

Architetture fortificate e gestione dell'emergenza post-sisma: nuovi possibili strumenti per il rilievo del danno

Elena Zanazzi

University of Parma, Parma, Italy, elena.zanazzi@unipr.it

Abstract

The Emilia 2012 earthquake highlighted, once again, the vulnerability of the Italian architectural heritage, and in particular of fortified architectures. In order to safe this asset, it is essential to manage properly the post-earthquake phase and to ensure fast and more correct emergency surveys, currently carried out through the two existing damage assessment inventory sheets for listed buildings: A-DC form for churches and B-DP form for palaces. After the Emilia earthquake, the B-DP form was used to survey the seismic mechanisms of the 21 damaged castles. However, some difficulties emerged. Indeed, the B-DP form does not provide for the census of kinematics typical of castle macro-elements, such as: towers, curtain walls, merlons, corbels etc. For this reason, in collaboration with the Regional Agency for Reconstruction-Earthquake 2012, a damage assessment inventory sheet for fortified architectures was proposed, including a specific abacus of collapse mechanisms and a related compilation manual. These tools should help survey teams to provide evaluations in a more immediate and correct manner. However, the real turning point, for a better management of the emergency phase, could be the digitization of the forms, especially if this step is carried out with a view to interoperability with the digital databases already in use by the Ministry of Culture (MiC).

Keywords: fortified architecture, 2012 Emilia earthquake, damage assessment, inventory sheets.

1. Introduzione

I terremoti che hanno recentemente colpito il territorio italiano hanno evidenziato, ancora una volta, la vulnerabilità dei beni culturali. Tra le tipologie architettoniche maggiormente danneggiate si annoverano anche le architetture fortificate. Queste ultime presentano infatti vulnerabilità tipologiche ricorrenti, legate al mancato o inefficace ammassamento tra le varie fabbriche che le compongono (torri, mura di cinta e corpi palaziali), in quanto frutto spesso di un'evoluzione diacronica e caratterizzate da grandi differenze di altezza in elevato e disposizioni irregolari in pianta.

Per poter salvaguardare tale patrimonio è fondamentale garantire una corretta gestione della fase emergenziale post-sisma, anche tramite un celere e sistematico censimento dei dissesti,

ad oggi attuato grazie alle schede di rilievo del danno, sulle quali si annotano i dati acquisiti durante i sopralluoghi speditivi. Nelle recenti crisi sismiche si è dovuti ricorrere alle sole schede esistenti: Modello A-DC Chiese e Modello B-DP Palazzi (D.P.C.M., 2006). Per tali tipologie architettoniche, numerosi sono gli studi relativi alle loro vulnerabilità sismiche a scala territoriale (Doglioni, Moretti & Petrini, 1994; D'Ayala & Speranza, 2003), mentre per i castelli si riscontra generalmente una bibliografia più incentrata su casi specifici (Coisson et al. 2016; Facchi et al. 2021).

Il terremoto emiliano del 2012 ha però rappresentato, come verrà meglio illustrato in seguito, un'occasione di studio delle vulnerabilità dei castelli, anche a livello tipologico.

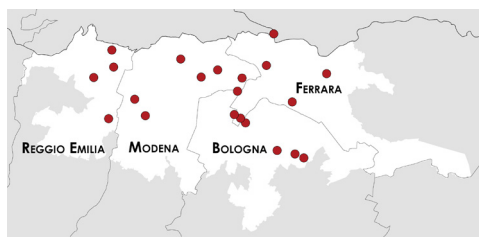


Fig. 1- L'area emiliana colpita dal sisma del 2012 (in bianco) e i 21 castelli danneggiati (in rosso)

L'articolo si concentra proprio sull'esperienza post-sisma 2012 in Emilia, durante la quale, per rilevare i dissesti subiti dai 21 castelli emiliani danneggiati (Fig. 1), ci si è avvalsi della scheda Palazzi, date le analogie che intercorrono tra le due tipologie edilizie. Sono emerse alcune difficoltà nell'applicazione di tale scheda nel rilievo dei danni della tipologia castelli, in quanto questi ultimi presentano macro-elementi specifici, che tendono a danneggiarsi secondo meccanismi ricorrenti, non censiti dalla Scheda Palazzi.

