

## Il quadro normativo. Sicurezza sismica, sicurezza al fuoco

### *Aspetti innovativi della normazione in Italia in relazione agli aspetti sismici e alle problematiche antincendio*

#### Indice

1. La normativa italiana e l'edificio alto in legno
2. Norme prestazionali o prescrittive
3. Proposta di revisione delle Norme Tecniche per le Costruzioni, impatto nella progettazione e nella realizzazione delle costruzioni in legno
4. Approccio normativo nella progettazione sismica: limiti e prospettive
5. Edificio alto in legno: requisiti di robustezza
6. Approccio normativo antincendio in Italia. Nuove responsabilità del professionista ai sensi del D.P.R. n 151, 2011
7. Problematiche della progettazione al fuoco, resistenza dell'elemento e protezione
8. Controlli ai sensi delle NTC: progetto, accettazione del materiale, realizzazione
9. Riferimenti bibliografici e normativi

---

#### 1. La normativa italiana e l'edificio alto in legno

Ci si può chiedere se il corpus normativo italiano, in genere, impedisca la realizzazione di case "alte" in legno, superiori a 5 o 6 piani. Alla domanda si può rispondere che, grazie anche al famoso articolo 45 nel decreto Monti "salva Italia" (dic. 2011), oggi non ci sono norme ostative, come sarà più avanti specificato.

Bisogna osservare che, comunque, anche con la vecchia formulazione dell'articolo 52 del DPR n° 380 non esisteva la norma che "impediva" la costruzione alta (e gli edifici alti in costruzione a Milano ne sono la dimostrazione essendo iniziato l'iter di costruzione prima di dicembre 2011), ma era richiesto il passaggio al C.S.II.pp. a Roma. L'iter della pratica poteva essere più o meno breve a seconda della completezza della documentazione presentata e, in definitiva, dello stato del progetto. Solitamente la Committenza non poteva attendere l'esame di un progetto, ai sensi del DPR n° 380, rallentando l'iter costruttivo e preferendo quindi soluzioni costruttive con altri materiali.

Anche per quanto riguarda le normative antincendio, il recente D.P.R. n° 151, 1 agosto 2011 (G.U. n° 221, 22 settembre 2011), "Regolamento recante semplificazione della disciplina dei procedimenti relativi alla prevenzione degli incendi" si muove sostanzialmente in un'ottica prestazionale legata al rischio dell'attività (in questo caso, ad esempio, il rischio è legato all'*altezza ai fini antincendio* degli edifici civili). Per quanto riguarda il caso di cui qui si tratta (edificio alto di civile abitazione), l'interesse è quindi limitato alla categoria A (attività a basso rischio) in cui sono inserite quelle attività dotate di

“regola tecnica” di riferimento e contraddistinte da un limitato livello di complessità: tale complessità è legata alla consistenza dell'attività, all'affollamento, ai quantitativi di materiale combustibile presenti.

## 2. Norme prestazionali o prescrittive

È sempre molto attuale il dibattito sulla impostazione di base di una normativa tecnica, se cioè essa debba essere di tipo prestazionale o prescrittiva. A livello europeo, tale discussione è ancora in essere visto che coinvolge i differenti Paesi ciascuno con le ovvie differenti filosofie di fondo a riguardo delle cosiddette “norme tecniche”. Ma si deve anche osservare che differenti sono gli approcci legislativi, a partire dalla osservazione di fondo che il nostro Paese è uno dei pochi, in Europa, in cui la norma tecnica per le costruzioni ha valore di “legge”.

Da un punto di vista assolutamente generale, in una norma prestazionale dovrebbero essere fissate le azioni esterne da considerare, i livelli di sicurezza da raggiungere e le prestazioni minime attese per le strutture. Devono altresì essere definite le responsabilità almeno di alcuni degli attori coinvolti nel processo di costruzione (Committente, Fornitore/Impresa, Progettista, Direttore dei Lavori). La norma prestazionale non dovrebbe invece “prescrivere” formule o procedure di dettaglio, demandandone la scelta al Progettista o, per parametri non rilevanti ai fini della sicurezza, al concerto Progettista/Committente. Il vincolo resta comunque quello di basarsi su regole o procedure ampiamente consolidate e/o adeguatamente giustificate. A mero scopo esemplificativo, con riguardo alle normative antincendio, una norma prescrittiva potrebbe impedire l'utilizzo di strutture portanti realizzate con materiale combustibile o, in caso contrario, imporre un numero massimo di piani per l'edificio, mentre una norma prestazionale si deve “limitare” a richiedere la prestazione strutturale in funzione di un tempo richiesto (da prescrizione e/o da calcolo) di resistenza al fuoco.

La norma prestazionale offre quindi una maggiore libertà progettuale, ma impone anche una ben maggiore responsabilizzazione delle figure coinvolte nel processo costruttivo, in primis il Progettista. La storia delle costruzioni negli ultimi 50 anni dimostra con evidenza che, contrariamente a ciò che può sembrare in prima battuta, una norma prescrittiva non garantisce di per sé una maggiore sicurezza della costruzione, anzi tende a bloccare qualsiasi soluzione costruttiva alternativa a quella prescritta e che, magari, potrebbe portare a una maggiore sicurezza. Non sembra il caso di richiamare quali siano, in Europa, le posizioni favorevoli a una o all'altra soluzione. Forse è invece il caso di evidenziare come l'Italia si sia incamminata, più o meno intenzionalmente, sulla strada di norme tecniche a carattere prestazionale. Ciò è evidente nell'impianto delle Norme Tecniche per le Costruzioni, ma anche in quello delle normative antincendio soprattutto nelle revisioni recenti; il riferimento è al recente D.P.R. n° 151, 1 agosto 2011 (G.U. n° 221, 22 settembre 2011), “Regolamento recante semplificazione della disciplina dei procedimenti relativi alla prevenzione degli incendi”.

## 3. Proposta di revisione delle Norme Tecniche per le Costruzioni, impatto nella progettazione e nella realizzazione delle costruzioni in legno

Nel seguito saranno evidenziate le modifiche più rilevanti contenute nella proposta di revisione delle Norme Tecniche per le Costruzioni, modifiche che tuttavia non dovrebbero stravolgere l'impianto delle attuali. Ci si può anche chiedere quale sarà il loro impatto nella progettazione e nella realizzazione delle costruzioni in legno.

Si deve subito osservare che le strutture in legno presentano una differenza fondamentale con gli altri materiali da costruzione: gli elementi di legno (lineari o planari, massicci o lamellari) sono classificati e

marcati singolarmente così come sono e, come tali, messi in opera. A differenza di quel che avviene con il calcestruzzo, ma in analogia all'acciaio, gli elementi sono "prefabbricati" e non formati in opera. Come si vedrà ciò ha delle implicazioni molto forti anche nella cantieristica: in generale, lavorazioni lungo l'asse della trave sono ammesse sotto ben precise ipotesi limitative.

Per gli elementi planari (ad esempio i pannelli Xlam), anche se è ancora in discussione la relativa norma di prodotto, numerose Aziende in Europa (e anche in Italia) producono elementi marcati su base volontaria tramite riconoscimento europeo ETA (European Technical Approval). In alternativa, in Italia, una Azienda può richiedere il Benestare Tecnico rilasciato dal Servizio Tecnico Centrale, sulla base delle apposite Linee Guida C.I.T. recentemente approvate (2012).

A parte la proposta di avvicinare i coefficienti di sicurezza delle NTC ai valori proposti a livello europeo, e ciò a fronte di controlli resi obbligatori in cantiere (se ne parlerà nel seguito), sono presenti altre modifiche importanti nella proposta di revisione delle stesse NTC.

Un inserimento rilevante è senz'altro quello relativo alle deformazioni massime ammesse negli elementi inflessi. Si osserva che detta limitazione riguarda stati limite di esercizio e, in quanto tali, non dovrebbe essere una "legge" a fissare tali limiti. D'altra parte, fissare una pur debole limitazione impone al Progettista di effettuare tale calcolazione che è spesso disattesa.

#### 4. Approccio normativo nella progettazione sismica: limiti e prospettive

Nelle Norme tecniche per le costruzioni, gli aspetti della progettazione per azioni sismiche sono trattati nel paragrafo 7.7 "Costruzioni di legno". Si devono però premettere alcune osservazioni. Nonostante le NTC avessero chiarito molto bene come doveva progettarsi l'edificio alto in legno, tali norme erano superate (come rango) dal famoso disposto contenuto nell'art. 52 del DPR 380/2001 "Testo unico delle disposizioni legislative e regolamentari in materia edilizia" e dedicato agli edifici multipiano. Tale disposto si rifaceva a vecchi documenti di carattere prescrittivo (la famosa legge 64/74), poco congruenti con la logica prestazionale delle nuove NTC '08, e che sembravano di fatto limitare l'applicazione delle stesse NTC e degli Eurocodici di riferimento.

Per chiarezza, l'Art.52 "Tipo di strutture e norme tecniche" del DPR 380/01 così si esprimeva: "Qualora vengano usati sistemi costruttivi diversi da quelli in muratura o con ossatura portante in cemento armato normale e precompresso, acciaio o sistemi combinati dei predetti materiali, per edifici con quattro o più piani entro e fuori terra, l'idoneità di tali sistemi deve essere comprovata da una dichiarazione rilasciata dal presidente del Consiglio superiore dei lavori pubblici su conforme parere dello stesso Consiglio." Quindi pur non vietando edifici alti in legno, l'art. 52 di fatto ne ostacolava la diffusione prospettando un percorso non banale e comunque non rapido.

