.

Obiettivo dell'intervento sull'involucro
Riqualificazione energetica ed acustica tramite nuovi infissi e restauro conservativo del cemento bianco a vista, garantendo la persistenza dei caratteri distintivi del moderno brutalista.

Estensione dell'intervento sull'involucro
Sostituzione integrale degli infissi esterni, interessando circa il 19% della superficie disperdente totale del complesso edilizio, e restauro delle facciate in cemento a vista.

Soluzioni adottate per l'involucro
Installazione di nuovi serramenti in alluminio a taglio termico di colore bruno, con profili e partiture conformi al progetto originale di Pancaldi. I vetri sono a controllo solare (U < 1,90 W/mq K, g < 0,35). L'intervento ha previsto il restauro materico del cemento bianco a faccia vista, il consolidamento delle parti ammalorate, la rimozione delle unità esterne di climatizzazione e la realizzazione di contropareti isolanti interne in cartongesso, con lana minerale da 120 mm negli ex cassonetti e lana di vetro da 40 mm nelle restanti partizioni, portando le pareti opache a U < 0,30 W/mq K.

Altri interventi
Riconfigurazione uffici con pareti flessibili e attrezzate, rifacimento dei servizi igienici e installazione di controsoffitti fonoassorbenti. Implementazione di un sistema BMS per il monitoraggio dei consumi e degli allarmi. Rinnovo integrale della centrale termofrigorifera con distribuzione a ventilconvettori. Adeguamento normativo degli ascensori e delle compartimentazioni REI nei vani scala e nelle autorimesse interrate (-2). Realizzazione di nuovi impianti speciali e interramento di cisterne idriche antincendio per la messa in sicurezza dell'intero complesso edilizio.

Consumi post-intervento
182,48 kWh/m² anno

Quadro conoscitivo, metodo e tracciabilità
Il progetto si fonda su un quadro conoscitivo articolato dei caratteri architettonici, tecnologici e materici del complesso. Sono riconosciuti il valore documentale dell'opera nel patrimonio del secondo Novecento, la matrice brutalista, il ruolo espressivo del calcestruzzo a faccia vista e la continuità compositiva delle finestre a nastro. Il confronto con la Commissione per la Qualità Architettonica e il Paesaggio, l'iter autorizzativo e la gestione delle varianti rendono tracciabili le scelte progettuali e documentano un approccio consapevole alla tutela dei caratteri identitari dell'edificio.

Adeguatezza tecnica e compatibilità delle soluzioni adottate
Le soluzioni adottate risultano calibrate sui caratteri architettonici e tecnologici dell'edificio: i nuovi serramenti in alluminio bruno a taglio termico riprendono profili, partiture e tonalità del disegno originario del 1968, integrando vetri a controllo solare per migliorare le prestazioni termoacustiche. Il restauro del cemento bianco a faccia vista e la rimozione delle unità esterne incongrue rafforzano la continuità materica e percettiva dei fronti. L'intervento risponde in modo mirato a degrado, corrosione, surriscaldamento e pressione acustica, mantenendo elevata compatibilità formale, funzionale e tecnologica.

Grado di reversibilità
La reversibilità è parziale. L'intervento conserva la struttura e i paramenti in calcestruzzo a vista, ma la sostituzione integrale degli infissi comporta la perdita di componenti originari. Anche il rifacimento della copertura, con nuovi strati impermeabili e coibenti, introduce trasformazioni non pienamente reversibili. Negli interni le soluzioni a secco favoriscono la disassemblabilità, ma demolizioni, rimozioni e adeguamenti impiantistici riducono il carattere di minimo intervento.

Impatto sull'assetto formale e spaziale
L'impatto degli interventi di efficientamento dell'involucro sull'immagine esterna è limitato. Le modifiche più percepibili riguardano la diversa materialità dei nuovi infissi e la riconfigurazione della hall e degli spazi interni, ma non compromettono la riconoscibilità della configurazione volumetrica e compositiva dell'edificio di Pancaldi.

Grado di conservazione degli elementi architettonici originari
La conservazione dei caratteri originari è selettiva ma criticamente orientata. Sono mantenuti e restaurati i caratteri principali dell'involucro, in particolare il calcestruzzo a faccia vista, l'ordine strutturale dei fronti, i pilotis e le proporzioni delle aperture. La sostituzione totale dei serramenti originali, pur motivata da corrosione, prestazioni termoacustiche e adeguamento normativo, determina una perdita materiale rilevante. Prevale la conservazione dell'immagine e del sistema compositivo rispetto alla piena permanenza degli elementi costruttivi originari.



Figura 6
Vista della facciata sud da Viale Silvani.

DIREZIONE GENERALE DELLA RAI

Italia, Lazio, Roma

PROGETTO ORIGINARIO

1961 - 1965

Francesco Berarducci, Alessandro Fioroni; Maria Teresa Parpagliolo (progetto del verde)

La Direzione Generale della RAI di viale Mazzini sorge in un quartiere residenziale e il progetto ha dovuto sottostare a limitazioni imposte dagli strumenti urbanistici. Le prescrizioni impedivano la realizzazione di un edificio alto, orientando il progetto verso uno sviluppo prevalentemente orizzontale. Il progettista ha scelto di staccarsi dal linguaggio architettonico del contesto, proponendo un edificio moderno, sia dal punto di vista planivolumetrico sia nella scelta dei materiali. Si tratta infatti di un edificio in acciaio e vetro, unico esempio nella produzione di Berarducci, articolato su otto piani fuori terra e un piano interrato, in parte destinato ad autorimessa. La presenza di una falda acquifera impedì di approfondire lo scavo e contribuì a determinare l'impostazione dell'organismo.

Il piano terra occupa quasi l'intera superficie dell'isolato e ospita gli spazi per il pubblico, gli ambienti di rappresentanza, la biblioteca e gli altri servizi comuni. Al centro si apre un patio a giardino, punto focale della composizione grazie all'affaccio di pareti vetrate. Il patio introduce luce e vegetazione nel cuore dell'edificio e organizza visivamente gli spazi comuni. Al di sopra del basamento, l'elevato è organizzato in quattro corpi, pensati per essere autosufficienti dal punto di vista funzionale, distributivo e costruttivo. I volumi sono messi in comunicazione da passerelle trasparenti, che assicurano la continuità dei percorsi senza comprometterne autonomia e riconoscibilità.

Il piano interrato, realizzato in calcestruzzo armato, presenta una struttura a pilastri e fondazioni su pali di grande diametro e costituisce il basamento della struttura portante in acciaio dei piani soprastanti. Al piano terra i pilastri hanno una sezione cruciforme, rastremata verso il basso, mentre ai piani superiori presentano sezioni standard. La maglia varia a seconda del piano: al piano terra e all'attico le campate sono più ampie rispetto ai piani intermedi. I piani soprastanti hanno una struttura in acciaio, con capriate trasversali in elementi tubolari nascoste nelle partizioni interne. I nuclei dei collegamenti verticali e delle canalizzazioni sono invece in calcestruzzo armato e costituiscono gli elementi rigidi ai quali si ancora la struttura metallica; al loro interno sono concentrate le principali funzioni distributive e impiantistiche.



Figura 1
La struttura metallica dell'edificio in costruzione.

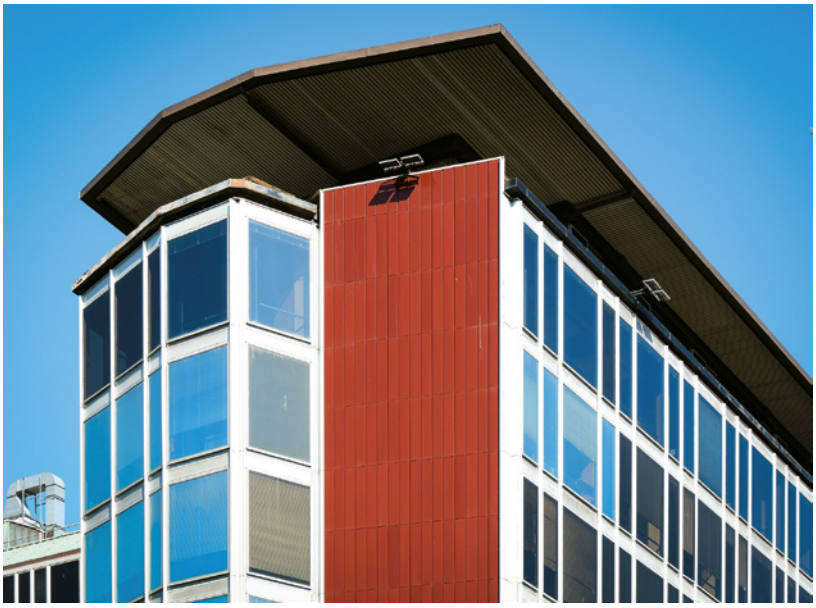


Figura 2
Dettaglio dell'aggetto su viale Mazzini.

Gli orizzontamenti sono realizzati in lamiera grecata o in laterocemento. La copertura è articolata in falde di forma libera, sostenute da travi reticolari in acciaio e rivestite con lamiere di rame. La sua configurazione conclude superiormente i diversi corpi e accentua l'articolazione volumetrica dell'edificio.

Gli spazi interni sono pensati per essere flessibili grazie all'impiego di tramezze mobili, che consentono di modificare nel tempo configurazione e dimensioni degli uffici in relazione alle esigenze della RAI. Gli unici punti fissi sono i nuclei dei collegamenti verticali, delle canalizzazioni e dei servizi. La combinazione tra struttura metallica, maglia modulare e partizioni mobili permette di adattare gli ambienti senza intervenire sugli elementi permanenti.

L'involucro verticale è prevalentemente realizzato come curtain wall, con infissi in alluminio anodizzato bronzo scuro e cristalli VIS. Il ritmo delle facciate è dettato dai telai verticali e dall'alternanza di due moduli apribili, con cerniere verticali oppure orizzontali, e di un doppio modulo fisso. La facciata continua segue una modulazione regolare, coordinata con la struttura e con la suddivisione degli spazi interni. Le limitate porzioni opache sono rivestite con pannelli o listoni in lamiera di acciaio smaltata rosso scuro, in contrasto con le superfici vetrate e i telai in alluminio anodizzato. L'involucro rende così leggibile all'esterno il principio di modularità e flessibilità che governa l'organizzazione strutturale e distributiva dell'edificio.

Interventi precedenti

Realizzazione di tre scale antincendio esterne, inserite in torrette circolari con tetto a cono, chiamate i "matitoni", progettate nel 1985 dallo stesso Berarducci; ristrutturazione e adeguamento dei locali mensa (1980-1987).

Condizioni generali di conservazione prima del restauro

L'edificio si trova in discrete condizioni di conservazione; è stato oggetto di interventi di modifica per ragioni funzionali. La struttura portante in acciaio, in fase di costruzione, è stata oggetto di trattamento ignifugo con prodotto contenente amianto, dato a spruzzo.

Pressioni ambientali o climatiche specifiche

Localizzazione urbana esposta al rumore del traffico e alle ondate di calore estive; l'ampio involucro vetrato accentua il rischio di surriscaldamento e abbagliamento.

Figura 3
Render generale del progetto.



NUOVO INTERVENTO

2022 - in corso
ACPV Architects (progetto architettonico e coordinamento); Faces Engineering (facciate); DBA PRO (impianti); VDP (progetto ambientale e acustico)

L'intervento di bonifica ambientale e riqualificazione integrale della Direzione generale RAI di viale Mazzini è stato preceduto da un articolato processo conoscitivo, finalizzato alla verifica dello stato del fabbricato e alla definizione delle scelte progettuali. Sui livelli bassi, terra e interrato, sono stati eseguiti saggi e indagini pacometriche sugli elementi strutturali, estesi anche alle aree interessate dalle principali trasformazioni. Il rilievo è stato condotto mediante laser scanner 3D, strumentazione GNSS e stazione totale, consentendo la georeferenziazione delle nuvole di punti. La modellazione BIM, organizzata in ambiente di Cloud Worksharing, è stata impiegata per il coordinamento interdisciplinare e per la gestione delle fasi di progettazione, realizzazione, handover e operation and maintenance.

Il progetto, attualmente in corso, prevede la rimozione dell'amianto presente e lo strip-out completo degli elementi architettonici e impiantistici, mantenendo le strutture originarie in carpenteria metallica. L'obiettivo è far riemergere le caratteristiche e le qualità stilistiche del progetto di Francesco Berarducci, fondate su trasparenza, leggerezza e pulizia formale, eliminando gli elementi aggiunti per rispondere alle necessità d'uso emerse nel tempo, comprese le torrette circolari delle scale antincendio introdotte dallo stesso progettista nel 1985.

L'intervento persegue elevati standard di sostenibilità ambientale attraverso l'impiego di tecnologie finalizzate alla riduzione dei consumi di energia primaria. Il progetto mira inoltre a massimizzare l'affidabilità e l'automazione degli impianti, la loro flessibilità e modularità, così da consentire future riconfigurazioni degli spazi e facilitarne la manutenzione. I materiali di nuova introduzione richiamano l'estetica dell'edificio originario, pur dando priorità alla conformità alle normative vigenti.

La demolizione degli elementi architettonici e impiantistici è accompagnata dalla conservazione dei principali elementi di pregio. I pannelli in palissandro della grande Sala degli Arazzi saranno mantenuti, il pavimento in marmo attorno alla corte interna sarà protetto e restaurato nella posizione originaria e il controsoffitto di Gino Marotta sarà smontato, restaurato e riposizionato. Il nuovo involucro vetrato manterrà il ritmo originario, fondato sull'alternanza di due moduli apribili e di un doppio modulo fisso. I montanti saranno realizzati in alluminio e le specchiature saranno costituite da vetrocamera doppia o tripla, in funzione delle differenti esigenze prestazionali. Le parti opache saranno ricostruite mediante



Figura 4
Una delle torrette delle scale antincendio, aggiunte nel 1985, che saranno rimosse nell'intervento.

facciata ventilata, con pannelli compositi tipo "honeycomb" verniciati e fissaggi meccanici nascosti.

Poiché l'involucro è in larga parte vetrato, la coibentazione interesserà il perimetro dei vani ascensori, le pareti opache di facciata, l'intradosso dell'interrato, le pareti di separazione tra aree riscaldate e non riscaldate al piano interrato, le coperture dell'edificio principale e dei corpi bassi e l'intradosso degli sbalzi al primo piano. Sui lati lunghi esposti a sud e sulla facciata più esterna orientata a sud-ovest verso via Podgora saranno installati, in corrispondenza delle fasce marcapiano, nuovi frangisole orizzontali profondi rispettivamente 70 e 50 cm, costituiti da una lamiera piena in alluminio nella parte superiore e da una lamiera stirata in quella inferiore.

La copertura è riprogettata con l'obiettivo di preservarne le caratteristiche estetiche e integrare gli impianti negli spazi tecnici ricavati al suo interno. Il manto esistente sarà completamente sostituito con nuove lastre di rame giuntate mediante doppia aggraffatura. Sulle porzioni sommitali non inclinate saranno installati pannelli fotovoltaici. L'intervento comprende infine opere di miglioramento sismico delle strutture.



Figura 5
Schema della facciata vetrata con frangisole.

Obiettivo dell'intervento sull'involucro
Obiettivi prioritari sono la bonifica dall'amianto, che ricopre le strutture metalliche, e la realizzazione di involucro esterno, partizioni interne e impianti a norma di legge, mirando a raggiungere la classe nZEB.

Estensione dell'intervento sull'involucro
L'intervento riguarda l'intero fabbricato, in tutte le sue parti, dato che la struttura sarà completamente spogliata di ogni finitura e impianto.

Soluzioni adottate per l'involucro
Le nuove vetrate saranno in parte fisse e in parte apribili, a battente, con vetrocamera DGU/TGU; le superfici opache saranno realizzate come facciata ventilata, con pannelli honeycomb verniciati con la cromia originaria, ma con dimensioni differenti, associati a lana di roccia e PIR; i vani ascensori e i corpi scala saranno coibentati con lana di roccia (4 cm). Pannelli in XPS saranno adottati nell'isolamento dell'interrato, sia a pavimento (8 cm), sia a intradosso (10 cm); in generale, nelle coperture saranno impiegati pannelli in EPS abbinati a lana di roccia, mentre all'intradosso di solai confinanti con l'esterno pannelli in lana di roccia. Ove necessario, saranno utilizzati pannelli di poliuretano a basso spessore.

Altri interventi
Interventi strutturali: cerchiatura dei setti in c.a. di nuclei scala/ascensore; unione dei corpi di fabbrica, attraverso saldatura alle travi di piano di controventi metallici; sabbiatura, protezione anticorrosiva e rinforzo di travi e pilastri di acciaio esistenti mediante la saldatura di piatti. Posa in opera di pannelli fotovoltaici in copertura. Sostituzione di tutti gli impianti.

Consumi post-intervento
84,87 kWh/m² anno

Certificazioni - premi
Classe energetica A2 (APE 2023) (previsione); certificazioni LEED e WELL (previsione).

Quadro conoscitivo, metodo e tracciabilità
Il progetto si fonda su un quadro conoscitivo articolato e documentato: fonti storiche e archivistiche, lettura dei caratteri compositivi e tecnologici dell'edificio, indagini strutturali, rilievo GNSS/laser scanner e gestione della progettazione tramite software BIM. Gli obiettivi progettuali sono esplicitati: bonifica, adeguamento prestazionale e riqualificazione funzionale. La documentazione disponibile consente una buona tracciabilità delle scelte e delle trasformazioni.

Adeguatezza tecnica e compatibilità delle soluzioni adottate
Le soluzioni adottate per l'involucro risultano tecnicamente avanzate e calibrate sugli obiettivi prestazionali, con facciate continue a taglio termico, vetrazioni ad alte prestazioni, verifiche termoigrometriche, acustiche, statiche e antincendio, frangisole e sistemi per la manutenzione. Pur non essendo possibile mantenere l'involucro esistente, la nuova soluzione riprende la logica tipologica del curtain wall e la natura tecnologica dell'opera. L'intervento resta tuttavia molto incisivo sull'edificio, poiché comporta la sostituzione estesa delle facciate.

Grado di reversibilità
L'intervento presenta un'elevata incidenza trasformativa, poiché lo strip-out, la bonifica, la demolizione di partizioni e la sostituzione generalizzata delle facciate comportano una perdita estesa di materia originaria. I nuovi sistemi sono in parte disassemblabili e manutenibili, con alcune componenti previste secondo logiche a secco; tuttavia la reversibilità complessiva resta limitata.

Impatto sull'assetto formale e spaziale
L'impatto dell'intervento sull'assetto formale e spaziale è contenuto ma percepibile. Il progetto prevede la rimozione di elementi ritenuti incongrui e mira a recuperare leggerezza, trasparenza, modularità e chiarezza compositiva del curtain wall originario. Tuttavia, l'introduzione di nuovi profili, sistemi vetrati ad alte prestazioni, frangisole, la reinterpretazione della copertura e la riorganizzazione degli interni comportano variazioni significative nella percezione dell'opera. L'intervento mantiene riconoscibili i principali caratteri compositivi dell'edificio, pur aggiornandone in modo evidente la materialità e il funzionamento tecnico.

Grado di conservazione degli elementi architettonici originari
La conservazione materiale degli elementi di involucro è ridotta, poiché le facciate vetrate sono sostituite integralmente e la copertura non è mantenuta nella sua configurazione tecnico-costruttiva, ma ripensata per integrare nuove dotazioni impiantistiche. L'intervento conserva soprattutto struttura, sagoma, ritmo compositivo e immagine complessiva dell'edificio, più che elementi architettonici originari. Le sostituzioni sono motivate da bonifica, sicurezza, obsolescenza tecnica ed efficientamento energetico e determinano una perdita significativa di materia originaria.

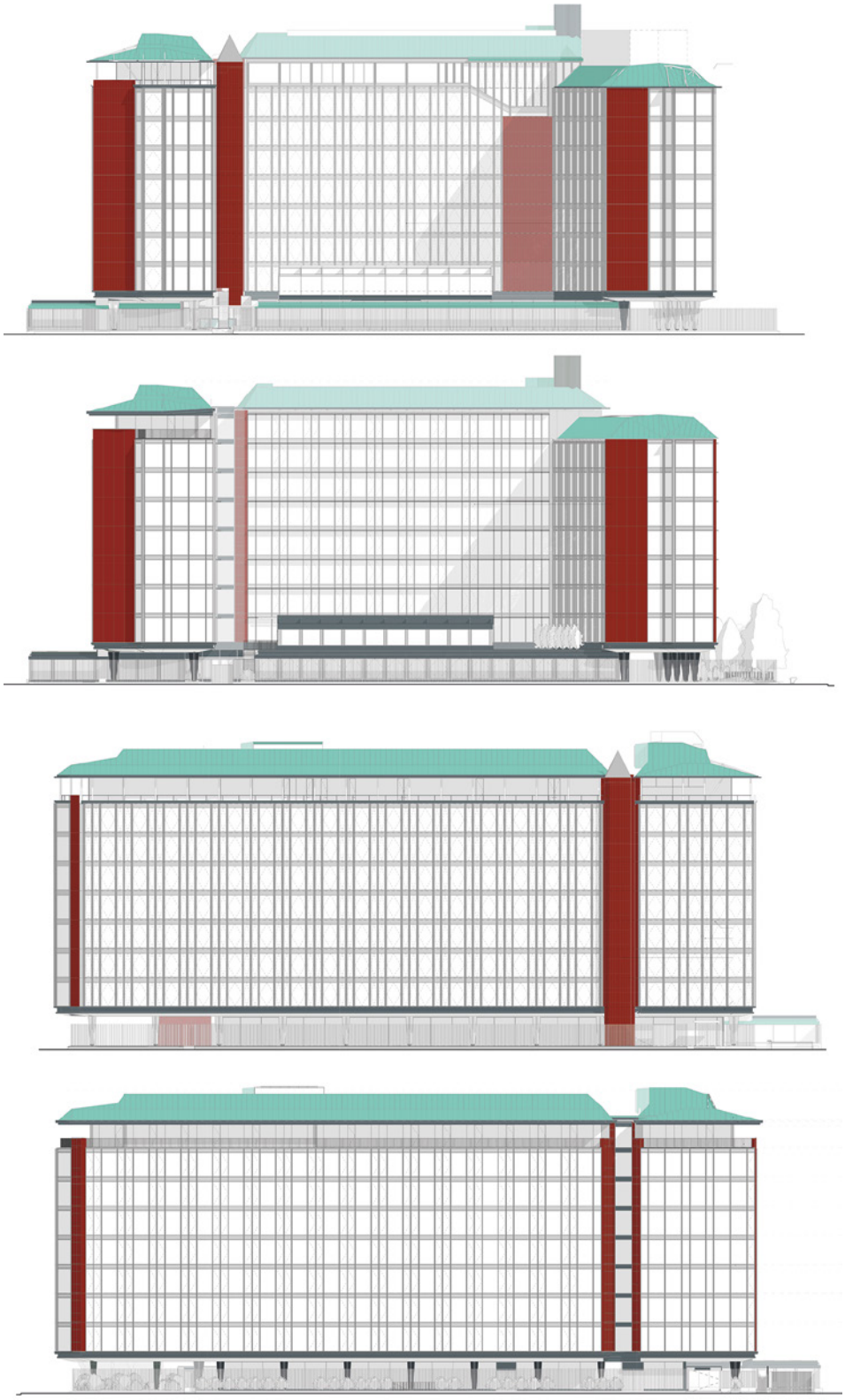


Figura 6
Prospetto ovest (stato di fatto e progetto); prospetto est (stato di fatto e progetto).

HAUS HARDENBERG

Germania, Berlino, Berlino

PROGETTO ORIGINARIO

1953 - 1956
Paul Schwebes

Haus Hardenberg costituisce uno dei più rilevanti esempi del Moderno del dopoguerra a Berlino Ovest, nel quartiere di Charlottenburg. Progettato da Paul Schwebes tra il 1953 e il 1955 e costruito entro il 1956, l'edificio fu realizzato come prestigiosa sede della libreria Kiepert. La composizione è fondata su uno scheletro in calcestruzzo armato di sette piani, capace di adattarsi alla complessa morfologia urbana del sito d'angolo tra Hardenbergstraße e Knesebeckstraße. Schwebes adottò una sofisticata pianta curvilinea, da cui deriva un piano continuo e fluido di facciata esteso su tre strade contigue. La soluzione, influenzata dall'espressionismo dinamico di Erich Mendelsohn, accentua una marcata orizzontalità. L'organizzazione verticale dei prospetti urbani segue una logica tripartita di matrice classica: una base commerciale trasparente, cinque livelli intermedi destinati a uffici e un attico arretrato. Le vetrine al piano terreno, lievemente arretrate rispetto al filo principale e protette da una pensilina continua, impiegano telai in alluminio anodizzato color ottone, per stabilire un senso di eleganza commerciale alla scala pedonale. I cinque piani per uffici sono avvolti da un ritmico sistema di parete continua con telai in acciaio. Il sistema è scandito da fasce orizzontali di Detopakglas bianco, un vetro opaco con superficie rivestita, poste in corrispondenza dei bordi dei solai; il Detopakglas nero è invece utilizzato nei pannelli sottofinestra, generando un marcato contrasto monocromatico che rafforza il carattere lineare e la matericità dell'edificio. L'attico al settimo piano è enfatizzato da una sottile e ampia gronda in calcestruzzo fortemente aggettante, che appare sospesa sopra la linea di copertura ed è divenuta un elemento distintivo dell'architettura berlinese degli anni Cinquanta, soprattutto negli edifici d'angolo. Mentre i prospetti verso strada privilegiano trasparenza e rappresentatività urbana, i fronti verso la corte adottano un linguaggio funzionalista, con corpi scala semicircolari vetrati con telai in acciaio e vetri traslucidi opachi, che introducono dinamismo attraverso una tavolozza materica più industriale. All'interno, lo scheletro in calcestruzzo armato, impostato su una maglia di 6,40 m, consente una distribuzione interna a pianta libera eccezionalmente flessibile. Il sistema tecnologico di Haus Hardenberg è imperniato su un telaio in calcestruzzo armato che sostiene una sofisticata parete continua con profili in acciaio. I principali componenti di fac-



Figura 1
Vista sud-est da Hardenbergstraße, fotografia storica.

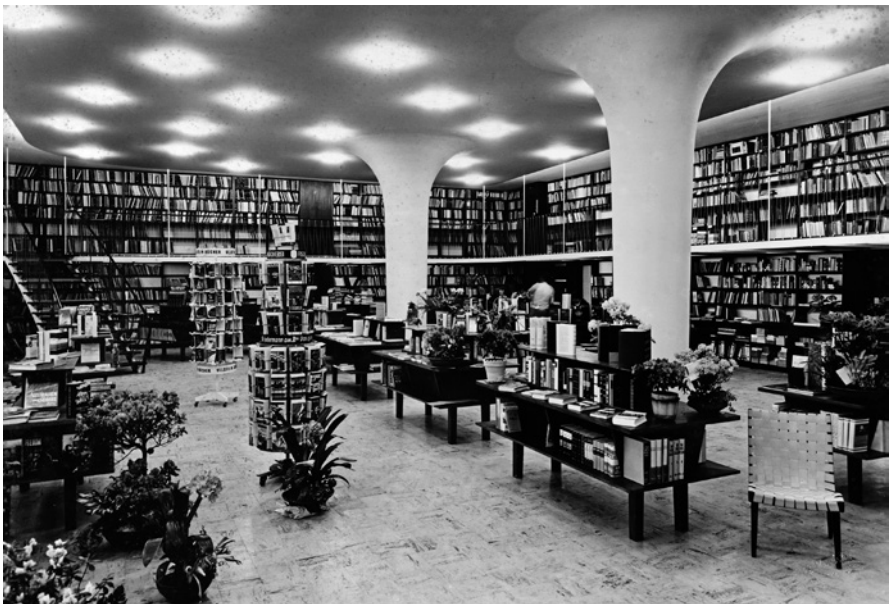


Figura 2
Vista interna dell'ex libreria Kiepert con le colonne fungiformi in cemento armato, fotografia storica.

ciata sono finestre del tipo «Chicago Window», formate da una grande specchiatura fissa centrale affiancata da due strette ante apribili verso l'interno. I serramenti utilizzano esili montanti e sottili profili in acciaio privi di taglio termico, larghi generalmente 49 mm e profondi 75 mm. La configurazione massimizzava l'illuminazione naturale degli ambienti, facilitando al contempo la ventilazione naturale attraverso le ante laterali. Il sistema a doppio serramento formava, con entrambe le ante chiuse, una camera d'aria isolante supplementare, significativa strategia termica della progettazione postbellica. La materialità è definita anche dall'uso del Detopakglas, vetro temprato opaco: i pannelli bianchi rivestono i bordi dei solai, mentre quelli neri occupano le fasce sottofinestra, offrendo allo scheletro in calcestruzzo un rivestimento durevole ed esteticamente raffinato. Il piano terreno presenta vetrine arretrate con telai in alluminio anodizzato color ottone; i corpi scala semicircolari aggettanti impiegano telai in acciaio e vetri traslucidi opachi. Per la circolazione verticale, l'edificio integra una scala elicoidale in calcestruzzo e lucernari vetrati originari con telaio in acciaio (Oberlichter), che assicurano una naturale illuminazione del nucleo interno. Nel complesso, il progetto conserva il carattere unitario dell'opera originaria, in diretto rapporto con l'uso e il contesto, attraverso soluzioni coordinate alle diverse scale.

Interventi precedenti

Tra il completamento del 1956 e il restauro del 2003 l'edificio subì modifiche strutturali limitate. Un rilevante adeguamento degli interni fu realizzato nel 1973-1974 da Günther Wehde, per modernizzare gli spazi commerciali e gli uffici della libreria Kiepert. Nel 2001 furono rimosse le insegne al neon originarie dalle vetrine del piano terreno. Il dato più critico di questo cinquantennio fu la sostanziale assenza di manutenzione sistematica. Le vetrate dei corpi scala furono inoltre interessate da precedenti riparazioni improprie.

Condizioni generali di conservazione prima del restauro

Nel 2003 l'edificio presentava un grave degrado materico, conseguenza di cinque decenni di manutenzione differita. I profili in acciaio privi di taglio termico erano estesamente corrosi e numerose lastre di vetro risultavano rotte. Le schermature solari originarie, danneggiate e non più funzionanti, non limitavano il forte surriscaldamento estivo. I doppi serramenti mostravano infiltrazioni d'aria e guarnizioni inefficaci, con sensibile riduzione delle prestazioni termiche. Anche le vetrate posteriori dei corpi scala erano in cattive condizioni a seguito di precedenti riparazioni non riuscite.

Pressioni ambientali o climatiche specifiche

Il clima di Berlino sottopone l'involucro a marcate sollecitazioni stagionali. In estate l'elevata esposizione solare, associata a una quota vetrata superiore al 50%, provocava intenso surriscaldamento dopo il guasto delle schermature. In inverno, i telai in acciaio a vetro singolo, privi di taglio termico, determinavano elevate dispersioni.

Figura 3
Vista dell'isolato da nord, 1955.



NUOVO INTERVENTO

2003 - 2004
Winkens Architekten

La riqualificazione di Haus Hardenberg, eseguita nel 2003-2004 sotto la direzione di Winkens Architekten, costituisce un caso esemplare di come un'icona modernista del dopoguerra possa essere aggiornata tecnologicamente nel rigoroso rispetto della tutela monumentale. L'intervento ha fatto seguito al trasferimento dell'immobile a Hühne Immobilien nel 2002, quando cinque decenni di manutenzione differita avevano prodotto grave degrado materico e completa inadeguatezza rispetto agli standard energetici contemporanei. La strategia si è fondata su un approccio a «doppia velocità»: restauro fortemente conservativo per i prospetti urbani e sostituzione tecnologica orientata alle prestazioni per i fronti funzionali della corte. Le facciate verso strada, caratterizzate dall'elegante parete continua curvilinea e dall'accentuata orizzontalità, hanno richiesto un processo artigianale particolarmente accurato. Ogni serramento in acciaio è stato smontato sistematicamente, disossidato, protetto con nuovi cicli di finitura e quindi ricollocato. Un'innovazione centrale nel quadro della conservazione è stata la strategia di «reglazing», ossia la sostituzione mirata delle vetrate: conservando gli esili profili originari da 49 mm, i progettisti hanno inserito nelle ante interne del doppio serramento un vetro Pilkington K Glass basso emissivo da 6 mm, capace di riflettere il calore verso l'interno in inverno e contribuire al controllo solare in estate. La soluzione ha mitigato la debolezza termica di un involucro con rapporto finestra-parete superiore al 50%, senza sacrificare la trasparenza della tipologia «Chicago Window». Le schermature esterne bianche sono state sostituite da nuovi dispositivi color ottone, coerenti con l'alluminio anodizzato delle vetrine del piano terreno e capaci di migliorare il comfort visivo riducendo abbagliamento e riflessi solari. I prospetti verso corte e le chiusure delle scale secondarie sono stati invece sostituiti integralmente con telai contemporanei in alluminio a taglio termico e unità di vetrocamera isolante. La sostituzione ha ottimizzato il bilancio energetico del retro, evitando di imporre prestazioni eccessive alla più delicata materia storica dei fronti principali. L'intervento ha compreso il rinnovo degli impianti meccanici, con un sistema integrato di riscaldamento, ventilazione e condizionamento adeguato agli usi commerciali e direzionali. Al piano terreno le vetrine sono state riqualificate con fasce pubblicitarie e profili aggiornati; le scale secondarie sono diventate ingressi di rappresentanza con accesso diretto dalla strada. Un nuovo progetto illuminotecnico integrato rafforza la presenza urbana notturna, valorizzando la pensilina del piano terreno e la caratteristica gronda aggettante di copertura, percepita come una «copertura volante». Il processo pro-



Figura 4
Struttura in calcestruzzo restaurata e nuova chiusura vetrata con telaio in alluminio di un vano scala sul fronte posteriore, 2019.

gettuale ha preso avvio con una diagnosi complessiva dell'involucro degli anni Cinquanta, che ha confermato l'incompatibilità dei valori di trasmittanza originari con le norme energetiche attuali. Ricerche storiche e rilievi in sito hanno documentato rilevanti danni strutturali ai profili in acciaio e guarnizioni dei serramenti deteriorate. Il processo decisionale, coordinato tra proprietà e autorità di tutela, ha valutato scenari compresi tra la sostituzione integrale delle facciate e la conservazione assoluta, scegliendo una strategia ibrida: restauro artigianale dei telai in acciaio dei prospetti principali e sostituzione ad alte prestazioni dei componenti funzionali posteriori. Le maestranze sono state specificamente formate per smontare e riadattare ogni elemento secondo le prescrizioni di tutela contemporanee. Le simulazioni energetiche hanno guidato la scelta del vetro basso emissivo Pilkington K Glass da 6 mm per le ante interne, ottimizzando il bilancio termico e preservando gli iconici profili esili. La strategia adottata propone un metodo capace di coordinare diagnosi, progetto e costruzione secondo criteri compatibili e controllabili.

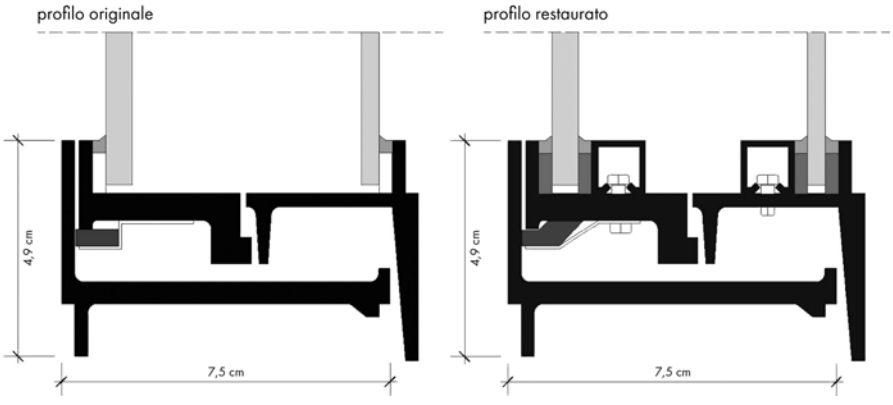


Figura 5
Sezione trasversale con interventi termo-acustici.

Obiettivo dell'intervento sull'involucro
Restaurare materia e carattere estetico originari, conseguendo i requisiti contemporanei di trasmittanza e limitando il surriscaldamento estivo mediante vetri e schermature mirati.

Estensione dell'intervento sull'involucro
Restauro completo delle pareti continue verso strada; sostituzione integrale dei componenti dei fronti di corte e delle chiusure delle scale con sistemi in alluminio e vetrocamera.

Soluzioni adottate per l'involucro
Prospetti urbani: restauro dei telai originari in acciaio, nuovi vetri basso-emissivi Pilkington K Glass nelle ante interne e sostituzione delle guarnizioni. Prospetti di corte: nuovi telai in alluminio a taglio termico e vetrocamera isolante ad alte prestazioni. Schermature: nuove schermature solari color ottone per ridurre abbagliamento e riflessi solari. Vetrine: profili in alluminio anodizzato color ottone e nuova fascia pubblicitaria continua. Tenuta: installazione di nuovi fermavetri e guarnizioni di tenuta nascoste per migliorare la tenuta all'aria e le prestazioni termiche complessive.

Altri interventi
Sono stati modernizzati gli impianti dell'edificio, con nuovi sistemi HVAC centralizzati per negozi e uffici. Le unità commerciali al piano terreno sono state rinnovate per nuovi conduttori, tra cui la libreria Lehmann. Le due scale laterali sono state adeguate come ingressi principali con accesso diretto dalla strada. Un progetto illuminotecnico integrato valorizza la pensilina al piano terreno e la caratteristica gronda aggettante di copertura. Gli interni sono stati oggetto di un rinnovo generale dei piani per uffici e dell'aggiornamento della distribuzione modulare. I piani restano flessibili nell'uso.

Certificazioni - premi
Bundespreis für Handwerk in der Denkmalpflege (Sonderpreis) 2004.

Quadro conoscitivo, metodo e tracciabilità
Il progetto è fondato su ricerche storico-documentarie, rilievi e analisi dello stato di conservazione e del comportamento dell'involucro. Il confronto tra diverse ipotesi di intervento ha portato a una strategia differenziata, condivisa con gli organi di tutela: conservazione e restauro dei prospetti principali rivolti verso strada, sostituzione selettiva dei sistemi di chiusura dei fronti verso corte. Le operazioni di smontaggio, restauro e ricollocazione dei componenti risultano documentate e affidate a maestranze specializzate.

Adeguatezza tecnica e compatibilità delle soluzioni adottate
Le soluzioni sono differenziate in relazione alla rilevanza architettonica dei prospetti. Nei fronti principali rivolti verso strada, i telai in acciaio sono stati smontati, restaurati e rimontati, integrando nuove vetrate, guarnizioni e sistemi di tenuta senza alterare la ridotta sezione dei profili. Nei prospetti verso corte, meno caratterizzanti, i serramenti sono stati sostituiti con sistemi contemporanei a taglio termico. Il ripristino delle schermature solari contribuisce inoltre al controllo dell'irraggiamento.

Grado di reversibilità
Lo smontaggio, il restauro e il rimontaggio dei telai in acciaio dei prospetti principali consentono di conservare il sistema originario e di sostituire in futuro vetri, guarnizioni e fermavetri. La reversibilità complessiva è tuttavia parziale, poiché i sistemi di chiusura dei fronti verso corte e delle scale secondarie sono integralmente sostituiti. Anche l'adeguamento dei componenti conservati comporta modifiche puntuali che non consentono un completo ritorno alla configurazione precedente.

Impatto sull'assetto formale e spaziale
L'intervento mantiene la configurazione curvilinea dei prospetti principali, la scansione orizzontale delle superfici vetrate, l'esilità dei profili metallici e l'alternanza cromatica dei pannelli opachi. Le nuove vetrate e le integrazioni tecniche sono inserite senza modificare sensibilmente il disegno delle facciate rivolte verso strada. Le trasformazioni più percepibili interessano i prospetti verso corte, gli accessi secondari e le schermature solari, con effetti limitati sull'immagine complessiva dell'edificio.

Grado di conservazione degli elementi architettonici originari
Nei prospetti principali sono conservati e restaurati i telai in acciaio, i pannelli opachi e la configurazione delle finestre che definiscono il carattere orizzontale dell'edificio. Vetri, guarnizioni e componenti metallici non più recuperabili sono sostituiti per ragioni conservative e prestazionali. Nei fronti verso corte e nelle scale secondarie prevale invece la sostituzione dei sistemi di chiusura con componenti contemporanei. La conservazione degli elementi originari risulta pertanto significativa ma selettiva.





Figura 6
Parete-finestra restaurata con telaio in acciaio, montanti color ottone, pannelli opachi in vetro nero e rivestimenti bianchi dei bordi di solaio, 2005.

Figura 7
Vista dal basso della parete-finestra restaurata e dello sporto di copertura a un angolo dei fronti stradali, 2005.

ARCHITETTURA SANITARIA E ASSISTENZIALE

EX OSPEDALE FELIX PLATTER

Svizzera, Basilea-Città, Basilea

PROGETTO ORIGINARIO

1959 - 1967
Fritz Rickenbacher, Walter Baumann

Costruito tra il 1963 e il 1967 su progetto degli architetti Fritz Rickenbacher e Walter Baumann, l'Ospedale Felix Platter costituisce un riferimento del Moderno svizzero del secondo dopoguerra. Situata nel quartiere Iselin di Basilea, la grande struttura ospedaliera di dieci piani misura ~105 m di lunghezza e 20 m di larghezza; la silhouette nautica e la presenza dominante nel tessuto suburbano a bassa densità le valsero il soprannome di «nave». L'edificio documenta la fase culminante della crescita economica degli anni Sessanta ed è caratterizzato da una rigorosa logica strutturale e da un sistema di facciate tripartito, correlato alle funzioni interne. Il fronte nord è definito da una griglia prefabbricata in calcestruzzo, scandita da piano a piano e completata da tamponamenti finestrati lignei; una fascia verticale in alluminio e vetro interrompe la tessitura come un avancorpo. Il prospetto longitudinale sud presenta invece una caratteristica parete continua in metallo e vetro, piegata a fisarmonica.

La struttura cristallina, orientata a sud-ovest, ottimizzava l'illuminazione naturale delle degenze e conferiva all'insieme un'immagine vibrante e moderna. Al piano terreno il volume si articola in una pianta a pettine, formata da padiglioni monopiano proiettati nel parco. Le ali, realizzate con murature in mattoni rossi a vista e con profondi sporti di gronda in calcestruzzo sostenuti da travi a vista, stabiliscono un rapporto a scala umana tra il grande blocco monolitico e il paesaggio. Esse ospitavano originariamente le funzioni pubbliche e semipubbliche, tra cui ingresso, aula magna, amministrazione e spazi terapeutici. La distribuzione interna era organizzata attorno ad ampi corridoi lunghi fino a 100 m collegati da tre nuclei principali di circolazione verticale.

L'ultimo piano accoglieva biblioteca, solarium con terrazza e locali tecnici, schermati da lamelle metalliche. Le testate orientale e occidentale sono segnate da balconi aggettanti sviluppati per l'intera altezza, che rafforzano la metafora marittima. Il sistema strutturale è fondato su un robusto scheletro in calcestruzzo armato, dimensionato per elevate capacità di carico e lunga durabilità. Una maglia rigida di pilastri e travi sostiene solai piani in calcestruzzo e garantisce la flessibilità necessaria ai grandi reparti ospedalieri.

Figura 1
Vista della facciata nord, 1967.





Figura 2
Vista della facciata sud durante il cantiere, 1966.

La struttura, lunga 100 m, è suddivisa da due giunti di dilatazione che assorbono i movimenti termici. L'involucro si articola in tre sistemi principali. Il fronte nord impiega elementi prefabbricati in calcestruzzo del peso di 3,5 t, ancorati ai solai: essi costituiscono uno strato, protettivo e figurativo, dietro il quale sono collocati serramenti lignei. Il sistema originario comprendeva finestre scorrevoli a vetro singolo e pannelli opachi compositi isolati, caratterizzati da una specifica tonalità verde.

Le principali infrastrutture tecniche erano concentrate nel seminterrato e nel piano di copertura, con distribuzione meccanica attraverso cavedi verticali integrati nei nuclei. Le partizioni interne, in gran parte in muratura non portante e pannelli leggeri, lasciavano un'altezza netta di 3,10 m, condizione favorevole alla successiva rifunzionalizzazione. Nel suo insieme, l'architettura esprime una sintesi coerente tra identità formale e sistemi tecnici, in stretta relazione con l'uso e il contesto, affidando ai dettagli un ruolo determinante.

Interventi precedenti

Dall'apertura del 1967 l'edificio fu interessato da interventi mirati per mantenere gli standard clinici. Nel 1985 venne aggiunta una scuola per infermieri; nel 1989 furono rinnovate le aree chirurgiche e cliniche e nel 1990 furono costruiti corpi annessi per ortopedia e amministrazione. Tra il 1998 e il 1999 Bürgin Nissen Wentzlaff eseguì un importante aggiornamento interno dei reparti. Nel 2010 la facciata in calcestruzzo fu sottoposta a pulitura professionale e riparazioni localizzate.

Condizioni generali di conservazione prima del restauro

Prima della riconversione del 2018 l'edificio presentava condizioni fisiche complessivamente discrete e conservava il carattere modernista originario. Le facciate erano rimaste in larga misura inalterate, benché alcuni elementi in calcestruzzo e accessori metallici fossero stati ridipinti. Le chiusure vetrate dei piani superiori mostravano fenomeni di invecchiamento, mentre le vetrine del piano terreno erano state modificate o avanzate nel tempo. La struttura in calcestruzzo armato era solida, ma presentava obsolescenza funzionale, scarsa sicurezza antincendio ed insufficiente efficienza energetica, inducendo inizialmente il governo a preferire la demolizione.

Pressioni ambientali o climatiche specifiche

L'edificio doveva conformarsi agli standard energetici MuKEn e alle norme sismiche contemporanee. Le ampie superfici vetrate non isolate determinavano elevati carichi termici estivi e forti dispersioni invernali. Il rumore proveniente da Burgfelderstrasse costituiva un fattore ambientale, mitigato in origine spostando le consegne al piano interrato.



Figura 3
Vista della facciata sud dalla città.

NUOVO INTERVENTO

2018 - 2022
Müller Sigrist & Rapp Architekten

La trasformazione dell'Ospedale Felix Platter in complesso residenziale costituisce un caso pionieristico di riuso adattivo, nel quale la tutela del patrimonio modernista è associata alla sostenibilità sociale. Il progetto ha convertito la grande struttura clinica in un «villaggio verticale» con 134 alloggi cooperativi, comprendenti monolocali per studenti, duplex familiari e una comunità abitativa per anziani composta da dodici unità.

La strategia, sviluppata dai progettisti degli studi Müller Sigrist e Rapp, privilegia interventi strutturali minimi per mantenere la silhouette iconica dell'edificio. Elemento centrale è la «Rue Intérieure», percorso pubblico sinuoso ricavato nei larghi corridoi ospedalieri, che collega verticalmente gli alloggi e culmina nella terrazza comune di copertura e in spazi collettivi, favorendo l'interazione tra residenti.

Per correggere le inefficienze termiche senza alterare l'immagine storica, una nuova pelle in legno-alluminio con triplo vetro è stata collocata 6 cm dietro la facciata sud a pieghe. L'intercapedine non riscaldata opera come filtro climatico e forma giardini d'inverno e balconi privati utilizzabili durante l'anno.

Sul fronte nord l'originaria griglia in calcestruzzo è stata pulita e conservata; all'interno sono stati aggiunti 160 mm di lana di roccia e nuovi serramenti lignei a triplo vetro, conformi al disegno originario. La fascia vetrata in alluminio è stata sostituita da una replica ad alte prestazioni. I padiglioni del piano terreno ospitano caffè di quartiere, supermercato, centro fitness e asilo, mantenendo il ruolo dell'edificio quale polo sociale del nuovo distretto Westfeld.

L'adeguamento alle norme ha richiesto interventi tecnici rilevanti. Per il miglioramento sismico, i corpi scala esterni sono stati rimossi e sostituiti da tre nuovi setti e nuclei interni, avvicinati all'asse centrale; la soluzione ha consentito anche una maggiore flessibilità distributiva. Il piano attico, in precedenza adibito a locali tecnici, è stato reso abitabile mediante grandi finestre circolari, esito di un compromesso con gli organi di tutela che ha preservato il carattere prevalentemente chiuso del coronamento. Il progetto integra un sistema energetico sostenibile: una pompa di calore ad acqua di falda copre il 70% del fabbisogno, mentre il teleriscaldamento urbano interviene nei picchi; in copertura è installato un impianto fotovoltaico di 503 m^2.

Il paesaggio circostante è stato conservato, tutelando alberi di grandi dimensioni che assicurano ombreggiamento naturale.



Figura 4
Vista della facciata nord.

Il riuso della struttura esistente ha evitato l'impiego di ~20.000 t di calcestruzzo armato e l'emissione di 2.500 t di CO_2 rispetto a una nuova costruzione. La riqualificazione ha trasformato un complesso destinato alla demolizione in una cooperativa residenziale diversificata ed efficiente, capace di rispettare il patrimonio architettonico e rispondere alle esigenze sociali contemporanee della comunità di Basilea.

Il processo ha avuto avvio nel 2015, quando un'analisi costi-benefici ha indicato la demolizione come soluzione preferibile, suscitando l'opposizione di architetti e associazioni per la tutela. Un successivo studio di fattibilità ha dimostrato che la conversione residenziale poteva soddisfare in modo economicamente sostenibile i requisiti energetici, antincendio e sismici. Nel 2018 la cooperativa Wohnen & Mehr ha promosso un concorso incentrato sui sistemi di accesso orizzontale e verticale e sul miglioramento sismico; la strategia di «intervento minimo» del raggruppamento Müller Sigrist-Rapp è risultata vincitrice. La progettazione ha adottato tre livelli di tutela concordati con l'autorità cantonale: conservazione integrale degli elementi principali di facciata, mantenimento dell'aspetto dei componenti secondari e maggiore libertà per le trasformazioni interne.

