

# Centri storici, digitalizzazione e restauro

## Applicazioni e ultime normative della Carta del Rischio

Donatella Fiorani, Marta Acierno, Adalgisa Donatelli,  
Annarita Martello, Silvia Cutarelli





Collana Studi e Ricerche 138

SCIENZE E TECNOLOGIE  
Serie Architettura

# Centri storici, digitalizzazione e restauro

Applicazioni e ultime normative  
della Carta del Rischio

*Donatella Fiorani, Marta Acierno, Adalgisa Donatelli,  
Annarita Martello, Silvia Cutarelli*

*Presentazione di  
Alessandra Marino*

*Con contributi di  
Carlo Cacace, Maurizio Caperna e Maria Grazia Ercolino*



SAPIENZA  
UNIVERSITÀ EDITRICE

2023

Il volume è stato realizzato con fondi di ricerca di Ateneo 2018 e 2021,  
Sapienza Università di Roma

Copyright © 2023

**Sapienza Università Editrice**

Piazzale Aldo Moro 5 – 00185 Roma

[www.editricesapienza.it](http://www.editricesapienza.it)

[editrice.sapienza@uniroma1.it](mailto:editrice.sapienza@uniroma1.it)

Iscrizione Registro Operatori Comunicazione n. 11420

*Registry of Communication Workers registration n. 11420*

ISBN: 978-88-9377-277-8

DOI: 10.13133/9788893772778

Pubblicato nel mese di luglio 2023 | *Published in July 2023*



Opera distribuita con licenza Creative Commons Attribuzione –  
Non commerciale – Non opere derivate 3.0 Italia e diffusa in modalità  
open access (CC BY-NC-ND 3.0 IT)

*Work published in open access form and licensed under Creative Commons Attribution – NonCommercial –  
NoDerivatives 3.0 Italy (CC BY-NC-ND 3.0 IT)*

In copertina | *Cover image*: schermata della Carta del Rischio relativa alla veduta satellitare dell'area della  
Lungara a Roma con indicazione delle vulnerabilità delle Unità Urbane e della pericolosità idrogeologica.

# Indice

Presentazione	7
<i>Alessandra Marino</i>	
1. Vulnerabilità, Pericolo e Rischio. Il ruolo della digitalizzazione nel governo di uno scenario complesso	11
<i>Donatella Fiorani</i>	
2. I vocabolari della Carta del Rischio per i centri storici: tra lettura del contesto e organizzazione della conoscenza	29
<i>Marta Acierno</i>	
3. Le normative dei tracciati schedografici e le schede da campo	43
3.1. Quadro riepilogativo d'insieme	43
3.2. Normativa Scheda Unità Urbana-Edilizia Puntuale Residenziale o Specialistica	47
3.3. Normativa Scheda Spazio Urbano	82
3.4. Scheda da campo Spazio Urbano	105
3.5. Normativa Scheda Unità Edilizia	110
3.6. Scheda da campo Unità Edilizia	163
3.7. Normativa Scheda Fronte Edilizio	174
4. Modelli di calcolo per gli indici relativi alle modifiche e trasformazioni moderne e alla vulnerabilità di Unità Edilizie, Spazi Urbani e Centro Storico	217
<i>Adalgisa Donatelli</i>	
5. Approfondimenti sulle Unità Urbane-Aggregato e sulle Unità Urbane-EPRS attraverso la loro applicazione a un brano del centro storico romano	235
<i>Annarita Martello</i>	

6. La schedatura delle Unità Edilizie nella Carta del Rischio: un esempio di analisi, applicazione e confronto con il tracciato dei Beni Architettonici	255
<i>Silvia Cutarelli</i>	
7. Sul ruolo delle tecnologie informatiche per lo studio e la salvaguardia del patrimonio storico urbano	277
<i>Maurizio Caperna, Maria Grazia Ercolino</i>	
Appendice. Una panoramica dei modelli schedografici della Carta del Rischio attivi e <i>in fieri</i>	291
<i>Carlo Cacace</i>	
Errata Corrige al primo volume delle normative	295
Bibliografia	303

## 4. Modelli di calcolo per gli indici relativi alle modifiche e trasformazioni moderne e alla vulnerabilità di Unità Edilizie, Spazi Urbani e Centro Storico

*Adalgisa Donatelli*

### 4.1. I modelli di calcolo per il centro storico nel sistema Carta del Rischio: alcune notazioni di metodo

Come si è già ricordato, l'implementazione del sistema Carta del Rischio per i centri storici ha previsto la definizione di sei diversi modelli schedografici a scala progressivamente più dettagliata<sup>1</sup>. Per ciascuno di questi modelli sono stati messi a punto specifici algoritmi di calcolo finalizzati alla stima di due indici: l'uno rappresentativo delle modifiche e trasformazioni moderne, l'altro delle vulnerabilità<sup>2</sup>.

In riferimento a tutti i tracciati schedografici e come già delineato per le Unità Urbane-Aggregato e per i Fronti Edilizi, la stima congiunta della vulnerabilità e delle modifiche e trasformazioni moderne ha l'obiettivo di garantire il più possibile un'interazione strutturata dei dati raccolti, consentendo di esplicitare quantitativamente, assieme alle caratteristiche architettoniche e costruttive osservate, il livello di conoscenza acquisito rispetto alla vicenda di realizzazione e trasformazione delle Unità e degli Spazi urbani, delle Unità e dei Fronti edilizi che costituiscono il centro storico indagato; tale patrimonio informativo può derivare da un semplice rilievo speditivo o, se possibile, tener conto di un eventuale approfondimento storiografico<sup>3</sup>. I valori di vulnerabilità e modifiche/trasformazioni moderne per l'intero centro

---

<sup>1</sup> FIORANI 2019, pp. 121-178.

<sup>2</sup> I modelli di calcolo relativi alle Unità Urbane-Aggregato e ai Fronti Edilizi sono illustrati in DONATELLI 2022.

<sup>3</sup> DONATELLI 2022, pp. 119-124.

storico sono ricavati in funzione degli indici relativi alle Unità Urbane che lo compongono, così come meglio illustrato più avanti<sup>4</sup>.

In generale, la struttura metodologica messa a punto per calcolare i due indici complessivi privilegia un approccio 'descrittivo', ovvero dipendente dai dati osservati in occasione delle campagne di censimento e registrati nelle schede. Gli algoritmi di calcolo introdotti, infatti, aggregano, attraverso medie aritmetiche e pesate, le informazioni indicate nei tracciati schedografici sotto forma di 'incidenze', cioè di percentuali articolate in 6 intervalli compresi fra 0 e 1, stimate dal compilatore rispetto a tutti gli indicatori che concorrono a rappresentare, in modo speditivo, tipo e livello di modifiche/trasformazioni moderne e di fragilità riscontrate<sup>5</sup>. Di conseguenza, la valutazione dei due indici complessivi si basa sulle incidenze relative alle diverse tematiche osservate e puntualmente descritte nella scheda.

I modelli di calcolo adottati per i differenti tracciati schedografici, ad eccezione delle Unità e dei Fronti Edilizi, che hanno entrambi richiesto una procedura di stima più articolata, hanno in comune la stessa impostazione: le incidenze che esprimono gli specifici fenomeni rilevati riconducibili a una medesima condizione sono raggruppati in 'sotto-indici' tematici, quasi sempre utilizzando semplici medie aritmetiche e solo in qualche caso pesate<sup>6</sup>. La valutazione degli indici globali, come già detto, è ottenuta unicamente attraverso l'impiego di medie pesate, modalità che consente sia di combinare variabili profondamente diverse fra loro e di per sé non confrontabili sia d'istituire relazioni rappresentative di condizioni il più possibile prossime alla realtà<sup>7</sup>. L'attribuzione dei pesi è stata concepita prevalentemente in base al criterio della ricorrenza: al sotto-indice con il valore più alto è assegnato il peso maggiore, seguono poi, in ordine decrescente e proporzionale alla relativa rilevanza, gli altri

---

<sup>4</sup> Inizialmente era stato previsto un legame anche fra Spazio Urbano e i Fronti Edilizi prospicienti; per una maggiore flessibilità d'impiego delle schede si è ritenuto opportuno scollegare i due tracciati schedografici e introdurre all'interno dei campi che descrivono lo Spazio Urbano due voci che richiedono il degrado superficiale e i dissesti che interessano i fronti urbani prospicienti.

<sup>5</sup> I sei intervalli delle incidenze sono calibrati nel modo seguente: 0%; 1-20%; 21-40%; 41-60%; 61-80%; 81-100%.

<sup>6</sup> DONATELLI 2019.

<sup>7</sup> Questo metodo, applicato per il calcolo degli indicatori di vulnerabilità cosiddetta 'classica' del sistema Carta del Rischio, è denominato "Analisi in Componenti Principali per Variabili Ordinali" e sviluppato attraverso la tecnica 'PRINCALS'. COPPI 1997, p. 35.

sotto-indici. I pesi, in questo caso, valorizzano le differenze già insite nei sotto-indici, e rivestono un ruolo di 'modificatori' delle variabili, a loro volta calcolate, come già detto, in aderenza ai dati registrati nella scheda sotto forma di incidenze. Si rimanda alla fase di validazione del sistema, condotta a seguito di una sperimentazione delle schede, la verifica puntuale dei pesi riservandosi l'eventuale possibilità di intervenire con ulteriori tarature senza che venga modificata la struttura dell'algoritmo.

Il modello di calcolo adottato per l'Unità Urbana-Edilizia Puntuale Residenziale o Specialistica è del tutto analogo a quello dell'Unità Urbana-Aggregato e si differenzia da quest'ultimo unicamente per alcuni aspetti legati alle caratteristiche costruttive diverse presenti negli aggregati e negli edifici singolari<sup>8</sup>. Al sotto-indice 'Modifiche e trasformazioni costruttive' dell'edilizia puntuale, infatti, non concorre l'incidenza delle Unità Edilizie moderne di sostituzione, così come al sotto-indice 'Vulnerabilità costruttive' non partecipano gli aspetti che riguardano vuoti edilizi e anditi; infine, il sotto-indice dedicato ai 'Dissesti strutturali' è descritto solo dalla relativa incidenza, in quanto non necessita di specificare la distribuzione dei danni come negli aggregati urbani (Tab. 1).

Come anticipato, il modello di calcolo dedicato alle Unità Edilizie ha richiesto uno sviluppo più articolato, dovuto al passaggio di scala rispetto alle Unità Urbane. Infatti, oltre all'indice di vulnerabilità 'INDvul', che vuole esprimere lo stato generale di conservazione dell'Unità Edilizia considerata, è stato messo a punto un indicatore specifico,  $I_{Vsisma}$ , in grado di rappresentare le carenze strutturali dell'edificio sollecitato dall'azione sismica.

