

Daniela Besana, Alessandro Greco, Marco Morandotti,
Dipartimento di Ingegneria Civile e Architettura, Università di Pavia, Italia

daniela.besana@unipv.it
alessandro.greco@unipv.it
marco.morandotti@unipv.it

Abstract. Il contributo analizza gli aspetti connessi al concetto di resilienza, quale premessa indispensabile per un consapevole intervento di riuso, conservazione e valorizzazione. Il costruito viene analizzato in relazione a tre principali fattori: il contesto ambientale di riferimento, la sua conoscenza e le esigenze dell'utenza. Relativamente a ciascuno di questi, il saggio propone una prima interpretazione metodologica, atta a definire alcuni indicatori sintetici attraverso cui valutare il grado di accessibilità, trasformabilità e adattabilità dell'esistente, per il suo riuso sostenibile. L'obiettivo è fornire, una previsione degli impatti trasformativi che il progetto potrebbe innescare sul contenitore edilizio.

Parole Chiave: patrimonio, riuso, conoscenza, valorizzazione, sostenibilità.

Scenario di riferimento Sempre più frequentemente la resilienza si connota come imprescindibile nel contesto dello sviluppo sociale, ecologico e urbano sostenibile. La capacità di un territorio, di una città o di un sistema complesso di adattarsi e di reagire positivamente alle trasformazioni del contesto, ovvero anche «*the capacity to lead to a continued existence by incorporating change*» (Folke, Colding e Berkes, 2003), viene infatti riconosciuto come uno dei valori primari in una prospettiva evolutiva sostenibile.

In generale la resilienza¹ viene intesa come la capacità di un sistema complesso di modificarsi in risposta all'azione di una forza perturbatrice, raggiungendo un nuovo stato di equilibrio. In ambito ecologico e ecosistemico, viene definita come «*capacità dei sistemi di riorganizzarsi (evolvendosi) a seguito di fenomeni di stress*» (Colucci, 2012). In ambito urbanistico, città più resilienti consentono di interpretare correttamente i mutamenti sistemici in atto per individuare possibili strategie di adattamento. In ambito edilizio, l'incremento di resilienza del patrimonio costruito viene sviluppato nella gestione del rischio (Jigyasu et al., 2013), antropico e naturale, in relazione ad eventi calamitosi. Una spe-

cifica declinazione è poi relativa alla riduzione della vulnerabilità sismica delle strutture esistenti, con particolare riferimento a quelle storiche.

Nel caso specifico del patrimonio costruito storico e della sua valorizzazione sostenibile, il concetto di resilienza verrà inteso nella accezione di trasformazione tollerabile che un generico sistema edilizio esistente può subire senza che gli impatti da questa derivanti sui suoi sistemi costitutivi generino effetti trasformativi non desiderabili. Ciò comporta che il sistema-edificio possa adattarsi ad accogliere le trasformazioni derivanti da nuovi usi, o da aggiornamenti prestazionali e normativi su funzioni precedenti, conservando la sua riconoscibilità identitaria e un grado di funzionalità adeguato ai nuovi usi e rispettoso delle valenze storiche del bene stesso.

Il concetto di resilienza risulta connesso con l'approccio teorico e metodologico del riuso sostenibile del patrimonio storico, e più in generale con quello della valorizzazione. Il Codice dei Beni Culturali e del Paesaggio inquadra il tema della valorizzazione saldandola alla necessità di verificarne la compatibilità con le istanze della conservazione. Sostenendo che «La valorizzazione è attuata in forme compatibili con la tutela e tali da non pregiudicare le esigenze»², il Codice individua il perimetro di intervento sull'esistente, sottomettendo le strategie di valorizzazione alle imprescindibili esigenze di conservazione. Proprio nella definizione di un livello «compatibile» di trasformazione, si ravvisa un possibile punto di raccordo tra i paradigmi della valorizzazione sostenibile e della resilienza residua del patrimonio.

Resilience and sustainability for the reuse of cultural heritage

Abstract. The contribution analyses the themes related to the concept of resilience, as an indispensable premise for a conscious intervention of reuse, conservation and enhancement. The cultural heritage is analysed in relation to three main factors: the environmental context, its knowledge and the users' needs. The essay proposes a first methodological interpretation, apt to define some synthetic indicators through which evaluate the degree of accessibility, transformability and adaptability of the heritage, for its sustainable reuse. The principle goal is to provide a forecast of the transformative impacts that the project could trigger on the architectural heritage.

Keywords: heritage, reuse, knowledge, improvement, sustainability.

Context overview
Resilience even more frequently is recognised as one of the key topic

within social, ecological and urban sustainable development. The attitude of a territory, a city, or a complex organized system to adapt and to respond positively to the changes and demands of the context, or «the capacity to lead to a continued existence by incorporating change» (Folke, Colding and Berkes, 2003), is recognized as one of the primary values in a sustainable evolutionary perspective.