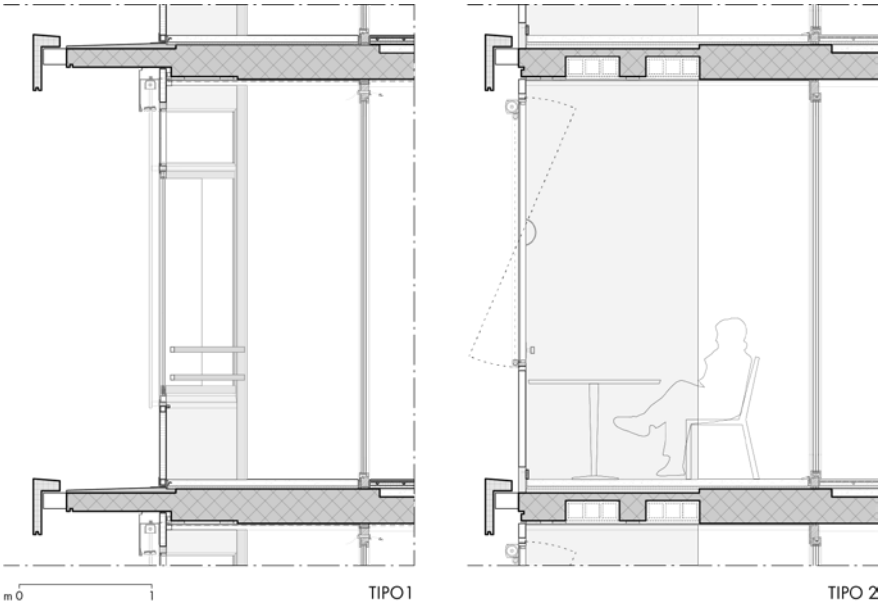


Figura 5
Sezione di dettaglio della facciata sud, tipo 1 e 2.

Obiettivo dell'intervento sull'involucro
Adeguare isolamento termico e sicurezza antincendio, preservando la facciata modernista mediante una seconda pelle arretrata e repliche ad alte prestazioni fedeli al disegno originario come costruito.

Estensione dell'intervento sull'involucro
Riqualificazione completa dell'involucro, concentrata sulla parete vetrata piegata a sud, sulla griglia in calcestruzzo a nord e sulla conversione del piano tecnico privo di finestre.

Soluzioni adottate per l'involucro
Una nuova pelle in legno-alluminio con triplo vetro è stata inserita 6 cm dietro la facciata piegata a sud, creando un giardino d'inverno non riscaldato come filtro climatico. La griglia in calcestruzzo del fronte nord è stata coibentata internamente con 160 mm di lana minerale e dotata di serramenti lignei a triplo vetro. La fascia vetrata nord d'alluminio è stata sostituita con una replica a taglio termico. In copertura, le schermature metalliche degli impianti sono state sostituite da un attico abitabile con aperture circolari. Nuove schermature solari esterne sono integrate sul fronte sud.

Altri interventi
L'adeguamento sismico ha rimosso i corpi scala esterni e introdotto tre setti interni a tutta altezza. La «Rue Intérieure» è stata ricavata negli ex corridoi clinici. Gli impianti MEP sono stati sostituiti con sistemi efficienti, tra cui una pompa di calore ad acqua di falda e un fotovoltaico in copertura da 110 kWp. Il pianterreno è stato riconfigurato per usi sociali e commerciali. La tutela del paesaggio ha preservato gli alberi maturi, formando un corridoio verde.

Consumi post-intervento
26 kWh/m² anno

Certificazioni - premi
Gestaltungspreis der Wüstenrot Stiftung (Resource Conservation & Reuse) 2024; Swiss Building Award (Structural Engineering & Transformation) 2023.

Quadro conoscitivo, metodo e tracciabilità
Il progetto deriva da un processo articolato, avviato con uno studio di fattibilità che ha verificato la compatibilità della riconversione residenziale con i requisiti energetici, antincendio e sismici. Il concorso del 2018 e il confronto con l'autorità di tutela hanno definito tre livelli di conservazione, distinguendo gli elementi da mantenere integralmente da quelli modificabili. Il quadro documenta obiettivi, vincoli e criteri adottati per facciate, strutture e spazi interni.

Adeguatezza tecnica e compatibilità delle soluzioni adottate
Le soluzioni sono differenziate in rapporto ai caratteri dei fronti. A sud la facciata metallica piegata è in larga parte conservata e integrata con una seconda vetrata interna, che forma un'intercapedine non riscaldata; a nord la griglia prefabbricata è mantenuta, coibentata internamente e completata con nuovi serramenti. La replica della fascia vetrata in alluminio e i dispositivi di schermatura rispondono ai requisiti energetici preservando la configurazione generale dell'involucro.

Grado di reversibilità
La seconda vetrata interna del fronte sud costituisce un'aggiunta potenzialmente rimovibile e consente di conservare gran parte della facciata preesistente. La reversibilità complessiva è tuttavia limitata dalla sostituzione dei serramenti e della fascia vetrata in alluminio sul fronte nord, dall'inserimento dell'isolamento interno e dalla trasformazione dell'attico tecnico, dove le schermature metalliche sono rimosse e vengono aperte nuove finestre circolari.

Impatto sull'assetto formale e spaziale
La sagoma, la scansione dei fronti e i principali sistemi di facciata restano riconoscibili. Sul lato sud la seconda pelle è arretrata rispetto alla vetrata piegata e conserva la percezione esterna dell'involucro; a nord permane la griglia in calcestruzzo, mentre serramenti e fascia vetrata sono riproposti con componenti contemporanei. L'impatto più percepibile riguarda l'attico, trasformato da volume tecnico schermato a piano abitabile con nuove aperture circolari.

Grado di conservazione degli elementi architettonici originari
L'intervento conserva la griglia prefabbricata in calcestruzzo, quasi tutta la facciata metallica piegata a sud, i balconi e le pensiline che definiscono l'immagine dell'edificio. La permanenza degli elementi originari è però selettiva: i serramenti del fronte nord e la fascia vetrata in alluminio sono sostituiti, mentre le schermature dell'attico vengono rimosse per inserirvi nuove aperture. Prevale quindi la conservazione dei principali caratteri architettonici, associata a sostituzioni e trasformazioni rilevanti.



Figura 6
Dettaglio della facciata sud con il nuovo ingresso.

BURGERWEESHUIS

Paesi Bassi, Olanda Settentrionale, Amsterdam

PROGETTO ORIGINARIO

1955 - 1960
Aldo van Eyck, Joop van Stigt

Il Burgerweeshuis, progettato da Aldo van Eyck tra il 1955 e il 1960, costituisce un manifesto fondativo dell'architettura strutturalista.

Sito nell'allora periferia rurale di Amsterdam, il complesso fu concepito come una «casa simile a una città» e una «città simile a una casa», per conciliare la dimensione domestica dell'individuo con la scala collettiva della vita urbana. Il progetto rifiuta i rigidi dogmi funzionalisti del primo Movimento Moderno in favore di un'organizzazione decentrata e non gerarchica, interpretata da Van Eyck attraverso l'«estetica del numero».

La configurazione spaziale è governata da una griglia ortogonale di 3,36 m, matrice generativa di un impianto labirintico assimilabile a una casbah. Il sistema modulare articola 328 unità minori e otto spazi comuni di maggiori dimensioni, ciascuno identificato da una propria cupola in calcestruzzo. I moduli sono riuniti in quattro ambiti funzionali disposti attorno alla corte centrale d'ingresso: padiglioni per i bambini più piccoli, padiglioni per i ragazzi, uffici amministrativi e ali di servizio. Il passaggio tra tali settori è affidato a una rete di strade e piazze interne che simula la vita pubblica della città, entro una struttura assistenziale.

L'architettura è informata dal principio dei «fenomeni duali», o della reciprocità, espresso nel rapporto tra interno ed esterno, aperto e chiuso, piccolo e grande. Ogni padiglione residenziale è orientato verso un patio o un giardino specifico e instaura un legame diretto con il paesaggio circostante. Le cupole maggiori segnalano gli spazi collettivi, tra cui la sala delle feste e la palestra, e costruiscono un'identità condivisa entro il campo modulare ripetitivo. L'alternanza di masse e vuoti produce una sequenza spaziale variata, evitando la monotonia potenzialmente associata alla modularità. Calcestruzzo faccia a vista, laterizio bruno scuro e partizioni traslucide in vetrocemento si combinano con interni rivestiti in legno, conferendo alla «casa per bambini» protezione e domesticità. La luce zenitale penetra attraverso lucernari circolari collocati al vertice delle cupole, generando un'illuminazione morbida e diffusa che rafforza il ritmo geometrico del soffitto.

L'ossatura portante primaria è costituita da pilastri in calcestruzzo gettato in opera che sostengono architravi prefabbricati «Schokbeton». Questi ultimi incorporano aperture per



Figura 1
Veduta aerea del complesso, 1960.



Figura 2
Vista interna del soggiorno verso uno dei cortili, 1968.

l'illuminazione e sostengono il paesaggio delle coperture. La copertura comprende 328 piccole cupole prefabbricate in calcestruzzo e otto cupole maggiori gettate in opera.

In origine gli intradossi erano lasciati grezzi, anche per contribuire al comportamento acustico, mentre all'esterno le superfici erano completate con ghiaia color sabbia. Le fondazioni impiegano pali prefabbricati in calcestruzzo armato. I piani a terra sono realizzati con elementi prefabbricati alleggeriti impostati sopra vespai aerati, nei quali trovano posto le principali infrastrutture tecniche.

I serramenti originari erano costituiti da profili in acciaio con vetro singolo; sono stati successivamente sostituiti da telai cavi in acciaio con vetrocamera isolante.

Le partizioni interne in muratura e vetro-mattone definiscono i padiglioni e, nello stesso tempo, mantengono la continuità spaziale delle «strade interne», pavimentate in quarzite. Nei padiglioni le finiture assumono invece un carattere più caldo, con pareti intonacate e pavimenti in vinile. Illuminazione e reti impiantistiche erano originariamente integrate negli elementi strutturali in calcestruzzo per preservare la purezza estetica. Nelle aree di circolazione i materiali «grezzi» erano lasciati a vista, sottolineando la sincerità materica.

Interventi precedenti

Tra il 1991 e il 1994 Aldo e Hannie van Eyck guidarono la trasformazione del complesso per il Berlage Institute, contestualmente alla costruzione del vicino complesso Tripolis. Nel 1993 l'edificio fu formalmente destinato a uffici; nel 2005 l'ex residenza del direttore venne convertita in studio dentistico. Le modifiche successive introdussero partizioni interne e adeguamenti tecnici che occultarono in parte la chiarezza strutturale e la continuità spaziale originarie, prima del restauro complessivo avviato nel 2015.

Condizioni generali di conservazione prima del restauro

Nel 2014 l'edificio versava in condizioni di grave abbandono e degrado, dopo anni di inutilizzo successivi al trasferimento del Berlage Institute. Le coperture presentavano infiltrazioni, gli impianti erano obsoleti e lo stato delle strutture richiedeva interventi urgenti. Spessi rivestimenti opachi applicati al calcestruzzo faccia a vista avevano compromesso l'integrità materica e la percezione delle superfici. Le prestazioni termiche insufficienti determinavano consumi elevati e un microclima interno inadeguato, mettendo a rischio la futura utilizzabilità del monumento e rendendo necessario un intervento urgente.

Pressioni ambientali o climatiche specifiche

Le condizioni climatiche olandesi esercitavano forti sollecitazioni sull'edificio. L'ampia superficie disperdente e i diffusi ponti termici di travi e pilastri in calcestruzzo causavano elevate perdite di calore e rischio di condensa invernale. L'involucro degradato presentava infiltrazioni e spifferi, mentre le ampie vetrate favorivano il surriscaldamento estivo.



Figura 3
Vista esterna degli ex padiglioni destinati ai bambini, 2018.

NUOVO INTERVENTO

2015 - 2021
WDJArchitecten (capogruppo), Ex-Interiors (progettazione degli interni), Atelier Quadrat (progettazione paesaggistica)

La riqualificazione del Burgerweeshuis di Aldo van Eyck, realizzata tra il 2015 e il 2021, costituisce un caso paradigmatico per la conservazione del patrimonio moderno del secondo dopoguerra: un'icona strutturalista in avanzato degrado è stata trasformata nella sede della società di sviluppo urbano BPD. Dopo decenni di abbandono, il calibrato intervento progettato da Wessel de Jonge Architecten ha mirato a conciliare la rigorosa geometria modulare e il valore storico dell'opera con le esigenze di un ambiente di lavoro contemporaneo, flessibile e activity-based.

In una prima fase sono state rimosse le aggiunte degli anni Novanta, le partizioni non originarie e i controsoffitti, recuperando la caratteristica configurazione a casbah e il perimetro originario del complesso. Un'operazione particolarmente delicata ha riguardato l'eliminazione dello spesso rivestimento gommoso grigio-verde che occultava le facciate in calcestruzzo faccia a vista. Liberati da tale strato, gli elementi Schokbeton e quelli gettati in opera sono stati riparati e protetti mediante un impregnante trasparente, restituendo la sincerità materica centrale nella concezione di Van Eyck. L'involucro è stato migliorato sotto il profilo termoenergetico senza modificarne l'espressione architettonica.

I telai in acciaio introdotti dallo stesso Van Eyck nel 1993 sono stati conservati e dotati di vetrocamera HR++ isolante con trattamento a controllo solare, così da limitare il surriscaldamento estivo. All'interno, le 336 cupole in calcestruzzo, caratterizzate da problemi di riverberazione, sono state rivestite con uno strato di 35 mm di intonaco acustico spruzzato, a base di cellulosa. La nuova finitura migliora il comfort sonoro e consente di integrare i cavidotti elettrici e dati, preservando la nitidezza delle linee strutturali.

Il progetto degli interni di Odette Ex introduce un nuovo strato temporale attraverso una palette sobria e pannelli modulari che definiscono gli spazi di lavoro nei padiglioni, in relazione alle ricerche cromatiche sull'opera originaria condotte da Suzanne Fischer. I padiglioni residenziali sono divenuti cluster per uffici; le strade interne sono state ripristinate come piazze comuni per gli incontri informali e per l'esposizione della collezione d'arte di BPD. L'uso come galleria rende accessibili al pubblico, in occasioni programmate, sia le opere sia l'architettura.

Le soglie tra interno ed esterno sono state riqualificate dal progetto paesaggistico di Atelier Quadrat, che ha recuperato elementi quali le sabbiere e gli specchi d'acqua, integrando in



Figura 4
Ex sala delle celebrazioni, 2018.

modo discreto i parcheggi. Il nuovo sistema energetico comprende un «Energy Roof» di 250 m² e un accumulo termico in falda ATES, ottimizzato mediante pompe di calore.

L'insieme ha consentito il passaggio dalla classe energetica G alla classe A, dimostrando la possibilità di adeguare anche monumenti moderni tecnicamente complessi ai principi dell'economia circolare. Il processo progettuale si è fondato su una conoscenza approfondita della storia materiale del fabbricato. Una ricognizione preliminare ha verificato la fattibilità tecnica, seguita da un'indagine storico-architettonica e dalla ricerca cromatica di Suzanne Fischer. Gli studi hanno chiarito la logica della reciprocità di Van Eyck e la palette degli anni Sessanta, orientando le scelte materiche.

Uno strumento centrale è stato il Transformation Framework elaborato dai progettisti con Atelier Quadrat, che classificava gli elementi secondo la rispettiva capacità di trasformazione. Il restauro ha assunto come riferimento l'intento originario, integrando gli aggiornamenti attraverso un gruppo di lavoro che coinvolgeva gli eredi di Van Eyck e gli organi di tutela. Nel complesso, il processo documenta un percorso decisionale fondato sulla conoscenza del manufatto, rendendo tracciabili le principali scelte progettuali e preservando i caratteri architettonici significativi.

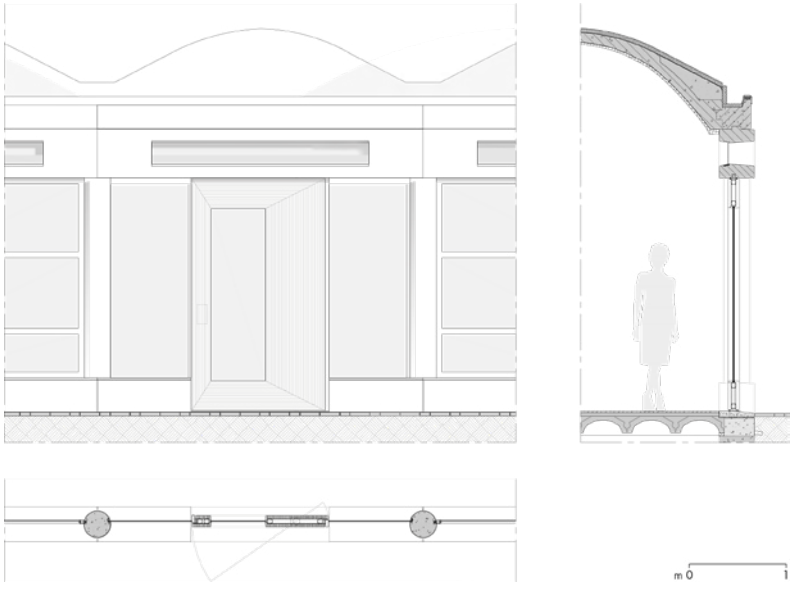


Figura 5
Dettaglio in pianta, sezione e prospetto della nuova porta d'ingresso.

Obiettivo dell'intervento sull'involucro
Trasformare l'involucro monumentale in una chiusura per uffici ad alte prestazioni, riducendo consumi e preservando carattere strutturalista e stratificazione materica, incluse le modifiche degli anni Novanta.

Estensione dell'intervento sull'involucro
L'intervento ha interessato l'intero involucro, con riparazione di tutte le superfici in laterizio e calcestruzzo, sostituzione completa delle vetrate ed integrale adeguamento termico delle coperture.

Soluzioni adottate per l'involucro
Nei telai in acciaio esistenti sono stati inseriti vetri HR++ ad alte prestazioni a controllo solare. I rivestimenti dannosi sono stati rimossi dal calcestruzzo, restituendone la finitura grezza. Le 336 cupole hanno ricevuto all'intradosso 35 mm di intonaco acustico e termico spruzzato. Sulla copertura piana dell'ex alloggio del personale è stato installato un Energy Roof di 250 m²: collettori solari nascosti sotto il manto in PVC grigio scuro raccolgono calore, trasferito mediante pompe a un sistema ATES. Il sistema raggiunge la classe A senza alterare il profilo architettonico dell'edificio.

Altri interventi
I padiglioni sono stati adattati al lavoro activity-based mediante riscaldamento e raffrescamento a pavimento, mentre i radiatori originari sono stati restaurati nelle strade comuni. Cavidotti tecnici e cablaggi LED sono stati integrati nel nuovo intonaco dei soffitti, così da occultare gli impianti contemporanei. Gli arredi fissi superstiti, compresi i banconi in granito e le armadiature, sono stati restaurati con cura. Atelier Quadrat ha ridisegnato il paesaggio circostante, ripristinando elementi ludici originari, come gli specchi d'acqua, e integrando con discrezione le aree di parcheggio.

Consumi post-intervento
206 kWh/m² anno

Certificazioni - premi
Geurt Brinkgreve Bokaal 2018; DOCOMOMO Rehabilitation Award 2021.

Quadro conoscitivo, metodo e tracciabilità
Il progetto è fondato su una ricognizione preliminare, ricerche storico-costruttive e cromatiche e un'analisi delle condizioni materiali e funzionali dell'edificio. Un quadro delle trasformazioni ammissibili ha distinto gli elementi da conservare da quelli adattabili alle nuove esigenze. Il confronto tra progettisti, proprietà, organi di tutela ed eredi di Van Eyck ha accompagnato le scelte, approfondite durante il cantiere mediante dossier dedicati alle singole problematiche.

Adeguatezza tecnica e compatibilità delle soluzioni adottate
Le soluzioni affrontano in modo integrato degrado, dispersioni termiche, surriscaldamento e obsolescenza impiantistica. I serramenti in acciaio installati nel 1993 sono conservati e dotati di nuove vetrate isolanti a controllo solare; le superfici in calcestruzzo e laterizio sono restaurate e le coperture accolgono un sistema per la produzione e l'accumulo di energia termica senza modificare il profilo dell'edificio. Gli impianti sono inseriti limitando l'interferenza con i caratteri architettonici.

Grado di reversibilità
La conservazione dei telai in acciaio consente la futura sostituzione delle vetrate, mentre il sistema energetico collocato sulle coperture piane costituisce un'integrazione distinguibile. La reversibilità è tuttavia parziale: i vetri sono integralmente sostituiti, alcuni lucernari sono rinnovati e l'intonaco acustico applicato all'intradosso delle cupole incorpora parte delle nuove reti impiantistiche. Anche gli interventi sulle stratigrafie dei solai e delle coperture non sono rimovibili senza operazioni sulle parti interessate.

Impatto sull'assetto formale e spaziale
L'intervento mantiene la configurazione a padiglioni, la continuità dei percorsi interni, il sistema modulare in calcestruzzo e laterizio e l'articolazione delle coperture a cupola. Le nuove vetrate conservano il disegno e la cromia dei serramenti preesistenti, mentre gli impianti energetici non modificano il profilo dell'edificio. La rimozione delle partizioni aggiunte negli anni Novanta e l'inserimento di nuove pareti vetrate favoriscono la leggibilità e la continuità visiva degli spazi interni.

Grado di conservazione degli elementi architettonici originari
Sono conservati e restaurati le strutture prefabbricate e gettate in opera, le superfici in calcestruzzo a vista, le murature in laterizio e vetrocemento, le cupole e le principali finiture degli spazi comuni. Sono inoltre recuperati arredi fissi, apparecchi di illuminazione e pavimentazioni superstiti. Le sostituzioni riguardano prevalentemente vetrate, componenti degradati e parti già modificate in precedenza, senza compromettere la prevalente permanenza degli elementi architettonici originari.





Figura 6
Vista della corte e degli ex padiglioni destinati ai bambini, 2018.

Figura 7
Patio tra gli ex padiglioni destinati ai bambini e il corpo uffici, 2018.

ARCHITETTURA INDUSTRIALE E PRODUTTIVA

OFFICINE ICO CENTRALE

Italia, Piemonte, Ivrea (TO)

PROGETTO ORIGINARIO

1939 - 1949
Gino Pollini, Luigi Figini, Annibale Fiocchi

La ICO Centrale fu realizzata in tre fasi tra il 1939 e il 1949, tutte su progetto di Luigi Figini e Gino Pollini, come ulteriore espansione verso ovest delle Officine Ingegner Camillo Olivetti, da cui deriva l'acronimo ICO. Gli stessi progettisti avevano già curato, tra il 1934 e il 1936, un primo ampliamento dell'edificio originario in mattoni rossi, costruito tra il 1896 e il 1918. Il processo di crescita del complesso si concluse tra il 1955 e il 1957 con la realizzazione della Nuova ICO. Disposta in linea lungo via Jervis, la ICO Centrale traduce in forma architettonica i nuovi sistemi di organizzazione del lavoro, mentre la lunga vetrata continua del fronte nord assume il compito di rappresentare plasticamente la modernità della produzione Olivetti.

Le diverse fasi costruttive mantengono alcuni caratteri costanti, tra cui il sistema strutturale a telai in calcestruzzo armato con maglia modulare di 4 x 12 m e l'adozione di ampie superfici vetrate per garantire un'illuminazione diffusa agli ambienti di lavoro. I pilastri sono rastremati; al piano terra, quelli dotati di capitello a fungo, secondo il brevetto Maillart, sono disposti su una maglia più fitta di 4 x 4 m.

Gli orizzontamenti sono realizzati in calcestruzzo armato e presentano uno spessore di circa 40 cm, ridotto a 10 cm nella parte a sbalzo corrispondente all'intercapedine di facciata.

La terza fase, realizzata tra il 1947 e il 1949, comprende due corpi di fabbrica ortogonali. Il primo, posto a ovest, prolunga senza soluzione di continuità il fronte nord lungo via Jervis fino all'incrocio con via Monte Navale. La facciata, lunga complessivamente oltre 110 m e alta circa 18 m, è caratterizzata da una doppia pelle vetrata con aperture a ghigliottina, che consentono la movimentazione simultanea di due elementi interni e due esterni. I due ordini di telai in ferro sono distanziati da un'intercapedine praticabile di circa 80 cm, concepita sia per migliorare il comportamento termico dell'involucro sia per consentirne la manutenzione. La vetrata interna si inserisce tra le coppie di pilastri e i solai, rendendo leggibile all'esterno la scansione della struttura. I vetri originari, non float, erano monostrato, spessi 3 mm e fissati ai telai con mastice.

Sui fronti sud e ovest, alla doppia pelle è anteposto un reticolo in calcestruzzo armato, definito a seguito di uno studio dell'irraggiamento solare per impedire l'insolazione diretta

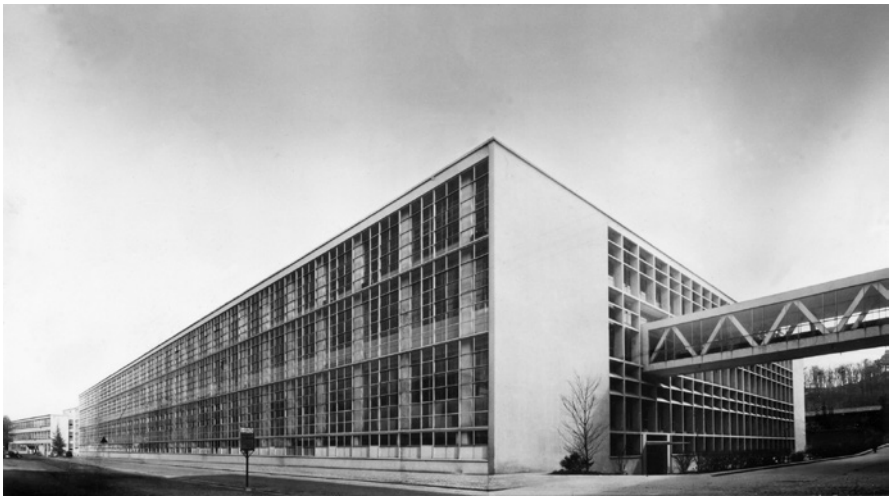


Figura 1
Fronte su via Jervis.



Figura 2
Saggio di verifica del degrado della facciata a nord in corrispondenza di un giunto di dilatazione.

estiva e consentire quella invernale. Il dispositivo è ottenuto prolungando a sbalzo i solai di piano e introducendo lame verticali in calcestruzzo armato, integrate da due ulteriori alette frangisole inclinate. Nei fronti sud delle campate costruite prima della Seconda guerra mondiale e nei fronti est, la doppia pelle vetrata integra invece frangisole verticali in legno collocati all'interno dell'intercapedine.

Il secondo corpo di fabbrica, posto a sud e separato da quello occidentale mediante uno sfondato vetrato, è opera di Annibale Fiocchi, allora responsabile dell'Ufficio Tecnico Olivetti. La facciata arretrata, anch'essa vetrata, era inizialmente schermata da tende alla veneziana; nel 1955 queste furono sostituite da frangisole orizzontali orientabili in fibrocemento, progettati da Ottavio Cascio.

I tamponamenti sono costituiti quasi interamente dalle superfici vetrate a doppia pelle. Nelle porzioni inferiori delle facciate compaiono elementi in calcestruzzo e murature a camera in laterizio, finite con intonaco Terranova e in parte rivestite con tessere di gres ceramico da 2 x 2 cm, impiegate nel basamento lungo via Jervis e in alcune parti del fronte sud. Struttura, involucro e dispositivi di schermatura concorrono così alla definizione di un organismo produttivo nel quale organizzazione del lavoro, controllo dell'illuminazione e dell'irraggiamento, innovazione tecnica e immagine aziendale risultano strettamente integrati.

Interventi precedenti

Manomissione della facciata ovest, su via Monte Navale, per la realizzazione della passerella, poi trasformata in corpo di fabbrica, di collegamento con la Nuova ICO. Sostituzione dei vetri della pelle esterna per rottura. Trasformazioni interne dalla metà degli anni '70, con il trasferimento dell'attività produttiva in altra sede, consistenti nel frazionamento dei saloni ai piani 1-2-3 per ricavare, a ciascun livello, una doppia fila di uffici affacciati su un lungo corridoio centrale cieco.

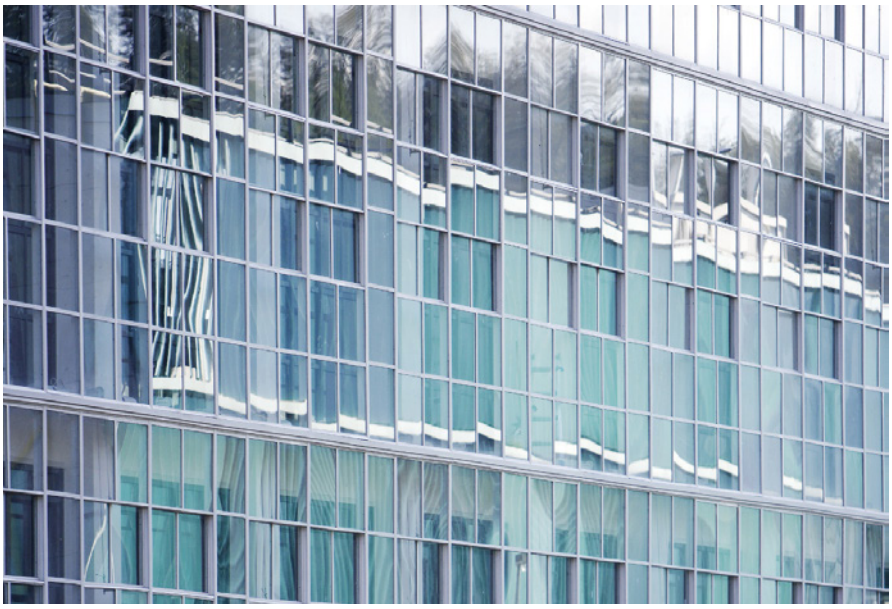
Condizioni generali di conservazione prima del restauro

L'opera versava in cattive condizioni di conservazione in seguito a un lungo periodo di abbandono e a manomissioni legate all'adattamento degli spazi a nuove funzioni. Il sistema delle vetrate non era in grado di assorbire le dilatazioni termiche né di ovviare alla formazione di condensa nell'intercapedine, con la conseguente ossidazione dei telai in ferro.

Pressioni ambientali o climatiche specifiche

Soleggiamento

Figura 3
Il fronte su via Jervis dopo il restauro.



NUOVO INTERVENTO

2004 - 2006
Enrico Giacopelli (GStudio - doppia vetrata) / Dante O. Benini & Partners Architects (riconversione) / Diaspro Srl

A partire dalla metà degli anni Settanta, con il trasferimento della produzione delle macchine per scrivere, le Officine ICO furono progressivamente trasformate in uffici e magazzini, avviando un processo di degrado dovuto soprattutto alla carenza di manutenzione. Tra il 2005 e il 2006 la ICO Centrale è stata oggetto di un intervento di riqualificazione, promosso da una compagnia telefonica già insediata in parte della Nuova ICO e intenzionata a consolidare la propria presenza a Ivrea. L'intervento, primo lotto di un programma più ampio esteso successivamente anche alla Nuova ICO, è stato realizzato in quindici mesi e ha consentito il riuso dell'edificio come call center al primo piano e uffici ai piani secondo e terzo, mentre il piano terra è stato destinato a mensa, magazzini e archivi.

Il progetto ha mirato a rendere nuovamente efficiente l'edificio sotto il profilo tecnologico e funzionale, garantendo adeguati livelli di comfort. Gli spazi interni sono stati modificati con l'aggiornamento dei sistemi distributivi, la realizzazione di un nuovo corpo scala e di un ingresso da via Monte Navale, l'adeguamento alle norme di sicurezza e antincendio e il potenziamento degli impianti.

L'intervento sulle facciate, elemento caratterizzante del progetto originario, ha assunto un ruolo centrale. Il processo progettuale ha preso avvio da ricerche storico-archivistiche e dal rilievo delle superfici vetrate, finalizzati a ricostruire le soluzioni tecnologiche originarie, comprenderne il funzionamento e valutarne lo stato di conservazione e le trasformazioni subite. Particolare attenzione è stata dedicata alla doppia pelle vetrata, ai sistemi di apertura, ai dispositivi di schermatura e ai rapporti tra struttura e involucro. Il recupero della trasparenza e della continuità percettiva delle facciate è stato assunto come criterio guida e tradotto in linee guida, condivise tra i progettisti coinvolti, per orientare le scelte di rifunzionalizzazione e garantire coerenza con i caratteri architettonici e tecnologici dell'edificio.

Dove era presente la doppia pelle, la vetrata interna è stata sostituita per garantire l'adeguamento normativo, mentre quella esterna è stata oggetto di un attento restauro. I telai originari in ferro sono stati smontati e ricollocati, introducendo modifiche minime per limitare la formazione di condensa nell'intercapedine e assorbire le dilatazioni termiche. Il sistema di apertura a ghigliottina è stato ripristinato e motorizzato, mantenendolo sulla sola pelle esterna. I vetri sono stati sostituiti con elementi float stratificati 4+4 con pellicole di PVB,

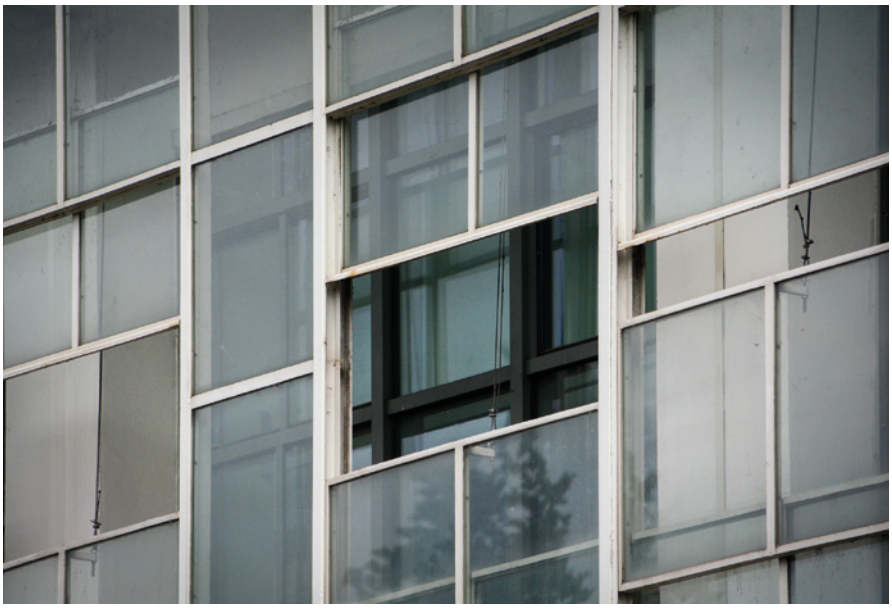


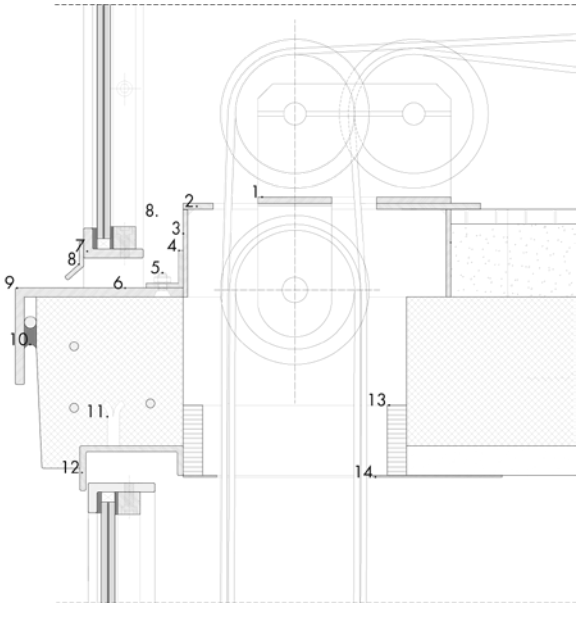
Figura 4
Dettaglio della facciata su via Jervis.

fissati mediante profilo fermavetro, prestando attenzione a conservare l'effetto vibrante della superficie esterna prodotto dalle irregolarità dell'insieme.

La nuova pelle interna è stata realizzata con telai in alluminio a taglio termico prodotti su misura, dimensionati per riprendere gli infissi originari e contenere gli spessori, e con vetro-camera stratificati, antisfondamento e basso emissivi. Il colore grigio antracite distingue i nuovi serramenti dalla pelle esterna bianco avorio, mantenendoli visivamente in secondo piano. Nelle facciate rivolte verso le chiostrine, dove le doppie vetrate erano state sostituite in larga parte nel tempo, è stata adottata un'unica pelle.

I frangisole verticali in legno dei fronti interni sud ed est sono stati restaurati, sostituendo il rivestimento con pannelli in MDF laccati bianco-grigio. Sulla facciata sud, i frangisole orizzontali in fibrocemento sono stati sostituiti con elementi in materiale fibroso privo di amianto, mantenendo il meccanismo originario di orientamento a manubrio di bicicletta. Nelle parti opache sono stati restaurati il rivestimento in mosaico e l'intonaco Terranova, preservando i cromatismi originari.

1. Piastra del gruppo carrucole
2. Piastra zincata 200×264 mm, sp. 4 mm, di sostegno del gruppo carrucole, saldata alla scatola in lamierino
3. Scatola in lamierino zincato, sp. 3 mm, di sostegno del gruppo carrucole
4. Profilo ferma acquaa L 25×25 mm, sp. 3 mm
5. Vite a testa svasata Ø5 saldata alla piastra
6. Piastra zincata, sp. 6 mm, saldata in continuo al profilo 65×65×6 mm
7. Profilo a L 40×22× 6 mm
8. Trafilato piatto piegato 30×3 mm
9. Profilo a L zincato 65×65 mm, sp. 6 mm
10. Giunto siliconico
11. Zanca murata nel getto di ripristino
12. Profilo a C 70×30×20, sp. 4 mm
13. Collare espansivo R.E.I. 120 serie CP ditta HILTI
14. Piastra metallica forata per passaggio cavi carrucole



cm 0 50

Figura 5
Dettaglio del progetto di restauro delle carrucole.

Obiettivo dell'intervento sull'involucro
L'edificio è stato convertito ad una nuova funzione, secondo un importante programma di adeguamenti normativi. I principi definiti in relazione al restauro delle vetrate sono stati determinanti anche nelle scelte progettuali dell'intero intervento.

Estensione dell'intervento sull'involucro
L'intervento ha riguardato l'intero involucro trasparente e opaco verticale.

Soluzioni adottate per l'involucro
Nelle porzioni a doppia pelle, la superficie esterna è stata restaurata smontando e ricollocando i telai in ferro, con modifiche per limitare la condensa e assorbire le dilatazioni. Il sistema di apertura a ghigliottina è stato ripristinato e motorizzato; i vetri sono stati sostituiti con elementi float stratificati 4+4. La pelle interna è stata ricostruita con telai in alluminio a taglio termico e vetri camera stratificati, antisfondamento e basso emissivi. Nelle parti opache sono stati restaurati il mosaico in klinker 2 x 2 cm e l'intonaco Terranova, preservando i cromatismi originari.

Altri interventi
Sono stati realizzati nuovi corpi scala e percorsi di sicurezza, oltre al nuovo ingresso da via Monte Navale, per adeguare l'edificio alle norme antincendio e di sicurezza nei luoghi di lavoro. I divisori introdotti nelle trasformazioni successive sono stati demoliti per recuperare la spazialità dei grandi saloni originari e adattarli ai nuovi usi. L'intervento ha inoltre compreso l'aggiornamento degli impianti e dei sistemi distributivi, con le macchine collocate in copertura in modo da non interferire con l'immagine dell'edificio.

Consumi post-intervento
123,54 kWh/m^2 anno

Certificazioni - premi
Premio nazionale IN/ARCH–ANCE 2009, categoria «Intervento di riqualificazione edilizia». Medaglia d'Oro all'Architettura Italiana 2009, menzione d'onore «Restauro del Moderno».

Quadro conoscitivo, metodo e tracciabilità
Il percorso conoscitivo è approfondito e documentato: il progetto si fonda su fonti archivistiche, rilievi metrici, analisi storico-architettoniche e del degrado. Rilevante è la predisposizione, fin dall'avvio, di linee guida architettoniche da parte del progettista, assunte come riferimento per orientare in modo coerente anche le scelte degli altri specialisti. Il recupero della trasparenza e della continuità della facciata risulta così fondato su criteri condivisi e tracciabili.

Adeguatezza tecnica e compatibilità delle soluzioni adottate
Le soluzioni tecniche adottate risultano coerenti con la logica costruttiva del sistema a doppia pelle. Il restauro della facciata esterna tutela l'immagine urbana e la leggibilità del fronte, mentre l'adeguamento della pelle interna concentra le prestazioni richieste in termini di tenuta, sicurezza, trasmittanza e comfort, mediante profili appositamente studiati, taglio termico e vetri basso emissivi. La gestione della ventilazione dell'intercapedine e l'introduzione di nuovi ancoraggi rispondono in modo mirato ai problemi di condensa e dilatazione. La compatibilità tecnico-prestazionale è quindi alta, con interventi distinguibili ma controllati.

Grado di reversibilità
La reversibilità è disomogenea e complessivamente parziale. Risulta alta per gli interventi sulla pelle esterna dell'involucro, dove smontaggi, puliture, integrazioni localizzate riducono l'invasività e consentono una maggiore manutenibilità. La sostituzione integrale della pelle interna, con conseguente perdita materiale non è invece reversibile. Le trasformazioni sono motivate da esigenze di sicurezza e prestazione energetica per il riuso.

Impatto sull'assetto formale e spaziale
L'impatto degli interventi di efficientamento energetico dell'involucro sull'assetto formale e spaziale dell'opera è differenziato in base al punto di osservazione. Dall'esterno risulta contenuto, poiché la partitura e la trasparenza del fronte su via Jervis restano leggibili e il curtain wall conserva l'effetto di leggerezza originario. Dall'interno l'impatto è invece più evidente, per la sostituzione della pelle interna e per la diversa percezione della profondità dell'intercapedine, dei profili e dei vetri dei nuovi serramenti.

Grado di conservazione degli elementi architettonici originari
L'approccio conservativo è evidente, seppur non integrale. Sono mantenuti e restaurati la pelle esterna dell'involucro, la scansione modulare dei montanti e traversi metallici della facciata, parte dei sistemi di apertura, i rivestimenti in mosaico, gli intonaci e le cromie. Le sostituzioni riguardano invece la pelle interna, i vetri, i frangisole e i componenti degradati o non più conformi. La perdita di materia originaria è parzialmente compensata dalla compatibilità delle soluzioni adottate e dalla salvaguardia della trasparenza e della leggerezza.





Figura 6
Il meccanismo di apertura della pelle esterna dopo l'intervento.

Figura 7
Apertura a manubrio di bicicletta delle alette orizzontali della facciata sud.

CARTIERA BURGO

Italia, Lombardia, Mantova

PROGETTO ORIGINARIO

1960 - 1964
Pier Luigi Nervi, Gino Covre

L'edificio della macchina continua della Cartiera Burgo a Mantova, noto come "fabbrica sospesa", costituisce un unicum nell'opera di Pier Luigi Nervi. Progettato dal 1960 e realizzato tra il 1961 e il 1964 con l'ingegnere Gino Covre, nacque per ospitare la macchina continua Beloit Italia in un unico ambiente lungo 250 metri e largo 30, privo di pilastri intermedi e capace di garantire la massima flessibilità produttiva. L'intero sito, esteso per circa 50 ettari sulle sponde del Lago di Mezzo, comprendeva anche il magazzino bobine, le palazzine uffici, l'edificio Pastalegno e due vasche di decantazione Accelator.

Il sistema tecnologico si fonda sul "Sistema Nervi", basato su economia, rapidità e prefabbricazione, con riduzione del ricorso alle casseforme lignee. La megastruttura dell'edificio principale è articolata in due sottosistemi indipendenti: un basamento in calcestruzzo armato su due livelli, fondato su pali Franki e destinato a sostenere macchinari e locali di servizio, e una copertura sospesa. Quest'ultima, formata da un impalcato di travi reticolari in acciaio di circa 7.500 mq, adotta uno schema statico ispirato ai ponti sospesi ed è sostenuta da quattro catenarie poligonali metalliche ancorate a due cavalletti in calcestruzzo armato.

I cavalletti, alti circa 47 metri e distanti 164 metri, sono costituiti da piloni rastremati e inclinati, con una configurazione a lambda che rende leggibile il flusso delle sollecitazioni trasmesse dalle catenarie. Per la loro costruzione furono impiegati pannelli prefabbricati in calcestruzzo armato, prodotti a piè d'opera e utilizzati come casseri permanenti dello spessore di circa 7 cm, poi integrati con armature e getti interni. La realizzazione delle strutture metalliche, definita nel confronto tra progettisti e committenza, coinvolse la Società Badoni di Lecco.

Anche il cantiere seguì una logica industrializzata, fondata sulla prefabbricazione dei componenti e sul coordinamento delle lavorazioni. L'involucro originario era costituito da un basamento in mattoni a faccia vista, sormontato da una facciata continua in vetro e acciaio di circa 9.000 mq. Il sistema era concepito per assorbire gli spostamenti della copertura dovuti alle variazioni termiche, fino a circa 9 cm: i 278 montanti scatolari rastremati, alti 15,60

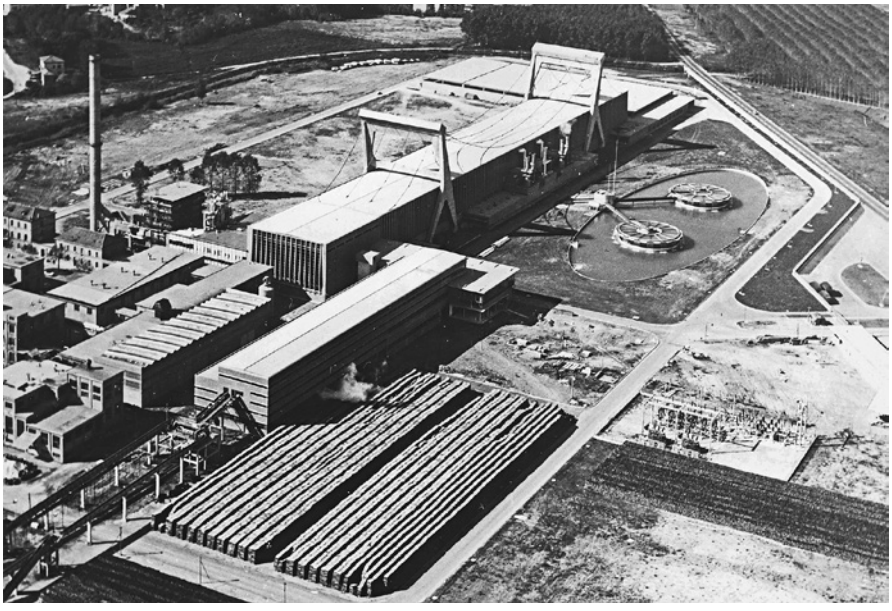


Figura 1
Ripresa aerea del complesso della Cartiera in funzione, metà anni '60.

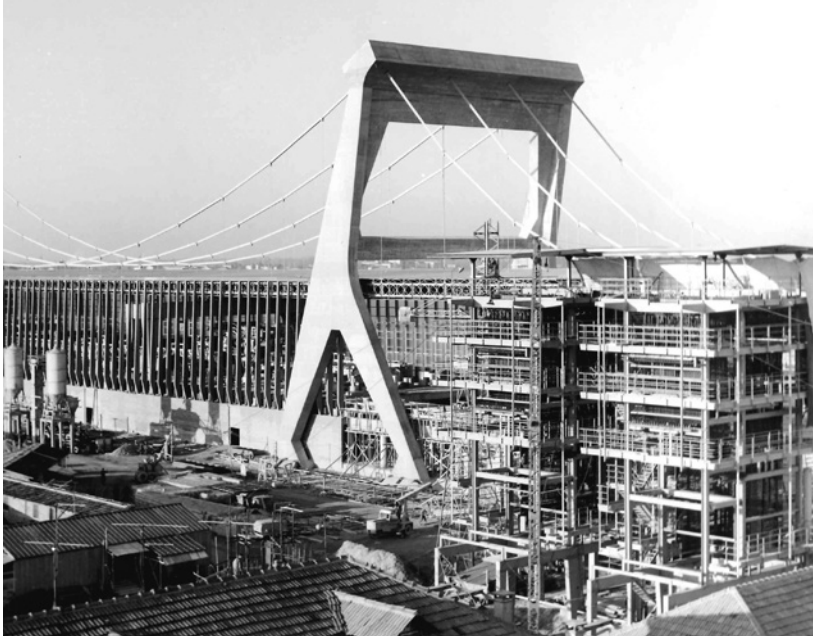


Figura 2
Facciata sud durante il montaggio dei ritti e della struttura del turbogas.

metri e disposti con interasse di 2 metri, erano incastrati alla base tramite amarri e liberi in sommità, così da consentire movimenti indipendenti tra facciata e copertura. La tenuta all'aria era garantita da una guarnizione continua in gomma, mentre quella all'acqua derivava dalla sovrapposizione del manto alla gronda solidale ai ritti. Le vetrate impiegavano vetri atermici Filtrasol e pannelli smaltati Panoroc; sui fronti sud e ovest quattro fasce di frangisole metallici orizzontali, larghe 1,25 metri, limitavano l'irraggiamento. Lamelle regolabili tipo NACO nel sottotetto favorivano la ventilazione naturale. Il magazzino bobine adottava un solaio a nervature ortogonali realizzato con casseforme in ferrocemento montate su ponteggi mobili, mentre le vasche Accelator, tronco-coniche, furono costruite con il sistema seriale "nonna-mamma-figlia", integrando funzione depurativa e valore plastico. La Cartiera Burgo non è quindi un semplice contenitore industriale, ma una megastruttura nella quale forma architettonica, chiarezza statica e necessità produttive coincidono. La trasparenza dell'involucro rendeva percepibile dall'esterno il ciclo di lavorazione, trasformando l'attività industriale in immagine architettonica e inserendo nel paesaggio mantovano una delle più significative scenografie tecnologiche del secondo Novecento.

Interventi precedenti

1974: un incendio distrugge involucro e frangisole; riparazione provvisoria con lamiere azzurre economiche. Anni '90: installazione di silos esterni e sistema "Deculator" sopraelevato a nord. 2001: rifacimento integrale facciate nord e ovest con ritti nuovi ma tamponamento in pannelli sandwich. Nel tempo sono stati praticati numerosi fori nei solai per il passaggio di impianti incoerenti, indebolendo la struttura originale.

Condizioni generali di conservazione prima del restauro

La Fabbrica Sospesa presentava criticità estetiche e strutturali derivanti da decenni di manutenzione insufficiente e trasformazioni meramente funzionali. L'incendio del 1974 aveva cancellato la trasparenza nerviana, sostituendo i vetri con lamiere azzurre che avevano accelerato l'ossidazione dei ritti metallici a causa della condensa acida. Strutturalmente, i ritti erano al limite del collasso per corrosione interna e i cavalletti mostravano segni diffusi di carbonatazione e infiltrazioni di olio.

