

Stefano Cascio

Consolidamento solai di legno

TECNICHE DI INTERVENTO ED ESEMPI PRATICI

→ Guida al consolidamento dei solai di legno

- ✎ Tecniche costruttive per solai intermedi
- ✎ Classificazione a vista dei legnami
- ✎ Materiali utilizzati per il consolidamento dei solai
- ✎ Tecniche di intervento
- ✎ Esempi di calcolo

→ Software di calcolo e verifica (SLU e SLE)

- ✎ Rinforzo di solai con: protesi di legno e barre incollate; mensola di acciaio; mensola di legno; soletta di calcestruzzo; legno aggiunto; trave di acciaio collocata all'estradosso; trave di acciaio collocata all'intradosso
- ✎ Calcolo di una trave di legno

→ Aggiornato all'Eurocodice 5

Progettazione delle strutture di legno (UNI EN 1995:2009)

Stefano Cascio

CONSOLIDAMENTO SOLAI DI LEGNO

ISBN 13 978-88-8207-554-5

EAN 9 788882 075545

Software, 76

Prima edizione, maggio 2014

Cascio, Stefano <1950->
Consolidamento solai di legno / Stefano Cascio. – Palermo :
Grafill, 2014.
(Software ; 76)
ISBN 978-88-8207-554-5
1. Solai di legno. SBN Pal0267301
624.184 CDD-22
CIP – Biblioteca centrale della Regione siciliana "Alberto Bombace"

Il presente volume è **disponibile anche in versione eBook** (formato *.pdf) compatibile con **PC, Macintosh, Smartphone, Tablet, eReader**.

Per l'acquisto di eBook e software sono previsti pagamenti con conto corrente postale, bonifico bancario, carta di credito e paypal. Per i pagamenti con carta di credito e paypal è consentito il download immediato del prodotto acquistato.

Per maggiori informazioni inquadra con uno smartphone o un tablet il codice QR sottostante.



I lettori di codice QR sono disponibili gratuitamente su Play Store, App Store e Market Place.

© **GRAFILL S.r.l.**

Via Principe di Palagonia, 87/91 – 90145 Palermo

Telefono 091/6823069 – Fax 091/6823313

Internet <http://www.grafill.it> – E-Mail grafill@grafill.it

Finito di stampare nel mese di maggio 2014

presso **Officine Tipografiche Aiello & Provenzano S.r.l.** Via del Cavaliere, 93 – 90011 Bagheria (PA)

Tutti i diritti di traduzione, di memorizzazione elettronica e di riproduzione sono riservati. Nessuna parte di questa pubblicazione può essere riprodotta in alcuna forma, compresi i microfilm e le copie fotostatiche, né memorizzata tramite alcun mezzo, senza il permesso scritto dell'Editore. Ogni riproduzione non autorizzata sarà perseguita a norma di legge. Nomi e marchi citati sono generalmente depositati o registrati dalle rispettive case produttrici.

Indice

PREMESSA	p.	1
1. TECNICHE COSTRUTTIVE SOLAI INTERMEDI	"	3
1.1. Cause del degrado	"	6
2. CLASSIFICAZIONE A VISTA DEI LEGNAMI	"	8
2.1. Legno strutturale – Classificazione a vista dei legnami secondo la resistenza meccanica. UNI 11035:2010 Parte 3: Travi Uso Fiume e Uso Trieste	"	10
2.2. Termini e definizioni	"	11
2.2.1. Generalità	"	12
2.3. Caratteristiche che riducono la resistenza meccanica	"	12
2.4. Beni culturali – Manufatti lignei – Strutture portanti degli edifici – Ispezione in situ per la diagnosi degli elementi in opera UNI 11119:2004	"	21
2.5. Termini e definizioni	"	22
3. MATERIALI UTILIZZATI	"	27
3. ACCIAIO DA CARPENTERIA	"	29
3.1. Resistenza di calcolo	"	29
3.2. Caratteristiche geometriche	"	30
3.3. Verifiche di resistenza	"	31
3.4. Classificazione delle sezioni	"	32
3.5. Sezione in fase elastica	"	34
3.6. Sezione in fase plastica	"	35
3.7. Flessione e taglio	"	35
3.8. Dimensionamento in funzione della resistenza	"	36
4. CALCESTRUZZO	"	46
4.1. Componenti	"	46
4.1.1. Cemento	"	46
4.1.2. Acciaio	"	47
4.2. Verifiche agli stati limite ultimi	"	47