Resilience¹ is generally understood as the capacity of a complex system to change in response to the action of a disturbing force, reaching a new state of equilibrium albeit. In the ecological and ecosystemic field in particular, resilience is defined as the «capacity of systems to reorganize themselves (and evolve) as a consequence of stress phenomena» (Colucci, 2012). In the context of urban studies, resilience cities are able to understand the systemic

changes currently taking place to identify possible adaptation strategies. Within the field of civil engineering, the increased resilience in cultural heritage is mainly developed in relation to anthropogenic and natural risk management procedures (Jigyasu et al., 2013), pertaining to calamitous events. A specific declination is then that of the application of the concept of resilience (in its true mechanical meaning) to the issue of reducing the seismic vulnerability of existing structures, with particular reference to historical ones. In the specific case of historic cultural heritage, resilience will be defined as the tolerable transformation that a generic existing building system can undergo without the impact that it has on its constituent systems generating undesirable transformative effects. This would otherwise irreparably compromise its consistency and semantic coherence, if not its physical existence.

Metodo di valutazione proposto

Si tenta di coniugare l'approccio metaprogettuale/prestazionale con i principi del *resilient thinking*, applicato al patrimonio costruito storico, in una prospettiva *life cycle oriented*.

Il metodo proposto affronta la questione della compatibilità funzionale e della riduzione di impatto tra nuove funzioni e contenitori edilizi esistenti anche in relazione all'intorno urbano, nella prospettiva della sua rigenerazione sostenibile, con l'obiettivo di individuare soglie di trasformazione che siano compatibili con le soglie di resilienza del contenitore stesso, ovvero tali da non comprometterne in modo irreversibile la consistenza materica e documentale e la salvaguardia dei suoi valori culturali identitari. Una simile azione di *assessment* metaprogettuale è funzionale a ridurre l'eventualità di collocare forzatamente in un organismo edilizio esistente attività la cui realizzazione, pur congruente con il quadro esigenziale definito e coi dettati normativi vigenti, potrebbe arrivare a rendere necessarie drastiche compromissioni della integrità materica, tipologica o tecnologica della preesistenza.

Il costruito viene analizzato in relazione a tre principali fattori: il contesto ambientale di riferimento, la conoscenza della fabbrica e le esigenze dell'utenza. Il contesto ambientale è inteso come l'ambito fisico e materiale, ma anche sociale e culturale, che può suggerire nuovi scenari di lettura e di uso del costruito. Per conoscenza del costruito si intende la valutazione delle caratteristiche intrinseche e di obsolescenza tecnica, funzionale e prestazionale, in grado di evidenziare le prestazioni residue in relazione anche ai vincoli relativi ad una ipotetica trasformazione d'uso. L'insorgere di un variato quadro esigenziale impone,

On the opposite, if resilience will be assessed since the beginning of the decision process as a key factor, the building system would adapt and accommodate changes arising from new uses, or from performance and regulatory updates to previous uses while maintaining its recognizable identity and - of course - a degree of functionality that is appropriate to new uses and respectful of the historic value of the asset. In this perspective, the concept of resilience is intrinsically linked to the theoretical and methodological approach of the sustainable re-use of historic building heritage and, more generally, with that of the valorisation of cultural heritage. The Italian *Codice dei Beni Culturali e del Paesaggio* places the issue of enhancing cultural heritage in context by linking it to the need to verify compatibility with conservation. Claiming that «Valorisation is implemented in forms that are compatible with protection

and that do not jeopardize its requirements»², the *Codice* identifies the perimeter of any intervention, subjecting valorisation strategies to the inevitable needs of conservation. Precisely in the definition of a compatible level of transformation, it can be recognized a possible connection between the paradigms of sustainable valorisation and the residual resilience of heritage assets.

Evaluation method proposed

The reflection presented attempts to combine the meta-design/performance approach with the principles of *resilient thinking*, applied to historical cultural heritage in a life cycle-oriented perspective.

It addresses the issue of functional compatibility and the reduction of impact between new functions and existing building, also in relation to the urban environment for its sustainable regeneration. It is therefore to identify

infatti, la valutazione anticipata del grado di trasformabilità del costruito e della sua capacità di rigenerarsi ma diventa anche occasione per adeguare e migliorare le prestazioni d'uso dell'edificato (Fig. 1).

Il contesto ambientale

Il patrimonio edificato, non solo quello caratterizzato da un elevato valore storico culturale ma anche alcuni comparti di edilizia residenziale e produttiva, richiede a volte interventi di riqualificazione e rifunzionalizzazione per rispondere al quadro esigenziale contemporaneo, per i quali può essere opportuno avviare processi di rigenerazione urbana capaci di ridefinire il complesso sistema relazionale che interessa le risorse disponibili ed anche il loro impiego razionale ed efficiente (Losasso, 2015) orientandosi verso soluzioni capaci di migliorare davvero la città.

Un progetto di riuso sostenibile si ritiene non possa prescindere dalla ricerca di soluzioni che, anche per l'intorno dell'oggetto dell'intervento, prevedano interventi capaci di offrire tanto una riconoscibilità identitaria quanto un grado di funzionalità adeguato. L'inserimento di un museo in un edificio storico, non dovrebbe prescindere da uno studio concernente l'accessibilità, in primo luogo all'edificio e poi all'interno del fabbricato; tale studio si fonda sul programma funzionale e culturale del Museo nel medio periodo, della possibile utenza (sia in termini quantitativi che qualitativi), delle interconnessioni con altri servizi culturali. Appare evidente, da questo semplice esempio, come la ricerca intenda approcciare anche la scelta della funzione da insediare, secondo un'analisi di compatibilità con il contesto urbano, tipico di quelle azioni di rigenerazione urbana che consentono di superare alcune criticità della città contemporanea.

thresholds of transformation that are compatible with the thresholds of resilience of the existing building, so as not to affect irreversibly material and documentary consistency and the preservation of its identity and cultural values.