Pressioni ambientali o climatiche specifiche

Sito nella Pianura Padana, l'edificio è esposto ai venti del Lago di Mezzo e a forte irraggiamento sui fronti sud/ovest. Deve gestire escursioni termiche stagionali che provocano movimenti della copertura sospesa fino a 9 cm. Internamente, il processo della cellulosa creava un microclima aggressivo con alte temperature, fumi acidi e umidità satura.

Figura 3
Facciata sud durante le operazioni di smontaggio dei ritti e delle pannellature.



NUOVO INTERVENTO

2015 - 2020
Massimo Narduzzo (CREA.RE) con Giuseppe Ruscica

L'intervento di recupero e rifunzionalizzazione della Cartiera Burgo, realizzato tra il 2015 e il 2020, ha consentito di riattivare il sito industriale e adeguare la "fabbrica sospesa" alla nuova macchina continua Valmet, installata in sostituzione della storica Beloit. L'adeguamento del ciclo produttivo ha richiesto la demolizione e ricostruzione di una fila di pilastri, traslati di 65 cm per inserire la nuova trave macchina sul lato nord. I nuovi elementi sono stati configurati in modo da risultare riconoscibili rispetto alla struttura originaria, mentre i solai sono stati rinforzati con tirantature in acciaio inox, dimensionate per i nuovi carichi statici e dinamici.

Il restauro dei due cavalletti a lambda ha previsto idropulitura a pressione controllata, trattamento delle armature e risarcitura delle lacune con malte tissotropiche, limitando l'alterazione delle superfici e della patina esistente. L'impalcato sospeso in carpenteria metallica è stato sottoposto a pulizia meccanica e water jetting, seguiti da cicli protettivi e di verniciatura; le sostituzioni sono state circoscritte agli elementi non più sicuri.

L'operazione di maggiore rilievo architettonico ha riguardato il ripristino dell'involucro. La rimozione delle lamiere blu applicate dopo l'incendio del 1974 ha recuperato la trasparenza e la continuità luminosa previste da Nervi. Il nuovo sistema utilizza profilati di vetro U-glass LINIT EcoGlass a doppia parete, posati orizzontalmente, con prestazioni termiche e acustiche adeguate al nuovo ciclo produttivo. I montanti verticali e gli amarri degradati sono stati sostituiti con profili in acciaio ricostruiti sulla base degli elaborati del 1961. Sui fronti sud e ovest sono stati ripristinati i frangisole orizzontali in alluminio, recuperando la protezione dall'irraggiamento e la scansione chiaroscurale originaria.

Gli impianti di ventilazione lungo la facciata nord sono stati rinnovati mediante unità di trattamento dell'aria ad alta efficienza, collocate su piattaforme zincate e schermate da una barriera fonoassorbente microforata alta 5,10 m. Il magazzino bobine è stato ricondotto alla spazialità originaria rimuovendo le partizioni incongrue e rifacendo la pavimentazione in resina grigia, adeguata ai muletti a guida laser. Le vasche Accelator e le palazzine per uffici sono state restaurate recuperando cromatismi e dettagli originari; nelle facciate continue delle palazzine è stata inoltre realizzata la coibentazione interna dei montanti. Il quadro di controllo della macchina Beloit è stato conservato in situ come testimonianza del precedente ciclo produttivo. La riattivazione è stata accompagnata da sistemi per il



Figura 4
Facciata nord al tramonto.

recupero e la produzione energetica, tra cui un impianto di cogenerazione alimentato dal biogas del depuratore interno.

Il processo conoscitivo ha integrato l'analisi degli archivi Burgo con rilievi laser scanner, finalizzati alla ricostruzione delle geometrie e alla mappatura dei degradi. La diagnostica ha compreso prove non distruttive sui cavalletti in calcestruzzo armato (Carbontest, indagini sclerometriche, ultrasoniche ed endoscopiche) e prove durometriche e analisi chimiche sulle strutture metalliche, per verificarne resistenza e saldabilità. La diagnosi energetica, condotta secondo il D.M. 26 giugno 2015, ha confrontato scenari impiantistici alternativi. Per la Palazzina Uffici è stata scelta una pompa di calore acqua-acqua ad alta efficienza; per la Fabbrica Sospesa, la modellazione dei condotti ha consentito di integrare il nuovo sistema di ventilazione riducendone l'impatto architettonico.

Le scelte progettuali hanno mediato tra continuità produttiva, sicurezza, efficienza energetica e conservazione dei caratteri originari. L'intervento ha restituito leggibilità alla "fabbrica sospesa", preservandone il ruolo nel paesaggio industriale e lacustre di Mantova e ha ottenuto il DOCOMOMO Rehabilitation Award 2021.

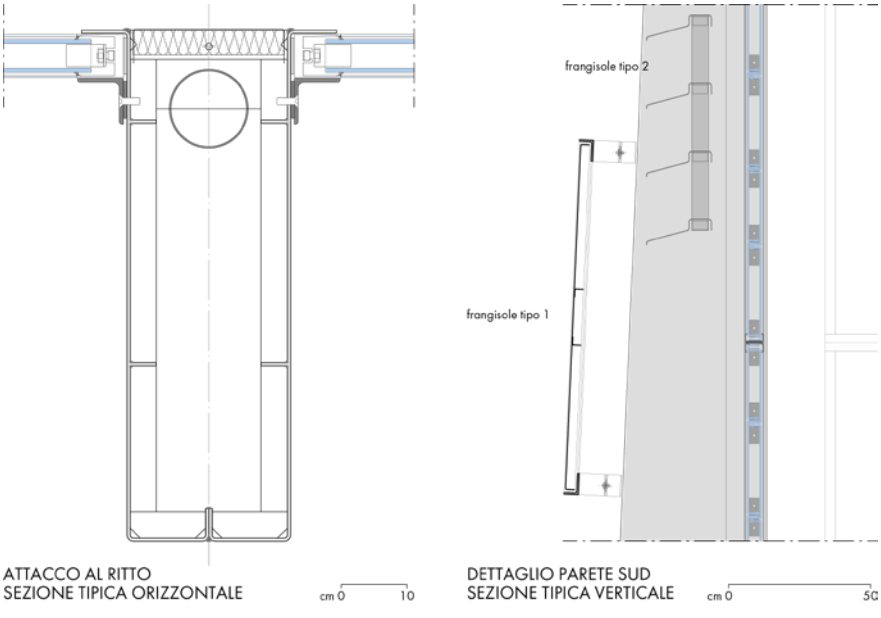


Figura 5
Dettagli tipici dei ritti e degli infissi della facciata sud.

Obiettivo dell'intervento sull'involucro
Restituzione della trasparenza nerviana originale e contestuale miglioramento delle prestazioni termiche per la riattivazione produttiva dell'impianto.

Estensione dell'intervento sull'involucro
Integrale su tutti i fronti vetrati (circa 9.000 mq) e sull'intero manto di copertura (7.500 mq) del corpo di fabbrica principale della macchina continua.

Soluzioni adottate per l'involucro
Rimozione lamiere azzurre; installazione vetro LINIT U-GLASS a doppia parete posato orizzontalmente (colore blu verdastro, tessitura simile all'originale); ripristino di ritti in acciaio su disegno originale, lamelle NACO e quattro fasce di frangisole orizzontali in alluminio per il controllo solare. In copertura sovrapposizione di un nuovo manto in alluminio grecato con interposizione di 80 mm di coibentazione per la protezione della struttura metallica e l'efficienza termica.

Altri interventi
Sostituzione macchina Beloit con Valmet; adeguamento basamento con rifacimento pilastri interni (traslati 65 cm); rinforzo solai; restauro conservativo calcestruzzo a vista e struttura sospesa (pulizia idrogetto); nuovi impianti UTA Siemens IE3 ad alta efficienza e centrale a cogenerazione per autoproduzione energia da metano e biogas.

Certificazioni - premi
DOCOMOMO Rehabilitation Award 2021.

Quadro conoscitivo, metodo e tracciabilità
Il progetto si fonda su un quadro conoscitivo multidisciplinare, sviluppato attraverso ricerca archivistica, rilievi geometrici e critici, analisi delle trasformazioni pregresse e mappatura del degrado. Le strutture in calcestruzzo e acciaio sono state indagate mediante prove in situ e di laboratorio, integrate da verifiche eseguite durante il cantiere. Obiettivi e criteri di intervento sono esplicitati e la documentazione comprende elaborati, fotografie, dettagli esecutivi e campionature al vero.

Adeguatezza tecnica e compatibilità delle soluzioni adottate
Le soluzioni sono calibrate sulle specificità costruttive e ambientali del complesso. Il calcestruzzo e la copertura metallica sono restaurati con interventi differenziati in base al degrado, mentre le facciate sono ricostruite secondo partiture e profili originari impiegando vetri U-Glass in doppia parete. Negli uffici, la conservazione delle facciate continue è associata a interventi interni di coibentazione. Campionature e verifiche preventive hanno guidato la selezione dei materiali e dei dettagli.

Grado di reversibilità
La reversibilità è limitata dalla sostituzione integrale dei montanti verticali in acciaio e dei tamponamenti degradati e dagli adeguamenti permanenti richiesti dalla nuova macchina continua. Lo spostamento di una fila di pilastri per circa 160 metri, la ricostruzione della trave macchina e le modifiche ai solai incidono stabilmente sulle strutture originarie. Sono tuttavia presenti interventi meno invasivi, quali rinforzi metallici aggiunti e soluzioni orientate a evitare demolizioni ulteriori.

Impatto sull'assetto formale e spaziale
L'intervento recupera i caratteri identificativi compromessi dalle trasformazioni precedenti, ripristinando la trasparenza delle facciate, le fasce frangisole e la leggibilità dei cavalletti e della copertura sospesa. L'immagine esterna torna quindi coerente con il progetto di Nervi. L'impatto resta percepibile negli interni per l'inserimento della nuova macchina e la modifica delle strutture di sostegno, nonché sul fronte nord per il rinnovo e l'ampliamento degli impianti tecnici.

Grado di conservazione degli elementi architettonici originari
L'intervento conserva ampiamente i cavalletti in calcestruzzo, la copertura sospesa, le murature, le vasche Accelator e gran parte delle facciate continue degli uffici. La conservazione delle facciate della sala della macchina è invece parziale: i componenti superstiti ma irrimediabilmente degradati sono sostituiti e la trasparenza originaria è riproposta con materiali e tecnologie contemporanei. Le sostituzioni sono motivate da condizioni di sicurezza, degrado e requisiti prestazionali.



Figura 6
Facciata sud e cavalletto ovest.

ARCHITETTURA PER L'ISTRUZIONE E LA RICERCA

TRIFOGLIO – POLITECNICO DI MILANO

Italia, Lombardia, Milano

PROGETTO ORIGINARIO

1959 - 1963
Gio Ponti, Felice Aguzzi

La costruzione dell'edificio 13, comunemente denominato Trifoglio, rientra nel piano di ampliamento del Politecnico di Milano avviato negli anni Cinquanta per rispondere al rapido incremento degli iscritti e alla necessità di nuovi spazi per la didattica di massa. L'espansione verso nord del campus di Città Studi fu impostata attraverso edifici autonomi ma collegati alla sede storica, collocati a una quota ribassata rispetto a via Bonardi. Il progetto risale al 1959 e la costruzione, affidata all'impresa Rimoldi, si concluse nel 1963. L'opera è attribuita a Gio Ponti, pur essendo formalmente firmata dall'ingegnere Felice Aguzzi e dall'ufficio tecnico del Politecnico. L'edificio è articolato su tre piani e si trova circa tre metri al di sotto della quota stradale. Deve il proprio nome alla configurazione planimetrica, composta da tre ali pentagonali raccordate da uno spazio centrale, anch'esso pentagonale, che assolve funzioni distributive. I tre corpi si dispongono secondo direzioni differenti, generando una figura libera e riconoscibile nel sistema del campus.

Il livello inferiore si apre verso lo spazio esterno ribassato e ospita ambienti di servizio per gli studenti, mentre i livelli superiori sono destinati prevalentemente alla didattica. Le tre ali contengono nove grandi aule gradonate da circa 400 posti ciascuna. La pianta rifiuta una composizione ortogonale e regolare e affida alla successione di pareti inclinate e variazioni geometriche la definizione dello spazio. Le pendenze delle gradonate si riflettono direttamente nella conformazione dei volumi, nei prospetti e nel profilo delle coperture sporgenti a vela, rendendo leggibile all'esterno l'organizzazione interna delle aule.

Lo spazio centrale è caratterizzato dall'atrio e dalla scala principale a doppia forbice, che collega i diversi livelli. Una grande parete-finestra con telaio bianco illumina il nucleo distributivo e stabilisce una relazione visiva con via Bonardi. L'atrio diventa così il principale elemento di orientamento e il punto di raccordo tra le diverse ali.

La struttura portante è realizzata in calcestruzzo armato, con fondazioni a plinti isolati. Le strutture verticali sono costituite da setti e pilastri di sezione variabile, mentre gli orizzontamenti, anch'essi in calcestruzzo armato, presentano travi parallele fuori spessore al primo piano e travi incrociate ai livelli superiori. I solai delle aule sono inclinati per assecondare la pendenza delle gradonate. Questa configurazione strutturale contribuisce direttamente alla definizione volumetrica dell'edificio, poiché la forma delle aule determina l'andamento dei prospetti e delle coperture.

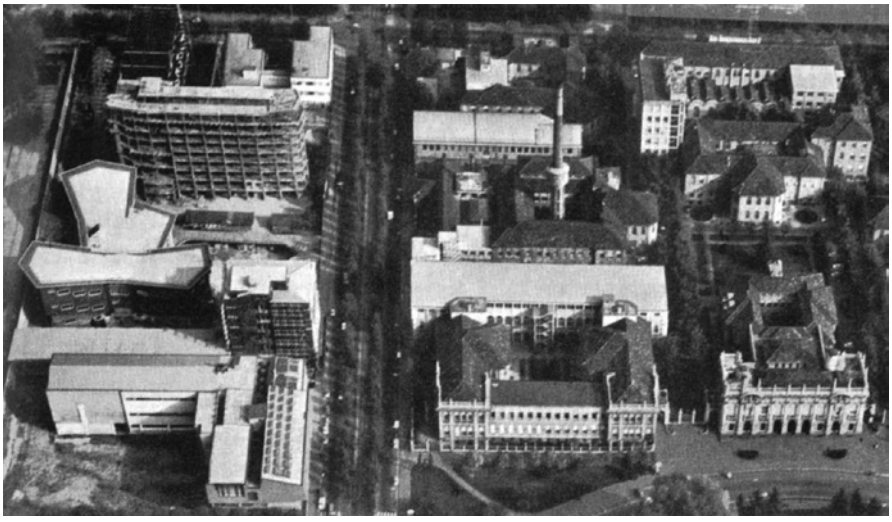


Figura 1
Vista aerea negli anni '60.



Figura 2
Il Trifoglio visto dalla Nave.

Le superfici verticali dei piani superiori sono rivestite da piastrelline ceramiche quadrate di colore grigio, caratterizzate da una superficie diamantata che produce variazioni di luce e riflessi. Il rivestimento accentua il carattere unitario e sfaccettato dei volumi e costituisce uno degli elementi più riconoscibili della poetica di Ponti. Il basamento è invece finito a intonaco strollato grigio, creando un contrasto materico con le superfici ceramiche soprastanti. Gli infissi sono in ferro-finestra e le aperture, spesso di forma esagonale e disposte secondo sequenze variabili, accompagnano la geometria delle aule e delle pareti inclinate.

Il Trifoglio è collegato mediante passerelle sia alla quota stradale sia all'edificio della Nave. Il sistema dei percorsi sospesi supera il dislivello rispetto a via Bonardi e mette in relazione i diversi edifici del campus, mantenendo separati i flussi pedonali dal piano ribassato.

Interventi precedenti

Nel corso degli anni gli spazi di distribuzione e di servizio sono stati alterati; al piano terra sono stati ricavati piccoli ambienti. Il cortile è stato asfaltato e adibito a parcheggio. Nel 2008 è stato restaurato il rivestimento ceramico esterno, facendo riprodurre dalla ditta Team Work Italy le piastrelline diamantate 5 x 5 cm di colore grigio, in origine prodotte da Ceramica Joo, necessarie per le reintegrazioni di elementi distaccatisi o rotti a causa delle variazioni termo-igrometriche.

Condizioni generali di conservazione prima del restauro

I problemi principali sono legati all'inadeguatezza alla normativa vigente; sono segnalati fenomeni di ossidazione dei ferri di armatura.

Pressioni ambientali o climatiche specifiche

La localizzazione a Milano espone l'edificio alle ondate di calore estive, aggravate dall'isola di calore urbana, con possibili ricadute sul comfort interno delle aule.

Figura 3
Esterno dopo l'intervento.



NUOVO INTERVENTO

2017 - 2020
COPRAT (progetto definitivo); AEGIS Srl (progetto esecutivo); RPBW (masterplan)

L'intervento di riqualificazione dell'edificio Trifoglio si inserisce nel progetto di trasformazione del Campus di via Bonardi, definito dal masterplan di Renzo Piano. La ristrutturazione dell'Edificio 13 è stata preceduta da un processo conoscitivo al quale hanno partecipato docenti del Politecnico di Milano. La ricerca sulla documentazione d'archivio conservata presso gli uffici dell'Ateneo ha permesso di approfondire la storia dell'edificio e di riconoscerne i caratteri architettonici. Sono stati eseguiti saggi per individuare gli elementi strutturali non visibili, mentre il rilievo laser scanner e gli esiti delle indagini sono confluiti nel modello BIM dello stato di fatto, sviluppato dal Politecnico e messo a disposizione dei progettisti. Gli approfondimenti hanno orientato anche la scelta di sottoporre una delle nove aule a un restauro filologico, conservandone la configurazione, le finiture e gli elementi di arredo originari.

L'intervento ha riguardato la ristrutturazione e la messa a norma dell'edificio, con opere di adeguamento sismico e antincendio, abbattimento delle barriere architettoniche e miglioramento della fruibilità per gli studenti. Nel nuovo assetto il Trifoglio assume un ruolo centrale rispetto agli spazi aperti del campus, trasformati da parcheggio asfaltato in un sistema pedonale verde. L'accesso principale è stato trasferito dalla quota stradale al livello inferiore, posto circa 3,5 m più in basso, rafforzando il rapporto tra l'edificio e il nuovo piano del campus.

Otto delle nove aule sono state adeguate dal punto di vista funzionale e morfologico, mentre la nona è stata restaurata secondo un'impostazione filologica, recuperando gli arredi e preservandone l'atmosfera storica. Al piano superiore due aule e l'atrio distributivo sono stati unificati per realizzare l'aula magna Giampiero Pesenti, uno spazio progettato per accogliere differenti configurazioni d'uso. La trasformazione ha richiesto interventi strutturali mirati a liberare il nuovo ambiente, mantenendo riconoscibile l'impianto dei tre petali.

Il riassetto funzionale ha comportato il trasferimento dei locali tecnici in una centrale interrata collocata a nord dell'edificio. Le superfici liberate sono state destinate a spazi studio, aree relax, attività didattiche e servizi per gli studenti. L'atrio è stato riqualificato e il sistema distributivo è stato potenziato mediante nuove scale e un ascensore, fino ad allora assente. Una nuova scala esterna sul lato nord e una scala interna di emergenza hanno migliorato i percorsi di esodo e l'accessibilità ai diversi livelli.



Figura 4
Le finestre esagonali delle aule, esterno.

Gli impianti sono stati rinnovati, fatta eccezione per alcuni canali della ventilazione meccanica mantenuti in opera. Il nuovo sistema centralizzato assicura la climatizzazione invernale ed estiva attraverso ventilazione meccanica controllata e ventilconvettori ed è collegato alla rete energetica del campus. La regolazione per singolo ambiente consente di adattare il funzionamento alle condizioni d'uso delle aule e degli spazi comuni.

Le strutture in calcestruzzo armato sono state interessate da lavorazioni per il miglioramento del comportamento sismico e per la risoluzione di situazioni di degrado localizzate. L'intervento sull'involucro è rimasto puntuale, concentrandosi sulle superfici vetrate e sul solaio a terra. I serramenti esistenti sono stati sostituiti con nuovi elementi che ripropongono il disegno sottile dei ferro-finestra originari e impiegano vetrocamera basso-emissiva. Sul lato est del petalo principale le facciate continue con pannellature cieche sono state trasformate in vetrate a tutta altezza. Al piano terra è stato realizzato un vespaio aerato con isolamento in EPS. Nel complesso, le soluzioni adottate hanno migliorato il comfort e le prestazioni energetiche senza modificare in modo sostanziale l'immagine esterna dell'edificio.



Figura 5
Dettaglio interno delle finestre esagonali.

Obiettivo dell'intervento sull'involucro
L'intervento ha mirato alla riqualificazione funzionale dell'edificio e al suo adeguamento normativo, principalmente in termini di sicurezza, antincendio, impianti, sismico e accessibilità.

Estensione dell'intervento sull'involucro
Per quanto riguarda l'involucro, l'intervento ha interessato in modo puntuale le superfici trasparenti e il solaio a terra.

Soluzioni adottate per l'involucro
I serramenti esistenti sono stati sostituiti con nuovi elementi che ripropongono il disegno sottile dei ferro-finestra originari e impiegano vetrocamera basso-emissiva. Sul lato est del petalo principale alcune pannellature cieche della facciata continua sono state sostituite da vetrate a tutta altezza. Il solaio a terra è stato riqualificato mediante la realizzazione di un vespaio aerato e l'inserimento di pannelli isolanti in EPS.

Altri interventi
Sono stati realizzati interventi di riassetto funzionale e distributivo, adeguamento antincendio e miglioramento sismico, accompagnati dal recupero delle situazioni di degrado localizzate nelle strutture in calcestruzzo armato. Le dotazioni impiantistiche sono state integralmente rinnovate mediante un sistema centralizzato per la climatizzazione invernale ed estiva, con ventilazione meccanica controllata e ventilconvettori, collegato alla rete energetica del campus.

Consumi post-intervento
247,94 kWh/m² anno

Certificazioni - premi
Classe energetica D (APE 2023).

Quadro conoscitivo, metodo e tracciabilità
Il progetto è supportato da rilievi, elaborati architettonici e relazioni specialistiche che descrivono i caratteri storici, tipologici, costruttivi, strutturali, impiantistici ed energetici dell'edificio. Sono esplicitati gli obiettivi di conservazione dell'immagine architettonica, adeguamento normativo, rifunzionalizzazione e miglioramento del comfort. Il percorso progettuale risulta quindi strutturato e multidisciplinare, con una chiara individuazione delle principali finalità dell'intervento.

Adeguatezza tecnica e compatibilità delle soluzioni adottate
Le soluzioni adottate risultano calibrate sulle porzioni interessate dell'involucro. I nuovi serramenti riprendono il disegno degli elementi preesistenti e adottano componenti a prestazione. Le scelte progettuali mostrano attenzione alla compatibilità prestazionale, alla continuità formale con l'esistente e al controllo dei principali rischi connessi al comportamento dell'involucro.

Grado di reversibilità
La reversibilità dell'intervento è limitata. La sostituzione dei serramenti ha comportato la rimozione dei componenti preesistenti, mentre la realizzazione del vespaio aerato e delle nuove stratigrafie isolanti ha modificato stabilmente il solaio controterra. Anche la trasformazione di alcune pannellature cieche in vetrate a tutta altezza e la realizzazione di nuove aperture nei prospetti costituiscono interventi permanenti. La parziale smontabilità di alcuni componenti non modifica il carattere prevalentemente irreversibile delle trasformazioni.

Impatto sull'assetto formale e spaziale
L'intervento mantiene riconoscibili la configurazione trilobata, l'articolazione dei volumi e il ruolo della struttura in calcestruzzo armato nella definizione dell'immagine architettonica. I nuovi serramenti riprendono proporzioni e partiture degli elementi preesistenti, limitando l'alterazione dei prospetti. L'impatto è tuttavia percepibile nella trasformazione di alcune pannellature cieche in vetrate a tutta altezza, nelle nuove aperture e nella riconfigurazione dell'accesso e del piano terra. Tali modifiche incidono localmente sui rapporti tra pieni e vuoti e sulla percezione degli spazi, senza compromettere la riconoscibilità complessiva dell'opera.

Grado di conservazione degli elementi architettonici originari
L'intervento conserva diversi elementi rilevanti per l'identità architettonica dell'opera, tra cui la configurazione volumetrica, la struttura in calcestruzzo armato, la scala a tenaglia e parte dei rivestimenti esterni. Nell'aula T.1.1 sono inoltre mantenuti la sagoma a gradoni e i banchi esistenti, sottoposti a restauro. La conservazione dell'involucro è selettiva, poiché i serramenti sono sostituiti e alcune pannellature e porzioni di facciata vengono trasformate. Le sostituzioni rispondono a esigenze energetiche, funzionali e normative e ricercano una continuità formale con l'esistente.





Figura 6
La scala e le grandi vetrate al piano terra.

Figura 7
Vista del prospetto principale.

SALK INSTITUTE

Stati Uniti, California, La Jolla

PROGETTO ORIGINARIO

1960 - 1965

Louis Isadore Kahn, August Komendant (ingegneria strutturale), Fred Dubin (ingegneria meccanica), Earl Walls (progettazione dei laboratori), Roland Hoyt (progettazione paesaggistica), Luis Barragán (consulenza architettonica), Jack MacAllister (progettazione architettonica), Edison Price (progettazione illuminotecnica)

Il Salk Institute for Biological Studies (1960–1965) rappresenta la realizzazione dell'ideale di Louis Kahn per una comunità scientifica, progettato per equilibrare la ricerca collaborativa e la riflessione individuale. Situato sul promontorio costiero di La Jolla affacciato sull'Oceano Pacifico, il complesso è stato originariamente concepito secondo un piano generale tripartito, comprendente laboratori, una Meeting House e residenze. A causa delle limitazioni economiche, fu realizzato soltanto il Laboratory Complex, formato da due ali pressoché identiche disposte ai lati di una piazza centrale pavimentata in travertino. La piazza, orienta lo sguardo verso l'orizzonte oceanico attraverso un sottile canale in marmo. Il linguaggio architettonico si fonda sulla rigorosa distinzione tra gli ambienti destinati alle attività principali e quelli riservati ai servizi, oltre che sul marcato contrasto tra il monumentale calcestruzzo pozzolanico e il teak lavorato artigianalmente. Il complesso distingue tre nuclei principali: le ali flessibili dei laboratori, le trentasei torri degli studi individuali e le ali occidentali degli uffici.

I laboratori sono concepiti come spazi continui con piani tecnici di altezza praticabile destinati agli impianti meccanici ed elettrici. Le facciate continue a tutta altezza in vetro e acciaio inossidabile esprimono quella che Kahn definiva «l'architettura del banco di lavoro». Le torri degli studi e le ali occidentali degli uffici sono invece caratterizzate da 203 moduli prefabbricati di parete-finestra in teak. Questi elementi lignei consentono ai ricercatori di regolare la luce, la ventilazione e il grado di riservatezza mediante un articolato sistema di schermi scorrevoli, elementi lamellari e zanzariere con telai in bronzo. Le torri destinate agli studi individuali sono separate dai corpi principali dei laboratori e impostate su porticati aperti, così da favorire incontri spontanei tra gli scienziati. Sotto la quota della piazza, giardini ribassati e pozzi di luce assicurano illuminazione naturale e visuali verso l'esterno ai laboratori dei livelli inferiori. Il sistema tecnologico dell'Istituto costituisce un esempio magistrale di integrazione tra struttura e impianti. La struttura principale è costituita da calcestruzzo monolitico gettato



Figura 1
Vista della piazza centrale verso l'oceano, 1983.



Figura 2
Vista delle torri degli studi, 1985.

in opera, ottenuto con cemento miscelato a pozzolana, Riverside Special Blend, scelto per assicurare durabilità e una finitura chiara, simile alla pietra. Nei laboratori, travi Vierendeel post-tese in calcestruzzo, alte 2,74 m, coprono una luce di 19,81 m e sono disposte secondo una maglia di 6,10 m, liberando gli spazi di ricerca dalla presenza di pilastri.

I grandi vani rettangolari definiti dai correnti e dai montanti delle travi sono destinati al passaggio degli impianti. Nelle ali occidentali degli uffici la struttura è formata da una fitta successione di travi trasversali, mentre nelle torri destinate agli studi individuali le solette strutturali rimangono a vista.

L'involucro combina due sistemi distinti. Nei laboratori è formato da serramenti vetrati con profili in acciaio inossidabile AISI 316, resistente alla corrosione nell'atmosfera salina. I prospetti delle torri e degli uffici sono scanditi da 203 moduli prefabbricati di parete-finestra in teak che comprendono telai in abete bianco e lastre di rivestimento in cemento-amianto, commercializzate con il nome Transite, rivestite esternamente con tavole di teak del Sud-est asiatico. Il sistema integra guide in ottone per le ante scorrevoli e zanzariere con telai in bronzo.

La piazza centrale è pavimentata in travertino italiano, posato su un letto di malta colorata con giunti di 3,2 mm.

Interventi precedenti

Dal 1967 il teak è stato pulito ogni 2–3 anni con candeggina e spazzole metalliche. Negli anni Novanta sono stati applicati detergenti TE-KA e il protettivo Tip Top Teak, responsabile di alterazioni rossastre. Tra le principali aggiunte figurano gli East Buildings (1995) e l'ampliamento amministrativo meridionale (1997). Tra il 1993 e il 1998 sono stati rinnovati gli impianti meccanici ed elettrici. Nel 2011–2012 un ulteriore aggiornamento ha interessato la centrale e introdotto un impianto fotovoltaico in copertura da 541 kWp.

Condizioni generali di conservazione prima del restauro

Nel 2013 i serramenti presentavano un grave degrado dopo cinquant'anni di esposizione marina. Le indagini hanno rilevato estesi biofilm fungini neri, favoriti dagli eucalipti vicini, e alterazioni rossastre dovute a protettivi inadeguati. Erano presenti inoltre diffusi attacchi di termiti del legno secco ai telai interni in abete bianco non trattato, corrosione dei fissaggi ed erosione fino al 20% delle tavole in teak.

Pressioni ambientali o climatiche specifiche

Il promontorio costiero è soggetto a forti sollecitazioni ambientali. L'elevata radiazione UV provoca sbiancamento superficiale e degradazione della lignina; aerosol salino e nebbie marine favoriscono macchie ferrose e corrosione dei fissaggi. Le spore diffuse dagli eucalipti favoriscono la colonizzazione da biofilm fungini neri sulle parti lignee.

Figura 3
Vista dei prospetti esposti a ovest prima dell'avvio degli interventi, 2013.



NUOVO INTERVENTO

2013 - 2023

Getty Conservation Institute (ricerca scientifica e diagnostica), Wiss, Janney, Elstner Associates, Inc. (progettazione architettonica e ingegneria), Inskip Gee Architects (CMP), Liz Sargent HLA (architettura del paesaggio storico)

Gli interventi condotti al Salk Institute tra il 2013 e il 2023 hanno segnato un cambiamento fondamentale verso l'adozione di un modello di gestione fondato sulla conservazione, formalizzato nel Conservation Management Plan (CMP) del 2017. Questo quadro metodologico unitario orienta la tutela dei valori culturali del sito e, al tempo stesso, ne accompagna l'evoluzione come comunità scientifica attiva. Il principale programma sviluppato è stato il Teak Window Conservation Project (2013–2017), realizzato congiuntamente dal Salk Institute, dal Getty Conservation Institute e da Wiss, Janney, Elstner Associates.

L'intervento ha affrontato il grave degrado materiale dei 203 moduli prefabbricati di parete-finestra in teak collocati nelle torri destinate agli studi individuali e nelle ali occidentali degli uffici. Le indagini diagnostiche e le analisi di laboratorio hanno ricondotto il degrado alla prolungata esposizione all'ambiente marino e ad alcune carenze del progetto originario. A seguito dei tagli economici del 1963, le scossaline in rame e le guarnizioni di tenuta previste per proteggere i serramenti non erano state installate; la loro assenza aveva favorito infiltrazioni croniche di umidità e il conseguente attacco delle termiti del legno secco (Incisitermes spp.) ai telai interni in abete bianco non trattato.

La strategia conservativa ha seguito un rigoroso criterio gerarchico, articolando gli interventi di restauro su tre livelli — limitato, intermedio ed esteso — per preservare quanto più possibile la materia storica originaria. Il legno è stato pulito con percarbonato di sodio, rimuovendo i biofilm fungini neri e i precedenti protettivi di tonalità rossastra e restituendo la patina variegata grigio-argento voluta da Kahn. Per correggere i difetti di realizzazione, dietro il rivestimento sono state inserite nuove scossaline in acciaio inossidabile e sistemi secondari di drenaggio, prolungando la vita utile del teak di ulteriori cinquanta-settanta anni. Il metodo ha consentito di conservare in situ oltre il 66% del teak originario, salvaguardando l'autenticità materiale e preservando risorse naturali ormai rare.

Contestualmente al restauro degli elementi lignei, nel 2018 l'iniziativa «Keeping It Modern» della Getty Foundation ha assegnato un finanziamento per la conservazione delle emblematiche facciate in calcestruzzo pozzolanico dell'Istituto. Concluso nel 2023, il progetto quinquennale ha analizzato i fenomeni di erosione e la formazione di macchie sulle superfici e ha realizzato interventi specialistici con malte pozzolaniche, formulate per riprodurre la tessitura monolitica e la cromia originarie. Le operazioni hanno seguito un rigoroso principio di minimo intervento e sono state limitate a quanto strettamente necessario per tutelare le pareti.



Figura 4
Vista frontale delle torri degli studi, 2017.

Il Conservation Management Plan, redatto con Inskip Gee Architects, ha ricondotto entro un quadro unitario gli interventi già realizzati e le azioni programmate per migliorare la sostenibilità del campus. Tra le misure considerate figurano la manutenzione dell'impianto fotovoltaico in copertura da 541 kWp, il rinnovo degli impianti dell'edificio completato nel 2012 e l'introduzione di sorgenti LED ad alta efficienza negli apparecchi originali progettati da Edison Price, con un risparmio energetico fino al 75%.

L'istituzione di un Architecture Endowment Fund garantisce inoltre la manutenzione a lungo termine degli elementi che definiscono l'identità del complesso, tra cui la piazza in travertino e il canale d'acqua in marmo. Questo modello di gestione dimostra come le architetture emblematiche del Moderno possano continuare a svolgere pienamente la propria funzione istituzionale, conservando l'integrità tettonica originaria e la distinzione progettuale tra spazi principali e ambienti tecnici e di servizio.

L'analisi energetica ha incluso la modellazione e la valutazione delle tecnologie LED ad alta efficienza, con l'obiettivo di migliorare la sostenibilità, preservare il progetto illuminotecnico originario di Edison Price e ridurre l'impronta di carbonio del sito. Il processo decisionale ha confrontato scenari alternativi, dalla sostituzione completa del teak all'intervento minimo, attraverso un programma di sperimentazione su prototipi realizzati sulle coperture dei laboratori.

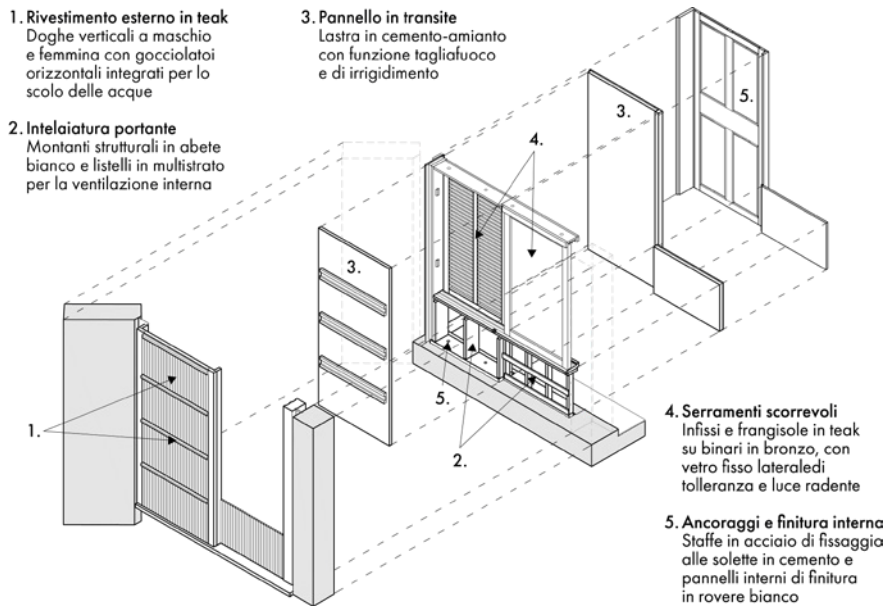


Figura 5
Esploso assonometrico delle condizioni costruttive originali di una parete-finestra nelle torri degli studi nord, 2014.

Obiettivo dell'intervento sull'involucro

Preservare il valore culturale e l'integrità materica delle facciate in teak e calcestruzzo, correggendo i difetti originari di progettazione ed esecuzione per assicurarne la durabilità nel severo clima marino.

Estensione dell'intervento sull'involucro

Restauro integrale dei 203 moduli in teak; interventi specialistici di restauro delle facciate in calcestruzzo pozzolanico (2018–2023); conservazione dei serramenti vetrati in acciaio inossidabile; manutenzione delle coperture, considerate il «quinto prospetto» dell'edificio.

Soluzioni adottate per l'involucro

Teak: pulitura con percarbonato di sodio, gerarchia di riparazione su tre livelli e nuove scossaline interne in acciaio inossidabile. Calcestruzzo: integrazioni con malte pozzolaniche compatibili per tessitura e cromia. Acciaio inossidabile: protocolli specialistici di pulitura per mitigare la corrosione salina. Vetrate: pellicole ad alte prestazioni per il controllo della luce e sostituzione, ove necessaria, con vetri temperati di sicurezza. Materiali contenenti amianto: bonifica specialistica dei pannelli Transite durante gli smontaggi principali. Ricollocazione degli arredi originari in rovere.

Altri interventi

Oltre al restauro dell'involucro, sono stati previsti interventi volti alla maggiore sostenibilità e gestione impiantistica. L'aggiornamento infrastrutturale del 2012 ha potenziato la centrale e portato il carico elettrico di base a 4,2 MW per le esigenze della ricerca, con il supporto dell'impianto fotovoltaico in copertura da 541 kWp. L'efficienza nel lungo termine è stata incrementata introducendo sorgenti LED ad alte prestazioni negli apparecchi originari di Edison Price, con risparmi energetici del 75%. È stato inoltre istituito un Architecture Endowment Fund dedicato alla tutela continuativa del complesso.

Certificazioni - premi

California Preservation Foundation President's Award 2017.

Quadro conoscitivo, metodo e tracciabilità

Il progetto è fondato su ricerche storico-documentarie, valutazione dei caratteri significativi, rilievi di dettaglio, ispezioni dirette dei componenti e analisi del legno, dei microrganismi e dei trattamenti pregressi. Le soluzioni sono state definite mediante campionature in scala reale, articolate in tre livelli di intervento e successivamente tradotte in elaborati esecutivi e specifiche tecniche. Il processo consente di ricostruire con chiarezza i criteri adottati e le ragioni delle scelte.

Adeguatezza tecnica e compatibilità delle soluzioni adottate

Le soluzioni sono calibrate sulle condizioni dei singoli moduli in teak e distinguono la pulitura e la riparazione in situ, le sostituzioni limitate e le ricostruzioni con materiali analoghi. L'inserimento di scossaline, guarnizioni e dispositivi di protezione dall'umidità e dagli attacchi xilofagi migliora la tenuta all'acqua e la durabilità dei componenti senza modificare il disegno delle facciate. Vetri e pannelli contenenti amianto sono sostituiti solo quando necessario, mantenendo quanto più possibile il teak, la ferramenta e le finiture interne originarie.

Grado di reversibilità

L'intervento privilegia la riparazione in situ e limita la sostituzione ai componenti maggiormente degradati, consentendo di conservare e ricollocare parte degli elementi in teak, della ferramenta e delle finiture interne. Nei moduli più compromessi, tuttavia, lo smontaggio e la ricostruzione comportano la sostituzione di telai, pannelli e vetrate. L'inserimento di scossaline, guarnizioni e dispositivi di protezione modifica inoltre stabilmente alcuni dettagli costruttivi. La reversibilità risulta pertanto parziale e variabile in relazione al livello di intervento.

Impatto sull'assetto formale e spaziale

L'intervento conserva la composizione delle facciate, la scansione dei moduli lignei, il rapporto tra teak e calcestruzzo e il funzionamento di ante, schermature e persiane scorrevoli. Le sostituzioni sono eseguite con materiali e profili corrispondenti agli elementi preesistenti, mentre la pulitura e i trattamenti superficiali riducono le alterazioni cromatiche accumulate nel tempo. Le modifiche tecniche restano in gran parte non percepibili e non alterano l'assetto spaziale del complesso.

Grado di conservazione degli elementi architettonici originari

L'intervento conserva in larga misura i rivestimenti, i telai, le ante scorrevoli, le persiane e le schermature in teak, differenziando le operazioni in base allo stato di conservazione. Gli elementi recuperabili sono puliti, restaurati e mantenuti in opera o ricollocati; le sostituzioni riguardano le parti gravemente erose, danneggiate dalle termiti o non più sicure. La ferramenta e le finiture interne in rovere sono recuperate anche nei moduli sottoposti agli interventi più estesi.





Figura 6
Vista verso sud-est delle torri degli studi sulla piazza, 2017.

Figura 7
Vista verso nord-ovest delle torri degli studi sulla piazza, 2017.

ARCHITETTURA RELIGIOSA

CHIESA DI NOSTRA SIGNORA DELLA MISERICORDIA

Italia, Lombardia, Baranzate (MI)

PROGETTO ORIGINARIO

1956 - 1958

Angelo Mangiarotti, Aldo Favini, Bruno Morassutti

La chiesa parrocchiale di Nostra Signora della Misericordia a Baranzate, progettata da Angelo Mangiarotti e Bruno Morassutti con Aldo Favini per le strutture, fu realizzata tra il 1956 e il 1958 nell'ambito del programma promosso dall'arcivescovo Giovanni Battista Montini per la costruzione di nuove chiese nelle periferie milanesi. Pensata per l'allora frazione rurale di Baranzate di Bollate, l'opera affronta il tema del luogo di culto attraverso una radicale sperimentazione tipologica e costruttiva. Più vicina per dimensioni a una cappella o a un oratorio che a una chiesa parrocchiale monumentale, assume la tecnica come fondamento dell'architettura e affida alla chiarezza strutturale, alla prefabbricazione e alla luce la definizione dello spazio sacro. L'edificio si colloca entro un recinto rettangolare di circa 30 x 60 m, delimitato da un muro a scarpa curva in calcestruzzo e ciottoli di fiume. Il recinto isola e protegge il luogo di culto rispetto al territorio circostante e accoglie sul lato interno le quattordici formelle della Via Crucis di Gino Cosentino. L'aula liturgica, un volume prismatico di circa 14 x 28 m, è impostata su un basamento seminterrato e sollevata di circa 2 m rispetto al piano di campagna, al quale è raccordata da un pendio erboso. Varcata la soglia del recinto, il percorso si divide in due scale affiancate, una ascendente verso l'aula e una discendente verso gli ambienti inferiori, nei quali erano collocati fonte battesimale, cappella, sagrestia e locali di servizio. L'ingresso dal basso e la successiva risalita dalla penombra del livello seminterrato alla luce diafana dell'aula costituivano parte integrante dell'esperienza liturgica. La pianta dell'aula è rettangolare, priva di partizioni significative e interamente destinata all'assemblea. La struttura portante è concentrata in quattro colonne rastremate in calcestruzzo armato che sostengono due travi principali trasversali gettate in opera. Su queste si innestano sei travi longitudinali secondarie, ciascuna composta da trenta conci prefabbricati in cemento armato con sezione a X, assemblati e post-tesi in opera mediante il sistema brevettato da Favini. Tra le travi sono disposti pannelli prefabbricati nervati, irrigiditi da costolature incrociate, che completano la copertura e disegnano all'intradosso una trama geometrica di forte rilievo chiaroscurale. La struttura della copertura diviene così ordine architettonico e, sulle facciate corte, la sezione a X delle travi



Figura 1
Veduta notturna della facciata d'ingresso a sud-est nel 1958.



Figura 2
Dettaglio dell'involucro vetrato nel 1958.

conclude figurativamente il volume. L'involucro perimetrale è indipendente dalla struttura principale ed è costituito da una carpenteria metallica leggera, realizzata con profili aperti saldati, alla quale sono fissati pannelli modulari traslucidi. Nella configurazione originaria ogni pannello era formato da due lastre di vetro rigato con interposto un foglio di polistirolo, soluzione che svolgeva funzioni di isolamento, schermatura della radiazione solare e diffusione luminosa. Il tamponamento era separato dalla copertura da una sottile fascia vetrata, che accentuava la percezione del tetto come elemento autonomo sospeso sopra l'aula. La contrapposizione tra la massa della copertura in calcestruzzo e la leggerezza del rivestimento traslucido definisce il carattere dell'opera. Di giorno il polistirolo filtrava la luce, trasformando le pareti in superfici bianche opalescenti e diffondendo nell'aula un'illuminazione omogenea; di notte il volume illuminato dall'interno appariva come una lanterna diafana nel paesaggio periferico. Struttura, involucro e percorso liturgico concorrevano così a costruire uno spazio essenziale e immateriale, nel quale ingegneria e architettura coincidevano. La chiesa costituisce inoltre un esempio precoce di sperimentazione con tecniche miste, prefabbricazione e montaggio seriale, assunti come principi generatori della forma.

Interventi precedenti

Nel 1979, a seguito di un attentato, il rivestimento originario dell'aula liturgica fu demolito. Tra il 1979 e il 1980 venne realizzato un nuovo involucro, su progetto di Bruno Morassutti e Aldo Favini con Angelo Mangiarotti, composto da vetro retinato, policarbonato alveolare e materassino poliuretanico interposto. Nello stesso periodo fu aggiunto il campanile, progettato da Morassutti e Favini. Negli anni successivi si susseguirono aggiunte impiantistiche, arredi e richieste di ampliamento e adeguamento.

Condizioni generali di conservazione prima del restauro

Prima dell'intervento l'edificio presentava uno stato di conservazione critico, dovuto soprattutto al forte degrado dell'involucro traslucido e all'inadeguatezza della soluzione sostitutiva del 1979. Il rivestimento risultava alterato e non più idoneo a garantire comfort e fruibilità. Il calcestruzzo a vista interno appariva annerito, mentre la copertura precompressa era in buone condizioni generali, con limitati affioramenti dei ferri nelle travi principali.

Pressioni ambientali o climatiche specifiche

Elevata esposizione dell'involucro traslucido alla radiazione solare, con surriscaldamento e degrado dei materiali. Criticità legata alla grande superficie di scambio dell'aula vetrata e alla trasformazione del contesto da campagna a conurbazione metropolitana.

Figura 3
L'aula liturgica al termine dei lavori nel 2015.



NUOVO INTERVENTO

2004 - 2015

Giulio Barazzetta, SBG Architetti; Anna Mangiarotti, Ingrid Paoletti (tecnologia); Tito Negri (strutture); Giancarlo Chiesa, Mario Maistrello (impianti); Angelo Mangiarotti, Bruno Morassutti e Aldo Favini (supervisione al progetto)

L'intervento di restauro e adeguamento della chiesa di Nostra Signora della Misericordia è stato finalizzato al recupero del carattere architettonico originario e all'adeguamento dell'edificio alle condizioni d'uso e agli standard di comfort contemporanei. Il progetto ha assunto come riferimento la configurazione inaugurata nel 1958 e il lavoro di Angelo Mangiarotti, Bruno Morassutti e Aldo Favini, interpretando il restauro come una riscrittura dell'opera moderna fondata sull'integrazione tra struttura, involucro traslucido e luce.

La necessità dell'intervento derivava soprattutto dal grave degrado del rivestimento della cella liturgica. L'involucro originario, demolito dopo l'attentato del 1979 e sostituito con una soluzione in vetro retinato, policarbonato alveolare e materassino poliuretanico, risultava ormai inadeguato sotto il profilo tecnico e percettivo. Le condizioni del rivestimento non consentivano interventi conservativi efficaci, mentre la copertura prefabbricata e precompressa in calcestruzzo armato si manteneva in buono stato, come confermato dal collaudo statico del 2002. Il progetto ha assunto l'involucro come nodo centrale del restauro, sia per il suo ruolo nella definizione dell'immagine dell'edificio sia per la sua incidenza sul comportamento energetico e sul comfort interno. La nuova facciata è stata concepita come sistema in acciaio montato a secco, con profili coerenti con la carpenteria originaria ma realizzati mediante tecniche e finiture più durevoli. I pannelli degradati sono stati sostituiti da un vetrocamera triplo con superfici serigrafate, vetri basso emissivi e controllo solare. La soluzione è stata sviluppata per riprodurre l'effetto opalescente dell'involucro del 1958, migliorando trasmittanza termica, controllo della radiazione solare e condizioni ambientali dell'aula. Il rifacimento del rivestimento e il mantenimento dei caratteri della struttura in ferro e vetro sono stati assunti come vincoli essenziali per conservare la relazione tra leggerezza del tamponamento e massa della copertura.

Alla sostituzione dell'involucro si sono affiancati l'adeguamento degli impianti, il miglioramento del riscaldamento e dell'illuminazione e la verifica del comportamento termoigrometrico. I nuovi impianti sono stati dimensionati in rapporto alle prestazioni della facciata e alle modalità reali di utilizzo degli spazi, rilevate attraverso il confronto con la comunità parrocchiale. La soletta dell'aula assembleare è stata consolidata per consentire l'inserimento delle reti impiantistiche, mentre sulla struttura in calcestruzzo sono stati eseguiti interventi minimi di



Figura 4
Dettaglio del nuovo involucro.

lavaggio e ripristino nei limitati punti di affioramento delle armature delle travi principali. Il progetto ha inoltre previsto nuovi spazi di servizio nel livello inferiore, senza alterare la centralità dell'aula liturgica e il percorso dalla penombra del basamento alla luce della cella vetrata.

