

■ Corsi e Convegni	4
■ Biblion	6
■ σ e bit a cura di Franco Spinelli	8
■ Strategie di qualità	10
<i>Rubrica di ICMQ a cura di Arturo Donadio</i>	
■ Notiziario ATE	72
■ Notiziario CTE	77



■ EDITORIALE	
Sulla sicurezza statica del patrimonio edilizio	24
<i>di Natale Gucci</i>	
■ L'ALTRO EDITORIALE	
Genesi, cultura e futuro della prefabbricazione	26
<i>di Filiberto Finzi, Alberto Vieira</i>	
■ MICROWAVES	
Thermal curing of precast concrete	30
<i>di Bruno Della Bella, Mario Pinna</i>	
■ ADESIVI PER L'EDILIZIA: DURABILITÀ	36
<i>di Mariaenrica Frigione, Domenico Acierno</i>	
■ PROBLEMI DI CLASSIFICAZIONE DELLE TRAVI DI LEGNO IN OPERA	
Come considerare correttamente l'alburno (degradato o meno) ai fini della verifica strutturale	44
<i>di Gabriele Bonamini, Mariangela Noferi, Marco Togni</i>	
■ VOLTE A CROCIERA	
Analisi agli stati limite ultimi di volte in muratura con rinforzi in FRP	48
<i>di Paolo Faccio, Paolo Foraboschi</i>	
■ INIBITORI DI CORROSIONE per cemento armato	52
<i>di L. Lazzari, M. Ormellese, MP. Pedeferrì</i>	
■ SISTEMI DI FACCIATA IN LEGNO	58
<i>di Aldo Dattomi</i>	
■ MURATURA ARMATA CON MATERIALI A BASSO COSTO	
Ibridazione della risulta di cantiere	66
<i>di Piero Contini, Gianluca gamba, Walter Martinetto, Elena Reale</i>	
■ LA PERMEABILITÀ DEL CALCESTRUZZO	73
<i>di Vito Finzi</i>	

DIRETTORE RESPONSABILE:
 Fiorino Ivan De Lettera
 deletter@tin.it

DIRETTORE EDITORIALE:
 Donatella Guzzoni
 dguzzoni@tin.it

SEGRETERIA DI REDAZIONE:
 Chiara Falcini
 falcidie@tin.it

COMITATO SCIENTIFICO:
 A. Albi Marini, C. Bertolini Cestari,
 M. Catania, A. Ceccotti, M. Collepardi,
 W. Esposti, F. Finzi, L. Finzi,
 E. Giangreco, F. Laner, B. Lewicki,
 P.N. Maggi, P.G. Malerba, F. Martinez y
 Cabrera, E. Massa, G. Menditto,
 A. Migliacci, F. Mola, G. Nardi,
 M. Nebuloni, A. Parducci, P. Pedeferrì,
 L. Sanpaolosi, E. Siviero, S. Tattoni,
 R. Turriziani, J. Viegas.

COMITATO TECNICO:
 G. Bedotti, E. Camerini, R. Capra,
 P. Carbone, B. Della Bella, V. deMicheli,
 E. De Steffani, T. Du Marteau, G. Ferrari,
 M. Ferri, F. Giovannini, R. Kromer,
 A. Marioni, P. Montagni, A. Pasetti,
 B. Pistone, E. Rinaldi, S. Schwarz,
 J. Sokalski, S. Pereswiet-Soltan, R. Vinci,
 G. Zambetti.

La rivista è organo di diffusione di:
 ATE (Associazione Tecnologi dell'Edilizia),
 C.T.E. (Collegio dei Tecnici dell'Edilizia)
 AICO (Associazione Italiana Compositi)

DE LETTERA EDITORE sas
 di Fiorino Ivan De Lettera & C.
 20131 MILANO - VIA A. BAZZINI, 17
 TEL. 02.26.66.345 FAX 02.26.64.781

AMMINISTRAZIONE:
 Rino Barison

ABBONAMENTI E VOLUMI:
 Ermanno De Tommaso

GRAFICA E IMPAGINAZIONE:
 Grazia Midilli
 mididie@tin.it

Publicazione mensile registrata presso
 il Tribunale di Milano il 29/11/86 n. 659
 Spedizione in a.p. art. 2 comma 20/b
 legge 662/96 - Filiale di Milano
 Stampa: Lithotris, Trezzano sul Naviglio (MI)