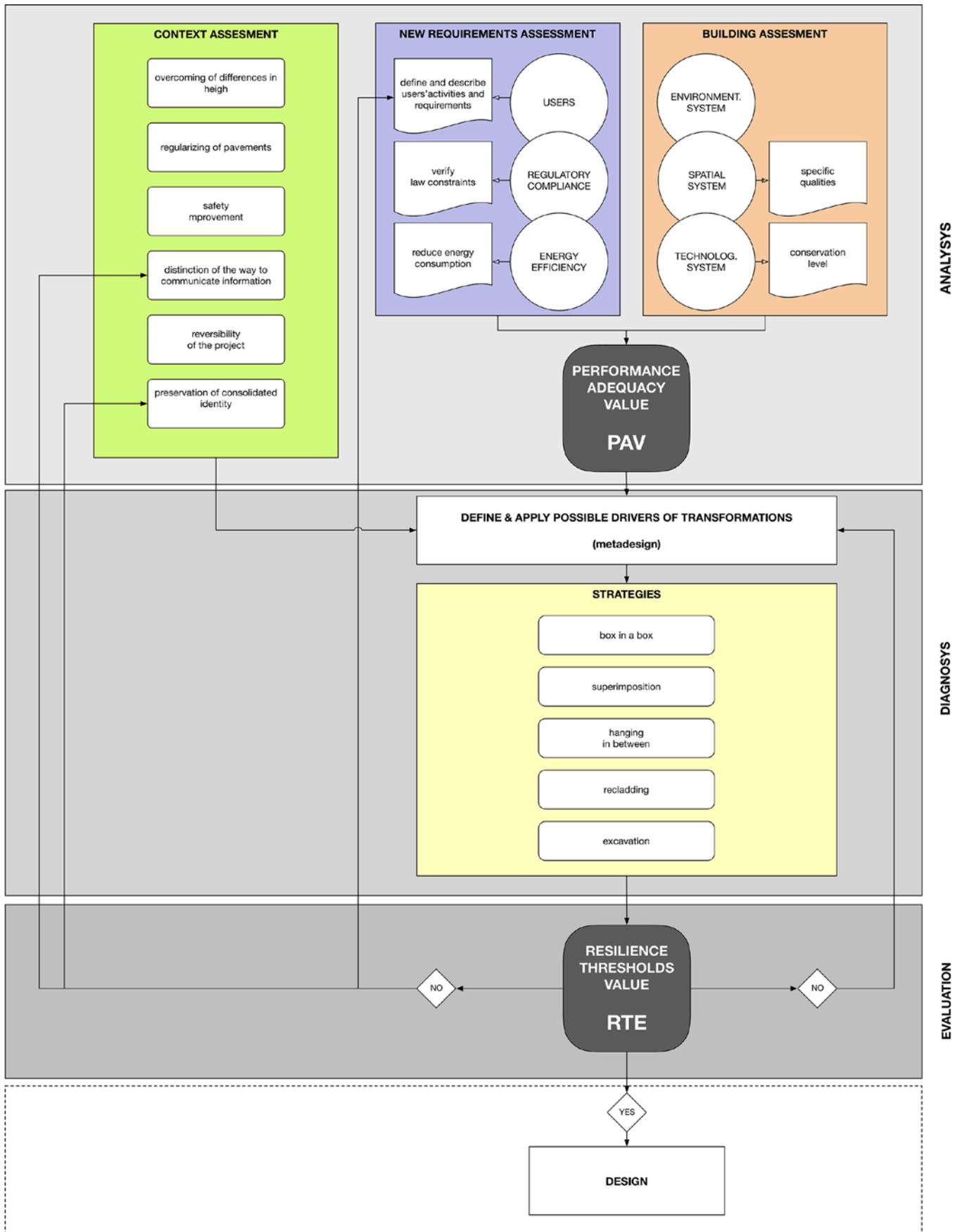
The aim of this meta-design assessment is to prevent the forced placement of inadequate functions in an existing building. Failing this, a design solution albeit one congruent with the new framework of needs and with current regulatory dictates, could generate drastic compromises of material, typological, or pre-existing technological integrity.

The existing cultural heritage is analysed in relation to three main factors: the environmental context, the knowledge process and the needs of users. The environmental context is understood as physical and material, but also social and cultural, which can

suggest new scenarios of reading and new use. For knowledge of the building is meant the assessment of the intrinsic characteristics and technical, functional and performance obsolescence, able to highlight the residual performance in relation also to the constraints related to a hypothetical transformation of use. The emergence of a varied user's needs imposes, in fact, the early assessment of the degree of transformability of the building and its ability to regenerate itself but also it becomes an opportunity to adapt and to improve the use of the buildings and its management and maintenance over time (Fig. 1).