Dall'analisi delle schede di rilievo del danno redatte nel 2012 sono emerse quindi diverse criticità. Nei paragrafi successivi, verranno illustrate nel dettaglio tali problematiche e proposti strumenti operativi per il loro superamento. In particolare, sono state definite delle schede del danno specifiche per il rilievo dei cinematismi ricorrenti dei complessi castellani, nell'ottica garantire una più adeguata gestione del rilievo speditivo per la tipologia castelli in fase emergenziale. Tali strumenti schedografici sono stati elaborati nell'ambito di una ricerca di Dottorato (Zanazzi, 2022), avvalendosi della collaborazione dell'Agenzia Regionale per la Ricostruzione-Sisma 2012.

2. Esperienza emiliana del 2012

2.1. Gestione dei beni tutelati in fase emergenziale

Nelle fasi emergenziali post-sisma, l'organizzazione dei sopralluoghi e delle operazioni di schedatura dei danni subiti dai beni architettonici tutelati viene delegata a una specifica unità tecnico-organizzativa, l'UCR (Unità di Crisi Regionale), afferente al MiC (Ministero della Cultura). A seguito delle scosse di maggio e giugno del 2012, tale unità si è occupata di localizzare i beni da schedare, di comporre le squadre rilevatrici, di

reperire il materiale di base per comprendere il bene oggetto di rilievo, l'elenco delle opere d'arte più rilevanti presenti al suo interno e di redigere le schede di rilievo del danno ai beni culturali, che raccolgono le informazioni acquisite nel corso dei rilievi speditivi. Il tutto in formato cartaceo. È bene ricordare che, nel 2012, la disponibilità di *smartphone*, o altri *device* portatili, non era scontata (Libro & Coisson, 2021). Tale circostanza ha determinato un'ulteriore difficoltà in termini di geolocalizzazione dei beni tutelati di cui eseguire il sopralluogo e, più in generale, nella gestione delle diverse fasi del rilievo speditivo, con un conseguente allungamento delle tempistiche (Di Cocco, 2014).

I sopralluoghi speditivi ai beni tutelati, eseguiti da squadre composte da un tecnico strutturista, un funzionario architetto del MiC, un vigile del fuoco e se necessario da un esperto in storia dell'arte e da un archeologo, servono a valutare l'agibilità e l'indice di danno dell'immobile e a definire le stime economiche preliminari delle opere necessarie per il restauro e quindi anche degli interventi di messa in sicurezza da eseguire per il bene oggetto di rilievo. Tali valutazioni vengo espresse tramite la compilazione delle schede di rilievo del danno ai beni immobili tutelati. Come già accennato, a seguito degli eventi tellurici del 2012, per il censimento dei danni ai beni architettonici tutelati è stato necessario avvalersi delle sole schede in vigore: Modello A-DC Chiese e Modello B-DP Palazzi. Per la tipologia architetture fortificate si è ricorsi al modello B-DP. Tuttavia, sono emerse alcune criticità.

2.2. Rilievo speditivo dei danni delle architetture fortificate: criticità emerse

Come già accennato, per rilevare i dissesti subiti dalle architetture fortificate emiliane si è ricorsi alla Scheda Palazzi (Modello B-DP). La tipologia in esame presenta corpi di fabbrica, che possono rientrare nella categoria palazzo e che quindi presentano meccanismi di danno analoghi a quelli già catalogati nel Modello B-DP. Tuttavia, sono state riscontrate alcune difficoltà nell'applicare tale strumento schedografico ai complessi fortificati.

A tal proposito, le considerazioni che verranno di seguito esposte derivano dall'analisi delle Schede di Rilievo del Danno (Modello B-DP), compilate a valle del terremoto del 2012 per ciascuno dei 21 complessi castellani presi in esame. Tale materiale è stato fornito dal Segretariato Regionale per

l'Emilia-Romagna. La prima osservazione emersa è che, in diversi casi, è stato necessario compilare più di una scheda per ogni singolo castello, arrivando a contare 13 schede per beni complessi come il Castello Estense di Ferrara (Fig. 2). Tale circostanza è legata alla natura composita ed