Sulla tematica è fortunatamente intervenuto l'Art. 45 del cosiddetto *Decreto Monti Salva Italia* con la seguente disposizione in materia edilizia:

2. Al decreto del Presidente della Repubblica 6 giugno 2001, n. 380, e successive modificazioni, sono apportate le seguenti modificazioni:

a) all'articolo 52, il comma 2 è sostituito dal seguente:

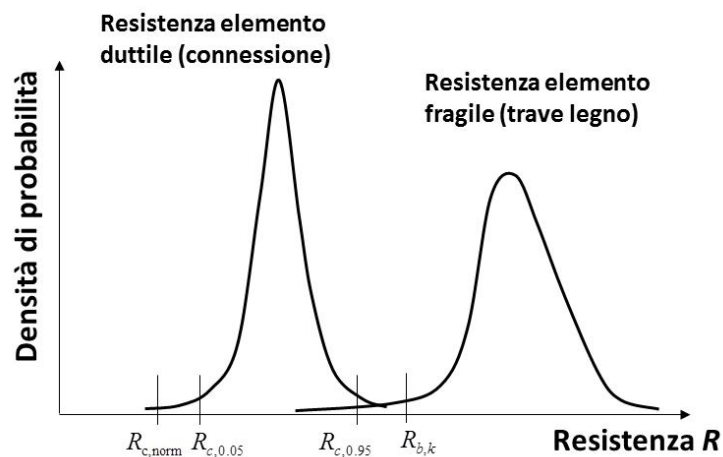
2. Qualora vengano usati materiali o sistemi costruttivi diversi da quelli disciplinati dalle norme tecniche in vigore, la loro idoneità deve essere comprovata da una dichiarazione rilasciata dal Presidente del Consiglio superiore dei lavori pubblici su conforme parere dello stesso Consiglio."

Tornando ora a trattare i criteri generali di progettazione sismica dei sistemi strutturali, il metodo di

calcolo che viene proposto dalle NTC è quello basato sulle *forze* (cosiddetto *Force Based Design*), secondo cui le capacità duttili della struttura e le possibilità di dissipazione energetica sono prese in considerazione tramite un coefficiente di comportamento  $q$  (è il  $q$  factor introdotto in Eurocodice 8). Tale fattore riduce l'entità delle azioni sismiche con cui progettare la struttura a fronte della sua capacità di penetrazione in campo anelastico (cioè di una precisa richiesta di *duttilità*).

Si richiede dunque che la struttura possieda adeguate capacità duttili, che nella struttura lignea possono essere trovate, in pratica, solo nei collegamenti meccanici. Nel contempo occorre evitare la formazione di meccanismi fragili. Tale progettazione in capacità può essere in pratica ricondotta a un progetto basato sul rispetto della *gerarchia delle resistenze*, gerarchia che deve essere puntualmente verificata a livello di struttura, di elemento, di singolo collegamento. Questa progettazione ha lo scopo di assicurare alla struttura dissipativa un comportamento duttile ed opera come segue:

- distingue gli elementi e i meccanismi, sia locali sia globali, in duttili e fragili;
- mira ad evitare le rotture fragili locali e l'attivazione di meccanismi globali fragili o instabili;
- mira a localizzare le dissipazioni di energia per isteresi in zone della struttura a tal fine individuate e progettate, dette "dissipative" o "duttili", coerenti con lo schema strutturale adottato.



Tali fini possono ritenersi conseguiti progettando la capacità allo SLV degli elementi/meccanismi fragili, locali e globali, in modo che sia maggiore di quella degli elementi/meccanismi duttili ad essi alternativi. Per assicurare il rispetto di tale disequaglianza, a livello sia locale sia globale, l'effettiva capacità degli elementi/meccanismi duttili è incrementata mediante un opportuno coefficiente  $\gamma_{Rd}$ , detto "fattore di sovrarresistenza". A partire da tale capacità maggiorata si dimensiona la capacità degli elementi/meccanismi fragili indesiderati, alternativi ai duttili. I fattori di sovrarresistenza proposti (distinti per le classi di duttilità Alta e Bassa) sono presentati come campo di valori (min-max), in cui i valori minimi devono essere giustificati sulla base di idonee evidenze teorico-sperimentali.

Tipologia strutturale	Elementi strutturali	Progettazione in capacità	$\gamma_{Rd}$	
			CD "A"	CD "B"
Legno	Collegamenti		1,60	1,30

Per quanto riguarda i cosiddetti *fattori di struttura*, essi andrebbero precisati non tanto e non solo in funzione della “tipologia strutturale” quanto in relazione alle tipologie di collegamento che saranno effettivamente utilizzate. L’esempio tipico che viene riportato è quello della parete intelaiata che può sviluppare un comportamento deformativo globale a taglio solo se i collegamenti parete-fondazione o parete-solaio sono sovra-resistenti rispetto alla capacità dell’elemento parete. In caso contrario, al limite, anche la parete intelaiata si comporterà come una parete a comportamento “rigido” al pari di una parete Xlam.

Nella proposta di revisione delle NTC, ciò è stato evidenziato riportando in tabella non già un valore unico per una tipologia strutturale ma un intervallo di valori. In tal modo *sarà onere del Progettista giustificare* la scelta dei valori assunti nei calcoli per il fattore  $q_0$  superiori al valore minimo, sulla base della capacità dissipativa del sistema strutturale nonché dei criteri di dimensionamento dei collegamenti, che dovranno essere in grado di garantire adeguata resistenza e duttilità, prevenendo rotture fragili mediante una puntuale applicazione del principio di gerarchia delle resistenze. Si ricorda come già attualmente, in ambito Eurocodice 8 e NTC, le tabelle per i fattori di struttura riportano sempre i *valori massimi* da assumere per  $q_0$ .

Costruzioni di legno (§ 7.7.3)	CD“A”	CD“B”
Pannelli di parete a telaio leggero chiodati con diaframmi incollati, collegati mediante chiodi, viti e bulloni Strutture reticolari iperstatiche con giunti chiodati	3,0	2,0
Portali iperstatici con mezzi di unione a gambo cilindrico (se sono rispettate le prescrizioni contenute nel § 7.7.3.1)	4,0	2,5
Pannelli di parete a telaio leggero chiodati con diaframmi chiodati, collegati mediante chiodi, viti e bulloni.	5,0	3,0
Pannelli di parete incollati a strati incrociati, collegati mediante chiodi, viti, bulloni Strutture reticolari con collegamenti a mezzo di chiodi, viti, bulloni o spinotti Strutture cosiddette miste, ovvero con intelaiatura (sismo-resistente) in legno e tamponature non portanti	-	2,5
Strutture isostatiche in genere, compresi portali isostatici con mezzi di unione a gambo cilindrico, e altre tipologie strutturali	-	1,5

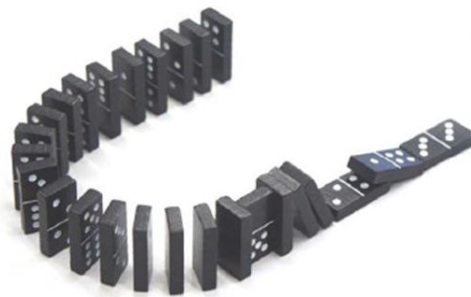
Qualora si faccia affidamento a comportamenti strutturali dissipativi (CD “A” o “B”), in mancanza di più precise valutazioni teoriche e sperimentali, si devono applicare le regole seguenti:

- nelle zone considerate dissipative possono essere utilizzati solamente materiali e mezzi di unione che garantiscono un adeguato comportamento di tipo oligociclico;
- le unioni incollate devono essere considerate, in generale, come non dissipative, a meno che non siano poste in serie con un elemento duttile applicando i criteri della progettazione in capacità;
- i nodi di carpenteria possono essere utilizzati solamente quando possono garantire una sufficiente dissipazione energetica, senza presentare rischi di rottura fragile per taglio o per trazione ortogonale alla fibratura, e con la presenza di dispositivi atti ad evitarne la sconnessione.

Le regole e disposizioni riportate relativamente alle strutture progettate in CD“A” o CD“B” sono da applicarsi evidentemente *solo* alle zone considerate e progettate come dissipative. Ad esempio, la regola secondo cui perni e bulloni di diametro superiore a 16 mm non devono essere utilizzati nei collegamenti legno-legno e legno-acciaio si applica ai collegamenti classificati come dissipativi. Le NTC chiariscono poi che il Progettista dovrà indicare quali siano i collegamenti cui è affidata tale funzione: è evidente che in una struttura potranno essere presenti anche altri tipi di collegamento non progettati come duttili.

## 5. Edificio alto in legno: requisiti di robustezza

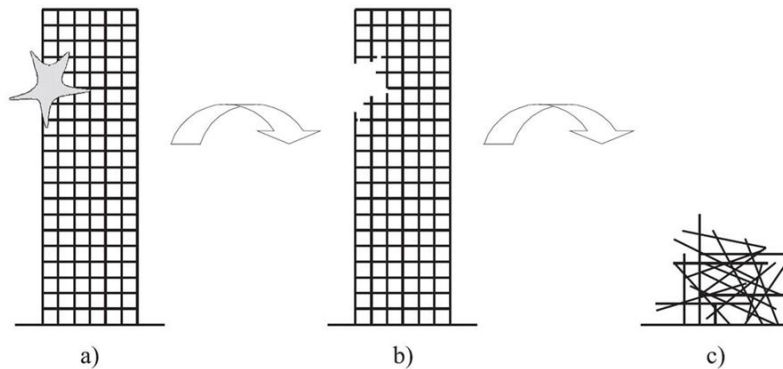
Nell’ambito degli edifici alti (non solo in legno), un approfondimento particolare merita il tema della *robustezza strutturale*, ovvero della sensibilità della struttura alle cosiddette azioni eccezionali non previste in sede progettuale. Tali azioni eccezionali sono quelle che si presentano in occasione di eventi quali incendi, esplosioni, urti. È infatti opportuno che le costruzioni, in particolare quelle più sensibili agli effetti di tali azioni, possiedano un grado adeguato di *robustezza*, in funzione dell’uso previsto della costruzione, individuando gli scenari di rischio e le azioni eccezionali rilevanti ai fini della loro progettazione. Nelle costruzioni alte, specie se costruite con grandi pannelli prefabbricati, il rischio più rilevante è quello del cosiddetto “crollo progressivo” associato alla perdita di un pannello portante a un piano intermedio che conduca al crollo generalizzato.