The environmental context

The Building Heritage, not only the one characterized by a high historical cultural value but also some housing and factories, sometimes needs re-functioning and restoration projects to answer to the contemporary demand;



Da questo punto di vista, il termine “resilienza” è da intendersi come una trasformazione tollerabile dell’ambiente, finalizzata a garantire l’accessibilità e la fruibilità in sicurezza ed autonomia dell’intorno; si tratta di una “trasformazione” che si relaziona con il progetto sull’edificio, diventando parte integrante per garantire omogeneità di immagine e coerenza formale e costruttiva.

L’intervento di riuso e riqualificazione si ritiene debba essere preceduto da una fase di analisi dell’intorno teso a verificare il livello di accessibilità; una volta individuate le criticità, si potranno proporre soluzioni progettuali inclusive, secondo un approccio uniforme e coerente con quello utilizzato nel progetto sull’edificio. Il metodo qui presentato mira dunque alla verifica delle soluzioni progettuali proposte rispetto ad una check-list composta da 6 indicatori attraverso i quali misurarne l’impatto, ricercando quelle capaci di sfruttare e valorizzare le potenzialità esistenti, producendo una implementazione della fruibilità, sicurezza e, se possibile, anche di adattabilità per il futuro, senza compromettere il bene.

Le ricerche elaborate negli ultimi anni (Greco, 2015) hanno portato a individuare i seguenti indicatori:

- superamento dei dislivelli, da intendersi come la possibilità di spostarsi tra le diverse quote di calpestio senza trovare ostacoli che non sia superabili tramite rampa o ausilio meccanico;
- omogeneizzazione e regolarizzazione delle pavimentazioni, per garantire le migliori condizioni di movimento al maggior numero di utenti;
- incremento della sicurezza, limitando quelle situazioni di incertezza che possono determinare pericoli o rischi di incidenti;
- differenziazione dei modi di comunicazione delle informazioni, per facilitare la comprensione dello spazio, la sua articolazione

in this case it is possible to power up regenerating urban processes that are able to re-define the complex relational system that involves available resources and also their balanced and efficient use (Losasso, 2015) directed to solutions that can really improve the town. A reusing sustainable project cannot disregard from the research of design solutions that have to image interventions that offer both a recognizable identity and an adequate level of functionality also for the neighbourhood of the building.

To set up a Museum in an historical building, would not exclude a study about the accessibility, first of all to the building and then inside the building; this study has to be established on a functional and cultural programme of the Museum at medium term, of the potential users (both quantitative and qualitative basis), of the interconnection with the others cultural services.

It is clear, by this simple example, that the research wants to approach also the choice of the function that has to be set up, through an analysis of the compatibility with the urban context, traditional in the urban regeneration that permit to overcome some problems in the contemporary town.

The word “resilience” has to be understood as an admissible transformation of the environment, whose goal is to guarantee the safety and independent accessibility and usability; it is a transformation that cannot be self-determining from the project of the building, but has to be part of it to assurance an homogeneous image and a formal and constructive coherence, following an holistic project.

The reusing and redevelopment project has to be forerun from an analysis of the context, focused on the level of the accessibility; then, knowing the critical situation, it is possible to offer inclusive

- reversibilità dell’intervento, assicurando la possibilità di tornare alla configurazione originaria nel caso sia necessario;
- conservazione dell’immagine e dei valori identitari consolidati, per favorire il senso di appartenenza del bene alla società che ne fruisce.

Per ciascun indicatore si propone una scala di valutazione che va da 0 (assente) a 5 (ottimo), che dipende dalle scelte progettuali che vengono compiute. La somma del punteggio dei diversi indicatori per ciascuna soluzione progettuale determina la misura dell’impatto della soluzione sul contesto: tanto più elevato sarà il punteggio tanto più positiva è la soluzione, ovvero il suo impatto sul contesto è da ritenersi minimo.

Il quadro esigenziale

Scendendo alla scala dell’edificio, il metodo si sviluppa secondo la sequenza analisi/diagnosi/valutazione. Lo schema generale del processo prevede l’introduzione di uno strumento di valutazione delle prestazioni dell’edificio (“Performance Adequacy and Vulnerability” - PAV) e di uno relativo alla misurazione dell’impatto della trasformazione attesa sull’edificio rispetto alle sue soglie di resilienza (“Resilience Threshold Evaluation” - RTE). Il primo viene applicato al termine della fase di analisi mentre il secondo nella vera e propria fase di valutazione. Ciascuno è caratterizzato da un indicatore sintetico di risultato.

La fase di analisi si struttura come una analisi matriciale articolata in quattro macro indicatori di sintesi: la fruibilità, declinata come dimensionale, distributiva e di integrabilità impiantistica; il benessere, rispettivamente termico, visivo e acustico; la sicurezza, sia strutturale, in termini di vulnerabilità sismica, sia ri-

solutions following the unvarying and coherent approach used for the building. The here described method has the aim to verify the design solutions through a check-list made of 6 indicators that measure their effect, searching the ones able to take advantage of the existing potentialities, improving the usability, the safety and, where it is possible, also the adaptability for the future, without threaten the building. The researches developed during the last 10 years (Greco, 2015) have defined these following indicators:

- the overcoming of the differences in height, that has to be interpreted as the chance to move between the different levels without finding obstacles that cannot be overcome with a ramp or a mechanical aid;
- the regularizing and making uniform the pavements, to guarantee the best conditions of moving to the users;

- the improving the safety, restricting the undefined situation that can be dangerous or create accidents;
- the distinction of the way to communicate information, to make easy the comprehension of the space, its functional organization and the right directions;
- the reversibility of the project, ensuring the chance to come back to the original configuration, if it is necessary;
- the preservation of the image and the consolidated identity, to support the feeling of belonging to the society using the building.

