

Paola Gallo,

Dipartimento di Architettura, Università degli Studi di Firenze, Italia

paola.gallo@unifi.it

Abstract. La necessità di rendere il patrimonio edilizio storico “rinnovato”, e quindi la possibilità di introdurre tecnologie e componenti innovativi che ne possano garantire prestazioni ottimali, pongono la difficile questione sulla valutazione se l'intervento tecnologico per l'adattabilità prestazionale in chiave sostenibile, sia da considerare una “minaccia”, pur riconoscendo che contribuisce efficacemente alla salvaguardia a lungo termine di un edificio storico esistente ed alla conservazione del suo valore culturale nel tempo. L'articolo presenta il caso studio per la diagnostica, valutazione e manutenzione della chiesa di S. Giovanni Battista a Firenze progettata da G. Michelucci, a seguito dell'evento catastrofico del 2015 che ne devastò parzialmente la copertura.

Parole chiave: Adattabilità prestazionale; Edifici storici; Conservazione.

Introduzione e contesto di riferimento

Gli edifici con caratteristiche storiche oggi rappresentano il marchio di fabbrica di numerose città europee in quanto grazie alla loro esistenza le rendono uniche; sono un simbolo vivente che appartiene al ricco patrimonio culturale europeo in quanto riflettono l'identità della società.

Il recupero e la conservazione degli edifici storici, così come la necessità di renderli efficienti, è utile non solo per la loro sussistenza ma soprattutto per la necessità di far riacquistare loro la capacità di essere “vivi” nel tempo e quindi in qualche modo, funzionali per gli utenti.

L'idea di mantenere attive le caratteristiche degli edifici nel tempo, è però frutto della necessità di interrompere quel filo rosso che li lega spesso all'incuria ma anche agli eventi che nel tempo alimentano il disordine in cui si vengono frequentemente a trovare; un filo rosso la cui lunghezza è direttamente proporzionale non solo alla dimensione della trascuratezza ma anche alla incapacità di “previsione” degli eventi che si susseguono nel tempo e

Historical character vs performance adaptability: case study of the church Autostrada del Sole

Abstract. The need to “renew” the historical building heritage and, therefore, the possibility of introducing innovative technologies and components capable of ensuring its optimal performance pose the difficult question of assessing whether technological intervention for sustainable performance adaptability should be considered a “threat,” while acknowledging that it efficiently helps to safeguard an existing historical building in the long-term and to preserve its cultural value over time. This article presents the case study for the diagnostics, evaluation and maintenance of the Church of S. Giovanni Battista in Florence, designed by G. Michelucci after the catastrophic event of 2015 that partly destroyed its roof.

Keywords: Performance adaptability; Historical buildings; Conservation.

che hanno contraddistinto per molti anni il modo di gestire e di progettare le trasformazioni fisiche e funzionali di interi territori (Talamo, 1998).

Previsione quale parola chiave che contraddistingue la necessità di cambiare strategia per intervenire su questi edifici e che contempla, se si parla di manutenzione, la variabile tempo e la introduce nel modello decisionale per eccellenza che è il progetto. Perché è proprio l'atto progettuale che si dovrà fare carico di andare incontro alle conseguenze nel tempo e alla mancanza di previsione degli eventi, anche eccezionali, anticipandone le traiettorie fino a predisporre il futuro delle trasformazioni.

In questo contesto è necessario colmare il gap che esiste tra il concetto di conservazione degli edifici storici e la protezione dell'ambiente, come salvaguardia del clima; operazioni che non sono certo in antagonismo: le costruzioni storiche potranno infatti sopravvivere solo se verranno mantenute nel tempo come spazi vitali e confortevoli.

In realtà non vi è alcun conflitto tra la salvaguardia degli edifici storici e i principi di sostenibilità in materia di ambiente (come gestione delle risorse): la conservazione degli edifici esistenti, sia nella loro interezza costitutiva, o semplicemente nell'utilizzo di parti di essi, ne autorizza il loro “adattamento” prestazionale/funzionale, capace di fornire ottime caratteristiche in piena conformità con i principi di tutela, di costruzione e sostenibilità (Plevoets and Van Cleempoel, 2011).

L'attento processo di adattamento e riutilizzo secondo i principi di sostenibilità ambientale, ed in particolare attraverso il risanamento energetico, può infatti generare nuovi spazi di altissima qualità architettonica e prestazionale.

L'impatto potenziale che le misure di efficienza energetica posso-

Introduction and reference context
Buildings with historical characteristics today represent the trademark of many European cities in that their very existence makes them unique. They are a living symbol that belongs to the rich European cultural heritage in as much as they reflect the identity of the society. The renovation and conservation of historical buildings, along with the need to make them efficient, is useful not just for their existence but above all for the need to restore their ability to be “alive” over time and, therefore, to be somehow functional for users. The idea of keeping the characteristics of the buildings operational in the long term, however, stems from the need to interrupt the common thread that often associates them with neglect as well as with events that contribute to the disorder they are often found in. The extent of this common thread is

often directly proportional not just to the degree of neglect but also to the inability to “foresee” future occurrences that have long marked how the physical and functional transformations of entire territories are managed and planned (Talamo, 1998). Choose a keyword that indicates the need to change strategy in order to implement some action on these buildings and which, when speaking about maintenance, contemplates the time variable, introducing it into the decision-making model *par excellence* represented by the design. The very act of designing must take into account and cope with the consequences over time, and make up for the failure to predict events, including exceptional ones, anticipating their trajectories and preparing for their future transformations. In this context, the gap must be bridged between the concept

no avere, soprattutto nel mondo delle costruzioni, è significativo ed a portata di mano, molto di più di quelle misure che riguardano l'approvvigionamento delle risorse. In un rapporto del World Energy Outlook¹, l'Agenzia Internazionale per l'Energia mostra alcune proiezioni delle tendenze energetiche al 2035 e ciò che esse possono rappresentare per gli sviluppi futuri.

Per farlo presenta diversi scenari che disegnano una possibilità di riduzione di circa il 70% in totale della domanda globale di energia primaria entro il 2035. Da tale previsione si evince che l'efficienza energetica è proiettata a fornire la più grande componente, producendo da sola il 42%, di tale riduzione (con una previsione nel breve periodo di circa il 71%). Per contro, sempre entro il 2035, il contributo della tecnologia per l'energia rinnovabile prevista è del 23%, i biocarburanti 4%, il nucleare, l'8%, e la cattura e lo stoccaggio del carbonio 17%.

È quindi sorprendente quanto sia grande il contributo che si prevede di ottenere a livello globale dalle misure di efficienza energetica, e come al contempo siano piuttosto modesti i contributi provenienti dalle energie rinnovabili o da altri settori.

Dal momento quindi che la riduzione della domanda di energia nella riqualificazione degli edifici, compreso quelli di pregio, viene assunta come valore raggiungibile, è necessario dimostrare che gli edifici storici, devono essere conservati ed apprezzati per la qualità della vita che essi producono, a questa ed alle future generazioni, anche se, l'uso e la conservazione sostenibile di tali edifici richiede comunque ampi compromessi sia a livello sociale che economico/ambientale (Gelfand and Duncan, 2012).

Ciò che però è importante sottolineare prima di tutto è:

- riconoscere che i beni del patrimonio sono una risorsa non rinnovabile;

of conservation of historical buildings and environmental protection, such as climate protection, actions that are certainly antagonistic. Historical constructions can, in fact, only survive if they are maintained over time as vital and comfortable spaces.

In fact, there is no conflict between the protection of historical buildings and environmental sustainability principles (such as resource management). The conservation of existing buildings, both in their constituent entirety or simply regarding the use of a part of them, authorises their performance-based/functional "adaptation," which is capable of providing optimal characteristics in full compliance with the principles of protection, construction and sustainability (Plevoets and Van Cleempoel, 2011).

The careful process of adaptation and reuse according to environmental sustainability principles and, in particular,

through energy efficiency renovation can, in fact, generate new spaces with very high architectural and performance quality.

The potential impact that energy efficiency measures can have, above all in the construction world, is significant and close at hand, much more so than resource procurement measures. In a World Energy Outlook report¹, the International Energy Agency shows some energy trend projections up to 2035 and what they could represent for future developments.

