

Sara Di Resta¹, Jacopo Gaspari²,

¹ Dipartimento di Culture del Progetto, Università Iuav di Venezia, Italia

² Dipartimento di Architettura, Università di Bologna, Italia

sara.diresta@iuav.it

jacopo.gaspari@unibo.it

Abstract. I progressi tecnologici degli ultimi decenni e l'integrazione di discipline come la tecnologia e il restauro architettonico stanno progressivamente migliorando la cultura del progetto nella conservazione del patrimonio moderno e contemporaneo. I risultati dello studio sono focalizzati sugli effetti che un intervallo di tempo relativamente breve (50-100 anni) ha prodotto su un ampio numero di edifici, stimolando una discussione sia sul ruolo della tecnologia nell'azione di conservazione di casi esemplari del Moderno sia sui potenziali impatti di questo fenomeno sul cosiddetto patrimonio minore, offrendo strumenti per supportare una diffusa campagna di miglioramento che rappresenta una delle sfide più impegnative dei prossimi decenni.

Parole chiave: Service life; Obsolescenza; Conservazione; Innovazione; Patrimonio Moderno.

Contesto

La conservazione di un oggetto d'architettura nel tempo è deter-

minata da fattori intrinseci ed estrinseci che coinvolgono caratteristiche fisiche e tecniche dell'edificio: i materiali costituenti, le tecniche di esecuzione, le condizioni dell'uso e del posizionamento. Non di meno, gli assunti progettuali ne possono condizionare la durabilità nel ciclo di vita (Garden, 1987; Soronis, 1992). Sulla base di queste premesse l'intervento sull'architettura moderna non dovrebbe porre, sotto il profilo teorico né sotto quello pratico, problemi diversi da quelli che interessano l'architettura tradizionale. Ma non è così. I materiali delle opere del XX secolo sono recenti ma non stabili proprio a causa della loro modernità: il loro processo di invecchiamento, infatti, non è ancora terminato (Montorsi, 2013).

L'istanza conservativa riferita alle architetture del Novecento è alimentata da importanti dibattiti internazionali che promuovono strategie innovative dedicate alla conoscenza, alla documentazione e al riuso di questi siti (Docomomo, 2014). A poco meno

Knowledge
contamination in the
preservation of Modern
glazed enclosures

Abstract. The technological advances of recent decades and the integration of disciplines, such as architectural technology and restoration, are progressively improving design culture in the conservation of modern and contemporary heritage. The results of the study focus on the effects produced by a relatively short time interval (50-100 years) on a large number of buildings, encouraging a discussion on the role of technology in the conservation of exemplary cases of Modern heritage, and on the potential impact of this phenomenon on the so-called minor heritage, thus offering tools to support a widespread improvement campaign, one of the most demanding challenges of future decades.

Keywords: Service life; Obsolescence; Conservation; Innovation; Modern heritage.

di quarant'anni dagli articoli di denuncia che Domus affidava a Marco Dezzi Bardeschi e a Fulvio Irace per dare immagine alla sorte di numerose icone del Movimento Moderno (Dezzi Bardeschi, 1984; Irace, 1984) e a poco più di trenta dalla fondazione di Docomomo International, la conservazione del patrimonio moderno rappresenta dunque un tema di ricerca e di sperimentazione ancora aperto, che sta portando ad un incremento di conoscenze scientifiche e ad un arricchimento delle posizioni culturali. In particolare, il dibattito internazionale degli ultimi 10-15 anni sta progressivamente contribuendo al superamento di quella che Franco Borsi stigmatizzava come conservazione *in effigie* e non *in consistenza* (Borsi, 1994) del patrimonio moderno, strategia che ha portato alla perdita consistente della materialità di architetture di grande rilievo.

Per tali ragioni, l'intervento sul Moderno richiede, oggi più che mai, l'integrazione di discipline come la tecnologia e il restauro architettonico per contribuire al miglioramento della cultura del progetto nella conservazione di questo patrimonio.

Approccio metodologico

Tracciare lo stato dell'arte della ricerca dal punto di vista metodologico e operativo consente di affrontare le questioni inerenti all'intervento sulle opere del Moderno delineando strategie innovative che interpretano la contaminazione dei saperi come uno strumento di conservazione. In particolare, lo studio approfondisce gli aspetti connessi alla durabilità e al restauro delle chiusure vetrate, elementi distintivi della ricerca architettonica e della sperimentazione tecnica e tecnologica del Novecento.

