

# CONSOLIDAMENTO DEGLI EDIFICI STORICI

Il anno, obbligatorio, CFU 8

Proff. Fabrizio De Cesaris e Cesare Tocci

Contributi di Liliana Ninarello e Renata Finocchiaro

Il corso si propone di affrontare gli aspetti progettuali legati alla riparazione e al rinforzo degli edifici storici.

Una particolare attenzione è riservata alle pratiche di indagine (storica, costruttiva, conservativa) miranti alla determinazione delle condizioni strutturali degli edifici oggetto dell'intervento, siano stati colpiti da recenti eventi sismici o da dissesti statici legati alle condizioni del sedime e alle manomissioni/alterazioni subite nel tempo. La risoluzione delle criticità costituisce l'obiettivo delle operazioni di rinforzo che tuttavia potranno essere definite considerando l'efficacia tecnica dei provvedimenti proposti e gli aspetti di compatibilità con le caratteristiche che rendono l'edificio meritevole di tutela, ovvero con i criteri base della conservazione.

All'interno del corso è previsto un modulo di approfondimento dedicato alle azioni dinamiche indotte dal sisma sulle costruzioni murarie e alle strategie di intervento che consentono di mitigare la vulnerabilità del patrimonio edilizio o riparare i danni da esso subiti. Seguendo il percorso concettuale delineato dalla Direttiva PCM 09/02/2011 e a valle di un inquadramento preliminare del problema sismico, il modulo si propone di far vedere come alcuni concetti fondamentali di dinamica e criteri di verifica da normativa meritino di essere precisati quando debbano essere applicati alle costruzioni murarie storiche.

Sulla base del riconoscimento dell'efficacia delle tecniche costruttive storiche in area sismica, sperimentalmente dimostrata dai terremoti del 2009 e 2016, il corso propone una disamina di esempi ormai classici e di interventi recenti basati sia su tecnologie moderne sia sulla parafrasi attualizzata delle tecniche storiche, esemplificandole su casi concreti.

## Argomenti delle lezioni

- 1a) Introduzione alle tematiche del corso: le caratteristiche costruttive della muratura storica
- 1b) Qualità e limiti delle strutture di orizzontamento (volte, cupole, solai, coperture)
- 2a) Prolusione al modulo di *Azioni dinamiche*: la muratura storica come assemblaggio
- 2b) Il restauro settecentesco della cupola di San Pietro
- 3a) Criteri generali nei consolidamenti storici
- 3b) Analisi critica di alcuni esempi e tecniche
- 4a) Modelli meccanici per pareti a tessitura regolare
- 4b) Il restauro della colonna di Marco Aurelio: da Domenico Fontana ad Antonino Giuffrè
- 5a) Tecniche per gli interventi di messa in sicurezza
- 5b) Dispositivi e tecniche di rinforzo tradizionali (statico e antisismico) per edifici murari
- 6a) Analisi critica della Direttiva PCM 9/2/2011 (Linee Guida)
- 6b) Cenni di sismologia
- 7a) Modelli meccanici generalmente adottati ai fini delle verifiche strutturali; considerazioni sull'efficacia
- 7b) Conoscenza storica e analisi costruttiva, diretta e strumentale, invasiva e non
- 8a) Introduzione alla dinamica delle strutture elastiche
- 8b) La dinamica delle strutture di blocchi rigidi (modello di Housner, modello roll&rock)
- 9a) Dispositivi e tecniche di rinforzo attuali per edifici murari.
- 9b) Analisi di alcuni esempi tra tradizione e innovazione
- 10a). La dinamica delle strutture di blocchi rigidi: casi reali (colonna di Marco Aurelio, colonna di Capo Colonna, le volte del Palazzo Serra di Cassano a Napoli)
- 10b) La dinamica delle strutture di blocchi rigidi: le indicazioni della normativa (spettri di risposta in accelerazione e spostamento, spettri di piano)
- 11a) Consolidamento delle strutture fondali
- 11b) Vecchie e nuove tecnologie a confronto

- 12) Arte del costruire e cultura del terremoto: danni sismici e tecniche antisismiche storiche (I e II)
- 13a) Consolidamento e rinforzo di archi e orizzontamenti voltati
- 13b) Interventi su solai e coperture in legno
- 14a) Modelli meccanici per l'analisi sismica delle costruzioni murarie
- 14b) Analisi cinematica lineare delle costruzioni murarie: applicazioni
- 15a) Il consolidamento delle strutture archeologiche
- 15b) Interventi su strutture moderne oggetto di tutela
- 16) Criteri e tecniche di intervento sulle costruzioni murarie storiche: esempi da progetti (I e II)
- 17a) Tecniche di rinforzo delle strutture secondarie (supporti, controsoffitti, tramezzature)
- 17b) Modalità e strumenti della progettazione (PFTE-Esecutivo) e dell'esecuzione
- 18) Esempi di intervento: i restauri della cattedrale di San Nicolò l'Arena a Catania e della chiesa di San Pietro di Coppito a L'Aquila
- 19a) Esempi di intervento: Palazzo Benedetti a L'Aquila; abitazioni storiche a Lucoli in provincia dell'Aquila; Palazzo comunale di Valcimarra (MC); Loggia dei Papi (VT); ponte di Vulci (VT)
- 19b) Sopralluogo in cantiere (da definire)
- 20) Esempi di intervento: i restauri di Palazzo Ardinghelli a L'Aquila e la ricostruzione della cupola di San Giovanni Battista delle Monache a Napoli

### Bibliografia di riferimento

- F. De Cesaris, R. Mancini, *Rinforzo strutturale nel restauro*, Palombi, Roma 2023
- F. De Cesaris, S. Passigli, F. Porfiri, L.J. Senatore, *Palazzo Pallotta a Caldarola (MC): lettura della costruzione storica tra documenti e materia*, in R.M. Dal Mas, F. De Cesaris, R. Mancini (a cura di), *Materiali, territorio e cantiere nell'Italia centrale medievale e moderna*, Quasar, Roma 2024, pp. 5-40
- C.F. Carocci, C. Tocci, *Antonino Giuffrè. Leggendo il libro delle antiche architetture*, Gangemi, Roma 2010

### Per approfondimenti

- M. Como, *Statica delle costruzioni storiche in muratura*, Aracne, Roma, 2015
- S. Di Pasquale, *Arte del costruire. Tra conoscenza e scienza*, Marsilio, Venezia 1996
- A. Giuffrè, *Lecture sulla meccanica delle murature storiche*, Kappa, Roma 1991
- J. Heyman, *The stone skeleton*, Cambridge University Press, Cambridge 1997
- Direttiva PdCM 09/02/2011, *Valutazione e riduzione del rischio sismico del patrimonio culturale con riferimento alle Norme tecniche per le costruzioni di cui al decreto del Ministero delle infrastrutture e dei trasporti del 14 gennaio 2008*, Gazzetta ufficiale n. 47 del 26/02/2011
- A. Prota, F. da Porto, M. Dolce (a cura di), *Criteri e soluzioni per la progettazione di interventi integrati e sostenibili Rafforzamento sismico ed efficientamento energetico di edifici esistenti*, Doppiavoce, Napoli 2024

Ulteriori approfondimenti relativi agli argomenti trattati nelle lezioni saranno indicati durante il corso.