It sets out various scenarios that describe the possibility of reducing global demand for primary energy by a total of 70% by 2035. This forecast shows that energy efficiency is projected to make up the largest component, accounting for 42% of this reduction alone (with a short-term forecast of around 71%). On the other hand, again

- tenere conto dei più ampi benefici sociali, culturali, economici e ambientali della conservazione del patrimonio;
- riconoscere che il cambiamento inteso come riqualificazione prestazionale/ambientale, gestito in modo intelligente a volte è necessario, soprattutto se si pensa che i beni del patrimonio devono essere mantenuti più a lungo possibile nel tempo per continuare ad esprimere il loro valore culturale (Bertocci and Van Riel, 2014).

Significato e valore degli edifici storici nelle mutazioni dovute al tempo

Secondo il modello sviluppato da N. Kohler (Kohler, 1999), la sostenibilità nell'ambiente costruito, si basa su tre dimensioni: i valori ecologici che comprendono l'energia 'incorporata' e le risorse usate per la costruzione degli edifici; i valori economici equivalenti a quelli di mercato, ai costi di esercizio e ai ricavi; i valori sociali che comprendono sia i valori funzionali che quelli culturali.

Quando si tratta di edifici storici di alto pregio è evidente che il valore economico inteso come valore di mercato e di rendita non entrano in gioco, mentre resta quello dei costi di esercizio. Un edificio storico che disciplina i suoi costi di gestione può infatti aumentare il suo valore economico; e non è solo il proprietario che può trarre profitto dal questo status ma, un cambiamento nelle qualità che lo caratterizzano, consentono di generare altri tipi di esternalità, come il turismo, l'occupazione e lo sviluppo, contribuendo così alla crescita economica a scala più ampia, intercettando nel contempo il valore sociale alla stregua di chi come la *European Faro Convention*² pone il patrimonio culturale europeo nella più ampia visione di uno sviluppo sostenibile

by 2035, the contribution expected from renewable energy technology is 23%, biofuels 4%, nuclear 8%, and carbon capture and storage 17%.

It is, therefore, surprising how big the contribution from energy efficiency measures is expected to be at a global level, and at the same time how modest the contributions from renewable energies or other sectors are.

Hence, since lower energy demand in the renovation of buildings, including important ones, is considered an achievable value, it needs to be shown that historical buildings must be preserved and appreciated for the quality of life they produce both for this generation and for future ones. This is necessary, even if the use and sustainable conservation of these buildings in any case entails broad compromises at both a social and an economic/environmental level (Gelfand and Duncan, 2012).

However, the following points are first required:

- recognise that heritage assets are not a renewable resource;
- take into account the broader social, cultural, economic and environmental benefits of heritage conservation;
- recognise that change, understood as efficiently managed performance/environmental renovation, is sometimes necessary, above all if we consider that heritage assets must be maintained for as long as possible over time so they can continue to express their cultural value (Bertocci and Van Riel, 2014).

Significance and value of historical buildings in changes occurring over time

According to the model developed by N. Kohler (Kohler, 1999), the sustaina-

e lo definisce come risorsa per la memoria, la comprensione e l'identità.

L'aspetto più evidente in questo scenario della sostenibilità dell'ambiente costruito spetta però al valore ecologico in quanto parte del valore ambientale di un edificio esistente è costituita dall'energia e dai materiali in esso incorporata. L'edificio è una risorsa non rinnovabile che, come altre risorse non rinnovabili, dovrebbe essere gestito in modo attento ed efficiente. Gli edifici esistenti di carattere storico possono essere infatti considerati come "capitale ambientale" fatto non solo di materia ma soprattutto di esigenze, tra le quali quelle per il suo funzionamento compreso il consumo di risorse ed energie che è necessario limitare per la loro conservazione, mantenimento e possibilità di utilizzo continuativo nel tempo (Troï, 2011).

Il patrimonio culturale costruito deve essere visto allora come un "capitale culturale", senza nessun divario da altre forme di capitale, ma con le dovute differenze che scaturiscono dal fatto che è insostituibile. Data la sua irreplicabilità, il patrimonio storico deve essere considerato, anche dal punto di vista energetico, una risorsa non rinnovabile che richiede una gestione efficiente e attenta con una prospettiva di lungo periodo.

Il caso studio della Chiesa dell'autostrada del Sole

La necessità di rendere il patrimonio edilizio storico "rinnovato" (THINK project Final Report, 2012), e quindi la possibilità di introdurre tecnologie e componenti innovativi che ne possano garantire prestazioni ottimali, pongono la difficile questione sulla valutazione se l'intervento tecnologico per l'adattabilità prestazionale in chiave sostenibile, sia da considerare una 'minaccia'; pur riconoscendo che

bility of the built environment is based on three dimensions: ecological values, which include 'incorporated' energy and the resources used to construct buildings; economic values equivalent to those of the market, operating costs and revenues; and, social values that include both functional and cultural values.

When it comes to important historical buildings, it is clear that the economic value, understood as a market and income value, does not come into play, while the operating costs value remains. A historical building that regulates its operating costs can, in fact, increase its economic value. It is not only the owner who can benefit from this status. Indeed, a change in its characteristic qualities means it can generate other types of external effects, such as tourism, employment and development, thereby contributing to

economic growth at a broader scale, while at the same time intercepting the social value in the same way, for instance, as the European Faro Convention², which places the European cultural heritage within the broader vision of sustainable development and defines it as a resource for memory, understanding and identity.

In this scenario, the most evident aspect of the sustainability of the built environment is, however, the economic value in that part of the environmental value of an existing building is made up of energy and of the materials incorporated into it. The building is a non-renewable resource that, like other non-renewable resources, must be managed carefully and efficiently. Existing historical buildings can, in fact, be considered "environmental capital" made up not only of matter but above all of requirements, including those for

contribuisce efficacemente alla salvaguardia a lungo termine di un edificio storico esistente ed alla conservazione del suo valore culturale nel tempo.

Partendo da questa premessa, il presente studio ha per oggetto l'indagine conoscitiva del sistema di chiusura superiore della Galleria delle Regioni della Chiesa di San Giovanni Battista a Firenze Nord, comunemente definita anche Chiesa dell'Autostrada del Sole, al fine di identificarne le possibili soluzioni di ripristino, atte a garantire le sue prestazioni nel tempo e migliorare le condizioni di comfort indoor.

Si tratta di un'opera di architettura del novecento così come definita dallo stesso architetto Michelucci «di un edificio, per così dire, senza fine, cioè aperto, che venisse a costituire un "continuum" con la strada e che, pur indugiandone il percorso a suggerire la necessità di una sosta naturale, non ne spezzasse la continuità spazio-temporale»; concepito a sé stante, ma tale da collegarsi all'ambiente particolare dell'autostrada dove «lo spazio dell'edificio sacro non doveva recingersi o recludersi, non avere un principio e una fine ma nascere dalle strade e dai campi, esaltare un valore ed una funzione e proiettarsi nuovamente verso la natura e l'ambiente circostante» (Quaroni *et al.*, 1980).

Il caso studio si inquadra in un più ampio lavoro condotto per la convenzione dal titolo "Diagnostica, valutazione e manutenzione della chiesa dell'Autostrada di G. Michelucci", stipulata dall'unità di ricerca DM_SHS (Documentation and Management of Small Historical Settlements)³ del Dipartimento DIDA dell'Università degli Studi di Firenze, con la Società Autostrade per l'Italia S.p.A.

A seguito dell'evento meteorologico di eccezionale portata del 5 marzo 2015, durante il quale è stato divelto il manto di rame di

their operation, such as the consumption of resources and energy, which must be limited for their conservation, maintenance and the possibility of their continuous use over time (Troï, 2011). The built cultural heritage must then be seen as "cultural capital" without any deviation from other forms of capital, but with the due differences that arise from the fact that it is irreplaceable. Given the fact that it cannot be replicated, the historical heritage must be considered a non-renewable resource, also from an energy-related perspective, which requires efficient and careful management over the long-term.