La stima dell'indice di vulnerabilità 'INDvul' ricalca il procedimento impiegato per il Fronte Edilizio: si combinano le valutazioni registrate nella scheda - in termini di gravità, estensione e urgenza - rispetto a ciascun tipo di danno osservato in corrispondenza di ogni componente ed elemento costruttivo ('Fondazioni', 'Strutture in elevato', 'Strutture di orizzontamento', 'Coperture', 'Manto di copertura', 'Collegamenti verticali', 'Pavimentazioni esterne', 'Pavimentazioni interne', 'Rivestimenti esterni', 'Rivestimenti interni', 'Infissi esterni', 'Infissi interni', 'Elementi di protezione verticale')<sup>9</sup>.

---

<sup>8</sup> Per le formulazioni algoritmiche relative all'Unità Urbana-EPRS si rimanda alla tabella 1.

<sup>9</sup> Nelle norme di compilazione della scheda il vocabolario chiuso di unità/elementi costruttivi che compongono l'Unità Edilizia è descritto in corrispondenza della sezione 'Sistema costruttivo - Stato di conservazione'.

Per l'indice di vulnerabilità sismica, invece, si è mantenuto, per facilitare il confronto fra beni alla scala architettonica, il modello di calcolo impiegato nella scheda sismica della Carta del Rischio; sono state soltanto introdotte modifiche lessicali di alcune voci dedicate agli aspetti strutturali e precisata qualche condizione che articola i diversi gradi di fragilità dinamica. La vulnerabilità sismica è quindi espressa esplicitando livelli qualitativi diversi ('alto', 'medio', 'medio-basso' e 'basso'), che vengono poi parametrizzati per ottenere un raffronto più immediato con gli altri indici. Essa è valutata sulla base di tutte le condizioni che favoriscono l'attivazione di meccanismi di danno o collasso per ribaltamento, fuori piombo e/o distacchi perpendicolari ai muri, nonché la formazione di dissesti per taglio e/o pressoflessione nel piano della parete; viene data priorità ai primi scenari di danno, trattandosi di meccanismi di tipo fragile, più pericolosi rispetto agli altri. È stata poi considerata, fra le condizioni che concorrono alla stima della vulnerabilità, la qualità delle murature valutata in riferimento alle caratteristiche che ne condizionano consistenza e capacità di tenuta anche sotto l'effetto di azioni telluriche ('Pezzatura degli elementi', 'Dimensione degli elementi', 'Qualità e caratteristica dei giunti di malta', 'Tessitura', 'Presenza di collegamenti trasversali', 'Coesione dell'apparecchio murario'). Nella scheda sismica della Carta del Rischio da cui si è partiti si era scelto di trattare la qualità delle murature osservate in un campo descrittivo, dando priorità nel calcolo ai meccanismi di collasso attivati o attivabili. Nell'algoritmo dedicato all'Unità Edilizia, invece, si è ritenuto opportuno utilizzare per il calcolo dell' $I_{V_{sisma}}$  anche l'efficacia delle murature; tale scelta è stata effettuata in riferimento al recente aggiornamento della normativa tecnica, che considera prioritario il vaglio del tipo murario rispetto alle verifiche dei meccanismi di collasso, ma anche valutando l'entità dei danni registrati in Italia centrale dopo i terremoti del 2009 e del 2016, e la loro evidente relazione con la scarsa qualità costruttiva, specie del patrimonio storico diffuso<sup>10</sup>.

<sup>10</sup> La Circolare 21 gennaio 2019, n. 7 C.S.LL.PP. Istruzioni per l'applicazione dell'Aggiornamento delle Norme tecniche per le costruzioni, al punto C8.7.1.2.1, recita: "la rappresentazione della struttura come catena cinematica di corpi rigidi è attendibile solo se la parete non è vulnerabile nei riguardi di fenomeni di disgregazione". Il paragrafo C8.5.3.1 si apre con l'affermazione: "La muratura in una costruzione esistente è il risultato dell'assemblaggio di materiali diversi, in cui la tecnica costruttiva, le modalità di posa in opera, le caratteristiche meccaniche dei materiali costituenti e il loro stato di conservazione, determinano il comportamento meccanico dell'insieme".

L'indice globale di modifiche e trasformazioni moderne delle Unità Edilizie è infine ottenuto con il medesimo procedimento seguito per quello delle Unità Urbane, considerando, come variabili significative: le modifiche architettoniche (di natura distributiva, spaziali/volumetriche e dei corpi scala, le sopraelevazioni e, in generale, le superfetazioni moderne); le modifiche strutturali e la sostituzione di pavimenti, rivestimenti e infissi storici. Per le Unità Edilizie, come già osservato con i Fronti Edilizi, è dunque richiesto un maggiore approfondimento nel rilievo dello stato di conservazione e della relativa qualificazione che partecipa alla stima degli indici globali.

La storia dell'Unità Edilizia viene sempre espressa da un campo descrittivo, all'interno del quale sono registrati gli eventi significativi e le relative informazioni cronologiche. In particolare, è richiesta l'indicazione degli interventi di restauro che non hanno comportato variazioni architettoniche da considerarsi estranee dalla natura storica degli edifici, perché superfetazioni e modifiche non compatibili dal punto di vista materico e tecnico sono computate dagli indicatori specifici che concorrono alla stima dell'indice di modifiche e trasformazioni.

Lo Spazio Urbano è stato sottoposto a una procedura di calcolo orientata a quantificare due indicatori: l'uno espressione di modifiche/trasformazioni moderne osservate negli elementi naturali o artificiali e negli impianti di illuminazione, l'altro rappresentativo delle vulnerabilità riscontrate sui fronti urbani prospicienti, dei dissesti in corrispondenza del piano, delle pavimentazioni e dei raccordi fra i diversi livelli, nonché del degrado che interessa elementi d'arredo e corpi illuminanti.

Per le Unità Edilizie, come per gli Spazi Urbani, è prevista una visualizzazione cartografica degli indici complessivi, al momento del tutto analoga a quella delle Unità Urbane, associando *layer* di colore differente a  $I_{V_{\text{sisma}}}$ ,  $I_V$  e  $I_{\text{mt}}$ . Questi layer sono stati opportunamente raggruppati in tre classi che esprimono rispettivamente un livello basso, medio e alto<sup>11</sup>.

---

<sup>11</sup> I *range* numerici che descrivono le tre classi di rappresentazione possono essere stabiliti in base a un campione significativo di risultati raccolti durante opportune campagne di sperimentazione delle schede. Soltanto per le Unità Urbane è stata al momento stabilita una parametrizzazione delle classi sulla base di alcune schedature condotte nel centro storico laziale di Città Ducale (MARTELLO 2022). Sono stati raggruppati al livello 'basso' i valori degli indici compresi fra 0 e 0,3; al livello 'medio' i valori compresi fra 0,3 e 0,7 e al livello 'alto' i valori fra 0,7 e 1 (senza considerare l'amplificazione dovuta ai fattori di confidenza). Questa modalità

Come già avveniva nella valutazione del rischio di perdita di Unità Urbane e Fronti Edilizi, si esprime un valore qualitativo tramite la visualizzazione di mappe ottenute dalla sovrapposizione delle rappresentazioni georeferite degli indici di vulnerabilità complessivi (opportunamente raggruppati in classi) a carte tematiche che esprimono le diverse pericolosità territoriali (idrogeologica, sismica, franosa, alluvionale ecc.); in questo modo è possibile raffigurare in modo immediato ed efficace i livelli di rischio, sia in forma singola che aggregata<sup>12</sup>.

Si precisa, infine, che i modelli di calcolo adottati per Unità Edilizie, Spazi Urbani e Centro Storico saranno suscettibili di eventuali correzioni sulla base dei risultati ottenuti almeno su un campione significativo estratto in fase di sperimentazione.

## 4.2. Gli algoritmi di calcolo per le Unità Edilizie

La stima dell'indice di vulnerabilità sismica,  $I_{V_{sisma}}$ , per le Unità Edilizie, come già accennato, ricalca l'algoritmo impiegato nella scheda sismica per le architetture; in particolare, per quelle riconducibili alla tipologia 'palazzi', che si riferisce a "tutte le strutture che hanno un'organizzazione scatolare (o presunta tale), che sono articolate in livelli (piani) e presentano vani murari"<sup>13</sup>. Le informazioni richieste nei sei campi che costituiscono la scheda sismica, utili per il calcolo della vulnerabilità, sono state riversate, con opportune migliorie nelle relative descrizioni, in due sezioni del tracciato schedografico UE denominate 'Sistema strutturale' e 'Sistema strutturale per piani'. Nella prima, che

---

di visualizzazione dei risultati, opportunamente raggruppati in classi, è stata per esempio adottata nella sperimentazione della scheda sismica architettonica della Carta del Rischio condotta in Sicilia e Calabria (ANGELETTI, FERRONI 2008).

<sup>12</sup> Nei modelli per la valutazione del rischio bisogna computare, oltre alla pericolosità e alla vulnerabilità, anche l'esposizione, fattore in questa fase non ancora preso in considerazione e certamente suscettibile di opportuni approfondimenti. Per l'indice di vulnerabilità sismica architettonica l'esposizione è una grandezza legata all'uso, all'affollamento e al valore degli oggetti contenuti nel bene ed è anch'essa articolata su tre livelli ('alto', 'medio', 'basso'). Sono stati inoltre definiti tre gradi di rischio: 'alto' con pericolosità alta e vulnerabilità media oppure con pericolosità media e vulnerabilità alta (comunque sia l'esposizione); 'basso' con pericolosità e vulnerabilità bassa ed esposizione bassa o media, oppure con pericolosità ed esposizione basse assieme a una vulnerabilità media, o ancora con pericolosità media accompagnata da una vulnerabilità e da un'esposizione basse (ANGELETTI ET AL. 2009; DONATELLI 2010, pp. 195-196).

<sup>13</sup> In ANGELETTI ET AL. 2009 è delineato il modello di calcolo della scheda sismica architettonica della Carta del Rischio. In particolare vedi pp. 1-2.

guarda all'edificio nel suo insieme, l'attenzione è rivolta a: regolarità geometrica e costruttiva; disposizione delle aperture ('aperture allineate in prossimità delle angolate'; 'pareti libere con aperture diffuse'; 'pareti libere con aperture irregolarmente distribuite'); caratteristiche delle coperture ('morfologia'; 'rigidezza e connessione'; 'deformabilità'; 'coperture spingenti e parzialmente spingenti'). La seconda sezione prende in considerazione: 'zone resistenti' (area resistente in entrambe le direzioni; rapporto fra interasse e spessore di pareti libere); 'murature' (qualità muraria e delle malte; elementi murari snelli; collegamenti fra pareti ortogonali; presenza di contrafforti); 'orizzontamenti' (rigidezza e connessione solai; elementi spingenti); 'cinematismi di danno' (osservati in ogni piano dell'edificio).