	Denominazione	Numero Schede
Bologna	Rocca di Pieve di Cento	1
	Torre Galeazza	1
	Castello dei Manzoli	1
	Castello già dei Bentivoglio	2
	Rocca di Minerbio	1
	Villa La Giovannina	3
Ferrara	Castello Estense	13
	Castello Lambertini	1
	Rocca Possente/Forte estense	1
	Rocca di Cento	1
	Castello in Santa Bianca di Bondeno	2
Modena	Rocca Estense	1
	Castello Campori	1
	Castello dei Pico	2
	Castello dei Pio	4
	Castello delle Rocche	1
	Castello Carrobbio	2
Reggio Emilia	Castello comunale di Reggiolo	1
	Rocca Estense di S. Martino in Rio	1
	Castello Guidotti	1
	Rocca dei Gonzaga	3

Fig. 2- Elenco dei 21 castelli danneggiati e relativo numero di schede compilate a valle del sisma del 2012

	Denominazione	B23- Voce "Altro"
Bologna	Rocca di Pieve di Cento	
	Torre Galeazza	Ribaltamento merlo: 5
	Castello dei Manzoli	
	Castello già dei Bentivoglio	
	Rocca di Minerbio	
	Villa La Giovannina	Ribaltamento merlo: 4
Ferrara	Castello Estense	
	Castello Lambertini	
	Rocca Possente/Forte estense	
	Rocca di Cento	
	Castello in Santa Bianca di Bondeno	
Modena	Rocca Estense	
	Castello Campori	Cedimento volta: 4
	Castello dei Pico	
	Castello dei Pio	
	Castello delle Rocche	Torsione torre: 5
	Castello Carrobbio	Torsione torre: 4
Reggio Emilia	Castello comunale di Reggiolo	Ribaltamento merlo: 5
	Rocca Estense di S. Martino in Rio	
	Castello Guidotti	
	Rocca dei Gonzaga	Cedimento volta: 1

Fig. 3- La voce *Altro*, per la sezione B23 del modello B-DP, è stata usata anche per censire meccanismi di danno che si sono poi rivelati tipici per la tipologia architetture fortificate

articolata delle architetture fortificate, formate dalla giustapposizione di differenti strutture (torri, mura di cinta e altri corpi di fabbrica) con volumetrie e altezze molto diverse tra loro.

Quindi spesso per i rilevatori si è rivelato più conveniente compilare più Schede Palazzi, ciascuna per ogni corpo di fabbrica individuato, nei quali per altro è stato spesso possibile riconoscere una risposta unitaria al sisma; anziché cercare di incasellare l'interno bene complesso in una sola Scheda Palazzi, pensata per il censimento di danni di edifici unitari e regolari.

La seconda criticità è strettamente legata alle peculiarità tipologiche dei complessi fortificati. Il Modello B-DP non prevede il censimento dei macro-elementi tipici castellani e quindi dei relativi cinematismi. Tale assenza naturalmente non sorprende dato che elementi, come torri, mura di cinta, merli, beccatelli, garitte, torrette, bertesche e così via, non si riscontrano usualmente nei palazzi. In merito a tale problematica, le parti della suddetta scheda in cui sono state riscontrate maggiori difficoltà di compilazione sono le sezioni *Rilievo del danno agli elementi non strutturali* (B20) e *Rilievo dei meccanismi di collasso strutturali* (B23). Per ovviare a tale problematica i rilevatori si sono spesso avvalsi della voce *Altro*. In particolare, nella sezione B20 vengono riportati alla voce *Altro*, o al posto del campo *Statue o oggetti*, i cinematismi delle merlature. Mentre per la sezione B23, il campo *Altro* è stato utilizzato, di volta in volta, come ritenuto più opportuno dalle squadre rilevatrici, ad esempio per censire meccanismi di torsione delle torri o di ribaltamento del merlo (Fig. 3). Mentre in almeno tre casi (Scheda del Castello di Galeazza Pepoli a Crevalcore, di Villa La Giovannina a San Giovanni in Persiceto, della Rocca di Reggiolo) il rilevatore ha erroneamente riportato il meccanismo di ribaltamento dei merli in entrambe le sezioni, ossia censendo tali elementi contemporaneamente sia come strutturali che non strutturali.

