

Alessandro D'Amico, Edoardo Currà,

Dipartimento di Ingegneria Civile, Edile e Ambientale, Università di Roma La Sapienza, Italia

alessandro.damico@uniroma1.it

edoardo.curra@uniroma1.it

Abstract. Le città storiche sono un valido esempio di resilienza in ambito sismico e i terremoti ne hanno influenzato profondamente l'evoluzione tipologica e costruttiva. Il miglioramento di tale proprietà dipende fortemente dall'efficacia degli strumenti preventivi. Tra stato dell'arte e letture analitiche si propone uno sviluppo delle strategie di preparazione alla crisi fondato sulla conoscenza organizzata dei dati storico-costruttivi e di vulnerabilità alla scala di aggregato, integrati con un approccio urbanistico/sistemico alla scala di tessuto. Gli esiti valorizzano due aspetti fondamentali: da un lato il rapporto tra modificazioni della costruzione storica e vulnerabilità sismica relativa degli aggregati nel tessuto urbano, dall'altro la definizione di priorità di intervento edilizio e urbano.

Parole chiave: urban disaster resilience, disaster management, seismic vulnerability, priority assessment, built heritage.

Introduzione

Il contributo illustra in sintesi alcuni esiti principali di ricerche che negli ultimi anni si sono focalizzate sull'impatto degli eventi di tipo sismico sui centri minori dell'Appennino Centrale e sul ruolo del patrimonio costruito nella definizione e nell'incremento della resilienza urbana ai disastri¹.

Il Pre-Disaster Recovery Planning (PDRP - pianificazione di recupero pre-disastro) consiste nell'approntamento degli strumenti più idonei per l'implementazione della resilienza in ambito urbano (UNISDR, 2015). Fino ad oggi si sono principalmente sviluppati e sperimentati i dispositivi per la gestione delle fasi di crisi ed emergenza, con episodiche sperimentazioni per la definizione di piani preventivi. Scopo principale di tali strumenti è quello di strutturare una programmazione efficace nella prima fase del Disaster Life Cycle (DLC) (Fig.1) e supportare con contenuti e indirizzi la redazione dei Piani di Ricostruzione (PdR) veri e propri.

L'UNISDR (United Nations International Strategy for Disaster Reduction) e l'IRP (International Recovery Platform), due isti-

tuzioni leader nel campo del DRM (Disaster Risk Management), definiscono il PDRP come «il processo proattivo di anticipare problemi di recupero futuri, lo sviluppo di un piano di recupero basato su scenari e la costruzione della capacità di migliorare i risultati del recupero stesso – il tutto prima che un disastro accada» (UNISDR IRP, 2012).

Il PDRP è ritenuto, pertanto, il processo più idoneo per garantire che le comunità “ricostruiscano meglio” (build back better) a seguito di una catastrofe naturale.

Dalla ricostruzione alla pianificazione preventiva

Nella pianificazione le prime ricerche strategiche hanno dato luogo a sperimentazioni riconosciute come modelli di riferimento per gli studi successivi. Tra tutte emerge, non solo cronologicamente, la ricerca PEP-
PER del 1987 (Pre-Earthquake Planning for Post-Earthquake Rebuilding), condotta dalla Spangle Associates e confluita nel piano per Los Angeles. Il terremoto che nel 1994 colpì Northridge, LA, permise dopo poco tempo di evidenziare limiti e vantaggi di questo primo approccio, basato sull'assunto che pianificazione e programmazione possono ridurre costi di recupero e ricostruzione, accelerare il ritorno alla normalità e migliorare le prestazioni urbane post ricostruzione (Spangle et al., 1997; Becker 2011).

La redazione fu accompagnata da processi partecipativi secondo 10 ambiti tematici che vanno dall'Organization and Authority, al Residential, Commercial and Industrial Rehabilitation, fino al Public Information Plans. Ogni ambito è caratterizzato da tre fasi di azione. Il 75 % delle azioni è incentrato in una fase pre-evento e il restante su una fase post-evento di breve durata. Una terza

Urban resilience in the
historical centres of
Italian cities and towns.
Strategies of preventative
planning

Abstract. Historical cities and towns are a valid example of resilience in a seismic context, and earthquakes have profoundly influenced their typological and constructional evolution. The improvement of this characteristic depends a great deal on the efficiency of preventative tools. Between state of the art and analytic interpretation, the development of crisis preparation strategies based on the organised knowledge of historical-constructional data and of large scale vulnerability, integrated with an urbanistic/systematic approach at the other end of the scale is proposed. The outcomes give value to two fundamental aspects: on one hand, the rapport between modifications of historical structures and relative seismic vulnerability of the aggregate of the urban fabric, on the other, the definition of priority of constructional and urban intervention.

Keywords: urban disaster resilience, disaster management, seismic vulnerability, priority assessment, built heritage.

Introduction

This contribution briefly illustrates some of the principal outcomes of the research which has been focused in recent years on the impact of seismic events on small towns of the Central Apennines, and on the role of built heritage in the definition and the incrementation of urban resilience to disasters¹.

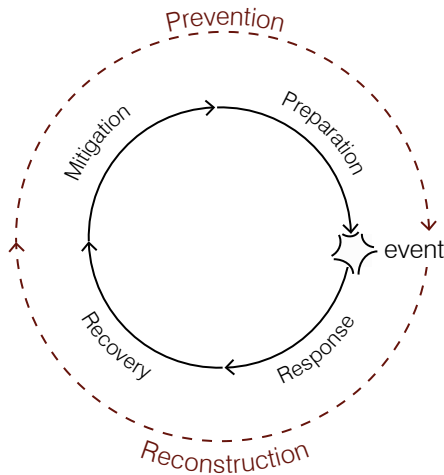
Pre-Disaster Recovery Planning (PDRP) consists of readying the most suitable tools for the implementation of resilience in an urban context (UNISDR, 2015). Thus far, development and experimentation have concentrated on apparatus concerned with the management of crises, with only sporadic experimentation interested in pro-

grammes of prevention. The main objective of those tools is the structuring of an efficient plan in the first phase of the Disaster Life Cycle (DLC) (Fig. 1), and to support the overseeing of reconstruction plans (PdR).

The UNISDR (United Nations International Strategy for Disaster Reduction) and the IRP (International Recovery Platform), two leading institutions in the field of DRM (Disaster Risk Management), define the PDRP as «the proactive process of predicting the problems for future rescues, the development of a rescue plan based on scenarios and the construction of the ability to improve the results of the rescue itself - all before a disaster occurs» (UNISDR IRP, 2012).

The PDRP is, therefore, held to be best practice to allow communities to “build back better” following a natural disaster.

Disaster Life Cycle



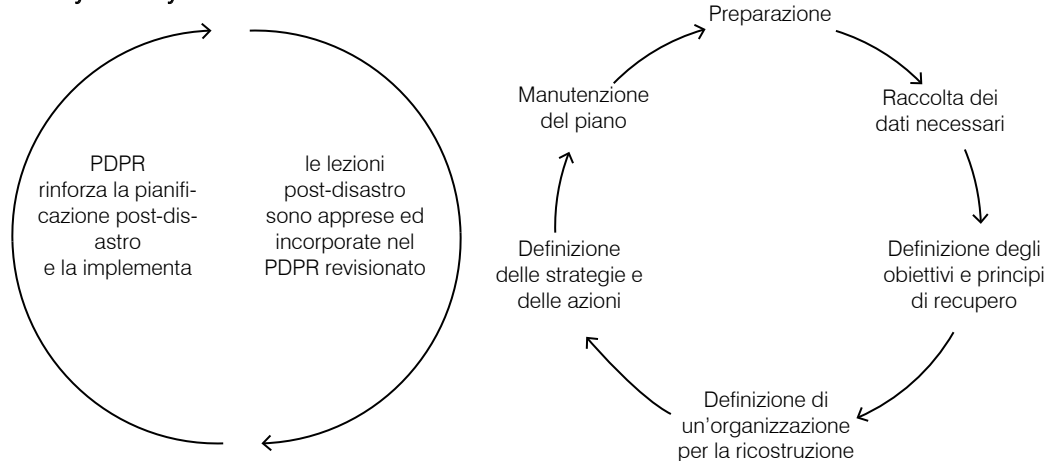
Mitigation - Minimizzare gli effetti del disastro.
 Esempi: norme edilizie e urbanistiche; analisi della vulnerabilità; educazione pubblica.

Preparedness - Pianificare come reagire.
 Esempi: piani di preparazione; esercizi e formazione per l'emergenza; sistemi di allarme.

Response - Agire nell'emergenza.
 Esempi: ricerca e soccorso; aiuti di emergenza.