Il criterio adottato per valutare la vulnerabilità sismica, come già detto, focalizza le condizioni che possono attivare (o hanno attivato con danni evidenti) in via prioritaria i dissesti più pericolosi, detti di primo modo, ovvero provocati da azioni ortogonali ai muri (ribaltamento fuori dal piano, fuori piombo e distacchi perpendicolari alle pareti); in un secondo momento sono considerati i meccanismi di secondo modo, cioè causati dalle sollecitazioni di taglio e pressoflessione nel piano della parete<sup>14</sup>. Inoltre, la presenza di apparecchi murari già in avanzato stato di disgregazione o di pessima qualità costruttiva procura un'elevata carenza strutturale che, in caso di terremoto, espone l'Unità Edilizia a crolli estesi e improvvisi senza alcuna formazione di cinematismi.

Nella classe alta di vulnerabilità sismica, dunque, ricadono le Unità Edilizie in cui si riscontra almeno una delle nove condizioni di seguito elencate: muratura di scarsa qualità; presenza di archi o volte non contrastati anche in un solo livello dell'edificio; orizzontamenti deformabili e mal collegati a qualsiasi piano; coperture totalmente o in parte spingenti; possibile amplificazione dinamica attivabile nelle costruzioni molto alte (accompagnata dalla presenza di: setti snelli; pareti libere con molte aperture; vani collocati in prossimità delle angolate o disposti in modo irregolare; scarso collegamento fra orizzontamenti e muri ed elevato interasse fra setti portanti - in relazione allo spessore della parete ortogonale); assenza di connessioni efficaci fra pareti ortogonali o fra pareti e contrafforti; danni riconducibili ai meccanismi di primo modo.

---

<sup>14</sup> Per le note definizioni di primo e secondo modo si rimanda al trattato ottocentesco di Giovanni Rondelet (RONDELET 1831).

Per ricadere nella fascia di vulnerabilità medio-bassa la probabilità di attivazione dei meccanismi di primo e secondo modo dovrà essere scongiurata grazie alla presenza di una serie di condizioni contemporaneamente riscontrate, ovvero: modesta percentuale di aperture sulle pareti libere associata alla presenza di orizzontamenti rigidi e ben ammortati ai muri d'ambito; prevalenza di connessioni fra pareti ortogonali; assenza di elementi spingenti (archi, volte con spinte non compensate); mancanza di danni significativi.

La fascia di vulnerabilità bassa viene assegnata alle Unità Edilizie poco sviluppate in altezza, caratterizzate da regolarità planimetrica e costruttiva, con poche aperture sulle pareti libere e distribuite in modo sostanzialmente regolare, con orizzontamenti ben collegati ai setti, prive di elementi spingenti, di muri snelli e di danni rilevanti<sup>15</sup>.

Per ognuna delle situazioni descritte è inoltre richiesto al compilatore di fornire indicazioni sulla qualità del dato (questa attendibilità dell'informazione è a sua volta distinta in alta, media e bassa), così da chiarire se esso è stato per esempio desunto da una visione diretta e/o dalla lettura di elaborati affidabili (qualità elevata) o deriva da ipotesi ragionevoli ma prive di un riscontro diretto oppure fornito da documentazione (qualità bassa) o, ancora, da condizioni intermedie rispetto alle prime due (qualità media).

Per ragioni di sicurezza, mentre per la classe di vulnerabilità alta si accetta qualsiasi livello di attendibilità del dato, per le classi medio-bassa e bassa la qualità dei dati deve essere di livello medio o alto.

L'algoritmo per il calcolo dell'indice di vulnerabilità sismica, quindi, adotta un criterio cautelativo per l'attribuzione delle classi, tale che nella fascia alta ricadano tutte le Unità Edilizie nei confronti delle quali si abbia un sospetto anche minimo di criticità strutturale, viceversa la fascia bassa è riservata agli edifici che quasi certamente verificano tale collocazione<sup>16</sup>.

La formula proposta per il calcolo dell'indice di vulnerabilità 'INDvul' è stata impostata come media pesata di punteggi 'Qi', ciascuno espressione dello stato di conservazione osservato in corrispondenza di ogni unità/elemento costruttivo che costituisce l'Unità Edilizia indagata:

---

<sup>15</sup> La classe media sarà assegnata al verificarsi di tutte le situazioni restanti, diverse da quelle descritte per gli altri gradi di vulnerabilità (ANGELETTI ET AL. 2009).

<sup>16</sup> ANGELETTI ET AL. 2009, p. 7.

$$\text{IND}_{\text{vul}} = \text{SOMMA } (Q_i * f_i) / n$$

Il simbolo 'n' indica il numero degli elementi costruttivi componenti; 'fi' è il fattore di ispezionabilità richiesto nella scheda in corrispondenza di ogni elemento ed espresso nei valori 1,4, 1,2 e 1, a seconda che l'accessibilità alle informazioni sia stata valutata dallo schedatore di livello basso, medio, alto<sup>17</sup>.

Per determinare il valore di 'Qi' che, come già detto, esprime la vulnerabilità di ciascun componente edilizio, il modello di calcolo prevede un'ulteriore aggregazione: i singoli punteggi 'd<sub>x</sub>' assegnati ai sei diversi tipi di danno (A: danni strutturali; B: disgregazione del materiale; C: macchie da umidità; D: attacchi biologici; E: alterazione degli strati superficiali; F: parti mancanti), rispetto ai quali lo schedatore è chiamato a esprimersi attraverso i parametri gravità (G, valutata bassa o alta); estensione (E, espressa in %, da 1 a 100); urgenza (U, considerata bassa, media o alta), vengono combinati in una media pesata con la formula di seguito indicata:

$$Q_i = \text{SOMMA } (k_x * p_{dx} * d_x) / \text{SOMMA } p_d$$

dove 'd<sub>x</sub>' è un punteggio che può assumere i valori 2, 3 e 4 a seconda che il giudizio ottenuto combinando opportunamente i livelli di G, E e U registrati nella scheda per ogni tipo di danno risulti, rispettivamente, basso, medio e alto. La stima di 'd<sub>x</sub>', infatti, scaturisce da una serie di condizioni (*query*) orientate ad aggregare i parametri G, E e U; gravità e urgenza sono considerate sempre prevalenti rispetto all'estensione del danno. In questa fase, il procedimento di valutazione prescinde da quest'ultima considerazione, per evitare, soprattutto con un rilievo speditivo, di subordinare problematiche conservative locali, ma particolarmente compromesse o non rinviabili, a fenomenologie diffuse ma tali da non richiedere un approfondimento e un intervento immediati<sup>18</sup>.

<sup>17</sup> I valori di 'fi' sono stati stabiliti considerando che al diminuire dell'ispezionabilità l'indice di vulnerabilità aumenti, proprio per tener conto delle difficoltà di rilievo che possono sussistere a causa, per esempio, di problematiche legate all'accessibilità.

<sup>18</sup> Sono state introdotte le seguenti *query*: 1) se G o U sono alte, comunque sia E, allora 'd<sub>x</sub>' è alto (=4); 2) se G e U sono basse, comunque sia E, allora 'd<sub>x</sub>' è basso (=2); 3) Se G è bassa e U è media, comunque sia E, allora 'd<sub>x</sub>' è medio (=3).

I pesi 'p<sub>dx</sub>' assegnati a ogni tipo di danno (espresso dal rispettivo punteggio 'd<sub>x</sub>') sono a loro volta stimati in funzione dei relativi indicatori G, E e U, applicando il criterio della ricorrenza:

$$p_{dx} = f(p_{dxE} p_{dxG} p_{dxU})$$

In definitiva, si propone di applicare un peso - denominato 'estensione' ('p<sub>dxE</sub>') - maggiore alla tipologia di danno che presenta l'estensione più elevata e valori via via decrescenti relativi alle tipologie di danno meno diffuse. Analogo criterio è impiegato rispetto alla gravità e all'urgenza, ricordando che:

- la gravità G varia fra bassa (= 2) o alta (= 4)
- l'estensione E varia fra bassa (= 2), media (= 3), alta (= 4)<sup>19</sup>
- l'urgenza U varia fra bassa (= 2), media (= 3), alta (= 4)

Segue un calcolo di Qi 'frazionato', applicando una volta i pesi relativi all'estensione, una seconda quelli riferiti alla gravità e una terza quelli attinenti all'urgenza:

$$Q_{iE} = \text{SOMMA } (p_{dxE} * d_{xE}) / \text{SOMMA } p_{dxE}$$

$$Q_{iG} = \text{SOMMA } (p_{dxG} * d_{xG}) / \text{SOMMA } p_{dxG}$$

$$Q_{iU} = \text{SOMMA } (p_{dxU} * d_{xU}) / \text{SOMMA } p_{dxU}$$

Infine, la stima di Qi si ottiene aggregando, con una media aritmetica, i singoli punteggi valutati separatamente rispetto a E, G e U:

$$Q_i = \text{SOMMA } (Q_{i_k}) / 3 \quad \text{con } k = E, G, U$$

Resta la definizione del coefficiente 'k<sub>x</sub>', inteso come fattore correttivo che deve esprimere la scala d'importanza di alcune tipologie di danno rispetto ad altre, indipendentemente dalla specifica valutazione registrata nella scheda in termini di gravità, urgenza ed estensione. In tal senso, si ritiene per esempio che la tipologia A (danno strutturale) è da considerarsi sempre più significativa rispetto alle altre, sia per il rischio

<sup>19</sup> Poiché l'estensione E è indicata nella scheda sotto forma di una percentuale variabile da 1 a 100, affinché possa essere confrontata e combinata con gli altri due parametri G e U, è stato necessario introdurre una serie di *query* in grado di convertire E nella valutazione bassa, media e alta. Quindi, E viene considerata bassa se minore del 10%, media se pari o maggiore al 10% e minore al 40%, alta se maggiore o uguale al 40% e inferiore o uguale al 100%.

di perdita che può innescare sia per il tipo di approfondimento richiesto, generalmente più oneroso ( $k_A = 2$ ). Seguono le tipologie B (disgregazione del materiale), C (macchie da umidità) ed F (parti mancanti), in corrispondenza delle quali  $'k_{B,C,F}'$  è considerato pari a 1,5; infine D (attacchi biologici) ed E (alterazione degli strati superficiali), entrambi da considerarsi patologie meno rischiose, vantano un  $'k_{D,E}'$  scelto pari a 1.

La scheda UE, inoltre, richiede, per ogni unità/elemento costruttivo, l'indicazione della classe di rilevanza, intesa come valenza dal punto di vista storico, artistico e costruttivo ( $'r_i'$ ). Tali classi sono definite dai diversi intervalli percentuali che esprimono il rapporto fra i m/mq/N. di unità/elementi costruttivi considerati cui si riconosce importanza, sul totale dei m/mq/N. di quelli ispezionabili.

Per computare un indicatore in grado di esprimere la rilevanza globale dell'Unità Edilizia si è proceduto ad aggregare le rilevanze registrate per ogni unità/elemento costruttivo tramite una semplice media aritmetica, risultata più efficace, sulla base di alcune simulazioni, nel fornire un'idea complessiva e correttamente confrontabile delle caratteristiche storiche, artistiche e costruttive osservate<sup>20</sup>:

$$R = \Sigma r_i / 13$$

Il denominatore indica il numero complessivo di componenti che costituiscono l'Unità Edilizia.