In generale, si intende per robustezza la capacità potenziale della struttura a sopravvivere ad azioni eccezionali non esplicitamente previste in sede progettuale (CNR 206:2007, par. A 6.5). Mentre sul tema dell’incendio si tornerà più avanti, ci si può chiedere se le strutture multipiano in legno debbano essere verificate nei confronti di esplosioni e urti per verosimili scenari di rischio o su richiesta del committente e se tale verifica risulti obbligatoria. Ragioni di buon senso oltre che di corretta progettazione imporrebbero comunque questa verifica a prescindere da norme che la prescrivano.

Comunque, a parte il riferimento alle NTC nelle quali è esplicitamente citata la questione della *robustezza*, un riferimento puntuale è anche presente in sede Europea, nell’Eurocodice 1, EN 1991-Actions on structures, Part 1-7: Accidental actions. Nella "Classe di conseguenze 2b - Elevato livello di rischio", sono inclusi hotels, caseggiati, appartamenti o altri edifici residenziali e uffici con numero di piani tra 5 e 15, edifici scolastici con numero di piani compreso tra 2 e 15 ecc. Con ciò si potrebbe anche concludere che una casa di civile abitazione è da considerarsi “alta”, ai fini della verifica di robustezza, se il numero di piani è uguale o superiore a cinque. Nel caso degli edifici alti, a maggior ragione se costruiti con grandi pannelli, il requisito di robustezza è declinato nei termini di un progetto che ipotizzi e dimensioni *percorsi alternativi* per il carico nel caso in cui un pannello sia messo fuori servizio. Ciò implica immediatamente la scelta di sistemi *ridondanti* per i collegamenti, ma che

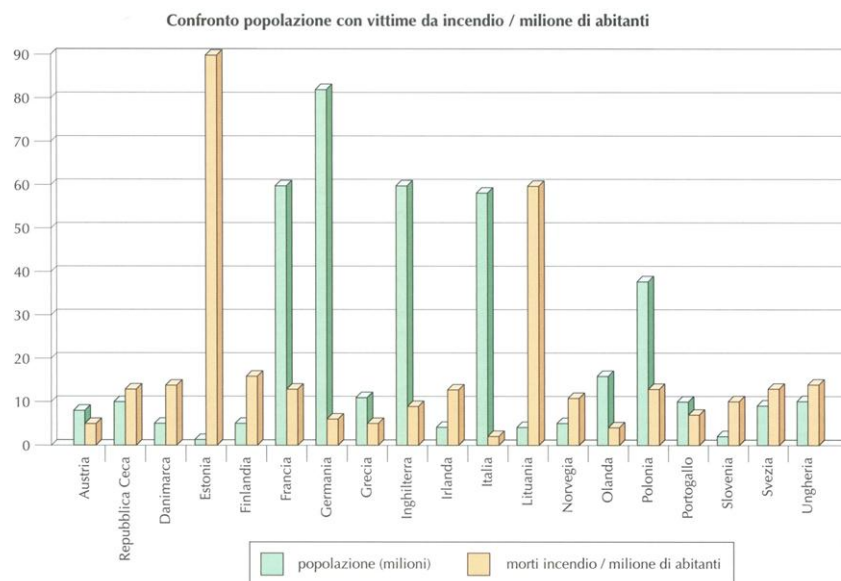
fortunatamente per le strutture di legno non si traducono in scelte pesantemente antieconomiche.



Fonte: EN 1991-Actions on structures, Part 1-7: Accidental actions

## 6. Approccio normativo antincendio in Italia. Nuove responsabilità del professionista ai sensi del D.P.R. n 151, 2011

E' lecito chiedersi se l'Italia, che ha avuto una normativa in vigore per oltre 40 anni (la famosa Circolare 91, 1961), abbia denunciato o meno un numero di perdite di vite umane per l'incendio maggiore/minore rispetto a quello di altri Paesi europei. La risposta si può leggere nel grafico riportato.



Fonte: EU Fire Safety Network

La cosiddetta "media ponderata" tra 19 Paesi UE per i quali erano disponibili i dati, dimostra che a fronte di una media UE di 10,7 morti/milioni di abitanti a causa di incendi, in Italia la media è risultata pari a 2 morti/milioni di abitanti; ciò testimonia quindi uno dei migliori risultati a livello europeo (Fonte EU Fire Safety Network). Varie possono essere le ragioni di tale situazione, ma se ne possono citare in particolare due: i) anche i vecchi metodi prescrittivi (e di buon senso) hanno funzionato bene, ii) la struttura dell'Ente di controllo (oltre che di emergenza) che è il Corpo nazionale dei VV.F. ha al suo interno circa 1000 unità tra ingegneri, architetti, geometri, periti: come qualcuno ha osservato in altre sedi, è una delle più grandi *Engineering* al mondo.



A livello normativo, in Italia, sono intervenuti negli ultimi anni numerosi Decreti Ministeriali che hanno portato il nostro Paese a un approccio del tutto simile a quello tenuto in sede Europea. In particolare merita di essere citato il D.P.R. n° 151, 1 agosto 2011, sulla *semplificazione* della disciplina della prevenzione incendi. Tale norma ha fatto sì che il Professionista antincendio assuma piena responsabilità della materia per fabbricati fino ad una certa altezza e per alcune destinazioni d'uso. Al di là di questi limiti, si richiede comunque la certificazione di prevenzione incendio con pareri e visite dei VV.F. . Si afferma quindi concretamente il principio di proporzionalità, cioè gli adempimenti amministrativi vengono diversificati in relazione alla dimensione, al settore in cui opera l'impresa, all'effettiva esigenza di tutela degli interessi pubblici. Le attività sottoposte ai controlli di prevenzione incendi sono distinte in tre categorie per le quali è prevista una disciplina differenziata in relazione al rischio. Nella *categoria A* sono state inserite quelle attività dotate di 'regola tecnica' di riferimento e contraddistinte da un limitato livello di complessità, legato alla consistenza dell'attività, all'affollamento ed ai quantitativi di materiale presente. Nella *categoria B* sono state inserite le attività presenti in A, quanto a tipologia, ma caratterizzate da un maggiore livello di complessità, nonché le attività sprovviste di una specifica regolamentazione tecnica di riferimento, ma comunque con un livello di complessità inferiore al parametro assunto per la categoria 'superiore'. Nella categoria C sono state inserite le attività con alto livello di complessità, indipendentemente dalla presenza o meno della 'regola tecnica'. Si può notare come nella categoria A, siano ricompresi gli edifici civili con altezza antincendio superiore a 24 m (e inferiore a 32 m). Con ciò si potrebbe concludere che una casa è da considerarsi "alta", ai fini della prevenzione incendi, se la cosiddetta *altezza antincendio* risulta superiore a 24 m (circa otto piani).

## 7. Problematiche della progettazione al fuoco, resistenza dell'elemento e protezione

La progettazione antincendio deve essere intesa in generale come scelta e dimensionamento di un insieme organico di misure "passive" (es. resistenza strutturale, isolamento) e di misure "attive" (es. sprinkler). Deve essere ovviamente garantito che le misure adottate per la protezione delle superfici (misura passiva, pannelli isolanti) non possano essere rimosse dall'utente a suo piacimento durante la vita del fabbricato. Sarebbero quindi preferibili soluzioni con la protezione della struttura di legno direttamente ad essa applicata e intercapedini con isolamento e passaggi impiantistici ricavati al di fuori della struttura così isolata.

In generale risultano molto più efficaci le misure atte a prevenire la "propagazione" delle fiamme e dei gas caldi, quindi la raccomandazione che può essere data per il caso delle costruzioni alte è di insistere sulle misure di *isolamento* e di *tenuta*. In effetti, il vero punto dolente delle costruzioni "alte" (e non solo di quelle in legno) è costituito dai cavetti verticali che sono la causa principale di propagazione dell'incendio dai piani bassi a quelli alti. Quindi grande attenzione deve essere posta per isolare i vari passaggi impiantistici, come sarà discusso più avanti. Di importanza fondamentale specificatamente per la struttura in legno è invece l'isolamento corretto di eventuali tubazioni "calde" (es. camini): molti degli incendi sviluppatasi su tetti in legno sono stati causati da una non corretta installazione di tali camini o anche da una non corretta manutenzione degli stessi.

Per quanto attiene il problema della resistenza e reazione al fuoco degli elementi di legno e della struttura lignea si rimanda a quanto riportato nel seguito e ai riferimenti in bibliografia. Merita però sottolineare un aspetto particolare della resistenza al fuoco degli elementi di legno. La loro resistenza si basa sul materiale integro protetto dallo strato carbonizzato, quindi sulla geometria residua: ciò vale tanto per gli elementi inflessi (travi e solette) che per quelli prevalentemente compressi (pilastri e



pareti). Nel caso degli elementi compressi la resistenza dipende però anche dalla snellezza della sezione residua, ciò che deve portare a prestare una speciale attenzione nel dimensionamento di tali elementi proprio con riferimento alla resistenza al fuoco. Ad esempio, nel caso di una colonna esposta al fuoco sui quattro lati, a una perdita di sezione resistente si associa anche l'aumento della snellezza della medesima. Con riguardo invece agli elementi planari (pannelli Xlam) con composizione tradizionale, è evidente che quando sia completamente carbonizzato il primo strato di tavole risulta inefficace anche il secondo strato visto che è orientato ortogonalmente rispetto al primo. Per tale ragione si può ipotizzare una composizione ottimizzata ai fini della resistenza antincendio, ad esempio con la coppia di strati esterni di tavole (su un lato) posizionate con fibratura parallela e non incrociata. Sono riportati alcuni esempi.