For each indicator there is an evaluation range from 0 (missing) to 5 (excellent) that depends from the design choices. The sum of the score of each indicator defines the measure of the effect on the context: more high is the score, better is the solution and minimum its effect.

spetto alle tematiche della sicurezza antincendio; infine l'accessibilità. Ciascuna di queste esigenze è oggetto di una valutazione che prevede l'assegnazione di un punteggio sulla base di specifici *range* di valutazione di parametri quantitativi, nonché dei valori soglia, rispetto ai quali associare allo specifico valore raggiunto, un corrispondente livello di risposta, articolato su quattro possibili fasce: assente (valore = 0), scarso (valore = 1), accettabile (valore = 2), buono (valore = 3).

La valutazione media aritmetica non pesata di ciascun sottoparametro e parametro della matrice determina la valutazione sintetica di ciascuna esigenza, e si può tradurre in un grafico che esprime la misura della possibile rispondenza dell'edificio agli usi attesi. Maggiore è il valore di un indicatore, più alta è la capacità attesa del sistema di rispondere in modo adeguato alle sollecitazioni d'uso derivanti dalla trasformazione stessa e quindi, naturalmente, minore dovrebbe risultare la necessità trasformativa indotta dall'azione progettuale (Fig. 2).

Il processo di conoscenza

La fase di analisi, permette di mettere in relazione una grande quantità di informazioni ascrivibili a due categorie differenti: da un lato i vincoli derivati dalla lettura del grado di obsolescenza e di criticità prestazionali della fabbrica unita alle verifiche normative e dall'altro la definizione degli obiettivi prestazionali a cui tendere per soddisfare il quadro esigenziale. Questo si traduce in una matrice in grado di generare una serie di temi di intervento che possono essere sviluppati dalle diverse scelte di progetto, analizzando contemporaneamente i dati all'interno di un sistema che incrocia diversi temi di progetto con gli obiettivi della strategia d'intervento ipotizzata, e i vincoli posti dalle diverse veri-

The user's needs

Focusing on the building itself, the method develops according to the analysis/diagnosis/ evaluation sequence. The general scheme of the process involves the introduction of a building performance assessment tool (*Performance Adequacy and Vulnerability - PAV*) and another related to the impact measurement of the expected transformation on the building compared to its resilience thresholds (Resilience Threshold Evaluation " - RTE). The first one is applied at the end of the analysis phase, while the second one during the evaluation phase. A synthetic result indicator characterizes each one.

The analysis phase is structured as a matrix analysis articulated in four macro-indicators of synthesis: the usability, declined as dimensional, distributive and of system plants integration; thermal, visual and acoustic comfort; fire and structural safety, in terms of seismic vul-

nerability; finally accessibility. Each of these needs is subject to an assessment that provides for the assignment of a score based on specific evaluation *ranges* of quantitative parameters, as well as the threshold values, with regards to associate to the specific value achieved, a corresponding level of response, articulated on four possible bands: absent (value = 0), poor (value = 1), acceptable (value = 2), good (value = 3).

The unweighted arithmetic average evaluation of each sub-parameter and parameter of the matrix determines the synthetic evaluation of each need and it translates into a graph that expresses the extent of the possible correspondence of the building to the expected uses. The greater the indicator value, the higher the building's expected capacity to respond appropriately to the stresses of use deriving from the transformation itself and therefore, naturally, the transformative necessity induced

by the project action should be reduced (Fig. 2).

The knowledge process
The analysis phase allows to relate a large quantity of information specifically attributable to two different categories: on one hand the constraints deriving from the degree of obsolescence and of performance critical issues of the building itself and the regulation compliance, on the other, the definition of the performance objectives to satisfy the user's needs. This translates into a matrix able to generate different intervention themes that can be variously developed by the specific project choices. It is possible to analyse data simultaneously within a system that crosses different project themes with the aims that the intervention strategy would like to develop, and the constraints derived by the different checks. In each comparison, possible

design strategies, compatible or incompatible with the data submitted for verification, are generated.

Depending on the compatibility or not between the different paths, it is possible to outline one or more design trails, i.e. routes along which the project could move, favouring some goals over another. The previously illustrated indicators are included as evaluation objectives associated with some checks on the building, regarding the evaluation of the residual performances on the environmental, spatial, technological system and its state of conservation. The main checks of the technological system are associated to three macro areas of investigation: the first it refers to the structural configuration of the existing building and to the analysis of the load conditions. The choice of the various possible intervention strategies have to necessarily be compared with the structural scheme of the building