Questa informazione volutamente non partecipa al calcolo della vulnerabilità, così da garantire una lettura il più possibile obiettiva dello stato di conservazione dell'edificato; rimane comunque un dato distinto e visualizzato in corrispondenza dell'indice  $'I_v'$  per consentire decisioni al tempo stesso consapevoli delle criticità registrate e delle peculiarità dell'edificio.

Per entrambe le vulnerabilità,  $'I_{v\text{sisma}}'$  e  $'I_v'$ , infine, il compilatore deve segnalare il livello di ispezionabilità: nel primo caso sotto forma di un coefficiente ottenuto come rapporto di numero di piani rilevati

---

<sup>20</sup> Sono stati considerati i due casi estremi relativi a un'Unità Edilizia completamente trasformata all'interno e con spiccata rilevanza nei componenti esterni e a un'Unità Edilizia in cui, viceversa, le trasformazioni hanno interessato l'esterno e lasciato indenni e pregevoli gli elementi costruttivi interni; la media aritmetica ha prodotto una rilevanza globale simile per i due edifici e comunque convincente, poiché di livello intermedio in entrambi i casi.

sui totali che compongono l'Unità Edilizia<sup>21</sup>; nel secondo caso, come già detto, l'ispezionabilità è richiesta per ogni componente edilizio, partecipando direttamente alla stima globale della vulnerabilità.

Resta, infine, la stima dell'indice di modifiche e trasformazioni moderne ( $I_{mt}$ ) che, per le Unità Edilizie, si ottiene attraverso una media pesata di tre indicatori che restituiscono le modifiche/trasformazioni di natura architettonica ( $MT_A$ ), strutturale ( $MT_S$ ) e relative a rivestimenti e infissi ( $MT_{RI}$ ):

$$I_{mt} = \frac{(MT_A * p_{MTA} + MT_S * p_{MTS} + MT_{RI} * p_{MTRI})}{(p_{MTA} + p_{MTS} + p_{MTRI})}$$

I simboli  $p_{MTA}$ ,  $p_{MTS}$  e  $p_{MTRI}$  indicano i pesi assegnati a ogni indicatore<sup>22</sup>.

Per la valutazione di  $MT_A$  ('Modifiche e trasformazioni architettoniche') è stata quindi introdotta una media aritmetica fra quattro incidenze ricavate osservando le modifiche e trasformazioni moderne di natura distributiva ( $I_{md}$ ), spaziale/volumetrica ( $I_{ts\_vm}$ ), dei corpi scala ( $I_{tcs}$ ) e relative a sopraelevazioni e/o superfetazioni ( $I_{sm}$ ):

$$MT_A = \frac{(I_{md} + I_{ts\_vm} + I_{tcs} + I_{sm})}{4}$$

Per il calcolo del sotto-indice 'Modifiche e trasformazioni strutturali' ( $MT_S$ ) è stata invece proposta una media pesata, in considerazione del contributo maggiore che si riconosce all'incidenza riferita alle trasformazioni statiche rispetto a quella relativa alle modifiche.

L'espressione analitica di  $MT_S$  ha la seguente formulazione:

<sup>21</sup> L'algoritmo calcola un coefficiente d'ispezionabilità visualizzato in affiancamento agli indici complessivi di vulnerabilità.

<sup>22</sup> I valori dei tre 'pesi', al momento posti pari a 2, 3, 4, sono assegnati in base al criterio della ricorrenza. Considerando che in presenza di tre variabili si hanno sei combinazioni possibili, sono state inoltre stabilite le seguenti condizioni: se due sotto-indici sono uguali avranno pari peso valutato, confrontandosi con il terzo sotto-indice, a partire dal valore maggiore (4); se i tre sotto-indici sono uguali sarà loro assegnato un peso pari a 3; se un sotto-indice è nullo partecipa comunque alla media con relativo peso (2) presente nel denominatore; se due sotto-indici sono nulli, avranno pari peso stimato, confrontandosi con il terzo sotto-indice, a partire dal valore 3.

$$MT_S = \frac{(I_{msm} + I_{tsm} * k_{tsm})}{(1 + k_{tsm})}$$

Il peso ' $k_{tsm}$ ', assegnato all'incidenza rappresentativa di trasformazioni strutturali è stato fissato pari a 1,5; ' $I_{msm}$ ' e ' $I_{tsm}$ ' valutano rispettivamente le modifiche e le trasformazioni strutturali moderne.

Il calcolo di ' $MT_{RI}$ ', ancora una volta, si sviluppa attraverso una media aritmetica fra tre incidenze che esprimono le sostituzioni osservate in corrispondenza di pavimenti (' $I_{sps}$ '), rivestimenti (' $I_{srs}$ ') e infissi storici (' $I_{sis}$ '):

$$MT_{RI} = \frac{(I_{sps} + I_{srs} + I_{sis})}{3}$$

### 4.3. Gli algoritmi di calcolo per lo Spazio Urbano

L'indice di modifiche e trasformazioni ' $I_{mt}$ ' per lo Spazio Urbano viene calcolato come media pesata dei sotto-indici tematici relativi alle modifiche/trasformazioni di elementi artificiali ' $E_{Amt}$ ', di elementi naturali ' $E_{Nmt}$ ' e rappresentativi dei sistemi d'illuminazione incongrui ' $P_{SI_{inc}}$ ':

$$I_{mt} = \frac{(E_{Amt} * p_{Amt} + E_{Nmt} * p_{Mmt} + P_{SI_{inc}} * p_{SI_{inc}})}{(p_{Amt} + p_{Nmt} + p_{SI_{inc}})}$$

I simboli ' $p_{Amt}$ ', ' $p_{Mmt}$ ' e ' $p_{SI_{inc}}$ ' indicano i pesi assegnati ad ogni indicatore<sup>23</sup>.

Per la valutazione di ' $E_{Amt}$ ' è stata introdotta una media aritmetica fra due incidenze: la prima stimata osservando le pavimentazioni moderne (' $I_{pm}$ '), la seconda gli elementi di arredo recenti (' $I_{eam}$ '):

<sup>23</sup> In questo caso il peso ' $p_{SI_{inc}}$ ' è stato posto pari a 1, cioè sempre inferiore agli altri due pesi pari a 2 e/o 3, la cui assegnazione segue il criterio della ricorrenza. Sono state inoltre stabilite le seguenti condizioni: se i due sotto-indici ' $E_{Amt}$ ' e ' $E_{Nmt}$ ' hanno valore uguale sarà loro assegnato un peso pari a 3; se sono nulli, comunque partecipano alla media assumendo peso 2; se uno dei due sotto-indici è nullo partecipa alla media con relativo peso (2) presente nel denominatore.

$$E_{Amt} = \frac{(I_{pm} + I_{eam})}{2}$$

Le 'Modifiche e trasformazioni degli elementi naturali' risultano dalla differenza fra l'incidenza di tutte le aree verdi osservate nello spazio indagato  $I_{Ve}$  e l'incidenza specificatamente riferita alle aree verdi storiche  $I_{Ves}$ . Ne consegue che una stima del verde trasformato in epoca recente, stimato come percentuale rispetto allo spazio urbano, si calcola come di seguito indicato:

$$E_{Nmt} = [I_{Ve} * (1 - I_{Ves})]$$

Inoltre, la presenza sistemi d'illuminazione incongrui,  $P_{SI\_inc}$ , si computa considerando dal tracciato schedografico l'incidenza che rivela il livello di compatibilità degli impianti della luce  $I_{Sic}$ , espresso con un giudizio qualitativo basso, medio e alto. In questo caso è stato necessario parametrizzare  $I_{Sic}$  (basso = 0,2; medio = 0,5; alto = 0,8) e calcolare per differenza  $P_{SI\_inc}$ :

$$P_{SI\_inc} = 1 - P_{Sic}$$

Il procedimento di calcolo per l'indice di vulnerabilità ( $I_v$ ) è caratterizzato dalla medesima impostazione descritta per l'indice di modifiche e trasformazioni moderne.

Per  $I_v$ , infatti, è stata proposta una media pesata che aggrega variabili di natura differente (sotto-indici tematici), ciascuna espressione di carenze e stati di danno opportunamente raggruppati, quali: le vulnerabilità dei fronti urbani che affacciano sullo spazio indagato,  $V_{fu}$ ; il degrado e i dissesti osservati nel piano,  $D_p$ ; le criticità riscontrate negli elementi d'arredo e nei sistemi d'illuminazione delle superfici,  $D_{asi}$ :

$$I_v = \frac{(V_{fu} * p_{Vfu} + D_p * p_{Dp} + D_{asi} * p_{Dasi})}{(p_{Vfu} + p_{Dp} + p_{Dasi})}$$

I simboli  $'p_{V_{fu}}'$ ,  $'p_{D_p}'$  e  $'p_{D_{asi}}'$  indicano i pesi assegnati ad ogni indicatore<sup>24</sup>.

Ogni sotto-indice è a sua volta calcolato con medie aritmetiche che combinano indicatori espressi sotto forma di incidenze.  $'V_{fu}'$  descrive le forme di alterazione e degrado delle superfici e i dissesti ritenuti più significativi in corrispondenza dei fronti; è valutato, quindi, tramite un'incidenza degrado superficiale ( $'I_{Dsu}'$ ) e un'incidenza dissesti in elevato ( $'I_{Del}'$ ):

$$V_{fu} = \frac{(I_{Dsu} + I_{Del})}{2}$$

Al calcolo di degrado e dissesti nel piano  $'D_p'$  partecipano, sempre come incidenze, le problematiche osservate sul calpestio,  $'I_{Dip}'$ , misurate come rapporto fra superficie dissestata e totale; le pavimentazioni ammalorate,  $'I_{Dep}'$ , espresse ancora come rapporto fra rivestimenti danneggiati e complessivi; gli elementi di raccordo fra quote differenti (scale, rampe, ascensori, ecc..) deteriorati,  $'I_{Derl}'$ , calcolati rispetto ai totali rilevati. Il sotto-indice  $'D_p'$  è quindi ottenuto dalla media aritmetica di seguito indicata:

$$D_p = \frac{(I_{Dip} + I_{Dep} + I_{Derl})}{3}$$

Infine, lo stato di conservazione di arredi e sistemi d'illuminazione  $'D_{asi}'$ , è valutato grazie a due incidenze dedicate:  $'I_{Ead}'$ , riguardante il degrado rilevato negli elementi di arredo, e  $'I_{Dsi}'$ , relativo ai sistemi d'illuminazione danneggiati:

$$D_{asi} = \frac{(I_{Ead} + I_{Dsi})}{2}$$

La rappresentazione dei risultati è stata organizzata in modo tale che a ogni Spazio Urbano sia associata una tabella riepilogativa con gli indici complessivi e i relativi sotto-indici tematici.

<sup>24</sup> Per la computazione dei pesi valgono le medesime condizioni illustrate nella nota 22.