Cercare di incasellare la tipologia in esame in una sola scheda non specifica comporta quindi il rischio della perdita di informazioni, anche a causa della difficoltà di lettura e di riconoscibilità dei meccanismi tipici, non previsti nel modello B-DP per i palazzi. Da queste considerazioni è emersa la necessità di provare a definire in primo luogo un abaco specifico per le architetture fortificate e successivamente una scheda di rilievo del danno *ad hoc* per la tipologia in esame.

3. Primo strumento per la gestione della fase emergenziale: un abaco dei meccanismi di danno ricorrenti per le architetture fortificate

Come è noto le fabbriche storiche tendono a danneggiarsi secondo meccanismi ricorrenti che si manifestano compiutamente e in maniera riconoscibile all'interno di quei macro-elementi che tipicamente compongono una data tipologia architettonica (Doglioni, Moretti & Petrini, 1994). Il sisma emiliano del 2012 è stata un'occasione per l'approfondimento della vulnerabilità sismica delle architetture fortificate. Nei primi studi pubblicati a riguardo (Cattari et al. 2014) veniva definito un abaco con 10 meccanismi di danno per 6 macro-elementi specifici (fusto della torre, porzione svettante della torre, copertura della torre, merli, beccatelli e altri elementi svettanti), sulla base del rilievo dei dissesti dei castelli emiliani. Successivamente, tale abaco è stato validato ed integrato (Coisson, Ferretti & Lenticchia, 2016; Coisson, Ferretti & Lenticchia, 2017), grazie al censimento di oltre 70 castelli italiani danneggiati da diversi eventi sismici, a partire dal 1976. L'abaco è stato poi ulteriormente perfezionato (Zanazzi, 2022), individuando 37 cinematismi ricorrenti, divisi tra i tre corpi di fabbrica che generalmente compongono questa tipologia: mura di cinta, torri e corpi palaziali.

Nello specifico ciascuno dei suddetti corpi, da qui in poi denominati beni componenti, è a sua volta contraddistinto da macro-elementi caratteristici. In particolare, in seguito all'osservazione dei cinematismi maggiormente ricorrenti, sono stati individuati i seguenti macro-elementi: camminamenti di ronda, singole cortine murarie, fusto delle torri, merli, beccatelli, torrette, garitte, altri elementi aggettanti o svettanti, oltre che naturalmente tutti quegli elementi che compongono i corpi palaziali (pareti interne ed esterne, solai, volte, coperture e così via).

Strutture quindi complesse e composite, in cui la suddivisione schematica per macro-elementi, in ogni caso sempre convenzionale, soffre certo di alcune semplificazioni, pur tuttavia consentendo una migliore comprensione della fabbrica e dei meccanismi propri della tipologia.

L'abaco dei meccanismi di danno, elaborato in Zanazzi (2022), è poi confluito in una sezione specifica della scheda di rilievo del danno proposta per le architetture fortificate, in analogia alla struttura delle schede già in vigore.

4. Secondo strumento per la gestione della fase emergenziale: una scheda di rilievo del danno *ad hoc* per le architetture fortificate

Date le criticità illustrate, in collaborazione con l'Agenzia Regionale per la Ricostruzione-Sisma 2012, si è deciso di provare a elaborare una possibile scheda di rilievo del danno *ad hoc* per le architetture fortificate, comprensiva dello specifico abaco dei meccanismi di collasso già illustrato e di un manuale per la sua compilazione.

Tuttavia, nonostante le difficoltà riscontrate nella compilazione delle schede esistenti, non si può negare che esse costituiscano un patrimonio di conoscenza validato sulla base dell'osservazione empirica dei cinematismi e dell'esperienza sul campo e che spesso le problematiche riscontrate derivino dall'esigenza di sintesi e uniformità, che deve essere imposta a uno strumento schedografico speditivo e che spesso si contrappone alla complessità e specificità del bene tutelato, soprattutto se si tratta di castelli. Le schede esistenti rappresentano quindi una solida base, che non poteva andare dispersa. Per tali ragioni le nuove schede proposte prendono a modello quelle già in vigore, da un lato mantenendo le sottosezioni utili alla descrizione delle architetture fortificate, dall'altro aggiungendone di nuove, specifiche per la tipologia oggetto di studio.