Un altro aspetto particolarmente delicato è quello relativo alle "pareti esterne ventilate", in quanto esse costituiscono canale preferenziale di propagazione di un eventuale incendio verso l'alto. La situazione può essere ulteriormente aggravata nel caso di utilizzo di rivestimenti esterni in legno. Si possono dare alcuni suggerimenti per ridurre il rischio associato, ad esempio quello di utilizzare isolanti in classe A1 per evitare propagazione di incendi all'interno di intercapedini, almeno nel caso in cui i rivestimenti contenitivi degli isolanti non presentino particolari caratteristiche protettive nei confronti della reazione al fuoco. Altri suggerimenti sono quelli di inserire dispositivi, o all'interno dell'intercapedine o all'esterno, atti a rallentare la propagazione dell'incendio in facciata.

Infine si deve citare un punto critico (forse il più critico) della costruzione di legno sviluppata in altezza che è quello legato alla sicurezza antincendio durante la sua costruzione. In questa fase, infatti, la costruzione risulta del tutto priva di ogni sorta di "compartimentazione" e quindi l'eventuale incendio si propaga rapidamente e in maniera incontrollata a tutta la struttura. Tutto ciò, tra l'altro, rende evidente quanto detto in precedenza sulla importanza fondamentale della compartimentazione ai fini della protezione antincendio.

## **8. Controlli ai sensi delle NTC: progetto, accettazione del materiale, realizzazione**

I controlli e il collaudo, ai sensi dei capitoli 11 "Materiali e prodotti per uso strutturale" e 9 "Collaudo statico" delle Norme tecniche per le Costruzioni, sono a carico della Direzione Lavori e del Collaudatore. Quest'ultimo dovrebbe essere incaricato evidentemente per un collaudo in corso d'opera, stante il fatto che proprio sugli edifici residenziali multipiano è ben difficile (se non impossibile) rendersi conto alla fine di quanto effettivamente realizzato, per esempio a livello di collegamenti tra singoli pannelli quando l'edificio sia ultimato: il controllo del collaudatore avverrebbe quindi solo sulla base di un esame dei documenti progettuali.

I controlli di accettazione del materiale in cantiere, come noto, sono già attivi, ma saranno dichiarati esplicitamente obbligatori. Essi riguardano tutte le tipologie di materiali e prodotti a base di legno e sono demandati al Direttore dei Lavori il quale, prima della messa in opera, è tenuto ad accertare e a verificare quanto sopra indicato e a rifiutare le eventuali forniture non conformi. Si ricorda che per il legno massiccio è ormai obbligatoria la marcatura CE dell'elemento, così come obbligatoria è la marcatura per tutti gli elementi di collegamento a gambo cilindrico (viti, chiodi, bulloni, spinotti etc) che sono inclusi nella norma armonizzata EN14592-2008, che dal 01/08/2010 sancisce la marcatura CE obbligatoria per tali prodotti.

Tuttavia altri controlli rivestono particolare importanza nella realizzazione degli edifici alti in legno. Tali sono i controlli nelle fasi di montaggio, per cui saranno evidenziati alcuni esempi eclatanti di mancanza

di controllo, i controlli ai fini delle prestazioni antincendio dell'edificio finito, i controlli per garantire la protezione dall'acqua degli elementi a piè d'opera e della costruzione nelle varie fasi di montaggio. Non si deve infine trascurare il fatto che le strutture in legno risultano molto sensibili e vulnerabili agli effetti dell'incendio proprio durante le fasi costruttive e, quindi, il "cantiere" necessita di una particolare attenzione durante tali fasi e di una preparazione adeguata delle maestranze.

Per quanto riguarda le operazioni di collaudo, si ricorda innanzitutto che le opere non possono essere poste in esercizio prima dell'effettuazione del collaudo statico. Esso riguarda il giudizio sul comportamento e le prestazioni delle parti dell'opera con funzione portante. Quindi, proprio nelle NTC, è chiaramente prescritto che esso, tranne casi particolari, debba essere eseguito in corso d'opera quando "vengono posti in opera elementi strutturali non più ispezionabili, controllabili e collaudabili a seguito del proseguire della costruzione".

Il collaudo statico di tutte le opere di ingegneria civile regolate dalle NTC, deve comprendere i seguenti adempimenti:

- a) controllo di quanto prescritto per le opere;
- b) ispezione dell'opera nelle varie fasi costruttive;
- c) esame dei certificati delle prove sui materiali, articolato in: 1) accertamento del numero dei prelievi effettuati e della sua conformità alle prescrizioni contenute al Cap. 11; 2) controllo che i risultati ottenuti dalle prove siano compatibili con i criteri di accettazione fissati nel citato Cap. 11;
- d) esame dei certificati di cui ai controlli in stabilimento e nel ciclo produttivo;
- e) controllo dei verbali e dei risultati delle eventuali prove di carico fatte eseguire dalla DL;
- f) esame del progetto dell'opera, impostazione generale, progettazione nei suoi aspetti strutturale e geotecnico, gli schemi di calcolo e le azioni considerate;
- g) esame delle indagini eseguite nelle fasi di progettazione e costruzione come prescritte nelle presenti norme;
- h) esame della relazione a strutture ultimate del Direttore dei lavori.

Con riferimento all'esame del progetto dell'opera, si sottolineano alcuni aspetti fondamentali che devono essere attentamente valutati: 1) il rapporto tra assunzione di alcuni valori di progetto e le scelte progettuali (ad esempio valore assunto per il fattore di comportamento  $q_0$  e le tipologie di collegamento, piuttosto che la "tipologia" costruttiva); 2) durabilità dell'opera; 3) analisi della robustezza strutturale.

Infine, è "discrezione" del Collaudatore richiedere di effettuare tutti quegli accertamenti, studi, indagini, sperimentazioni e ricerche utili per formarsi il convincimento sulla sicurezza, durabilità e collaudabilità dell'opera. Si possono quindi citare le seguenti possibilità:

- prove di carico;
- prove sui materiali messi in opera, anche mediante controlli non distruttivi;
- monitoraggio programmato di grandezze ritenute significative per l'opera, che si possono anche eventualmente proseguire dopo il collaudo.

Con riguardo alle prove di carico, la circolare esplicativa (punto C.4.4.16) riporta esplicitamente che i controlli sulla costruzione completa sono quelli previsti anche per le altre costruzioni e quindi, ad esempio, che i carichi di prova sono tali da indurre le sollecitazioni massime di esercizio per combinazioni rare. Le procedure di caricamento però devono seguire quanto riportato nella UNI-EN 380:1994 "Strutture di legno. Metodi di prova. Principi generali per le prove con carico statico", e limitatamente al procedimento 1 e/o 2 della stessa norma.

## 9. Riferimenti bibliografici e normativi

*Fire safety in timber buildings. Technical guideline for Europe* (2010), SP Report 2010:19, ISBN 978-91-86319-60-1, SP Trätekt Technical Research Institute of Sweden, Stockholm Sweden

Frangi A., Fontana M. (2003), *Charring rates and temperature profiles of wood sections*, Fire and Materials, Vol. n. 27, pp. 91–102

Piazza M., Tomasi R., Modena R., *Strutture in legno. Materiale, calcolo e progetto secondo le nuove normative europee*, ISBN 88-203-3583-2, Biblioteca Tecnica Hoepli, 2005

Piazza M., del Senno M., Bernasconi A., *Il legno e il fuoco. Nozioni di base e introduzione al calcolo*, Prontuario n. 7, Promo\_legno, Milano, 2012, ISBN 978-3-902320-49-0/2a edizione

ISO International Organization for Standardization, (1968, 1975, 1995) 1999. *Fire Resistance Tests of Elements of Building Construction, Part 1: General Requirements*, ISO Recommendation, R834-1

EN 1991-1-1:2002 (+AC:2009), *Eurocode 1: Actions on structures. Part 1-1: General actions - Densities, self-weight, imposed loads for buildings*, CEN, European Committee for Standardization

EN 1991-1-2:2002 (+AC:2009), *Eurocode 1: Actions on structures. Part 1-2: General actions - Actions on structures exposed to fire*, CEN, European Committee for Standardization

EN 1991-1-7:2006, *Eurocode 1. Actions on structures. Part 1-7: General actions - Accidental actions*, CEN, European Committee for Standardization

EN 1995-1-1:2004 (+AC:2006, +A1:2008), *Eurocode 5: Design of timber structures. Part 1-1: General - Common rules and rules for buildings*, CEN, European Committee for Standardization

EN 1995-1-2:2004 (+AC:2006), *Eurocode 5: Design of timber structures. Part 1-2: General – Structural fire design*, CEN, European Committee for Standardization

CNR-DT 206:2007, *Istruzioni per la Progettazione, Esecuzione e Controllo delle Strutture di Legno*

D.M. 9 marzo 2007, *Criteri per determinare le prestazioni di resistenza al fuoco*

D.M. 16 febbraio 2007, *Prodotti e elementi costruttivi per i quali è richiesto il requisito di resistenza al fuoco*

D.M. 9 Maggio 2007, *Direttive per l'attuazione dell'approccio ingegneristico alla sicurezza antincendio*

D.P.R. n 151, 1 agosto 2011, *Regolamento recante semplificazione della disciplina dei procedimenti relativi alla prevenzione degli incendi*

D.M. 14 gennaio 2008, *Nuove norme tecniche per le costruzioni*

Circolare 2 febbraio 2009, n. 617, *Istruzioni per l'applicazione delle "Nuove norme tecniche per le costruzioni" di cui al D.M. 14 gennaio 2008*

C.S.II.pp., Parere 53/2012, Adunanza 14/11/2014, *Bozza di revisione ed aggiornamento delle Norme Tecniche per le Costruzioni*

# Il quadro normativo

## Sicurezza statica e resistenza al fuoco

Aspetti innovativi della normazione in Italia in relazione agli  
aspetti sismici e alle problematiche antincendio

**prof. Maurizio Piazza**



UNIVERSITÀ DEGLI STUDI DI TRENTO

Dipartimento di Ingegneria Civile,  
Ambientale e Meccanica

### **La normativa italiana, in generale, impedisce la realizzazione di case alte 9 o 10 piani?**

In realtà, si può rispondere che, grazie anche al famoso articolo  
nel decreto Monti "*salva italia*" (dic. 2011) oggi non ci sono  
norme ostative.

