

Estratto Autore

# MATERIALI E STRUTTURE

PROBLEMI DI CONSERVAZIONE



CLIMA CHE CAMBIA  
BENI STORICI CHE RIMANGONO

NUOVA SERIE  
ANNO XII  
NUMERO 24  
2023

---

SAPIENZA  
UNIVERSITÀ DI ROMA

SAPIENZA • UNIVERSITÀ DI ROMA

DIPARTIMENTO DI STORIA, DISEGNO E RESTAURO DELL'ARCHITETTURA

# MATERIALI E STRUTTURE

PROBLEMI DI CONSERVAZIONE

CLIMA CHE CAMBIA  
BENI STORICI CHE RIMANGONO



NUOVA SERIE

XII

NUMERO 24

2023

---

MATERIALI E STRUTTURE. PROBLEMI DI CONSERVAZIONE

© Dipartimento di Storia, Disegno e Restauro dell'Architettura

Piazza Borghese, 9 – 00186 – Roma

Rivista semestrale, fondata nel 1990 da Giovanni Urbani

Autorizzazione del Tribunale di Roma n. 265 del 25/09/2012

Nuova serie, anno XII (2023), 24

ISSN 1121-2373

*Direttore editoriale:* Donatella Fiorani

*Consiglio Scientifico:* Giovanni Cangi, Maurizio Caperna, Francesco Doglioni, Paolo Fancelli, János Krähling, Alessandra Marino, Marica Mercalli, Dimitris Theodossopoulos, Fernando Vegas

*Comitato di Redazione:* Adalgisa Donatelli, Maria Grazia Ercolino (coordinatrice), Rossana Mancini, Chiara Mariotti, Sonia Pistidda, Leila Signorelli, Oana Tiganea, Luigi Veronese, Mariarosa Villani

*In copertina:* Venezia, il cortile del Palazzo Ducale durante l'*acqua grande* del 2019  
(foto F. Trovò)

La rivista è di proprietà dell'Università degli Studi di Roma «La Sapienza»

© Dipartimento di Storia, Disegno e Restauro dell'Architettura

Piazza Borghese, 9 – 00186 – Roma

Roma 2023 – Edizioni Quasar di Severino Tognon s.r.l.

via Ajaccio 41/43 - 00198 Roma

tel. 0685358444 - fax 0685833591

*Per ordini e abbonamenti:*

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

[info@edizioniquasar.it](mailto:info@edizioniquasar.it)

## Sommario

- 5 EDITORIALE  
CAMBIAMENTI DEL CLIMA E CONSERVAZIONE DEL PATRIMONIO:  
NODI E STRATEGIE PER UNA GESTIONE POSSIBILE  
-DONATELLA FIORANI
- 9 GLI EFFETTI DEI CAMBIAMENTI CLIMATICI SUL PATRIMONIO  
CULTURALE DI VENEZIA. PROPOSTA DI UN METODO PER LA  
DEFINIZIONE DI MISURE DI CONTRASTO  
-FRANCESCO TROVÒ
- 27 ANTICHE SUBSIDENZE E NUOVI CAMBIAMENTI CLIMATICI:  
LE SFIDE ATTUALI PER IL PATRIMONIO MONUMENTALE  
DI RAVENNA  
-ANDREA UGOLINI
- 45 DANISH BUILDING CULTURE AND CLIMATE: INVESTIGATIONS  
OF EXISTING KNOWLEDGE ON LIFE CYCLE ASSESSMENTS AND  
CONSERVATION VALUES IN MODERNIST MULTI-STOREY  
HOUSING 1930-74  
-BIRGITTE IANDERUP EYBYE, MOGENS A. MORGEN, NINA VENTZEL RIIIS
- 69 SOSTENIBILITÀ E CURA DEL PATRIMONIO URBANO:  
PER UN NUOVO MODELLO DI GESTIONE DELL'EFFICIENTAMENTO  
ENERGETICO NEI CENTRI STORICI. UN CASO STUDIO  
-MARIA VITIELLO
- 89 CAMBIAMENTI CLIMATICI E PATRIMONIO CULTURALE: METODI  
E STRUMENTI DI PROTEZIONE E VALUTAZIONE DEL RISCHIO  
-ALESSANDRA BONAZZA, RAFFAELA GADDI, ALESSANDRO SARDELLA
- 111 ABSTRACT

*Autori*

DONATELLA FIORANI  
Prof. Ordinario, Sapienza Università di Roma  
donatella.fiorani@uniroma1.it