Case Study of the Church of the Highway of the Sun

The need to "renew" the historical building heritage (THINK project Final Report, 2012) and, therefore, the

possibility of introducing innovative technologies and components capable of ensuring its optimal performance pose the difficult question of assessing whether technological intervention for sustainable performance adaptability should be considered a threat, while acknowledging that it efficiently helps to safeguard an existing historical building in the long-term and to preserve its cultural value over time.

Starting from this premise, this study concerns a fact-finding survey of the upper closure system of the "Gallery of the Regions" in the Church of Saint John the Baptist in north Florence, commonly referred to as the Church of the Highway of the Sun. The purpose is to identify possible renovation solutions aimed at guaranteeing its performance over time and to improve indoor comfort.

This is an architectural work built in

una delle falde della copertura della chiesa, la società proprietaria del bene (Autostrade per l'Italia) ha ravvisato la necessità di predisporre un piano di conservazione programmata dell'intera fabbrica, al fine di contrastare il fenomeno di degrado in atto.

La scelta è stata quella di predisporre un Piano di Conservazione Programmata dell'intera fabbrica, utilizzando il termine "conservazione" con il pregio di connotare così una maggior attenzione al problema cruciale dell'autenticità, che seppur non obbligatorio secondo i dettami normativi vigenti (D.P.R. 207/2010 valido per le opere pubbliche di nuova costruzione) tenga conto dei comportamenti in opera e delle condizioni d'uso che non derivano in questi casi da previsioni di progetto, ma che sono relazionati all'esistenza e alla consistenza materica stessa del bene, senza andare a discapito della sua autenticità.

Un piano-programma di conservazione che analizza ed interpreta l'intera fabbrica come sistema complesso e dinamico, costituito da strutture collaboranti (sistemi); azioni di salvaguardia, alle quali si aggiungono quelle rivolte alla valorizzazione del monumento per la fruizione, il godimento collettivo e l'accessibilità. Tutto questo analizzando le relazioni che l'edificio intrattiene con il suo contesto, contemplando altresì il rapporto con gli spazi aperti limitrofi, con il paesaggio "infrastrutturale" della rete autostradale e con quello urbano in cui si trova.

All'interno della convenzione sono quindi stati redatti un Programma di Conservazione, dove le attività di controllo e monitoraggio sono state interrelate con le operazioni strettamente legate alla prevenzione/manutenzione/protezione dei sistemi tecnologici individuati; un Manuale d'uso indirizzato all'utenza e rivolto a definire le "buone pratiche" nella fruizione quotidiana del bene edilizio (dove con il termine utente si indica tutti gli

attori che, a vario titolo entrano in relazione con il manufatto, ad eccezione delle figure tecniche deputate al processo manutentivo periodico); un Manuale Tecnico (Fig. 1) in grado di fornire un quadro dettagliato delle caratteristiche che contraddistinguono i singoli elementi tecnici del corpo di fabbrica, identificati in maniera univoca ed inequivocabile all'interno degli spazi della chiesa individuati come "ambiti", al fine di poter orientare l'utente, anche non esperto, nella localizzazione del componente da riparare e/o mantenere (Fig. 2).

Conclude il lavoro, un documento di indirizzi strategici per la valorizzazione dei luoghi da mettere a sistema per la conservazione del pluristratificato paesaggio ricco di emergenze storico-architettoniche ed ambientali in cui si inserisce la Chiesa dell'Autostrada.

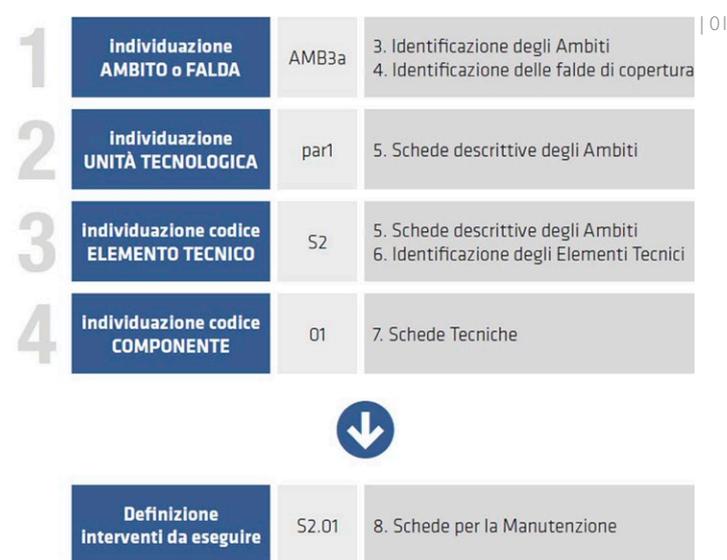
Un'azione preventiva programmata questa ad ampio raggio, richiesta dalla committenza, basata su un'approfondita conoscenza del manufatto nelle sue relazioni con l'ambiente circostante, finalizzata ad attenuare alla radice gli effetti di quei fattori ambientali di deterioramento, naturale e/o accidentale, per garantire la conservazione dell'opera nel tempo.

Il lavoro qui presentato però si limita ad illustrare l'approccio adottato per il Piano-Programma di Conservazione del solo sistema di copertura della chiesa (e più in dettaglio della porzione della copertura divelta dall'evento calamitoso) che contempla l'esistenza di idonee soluzioni, atte a salvaguardare il comparto materico di cui essa è composta, conservandone gli elementi originali e le tracce su di essi impresse dal tempo.

Un documento eseguito in emergenza dove, a queste esigenze si è aggiunta la necessità di individuare e isolare con tempestività il guasto e di eseguire in tempi rapidi gli interventi riparativi al

the twentieth century and defined by architect Michelucci himself as «a building, so to speak, without end, that is open, that came to represent a "continuum" with the road and that, while positioned on its route as if to suggest the need for a natural stop, does not break up its space-time continuity». It was conceived in its own right, but in order to connect with the specific environment of the highway where «the space of the sacred building was not to be fenced or enclosed, nor to have a beginning or an end but to emerge from the roads and fields, to glorify a value and a function and project itself back to nature and the surrounding environment» (Quaroni *et al.*, 1980). The case study is part of a broader work conducted for the convention entitled "Diagnostics, assessment and maintenance of the Church of the Highway by G. Michelucci" agreed

upon by the DM_SHS (Documentation and Management of Small Historical Settlements) Research Unit³ of the DIDA Department, University of Florence, and by the company Autostrade per l'Italia S.p.A. Following the exceptional meteorological event of 5 March 2015, during which the copper mantle of one of the slopes of the church's roof was torn off, the company that owns the building (Autostrade per l'Italia) recognised the need to prepare a scheduled conservation plan for the entire building in order to combat the deterioration taking place. It was decided to prepare a Scheduled Conservation Plan for the entire building, using the term "conservation", which would thereby draw greater attention to the critical problem of authenticity. Despite not being mandatory under current regulatory requirements (Presidential Decree 207/2010



fine di evitare la propagazione del danno ad altri sub-sistemi e componenti o il verificarsi di condizioni di rischio per le funzioni strategiche del bene in oggetto.

Conoscere prima di riqualificare

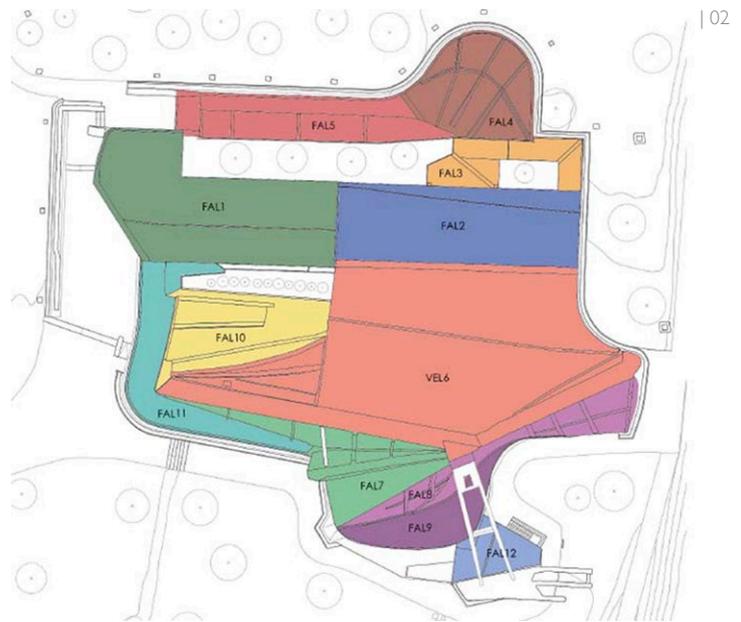
Si è trattato quindi di configurare un complesso apparato conoscitivo, secondo molteplici ambiti teorico-disciplinari e caratterizzato da una articolata prassi tecnologica, operativa e gestionale coadiuvata da metodi e strumenti originali. Una azione di conservazione intesa non solo come insieme di attività che producono opere, ma un insieme di attività che hanno come funzione di servizio e compiti principali quelli di conoscere, prevedere e programmare, prevenire e controllare dove questi compiti si intrecciano in una continua circuitazione di informazioni e di indicazioni operative (Dall'O, 2011).