Tutti i diritti di riproduzione sono riservati

Le opinioni espresse dai singoli autori non
 impegnano la redazione

Il materiale originale pervenuto in redazio-
 ne non verrà restituito, anche se non pub-
 blicato.

c/c postale 49572209

ABBONAMENTI ITALIA E VENDITA
 Vedi cedola su cartoncino giallo allegato alla rivista

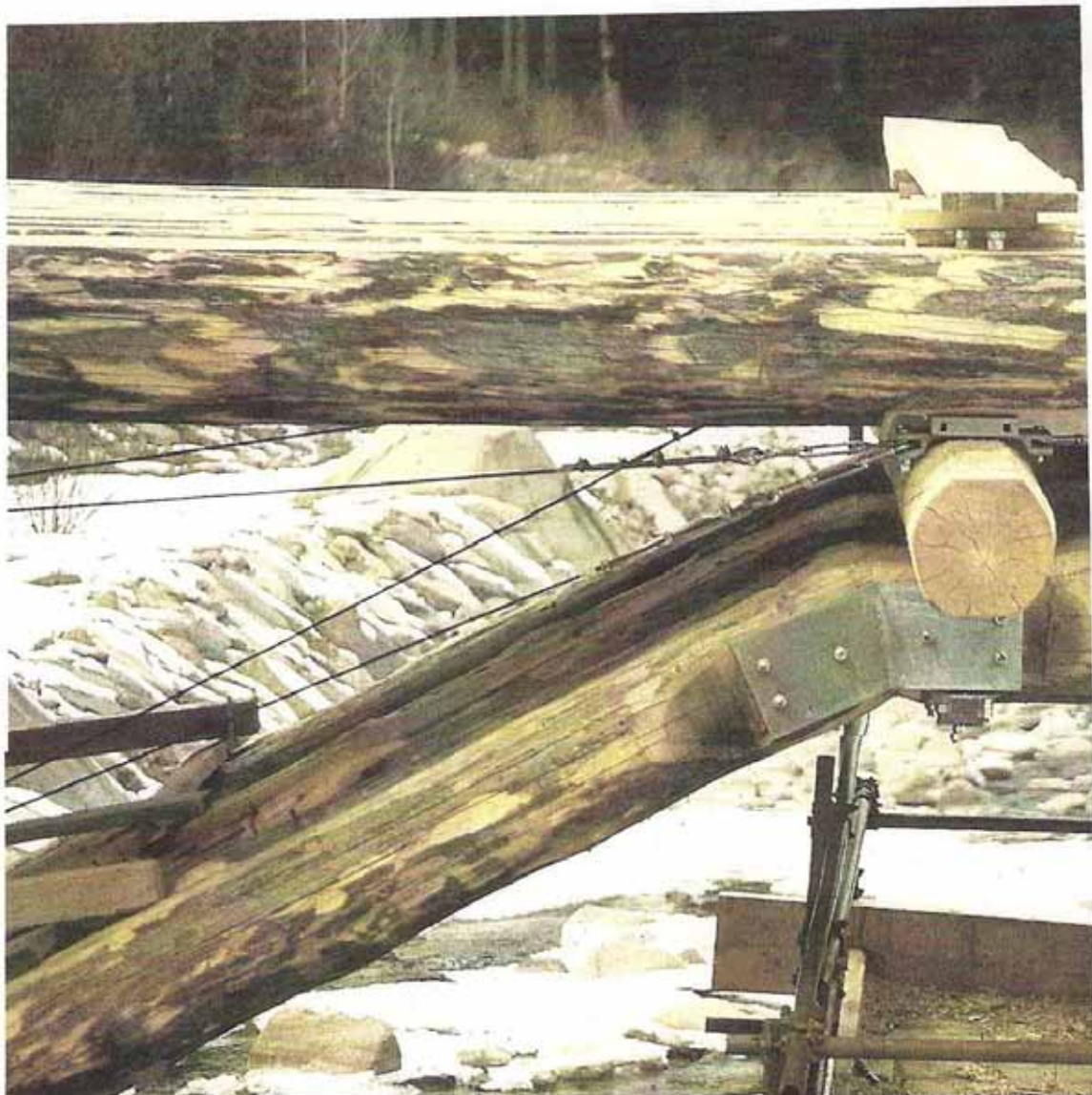
Per gli studenti regolarmente iscritti è pre-
 vista la tariffa d'abbonamento annuo spe-
 ciale di £ 77.000