4.1. Sotto-scheda bene complesso

La scheda proposta si struttura in tre sottosezioni: scheda bene complesso, schede bene componente e scheda riepilogativa (Fig. 4). La scheda bene complesso a sua volta si suddivide in scheda anagrafica e scheda di rilievo del danno. La scheda anagrafica è stata elaborata dell'ottica che possa essere precompilata prima che avvenga un possibile evento sismico. Infatti, non censisce informazioni relative al danno, ma solo di identificazione del bene e di carattere generale (tipo di sito, di ingresso al complesso). L'innovazione principale di tale sotto-scheda è la richiesta di codificare, negli elaborati grafici principali, i beni componenti individuati. I codici identificativi da utilizzare sono di tipo alfanumerico, composti dalle lettere MC per le mura di cinta, T per le torri e P per il palazzo, seguite da un numero progressivo a seconda del numero di beni appartenenti a ciascuna tipologia. Ad esempio, se un castello presenta tre torri, a queste saranno associati i seguenti codici: T1, T2 e T3. Per ognuno dei beni componenti individuati sarà

poi compilata la relativa sotto-scheda specifica. Compilare a monte, per ciascun bene complesso, una scheda anagrafica, che ne descriva i caratteri generali e ne identifichi i beni componenti, che possa poi essere resa immediatamente disponibile in fase emergenziale, può essere un primo passo per agevolare e snellire le tempistiche di rilievo speditivo, riducendone eventuali errori. Invece la seconda parte deve essere compilata durante il sopralluogo, in quanto cataloga informazioni generiche sulle condizioni del bene complesso e del suo contorno nella fase immediatamente successiva all'evento sismico.

4.2. Sotto-schede bene componente

Le sotto-schede bene componente sono tre, ciascuna costruita specificatamente sulla base delle peculiarità, sia geometriche-costruttive che di risposta al sisma, dei tre beni che generalmente costituiscono i complessi fortificati: mura di cinta, torre e corpi palaziali. Queste schede, da compilare nel corso del sopralluogo, si compongono di due sezioni. La prima censisce informazioni generali sul singolo bene: dati dimensionali, caratteristiche costruttive, codice

alfanumerico presente nella scheda anagrafica. La seconda sezione rileva i meccanismi di dissesto specifici del bene componente, definisce l'indice di danno e fornisce valutazione sull'agibilità e sulle eventuali opere di messa in sicurezza. In particolare, in questa seconda sezione, la tabella relativa ai meccanismi di collasso strutturali è stata modellata diversamente per ciascuna tipologia, sulla base dei cinematismi specifici, precedentemente identificati nell'abaco dei danni.

4.3. Sotto-scheda riepilogativa

La sotto-scheda riepilogativa serve a fornire un resoconto complessivo sull'agibilità globale, sull'indice di danno del bene complesso e su una valutazione economica preliminare. Tale scheda, sintetizzando i dati raccolti durante il sopralluogo, potrà essere compilata in un secondo momento da uffici preposti. L'idea della compilazione di questa scheda in una fase successiva deriva dalla comprensibile difficoltà emersa, da parte delle squadre di rilievo, nell'elaborare valutazioni economiche in loco. Tali valutazioni saranno quindi effettuate da personale adeguatamente formato, secondo una metodologia univoca