4.3.	Legami costitutivi del calcestruzzo.....	p.	50
4.4.	Legami costitutivi dell'acciaio.....	"	52
5.	COLLANTI	"	54
5.1.	Resine epossidiche.....	"	54
6.	LEGNO	"	56
6.1.	Verifiche di resistenza	"	61
6.1.1.	Trazione parallela alla fibratura	"	61
6.1.2.	Trazione perpendicolare alla fibratura	"	61
6.1.3.	Compressione parallela alla fibratura.....	"	61
6.1.4.	Compressione perpendicolare alla fibratura.....	"	62
6.1.5.	Compressione inclinata rispetto alla fibratura.....	"	63
6.1.6.	Flessione.....	"	63
6.2.	Esempio di calcolo di una trave soggetta a flessione retta	"	64
6.3.	Esempio di calcolo della dimensione di una trave soggetta a flessione semplice	"	67
6.4.	Esempio di calcolo di una trave soggetta a flessione deviata	"	68
6.5.	Esempio di verifica a taglio di una trave soggetta a flessione semplice	"	70
6.6.	Esempio di verifica a instabilità della trave semplicemente appoggiata	"	74
6.7.	Relazione tecnica relativa al calcolo di una trave di legno.....	"	76
7.	MURATURE	"	84
7.1.	Caratteristiche meccaniche della muratura.....	"	84
7.2.	Coefficiente parziale di sicurezza della muratura	"	87
7.3.	Verifica delle tensioni.....	"	88
7.4.	Verifica al ribaltamento.....	"	89
8.	TECNICHE DI INTERVENTO SU SOLAI DI LEGNO	"	95
8.1.	Classe.....	"	95
8.2.	Interventi localizzati	"	95
8.3.	Interventi globali.....	"	98
9.	RIPRISTINO DI TESTATE CON PROTESI E BARRE INCOLLATE	"	102
9.1.	Premessa	"	102
9.2.	Generalità.....	"	102
9.3.	Collegamenti con barre soggette a sollecitazione parallela al proprio asse.....	"	103
9.4.	Statica della sezione.....	"	105

10. RIPRISTINO DI APPOGGIO TESTATE CON MENSOLE	p.	117
10.1. Mensola di acciaio collocata all'intradosso	"	117
10.2. Progetto della mensola di acciaio	"	118
10.3. Verifica della mensola di acciaio		
in campo elastico al limite di snervamento.....	"	118
10.4. Verifica della mensola di acciaio campo plastico	"	121
10.5. Mensola di legno collocata all'intradosso	"	123
10.6. Progetto della mensola di legno.....	"	123
10.7. Verifica della mensola di legno.....	"	124
 11. CALCOLO DI VERIFICA PER IL CONSOLIDAMENTO DI SOLAI		
DI LEGNO TRAMITE MENSOLE METALLICHE.....	"	125
11.1. Progetto dell'altezza della mensola e verifica		
del profilato metallico	"	126
 12. CALCOLO DI VERIFICA PER IL CONSOLIDAMENTO		
DI SOLAI DI LEGNO TRAMITE MENSOLE LIGNEE	"	140
12.1. Relazione tecnica relativa al calcolo di elementi di legno	"	140
12.2. Progetto dell'altezza della mensola e relativa verifica.....	"	142
 13. RINFORZO CON TRAVE DI ACCIAIO	"	154
13.1. Considerazioni statiche sulla tipologia d'intervento.....	"	155
13.2. Trave di acciaio collocata all'intradosso.....	"	157
13.3. Verifica della trave di acciaio campo plastico.....	"	158
13.4. Trave di acciaio collocata all'estradosso	"	159
13.5. Unioni a vite.....	"	159
 14. ESEMPIO DI RINFORZO CON TRAVE DI ACCIAIO		
COLLOCATA ALL'INTRADOSO	"	166
14.1. Relazione tecnica relativa al consolidamento di un solaio di legno		
con travi di acciaio collocate all'intradosso della trave di legno.....	"	166
 15. ESEMPIO DI RINFORZO CON TRAVE DI ACCIAIO		
COLLOCATA ALL'ESTRADOSSO	"	175
15.1. Relazione tecnica relativa al consolidamento di un solaio di legno		
con travi di acciaio IPE collocate all'estradosso delle travi principali..	"	175
 16. RINFORZO CON STRUTTURE		
COMPOSTE LEGNO-LEGNO E LEGNO-CALCESTRUZZO	"	186
16.1. Connessioni.....	"	187
16.2. Resistenza e rigidezza di connettori a pioli	"	188
16.3. Connessione con rigidezza nulla.....	"	189
16.4. Connessione con rigidezza infinita	"	191
16.5. Connessione con rigidezza finita	"	192