requirement	parameter		performance range	assigned score			
USABILITY	dimensional adequacy	available surface/necessary surface	$\leq 0,2$ or $>1,2$	0			
			$>0,2 \leq 0,5$ or $>1,1 \leq 120$	1			
			$>0,5 \leq 0,8$ or $>1 \leq 1,1$	2			
			$>0,8 \leq 1$	3			
	distributive adequacy	corridors	area connected by corridors/building area (*)	$\leq 0,2$	0		
				$>0,2 \leq 0,5$	1		
				$>0,5 \leq 0,8$	2		
				$>0,8 \leq 1$	3		
		stairs	distance between existing stairs	no stairs	0		
				>50 m	1		
COMFORT	thermal	required transmittance/actual transmittance (*)	$\leq 0,2$	0			
			$>0,2 \leq 0,5$	1			
			$>0,5 \leq 0,8$	2			
			$>0,8 \leq 1$	3			
	visual	room's window area/room's area $\geq 1/8$ (*)	% rooms verified $\leq 0,2$	0			
			% rooms verified $>0,2 \leq 0,5$	1			
			% rooms verified $>0,5 \leq 0,8$	2			
			% rooms verified $>0,8 \leq 1$	3			
			SAFETY	structural seismic vulnerability	D.M. n.65/7.3.2017, All.A (*)	F, G	0
						D, E	1
B, C	2						
A+, A	3						
fire	risk level	guidelines 1/2016; DM 3/8/2015 (*)		high	1		
				medium	2		
ACCESSIBILITY		building's accessible area/building's area	$\leq 0,2$	0			
			$>0,2 \leq 0,5$	1			
			$>0,5 \leq 0,8$	2			
			$>0,8 \leq 1$	3			

(*) parameter defined according to specific Italian regulations. Application to different Countries may differ if local compulsory rules are provided

and with the material with which it was made. At the same time, the analysis of load conditions allows to integrate the constraints generated by a different state of conservation and the possible phenomena of deterioration in progress with the possible intervention strategies.

The second test addresses is represented by the characteristics, mainly regarding the energetic behaviour, of the existing façade. In particular, it is necessary to verify the conditions of the components that constitute the envelope and their performance characteristics according to the technological solution adopted. What is primarily considered in the analysis of the envelope is precisely its thermal behaviour, possible sources of dispersion and the thermo physical properties of the different construction and technological solutions.

The third factor that affects both on the different strategies of the project de-

sign development and on the possible energy efficiency achievable, is represented by the verification of the plants and conditions of the existing piping. It is therefore essential to identify the spaces reserved for piping, to outline its layout and its design concept, its operation and the degree of obsolescence. This allows understanding if and how implementing the increasingly complex of the system plants equipment necessary to respond to a varied needs and performance framework. Linked to the networks check, there is also the analysis of the plant equipment actually in the building, i.e. the verification of all the devices and equipment.

Reuse strategies

Through this approach based on a multi-criteria matrix analysis, it is possible to define a meta-design configuration related to the different consequences that each modification of the param-

eter can determine on the different possible intervention scenarios, always leaving the freedom and the final decision to the sensitivity and skills of the designer. In fact, the best strategy is not only able to achieve the pre-set objectives, respecting the budget available, but also the one able to respond to several issues at the same time and to satisfy the user's needs.

In order to compare the heterogeneity of the architectural heritage and the correspondence of a precise user's need different compared to different possible uses, some macro-categories of different intervention strategies have been defined. It's possible to consider the different project solutions deriving from the additive strategy, for example through additions inside the existing building (*box in a box strategy*). Secondly, there are all the additions on the roof (*superposition*), with their different possible configurations (inside the

shape, overhang or in support) in relation to the existing structure and to the extension of the addition (punctual, in outline or in alteration). The third strategies, more complex, relating to the addition on the façade, be it punctual or column, resting on the base of the building or cantilevered (*adding, hanging and in/between*) or referring only to the energy efficiency of the building envelope (*recladding*). A last, a different addition strategy could be associated with new insertions below the ground (*excavation*). For completeness, it's possible to cite the strategies of internal re-functionalization, which are simpler about the meta-conceptual analysis described.

The design choices resulting from the matrix analysis can be evaluated basis in relation to eight control variables, of which four with potentially negative impacts and four with potentially positive impacts on the building. The negative

reti, schematizzarne il tracciato e la concezione progettuale, il loro funzionamento e il grado di obsolescenza. Questo permette di comprendere se e come implementare la sempre più crescente e complessa dotazione impiantistica necessaria in funzione del quadro esigenziale e prestazionale. Collegato ad esso, l'analisi delle dotazioni impiantistiche presenti nell'edificio, ossia la verifica di tutti i dispositivi e le apparecchiature necessarie.

Le strategie di riuso

Attraverso questo approccio basato su una analisi matriciale multicriteriale è possibile definire una configurazione di massima pre-progettuale relativa alle diverse ricadute che ogni modifica dei parametri possa determinare sui diversi scenari di intervento, per valutare, a conclusione del percorso di indagine, quelle più efficaci e vantaggiose, lasciando sempre la libertà e la decisione finale alla sensibilità e alle competenze del progettista. La strategia migliore infatti non è solo quella che consente di raggiungere gli obiettivi prefissati, nel rispetto del budget disponibile, ma quella in grado di rispondere a più temi contemporaneamente e a soddisfare il quadro esigenziale.