Context and background

The conservation of an architectural object over time is influenced by intrinsic and extrinsic factors involving the building's physical and technical characteristics, namely, materials adopted, construction techniques, conditions of use and positioning. Nonetheless, the design choices can affect its durability over the life cycle (Garden, 1987; Soronis, 1992). According to these premises, and from a theoretical or practical point of view, the intervention on modern architecture should not pose problems other than those affecting traditional architecture. But this is not the case. The materials of 20th century works are recent but not stable due to their very modernity. Indeed, their aging process is not complete as yet (Montorsi, 2013). The conservation request referred to the 20th century heritage is fueled

by significant international debates promoting innovative strategies dedicated to knowledge, documentation and adaptive reuse of these sites (Docomomo, 2014). After less than forty years from the time when Marco Dezzi Bardeschi and Fulvio Irace's articles were published by Domus, denouncing the fate of a number of icons of the Modern Movement (Dezzi Bardeschi, 1984; Irace, 1984), and just over thirty years after the foundation of Docomomo International, the conservation of modern heritage is an open topic of research and experimentation that is leading to an increase in scientific knowledge and to a growth of cultural stances. In particular, the international debate of the last 10-15 years is progressively contributing to overcome what Franco Borsi pointed out as preservation of the *appearance* and not of the *real consistency* (Borsi, 1994)

Espressione dell'innovazione del cantiere che rende indipendenti le facciate dal telaio portante dell'edificio, i primi sistemi vetrati moderni sono il risultato dell'impiego di materiali e processi di produzione avviati alla fine del XIX secolo, come i profili in acciaio laminato a caldo e il vetro in lastre. La disponibilità e i costi relativamente bassi di questi materiali, insieme alla potenza figurativa delle loro qualità architettoniche – snellezza, trasparenza e leggerezza – ha portato alla messa a punto di nuovi sistemi di chiusura come le finestre a nastro, *window-wall* e *curtain-wall*, ampiamente utilizzati da architetti moderni per tutto il XX secolo. Accanto al notevole portato culturale ed espressivo di questi nuovi codici della sperimentazione modernista, scarse performance e limitata durabilità sono le principali criticità registrate sugli edifici dell'epoca. La degenerazione di questi fenomeni non mina soltanto le caratteristiche estetiche dell'architettura, ma anche le condizioni di comfort e benessere all'interno dell'edificio (Kazmierczak, 2010; McCowan and Kivela, 2010; CWCT, 2005). Allo stesso tempo, «l'introduzione di stringenti requisiti tecnico-funzionali ha reso obsoleti molti edifici del Moderno sebbene essi garantiscano ancora le loro prestazioni originarie» (de Jonge, 2017). L'evoluzione del quadro normativo e la necessità di rispondere a sempre più stringenti standard di prestazione energetica in funzione di una consistente riduzione della domanda in fase di esercizio hanno ulteriormente palesato alcuni limiti tecnico-funzionali. Tuttavia, sarebbe riduttivo spiegare ciò attribuendo la responsabilità di quanto rilevato ad una non adeguata progettazione, utilizzandola a pretesto per scelte di demolizione e sostituzione. L'eredità del Moderno lascia invece ampio spazio a un dibattito interdisciplinare tra

of modern heritage. This strategy has led to a consistent loss of materiality in several of the most representative architectures of the time.

For these reasons, the intervention on modern architecture requires, today more than ever, the integration of disciplines, such as architectural technology and restoration, in order to contribute to design culture through conservation of this heritage.

Methodological approach

An overview of the state of the art research from a methodological and operational point of view allows to address the issues regarding the intervention on Modern works, pointing out innovative strategies that adopt knowledge contamination as a conservation tool. The study particularly investigates aspects related to the durability and restoration of ex-

terior glazed enclosures as distinctive elements of architectural research and of 20th century technical and technological experimentation. An expression of the building innovation that makes façades independent from the load-bearing frame, the first modern glazing systems are the result of the use of materials and production processes launched in the late 19th century, such as hot rolled steel profiles and float glass. The availability and the relatively low costs of these materials, together with the figurative power of their architectural qualities - slenderness, transparency and lightness - has led to the development of completely new systems, such as ribbon windows, window-walls and curtainwalls, which are extensively used by modern architects throughout the 20th century. Alongside the relevant cultural and expressive significance of these

la necessità di conservare questi edifici e quella di mitigare gli effetti dell'obsolescenza indotta dall'aggiornamento dei requisiti prestazionali.

Attraverso l'analisi di alcuni casi emblematici, il presente studio, collegato ad alcune recenti attività di ricerca condotte in collaborazione con Docomomo International e Getty Conservation Institute, riporta un approccio che indaga i fattori chiave di obsolescenza in relazione all'aggiornamento dei requisiti e alle possibili conseguenti alternative progettuali, tracciando le attuali linee di tendenza in funzione di un'estensione del ciclo di vita.

La necessità di intervenire per implementare le caratteristiche prestazionali, tecniche e funzionali di serramenti e superfici vetrate senza generare perdite nel patrimonio costruito è quanto emerge da rilevanti interventi recentemente condotti su icone del XX secolo. Pur nella sintesi richiesta al presente contributo, l'intento dello studio è quello di tracciare e interpretare il cammino percorso dalla ricerca, evidenziando le questioni culturali e operative che stanno alla base degli interventi, tenendo stretto il rapporto che lega aspetti della conservazione ed esigenze di fruizione e di comfort.