Il processo progettuale, avviato per iniziativa di Bruno Morassutti, ha garantito la continuità con gli autori dell'opera attraverso un gruppo multidisciplinare formato dai progettisti originari e da specialisti dell'architettura, delle strutture, della tecnologia e degli impianti. La definizione delle soluzioni si è sviluppata attraverso rilievi, analisi dello stato di conservazione, studi prestazionali, simulazioni, campionature e verifiche di laboratorio, con particolare attenzione alla facciata vetrata. Il progetto è stato elaborato in rapporto al vincolo ministeriale del 2003, che aveva riconosciuto il valore monumentale della chiesa e legato il restauro alla continuità con il progetto degli autori.

L'intervento ha restituito alla comunità un edificio nuovamente utilizzabile, preservandone i principali valori spaziali, costruttivi e percettivi: il contrasto tra la penombra del basamento e la luce dell'aula, il volume opalescente della cella liturgica e la percezione notturna della chiesa come lanterna diafana.

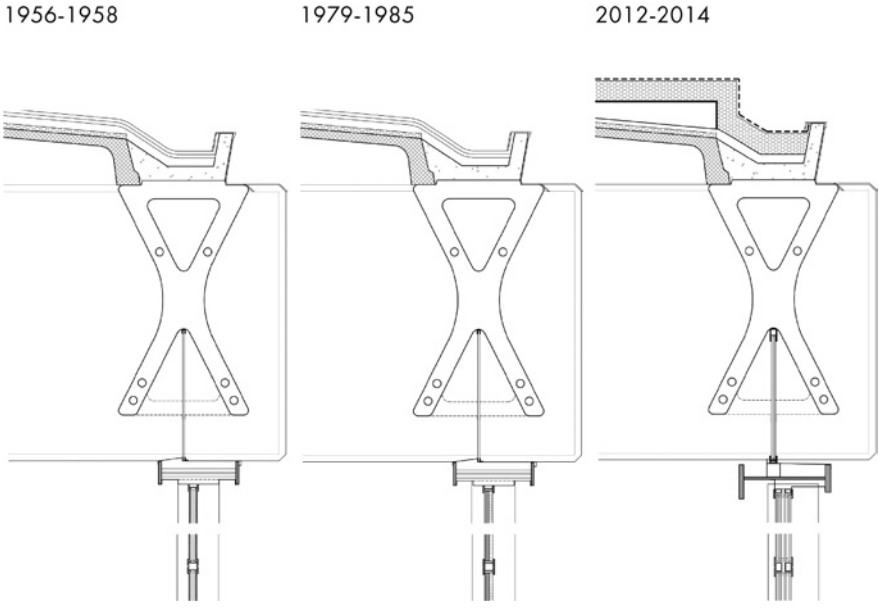


Figura 5
Sezione di dettaglio della copertura e della parete vetrata al momento della costruzione (1956-1958), dopo la sostituzione del rivestimento (1979-1985) e con l'ultimo intervento (2012-2014).

Obiettivo dell'intervento sull'involucro

Restituire alla chiesa il carattere architettonico originario e l'immagine opalescente dell'aula, recuperandone la piena fruibilità liturgica e comunitaria. Il progetto mira inoltre ad adeguare l'edificio agli usi contemporanei, migliorare comfort interno e prestazioni energetiche e integrare nuovi impianti.

Estensione dell'intervento sull'involucro

Intervento esteso all'intero involucro dell'aula liturgica fuori terra, con sostituzione completa della facciata traslucida e rifacimento del manto e degli strati funzionali della copertura piana.

Soluzioni adottate per l'involucro

Il sistema di facciata esistente è stato rimosso e sostituito con una nuova struttura in carpenteria metallica assemblata a secco, con montanti a tutta altezza e fissaggi meccanici. I pannelli vetrati sono realizzati con triplo vetro serigrafato, basso emissivo e a controllo solare, studiato per riprodurre l'effetto opalescente originario e migliorare trasmittanza, controllo della radiazione solare e comfort interno. Il fattore solare del nuovo pacchetto è prossimo al 10%. Sulla copertura piana sono stati rimossi gli strati esistenti e realizzati nuovo strato separatore, massetto per pendenze in cemento cellulare, isolamento termico, impermeabilizzazione e lattonerie.

Altri interventi

Sono stati eseguiti ripristini del c.a. a vista e consolidamenti strutturali, in particolare della soletta dell'aula per l'inserimento dei nuovi impianti. Il piano seminterrato è stato riorganizzato con nuove partizioni, pavimenti, vespaio, serramenti, lucernari e bocche di lupo. Sono stati inoltre realizzati impianti di riscaldamento e raffrescamento con pannelli radianti e aria primaria, nuova centrale termica, pozzi di scambio geotermico, accumulatori ad acqua, impianti elettrici, illuminazione, regolazione e opere esterne.

Certificazioni - premi

Menzione d'Onore Riconversione e Restauro, premio Medaglia d'Oro all'Architettura Italiana 2018. Secondo premio nella categoria Edilizia Pubblica e dei Servizi alla X edizione del Premio Internazionale Grand Prix Casalgrande Padana (2013-2015).

Quadro conoscitivo, metodo e tracciabilità

Il progetto è fondato su un quadro conoscitivo multidisciplinare, sviluppato attraverso ricostruzione storico-critica, rilievi, analisi dei materiali e del degrado, verifiche strutturali, studi impiantistici e confronto diretto con gli autori dell'opera. Obiettivi e limiti di trasformazione sono esplicitati rispetto al valore architettonico e d'uso della chiesa. Le scelte sono motivate e ampiamente tracciabili.

Adeguatezza tecnica e compatibilità delle soluzioni adottate

Le soluzioni sono specificamente calibrate sul carattere costruttivo e percettivo della chiesa. La nuova facciata adotta una carpenteria metallica montata a secco e pannelli vetrati multistrato, sviluppati mediante successive campionature per migliorare isolamento, controllo dell'irraggiamento e durabilità, riproponendo l'effetto opalescente originario. Il taglio termico è limitato al vetro e ai telai secondari, in relazione alle esigenze strutturali ed estetiche dei profili portanti.

Grado di reversibilità

La reversibilità complessiva è limitata dalla sostituzione integrale delle facciate vetrate e delle relative carpenterie, dal rifacimento delle stratigrafie di copertura e dalle demolizioni necessarie alla riorganizzazione del piano seminterrato e all'integrazione degli impianti. Il montaggio a secco dei nuovi componenti di facciata ne favorisce la futura smontabilità, ma non compensa la perdita degli elementi preesistenti e le trasformazioni permanenti apportate a solai, murature e finiture.

Impatto sull'assetto formale e spaziale

L'intervento mantiene riconoscibili la configurazione volumetrica, il rapporto tra aula sopraelevata e recinto, la struttura in calcestruzzo e il carattere luminoso dell'involucro. La nuova facciata ripropone partiture, profili ed effetto opalescente, ma sostituisce la materialità originaria con un sistema vetrato contemporaneo dalla diversa profondità e resa luminosa. La nuova rampa e le aperture del basamento sono distinguibili.

Grado di conservazione degli elementi architettonici originari

L'intervento conserva gli elementi architettonici che definiscono maggiormente l'identità dell'opera, tra cui la struttura prefabbricata in calcestruzzo, l'impianto spaziale dell'aula, il basamento e il rapporto con il recinto. La conservazione dell'involucro è invece prevalentemente figurativa: facciate vetrate e carpenterie metalliche, già alterate e fortemente degradate, sono integralmente sostituite con componenti contemporanei che ne reinterpretano disegno e qualità opalescente.





Figura 6
Parete in vetro a destra guardando l'altare.

Figura 7
Veduta notturna della facciata principale.

ARCHITETTURA RICREATIVA E CULTURALE

PADIGLIONE AGNELLI

Italia, Piemonte, Torino

PROGETTO ORIGINARIO

1947 - 1950

Pier Luigi Nervi, Roberto Biscaretti di Ruffia

Il Padiglione Giovanni Agnelli è l'esito di una complessa evoluzione iniziata nel 1937, quando Ettore Sottsass Sr. vinse il concorso per il Palazzo della Moda nel Parco del Valentino, inaugurato l'anno successivo per la mostra Torino e l'Autarchia e gravemente danneggiato dai bombardamenti del 1942-1943. Nel 1947 l'impresa Nervi e Bartoli si aggiudicò l'appalto-concorso per il nuovo salone espositivo, impostato da Roberto Biscaretti di Ruffia e profondamente rielaborato da Pier Luigi Nervi. Il primo nucleo del Salone B fu completato nel 1948; l'ampliamento del 1953-1954 eliminò il giardino centrale, prolungò la navata e definì l'assetto attuale.

L'organismo presenta una pianta basilicale di 94 x 118 metri. Il Padiglione 2 è costituito da una navata centrale con luce netta di 81 metri, priva di sostegni intermedi e coperta da una volta ondulata formata da archi trasversali. Ciascun arco è composto da tredici elementi prefabbricati in ferrocemento a doppia curvatura, prodotti in cantiere, sollevati e disposti su centine tubolari mobili, quindi solidarizzati mediante nervature in calcestruzzo armato gettate in opera lungo i colmi e gli incavi delle onde. Il ferrocemento, costituito da reti metalliche e barre di piccolo diametro immerse in malta cementizia ad alta resistenza, consentì di ottenere elementi sottili, leggeri e seriali, impiegati al tempo stesso come componenti resistenti e casseri a perdere.

Le spinte della volta sono assorbite da grandi pilastri-mensola inclinati a sezione variabile, disposti a un interasse di 7,5 metri, fondati su plinti isolati e ramificati superiormente mediante elementi a ventaglio. Sul fronte orientale la navata termina in un'abside semicircolare di 60 metri di diametro. La semicalotta è composta da dieci tipologie di formelle prefabbricate a losanga in ferrocemento, collegate da una maglia di nervature in calcestruzzo armato lasciate a vista. Il sistema raggiunge uno spessore strutturale complessivo di soli 7 cm. Le spinte della calotta sono contrastate da un solaio anulare piano e da un sistema di setti.

Sul fronte occidentale, verso corso Massimo d'Azeglio, il Padiglione 2b conserva la manica parallelepipeda a due piani del 1938. Nell'ampliamento del 1954 Nervi ne demolì i pilastri originari e sospese i solai mediante tiranti alla struttura del nuovo frontone, così da



Figura 1
Vista del fronte su corso Massimo D'Azeglio, 1949.

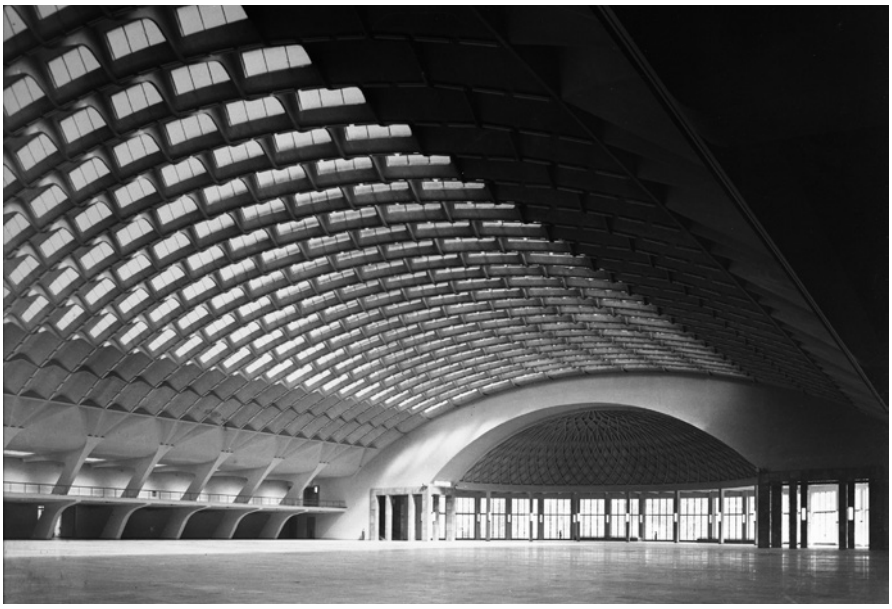


Figura 2
Vista interna del Padiglione 2, fotografia storica.

garantire la continuità del portico. Le pareti perimetrali sono a cassa vuota, con paramento esterno in mattoni pieni, strato interno in laterizi forati e collegamenti trasversali; il rivestimento è costituito da lastre di travertino chiaro di 100 x 100 cm e 3 cm di spessore, fissate meccanicamente. Le finestrature a nastro del primo piano e le vetrate continue con telai metallici accentuano l'orizzontalità del prospetto. Sotto l'abside e parte della navata si sviluppa il Padiglione 4, volume ipogeo posto a quota -6,00 metri, con struttura intelaiata in calcestruzzo armato dimensionata per sostenere i carichi del piazzale sovrastante. All'interno, gallerie laterali e soppalchi profondi 13 metri ampliano la superficie espositiva. L'illuminazione naturale è affidata ai lucernari a due falde disposti lungo i colmi della volta e alla grande abside vetrata, aperta verso il Po e il Parco del Valentino.

L'edificio costituisce una delle più significative sperimentazioni italiane nel campo della prefabbricazione strutturale. Dal 2020 il complesso è sottoposto a tutela ai sensi del D.Lgs. 42/2004, Codice dei beni culturali e del paesaggio.

Interventi precedenti

Il complesso non ha ricevuto manutenzioni sistematiche, salvo indagini puntuali nel 2003. L'intervento maggiore risale alle Olimpiadi del 2006, con l'inserimento di volumi provvisori e superfetazioni deturpanti. Tra queste spiccano l'avancorpo in ferro e vetro del Padiglione 2b, scale e pianerottoli metallici esterni lungo la balconata dell'abside e un intreccio di canalizzazioni impiantistiche sulla volta. Internamente sono stati eseguiti adeguamenti funzionali, come l'inserimento di scale mobili e partizioni in cartongesso, che hanno alterato il layout storico.

Condizioni generali di conservazione prima del restauro

L'immobile presentava un forte degrado dovuto a infiltrazioni dalle coperture e a occupazioni illecite che avevano provocato atti vandalici e il furto dei componenti in rame. Le finiture interne, i pavimenti e i controsoffitti erano in pessime condizioni. I serramenti originali risultavano obsoleti e privi di prestazioni termiche, mentre il rivestimento in travertino era compromesso da sporcizia, scritte e tagli meccanici. La balconata dell'abside presentava inoltre criticità strutturali, mentre negli impianti e nei terreni si rilevava la presenza di amianto e fibre artificiali vetrose.

Pressioni ambientali o climatiche specifiche

La rifunzionalizzazione dell'edificio come biblioteca introduce pressioni ambientali e climatiche. Si rilevano un elevato inquinamento acustico dovuto al traffico e, nel Salone B, tempi di riverbero fino a 10 s, critici per l'efficacia e la sicurezza del sistema EVAC. Si aggiungono le pressioni climatiche legate alle ondate di calore, con incrementi della temperatura fino a 6 °C, e alle piogge intense. La nuova funzione richiede un controllo termoigrometrico costante, indispensabile per proteggere il patrimonio bibliografico dalle oscillazioni climatiche.

Figura 3
Render di progetto del fronte su corso Massimo D'Azeglio.



NUOVO INTERVENTO

2022 - in corso

PFTE: Rafael Moneo & Isolarchitetti (progettazione architettonica), ICIS (capogruppo e progettazione strutturale), MCM Ingegneria (progettazione impiantistica), Onleco (progettazione acustica ed energetica); PE (appalto integrato per Cobar): ABDR Architetti Associati (capogruppo e progettazione architettonica), MJW Structures (progettazione strutturale), Manens (progettazione impiantistica, acustica, energetica e antincendio)

L'intervento trasforma i Padiglioni 2, 2b e 4 di Torino Esposizioni nella nuova Biblioteca civica centrale, nell'ambito del programma "Torino, il suo parco e il suo fiume: memoria e futuro", finanziato dal Piano nazionale per gli investimenti complementari al PNRR. Il progetto assume come riferimento la configurazione del 1954 e mira a recuperarne la leggibilità rimuovendo le aggiunte incongrue tra cui la hall vetrata su corso Massimo d'Azeglio, le scale antincendio esterne e le canalizzazioni sulla volta.

La principale trasformazione distributiva è la realizzazione di una corte ipogea di circa 67 x 70 metri, che consente di ricavare al livello inferiore depositi librari, laboratori e spazi aperti al pubblico. Le maniche laterali dei soppalchi sono rifunzionalizzate con pareti vetrate fonoisolanti, che delimitano sale studio tematiche, mentre ai livelli superiori sono inserite gradonate lignee. L'abside diviene una grande serra per la lettura aperta verso il Parco del Valentino; negli ambienti del Padiglione 2b sono riproposti i cromatismi storici, integrando dispositivi acustici e pavimentazioni sopraelevate su vespaio aerato. Il consolidamento interessa la volta ondulata e la semicalotta absidale in ferrocemento. I rinforzi sono applicati prevalentemente all'estradosso mediante sistemi FRCM con reti in fibra di basalto o in acciaio, per incrementare la capacità resistente e migliorare il comportamento sismico. Le opere sono associate al risanamento delle porzioni interessate da carbonatazione, ossidazione delle armature, perdita di aderenza e distacco degli strati superficiali.

Il miglioramento energetico coinvolge sistematicamente l'involucro. Le coperture sono coibentate con pannelli in schiuma poliuretanica Polyiso e protette, nelle parti piane, da membrane bianche con SRI ≥ 82 e, nelle porzioni curve, da lamiera di alluminio chiara. I serramenti storici e quelli del 2006 sono sostituiti con nuovi elementi in acciaio a taglio termico, a sezione ridotta, ricostruiti sulla base dei disegni originari e della documentazione fotografica d'archivio. Il sistema impiantistico è rinnovato mediante una centrale geotermica a circuito aperto, alimentata da quattro pozzi di emungimento e quattro di resa, con pannelli radianti integrati nei pavimenti.



Figura 4
Render di progetto dell'abside, area famiglie.

Il processo progettuale prende avvio con lo studio di fattibilità del 2017-2018 e prosegue con il Progetto di fattibilità tecnica ed economica sviluppato da Rafael Moneo, Isolarchitetti, ICIS, MCM Ingegneria e Onleco. Nel 2023 l'appalto integrato conduce al progetto esecutivo per Cobar, redatto da ABDR Architetti Associati, MJW Structures e Manens. Sotto il coordinamento di SCR Piemonte, il lavoro è sviluppato in ambiente BIM per integrare restauro, consolidamento, scavo della corte ipogea e impianti. La fase conoscitiva si è avvalsa del Conservation Plan elaborato dal gruppo coordinato da Rosario Ceravolo presso il Politecnico di Torino, con la collaborazione della Pier Luigi Nervi Foundation e il sostegno della Getty Foundation nell'ambito del programma Keeping It Modern. Il confronto con la Soprintendenza ha accompagnato la definizione di serramenti, finiture e trasformazioni pregresse. La fase diagnostica ha incluso indagini strumentali, saggi sui materiali e un piano di caratterizzazione ambientale per la gestione delle terre di scavo e la bonifica di amianto e fibre artificiali vetrose. Il progetto rispetta inoltre i criteri DNSH e CAM.

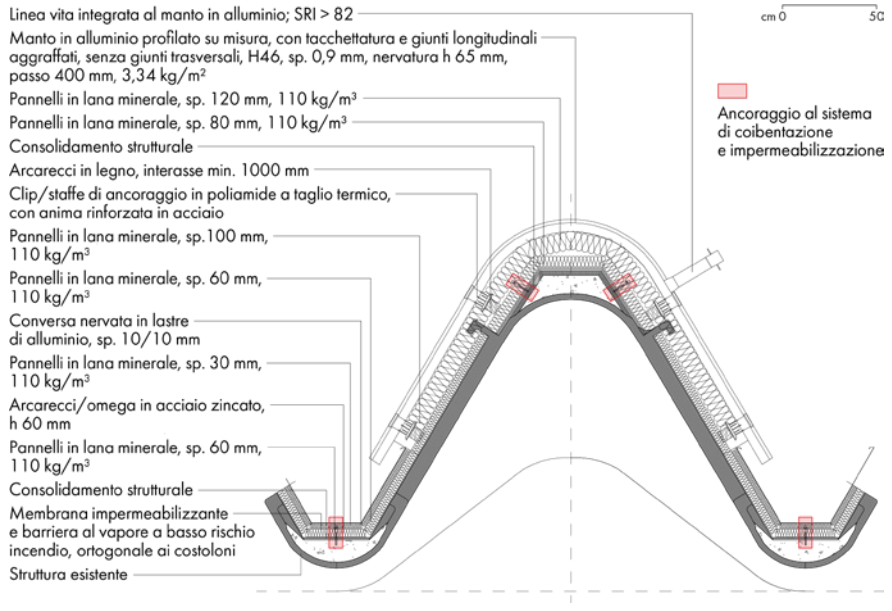


Figura 5
Dettaglio dell'elemento prefabbricato ondulato della copertura, sezione su finestre.

Obiettivo dell'intervento sull'involucro
Raggiungere elevati standard di efficienza energetica e comfort termo-acustico garantendo la massima tutela dell'immagine architettonica e dei materiali originali del complesso vincolato.

Estensione dell'intervento sull'involucro
Intervento integrale su tutte le facciate opache e trasparenti, sulla volta, sulla semicalotta absidale e sulle coperture piane del Padiglione 2b.

Soluzioni adottate per l'involucro
L'intervento sull'involucro prevede la coibentazione integrale delle superfici opache mediante pannelli isolanti in Polyiso. Le coperture piane presentano membrane bianche riflettenti, mentre le curve sono in lamiera di alluminio. Tutti i serramenti sono sostituiti con profili in acciaio a taglio termico e vetro basso emissivo, ricostruiti su disegno storico. I lucernari sono rinnovati con nuovi sistemi EFC motorizzati.

Altri interventi
Lo scavo della nuova corte ipogea centrale è l'opera di maggior impatto. Seguono il consolidamento sismico con compositi FRCM e l'impianto geotermico a pompa di calore con 8 pozzi totali. Il riscaldamento è radiante a pavimento. Si restaurano la balconata absidale e le scale originali di Nervi, inserendo nuovi ascensori totem. La bonifica da MCA/FAV e nuova pavimentazione esterna ocra completano la rigenerazione del complesso.

Consumi pre-intervento
227,01 kWh/m² anno

Consumi post-intervento
131,75 kWh/m² anno

Certificazioni - premi
Protocollo LEED v4 BD+C (obiettivo livello SILVER).

Quadro conoscitivo, metodo e tracciabilità
Il progetto si fonda su un quadro conoscitivo ampio e multidisciplinare, ricerche archivistiche, rilievi geometrici e materici, indagini diagnostiche e verifiche strutturali. Tale percorso si è avvalso degli studi e degli indirizzi metodologici sviluppati nel Conservation Plan dei padiglioni di Torino Esposizioni. Il percorso, sviluppato dallo studio di fattibilità al Progetto di Fattibilità Tecnico-Economica e quindi al progetto esecutivo in BIM, chiarisce obiettivi, vincoli e margini di trasformazione, anche attraverso il confronto con la Soprintendenza, garantendo una buona tracciabilità delle scelte.

Adeguatezza tecnica e compatibilità delle soluzioni adottate
Le soluzioni di efficientamento dell'involucro risultano coerenti con i caratteri costruttivi e figurativi del Padiglione e sono integrate in un progetto di conservazione e riuso. L'intervento agisce su coperture, chiusure opache, serramenti e lucernari, introducendo nuove stratigrafie isolanti, nuovi serramenti e finiture capaci di migliorare il comportamento termoigrometrico e il comfort interno. Le scelte tecniche mantengono la leggibilità dei fronti, della copertura e della grande spazialità interna, evitando che l'adeguamento energetico assuma un ruolo formalmente dominante.

Grado di reversibilità
La reversibilità dell'intervento è limitata. Il passaggio da padiglione non riscaldato a edificio stabilmente climatizzato comporta l'introduzione di stratigrafie e componenti impiantistici non facilmente rimovibili. Le demolizioni di elementi recenti e la nuova corte ipogea sono motivate dal progetto di rifunzionalizzazione, ma confermano un elevato grado di trasformazione.

Impatto sull'assetto formale e spaziale
L'intervento di efficientamento mantiene sostanzialmente riconoscibile l'immagine esterna del Padiglione, anche grazie alla rimozione delle superfetazioni e alla riproposizione controllata di partiture, profili e cromie storiche. L'impatto più rilevante è legato al nuovo rivestimento esterno della copertura, che introduce una variazione percettibile nella lettura materica dell'involucro. Gli aggiornamenti di lucernari, serramenti e accessi risultano invece ricondotti entro una logica di continuità figurativa. Anche le trasformazioni interne, come la nuova corte ipogea introducono nuove modalità d'uso senza compromettere la leggibilità della grande navata, della volta e dell'abside progettate da Nervi.

Grado di conservazione degli elementi architettonici originari
L'intervento conserva gli elementi architettonici originari che definiscono l'impianto e la qualità spaziale del Padiglione. La rimozione di aggiunte tardive considerate incongrue rafforza la leggibilità dell'assetto originario. La conservazione dei componenti dell'involucro è invece parziale, poiché serramenti, lucernari, parapetti e diverse finiture sono sostituiti o ricostruiti per esigenze prestazionali, normative, di degrado e rifunzionalizzazione. Prevale quindi la tutela degli elementi architettonici principali e della continuità compositiva, più che la piena permanenza della materia originaria.





Figura 6
Render di progetto, vista assiale interna.

Figura 7
Fotografia di cantiere, vista assiale interna.

PADIGLIONE NERVI

Italia, Piemonte, Torino

PROGETTO ORIGINARIO

1947 - 1950

Pier Luigi Nervi, Roberto Biscaretti di Ruffia

Il Padiglione 3A, storicamente noto come Salone C di Torino Esposizioni, costituisce una delle espressioni più significative della ricerca strutturale, costruttiva ed estetica sviluppata da Pier Luigi Nervi nel secondo dopoguerra. Concepite per ampliare gli spazi espositivi del complesso, le nuove strutture definiscono un organismo rettangolare di 3.858 mq, organizzato attorno a un unico grande invaso libero da sostegni intermedi e destinato a manifestazioni fieristiche ed esposizioni.

L'elemento generatore del progetto è la copertura a volta a padiglione, caratterizzata all'intradosso da una fitta trama di nervature incrociate disposte secondo un rigoroso disegno a losanghe. Il sistema fu realizzato mediante formelle prefabbricate in ferrocemento, sottili e leggere, posate su centine e solidarizzate da nervature in calcestruzzo armato gettate in opera. Il ferrocemento, costituito da reti metalliche e armature di piccolo diametro immerse in malta cementizia, consentiva di ridurre il peso proprio della struttura, limitare le casserature tradizionali e razionalizzare il cantiere. Le formelle fungevano anche da casseri a perdere per i getti di completamento.

La trama nervata svolge una funzione resistente e contribuisce alla definizione architettonica dello spazio. Il disegno geometrico dell'intradosso accentua la continuità della volta, modula la luce naturale e favorisce la diffusione delle onde sonore. La copertura si configura così come un dispositivo strutturale, luminoso e percettivo unitario.

I carichi della volta sono raccolti da quattro grandi arconi inclinati in calcestruzzo armato, che trasferiscono le sollecitazioni ai sostegni perimetrali e rendono possibile la completa libertà del piano interno. Gli arconi definiscono la monumentalità dell'ambiente e rendono leggibile il comportamento statico. Lungo i lati, le gallerie perimetrali sono sostenute da travi ondulate prefabbricate in ferrocemento, che irrigidiscono il bordo della copertura e ospitavano gradonate e percorsi sopraelevati per il pubblico.

La concentrazione delle funzioni portanti negli arconi e nelle strutture di bordo libera le pareti esterne, permettendo l'impiego di ampie vetrate continue con sottili profili metallici. La trasparenza dell'involucro stabiliva una forte permeabilità visiva tra il salone e il Parco



Figura 1
Vista assiale dell'interno del salone, fotografia storica.

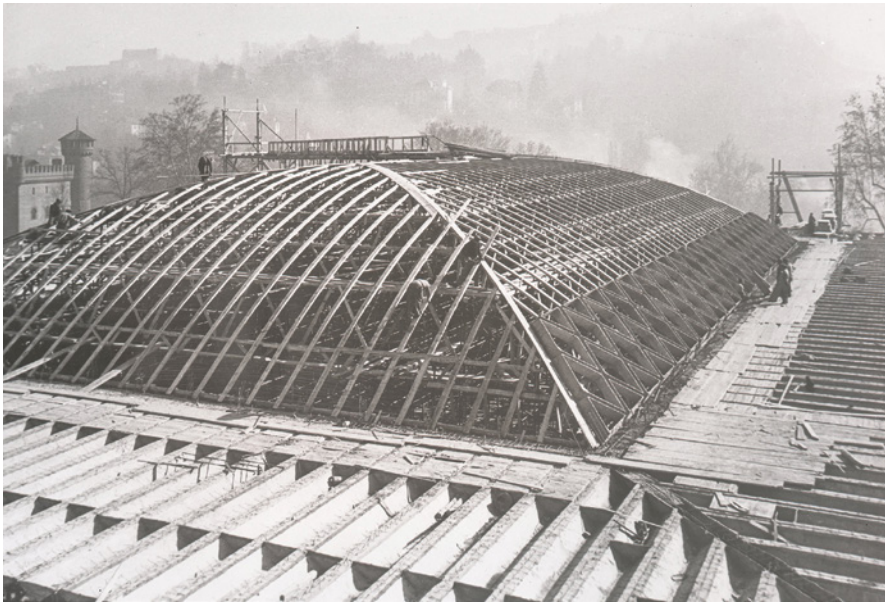


Figura 2
Vista esterna della copertura in costruzione, fotografia storica.

del Valentino, mentre la luce diffusa valorizzava la geometria della struttura. Le gradonate esterne raccordavano la pendenza del terreno con il piano interno, favorendo l'accesso e l'inserimento del volume nel parco.

La galleria d'ingresso costituisce uno spazio di mediazione tra esterno e navata principale. Un'ampia apertura zenitale, scandita da una sottile trama di nervature in calcestruzzo, illumina l'atrio e ne accentua il carattere monumentale. All'interno, la scala elicoidale esprime la capacità di Nervi di modellare il calcestruzzo integrando funzione resistente ed espressione plastica. Le pavimentazioni in marmo grigio Carnico e la sobrietà dei serramenti completavano una gamma materica fondata sul contrasto tra calcestruzzo, ferrocemento e vetro.

Il Padiglione 3A non è concepito come un semplice contenitore espositivo, ma come un organismo nel quale struttura, procedimento costruttivo e forma architettonica coincidono. La prefabbricazione leggera, l'organizzazione razionale del cantiere, la chiarezza del sistema statico e il controllo della luce diventano strumenti espressivi della qualità spaziale dell'opera.

Interventi precedenti

Nel corso dei decenni il padiglione è stato oggetto di modifiche incoerenti dettate da necessità emergenziali. Tra gli anni Sessanta e Ottanta il complesso ospitava eventi fieristici con allestimenti precari poi divenuti definitivi. L'intervento più invasivo risale ai Giochi Olimpici di Torino 2006, quando i varchi vetrati furono murati o verniciati per rendere ciechi gli spazi. Nella galleria d'ingresso vennero inseriti blocchi bagno prefabbricati e rampe non a norma che hanno interrotto la continuità spaziale e reso illeggibile il sistema strutturale di rinforzo originale.

Condizioni generali di conservazione prima del restauro

L'opera si presentava in uno stato di conservazione critico, con perdita della permeabilità visiva e luminosa originaria. Le superfici in calcestruzzo mostravano fenomeni di carbonatazione e fessurazioni dovute ai movimenti strutturali e alla scarsa manutenzione. La pavimentazione storica in marmo grigio Carnico risultava frammentata e degradata, anche per successivi inserimenti impiantistici a vista. L'inserimento di volumi tecnici ed elementi estranei aveva compromesso la leggibilità della volta nerviana e il valore architettonico del manufatto.

Pressioni ambientali o climatiche specifiche

Elevato inquinamento acustico e tempi di riverbero critici che limitano la sicurezza EVAC. Pressioni climatiche legate a ondate di calore e piogge forti, aggravate dall'elevata dispersione termica dell'involucro originale e dei lucernari. Necessità di mitigare le forti escursioni termiche per preservare il comfort interno richiesto dalla nuova destinazione didattica.

Figura 3
Render di progetto dell'esterno da via Petrarca.



NUOVO INTERVENTO

2022 - in corso

Masterplan Team – Politecnico di Torino (Antonio De Rossi, Carlo Deregibus – concept e progettazione architettonica), ICIS (capogruppo e coordinamento generale), Ai Studio / Ai Engineering (progettazione impiantistica e sostenibilità), Violetto Ingegneria e Fabio Manzone (progettazione strutturale), GAE Engineering (sicurezza e antincendio)

L'intervento di restauro e rifunzionalizzazione del Padiglione 3A costituisce il fulcro del nuovo Campus di Architettura del Politecnico di Torino nel Parco del Valentino. L'obiettivo è trasformare il Salone C in un polo per la didattica, la ricerca e gli eventi, capace di accogliere fino a seicento persone, conciliando la tutela della struttura nerviana con le esigenze di flessibilità funzionale dell'Ateneo.

La strategia progettuale assume come principio guida la conservazione della spazialità unitaria del grande invaso e la valorizzazione della volta a losanghe in ferrocemento. Il consolidamento strutturale prevede interventi puntuali per il miglioramento del comportamento sismico, integrati nelle pilastrature e nei grandi arconi inclinati, in modo da non alterare la percezione delle sezioni originarie. Le superfici e gli elementi storici sono restaurati secondo le indicazioni del Conservation Plan, con particolare attenzione alla leggibilità della struttura e alla compatibilità degli interventi.

La nuova organizzazione interna adotta il principio dei "box nel padiglione": due volumi vetrati indipendenti, con struttura leggera in carpenteria metallica, ospitano 2.985 mq di laboratori per la costruzione di modelli, aule studio e spazi di supporto. I nuovi organismi, energeticamente autonomi e trasparenti, mantengono la permeabilità visiva tra attività didattiche, spazio monumentale e paesaggio, lasciando leggibile la continuità della navata.

I prospetti sono ricondotti alla configurazione storica mediante la rimozione delle aggiunte incongrue, compresi i tamponamenti realizzati per i Giochi olimpici invernali del 2006. I serramenti esistenti sono sostituiti con nuovi profili metallici sottili, calibrati sulla scansione tripartita dell'involucro nerviano, e con vetrate selettive a controllo solare, colorate in pasta verde in coerenza con le testimonianze storiche. La galleria d'ingresso monumentale è restaurata attraverso il recupero dei lucernari zenitali e la riapertura delle nicchie originarie, mentre l'antico boccascena è rifunzionalizzato per accogliere un bar e spazi di relazione.

Il comfort ambientale è affidato a sistemi a ridotto impatto visivo. La climatizzazione invernale ed estiva utilizza pannelli radianti a pavimento; i canali aeraulici e la rete dati sono integrati sotto il piano di calpestio o negli arredi fissi. Le prestazioni acustiche del grande



Figura 4
Render di progetto del salone, configurazione sala studio.

volume sono migliorate mediante un intonaco fonoassorbente applicato nei campi ribassati tra le nervature della volta, preservandone la geometria. L'illuminazione artificiale riprende il disegno strutturale con sorgenti LED disposte lungo le nervature e una lama luminosa centrale.

Sul fronte di via Petrarca, la rimozione delle recinzioni degli anni Ottanta e la realizzazione di una gradonata continua in moduli prefabbricati di calcestruzzo trasformano l'area di servizio in uno spazio pubblico aperto, rafforzando la relazione tra università e parco.

Il progetto si inserisce nel Masterplan del Politecnico di Torino per il Campus Architettura. La fase conoscitiva ha integrato rilievo digitale, analisi storica e diagnostica strutturale, avvalendosi del Conservation Plan elaborato dal gruppo coordinato da Rosario Ceravolo, con la Pier Luigi Nervi Project Foundation e il sostegno della Getty Foundation nell'ambito di Keeping It Modern. La diagnosi energetica, sviluppata nel quadro del Piano di Decarbonizzazione di Ateneo al 2040, ha utilizzato modellazioni dinamiche per verificare le prestazioni di involucro e impianti secondo il Protocollo ITACA. Il confronto tra scenari alternativi ha portato a una soluzione fondata su reversibilità, trasparenza e minima interferenza con il valore monumentale del padiglione.



Figura 5
Particolare del nodo tra arco e copertura nervata durante il cantiere, 2026.

Obiettivo dell'intervento sull'involucro
Restauro filologico e valorizzazione dell'iconicità della volta nerviana mediante il miglioramento energetico dell'involucro e il ripristino della trasparenza originale.

Estensione dell'intervento sull'involucro
L'intervento interessa l'intera volumetria del Padiglione 3A, inclusi i fronti vetrati lunghi, il prospetto corto su via Petrarca, la Galleria d'ingresso e l'estesa superficie della volta.

Soluzioni adottate per l'involucro
Sostituzione integrale dei serramenti esistenti con nuovi elementi dotati di profili metallici sottili a taglio termico, disegnati in coerenza con la tripartizione originaria dei prospetti. Installazione di vetrate selettive ad alte prestazioni termiche e a controllo solare, finalizzate alla riduzione delle dispersioni e dei carichi termici estivi. Rifacimento delle pareti perimetrali con miglioramento delle prestazioni termoigrometriche dell'involucro e integrazione di rinforzi strutturali puntuali per il miglioramento del comportamento sismico. Restauro e adeguamento prestazionale dei lucernari zenitali in copertura, mantenendone la funzione di illuminazione naturale dello spazio interno.

Altri interventi
Inserimento di due volumi vetrati indipendenti e reversibili per laboratori e aule studio. Consolidamento delle strutture e protezione anticarbonatazione del calcestruzzo a vista. Applicazione di intonaco acustico nei campi della volta. Installazione di impianto radiante a pavimento e integrazione delle reti impiantistiche. Recupero del disegno di illuminazione originario. Nuove finiture in marmo e tende mobili nelle aule. Sistemazione del fronte su via Petrarca con gradonata prefabbricata, rimozione delle recinzioni e nuove piantumazioni.

Quadro conoscitivo, metodo e tracciabilità
Il progetto si fonda su un quadro conoscitivo multidisciplinare, comprendente ricerche storico-archivistiche, rilievo digitale, analisi materiche e strutturali, diagnosi energetica e valutazione della vulnerabilità sismica. Il Conservation Plan individua valori, criticità e criteri d'intervento, orientando il confronto tra soluzioni alternative. Le scelte risultano motivate e documentate in rapporto ai caratteri architettonici, costruttivi e materici dell'opera.

Adeguatezza tecnica e compatibilità delle soluzioni adottate
Le soluzioni risultano calibrate sulle specificità costruttive, materiche e percettive del padiglione. Il rinforzo localizzato delle strutture, il trattamento delle superfici in calcestruzzo, l'isolamento della copertura, il recupero dei lucernari e l'integrazione degli impianti preservano la leggibilità della struttura nerviana. I nuovi serramenti e le vetrate selettive migliorano le prestazioni dell'involucro riprendendo la scansione delle aperture.

Grado di reversibilità
La reversibilità complessiva è limitata. I nuovi box interni e alcune strutture leggere adottano sistemi a secco, ispezionabili e potenzialmente rimovibili. Tuttavia il rifacimento delle pareti perimetrali, con sostituzione di porzioni delle chiusure e inserimento di nuovi pacchetti prestazionali, modifica stabilmente l'involucro. Anche la sostituzione dei serramenti, le nuove stratigrafie di copertura, il sistema radiante, i trattamenti superficiali e i rinforzi strutturali comportano trasformazioni permanenti o difficilmente rimovibili.

Impatto sull'assetto formale e spaziale
L'impatto degli interventi di efficientamento dell'involucro è contenuto nello spazio interno, dove restano leggibili l'unitarietà della navata, la continuità della volta, la sequenza degli arconi e il disegno delle losanghe. Le modifiche sono più percepibili sui prospetti, riconfigurati mediante nuovi serramenti, vetri selettivi e aperture tripartite. I nuovi volumi interni, bassi e trasparenti, e la sistemazione del fronte su via Petrarca derivano invece dalla rifunzionalizzazione e introducono una parziale reinterpretazione dell'assetto preesistente.

Grado di conservazione degli elementi architettonici originari
L'intervento conserva e restaura gli elementi architettonici originari che definiscono maggiormente l'identità del padiglione, in particolare la struttura in calcestruzzo armato, la volta, gli arconi, le losanghe in ferrocemento e i lucernari. La conservazione delle componenti dell'involucro è invece parziale, poiché serramenti e portoni sono sostituiti, porzioni delle pareti perimetrali sono rifatte e la copertura è integrata con nuove stratigrafie. Le sostituzioni, pur motivate, privilegiano la continuità compositiva rispetto alla permanenza dei componenti originari.





Figura 6
Render di progetto del salone, configurazione conferenza.

Figura 7
Vista assiale dell'interno del salone durante il cantiere, 2026.

TEATRO NUOVO

Italia, Piemonte, Torino

PROGETTO ORIGINARIO

1936 - 1950

Ettore Sottsass Sr., Roberto Biscaretti di Ruffia

Il Teatro Nuovo di Torino, già Teatro della Moda, costituisce una delle testimonianze più significative dell'architettura moderna torinese. L'edificio nacque come parte del Palazzo della Moda, progettato da Ettore Sottsass Sr. tra il 1936 e il 1939 per valorizzare l'area meridionale del Parco del Valentino, lungo via Petrarca. Il progetto originario introduceva una soluzione spaziale innovativa, fondata su un palcoscenico centrale con doppio boccascena, destinato a servire sia la sala interna sia un'arena all'aperto affacciata sul parco. Pur inizialmente immaginata con una forma a ferro di cavallo, la sala fu realizzata con pianta rettangolare e senza galleria, in coerenza con il rigore geometrico e razionalista del complesso. Il fronte su corso Massimo d'Azeglio era caratterizzato da un portico monumentale con otto colonne cilindriche e da un rivestimento in travertino.

I bombardamenti del 1943 distrussero quasi completamente soffitti, coperture e arredi interni. La ricostruzione, condotta tra il 1948 e il 1950 sotto la guida di Carlo e Roberto Biscaretti di Ruffia, non si limitò al ripristino dell'opera di Sottsass, ma ne ridefinì profondamente l'assetto interno. Carlo curò la riorganizzazione generale del sito per il Salone dell'Automobile, mentre Roberto sviluppò il progetto architettonico e tecnico del teatro. La capienza fu portata a 1.544 posti mediante l'inserimento di una galleria sospesa, sostenuta da capriate metalliche a sbalzo in profili angolari, con soletta superiore in calcestruzzo armato e plafone inferiore in tavelle.

La struttura portante combina murature in laterizio e pilastri in calcestruzzo armato. I solai autoportanti tipo SAP, costituiti da elementi in laterizio armato, contribuirono alla rapidità della ricostruzione postbellica. Le pareti perimetrali, realizzate con tecniche tradizionali e rivestite esternamente in travertino, garantivano una certa inerzia termica, ma erano prive di isolamento secondo gli standard contemporanei. Le chiusure trasparenti erano costituite da serramenti metallici con vetro singolo. Particolare attenzione fu riservata all'acustica. Le superfici della sala furono rivestite in liparpomice, materiale poroso impiegato per le proprietà fonoassorbenti e modellate in ampie riseghe raccordate tra pareti e soffitto, studiate da Roberto Biscaretti di Ruffia per favorire la diffusione del suono verso platea e galleria. Il



Figura 1
Vista del foyer con la balconata, 1961.



Figura 2
Vista della sala verso il palcoscenico, 1961.

sistema contribuiva a correggere la risposta acustica del volume senza ricorrere a dispositivi applicati estranei alla configurazione architettonica.

Atrio e foyer assunsero un carattere elegante grazie ai pavimenti a scacchiera in marmo bianco Calacatta e verde Cipollino e ai due scaloni monumentali con balaustre sinuose, mentre nella sala fu utilizzato linoleum grigio, utile anche a contenere il rumore da calpestio. L'illuminazione impiegava tubi fluorescenti negli spazi per il pubblico e una cupola Fortuny sul palcoscenico, destinata a produrre effetti luminosi variabili sui fondali.

Il sistema scenico comprendeva una torre alta circa 27 metri, con graticcia lignea e macchinari per il panorama mobile e una fossa orchestrale per circa cento elementi, dotata di due piani mobili a sollevamento elettromeccanico. Gli ambienti laterali ospitavano sale prova e laboratori tecnici. Nel 1950 la costruzione del Salone C di Pier Luigi Nervi comportò la demolizione definitiva della cavea all'aperto, interrompendo il rapporto diretto tra teatro e parco.

L'esito finale è un edificio nel quale il guscio razionalista di Sottsass racchiude un interno ridisegnato nel clima della ricostruzione postbellica. Strutture, dispositivi acustici, tecnologie sceniche e finiture concorrono a definire un organismo unitario, capace di integrare monumentalità urbana, funzionalità dello spettacolo e qualità costruttiva.

Interventi precedenti

Tra il 1950 e l'intervento attuale, l'edificio ha subito due fasi rilevanti. In occasione di Italia 61 vennero installati i bassorilievi di Roberto Terracini e i lampadari Venini su disegno attribuito a Carlo Scarpa. Nel 1997 lo Studio Libidarch ha curato una profonda rifunzionalizzazione degli spazi interni per ospitare il Liceo Coreutico Germana Erba, inserendo nuovi solai nel foyer e partizioni nelle maniche laterali che hanno alterato la percezione della volumetria originaria e ridotto la capienza della sala principale a circa 1000 posti per necessario adeguamento normativo.

Condizioni generali di conservazione prima del restauro

Prima del nuovo intervento, l'edificio versava in uno stato di marcato degrado materico e abbandono funzionale definitivo dal 2022. Gli impianti meccanici ed elettrici erano dismessi o obsoleti, non rispondenti alle vigenti normative di sicurezza e risparmio energetico. L'involucro presentava infiltrazioni diffuse dalle coperture piane ammalorate e ossidazione dei serramenti metallici. Internamente, la spazialità originaria era compromessa dalle superfetazioni degli anni Novanta.

Pressioni ambientali o climatiche specifiche

L'edificio ricade in zona climatica E, soggetta a inverni rigidi con temperature minime di progetto di meno dieci gradi e necessità di strategie passive per il controllo del surriscaldamento estivo, data l'elevata inerzia delle murature in travertino. Il crescente effetto isola di calore urbano aggrava il carico termico sulle coperture bituminose.

Figura 3
Render di progetto del fronte su corso Massimo D'Azeglio.



NUOVO INTERVENTO

2022 - in corso

PFTE: Rafael Moneo & Isolarchitetti (progettazione architettonica), ICIS (capogruppo e progettazione strutturale), MCM Ingegneria (progettazione impiantistica), Onleco (progettazione energetica), prof. R. Pisani (progettazione acustica); PE (appalto integrato per Cobar): ABDR Architetti Associati (capogruppo e progettazione architettonica), MJW Structures (progettazione strutturale), Manens (progettazione impiantistica, energetica e antincendio), Byobite (progettazione acustica).

Il progetto di riqualificazione del Teatro Nuovo di Torino trasforma lo storico edificio in un polo culturale dedicato alle arti performative, coniugando restauro del moderno, adeguamento funzionale e rigenerazione urbana. L'intervento, sviluppato a partire dal Progetto di fattibilità tecnico-economica di Rafael Moneo e Isolarchitetti e approfondito nel Progetto esecutivo da ABDR Architetti Associati, mira a recuperare l'identità architettonica del teatro e ad adeguarlo agli standard contemporanei di sicurezza, accessibilità, comfort e prestazione energetica.

L'azione metodologica principale consiste nella rimozione delle superfetazioni e delle addizioni incongrue introdotte soprattutto negli anni Novanta, che avevano compromesso la leggibilità degli spazi interni. Nel foyer viene ripristinata la spazialità a tutta altezza mediante l'eliminazione dei solai intermedi e sono reintegrati nel sistema degli spazi aulici i due scaloni monumentali. La sala principale è interessata dal restauro filologico del guscio acustico progettato da Roberto Biscaretti di Ruffia e dalla riprofilatura delle gradonate della platea, finalizzata a migliorare visibilità, accessibilità e comfort per i 1.021 spettatori previsti.

Sotto il palcoscenico sono ricavati nuovi spazi ipogei per la fossa orchestrale e i locali tecnici, così da aumentare la flessibilità della macchina teatrale. Le maniche laterali sono rifunzionalizzate per ospitare camerini, sale prova e uffici, garantendo l'indipendenza distributiva tra aree formative, spazi di servizio e percorsi del pubblico. I consolidamenti interessano in particolare la torre scenica e sono coordinati con la conservazione dei decori storici, delle cornici in gesso, dei marmi originari e dei lampadari Venini.

L'efficientamento energetico prevede pompe di calore geotermiche e un impianto fotovoltaico, con l'obiettivo di ridurre consumi ed emissioni. Le facciate in travertino sono restaurate e i serramenti sono sostituiti con nuovi profili in acciaio a taglio termico che ripropongono il disegno originario di Sottsass. La copertura è rifatta nelle stratigrafie impermeabili e isolanti mediante membrane ardesiate bianche ad alto indice di riflessione solare, contribuendo a



Figura 4
Render di progetto del foyer e della buvette sotto la balconata.

limitare il surriscaldamento estivo. Le sistemazioni esterne su via Petrarca migliorano la continuità pedonale con il piazzale e il Parco del Valentino.

Il processo progettuale ha inizio nel 2022 con il PFTE redatto dall'RTP guidato da Rafael Moneo e Isolarchitetti. Nel 2024, dopo l'aggiudicazione dell'appalto integrato a Cobar S.p.A., viene avviata la progettazione esecutiva affidata ad ABDR Architetti Associati. Il coordinamento multidisciplinare è sviluppato in ambiente BIM per integrare restauro, impianti geotermici e consolidamenti strutturali all'interno dell'edificio vincolato. Il confronto con la Soprintendenza ha orientato il recupero dei decori biscarettiani, dei marmi e degli apparecchi illuminanti storici. Il progetto esecutivo ha aggiornato le verifiche energetiche e strutturali e definito l'assetto finale del cantiere, nel rispetto dei criteri CAM e DNSH e degli obiettivi di miglioramento della classe energetica. La restituzione del teatro alla città è prevista nel 2026, come spazio flessibile per spettacolo, formazione e sperimentazione culturale.



Figura 5
Render di progetto del foyer dalla scala verso la balconata.

Obiettivo dell'intervento sull'involucro
Efficientamento energetico e restauro conservativo attraverso la coibentazione dell'involucro e l'integrazione di fonti rinnovabili nel rispetto del vincolo monumentale del manufatto storico.

Estensione dell'intervento sull'involucro
Intervento globale sull'intero involucro edilizio, con sostituzione totale degli infissi esterni e rifacimento sistematico di tutti i pacchetti di copertura isolati e impermeabilizzati.