Recovery - Riportare la comunità alla normalità.
 Esempi: alloggi temporanei; borse di studio; cure mediche; piani di ricostruzione.

Recovery Plan Cycle



From reconstruction to preventative planning

Primary strategic research into planning has given rise to experiments which have been recognised as reference models for subsequent studies (Becker, 2011). Notable, not only for chronological reasons, is the 1987 PEPPER research project (Pre-Earthquake Planning for Post-Earthquake Rebuilding), carried out by Spangle Associates, which led to the plan for Los Angeles. The 1994 earthquake that hit Northridge, LA, allowed the swift highlighting of the limits and advantages of this preliminary approach, based on the assumption that preventive planning can significantly reduce the costs of recovery and reconstruction, accelerating the return to normality, and improving post-reconstruction urban performance (Spangle et al., 1997; Becker, 2011). The drafting of the plan also

made use of participatory processes in the definition of the contents according to ten thematic fields: from Organization and Authority, to Residential, Commercial, and Industrial Rehabilitation, up to Public Information Plans. Each field is characterised by three phases of action: before the event, in the immediate aftermath of the event, and the post-event long term. 75% of actions are concentrated in the prevent phase, and the rest is almost entirely in the immediate aftermath. The post-event long term is primarily characterised by the continuation or revision of the actions carried out in the emergency phase. In presenting PEPPER, Spangle warned specialists about the post-disaster phase thus: «You will be catapulted in a world of immediate decisions regarding life and death, on mountains of requests for building permission

[...] Everybody will want a plan, but few will want to take the time needed to plan. You will have to be able to find answer to problems which you previously hadn't even considered. [...] The inadequacies of the plan and of the existing applications will be obvious». Also, for this reason, and for the reduced recurrence interval of damaging earthquakes at Los Angeles, the group concentrated itself on the readying of a pre-earthquake plan based on the revisions of the operational times and the increase of the coordination and the effectiveness of the actions, since they had been already implemented in the preventative phase. At the beginning of the twenty-first century, some fundamental principles of PEPPER were collected by the Hyogo Framework for Action 2005-2015 (UNISDR, 2005), which was drafted by the UNISDR and shared by the mem-

ber states of the United Nations. It was followed ten years later by the Sendai Framework for Disaster Risk Reduction 2015-2030 (UNISDR, 2015), which defines four priorities in the field of DDR (Disaster Risk Reduction):

1. Understanding the risk of disasters.
2. Reinforcing governance for the management of the risk of disasters.
3. Investing in the reduction of disaster risk to improve resilience.
4. Improving disaster preparation to ensure an effective first response, and to implement "Build Back Better" practices in recovery, rehabilitation, and reconstruction.

With regard to priority number four, the greatest advancement in research activity, experimentation, and planning can be observed in reconstruction procedure, with few recovery cases based on preventative planning. In the document the necessity to develop

fase post-evento a lungo termine si caratterizza principalmente nella prosecuzione o revisione di azioni attivate in fase emergenziale.

Nel presentare PEPPER, Spangle ammoniva così i tecnici riguardo la fase post-disastro: «Sarete catapultati in un mondo di decisioni immediate sulla vita o la morte, su cumuli di domande di permesso di costruzione [...]. Tutti vorranno un piano, ma pochi si vorranno prendere il tempo necessario per pianificare. Dovrete essere capaci di avere risposte a problemi a cui prima non avevate neanche pensato. [...] Le inadeguatezze nei piani e nelle applicazioni esistenti saranno palesemente evidenti». Anche per questo, e per il ridotto periodo di ritorno di terremoti dannosi a Los Angeles, il gruppo si concentrò sull'approntamento di una pianificazione pre-terremoto impostato su revisioni programmate dei problemi previsti e delle azioni di risposta. Il terremoto del 1994 ha confermato la riduzione dei tempi operativi e l'incremento del coordinamento e dell'efficacia delle attività, poiché già impostate in fase preventiva.

All'inizio del XXI secolo, alcuni principi fondamentali del PEPPER sono raccolti dallo Hyogo Framework for Action 2005-2015 (UNISDR, 2005), redatto dall'UNISDR e condiviso dagli Stati membri delle Nazioni Unite, seguito dopo dieci anni dal Sendai Framework for Disaster Risk Reduction 2015-2030 (UNISDR, 2015). Quest'ultimo definisce 4 priorità di intervento nel campo del DRR (Disaster Risk Reduction):

1. Comprendere il rischio di catastrofi.
2. Rafforzare la governance per la gestione del rischio di catastrofi.
3. Investire nella riduzione del rischio catastrofi ai fini della resilienza.

guidelines for the preparation for post-disaster reconstruction is emphasised, with particular investment needed in planning for the whole affected area and in the improvement of building standards, learning from past recovery and reconstruction programmes.

As we have seen, a comparative reading of the most recent "Piani di Ricostruzione" (PdR, reconstruction plans), drafted after recent disastrous events in Italy has proven useful. Particular attention has been paid to the process set in motion following the Abruzzo earthquake of 2009 with the Studio Descrittivo dei Piani di Ricostruzione in Abruzzo (SDePRA, the descriptive study of reconstruction plans in Abruzzo).

Analytic scrutiny of fifty-seven plans for reconstruction in the affected localities has shown a consolidated body of fundamental analysis and interpretation, inherent to the urban develop-

ment of historic town centres. Furthermore, after the institution of the USRC (Special Office for the Reconstruction of the Towns and Villages of the Crater - Ufficio Speciale per la Ricostruzione dei Comuni del Cratere), all plans require a time line chart and an economic plan for action.

Among the various data collected, the most evident is that the average time between the seismic event and the consignment of the individual plan is four years (Fig. 2). There is a wide margin for preventative planning to improve this time frame, which represents a very low resilience for the urban system's return to conditions of normal function. The SDePRA, in highlighting the foundations of the reconstruction plans, informs the path to be taken for the preparation of the model of action for the Plan of Preparation (PdP).

4. Migliorare la preparazione ai disastri per una risposta efficace e per realizzare pratiche di "Build Back Better" ("Ricostruire meglio") nel recupero, nella riabilitazione e nella ricostruzione. Riguardo alla "Priorità 4" il maggiore avanzamento dell'attività di ricerca, sperimentazione e pianificazione si può riscontrare nelle pratiche di ricostruzione, con pochi e isolati casi di recupero impostato su pianificazione preventiva. Nel documento si sottolinea inoltre la necessità di sviluppare linee guida per la preparazione della ricostruzione post-disastro, investendo sulla pianificazione del territorio e sul miglioramento degli standard costruttivi, imparando dai programmi di recupero e di ricostruzione passati.

Per quanto detto si è dimostrato efficace impostare una lettura comparata dei più recenti Piani di Ricostruzione redatti dopo gli ultimi eventi calamitosi sul territorio italiano, in particolare si è prestata attenzione ai processi in atto a partire dal sisma Abruzzo 2009 con lo Studio Descrittivo dei Piani di Ricostruzione in Abruzzo (SDePRA).

La disamina analitica dei 57 PdR dei comuni del cratere ha mostrato un insieme consolidato di analisi e letture fondamentali, inerenti l'evoluzione urbana del centro storico, le caratteristiche costruttive dell'edificato e le valutazioni sul danno e agibilità degli edifici. Inoltre dopo l'istituzione dell'USRC (Ufficio Speciale per la Ricostruzione dei Comuni del Cratere) in tutti i piani viene richiesta la presenza di un cronoprogramma e un quadro economico degli interventi.

Tra i vari dati rilevati il più evidente è il tempo medio di 4 anni trascorso tra l'evento sismico e la consegna del singolo piano (Fig. 2), con un ampio margine per la pianificazione preventiva per migliorare questo valore che mostra una resilienza decisa-

Constructional element in the field of the process of preventative planning (PdP)

In the DRR the move from a tactical approach, focused on the immediate reaction to the event, to a strategic one, focused on long term management, requires an increase in resilience. This is defined as «the ability of a system, community or society exposed to hazards to resist, absorb, accommodate, adapt to, transform and recover from the effects of a hazard in a timely and efficient manner, including through the preservation and restoration of its essential basic structures and functions through risk management» (UNISDR, 2011). This definition highlights the contribution of the engineering approach, in contrast to the ecological approach first theorised by Holling. From an engineering perspective, the resilience of a city or a metropolitan area

depends on the ability of all of the physical components of the system, including buildings and infrastructures, in a more articulated way in comparison to the algebraic sum of the performances of the single components, focusing on the time for a return to a global equilibrium following the event (D'Amico et al., 2014). The major element which emerges is that of "time", in particular in the realisation of the PdR which accepts the survey content, urban interpretation and planning from the PdP. The fine-tuned model is based on an organised familiarity with data concerned with construction, evolution, and vulnerability at the level of the aggregate, and it prefigures the pre-event non emergency phase of drafting. Statistical predictive scenarios of damage, based on the analysis of seismic vulnerability, substitute the analysis of the obvious damage, a founding element of the PdR.

mente bassa per il ritorno del sistema città verso una condizione di normale operatività. Lo SDePRA, evidenziando le basi dei piani di ricostruzione, informa le linee di indirizzo per la predisposizione del modello di processo del Piano di Preparazione (PdP).