Il gruppo di lavoro è stato quindi costituito tra l'unità di ricerca dell'Università di Firenze, in cui conferiscono gli apporti disciplinari dell'area del restauro e del rilievo, della tecnologia e delle strutture, della storia dell'architettura e della progettazione, con il contributo del CNR per la parte diagnostica dei materiali; apporti disciplinari indispensabili per poter ricomporre un quadro conoscitivo ampio e per quanto possibile esaustivo, nei termini dell'accordo con la committenza, di tutti gli organismi tecnologici ed architettonici analizzati.

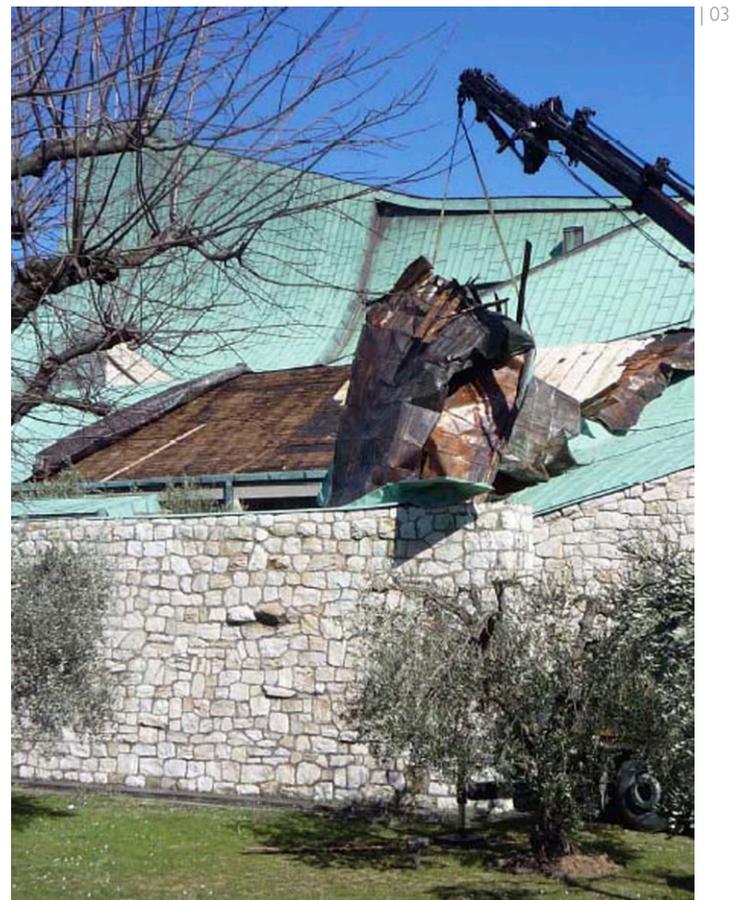
Un lavoro che ha richiesto una stretta collaborazione con l'ufficio tecnico della Società Autostrade che per primo è intervenuto per scongiurare ulteriori azioni di degrado dovuti alle condizioni meteorologiche che ne avevano già causato il danno; una azione tempestiva necessaria ma che è risultata quasi più dele-

valid for newly constructed public works), conservation takes account of the behaviours at work and of the conditions of use that in such cases do not derive from project forecasts but are, instead, related to the existence and material consistency of the asset itself, without impairing its authenticity. The conservation plan-schedule analyses and interprets the entire building as a complex and dynamic system made of up collaborating structures (systems) and of safeguarding actions, in addition to those that seek to enhance the monument in terms of its use, collective enjoyment and accessibility. All this is implemented by analysing the buildings' relationships with its context, also contemplating the relationship with the neighbouring open spaces, the "infrastructural" landscape of the motorway network and the urban context in which it is located.

The following were, therefore, drawn up at the convention: a Conservation Programme, where control and monitoring activities were interrelated with actions strictly linked to the prevention/maintenance/protection of the technological systems identified; a User Manual defining "good practices" in the daily use of the building (where the term user indicates all those who come into contact with the building for various reasons, except for the technical persons in charge of periodic maintenance); and a Technical Manual (Fig. 1) capable of providing a detailed overview of the characteristics of the building's individual technical elements, uniquely and unequivocally identified within the spaces of the church as "areas" designed to help the user, even those who are not experts, to locate the component to be repaired and/or maintained (Fig. 2).



teria dell'evento calamitoso in quanto il manto di rame in lastre, elemento distintivo di questa pregevole opera architettonica, era stato suddiviso in porzioni, tramite taglio meccanico, realizzato per facilitarne il trasporto e lo stoccaggio in un luogo riparato, lasciando scoperto l'estradosso del solaio sul quale giaceva la copertura (Figg. 3, 4).



Approccio metodologico Lo studio⁴ ha per oggetto quindi l'indagine conoscitiva del sistema di chiusura superiore della Galleria delle Regioni, porzione del complesso orientata a sud della Chiesa di San Giovanni Battista, al fine di identificarne le possibili soluzioni atte a garantire il ripristino della sua funzione oltre a garantire condizioni integrative di risparmio energetico e ottimali prestazioni nel tempo. L'analisi, svolta a seguito dell'evento che ha portato al distacco dell'originario manto di copertura in rame, e della successiva e necessaria asportazione di alcuni strati di completamento della copertura (tavolato ed alcuni listelli di attacco della finitura in rame), ha avuto come scopo quello di individuare principalmente la tecnologia costruttiva del supporto (solaio di copertura), compresa l'identificazione degli strati di completamento, al fine di individuare i materiali utilizzati (sia nella sostanza che nelle dimensioni); analizzare il comportamento prestazionale dell'intero pacchetto di chiusura superiore; definirne le eventuali criticità relative al montaggio e/o fissaggio delle varie parti (in particolare del manto di copertura in rame) ed indicare possibili interventi di ripristino della copertura. Il lavoro è stato così diviso in due diverse fasi:

- ispettivo-analitica: studio diretto e indiretto sugli aspetti tecnologici e storici dell'edificio;
- propositiva: definizione di approccio tecnico e proposta per il ripristino della copertura.

L'analisi della documentazione (foto di cantiere ed elaborati reperiti negli archivi)^{5 6 7} ha permesso di formulare alcune ipotesi circa la tecnologia costruttiva della copertura poi confermate, per quanto è stato possibile verificare, mediante saggi esplorativi effettuati a seguito di alcuni sopralluoghi utili ad identificarne la fattibilità tecnica.

The paper closes with a strategic guideline document aimed at enhancing the sites to be systematised in order to preserve the multi-layered landscape full of historical-architectural and environmental emergencies; the Church of the Highway is one of them.

This is a large-scale planned preventive action, requested by the client, based on in-depth knowledge of the building and its relationships with the surrounding environment. The project is aimed at mitigating, at the source, the effects of natural and/or accidental environmental deterioration factors in order to ensure its long-term conservation.

The work presented here, however, merely outlines the approach adopted by the Conservation Plan-Schedule for just the church's roof system (precisely, the part of the roof that was torn away during the disastrous event). It

contemplates the existence of suitable solutions that seek to safeguard its constituent materials, preserving the original elements and traces left on them over time.