Soluzioni adottate per l'involucro
Il progetto adotta un isolamento termico in Polyiso per le coperture, protetto da membrane riflettenti per ridurre l'isola di calore (SRI ≥ 82). Per le pareti opache si utilizza un isolamento dall'interno in lana di roccia per preservare le facciate storiche in travertino. I serramenti sono sostituiti con nuovi profili metallici a taglio termico e vetri basso-emissivi selettivi, garantendo elevate prestazioni termiche e acustiche senza alterare l'estetica razionalista originale.

Altri interventi
Le opere includono il consolidamento strutturale della facciata e della torre scenica, il restauro dei marmi bicromi e degli scaloni storici. Viene rimossa la soletta degli anni '90 per ripristinare il foyer a tutta altezza, creato un nuovo livello interrato per la fossa orchestrale e realizzata la ricostruzione filologica del guscio acustico della sala tramite rivestimento in multistrato di pioppo. L'intervento comprende il restauro e ricollocamento dei lampadari Venini e dei bassorilievi di Terracini, oltre alla realizzazione di una nuova sala prove per la danza in quota.

Consumi pre-intervento
367,41 kWh/m² anno

Consumi post-intervento
132,27 kWh/m² anno

Certificazioni - premi
Criteri LEED Silver applicati a livello progettuale (certificazione ufficiale non perseguita).

Quadro conoscitivo, metodo e tracciabilità
Il progetto si fonda su un quadro conoscitivo articolato, che integra ricostruzione storico-critica del Teatro Nuovo, analisi delle trasformazioni e delle alterazioni pregresse, diagnosi del degrado e dell'obsolescenza tecnico-prestazionale, verifiche energetiche e strutturali e coordinamento tramite BIM. Le scelte progettuali risultano coerenti con il regime di tutela, con le prescrizioni della Soprintendenza e con l'obiettivo di recuperare i caratteri qualificanti dell'opera, tra cui foyer, guscio acustico, marmi, apparato decorativo e stratificazioni significative.

Adeguatezza tecnica e compatibilità delle soluzioni adottate
Le soluzioni adottate risultano complessivamente compatibili con i caratteri architettonici dell'edificio. L'isolamento interno consente di preservare la continuità percettiva del rivestimento in travertino, mentre i nuovi serramenti in acciaio a taglio termico riprendono il disegno preesistente e limitano l'alterazione dei prospetti. Il rifacimento delle coperture, il cool roof e gli impianti da fonte rinnovabile contribuiscono al miglioramento prestazionale.

Grado di reversibilità
L'intervento sull'involucro è esteso e comporta la sostituzione integrale dei serramenti, il rifacimento sistematico delle coperture, l'inserimento di nuove stratigrafie nei solai a terra e la coibentazione interna delle pareti e dell'intradosso del portico. La reversibilità complessiva risulta quindi bassa, pur in presenza di scelte motivate da degrado, adeguamento funzionale e miglioramento prestazionale.

Impatto sull'assetto formale e spaziale
L'impatto degli interventi di involucro è contenuto nella percezione esterna dell'edificio. Il rivestimento lapideo in travertino conserva la continuità materica dei prospetti, mentre il portico monumentale mantiene il proprio ruolo spaziale e urbano nella composizione della facciata. Anche le partiture principali restano leggibili e i nuovi serramenti ripropongono il disegno originario. All'interno l'impatto è più sensibile, poiché isolamento, nuovi pacchetti edilizi e adeguamenti si sommano alla riprofilatura della sala e alla riorganizzazione degli spazi. La rimozione delle superfetazioni degli anni Novanta contribuisce tuttavia a migliorare la leggibilità del foyer.

Grado di conservazione degli elementi architettonici originari
La conservazione dei caratteri originari dell'opera è significativa ma selettiva. Sono mantenuti e restaurati il rivestimento in travertino, il foyer a tutta altezza, i marmi bicromi, gli scaloni, il guscio acustico biscarettiano e le stratificazioni del 1961, come lampadari Venini e bassorilievi Terracini. Tuttavia gli elementi tecnici dell'involucro più deboli, in particolare serramenti metallici, coperture e stratigrafie dei solai controterra, sono sostituiti o profondamente rinnovati per ragioni energetiche, normative o conservative.





Figura 6
Render di progetto della sala verso il palcoscenico.

Figura 7
Render di progetto della sala dal palcoscenico.

TEATRO COMUNALE DI ALESSANDRIA

Italia, Piemonte, Alessandria

PROGETTO ORIGINARIO

1958 - 1977

Quagliata (progetto di concorso 1958), Canegallo, Paleari (Ufficio Tecnico comunale)

La costruzione del Teatro Comunale si inserisce nel rinnovamento delle attrezzature culturali di Alessandria avviato nel secondo dopoguerra. Nel 1958 il Comune bandì un concorso nazionale per un nuovo teatro; la proposta dell'ingegnere Quagliata prevedeva circa 1.800 posti. Dal 1964 l'Ufficio tecnico comunale diretto da Giancarlo Canegallo rielaborò il progetto: la capienza venne ridotta a circa 1.200 spettatori e il programma ampliato, configurandolo come centro culturale polivalente per lirica, prosa, cinema, concerti, conferenze e attività associative. Costruito tra la fine degli anni Sessanta e il 1977, il complesso fu inaugurato nel 1978.

L'edificio occupa il margine dei giardini pubblici, vicino alla stazione, in relazione con il parco e il tessuto urbano. La composizione nasce dall'aggregazione di corpi differenziati per altezza, forma e funzione: foyer, sala, gallerie, spazi scenici, ambienti di servizio e locali tecnici sono leggibili anche all'esterno. Su questo insieme emerge la torre scenica, elemento più alto e compatto e riferimento visivo del complesso. Il fronte verso il parco ha un carattere aperto e rappresentativo: la pensilina segnala l'ingresso, mentre vetrate, setti in calcestruzzo e corpi dagli angoli curvi articolano la massa costruita. I prospetti laterali e posteriori sono più chiusi, scanditi da aperture regolari e superfici in calcestruzzo rigato. Il trattamento materico, esteso alle parti curve, riunisce i diversi volumi; zoccolature e sistemazioni esterne sono in serizzo.

Dal foyer a tutta altezza si accede alla sala principale, con platea, due gallerie, palchi laterali e palco civico. Il golfo mistico, il grande palcoscenico e le due corti sceniche laterali consentivano di ospitare lirica, prosa, cinema, concerti e manifestazioni pubbliche. Nell'interrato una seconda sala da circa 270 posti accoglieva cinema d'essai, teatro di studio e conferenze. Sale minori, camerini, cameroni, laboratori, depositi scenici, magazzini, archivi, uffici, biblioteca, bar, locali tecnici e alloggio del custode completavano un organismo utilizzabile anche oltre gli orari degli spettacoli.

Il sistema portante, interamente in calcestruzzo armato, è articolato in blocchi separati da giunti strutturali e comprende pilastri, setti, travi e travi-parete, dimensionati in relazione



Figura 1
Prospetto principale.



Figura 2
Dettaglio di una delle aperture più piccole con serramento in pitch pine.

alla sala e alla torre scenica. I solai interpiano sono prevalentemente in laterocemento, con solette piene in alcune zone; i pavimenti dell'interrato poggiano in prevalenza su strutture controterra in calcestruzzo armato. La sala principale è coperta da una struttura prefabbricata formata da travi reticolari in calcestruzzo armato e tegoli nervati semplicemente appoggiati. Le altre coperture piane, disposte a quote differenti, impiegano solai in laterocemento, strati leggeri per la formazione delle pendenze e impermeabilizzazione bituminosa, con lattonerie in lamiera di zinco.

Le pareti perimetrali sono costituite da setti in calcestruzzo armato di spessore variabile, con finitura liscia o rigata. In molti ambienti sono completate internamente da contropareti in laterizi forati e da un sottile strato isolante in polistirene espanso. I serramenti originari in pitch-pine, con vetro singolo, sono inseriti nello spessore delle pareti e coordinati con il disegno modulare delle facciate. Le partizioni alternano tramezzi in laterizio, setti in calcestruzzo e rivestimenti fonoassorbenti.

La climatizzazione era affidata a un impianto centralizzato con due caldaie a gas e gruppi frigoriferi. Gli spazi teatrali erano serviti da impianti a tutt'aria con unità di trattamento e canalizzazioni, mentre uffici, camerini e locali di servizio utilizzavano radiatori e ventilconvettori. Erano presenti anche impianti idrosanitari, elettrici e antincendio, elevatori e cabina elettrica. Architettura, struttura e impianti definivano così una grande infrastruttura culturale, espressione delle aspirazioni civiche degli anni Sessanta e Settanta.

Interventi precedenti

Il Teatro Comunale è stato chiuso al pubblico in via precauzionale il 2 ottobre 2010, a seguito del riscontro di contaminazione da fibre di amianto. La bonifica dell'amianto da arredi, rivestimenti interni di pareti e soffitti e condotte impiantistiche è avvenuta tra il 2010 e il 2016.

Condizioni generali di conservazione prima del restauro

Prima dell'intervento il teatro, chiuso dal 2010, presentava condizioni di conservazione critiche dovute al prolungato inutilizzo. Le infiltrazioni dalle coperture avevano causato distacchi di intonaco, crolli delle controsoffittature e degrado diffuso di finiture e serramenti. L'edificio presentava inoltre obsolescenza degli impianti, scarse prestazioni energetiche dell'involucro e vulnerabilità strutturali localizzate, particolarmente rilevanti nella copertura prefabbricata della sala.

Pressioni ambientali o climatiche specifiche

Il contesto urbano è caratterizzato da elevata umidità, nebbie invernali, surriscaldamento estivo, inquinamento atmosferico e traffico. La presenza del parco alberato mitiga localmente l'isola di calore e l'irraggiamento solare.

Figura 3
Prospetto principale durante i lavori.



NUOVO INTERVENTO

2021 - in corso
RTP RossiProdi Associati s.r.l., AI Engineering s.r.l. e AI Studio

Il processo progettuale prende avvio nel 2021 con il concorso a due gradi promosso dal Comune di Alessandria per trasformare il Teatro Comunale, chiuso dal 2010, in un hub della cultura e del turismo. La proposta del gruppo guidato da RossiProdi Associati, vincitrice nel 2022, mira a restituire alla città un luogo centrale della vita collettiva, adeguato agli usi contemporanei ma rispettoso della sua identità. Il progetto integra rilievi, indagini strutturali e analisi energetiche, acustiche e antincendio. Per commisurare l'attuazione alle risorse disponibili, le opere sono articolate in tre lotti funzionali e in un ulteriore lotto di completamento della sala. Il primo, finanziato dal PNRR e dal Fondo Opere Indifferibili, comprende le principali opere strutturali, la riqualificazione dell'involucro, il recupero della sala principale, gli impianti necessari al suo funzionamento e le centrali tecnologiche; risorse GSE sostengono il completamento dell'efficientamento energetico e degli spazi della sala Ferrero, del foyer e del bar.

L'intervento conserva i principali caratteri dell'edificio inaugurato nel 1978, ma ne ricompone l'immagine mediante un nuovo piano orizzontale che varia di quota lungo il perimetro, raccorda i diversi corpi e scherma i volumi tecnici in copertura. Il rivestimento metallico non sostituisce integralmente le facciate: sulle superfici in calcestruzzo rigato è mantenuta la matericità originaria e l'isolamento è collocato all'interno; sulle parti lisce è applicato un cappotto esterno. Alcune porzioni e i nuovi volumi tecnici sono definiti da una facciata ventilata rivestita con pannelli compositi di alluminio.

La riqualificazione energetica interessa pareti, coperture, solai controterra, serramenti e nodi costruttivi. Le coperture sono coibentate e nuovamente impermeabilizzate; i solai del piano interrato vengono isolati e, in alcune zone, integrati da un vespaio. I serramenti degradati e poco performanti sono sostituiti da infissi in alluminio a taglio termico con vetrocamera basso-emissiva, selettiva e acustica. In copertura sono inoltre inseriti evacuatori naturali di fumo e calore.

Sul piano strutturale, il progetto persegue il miglioramento del comportamento sismico e l'adattamento alle nuove funzioni mediante consolidamenti locali, modifiche e aperture nei solai, nuovi castelli metallici per gli ascensori e una passerella di collegamento. Particolare attenzione è riservata alla copertura prefabbricata della sala, costituita da travi reticolari in calcestruzzo armato e tegoli nervati: una cappa collaborante, il rifacimento degli appoggi e nuovi collegamenti metallici ne riducono la vulnerabilità sismica e il rischio di dislocazione.



Figura 4
Foyer del teatro durante i lavori.

La rifunzionalizzazione rende gli spazi più flessibili e accessibili. La sala principale è aggiornata sotto il profilo distributivo, acustico e impiantistico, con la modifica della platea e la predisposizione per gradonate mobili. Gli ambienti interrati e accessori accolgono attività culturali, didattiche, espositive e di servizio, ampliando l'uso del complesso oltre la programmazione teatrale. Sono previsti l'abbattimento delle barriere architettoniche e l'adeguamento antincendio.

Il sistema impiantistico è completamente rinnovato. Il riscaldamento centralizzato è collegato alla rete cittadina di teleriscaldamento e il raffrescamento è affidato a macchine ad alta efficienza. La ventilazione meccanica controllata, con recupero di calore e portata variabile, adegua il ricambio d'aria all'uso degli ambienti. Illuminazione a LED e impianti sono integrati nella gestione centralizzata; in copertura è previsto un impianto fotovoltaico, affiancato da un gruppo elettrogeno di emergenza. L'intervento ricerca così un equilibrio tra conservazione dell'identità dell'edificio, riconoscibilità delle nuove aggiunte e aggiornamento prestazionale, creando le condizioni per un uso continuativo, inclusivo ed energeticamente più efficiente del teatro.



Figura 5
Una delle aperture più piccole con il nuovo serramento.

Obiettivo dell'intervento sull'involucro
Migliorare l'efficienza energetica e il comfort interno, riducendo dispersioni e ponti termici e preservando i caratteri architettonici dell'edificio.

Estensione dell'intervento sull'involucro
Intervento esteso a tutte le pareti perimetrali o verso ambienti non riscaldati, coperture, solai controterra e serramenti.

Soluzioni adottate per l'involucro
Pareti isolate con contropareti interne in lana di roccia nelle facciate in calcestruzzo rigato e cappotto esterno in EPS nelle parti lisce. Nuova facciata ventilata coibentata con rivestimento in Alucobond applicata a porzioni dell'edificio esistente e ai nuovi volumi tecnici in copertura. Coperture isolate con pannelli in PIR e nuova impermeabilizzazione (membrana bituminosa con finitura chiara). Solai controterra coibentati con EPS o PIR, in parte su vespaio. Nuovi serramenti in alluminio a taglio termico con vetrocamera basso-emissiva, selettiva e acustica.

Altri interventi
Rifunzionalizzazione degli spazi interni e adeguamento antincendio e sismico, con consolidamenti locali, modifica di solai, copertura e gradonate e inserimento di ascensori. Rinnovo degli impianti: riscaldamento mediante teleriscaldamento, raffrescamento con chiller, VMC con recupero di calore, illuminazione LED e controllo BMS. Installazione di fotovoltaico da circa 110 kWp, gruppo elettrogeno ed evacuatori naturali di fumo e calore. Riqualificazione acustica e funzionale della sala teatrale e realizzazione di nuovi spazi culturali, didattici e di servizio.

Consumi pre-intervento
415,4 kWh/m² anno

Consumi post-intervento
50,52 kWh/m² anno

Certificazioni - premi
Edificio a energia quasi zero nZEB.

Quadro conoscitivo, metodo e tracciabilità
Il progetto è fondato su un quadro conoscitivo multidisciplinare: ricerca storico-documentaria, rilievi, analisi dello stato di conservazione, indagini strutturali e valutazioni energetiche, acustiche e antincendio. La diagnosi energetica ricostruisce il comportamento dell'edificio esistente e confronta differenti scenari di intervento. Relazioni, stratigrafie, abachi e dettagli costruttivi rendono riconoscibili le soluzioni adottate e il loro rapporto con i diversi sistemi originari.

Adeguatezza tecnica e compatibilità delle soluzioni adottate
Le soluzioni sono differenziate in relazione alle caratteristiche dell'involucro: isolamento interno sulle superfici in calcestruzzo rigato, cappotto esterno sulle parti lisce e facciata ventilata per alcune porzioni e per i nuovi volumi tecnici. Il progetto coordina pareti, serramenti, coperture, solai e nodi di raccordo, verificandone il comportamento termoigrometrico. La strategia risponde alle elevate dispersioni e alle infiltrazioni, conservando visibili le superfici rigate più caratterizzanti.

Grado di reversibilità
La reversibilità complessiva è limitata. Le contropareti interne e la facciata ventilata presentano componenti almeno in parte smontabili, ma il cappotto esterno, le nuove stratigrafie delle coperture e dei solai, il trattamento dei ponti termici e la sostituzione integrale dei serramenti modificano stabilmente l'involucro. Anche gli ancoraggi delle schermature metalliche e gli interventi sui supporti riducono la possibilità di ripristinare la configurazione precedente senza ulteriori lavorazioni.

Impatto sull'assetto formale e spaziale
L'intervento introduce una trasformazione chiaramente percepibile dell'immagine esterna. Il nuovo piano metallico, esteso lungo il perimetro e variabile in altezza, raccorda i diversi corpi e scherma gli impianti e i nuovi volumi tecnici, sovrapponendo un nuovo ordine alla composizione originaria. Rimangono leggibili l'articolazione volumetrica, la torre scenica e ampie porzioni in calcestruzzo rigato, ma il rivestimento modifica significativamente profili, finiture e percezione complessiva dell'edificio.

Grado di conservazione degli elementi architettonici originari
La conservazione dell'involucro è selettiva. Le superfici in calcestruzzo rigato sono mantenute visibili e isolate dall'interno; i setti e l'articolazione dei corpi edilizi restano in opera. Le superfici lisce vengono invece coperte dal cappotto, mentre tutti i serramenti originari, prevalentemente in pitch-pine, sono sostituiti. Coperture e impermeabilizzazioni sono rinnovate e nuove facciate metalliche rivestono alcune porzioni. Si conservano quindi elementi strutturali e le superfici caratterizzanti, ma si perdono componenti originari significativi.





Figura 6
La copertura della sala del teatro con i nuovi evacuatori di fumo.

Figura 7
Prospetto laterale con nuovi volumi e parti rivestite con l'involucro metallico.

PADIGLIONE DELL'ARTIGIANATO EUGENIO TAVOLARA

PROGETTO ORIGINARIO

Italia, Sardegna, Sassari

1951 - 1956
Ubaldo Badas

Il Padiglione Tavolara sorge all'interno dei giardini pubblici di Sassari ed è stato progettato da Ubaldo Badas, in collaborazione con l'artista Eugenio Tavolara, a partire dal 1951. Come altre opere di Badas, nasce dall'integrazione tra progetto architettonico e opere artistiche integrate nella definizione dell'edificio.

Il complesso si articola su due piani ed è composto da due volumi collegati da uno spazio intermedio. Il corpo della sala espositiva ha pianta trapezoidale, a tre navate e sviluppo longitudinale; è fiancheggiato a nord-est da una vasca d'acqua e si innesta assialmente nel volume a pianta quadrata del patio. Quest'ultimo è circondato dalle botteghe e presenta una terrazza praticabile protetta da una pensilina. La sala mostre, di circa 800 mq, si amplia verso il fondo e si protende a sbalzo per circa quattro metri sui tre lati liberi rispetto al deposito inferiore. Il patio costituisce il fulcro del corpo delle botteghe, organizzate lungo un percorso anulare, mentre la terrazza superiore è concepita come spazio di sosta all'aperto, ombreggiato da pergole. Il lato tangente alla sala è occupato da due elementi di mediazione in successione: la galleria trasversale e il volume della scala, in calcestruzzo armato e ferro. La galleria attraversa il complesso da parte a parte e funge da percorso di ingresso al giardino; da essa si accede al salone d'onore, alla sala espositiva, alla terrazza e, attraverso una rampa interna, al piano delle botteghe. La rampa esterna coperta, protesa verso il parco, introduce al sistema degli spazi interni. L'intero complesso è dominato da linee inclinate, sia verticalmente sia orizzontalmente: piani inclinati, pareti convergenti e divergenti, pilastri strapiombanti o a forcella alterano la percezione dello spazio architettonico. La composizione si fonda sulla dialettica tra ambienti chiusi, soprattutto al piano inferiore, e spazi aperti verso il parco al piano superiore, mediati da elementi di filtro come la rampa coperta sospesa sulla vasca d'acqua.

Le strutture portanti sono costituite da telai in calcestruzzo armato, con pilastri a sezione e andamento variabili. Nella sala espositiva ciascun telaio presenta una configurazione diversa in relazione alla luce da coprire e all'andamento ondulato della copertura; le travi



Figura 1
Vista del lato sud del padiglione con la vasca d'acqua, la rampa di accesso e uno dei pannelli decorativi, cartolina d'epoca.

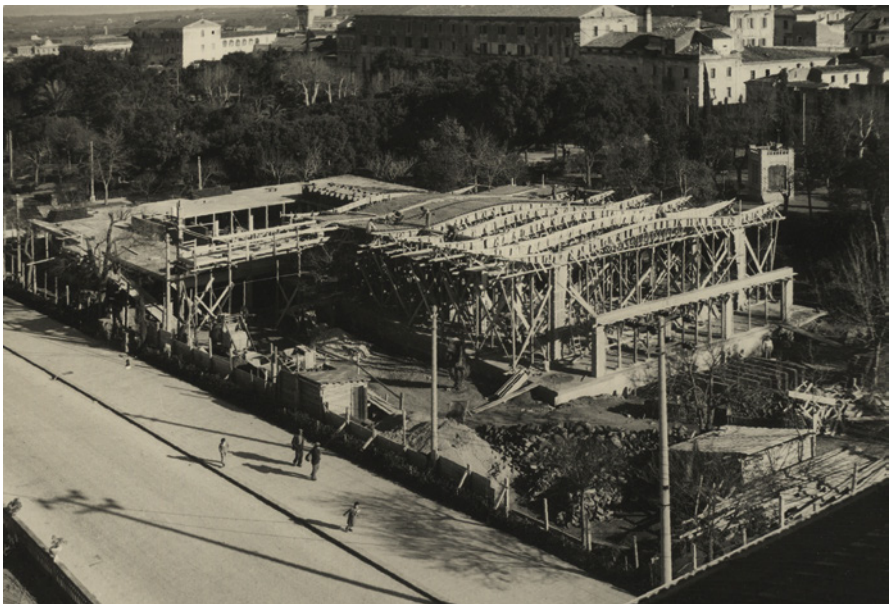


Figura 2
Il padiglione in costruzione nel marzo 1954.

sono sagomate secondo il diagramma del momento, mentre i pilastri sono strapiombanti e rivestiti con lastre di marmo. Le travi sono celate da un controsoffitto in listelli di legno curvati che assecondano l'onda. La successione di telai non uguali assume un ruolo determinante nella definizione dello spazio ed esprime il carattere strutturale dell'opera. Le pareti laterali svasate e la copertura curva accentuano la dilatazione prospettica del salone verso il fondo. Nella terrazza attorno al patio i pilastri della pensilina sono a V, mentre quelli di sostegno della rampa esterna sono a forcella. I solai sono in laterocemento, realizzati con travetti prefabbricati.

Le chiusure laterali sono costituite da setti in calcestruzzo armato oppure da ampie superfici vetrate con struttura metallica. La grande vetrata della sala espositiva è formata da montanti tubolari in acciaio e lastre di vetro leggermente inclinate, sostenute da ferri piatti sagomati e disposte in modo da consentire il passaggio dell'aria.

La regolazione climatica degli ambienti è affidata a strategie passive, senza l'impiego di impianti, basate sull'orientamento dell'edificio, sulla scelta di materiali e colori, sulla ventilazione naturale e sull'uso di frangisole, pergole e pensiline. Nel salone espositivo la vetrata a lamelle disposte obliquamente favorisce l'ingresso dell'aria raffrescata dalla massa d'acqua collocata a nord-est, mentre sul fronte opposto i frangisole limitano l'irraggiamento e consentono il passaggio dell'aria. Il sistema integra orientamento, ombreggiamento e ventilazione trasversale, facendo della regolazione climatica naturale una componente essenziale del progetto.

Interventi precedenti

Un intervento negli anni '80, progettato da Vico Mossa, ha modificato il sistema di ventilazione naturale, aggiungendo una seconda parete vetrata interna e installando un impianto di condizionamento, le cui macchine esterne sono state poste in copertura, alterandone la sagoma. Sono state ristrutturate alcune parti ammalorate e sostituiti o aggiunti elementi architettonici e decorativi; nel patio centrale, le finestre a tutta altezza e le porte finestra sono state sostituite, variandone la forma.

Condizioni generali di conservazione prima del restauro

Condizioni di degrado causate dall'assenza di manutenzione, ma anche da interventi che hanno alterato le soluzioni architettoniche proprie del progetto di Badas, tra tutti il sistema di ventilazione naturale. La vasca esterna è stata interrata; perdita di elementi esterni in legno (pergole, frangisole).

Pressioni ambientali o climatiche specifiche

Elevato irraggiamento solare e ondate di calore estive, con rischio di surriscaldamento degli ambienti ampiamente vetrati e necessità di garantire ombreggiamento e ventilazione naturale.

Figura 3
La vetrata della sala espositiva che si affaccia sulla vasca ripristinata negli interventi.



NUOVO INTERVENTO

2009 - 2014

Studio di architettura Cenami Simonetti Ticca, Mossa e De Rosa Architetti associati, ing. R. Grenga, ing. F. Simonetti Cenami (riuniti in RTP)

L'intervento di restauro del Padiglione Tavolara è stato preceduto da un articolato processo conoscitivo. Un gruppo di ricercatori dell'Università di Roma Tor Vergata, coordinato dal prof. Sergio Poretti, ha ricostruito la storia dell'edificio, del processo costruttivo e delle trasformazioni intervenute nel tempo attraverso analisi dirette, rilievi e documenti d'archivio. Gli esiti della ricerca sono confluiti nel volume curato da Poretti e Gizzi nel 2007 e nella successiva definizione di linee guida, assunte come riferimento per il progetto preliminare posto a base di gara. Durante la progettazione definitiva, il gruppo guidato da Piersimone Simonetti ha ulteriormente approfondito la conoscenza dell'opera mediante l'esame della documentazione scritta, grafica, fotografica e filmata e il riscontro diretto sul manufatto, distinguendo le parti originarie dalle modifiche successive e individuando i caratteri architettonici da conservare o ripristinare.

Il progetto è stato finalizzato al restauro e al recupero funzionale dell'opera, con la rimozione delle alterazioni introdotte nel tempo, tra cui tramezze interne e tamponamenti di aperture e parapetti, e con l'adeguamento dell'edificio al nuovo utilizzo sotto il profilo impiantistico e normativo. Gli interventi hanno perseguito il miglioramento della fruibilità, compreso l'abbattimento delle barriere architettoniche, del comfort termoigrometrico, della sicurezza e dell'efficienza energetica, cercando al contempo di limitare l'impatto delle nuove dotazioni sull'immagine e sugli spazi originari.

Un intervento centrale ha riguardato la grande vetrata "a persiana" della sala espositiva, componente essenziale sia della composizione architettonica sia del sistema originario di ventilazione naturale. Le lastre di vetro traslucido sono state smontate, pulite e rimontate, mentre il telaio in ferro è stato sostituito con una nuova struttura in acciaio inox, dal disegno analogo all'originale, predisposta per l'inserimento di una seconda lastra interna di circa 8 mm, così da formare una vetrocamera. La rimozione della controvetrata interna aggiunta negli anni Ottanta ha consentito di recuperare il funzionamento della vetrata permeabile, limitandone tuttavia l'impiego alle stagioni intermedie. Negli altri ambienti non sono state riproposte le fessure originariamente presenti tra i telai e la muratura; i nuovi serramenti sono in acciaio a taglio termico con vetrocamera.



Figura 4
Dettaglio della copertura.

La copertura della sala mostre è stata coibentata con pannelli in fibra di legno e trasformata in un tetto ventilato, completato da un manto in lastre di zinco-titanio. Sono stati inoltre restaurati pavimenti, rivestimenti e superfici opache interne ed esterne, ripristinate le vasche e le fontane e consolidate le parti strutturali ammalorate mediante trattamento delle armature e ricostruzione del copriferro. I frangisole lignei deteriorati della terrazza e del tunnel di accesso sono stati sostituiti con nuovi elementi in acciaio inox verniciato di bianco.

Gli impianti aggiunti negli anni Ottanta e Novanta, particolarmente invasivi, sono stati completamente rimossi e sostituiti con soluzioni a ridotto impatto visivo. Le reti di distribuzione sono state contenute nelle sezioni e gli apparecchi sono stati integrati nel pavimento o nel controsoffitto, così da ridurne l'interferenza con la percezione degli spazi. Nel complesso, l'intervento ha ricercato un equilibrio tra conservazione dei caratteri architettonici, recupero delle strategie passive originarie e adeguamento alle esigenze contemporanee di uso, sicurezza e prestazione energetica.

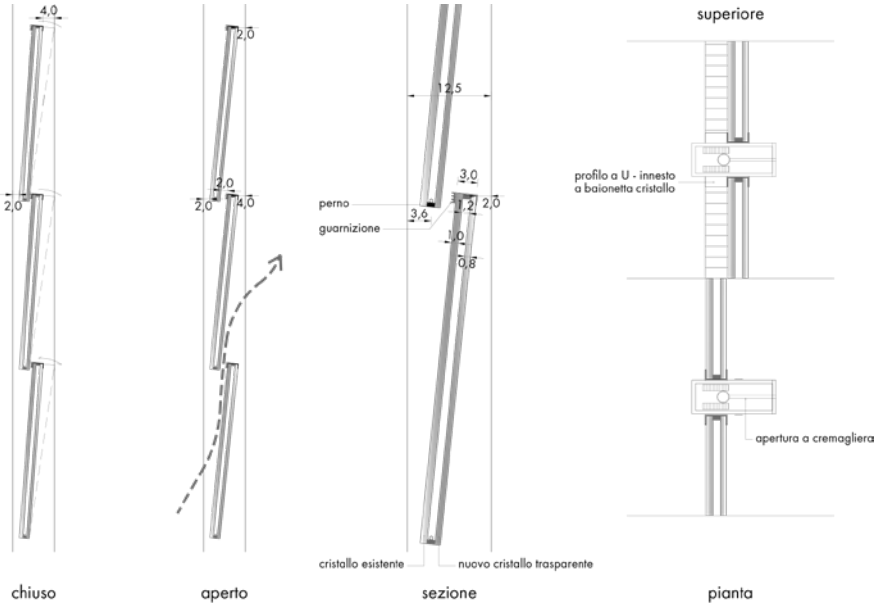


Figura 5
Sezione della vetrata della sala espositiva, con il raddoppio della lastra di vetro e la modifica dell'apertura (tavola di progetto AR26).

Obiettivo dell'intervento sull'involucro
L'intervento ha avuto l'obiettivo di convertire l'edificio ad un uso permanente, risolvendo problemi connessi al comfort degli utilizzatori e mirando contemporaneamente all'eliminazione delle alterazioni introdotte rispetto alla conformazione originaria.

Estensione dell'intervento sull'involucro
L'intervento ha riguardato le superfici verticali trasparenti e le coperture; non si è invece intervenuti sull'involucro opaco verticale.

Soluzioni adottate per l'involucro
Restauro e ottimizzazione della grande vetrata "a persiana" mediante sostituzione del telaio e inserimento di una seconda lastra interna, così da formare una vetrocamera e migliorare le prestazioni termiche conservando il funzionamento del sistema originario. Sostituzione degli altri serramenti con nuovi elementi in acciaio a taglio termico e vetrocamera. Coibentazione della copertura con pannelli in fibra di legno, configurazione a tetto ventilato e nuovo manto esterno in zinco-titanio.

Altri interventi
Completa riconfigurazione degli impianti, con installazione di pompe di calore e collocazione all'esterno del volume del Padiglione del sistema di accumulo a servizio dell'impianto antincendio. Restauro dei rivestimenti di finitura e ripristino delle parti strutturali in calcestruzzo armato ammalorate, mediante trattamento delle armature e ricostruzione del copriferro. Svuotamento delle vasche esterne dal terreno di riporto e recupero della loro configurazione originaria.

Consumi post-intervento
177,6 kWh/m² anno

Certificazioni - premi
Classe energetica B (APE 2017).

Quadro conoscitivo, metodo e tracciabilità
Il percorso progettuale risulta fondato su un quadro conoscitivo solido e coerente con i principi di conoscenza dell'edificio storico. L'analisi storico-tecnica, la lettura delle trasformazioni subite dal padiglione e il riconoscimento dei suoi caratteri materiali e costruttivi hanno orientato le scelte verso un approccio conservativo, volto a ripristinare la leggibilità dei caratteri architettonici, materici e cromatici dell'opera.

Adeguatezza tecnica e compatibilità delle soluzioni adottate
Le soluzioni adottate sull'involucro risultano coerenti con la logica costruttiva e ambientale del padiglione e non configurano un'applicazione standardizzata di dispositivi per l'efficientamento energetico. Il progetto interviene migliorando le prestazioni delle superfici vetrate, dei serramenti e della copertura, ma mantiene la leggibilità della relazione tra involucro leggero, ventilazione naturale e continuità visiva interno-esterno. La compatibilità tecnica appare elevata perché le nuove stratigrafie e i componenti sostitutivi sono calibrati sui caratteri architettonici originari.

Grado di reversibilità
Il grado di reversibilità dell'intervento è parziale. Alcune soluzioni adottate sull'involucro, come le nuove lastre vetrate e alcune componenti leggere di finitura, risultano potenzialmente smontabili o sostituibili senza alterazioni estese della struttura. Tuttavia la sostituzione dei telai, la realizzazione della nuova stratigrafia di copertura e le integrazioni materiche connesse al miglioramento prestazionale configurano interventi difficilmente reversibili in senso stretto. La valutazione è quindi intermedia, perché il progetto combina componenti removibili con opere che modificano stabilmente la consistenza costruttiva dell'involucro.

Impatto sull'assetto formale e spaziale
L'impatto sull'assetto formale e spaziale è complessivamente limitato. La rimozione di tamponamenti, parapetti e impianti incongrui ha rafforzato la leggibilità dei grandi vuoti, della relazione interno-esterno e del rapporto con la vasca. Le modifiche introdotte, tra cui il raddoppio delle lastre, i nuovi telai e la copertura coibentata sono percepibili ma non alterano in modo sostanziale la configurazione spaziale né la riconoscibilità della composizione originaria di Badas.

Grado di conservazione degli elementi architettonici originari
L'intervento assicura un elevato grado di conservazione dei caratteri architettonici originari, poiché mantiene e rende nuovamente leggibili le superfici, le opere d'arte integrate, la continuità spaziale, il rapporto interno-esterno e la relazione con la vasca. Le sostituzioni dei telai, di alcuni componenti esterni e l'introduzione di una nuova stratigrafia di copertura incidono sulla consistenza materiale dell'involucro, ma risultano circoscritte e motivate da esigenze di sicurezza, degrado e miglioramento prestazionale, senza compromettere la riconoscibilità complessiva dell'opera.





Figura 6
La pensilina sulla terrazza dopo l'intervento.

Figura 7
Il cortile centrale su cui si affacciano le finestre a tutta altezza.

TEATRO SCHAROUN

Germania, Bassa Sassonia, Wolfsburg

PROGETTO ORIGINARIO

1965 - 1973

Hans Scharoun, Margit Scharoun (coordinamento del progetto dopo la morte di Scharoun), Bernhard Heiliger (progettazione delle vele acustiche), Alexander Camaro (progettazione delle vetrate del foyer)

Il Teatro Scharoun di Wolfsburg, progettato da Hans Scharoun e completato postumo nel 1973, è uno dei capolavori dell'architettura organica. Situato sul versante nord-orientale del Klieversberg, si integra nel paesaggio utilizzando il bosco retrostante come quinta scenica naturale. Le fondazioni comprendono plinti in calcestruzzo armato e pali in calcestruzzo, adattati alla pendenza del terreno. In opposizione agli angoli retti e alla serialità industriale di matrice bauhausiana, la composizione adotta un impianto libero, irregolare e lineare, formato da volumi distinti che assecondano i percorsi dei visitatori.

L'edificio è articolato in tre aree funzionali, dagli spazi pubblici e di rappresentanza a quelli privati e amministrativi. Il percorso inizia nell'ala sud-orientale, dove un'ampia pensilina conduce alla biglietteria e a uno spazio di altezza ridotta, dal quale si accede al foyer principale, lungo ottanta metri. Le ali più basse, destinate al foyer e agli uffici, sono coperte da lamiere grecate d'acciaio sostenute da travi metalliche. Le coperture piane presentano un manto impermeabile sintetico, 6 cm di polistirene isolante e profili perimetrali in alluminio. Uno dei lati del foyer è vetrato a tutta altezza e si apre verso il parco, la città e, in lontananza, lo stabilimento Volkswagen, stabilendo una connessione tra spazio culturale e paesaggio industriale. La parete vetrata contrasta con le pareti esterne a doppio strato, formate da un nucleo in calcestruzzo e un rivestimento lapideo. Il basamento è rivestito in travertino, la torre scenica in Ceppo di Gré grigio scuro, con 4 centimetri di lana minerale isolante.

Nel foyer, finiture e sistemi tecnici concorrono alla configurazione dello spazio: i soffitti presentano pannelli fonoassorbenti sospesi, la moquette verde è posata su un massetto cementizio e i faretti su misura seguono un andamento libero, accompagnando il percorso.

Al centro dell'organismo architettonico si trova la sala principale, concepita come un «edificio nell'edificio». I corridoi che la circondano fungono sia da vie di fuga sia da barriere acustiche rispetto ai rumori esterni. La struttura portante verticale è costituita prevalentemente da pareti in calcestruzzo armato, che nella torre scenica sostengono una pesante soletta di copertura dello stesso materiale.

La sala, di forma trapezoidale, presenta una platea leggermente inclinata, palchi laterali e una balconata a sbalzo. La capienza è di 745 posti, ampliabile fino a 833 mediante la copertura della fossa orchestrale. L'interno è caratterizzato dalle pareti rivestite in legno di frassino, dalla moquette verde e dalle poltrone rivestite in tessuto rosso. L'integrazione tra architettura e impianti è evidente nel sistema di ventilazione: l'aria esterna di rinnovo,

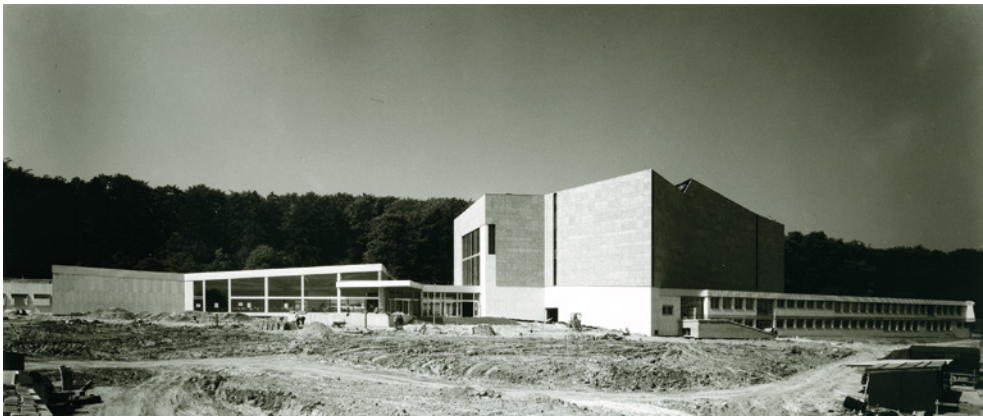


Figura 1
Vista da nord con foyer, torre scenica e corpo amministrativo, 1973.



Figura 2
Vista interna della sala teatrale, fotografia storica.

fornita dall'impianto alimentato dal teleriscaldamento municipale mediante scambiatori di calore, viene immessa attraverso gli schienali cavi delle poltrone, utilizzati come condotti individuali, quindi ripresa ed espulsa a soffitto. La soluzione assicura il comfort del pubblico senza introdurre elementi tecnici visivamente invasivi.

Un elemento peculiare è la grande finestra di circa 70 metri quadrati posta a lato del palcoscenico: durante le prove permette alla luce naturale di raggiungere la platea, mentre durante gli spettacoli viene celata da un tendaggio, superando il tradizionale modello teatrale della «scatola nera». Il soffitto della sala è realizzato in Rabitz, mediante una sottile membrana non portante costituita da una rete metallica intonacata, spessa appena 2,5 centimetri. La sua particolare conformazione contribuisce sia alla qualità acustica sia alla caratterizzazione estetica dell'ambiente. I faretti dimmerabili seguono un andamento libero e poetico che, durante gli spettacoli, evoca un cielo stellato.

Interventi precedenti

Dalla sua inaugurazione nel 1973, il Teatro Scharoun di Wolfsburg non ha subito interventi strutturali, tecnici o architettonici di rilievo. Negli anni sono stati eseguiti soltanto lavori di manutenzione ordinaria e piccoli ripristini estetici locali. Di conseguenza, se da un lato l'edificio ha conservato un elevato grado di autenticità, dall'altro le dotazioni tecniche, i macchinari scenici e gli impianti dell'edificio si sono progressivamente deteriorati, risultando ormai obsoleti all'inizio degli anni Dieci del Duemila.

Condizioni generali di conservazione prima del restauro

Prima del restauro del 2014–2016, il teatro si presentava complessivamente ben conservato, ma segnato da un marcato invecchiamento. Gli ambienti interni presentavano diversi problemi estetici e funzionali. I pannelli acustici del soffitto del foyer erano scoloriti e deteriorati, mentre i rivestimenti originali impiallacciati in frassino della sala erano stati ricoperti con un'incongrua velatura bianca. Le attrezzature sceniche e gli impianti tecnici erano ormai completamente obsoleti; inoltre, il sistema di ventilazione generava fastidiose correnti d'aria fredda e un'eccessiva rumorosità di fondo.

Pressioni ambientali o climatiche specifiche

A causa della sua posizione esposta sul versante del Klieversberg, il teatro è soggetto a specifiche sollecitazioni ambientali. L'ampia facciata vetrata del foyer, originariamente dotata di vetri singoli, determinava consistenti dispersioni termiche durante l'inverno ed elevati apporti solari nel periodo estivo; anche le pareti non isolate del basamento, rivestite in travertino, contribuivano alle perdite di calore. Le coperture piane originarie, inoltre, erano prive di un adeguato isolamento e di un'efficace protezione termica.

Figura 3
Vista esterna dell'area d'ingresso, del foyer e della torre scenica, 2016.



NUOVO INTERVENTO

2012 - 2016

Brenne Architekten (progettazione integrata e architetto capogruppo), Ingenieurbüro Rüdiger Jockwer (progettazione strutturale), Theater Engineering (tecnologie sceniche), Ingenieurgesellschaft Meinhardt Fulst (impianti tecnologici), energydesign braunschweig (concept energetico e fisica tecnica), Planungsgruppe Geburtig (sicurezza e antincendio)

Tra il 2014 e il 2016 il Teatro Scharoun di Wolfsburg è stato sottoposto a un intervento di restauro e adeguamento coordinato da Brenne Architekten. L'obiettivo era conservare o ripristinare il linguaggio architettonico, le qualità spaziali e materiche dell'edificio del 1973, integrando gli aggiornamenti energetici, impiantistici e di sicurezza in modo pressoché impercettibile.

La riqualificazione dell'involucro ha interessato soprattutto coperture e serramenti. A causa di infiltrazioni, distacchi interni del pacchetto e requisiti antincendio, le coperture piane sono state interamente rifatte, sostituendo i 6 cm di polistirene con circa 20 cm di lana minerale e riproponendo il manto sintetico grigio chiaro con un prodotto dello stesso produttore. Il bordo originario è stato ripristinato e circa il 90% dei profili di alluminio è stato riutilizzato. I telai metallici d'epoca sono stati conservati, revisionati e dotati di nuove guarnizioni; le vetrate sono state sostituite con vetrocamere a due lastre, scelte per neutralità cromatica e prestazioni termiche e solari. Nella finestra a cassetta della parete di fondo della sala, formata da due piani vetrati distanti 1,5 m, è stata sostituita soltanto la vetrata esterna ed è stato sigillato il raccordo con la muratura, conservando all'interno i vetri ornamentali.

Le facciate in travertino e Ceppo di Gré sono state mantenute in situ, pulite e riparate localmente, senza aggiungere un isolamento generalizzato. Negli uffici le pareti in Thermocrete, rivelatosi scarsamente isolante, sono state coibentate internamente con pannelli di silicato di calcio; tale soluzione non è stata adottata nel foyer per ragioni architettoniche e conservative. Una sottile coibentazione è stata inoltre inserita nelle porzioni di calcestruzzo scoperte alla base delle facciate. Nella sala è stata rimossa la velatura bianca applicata ai rivestimenti impiallacciati in frassino. Le 825 poltrone sono state restaurate e nuovamente rivestite in rosso. Il sistema originario di ventilazione attraverso gli schienali cavi è stato conservato e migliorato mediante speciali ugelli, che ottimizzano la distribuzione dell'aria e riducono correnti e rumore. Il soffitto non portante in Rabitz, formato da una rete metallica intonacata di soli 2,5 cm e non praticabile, ha richiesto l'impiego di operatori specializzati nei lavori su fune per adeguare gli elementi di sospensione e installare gli impianti. Per quanto riguarda l'illuminazione sono stati conservati telai e riflettori



Figura 4
Vista esterna della torre scenica e del corpo amministrativo, 2016.

originali, sostituendo le sorgenti con elementi dimmerabili a minore consumo, scelti per non alterare l'effetto luminoso.

La tecnologia scenica non è stata integralmente sostituita: la meccanica ancora efficiente e l'impianto distributivo originario sono stati conservati, mentre macchine, azionamenti, comandi e installazioni sono stati rinnovati o integrati. Un nuovo gruppo frigorifero ad acqua utilizza la cisterna antincendio da 400 m³ per la dissipazione rigenerativa del calore nel terreno, evitando un apparato esterno di raffreddamento. L'accessibilità e la dotazione di servizi sono state migliorate attraverso nuovi volumi, in gran parte interrati per limitare l'impatto sulle facciate.

Il progetto si è fondato su un processo conoscitivo e decisionale articolato. Il *Gebäudebuch* ha documentato l'edificio e ha costituito la base per una *Wertebilanz*, utilizzata per confrontare le esigenze della committenza, degli utenti e della tutela. Da questi strumenti sono derivati un programma degli interventi e un *Bindungsplan* esteso a tutti gli ambienti. Sono state individuate sei categorie operative: restauro, rinnovamento, riprogettazione, aggiunta, adeguamento delle infrastrutture tecniche e riprogettazione degli spazi esterni.

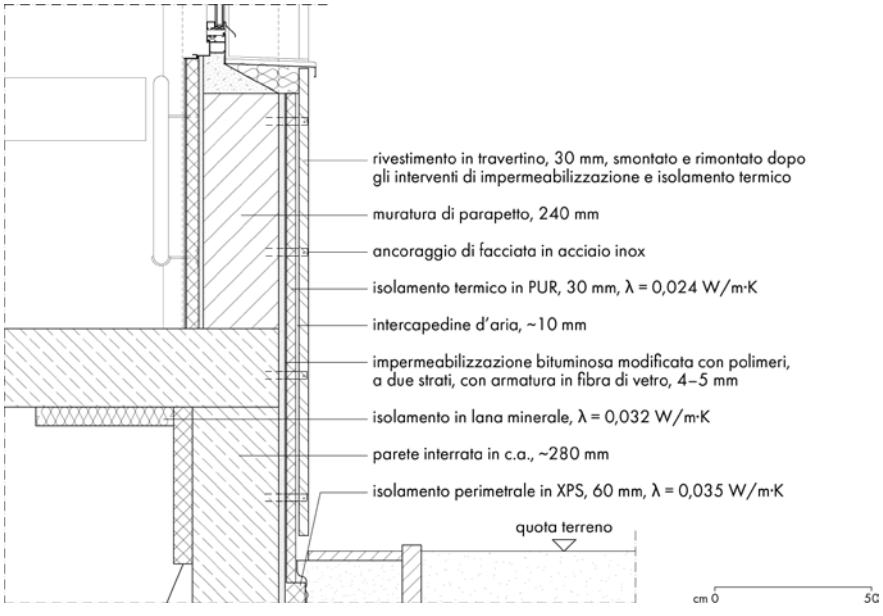


Figura 5
Dettaglio della facciata del corpo amministrativo.

Obiettivo dell'intervento sull'involucro
Migliorare l'efficienza energetica, ridurre i consumi termici del 30% e risolvere le correnti d'aria presenti in sala, preservando fedelmente l'aspetto storico del monumento di Hans Scharoun.

Estensione dell'intervento sull'involucro
L'intervento ha interessato tutte le coperture piane, integralmente coibentate; le vetrate del foyer e degli uffici, sostituite con vetrocamere a due lastre conservando i telai originari; e, in modo selettivo, l'isolamento interno delle pareti perimetrali degli uffici e di alcune porzioni del basamento.

Soluzioni adottate per l'involucro
L'involucro è stato riqualificato con interventi compatibili con la conservazione. Le coperture piane sono state isolate con barriera al vapore, 20 cm di lana minerale e manto sintetico (U = 0,17 W/m^{2}K). I telai metallici originari sono stati conservati, revisionati e dotati di nuove guarnizioni; le vetrate sono state sostituite con vetrocamere a due lastre. Nella finestra a cassetta della sala è stata sostituita solo la vetrata esterna, riducendo dispersioni e rumori. Negli uffici, le pareti perimetrali sono state isolate internamente con pannelli di silicato di calcio.

Altri interventi
La meccanica scenica efficiente è stata conservata, mentre macchine, azionamenti e comandi sono stati rinnovati o integrati. La ventilazione è stata dotata di recupero di calore; speciali ugelli negli schienali delle poltrone hanno migliorato la distribuzione dell'aria e ridotto correnti e rumore. Un nuovo gruppo frigorifero utilizza la cisterna antincendio da 400 m^3 per la dissipazione rigenerativa del calore. Gran parte dell'illuminazione è stata convertita a LED. Sul retro sono stati aggiunti volumi in gran parte interrati per impianti, depositi e servizi igienici.

Consumi pre-intervento
214 kWh/m^2 anno

Consumi post-intervento
161,4 kWh/m^2 anno

Certificazioni - premi
FeuerTRUTZ Network Brandschutz des Jahres (Brandschutzkonzepte) 2018.