Le esperienze presentate possono considerarsi rappresentative dei principali approcci di intervento e restituiscono un quadro operativo ampio, dove logiche attuative che portano alla totale rimozione e successiva riproduzione dell'elemento lasciano progressivamente spazio a strategie di integrazione della preesistenza con nuovi dispositivi che sappiano tenere insieme le istanze di conservazione e innovazione. Questi approcci definiscono, rispettivamente, interventi di *sostituzione*, *conservazione e riprogettazione*, categorie entro le quali si colloca ciascuna delle esperienze considerate.

new codes of modernist experimentation, poor performance level and limited durability are the main problems revealed by those buildings. The degeneration of these phenomena not only threatens the aesthetic architectural characteristics, but also comfort and well-being inside the building (Kazmierczak, 2010; McCowan and Kivela, 2010; CWCT, 2005). At the same time, as highlighted by de Jonge, «increasingly stringent requirements have rendered many buildings from the modern era out-dated and obsolete, even if they are still performing well according to their original specifications» (de Jonge, 2017). The evolution of the regulatory framework and the need to respond to increasingly rigorous energy performance standards to meet a remarkable reduction in energy demand for operations have further revealed some technical-func-

tional limitations. However, it would be reductive to explain this outcome by attributing the responsibility to inadequate design, using it to justify demolition and replacement choices. The legacy of modern heritage, on the other hand, leaves room for an interdisciplinary debate between the need to preserve these buildings and the necessity to mitigate the effects of obsolescence phenomena caused by updating performance requirements. Through the analysis of some emblematic cases, this study, which is linked to recent research activities within Docomomo International and the Getty Conservation Institute, reports an approach that investigates the key factors of obsolescence related to the need for updates and for possible consequent design alternatives, tracing the current development trends to extend the system's life cycle.

Quadro conoscitivo e tendenze individuate

Una prima strategia che emerge da recenti interventi condotti su chiusure vetrate interpreta il restauro del patrimonio moderno e contemporaneo come mera correzione tecnologica di quanti siano ritenuti errori o difetti costruttivi connessi all'elevato carattere sperimentale di queste opere.

Gli esiti dell'intervento realizzato per il convento de La Tourette a Éveux, di Le Corbusier e Xenakis, realizzato tra il 1956 e il 1960, consentono di evidenziare su questo tema i limiti di operazioni caratterizzate da una mancata integrazione di conoscenze. L'edificio documenta la sperimentazione corbuseriana della seconda metà del Novecento particolarmente nelle possibilità espressive date dalla composizione di vetro e calcestruzzo armato. Tre delle facciate del convento e il camminamento principale sono articolati da *pans de verre ondulateurs* (Grignolo, 2015): lastre in vetro sfalsate secondo schemi ritmici e composte da telai fissi a tutta altezza connessi a montanti in calcestruzzo armato. I montanti orizzontali (*barlotières*) di maggior spessore erano originariamente costituiti da profili in ottone ad H da 25 mm, mentre i più esili da profili in poliuretano a U da 13 mm.

Nel corso degli anni sono stati registrati su questi profili fenomeni fisiologici di indurimento, alterazione cromatica e deformazione. Più critica la condizione dei vetri a lastra singola da 4 mm, che causavano situazioni di rischio dovute a frequenti fratturazioni e cadute. Questi fattori, uniti alle scarse performance termiche dell'edificio, hanno portato all'intervento condotto tra il 2006 e il 2013 da RL&A Architectes che ha optato per la *sostituzione* completa dei *pans de verre* (Fig. 1).

The need to improve the performance level, the technical and functional characteristics of modern windows and glass surfaces without generating losses in the built heritage, clearly emerges as a priority in the interventions recently carried out on some icons of the 20th century. Even in the synthesis required by this paper, the aim of the study is to draft and address a feasible research pathway, highlighting the cultural and operational issues underlying the interventions, closely following the relationship that links conservation aspects, and exploiting opportunities as well as the related expected comfort conditions.

The selected experiences reported in the paper are considered representative of the main intervention approaches and offer a broad operational framework, where choices of removal and consequent reproduction of the

element gradually leave room to strategies for integrating the original elements with new devices able to meet both conservation and innovation issues. These approaches define *replacement*, *conservation* and *re-design* actions, respectively, as categories where the considered experiences can be placed.

Knowledge framework and outlined trends

A first strategy emerging from recent interventions carried out on glazed enclosures considers the restoration of modern and contemporary heritage a mere technological correction of what were deemed errors or construction defects connected to the highly experimental nature of these works.

The outcome of the restoration work at the convent of La Tourette, in Éveux, by Le Corbusier and Xenakis, completed



Le operazioni condotte interpretano il restauro come adeguamento del costruito a requisiti contemporanei, estranei, in quanto tali, alle logiche della sua edificazione. Diversamente dagli interventi di miglioramento, quelli di adeguamento generano infatti automatismi nelle scelte di progetto che fanno prevalere la performance sulle qualità dell'architettura. Richiedere alle facciate corbuseriane una tenuta stagna ed un comportamento termico consono ad un edificio contemporaneo ha portato alla sostituzione delle vetrate mostrate con vetri stratificati da 8 mm, alterando il rapporto tra i montanti verticali in *béton brut* e i profili orizzontali, senza peraltro raggiungere ottimali livelli di prestazione energetica e comfort. Gli elementi in poliuretano a U sono stati sostituiti con sezioni ad H in plastica traslucida, mentre i profili in ottone ad H con sezioni in alluminio anodizzato con finitura grigia lucida.