ABBONAMENTI ESTERO
 via di superficie £ 165.000
 via aerea:
 Europa, Bacino del Mediterraneo
 £ 185.000
 Africa £ 220.000
 America, Asia £ 230.000
 Oceania £ 260.000

PREZZO A COPIA:
 Italia £ 19.500 Arretrati £ 25.000
 Estero £ 25.000 Arretrati £ 30.500

di Gabriele Bonamini,
Mariangela Noferi,
Marco Togni

Dottori forestali tecnologi
del legno, Professionisti
associati di "Studio Leg-
no - Wood Consulting"
studio.legno@iol.it
Collaboratori scientifici
del Dipartimento di
Scienze e Tecnologie
Ambientali e Forestali
dut@unifi.it



PROBLEMI DI CLASSIFICAZIONE DELLE TRAVI

Si presenta una particolare procedura riguardante la classificazione secondo la resistenza di travi in opera.

Attraverso una ragionata estensione di regole ampiamente riconosciute per la classificazione delle travi squadrate con smussi, agli "smussi potenziali" originabili dal degradamento biologico degli spigoli di alburno, diventa possibile in determinati casi effettuare il dimensionamento della trave considerando la sezione rettangolare nominale senza deduzioni.

Lo stesso approccio può essere anche di aiuto quando si debba valutare la reale necessità ai fini della sicurezza strutturale di un trattamento preservante su travi lignee in opera.

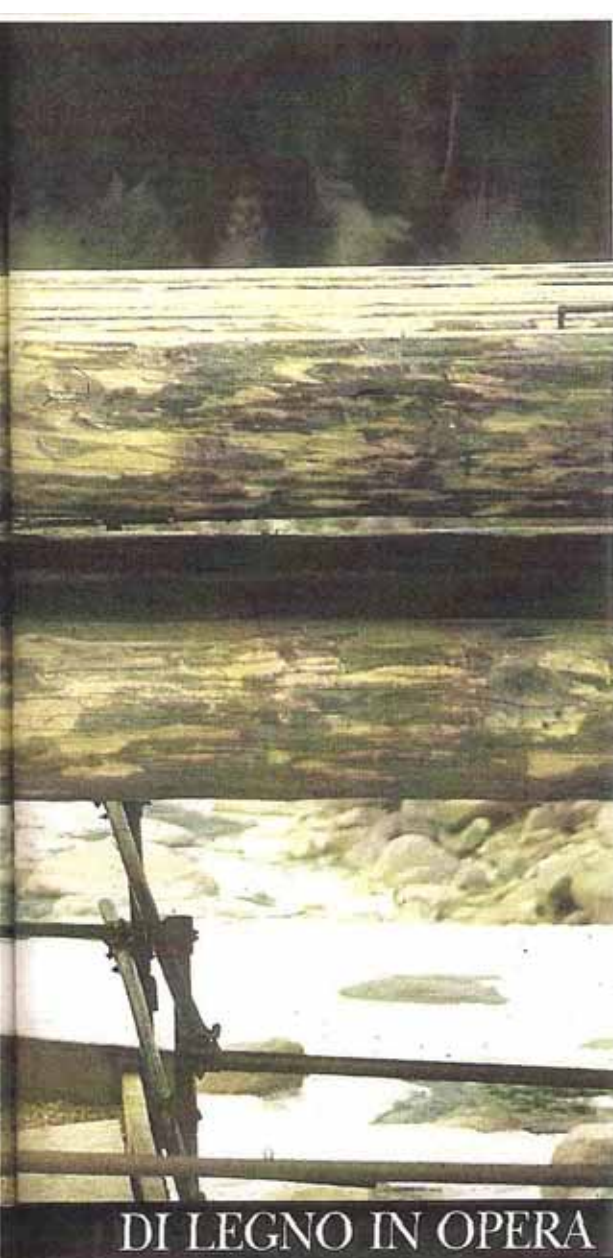
Molte travi di legno in opera presentano, in conseguenza di attacchi biologici, sezioni parzialmente degradate: ad esempio una o più zone di alburno perforate da gallerie di insetti e la parte di durame intatta. Al momento della verifica strutturale di questa trave, la pratica corrente prevede prudenzialmente una decurtazione completa delle parti ammalorate dalla sezione nominale, considerando efficace la sola parte residua e attribuendo a quest'ultima i valori caratteristici di resistenza e rigidità assegnati all'elemento ligneo mediante la classificazione.