Quadro conoscitivo, metodo e tracciabilità
Il progetto è fondato su un articolato percorso conoscitivo che integra lo studio dell'edificio, l'analisi dei suoi caratteri architettonici e costruttivi e la valutazione delle prestazioni energetiche. Il Gebäudebuch, la Wertebilanz e il successivo Bindungsplan hanno consentito di graduare gli interventi in relazione al valore delle diverse parti. Indagini termografiche, analisi di laboratorio e confronto tra soluzioni alternative hanno supportato le scelte progettuali.

Adeguatezza tecnica e compatibilità delle soluzioni adottate
Le soluzioni sono differenziate in relazione alle caratteristiche costruttive e al valore architettonico delle diverse parti dell'involucro. Le coperture sono state coibentate incrementando lo spessore isolante, mentre i telai metallici originari sono stati conservati e adeguati con nuove guarnizioni e vetrocamere. L'isolamento interno è stato limitato agli uffici e ad alcune porzioni del basamento, evitando interventi sulle facciate lapidee e negli spazi in cui avrebbe alterato i caratteri architettonici.

Grado di reversibilità
L'intervento conserva i telai metallici e gran parte dei componenti delle facciate, mentre le nuove vetrate e le guarnizioni sono state sostituite senza modificare i serramenti originari. La reversibilità è più limitata nelle coperture, dove il pacchetto preesistente è stato sostituito con una nuova stratigrafia isolante e nelle pareti degli uffici interessate dall'isolamento interno. Nel complesso, le trasformazioni permanenti risultano circoscritte alle parti direttamente interessate dall'adeguamento.

Impatto sull'assetto formale e spaziale
Gli interventi di efficientamento mantengono sostanzialmente invariata la percezione dell'edificio. Le facciate in travertino e Ceppo di Gré sono conservate, i telai metallici originari rimangono in opera e le nuove vetrate non modificano la scansione dei prospetti. Anche l'incremento dell'isolamento delle coperture è stato realizzato senza alterarne la configurazione perimetrale, riutilizzando gran parte dei profili di alluminio esistenti. L'isolamento interno interessa prevalentemente ambienti secondari e non modifica la configurazione degli spazi principali.

Grado di conservazione degli elementi architettonici originari
L'intervento conserva ampiamente gli elementi che caratterizzano l'involucro. Nelle coperture è stato conservato e riutilizzato circa il 90% dei profili perimetrali in alluminio. Le sostituzioni riguardano principalmente le vetrate e le stratigrafie delle coperture, mentre nella grande finestra della sala è stata sostituita soltanto la vetrata esterna, conservando i vetri ornamentali interni.

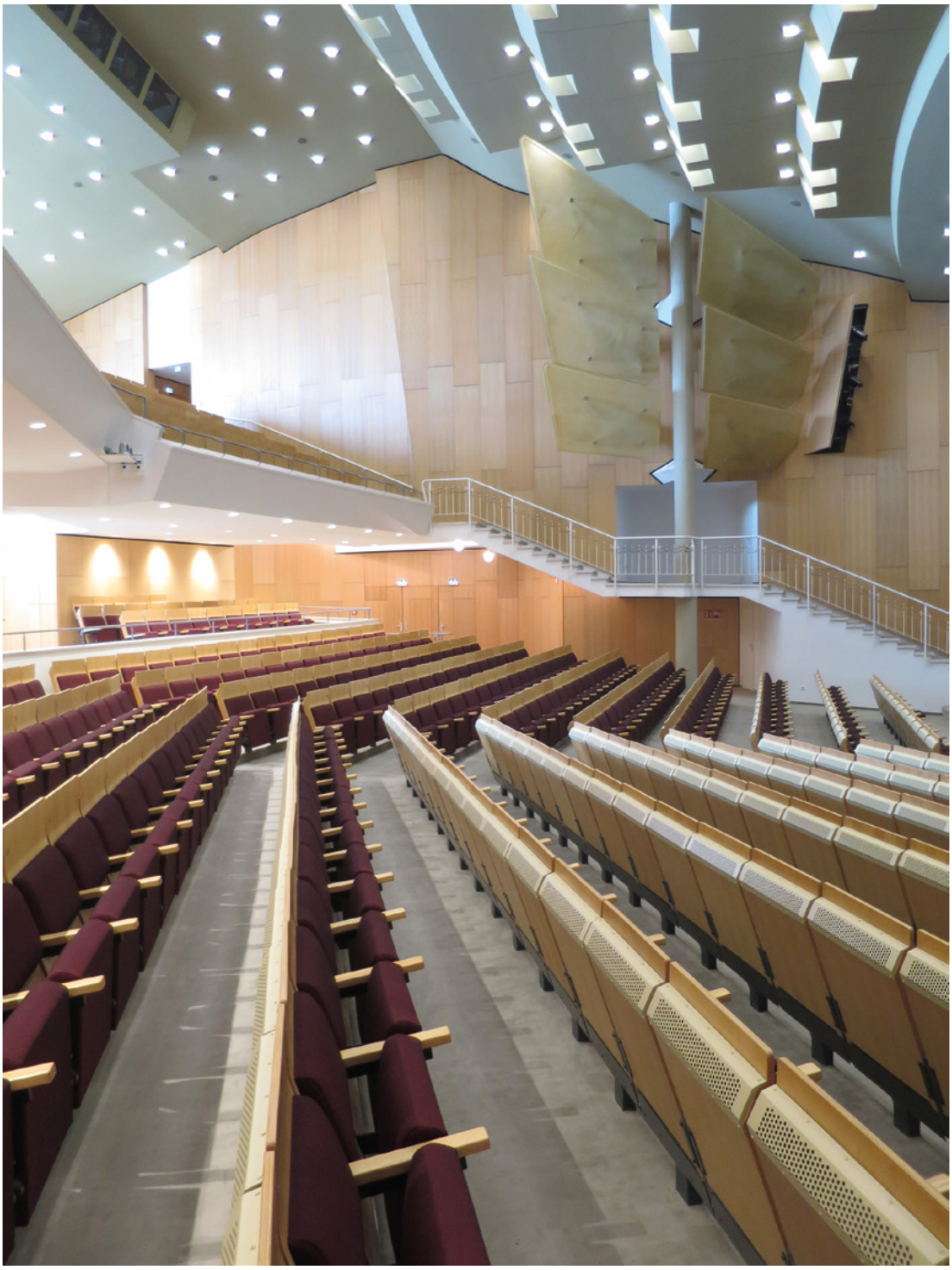


Figura 6
Vista interna della sala teatrale, 2016.

MUSEO GUGGENHEIM

Stati Uniti, New York, New York City

PROGETTO ORIGINARIO

1943 - 1959

Frank Lloyd Wright, William Wesley Peters (Taliesin Associates – sviluppo dei dettagli strutturali e ingegneristici), Mendel Glickman e Jaroslav Joseph Polivka (progettazione strutturale)

Il Solomon R. Guggenheim Museum di Frank Lloyd Wright, completato nel 1959, è un'icona dell'architettura moderna. Concepito come un «tempio dello spirito», è stato progettato per esporre opere d'arte non oggettiva e rinnovare radicalmente l'esperienza museale. La sua identità deriva dall'incontro tra una geometria sperimentale, un programma espositivo innovativo e l'impiego inconsueto di materiali e procedimenti costruttivi industriali. La composizione comprende due organismi distinti: la "Rotonda" a spirale e il volume poligonale minore, originariamente denominato "Monitor". La Rotonda si sviluppa attorno a una rampa elicoidale continua, che si amplia verso l'alto e avvolge un vuoto centrale alto 29,26 m, concluso da un lucernario a cupola vetrata. Questa configurazione genera un percorso espositivo ininterrotto: i visitatori osservano le opere procedendo lungo la rampa, senza la tradizionale successione di sale e scale. Il vuoto centrale, la luce zenitale e la continuità del percorso concorrono alla percezione unitaria dello spazio. La concezione wrightiana dell'architettura organica si esprime nella natura monolitica dell'edificio e nella continuità delle sue forme, concepite come un unico organismo. Il sistema portante combina un telaio in calcestruzzo armato gettato in opera con un involucro continuo.

Per ottenere le curve plastiche e prive di interruzioni della Rotonda, Wright ha impiegato il calcestruzzo spruzzato con la tecnica, allora innovativa, della gunite o shotcrete. Il materiale è stato proiettato contro casseforme inclinate e curve in compensato, formando pareti esterne dello spessore di 12,7 cm. Le casseforme hanno lasciato sulla superficie una trama di impronte, riconosciuta nei recenti restauri come testimonianza culturalmente significativa dei procedimenti esecutivi originari e dell'autenticità artigianale dell'opera. La tecnica ha inoltre conferito unità strutturale e visiva alla costruzione, traducendo la teoria organica di Wright.

Per preservare la geometria liscia e priva di ornamento, le pareti esterne sono state realizzate senza giunti di dilatazione. La scelta ha garantito continuità all'involucro, ma ha favorito fessurazioni dovute ai movimenti termici. La protezione era affidata alla pittura impermeabile «Cocoon», un rivestimento vinilico elastomerico ad alto spessore, sviluppato originariamente



Figura 1
Vista del museo dalla 89th Street, 1959.



Figura 2
Parete-finestra originale in acciaio con vetro singolo al quarto piano durante la costruzione, 1957.

per la protezione temporanea delle navi militari. Applicato in più mani, in una tonalità beige o giallo-bruna chiara, con uno spessore di circa 0,45 mm, il prodotto era concepito per colmare le fessure più minute e formare una pelle continua, priva di giunti e impermeabile al vapore.

Il Monitor, collegato alla Rotonda mediante ballatoi, originariamente destinato agli uffici amministrativi, è stato poi trasformato nella Thannhauser Gallery. Le sue pareti vetrate a tutta altezza, sorrette da telai in acciaio zincato, assicurano illuminazione naturale e vedute verso l'esterno. I moduli vetrati originari erano costituiti da vetri singoli inseriti in profili privi di taglio termico e rifiniti con una verniciatura dall'aspetto metallico. Il sistema vetrato comprende inoltre lucernari centrali e perimetrali realizzati con telai in alluminio e vetro retinato martellato. La luce naturale definisce il percorso e rafforza il rapporto tra i volumi del museo. Negli interni, i controsoffitti sospesi, realizzati in intonaco cementizio su rete metallica, modellano le superfici e accompagnano la continuità plastica dell'insieme.

Interventi precedenti

Nel 1968 è stato completato un ampliamento a torre di quattro piani con struttura in calcestruzzo armato, progettato da William Wesley Peters di Taliesin Associates. Tra il 1989 e il 1992 Gwathmey Siegel & Associates ha condotto un importante intervento di ristrutturazione e ampliamento, comprendente la realizzazione di un nuovo volume di otto piani con struttura in acciaio. I lavori hanno comportato anche la rimozione dei tramezzi interni del Monitor, per ricavare la Thannhauser Gallery, e l'inserimento di pannelli isolanti rigidi all'interno delle pareti. Nel 2001 è stata aggiunta una pensilina sulla terrazza.

Condizioni generali di conservazione prima del restauro

Alla fine del 2004 il Guggenheim presentava rilevanti fenomeni di degrado. Il guscio monolitico esterno in calcestruzzo spruzzato era interessato da numerose fessure, dal deterioramento del rivestimento protettivo e da depositi superficiali. L'assenza dei giunti di dilatazione originariamente previsti determinava movimenti strutturali e la formazione di fessure orizzontali in risposta alle sollecitazioni termiche. Le indagini hanno inoltre rilevato la corrosione dei profili a T in acciaio inglobati nel calcestruzzo e discontinuità delle armature nelle pareti superiori della Rotonda. I serramenti in acciaio a vetro singolo e i lucernari in alluminio erano soggetti a un'eccessiva formazione di condensa stagionale, che comprometteva la stabilità delle condizioni igrometriche interne e limitava la fruizione del museo durante i mesi invernali.

Pressioni ambientali o climatiche specifiche

Le escursioni termiche di New York causavano fessurazioni nelle strutture monolitiche prive di giunti. In inverno si formava condensa sulle superfici fredde non isolate, mentre vento e pioggia favorivano infiltrazioni attraverso i parapetti inclinati verso l'esterno.



Figura 3
Vista esterna del museo da nord, 2016.

NUOVO INTERVENTO

2004 - 2008
WASA/Studio A (Pamela Jerome e Angel Ayón – restauro architettonico), Robert Silman Associates (ingegneria strutturale), Integrated Conservation Resources (conservazione architettonica), William B. Rose & Associates (progettazione dell'involucro edilizio), Atkinson Koven Feinberg (ingegneria meccanica)

Il restauro del Solomon R. Guggenheim Museum, realizzato tra il 2004 e il 2008, è stato un intervento multidisciplinare incentrato sul consolidamento strutturale e sul miglioramento delle prestazioni termiche e igrometriche dell'involucro. Interventi strutturali rilevanti hanno interessato le pareti della Rotonda al sesto piano, dove sono state rilevate discontinuità nell'armatura orizzontale e fenomeni di corrosione. Per migliorare il comportamento strutturale senza cancellare le tracce delle casseforme, riconosciute come testimonianze dell'autenticità esecutiva, sono state applicate sulla faccia interna delle pareti fasce in polimero rinforzato con fibre di carbonio (CFRP), disposte secondo uno schema a intreccio. La soluzione ha privilegiato la conservazione della materia storica rispetto all'intenzione, mai realizzata, di ottenere superfici perfettamente lisce.

Per controllare il diffuso quadro fessurativo, sono stati realizzati sulle superfici esterne giunti di controllo di limitato impatto visivo, progettati per assorbire le dilatazioni termiche senza compromettere la geometria spiraliforme.

Il restauro delle superfici in calcestruzzo ha comportato un rilievo puntuale e la rimozione di fino a undici strati di pittura deteriorata, seguiti dal ripristino localizzato mediante malte cementizie polimero-modificate, verificate per la compatibilità con la gunite originaria. Il guscio è stato quindi protetto mediante un sistema di rivestimento capace di riprodurre e migliorare le proprietà della finitura «Cocoon» del 1959.

Per risolvere i problemi di condensa, i sistemi vetrati sono stati integralmente rinnovati. Poiché le soluzioni conservative sperimentate non garantivano prestazioni soddisfacenti, tutte le pareti vetrate a vetro singolo con telai in acciaio zincato e tutti i lucernari in alluminio sono stati rimossi. Gli elementi sono stati sostituiti con sistemi su misura a taglio termico, progettati per replicarne l'aspetto e i profili e dotati di vetrocamera con distanziatori warm-edge e riempimento in argon, così da soddisfare i requisiti prestazionali degli ambienti museali. I nuovi lucernari in alluminio a taglio termico sono caratterizzati da una migliore tenuta agli agenti atmosferici e da una maggiore protezione dai raggi ultravioletti. L'apporto di luce diurna è stato inoltre limitato per garantire condizioni ambientali stabili negli spazi espositivi. Contestualmente sono stati rinnovati gli impianti meccanici, elettrici e idraulici,



Figura 4
Vista dal basso dell'ingresso e della Rotonda, 2015.

potenziando le dotazioni infrastrutturali e il controllo ambientale. Le decisioni progettuali sono state guidate da principi di conservazione volti a bilanciare l'autenticità della materia, l'intento progettuale e le esigenze di continuità funzionale. Il processo progettuale si è sviluppato attraverso oltre due anni di analisi delle condizioni dell'edificio e ricerche multidisciplinari. Rilievi laser scanner hanno documentato le superfici interne ed esterne e prodotto un modello digitale tridimensionale destinato all'analisi strutturale agli elementi finiti. Le ricerche negli archivi Taliesin e Getty hanno fornito dati decisivi sulle tecniche costruttive originarie. Le indagini sui materiali hanno compreso l'analisi di oltre cento campioni di pittura e la valutazione di prodotti provenienti da sei produttori. Pannelli sperimentali sono stati sottoposti a invecchiamento accelerato, prove di adesione e misurazioni della trasmissione del vapore acqueo. Due mock-up in scala reale sono stati realizzati e monitorati per un anno, per verificare le prestazioni dei sistemi di restauro. La modellazione energetica, condotta mediante software LBNL, ha valutato la resistenza alla condensa e il comportamento termico di oltre dodici soluzioni per l'adeguamento dei sistemi vetrati. Il processo ha incluso anche due peer review. Nel complesso, l'intervento concilia continuità materica e trasformazione funzionale: limita le sostituzioni non necessarie, rende tracciabili le principali scelte progettuali e riserva particolare attenzione alla manutenzione futura.

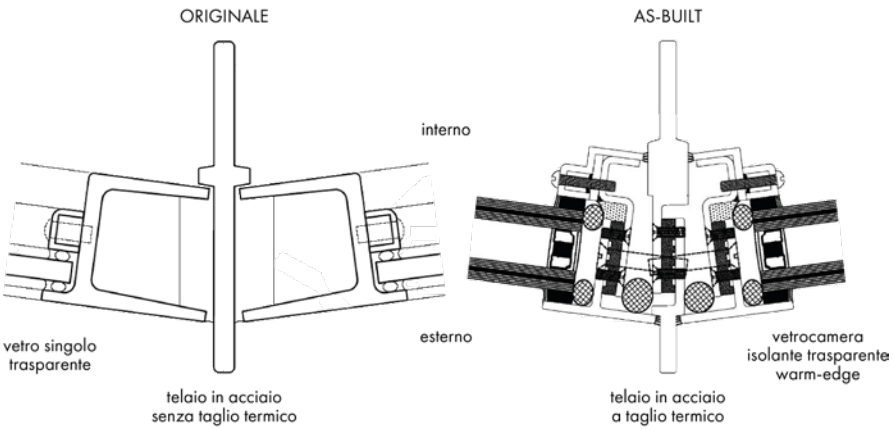


Figura 5
Dettagli tipo della parete-finestra originale (a sinistra) e sostitutiva (a destra).

Obiettivo dell'intervento sull'involucro
Controllare il quadro fessurativo strutturale, prevenire le infiltrazioni d'acqua ed eliminare la condensa stagionale sulle superfici vetrate, preservando il carattere architettonico iconico dell'edificio e le tracce delle casseforme, testimonianza dei procedimenti esecutivi originari.

Estensione dell'intervento sull'involucro
Riqualificazione degli involucri della Rotonda e del Monitor, con interventi sul guscio monolitico in calcestruzzo, sostituzione dei sistemi vetrati e protezione dall'umidità di coperture e parapetti.

Soluzioni adottate per l'involucro
Applicazione, sul lato interno delle pareti della rampa al sesto piano, di fasce in polimero rinforzato con fibre di carbonio (CFRP) e introduzione di giunti di controllo sulle superfici esterne. Rimozione degli strati di rivestimento deteriorati e ripristino localizzato del calcestruzzo mediante malte cementizie polimero-modificate. Installazione di serramenti in acciaio a taglio termico, conformati sui profili originari e dotati di vetrocamera con riempimento in argon e rivestimento basso-emissivo, insieme a nuovi lucernari in alluminio a taglio termico. Applicazione di un rivestimento vinilico elastomerico ad alto spessore, capace di riprodurre la finitura originaria. Inserimento di una barriera all'aria sul lato interno e di isolamento in vetro cellulare nelle zone interessate dagli interventi, per migliorare il controllo termico.

Altri interventi
Gli impianti MEP sono stati aggiornati per migliorare il controllo climatico e la stabilità ambientale necessaria alla conservazione delle opere. Le migliori prestazioni termiche dell'involucro hanno consentito di ridimensionare le apparecchiature meccaniche. Gli interni sono stati puliti e riparati, con il ripristino degli intonaci per occultare i nuovi rinforzi strutturali e correggere degradi pregressi.

Certificazioni - premi
New York Landmarks Conservancy Lucy G. Moses Preservation Award 2008; International Concrete Repair Institute Project Award of Merit (Historic Category) 2008; Structural Engineers Association of New York Distinction in Structural Engineering Award 2008; Preservation League of New York State Excellence in Historic Preservation Award 2009; American Council of Engineering Companies of New York Engineering Excellence Platinum Award 2009.

Quadro conoscitivo, metodo e tracciabilità
Il progetto è fondato su ricerche archivistiche, rilievi laser scanner, analisi strutturali, indagini sui materiali e modellazioni energetiche. Lo studio delle soluzioni per le vetrate e delle tecniche di ripristino del calcestruzzo e delle superfici esterne è stato integrato da prove di laboratorio, campionature realizzate sull'edificio e monitorate nel tempo. Le diverse fasi di indagine, sperimentazione e verifica consentono di ricostruire con chiarezza i criteri adottati e le ragioni delle soluzioni scelte.

Adeguatezza tecnica e compatibilità delle soluzioni adottate
Le soluzioni rispondono alle criticità del calcestruzzo e dei sistemi vetrati con interventi compatibili con i caratteri dell'edificio. Il consolidamento interno preserva le tracce delle casseforme sulle superfici esterne; serramenti e lucernari a taglio termico mantengono partiture e dimensioni apparenti. Malte e rivestimenti sono stati selezionati mediante prove di compatibilità e durabilità.

Grado di reversibilità
La reversibilità è limitata dal consolidamento delle pareti, dall'apertura dei giunti e dalla sostituzione integrale di serramenti e lucernari. Anche le nuove stratigrafie modificano stabilmente l'involucro. La futura sostituzione resta possibile per singoli componenti del nuovo sistema, come vetri e guarnizioni.

Impatto sull'assetto formale e spaziale
L'intervento conserva la configurazione elicoidale, la continuità delle superfici curve e il disegno dei sistemi vetrati. I nuovi serramenti riprendono le partiture originarie e i giunti introdotti hanno un impatto visivo circoscritto. La minore luce naturale dai lucernari modifica parzialmente la percezione interna, senza alterare l'organizzazione degli spazi.

Grado di conservazione degli elementi architettonici originari
L'intervento conserva la struttura metallica e la quasi totalità delle superfici vetrate, limitando la sostituzione a due lastre fessurate. I profili e i fermavetri sono smontati ove necessario, puliti, protetti e rimontati. La perdita più significativa riguarda il soffitto originario, rimosso integralmente per la presenza di amianto e per il cedimento del sistema di ancoraggio, quindi ricostruito riproponendone la finitura. Nel complesso prevale la conservazione degli elementi esistenti.





Figura 6
Vista interna della parete-finestra sostitutiva in acciaio a taglio termico al terzo piano, nello spazio riconvertito a café, 2014.

Figura 7
Vista interna della Rotunda e del lucernario sostitutivo conforme al disegno originale, 2018.

RIFLESSIONI CONCLUSIVE

L'INTERVENTO SULL'INVOLUCRO DELLE ARCHITETTURE DEL SECONDO NOVECENTO: ESPERIENZE E RIFLESSIONI DAL PROGETTO DI RICERCA EeTAC

Marta Casanova, Federica Pompejano

Introduzione

L'analisi dei casi studio del progetto di ricerca *EeTAC – Efficienza energetica e tutela dell'architettura contemporanea: conservazione, qualità e innovazione dell'involucro* - mette in evidenza una condizione ricorrente nell'architettura del secondo Novecento: molti elementi dell'involucro oggi riconosciuti come significativi furono concepiti in una fase di intensa sperimentazione tecnica e industrializzazione del processo costruttivo. Proprio i componenti più innovativi, spesso determinanti per il carattere dell'edificio, mostrano in diversi casi una durata inferiore a quella delle strutture portanti. Alla necessità di conservarli si sovrappongono oggi requisiti di sicurezza, comfort ed efficienza energetica assai diversi da quelli originari. La conservazione di queste architetture deve, quindi, confrontarsi con l'obsolescenza di materiali inizialmente innovativi e con le modifiche prodotte dall'uso nel tempo, che pongono problemi metodologici specifici (Normandin, Macdonald, 2013, p. 1). Questa condizione mette in discussione l'idea che l'involucro sia un semplice supporto sul quale applicare misure di efficientamento. Le prestazioni derivano dal comportamento dell'involucro nel suo insieme, determinato dalle caratteristiche dei materiali e dal modo in cui i componenti architettonici sono assemblati in rapporto alle specifiche condizioni d'uso e di esposizione. Un intervento può pertanto mantenerne riconoscibile la forma complessiva e modificare profondamente la materia o il funzionamento dell'involucro originario.

Il quadro teorico sviluppato negli ultimi decenni sposta l'attenzione sulla significatività e sugli attributi che la esprimono. Havinga, Colenbrander e Schellen distinguono tra i valori che spiegano perché un'opera architettonica sia rilevante e gli attributi attraverso i quali quei valori diventano riconoscibili; per governare una trasformazione occorre individuare con precisione quali parti possano cambiare e in quale misura (Havinga, Colenbrander, Schellen, 2020, pp. 282-283). Il Madrid-New Delhi Document include fra gli attributi materiali il disegno, le relazioni spaziali, i sistemi costruttivi, la materia e le attrezzature tecniche, richiamando inoltre il valore dell'innovazione strutturale e tecnologica del XX secolo (ICOMOS ISC20C, 2017, p. 4). La nozione di *management of change* acquista così un significato operativo: la gestione del cambiamento appartiene al processo di conservazione, mentre i suoi effetti su autenticità, integrità e significatività richiedono una valutazione esplicita. Il documento raccomanda interventi cauti, di estensione ridotta e per quanto possibile reversibili (ICOMOS ISC20C, 2017, p. 8).

Il progetto EeTAC affronta questi temi attraverso l'analisi di trenta architetture del secondo Novecento, venti italiane e dieci internazionali, e la valutazione ex post dei relativi interventi. La selezione mette a confronto involucri e strategie di intervento differenti, proponendo una lettura qualitativa delle soluzioni adottate negli interventi. Il miglioramento energetico è esaminato insieme agli effetti prodotti sulla materia e sul carattere dell'edificio, per comprendere se le trasformazioni rispettino le relazioni che ne esprimono la significatività culturale. Le valutazioni conclusive mostrano



Figura 1
Sostituzione dei serramenti dell'abside del Padiglione Agnelli a Torino.

che, nella maggior parte dei casi, trasformazioni difficilmente reversibili sono state precedute da indagini approfondite. Il percorso conoscitivo consente di ricostruire le ragioni delle sostituzioni e il confronto fra le alternative considerate, chiarendo perché una trasformazione permanente sia stata ritenuta necessaria.

Dalla conoscenza alle scelte progettuali

La conoscenza costituisce parte integrante del progetto, perché permette di riconoscere gli elementi da conservare e di definire i limiti della trasformazione. Bond e Worthing chiedono di comprendere la significatività culturale dell'edificio e dei suoi componenti prima di definire le strategie di intervento; nella prima fase della valutazione, le pressioni del programma dovrebbero restare separate dal giudizio sui valori, così da non orientarlo verso una soluzione già scelta (Bond, Worthing, 2016, pp. 128-130). Nei casi esaminati ciò avviene quando rilievi, ricerche archivistiche, diagnosi e prove in sito portano a differenziare le risposte.

Ricostruire la configurazione originaria è il primo compito della conoscenza e richiede di distinguere quanto effettivamente realizzato da quanto previsto nel progetto. Le varianti introdotte in cantiere e le modifiche avvenute nel tempo appartengono alla storia costruttiva dell'edificio e anche le criticità, emerse durante l'uso, devono essere ricondotte ai rispettivi tempi e cause prima di definire le scelte progettuali. L'indagine deve inoltre riconoscere le caratteristiche dalle quali dipende il valore testimoniale dell'involucro, mettendo in rapporto la forma visibile con il modo in cui esso è stato costruito e ha funzionato nel tempo. Su questa base si possono confrontare diverse ipotesi di intervento e valutarne gli effetti sugli elementi da conservare.

Le Officine ICO Centrale di Ivrea costituiscono uno degli esempi più chiari. Il restauro delle facciate mantiene l'involucro esterno in ferro e vetro, ripristina il sistema di apertura a ghigliottina e conserva mosaici e intonaci; una nuova pelle interna con telai in alluminio a taglio termico e vetrocamere consente di soddisfare gran parte dei requisiti contemporanei. I frangisole sono restaurati o sostituiti secondo le condizioni riscontrate. Il progetto distingue così lo strato che conserva il valore storico da quello destinato all'adeguamento prestazionale. La soluzione evita una sostituzione indifferenziata del curtain wall e mantiene leggibile il principio di funzionamento della facciata originaria.

Lo stesso nesso fra conoscenza e scelta emerge nell'intervento su Villa Rossi, Ivrea, dove analisi materiche, rilievi del degrado e ricerche archivistiche orientano interventi puntuali, e nel Padiglione Tavolara, preceduto da una ricerca sulla storia costruttiva e sulle trasformazioni del manufatto. Nel progetto di Torino Esposizioni il percorso progettuale esplicita obiettivi, vincoli e margini di trasformazione. Anche quando le opere non corrispondono al minimo intervento materiale, la conoscenza rende verificabili le ragioni per cui un elemento è conservato, modificato o sostituito.

In alcuni casi internazionali le indagini producono indicazioni che continuano a essere utilizzate nelle fasi successive. Nel caso della Cité du Lignon lo studio delle varianti e le prove sui prototipi hanno permesso di programmare gli interventi mantenendo gli alloggi in uso e gli abitanti nelle proprie case. Il caso del Salk Institute mostra come la ricerca sui materiali e i mock-up abbiano orientato la gerarchia delle riparazioni, limitando le sostituzioni e fornendo indicazioni per la manutenzione futura. La documentazione prodotta continua, in questo modo, a sostenere le decisioni nel tempo.

Anche l'espressione "buone pratiche" richiede qualche cautela. I trenta casi documentano risposte legate a condizioni specifiche, il cui trasferimento ad altri edifici richiede sempre un nuovo processo di conoscenza e una nuova verifica delle condizioni. Quando i componenti risultano ancora riparabili, il progetto può conservarli; quando i prodotti disponibili alterano il disegno, può ricorrere a pezzi realizzati su misura e verificarli attraverso prototipi. La distinzione fra la stratigrafia storica e le modificazioni introdotte dall'intervento permette inoltre di riconoscere le decisioni prese. La documentazione del processo chiarisce che cosa sia stato rimosso e distingue le parti conservate da quelle aggiunte. Questa impostazione è coerente con la gestione *significance-based*, secondo la quale l'analisi deve individuare gli elementi che esprimono i valori riconosciuti e valutarne la sensibilità al cambiamento (Bond, Worthing, 2016, pp. 85-87, 116-117).

Materia e identità

La sostituzione dei componenti trasparenti ricorre in diversi casi analizzati dal progetto EeTAC, ma è affrontata con criteri differenti secondo il valore attribuito agli elementi originari. Quando questi sono ancora conservati e documentano una tecnica costruttiva significativa, la loro permanenza costituisce un obiettivo prioritario. Nei casi in cui la materia risulta compromessa o è già andata perduta, l'intervento può cercare di recuperare i caratteri architettonici e ambientali che definivano l'involucro. Occorre pertanto precisare quali aspetti siano stati conservati e considerare la perdita materiale prodotta dalla trasformazione.

Nel progetto di rifunzionalizzazione dei padiglioni di Pier Luigi Nervi, a Torino Esposizioni, le volte e la semicalotta absidale costituiscono i principali elementi da preservare, mentre serramenti, lucernari, parapetti e diverse finiture sono sostituiti o ricostruiti. La continuità dei fronti, della copertura e dello spazio interno è perseguita attraverso il controllo di partiture, profili e cromie, a fronte di una modifica rilevante della consistenza materiale dell'involucro. Anche la reversibilità risulta limitata, in relazione al passaggio da padiglione non riscaldato a edificio stabilmente climatizzato. Pur comportando trasformazioni consistenti, il progetto mantiene una prevalente impostazione conservativa, poiché i nuovi componenti restano subordinati alla permanenza dell'organismo spaziale e alla sintesi fra struttura e forma.

L'intervento sulla Direzione Generale della RAI di viale Mazzini a Roma pone la questione in termini diversi. Il progetto conserva la struttura metallica e mira a recuperare la leggerezza e la trasparenza dell'edificio ideate da Francesco Berarducci, alterate dalle aggiunte realizzate nel tempo. L'operazione comporta lo strip-out com-

pleto degli elementi architettonici e impiantistici, la bonifica dell'amianto e un'estesa ricostruzione dell'involucro, le cui nuove facciate riprendono il ritmo e le proporzioni di quelle originarie. Rispetto al caso di Torino Esposizioni, il progetto attribuisce un peso maggiore alla continuità della configurazione generale e riduce in misura più consistente la permanenza dei componenti originari. Il confronto invita quindi a distinguere la riconoscibilità dell'immagine dalla conservazione materiale e a precisare il peso assegnato a ciascuna nella valutazione dell'intervento. Poiché i lavori sono ancora in corso in entrambi gli edifici, queste considerazioni riguardano le strategie progettuali e dovranno essere verificate sulle opere realizzate.

Diverso è il caso della chiesa di Nostra Signora della Misericordia a Baranzate. Il rivestimento traslucido originario era stato sostituito nel 1979 e si trovava in condizioni di grave degrado. L'intervento iniziato nel 2004 assume pertanto come riferimento un involucro la cui materia originaria era già stata in parte perduta. La questione dell'autenticità riguarda soprattutto il recupero della qualità della luminosità e della relazione fra la struttura in calcestruzzo e la parete traslucida, aspetti decisivi già nella concezione di Mangiarotti, Morassutti e Favini. Il carattere architettonico è così ricercato nel ripristino della luce diffusa e del rapporto fra struttura e involucro.

L'esempio del grattacielo Pirelli offre un termine di confronto: la riparazione e il rimontaggio dei telai conservano una parte consistente dei componenti e delle tecniche costruttive originarie, mentre integrazioni circoscritte consentono di migliorarne le prestazioni. I casi esaminati mostrano dunque che il mantenimento o il recupero dell'immagine non comprende necessariamente la conservazione della testimonianza costruttiva. Nell'architettura moderna, materiali, profili, giunti, spessori e modalità di montaggio possono documentare processi industriali e sperimentazioni tecniche rilevanti per il valore dell'edificio. La sostituzione con componenti di nuova produzione può mantenerne riconoscibile la configurazione, ma comporta la perdita delle informazioni contenute nella materia e nei dettagli costruttivi. Il rilievo attribuito a questi aspetti trova riscontro nel *Madrid-New Delhi Document*, che comprende tecniche costruttive, materiali e innovazioni strutturali fra gli elementi significativi del patrimonio del Novecento (ICOMOS ISC20C, 2017, p. 4).

Modalità d'intervento sull'involucro esistente

Il miglioramento prestazionale richiede di stabilire su quali parti dell'involucro intervenire e con quali modalità. La ridotta visibilità delle opere non corrisponde necessariamente a una limitata alterazione della materia, mentre un intervento applicato all'esterno può modificare in modo evidente la configurazione della facciata. La scelta dipende anche dalle condizioni d'uso dell'edificio durante il cantiere: nei complessi residenziali abitati, l'impossibilità di liberare temporaneamente gli alloggi può escludere le lavorazioni dall'interno e orientare il progetto verso soluzioni realizzabili dall'esterno.

Gli edifici residenziali del quartiere di Madonna Bianca, a Trento, mostrano come la necessità di mantenere gli alloggi in uso possa orientare le modalità di intervento sull'involucro. Il cappotto è stato progettato specificamente per il complesso e impiega pannelli prefabbricati sandwich dimensionati e proporzionati in rapporto ai pannelli originari. La soluzione consente di operare dall'esterno e di consolidare i pannelli di tamponamento senza entrare negli alloggi. L'immagine delle "torri" rimane riconoscibile grazie al controllo delle finiture e delle geometrie, ma a scala ravvicinata cambiano la profondità delle aperture, i profili e i materiali. La struttura, la sagoma e il ritmo dei fronti permangono, mentre diversi componenti dell'involucro sono sostituiti o inglobati nel nuovo sistema. Il rivestimento, progettato secondo la



Figura 2
Dettaglio della vetrata del Padilgione Tavolara a Sassari durante il cantiere.

modularità dell'edificio, contiene le alterazioni che sarebbero derivate dall'applicazione di un cappotto standardizzato e mantiene riconoscibile l'ordine compositivo originario.

Una diversa modalità di intervento emerge nel caso di Villa Rossi, dove l'adeguamento utilizza gli spazi già disponibili nell'involucro e interessa soprattutto le intercapedini, i vani sottofinestra e la copertura. L'impiego di sughero insufflato, aerogel e pannelli a cambiamento di fase si accompagna alla revisione della ventilazione del tetto, mentre i serramenti lignei Wagner sono restaurati e integrati con vetri basso-emissivi. In questo modo le superfici esterne, i rivestimenti e i frangisole rimangono sostanzialmente invariati e si conserva una quota significativa della materia originaria. L'inserimento dei nuovi materiali nelle cavità esistenti limita l'impatto sull'immagine dell'edificio, ma ne rende più difficile la rimozione e, in alcuni punti, l'ispezione successiva. La conservazione delle superfici visibili non coincide quindi necessariamente con la reversibilità dell'intervento.

Il Padiglione Tavolara, a Sassari, introduce il tema del funzionamento ambientale dell'involucro. La grande vetrata "a persiana" contribuiva alla ventilazione naturale della sala attraverso l'inclinazione e l'apertura delle lastre, regolando al tempo stesso l'ingresso della luce e il rapporto con la vasca esterna e il parco. Nel restauro le lastre traslucide originarie sono state smontate, pulite e rimontate; il telaio in ferro è stato invece sostituito da una struttura in acciaio inox, analoga nel disegno e predisposta per l'inserimento di una seconda lastra interna. La rimozione della controvetrata aggiunta negli anni Ottanta, che impediva il movimento delle aperture, ha inoltre ripristinato la ventilazione naturale, il cui impiego è tuttavia limitato alle stagioni intermedie. Pertanto, l'intervento modifica il sistema costruttivo e ne migliora le prestazioni termiche, conservando parte della materia originaria e recuperando il funzionamento della vetrata. Il caso mostra come il valore dell'involucro possa dipendere anche dalle relazioni che esso stabilisce fra le condizioni interne e l'ambiente esterno, oltre che dalla sua configurazione.

Le possibilità offerte dall'intervento interno incontrano limiti diversi a seconda della costruzione esistente. Nel caso di Park Hill la struttura in calcestruzzo si innesta sulla facciata in corrispondenza dei solai e delle pareti trasversali, creando nume-

rosi ponti termici e rendendo difficile assicurare la continuità dell'isolamento. Lo spazio disponibile negli ambienti limita inoltre lo spessore applicabile e richiede soluzioni specifiche per i diversi nodi costruttivi. Il confronto con l'intervento alla Cité du Lignon mostra come la scelta fra intervento interno ed esterno dipenda anche dalla configurazione dell'edificio e dalle condizioni d'uso.

I dati energetici raccolti assumono forme diverse in relazione alle fonti disponibili e alla fase in cui sono stati prodotti. Quando sono presenti valori omogenei precedenti e successivi ai lavori, questi consentono di documentare l'entità del miglioramento; negli altri casi, i dati di progetto chiariscono gli obiettivi prestazionali e le soluzioni adottate. La loro lettura insieme alle trasformazioni dell'involucro permette di metterli in relazione con gli effetti sulla materia, sulla configurazione e sul funzionamento dell'edificio. Per i cantieri ancora in corso sono disponibili solo dati di progetto; in altri casi le misurazioni disponibili non consentono confronti omogenei. Il monitoraggio sistematico potrà, per i casi completati, verificare la corrispondenza fra le prestazioni attese e quelle effettivamente conseguite.

Compatibilità e reversibilità

La reversibilità, intesa come possibilità di riportare il manufatto allo stato precedente senza produrre perdite, è raramente conseguibile negli interventi sugli involucri del secondo Novecento. Il funzionamento dell'involucro dipende infatti dall'interazione fra componenti e materiali diversi, il cui aggiornamento comporta spesso modifiche che non possono essere eliminate senza incidere nuovamente sulle parti esistenti. I casi analizzati non rendono per questo meno rilevante il criterio della reversibilità, ma ne suggeriscono un'applicazione commisurata alle condizioni effettive dell'intervento. Diventano allora importanti la possibilità di smontare o sostituire singoli componenti, l'accessibilità delle interfacce e la documentazione delle parti aggiunte, affinché le soluzioni adottate possano essere comprese, manutenute ed eventualmente aggiornate nel tempo.

La compatibilità riguarda il modo in cui le nuove parti interagiscono con quelle conservate sotto il profilo costruttivo, termoigrometrico e percettivo. Non dipende soltanto dalle condizioni riscontrabili al termine dei lavori, ma anche dal comportamento successivo dell'involucro e dalla possibilità di intervenire senza provocare ulteriori perdite.

Infine, durabilità e manutenzione sono determinanti. La programmazione di interventi, elaborata per il Salk Institute e la Cité du Lignon, mostra come le conoscenze acquisite nella preparazione degli interventi possano continuare a orientare la manutenzione dopo la conclusione del primo cantiere.

Il *Madrid-New Delhi Document* richiama una gestione cauta delle modificazioni. Il confronto fra i casi selezionati da EeTAC mostra che la limitazione delle perdite di attributi dipende dalla possibilità di conservare i componenti ancora recuperabili, dalla motivazione delle sostituzioni e dal rapporto stabilito fra l'involucro esistente e le eventuali parti aggiunte. Su questa base, il minimo intervento non si misura soltanto attraverso l'estensione delle opere realizzate, ma in relazione agli effetti prodotti sugli elementi, ossia gli attributi, che esprimono il valore dell'edificio e che contribuiscono alla sua significatività culturale. Un intervento più esteso può essere giustificato quando è necessario per conservare tali attributi e garantire la continuità d'uso dell'edificio, a condizione che siano state valutate soluzioni meno invasive e che l'entità delle modificazioni sia proporzionata alle esigenze riscontrate.

Conclusioni

Il confronto fra i trenta casi analizzati dal progetto di ricerca EeTAC mostra come le modalità dell'intervento dipendano dai caratteri specifici dell'involucro. Nei casi esaminati, materiali e componenti originari sono spesso fragili o già alterati, mentre il carattere architettonico continua a dipendere dal sistema di relazioni di cui fanno parte. Il progetto deve quindi stabilire quale trasformazione sia compatibile con la preesistenza, i suoi attributi caratterizzanti e l'uso che essa dovrà accogliere.

La questione interessa una parte molto estesa del patrimonio costruito italiano. Come ricordano Franco e Musso in questo volume, circa il trenta per cento dello stock è anteriore al 1945 (Franco & Musso, 2026); il patrimonio realizzato successivamente rappresenta quindi la quota prevalente e comprende molti edifici residenziali costruiti prima delle norme sul contenimento energetico degli anni Settanta e Ottanta. La Direttiva (UE) 2024/1275 affida inoltre agli Stati membri la predisposizione di piani nazionali di ristrutturazione capaci di condurre il parco edilizio verso la decarbonizzazione entro il 2050 (Unione Europea, 2024). Gli edifici del secondo Novecento saranno perciò coinvolti sempre più spesso da interventi di efficientamento, anche quando presentano caratteri architettonici che richiedono cautele specifiche.

La questione centrale riguarda il rapporto fra i diversi attributi dell'opera architettonica. Forma, materia, tecnica e comportamento ambientale possono assumere un peso differente ed entrare in conflitto durante la progettazione dell'intervento. Le scelte conservative risultano chiare ed evidenti quando il progetto dichiara quali caratteri intende preservare e riconduce a queste priorità le soluzioni tecniche adottate. Il rapporto diventa invece problematico quando la permanenza dell'immagine è assunta come prova sufficiente della conservazione della significatività culturale dell'edificio. La permanenza dei componenti, a sua volta, deve essere considerata in relazione alla durabilità dei materiali e alla possibilità di mantenere l'edificio in uso. Pertanto, la lettura comparata consente di riconoscere questi conflitti e di ricostruire le priorità adottate nei diversi interventi.

Pur non indicando una soluzione valida per tutti gli edifici, la ricerca restituisce una lettura qualitativa delle trasformazioni che possono interessare gli involucri del secondo Novecento e delle sfide poste dal loro miglioramento energetico. La valutazione ex post costituisce uno degli strumenti elaborati per organizzare questa lettura, mettendo in relazione gli obiettivi degli interventi, le modifiche introdotte e i loro effetti sulle parti esistenti. La sua applicazione consente di ricostruire quali attributi e caratteri siano stati ritenuti significativi, anche quando questa scelta non è dichiarata esplicitamente, e di verificare le ragioni delle sostituzioni e il confronto fra le alternative considerate.

Bibliografia

BOND, S., & Worthing, D. (2016). *Managing Built Heritage: The Role of Cultural Values and Significance* (2nd ed.). John Wiley & Sons, Chichester.

FRANCO, G., & Musso, S.F. (2026). Patrimonio costruito e transizione energetica. Politiche europee, tutela e compatibilità. In M. Casanova & F. Pompejano (a cura di), *Efficienza energetica e tutela dell'architettura contemporanea* (pp. 24-33). DOCOMOMO International, Delft.

HAVINGA, L., Colenbrander, B., & Schellen, H. (2020). Heritage significance and the identification of attributes to preserve in a sustainable refurbishment. *Journal of Cultural Heritage*, 43, 282–293.

ICOMOS INTERNATIONAL SCIENTIFIC COMMITTEE ON TWENTIETH-CENTURY HERITAGE – ISC20C (2017). *Approaches to the Conservation of Twentieth-Century Cultural Heritage: Madrid–New Delhi Document*. ICOMOS.

NORMANDIN, K., & Macdonald, S. (2013). *A Colloquium to Advance the Practice of Conserving Modern Heritage: Experts Meeting, March 6–7, 2013. Meeting Report*. Getty Conservation Institute, Los Angeles.

UNIONE EUROPEA (2024). Direttiva (UE) 2024/1275 del Parlamento europeo e del Consiglio del 24 aprile 2024 sulla prestazione energetica nell'edilizia (rifusione). *Gazzetta ufficiale dell'Unione europea*, L 2024/1275, 8 maggio 2024. http://data.europa.eu/eli/dir/2024/1275/oj

BIBLIOGRAFIA DEI CASI STUDIO

Burgerweeshuis, Amsterdam, Paesi Bassi

BARBIERI, S.U., & van Duin, L. (a cura di) (2003). A Hundred Years of Dutch Architecture 1901–2000: Trends, Highlights. SUN.

BEKKERS, G., & Rijkenberg, R. (2018). Cahier: The Burgerweeshuis by Aldo van Eyck. Architectura & Natura.

BRESAN, U. (2018). Umbau des Amsterdamer Waisenhauses von Aldo van Eyck zum Bürogebäude. AIT – Büro und Verwaltung, 4, 152–160.

COLENBRANDER, B. (1997). Het Burgerweeshuis van Aldo van Eyck. Archis, 11.

CRONE, J. (2018). Energiedak op Burgerweeshuis: Energetische verduurzaming. Bouwwereld, 2, 44–49.

DE JONGE, W. (2018). Myth and Metamorphosis: Aldo van Eyck's Orphanage (1960) in Amsterdam Restored. In A. Tostões & N. Koselj (a cura di), Proceedings of the 15th International DOCOMOMO Conference: Metamorphosis – The Continuity of Change (pp. 585–591). DOCOMOMO.

GRAFE, C., & Herfst, W. (a cura di) (2018). Aldo van Eyck: Orphanage Amsterdam: Building and Playgrounds. Architectura & Natura.

GROENENDIJK, P., & Vollaard, P. (2006). Architectuurgids Nederland 1900–2000 / Architectural Guide to the Netherlands. 010 Publishers.

LAARAKKER, A. (2018). BPD Burgerweeshuis in Amsterdam door Wessel de Jonge en Ex Interiors. De Architect, 6, 60–61.

LAGERMANN, C. (2018). Elk gebouw vertelt een ander verhaal. Nook, 1, 6–8.

LIGTELIJN, V. (a cura di) (1999). Aldo van Eyck: Works. Birkhäuser.

MAYNE, T., & Yi, E.-S. (2017). 100 Buildings: 1900–2000. Rizzoli.

MCCARTER, R. (2015). Aldo van Eyck. Yale University Press.

STRAUVEN, F. (1987). Het Burgerweeshuis van Aldo van Eyck: Een modern monument. Stichting Uitgeverij De Oude Stad / Stichting Wonen.

STRAUVEN, F. (1998). Aldo van Eyck: The Shape of Relativity. Architectura & Natura.

STRUIJK, B. (1996). Van Burgerweeshuis tot Garden Court: Ontstaan, betekenis, verval en de enerverende renovatie van een modern monument. BeAver Communication Support.

VAN DE VLIET, V. (2018). Ruwe winterjas met zijden voering: Burgerweeshuis gerenoveerd. ArchitectuurNL, 2, 44–49.

VAN EYCK, A. (1959). Het Verhaal van een Andere Gedachte. Forum, 7.

VAN EYCK, A. (1960–1961). Kindertehuis in Amsterdam. Forum, 6–7, 195–235.

TOSTÕES, A. (a cura di) (2022). Modern Heritage: Reuse. Renovation. Restoration. Birkhäuser, 126–135.

Cartiera Burgo, Mantova, Italia

(1964). Nervi Gives a Factory the Grace of a Bridge. Architectural Forum, luglio, 110–113.

BAROZZI, G., & Beduschi, L. (2008). Cartiera Burgo. Storie di operai, tecnici e imprenditori nella Mantova del Novecento. Negretto Editore.

BASSIGNANA, P.L. (2005). Un secolo di carta. I primi cento anni della Burgo, 1905–2005. Edizioni del Capricorno.

BOLOGNA, A. (2010). Pier Luigi Nervi. Rapporti statunitensi inesplorati. 1952–1979. In Atti del 3° Convegno Nazionale di Storia dell'Ingegneria, vol. II (pp. 1119–1129). Cuzzolin.

BOLOGNA, A., & Chiorino, C. (2011). La fabbrica sospesa. Pier Luigi Nervi, Gino Covre e la Cartiera Burgo a Mantova (1961–1964). In S. Pace (a cura di), Pier Luigi Nervi. Torino, la committenza industriale, le culture architettoniche e politecniche italiane (pp. 55–63). Silvana Editoriale.

CHIORINO, C. (2013). Mantova: la Cartiera Burgo, un capolavoro sospeso. Ananke, 69, 100–103.

DE NARDI, D. (2013). La cartiera e il ponte: Pier Luigi Nervi a Mantova. A: Acciaio, arte, architettura, 53, 94–105.

FEIERSINGER, M., & Feiersinger, W. (2016). Italo Modern 1. Architecture in Northern Italy 1946–1976. Park Books, 168–169.

GARGIANI, R., & Bologna, A. (2016). The Rhetoric of Pier Luigi Nervi: Concrete and Ferrocement Forms. EPFL Press, 367–372.

MARINI, G.L. (a cura di) (1966). Nuovo fabbricato per la Cartiera Burgo. In Catalogo Bolaffi dell'Architettura italiana, 1963–1966 (pp. 422–423). Bolaffi.