#### 4.4. Gli algoritmi di calcolo per il Centro Storico

Per il calcolo degli indici di modifiche e trasformazioni e di vulnerabilità relativi al Centro Storico si propone un'aggregazione degli indicatori calcolati per le Unità Urbana-Agregato e le Unità Urbane-Edilizia Puntuale Residenziale o Specialistica costituenti il nucleo storico indagato<sup>25</sup>.

Gli indici  $I_{mt}$  e  $I_v$  calcolati per le Unità Urbane derivano da valutazioni basate su incidenze di fenomeni osservati per piano con le modalità descritte in normativa<sup>26</sup>. Alcune prime sperimentazioni hanno evidenziato una possibile discrepanza, a parità di fenomenologia osservata e registrata nella scheda, fra Unità Urbane-Agregato composte da un differente numero di Unità Edilizie: per esempio, una problematica conservativa parimenti osservata su due UU-A che si distinguono per quantità di Unità Edilizie contenute può portare a determinare una vulnerabilità tendenzialmente maggiore in corrispondenza dell'aggregato più piccolo, cioè con meno Unità Edilizie.

Per rendere meglio confrontabili gli indici  $I_{mt}$  e  $I_v$  delle Unità Urbane, a fronte di significative differenze dimensionali fra gli aggregati che costituiscono un centro storico, e pervenire a un indicatore complessivo che descriva le modifiche/trasformazioni moderne e le vulnerabilità del nucleo indagato, si propone, al momento, un'aggregazione che omogenizzi  $I_{mt}$  e  $I_v$  rispetto al numero dei piani osservati. Di seguito le formule impiegate:

$$I_{mt\_CS} = \frac{\sum(n_{pi} * I_{mt\_i})}{\sum n_{pi}} \quad I_{v\_CS} = \frac{\sum(n_{pi} * I_{v\_i})}{\sum n_{pi}}$$

con  $n_{pi}$  = numero dei piani osservati in corrispondenza della i-esima Unità Urbana

$I_{mt\_i}$  = indice di modifiche e trasformazioni dell'i-esima Unità Urbana

$I_{v\_i}$  = indice di vulnerabilità dell'i-esima Unità Urbana

<sup>25</sup> Per l'algoritmo di calcolo dell'Unità Urbana-Agregato si rimanda a DONATELLI 2022; per quello dell'Unità Urbana-EPRS si guardi la tabella 1.

<sup>26</sup> Una specifica riflessione sull'individuazione del piano per le UU-EPRS è contenuta nel saggio di Annarita Martello in questo stesso volume.

Modello per il calcolo dell'*Indice di modifiche e trasformazioni globale* ( $I_{mt}$ ) e dell'*Indice di vulnerabilità globale* ( $I_v$ ) dell'Unità Urbana-Edilizia Puntuale Residenziale o Specialistica (UU-EPRS)

Sotto-indici tematici	Variabili
Modifiche e trasformazioni rivestimenti e infissi ' $MT_{ri}'$	
$MT_{ri} = [(I_{smr} + I_{smie})/2] * fc_c * fc_v$	Incidenza sostituzioni moderne dei rivestimenti ' $I_{smr}'$
	Incidenza sostituzioni moderne di infissi esterni ' $I_{smie}'$
Modifiche e trasformazioni costruttive ' $MT_c'$	
$MT_c = [(I_{ecmt} + I_{ssm} + I_{sm} + I_{rm})/4] * fc_c * fc_v$	Incidenza elementi costruttivi moderni di trasformazione ' $I_{ecmt}'$
	Incidenza sopraelevazioni/superfetazioni moderne ' $I_{ssm}'$
	Incidenza sostituzioni moderne ' $I_{sm}'$
	Incidenza riparazioni moderne ' $I_{rm}'$
Vulnerabilità costruttive ' $V_c'$	
$V_c = [(I_{av} + I_{so} + I_{dcm} + I_{vc} + I_{vp} + I_{hl})/6] * fc_c * fc_v$	Incidenza accostamenti verticali fra elementi costruttivi tradizionali e moderni ' $I_{av}'$
	Incidenza sovrapposizioni orizzontali fra elementi costruttivi tradizionali e moderni ' $I_{so}'$
	Incidenza discontinuità costruttive murarie ' $I_{dcm}'$
	Incidenza volumi cavi ' $I_{vc}'$
	Incidenza vuoti sui pieni ' $I_{vp}'$
	Incidenza altezza 'libera' ' $I_{hl}'$
Dissesti strutturali ' $D_{St}'$ $D_{St} = I_{ds} * fc_c * fc_v$	Incidenza dissesti strutturali ' $I_{ds}'$

Degrado delle superfici 'D <sub>s</sub> ' $D_s = I_{dsu} * f_{c_c} * f_{c_v}$	Incidenza degrado delle superfici 'I <sub>dsu</sub> '
Degrado delle coperture 'D <sub>c</sub> ' $D_c = I_{dc}$	Incidenza degrado delle coperture 'I <sub>dc</sub> '

Indici globali		
<b>I<sub>mt</sub> = Indice di modifiche e trasformazioni</b>	<b>Variabili</b>	<b>Pesi</b>
$I_{mt} = (MT_{ri} * P_{MTri} + MT_c * P_{MTc}) / (P_{MTri} + P_{MTc})$	MT <sub>ri</sub> = Modifiche e trasformazioni rivestimenti e infissi	P <sub>MTri</sub>
	MT <sub>c</sub> = Modifiche e trasformazioni costruttive	P <sub>MTc</sub>
<b>I<sub>v</sub> = Indice di vulnerabilità</b>	<b>Variabili</b>	<b>Pesi</b>
$I_v = (V_c * P_{Vc} + D_{St} * P_{DSt} + D_s * P_{Ds} + D_c * P_{Dc}) / (P_{Vc} + P_{DSt} + P_{Ds} + P_{Dc})$	V <sub>c</sub> = vulnerabilità costruttive	P <sub>Vc</sub>
	D <sub>St</sub> = Dissesti strutturali	P <sub>DSt</sub>
	D <sub>s</sub> = Degrado delle superfici	P <sub>Ds</sub>
	D <sub>c</sub> = Degrado delle coperture	P <sub>Dc</sub>

# Bibliografia

- ACCARDO, GIANI, GIOVAGNOLI 2003: G. Accardo, E. Giani, A. Giovagnoli, *The Risk Map of the Italian Cultural Heritage*, in «Journal of Architectural Conservation», 9, 2003, 2, pp. 41-57
- ACIERNO 2019: M. Acierno, *Ontologie per i centri storici*, in FIORANI 2019, pp. 179-188
- ACIERNO 2022: M. Acierno, *I vocabolari della Carta del Rischio per i centri storici: un possibile raccordo tra lessico specialistico e interoperabilità*, in FIORANI ET AL. 2022, pp. 21-34
- ACIERNO, CACACE, GIOVAGNOLI 2014: M. Acierno, C. Cacace, A.M. Giovagnoli, *La Carta del Rischio: un approccio possibile alla manutenzione programmata: il caso di Ancona*, in «Materiali e Strutture. Problemi di conservazione», n.s., III, 2014, 5-6, pp. 81-106
- ACIERNO, FIORANI, VELIOS 2021: M. Acierno, D. Fiorani, A. Velios, *Alining Risk Map Lexicon through Linked Conservation Data: a Key to Share Knowledge and Strategies for Architectural Conservation*, in J.L. Lerma, M. Cabrelles (eds), *Geores 2021 – Arqueológica 2.0*, Proceedings of the joint international event 9<sup>th</sup> ARQUEOLÓGICA 2.0 & 3<sup>rd</sup> GEORES (Valencia, Spain, 26–28 April 2021), Editorial Universitat Politècnica de València, Valencia 2021, pp. 79-84
- AGNELLO 1969: G. Agnello, *L'architettura aragonese-catalana in Italia*, s.n., Palermo 1969
- ANGELETTI, FERRONI 2008: P. Angeletti, A. Ferroni, *Vulnerabilità, pericolosità e rischio locale con il metodo del C.R.P.R.*, in S.I.T. – *Il sistema informativo territoriale e gli studi tematici*, Eurografica, Palermo 2008, pp. 165-188
- ANGELETTI ET AL. 2009: P. Angeletti, A. Bianchi, C. Cacace, A. Donatelli, O. Cristallini, E. Rasimelli, *Un metodo speditivo di valutazione della vulnerabilità e del rischio sismico di beni culturali. Caso di studio: Sicilia e Calabria*, in *L'Ingegneria Sismica in Italia*, Atti del XIII Convegno Nazionale ANIDIS (Bologna, 28 giugno – 2 luglio 2009), Imready, Galazzano 2009, s.p. (pubblicazione su cdrom)
- APPIOTTI ET AL. 2020: F. Appiotti, V. Assumma, M. Bottero, P. Campostrini, G. Datola, P. Lombardi, E. Rinaldi, *Definition of a Risk Assessment Model*

- within a European Interoperable Database Platform (EID) for Cultural Heritage*, in «Journal of Cultural Heritage», 46, 2020, pp. 268-277
- ARGAN 1966: G.C. Argan, s.v. *Tipologia*, in *Enciclopedia universale dell'arte*, vol. XIV, Istituto per la collaborazione culturale, Venezia-Roma 1966, coll. 1-15
- ASHLEY-SMITH 1999: J. Ashley-Smith, *Risk Assessment for Object Conservation*, Routledge, London-New York 1999 (u.e. 2011)
- AVEN 2016: T. Aven, *Risk assessment and risk management: Review of recent advances on their foundation*, in «European Journal of Operational Research», 253, 2016, 1, pp. 1-13
- BALDI, GIOVAGNOLI, MARABELLI 1996: P. Baldi, A. Giovagnoli, M. Marabelli, *Models and methods for the construction of risk maps for cultural heritage*, in «Journal of the Italian Statistic Society», 1996, 1, pp. 1-16
- BALDI 1998: P. Baldi, *La Carta del Rischio del patrimonio culturale italiano: obiettivi, strumenti, metodo*, in «Ricerche di Storia dell'arte», 65, 1998, pp. 9-14
- BALL 2007: D.J. Ball, *The evolution of risk assessment and risk management: a background to the development of risk philosophy*, in «Arboricultural Journal», 2007, 30, 2, pp. 105-112
- BARBANENTE, MAIELLARO 1993: A. Barbanente, N. Maiellaro, *Sistemi informativi urbani e ipertesti. Aspetti di metodo e sperimentazione in un piccolo centro con implementazione del prototipo in ambiente grafico*, Edilpuglia, Modugno 1993
- BARTOLOMUCCI 2004: C. Bartolomucci, *Santa Maria di Collemaggio. Interpretazione critica e problemi di conservazione*, Palombi Editori, Roma 2004
- BISHOP 2018: C. Bishop, *Against Digital Art History*, in «International Journal for Digital Art History», 3, 2018, pp. 122-131, reperibile online <<https://doi.org/10.11588/dah.2018.3.49915>> [07/02/2023]
- BODENHAMER 2012: D. Bodenhamer, *The Spatial Humanities: Space, Time and Place in the New Digital Age*, in T. Weller, *History in the Digital Age*, Routledge, London-New York 2012, pp. 23-38
- BONANNI ET AL. 2009: P. Bonanni, C. Cacace, R. Gaddi, A. Giovagnoli, *Calcolo del rischio territoriale e del rischio individuale per i beni di interesse storico-artistico a Torino*, Rapporti 88/2009, ISPRA, Roma 2009
- BONANNI ET AL. 2011: P. Bonanni, C. Cacace, G. Cattani, M. Cusano, A. De Santis, A. Di Menno di Bucchianico, R. Gaddi, A. Giovagnoli, C. Sarti, *Valutazione degli effetti dell'inquinamento atmosferico sui beni architettonici di Roma*, Rapporti 147/2011, ISPRA, Roma 2011
- BORILLO 1984: M. Borillo, *Informatique pour le sciences de l'homme. Limites de la formalisation du raisonnement*, Pierre Mardaga Editeur, Bruxelles 1984
- BROKERHOF, BULOW 2016: A.W. Brokerhof, A.E. Bülow, *The QuiskScan – a quick risk scan to identify value and hazard in a collection*, in «Journal of the Institute of Conservation», 39, 2016, 1, pp. 18-28
- CACACE 2019: C. Cacace, *La Carta del Rischio per il patrimonio culturale*, in FIORANI 2019, pp. 65-74