This document was drawn up in an emergency situation where, in addition to these requirements, there was a need to promptly identify and isolate the problem and carry out repairs in a short time to prevent the damage from spreading to other sub-systems and components, besides risk conditions arising with regard to the strategic functions of the asset in question.

Understand before renovating

It was, therefore, a matter of putting together a complex knowledge system according to multiple theoretical-disciplinary areas, a system characterised by structured technological, operational and managerial practices sup-



Dalla attenta lettura della documentazione descrittiva e grafica, è stato possibile infatti ipotizzare la struttura del solaio di copertura corrispondente alla zona di studio: un solaio realizzato in latero-cemento, con travetti orditi secondo la pendenza della falda, posato su travi portanti in calcestruzzo armato sagomate e gettate in opera.

ported by original methods and tools. This conservation action was intended not only as a set of activities that produce works, but as a set of activities, whose service functions and main tasks are knowing, predicting and programming, preventing and controlling, where these tasks are intertwined in a continuous circuit of information and operational indications (Dall'O, 2011).

A working group was, therefore, set up at the research unit of the University of Florence, with disciplinary contributions from the fields of restoration and surveys, technology and structures, history of architecture and design, and the contribution of the NRC as regards the diagnostics of materials. These disciplinary contributions were essential to recreate a broad and, as far as possible, exhaustive knowledge framework, under the terms of the agreement with

the client, of all the technological and architectural bodies analysed.

This job required close collaboration with the technical office of the Autostrade company, which first intervened to prevent further deterioration brought about by the weather conditions that had already caused the damage. This prompt action was necessary but it was almost more harmful than the disastrous event in that the copper sheet covering, a distinctive element of this valuable architectural work, had been divided into sections by mechanical cutting, which was done to facilitate its transport to and storage in a sheltered place, leaving the upper part of the slab supporting the roof uncovered (Figs. 3, 4).

Methodological approach

Hence, the study⁴ involved a fact-finding survey of the upper closure system

05 | Foto del cantiere all'epoca della costruzione, archivio Fotografie Giovanni Michelucci, Fondazione Giovanni Michelucci

Photo of the building site at the time of construction, Photographs from the Giovanni Michelucci archive, Fondazione Giovanni Michelucci

06 | Stralcio del progetto originale: sezione costruttiva della copertura. Archivio Disegni Giovanni Michelucci, Fondazione Giovanni Michelucci

Excerpt from the original project: construction section of the roof. Drawings from the Giovanni Michelucci archive, Fondazione Giovanni Michelucci

In particolare, la documentazione fotografica d'epoca mostra per la realizzazione delle coperture, l'impiego diffuso di singoli travetti prefabbricati realizzati in laterizio (tipo SAP), debolmente armati direttamente in opera; inoltre, come dimostrano alcuni disegni del tempo, il solaio sarebbe stato completato con un getto di calcestruzzo (soletta) non armato, di riempimento tra i correnti di legno su cui inchiodare il tavolato per sostenere la finitura in rame (Figg. 5, 6).

Facendo riferimento a questi documenti grafici e conseguentemente alle osservazioni dirette effettuate nel tempo si evince che, così come solitamente avveniva all'epoca della costruzione della Chiesa, le soluzioni tecnologiche adottate poi in sede di costruzione, venivano definite direttamente in cantiere affidando la loro esecuzione alla perizia ed all'esperienza delle maestranze che materialmente le eseguivano in opera.

Si sono quindi resi necessari alcuni saggi esplorativi per confermare la composizione tecnologica del sistema della copertura, comprese le verifiche dimensionali e l'eventuale situazione di deterioramento del materiale di cui esso è composto (laterizio, calcestruzzo, legno per l'orditura secondaria ed il tavolato di posa per la finitura, polistirolo espanso per l'isolamento, guaina bituminosa quale impermeabilizzante) (Fig. 7).

Confrontando le analisi effettuate mediante documentazione tecnica e fotografica ed i risultati del saggio, è stato possibile confermare le supposizioni fatte sulla reale stratigrafia della copertura, a meno del manto di finitura in rame divelto dall'evento calamitoso, validando l'ipotesi sia di una diversa dimensione della struttura secondaria (in correnti in abete) che della presenza di polistirolo espanso a completamento tra i correnti di legno al posto del calcestruzzo leggero, così come indicato nei disegni originali.

of the Gallery of the Regions, the part of the Church of Saint John the Baptist complex oriented to the south, in order to identify possible solutions capable of restoring its function and ensuring the supplementary conditions of energy savings and excellent performance over time.

The analysis, conducted after the event that tore off the original copper roof covering, and the subsequent and necessary removal of some layers completing the roof (boarding and some strips attaching the copper finish), mainly sought to: identify the construction technology of the support (roof slab), including the completion layers, in order to establish which materials were used (in terms of both substance and size); analyse the performance behaviour of the entire upper closure package; define any critical issues relating to the assembly and/or fixing of the

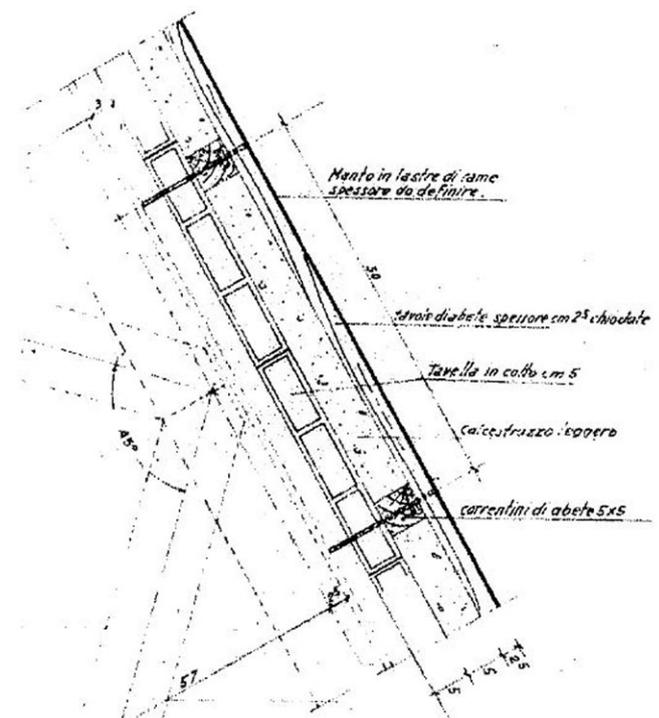
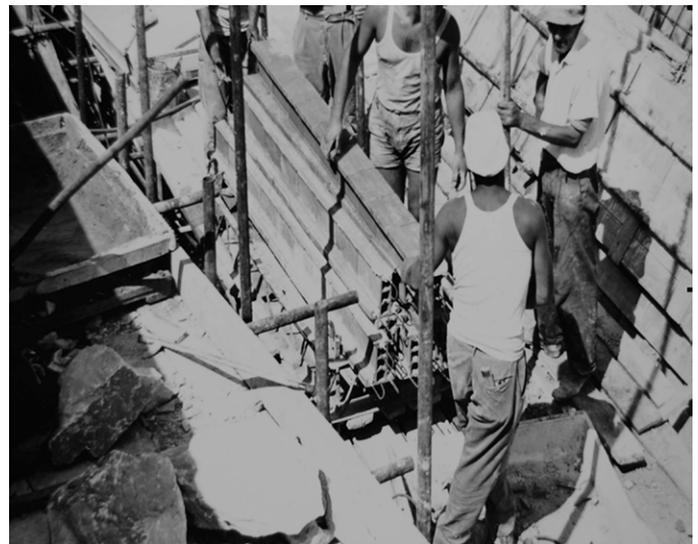
various parts (in particular the copper roof covering), and indicate possible repairs to the roof.

The work was divided into two different phases:

- inspectional-analytical: direct and indirect study of the technological and historical aspects of the building;
- propositional: definition of the technical approach and proposal for the renovation of the roof.

The analysis of the documentation (construction site photo and papers found in the archives)^{56,7} made it possible to formulate some hypotheses on the roof construction technology. Such theories were then confirmed, as far as possible, by exploratory tests following some inspections that helped to identify the technical feasibility.