Gli elementi edilizi nell'ambito del processo di Pianificazione Preventiva (PdP)

Nel DRR per passare da un approccio tattico, finalizzato alla reazione immediata all'evento, ad uno strategico, incentrato sulla gestione a lungo termine occorre quindi incrementare la resilienza, definita come «la capacità di un sistema, comunità o società esposta a rischi di resistere, assorbire, adattarsi e recuperare dagli effetti di un rischio in modo tempestivo ed efficiente anche attraverso la conservazione delle sue strutture e funzioni di base essenziali» (UNISDR, 2011). Questa definizione evidenzia il contributo dell'approccio ingegneristico, in contrapposizione a quello ecologico inizialmente teorizzato da Holling. Nella visione ingegneristica, la resilienza di una città o di un'area metropolitana dipende dalla capacità di tutti i componenti fisici del sistema, compresi edifici e infrastrutture, in modo più articolato rispetto alla somma algebrica delle prestazioni dei singoli componenti, concentrandosi in particolare sul tempo di ritorno ad un equilibrio globale a seguito del disturbo (D'Amico et al., 2014). Ne emerge al massimo il valore del fattore "tempo", in particolare nella realizzazione del PdR che recepisca dal PdP i contenuti di rilievo, lettura urbana e programmazione.

Il modello messo a punto si fonda su una conoscenza organizzata dei dati costruttivi, evolutivi e di vulnerabilità alla scala di aggregato e ne prefigura la redazione in fase pre-evento, fuori

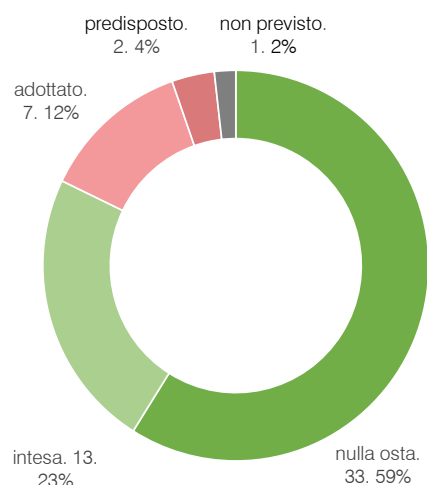
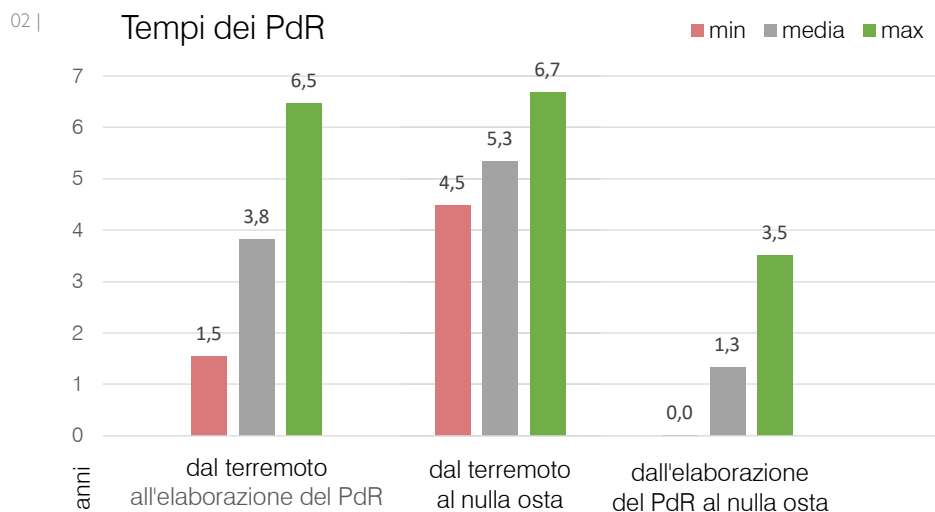
dall'emergenza. Gli scenari predittivi del danno statistico, basati su analisi di vulnerabilità sismica, sostituiscono l'analisi del danno manifesto, parte fondante dei PdR.

In accordo con quanto definito dal Sendai Framework, il modello è stato strutturato come un processo iterativo, continuamente implementabile. Data l'aleatorietà dell'evento calamitoso, ogni giorno potrebbe manifestarsi un elemento disturbativo, per cui lontano dagli eventi passati ci si trova nel quadrante del DLC immediatamente precedente al disastro (Fig. 1).

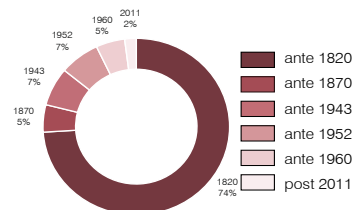
Per la definizione e la sperimentazione del modello si è ricorso a due casi studio appartenenti alle categorie di comuni piccoli e medi, che costituiscono oltre il 90% del totale dei comuni italiani per circa il 70% della popolazione residente: San Gemini (TR), piccolo comune (classe di popolazione <5mila abitanti) e Rieti, comune di medie dimensioni (tra 5mila e 50mila abitanti). Entrambi sono caratterizzati da un centro storico proporzionalmente esteso e ben conservato e ricadono in zona con pericolosità sismica medio alta (zona 2).

Sui due casi si è proceduto alla definizione degli elementi della componente edilizia del processo di PdP, sviluppabili in fase preventiva, ossia la lettura delle età del costruito degli organismi edilizi del centro storico, delle caratteristiche costruttive dell'edificio e di vulnerabilità relativa degli aggregati nel tessuto urbano (Fig. 3).

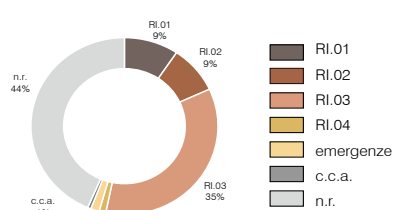
La lettura a scala urbana delle età del costruito degli organismi edilizi all'interno della città storica è stata operata secondo metodologia osservazionale e ricorrendo alle rappresentazioni catastali e tecniche, integrate dalla altra cartografia disponibile (CSLLPP, 2012). Sulla base dell'età del sedime edificato, desunta dalle cartografie, si è proceduto ad una validazione o correzio-



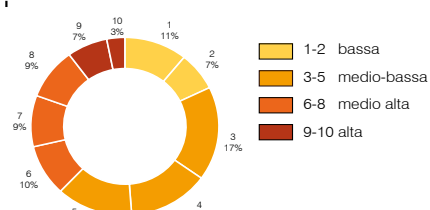
Analisi delle età del costruito



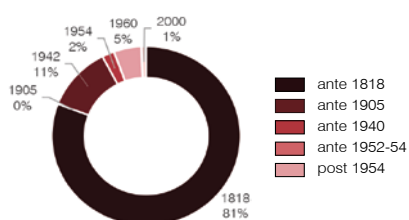
Analisi delle caratteristiche costruttive



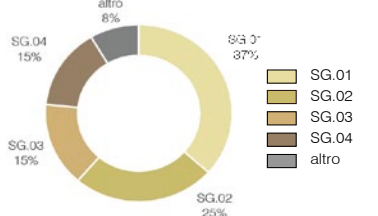
Analisi di vulnerabilità



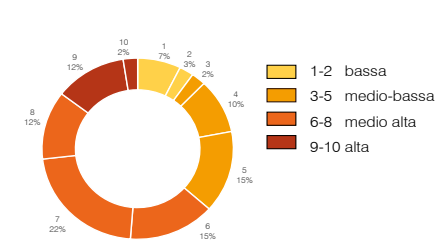
Analisi delle età del costruito



Analisi delle caratteristiche costruttive



Analisi di vulnerabilità



ne dell'età del costruito con osservazione diretta. Il documento di sintesi di questa lettura è la carta delle età del costruito, in inglese "Map of the Age of the Built Heritage" (MABH) (Currà et al., 2016). Per una determinata area geografica, alle classi cronologiche possono corrispondere statisticamente le proprietà tipologico-costruttive degli organismi edilizi e, inoltre, si ravvisano anche sequenze tipo di interventi di modificazione recente principalmente legate alla evoluzione delle disposizioni normative in merito di consolidamento strutturale.