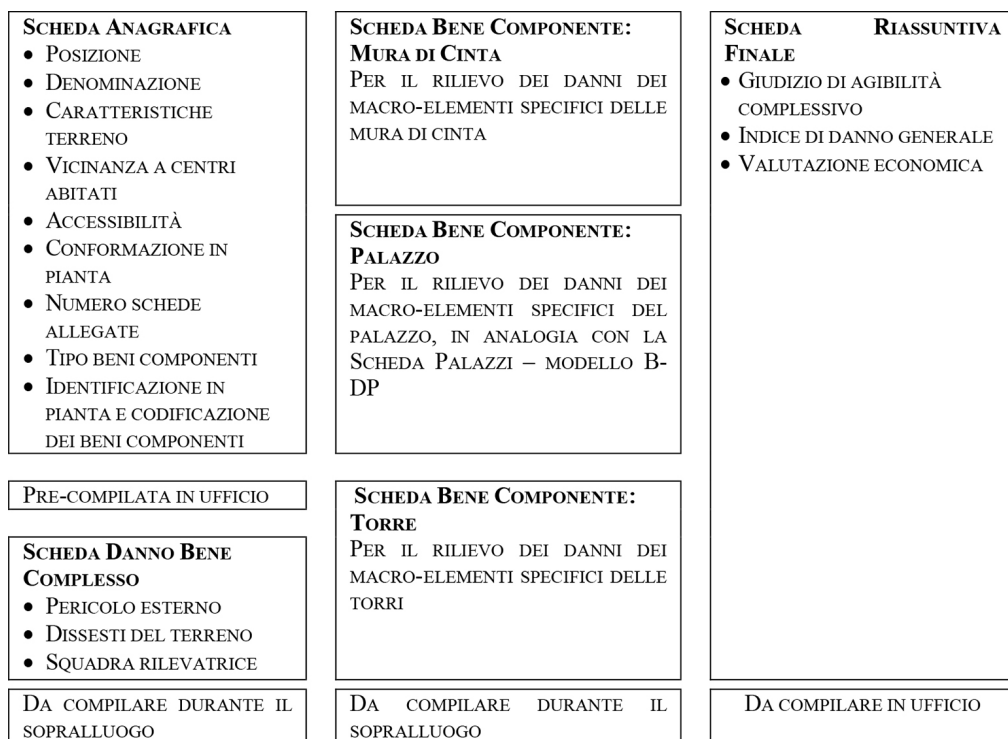


Fig. 4- Struttura della scheda di rilievo del danno proposta per la tipologia architetture fortificate

e sulla base dell'indice di danno del bene complesso. Tale indice è stato definito come una media pesata degli indici di danno di ciascun bene componente sulla base dei relativi volumi. Quindi il peso che l'indice di danno di ogni bene componente assume nel calcolo dell'indice di danno complessivo viene tarato sulla base del suo volume. La definizione di un realistico indice di danno è fondamentale per definire valutazioni economiche il più verosimili possibili e quindi per aiutare in una corretta gestione e redistribuzione delle risorse economiche in fase di ricostruzione.

4.4. Verso una possibile digitalizzazione della scheda

La struttura della scheda proposta può senz'altro apparire piuttosto complessa, tuttavia, risulta funzionale alla descrizione di una tipologia architettonica così eterogenea. Essendo composta da più sotto-schede, si può facilmente adattare, di volta in volta, alla complessità della fortificazione da rilevare: compilando tutte le sotto-schede in caso di strutture articolate come il Castello Estense di Ferrara oppure redigendo la sola scheda bene componente torre nel caso di una torre isolata. Inoltre, sulla base delle analisi delle difficoltà emerse nel 2012 nel corso dei rilievi della tipologia in esame, si ritiene che per agevolare il compito dei funzionari sia necessario fornire degli strumenti schedografici specifici almeno per i tre diversi beni più caratteristici della tipologia, soprattutto date le così vistose differenze plani-volumetriche.

Inoltre, questo tipo di struttura non è un elemento di novità dell'ambito della schedatura dei beni culturali. L'IsCR (Istituto Superiore per la Conservazione e il Restauro) ha elaborato delle schede di vulnerabilità sismica, per tre tipologie edilizie, già in uso nel Sistema Informativo Territoriale della Carta del Rischio, che sono state concepite secondo una struttura analoga per sub-componenti. È presente una prima scheda anagrafica, da compilare con i dati identificativi del bene complesso, e poi tre schede specifiche per il rilievo delle vulnerabilità sismiche dei beni singoli, differenziate per le seguenti tipologie: chiese/teatri, ville/palazzi e torri (Donatelli, 2010).

A tal proposito, senz'altro la strada da perseguire per una migliore gestione dell'emergenza, è quella di una sempre maggiore integrazione tra strumenti schedografici e sistemi informativi territoriali, in cui è possibile, non solo archiviare

e geo-localizzare, ma anche gestire e interrogare i dati raccolti dalle schede (Lenticchia & Coisson, 2017; Leggieri, Mastrodonato & Uva, 2022).

Il tassello ad oggi mancante per la definitiva digitalizzazione delle schede è la progettazione di un'applicazione informatica per device, che permetterebbe di guidare l'operatore ad ogni passaggio della compilazione. Inoltre, l'informatizzazione della procedura di rilievo speditivo potrebbe garantire l'ulteriore vantaggio di trasmettere direttamente agli uffici preposti la scheda una volta compilata, così da accelerare ulteriormente le tempistiche della fase di rilievo ai beni culturali, che a seguito delle scosse del maggio-giugno del 2012, si è conclusa solo nell'aprile 2013 (Mariani, 2016).