Interventi *conservativi* che dimostrano un'elevata capacità di bilanciare obiettivi di miglioramento prestazionale con la permanenza materiale del bene sono invece quelli messi a punto per due architetture miesiane: villa Tugendhat e la Neue Nationalgalerie.

Il primo intervento eseguito per villa Tugendhat, realizzata a Brno tra il 1928 e il 1930, risale al 1980-85. L'edificio era stato fortemente manomesso tra il 1944 e il 1945 dall'occupazione della Gestapo e poi dell'esercito sovietico, e danneggiato dai bombardamenti della Seconda Guerra Mondiale. Tuttavia, le fragilità più evidenti risiedevano proprio nelle esili pareti vetrate della zona giorno (pannelli scorrevoli di 5x3 metri ad unica vetrata) e nei telai di porte e finestre realizzati in acciaio, che mostravano gravi fenomeni di ossidazione e corrosione. In quell'occasione i serramenti sono stati oggetto di pulitura, piccola riparazione e

in 1956-1960, allow us to highlight the limitations deriving from the lack of integrated knowledge. The building is a renowned example of Le Corbusier's experimentation conducted during the latter half of the 20th century, particularly in the expressive possibilities generated by the combination of glazed surfaces and reinforced concrete elements. Three of the convent's façades and the main walkway are articulated by *pans de verre ondulatoires* (Grignolo, 2015), namely glass plates staggered according to rhythmic patterns and composed of fixed full-height frames connected to reinforced concrete uprights. The thicker horizontal uprights (*barlotières*) were originally made up of 25 mm H-shaped brass profiles, while the thinner ones comprised 13 mm U-shaped polyurethane profiles. Physiological phenomena of hardening, chromatic alteration and defor-

mation have been recorded on these profiles over the years. The condition of the 4 mm single pane glass was particularly critical due to frequent fractures and falls. These factors, combined with the building's poor thermal performance, led RL&A Architectes, who were responsible for the work carried out in 2006-2013, to completely replace the *pans de verre* (Fig. 1).

Their choice clearly reflects the idea that restoration can be translated into an adaptation of the building to contemporary requirements, largely ignoring the rationale behind its original construction. Unlike improvement actions, retrofitting interventions consider the achievement of pre-defined performance standards a priority that prevails over the original architectural quality. The assumption to meet a watertight seal and appropriate thermal behavior for a contemporary building

ridipintura, mentre le grandi vetrate sono state sostituite ciascuna con due vetri uniti da un giunto centrale sigillato con mastice siliconico trasparente.

L'intervento condotto da Hammer tra il 2010 e il 2012 riconsidera le operazioni svolte sia sotto il profilo tecnico che culturale. L'obiettivo è di correggere gli interventi di riparazione realizzati in passato, riportando il più possibile l'edificio alla sua immagine originaria. I profili, fortemente deformati, sono stati restaurati rimuovendo tutti gli strati di dipintura successivi fino a liberare il primo strato in acetato di cellulosa. Le vetrate sono state invece riprodotte nelle loro dimensioni originarie secondo tracce rinvenute nel window-wall: una sorta di attenzione archeologica riservata ad un'opera del Moderno che porta a riposizionare filologicamente all'interno dei profili metallici storici le nuove vetrate (Fig. 2). Non si tratta di effettiva riproduzione *a l'identique* poiché il progetto ammette di volta in volta piccole variazioni tecnologiche: «The original frosted glazing at the entrance hall on the street facade included sandblasted glass with a smooth and glossy exterior and a matte interior. For technical reasons this was substituted with satin glass, which is not sandblasted on the inside but chemically treated» (Pottgiesser, Ayón and Richards, 2019; Hammer Tugendhat, Hammer and Tegethoff, 2014).

L'orientamento di metodo che ha guidato l'intervento appena descritto presenta chiare assonanze con quello condotto da David Chipperfield Architects per la Neue Nationalgalerie (Canziani and Di Resta, 2020; Di Resta and Danesi, 2019) a Berlino, avviato nel 2015.

L'intervento di conservazione e miglioramento prestazionale dell'edificio, frutto di un dialogo costante con gli organismi di tutela attraverso la supervisione del Bundesamt für Bauwesen und

has led to the systematic replacement of Le Corbusier's single-layer glazing elements with 8 mm laminated glass, without really reaching optimal performance and comfort levels but altering the relationship between the vertical uprights in *béton brut* and the horizontal profiles. The U-shaped polyurethane elements were also replaced with H-shaped sections in translucent plastic, while the H-shaped brass profiles were substituted by anodized aluminum sections with a glossy grey finish.

Two examples of interventions oriented to *conservation* of original material properties and able to achieve a balanced performance improvement are those carried out at Villa Tugendhat and at the Neue Nationalgalerie by Mies van der Rohe.

The first intervention carried out at Villa Tugendhat, built in Brno in 1928-1930, dates back to 1980-1985, soon

after it was acquired by the Municipality. The building suffered heavy alterations implemented first by the Gestapo and then by the Soviet army during the occupation of 1944-1945, as well as by the Second World War bombing. However, the most evident fragilities precisely concerned the slender glass walls of the living area (5x3 m single window sliding panels) and the door and window steel frames, which were affected by oxidation and corrosion. On that occasion, the windows were involved in cleaning actions, minor repairs and repainting, while each of the large windows was replaced with two glass panes joined by a central transparent silicone sealing.