- CAMPISI 2000: M. Campisi, *Architettura e storia della fabbrica*, in A. Bureca (a cura di), *Il castello Colonna a Genazzano. Ricerche e Restauri*, Fratelli Palombi Editori, Roma 2000, pp. 71-139
- CAMUFFO 1997: D. Camuffo, *Perspective on risk to architectural heritage*, in N.S. Baer, R. Snethlage (eds), *Saving our architectural heritage: the conservation of historic stone structure*, John Wiley&Sons Lts, New York 1997, pp. 63-92
- CAPERNA 2013: M. Caperna, *La Lungara 1. Storia e vicende edilizie dell'area tra il Gianicolo e il Tevere*, Quasar, Roma 2013
- CAPERNA 2020: M. Caperna, *La Lungara 2. Spazio urbano, conservazione e restauro*, Quasar, Roma 2020
- CAPERNA 2022: M. Caperna, *Riflessioni su norme e strategie d'intervento riguardo al patrimonio storico urbano*, in «Materiali e strutture. Problemi di conservazione», n.s., XI, 2022, 22, pp. 11-28
- CAPPONI 1998: G. Capponi, *La Carta del Rischio del patrimonio culturale italiano: indagini tematiche e cartografia*, in «Ricerche di Storia dell'arte», 65, 1998, pp. 13-16
- CAROCCI 2008: C.F. Carocci (a cura di), *Conoscere per abitare. Un seminario di studio a Motta Camastra*, Lombardi, Siracusa 2008
- CARTA 2005: M. Carta, *Progetti di territorio. La costruzione di nuove tecniche di rappresentazione nei Sistemi Informativi Territoriali*, Firenze University Press, Firenze 2005
- CARTA DEL RISCHIO 1996: *Carta del Rischio del Patrimonio Culturale*, A.T.I. Maris, s.l. 1996
- COPPI 1997: R. Coppi, *Metodologia per la costruzione di modelli di rischio del patrimonio culturale*, in G. Castelli (a cura di), *La Carta del Rischio del Patrimonio Culturale*, ICR – Bonifica, Roma 1997, pp. 33-37
- CRUPI 2012: F. Crupi, *Universo bibliografico e semantic web*, in F. Ciotti, F. Crupi (a cura di), *Dall'Informatica umanistica alle culture digitali*, Atti del convegno di studi (Roma, 27-28 ottobre 2011), Sapienza Università Editrice, Roma 2012, DOI 10.7357/DigiLab-32, reperibile online <<http://www.editricesapienza.it/node/7688>> [07/02/2023]
- CUNDARI 2007: C. Cundari, (a cura di), *L'architettura di età aragonese nell'Italia centrale, L'architettura di età aragonese nell'Italia centro-meridionale*, vol. 1, Kappa, Roma 2007
- CUTARELLI 2019: S. Cutarelli, *La schedatura dei centri storici nella Carta del Rischio: un'esempificazione*, in FIORANI 2019, pp. 163-178
- CUTARELLI 2022: S. Cutarelli, *La schedatura dei Fronti Edilizi nella Carta del Rischio: processi di lettura e d'informatizzazione*, in FIORANI ET AL. 2022, pp. 153-168
- CUTARELLI 2023: S. Cutarelli, *Tecnologie digitali per il restauro e la conservazione dei centri storici: applicazioni sul palazzo Apolloni di Genazzano*, in E. Gallotta (a cura di), *"Voir l'invisible". Applicazioni digitali per lo studio dell'architettura e della città medievale*, GBE, Roma 2023, pp. 123-136, 182-190

- DAY ET AL. 2019: J.C. Day, S. F. Heron, A. Markham, J. Downes, J. Gibson, E. Hyslop, R. Jones, A. Lyall, *Climate Risk assessment for heart of Neolithic Orkney World Heritage Property. An application of the Climate Vulnerability Index*, Historic Environment Scotland, Edinburgh 2019
- DI PRINZIO 2004: L. Di Prinzio, *Sistemi informativi geografici*, in *Atlante dei tipi Geografici*, Istituto Geografico militare, Firenze 2004, pp. 73-74, reperibile online <<https://www.igmi.org/italia-atlante-dei-tipi-geografici/consultatlatlante>> [07/02/2023]
- DONATELLI 2010: A. Donatelli, *Terremoto e architettura storica: prevenire l'emergenza*, Gangemi, Roma 2010
- DONATELLI 2019: A. Donatelli, *Addenda: considerazioni per la definizione degli algoritmi per le schede di Unità Urbana*, in FIORANI 2019, pp. 135-138
- DONATELLI 2022: A. Donatelli, *Modelli di calcolo per le trasformazioni e modifiche moderne, per la vulnerabilità delle Unità Urbane e dei Fronti Edilizi*, in FIORANI ET AL. 2022, pp. 119-134
- DRUCKER 2013: J. Drucker, *Is There a 'Digital' Art History?*, in «Visual Resources», 29, 2013, 1-2, pp. 5-13
- DRUCKER ET AL. 2015: J. Drucker, A. Helmreich, M. Lincoln, F. Rose, *Digital art history: the American scene*, in «Perspective» [Online], 2, 2015, reperibile online <<http://journals.openedition.org/perspective/6021>> [07/02/2023]
- ESTES, GOLONKA, JONES 2011: Z. Estes, S. Golonka, L.L. Jones, *Thematic thinking: The apprehension and consequences of thematic relations*, in «Psychology of learning and motivation», 54, 2011, pp. 249-294
- FEMA 2005: FEMA (Federal Emergency Management Agency), *Integrating historic property and cultural resource considerations into hazard mitigation planning*, Washington DC 2005, reperibile online <[https://www.fema.gov/pdf/fima/386-6\\_Book.pdf](https://www.fema.gov/pdf/fima/386-6_Book.pdf)> [01/02/2023]
- FERRARIS 2009: M. Ferraris, *Documentalità. Perché è necessario lasciar tracce*, Laterza, Bari 2009.
- FIORANI 1996: D. Fiorani, *Tecniche costruttive murarie medievali: il Lazio meridionale*, L'«Erma» di Bretschneider, Roma 1996
- FIORANI 2014: D. Fiorani, *Materiale/Immateriale. Frontiere del restauro*, in «Materiali e Strutture. Problemi di conservazione», n.s., III, 2014, 5-6, pp. 9-23
- FIORANI 2019: D. Fiorani, *Il futuro dei centri storici, digitalizzazione e strategia conservativa*, Quasar, Roma 2019
- FIORANI ET AL. 2019: D. Fiorani, S. Cutarelli, A. Donatelli, A. Martello, *Vulnerabilità dei centri storici. Validazione della scheda Unità Urbana del sistema Carta del Rischio tramite la sua applicazione su due centri laziali*, in «Materiali e Strutture. Problemi di conservazione», n.s., VIII, 2019, 16, pp. 69-97
- FIORANI ET AL. 2020: D. Fiorani, A. Martello, S. Cutarelli, A. Donatelli, *La Carta del Rischio per i centri storici: Conoscenza e gestione del patrimonio storico applicate a due centri laziali*, in L. Caravaggi (a cura di), *Progetto SISMI-DTC Lazio:*

- Conoscenze e innovazioni per la ricostruzione e il miglioramento sismico dei centri storici del Lazio*, Quodlibet, Macerata 2020, pp. 38-43
- FIORANI 2021: D. Fiorani, *La Carta del Rischio come strumento di prevenzione dei danni nell'edilizia storica urbana: la cultura del restauro al vaglio della digitalizzazione*, in «Ricerche di Storia dell'Arte», 134, 2021, pp. 8-18
- FIORANI ET AL. 2021: D. Fiorani, M. Acierno, S. Cutarelli, A. Donatelli, *Transformation of tools and conservation of Architecture. Some researches on the use of digital systems for the intervention on the historical buildings*, in «Épités – Épitészettudomány», 49, 2021, pp. 97-131
- FIORANI ET AL. 2022: D. Fiorani, M. Acierno, A. Donatelli, S. Cutarelli, A. Martello, *Centri storici, digitalizzazione e restauro. Applicazioni e prime normative della Carta del Rischio*, Sapienza University Press, Roma 2022
- FIORANI, ACIERNO, c.s.: D. Fiorani, M. Acierno, *Il CPM come modello ontologico per l'interoperabilità nel restauro. La rappresentazione formale del GIS Carta del Rischio come esempio di applicazione*, in «ArcHistor», numero speciale su HPFC – Historic Preservation Foundation Classes, in c.s.
- FLATEN, GILL 2009: A.R. Flaten, A.A. Gill, *Digital Crossroads: New Directions in 3D Architectural Modeling in the Humanities – Overview*, in «Visual Resources: An International Journal of Documentation», 25, 2009, 4, pp. 309-312
- FORTE 2002: M. Forte, *I sistemi informativi geografici in archeologia*, MondoGis, Roma 2002
- FRANCUCCI 1989: R. Francucci, *Infissi in legno*, in F. Giovanetti (a cura di), *Manuale del recupero del Comune di Roma*, DEI, Roma 1989, pp. 117-154
- GADDI, CACACE, DI MENNO DI BUCCHIANICO 2022: R. Gaddi, C. Cacace, A. Di Menno di Bucchianico, *The risk assessment of surface recession damage for architectural buildings in Italy*, in «Journal of Cultural Heritage», 2022, 57, pp. 118-130
- GENET 1994: J.P. Genet, *Source, Métasource, Texte, Histoire*, in F. Bocchi, P. Denley (a cura di), *Storia & multimedia*, Proceedings of the Seventh International Congress, Association for History & Computing (Bologna 1992), Grafis, Bologna 1994, pp. 3-17
- GEREMIA 2021: F. Geremia, *Indagini documentarie finalizzate alla ricomposizione dei contesti urbani storici*, in «Ricerche di storia dell'arte», 134, 2021, pp. 41-50
- GIOVENALE 1923: G.B. Giovenale, *La casa detta di Martino V in Genazzano*, in «Architettura e Arti Decorative», II, 1923, 12, pp. 465-480
- GOLZIO, ZANDER 1968: V. Golzio, G. Zander, *L'arte in Roma nel XV secolo*, Cappelli, Bologna 1968
- HES 2017: HES, *A climate change risk assessment*, Historic Environment Scotland, Edinburgh 2017
- KONSTA, DELLA TORRE 2020: A. Konsta, S. Della Torre, *Risk Management and Built Heritage: towards a systematic approach*, in P. Roca, L. Pelà, C. Molins (eds), *12<sup>th</sup> International Conference on Structural Analysis of Historical Constructions*, SAHC 2020, reperibile online <[https://www.scipedia.com/wd/images/c/c9/Draft\\_Content\\_383251813p816.pdf](https://www.scipedia.com/wd/images/c/c9/Draft_Content_383251813p816.pdf)> [01/02/2023]