16.6. Metodo semplificato	p.	193
16.7. Verifica allo SLU per $t = \infty$ (condizioni finali)	"	197
16.8. Considerazioni sul consolidamento di solai lignei con soletta in cls.....	"	198
17. ESEMPIO DI RINFORZO SOLETTA IN C.A.		
E CONNETTORI METALLICI	"	201
17.1. Relazione tecnica relativa al consolidamento e irrigidimento di un solaio di legno con soletta in calcestruzzo e connettori metallici.....	"	201
18. ESEMPIO DI RINFORZO CON TAVOLATO DI LEGNO		
E CONNETTORI METALLICI	"	217
18.1. Relazione tecnica relativa al consolidamento e irrigidimento di un solaio di legno con la tecnica legno-legno.....	"	217
19. INSTALLAZIONE DEL SOFTWARE ALLEGATO	"	234
19.1. Introduzione.....	"	234
19.2. Requisiti minimi hardware e software	"	234
19.3. Download del software e richiesta della password di attivazione	"	235
19.4. Installazione e attivazione del software	"	235
20. MANUALE D'USO DEL SOFTWARE	"	237
20.1. Utilizzo del software.....	"	237
20.2. Rinforzo di solaio con protesi di legno e barre incollate	"	237
20.3. Rinforzo di solaio con mensola di acciaio	"	240
20.4. Rinforzo di solaio con mensola di legno	"	241
20.5. Rinforzo di solaio con soletta di calcestruzzo	"	242
20.6. Rinforzo di solaio con legno aggiunto	"	243
20.7. Rinforzo di solaio con trave di acciaio collocata all'estradosso o all'intradosso.....	"	244

Premessa

Nei progetti di ripristino o di riuso di vecchi edifici, con struttura portante di muratura, notevole importanza hanno i solai intermedi e le coperture dell'edificio medesimo. Queste strutture sono in genere realizzate con travi o con capriate di legno; più raramente con elementi metallici. Esse anche quando sono inseriti in struttura portante di muratura possono essere considerati come unità strutturale a stante.

Oltre al degrado proprio, dovuto alla vetustà (agenti patogeni, variazioni igroscopiche), queste strutture sono soggette anche ai danni causati dai fenomeni fessurativi e dai dissesti statici della struttura muraria e alla variazione eccessiva dei carichi gravanti. A volte risulta compromessa la loro funzionalità dovuta a eccessiva deformazione: avvallamenti del piano di calpestio, irregolarità della pavimentazione.

In caso di progetti di recupero bisogna poi tener conto che a queste strutture di legno dimensionate per carichi variabili comunque modesti è richiesto di sopportare carichi variabili impegnativi: la normativa attualmente vigente richiede infatti un carico variabile di 2,00 kN/m² per ambienti ad uso residenziale.

In tempi anche recenti, dovendo intervenire su solai e coperture comunque degradate, si preferiva usualmente procedere alla loro sostituzione con altri nuovi, aventi tra l'altro una maggiore capacità di ripartizione dei carichi orizzontali sugli elementi portanti verticali; non era raro il caso in cui si sostituiva la struttura lignea con una struttura in cemento armato.

Una maggiore sensibilità sia pubblica sia professionale verso il tema del recupero ha portato a intendere il recupero non più come una fittizia e apparente ricostruzione dell'esistente, ma come la possibilità di un riutilizzo del materiale originale, rispettandone altresì gli schemi costruttivi esistenti, senza alterare lo schema statico dell'edificio. In sostanza, oggi si tende sempre di più a considerare le strutture di legno come parte del patrimonio culturale. Questo comporta il loro mantenimento non solamente in maniera fittizia decorativa, ma anche nella loro funzione statica.

Il restauro statico di una struttura di legno richiede la conoscenza del profilo resistente degli elementi che compongono la struttura stessa, affinché il calcolista possa avere valori certi per potere procedere alla loro verifica statica, sia in funzione dell'eventuale nuova destinazione sia alla luce delle norme tecniche vigenti.

Il percorso della conoscenza può essere ricondotto alle seguenti attività¹:

¹ Direttiva del Presidente del Consiglio dei Ministri 9 febbraio 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 – G.U.R.I. 26-02-2011 – s.o. n. 47.