FRANCESCO TROVÒ  
Prof. Associato, IUAV  
trovo@iuav.it

ANDREA UGOLINI  
Prof. Associato,  
Università *Alma Mater* di Bologna  
a.ugolini@unibo.it

BIRGITTE TANDERUP EYBYE  
Assistant Professor,  
Aarhus School of Architecture  
bte@aarch.dk

MOGENS A. MORGEN  
Professor, Aarhus School of Architecture  
mom@aarch.dk

NINA VENTZEL RIIS  
Assistant Professor,  
Aarhus School of Architecture  
nvr@aarch.dk

MARIA VITIELLO  
Ricercatore tdB, Sapienza Università di Roma  
maria.vitiello@uniroma1.it

ALESSANDRA BONAZZA  
Geologa, Ricercatore CNR  
a.bonazza@isac.cnr.it

RAFFAELA GADDI  
Chimica, Tecnologa, ISPRA  
raffaella.gaddi@isprambiente.it

ALESSANDRO SARDELLA  
Geologo, Ricercatore CNR  
a-sardella@isac.cnr.it

*Responsabili Peer Review per il presente numero:*

MARTA ACIERNO, CARLOTTA COCCOLI, MARIA ELENA CORRADO, SILVIA CUTARELLI,  
FRANCESCO DOGLIONI, GIOVANNA FRANCO, GUSTAF LEIJONHUFVUD, CLAUDIO MENICHELLI,  
CHIARA PORROVECCHIO, VALERIA PRACCHI

## Editoriale

*Cambiamenti del clima e conservazione del patrimonio:  
nodi e strategie per una gestione possibile*

DONATELLA FIORANI

Il cambiamento climatico costituisce, come la guerra, un grande e irrisolto problema che agita la contemporaneità e minaccia il nostro patrimonio culturale. Mentre però la relazione fra guerra e distruzione del patrimonio appare immediata e diretta, il rapporto fra situazione climatica e architettura risulta particolarmente complesso, perché mediato da una molteplicità di fattori diversi.

L'architettura storica, in particolare, si è conformata attorno ai vincoli posti dai condizionamenti climatici: orientamento dei fabbricati, numero e grandezza dei vani in facciata, forma delle coperture, selezione e assemblaggio dei materiali costituiscono alcuni degli elementi che, assieme alla tipologia e alla disposizione degli impianti preindustriali, connotano gli edifici del passato, definendone in buona parte l'inconfondibile specificità.

Uno scenario totalmente diverso caratterizza invece l'architettura degli ultimi cinquant'anni che, almeno fino ai più recenti richiami per la sostenibilità, ha prevalentemente delegato alla tecnologia impiantistica il conseguimento del benessere interno degli ambienti. Tale delega fiduciosa è talvolta arrivata al compiacimento per la raggiunta indipendenza dai condizionamenti esercitati dal contesto, come dimostra la diffusione delle facciate vetrate ad ogni latitudine del pianeta.

Proprio la corrispondenza con le esigenze climatiche locali ha garantito quindi la maggiore sostenibilità dell'architettura storica, consentendole di rispondere alle sollecitazioni climatiche senza richiedere adattamenti e spese particolarmente onerosi.

La recente consapevolezza del rapido mutare delle condizioni climatiche del pianeta, che in meno di 150 anni ha visto la temperatura media aumentare di più di un grado centigrado, ha indotto una forte preoccupazione nei confronti degli scenari futuri. Secondo diversi Rapporti dell'Organizzazione delle Nazioni Unite, infatti, tale temperatura potrebbe aumentare ancora di altri 3,2 °C entro la fine del secolo, soprattutto a causa delle emissioni di biossido di carbonio e di metano, determinando gravi fenomeni siccitosi e alluvionali.

Nella situazione prefigurata, nuovi pericoli si prospettano per l'architettura storica, nell'immediato e nel futuro prossimo. Le problematiche di tutela attuali sono già piuttosto evidenti: il contenimento dell'uso dei carburanti fossili, ai quali si riconduce una consistente responsabilità nel riscaldamento del clima, ha infatti incrementato le nuove forme di produzione energetica da fonti rinnovabili; la conseguente diffu-

sione di pale eoliche e pannelli fotovoltaici ha quindi comportato un forte impatto sul paesaggio. Ugualmente, il ricorso indiscriminato alla coibentazione delle murature storiche, la cui apprezzabile inerzia termica è spesso già normalmente garantita dalla buona compattezza e dal consistente spessore, ha causato trasformazioni incongrue all'interno e all'esterno dei fabbricati; fra queste vi sono soprattutto la mutazione delle geometrie interne degli ambienti, specie se voltati, e la trasformazione delle facciate, con le cornici delle finestre un tempo emergenti dal filo della parete oggi annegate negli strati di rivestimento. Per non parlare dei nuovi materiali industriali, prodotti in virtù delle loro particolari caratteristiche isolanti e per questa ragione spesso sostituiti a quelli tradizionali già in opera malgrado la loro ancora verosimile efficienza.