Ma nemmeno prima c'erano norme che impedivano la  
costruzione (via Cenni a Milano ne è la dimostrazione), ma:

- i) la Committenza non aveva, in genere, il tempo per attendere  
l'esame di un progetto, ai sensi del DPR 380/2001 , art. 52;
- ii) servivano/servono competenze forti per confrontarsi con  
una Commissione molto preparata e competente nel  
comparto strutturale/costruttivo.



UNI EN 1995-1-1:2005  
**Eurocodice 5: Progettazione delle strutture di legno**  
**Parte 1-1: Regole generali - Regole comuni e regole per gli edifici**

Appendice Nazionale Italiana  
alla EN 1995-1-1:2004

Approvata dal C.S.II.pp. in  
data **24/09/2010**

In G.U. il **27/03/2013**

**APPENDICE NAZIONALE ITALIANA**  
**alla UNI EN 1995-1-1:2005**  
**Parametri adottati a livello nazionale**  
**da utilizzare per le strutture di legno**

Nota sul calcolo della  
**resistenza al fuoco**  
(valida per tutti i materiali)



UNI EN 1995-1-1:2005  
**Eurocodice 5: Progettazione delle strutture di legno**  
**Parte 1-1: Regole generali - Regole comuni e regole per gli edifici**

Appendice Nazionale Italiana  
alla EN 1995-1-1:2004

Approvata dal C.S.II.pp. in  
data **24/09/2010**

In G.U. il **27/03/2013**

### 3) Decisioni nazionali

Paragrafo	Riferimento	Parametro nazionale - valore o prescrizione -
2.3.1.2(2)P	Nota - Tabella 2.2	Il carico neve è da considerare in relazione alle caratteristiche del sito. Il vento può essere considerato istantaneo salvo valutazioni più accurate in relazione al sito.

## Utilizzo del legno per *grandi* strutture nel passato



### Sakyamuni Pagoda, Fogong Temple

NO nella Ying County, prov. Shanxi

Altezza 67,31 m; diam. base 30,27  
9 piani di cui 5 visibili dall'esterno (~ 20 piani odierni)  
Totalmente in legno (tenoni-mortase, senza chiodi)  
All'interno 26 statue di Buddha  
Costruita durante il regno Qing Ning (1056), da un monaco

E' sopravvissuta a molti terremoti distruttivi ...  
si racconta di un terremoto "durato 7 giorni", di recente a  
quelli di Xingtai, Tangshan (Hebei Province), Helinge'erm  
(Mongolia interna)

## Utilizzo del legno per *grandi* strutture nel passato

Castello Himeji, Giappone, 1608AD  
7 Piani, struttura intelaiata in legno , con foto sovrapposta del  
modello con spaccato della struttura lignea.

*Courtesy*  
*Randolph Langenbach*



## Utilizzo del legno per *grandi* strutture nel passato

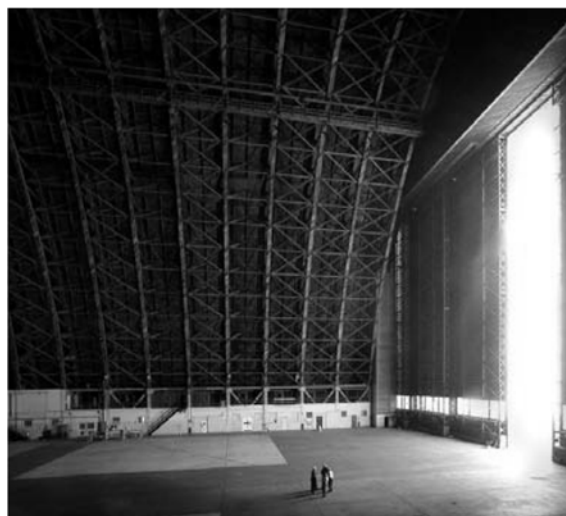
Claremont Hotel, Oakland, CA, USA, costruito nel 1906.  
Nella parte più alta ha 11 piani.  
Rivestimento in pietra alla base attaccato alla struttura lignea.



## Utilizzo del legno per *grandi* strutture nel passato

After the building of a prototype under the direction of the principal engineer of the Navy's Bureau of Yards and Docks, *Arsham Amirikian*, it took only a year to complete all 17 hangers.

With over 2 million cubic meters of volume and more than nearly 40.000,00 square meters of floor space, it is doubtful if any other wood structure in the world of any type is larger.





## Utilizzo del legno per *grandi* strutture nel passato

*Gliwice Radio Tower* is the transmission tower of the Gliwice, Upper Silesia, Poland. It is an 118-metre high (including the 8 metre long spire on its top) construction of **impregnated larch** wood framework. The tower was nicknamed "the Silesian Eiffel Tower" by the local population, although the similarities are minor.

Gliwice Radio Tower has four platforms, which are 40.4 m, 55.3 m, 80.0 m and 109.7 m above ground. The platform on its top has a size of 2.13 x 2.13 m. For access to its top, there is a ladder with 365 steps.



Gliwice Radio Tower, Poland, 1935

10

## Utilizzo del legno per *grandi* strutture nel passato

DATE	TALLEST TIMBER BUILDINGS (tallest at top)	Story height	height (meters)
1935	<i>Gliwice Radio Tower, Poland (not a building)</i>	N/A	118
2003	Săpânța-Peri Church, Romania	N/A	75
1056	Sakyamuni Pagoda, Yingzian, China	9	67
1720 (moved 1802)	Bârsana Monastery, Romania	N/A	62
proposal	Barents House, Kirkenes, Norway	17	60
1942-3	Tillamook Hanger, Oregon, USA	N/A	58.5
1942-3	Hanger 2&3, Moffit Field, California, USA	N/A	52
1942-4	Four other extant timber Airdocks of similar dimensions	N/A	
1906	Claremont Hotel, Oakland, Ca. USA (Tower)	10+Cupola	49
1709	Daibutsu-den, Todaiji Temple, Japan	N/A	48.6
1992-d.2008	Sutyagin House, Russia (demolished)	13	44
1890	St. Georges Anglican Catholic Church, Guyana	N/A	43.5
1893-d.1995	St. Paulus Church, San Francisco, USA (burned)	N/A	43.5
2008	Stadthaus, London, U.K.	9	30
started 1992	Tennessee Tree House, USA	10	29.5

## Aggiornamento delle Norme Tecniche per le Costruzioni

Aggiornamento assai importante, e riguarda i capitoli sulla statica (cap. 4), sismica (cap. 7), controlli sui materiali (cap. 11).

Attenzione che i nuovi valori proposti per i coefficienti di sicurezza sono diretta conseguenza della presenza di **prodotti tutti marcati** e di **controlli obbligatori dei materiali** in ingresso in cantiere.

Sembra utile sottolineare che la grande costruzione richiede **controlli** che molto spesso sono "*trascurati*" nelle piccole e medie costruzioni.

## Differenza tra norme "*prescrittive*" e "*prestazionali*"

Imporre, come diversi paesi Europei fanno, un numero massimo di piani ricade in una norma prescrittiva che, anche in sede comunitaria, si vorrebbe cercare di evitare, a favore di norme prestazionali.

Quindi una volta che sia assegnata una richiesta di prestazione (e.g., una certa *classe antincendio*), dopo sarà cura del Progettista trovare la soluzione (indipendentemente, ad es., dal materiale che usa).

La differenza è stata molto evidente sulle questioni incendio (e lo è ancora in molti Paesi Europei).

*Su questo punto, forse, l'Italia si muove molto velocemente!*

## Cambio di scala per gli edifici "alti" in legno

*Cos'è un edificio alto in legno?*

Per quanto si dirà in seguito sulla robustezza, si potrebbe pensare che l'edificio è alto quando il numero di piani  $\geq 5$ .

Il cambio di scala è evidente non solo nella *parte statica* (di ciò ne parla prof. Bernasconi), ma anche nella progettazione *antincendio* (e, più in generale, *impiantistica*).

Anche in questo settore, l'Italia si è mossa rapidamente. Saranno nel seguito richiamati i vari DM sulla progettazione e sulla semplificazione della disciplina della prevenzione incendi.

## ***Norme Tecniche per le Costruzioni (DM 14.01.08)***



### **Norma di tipo prestazionale**

#### **COSA SIGNIFICA**

Vengono fissate le **azioni esterne** da considerare, i **livelli di sicurezza** da raggiungere e le **prestazioni minime attese** per le strutture e si definiscono le **responsabilità** almeno di alcuni degli attori coinvolti nel processo di costruzione (Committente, Fornitore/Impresa, Progettista, Direttore dei Lavori).

#### **COSA NON DOVREBBE ESSERE**

La norma non prescrive **formule o procedure di dettaglio** demandandone la scelta al Progettista o, per i parametri rilevanti ai fini della sicurezza, al concerto Progettista/Committente. Il vincolo resta solo quello di basarsi su regole o procedure ampiamente consolidate e/o adeguatamente giustificate.

## Riferimenti tecnici di cui al capitolo 12 delle NTC '08

### **EUROCODICI** (Versioni definitive 2004, aggiornamenti 2008, 2010)

**UNI EN 1995-1-1** Regole comuni e regole per gli edifici

**UNI EN 1995-1-2** Progettazione strutturale contro l'incendio

**UNI EN 1995-2** Ponti

**UNI EN 1998-1** Parte 1: Regole generali, azioni sismiche e regole per gli edifici



**Annessi Tecnici per gli Eurocodici (NAD), approvati in Luglio '09,  
in corso di pubblicazione in G.U.**

### **DOCUMENTO CNR-DT 206: 2007**

Nasce da bozza di Norma Italiana Costruzioni in Legno (NICoLe), mai rilasciata da CNR o pubblicata in GU, sulla base di stato dell'arte di norme europee (DIN, Eurocodici, ...)