La tesi che qui sosteniamo è che invece sia lecito, sotto determinate condizioni, assumere come sezione efficace la sezione nominale piena, senza significativi effetti sulla sicurezza. Un tale approccio contribuisce alla conservazione dell'esistente e alla limitazione dei trattamenti preservanti di carattere preventivo e/o curativo allo stretto indispensabile.

GLI SMUSSI NATURALI E LA LORO CLASSIFICAZIONE

Una sezione con spigoli di alburno degradati può essere virtualmente assimilata a una sezione di solo durame con smussi naturali; questi ultimi sono da sempre ammessi in certa misura dalle più diffuse regole di classificazione secondo la resistenza del legname strutturale (si vedano gli esempi di classificazione riportati in Tabella 1).

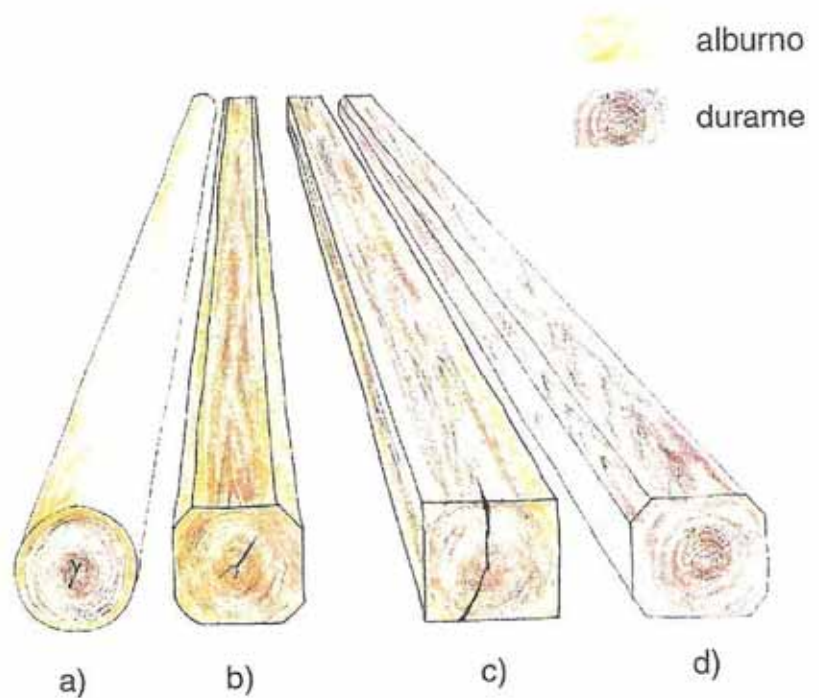
Le travi con smussi (Figura 1b) sono una versione intermedia fra le travi a



DI LEGNO IN OPERA

sezione rotonda (ottenute per semplice scortecciatura dei tronchi, Figura 1a) e le travi a sezione rettangolare (dette anche "a quattro fili" oppure "a spigolo vivo", Figura 1c). Fra gli assortimenti legnosi con smusso tradizionalmente presenti sul mercato nazionale sono ben note le travi "uso Trieste" e "uso Fiume", nelle quali la lama della sega asporta sciaveri laterali in misura sufficiente a ridurre la rastremazione eccessiva del tronco, lasciando appunto smussato il resto.