Nel futuro, ai guasti determinati da modalità d'intervento che non distinguono l'edilizia storica tradizionale da quella industriale più recente, anche con la complicità di disposizioni normative non sufficientemente attente, il cambiamento climatico potrebbe indurre problemi ancor più consistenti. Una variazione di temperatura significativa come quella prevista genererebbe infatti pericoli diretti per gli edifici (specie le alluvioni) ma incrementerebbe anche notevolmente ulteriori pericolosità già esistenti, come frane o incendi.

È proprio questo secondo corno del problema a offrire maggiori stimoli alla ricerca nel campo del restauro, specie in riferimento al settore della conservazione programmata. Quest'ultima prospettiva, ideata da Giovanni Urbani quasi mezzo secolo fa, associa infatti alla previsione dei fenomeni di pericolosità indotti dall'ambiente o dagli esseri umani, la conoscenza specifica della vulnerabilità dei beni culturali destinati a subirne l'azione, al fine di determinare l'effettivo livello di rischio di perdita di questi ultimi. A questa strategia di valutazione si lega la possibilità di prevedere gli eventi futuri; tale previsione, come avviene normalmente in ambito scientifico, si basa sull'osservazione degli accadimenti passati. Uno dei casi più noti nel nostro campo riguarda la probabilità di occorrenza dei terremoti (su cui si calcola il livello di miglioramento strutturale degli edifici), ricavata dalla conoscenza della cronologia e dell'intensità dei sismi storicamente documentati. Fra l'altro, proprio l'osservazione dei fenomeni passati legati alla pericolosità del clima consente di comprendere se e in che misura la situazione sia effettivamente cambiata, valutazione alla base di una qualunque seria analisi scientifica.

Vagliata quindi l'effettiva mutazione delle condizioni passate, come si può procedere nella valutazione dei rischi indotti da eventi ambientali di cui sembrano essere sovvertite modalità e caratteristiche?

Gli scenari di ricerca che si aprono sono numerosi e coinvolgono molte discipline 'dure', dalle scienze ambientali alla fisica, dalla chimica al calcolo probabilistico; ad esse spetta il compito d'immaginare una nuova strategia previsionale, magari basata sui dati ancora limitati delle anomalie climatiche registrate in questi ultimi anni. Ad architetti, ingegneri e restauratori pertiene invece la responsabilità di capire come valutare le vulnerabilità degli edifici e dei loro apparati decorativi. Praticamente tutti i

settori del sapere dovrebbero partecipare alla messa a punto di modalità integrate per rispondere e attenuare rischi ed effetti di questo cambiamento e per intervenire nella prevenzione e nel post-emergenza. È probabilmente inutile aggiungere che anche la migliore integrazione di questi sforzi risulterà insufficiente se non sostenuta da una politica virtuosa e in grado di guardare seriamente al futuro.

Proprio per la particolare ampiezza dello spettro d'interessi, lo stato dell'arte in questa complessa materia appare ancora frammentario e stenta a trovare linee di convergenza consolidate almeno per tre ragioni fondamentali, consistenti nella diversa gerarchia degli interessi che animano uno o l'altro settore, nel disallineamento dell'approccio di studio nello scenario internazionale e nella conseguente difficile collimazione del lessico in grado di restituire pienamente le varie sensibilità.

Alcune ricerche in ambito nazionale e internazionale hanno proposto approcci e metodi di calcolo del rischio orientati piuttosto diversamente, che variano dalle modalità del *multicriteria decision making* alle ricerche di strategie computazionali capaci di relazionare fenomeni distanti fra loro per identificare livelli di rischio confrontabili su beni culturali differenti in contesti differenti. I sistemi su base decisionale, molto apprezzati in ambito aziendale e soprattutto utilizzati in contesti anglofoni, si affidano perlopiù alla messa a sistema di giudizi qualitativi di esperti in parte formulati su previsioni ipotetiche. Le strategie computazionali lavorano invece nella messa in relazione di dati provenienti da elaborazioni condotte all'interno di contesti specialistici, come chiaramente evidenziato dal sistema Carta del Rischio del Ministero della Cultura italiano; quest'ultimo ben sviluppa le potenzialità di georeferenziazione delle informazioni e dell'interoperabilità fra banche dati dello stesso ministero, separando la valutazione tecnica da quella legata a giudizi di valore.