NARDUZZO, M. (a cura di) (2021). La Cartiera Burgo, Mantova. Pier Luigi Nervi 1961–1964. La ricerca di un equilibrio fra restauro e recupero funzionale 2016–2020. CREA. RE / PLN Project.

NERVI, P.L. (1963). Buildings, Projects, Structures 1953–1963. Frederick A. Praeger, 164–167.

NERVI, P.L. (1963). Cartiere Burgo a Mantova. Edilizia moderna, 82–83, 78.

NERVI, P.L. (1965). Aesthetics and Technology in Building. Harvard University Press, 35–36, 90–96.

NERVI, P.L. (1965). Costruire correttamente. Caratteristiche e possibilità delle strutture cementizie armate (II ed. riveduta e ampliata). Hoepli.

NERVI, P.L. (2014). Scienza o arte del costruire? CittàStudi.

OLMO, C., & Chiorino, C. (a cura di) (2010). Pier Luigi Nervi. Architettura come sfida. Silvana Editoriale.

ORDINE ARCHITETTI P.P.C. DELLA PROVINCIA DI MANTOVA (2003). Modernità dell'architettura nel territorio mantovano. Tre Lune Edizioni, scheda n. 24.

PORETTI, S. (1997–1998). Pier Luigi Nervi. Cartiera Burgo, Mantova 1960–64. Casabella, 651–652, 96–107.

SABAP PER LE PROVINCE DI BRESCIA, CREMONA E MANTOVA (2016). Relazione storico-artistica relativa al complesso di strutture a destinazione produttiva denominato "Ex Cartiera Burgo". Relazione allegata al provvedimento di vincolo.

SALVADORI, M. (1990). Perché gli edifici stanno in piedi. Trad. it. di S. Brandolini. Bompiani, 179–180.

SALVADORI, M., & Heller, R. (1963). Structure in Architecture. Prentice-Hall, 120.

TOSTÕES, A. (a cura di) (2022). Modern Heritage: Reuse. Renovation. Restoration. Birkhäuser, 190–197.

Chiesa di Nostra Signora della Misericordia, Baranzate (MI), Italia

(1959). Una chiesa di vetro in Lombardia. Domus, 351, 1–8.

(1959). Angelo Mangiarotti, Bruno Morassutti. Chiesa a Baranzate presso Milano. Casabella, 224, 1924.

ARNABOLDI, M.A. (1996). Il restauro della modernità. L'Arca, 107, 4–5.

BARAZZETTA, G. (2004). Milano anni '50. Tecnica e architettura. Morassutti, Mangiarotti, Favini. Casabella, 721, 82–93.

BARAZZETTA, G. (a cura di) (2004). Aldo Favini. Architettura e ingegneria in opera. CLUP, 36–42.

BARAZZETTA, G. (a cura di) (2015). La chiesa di vetro. Di Angelo Mangiarotti, Bruno Morassutti, Aldo Favini. La storia e il restauro della chiesa di Baranzate. Progetto di restauro di SBG architetti. Electa.

BARAZZETTA, G., & Dulio, R. (a cura di) (2009). Bruno Morassutti. 1920–2008 opere e progetti. Electa, 104–115.

BARAZZETTA, G., & Gianoli, S. (2016). Nostra Signora della Misericordia Parish Church. Baranzate, Milan. Italy. Creative Book n. 9 (suppl. Casabella, 867), 52–65.

BARAZZETTA, G., & SBG architetti (2014). Il restauro di un involucro degli anni '50. La chiesa di Baranzate di Mangiarotti, Morassutti e Favini. Archi, 5, 96–103.

BONA, E.D. (1981). Angelo Mangiarotti. Il processo del costruire. Electa, 14–17.

FINESSI, B. (2002). Su Mangiarotti. Architettura design scultura. 72 progetti, 227 inediti, 3 contributi critici. Abitare Segesta, 20–27.

MANGIAROTTI, A. (1959). Chiesa a Baranzate. Relazione. Chiesa e Quartiere, 9–10, 72–79.

MANGIAROTTI, A. (1996). Pensiero e materia. L'Arca, 107, 2–3.

MANGIAROTTI, A., & Paoletti, I. (2011). Re-Innovare. Il contributo della ricerca tecnologica nel recupero di Nostra Signora della Misericordia a Baranzate. Techne, 1, 138–143.

NARDI, G. (1997). Angelo Mangiarotti. Maggioli, 87–92.

PIERINI, O.S. (2018). Moderno rivisitato. Abitare, 573, 75–84.

PIVA, A. (a cura di) (1982). BBPR a Milano. Electa, 107–112.

Cité du Lignon, Vernier, Svizzera

(1965, settembre). Le Lignon. Habitation, 37 (9), 35–36, 38–39.

ALLENSPACH, C. (1999). L'architecture en Suisse. Bâtir aux XIXe et XXe siècles. Pro Helvetia, 93–95.

CAVIEZEL, N. (2011, novembre). Zur energetischen Sanierung der Grosssiedlung Le Lignon in Genf. Werk, Bauen+Wohnen, 11, 62–66.

CHARBON, R. (1989, luglio–agosto). Heavy Metal und Möbelrucken. Werk, Bauen+Wohnen, 7–8, 44–49.

CHAROLLAIS, I., Lamunière, J.-M., & Nemec, M. (1999). Cité du Lignon. In L'architecture à Genève 1919–1975 (pp. 170–173). DAEL/Payot.

ÉMERY, P.-A. (1969). La Cité du Lignon, Genève. Architecture, Formes, Fonctions, 15, 248–253.

EPFL-ENAC-TSAM, Graf, F., & Marino, G. (2011). Étude architecturale et énergétique des enveloppes de la Cité du Lignon, Genève, 1963–1971.

GRAF, F., Delaune Perrin, M., & Marino, G. (2012/2013). Georges Addor: Inventaire, évaluation qualitative, recommandations. Cité du Lignon, 1963–1971. Fiche Monument n. 38. Office du patrimoine et des sites, Département de l'urbanisme, État de Genève.

GRAF, F., & Marino, G. (2009). Heritage, Energy, Economy: Planned Preventive Conservation and Thermal Improvements to Building Envelopes at the Cité du Lignon Satellite Precinct, Geneva, 1963–1971. In A. Canziani (a cura di), Conserving Architecture. Planned Conservation of XX Century Architectural Heritage (pp. 216–227). Electa.

GRAF, F., & Marino, G. (2011). Denkmalschutz und energetische Sanierung des Cité du Lignon. Arch+, 203, 102–107.

GRAF, F., & Marino, G. (2011). Modern and Green: Heritage, Energy, Economy. DOCOMOMO Journal, 44, 32–39.

GRAF, F., & Marino, G. (2021). Il Lignon. Un restauro silenzioso / The Lignon. A Silent Restoration. Casabella, 918, 3–15.

GRAF, F., & Marino, G. (a cura di) (2012/2013). La Cité du Lignon, 1963–1971. Étude architecturale et stratégies d'intervention. Infolio Éditions.

GUBLER, J. (1975). Nationalisme et internationalisme dans l'architecture moderne de la Suisse. Éditions L'Âge d'Homme.

HEERDE, W. (1967, dicembre). Le Lignon, eine Satellitenstadt in Genf. Schweizerische Bauzeitung, 85 (52), 320–324.

HEERDE, W. (1968, 24 febbraio). L'industrialisation dans les grands ensembles locatifs. La cité nouvelle d'Onex – Le Lignon. Bulletin Technique de la Suisse Romande, 4, 47–52.

HUBER, W. (2011). Ein Superlatif wird saniert. Die Genfer Siedlung Le Lignon ist ein Riegel con einem Kilometer Länge. Hochparterre, supplemento al n. 6/7, 8–13.

HUBER, W. (2020). Architekturführer Schweiz: Die besten Bauten 1920–2020. Hochparterre Bücher.

MARINO, G. (2013). Il plan de site come strumento di tutela dei quartieri residenziali del secondo Novecento. Il caso ginevrino. In F. Albani & C. Di Biase (a cura di), Architettura Minore del XX secolo. Strategie di tutela e intervento (pp. 212–227). Maggioli Editore.

MARINO, G. (2015). Lignon. In F. Graf, M. Delaune Perrin & G. Marino (a cura di), Addor architecte (pp. 286–303). MetisPresses.

MARCHAND, B. (2000). Au-delà de la cellule. Modèles et mythes domestiques dans la seconde partie du XXe siècle en Suisse. In Construire des logements. L'habitat collectif suisse 1950–2000, Cahiers de Théorie, 5 (pp. 72–73). PPUR.

MARCHAND, B. (2000, agosto). Inflexion vers l'architecture du territoire. La situation en Suisse romande dans les années soixante. Werk, Bauen+Wohnen, 7/8, 36–43, 76–77.

MARCHAND, B. (2009). A l'échelle du paysage: Le Lignon et le changement de paradigme dans l'urbanisme genevois. In U. Hassler & C. Dumont d'Ayot (a cura di), Bauten des Boomjahre. Paradoxien des Erhaltung (pp. 148–163). Infolio.

PATRIMOINE SUISSE GENÈVE. (2014, estate). Alerte, 128.

RODERICK, L.J. (1981, 10 dicembre). Evolution des logements populaires genevois de 1980 à 1960. Ingénieurs et Architectes suisses, 413–422.

THOMAÏDES, M. (2008). La Cité du Lignon, à Vernier. In C. Amsler, I. Bovay & M. Thomaïdes (a cura di), Jardin, jardins. 3 siècles d'histoire des jardins à Genève (pp. 128–129). InFolio.

TOSTÕES, A. (a cura di) (2022). Modern Heritage: Reuse. Renovation. Restoration. Birkhäuser, 108–115.

VÖGTLIN, R. (1967, marzo). Façades en bois et aluminium de la cité-satellite "Le Lignon" à Genève. Aluminium Suisse, 17, 59–65.

ZELLER, C. (1996). Les grands ensembles à Genève et dans l'agglomération. In Guide d'architecture Suisse, 1920–1995, vol. 3 (pp. 151–156). Werk Verlag.

Direzione Generale della RAI, Roma, Italia

(1967). Television Offices, Rome. The Architectural Review, 850, 422–425.

ALFANI, A. (1994). Architettura di Francesco Berarducci. Materiali e linguaggio. Edilizia popolare, 236, 28–65.

CHIARINI, C. (1994). Francesco Berarducci architetto. Ricerca e progetto, 3, 28–33.

DUMPELMANN, S. (2004). Maria Teresa Parpagliolo Shephard (1903–1974). Ein Beitrag zur Entwicklung der Gartenkultur in Italien im 20. Jahrhundert. Verlag fur Regionalgeschichte, 274–282.

MAZZARIOL, G. (1967). Un edificio per la RAI. Roma, viale Mazzini. Alfieri.

PEDIO, R. (1967). La nuova Direzione Generale della R.A.I. in Roma. L'Architettura. Cronache e storia, 142, 216–227.

ROSSI, P.O. (2012). Roma. Guida all'architettura moderna 1909–2011 (IV ed.). Laterza, 256.

Distribuzione carburante – Le Fucine, Buttrio (UD), Italia

LUPPI, F., & Nicolosi, P. (a cura di) (2002). Marcello D'Olivo architetto. Mazzotta, 45–54, 195.

ZUCCONI, G. (a cura di) (1998). Marcello D'Olivo. Architetture e progetti, 1947–1991. Electa, 130.

Edificio di via Leopardi, Milano, Italia

(1958). Walls and Partitions. Curtain Wall Office Block in Milan. The Architect Journal, 3328.

AGUZZI, A. (1961). Facciate in acciaio a Milano. Superfici, 1, 61.

ANDREOLA, F., Biraghi, M., & Lo Ricco, G. (a cura di) (2018). Milano. L'architettura dal 1945 a oggi. Hoepli, 65.

BIRAGHI, M., Lo Ricco, G., & Micheli, S. (2018). Guida all'architettura di Milano. Hoepli, 54.

BMS progetti (a cura di) (2019). Leopardi 15, Milano. Il valore del moderno. IoArch, 82, 80–85.

BUDA, A. (2023). Conservazione ed efficienza energetica dell'edilizia storica. Uno strumento operativo per le scelte di progetto. Nardini, 229–235.

GRAMIGNA, G., & Mazza, S. (2001). Milano. Un secolo di architettura milanese dal Cordusio alla Bicocca. Hoepli, 336–337.

GRANDI, M., & Pracchi, A. (1980). Milano. Guida all'architettura moderna. Zanichelli, 317.

IRACE, F., & Pasca, V. (1999). Vico Magistretti. Architetto e designer. Electa, 60–61.

LA FRANCA, G. (2019). Modernità sostenibile. RCI Magazine, 01 (gennaio), 38–44.

OREFICE, R. (1961). Trucchi e galateo di un Aufklarung milanese. Superfici, 1, 44–45.

POLANO, S. (1991). Guida all'architettura italiana del Novecento. Electa, 144–145.

VERCELLONI, V. (1961). Casa di via Leopardi. Superfici, 1, 12.

Ex Palazzo della Regione, Bologna, Italia

(1961). I cento anni del liceo Galvani. 1860–1960. L. Cappelli, 1175–1179.

(1986). Il futuro fuori porta. Storia del Centro fieristico direzionale di Bologna. Finanziaria Fiere di Bologna S.p.A.

(2004). Bologna. La metropoli rimossa. Meltemi.

BERNABEI, G., Gresleri, G., & Zagnoni, S. (1984). Bologna moderna, 1860–1980. Pàtron, 235.

BORTOLOTTI, L. (1972). Il suburbio di Bologna. Il comune di Bologna fuori le mura nella storia e nell'arte. La Grafica Emiliana, 142.

CASCIATO, M., & Orlandi, P. (a cura di) (2005). Quale e Quanta. Architettura in Emilia-Romagna nel secondo Novecento. Clueb.

GNUDI, C. (1975). Leone Pancaldi. Grafis.

MANTOVANI, M. (1995–1996). Leone Pancaldi (Bologna, 1915–1995). Atti e Memorie dell'Accademia Clementina, Nuova Serie, 35–36, 339–341.

PASOLI, E. (1996). Omaggio a Leone Pancaldi, artista. Bologna ieri, oggi, domani, 1, 43–44.

PIRACCINI, O. (a cura di) (1998). Quadri in Regione. Le collezioni d'arte moderna del Consiglio e della Giunta dell'Emilia-Romagna. Istituto per i beni artistici, culturali e naturali della Regione Emilia-Romagna, 45.

VIGNALI, L., & Leorati, A. (a cura di) (1995). Regesto degli architetti bolognesi membri effettivi o corrispondenti dell'Accademia Clementina. Grafis.

Glass House, New Canaan, Stati Uniti

(1949, 26 settembre). Glass House: Consisting of Just One Big Room Completely Surrounded by Scenery. Life, 94–96.

(1949). Glass House, New Canaan, Conn. Architectural Forum, 91, 74–79.

(1950). Casa di vetro a New Canaan. Domus, 250.

AYÓN, A., Pottgiesser, U., & Richards, N. (2019). Reglazing Modernism: Intervention Strategies for 20th-Century Icons. Birkhäuser, 48–55.

BENEVOLO, L. (1960). Storia dell'architettura moderna. Laterza.

BUILDING CONSERVATION ASSOCIATES. (2008). New Canaan Mid-Century Modern Houses. Connecticut Commission on Culture & Tourism/National Trust for Historic Preservation.

DAL CO, F. (1996). Philip Johnson, "A Timid Designer", nell'età dei patriarchi. Casabella, 636, 1–3.

DEAN, A.O. (1996). Reflections from a Glass House. Preservation: The Magazine of the National Trust for Historic Preservation, 48 (4), 70–81.

DREXLER, A. (1949). Architecture Opaque and Transparent: Philip Johnson's Glass and Brick Houses in Connecticut. Interiors, 109 (3), 90–101.

EARLS, W.D. (2006). The Harvard Five in New Canaan. W. W. Norton & Company.

FINNIE, D.H. (a cura di) (2001). New Canaan: Texture of a Community, 1950–2000. New Canaan Historical Society.

FORD, K.M., & Creighton, T.H. (1951). The American House Today. Reinhold Publishing Corporation.

FRAMPTON, K. (1978). The Glass House Revisited. Institute for Architecture and Urban Studies Catalogue, 9, 38–59.

FRAMPTON, K. (1980). Modern Architecture: A Critical History. Thames & Hudson.

JOHNSON, P. (1950). House at New Canaan, Connecticut. Architectural Review, 108 (645), 152–159.

JOHNSON, P. (1979). Writings. Oxford University Press.

KLEIN, L. (2004). History, Autobiography, and Interpretation: The Challenge of Philip Johnson's Glass House. Future Anterior, 1 (2), 46–55.

KRIEGER, P. (1997). Leben ohne Wärmedämmung: Philip Johnsons Glas-Haus und die behagliche Kälte der Moderne. Architektur, Innenarchitektur, Technischer Ausbau, 105 (1–2), 80–81.

LEWIS, H., & O'Connor, J. (1994). Philip Johnson: The Architect in His Own Words. Rizzoli International Publications.

MELCHIONNE, K. (1998). Living in Glass Houses: Domesticity, Interior Decoration, and Environmental Aesthetics. Journal of Aesthetics and Art Criticism, 56 (2), 191–200.

NATIONAL PARK SERVICE. (1997). National Register of Historic Places Registration Form: Philip Johnson's Glass House. United States Department of the Interior.

NATIONAL TRUST FOR HISTORIC PRESERVATION. (2017). Replacement of the Glass House Ceiling. The Glass House.

NATIONAL TRUST FOR HISTORIC PRESERVATION. (2019). Replacement of the Glass Panels: The Glass House. The Glass House.

PLUMMER, H. (2003, novembre). Masters of Light: Philip Johnson: Glass House, New Canaan, Connecticut, USA, 1949. A + U: Architecture and Urbanism, 138–141.

SCHULZE, F. (1994). Philip Johnson: Life and Work. Alfred A. Knopf.

SCULLY, V. (1986). Architecture: Philip Johnson – The Glass House Revisited. Architectural Digest, 43 (11), 116–125.

STERN, R.A.M. (1977). The Evolution of Philip Johnson's Glass House, 1947–1948. Oppositions, 10, 56–67.

WHITNEY, D., & Kipnis, J. (a cura di) (1993). Philip Johnson: The Glass House. Pantheon Books.

Grattacielo di Porta San Pietro, Reggio Emilia, Italia

(1962). La Cooperativa Architetti e Ingegneri di Reggio Emilia: 1947–62, quindici anni di attività. Fratelli Rossi.

(1983). La Cooperativa Architetti e Ingegneri di Reggio Emilia: 1947–82, trentacinque anni di attività. Tecnostampa.

CASCIATO, M., & Orlandi, P. (a cura di) (2005). Quale e Quanta. Architettura in Emilia-Romagna nel secondo Novecento. Clueb.

DONATELLI, R. (1956). Opere della Cooperativa Architetti di Reggio Emilia. L'Architettura. Cronache e storia, 6, 834–849.

GENTA, P., & Zamboni, A. (2017). Coscienza, visione, progetto. La Cooperativa Architetti e Ingegneri di Reggio Emilia. Quodlibet.

ZAMBONI, A. (2024). Il recupero del Moderno come sfida e riscoperta. Il grattacielo di Porta San Pietro a Reggio Emilia. do.co.mo.mo Italia / giornale, 37, 28–31.

ZAMBONI, A., & Gandolfi, C. (a cura di) (2011). L'architettura del Novecento a Reggio Emilia. Bruno Mondadori, 186–189.

ZAMBONI, A., & Gandolfi C.Con Gasparini, L. (a cura di) (2013). L'archivio di Antonio Pastorini. Un architetto tra professione ed impegno civile. Biblioteca Panizzi Edizioni.

Grattacielo Pirelli, Milano, Italia

(1958). Pirelli: una nuova sede. Arti grafiche milanesi.

(1999). Il grattacielo Pirelli di Gio Ponti: il concorso per la realizzazione del centro congressi. L'Industria delle Costruzioni, 331, 44–47.

(2005). Il grattacielo Pirelli a Milano. Casabella, 733, 68–87.

(2006). Grattacielo Pirelli. Parte seconda. Realtà Mapei, 76, 30–36.

ACITO, M., Franchi, F., & Migliacci, A. (2003). Il risanamento strutturale del grattacielo Pirelli. Studi e ricerche, v. 24, 273–296.

BANHAM, R. (1961). Pirelli Building, Milan. The Architectural Review, 769, 195–200.

BASSI, A. (1999). Il caso Pirelli. Casabella, 671, 68–75.

BONELLI, G. (2005). Corvino + Multari. 1995–2005. Cronopio, 70–79.

CARBONARA, G., & Pergoli Campanelli, A. (2003). Il restauro del "nuovo". Recupero e Conservazione, 52, 44–46.

COLOMBO, A. (a cura di) (2016). Le età del Grattacielo. Il "Pirelli" a sessant'anni dalla posa della prima pietra. Triennale di Milano.

COPELLONI, L. (2008). Il restauro della facciata di Gio Ponti. do.co.mo.mo Italia / giornale, 22, 9.

COPPOLA, L., Banfo, P., Cerulli, T., Di Silvestro, P., & Giglio, P. (2005). Il restauro del grattacielo Pirelli. Aspetti di diagnostica, conservazione dei materiali e strategie di restauro. Realtà Mapei, 68, 2–9.

CROCE, S., & Poli, T. (2008). Il grattacielo Pirelli. Recupero dell'innovazione. Frames, 132, 48–57.

DE CARLI, C. (1955). Nuova sede Pirelli. Forma e struttura tipica delle Piante. Rivista Pirelli, 3, 18–25.

DESIDERI, P., Nervi, P.L. Jr., & Positano, G. (a cura di) (1979). Pier Luigi Nervi. Zanichelli, 62–69.

IORI, T. (2009). Pier Luigi Nervi. Motta, 54–57.

KEOMA, A. (2014). Restaurare l'architettura contemporanea. Ottagono, 270, 122–141.

LEONI, M.M. (2011). L'architettura è facile. Le collaborazioni tra Pier Luigi Nervi e Gio Ponti (1931–1979). In S. Pace (a cura di), Pier Luigi Nervi. Torino, la committenza industriale, le culture architettoniche e politecniche italiane. Silvana, 77–87.

LICITRA PONTI, L. (1990). Gio Ponti. L'opera. Leonardo, 186–191.

LICITRA PONTI, L. (2018). Gio Ponti e Milano. Guida alle architetture 1920–1970. Quodlibet, 142–160.

LICITRA PONTI, L. (2021). Gio Ponti. Taschen. 308–313.

PERGOLI CAMPANELLI, A. (2014). Restoration of the façade of the Pirelli skyscraper in Milan and the repair of damage to reinforced concrete structures caused by a plane crash: An example of critic conservation. Frontiers of Architectural Research, 3, 213–223.

PONTI, G. (1956). Espressione del grattacielo Pirelli in costruzione a Milano. Domus, 316, 1–16.

PONTI, G. (1960). Il centro Pirelli. Edilizia moderna, 71.

PONTI, G. (1961). Il Centro Pirelli a Milano. Vitrum, 124, 2–32.

PONTI, G. (1961). Prima e dopo la Pirelli. Domus, 379, 31–34.

PONTI, G. (1961). Si fa coi pensieri. Domus, 379, 1–30.

SALVO, S. (2005). Il restauro del grattacielo Pirelli. La risposta italiana ad una questione internazionale. Arkos, 10, 64–71.

SALVO, S. (2006). Facciate continue. Dopo il restauro del grattacielo Pirelli. L'architetto italiano, 14, 92–97.

SALVO, S. (2007). Grattacielo Pirelli. Cronaca di un restauro. Quaderni dell'Istituto di Storia dell'Architettura, 44–50, 571–580.

SALVO, S. (2009). Il restauro del palazzo Pirelli: echi e risonanze. Confronti VIII, 1, 99–113.

SALVO, S. (2011). Il destino dei cristalli nel restauro del grattacielo Pirelli di Milano: ubi maior minor cessat. In The Glass in the 20th Century Architecture: Preservation and Restoration. Mendrisio Academy Press, 2–27.

SALVO, S. (2014). Le conseguenze del restauro. Il grattacielo Pirelli dieci anni dopo l'intervento che l'ha riscoperto. Palladio, 53, 99–106.

Studio Ponti-Fornaroli-Rosselli, & Studio Valtolina-Dell'Orto (1955). Analisi di un progetto. Edilizia moderna, 55, 25–38.

VENTURINI, M., & Bandera, D. (2018). Interventi per il "restauro" dell'architettura moderna. Il caso del grattacielo Pirelli a Milano. In A. Morelli, S. Moretti, Fondazione Architetti Firenze (a cura di), Il cantiere di restauro dell'architettura moderna. Teoria e prassi. Nardini, 159–163.

VIGANÒ, V. (1956). Immeuble Pirelli, Milan. L'Architecture d'Aujourd'hui, 64, 2–5.

Haus Hardenberg, Berlino, Germania

(1956). Büro- und Geschäftshaus in Berlin. Architekt: Paul Schwebes. Bauwelt, 44, 1234–1237.

(1958). Geschäftshaus in Berlin-Charlottenburg. Architekt: Paul Schwebes. DBZ – Deutsche Bauzeitschrift, 10, 1104–1105.

AYÓN, A., Pottgiesser, U., & Richards, N. (2019). Reglazing Modernism: Intervention Strategies for 20th-Century Icons. Birkhäuser, 122–129.

BUCHHANDLUNG KIEPERT (1956). Festschrift zur Eröffnung des neuen Stammhauses der Buchhandlung Kiepert am Ernst-Reuter-Platz / Hardenbergstraße. Kiepert.

DORSEMAGEN, D. (2004). Büro- und Geschäftshausfassaden der 50er Jahre: Konservatorische Probleme am Beispiel West-Berlins. Tesi di dottorato, Technische Universität Berlin, 314–316.

POTTGIESSER, U. (2009). Revitalisation Strategies for Modern Glass Facades of the 20th Century. In C.A. Brebbia (a cura di), Structural Studies, Repairs and Maintenance of Heritage Architecture XI, WIT Transactions on The Built Environment, 109 (pp. 569–580). WIT Press.

POTTGIESSER, U., & Kirch, J. (2010). Typology of Steel Profiles in Modern Facade Constructions: Examples from Germany. In Metal in Modern Movement Architecture: Proceedings of the 2010 DOCOMOMO ISC Technology Seminar(pp. 1–32).

REMMELE, M. (2010). In die Jahre gekommen: Haus Hardenberg. Deutsche Bauzeitung, 144 (11), 52–55.

Kleiburg, Amsterdam, Paesi Bassi

BANHAM, R. (1966). The New Brutalism: Ethic or Aesthetic? Architectural Press.

CROSET, P.-A., & Canclini, A. (2020). On the CIAM 7 Grid: From an Ideological to a Critical Tool. The Plan Journal, 5 (1), 89–117.

HELLEMAN, G., & Wassenberg, F. (2004). The Renewal of What Was Tomorrow's Idealistic City: Amsterdam's Bijlmermeer High-Rise. Cities, 21 (1), 3–17.

KOOLHAAS, R., & Mau, B. (1995). S,M,L,XL. The Monacelli Press.

LEPRATTO, F. (2024). Fine-Tuning the Intensity of Modifications to Revitalize Brutalist Mass Housing: Learning from Park Hill and Bijlmermeer. The Plan Journal, 9 (1), 103–128.

MENTZEL, M. (1990). The Birth of Bijlmermeer (1965): The Origin and Explanation of High-Rise Decision Making. Netherlands Journal of Housing and Environmental Research, 5 (4), 359–375.

MORKA, F. (2021). The Potential of Klusflat Strategy for Affordable and Valuable Living Spaces for Young Professionals. Tesi di laurea magistrale, Delft University of Technology.

NASSUTH, S. (1965). De Bijlmermeer: Stedenbouwkundig ontwerp. Dienst der Publieke Werken.

RAMBERT, F., Colombet, M., & Carboni, C. (a cura di) (2015). Un bâtiment, combien de vies? La transformation comme acte de création. Silvana Editoriale.

THOMSEN, A., & van der Flier, K. (2009). Replacement or Renovation of Dwellings: The Relevance of a More Sustainable Approach. Building Research & Information, 37 (5–6), 649–659.

TURKINGTON, R., van Kempen, R., & Wassenberg, F. (a cura di) (2004). High-Rise Housing in Europe: Current Trends and Future Prospects. DUP Science.

VAN ALTENA, V., & Dol, M. (2007). The IMAGE Project: New Tools for Neighbourhood Regeneration. City of Delft.

WILKINSON, T. (2017). Bijlmermeer Estate by NL Architects with XVW Architectuur. The Architectural Review, 17 luglio.

Museo Guggenheim, New York City, Stati Uniti

(1959). Il Museo Guggenheim di Wright. Domus, 359.

AYÓN, A. (2009). Historic Fabric vs. Design Intent: Authenticity and Preservation of Modern Architecture at Frank Lloyd Wright's Solomon R. Guggenheim Museum. Journal of Architectural Conservation, 15 (3), 41–58.

AYÓN, A., & Jerome, P. (2011). Desafíos de Conservación en el Museo Guggenheim de Frank Lloyd Wright. ArquiTectónica, 18–19, 193–206.

AYÓN, A., Jerome, P., Franco, L., Rothbart, C., Boornazian, G., Weiss, N.R., Trienens, A.T., Silman, R., Meade, E., Hudson, N., & Rose, W.B. (2009). The Guggenheim at Fifty: Notes on Recent Preservation Work. DOCOMOMO Journal, 41, 73–79.

AYÓN, A., Pottgiesser, U., & Richards, N. (2019). Reglazing Modernism: Intervention Strategies for 20th-Century Icons. Birkhäuser, 210–217.

AYÓN, A., & Rose, W.B. (2010). Glazing Upgrade at Frank Lloyd Wright's Solomon R. Guggenheim Museum. In Building Enclosure Science & Technology (BEST2) Conference, Portland, 12–14 aprile 2010.

AYÓN, A., & Rose, W.B. (2011). Reglazing Frank Lloyd Wright's Solomon R. Guggenheim Museum in New York City. APT Bulletin: The Journal of Preservation Technology, 42 (2–3), 59–66.

BANHAM, R. (1960). Theory and Design in the First Machine Age. Architectural Press.

BLAKE, P. (1959). The Guggenheim: Museum or Monument? Architectural Forum, 111 (6), 86–93.

CALNEK, A. (2005). The New Yorker Visits the Guggenheim. Solomon R. Guggenheim Foundation.

CHAN, S. (2007, 21 novembre). Pale Gray or Light Yellow? A Ruling on the Guggenheim. The New York Times.

FRAMPTON, K. (1980). Modern Architecture: A Critical History. Thames & Hudson.

GIEDION, S. (1967). Space, Time and Architecture: The Growth of a New Tradition (5ª ed.). Harvard University Press.

GOLDBERGER, P. (1992, 21 giugno). The Liberation of the Guggenheim. The New York Times.

GRAY, C. (2009, 28 giugno). Fifth Avenue Shocker: The Building Wore Red. The New York Times.

HART, S. (2008). Guggenheim Face-Lift Retains Original Wrinkles. Architectural Record, 196 (12), 153–154.

JEROME, P. (2009). Restoring Frank Lloyd Wright's Solomon R. Guggenheim's Museum. In (Un)loved Modern? Australia ICOMOS 2009 National Conference, Sydney, 7–10 luglio 2009.

JEROME, P., Ayón, A., & Schwartzbaum, P.M. (2008). Restoration and Facilities Enhancement of Frank Lloyd Wright's Solomon R. Guggenheim Museum in New York. News in Conservation, 6, 4–5.

MATERO, F.G., & Fitzgerald, R. (2007). The Fallacies of Intent: "Finishing" Frank Lloyd Wright's Guggenheim Museum. APT Bulletin: The Journal of Preservation Technology, 38 (1), 3–12.

POGREBIN, R. (2007, 10 settembre). The Restorers' Art of the Invisible. The New York Times.

SIRY, J.M. (2012). Seamless Continuity versus the Nature of Materials: Gunite and Frank Lloyd Wright's Guggenheim Museum. Journal of the Society of Architectural Historians, 71 (1), 78–108.

TRIENENS, A.T., Boornazian, G., & Weiss, N.R. (2008). Concrete Repairs and Coatings for Frank Lloyd Wright's Solomon R. Guggenheim Museum. In D. van den Heuvel, M. Mesman, W. Quist, & B. Lemmens (a cura di), The Challenge of Change: Dealing with the Legacy of the Modern Movement (pp. 375–382). IOS Press.

TRIENENS, A.T., Boornazian, G., & Weiss, N.R. (2009). Guggenheim Museum: Laboratory and Field Evaluation of Concrete Repair Products. Concrete Repair Bulletin, 22 (5), 13–17.

VOGEL, C. (1994, 14 gennaio). Not Heat, But Humidity. The New York Times.

WEISS, N.R., Boornazian, G., & Trienens, A.T. (2010). Guggenheim Museum Exterior Colour: A Note from the Paint Analysts. Journal of Architectural Conservation, 16 (1), 95–96.

Officine ICO Centrale, Ivrea (TO), Italia

(1976). Dossier: Politique industrielle et architecture: le cas Olivetti. L'Architecture d'Aujourd'hui, 188, 14–17.

(2007). Ex edificio Olivetti, ICO Centrale, Ivrea. Dove sognare di vivere. Presenza Tecnica, 224, 40–49.

(2018). Dossier di Candidatura "Ivrea Città Industriale del XX secolo", 51–55.

BOLTRI, D., Maggia, G., Papa, E., & Vidari, P.P. (1998). Architetture olivettiane a Ivrea. I luoghi del lavoro e i servizi socio-assistenziali di fabbrica. Gangemi Editore, 32–43.

BONIFAZIO, P., & Giacopelli, E. (2007). Il paesaggio futuro. Letture e norme per il patrimonio dell'architettura moderna di Ivrea. Allemandi, 70–71.

BONIFAZIO, P., & Scrivano, P. (2001). Olivetti costruisce. Architettura moderna a Ivrea: guida al museo a cielo aperto. Skira, 48–59.

FERAUDO, G. (2008). Le grand verre. Il restauro delle Officine Ico di Ivrea. do.co.mo.mo Italia / giornale, 22, 10.

GENTILI TEDESCHI, E. (1959). Figini e Pollini. Il Balcone, 25–27, 88–91.

GIACOPELLI, E. (2008). Il recupero delle ex Officine Olivetti di Ivrea. In C. Ronchetta (a cura di), Progettare il patrimonio industriale. CELID, 297–305.

GIACOPELLI, E. (2011). La Olivetti e il mito della trasparenza. Riflessioni attorno al restauro della ICO Centrale. In F. Graf, F. Albani (a cura di), Il vetro nell'architettura del XX secolo: Conservazione e restauro. Mendrisio Academy Press, 259–275, 276–288.

GIACOPELLI, E. (2021). Stabilimento Olivetti a Ivrea - Il restauro delle facciate della ICO Centrale di Figini e Pollini. Recupero e Conservazione Magazine, 168, 88–97.

GIACOPELLI, E. (s.d.). Ivrea. Il restauro delle facciate delle Officine Ico. [Lezioni su Architettura di Ivrea: Progetto di salvaguardia e valorizzazione dell'architettura moderna].

GIUSTI, M.A., & Tamborrino, R. (2008). Guida all'architettura del Novecento in Piemonte (1902–2006). Allemandi, 174, 179–180.

GREGOTTI, V., & Marzari, G. (a cura di) (1996). Luigi Figini, Gino Pollini: opera completa. Electa, 355.

IRACE, F. (a cura di) (2009). Medaglia d'oro all'architettura italiana 2009. Triennale Electa, 136–139.

MORNATI, S. (2007). La ICO centrale di Figini e Pollini: il restauro e la riqualificazione. Industria delle Costruzioni, 395, 94–99.

MULAZZANI, M. (2008). L'identità ritrovata. Il restauro della ICO Centrale. Casabella, 766, 60–65.

PAGANELLI, C. (2007). L'immagine di Vodafone - At ICO Centrale, Ivrea. L'Arca, 230, 70–79.

POLANO, S., & Mulazzani, M. (1991). Guida all'architettura italiana del Novecento. Electa, 35.

RINALDI, P. (2007). Vodafone Italia - ICO Centrale Ivrea. OFX (allegato di OFArch n. 94), 14–29.

ROSSI, L. (2007). Vodafone interpreta la filosofia di Olivetti. Officelayout, 124, 70–77.

STEFANUTTI, L. (2007). Travi fredde per un progetto di riqualificazione. Riscaldamento Climatizzazione Idronica, 8, 29–33.

ZAPPA, A. (2007). Bentornata Utopia. Ex officine Olivetti di Ivrea. Costruire, 284.

Ex Ospedale Felix Platter, Basilea, Svizzera

(1967). VESKA, 3. VESKA-Verlag, Aarau.

(2025). Felix Platter Hospital Apartments / Wohnkomplex Felix Platter-Spital. In S AM Swiss Architecture Museum, werk, bauen + wohnen et al. (a cura di), SAY 25/26: Swiss Architecture Yearbook 2025/26, pp. 169–173. Park Books.

BIELI, R. (2015). Denkmalpflegerische Herausforderung. Untersuchung zur Erhaltung der Fassaden des Felix Platter-Spitals, Burgfelderstrasse 101. In Jahresbericht 2015. Kantonale Denkmalpflege Basel-Stadt, pp. 72–73.

BUNDESAMT FÜR KULTUR (BAK) (s.d.). Inventar der schützenswerten Ortsbilder der Schweiz von nationaler Bedeutung (ISOS): Basel.

MÜLLER SIGRIST ARCHITEKTEN, & RAPP ARCHITEKTEN (2024). Felix-Platter-Spital. ARCH+, 257, pp. 82–87.

QUANDT, F. (2022). Identität statt Abriss. TEC21 – Schweizerische Bauzeitung, 26, pp. 16–26.

RICKENBACHER, F., & BAUMANN, W. (1968). Das Felix-Platter-Spital in Basel. Schweizerische Bauzeitung, 86(16), pp. 264–272.

SCHWEIZER HEIMATSCHUTZ, & HEIMATSCHUTZ BASEL (2009). Baukultur entdecken. Basler Architektur der 1950er und 1960er Jahre, Auswahl 2. Schweizer Heimatschutz.

SIA-FACHGRUPPE FÜR DIE ERHALTUNG VON BAUWERKEN (2025). Umnutzung Felix Platter-Spital. Bau des Monats, 07–08.

SPIRGI, D. (2023). Das Westfeld: vom Spital zum Wohnquartier. Basler Stadtbuch 2023. Christoph Merian Stiftung, pp. 1–22.

ZETTEL, B. (2024). Umnutzung Felix-Platter-Spital in Basel / Conversion of the Felix Platter Hospital in Basel. DETAIL, 5, pp. 40–49.

ZÜGER, R. (2023). Zweites Leben. Umbau des Felix Platter Spitals von Müller Sigrist und Rapp Architekten. werk, bauen + wohnen, 10, pp. 34–40.

Padiglione Agnelli, Torino, Italia

(1957). Torino Esposizioni dieci anni 1947–1957. Tipografia Rattero.

ABEL, J.F., Arun, G., & Chiorino, M.A. (2013). Pier Luigi Nervi: Art and Technology in Building. Journal of the International Association for Shell and Spatial Structures, 54 (176–177), 79–86.

BOLOGNA, A., & Violetto, P.L. (2026, giugno). Il Salone B rinasce. L'Industria Italiana del Cemento, 864, 13–22.

CERAVOLO, R., Chiorino, C., Chiorino, M.A., Oreglia D'Isola, A., Oreglia D'Isola, S., Lenticchia, E., Luciani, L., & Moneo, R. (2018). Preservation and Rehabilitation Strategies for the Shell and Spatial Structures by Nervi and Morandi of the Turin Exhibition Center. In Proceedings of the IASS Symposium 2018: Creativity in Structural Design.

CERAVOLO, R., Faccio, P., Chiorino, C., Lenticchia, E., Spanò, A., & Tondolo, F. (2022). The Halls of Turin Exhibition Center by Pier Luigi Nervi: A Multi-Disciplinary Approach for Diagnosis and Preservation. DISEG – Politecnico di Torino.

CHIORINO, C., & Olmo, C. (a cura di) (2010). Pier Luigi Nervi: Architecture as Challenge. Silvana Editoriale.

COLONNETTI, G. (1957). Tecnica delle costruzioni: sezioni sottili. Realizzazioni di P.L. Nervi, E. Torroja e G. Oberti. In Scienza delle costruzioni, vol. 3 (pp. 3–58). Edizioni Scientifiche Einaudi.

COMBA, M. (2010). Il Palazzo delle Esposizioni: 1947–1954. In C. Olmo & C. Chiorino (a cura di), Pier Luigi Nervi: Architettura come sfida (pp. 152–155). Silvana Editoriale.

COMBA, M. (2011). Effetti costruttivi di una company town. Pier Luigi Nervi e il Servizio Costruzioni Fiat, 1947–1966. In S. Pace (a cura di), Pier Luigi Nervi: Torino, la committenza industriale, le culture architettoniche e politecniche italiane (pp. 120–135). Silvana Editoriale.

COMBA, M. (2012). Torino: Il Palazzo delle esposizioni, 1948: un augurio simbolico per l'industrializzazione italiana. Pier Luigi Nervi e la Fiat. In G. Bianchino & D. Costi (a cura di), Cantiere Nervi: la costruzione di un'identità: storie, geografie, paralleli (pp. 84–99). Skira.

GARGIANI, R., & Bologna, A. (2016). The Rhetoric of Pier Luigi Nervi: Concrete and Ferrocement Forms. EPFL Press.

GRECO, C. (2008). Pier Luigi Nervi: Dai primi brevetti al Palazzo delle Esposizioni di Torino 1917–1948. Quart Edizioni.

HUXTABLE, A.L. (1960). Pier Luigi Nervi. Il Saggiatore.

IORI, T. (2009). Pier Luigi Nervi. Motta Architettura.

LENTICCHIA, E., Manuello Bertetto, A.D.B., & Ceravolo, R. (2021). AE Propagation Velocity Calculation for Stiffness Estimation in Pier Luigi Nervi's Concrete Structures. Curved and Layered Structures, 8 (1), 109–118.

LENTICCHIA, E., Ceravolo, R., & Faccio, P. (2022). Understanding the Structures of Pier Luigi Nervi: A Multidisciplinary Approach. Vitruvio – International Journal of Architectural Technology and Sustainability, 7 (1), 48–59.

NERVI, P.L. (1945). Scienza o arte del costruire? Edizioni della Bussola.

NERVI, P.L. (1948). Le strutture portanti del Palazzo per le Esposizioni al Valentino. Atti e Rassegna Tecnica della Società degli Ingegneri e degli Architetti in Torino, 2 (7), 118–122.

NERVI, P.L. (1950). La struttura portante del nuovo Salone del Palazzo di Torino Esposizioni. Atti e Rassegna Tecnica della Società degli Ingegneri e degli Architetti in Torino, 4 (1–3), 5–7.

NERVI, P.L. (1951). Thin Reinforced Concrete Members from Turin Exhibition Halls. Civil Engineering, 21 (1), 26–31.

NERVI, P.L. (1954). Costruire correttamente: caratteristiche e possibilità delle strutture cementizie armate. U. Hoepli.

NERVI, P.L. (1965). Aesthetics and Technology in Building. Harvard University Press.

NERVI, P.L. (1985). Piccole onde in ferro-cemento. Rassegna, 24, 76–88.

PASQUAL, F. (2021). Il ruolo della ricerca archivistica nella redazione di un piano di conservazione: il caso dei saloni di Pier Luigi Nervi a Torino Esposizioni. In E. La Mantia (a cura di), Criteri di manutenzione degli edifici esistenti e di nuova progettazione nel XXI secolo, CONCRETE2021 (pp. 351–360). Università degli Studi del Molise.

PELLEGRINI, E. (1948). Salone del Palazzo delle Esposizioni al Valentino di Pier Luigi Nervi. Domus, 231, 8–9.

PERRI, S., Patrucco, G., Sammartano, G., & Spanò, A. (2022). Modellazione As-Built, verso il Digital Twin di Torino Esposizioni. In E. Currà, M. Docci, C. Menichelli, M. Russo & L. Severi (a cura di), Stati Generali del Patrimonio Industriale 2022 (pp. 1046–1066). Marsilio Editori.

REDAZIONE TECNICA. (1949). Le Hall de l'Office des Expositions à Turin. La Technique des Travaux, 25 (9–10), 280–292.

SAMMARTANO, G., Patrucco, G., Perri, S., Ceravolo, R., Lenticchia, E., & Spanò, A. (2021). Documenting Complexity for the 20th Century Heritage: The Enriched 3D Models of the Turin Exposition Nervi's Halls Digitization. ISPRS Annals of the Photogrammetry, Remote Sensing and Spatial Information Sciences, 8 (M–1), 141–148.

STOPPINO, G., & Casati, C. (1972). Itinerario Domus dell'architettura italiana: 7 architetture torinesi, 7 nel Canavese. Domus, 506, 3–10.

TAFURI, M. (2003). Storia dell'architettura italiana 1944–2002. Einaudi, 90.

TAFURI, M., & Dal Co, F. (1976). Architettura contemporanea. Electa.

TRENTIN, A., & Trombetti, T. (a cura di) (2010). La lezione di Pier Luigi Nervi. Bruno Mondadori Ricerca.

Padiglione Nervi, Torino, Italia

CERAVOLO, R., De Lucia, G., Lenticchia, E., Miraglia, G., Quattrone, A., Tondolo, F., Matta, E., Sammartano, G., Spanò, A., Chiorino, C., Bruschi, G., Faccio, P., & Nanni, A. (2021). Challenges in the Reuse and Upgrade of Pier Luigi Nervi's Structures. In P. Roca, L. Pelà, & C. Molins (a cura di), SAHC 2020: Proceedings of the 12th International Conference on Structural Analysis of Historical Constructions (pp. 71–81). CIMNE.

CERAVOLO, R., Faccio, P., Chiorino, C., Lenticchia, E., Spanò, A., & Tondolo, F. (2023). The Halls of Turin Exhibition Center by Pier Luigi Nervi: A Multi-disciplinary Approach for Diagnosis and Preservation. Getty Foundation.

COMBA, M. (2010). Il Palazzo delle Esposizioni: 1947–1954. In C. Olmo & C. Chiorino (a cura di), Pier Luigi Nervi. Architettura come sfida (pp. 152–155). Silvana Editoriale.

COMBA, M. (2011). Effetti costruttivi di una company town: Pier Luigi Nervi e il Servizio Costruzioni Fiat (1947–1966). In S. Pace (a cura di), Pier Luigi Nervi. Torino, la committenza industriale, le culture architettoniche e politecniche italiane (pp. 25–34). Silvana Editoriale.

COMBA, M. (2012). Torino: Il Palazzo delle esposizioni, 1948: un augurio simbolico per l'industrializzazione italiana. Pier Luigi Nervi e la Fiat. In G. Bianchino & D. Costi (a cura di), Cantiere Nervi: la costruzione di un'identità. Storie, geografie, paralleli (pp. 128–133). Skira.

COMUNE DI TORINO, & POLITECNICO DI TORINO – DIPARTIMENTO ARCHITETTURA E DESIGN (2014). Polo della Cultura e Campus dell'Architettura e del Design: Ipotesi di recupero e rifunzionalizzazione del complesso di Torino Esposizioni. Politecnico di Torino.

GARGIANI, R., & Bologna, A. (2016). The Rhetoric of Pier Luigi Nervi: Concrete and Ferrocement Forms. EPFL Press.

HUXTABLE, A.L. (1960). Pier Luigi Nervi. Il Saggiatore.

IORI, T. (2009). Pier Luigi Nervi. Motta Architettura.

LENTICCHIA, E., Ceravolo, R., & Antonaci, P. (2018). Sensor Placement Strategies for the Seismic Monitoring of Complex Vaulted Structures of the Modern Architectural Heritage. Shock and Vibration, 2018.

LENTICCHIA, E., Ceravolo, R., & Faccio, P. (2023). Understanding the Structures of Pier Luigi Nervi: A Multidisciplinary Approach. Vitruvio – International Journal of Architectural Technology and Sustainability, 8, 66–75.

LESLIE, T. (2013). Carpenter's Parametrics: Economics, Efficiency, and Form in Pier Luigi Nervi's Concrete Designs. Journal of the International Association for Shell and Spatial Structures, 54 (176–177), 107–115.

NERVI, P.L. (1948). Le strutture portanti del Palazzo per le Esposizioni al Valentino. Atti e Rassegna Tecnica della Società degli Ingegneri e degli Architetti in Torino, 7, 118–122.

NERVI, P.L. (1951). Thin Reinforced Concrete Members from Turin Exhibition Halls. Civil Engineering, 1, 26–31.

NERVI, P.L. (1955). Costruire correttamente. Caratteristiche e possibilità delle strutture cementizie armate. Hoepli.

NERVI, P.L. (1965). Aesthetics and Technology in Building. Harvard University Press.

OLMO, C., & Chiorino, C. (a cura di) (2010). Pier Luigi Nervi. Architettura come sfida. Silvana Editoriale.

PACE, S. (a cura di) (2011). Pier Luigi Nervi. Torino, la committenza industriale, le culture architettoniche e politecniche italiane. Silvana Editoriale.

PASQUAL, F. (2021). Il ruolo della ricerca archivistica nella redazione di un piano di conservazione: il caso dei saloni di Pier Luigi Nervi a Torino Esposizioni. In E. La Mantia (a cura di), Criteri di manutenzione degli edifici esistenti e di nuova progettazione nel XXI secolo. CONCRETE2021 (pp. 351–360). Università degli Studi del Molise.

PERRI, S., Patrucco, G., Sammartano, G., & Spanò, A. (2022). Modellazione As-Built, verso il Digital Twin di Torino Esposizioni. In E. Currà, M. Docci, C. Menichelli, M. Russo, & L. Severi (a cura di), Stati Generali del Patrimonio Industriale 2022 (pp. 1046–1066). Marsilio Editori.

POLITECNICO DI TORINO – DIREZIONE PROGES (2021). Torino Esposizioni Padiglioni 1 / 3A / 3B – Progetto di Fattibilità Tecnica ed Economica (PFTE): Relazione Illustrativa Generale. Codice elaborato 000160_04RI_TO_ESPXXX_COMPLESSO 001_PADIGLIONI VARI. Politecnico di Torino.

SPARASCIO, V. (2021). Investigations on the Structural Criticalities of Pier Luigi Nervi's Hall C in the Turin Exhibition Center. Tesi di laurea magistrale, Politecnico di Torino.

STOPPINO, G., & Casati, C. (1972). Itinerario Domus dell'architettura italiana: 7 architetture torinesi, 7 nel Canavese. Domus, 506, 3–10.