- KUHN 1962: T.S. Kuhn, *The Structure of Scientific Revolutions*, University of Chicago Press, Chicago 1962
- JIGYASU ET AL. 2010: R. Jigyasu et al., *Managing Disaster Risks for World Heritage*, UNESCO World Heritage Centre, ICCROM, ICOMOS, IUCIN, Paris 2010
- JOYEUX-PRUNEL, DOSSIN, MATEI 2013: B. Joyeux-Prunel, C. Dossin, S.A. Matei, *Spatial (Digital) History: A Total Art History? — The Artl@s Project*, in «Visual Resources: An International Journal of Documentation», 29, 2013, 1-2, pp. 47-58
- LELO, CHODĚJOVSKÁ 2014: K. Lelo, E. Chodějovská (a cura di), *Digital Methods for Urban History*, in «Città e Storia», 9, 2014, 1, pp. 3-8
- LUCIDI 2012: B. Lucidi, *Saluti da Genazzano. Cartoline d'epoca dal 1900 ad oggi*, Associazione Turistica Pro Loco, Genazzano 2012
- LUPKIN 2009: P. Lupkin, "Auteur" or Architectural Historian? Digitally Modeling the New York YMCA, in «Visual Resources: An International Journal of Documentation», 25, 2009, 4, pp. 379-402
- MANCINELLI 2018: M.L. Mancinelli, *Gli standard catalografici dell'Istituto Centrale per il Catalogo e la Documentazione*, in R. Tucci, *Le voci, le opere e le cose. La catalogazione dei beni culturali demotnoantropologici*, Istituto centrale per il catalogo e la documentazione – Ministero dei beni e delle attività culturali e del turismo, Roma 2018, pp. 279-302
- MANOVICH 2015: L. Manovich, *Data Science and Digital Art History*, in «International Journal for Digital Art History», 1, 2015, pp. 12–35, reperibile online <www.dah-journal.org> [07/02/2023]
- MARIANO, PANEPUCCIA 1985: F. Mariano, C. Panepuccia, *Genazzano. Storia e architettura*, Kappa, Roma 1985
- MARTELLO 2022: A. Martello, *La schedatura delle Unità Urbane nella Carta del Rischio: un'esemplificazione*, in FIORANI ET AL. 2022, pp. 135-152
- MASTRODICASA 1999: S. Mastrodicasa, *Dissesti statici delle strutture edilizie*, Hoepli, Milano 1999
- MAZZOCCHI 2018: F. Mazzocchi, *Knowledge organization system (KOS)*, in «Knowledge Organization », 45, 1, 2018, pp. 54-78
- MICHALSKI 1992: S. Michalski, *A Systematic Approach to the Conservation (Care) of Museum Collections*, Workshop Notebook, Canadian Conservation Institute, Ottawa 1992
- MICHALSKI, PEDERSOLI 2016: S. Michalski, J.L. Pedersoli (eds), *The ABC Method. A risk management approach to the preservation of cultural heritage*, ICCROM, Ottawa 2016
- MINUTI 2001: R. Minuti, *Internet e il mestiere di storico. Riflessioni sulle incertezze di una mutazione*, in «Cromohs», 6, 2001, pp. 1-75
- NOIRET 2008: S. Noiret, *Informatica, storia e storiografia: la storia si fa digitale*, in «Memoria e Ricerca», 2008, 28, pp. 189-201
- NOIRET 2011: S. Noiret, *Storia digitale. Quali sono le risorse di rete usate dagli storici?*, 2011, pp. 173-231, reperibile online <https://www.academia.

- edu/1096776/Storia\_Digitale\_quali\_sono\_le\_risorse\_di\_rete\_usate\_dagli\_storici> [07/02/2023]
- NOIRET 2014: S. Noiret, *Storia digitale o storia con il digitale?*, in «Storiografia. Rivista annuale di storia», 18, 2014, pp. 239-244
- NOIRET 2015a: S. Noiret, *Storia pubblica digitale*, in «Zapruder. Storie in Movimento», 36, 2015, pp. 8-22, reperibile online <[https://www.academia.edu/12148556/Storia\\_Pubblica\\_Digitale](https://www.academia.edu/12148556/Storia_Pubblica_Digitale)> [07/02/2023]
- NOIRET 2015b: S. Noiret, *Storia contemporanea digitale*, in R. Minuti (a cura di), *Il web e gli studi storici, Guida critica all'uso della rete*, Carocci, Roma 2015, reperibile online <[https://www.academia.edu/16477404/Storia\\_contemporanea\\_digitale](https://www.academia.edu/16477404/Storia_contemporanea_digitale)> [07/02/2023]
- ORLANDO 2009: M. Orlando, *Il ruolo dei Sistemi Informativi Territoriali nel processo di recupero dei centri storici*, Franco Angeli, Milano 2009
- ORTOLEVA 1999: P. Ortoleva, *La rete e la catena. Mestiere di storico al tempo di Internet*, in «Memoria e Ricerca», n.s., 3, 1999, pp. 31-40, reperibile online <<http://www.fondazioneacasadioriani.it/modules.php?name=MR&op=body&id=76>> [07/02/2023]
- PANDOLFI 1998: A. Pandolfi, *La Carta del Rischio del patrimonio culturale italiano: metodi di censimento e di catalogazione*, in «Ricerche di Storia dell'arte», 65, 1998, pp. 17-22
- PEDERSOLI, AN TOMARCHI, MICHALSKI 2016: J.L. Pedersoli, C. Antomarchi, S. Michalski, *A Guide to Risk Management of Cultural Heritage*, ICCROM, Sharjah 2016
- PICON 2014: P.A. Picon, *L'architecture saisie par le numérique: théorie, histoire, archéologie/The Digital Capture of Architecture: Theory, History, Archeology*, in «Revue de L'Art», 2014, 186, pp. 83-89
- PISTILLI 2009: F.P. Pistilli, *La rifondazione di Genazzano ai tempi di Martino V*, in P. Piatti, R. Ronzani (a cura di), *Martino V. Genazzano, il pontefice, le idealità. Studi in onore di Walter Brandmüller*, Atti della giornata di studi (Genazzano, 6 settembre 2008), Centro culturale Agostiniano-Roma nel Rinascimento, Roma 2009, pp. 127-149
- PISTILLI 2010: F.P. Pistilli, *Un cantiere pontificio ai confini del regno durazzesco. La 'rinascita' di Genazzano sotto Martino V Colonna*, in A.C. Quintavalle (a cura di), *Medioevo: le officine*, Atti del convegno internazionale di studi (Parma, 22-27 settembre 2009), Electa, Milano 2010, pp. 635-649
- PUGLIANO 2009: A. Pugliano, *Elementi di un costituendo Thesaurus utile alla conoscenza alla tutela, alla conservazione dell'architettura: Il riconoscimento, la documentazione, il catalogo dei beni*, Prospettive edizioni, Roma 2009, 2 voll.
- QUINTERO, BILL, EPPICH 2007: M.S. Quintero, B. Bill, R. Eppich, *Conservation of Architectural Heritage: The Role of Digital Documentation Tools: The Need for Appropriate Teaching Material*, in «International Journal of Architectural Computing», 5, 2007, 2, pp. 239-253

- RAMALHINHO, MACEDO 2019: A.R. Ramalhinho, M.F. Macedo, *Cultural Heritage Risk Analysis Models: An Overview*, in «International Journal of Conservation Science», 10, 2019, 1, pp. 39-58
- RAVANKHAHAND, SCHMIDT 2014: M. Ravankhahand, M. Schmidt, *Developing Methodology of Disaster Risk Assessment for Cultural Heritage Sites*, in S. Perera, H. J. Henriksen, A. Revez, I., Shklovski (eds), *ANDROID Residential Doctoral School in Disaster Resilience*, Proceedings of 4<sup>th</sup> International Conference on Building Resilience (Salford Quays, UK, 8-11 September 2014), 2014, pp. 13-22, reperibile online <[https://www.academia.edu/15739479/Proceedings\\_of\\_the\\_ANDROID\\_Doctoral\\_School\\_in\\_Disaster\\_Resilience\\_2014](https://www.academia.edu/15739479/Proceedings_of_the_ANDROID_Doctoral_School_in_Disaster_Resilience_2014)> [01/02/2023]
- RONDELET 1831: G. Rondelet, *Traite theorique et pratique de l'art de Batir*, F. Didot Freres, Paris 1831 (trad. it.: *Trattato teorico e pratico dell'arte di edificare*, Stabilimento Tip. di Francesco Del Vecchio, Napoli 1841, u.e. Dedalo, Roma 2005, tomo IV)
- RUGGIERO 2000-01: M. Ruggiero, *Esperienze di formazione, gestione e utilizzo di sistemi informativi territoriali in ambito comunale*, Tesi di laurea in Fotogrammetria, relatore G. Bitelli, Università degli Studi di Bologna, A.A. 2000-01
- SALONIA 2000: P. Salonia, *Tecnologie informatiche per la gestione delle conoscenze nella conservazione del costruito storico*, in «Archeologia e Calcolatori», 11, 2000, pp. 219-240
- SALONIA, NEGRI 2005: P. Salonia, A. Negri, *Arkis-net: un web-gis per il progetto di conservazione assistito*, in «Archeologia e Calcolatori», 16, 2005, pp. 167-176
- SALVATORI 2017: E. Salvatori, *Digital (Public) History: la nuova strada di una antica disciplina*, in «RiMe. Rivista dell'Istituto di Storia dell'Europa Mediterranea», I, 2017, 1, pp. 57-94
- SHELBERT 2017: G. Schelbert, *Art History in the World of Digital Humanities: Aspects of a Difficult Relationship*, in A. Dressen, L. Markey (eds), *Critical Approaches to Digital Art History*, in «Kunsttexte.de», 4, 2017, 1, reperibile online <<https://edoc.hu-berlin.de/handle/18452/19404>> [07/02/2023]
- SCHÖCH 2013: C. Schöch, *Big? Smart? Clean? Messy? Data in the Humanities*, in «Journal of Digital Humanities», 2, 2013, pp. 1-13, reperibile online <<http://journalofdigitalhumanities.org/2-3/big-smart-clean-messy-data-in-the-humanities/>> [07/02/2023]
- SESSA, DI MARTINO, CARDONE 2016: S. Sessa, F. Di Martino, B. Cardone (a cura di), *GIS day 2015. Il GIS per il governo e la gestione del territorio*, Atti del convegno (Napoli, 18 novembre 2015), Aracne, Ariccia 2016
- SETTIS 2002: S. Settis, *L'illusione dei beni digitali*, in «Bollettino ICR», n.s., 2002, 5, pp. 7-17
- SOERGEL 2009: D. Soergel, *Knowledge Organization Systems: Overview*, 2009, reperibile online <<http://www.dsoergel.com/SoergelKOSOverview.pdf>> [12/02/2023]