Entrambe le modalità considerano uno scenario estensivo, al cui interno si vogliono evidenziare i diversi livelli di rischio dei beni culturali al fine di orientare precise strategie di prevenzione o d'intervento. La particolare prospettiva della conservazione programmata delineata da Urbani è infatti rivolta alla dimensione territoriale dei fenomeni; questa modalità trascende il singolo caso operativo su cui normalmente si applicano gli architetti restauratori, ma la presenza di questi ultimi risulta non meno indispensabile. Solo il loro intervento, infatti, aiuta a mantenere in cima alla gerarchia degli interessi la cura per l'edilizia storica, mentre le loro competenze consentono di selezionare e raccogliere le informazioni utili alla valutazione della vulnerabilità.

La difficile messa a sistema dei diversi impalcati concettuali proposti per il calcolo del rischio, anche quello legato al cambiamento climatico, trova uno snodo fondamentale nella questione del lessico, indispensabile a garantire l'univocità dei dati raccolti e delle conclusioni raggiunte. Purtroppo, anche qui i risultati sinora ottenuti dagli studi si scontrano con accezioni terminologiche non univoche, che palesano le divergenze culturali dovute a specializzazioni e/o a contesti geografici diversi ma che frenano la possibilità di scambiare informazioni fra più sistemi digitali e riducono la grande potenzialità inferenziale da questi garantita.



I saggi raccolti in questo numero della rivista documentano alcune delle ricerche avviate, in corso di elaborazione o concluse sugli effetti del cambiamento climatico sui monumenti. Non si poteva non partire dal caso esemplare di Venezia, per il quale il contributo di Francesco Trovò illustra un programma di lavoro incardinato sullo scenario configurato dalle diverse direttive Unesco, Icomos, dell'Unione Europea, italiane e specificatamente locali. Il contesto di Ravenna, illustrato nel saggio di Andrea Ugolini, si confronta invece sulla delicata questione del discernimento fra antiche e nuove cause di pericolosità: anche qui l'acqua è una presenza storica importante ma insidiosa, il cui livello è variato anche in passato per noti fenomeni di subsidenza con cui si sono confrontati celebri restauri, una realtà che va tenuta ben presente nei monitoraggi e nelle valutazioni dei rischi attuali.

L'articolo di Birgitte Tanderup Eybye, Mogens Morgen, Nina Ventzel Riis restituisce una realtà completamente diversa per contesto geografico, architettonico e per prospettive metodologiche, illustrando le analisi condotte su un insieme di case danesi risalenti al secondo e terzo quarto del Novecento. Si apre in tal modo la riflessione sulla sostenibilità energetica dell'architettura esistente con la proposta d'integrare le modalità di *Life-Cycle Assessment* utilizzate in ambito tecnologico con valutazioni di tipo valoriale-qualitativo. Tale proposta risulta decisamente lontana da quella veicolata dal contributo di Maria Vitiello, che sposta piuttosto l'accento, in continuità con la cultura del restauro italiana, sulla necessità di elaborare sistemi valutativi saldamente ancorati agli aspetti costruttivi e materici specifici della preesistenza, come si evince dal rilevamento proposto per un centro storico molisano, anche attento ai possibili addentellati con i modelli schedografici della Carta del Rischio. L'ultimo intervento, di Alessandra Bonazza, Raffaella Gaddi e Alessandro Sardella, entra nello specifico dei sistemi per la valutazione di pericolosità, vulnerabilità e rischio, offrendo due particolari approfondimenti, rispettivamente dedicati alla pericolosità dovuta ai fenomeni climatici estremi e all'inquinamento (quest'ultimo ancora in riferimento al lavoro svolto per la Carta del Rischio); la proposta finale per il calcolo della vulnerabilità elaborata nell'ambito di una ricerca europea evidenzia, fra l'altro, il problema della mancata convergenza attorno ai nodi non solo lessicali di cui si è già detto.

Lontano, quindi, dal poter definire un orizzonte consolidato di una ricerca che appare comunque relativamente giovane (l'interesse per la valutazione del rischio di perdita dei beni culturali vanta poche decadi di vita), il presente numero di «Materiali e Strutture» restituisce piuttosto l'orizzonte dinamico e per certi versi appassionante di un lavoro in itinere. Esso evidenzia soprattutto l'indispensabile necessità, perché gli sforzi fatti possano arrivare alla opportuna maturazione, di un confronto culturale ampio e consapevole del bisogno d'integrare fra loro tutte le diverse competenze nel comune obiettivo della difesa del patrimonio storico-architettonico.



I S S N 1121-2373