Si è proceduto attraverso la definizione di macrocategorie riferibili alle diverse strategie di intervento. In generale si possono considerare le diverse articolazioni progettuali derivanti dalla strategia additiva, ad esempio attraverso addizioni interne (strategia del *box in a box*). Secondariamente, tutte le addizioni in copertura (*superposition*), con le diverse possibili declinazioni (interne alla sagoma, in aggetto o in appoggio) in relazione alla struttura esistente e alla estensione dell'aggiunta (puntuale, in sagoma o in alterazione della stessa). La terza, più complessa, relativa all'addizione in facciata sia essa puntuale o a colonna,

ones concern to the loss or removal of material, the structural and spatial alteration of the building layout, and its possible degree of reversibility, as well as the loss or weakening of its identity values. The latter are instead related to the increase in safety and to the reduction in ecological footprint generated by the project, as well as to the possible increase in accessibility and future adaptability.

A positive or negative evaluation of each of these parameters allows a verification of whether the expected impacts of the transformation project will have a desirable or non-desirable impact, compared to which a quantitative prediction is performed through a cross evaluation matrix, with a pairwise comparison methodology. Each parameter, if present in the design choices adopted, is directly compared with the others. At the end of the evaluation procedure a synthetic indicator is

obtained, in which each parameter is expressed as a percentage of the maximum value parameter; it allows an early indication of the impacts (Fig. 3).

Further developments

The actual level of definition of the methodology needs a serious improvement, and requires a robust experimentation to some controlled case studies, in order to verify its reliability and to fine-tune both the procedures and the indicators.

In the next future it will be developed an adequate number of real case testing on controlled basis in order to verify the efficiency of the methods and the reliability of the evaluation indicators. The experimentation test will be developed by means of a simulated development of a meta-design process for each of the selected case studies. It means to simulate one or multiple future destinations, in order to evaluate the general

appoggiata al basamento dell'edificio o a sbalzo (*adding, hanging e in/between*) o riferita al solo efficientamento energetico dell'involucro edilizio (*recladding*). Una ultima, diversa strategia di addizione potrebbe essere quella associata a nuovi inserimenti sotto il suolo (*excavation*). Infine, per completezza, le strategie di sola e semplice rifunzionalizzazione interna con semplificazioni circa l'analisi metaprogettuale qui delineata.

Le scelte progettuali scaturite dall'analisi matriciale, possono essere valutate in rapporto a otto variabili di controllo, di cui quattro con impatti potenzialmente negativi e quattro con impatti potenzialmente positivi sulla fabbrica. Le prime riguardano la perdita o rimozione di materia, l'alterazione strutturale e spaziale della fabbrica, il grado di reversibilità, così come la perdita o l'indebolimento dei suoi valori identitari. Le seconde sono invece relative all'aumento di sicurezza e alla riduzione dell'impronta ecologica, così come all'eventuale incremento di accessibilità e di adattabilità futura.

Una valutazione positiva o negativa di questi parametri di controllo consente di verificare se gli impatti attesi del progetto si collocano su una traiettoria di trasformazione desiderabile o meno, rispetto alla quale una previsione di tipo quantitativo è eseguita attraverso una matrice di valutazione incrociata, con il confronto a coppie. In questo modo, ciascun parametro di controllo, se risulta presente nelle scelte progettuali adottate, viene messo direttamente a confronto con gli altri. Al termine della procedura di valutazione si ottiene quindi un indicatore sintetico, in cui ciascun parametro è espresso in frazioni percentuali rispetto al valore massimo e che consente di avere una indicazione sugli impatti del progetto (Fig. 3).

sustainability of that choice in a resilience oriented perspective; than it will be developed the general assessment of each building concerning its residual performance; for each supposed function it will be developed a meta-design process, in order to define the resilience evaluation after design.

Furthermore it would be useful in the perspective of a real application of these procedures in real-life context to develop the integration of economic parameters in the evaluation strategy assessment. The economic dimension of the whole process is a key factor, which may become relevant into the evaluation tool. The study of an appropriate evaluation tool to compare different scenarios in term of financial relevance and impact will be stressed end developed, eventually applying, by means of adequate and necessary implementation, the value-analysis methodologies.

The proposed methodology, if widely applied, it may deliver effective results in stakeholders' perspective, not limited to theoretical results, but also practical and economical consequences of specific investment policies, for feasibility studies on huge heritage patrimony.

NOTES

1. In the context of materials engineering, the resilience indicates the breaking strength due to the dynamic stress of a solid, determined by a standardized impact test. Its inverse is the index of fragility.
2. "Codice dei Beni Culturali e del Paesaggio", D. Lgs. 22.1.2004, n. 42. e succ. mm. e int., art. 6, c.2.

03 | Grafico esemplificativo dei parametri analizzati ai fini della valutazione del grado di resilienza del costruito, immagine dell'autore
 Graphical example of the parameters analysed for the evaluation of the resilience degree of cultural heritage, author's image

03 |



Sviluppi futuri

Nel suo livello attuale la metodologia proposta richiede un ulteriore sviluppo e una robusta fase sperimentale su alcuni casi studio selezionati, per verificare l'affidabilità dei sistemi valutativi e mettere a punto procedure e indicatori.

