

Caratterizzazione meccanica in situ. L'aiuto al progettista della normativa italiana

In situ mechanical characterization. The help of Italian law for the designer

ALAN CRIVELLARO

Abstract

Lo scopo di questo contributo è quello di illustrare i vantaggi e le potenzialità che la normativa tecnica italiana fornisce ai progettisti di interventi di recupero e restauro di strutture lignee, con particolare riferimento alle strutture appartenenti ai beni culturali.

The purpose of this contribution is to illustrate the advantages and potentials that technical regulation gives to designers for rehabilitation works and restoration of timber structures, with particular regards to cultural heritage.

Introduzione

L'origine biologica del legno viene spesso citata, a ragione, per asserire che esso è un materiale ecosostenibile. È utile ricordare, visto lo specifico argomento di questo contributo, che l'origine biologica del legno consiste nel fatto che questo materiale viene prodotto da un organismo vivente: l'albero. È possibile descrivere almeno sommariamente alcune caratteristiche che accomunano i legni prodotti dalle diverse specie di alberi.

In primis, tutti i legni hanno due caratteristiche in comune, le quali incidono pesantemente sulle loro proprietà meccaniche:

- 1) tutti i legni hanno struttura porosa;
- 2) tutti i legni sono meccanicamente molto resistenti in rapporto alla loro densità.

Entrambe queste caratteristiche, la porosità e la resistenza meccanica, derivano dalla costituzione cellulare del legno. Non va infatti dimenticato che il legno, di qualunque specie, è costituito da cellule, composte da una parete cellulare rigida che racchiude una cavità interna. Tale cavità può contenere diverse sostanze, ognuna delle quali può conferire caratteristiche peculiari ai vari legni (odore, colore ecc.).

Ciò che qui più ci interessa è il rapporto volumetrico fra spazio occupato dalle pareti cellulari e spazio occupato dai lumi cellulari.

La massa volumica rappresenta infatti il rapporto fra la massa di pareti cellulari e il volume apparente di legno (pareti cellulari più cavità cellulari).

Perché è importante parlare di massa volumica del legno?

Essenzialmente per due motivi: perché la massa volumica è strettamente legata alle prestazioni meccaniche del legno e perché essa è molto variabile sia fra i diversi legni sia fra pezzi di legno della stessa specie legnosa.

Unendo le due affermazioni precedenti si può giungere alla seguente considerazione: le proprietà meccaniche del legno sono molto variabili, sia fra legni diversi, sia all'interno di una stessa specie legnosa.

Il legame fra massa volumica del legno e le sue proprietà meccaniche è

intuibile dal fatto che a maggiore massa volumica corrisponde una maggior quantità di «materiale resistente» nel volume di legno considerato.

Tuttavia, le resistenze meccaniche di un elemento ligneo non dipendono solo dalla sua massa volumica, ma anche da una serie di altri fattori.

Fra questi si ricordano principalmente la presenza di nodi, l'inclinazione della fibratura rispetto all'asse longitudinale dell'elemento, le soluzioni di continuità dei tessuti (cipollatura).

La presenza e l'entità di queste caratteristiche in ogni elemento strutturale concorrono alla definizione del suo specifico profilo resistente.

Come è possibile considerare affidabile un materiale da costruzione sapendo che le sue proprietà di resistenza meccanica sono molto variabili? Attraverso la classificazione secondo la resistenza.

La classificazione del legno secondo la resistenza ha infatti lo scopo di ovviare alla variabilità delle caratteristiche del legno che influenzano le sue proprietà meccaniche.

Classificare il legno ha proprio questo significato: dividere il legname per usi strutturali in classi (gruppi) omogenee di legname.

Per fare questo è necessario valutare ogni singolo elemento ligneo, al fine di stimare il suo profilo di resistenza, onde inserirlo nella classe appropriata. Tale processo di classificazione può essere eseguito con modalità diverse: a vista e/o a macchina (attraverso strumentazioni con vario principio di funzionamento).

Normativa di riferimento per la caratterizzazione meccanica *in situ*

La normativa di riferimento per le strutture lignee esistenti è rappresentata in generale dalle norme tecniche per le costruzioni DM 14/09/2009 e in particolare, per le strutture appartenenti ai beni culturali, dalla normativa tecnica UNI.

Dal paragrafo 9.2. *Criteri generali* del citato DM 14/09/2009 si riporta testualmente: «Quando ricorrono particolari complessità a livello di acquisizione dati e di processo conoscitivo, come nei casi di edifici storico-monumentali ed artistici di grande significatività e complessità, la valutazione della sicurezza potrà essere fondata su una accurata anamnesi storica della costruzione e su processi logico-deduttivi, ed espressa e motivata con un "giudizio esperto" formulato da una commissione di tre esperti...». Vengono qui in aiuto al progettista le norme tecniche UNI 11119:2004 e UNI 111138:2004 elaborate dalla commissione «Beni culturali-NORMAL».

La norma UNI 11119 *Beni culturali - Manufatti lignei - Strutture portanti degli edifici - Ispezione in situ per la diagnosi degli elementi in opera* stabilisce obiettivi, procedure e requisiti per la diagnosi dello stato di conservazione e la stima della resistenza e della rigidità di elementi lignei in

opera nelle strutture portanti di edifici compresi nell'ambito dei beni culturali, attraverso l'esecuzione di ispezioni in situ e l'impiego di tecniche e metodologie di prova non distruttive.

La tecnica di classificazione impiegata si basa su quelle elaborate per la classificazione a vista del legname nuovo, tenendo però in grande considerazione eventuali alterazioni e degradamenti presenti sulla struttura in opera.