- a) l'identificazione della costruzione, la sua localizzazione in relazione a particolari aree a rischio, ed il rapporto della stessa con il contesto urbano circostante; l'analisi consiste in un primo rilievo schematico del manufatto e nell'identificazione di eventuali elementi di pregio (apparati decorativi fissi, beni artistici mobili) che possono condizionare il livello di rischio;
- b) il rilievo geometrico della costruzione nello stato attuale, inteso come completa descrizione stereometrica della fabbrica, compresi gli eventuali fenomeni fessurativi e deformativi;
- c) l'individuazione della evoluzione della fabbrica, intesa come sequenza delle fasi di trasformazione edilizia, dall'ipotetica configurazione originaria all'attuale;
- d) l'individuazione degli elementi costituenti l'organismo resistente, nell'accezione materica e costruttiva, con una particolare attenzione rivolta alle tecniche di realizzazione, ai dettagli;
- e) costruttivi ed alla connessioni tra gli elementi;
- f) l'identificazione dei materiali, del loro stato di degrado, delle loro proprietà meccaniche;
- g) la conoscenza del sottosuolo e delle strutture di fondazione, con riferimento anche alle variazioni;
- h) avvenute nel tempo ed ai relativi dissesti.

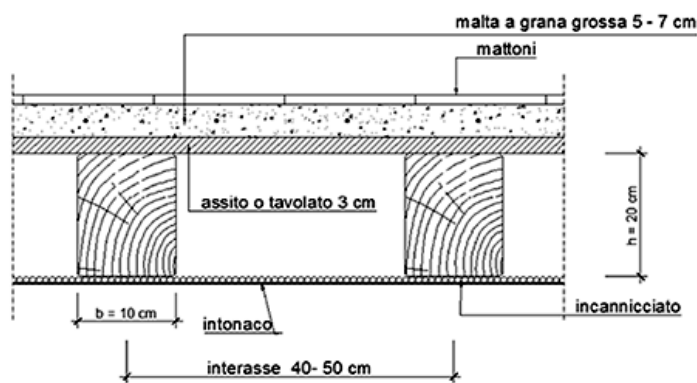
In considerazione delle tematiche che affronta questo testo, le indagini conoscitive dovranno concentrarsi prevalentemente sull'individuazione della storia del manufatto, sulla geometria degli elementi strutturali, sulle tecniche costruttive (*con riferimento a quelle abitualmente adottate in ciascun contesto territoriale*) e sui fenomeni di dissesto e di degrado.

Nel lavoro in esame saranno analizzate dapprima le tecniche costruttive dei solai di legno, la cause di degrado e dissesto, e successivamente la trattazione delle opere necessarie al loro ripristino.

Capitolo 1

Tecniche costruttive solai intermedi

La tipica composizione di un solaio di legno è quella riportata nel disegno sottostante.



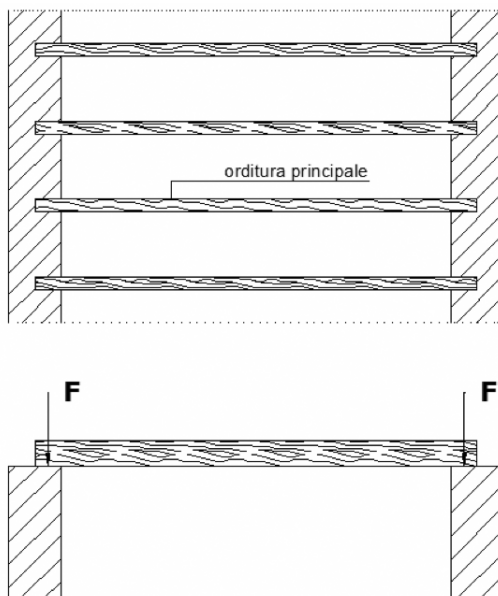
La struttura principale utilizzava generalmente travi in castagno, larice o abete di sezione attorno a 10x20cm, poste a un interasse di circa 50 cm, con un sovrastante assito in tavole dello spessore di circa 3 cm.

La base delle travi è compresa, in genere, tra metà e $\frac{3}{4}$ dell'altezza. All'intradosso del solaio, un incanniccio di canne, tra loro legate a stuoia, e stese sotto le travi (una specie di controsoffittatura), forniva il supporto di ancoraggio per il successivo strato di finitura, con intonaco civile e gesso scagliola. Al di sopra dell'assito, invece, era posto in opera, con spessori attorno ai 5 cm, un impasto di malta con pozzolana a grana grossa e pomice o calcinacci, usato per formare il sottofondo delle pavimentazioni. I mattoni erano per lo più realizzate di cotto o marmette. Questo tipo di solaio è detto a *semplice orditura* o a *tessitura monodirezionale*. La loro tecnica costruttiva è molto semplice e non richiede travi di grosse dimensioni (vedi figura seguente).