Occorre precisare che dal punto di vista tecnologico gli smussi propriamente detti sono soltanto quelli "naturali", cioè quelli corrispondenti alle zone periferiche del tronco scortecciato rimaste intatte perché risparmiate dall'utensile tagliente durante la lavorazione del tronco stesso. Le considerazioni qui esposte non possono essere in alcun modo estese alle smussature artificiali ottenute rilavorando manualmente o a macchina gli spigoli vivi di una trave a 4 fili per ottenere un'apparenza rustica (Figura 1d). Queste *rusticature* sono fa-



cilmente riconoscibili perché mostrano in genere sulla loro superficie il disegno della venatura del legno che invece non compare nello smusso naturale, la cui superficie è costituita tutta da legno di un solo anello di accrescimento annuale della pianta: l'ultimo prima dell'abbattimento. Per motivi legati alle modalità di accrescimento "intermittente" degli alberi (un nuovo strato di legno all'anno), l'asportazione di materiale mediante segazione, fresatura, tornitura, asciatura o altro comporta pressoché inevitabilmente (anche per la forma rastremata dei tronchi), l'attraversamento da parte dell'utensile di più strati di accrescimento annuali, con conseguente interruzione della continuità della struttura fibrosa del materiale.

Il rispetto dell'integrità della fibratura del legno nelle zone di smusso è il motivo principale che giustifica l'ammissibilità di smussi non troppo estesi nelle travi strutturali senza riduzioni della capacità portante (esempi in Figura 2). A tal proposito, la normativa europea [1] precisa in una nota che: "Lo smusso non riduce la resistenza, ma dovrebbe essere limitato per ragioni costruttive generali (lo smusso può essere indesiderabile nel caso in cui vengano usati connettori o piastre chiodate, oppure quando si ha della compressione trasversale)".

FIGURA 1 (sopra).

- a) trave a sezione tonda;
- b) trave con smussi;
- c) trave a 4 fili;
- d) trave con rusticature.

Come considerare correttamente l'alburno (degradato o meno) ai fini della verifica strutturale

TABELLA 1 - Esempi di classificazione per gli smussi

NORMA TEDESCA DIN 4074 - 1:1989 PER SQUADRATI DI CONIFERE Gli smussi sono misurati obliquamente (dimensione effettiva) e sono ammessi con le seguenti limitazioni			
PER LA CATEGORIA S7 Tutti i 4 lati della trave devono essere stati almeno toccati dall'utensile tagliente per tutta la loro lunghezza	PER LA CATEGORIA S10 Il rapporto fra dimensione dello smusso e lato magg. della sezione deve essere $\leq 1/3$; inoltre, in ogni sezione, almeno 1/3 della lunghezza di ogni lato non deve essere interessato da smussi	PER LA CATEGORIA S13 Il rapporto fra dimensione dello smusso e lato magg. della sezione deve essere $\leq 1/8$; inoltre, in ogni sezione, almeno 2/3 della lunghezza di ogni lato non deve essere interessato da smussi	
NORMA ITALIANA UNI 8198:1981 PER LEGNAME DI CONIFERE Gli smussi sono misurati in proiezione sul lato di riferimento e sono ammessi con le seguenti limitazioni			
PER LA CATEGORIA S6 Smussi interessanti tutta la lunghezza dell'elemento devono essere $\leq 1/3$ dell'altezza o larghezza della sezione; su qualsiasi tratto di 300 mm di lunghezza devono essere $\leq 1/2$ dell'altezza o della larghezza, purché sulle testate si limiti ad un solo spigolo	PER LE CATEGORIE S8, S10 Smussi interessanti tutta la lunghezza dell'elemento devono essere $\leq 1/4$ dell'altezza o della larghezza della sezione; su qualsiasi tratto di 300 mm di lunghezza devono essere $\leq 1/3$ dell'altezza o della larghezza, purché sulle testate si limiti ad un solo spigolo		
CLASSIFICAZIONE IATF:1998 PER SQUADRATI DI CASTAGNO STRUTTURALE Gli smussi sono misurati in proiezione sul lato di riferimento e sono ammessi con le seguenti limitazioni			
PER LA CATEGORIA UNICA C5S Smussi di lunghezza $< 1/4$ della lunghezza del pezzo non vengono considerati; Smussi singoli nella sezione trasversale peggiore devono essere $\leq 1/4$ del lato; La somma degli smussi doppi deve essere $\leq 1/3$ del lato; superando i limiti precedenti la sezione sarà obbligatoriamente assimilata al cerchio.			
CLASSIFICAZIONE DEL PROF. GUGLIELMO GIORDANO (PER MEMORIA) Gli smussi ammessi da questa classificazione tradizionale, assai diffusa in ambiente pratico, sono molto meno estesi di quelli citati dalle norme precedenti, ma non si riferiscono alle caratteristiche di resistenza del materiale, bensì alle specifiche di qualità minime che devono essere soddisfatte dagli assortimenti forniti sotto la clausola "a spigolo vivo"; queste prescrizioni non possono pertanto essere messe sullo stesso piano delle precedenti, né fatte valere in sede contrattuale come requisiti di idoneità strutturale del legname.			
per la Categoria 4 ^a senza limitazioni	per la Categoria 3 ^a $\leq 1/10$	per la Categoria 2 ^a $\leq 1/20$	per la Categoria 1 ^a nessun smusso ammesso