La fase sperimentale sarà sviluppata per mezzo di una simulazione di un processo di meta progetto per ciascun caso studio selezionato. Ciò significa ipotizzare la collocazione in opera di una o più destinazioni possibili, al fine di valutare il livello complessivo di sostenibilità di quella scelta nella prospettiva di un approccio orientato alla resilienza del patrimonio. Sarà sviluppata la valutazione complessiva sintetica per ogni edificio, finalizzata alla valutazione delle sue prestazioni residue.

Sarebbe inoltre opportuno, nella prospettiva di una applicazione reale della metodologia proposta, l'integrazione di una valutazione economica di tipo comparativo, sviluppata attraverso l'applicazione di tecniche di analisi del valore.

La metodologia proposta, se applicata su basi sufficientemente estese, potrebbe risultare di interesse per stakeholder pubblici e privati con riferimento alla definizione di specifiche strategie di intervento a livello di studio di fattibilità metaprogettuale su patrimoni edilizi diffusi.

NOTE

1. Nel contesto dell'ingegneria dei materiali, la resilienza indica la resistenza a rottura per sollecitazione dinamica di un solido, determinata con una prova d'urto standardizzata. Il suo inverso è l'indice di fragilità

2. "Codice dei Beni Culturali e del Paesaggio", D. Lgs. 22.1.2004, n. 42. e succ. mm. e int., art.6, c.2

REFERENCES

- AA.VV. (2016), *Proceedings of the 11th International Conference on Urban Regeneration and Sustainability (Sustainable City 2016)*, WITConference.
- Besana, D. (2017), *[RICH*] - Reuse and Improvement of Cultural Heritage*, Aracne Editore, Roma.
- Brand, F.S. and Jax, K. (2007), "Focusing the meaning(s) of resilience: resilience as a descriptive concept and a boundary object", *Journal Ecology and Society*, Vol. 12, no. 1, art. 23, available at: <https://www.ecologyandsociety.org/vol12/iss1/art23/> (accessed 20 November 2017).
- Buchanan, D., Fitzgerald, L., Ketley, D., Gollop, R., Jones, J.L., Saint Lamont, S., Neath, A. and Whitby, E. (2005), "No going back: a review of the literature on sustaining organizational change", *International Journal of Management Reviews*, Vol. 7, No. 189, art. 205, available at: <http://onlinelibrary.wiley.com/doi/10.1111/ijmr.2005.7.issue-3/issuetoc> (accessed 25 January 2018).
- Carpenter, S.R. and Brock, W.A. (2008), "Adaptive capacity and traps", *Journal of Ecology and Society* Vol. 13, No. 2, art. 40, available at: <https://www.ecologyandsociety.org/vol13/iss2/art40/> (accessed 25 January 2018).
- Carpenter, S.R., Walker, B.H., Anderies, J.M. and Abel, N. (2001), "From metaphor to measurement: resilience of what to what?", *Ecosystems*, Vol. 4, pp. 765-781, available at: <https://link.springer.com/content/pdf/10.1007/s10021-001-0045-9.pdf> (accessed 25 January 2018).
- Colucci, A. (2012), *Le città resilienti: approcci e strategie*, Jean Monnet Centre, Pavia.
- Folke, C. et al. (2010), "Resilience thinking: integrating resilience, adaptability and transformability", *Ecology and Society*, Vol. 15, No. 4, available at: <https://www.ecologyandsociety.org/vol15/iss4/art20/> (accessed 25 January 2018).
- Folke, C., Colding, J. and Berkes, F. (2003), *Navigating social-ecological systems: building resilience for complexity and change*, Cambridge University Press, Cambridge, UK.
- Greco, A. (2015), "Accessibility and valorisation of Cultural Heritage: studies and researches from the urban to the architectonic level", in Migone Rettig, J. (Ed.), *Patrimonio Arquitectonico: Fuente de Nueva Arquitectura*, Universidad Central de Chile, Graficos Papiro LTDA, Santiago del Chile, RCH.
- Holling, C.S. (1996), "Engineering resilience versus ecological resilience" in Schulze, P. (Ed.), *Engineering within ecological constraints*, National Academy Press, Washington D.C., USA, pp. 31-44.
- Jigyasu, R. et al. (2013), *Heritage and resilience. Issues and opportunities for reducing disaster risks*, Global Platform for Disaster Risk Reduction, Geneva.
- Losasso, M. (2015), "Rigenerazione urbana: prospettive di innovazione", *TECHNE Journal of Technology for Architecture and Environment*, Vol. 10, available at: http://www.sitda.net/downloads/image/techne/techne%2010_rigenerazione%20urbana.pdf (accessed 25 January 2018).
- Marini, S. and Corbellini, G. (2016), *Recycled theory: Dizionario illustrato/ Illustrated Dictionary*, Quodlibet, Macerata.
- Morandotti, M. (2012), "Contenuto vs. contenitore? Criteri predittivi di impatto e soglie di resilienza nella prospettiva del recupero sostenibile", in IN_BO, *Ricerche e progetti per il territorio, la città e l'architettura*, Vol. 3, No. 5, Dipartimento di Architettura, Università di Bologna, pp. 289-308, available at: http://in_bo.unibo.it/artibcle/view/3491 (accessed 25 January 2018).
- Musco, F. (2016), *Rigenerazione urbana e sostenibilità*, Franco Angeli, Milano.