Per compatibilità con le altre fasi del DRR la lettura delle tecniche costruttive è stata strutturata a partire dall'analisi delle schede AEDES e CARTIS² elaborate dal Dipartimento di Protezione Civile e ReLUIs, identificando le tipologie costruttive prevalenti nel tessuto storico in analisi. Rispetto alla scheda Aedes, ai fini proposti, in luogo del rilievo di danno o di agibilità è emerso necessario procedere ad un maggiore dettaglio nella definizione delle tipologie costruttive, cui associare dispositivi integrati tra progetto e prevenzione (Currà et al., 2016).

La lettura della vulnerabilità del tessuto edilizio fa riferimento agli studi condotti da Cremonini (Cremonini, 2004) per il rilievo simultaneo degli aspetti geometrici, strutturali e stratigrafici a livello di aggregato, e agli studi di Oliveri e Fazio (Olivieri, 2004) per la definizione dei livelli di vulnerabilità relativa degli aggregati. In analogia con gli studi citati sono stati considerati parametri descrittivi delle caratteristiche morfologiche e tipologiche dell'aggregato: rapporto con la morfologia del terreno, rapporto con gli aggregati circostanti, andamento planimetrico, discontinuità dell'andamento planimetrico, andamento altimetrico, differenza di livelli monte-valle, grado di commistione tipologica, presenza di strutture tipologiche particolari, grado di stratifica-

zione, grado di alterazione tipologica e strutturale complessiva. Dagli indicatori si nota quanto sia complesso scindere gli aspetti di vulnerabilità diretta da quelli di vulnerabilità indotta quando si parla di aggregati in un tessuto storico. Alcuni dei parametri descritti sono chiaramente indicatori della vulnerabilità intrinseca del manufatto (come le discontinuità plano-altimetriche), mentre altri considerano le interazioni esterne, quali l'andamento morfologico del terreno o con gli aggregati circostanti e con cui l'evoluzione stessa dell'aggregato si è indissolubilmente legata nella formazione del tessuto urbano. Tali indicatori derivano dall'analisi osservazionale condotta sul caso studio di Nocera Umbra e dagli studi di Borri e Avorio, inerenti la costruzione in muratura, portando alla definizione di una scala di "vulnerabilità relativa degli aggregati", ossia la suscettività al danneggiamento e alla perdita di organizzazione dovuta al complesso dei fattori di rischio, cui ogni singolo aggregato è soggetto.

Risultati: classificazione dell'ambiente costruito ai fini della definizione di priorità di intervento

La lettura del dato materiale del patrimonio costruito ha permesso di evidenziare due macro-categorie di aggregati (Fig. 4): quelli con percentuali di omogeneità cronologica ed edilizia superiori al 75%, che hanno mostrato principalmente valori medio-bassi di vulnerabilità relativa all'interno del tessuto (evidenziati in verde), e quelli con percentuali inferiori e con uno scostamento tra i due valori superiore al 25% che presentano valori medio-alti di vulnerabilità (in rosso). Nella prima categoria vanno evidenziati gli aggregati con un discostamento tra i valori di percentuale omogenea di età costruita e caratteristiche costruttive inferiore al 25% con uno dei due

In accordance with the Sendai Framework, the model has been structured following an iterative process, continuously implementable. Given the randomness of the calamitous event, a disturbing element could occur every day. Thus even long after past events, we find ourselves in the quadrant DLC which immediately precedes the disaster (Fig. 1).

For the definition and experimentation of the model, two case studies have been consulted. They are concerned with the category of small and medium sized local council areas, which make up over 90% of the total of Italian local government bodies and concern c. 70% of the population: San Gemini (TR), a small local council area (population < 5,000 inhabitants) and Rieti, a mid-sized local council (between 5,000 and 50,000 inhabitants). Both are characterised by well conserved historic

centre covering an area in proportion to their populations and which falls in an area of medium-high seismic risk (zone 2).

In both cases the definition of constructional elements in the process of the PdP, to be developed in a preventative phase. This involves the study of building ages, constructional characteristics of the built environment, and vulnerability relative to the overall urban fabric (Fig. 3).

The establishment of the ages of buildings within the historic centre of the city or town was carried out both using observational methods and with reference to council and architectural records, integrated with other available maps (CSLLP, 2012). The age of the built-up area, inferred from maps, was used either to confirm or correct the observed age of buildings. The document which provides a summary

of this study is the "Map of the Age of Built Heritage" (MABH) (Currà et al., 2016). For a specific geographical area, there can be a statistical correlation between time periods and construction types of individual buildings, and, furthermore, types of recent architectural modifications linked to the evolution of the regulatory requirements regarding structural consolidation are apparent. In order to be compatible with the other phases of the DRR, the study of construction techniques has been structured from the analysis of the data provided by the forms AEDES and CARTIS², carried out by the Department of Public Protection (Dipartimento di Protezione Civile) and ReLUIs (the Italian network of university laboratories concerned with seismic activity), identifying prevalent construction types in the historic fabric under analysis. Regarding the Aedes

form, it has become apparent that it is necessary to proceed in greater detail to the definition of constructional typologies, with which to associate integrated equipment between planning and prevention on the site where damage or structural integrity is observed (Currà et al., 2016).

The interpretation of the vulnerability of the built fabric makes reference to the studies carried out by Cremonini (Cremonini, 2004) for the simultaneous study of structural and stratigraphic aspects of the overall collection of buildings, and to the studies of Oliveri and Fazio (Olivieri, 2004) for the definition of levels of vulnerability relative to the overall collection of buildings. Analogous to the studies cited, descriptive parameters of the morphological and typological characteristics of the group have also been considered: the relation to the morphology of the ter-

sempre al 100%, che presentano valori più alti di vulnerabilità (in verde più chiaro in figura), rispetto a quelli dove entrambi i parametri sono alla percentuale completa. Sono presenti alcune esclusioni e particolarità, riguardanti aggregati comprendenti strutture tipologiche particolari o specialistiche: l'aggregato A20 che si aggrappa alle mura di cinta e l'A23 interamente costituito dal monastero, nel caso studio di San Gemini, ne sono un esempio. Su un totale di 156 aggregati analizzati tra i due comuni, le percentuali sono confrontabili con circa il 10% di casi particolari sul singolo comune, il 35% di aggregati con medio-bassa vulnerabilità e alte percentuali di dato omogeneo nelle caratteristiche del costruito, e la restante parte ricade invece nella seconda categoria (rossi). Nel caso di Rieti su 115 aggregati, per 10 non è stato possibile completare l'analisi costruttiva per mancanza di dato.

La strategia conclusiva di preparazione al disastro: definizione delle priorità di intervento

Occorre dunque ricordare e sottolineare l'importanza di entrambi gli approcci che principalmente studiano l'ambiente co-

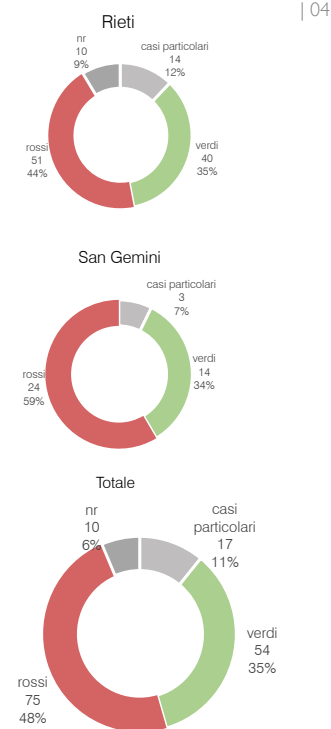
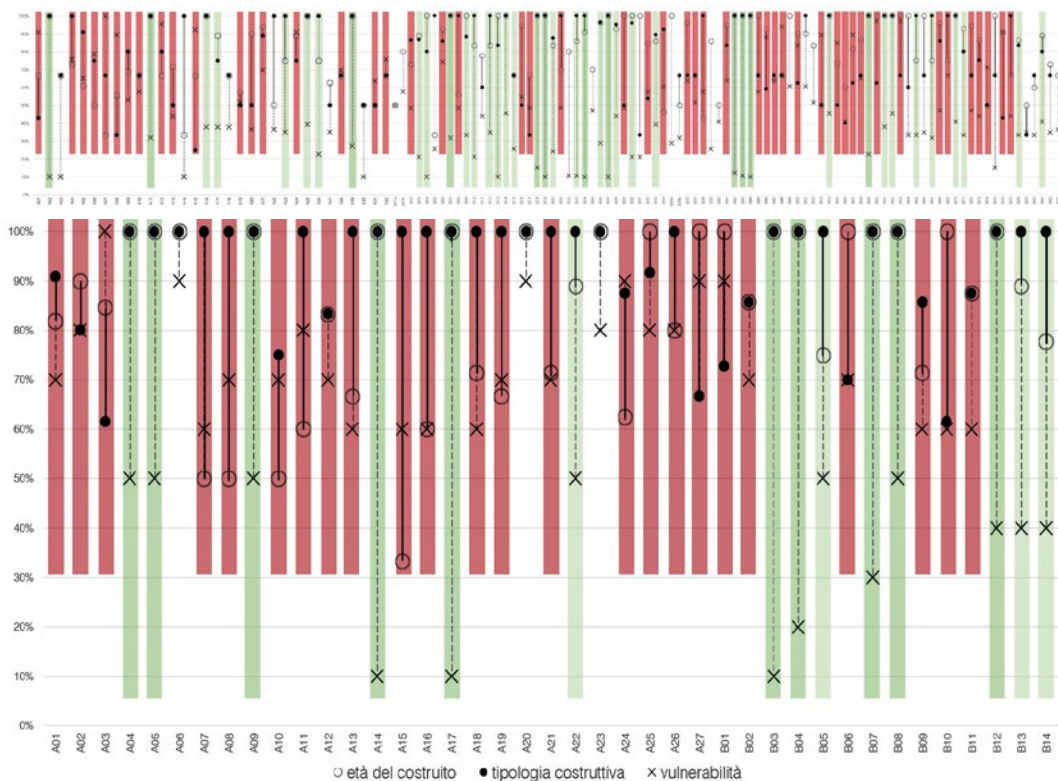
L'insediamento urbano è vulnerabile in quanto sistema, e pertanto vi è bisogno di un approccio su ampia scala per definire le strategie e gli indirizzi di gestione.