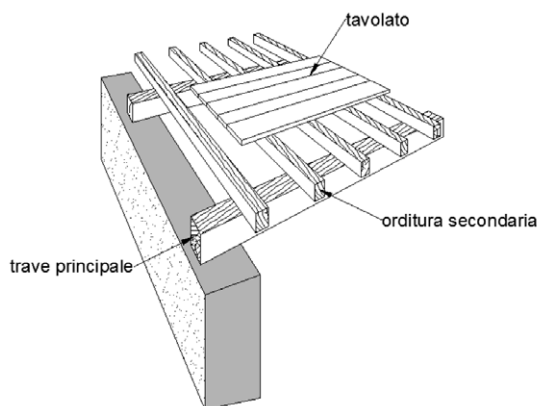
Come si nota dallo schema, questo tipo di orditura scarica il peso del solaio (forze concentrate) solo su due dei quattro muri che definiscono l'ambiente.

Per luci usualmente maggiori di 5 metri poteva essere presente anche una orditura strutturale secondaria, e in questo caso il solaio è detto a *doppia orditura*.

Le travi principali (*travi maestre*) sono disposte secondo la dimensione minore dell'ambiente (in modo da suddividere la pianta in diverse campate, usualmente uguali) e una serie di travi secondarie di minore dimensione è disposta perpendicolarmente, come se fosse un solaio a semplice orditura.



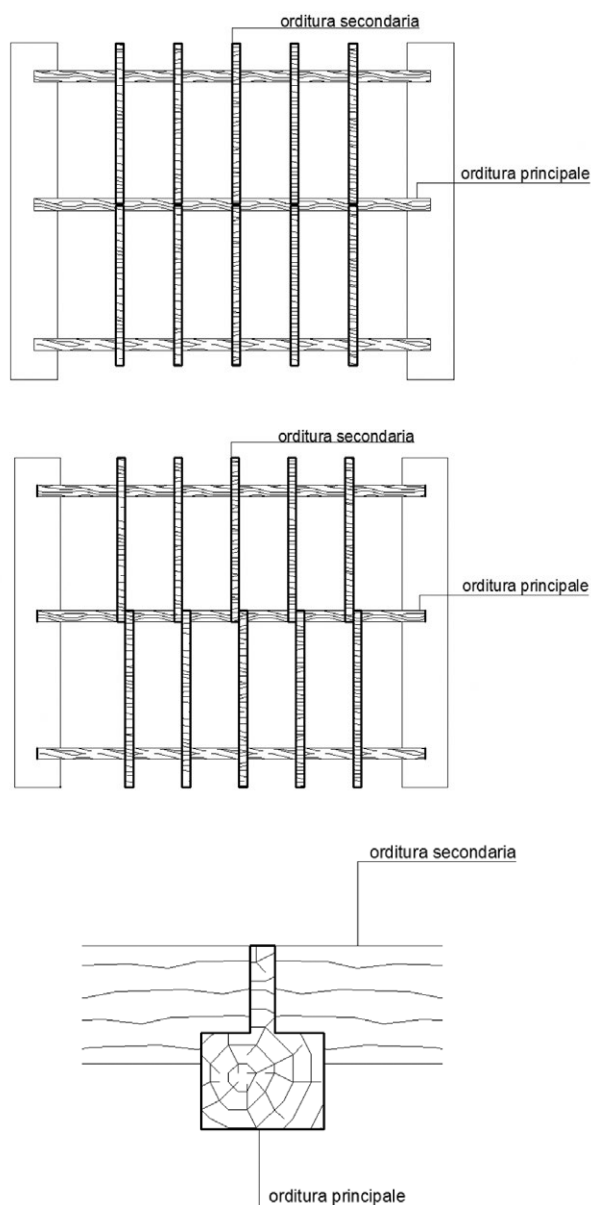
Questo solaio può essere rappresentato come nella figura:



L'interasse delle travi principali è in genere compreso tra i tre e i quattro metri. Le travi secondarie appoggiano direttamente sopra le travi maestre e possono essere disposti o con gli assi allineati, poggiando su metà larghezza della trave, o con gli assi sfalsati poggiando interamente su tutta la larghezza della trave (*figure seguenti*).

In questo tipo di solai i carichi sono ripartiti su tutti i muri, e sono maggiori sotto la struttura principale.

L'altezza complessiva del solaio è maggiore di quello a semplice orditura per il sommarsi dell'altezza dovuta all'orditura secondaria. Per ridurre questa altezza si sono ideate soluzioni in cui le travi secondarie erano collocate su delle mensole o intagli praticati nella trave principale.