A careful perusal of the descriptive and graphic documentation encour-



aged speculation on the structure of the roof cover in the area studied: a brick-cement slab with joists arranged according to the slope of the pitch, laid on load-bearing reinforced concrete beams shaped and cast on site.

In particular, the historical photographic documentation shows the widespread use of singular prefabricated joists made of brick (SAP type), weakly reinforced directly on site. Moreover, as shown in some drawings of the time, the slab would have been completed with a jet of unreinforced concrete (slab) used as a filling between the wooden secondary beams onto which the boarding was nailed to support the copper finish (Figs. 5, 6).

Referring to these graphic documents and, consequently, to the direct observations made over time, it is evident that, as was customary when the church was built, the technological solutions adopted later during construction were directly defined at the construction site and their execution was entrusted to the survey and the experience of the builders who materially carried out the work.

Some exploratory tests were, therefore, necessary to confirm the technological composition of the roof system, including checks of the dimensions and any situations of deterioration of its constituent materials (brick, concrete, wood for the secondary framework

Le simulazioni esplorative ed i risultati della sperimentazione

A seguito del rilievo e della conseguente caratterizzazione dei materiali di cui è costituita la copertura e la verifica dimensionale, è stato possibile operare innanzitutto una analisi termigrometrica esemplificativa valutata in regime stazionario, dell'intera chiusura superiore e cioè composta nella sua stratigrafia originale, i cui risultati hanno restituito una condizione termigrometrica non del tutto ottimale ma consueta per una copertura di questo tipo, con zone di condensa interstiziale individuabile sotto il manto di finitura in rame.

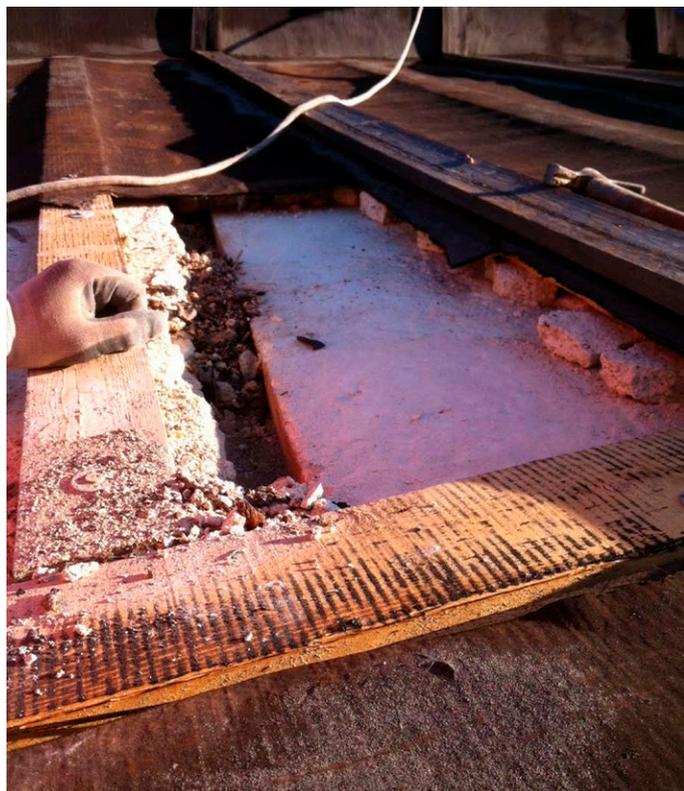
Ipotizzando quindi un intervento di riparazione di questa porzione di copertura, sono state condotte alcune simulazioni esplorative, per verificare innanzitutto una possibile stratigrafia migliorativa al fine di limitare al minimo gli effetti della condensa interstiziale tra gli strati, operando sulla sostituzione e/o eliminazione degli stessi con altri materiali più prestanti e riconducibili in alcuni casi, a quelle categorie che presentano un LCA migliore; il tutto mantenendo gli stessi spessori e le orditure originali. Tali scenari tesi a migliorare le prestazioni termiche della copertura per riparare il danno, sono stati mirati in via sperimentale anche al raggiungimento dei limiti normativi considerati per la riqualificazione degli

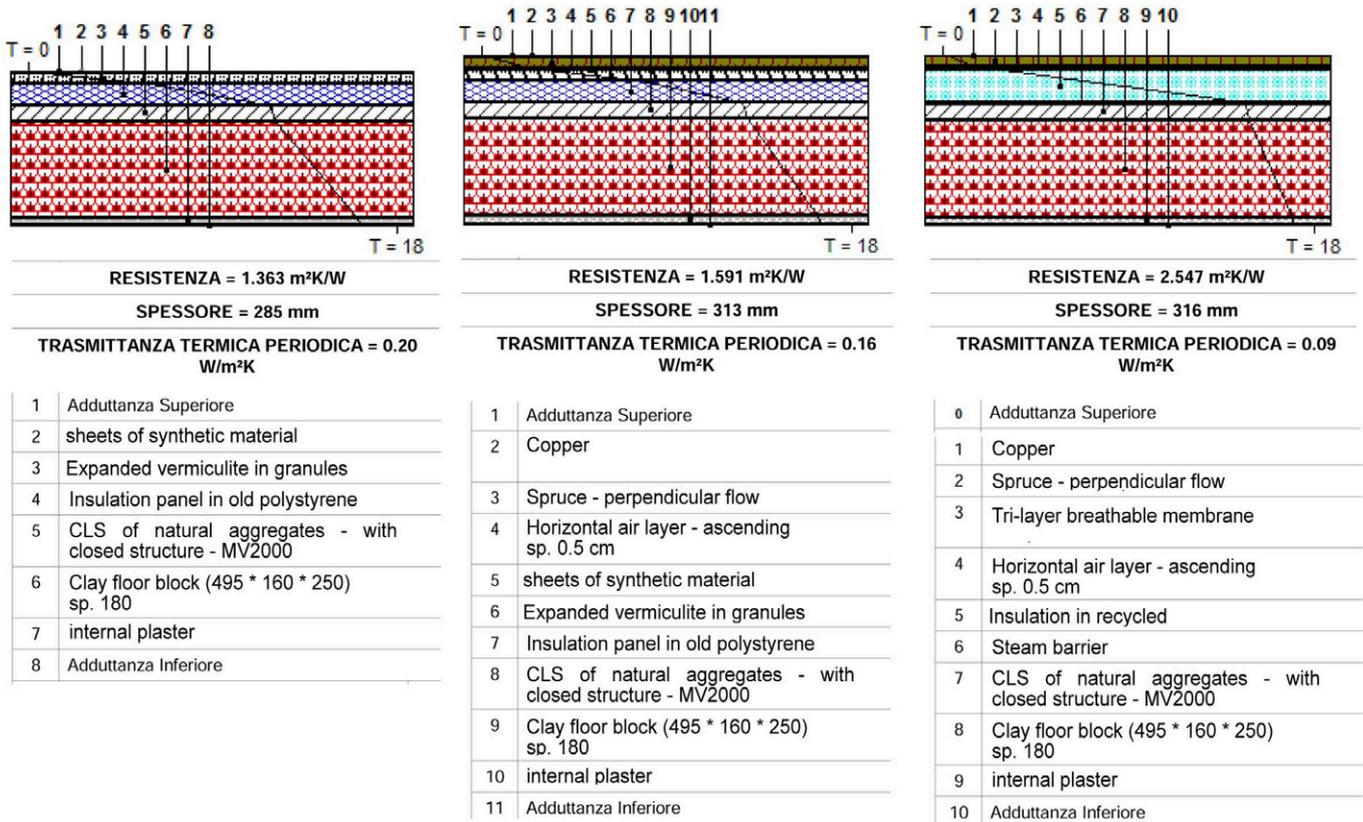
edifici, anche se non richiesti per un edificio storico vincolato come questo (Fig. 8).