Ivo Hammer's restoration work, implemented between 2010 and 2012, completely reconsiders these choices both from a technical and cultural point of view. The goal is to correct the repairs

Raumordnung, si è recentemente concluso. Il progetto segna la volontà di aggiornare questo “tempio moderno” ai più recenti standard museali: «stiamo sistemando e restituendo lo stesso edificio, che però funzionerà meglio» (De Lucchi, 2018) (Fig. 3). L'iter progettuale ha richiesto un continuo confronto con alcune note fragilità delle architetture moderne: la mancanza di tenuta all'acqua, l'ossidazione delle strutture metalliche, il degrado del calcestruzzo armato. Emblematico delle metodologie adottate è l'intervento previsto per le ampie facciate vetrate, sistemi pionieristici della galleria superiore oggetto nel tempo di reiterata sostituzione delle lastre con elementi più piccoli per contrastare le frequenti fratturazioni dovute ad instabilità e alle dilatazioni termiche. Il progetto cerca un attento equilibrio tra conservazione e *minimal improvement*, fatto che porta a governare le scelte di miglioramento degli standard prestazionali secondo le istanze di tutela materiale/tecnologica e dell'immagine del monumento (Chipperfield, 2018).

L'intervento prevede la sostituzione delle lastre con nuovi vetri di sicurezza delle dimensioni originarie, conservando sia i preesistenti profili strutturali sia le intelaiature. La soluzione del *minimal improvement* attenua le criticità dell'involucro ma rinuncia a raggiungere un completo isolamento termico, esprimendo così una posizione culturale di grande interesse: l'istanza conservativa può portare alla scelta di rinunciare al totale soddisfacimento degli standard contemporanei, preferendo una mitigazione dei fenomeni indesiderati volta a prolungare la vita utile del sistema. Questa scelta non risolve in modo radicale il problema della condensa superficiale, ma lo attenua riducendone gli effetti operando con una strategia complementare basata sull'adozione di nuove soluzioni impiantistiche altamente performanti.

carried out in the past, restoring the building to its original image as much as possible. The heavily deformed profiles were restored by removing all the paint layers until the first cellulose acetate layer was released. The glasses have been reproduced in their original size according to the traces of fragments found in the window-wall: a sort of archaeological attention reserved for a work of the Moderns that leads to philologically repositioning the new windows within the historical metal profiles (Fig. 2). This is not a reproduction *a l'identique* because the project allows small technological variations from time to time: «The original frosted glazing at the entrance hall on the street façade included sandblasted glass with a smooth and glossy exterior and a matte interior. For technical reasons this was substituted with satin glass, which is not sandblasted

on the inside but chemically treated» (Pottgiesser, Ayón and Richards, 2019; Hammer Tugendhat, Hammer and Tegethoff, 2014).

The methodology that guided this work is very close to what David Chipperfield Architects are applying at the Neue Nationalgalerie in Berlin (Canziani and Di Resta, 2020; Di Resta and Danesi, 2019).

Started in 2015, the building's conservation and performance improvement have recently been completed and supported by a constant dialogue with the heritage departments through the supervision of the Bundesamt für Bauwesen und Raumordnung (BBR). The project marks the desire to update this “modern temple” to the latest museum standards: «we are arranging and restoring the same building, but it will work better» (De Lucchi, 2018) (Fig. 3). The design process is required to



continuously face some known fragility of modern architecture, such as the lack of water tightness, the oxidation of metal structures, and the deterioration of reinforced concrete. The intervention planned for the large glass façades is emblematic of the methodologies adopted for the pioneering systems of the upper gallery, whose glazed panes were recurrently replaced with smaller ones over time to avoid frequent fracturing resulting from instability and thermal expansion.

The intervention on the glazed envelope seeks a careful balance between conservation and *minimal improvement*, thus guiding the choice of improving performance standards according to the preservation of material/technological features and the image of the monument (Chipperfield, 2018).

The project involves replacing the glazed panes with new safety glass of the original size, preserving both the existing structural profiles and the



frames. The *minimal improvement* solution mitigates the fragility of the glass façade, accepting not to completely meet thermal insulation standards, thus expressing a cultural position of great interest. The conservation request can lead to the decision not to fully meet contemporary standards, preferring to mitigate unwanted phenomena with the aim of extending the system's expected lifespan. This choice does not radically solve the problem of surface condensation but mitigates its effects by exploiting the complementary contribution of the new high performance heating and cooling services and devices. Finally, the project explores the integration approach as an alternative to replacement, an open issue in the conservation of modern

heritage. The structure of the glass façade is integrated with three new vertical steel elements positioned on the internal edge of the windows, designed to allow expansion of the components and to avoid fractures (Jaspers, 2018). The described works represent a cultural and technical evolution in the intervention poetics. Few years before, in 2005, the intervention carried out by Hrueck + Sexton Architects with Gunny Harboe on Mies' Crown Hall in Chicago profoundly impacted the material authenticity with an extended re-design and replacement of many elements of the building's envelope (Wolf-ram, 2006). The problem of the fragility of glazed elements led to their complete replacement with thicker ones. Similar criteria were adopted to support the