5. Terzo strumento per la gestione della fase emergenziale: un manuale di compilazione della scheda proposta

Progettando la scheda sopradescritta, si è ritenuto indispensabile elaborare uno strumento d'ausilio alla sua compilazione e comprensione. È stato quindi redatto un manuale di compilazione, costruito in analogia a quello già esistente per la Scheda Chiese. Il suddetto manuale si compone di una prima parte analitica, in cui viene indicato come compilare ogni singola sottosezione, e di una seconda parte costituita da 37 tavole illustrate, una per ogni meccanismo di danno censito. Tali tavole, oltre a costituire un ampio archivio fotografico, sono uno strumento utile per aiutare nel riconoscimento del meccanismo, soprattutto nella fase iniziale, e per classificare secondo un criterio univoco i livelli di danno di ciascun meccanismo. Per ciascun cinematisma sono state fornite definizioni omogenee dei livelli di danno, secondo la scala macrosismica europea (Grünthal, 1998), che va da 0, assenza di danno a 5, crollo del macro-elemento.

Il Manuale, fornendo dei punti fermi sul metro di giudizio con cui associare il livello di danno al meccanismo, potrebbe essere d'aiuto nel minimizzare le differenze di valutazione tra i vari rilievi, continuando a consentire al rilevatore di esprimere il suo giudizio da esperto sulla base delle peculiarità che contraddistinguono il complesso castellano che sta rilevando. Inoltre, tale manuale potrebbe essere d'aiuto sia nella redazione della Scheda Palazzi, attualmente priva di un suo manuale, sia nell'evitare, o perlomeno diminuire, possibili

errori di compilazione o dimenticanze, che infine potrebbero essere definitivamente risolti tramite la digitalizzazione delle schede, sia di quelle esistenti che di quelle proposte per i castelli.

6. Conclusioni

La ricerca qui illustrata, cercando di valorizzare esperienze e conoscenze maturate a seguito degli eventi sismici del 2012, ha provato a fornire un apporto concreto, con possibili soluzioni operative, alle esigenze emerse nella gestione delle fasi emergenziali post-sisma del 2012, con particolare attenzione per le architetture fortificate.

Tale tipologia, infatti, pur essendo fortemente identitaria e diffusa, oltre che particolarmente vulnerabile al sisma, ad oggi risulta priva di strumenti schedografici, approvati da normativa, che ne garantiscano un adeguato rilievo dei danni in fase emergenziale. Gli strumenti proposti, progettati sulla base delle vulnerabilità tipologiche dei complessi fortificati e sull'osservazione dei relativi danni ricorrenti, puntano ad aiutare i rilevatori a fornire giudizi più celeri e corretti. L'esattezza delle informazioni

trasmesse tramite questi strumenti schedografici è di fondamentale importanza, in quanto costituisce il primo passo per una buona gestione non solo della fase emergenziale, ma anche di tutto il successivo processo di restauro e quindi di tutela e conservazione materiale della fabbrica. Infatti, sulla base della gravità dell'indice di danno, riportato nella scheda, vengono stanziati e distribuite le risorse economiche per i successivi piani di ricostruzione. Tuttavia, la vera svolta, per una migliore gestione dell'emergenza, potrebbe consistere nella digitalizzazione delle schede, soprattutto se tale passaggio sarà effettuato in un'ottica di interoperabilità con gli archivi digitali già in uso presso il Ministero della Cultura (MiC), come ad esempio la Carta del Rischio.

Ringraziamenti

Un ringraziamento ai referenti dell'Agenzia Regionale-Sisma 2012 (Arch. Antonino Libro e Ing. Davide Parisi) per i suggerimenti forniti nella definizione della struttura della schedatura proposta e ai Professori Eva Coisson e Daniele Ferretti, promotori e relatori della tesi di Dottorato, da cui è tratto il tema di questo articolo.