Versione aggiornata in ReLUIS:



[http://www.reluis.it/images/stories/ReLUIS-2014-PR4\\_Linee\\_Guida\\_LEGNO-parte\\_1.pdf](http://www.reluis.it/images/stories/ReLUIS-2014-PR4_Linee_Guida_LEGNO-parte_1.pdf)

**Quali dovrebbero essere le modifiche più rilevanti  
nella proposta di revisione delle NTC ?**

**Quale sarà l'impatto nella progettazione e nella  
realizzazione delle costruzioni in legno?**

## **NORME TECNICHE PER LE COSTRUZIONI**

cap. 4.4 Costruzioni di legno

cap. 7 Progettazione in presenza di azioni sismiche  
7.7 Costruzioni di legno

cap. 11 Materiali e prodotti  
11.7 Materiali e prodotti a base di legno

## 4.4 COSTRUZIONI DI LEGNO



### COEFFICIENTI PARZIALI DI SICUREZZA SUI MATERIALI

Differenza fondamentale con altri materiali da costruzione:

gli elementi di legno sono classificati (e marcati) così come sono e, come tali messi in opera ...

*non "creo" né una trave di legno in cantiere né un pannello XLAM !*

### COEFFICIENTI PARZIALI DI SICUREZZA SUI MATERIALI

<b>LEGNO LAMELLARE</b>	 01234 GlulamCo A/S, P.O. Box 12, DK 1234
	05 01234-CPD-00234
	EN 14080 Glued laminated timber <b>Strength Class GL 32</b> Adhesive Type I according to EN 301 Spruce: Picea abies Formaldehyde class: Class E1 Reaction to fire: Class D-s2,d0 Durability Class: 4
<b>LEGNO MASSICCIO</b>	 01234 AnyCo Ltd, PO Box 21, B-1050
	06 01234-CPD-00234
	EN 14081-1 Structural timber <b>C24</b> (STII) Dry graded Species code WPCA Grading standard EN 338 + NF B 52 001 Reaction to fire D-s2,d0 (Table C.1) Durability class 4

## COEFFICIENTI PARZIALI DI SICUREZZA SUI MATERIALI

Progetto di norma europea prEN16531

PANNELLI CLT

### Osservazione

Numerose Aziende in Europa (e anche in Italia) producono con il riconoscimento europeo *ETA* (European Technical Approval).  
 In alternativa, in Italia vale il *Benestare Tecnico* rilasciato dal Servizio Tecnico Centrale alla Azienda, sulla base delle apposite Linee Guida C.I.T.

<b>CE</b> 01234		CE marking symbol given in Directive 93/68/EEC Identification number of the notified certification body
AnyCo Ltd 11 01234-CPD-00234		Name or identifying mark of the manufacturer NOTE: Registered address of the manufacturer may also be asked Last two digits of the year in which the marking was affixed Number of the EC certificate of conformity
<b>W1 124.118:2010</b> Cross laminated timber used in buildings Spruce: Picea Abies		Number of the EN with the year of its publication Description of the product (i.e. generic name) and its intended use
<b>Mechanical resistance and Fire Resistance</b>		Information on mandated essential characteristics
Member size l x b x t	16.000 x 2.450 x 211	
Layup Size of layer in mm/orientation ply* Orientation of layer parallel/perpendicular to length	All layers C24 42p-42c-43p-42-c-42p	
Phenolic adhesive	Type I	
Reaction to fire	D-s2, d0	
Release of formaldehyde	E1	
Release of other dangerous substances	NPD	
Natural durability Durability, acc. to EN 350-2	4-SH-SH-S	

## COEFFICIENTI PARZIALI DI SICUREZZA SUI MATERIALI

$$\sigma_d \leq f_k \frac{k_{mod}}{\gamma_m}$$

NORME TECNICHE '08 e NAD	
Stati limite ultimi	$\gamma_M$
<b>- combinazioni fondamentali</b>	
legno massiccio	1,50
legno lamellare incollato	1,45
pannelli di particelle o di fibre	1,50
compensato, pannelli di scaglie orientate	1,40
unioni	1,50
<b>- combinazioni eccezionali</b>	1,00

EN 1995-1-1	
Combinazioni fondamentali:	
Legno massiccio	1,3
Legno lamellare incollato	1,25
LVL, compensato, OSB,	1,2
Pannelli di particelle	1,3
Pannelli di fibre, alta densità	1,3
Pannelli di fibre, media densità	1,3
Pannelli di fibre, MDF	1,3
Pannelli di fibre, bassa densità	1,3
Connessioni	1,3
Mezzi di unione a piastra metallica punzonata	1,25
Combinazioni accidentali	1,0

**Tab. 4.4.III - Coefficienti parziali  $\gamma_M$  per le proprietà dei materiali**

Stati limite ultimi	$\gamma_M$		
	'14	'08	EC5
<b>combinazioni fondamentali</b>			
legno massiccio	1,45	1,50	1,30
legno lamellare incollato	1,35	1,45	1,25
<i>pannelli di tavole incollate a strati incrociati (X-Lam)</i>	1,35	-	-
pannelli di particelle o di fibre	1,40	1,50	1,30
<b>LVL</b> , compensato, pannelli di scaglie orientate	1,30	1,40	1,20
unioni	1,35	1,50	1,30
<b>combinazioni eccezionali</b>	1,00	1,00	1,00
Per i materiali non compresi nella Tabella si potrà fare riferimento ai pertinenti valori riportati nei riferimenti tecnici di comprovata validità indicati nel Capitolo 12, nel rispetto dei livelli di sicurezza delle presenti norme.			

**Valori di  $k_{mod}$  legno e prodotti strutturali a base di legno (EN 1995-1-1)**

Materiale	Riferimento	Classe di servizio	Classe di durata del carico					
			Permanente	Lunga	Media	Breve	Istantanea	
Legno massiccio Legno lamellare incollato (*) LVL	EN 14081-1 EN 14080 EN 14374, EN 14279	1	0,60	0,70	0,80	0,90	1,10	
		2	0,60	0,70	0,80	0,90	1,10	
		3	0,50	0,55	0,65	0,70	0,90	
Compensato	EN 636 :2004	Parti 1, 2, 3	1	0,60	0,70	0,80	0,90	1,10
		Parti 2, 3	2	0,60	0,70	0,80	0,90	1,10
		Parte 3	3	0,50	0,55	0,65	0,70	0,90
Pannello di scaglie orientate (OSB)	EN 300:2006	OSB/2	1	0,30	0,45	0,65	0,85	1,10
		OSB/3 – OSB/4	1	0,40	0,50	0,70	0,90	1,10
			2	0,30	0,40	0,55	0,70	0,90

Per i materiali non compresi nella Tabella si potrà fare riferimento ai pertinenti valori riportati nei riferimenti tecnici di comprovata validità indicati nel Capitolo 12, nel rispetto dei livelli di sicurezza delle presenti norme.

(\*) I valori indicati si possono adottare anche per i pannelli di tavole incollate a strati incrociati, ma limitatamente alle classi di servizio 1 e 2.



#### 4.4.7 STATI LIMITE DI ESERCIZIO

... inserimento di limitazioni generali ...

La freccia (valore dello spostamento ortogonale all'asse dell'elemento) netta di un elemento inflesso è data dalla somma della freccia dovuta ai soli carichi permanenti, della freccia dovuta ai soli carichi variabili, dedotta dalla eventuale contrefreccia (qualora presente).

Nei casi in cui sia opportuno limitare la freccia istantanea dovuta ai soli carichi variabili nella combinazione di carico rara, in mancanza di più precise indicazioni, si raccomanda che essa sia inferiore a  $L/300$ , essendo L la luce dell'elemento o, nel caso di mensole, il doppio dello sbalzo.

Nei casi in cui sia opportuno limitare la freccia finale, in mancanza di più precise indicazioni, si raccomanda che essa sia inferiore a  $L/200$ , essendo L la luce dell'elemento o, nel caso di mensole, il doppio dello sbalzo.

Per il calcolo della freccia finale ci si deve riferire ai documenti di cui al cap.12.

I limiti indicati per la freccia costituiscono solo requisiti minimi indicativi.

#### 4.4.16. VERIFICHE PER SITUAZIONI TRANSITORIE, CONTROLLI E PROVE DI CARICO

... inserimento di obblighi di verifica delle situazioni transitorie ...



## 7 PROGETTAZIONE PER AZIONI SISMICHE

### 7.7 COSTRUZIONI DI LEGNO

#### **NTC 08 - Paragrafo 7.2.2 ALTEZZE MASSIME CONSENTITE PRESCRIZIONI DA NORMATIVA E LIMITI TEORICI**

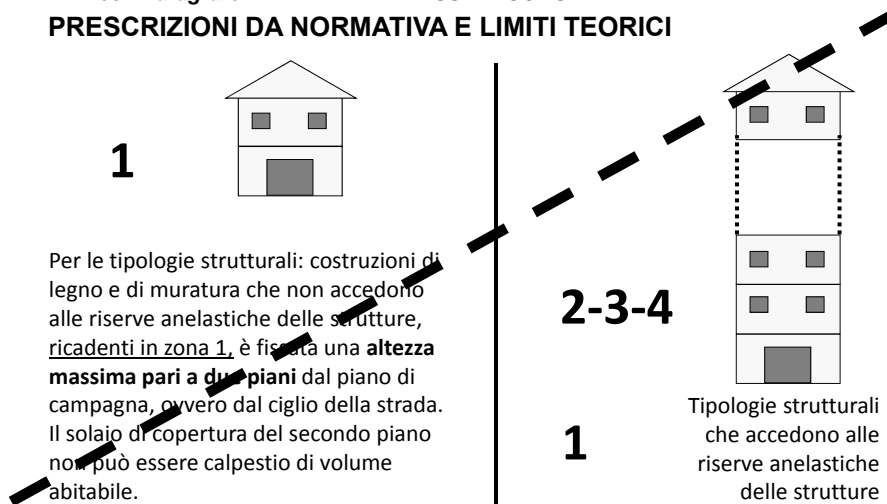
##### **Edifici in legno multipiano - Disposizioni contenute nell'art. 52 del DPR 380/2001**

Vecchi documenti di carattere prescrittivo (quali il DPR 380/01 e la legge 64/74), poco congruenti con la logica prestazionale delle nuove NTC '08, e che sembravano di fatto limitare l'applicazione delle stesse NTC e degli Eurocodici di riferimento.