new loads and to improve system waterproofing, reconfiguring the glazing bead profiles with new geometries. The response to performance criteria through a plausible envelope image prevailed over all other project goals. In some cases, the choice of *non-intervention* can be part of the conservation project. The cultural interest of the architectural heritage can induce the designer not to alter the system's fragility, which is assumed as part of the identity of an object that is also an example of experimentation. This is the choice, among others, of the restoration work carried out by Pierre-Antoine Gattier for Maison La Roche-Jeanneret, designed by Le Corbusier in Paris in 1923-1925. Started in 2008-2009 and completed in 2014 with particular fo-

cus on returning the original color of the surfaces, the work also preserves the *menuiseries*, accepting critical issues resulting from the poor performance of the glazed elements (Fig. 4). The museum function of the building, which also hosts the Fondation Le Corbusier, allows to accept a compromise between the need for conservation and the expected requirements, lowering the performance threshold required of the original windows. Conversely, a similar attitude has not been addressed to preserve some works of Daniele Calabi in the residential field, in which the uncoordinated replacement of the original iron-window frames with new ones, characterized by increased profiles, has strongly altered the perception of the main façade (Fig. 5).

Il progetto sperimenta infine logiche di integrazione come alternativa alla sostituzione, questione aperta nella conservazione del Moderno: la struttura dell'involucro viene infatti integrata con tre nuovi elementi verticali in acciaio posizionati sul filo interno delle vetrate, studiati per consentire la dilatazione dei componenti ed evitare le fratturazioni (Jaspers, 2018).

Le operazioni descritte rappresentano un'evoluzione culturale e tecnica nella poetica d'intervento. Soltanto nel 2005, infatti, l'intervento condotto da Hrueck+Sexton Architects con Gunny Harboe (Wolfram, 2006), per la Crown Hall di Chicago aveva inciso profondamente sull'autenticità materiale dell'involucro mesiano con operazioni di completa rimozione e *ri-progettazione* degli elementi. Il problema della fragilità delle lastre è stato superato infatti con la sostituzione integrale delle stesse con altre di maggior spessore. Inoltre, per sostenere i nuovi carichi e migliorare l'impermeabilizzazione del sistema, sono stati adottati criteri di analogia riconfigurando del tutto i profili fermavetro con nuove geometrie. La ricerca di un'immagine verosimile in favore dei criteri prestazionali ha prevalso su ogni altra istanza del progetto.

In alcuni casi, la scelta del *non intervento* può essere parte del progetto di conservazione. L'interesse culturale del bene architettonico può indurre il progettista a non intervenire sulle fragilità del sistema, intese come parte delle caratteristiche identitarie di un oggetto che è anche documento di sperimentazione. È il caso, tra gli altri, dell'intervento eseguito da Gatier per Maison La Roche-Jeanneret, realizzata a Parigi da Le Corbusier tra il 1923 e il 1925. In un cantiere prevalentemente incentrato sulla restituzione cromatica delle superfici, l'intervento, condotto tra il 2008 e il 2014, sceglie di conservare le *menuiseries* accettando

le criticità indotte dalle scarse performance degli elementi vetrati (Fig. 4). La destinazione museale dell'edificio, attualmente sede della Foundation Le Corbusier, consente infatti di riconoscere un compromesso tra conservazione dell'opera e requisiti attesi, abbassando la soglia di comportamento richiesto ai serramenti storici. Tale sensibilità non è stata riservata invece ad alcuni edifici di Daniele Calabi in ambito residenziale, in cui la sostituzione non coordinata e priva di un'adeguata valutazione degli infissi originari tipo ferrofinestra con modelli dai profili maggiorati ha fortemente alterato la percezione del fronte dell'edificio (Fig. 5).

Questioni aperte e linee di sviluppo

Il corpus degli interventi esaminati e di quelli riportati in questa sede suggerisce per le architetture nel Novecento una riflessione di carattere interdisciplinare intorno al concetto di service life dei componenti edilizi e ancor più intorno al ciclo di vita del sistema, spesso influenzato da esternalità non considerate al momento della progettazione.

In particolare, per l'involucro e gli infissi nello specifico, alla fisiologica obsolescenza che condiziona il naturale decadimento delle prestazioni si affiancano in modo rilevante l'obsolescenza indotta dall'evoluzione del quadro normativo e quella funzionale correlata. Ciò produce un significativo aumento del gap tra le prestazioni che il sistema è in grado di fornire e l'originaria curva teorica di prestazione che si modifica seguendo un andamento esponenziale, funzione dell'incremento dei requisiti.

La questione energetica, la richiesta di soddisfare livelli prestazionali sempre più efficienti, la necessità di adeguare i livelli di comfort indoor a standard qualitativi corrispondenti alle aspettative dell'utenza contemporanea rappresentano sfide complesse





se per l'ambito della conservazione. Gli emblematici interventi proposti sul Moderno evidenziano come gli esiti più promettenti siano stati ottenuti là dove le soluzioni tecnologiche sono state progettate mediando gli obiettivi prestazionali e quelli conservativi affinché l'intervento garantisca, attraverso una coordinata combinazione di azioni, tanto un accettabile, se non adeguato, livello di comfort e fruizione quanto la salvaguardia del valore iconico dell'edificio espresso non solo dalle sue caratteristiche figurative ma anche materiche.