- SPIZZICHINO 2014: D. Spizzichino, *Rischi naturali e patrimonio italiano*, in «Materiali e Strutture. Problemi di conservazione», n.s., III, 2014, 5-6, pp. 9-21
- STOVEL 2007: H. Stovel, *Effective use of authenticity and integrity as world heritage qualifying conditions*, in «City & Time», 2007, 3, pp. 21-36
- TAMBORRINO 2016: R. Tamborrino, *The Public Use of History in the Digital Society*, in «DigitCult. Scientific Journal on Digital Cultures», I, 2016, 1, pp. 49-58
- TRIFOGLI 2008-09: R. Trifogli, *Studio storico e restauro di Palazzo Apolloni a Genazzano*, Tesi di Laurea in Restauro Architettonico, relatore S.A. Curuni, Sapienza Università di Roma, A.A. 2008-09
- TRIGILIA 2007: A. Trigilia, *Rapporto sulle frane in Italia. Il progetto IFFI – Metodologia, risultati e rapporti regionali*, Rapporti 78/2007, APAT, Roma 2007
- TRIGILIA ET AL. 2021: A. Trigilia, C. Iadanza, B. Lastoria, M. Bussettini, A. Barbano, *Dissesto idrogeologico in Italia: pericolosità e indicatori di rischio*, Rapporti ISPRA 356/2021, ISPRA, Roma 2021, disponibile online <[https://www.isprambiente.gov.it/files2022/pubblicazioni/rapporti/rapporto\\_dissesto\\_idrogeologico\\_italia\\_ispra\\_356\\_2021\\_finale\\_web.pdf](https://www.isprambiente.gov.it/files2022/pubblicazioni/rapporti/rapporto_dissesto_idrogeologico_italia_ispra_356_2021_finale_web.pdf)> [01/02/2023]
- TRIZIO 2009: I. Trizio, *Indagini Stratigrafiche e Sistemi Informativi Architettonici: il GIS della chiesa di S. Maria in Valle Porclaneta*, in «Arqueología de la Arquitectura», 6, 2009, pp. 93-113
- URBANI 1976: G. Urbani, *Piano pilota per la conservazione programmata dei beni culturali in Umbria*, ICR, Roma 1976
- VAN OERS 2010: R. Van Oers, *Managing cities and the historic urban landscape initiative – an introduction*, in R. Van Oers, S. Haraguchi (eds), *Managing Historic Cities*, «World Heritage Papers», 2010, 27, pp. 7-17
- VANNUTELLI 1936: L. Vannutelli, *Ricordo del suolo nativo*, Soc. Tip. A. Macioce & Pisani, Isola del Liri 1936
- VARZI 2007: A. C. Varzi, *Spatial reasoning and ontology: parts, wholes, and locations* in M. Aiello, I. Pratt-Hartmann, J. van Benthem (eds), *Handbook of Spatial Logics*, Springer-Verlag, Berlin 2007, pp. 945-1038
- VITALI 2009: S. Vitali, *Dal documento alla risorsa: qualche riflessione metodologica sulle fonti storiche nell'era digitale*, in M. Panzeri, A. Farruggia (a cura di), *Fonti, metafonti e gis per l'indagine della struttura storica del territorio*, Celig, Torino 2009, pp. 13-18
- VODOPIVEC ET AL. 2014: B. Vodopivec, R. Žarnić, J. Tamošaitienė, M. Lazauskas, J. Šelih, *Renovation priority ranking by multicriteria assessment of architectural heritage: the case of castles*, in «International Journal of Strategic Property Management», 2014, 18, 1, pp. 88-100
- VON HUMBOLT, BONPLAND 2009: A. von Humboldt, A. Bonpland, *Essay on the Geography of Plants*, University of Chicago Press, Chicago 2009
- ZAMBONI 2018: I. Zamboni, *Tecniche speditive di rilievo stratigrafico per la valutazione della vulnerabilità sismica degli aggregati storici in muratura. Caso studio: Civita di Bagnoregio (VT)*, tesi di dottorato, XXX ciclo, Scuola

di Dottorato di ricerca in Architettura, Città e Design, Università IUAV di Venezia, 2018

ZANNI ROSIELLO 2005: I. Zanni Rosiello, *A proposito di web e del mestiere di storico*, in «Contemporanea», 8, 2005, 4, pp. 743-755

ZENG 2008: M. L. Zeng, *Knowledge Organization Systems (KOS)*, in «Knowledge Organization», 2008, 35, 2-3, pp. 160-182

ZORZI 2000: A. Zorzi, *Documenti, archivi digitali, metafonti*, in «Archivi & Computer», 2000, 3, pp. 289-290

WALLER 1994: R. Waller, *Conservation Risk Assessment: a strategy for managing resources for preventive conservation*, in «Studies in Conservation», 39, 1994, 2, pp. 12-16



CONSIGLIO SCIENTIFICO-EDITORIALE  
SAPIENZA UNIVERSITÀ EDITRICE

*Presidente*

UMBERTO GENTILONI

*Membri*

ALFREDO BERARDELLI  
LIVIA ELEONORA BOVE  
ORAZIO CARPENZANO  
GIUSEPPE CICCARONE  
MARIANNA FERRARA  
CRISTINA LIMATOLA

COMITATO SCIENTIFICO  
SERIE ARCHITETTURA

*Coordinatrice*

PAOLA VERONICA DELL'AIRA (Sapienza Università di Roma)

*Membri*

FEDERICA MORGIA (Sapienza Università di Roma)  
FRANCESCA GIOFRÈ (Sapienza Università di Roma)  
FEDERICA DAL FALCO (Sapienza Università di Roma)  
CRISTINA IMBROGLINI (Sapienza Università di Roma)  
FILIPPO LAMBERTUCCI (Sapienza Università di Roma)  
FABIO QUICI (Sapienza Università di Roma)  
FLAVIA CANTATORE (Sapienza Università di Roma)  
SIMONA SALVO (Sapienza Università di Roma)

Opera sottoposta a peer review. Il Consiglio scientifico-editoriale assicura una valutazione trasparente e indipendente delle opere sottoponendole in forma anonima a due valutatori, anch'essi anonimi. Per ulteriori dettagli si rinvia al sito: [www.editricesapienza.it](http://www.editricesapienza.it)

*This work has been subjected to a peer review. The Scientific-editorial Board ensures a transparent and independent evaluation of the works by subjecting them anonymously to two reviewers, anonymous as well. For further details please visit the website: [www.editricesapienza.it](http://www.editricesapienza.it)*

## COLLANA STUDI E RICERCHE

Per informazioni sui volumi precedenti della collana, consultare il sito:  
[www.editricesapienza.it](http://www.editricesapienza.it) | *For information on the previous volumes included  
in the series, please visit the following website: [www.editricesapienza.it](http://www.editricesapienza.it)*

127. Complexity of Social Phenomena  
Measurements, Analysis, Representations and Synthesis  
*Leonardo Salvatore Alaimo*
128. Etica ebraica e spirito del capitalismo in Werner Sombart  
*Ilaria Iannuzzi*
129. Trauma Narratives in Italian and Transnational Women's Writing  
*edited by Tiziana de Rogatis and Katrin Wehling-Giorgi*
130. Percorsi in Civiltà dell'Asia e dell'Africa II  
Quaderni di studi dottorali alla Sapienza  
*a cura di Marina Miranda*
131. Letture di Spinoza per il nuovo millennio  
*a cura di Pina Totaro e Giovanni Licata*
132. Lessico Leopardiano 2022  
*a cura di Valerio Camarotto*
133. Años ardientes y míticos  
El hispanismo italiano y los poetas de la Edad de Plata  
*Andrea Blarzino*
134. Mosaico insulare  
Verbi e modi contemporanei del racconto cubano  
*a cura di Mayerín Bello e Stefano Tedeschi*
135. Parola al testo  
Percorsi interdisciplinari di critica del testo  
*a cura di Olena Igorivna Davydova, Aliza Fiorentino, Giulia Lucchesi, Simone  
Muscionico, Mariangela Palombo*
136. Stilistica e letterature del mondo in lingua inglese  
nella didattica dei licei italiani  
*Isabella Marinaro*
137. Adaptation as a Transmedial Process  
Theories and Practices  
*edited by Mimmo Cangiano, Filippo Luca Sambugaro*
138. Centri storici, digitalizzazione e restauro  
Applicazioni e ultime normative della Carta del Rischio  
*Donatella Fiorani, Marta Acierno, Adalgisa Donatelli, Annarita Martello,  
Silvia Cutarelli*





Il libro completa il lavoro avviato con il volume *Centri storici, digitalizzazione e restauro. Applicazioni e prime normative della Carta del Rischio* (SUE 2022) sulla Carta del Rischio per i Centri Storici del Ministero della Cultura.

I due volumi nascono dalla stretta collaborazione fra Sapienza Università di Roma e MiC e illustrano la modalità per valutare il rischio di perdita del patrimonio storico urbano in Italia tramite l'impiego di un GIS istituzionale.

Due approfondimenti sul tema del rischio e sull'impiego del digitale nel restauro evidenziano problematiche e possibilità di gestione dati e, quindi, d'investigazione e orientamento delle attività conservative sul patrimonio costruito. Centrali sono le normative relative alle quattro schede della CdR-CS ancora inedite (Unità Urbana-Edilizia Puntuale e Specialistica, Spazio Urbano, Unità Edilizia, Fronte Edilizio). Chiariscono infine il funzionamento del sistema l'illustrazione dei vocabolari, degli algoritmi utilizzati e l'applicazione di alcuni modelli schedografici.

Il gruppo di lavoro di Sapienza è composto dalle professoressse **Donatella Fiorani** (Ordinaria), **Marta Acierno** e **Adalgisa Donatelli** (Associate), **Silvia Cutarelli** (Ricercatrice) e dalla dottoranda **Annarita Martello**, attive nel campo del restauro e nella definizione di strumenti digitali per la conservazione. Si occupano inoltre di teoria e prassi del restauro, dello studio e della salvaguardia dei centri storici, di architettura, costruzione e sicurezza degli edifici del passato.

ISBN 978-88-9377-277-8



9 788893 772778