TAFURI, M. (2002). Storia dell'architettura italiana 1944–1985. Einaudi, 90.

TAFURI, M., & Dal Co, F. (1976). Architettura contemporanea. Electa.

TRENTIN, A., & Trombetti, T. (a cura di) (2010). La lezione di Pier Luigi Nervi. Bruno Mondadori Ricerca.

Padiglione Tavolara, Sassari, Italia

(1957). A Sassari, mostra dell'artigianato sardo. Domus, 328, 37–44.

FAIFERRI, M. (a cura di) (2007). La misura del paesaggio, piccola guida a cinquant'anni di architettura in Sardegna: i paesaggi del futuro. Domus, 899, allegato, 84.

GIZZI, S. (2004). Studi e indagini propedeutici al restauro di due complessi architetto-

nici degli anni Cinquanta nella Sardegna Settentrionale. In G. Biscontin. G. Driussi (a cura di), Scienza e Beni culturali XX, Architettura e materiali del Novecento. Conservazione, restauro, manutenzione. Arcadia Ricerche, 845–860.

LUCCHINI, M. (2009). Padiglione dell'artigianato Eugenio Tavolara. In L'identità molteplice: architettura contemporanea in Sardegna dal 1930 al 2008. Aisara, 184–187.

MASALA, F. (2001). Architettura dall'Unità d'Italia alla fine del '900. Ilisso, 262, 264–265.

PISANU, M., & Sanjust, P. (2014). The challenging issues of restoring a Modern building while respecting the project's principles of "sustainability": the case study of the Tavolara Pavilion. In R. Amoèda, S. Lira, C. Pinheiro (a cura di), Heritage 2014 – Proceedings of the 4th International Conference on Heritage and Sustainable Development, Green Lines Institute for Sustainable Development, 1059–1067.

PORETTI, S., & Gizzi, S. (2007). Il Padiglione dell'Artigianato a Sassari. Architettura e conservazione. Gangemi.

SANJUST, P. (2017). Il Padiglione dell'artigianato di Sassari, capolavoro di Ubaldo Badas tra realismo ed espressionismo strutturale. In Modernismi. Storie di architetture e costruzioni del '900 in Sardegna. Aracne, 206–218.

SANJUST, P., & Dervis, A. (2023). Padiglione Tavolara. Il restauro del Padiglione dell'Artigianato di Sassari. Altralinea.

Park Hill, Sheffield, Regno Unito

(1972). The Estate Outside the Dwelling: Reactions of Residents to Aspects of Housing Layout. H.M.S.O.

ABBOTT, D., & Pollitt, K. (1980). Hill Housing: A Comparative Study. Granada, 149–151.

BACON, C.W. (1982). Streets in the Sky: The Rise and Fall of the Modern Architectural Urban Utopia. Tesi di dottorato, University of Sheffield, Department of Town and Regional Planning.

BACON, C.W. (1985). Park Hill in its Social Context. University of Sheffield, Department of Town and Regional Planning.

BANHAM, R. (1961). Park Hill Housing, Sheffield. The Architectural Review, 130 (778), 402–410.

BANHAM, R. (1973, ottobre). The Park Hill Victory. New Society.

BANHAM, R. (1974, maggio/giugno). Park Hill Revisited: English Public Housing that Broke the Rules (But Works Anyway). The Architectural Review.

CORPORATION OF SHEFFIELD, Housing Development Committee. (1962). Ten Years of Housing in Sheffield 1953–1963. Corporation of Sheffield, 38–60.

CROOKE, P., Mayne, R., & Lewis, D. (1962). Sheffield, Park Hill. Architectural Design, 75.

CRUICKSHANK, D. (1995). Park Hill, Sheffield 1960–1965. Journal of the Royal Institute of British Architects.

DARKE, R., & Darke, J. (1972, novembre). Sheffield Revisited: Urban Evaluations. Built Environment, 557–561.

GLENDINNING, M., & Muthesius, S. (1994). Tower Block: Modern Public Housing in England, Scotland, Wales and Northern Ireland. Yale University Press.

HANLEY, L. (2007). Estates: An Intimate History. Granta.

HARWOOD, E. (1996). Historic Buildings in Sheffield – Park Hill. English Heritage.

HARWOOD, E. (1996). Something Worth Keeping? Post-war Architecture in England. English Heritage.

HATHERLEY, O. (2010). A Guide to the New Ruins of Great Britain. Verso Books.

JACKSON, A. (1970). The Politics of Architecture: A History of Modern Architecture in Britain. University of Toronto Press.

LEPRATTO, F. (2024). Fine-Tuning the Intensity of Modifications to Revitalize Brutalist Mass Housing: Learning from Park Hill and Bijlmermeer. The Plan Journal, 9 (1), 103–128.

LYNN, J., & Richmond, G.I. (1962). Park Hill Redevelopment, Sheffield: The Development of the Design. Journal of the Royal Institute of British Architects, 69 (12), 447–461.

MARK, L. (2023, 22 marzo). Park Hill Phase 2 in Sheffield, United Kingdom by Mikhail Riches. The Architectural Review.

RICHES, A., & Young, E. (2024, 30 luglio). Park Hill Phase 2, Sheffield, by Mikhail Riches: Stirling Prize 2024 Shortlist. RIBA Journal.

RICHMOND, G.I. (1962). Description of Services, including Garchey Waste Disposal Units. Journal of the Royal Institute of British Architects, 69 (12), 462–469.

SAINT, A., et al. (1996). Park Hill: What Next? Architectural Association.

SHEFFIELD LIBRARIES ARCHIVES AND INFORMATION. (2018, giugno). Sources for the Study of Park Hill and Hyde Park Flats. Sheffield City Council, Study Guide v.1.12.

TUFFREY, P. (2013). Sheffield Flats: Park Hill and Hyde Park, Hope, Eye-sore, Heritage. Fonthill Media.

WILSON, R. (2023, 23 novembre). Park Hill Phase 2 by Mikhail Riches: Less Vibrancy, More Subtlety. The Architects' Journal.

WOMERSLEY, J.L. (1955, aprile). Park Hill Redevelopment Scheme, Sheffield. Municipal Journal, 3243, 1007–1012.

WOMERSLEY, J.L. (1958, luglio). Slum Clearance and Redevelopment at Sheffield. The Surveyor and Municipal and County Engineer.

Quartiere INA-Casa di Forte Quezzi – Casa A, Genova, Italia

BACCI, F. (2021). Quartiere residenziale Forte Quezzi. Luigi Carlo Daneri, Eugenio Fuselli. Sagep.

BERNASCONI, G.A. (1968). Cronache di architettura italiana. Il quartiere di Forte Quezzi, Genova. Casabella, 325, 58–63.

BOBBIO, R., Franco, G., Giudice, G., & Castagnino, P. (2009). Un secolo di storia al servizio dell'edilizia sociale. Colombo Grafiche di G.Tiezzi, 34–39.

BOERI, E. (2024). Luigi Carlo Daneri, 1900–1972. Abitare il paesaggio. Silvana, 94–117.

BONELLI, R. (1959). Quartiere residenziale al Forte Quezzi in Genova. L'Architettura. Cronache e storia, 41, 762–763.

BUCCI, F., & Lucchini, M. (2010). "La casa per tutti": la Stadtkrone di Genova. Il Biscione, la lezione di Le Corbusier e il Piano Fanfani. Casabella, 793, 50–61.

CAMERIN, F., & Gastaldi, F. (2025). El barrio de vivienda social Forte Quezzi de Génova (Italia): evolución. debate y encuesta ciudadana. Ciudad y territorio. Estudios territoriales, 57 (225), 438–461.

DANERI, L.C. (1959). Luigi Carlo Daneri difende il quartiere INA-Casa di Forte Quezzi a Genova. L'Architettura. Cronache e storia, 44, 76.

MUGNAI, F. (2016). Un margine per Genova. Il quartiere residenziale di Forte Quezzi di Luigi Carlo Daneri. Firenze Architettura, 20 (1), 44–49.

PATRONE, P.D. (1982). Daneri. Sagep, 132–137.

PICCARDO, E. (2023). Ri-visitati. Se il bonus 110% schiaccia la testa al "Biscione" di Daneri. Il Giornale dell'Architettura, 11/02/2023.

SELEM, H. (1960). Opere dell'architetto Luigi Carlo Daneri (1931–1960). 16 Quartiere INA-Casa di Genova Quezzi (1958). L'Architettura. Cronache e storia, 56, 96.

SIRTORI, W. (2013). L'architettura di Luigi Carlo Daneri. Una vicenda razionalista italiana. Libraccio, 93–97.

Quartiere Madonna Bianca, Trento, Italia

(1993). Abitare in Trentino: I.A.C.P. - I.T.E.A., settant'anni, numero monografico de "I Quaderni del Trentino". Quaderni del Trentino.

(2023). Renovation of a 1970s social housing complex. In "European Collective Housing Award 2024 Finalist".

(2024). Torri di Madonna Bianca. Una riqualificazione energetica in armonia con il contesto. The Plan. n. 153 [04–2024], 124–125.

(2025). TN08 - Recupero del moderno. In "Euregio Baukulturpreis- Premio dell'Euregio per la cultura del costruito" (candidatura).

Campomarzio (2017). Quartiere Madonna Bianca. A. Trimestrale di informazione dell'Ordine degli Architetti PPC della Provincia di Trento, 3, 25–29.

GIOVANAZZI, S. (1997). Il Trentino come soglia: l'architettura trentina del '900 tra Nord e Sud. Vol. 1 L'area urbana di Trento. Luoghi.

GRETTER, M., Lando, M., Maffei, L., & Sandri, F. (1982). Case popolari: 60 anni di edilizia pubblica in Trentino. I.T.E.A.

LUPO, M. (a cura di) (1988). Architetti Trentino-Alto Adige. Rassegna. Istituto di Credito Fondiario della Regione Trentino-Alto Adige.

PAONE, F. (2005). 1968: grandi architetture residenziali. Edilizia popolare, 279–281, 30–35.

ZANON, B. (2005). Territorio, urbanistica, ambiente: l'organizzazione del paesaggio urbano. In A. Leonardi, P. Pombeni (a cura di), Storia del Trentino, vol. VI, L'età contemporanea. Il Novecento. Il Mulino.

(1965, maggio). Laboratory 1: Procession of Massive Forms. Architectural Forum, 122, 36–46.

(1967). Salk Institute for Biological Studies, La Jolla, California. Architectural Record, 6.

(1967). Salk Institute. Casabella, 314.

AYÓN, A., Pottgiesser, U., & Richards, N. (2019). Reglazing Modernism: Intervention Strategies for 20th-Century Icons. Birkhäuser.

BARRENECHE, R.A. (1996, marzo). Concrete Controversy at the Salk. Architecture, 85 (3), 125–129.

BOURGEOIS, S. (2013). Genesis of the Salk Institute: The Epic of Its Founders. University of California Press.

BROWNLEE, D.B., & DeLong, D.G. (1991). Louis I. Kahn: In the Realm of Architecture. Rizzoli.

CROSBIE, M.J. (1993, ottobre). Dissecting the Salk. Progressive Architecture, 74 (10), 40–47.

CURTIS, W.J.R. (1982). Modern Architecture Since 1900. Phaidon Press.

FEARON, A. (2018). With the Help of Nature: Kahn, the Wood House and the Culture of Stewardship. DOCOMOMO Journal, 58, 40–49.

FRAMPTON, K. (1980). Modern Architecture: A Critical History. Thames & Hudson.

FRIEDMAN, D.S., & Stoller, E. (1999). The Salk Institute: Building Block Series. Princeton Architectural Press.

GETTY CONSERVATION INSTITUTE. (2019). The Buildings of Louis Kahn: Conserving Exterior Wood. J. Paul Getty Trust, Appendix B: Salk Institute for Biological Studies, 54–75.

GOLDHAGEN, S.W. (2001). Louis Kahn's Situated Modernism. Yale University Press.

KAHN, L.I. (2003). Louis Kahn: Essential Texts. W. W. Norton.

LARDINOIS, S. (2017). Salk Institute for Biological Studies Conservation Project: Teak Window Wall Assemblies. Phase 1: Research and Investigation Results and Preliminary Conservation Proposals. The Getty Conservation Institute.

LARDINOIS, S., & Normandin, K. (2018). Conserving the Teak Window Wall Assemblies at the Salk Institute for Biological Studies. DOCOMOMO Journal, 58, 31–39.

LESLIE, S.W. (2008). Different Kind of Beauty: Scientific and Architectural Style in I. M. Pei's Mesa Laboratory and Louis Kahn's Salk Institute. Historical Studies in the Natural Sciences, 38 (2), 173–221.

LESLIE, T. (2003). Things in Their Best Order: Technical Aspects of the Salk Institute and Their Role in Its Design. Journal of Architecture, 8 (1), 95–113.

LESLIE, T. (2005). Louis I. Kahn: Building Art, Building Science. Braziller.

LOBELL, J. (1979/2008). Between Silence and Light: Spirit in the Architecture of Louis I. Kahn. Shambhala Publications.

MCCOY, E. (1967, dicembre). Dr. Salk Talks about His Institute. Architectural Forum, 127, 27–35.

PAGE & TURNBULL, INC. (2007). Salk Institute for Biological Studies, La Jolla, California: Historic Resources Technical Report. Page & Turnbull.

PROWN, J.D., & Denavit, K.E. (a cura di) (2014). Louis I. Kahn in Conversation: Interviews with John W. Cook and Heinrich Klotz, 1969–70. Yale University Press.

SALK, J. (1985). Istituto Salk per Studi Biologici, La Jolla, California (1959–1965). Rassegna, 21 (1), 28–36.

SORKIN, M. (1992). Forms of Attachment: Additions to Modern American Monuments. Lotus International, 72, 90–95.

STEELE, J. (1993). Salk Institute: Louis I. Kahn. Phaidon Press.

TAFURI, M., & Dal Co, F. (1976). Architettura contemporanea. Electa.

WISEMAN, C. (2007). Louis I. Kahn: Beyond Time and Style: A Life in Architecture. W. W. Norton & Co.

WISS, JANNEY, ELSTNER ASSOCIATES, INC., Inskip and Gee Architects, & Liz Sargent HLA. (2017). Conservation Management Plan: Salk Institute for Biological Studies, La Jolla, California. Salk Institute.

WURMAN, R.S. (1986). What Will Be Has Always Been: The Words of Louis I. Kahn. Rizzoli.

Teatro Scharoun, Wolfsburg, Germania

BARTHMANN, K., Curti, R., & Froberg, N. (2013). Hans Scharouns Theater für Wolfsburg 1973–2013. Forum Architektur der Stadt Wolfsburg (a cura di). Jovis Verlag.

BARTHMANN, K., & Curti, R. (2013). Das Stadttheater in Wolfsburg von Hans Scharoun als Kulturdenkmal. In K. Barthmann, R. Curti & N. Froberg, Hans Scharouns Theater für Wolfsburg 1973–2013. Jovis Verlag, 15–34.

BRENNE, W. (2023). Scharoun-Theater Wolfsburg – Denkmalschutz zwischen Authentizität und modernster Technik. In S. Brandt, J. Haspel & J. Ziesemer (a cura di), Sein oder Nichtsein? Theaterbauten in der Sanierung. ICOMOS, Hefte des Deutschen Nationalkomitees LXXX. Holger Beiszer, 157–163.

BRINKMANN, U. (2016). Theater in Wolfsburg. Sanierung Winfried Brenne. Bauwelt, 25.

BÜRKLE, J.C. (1993). Hans Scharoun. Artemis Verlags-AG, 140–154.

CURTI, R. (2016). Kulturdenkmal Theater Wolfsburg – Denkmalwerte und deren Erhaltung. In Forum Architektur der Stadt Wolfsburg (a cura di), Erhalten. Ertüchtigen. Erneuern. Generalsanierung Theater Wolfsburg 2014–2015. Jovis Verlag, 26–35.

CURTI, R. (2016). Großes Theater in Wolfsburg. Die Denkmalpflege, 74, 201–202.

FORUM ARCHITEKTUR DER STADT WOLFSBURG (a cura di) (2016). Erhalten. Ertüchtigen. Erneuern. Generalsanierung Theater Wolfsburg 2014–2015. Jovis Verlag.

FROBERG, N., Knufinke, U., & Kreykenboom, S. (2011). Wolfsburg. Der Architekturführer. Braun Publishing, 118–119.

KNUFINKE, U., Funke, N.H., Froberg, N., & Gisbertz, O. (a cura di) (2017). ACHTUNG modern!. Michael Imhof, 166 ss.

KRAFT, B. (2016). Sanierung Scharoun-Theater, Wolfsburg. DBZ – Deutsche BauZeitschrift, 04.

PAPE, E.-M., Reintsema, J., Paulukat, C., Meier-Wiedemann, B., Krämer, H., et al. (2020). Energetische Querschnittserhebung deutscher Theaterspielstätten und Monitoring Scharoun Theater Wolfsburg mit Schwerpunkt Komfortuntersuchung. Schlussbericht. Technische Hochschule Köln, Fakultät für Architektur, Institut für Energieeffiziente Architektur[3].

SCHÖNWETTER, C. (2016). Die Kunst des Unsichtbaren / L'arte dell'invisibile. Il teatro di Hans Scharoun a Wolfsburg viene modernizzato. db deutsche bauzeitung, 06, 38–41.

STADT WOLFSBURG (a cura di) (1973). Theater der Stadt Wolfsburg.

WEISS, G., Eichwalder, K., Dehio, G., & Gall, E. (1992). Bremen, Niedersachsen. In Handbuch der deutschen Kunstdenkmäler. Deutscher Kunstverlag, 1406.

Teatro Comunale di Alessandria, Alessandria, Italia

AA.VV. (2004). Alessandria in scena. Storie cittadine di teatri e teatranti. ASPAL S.p.A., Alessandria.

BALLERINO, A. (2002). Nonsolonebbia. Teatro, cinema, vita culturale ad Alessandria. Falsopiano, Alessandria.

BASSI,, L. (2009). Teatri e teatro in Alessandria: dal 1700 ad oggi. BCA Studi e Ricerche, Alessandria.

Teatro Nuovo, Torino, Italia

BISCARETTI DI RUFFIA, R. (1950, giugno). Sistemazione acustica della sala del Teatro Nuovo di Torino. Edilizia Moderna, 44, 29–34.

CERAVOLO, R., Faccio, P., Chiorino, C., Lenticchia, E., Spanò, A., & Tondolo, F. (2022). The Halls of Turin Exhibition Center by Pier Luigi Nervi: A Multi-Disciplinary Approach for Diagnosis and Preservation. DISEG – Politecnico di Torino.

COMBA, M. (2010). Palazzo di Torino Esposizioni 1947–1954. In C. Olmo & C. Chiorino (a cura di), Pier Luigi Nervi. Architettura come sfida (pp. 152–167). Silvana Editoriale.

CROSET, P. A., & Re, L. (2023). L'architettura di Torino Esposizioni come spazio-testo per formare nuovi architetti. In G. Montanari (a cura di), Italia '61 a Torino. Una modernità tradita. Atti della Giornata di Studio, 19 novembre 2011 (pp. 93–94). Società Piemontese di Archeologia e Belle Arti.

FARIELLO, F. (1937, marzo). Il concorso per il Palazzo della Moda a Torino. Architettura, XV, 172–176.

FELISIO, P. (1995, aprile). Il Palazzo per la Moda e le esposizioni al Valentino. 1936–38. Cronache e osservazioni di un concorso torinese. Atti e Rassegna Tecnica della Società degli Ingegneri e degli Architetti in Torino, nuova serie, 49(1), 39–47.

GARUZZO, V. (2002, giugno). Il Palazzo torinese della Moda al Valentino. Studi Piemontesi, XXXI(1), 53–65.

GARUZZO, V. (2002, dicembre). Da Palazzo della Moda a Torino Esposizioni: la ricostruzione nel dopoguerra. Studi Piemontesi, XXXI(2), 381–390.

MELIS, A. (1937, gennaio). Concorso per la nuova sede dell'Ente Nazionale della Moda a Torino. Progetto dell'architetto Ettore Sottsass. L'Architettura Italiana, XV, 1–7.

MUSSATTI, M. (2016/2017). Il Palazzo del Giornale: spazio espositivo e uso pubblico. Tesi di laurea, Università degli Studi di Torino, Dipartimento di Studi Storici.

PAGANO, G. (1936, dicembre). Il Palazzo della Moda, a Torino. Casabella, 108, 20–25.

PETTENA, G., & Carboni, M. (a cura di) (1991). Ettore Sottsass senior. Architetto. Electa.

VIGLIOCCO, E. (a cura di) (2023). Parchi urbani di nuova generazione. Strategia per valorizzare il parco del Valentino / Next Generation Urban Parks. Valentino Park Enhancement Strategy. Politecnico di Torino.

Torre Velasca, Milano, Italia

(1959). La Torre Velasca a Milano. Casabella continuità, 232, 9–17.

(1960). The Velasca Tower in Milan. Architectural Record, 9, 191–194.

(2023). Milano. Torre Velasca. Realtà Mapei, 178, 18–25.

(2025). Nel cuore della Torre Velasca. Realtà Mapei, 185, 18–21.

A. C (1959). Relazioni tecniche: La Torre Velasca a Milano. Casabella continuità, 232, 6–8.

ALOI, R. (1959). Nuove architetture a Milano. Hoepli, 27–36.

AVVEDIMENTO, S. (2005). Orizzonti della teoria e costruzione del progetto. Il caso della Torre Velasca. Rassegna di architettura e urbanistica, 115–116, 132–147.

BANHAM, R. (2003). Quando il grattacielo arrivò a Milano. Domus, 865, 4–11.

BRUNETTI, F. (a cura di) (1999). B.B.P.R. La torre Velasca a Milano. Alinea.

COPPA, A., & Iacobone, D. (a cura di) (2025). (A New) Torre Velasca? I grattacieli milanesi tra storia e progetto. Biblion edizioni, 55–61.

FIORI, L., & Prizzon, M. (a cura di) (1982). BBPR. La Torre Velasca. Disegni e progetto della Torre Velasca. Abitare Segesta.

GRECCHI, M. (2010). Torre Velasca a Milano. Arketipo, 46, 106–118.

GUIDARINI, S., & Molinari, L. (1997). Itinerario n. 138. Lo studio BBPR e Milano. Domus, 797.

LOLLINI, F., Redaelli, E., & Bertolini, L. (2016). Corrosion assessment of reinforced concrete elements of Torre Velasca in Milan. Case Studies in Construction Materials, 55–61.

MAFFIOLETTI, S. (a cura di) (1994). BBPR. Zanichelli, 136–141.

PACI, E. (1959). Continuità e coerenza dei B.B.P.R. Zodiac, 4, 82–115.

PONTI, G. (1961). La Torre Velasca. Domus, 378, 1–2.

RONCA, P., Crespi, P., Franchi, G., & Zichi, A. (2010). Il patrimonio architettonico del moderno: conservazione e durabilità per Torre Velasca. Seminario Internazionale CIAS - Madrid.

SAMONÀ, G. (1959). Il grattacielo più discusso d'Europa. La Torre Velasca a Milano. L'Architettura. Cronache e storia, 40, 658–675, 713–714.

Quartiere coordinato di via della Barca – Il Treno, Bologna, Italia

(2000). Il modernismo mascherato. L'opera di Giuseppe Vaccaro, vista da Bolognesi e Basilico. Domus, 831, 72–79.

(2004). Bologna. Guida di architettura. Allemandi, 212.

Accademia di Belle Arti di Bologna (2001). Figure del '900 2. Oltre l'Accademia. LaLit, 399.

Archivio Vaccaro, & Basilico, G. (2000). Giuseppe Vaccaro moderno e contemporaneo. Peliti Associati.

ARIOTI, E. (1987). Edilizia pubblica ed edilizia privata nella formazione di un'area periferica: il territorio della Barca in Bologna. Storia urbana: rivista di studi sulle trasformazioni della città e del territorio in età moderna, 39, 185–222.

BELLO, E.M. (2017). C.E.P. Barca. Quel che resta della città-pubblica. XX Conferenza Nazionale SIU. Urbanistica e/è Azione pubblica. La responsabilità della proposta Roma 12–14 giugno 2017, 304–309.

BERNABEI, G., Gresleri, G., & Zagnoni, S. (1984). Bologna moderna. 1860–1980. Pàtron. 187–189.

CARINI, A. (a cura di) (1978). Housing in Europa (1900–1960). Luigi Parma, 338–341.

CASCIATO, M., & Gresleri, G. (a cura di) (2006). Giuseppe Vaccaro. Architetture per Bologna. Compositori.

CASCIATO, M., & Orlandi, P. (a cura di) (2005). Quale e Quanta. Architettura in Emilia-Romagna nel secondo Novecento. Clueb, 21–28.

CERVELLATI, P.L., Scannavini, R., & De Angelis, C. (1977). La nuova cultura delle città: la salvaguardia dei centri storici, la riappropriazione sociale degli organismi urbani e l'analisi dello sviluppo territoriale nell'esperienza di Bologna. Edizioni scientifiche e tecniche Mondadori, 270.

GIORDANO, P. (1988). Vaccaro e Bologna. Domus, 693. XIII-XVI.

MALOSSI, E. (2000). Edilizia pubblica a Bologna: un itinerario. Metronomie. Ricerche e studi sul sistema urbano bolognese, 17, 115–126.

MULAZZANI, M. (a cura di) (2002). Giuseppe Vaccaro. Electa, 60–62, 208–211.

MURATORE, G., Capuano, A., Garofalo, F., & Pellegrini, E. (1988). Italia. Gli ultimi trent'anni. Zanichelli, 250.

MUROLO, M.G. (1995). Giuseppe Vaccaro nel movimento moderno. Vittoria della ragione. Strenna storica bolognese, 45, 405–433.

NERI, M.A., & Ratini, G. (1993). Storie di un quartiere senza storia, Bologna. Comune di Bologna.

PEDRAZZINI, A. (2013). La vicenda urbanistica dall'emergenza di guerra ai primi anni Settanta. In R. Zangheri (a cura di), Storia di Bologna vol. 4., tomo 2, Bologna in età contemporanea 1915–2000. Bononia University Press, 717, 719.

POLI, M. (2008). Cose d'altri tempi. Frammenti di storia bolognese. Minerva, 52–53.

VACCARO, G. (1957). Bologna: quartiere coordinato della Barca. Urbanistica, 24–25, 184–186.

VACCARO, G. (1962). Quartiere coordinato di via della Barca a Bologna, osservazioni sulle esperienze di progettazione. Casabella, 263, 14–28.

ZIRONI, S., & Branchetta, F. (a cura di) (1999). Alfredo Leorati. A. Forni, 47–51.

Trifoglio – Politecnico di Milano, Milano, Italia

BIRAGHI, M., Lo Ricco, G., & Micheli, S. (a cura di) (2013). Guida all'architettura di Milano 1954–2014. Hoepli.

BUCCI, F., & Faroldi, E. (2021). Architetture al Politecnico di Milano. Università è città. Silvana.

DI BIASE, C., & Vitale, D. (2008). Il "Trifoglio" di Gio Ponti al Politecnico di Milano (1959–1963), architettura e materiali. In S. Bortolotto, M.C. Giambruno (a cura di), I materiali e le finiture del "Moderno". Dip. Progettazione Architett, 141–153.

FAROLDI, E., & Vettori, M.P. (2021). Campus Leonardo Politecnico di Milano. Arketipo, 151, 70–83.

IRACE, F. (2008). Un campus virtuale. Annali di Storia delle università italiane, vol. 12, 45–58.

LICITRA PONTI, L. (2018). Gio Ponti e Milano. Guida alle architetture 1920–1970. Quodlibet, 161–165.

LICITRA PONTI, L. (2021). Gio Ponti. Taschen. 379.

VITALE, D. (2008). Un progetto per il Politecnico di Milano. Restauro e adattamento del Trifoglio di Gio Ponti. In Identità dell'architettura Italiana, vol. 6. Diabasis, 112–113.

(2018). Dossier di Candidatura "Ivrea Città Industriale del XX secolo", 40–41, 156–165, 173–175.

(2024). Ivrea. Rinnovare l'eredità architettonica di Adriano Olivetti. IoArch, 110, 108–113.

ASTARITA, R. (2000). Gli architetti di Olivetti: una storia di committenza industriale. Franco Angeli.

BONIFAZIO, P., & Scrivano, P. (2001). Olivetti costruisce. Architettura moderna a Ivrea: guida al museo a cielo aperto. Skira, 164–166.

CHIORINO, C. (2023). Tra restauro e innovazione. Restauro e retrofit energetico di Villa Rossi, edificio anni Sessanta patrimonio Unesco a Ivrea. Recupero e Conservazione Magazine, 177, 60–69.

CHIORINO, C. (2023). Come conservare e rinnovare l'architettura del Novecento? Il caso di Villa Rossi a Ivrea. Ingenio-web.

CUOGHI, D., & Giacopelli, E. (2023). Restauro di Villa Rossi a Ivrea: faccia a faccia con l'Architetto per scoprire tutti i dettagli dell'intervento. Ingenio-web.

FANTUCCI, S., & Giacopelli, E. (2025). Energy retrofit of modern heritage architecture: The case study of Villa Rossi in Ivrea. In ASHRAE Buildings XVI Conference "Thermal Performance of the Exterior Envelopes of Whole Buildings". C-66.

GIACOPELLI, E. (2021). Quattro ville dell'Ufficio Consulenza Case. Dipendenti Olivetti. Tra architettura e prodotto industriale. A&RT, 2, 9–20.

GIACOPELLI, E. (2024). Il restauro di Villa Rossi. do.co.mo.mo Italia / giornale, 37, 32–36.

OLMO, C., Bonifazio, P., & Lazzarini, L. (2018). Le case Olivetti a Ivrea. L'Ufficio Consulenza Case Dipendenti ed Emilio A. Tarpino. Il Mulino, 198–200.

PICCARDO, E. (2024). Villa Rossi ripensare il moderno. plug_in.

APPENDICE

CREDITI DELLE IMMAGINI

Copertina
Marta Casanova

L'involucro del secondo Novecento tra prestazione e identità
Figg. 1–2. Marta Casanova

Patrimonio costruito e transizione energetica. Politiche europee, tutela e compatibilità
Fig. 1. Sara Casanova

Il patrimonio moderno come risorsa oltre la riqualificazione energetica
Fig. 1. Rijksdienst voor het Cultureel Erfgoed, Beeldbank (263.699, 523.377) – Fotografie di Ton Schollen (in alto) e di Kris Roderburg (in basso), CC BY-SA 3.0

Fig. 2. © Birkhäuser

Fig. 3. © Wido Quist (in alto); © Alexander Severin (in basso)

La sfida del cambiamento: conservare il patrimonio architettonico del Novecento
Figg. 1–2. Marta Casanova

Tecniche di restauro per la conservazione dell'involucro del secondo Novecento
Fig. 1. Inan Ocak Zeynep

Fig. 2. Marta Casanova

Burgerweeshuis
Fig. 1. Aviodrome, Lelystad – Fotografia di KLM Aerocarto

Fig. 2. Stadsarchief Amsterdam – Fotografia di G.L.W. Oppenheim

Figg. 3–4, 6–7. © Jannes Linders

Fig. 5. WDJArchitecten

Cartiera Burgo
Figg. 1–2. Archivio Storico Cartiere Burgo

Figg. 3, 6. CREA.RE – Fotografie di Massimo Narduzzo

Fig. 4. CREA.RE – Fotografia di Giancarlo Picotti

Fig. 5. CREA.RE

Chiesa di Nostra Signora della Misericordia
Figg. 1–2. Università Iuav di Venezia, Archivio Progetti, Fondo Giorgio Casali

Figg. 3–4, 7. Per gentile concessione della Fondazione Aldo Pio Favini e Anna Gatta – Fotografie di Marco Introini

Fig. 5. SBG architetti

Fig. 6. Fotografia di Max Mandel

Cité du Lignon
Fig. 1. ETH Library Zurich, Image Archive (LBS_H1-028438) – Fotografia di Werner Friedli, CC BY-SA 4.0

Fig. 2. © Archives de Planta Architectes – Fotografia di Margareth Siebold

Figg. 3–4, 6. © Claudio Merlini

Fig. 5. Franz Graf & Giulia Marino

Direzione Generale della RAI
Fig. 1. MAXXI, Roma. Collezione MAXXI Architettura e Design contemporaneo, Fondo Francesco Berarducci (F58065)

Figg. 2, 4. Marta Casanova

Figg. 3, 5–7. ACPV Architects

Distribuzione carburante – Le Fucine

Figg. 2–4, 6–7. Zito Artico Fracassi

Fig. 5. Archest

Edificio di via Leopardi
Figg. 1–2. Esecuzione: Impresa Gadola, Milano
Figg. 3–6. Marta Casanova

Ex Ospedale Felix Platter
Fig. 1. Fotoarchiv Städtebau & Architektur Basel – Fotografia di Emil Balzer

Fig. 2. Staatsarchiv Basel-Stadt (BSL 1013 1-2928 1) – Fotografia di Hans Bertolf

Figg. 3–4, 6. © Ariel Huber

Fig. 5. Müller Sigrist & Rapp Architekten

Ex Palazzo della Regione
Fig. 1. Archivio Storico Ordine Architetti Bologna, Fondo Leone Pancaldi – Fotografia di Angelo Mezzanotte

Fig. 2. Fondazione BEIC, Fondo Paolo Monti – Fotografia di Paolo Monti, CC BY-SA 4.0

Figg. 3–6. Open Project – Fotografie di Luca Pedrielli

Glass House
Fig. 1. Library of Congress, Prints & Photographs Division, Balthazar Korab Collection (LC-DIG-ppem-00719) – Fotografia di Balthazar Korab

Fig. 2. University of Virginia, Richard Guy Wilson Architecture Archive, da JSTOR (https://www.jstor.org/stable/community.2043674) – Fotografia di Richard Guy Wilson, CC BY 4.0

Figg. 3–7. Per gentile concessione di The Glass House – Fotografie di Michael Biondo, CC0

Grattacielo di Porta San Pietro

Fig. 1. Archivio Osvaldo Piacentini

Figg. 2–4, 6. Kai-Uwe Schulte-Bunert

Fig. 5. ZAA – Zamboni Associati Architettura

Grattacielo Pirelli

Figg. 1–2. Publifoto, Courtesy Fondazione Pirelli

Figg. 3–6. Marta Casanova

Haus Hardenberg

Figg. 1–2. bpk-Fotoarchiv – Fotografie di Rolf Koehler

Fig. 3. Peter Kuley, da Wikimedia Commons (https://commons.wikimedia.org/wiki/File:Charlottenburg_Knesebeckstraße_Kiepert-Haus.jpg), CC BY-SA 3.0

Fig. 4. Cornelia Beitl

Fig. 5. Uta Pottgiesser / TH OWL

Figg. 6–7. Kai "Oswald" Seidler, via Flickr (https://www.flickr.com/photos/kaiseidler/3925725992, https://www.flickr.com/photos/kaiseidler/3924953073), CC BY 2.0

Kleiburg

Figg. 1–2. Stadsarchief Amsterdam

Figg. 3–4. © Stijn Poelstra

Fig. 5. XVW architectuur, CC-BY-ND

Figg. 6–7. © Stijn Brakkee Photography

Museo Guggenheim

Fig. 1. © Solomon R. Guggenheim Foundation – Fotografia di Robert E. Mates

Fig. 2. Library of Congress, Prints & Photographs Division, Gottscho-Schleisner Collection (LC-G613-71615) – Fotografia di Gottscho-Schleisner, Inc.

Fig. 3. Tony Hisgett, da Flickr (https://flickr.com/photos/hisgett/4688024865), CC BY 2.0, immagine modificata

Fig. 4. Paul Arps, da Flickr (https://www.flickr.com/photos/slapers/7843054132), CC BY 2.0

Fig. 5. WASA/Studio A

Figg. 3–4. © Solomon R. Guggenheim Foundation – Fotografie di David Heald

Officine ICO Centrale

Fig. 1. Associazione Archivio Storico Olivetti

Figg. 2–3, 5–7. Studio Giacopelli Architetti

Fig. 4. Marta Casanova

Padiglione Agnelli

Fig. 1. Archivio Privato Ravelli, per gentile concessione della Pier Luigi Nervi Foundation

Fig. 2. Università degli Studi di Firenze, Biblioteca di Scienze Tecnologiche – Archivi di Architettura, Fondo Pier Luigi Nervi (024-2084) – Fotografia di Riccardo Moncalvo

Figg. 3–4. Isolarchitetti – Render di Ivan Lombardo

Fig. 5. Isolarchitetti / Rafael Moneo

Fig. 6. Isolarchitetti / Rafael Moneo – Render di Riccardo de Vincenzo

Fig. 7. Isolarchitetti – Fotografia di Fabio Oggero

Padiglione Nervi

Figg. 1–2. Università degli Studi di Firenze, Biblioteca di Scienze Tecnologiche – Archivi di Architettura, Fondo Pier Luigi Nervi (024-2082, 024-2775)

Figg. 3–4, 6. Masterplan Team – Politecnico di Torino

Figg. 5–7. Marta Casanova

Padiglione Tavolara

Fig. 2. ASCSS – Archivio Storico del Comune di Sassari, Archivio Moderno

Figg. 3–7. Piersimone Simonetti

Park Hill

Fig. 1. RIBA Collections – Fotografia di Bill Toomey

Fig. 2. Architectural Press Archive / RIBA Collections – Fotografia di Reginald Hugo de Burgh Galwey

Figg. 3–4, 6. Mikhail Riches – Fotografie di Tim Crocker

Fig. 5. Mikhail Riches

Quartiere coordinato di via della Barca – Il Treno

Figg. 1–2. Archivio fotografico ACER Bologna

Figg. 3–6. Simonetta Acacia

Quartiere INA-Casa di Forte Quezzi – Casa A

Figg. 1–2. Archivio Privato Famiglia Daneri

Figg. 3–7. Marta Casanova

Quartiere Madonna Bianca

Figg. 1–2. Archivio ITEA – Provincia autonoma di Trento

Figg. 3, 6. © Campomarzio – Fotografie di Nicola Cagol

Fig. 4. Marta Casanova

Fig. 5. Campomarzio e Studio Bombasaro

Salk Institute

Fig. 1. Library of Congress, Prints & Photographs Division, Balthazar Korab Collection (LC-DIG-ds-11540) – Fotografia di Balthazar Korab

Fig. 2. © Dell Upton, SAHARA Public Collection, da JSTOR (https://www.jstor.org/stable/community.28616104)

Fig. 3. © 2019 J. Paul Getty Trust, CC-BY-NC-ND

Figg. 4, 6–7. © Elizabeth Daniels

Fig. 5. © 2017 J. Paul Getty Trust – Disegno di Sara Lardinois e Mesut Dinler, CC-BY-NC-ND

Teatro Comunale di Alessandria

Fig. 1. Comune di Alessandria

Figg. 2–7. Marta Casanova

Teatro Nuovo

Figg. 1–2. Archivio Storico della Città di Torino, Fondo Fototeca (25B03_30, 25B03_40) – Fotografie di Aldo Moisio

Figg. 3–6. Isolarchitetti / Rafael Moneo – Render di Riccardo de Vincenzo

Fig. 7. Isolarchitetti – Render di Ivan Lombardo

Teatro Scharoun

Fig. 1. StadtA WOB, S8 – Fotografia di Foto-Film Schlesinger

Fig. 2. StadtA WOB, S8 – Fotografia di Fritz Rust

Figg. 3–7. Brenne Architekten

Torre Velasca

Figg. 1–2. Fondazione BEIC, Fondo Paolo Monti – Fotografie di Paolo Monti, CC BY-SA 4.0

Figg. 3–7. Marta Casanova

Trifoglio – Politecnico di Milano

Figg. 1–2. Archivio Generale del Politecnico di Milano

Figg. 3–7. Sara Casanova

Villa Rossi

Fig. 1. Archivio Privato Famiglia Tarpino

Figg. 2, 5–7. Studio Giacopelli Architetti

Figg. 3–5. Paolo Mazzo

L'intervento sull'involucro delle architetture del secondo Novecento: esperienze e riflessioni dal progetto di ricerca EeTAC

Fig. 1. Marta Casanova

Fig. 2. Piersimone Simonetti

Salvo diversa indicazione, le immagini di terzi non sono incluse nella licenza Creative Commons applicata alla presente pubblicazione. Il diritto d'autore resta in capo ai rispettivi titolari.

BIOGRAFIA DEGLI AUTORI DEI SAGGI

Marta Casanova *è architetta, Specialista in Beni Architettonici e del Paesaggio e dottoressa di ricerca in Conservazione dei beni architettonici, è Professoressa Associata di "Progettazione tecnologica e ambientale dell'architettura" presso il Dipartimento di Architettura e Design (DAD) dell'Università degli Studi di Genova dove insegna alla Scuola di Specializzazione in Beni Architettonici e del Paesaggio. Si occupa di conoscenza, conservazione e trasformazione del patrimonio costruito, con particolare attenzione alle architetture del Novecento, alle tecnologie tradizionali, alla transizione energetica e agli strumenti digitali. Ha partecipato a numerosi progetti di ricerca nazionali e internazionali, tra cui CONSECH20, Land-In-Pro e LIFE BE-WoodEN. È membro della Società italiana della Tecnologia dell'Architettura (SITdA) e di ICOMOS Italia. È responsabile scientifica del progetto di ricerca EeTAC.*

Giovanna Franco *è architetto e dottoressa di ricerca in "Recupero Edilizio e Ambientale", è Professoressa Ordinaria di "Progettazione tecnologica e ambientale dell'architettura" presso il Dipartimento Architettura e Design (DAD) dell'Università di Genova. È stata Direttrice della Scuola di Specializzazione in Beni Architettonici e del Paesaggio e Coordinatrice del Corso di Laurea Magistrale in Architettura dell'Università di Genova, promuovendo attività didattiche e formative innovative. È membro del Collegio dei docenti del Dottorato di Ricerca in "Architettura e Design" dell'Università di Genova ed è stata membro del Collegio del corso di Dottorato di ricerca in "Conservazione dei beni architettonici" del Politecnico di Milano fino al 2023. È, inoltre, coinvolta in programmi di ricerca internazionali multidisciplinari, tra cui il progetto europeo CHARTER European Cultural Heritage Skills Alliance. Ha di recente concluso il coordinamento del Progetto LIFE BE-WoodEN (LIFE 2023 Bauhaus), mantenendo il coordinamento del NEB Academy Pioneer hub NEB SUD Hub, membro associato del NEB SOUTH hub. Le sue competenze e i suoi interessi di ricerca riguardano il recupero e la riqualificazione degli edifici storici e del ventesimo secolo, anche con riferimento all'inserimento di nuove prestazioni e al miglioramento del comportamento energetico.*

Stefano Francesco Musso *è architetto e dottore di ricerca, è Professore Ordinario di Restauro Architettonico presso il Dipartimento di Architettura e Design (DAD) dell'Università di Genova. È stato Preside della Facoltà di Architettura e Direttore della Scuola di Specializzazione in Beni Architettonici e del Paesaggio. È Past President dell'EAAE – European Association for Architectural Education, di cui coordina il Conservation Network, ed è stato Presidente della SIRA – Società Italiana per il Restauro dell'Architettura. È stato visiting professor presso università straniere, ha tenuto corsi di formazione per l'UNESCO e ha presieduto il gruppo di esperti della Commissione Europea di ICOMOS "Cherishing Heritage: Developing Quality Principles for Interventions on Cultural Heritage". È membro della Education Commission e del gruppo di lavoro Heritage and Cultural Identity della UIA – International Union of Architects, e presiede il gruppo di lavoro Heritage dell'ACE – Architects' Council of Europe. È autore di numerosi progetti di restauro e di oltre 346 pubblicazioni scientifiche in Italia e all'estero.*

Daniela Pittaluga *è architetto e dottoressa di ricerca in "Recupero Edilizio e Ambientale", è Professoressa Associata di Restauro dell'Architettura presso il Dipartimento di Architettura e Design (DAD) dell'Università di Genova e docente presso la Scuola di Specializzazione in Beni Architettonici e del Paesaggio di Genova. La sua attività scientifica riguarda principalmente l'Archeologia dell'Architettura e la conoscenza, tutela e conservazione del patrimonio storico e contemporaneo. Membro del Comité Permanent R.I.P.A.M. dal 2013, è attualmente Segretario Generale e collabora con diversi Paesi dell'area mediterranea coordinando progetti di ricerca e interventi di restauro, di cui molti sul patrimonio industriale e abitativo del Novecento. È autrice di diversi volumi e oltre 280 pubblicazioni scientifiche e partecipa a comitati scientifici e editoriali nazionali e internazionali.*

Federica Pompejano *è ingegnere edile-architetto e dottoressa di ricerca in Conservazione dei beni architettonici. È ricercatrice in "Restauro dell'architettura" presso il Dipartimento di Architettura e Design (DAD) dell'Università di Genova. È docente della Scuola di Specializzazione in Beni Architettonici e del Paesaggio. Si occupa di tutela e conservazione del patrimonio architettonico e dei paesaggi culturali, processi di riconoscimento dei valori materiali e immateriali e di patrimonializzazione, con particolare attenzione al patrimonio culturale del Novecento. È stata ricercatrice MSCA-IF (2020-2022) presso l'ex Instituti i Antripologjisë Kulturore dhe Studimit të Artit (Akademia e Studimeve Albanologjike di Tirana, Albania). Dal 2022 al 2025 è stata responsabile scientifica del progetto di ricerca Landscapes of Industrial Production: Documenting and Assessing 20th Century (post)Industrial Landscapes as Resources (Land-In-Pro), finanziato dal Ministero dell'Università e della Ricerca (MUR) nell'ambito del bando PNRR-YR 2022 e dei piani NextGenerationEU. È membro della Società Italiana per il Restauro dell'Architettura (SIRA), di ICOMOS International (ISC20C) e Italia (ISC20C e CIAV), ACHS, AIPAI e TICCIH.*

Uta Pottgiesser *è Professoressa di "Building Construction and Materials" presso la Detmold School of Design della TH OWL, in Germania, e Professoressa di "Heritage & Technology" presso la Facoltà di Architettura e Ambiente Costruito della TU Delft, nei Paesi Bassi. Come accademica e architetta, si occupa dell'analisi, tutela, adeguamento e miglioramento del patrimonio e dell'ambiente costruito, con particolare attenzione all'architettura del XX secolo. Dal 2022 è Presidente di DOCOMOMO International, organizzazione che rappresenta oltre ottantacinque gruppi di lavoro nazionali, ed è stata Presidente dell'International Specialist Committee on Technology (ISC/T) di DOCOMOMO dal 2016 al 2022. È architetta abilitata e ha conseguito il Diploma in Architettura presso la TU Berlin e il dottorato di ricerca presso la TU Dresden.*

Wido Quist *è Professore Associato di "Building Materials and Adaptive Reuse of Modern Heritage". Coordina la sezione Heritage & Architecture presso la Facoltà di Architettura e Ambiente Costruito (ABE) della TU Delft, nei Paesi Bassi. È Segretario Generale di DOCOMOMO International e Presidente di DOCOMOMO Netherlands. Dal 2022 è, insieme a Uta Pottgiesser, Editor-in-Chief del DOCOMOMO Journal, rivista scientifica indicizzata in SCOPUS. Presso ABE è membro del Faculty Career Development Committee e co-coordina la progettazione della programmazione didattica del corso di laurea di primo livello. Ha partecipato a numerosi progetti di ricerca e formazione nazionali e internazionali ed è autore di numerose pubblicazioni. La sua attività di ricerca e didattica è incentrata sulla conservazione e sull'adaptive reuse del patrimonio costruito del XX secolo, attraverso un approccio interdisciplinare e specialistico che intreccia valori, progetto e tecnologia dell'architettura.*

Rita Vecchiattini *è architetto e dottoressa di ricerca in "Ingegneria dei Materiali", è Professoressa Associata di "Restauro dell'architettura" presso il Dipartimento Architettura e Design (DAD) dell'Università di Genova. È docente presso la Scuola di Specializzazione in Beni Architettonici e del Paesaggio di Genova e coordina la sezione Materiali del costruito storico del laboratorio di Metodiche Analitiche per il Restauro e la Storia del Costruito (MARSC). La sua ricerca riguarda la conservazione degli edifici storici, con particolare attenzione all'analisi dei materiali e dei relativi fenomeni di degrado. Svolge inoltre attività di ricerca sulla conservazione dell'architettura del XX secolo e del patrimonio industriale. È membro del Consiglio direttivo dell'Associazione Italiana per il Patrimonio Archeologico Industriale (AIPAI) e componente del comitato editoriale della rivista "Patrimonio Industriale". È autrice di più di duecento pubblicazioni in ambito nazionale e internazionale.*

Efficienza energetica e conservazione dell'architettura del secondo Novecento affronta una questione cruciale per il patrimonio architettonico recente: come migliorarne le prestazioni energetiche senza comprometterne i caratteri distintivi e la significatività culturale. Il volume, esito del progetto di ricerca EeTAC sviluppato dall'Università degli Studi di Genova in collaborazione con DOCOMOMO International, affronta questo nodo attraverso contributi interdisciplinari e l'analisi critica di trenta casi studio, nei quali particolare attenzione è prestata all'involucro edilizio, componente architettonico le cui esigenze energetiche e istanze conservative entrano direttamente in relazione. Ai casi si affiancano saggi interdisciplinari che ampliano la riflessione sulla conservazione del patrimonio moderno. Il testo offre una base critica per comprendere e interpretare gli interventi realizzati e alimentare il dibattito, ancora aperto, sulle modalità di conservazione e sulla valutazione ex post degli interventi di efficientamento energetico delle architetture del secondo Novecento.

Marta Casanova, architetta e dottoressa di ricerca in Conservazione dei beni architettonici, è professoressa associata di *Progettazione Tecnologica e Ambientale dell'Architettura* presso l'Università degli Studi di Genova. Si occupa di conoscenza, conservazione e trasformazione del patrimonio costruito, con particolare attenzione alle architetture del Novecento, alle tecnologie tradizionali, alla transizione energetica e agli strumenti digitali. È responsabile scientifica del progetto di ricerca EeTAC.

Federica Pompejano, ingegnere edile-architetto e dottoressa di ricerca in Conservazione dei beni architettonici, è ricercatrice in *Restauro dell'architettura* presso l'Università di Genova. Si occupa di conservazione del patrimonio architettonico e dei paesaggi culturali, con particolare attenzione al patrimonio del Novecento. Dal 2020 al 2022 è stata ricercatrice Marie Skłodowska-Curie.

DOCOMOMO International book series #03
Series editors: Uta Pottgiesser, Wido Quist

do.co.mo.mo_ international

ISBN 978-90-833867-3-7