Questo dibattito, culturale prima ancora che progettuale, apre il campo a una sfida socio-economica ben più vasta che riguarda il tessuto diffuso su gran parte del territorio. Un tessuto composto da un patrimonio eterogeneo dove la logica degli interventi è spesso quella di mera correzione dei deficit tecnologici e funzionali prescindendo da alcuna valutazione critica della consistenza e del valore – ancorché non monumentale – del bene oggetto di intervento. Ecco allora che l'approccio metodologico proposto può costituire un primo passo per tracciare delle linee di indirizzo per operazioni future attraverso la definizione di criteri operativi che possano estendersi anche alla tutela dell'edilizia minore del Novecento, generalmente esclusa dai circuiti di indagine riservati alle grandi testimonianze del Moderno, ma che pure rappresenta una parte integrante e diffusa del tessuto costruito che contribuisce a caratterizzare molte città.

La sostituzione acritica dei serramenti originari per ragioni di miglioramento delle prestazioni termiche ed energetiche affligge non solo la cosiddetta edilizia minore, ma anche opere che, pur non essendo annoverate tra quelle dei grandi Maestri del No-

vecento, meriterebbero certamente maggiore attenzione al fine di preservarne il valore testimoniale e al contempo estendere le possibilità di fruizione adeguandone il livello ai bisogni contemporanei. Il già citato esempio delle residenze progettate da Calabi suggerisce l'urgenza di una riflessione intorno alla quantità di opere che potrebbero incontrare la stessa sorte nell'arco dei prossimi decenni e per le quali sarebbe certamente opportuno attrezzare i progettisti con strumenti adeguati a ricomprendere negli interventi le istanze conservative, favorendo collaborazioni di carattere interdisciplinare e specialistico che certamente il mercato accoglierebbe almeno come auspicabili. Ciò permetterebbe non solo di affrontare una grande sfida con una dotazione più robusta di strumenti, ma anche di capitalizzare gli sforzi e gli investimenti fatti sulle grandi opere del Moderno rendendo attuabili alcuni modelli operativi sul mercato ordinario.

Il concept, la metodologia e le analisi critiche del testo sono sviluppate congiuntamente dagli autori, nello specifico J. Gaspari è autore dei parr. 1 e 4; S. Di Resta dei parr. 2 e 3.

Open issues and development trends

The examined cases and those reported in the paper suggest, with reference to 20th century architectures, an interdisciplinary reflection around the concept of service life of building components and, even more, about the system's life cycle, which can be often influenced by external and unpredictable factors, compared to the time of the original design. In particular, for the building envelope, the physiological obsolescence driving the natural decay of performance is significantly influenced by the one induced by the evolution of the regulatory framework and the related functional framework. This produces a significant increase in the gap between the performance the system is able to provide and the original theoretical level, which changes following an exponential trend, as a function of the increase in requirements.

The energy issue, the request to meet increasingly efficient performance levels, and the need to adapt indoor comfort levels to quality standards corresponding to the expectations of contemporary users, constitute complex new challenges in the conservation field. The emblematic interventions implemented for modern heritage highlight how the most promising outcomes have been achieved where technological solutions have been designed by mediating the performance and conservation objectives to ensure that the intervention would provide, through a coordinated combination of actions, an adequate level of comfort and use, while also preserving the building's iconic value, expressed not only by its figurative features but also by its material characteristics.

This cultural debate opens the field to a much broader socio-economic

challenge concerning the 'minor' built heritage spread over the territory. A heritage made up of a rather heterogeneous stock, where the rationale of the interventions often follows the mere correction of technological and functional deficits regardless of any critical evaluation of the consistency and value of the buildings involved, even if they are not monumental. The proposed methodological approach is, therefore, a first step to draw guidelines for future interventions by defining operational criteria that can also extend some preservation principles to the 20th century's 'minor' production. These buildings are generally excluded from investigation circuits reserved for relevant examples of modern heritage, but it also represents an integral and widespread part of the buildings that contribute to characterize our cities.

Uncritical replacement of the original

windows, due to thermal and energy performance improvements, affects not only the 'minor' built heritage but also works that, despite not being included among the great works of 20th century Masters, would certainly deserve greater attention to preserve their testimonial value, while also extending their possible uses by adapting them to contemporary needs. The above-mentioned example of the residential units designed by Calabi suggests an urgent reflection about the number of works that could meet the same fate over the next decades. Hence, it would certainly be appropriate to equip designers with adequate tools to include conservation goals in the interventions. Fostering collaborations of interdisciplinary teams – that the market would certainly welcome as desirable – would allow not only to face a great challenge with a richer set of tools, but also to capitalize