Bibliografia

- Cattari, S., Degli Abbatì, S., Ferretti, D., Lagomarsino, S., Ottonelli, D., & Tralli, A. (2014) Damage assessment of fortresses after the 2012 Emilia earthquake (Italy). *Bulletin of earthquake engineering*, 12 (5), 2333-2365.
- Coisson, E., Ferretti, D., & Lenticchia, E. (2016) Italian castles and earthquakes: A GIS for knowledge and preservation. In: Van Balen, K. & Verstrynghe, E. (a cura di) *Structural Analysis of Historical Constructions: Anamnesis, diagnosis, therapy, controls. Proceedings of the 10th International Conference on Structural Analysis of Historical Constructions – SAHC, 13-15 September 2016, Leuven*. Londra, CRC Press, pp. 1489-1496.
- Coisson, E., Ferrari, L., Ferretti, D., & Rozzi, M. (2016) Non-smooth dynamic analysis of local seismic damage mechanisms of the San Felice Fortress in Northern Italy. *Procedia engineering*, 161, 451-457.
- Coisson, E., Ferretti, D., & Lenticchia, E. (2017) Analysis of damage mechanisms suffered by Italian fortified buildings hit by earthquakes in the last 40 years. *Bulletin of earthquake engineering*, 15 (12), 5139-5166.
- D'Ayala, D., & Speranza, E. (2003) Definition of collapse mechanisms and seismic vulnerability of historic masonry buildings. *Earthquake Spectra*, 19 (3), 479-509.
- Di Cocco, I. (2014) Dalla lista dei danni alla mappa del tesoro. In: Di Francesco, C. (a cura di) *A sei mesi dal sisma: rapporto sui beni culturali in Emilia-Romagna*. Bologna, Minerva, pp. 117-134
- Dogliani, F., Moretti, A. & Petri, V. (a cura di) (1994) *Le chiese e il terremoto: dalla vulnerabilità constatata nel terremoto del Friuli al miglioramento antisismico nel restauro, verso una politica di prevenzione*. Trieste, Edizioni LINT.
- Donatelli, A. (2010) *Terremoto e architettura storica: prevenire l'emergenza*. Roma, Gangemi Editore.
- D.P.C.M. (2006) *Approvazione dei modelli per il rilevamento dei danni a seguito di eventi calamitosi, ai beni appartenenti al patrimonio culturale*, 55, 23 febbraio 2006, disponibile al link: <https://www.gazzettaufficiale.it/eli/id/2006/03/07/06A02214/sg> (Ultima consultazione: 2 novembre 2022).
- Facchi, E., Grimoldi, A. Landi, A. G., & Zamperini, E. (2020) Reconstructed overhanging battlements. Executive techniques and their vulnerability in the stronghold of Arquata del Tronto (Italy). In: P. Roca,

- P., Pelà, L. & Molins, C. (a cura di) *Proceedings of the 12th International Conference on Structural Analysis of Historical Constructions SAHC*. 29 September-1 October 2021, Barcelona. Barcelona, International Centre for Numerical Methods in Engineering (CIMNE), pp. 373-385.
- Grünthal, G. (1998) *European Macroseismic Scale 1998*. Luxembourg, European Seismological Commission (ESC).
- Leggieri, V., Mastrodonato, G., & Uva, G. (2022) GIS Multisource Data for the Seismic Vulnerability Assessment of Buildings at the Urban Scale. *Buildings*, 12 (5), 523.
- Lenticchia, E., & Coisson, E. (2017) The use of GIS for the application of the phenomenological approach to the seismic risk analysis: the case of the italian fortified architecture. *International Archives of the Photogrammetry, Remote Sensing & Spatial Information Sciences*, 42, 39-46.
- Libro, A. & Coisson, E. (2021) Il rilievo del danno al patrimonio storico-artistico. Conoscere per gestire oggi e prevenire domani. *RecMagazine*, 165, 44-51.
- Mariani, M. (2016) *Sisma Emilia 2012. Dall'evento alla gestione tecnica dell'emergenza*. Bologna, Pendragon.
- Zanazzi, E. (2022) *Architetture fortificate emiliane colpite dal sisma del 2012. Dall'analisi dei meccanismi di dissesto alla definizione di strumenti per il rilievo speditivo e per la prevenzione delle vulnerabilità*. [Tesi di Dottorato]. Parma, Università di Parma.