struito in relazione al DRR, tanto quello urbanistico/sistemico quanto quello strutturale/analitico e le possibili correlazioni qualitative e quantitative fra i due.

La strategia si costruisce basandosi sulla cosiddetta "tirannia dell'Urgenza", ossia la pressione schiacciante di agire in fretta, la maggiore sfida per i responsabili e i progettisti della ricostruzione (UNISDR and IRP, 2012). Attraverso un approccio di tipo matriciale si coniugano i dati delle analisi sul dato costruito e quelli di lettura sistemica a scala di tessuto, per un'ottimizzazione temporale della gestione del processo e della pianificazione preventiva, finalizzata alla definizione di un ordine di priorità di intervento.

La matrice generata, denominata "Matrice delle Priorità", è strutturata sulla base del principio decisionale alla base degli scritti di Covey. L'economista configura lo strumento operativo che prende il nome di "Quadranti di Covey" o "Matrice di Eisenhower", partendo dall'assunto che "ciò che è importante raramente è urgente e ciò che è urgente raramente è importante" – Eisenhower (Covey, 1989) – pertanto, le parole chiave per la comprensione del modello sono due: "Urgenza" e "Importanza"

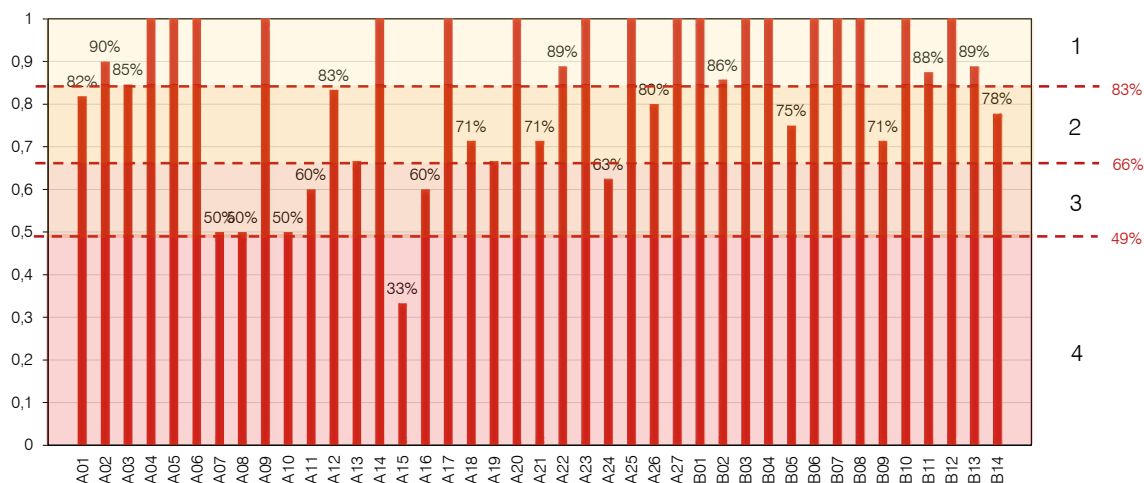
Le analisi relative al costruito storico hanno un elemento di oggettività, impostate su analisi di dati, cartografie e indagini,



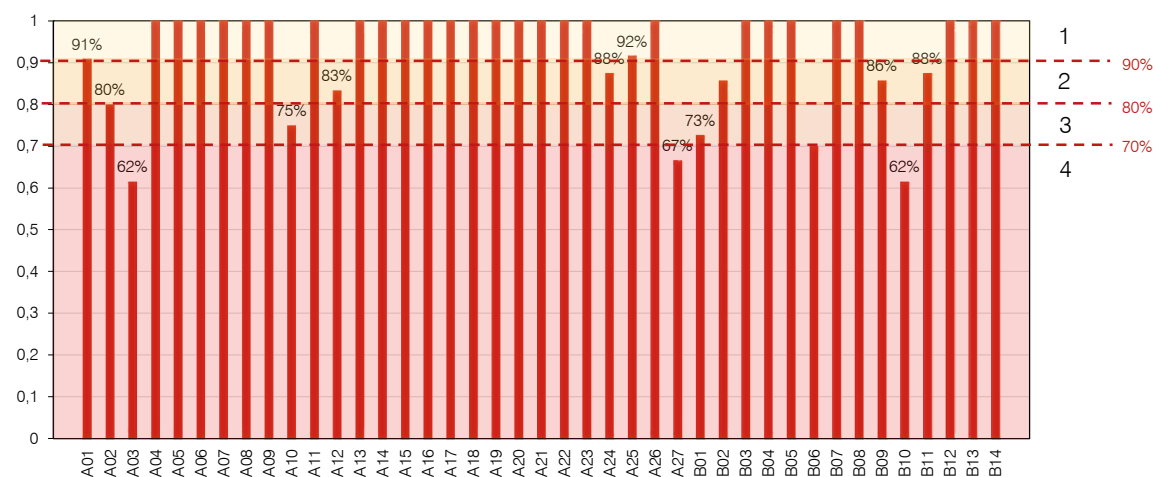
05 | Grafici con le percentuali di dato omogeneo per singolo aggregato per Età del Costruito, Caratteri Costruttivi e valore di Vulnerabilità Relativa per il caso di San Gemini, con la divisione in range e relativo valore attribuito

Graphs with percentages of a homogeneous nature per individual building group for Building Age, Constructional Characteristics, and Relative Vulnerability for each building group for the case of San Gemini, with the division in range and relative attributed value

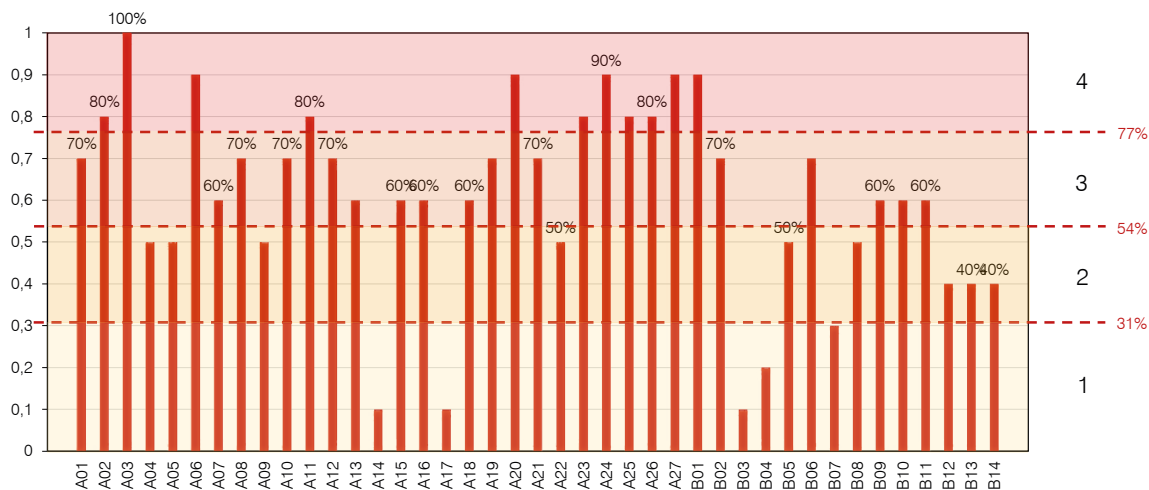
percentuale omogenea in aggregato di età del costruito



percentuale omogenea in aggregato dei caratteri costruttivi



vulnerabilità relativa dell'aggregato



definiscono l'elemento di "urgenza", legato a condizioni che richiedono attenzione nell'immediato. Per queste analisi sono stati impostati 4 range di valori (Fig. 5), definiti in maniera relativa sul singolo caso studio, avendo validità e scopo locale.