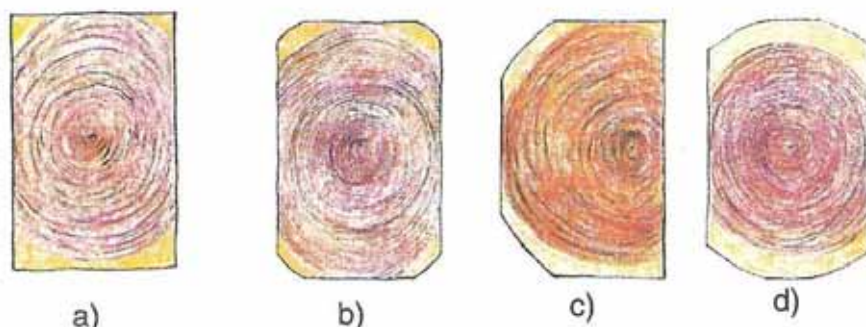


FIGURA 2.
 Sezioni classificate secondo DIN 4074:
 a) sezione rettangolare,
 b) sezione smussata equivalente ad a), se l'elemento è classificato S13,
 c) sezione smussata equivalente ad a), se l'elemento è classificato S10,
 d) sezione smussata equivalente ad a), se l'elemento è classificato S7.

L'ALBURNO COME ORIGINE DI SMUSSI POTENZIALI

Osservando la sezione trasversale di un tronco di una specie legnosa a durame differenziato (Fig. 3) si noterà come il limite fra alburno e durame sia netto e segua abbastanza fedelmente l'andamento degli anelli di accrescimento. Pertanto questa zona di demarcazione, se limitata agli spigoli della sezione della trave può considerarsi come una sorta di smusso naturale *potenziale* compreso nella sezio-

ne stessa, che si paleserà soltanto nel caso in cui l'alburno verrà effettivamente e completamente degradato da quegli attacchi biologici che si arrestano spontaneamente al limitare del durame. In sede di ispezione in situ, diagnosi e classificazione degli elementi lignei in opera, questo smusso potenziale può essere valutato esattamente come gli smussi naturali; diventa così possibile ammettere porzioni degradate di alburno senza riduzione della sezione efficace.

L'applicazione di questo criterio è subordinata però al soddisfacimento di alcuni precisi requisiti preliminari, accertabili dallo specialista:

- il tipo di organismo xilofago non deve essere in grado di estendere il proprio attacco anche al durame: tale requisito può essere soddisfatto se la specie legnosa presenta durame "naturalmente resistente" oppure, nel caso di specie a durame "non naturalmente resistente", se le condizioni di esercizio dell'elemento oggetto di verifica portano a considerare improbabile tale estensione,
- la duramificazione del legno dell'elemento oggetto di indagine deve essere di tipo regolare (assenza di tasche di alburo, lunature, strisce di duramificazione imperfetta e simili),
- la valutazione della gravità ed estensione del degradamento degli spigoli di alburo deve essere frutto di un'indagine visuale condotta sull'intero elemento, dalla quale non si può assolutamente prescindere, se necessario integrata da alcuni sondaggi puntuali eseguiti a campione.