##### ***Art.52 "Tipo di strutture e norme tecniche" del DPR 380/01 "Testo unico delle disposizioni legislative e regolamentari in materia edilizia"***

*Qualora vengano usati sistemi costruttivi diversi da quelli in muratura o con ossatura portante in cemento armato normale e precompresso, acciaio o sistemi combinati dei predetti materiali, per edifici con quattro o più piani entro e fuori terra, l'idoneità di tali sistemi deve essere comprovata da una dichiarazione rilasciata dal presidente del Consiglio superiore dei lavori pubblici su conforme parere dello stesso Consiglio.*

**NTC 08 - Paragrafo 7.2.2 ALTEZZE MASSIME CONSENTITE  
PRESCRIZIONI DA NORMATIVA E LIMITI TEORICI**



Nota: era errato il riferimento alle vecchie "zone" sismiche 1, 2, 3, 4!

**NTC 08 - Paragrafo 7.2.2 ALTEZZE MASSIME CONSENTITE  
PRESCRIZIONI DA NORMATIVA E LIMITI TEORICI**

**DECRETO MONTI "SALVA ITALIA"**

**Art. 45** (pag.116 del testo)

**Disposizioni in materia edilizia**

2. Al decreto del Presidente della Repubblica 6 giugno 2001, n. 380, e successive modificazioni, sono apportate le seguenti modificazioni:
  - a) all'articolo 52, il comma 2 è sostituito dal seguente:

"2. Qualora vengano usati materiali o sistemi costruttivi diversi da quelli disciplinati dalle norme tecniche in vigore, la loro idoneità deve essere comprovata da una dichiarazione rilasciata dal Presidente del Consiglio superiore dei lavori pubblici su conforme parere dello stesso Consiglio."

### 7.2.2.CRITERI GENERALI DI PROGETTAZIONE DEI SISTEMI STRUTTURALI

*Precisazioni generali in merito a duttilità, progetto in capacità, sovrarresistenza.*

#### PROGETTAZIONE IN CAPACITÀ E FATTORI DI SOVRARRESISTENZA

Sia per la CD"A" sia per la CD"B", s'impiegano i procedimenti tipici della progettazione in capacità ...

Questa progettazione ha lo scopo di assicurare alla struttura dissipativa un comportamento duttile ed opera come segue:

- distingue gli elementi e i meccanismi, sia locali sia globali, in duttili e fragili;
- mira ad evitare le rotture fragili locali e l'attivazione di meccanismi globali fragili o instabili;
- mira a localizzare le dissipazioni di energia per isteresi in zone degli elementi duttili a tal fine individuate e progettate, dette "dissipative" o "duttili", coerenti con lo schema strutturale adottato.

### 7.2.2.CRITERI GENERALI DI PROGETTAZIONE DEI SISTEMI STRUTTURALI

*Precisazioni generali in merito a duttilità, progetto in capacità, sovrarresistenza.*

...

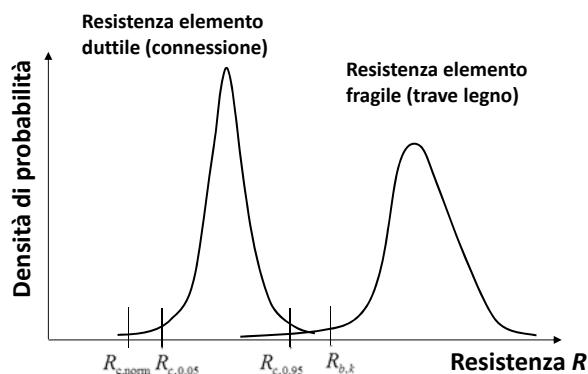
Tali fini possono ritenersi conseguiti progettando la capacità allo SLV degli elementi/meccanismi fragili, locali e globali, in modo che sia maggiore di quella degli elementi/meccanismi duttili ad essi alternativi.

Per assicurare il rispetto di tale disequaglianza, a livello sia locale sia globale, l'effettiva capacità degli elementi/meccanismi duttili è incrementata mediante un opportuno coefficiente  $\gamma_{Rd}$  detto "fattore di sovrarresistenza";

a partire da tale capacità maggiorata si dimensiona la capacità degli elementi/ meccanismi fragili indesiderati, alternativi ai duttili.

### 7.2.2.CRITERI GENERALI DI PROGETTAZIONE DEI SISTEMI STRUTTURALI

*Precisazioni generali in merito a duttilità, progetto in capacità, sovrarresistenza.*



La Resistenza caratteristica  $R_{b,k}$  di elemento fragile (es. trave legno) deve essere superiore al frattile al 95% della distribuzione delle resistenze sperimentali dell'elemento duttile (connessione),  $R_{c,0.95}$ . Il fattore di sovrarresistenza  $\gamma_{Rd}$  è quindi dato dal rapporto  $\gamma_{Rd} = R_{b,k} / R_{c,norm}$ .  $R_{c,norm}$  è la resistenza caratteristica di elemento duttile calcolata con le formule di normativa.

### 7.2.2.CRITERI GENERALI DI PROGETTAZIONE DEI SISTEMI STRUTTURALI

*Precisazioni generali in merito a duttilità, progetto in capacità, sovrarresistenza.*

**Tab. 7.2.1 - Fattori di sovrarresistenza  $\gamma_{Rd}$**

Tipologia strutturale	Elementi strutturali	Progettazione in capacità	$\gamma_{Rd}$	
			CD "A"	CD "B"
Legno	Collegamenti		<b>1,60</b>	<b>1,30</b>

Ai fini dell'applicazione dei criteri della progettazione in capacità, per assicurare la plasticizzazione delle zone dissipative (i collegamenti), queste devono possedere una capacità almeno pari alla domanda mentre le componenti non dissipative (gli elementi strutturali) adiacenti, debbono possedere una capacità pari alla capacità della zona dissipativa amplificata del fattore di sovrarresistenza  $\gamma_{Rd}$ , di cui alla Tab. 7.2.1, nella quale i valori minimi devono essere giustificati sulla base di idonee evidenze teorico-sperimentali.

### 7.3 METODI DI ANALISI E CRITERI DI VERIFICA

Le analisi lineari si applicano alle strutture a comportamento sia non dissipativo sia dissipativo (§ 7.2.2).

In quest'ultimo caso (analisi lineare di strutture a comportamento dissipativo), la domanda sismica è ridotta utilizzando un opportuno **fattore di comportamento  $q$** .

#### 7.7.3 TIPOLOGIE STRUTTURALI E FATTORI DI STRUTTURA

Precisazioni per i fattori di struttura, cioè inseriti in tabella intervalli di valori, anziché un valore unico, in modo che sia sempre da giustificare la scelta di un valore (elevato) per  $q_0$ .

(precisazione già implicita, si è sempre parlato di valori massimi  $q_0$ )

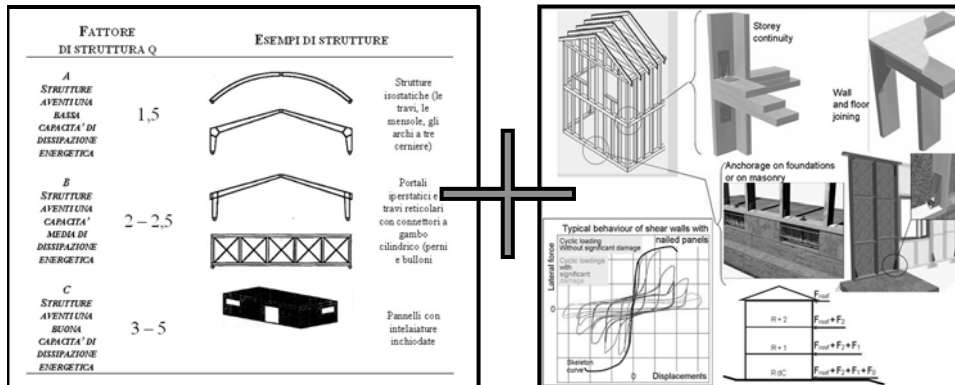
Sarà onere del Progettista giustificare la scelta dei valori assunti nei calcoli per il fattore  $q_0$ , sulla base della capacità dissipativa del sistema strutturale nonché dei criteri di dimensionamento dei collegamenti, che dovranno essere in grado di garantire una adeguata resistenza e duttilità, prevenendo rotture fragili mediante una puntuale applicazione del principio di gerarchia delle resistenze.