La lettura di un tessuto per sistemi funzionali e la gestione del rischio di un territorio, sono invece legati all'approccio sistemico e di scelte strategiche, per cui associate alla definizione di "importanza". Questi elementi svolgono il ruolo di fattori amplificativi ($\times 1,5$) del dato oggettivo e sono definiti dalla lettura sistemica del tessuto urbano, scaturiscono dalle analisi e studi del settore, in particolare Cremonini (2004), tra cui si citano: il sistema della attività commerciali, il sistema dei beni culturali, il sistema dei luoghi di relazione, il sistema degli edifici strategici e critici, il sistema dell'accessibilità, delle vie di fuga e degli spazi sicuri.

Tra i fattori amplificativi è fondamentale aggiungere la compresenza di altri fattori di rischio in una determinata area urbana (ad es. il rischio idrogeologico). I valori così ottenuti da un lato come somma dei tre parametri delle analisi sul costruito, e dall'altro come moltiplicazione di tale dato per il numero di fattori amplificativi presenti sono poi stati normalizzati in scala 10 sul totale dei valori di "urgenza" e "importanza" per tutti gli aggregati della singola città storica in esame; definendo in tale modo una coppia di valori (x,y) di ingresso nella matrice per ciascun aggregato (Fig. 6).

$$U = [\text{età costruito}] + [\text{caratteri costruttivi}] + [\text{vulnerabilità relativa}]$$

$$I = U \times \sum \text{fattori}$$

Il risultato di questa elaborazione permette di definire dunque "Urgenza" e "Importanza" relativa di intervento su una parte

ritory, the rapport with surrounding groups of buildings, the planimetric trend, interruption of the planimetric trend, altimetric trend, difference between mountain-valley levels, level of typological commingling, presence of specific typological structures, degree of stratification, degree of typological alteration and structural complexity.

From the indicators, we can see how complex it is to distinguish between direct aspects of vulnerability and those of induced vulnerability when we speak of groups of buildings in an historic fabric. Some of the parameters described are clearly indicators of the intrinsic vulnerability of the structure (such as plani-altimetric interruption), while others consider external interactions, such as the morphological tendency of the territory with surrounding groups of buildings. Thus the development of the group of buildings itself is

inextricably linked to the formation of the urban fabric. These indicators derive from the observational analysis carried out in the case study of Nocera Umbra, and in the studies of Borri and Avorio, which were carried out on masonry structures, leading to the definition of a scale of "vulnerability relative to the group", or rather the susceptibility to the damage and loss of organisation owing to a collection of risk factors to which every single group is subject.

Results: classification of the built environment for the purposes of the definition of the priority of intervention

The interpretation of the material data of the built heritage has allowed two macro-categories of building groups to be highlighted (Fig. 4): those with percentages of chronological homogeneity above 75%, which have mainly shown

di città, cercando di guidare il processo di preparazione in fase preventiva, o in caso sfortunato di fungere da base per quello di ricostruzione in fase post-disastro.

Il metodo e l'efficacia della matrice sono stati verificati applicandoli, post quem, ad uno dei comuni colpiti dal sisma dell'Abruzzo del 2009, Ovindoli, avente un PdR realizzato dall'Università di Roma "La Sapienza" (Resp. scientifico: Prof.ssa L. Caravaggi). Il confronto tra l'applicazione della matrice delle priorità e il cronoprogramma allegato al PdR evidenzia una buona corrispondenza del dato, in entrambi i casi definito su 4 categorie (Fig. 7). Vi sono due eccezioni: l'aggregato 06, salito di una categoria, costituito prevalentemente da abitazioni secondarie per le quali non erano reperibili nel PdR neanche gli esiti di agibilità; l'edificio 09, da prima categoria all'ultima, dove il dato di importanza così elevato potrebbe essere legato a fattori non esplicitati nel piano o alla possibilità di sistemare in tempi rapidi l'oggetto di un'unica proprietà rispetto agli aggregati.

Conclusioni

La ricerca condotta ha perseguito l'obiettivo di costruire indirizzi e strategie per integrare il concetto di resilienza urbana nella logica quotidiana della gestione del territorio, che ormai deve affrontare le tematiche di rischio e sicurezza come dato fondamentale e non legato solo a specialismi chiamati in causa a fronte di danni ormai manifesti.

Lo studio ha evidenziato come sia possibile agire su una delle proprietà maggiormente implementabili della resilienza urbana, ossia sulla "rapidità". Le proprietà della Resilienza sono identificabili come 4: Rapidity, Robustness, Redundancy e Resourcefulness, basandosi sugli studi di Bruneau, O'Rourke, Reed e Cimel-

medium-low levels of vulnerability relative to the overall fabric (highlighted in green), and those with a lower percentage and with a deviation between the two measurements of more than 25% which present medium-high levels of vulnerability (in red).

In the first category the groups of buildings with a deviation between the homogeneous percentage of building age and constructional characteristics below 25%, with one of the two constantly at 100%, which demonstrate higher levels of vulnerability (marked in pale green on the diagram) are to be highlighted with respect to those where both of the parameters are at 100%. Some exceptions and peculiarities are to be noted regarding groups containing unusual or specialist structural typologies: in the case study of San Gemini examples include group A20 which hugs the city wall, and A23 which is

entirely made up of a monastery. Of a total of 156 aggregates analysed between the two districts, the percentages are comparable with circa 10% of unusual cases in a single district, 35% of groups with medium-low vulnerability and high percentages of homogeneous data in construction characteristics, and the remaining part falls instead in the second category (red). In the case of Rieti it was not possible to complete the constructional analysis of 10 out of 115 groups, owing to a lack of data.

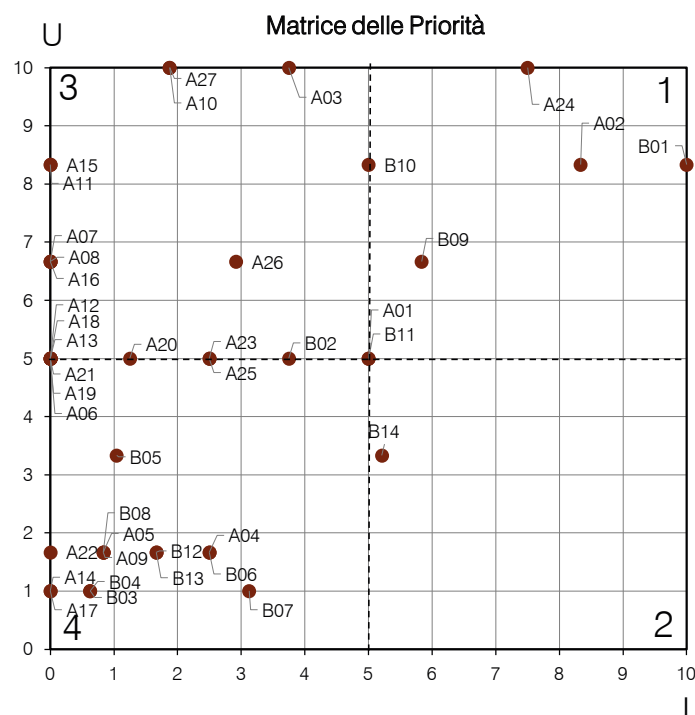
Conclusive disaster preparation strategy: definition of action priorities

Urban settings are vulnerable as systems, and an wide approach is necessary to define management strategies. It is therefore important to remember and underline the importance of both approaches which mainly study the built environment in relation to the

Explanatory table for the parameterisation of the amplifying values and factors (above). Explanatory matrix of input values for “urgency” and “importance” (left). Priority Matrix for the case study of San Gemini (right)