Odiernamente invece di praticare gli intagli si utilizzano delle scarpe in lamierino di acciaio o delle staffe a vista o a scomparsa.

In alcuni casi il tavolato era sostituito da elementi in laterizio (pianelle) e l'incanniccato da tavole.

Le travi principali erano semplicemente infissi (immaschiate) nei muri portanti. Per strutture più importanti l'appoggio poteva essere costituito da una lastra di pietra dura o un legno duro detto dormiente.



L'appoggio a muro delle travi di legno è forse il particolare costruttivo da trattare con particolare attenzione. Infatti, tramite l'appoggio possono verificarsi i seguenti fenomeni dannosi per l'intera costruzione.

- a) elevati carichi concentrati all'appoggio con conseguente dissesto della muratura sottostante;
- b) umidità proveniente dal lato esterno della muratura o formazione di condensa con degrado biologico del legno di testata;
- c) mancata connessione delle testate alle murature che in caso si verificasse un sisma tenderebbero a sfilarsi dai muri con eventuali conseguenti cinematismi locali (ribaltamento).

» 1.1. Cause del degrado

Dal punto di vista statico, per degrado strutturale, si intende qualsiasi deterioramento delle caratteristiche meccaniche ed elastiche di un elemento, in questo caso ligneo. A seconda dell'importanza e dello stato di evoluzione del degrado la struttura può essere compromessa nella sua funzionalità o addirittura determinarne il dissesto o il crollo. Nel caso del legno possiamo distinguere un degrado biologico e un degrado meccanico.

Il degrado meccanico dei solai di legno ha differenti origini, che possiamo individuare tra diverse azioni: carichi eccessivi (per cambiamento di destinazione d'uso o per durata nel tempo delle azioni), insufficiente dimensionamento delle travi principali, interasse eccessivo rispetto alle luci delle campate ad esposizione ad agenti atmosferici (umidità, che riduce la resistenza del materiale); il degrado biologico è causato da funghi e/o insetti.

Per il degrado biologico del legno esiste la normativa tecnica che definisce il *rischio di attacco biologico*. Esso è stato codificato nella UNI EN 335 1-2-3. Nella norma è trattata la

suscettibilità del legno ad essere attaccato da insetti, da funghi e da organismi marini e la dipendenza di questo attacco in funzione dell'umidità e della temperatura. Sempre nella stessa norma vengono date le definizioni degli agenti biologici da cui il legno deve essere protetto. La UNI EN 335 definisce le classi di rischio biologico e, relativamente a ciascuna di esse, le condizioni di servizio del legno, la sua umidità e la tipologia di attacco, come tabella che segue:

Classe di rischio	Situazione generale di servizio	Descrizione del rischio
1	Ambiente riparato, protetto dagli agenti atmosferici. Umidità sempre $\leq 20\%$.	Le condizioni garantiscono contro il rischio di attacco fungino, è possibile l'attacco da parte di insetti
2	Ambiente riparato ma con elevata umidità dell'aria. Umidità a volte $> 20\%$.	Può essere presente l'attacco fungino, è possibile l'attacco da parte di insetti.
3	Elementi lignei anche esposti alla pioggia. Frequente umidità $> 20\%$.	Sono possibili attacchi sia fungini sia da parte di insetti.
4	Elementi lignei esposti, anche a contatto diretto con terreno o con acqua dolce.	Permanentemente esposto all'attacco fungino, è possibile l'attacco da parte di insetti.
5	Elementi permanentemente esposti all'acqua salata. Umidità $> 20\%$.	Attacco di organismi invertebrati marini, soprattutto in acque calde. Attacco da parte di insetti per le parti non immerse.

L'identificazione del rischio biologico delle strutture lignee in opera, identificato secondo tale metodo operativo, può essere utile per determinare la possibilità che un determinato manufatto ligneo ha di essere oggetto di degrado per cause biologiche, e quindi consentire al progettista di porre in essere le necessarie misure di tutela per aumentarne la durabilità.

Macroscopicamente il degrado è generalmente rilevabile dall'osservazione diretta tramite il manifestarsi di:

- flessione delle travi, con il manifestarsi di una freccia di deformazione dell'orizzontamento più o meno marcata;
- sconnessione delle piastrelle del pavimento, in conseguenza della deformazione;
- lesioni e crepe sugli strati di intonaco all'intradosso;
- vibrazione del pavimento.