Gli scenari ipotizzati sono stati quindi indirizzati a sviluppare un miglioramento complessivo delle prestazioni del pacchetto di copertura (termo-igrometrico, energetico e con un LCA migliorato) sostituendo di volta in volta quei materiali con indici di prestazioni migliori (resistenza alla diffusione del vapore) eliminando alcuni strati (come quello impermeabilizzante sotto il tavolato lasciando il materassino traspirante per la ventilazione subito dopo il manto di rame a copertura del tavolato) o il massetto alleggerito prevedendo un unico pacchetto di isolante completato da una membrana traspirante (in TNT) fino a prevedere la sostituzione dell'isolante esistente in polistirolo con uno composto da fibre selezionate provenienti dal riutilizzo di PET; una configurazione quest'ultima che offre buone performance in termini di prestazioni termo-igrometriche incrementando altresì il valore della soluzione secondo una valenza ambientale, perché con un LCA migliore.

Conclusioni e limiti della ricerca

Il progetto di riqualificazione energetica non è ancora diventato operativo; il lavoro qui presentato infatti si limita ad illustrare l'approccio adottato per il





piano-programma di conservazione del bene oggetto dello studio, al fine di dimostrare come, anche in ottemperanza alle recenti direttive per il miglioramento sostenibile della prestazione energetica degli edifici storici⁸ sia possibile superare i limiti derivati dai vincoli, attraverso l'impiego di materiali qualitativamente migliori che comportano un incremento prestazionale sensibile. L'ipotesi di risoluzione messo in atto dall'UdR DM_SHS in linea con l'approccio di metodo sopra descritto è stato infatti indiriz-

zato a conservare, nei limiti del possibile, lo stato "preesistente" della struttura, mantenendo le caratteristiche proprie sia dei materiali che delle soluzioni adottate dall'autore della fabbrica. La fase conoscitiva ha infatti permesso di definire oltre allo stato di conservazione, anche la tecnica di esecuzione utilizzata per mettere in opera le coperture. L'intervento proposto ha previsto il ripristino dello stato pre-evento calamitoso per assicurare una significativa diminuzio-

and the laying board for the finish, expanded polystyrene for insulation, bituminous sheath as waterproofing) (Fig. 7).

A comparison of the analyses conducted using technical documentation and photographs, and the test results confirmed the assumptions made on the actual stratigraphy of the roof, except for the copper finishing layer torn off during the disaster. The hypothesis was thus validated that the secondary structure (secondary fir beams) was of a different size, and that expanded polystyrene was used to complete the structure between the wooden secondary beams, instead of light concrete, as indicated in the original drawings.

The exploratory simulations and the results of the experimentation

Following the survey and the consequent characterisation of the materi-

als making up the roof and the check of the dimensions, it was possible to first conduct an illustrative thermo-hygrometric analysis, assessed in a steady state, of the entire upper closure as regards its original stratigraphy. The results showed that the thermo-hygrometric condition was not entirely optimal but usual for this type of roof, with areas of interstitial condensation identifiable under the copper finishing layer.

Then, hypothesising the repair of this part of the roof, some exploratory simulations were conducted, first of all to check whether the stratigraphy could be improved to minimise the effects of the interstitial condensation between the layers by replacing and/or eliminating them with other materials that perform better, and attributable in some cases to categories with a better LCA. All this while maintaining the

same thickness and the original frameworks. These scenarios, which aim to improve the thermal performance of the roof to repair the damage, sought to achieve the regulatory limits considered for building renovation also experimentally, despite not being required for a listed historic building such as this one (Fig. 8).

The hypothesised scenarios were, therefore, also aimed at developing an overall improvement in the performance of the roofing package (thermo-hygrometric, energy and an improved LCA) by replacing those materials, from time to time, with better performance indices (resistance to vapour diffusion), and by eliminating some layers (such as the waterproofing layer under the boarding, leaving the breathable mattress for ventilation immediately after the copper mantle covering the boarding) or the

lightened screed, envisaging a single insulation package complete with a breathable membrane (in TNT) and replacing the existing insulation polystyrene with one made up of selected fibres obtained from the reuse of PET. The latter configuration offers good thermo-hygrometric performance, besides increasing the value of the solution in environmental terms due to a better LCA.

Conclusions and limitations of the research

The energy refurbishment project is not yet operative. The work presented here merely outlines the approach adopted for the conservation plan-schedule for the building in question, demonstrating how, also in compliance with recent directives for the sustainable improvement of the energy performances of historical buildings⁸,

ne dei consumi secondo il principio della razionalizzazione dei flussi energetici, adottando la soluzione che prevede l'uso di materiale isolante composto da fibre selezionate proveniente dal riutilizzo di PET, con l'apporto di alcuni accorgimenti (quale l'inserimento di uno strato di separazione con membrana traspirante tra tavolato e finitura in rame o il fissaggio delle linguette di ancoraggio con chiodi in acciaio inox) a garanzia di una migliore conservazione nel tempo.

Sebbene queste prestazioni ottenute a livello sperimentale non siano confrontabili con i limiti normativi italiani, definiti solo per i nuovi edifici, questo tipo di approccio per il ripristino del patrimonio culturale con l'uso di materiali congruenti (anche nuovi), nel retrofit porta due importanti vantaggi. Il primo in termini di manutenzione e gestione: il nuovo materiale solitamente ha un lungo ciclo di vita, quindi è possibile ridurre il numero di interventi e migliorare la costruzione nel tempo. Il secondo è legato al miglioramento del comfort interno che riduce i costi di manutenzione, in relazione al consumo di energia.

Una soluzione questa che nel suo complesso risponde ad un processo di innovazione richiesto dal "nuovo" mercato, anche alla luce degli sviluppi normativi sul rendimento energetico, che finisce per determinare una domanda di qualificazione che indirizza verso l'offerta di prodotti e sistemi innovativi per l'edilizia, capaci di coniugare un elevato livello prestazionale con un basso impatto ambientale. Un concetto che va incontro alle più recenti visioni sulla rigenerazione urbana ed edilizia che prevede l'inesco effettivo, consapevole e virtuoso di un avanzamento culturale verso una reale sostenibilità per la vita futura del nostro ambiente costruito.

limitations deriving from restrictions can be overcome through the use of materials that are qualitatively better and which significantly improve performance.

The resolution hypothesis implemented by DM_SHS RU, in line with the approach described above, was aimed at preserving the "pre-existing" state of the structure as far as possible, maintaining the inherent characteristics of both the materials and the solutions adopted by the architect of the building. The fact-finding phase made it possible to define not only the state of conservation but also the execution technique used to install the roofing. The proposed intervention involved restoring the pre-disaster state to ensure a significant reduction in consumption according to the principle of streamlining the energy flows, adopting the solution that uses insulating

material made up of selected fibres obtained from the reuse of PET, and resorting to some expedients (such as the inclusion of a separation layer with a breathable membrane between the board and the copper finish, or the fixing of the anchoring tabs with stainless steel nails) to ensure better conservation over time.

Although these performances obtained at experimentation level are not comparable with the Italian regulatory limits, which are only defined for new buildings, this type of approach to the restoration of cultural heritage with the use of congruent materials (also new) in the retrofit offers two important advantages. The first concerns maintenance and management: the new material usually has a long life cycle, thus allowing to reduce the number of interventions and improve the construction over time. The second is

NOTE

¹ La serie World Energy Outlook è la principale pubblicazione dell'Agenzia Internazionale per l'Energia AIE; è una fonte leader per le informazioni strategiche sul futuro dell'energia e delle emissioni legate all'energia, fornendo scenari dettagliati che tracciano le conseguenze delle diverse politiche energetiche e scelte di investimento (<https://www.iea.org/reports/world-energy-outlook-2019>).

² La convenzione di Faro è una "convenzione quadro" europea sul valore del patrimonio culturale per la società, che definisce le questioni in gioco, gli obiettivi generali e i possibili campi di intervento per il progresso degli Stati membri. Ciascuno Stato Parte può decidere i mezzi più convenienti per attuare la Convenzione secondo i suoi quadri, pratiche ed esperienze legali o istituzionali. Rispetto ad altre convenzioni, la "convenzione quadro" non crea obblighi specifici per l'azione. Suggerisce piuttosto che imporre. La Convenzione è stata adottata dal Comitato dei Ministri del Consiglio d'Europa il 13 ottobre 2005 e aperta per la firma agli Stati membri a Faro (Portogallo) il 27 ottobre dello stesso anno. È entrato in vigore il 1° giugno 2011. Ad oggi, 19 Stati membri del Consiglio d'Europa hanno ratificato la Convenzione e 6 l'hanno firmata. (http://www.coe.int/t/dg4/cultureheritage/heritage/Identities/Faro_en.asp).