	Età del costruito	Caratteri Costruttivi	Vulnerabilità	presenza Str. Strategiche	sovrapposizione altri rischi	presenza luoghi identità	interferenza infrastrutture strategiche	sistema att economiche	sistema spazi aperti	# fattori	Urgenza	Urgenza normalizzata	Importanza	Importanza normalizzata
A01	82%	2	91%	1	70%	3				4	6	5	36	5
A02	90%	1	80%	3	80%	4				5	8	8	60	8
A03	85%	1	62%	4	100%	4				2	9	10	27	4
A04	100%	1	100%	1	50%	2				3	4	2	18	3
A05	100%	1	100%	1	50%	2				1	4	2	6	1
A06	100%	1	100%	1	90%	4				0	6	5	0	0
A07	50%	3	100%	1	60%	3				0	7	7	0	0
A08	50%	3	100%	1	70%	3				0	7	7	0	0
A09	100%	1	100%	1	50%	2				1	4	2	6	1
A10	50%	3	75%	3	70%	3				1	9	10	14	2
A11	60%	3	100%	1	80%	4				0	8	8	0	0
A12	83%	1	83%	2	70%	3				0	6	5	0	0

	$100 < x < 80$	$80 < x < 60$	$60 < x < 40$	$x < 40$	Urgenza
Età del Costruito	1	2	3	4	10
Caratteri Costruttivi	1	2	3	4	10
Vulnerabilità	4	3	2	1	10
fattore amplificativo1	1,5	1,5	1,5	1,5	
fattore amplificativo2	1,5	1,5	1,5	1,5	
fattore amplificativo3	1,5	1,5	1,5	1,5	
Importanza	27	31,5	36	40,5	25,88
					30



DDR, both the urbanistic/systemic element and the structural/analytic component, and the possible qualitative and quantitative correlations between the two.

The strategy is built upon the so-called “Tyranny of the Urgent”, that is the pressing need to act in haste, the major challenge for the supervisors and planners of the reconstruction (UNISDR and IRP, 2012). By using a matrix approach, the data of the analyses of the built data and those of systematic interpretation at the scale of the built fabric can be joined, with the objective of defining a priority of actions.

The matrix generated, named the “Matrix of Priorities”, is built on the decision principle at the root of the writings of Covey. The economist sets out the operative tool known as the “Covey Quadrant” or the “Eisenhower Matrix”, starting from the assumption that

“what is important is rarely urgent, and what is important is rarely urgent” - Eisenhower (Covey, 1989). Thus there are two key words for understanding the model: “Urgency” and “Importance”.

The analyses regarding historic buildings have an element of objectivity, based on the analysis of data, cartography, and investigations. They define the element of “urgency”, linked to conditions which require immediate attention. Four ranges of measurement have been set for the three analyses of the material data (Fig. 5), defined in relation to the individual case study, with local scope and validity.

Readings of a fabric for its functional systems and territorial risk management are instead linked to the systemic approach and strategic choices, which is why they are associated with the definition of “importance”. These elements carry out the role of amplifying factors

(x 1.5) of the objective data to define its importance, defined by the systemic interpretation of the urban fabric, spring from the analyses and sector studies, in particular Cremonini (2004), among which are cited: the system of commercial activity, the heritage system, the system of public spaces, the system of strategic and critical buildings, the system of accessibility, of escape routes, and of safe spaces.

Among the amplifying factors, it is fundamental to add the presence of other risk factors in a determined urban area (for example hydrogeological risk). The values thus obtained on the one hand as a sum of the three parameters of the analysis of the built area, and on the other as a multiplication of that datum by the number of amplifying factors present, were then normalised in scale 10 of the total of the values of “urgency” and “importance” for all of the building

groups of the individual historic town or city being studied; thus defining a pair of values (x,y) of entrance in the matrix for each group (Fig 6).

$$U = [\text{age of the built heritage}] + [\text{constructional characteristics}] + [\text{relative vulnerability}]$$

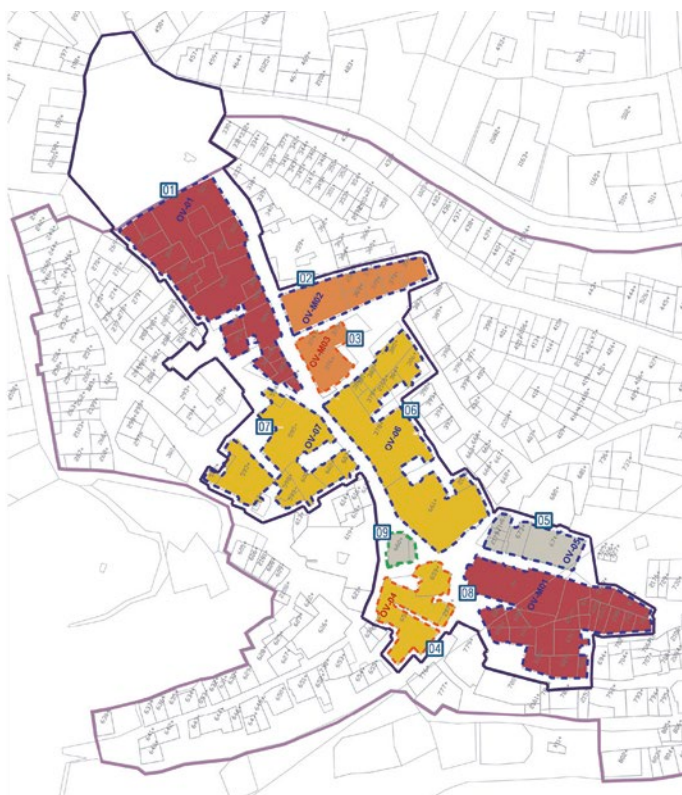
$$I = U \times \Sigma \text{ factors}$$

The result of this process allows the definition, therefore, of “Urgency” and “Importance” in relation to intervention in one part of the town. This seeks to guide the process of preparation in the preventative phase, or in the case of misfortune to serve as a foundation for the post-disaster phase of reconstruction.

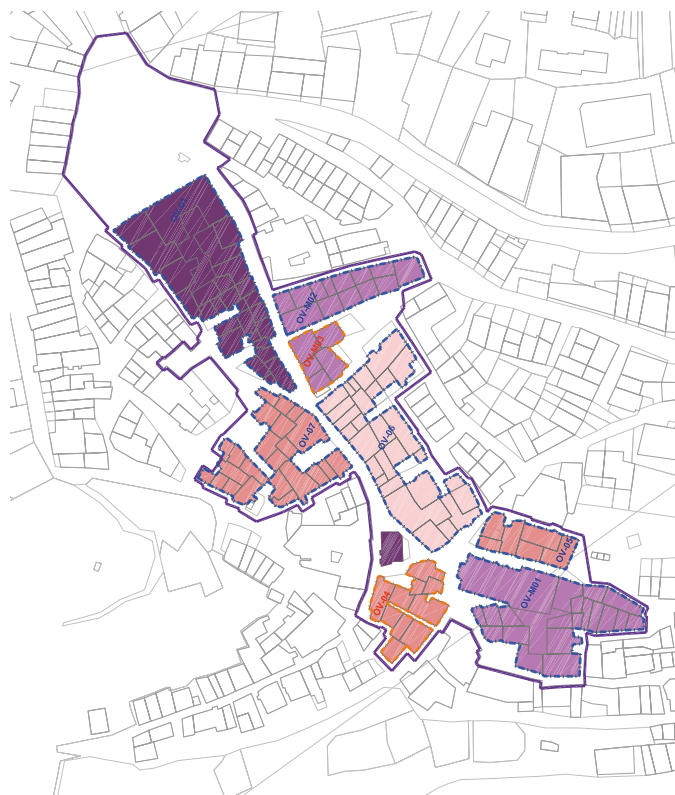
The method and efficacy of the matrix have been proven by application, after the fact, to Ovindoli, one of the towns

	Età del costruito			Caratteri Costruttivi			Vulnerabilità			presenza Str. Strategico	sovrapposizioni e altri rischi	sistema residenziale (abitaz. princ.)	presenza luoghi identità	sistema beni culturali	interferenza infrastrutture strategiche	sistema att. economiche	sistema spazi aperti	# fattori	Urgenza	Urgenza normalizzata	Importanza	Importanza normalizzata
A01	53%	4	57%	4	80%	4							si	si	si	si	si	5	12	10	90	10
A02	86%	2	71%	3	40%	2						si	si	si	si	si	si	5	7	4	53	6
A03	67%	3	67%	3	30%	1						si	si		si		si	4	7	4	42	5
A04	50%	4	50%	4	50%	2					si				si			2	10	8	30	3
A05	100%	1	80%	2	60%	3							si				si	2	6	3	18	2
A06	73%	2	67%	3	80%	4							si	si	si			3	9	7	41	5
A07	30%	4	67%	3	70%	3								si	si			2	10	8	30	3
A08	78%	2	50%	4	100%	4						si	si	si	si		si	4	10	8	60	7
A09	100%	1	100%	1	10%	1							si	si	si		si	4	3	1	18	2

Carta delle Priorità, graficizzazione della Matrice



Fasi del Cronoprogramma dal PdR di Ovindoli, elaborato 4.4.b



hit by the Abruzzo earthquake of 2009 with a PdR realised by the University of Rome "La Sapienza" (Scientific supervisor: Professor L. Caravaggi). The comparison between the application of the priority matrix and the time frame linked to the reconstruction plan highlights a clear correspondence of data, in both cases defined in four categories (Fig. 7). There are two exceptions: The first is building group 06, which rose by one category with respect to the initial information which was probably too low owing to a lack of data. Indeed, this group is primarily made up of secondary properties for which not even information of structural integrity was available. The second is the individual building 09, which from the first category moved to the last. Here the heightened level of importance could be linked to other factors which are not well laid out in

the plan, or to the possibility of fixing the building more quickly than the groups given that it had a single owner.