La possibilità di visionare un elemento in opera è spesso limitata e questo rende la valutazione complessa o, in casi limite, non attuabile (elementi ricoperti da strati decorativi che impediscono l'osservazione del legno).

La valutazione della capacità portante delle membrature in opera avviene attraverso l'esecuzione di una indagine diagnostica su tutti gli elementi della struttura.

L'indagine comprende diverse fasi:

- l'identificazione della specie legnosa (UNI 11118:2004);
- la stima del contenuto di umidità del legno della presenza di eventuali gradienti di umidità negli elementi;
- la definizione della classe di rischio biologico per il legno, secondo le UNI EN 335-1 e UNI EN 335-2;
- il rilievo dimensionale dell'elemento ligneo;
- la classificazione secondo la resistenza di ogni elemento;
- la valutazione strumentale volta a quantificare l'estensione del degradamento nelle zone non a vista (ad esempio: testate immerse nella muratura),
- la stima della sezione resistente residua e la stima della efficienza dei collegamenti.

Le prime tre fasi consentono di stabilire se la struttura in opera è attualmente soggetta a degradamento biotico da parte di specifici organismi xilofagi. Tutte le altre valutazioni consentono l'identificazione di un profilo resistente per ognuno degli elementi che compongono la struttura in esame.

Tale metodologia di indagine richiede una collaborazione multidisciplinare: tecnologo del legno e strutturista devono integrare le loro competenze.

Il tecnologo del legno ha le specifiche conoscenze per conoscere la qualità originaria del legno e dei collegamenti, i degradamenti eventualmente intervenuti nel tempo e le attuali prestazioni della struttura.

Allo strutturista spetta il compito di valutare se la resistenza attesa del legno sia sufficiente a valutare le esigenze strutturali. Insieme, queste due figure professionali valuteranno eventuali necessarie soluzioni di interventi di sostituzione, integrazione o rinforzo.

È a questo punto utile al progettista la norma UNI 11138:2004 *Beni culturali - Manufatti lignei - Strutture portanti degli edifici - Criteri per la valutazione preventiva, la progettazione e l'esecuzione di interventi*.

La norma fornisce le indicazioni generali sui criteri che devono guidare tutte le operazioni di valutazione preven-

A&RT

tiva, di elaborazione e di stesura dei progetti, nonché di esecuzione degli interventi su manufatti lignei costituenti elementi portanti di edifici di interesse culturale al fine di garantirne e/o mantenerne l'effettiva consistenza fisica e la funzionalità, ove possibile.

La norma si articola nelle cinque sezioni di seguito elencate:

- a) valutazione preventiva dello stato di fatto. Si avvale della procedura descritta nella norma UNI 11119 per la caratterizzazione strutturale, ma comprende anche una analisi storica. Lo scopo di questa fase è la valutazione dello stato di fatto e la comprensione del comportamento globale dell'edificio e del ruolo svolto dalle membrature lignee, anche nei confronti della stabilità complessiva.
- b) progettazione dell'intervento. Dalle indicazioni e dai risultati della fase precedente, diverse competenze multidisciplinari concorrono in questa fase alla progettazione ed alla valutazione preliminare dell'efficacia dell'intervento. La norma prevede il rispetto dei criteri di reversibilità e di compatibilità fisico-meccanica nel caso di interventi di recupero.
- c) criteri per il controllo di efficacia di un intervento, preliminare all'intervento stesso;
- d) metodologie e tecniche di esecuzione di un intervento, che deve essere eseguito da personale specializzato;
- e) ispezioni periodiche specifiche per tipologia e tempistica.

La norma si occupa degli aspetti più strettamente tecnico-scientifici relativi alla valutazione, alla progettazione e all'esecuzione dell'intervento, senza fornirne tutti i dettagli operativi.

Conclusioni

Esistono gli strumenti normativi che possono venire in aiuto al progettista nella caratterizzazione meccanica in situ di strutture esistenti e nelle successive fasi di progettazione ed esecuzione di interventi. È necessario diffondere una conoscenza del materiale legno per evitare che si demoliscano strutture in legno solo perché vecchie. Vecchio non significa nulla, bisogna conoscere prima di agire, e a questo serve la norma di concerto con l'ausilio del progettista.

Alan Crivellaro, tecnologo del legno, dottorando di ricerca presso Dipartimento Territorio e Sistemi Agro Forestali, Università di Padova.

Riferimenti bibliografici

- UNI EN 335:2006. *Durabilità del legno e dei prodotti a base di legno - Definizione delle classi di utilizzo - Parte 1: Generalità*
- UNI EN 335:2006. *Durabilità del legno e dei prodotti a base di legno - Definizione delle classi di utilizzo - Parte 2: Applicazione al legno massiccio*
- UNI 11118:2004. *Beni culturali - Manufatti lignei - Criteri per l'identificazione delle specie legnose*
- UNI 11119:2004. *Beni culturali - Manufatti lignei - Strutture portanti degli edifici - Ispezione in situ per la diagnosi degli elementi in opera*
- UNI 11138:2004. *Beni culturali - Manufatti lignei - Strutture portanti degli edifici - Criteri per la valutazione preventiva, la progettazione e l'esecuzione di interventi*
- L. UZIELLI (coordinatore) (2004), *Il Manuale del Legno Strutturale*, Mancosu Editore, Roma
- G. GIORDANO, A. CECCOTTI, L. UZIELLI (1999), *Tecnica delle costruzioni in legno*, Hoepli, Milano, V edizione