Capitolo 2

Classificazione a vista dei legnami

Rientrano nell'ambito di applicazione delle NTC anche le opere costituite da strutture portanti realizzate con elementi di legno strutturale (legno massiccio, segato, squadrato oppure tondo) o con prodotti strutturali a base di legno (legno lamellare incollato, pannelli a base di legno) assemblati con adesivi oppure con mezzi di unione meccanici, eccettuate quelle oggetto di una regolamentazione apposta a carattere particolare.

Le NTC possono essere usate anche per le verifiche di strutture in legno esistenti purché si provveda ad una corretta valutazione delle caratteristiche del legno e, in particolare, degli eventuali stati di degrado.

I materiali e i prodotti devono rispondere ai requisiti espressamente indicati nelle NTC al paragrafo 11.7 (in questo volume ai capitoli 3, 4, 5, 6 e 7). Tutto il legno per impieghi strutturali deve essere classificato secondo la resistenza, prima della sua messa in opera.

La circolare esplicativa delle NTC al punto C4.4 riporta che l'impostazione generale relativa alla *valutazione della sicurezza delle strutture di legno di nuova costruzione può essere utilizzata anche per le strutture di legno esistenti purché si provveda ad una attenta valutazione delle caratteristiche fisiche e meccaniche del legno con metodi di prova diretti o indiretti. I calcoli, riferiti alle reali dimensioni geometriche degli elementi in sito, terranno opportunamente conto dei difetti del legno, degli eventuali stati di degrado, delle condizioni effettive dei vincoli e dei collegamenti.*

Continua la circolare dicendo che nelle costruzioni esistenti le situazioni concretamente riscontrabili sono le più diverse ed è quindi impossibile prevedere regole specifiche per tutti i casi. Di conseguenza, il modello per la valutazione della sicurezza dovrà essere definito e giustificato dal Progettista, caso per caso, in relazione al comportamento strutturale attendibile della costruzione.

Le NTC al paragrafo 8.6 riportano: Gli interventi sulle strutture esistenti devono essere effettuati con i materiali previsti dalle presenti norme; *possono altresì essere utilizzati materiali non tradizionali*, purché nel rispetto di normative e documenti di comprovata validità:

- Eurocodici strutturali pubblicati dal CEN, con le precisazioni riportate nelle Appendici Nazionali o, in mancanza di esse, nella forma internazionale EN;
- Norme UNI EN armonizzate i cui riferimenti siano pubblicati su Gazzetta Ufficiale dell'Unione Europea;
- Norme per prove, materiali e prodotti pubblicate da UNI.

Inoltre, in mancanza di specifiche indicazioni, a integrazione delle presenti norme e per quanto con esse non in contrasto, possono essere utilizzati i documenti di seguito indicati che costituiscono riferimenti di comprovata validità:

- Istruzioni del Consiglio Superiore dei Lavori Pubblici;

- Linee Guida del Servizio Tecnico Centrale del Consiglio Superiore dei Lavori Pubblici;
- Linee Guida per la valutazione e riduzione del rischio sismico del patrimonio culturale e successive modificazioni del Ministero per i Beni e le Attività Culturali, come licenziate dal Consiglio Superiore dei Lavori Pubblici e ss. mm. ii.;
- Istruzioni e documenti tecnici del Consiglio Nazionale delle Ricerche (C.N.R.).

Possono essere utilizzati anche altri codici internazionali, purché sia dimostrato che garantiscano livelli di sicurezza non inferiori a quelli delle presenti Norme tecniche.

Alla data esistono nel nostro Paese due norme da poter utilizzare per la determinazione del profilo resistente delle elementi lignee esistenti, la UNI 11035:2010 e la UNI 11119:2004. I professionisti che svolgono attività di classificazione devono essere formati, da un ente indipendente da quello per cui lavorano, e devono seguire un corso che includa almeno la conoscenza dei seguenti elementi:

- contenuti della presente norma UNI 11035 e di quelle in essa richiamate;
- caratteristiche fisiche e meccaniche della materia prima legno, influenza delle caratteristiche sulla resistenza meccanica, modalità di misurazione delle caratteristiche del legno massiccio strutturale¹.

Le Norme Tecniche per le Costruzioni D.M. 14 gennaio 2008 obbligano il Direttore dei Lavori a verificare le classi di appartenenza dei materiali e quindi anche delle travi di legno durante le fasi di accettazione in cantiere prima di effettuare la posa in opera.

UNI 11035:2010

Legno strutturale – Classificazione a vista dei legnami secondo la resistenza meccanica.

Parte 1: Terminologia e misurazione delle caratteristiche.