La possibile obiezione che il tracciato delle gallerie scavate dagli insetti nel legno possa deviare localmente fino a "smangiare" irregolarmente limitate porzioni di durame, interrompendo quindi la continuità della fibratura del legno come un utensile tagliente, seppur fondata non appare rilevante: questi tracciati, a differenza dei tagli di sega che non seguono la naturale rastremazione del fusto e possono intersecare decine di anelli di accrescimento, potranno al massimo intaccare l'anello più esterno di durame lasciando intatti tutti gli altri.

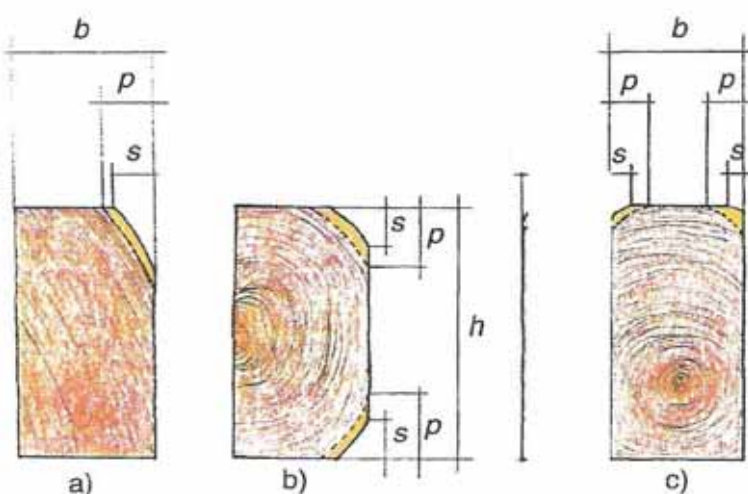
In Fig. 4 si riportano alcuni esempi di determinazione dei limiti di estensione degli smussi potenziali, in base alle regole UNI riportate in tabella 1.

In questa pagina, dall'alto:

FIGURA 3. Testata di trave di Larice: è evidente il limite netto fra alburo e durame. Le zone chiare di alburo possono essere considerate "smussi potenziali".

FIGURA 4. Esempi di determinazione dei limiti di estensione dell'alburo.

b = larghezza sezione h = altezza sezione
 s = smusso naturale p = smusso potenziale



CONCLUSIONI

Nel legname in opera è frequente riscontrare un parziale degradamento del legno esclusivamente a carico delle zone di alburo, mentre il durame risulta intatto.

Se le zone di alburo degradate sono limitate ai quattro spigoli della sezione, è possibile effettuare la verifica della sicurezza strutturale dell'elemento sulla base della sezione nominale e non di quella residua. Il criterio alla base di questa possibilità è che le linee di separazione fra alburo degradato e durame intatto individuino zone di smusso di estensione ammissibile per la Categoria di qualità resistente cui l'elemento strutturale è assegnato.

Nel caso in cui l'alburo sia sostanzialmente integro, la stessa possibilità consente di verificare l'elemento nel lungo periodo anche rinunciando a trattamenti preservanti dell'alburo contro possibili attacchi di Insetti e Funghi (previa verifica della non estensibilità dell'attacco anche al durame).

Questo approccio si applica non solo alla conservazione dell'esistente, ma anche alla costruzione con legname nuovo, con interessanti sviluppi nel settore del costruire biologico.

BIBLIOGRAFIA

- [1] Norma Italiana UNI EN 518 "Legno strutturale - Classificazione - Requisiti per le norme di classificazione a vista secondo la resistenza", marzo 1997.
- [2] Norma Tedesca DIN 4074 "Sortierung von Nadelholz nach der Tragfähigkeit - Nadelholz", september 1989.
- [3] Norma Italiana UNI 8198 "Segati di Conifere - Classificazione in base alla resistenza meccanica", 1981 (con Foglio di aggiornamento FA 145 del 1984).
- [4] Bonamini G., Togni M., Pascucci R., *Regole di classificazione per le travi di Castagno* CLUT Editrice, Torino, 1998, ISBN 88-7992-132-0.
- [5] Giordano G., Ceccotti A., Uzielli L. *Tecnica delle costruzioni in legno*, V ed. 1999, Hoepli, Milano.