³ Unità di ricerca DM_SHS (Documentation and Management of Small Historical Settlements <https://www.dida.unifi.it/vp-284-dm-shs.html>) del Dipartimento DIDA dell'Università degli Studi di Firenze, coordinatore scientifico prof. A. Merlo. Una unità di ricerca finalizzata ad attivare percorsi di conoscenza dei processi di formazione e trasformazione storico-ambientale e socio-economica delle realtà esistenti, dove coesistono settori disciplinari diversi, dall'archeologia alla storia dell'arte e dell'architettura, dalla sociologia all'economia, parallelamente al rilievo dei dati tangibili del territorio e della città.

⁴ Lo studio presentato si inquadra nella ricerca più ampia condotta dall'unità DM_SHS per conto della Società Autostrade per l'Italia, e riguarda esclusivamente gli aspetti tecnologici ed ambientali; a tale studio hanno partecipato l'arch. Chiara Casazza e l'arch. Leonardo Boganini, unitamente alla prof.ssa Paola Gallo in qualità di responsabile scientifico.

linked to improving internal comfort, which reduces maintenance costs relating to energy consumption.

As a whole, this solution responds to an innovation process required by the "new" market, also in light of regulatory developments on energy performance, which ends up determining a demand for certification that leads to the offer of innovative products and construction systems capable of combining a high performance level with low environmental impact. This concept meets the most recent visions on urban and building regeneration. It provides for the effective, conscious and virtuous triggering of cultural progress towards actual sustainability for the future life of our built environment.

NOTES

¹ The World Energy Outlook series is the main publication of the Inter-

national Energy Agency - IEA. It is a leading source for strategic information on the future of energy and emissions linked to energy, providing detailed scenarios that trace the consequences of the different energy policies and investment choices (<https://www.iea.org/reports/world-energy-outlook-2019>).

² The Faro Convention is a "framework convention", which defines issues at stake, general objectives and possible fields of intervention for member States to progress. Each State Party can decide on the most convenient means to implement the Convention according to its legal or institutional frameworks, practices and specific experience. Compared to other conventions, the "framework convention" does not create specific obligations for action. It suggests rather than imposes. The Convention was adopted

⁵ Relazione del Dr. Enzo Vannucci Architetto “la struttura portante della Chiesa di S. Giovanni Battista della Autostrada del Sole”, unitamente alle foto di archivio che illustrano alcune fasi del cantiere.

⁶ Relazione tecnica ed elaborati grafici allegati al “Progetto delle opere di manutenzione ordinaria e straordinaria” progettista Prof. Ing. Sandro Chiostrini 2007.

⁷ “Costruendo la chiesa dell’autostrada del sole” di G. Lambertini, e Vannucci E., “La struttura portante della chiesa di S. Giovanni Battista dell’Autostrada del Sole”, in *L’industria italiana del cemento*, XXXIV n. 4, 1964 in visione presso l’archivio Fondazione Michelucci a Firenze.

⁸ UNI EN 16883:2017 Conservazione dei beni culturali - Linee guida per migliorare la prestazione energetica degli edifici storici [91.120.10] [97.195].

REFERENCES

Gelfand, L. and Duncan, C. (2012), *Sustainable Renovation. Strategies for Commercial Building Systems and envelope*, John Wiley & Sons, Hoboken, New Jersey, p. 4.

Giuliano Dall’O (2011), *Green energy audit. Manuale operativo per la diagnosi energetica e ambientale degli edifici*, Edizione Ambiente, Milano.

Troi, A. (2011), “Historic buildings and city centres – the potential impact of conservation compatible energy refurbishment on climate protection and living conditions”, *Proceeding of Energy Management in Cultural Heritage*, UNDP Croatia, Dubrovnik, Croatia.

EU’s 7th Framework Programme (2012), “THINK project Final Report on How to Refurbish All Buildings by 2050 financially supported by the EU’s 7th Framework Programme”, available at: <https://www.eui.eu/projects/think/documents/thinktopic/thinktopic72012.pdf>.

Bertocci, S. and Van Riel, S. (Eds.) (2014), *Atti del 2° convegno internazionale sulla documentazione, conservazione e recupero del patrimonio architettonico e sulla tutela paesaggistica “ReUSO La cultura del restauro e della va-*

lorizzazione. Temi e problemi per un percorso internazionale di conoscenza”, Alinea Edizioni, Firenze.

The European Energy Performance of Buildings Directive (EPBD) (2002), *Directive 2002/92/EC International Energy Agency (IEA) report on Promoting energy efficiency investments*.

Kohler, N. (1999), “The relevance of green building challenge: an observer’s perspective”, *Building Research & Information*, Vol. 27, Issue 4/5.

N. Kohler, N. (1999), “The relevance of green building challenge: an observer’s perspective”, *Building Research & Information*, Taylor&Francis, Vol. 27, Issue 4-5, pp. 309-320.

Quaroni, L., Di Pasquale, S. and Landucci, G. (Eds.) (1980), *Giovanni Michelucci. La pazienza delle stagioni*, Vallecchi editore, Pistoia.

Talamo, C. (1998), *La manutenzione in edilizia. Le coordinate di una nuova professione*, Maggioli Editore, Santarcangelo di Romagna (RN).

Pfluger R. and Baldracchi, P. (2011), *Discussion basis for the workshop on Energy Efficiency Solutions for Historic Buildings*, 3ENCULT, Bolzano.

Plevoets, B. and Van Cleempoel, K. (2011), “Adaptive reuse as a strategy towards conservation of cultural heritage: a literature review”, *Structural studies, repairs and maintenance of Heritage Architecture XII* (ed. Brebbia C.A.; Binda, L.), WITpress, Southampton.

Cupelloni, L., Franco, G., Pint, M.R. and Russo Ermolli, S. (2017), “Rigenerazione, riqualificazione, recupero e manutenzione del patrimonio edilizio esistente”, in Antonini, E and Tucci, F. (Eds.), *Green Economy. La costruzione di un manifesto della green economy per l’architettura e la città del futuro*, Edizioni Ambiente, San Giuliano Milanese.

by the Committee of Ministers of the Council of Europe on 13 October 2005 and opened for signature to member States in Faro (Portugal) on 27 October the same year. It entered into force on 1 June 2011. To date, 19 member States of the European Council have ratified the Convention and 6 have signed it (http://www.coe.int/t/dg4/cultureheritage/heritage/Identities/Faro_en.asp).

³ DM_SHS (Documentation and Management of Small Historical Settlements Research Unit <https://www.dida.unifi.it/vp-284-dm-shs.html>) of the DIDA Department of the University of Florence, Scientific Coordinator Prof. A. Merlo. The research unit aims to activate paths of knowledge regarding processes concerning the historical-environmental and socio-economic formation and transformation of existing contexts, where differ-

ent disciplinary sectors coexist, from archaeology to the history of art and architecture, sociology and economics, in parallel to surveying tangible data concerning the territory and the city.

⁴ The study presented is part of the broader research conducted by the DM_SHS unit on behalf of the company Autostrade per l’Italia, and exclusively concerns technological and environmental aspects. Architect Chiara Casazza and Architect Leonardo Boganini participated in the study, together with Professor Paola Gallo as Scientific Director.

⁵ Report by Architect Enzo Vannucci “The load-bearing structure of the Church of St. John the Baptist of the Highway of the Sun,” together with archive photos showing some construction phases.

⁶ Technical report and graphic diagrams annexed to the “Ordinary and

extraordinary maintenance works project”, Designer Prof. Sandro Chiostrini 2007.

⁷ “Constructing the Church of the Highway of the Sun” by G. Lambertini, and Vannucci E., “The load-bearing structure of the Church of St. John the Baptist of the Highway of the Sun”, in *The Italian Cement Industry*, XXXIV no. 4, 1964. It can be consulted at the Fondazione Michelucci archive in Florence.

⁸ UNI EN 16883:2017 Conservation of cultural heritage - Guidelines to improve the energy performance of historical buildings [91.120.10] [97.195].