Parte 2: Regole per la classificazione a vista secondo la resistenza meccanica e valori caratteristici per tipi di legname strutturale.

Parte 3: Travi Uso Fiume e Uso Trieste.

La norma descrive una metodologia di classificazione applicabile anche a elementi strutturali in opera, purché siano soddisfatte tuttavia una serie di condizioni che non sempre è possibile riscontrare (in particolare la visibilità e accessibilità dell'elemento devono essere estese ad almeno 3 lati e ad una delle due testate). I profili resistenti che si ottengono con questa norma sono espressi tramite i *valori caratteristici* di resistenza.

UNI 11119:2004

Beni culturali – Manufatti lignei – Strutture portanti degli edifici – Ispezione in situ per la diagnosi degli elementi in opera.

La norma stabilisce 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. I profili resistenti che si ottengono con questa norma sono espressi tramite le *tensioni ammissibili*.

Si vuole evidenziare qui la differenza sostanziale tra le due norme. La UNI 11035 nelle parti 1 e 2 e 3 si occupa della classificazione a vista del legno di abete bianco e rosso, pino

¹ Allegato A alla UNI 11035 Parte prima.

laricio, larice europeo, castagno e douglas destinato alle realizzazione di strutture portanti o di sue parti. La norma non prende in considerazione gli elementi incollati o assemblati i quali devono necessariamente essere classificati prima dell'operazione di incollaggio o assemblaggio. Questa norma, anche per le restrizioni con cui opera, (l'elemento strutturale deve essere accessibile e visibile da almeno tre lati oltre un testata) ha validità generale. Con questa metodologia i segati classificati a vista sono assegnabili a una determinata categoria solo se soddisfano tutti i requisiti previsti per quella categoria. È pertanto il difetto peggiore, ovunque esso sia situato, a determinare la categoria di appartenenza (paragrafo 4.1 della norma).

La UNI 11119:2004 si applica esclusivamente agli elementi strutturali lignei in opera nelle strutture attinenti i "Beni culturali", e si applica anche quando le condizioni operative sono significativamente diverse da quelle riscontrabili nella normale classificazione dei segati a piè d'opera come previsto dalla UNI 11035. In ogni caso le metodologie di classificazione previste dalla UNI 11035 sono pienamente applicabili purché siano soddisfatte le condizioni richieste dalla stessa norma, che non sempre è possibile riscontrare negli elementi collocati in opera. Si pensi alle travi con entrambe le testate infisse nei muri portanti da entrambi i lati oppure a elementi lignei che per la loro specifica collocazione non sono visibili da tre lati.

Questa norma cerca nell'elemento ligneo in opera la cosiddetta *zona critica*, cioè quel tratto di elemento con dimensione (parallelamente a quella massima dell'elemento) non minore di 150 mm, che per difettosità, posizione, stato di conservazione e/o stato di sollecitazione definito attraverso un'analisi statica, sia giudicata come rilevante ai fini della diagnosi (paragrafo 3.13 della norma).

Nei paragrafi seguenti saranno descritti la UNI 11035 parte terza e la UNI 11119, al solo scopo di fornire al lettore elementi utili nell'attività professionale, stante che l'attività di classificatore come già detto è appositamente disciplinata.

2.1. Legno strutturale – Classificazione a vista dei legnami secondo la resistenza meccanica. UNI 11035:2010 Parte 3: Travi Uso Fiume e Uso Trieste

La norma specifica terminologia, metodi per la determinazione delle caratteristiche rilevanti e regole ai fini della classificazione a vista dei legnami secondo la resistenza meccanica destinati all'uso in strutture portanti di qualsiasi dimensione e umidità, riconducibile alle definizioni di Uso Fiume e Uso Trieste.

La classificazione a vista in base alla resistenza è il processo mediante il quale si assegna un elemento ligneo ad una categoria resistente oppure ad una classe di resistenza prevista dalla UNI EN 338; ad ogni categoria o classe di resistenza sono associati valori caratteristici di massa volumica, resistenza e modulo di elasticità.

Mediante la classificazione i singoli segati sono assegnabili a classi di resistenza previste dalla UNI EN 338, a ognuna delle quali sono associati valori caratteristici di massa volumica, resistenza e modulo di elasticità.

La classificazione a vista deve essere eseguita da un operatore specificatamente qualificato per lo svolgimento di tale attività. Inoltre la presente norma può essere applicata a elementi lignei già in opera, purché siano soddisfatte tutte le seguenti condizioni:

- 1) l'elemento in opera deve appartenere a uno dei tipi di legname previsti nella presente norma;