REFERENCES

- Canziani, A. and Di Resta, S. (2020), "The Neue Nationalgalerie by Mies van der Rohe between Preservation and Minimal Improvement", *Journal of Civil Engineering and Architecture*, Vol. 14, David Publishing, New York, pp. 226-232.
- Di Resta, S. and Danesi, G. (2019), "Quando l'uso non cambia. Questioni aperte sul restauro della Neue Nationalgalerie di Mies van der Rohe", in Biscontin, G. and Driussi, G. (Eds.), *Il patrimonio culturale in mutamento. Le sfide dell'uso*, Atti del XXXV Convegno "Scienza e Beni Culturali", Bressanone 1-5 luglio 2019, Arcadia Ricerche, Venezia, pp. 69-79.
- Pottgiesser, U., Ayón, A. and Richards, N. (2019), *Reglazing Modernism. Intervention strategies for 20th-century icons*, De Gruyter, Berlin-Boston.
- De Lucchi, M. (2018), "Neue Nationalgalerie Berlin, il restauro di David Chipperfield Architects. Una conversazione tra David Chipperfield e Michele De Lucchi", *Domus*, n. 1021, p. 32.
- Chipperfield, D. (2018), *David Chipperfield architects works 2018: Basilica Palladiana*, Catalogo della Mostra, Vicenza 12 maggio - 2 settembre 2018, Electa, Milano, p. 114.
- Jaspers, M. (2018), "The Neue Nationalgalerie: The Refurbishment of a Modern Monument", *Docomomo Journal*, n. 56, pp. 79-85.
- De Jonge, W. (2017), "Sustainable renewal of the everyday Modern", *Journal of Architectural Conservation*, Vol. 23, n. 1/2, pp. 62-105.
- Silva, A., De Brito, J. and Lima Gaspar, P. (2016), *Methodologies for service life prediction of Buildings*, Springer, Berlin.
- Di Resta, S. (2015), "«Less is (still) more». Il restauro dell'architettura razionalista: un quadro di insieme", in Di Resta, S. et al. (Eds.), *La Casa del Fascio di Predappio nel panorama del restauro dell'architettura contemporanea*, BUP, Bologna, pp. 78-89.
- Grignolo, R. (2015), "The Couvent de La Tourette from 1960 to the Present Day. Future Discernibility of Past Interventions", *Docomomo Journal*, n. 53, pp. 64-73.
- the efforts and the investments made on the great works of modern heritage, making some operating models feasible on the ordinary market.
- The paper's conceptualization, methodology and critical analysis are jointly developed by both authors, specifically the texts of Paragraphs 1 and 4 are authored by J. Gaspari; paragraphs 2 and 3 are authored by S. Di Resta.
- Docomomo International (2014), "Eindhoven-Seoul Statement", available at: <https://www.docomomo.com/2014/09/27/eindhoven-seoul-statement-2014/> (accessed 13 January 2021).
- Hammer Tugendhat, D., Hammer, I. and Tegethoff, W. (2014), *Haus Tugendhat. Ludwig Mies van der Rohe*, Bierhäuser, Basel, pp. 29-34.
- Montorsi, P. (2013), "I materiali del contemporaneo", in Mundici, M.C. and Rava, A. (Eds.), *Cosa cambia. Teorie e pratiche nel restauro dell'arte contemporanea*, Skira, Milano, pp. 15-20.
- Kazmierczak, K. (2010), "Review of curtain walls, focusing on design problems and solutions", *Proceedings of BEST2 Design and Rehabilitation*, Portland, pp. 1-20.
- König, H., Kohler, N., Kreißig, J. and Lütendorf, T. (2010), *A life cycle approach to buildings*, Detail, Munich.
- McCowan, D.B. and Kivela, J.B. (2010), "Lessons learned from curtain wall investigation", *Proceeding of the building envelope technology symposium*, available at: <http://rci-online.org/wp-content/uploads/2011-03-mccowan-kivela.pdf> (accessed 13 January 2021).
- Wolfram, A. (2006), "The technical challenges of preserving Modern Buildings", *arcCA - Preserving Modernism*, n. 3, pp. 29-31.
- CWCT (2005), *Standard for systemized building envelopes - Part 1 Scope, terminology, testing and classification*, Centre for Window & Cladding Technology, University of Bath.
- Bardelli, P.G., Filippi, E. and Garda, E. (2002) (Eds.), *Curare il moderno: i modi della tecnologia*, Marsilio, Venezia.
- Henket, H.J. and Heynen, H. (2002), *Back from Utopia: the challenge of the modern movement*, 010 Publishers, Rotterdam.
- Borsi, F. (1994), "Il restauro del Moderno: problemi e interrogativi", *A-Letheia*, n. 4, pp. 6-8.
- Soronis, G. (1992), "The problem of durability in building design", *Construction and Building Materials*, Vol. 6, n. 4, pp. 205-211.
- Dezzi Bardeschi, M. (1984), "Conservare, non riprodurre il moderno", *Domus*, n. 649, pp. 10-13.
- Irace, F. (1984), "La conservazione del moderno. Stuttgart Weissenhof case study", *Domus*, n. 649, pp. 2-3.
- Garden, G.K. (1978), "Design determines durability", in Sereda, P.J. and Litvan G.G. (Eds.), *First International Conference on Durability of Building Materials and Components*, ASTM STP 691, pp. 31-37.