Conclusions

The research which has been carried out has followed the objective of building strategies for the integration of the concept of urban resilience into the everyday thinking regarding territorial management, which now has to face up to the problems of risk and security as a basic requirement, and not only linked to specialist interventions called in after damage has already been caused. The study has shown how it is possible to act on one of the most implementable properties of urban resilience: rapidity. Four properties of Resilience are identifiable: Rapidity, Robustness, Redundancy, and Resourcefulness. This definition of the four "R"s or Resilience are based on the studies of Bruneau,

O'Rourke, Reed, and Cimellaro, which were carried out at the Multidisciplinary Center for Earthquake Engineering Research (MCEER) (D'Amico et al., 2014). Rapidity, in this case, of the management and choice of operational options both in the pre-disaster phase, in order to optimise possible sequences of action for the improvement of the global behaviour of an historical fabric, and in the post-disaster reconstruction phase. Furthermore, the relevance of a multidisciplinary approach is necessary for a clear and immediate reading of the superimposition of risks, and of the importance of the urban systems necessary for the conservation of base level activity in an historic town centre. These are also useful as a motor for post-disaster reconstruction further down the line, placing itself in the context of a well thought out course of action on the built environment as an

aggregate, which cannot only concern itself with individual projects without considering the wider architectural context.

NOTES

1. In the sphere of activity of the research group of the Faculty of Civil and Industrial Engineering of the University of Rome "La Sapienza", coordinated by Prof. E. Currà, the following are noted: a PhD entitled Resilienza Urbana ai Disastri. Il ruolo del patrimonio costruito "Urban resilience to disasters. The role of built heritage", (A. D'Amico, Relatori: E. Currà, S. Podestà, I. Cremonini); the Ricerca di Ateneo 2016 Lettura dei tessuti storici urbani finalizzata alla valutazione della vulnerabilità sismica degli aggregati edilizi "Interpretation of historic urban fabrics for the purpose of evaluating the seismic vulnerability of building groups";

laro, condotti presso Multidisciplinary Center for Earthquake Engineering Research (MCEER) (D'Amico et al., 2014). Rapidità, in questo caso, di gestione e scelta delle opzioni operative sia nella fase pre-disastro, per poter ottimizzare la possibile sequenza di interventi per il miglioramento del comportamento globale di un tessuto storico, che nella fase di ricostruzione ex-post. Inoltre, la rilevanza dell'approccio multidisciplinare risulta necessaria per una lettura chiara ed immediata della sovrapposizione dei rischi, dell'importanza dei sistemi urbani necessari alla conservazione delle attività basilari per la vita di un centro storico e utili come volano e motore per la ricostruzione eventuale post disastro, ponendosi nell'ottica di una ragionata modalità di azione sull'edificato in aggregato, che non può interessarsi solo del singolo intervento edilizio prescindendo dal contesto costruito di più ampia scala.

NOTE

1. Nell'ambito dell'attività del gruppo di ricerca della Facoltà di Ingegneria Civile e Industriale dell'Università di Roma "La Sapienza", coordinato dal prof. E. Currà, si segnalano: un dottorato di ricerca con tesi dal titolo "Resilienza Urbana ai Disastri. Il ruolo del patrimonio costruito" (A. D'Amico, Relatori: E. Currà, S. Podestà, I. Cremonini), la Ricerca di Ateneo 2016 "Letture dei tessuti storici urbani finalizzata alla valutazione della vulnerabilità sismica degli aggregati edilizi", i workshop sperimentali del corso di Progetti per il Risanamento e la Ristrutturazione Edilizia. Inoltre il gruppo ha collaborato alla ricerca "Studi e ricerca preliminari per la riqualificazione del Centro Storico e del paesaggio storico di San Gemini" (Accordo di Collaborazione Scientifica tra il Comune di San Gemini, il DIAP, resp. F. Toppetti, e il "Critevat", resp. E. Currà, 2015).

experimental workshops of the following course: Progetti per il Risanamento e la Ristrutturazione Edilizia (Plans for constructional restoration and reconstruction). Furthermore, the group has also been involved in the research project Studi e ricerca preliminari per la riqualificazione del Centro Storico e del paesaggio storico di San Gemini, "Studies and preliminary research for the redevelopment of the historic centre and landscape of San Gemini" (Agreement of scientific collaboration between the Council of San Gemini and the DIAP, supervisor F. Toppetti, and the "Critevat", supervisor E. Currà, 2015).

2. The AeDES form is the primary level of information regarding the nature of the damage, emergency and rescue activities, and structural security for ordinary buildings in the immediate aftermath of a seismic event. CARTIS

is the form which provides primary information about the typological-structural character of the urban areas made up of ordinary buildings. ReLUI project, University of Naples "Federico II", Giulio Zuccaro (coordinator) and the Department of Public Protection, research unit UNIRM1 – University of Rome "La Sapienza" (Supervisors: L. Sorrentino, G. Monti).

2. La scheda AeDES è la scheda di 1° livello di rilevamento di danno, pronto intervento e agibilità per edifici ordinari nell'emergenza post-sismica; CARTIS è la scheda di 1° livello per la caratterizzazione tipologico-strutturale dei comparti urbani costituiti da edifici ordinari, progetto ReLUI, Università degli Studi di Napoli Federico II, Giulio Zuccaro (coord.) e il Dipartimento di Protezione Civile, unità di ricerca UNIRM1 – Sapienza (Resp. L. Sorrentino, G. Monti).

REFERENCES

- Becker, J., Saunders, W., Hopkins, L. and Wright, K. (2011), "Planning for community recovery and restoration before disaster strikes", in: *Community Disaster Recovery and Resiliency: exploring global opportunities and challenges*, Crc press, pp. 525-550.
- CSLLPP, Consiglio Superiore dei Lavori Pubblici (2012), *Studio propedeutico all'elaborazione di strumenti d'indirizzo per l'applicazione della normativa sismica agli insediamenti storici*.
- Covey, S.R. (1989), *7 Habits of Highly Effective People: Restoring the Character Ethic*, Simon & Schuster, New York, USA.
- Cremonini, I. (2004), *analisi, valutazione e riduzione dell'esposizione e della vulnerabilità sismica dei sistemi urbani nei piani urbanistici attuativi*. Regione Emilia Romagna, Bologna.
- Currà, E., D'Amico, A. and Nettekoven, M. (2016) "Seismic vulnerability and urban morphology, tools for urban and building integration", in: *City as Organism new visions for urban life*, U+D edition, Roma, pp 473-484.
- D'Amico, A. and Currà, E., (2014), "The role of urban built heritage in qualify and quantify resilience. Specific issues in Mediterranean city", *Procedia Economics and Finance*, Vol. 8, pp. 181-189.
- Olivieri, M. (Ed.) (2004), Regione Umbria. *Vulnerabilità urbana e prevenzione urbanistica degli effetti del sisma: il caso di Nocera Umbra*, INU, Supplemento al n.124 di Urbanistica Quaderno 44, Anno X.
- Spangle Associates and Robert Olson Associates, Inc. (1997), *The Recovery and Reconstruction Plan of the City of Los Angeles: Evaluation of its Use after the Northridge Earthquake*, Portola Valley.
- UNISDR (2015), *Sendai framework for disaster risk reduction 2015-2030*.
- UNISDR (2005), *Hyogo framework for action 2005-2015: Building the resilience of nations and communities to disasters*.
- UNISDR (2011), *Global Assessment Report on Disaster Risk Reduction: Revealing Risk, Redefining Development*, UNISDR Practical Action 2012, Geneva.
- UNISDR, IRP, (2012), *Guidance Note on Recovery: Pre-Disaster Recovery Planning*, available at: <https://www.unisdr.org/we/inform/publications/31963> (accessed 15 September 2017).