### 7.7.3 TIPOLOGIE STRUTTURALI E FATTORI DI STRUTTURA

Errato legare *comportamento strutturale* (e quindi valore  $q_0$ ) alla *tipologia strutturale*

Sistemi costruttivi  $\cong$  fattore di struttura

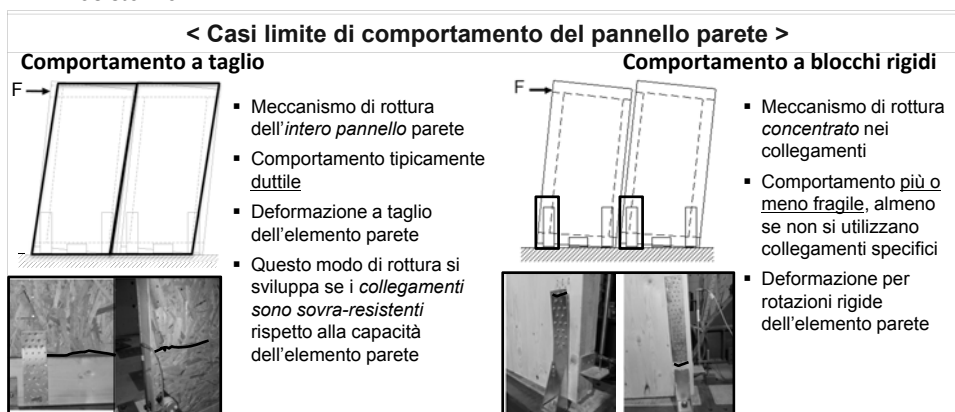
Dettagli costruttivi e Capacity Design



### 7.7.3 TIPOLOGIE STRUTTURALI E FATTORI DI STRUTTURA

Errato legare *comportamento strutturale* (e quindi valore  $q_0$ ) alla *tipologia strutturale*

Ruolo fondamentale riveste la progettazione dei collegamenti, nel rispetto dei principi della *progettazione in capacit *, in questo caso della *gerarchia delle resistenze*

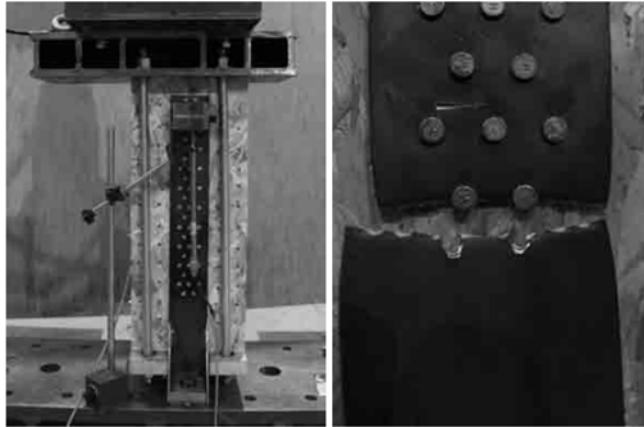




### 7.7.3 TIPOLOGIE STRUTTURALI E FATTORI DI STRUTTURA

Errato legare *comportamento strutturale* (e quindi valore  $q_0$ ) alla *tipologia strutturale*

Esempi di rottura fragile nei collegamenti



Prove  
Uni. di Trento  
Tomasi et al.

### 7.7.3 TIPOLOGIE STRUTTURALI E FATTORI DI STRUTTURA

Set-up di prova adatto a testare pareti portanti in legno



UniTN. Set-up di prova per pareti portanti in legno sottoposte ad azione orizzontale ciclica, con differenti dimensioni, carichi verticali, condizioni di vincolo a terra.

### 7.7.3 TIPOLOGIE STRUTTURALI E FATTORI DI STRUTTURA

Errato legare *comportamento strutturale* (e quindi valore  $q_0$ ) alla *tipologia strutturale*

Esempi di rottura fragile nei collegamenti



Prove  
Uni. di Trento  
Tomasi et al.

### 7.7.3 TIPOLOGIE STRUTTURALI E FATTORI DI STRUTTURA

Errato legare *comportamento strutturale* (e quindi valore  $q_0$ ) alla *tipologia strutturale*

Esempi di rottura fragile nei collegamenti



Prove  
Uni. di Trento  
Tomasi et al.

### 7.7.2 MATERIALI E PROPRIETÀ DELLE ZONE DISSIPATIVE

...

Qualora si faccia affidamento a comportamenti strutturali dissipativi (CD "A" o "B"), in mancanza di più precise valutazioni teoriche e sperimentali, si devono applicare le regole seguenti:

- a) nelle *zone considerate dissipative* possono essere utilizzati solamente materiali e mezzi di unione che garantiscono un adeguato comportamento di tipo oligociclico;
- b) le *unioni incollate* devono essere considerate, in generale, come non dissipative, *a meno che non siano poste in serie con un elemento duttile* applicando i criteri della progettazione in capacità;
- c) i nodi di carpenteria possono essere utilizzati solamente quando possono garantire una sufficiente dissipazione energetica, senza presentare rischi di rottura fragile per taglio o per trazione ortogonale alla fibratura, e con la presenza di dispositivi atti ad evitarne la sconnessione.

### 7.7.7 REGOLE DI DETTAGLIO

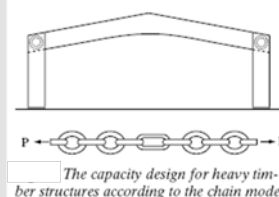
#### 7.7.7.1 DISPOSIZIONI COSTRUTTIVE PER I COLLEGAMENTI

Le regole e disposizioni riportate nel presente paragrafo 7.7.7.1 e nel successivo 7.7.7.2 si applicano alle strutture progettate in CD "A" o CD "B", relativamente alle zone considerate e progettate come dissipative.

Perni e bulloni di diametro  $d$  superiore a 16 mm non devono essere utilizzati nei collegamenti legno-legno e legno-acciaio, eccezion fatta quando essi siano utilizzati come elementi di chiusura dei connettori e tali, quindi, da non influenzare la resistenza a taglio.

Il collegamento realizzato mediante spinotti o chiodi a gambo liscio non deve essere utilizzato senza accorgimenti aggiuntivi volti ad evitare l'apertura del giunto.

Andreolli M., Piazza M., Tomasi R., Zandonini R., *Ductile moment resistant steel-timber connections*, ICE Proc. of the Institution of Civil Engineers Structures and Buildings, Vol. 164, Issue 2, 2011, p. 65-78



## ROBUSTEZZA STRUTTURALE

### 3.6 AZIONI ECCEZIONALI (robustezza)

...

Le azioni eccezionali sono quelle che si presentano in occasione di eventi quali incendi, esplosioni ed urti.

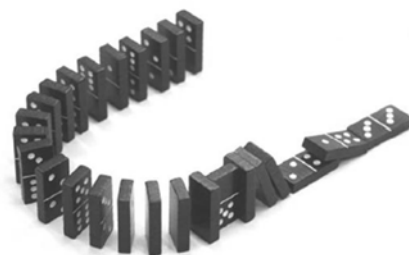
E' opportuno che le costruzioni possiedano un grado adeguato di robustezza, in funzione dell'uso previsto della costruzione, individuando gli scenari di rischio e le azioni eccezionali rilevanti ai fini della sua progettazione ...

Per le costruzioni in cui sia necessario limitare il rischio d'incendio per la salvaguardia dell'individuo e della collettività, nonché delle proprietà limitrofe e dei beni direttamente esposti al fuoco, saranno eseguite verifiche specifiche del livello di prestazione strutturale antincendio.

Le strutture devono essere altresì verificate nei confronti delle esplosioni e degli urti per verosimili scenari di rischio o su richiesta del committente.

### 3.6 AZIONI ECCEZIONALI (robustezza)

Si intende per **robustezza** la capacità potenziale della struttura a sopravvivere ad azioni eccezionali non esplicitamente previste in sede progettuale (CNR 206:2007, par. A 6.5).



### 3.6 AZIONI ECCEZIONALI (robustezza)

E' una verifica obbligatoria? Il buon senso e una corretta *deontologia professionale* del Progettista imporrebbe comunque questa verifica.

A parte il riferimento nelle NTC, in cui è esplicitamente citata la *robustezza*, un riferimento sicuro si ha in sede Europea in Eurocodice 1, EN 1991-Actions on structures, Part 1-7: Accidental actions.

Nella "*Classe di conseguenze 2b - Elevato livello di rischio*", sono inclusi hotels, caseggiati, appartamenti o altri edifici residenziali e uffici con numero di piani tra 5 e 15, edifici scolastici con numero di piani compreso tra 2 e 15 ecc.

### 3.6 AZIONI ECCEZIONALI (robustezza)

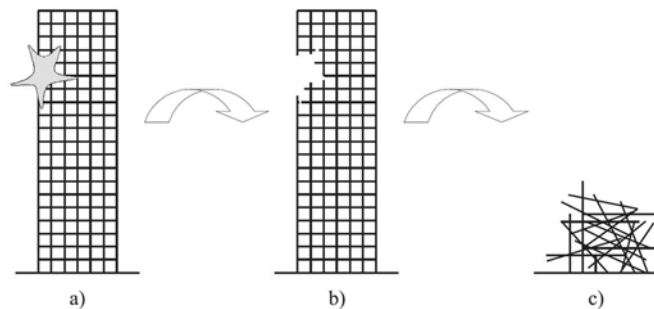
Classe di conseguenze	Tipologie di edifici
1	Edifici ad occupazione singola non eccedente i 4 piani Edifici ad uso agricolo Edifici scarsamente frequentati (purché distanti più di 1 ½ volta l'altezza edificio rispetto ad altri)
2a Contenuto livello di rischio	Edifici ad occupazione singola di 5 piani Hotels non eccedenti i 4 piani Caseggiati, appartamenti o altri edifici residenziali non eccedenti i 4 piani Uffici non eccedenti i 4 piani Edifici industriali non eccedenti i 3 piani Centri commerciali non eccedenti i 3 piani aventi area minore di 1000 m <sup>2</sup> a piano Edifici scolastici ad un piano Edifici pubblici non eccedenti i due piani, con area di ciascun piano inferiore a 2000 m <sup>2</sup>
2b Elevato livello di rischio	Hotels, caseggiati, appartamenti o altri edifici residenziali con numero di piani compreso tra 5 e 15 Edifici scolastici con numero di piani compreso tra 2 e 15 Centri commerciali con numero di piani compreso tra 4 e 15 Ospedali non eccedenti i tre piani Uffici con numero di piani compresi tra 5 e 15 Edifici pubblici non eccedenti i due piani, con area di ciascun piano compresa tra 2000 e 5000 m <sup>2</sup> Parcheggi non eccedenti i 6 piani
3	Edifici definiti per le classi 2a e 2b che eccedono i limiti di area o di piano Tutti gli edifici nei quali è permesso l'accesso ad un significativo numero di persone Stadi con più di 5000 spettatori Edifici che contengono o trasformano sostanze pericolose

### 3.6 AZIONI ECCEZIONALI (robustezza)

EN 1991-Actions on structures, Part 1-7: Accidental actions

#### Fasi dell'analisi del rischio di strutture soggette ad azioni eccezionali

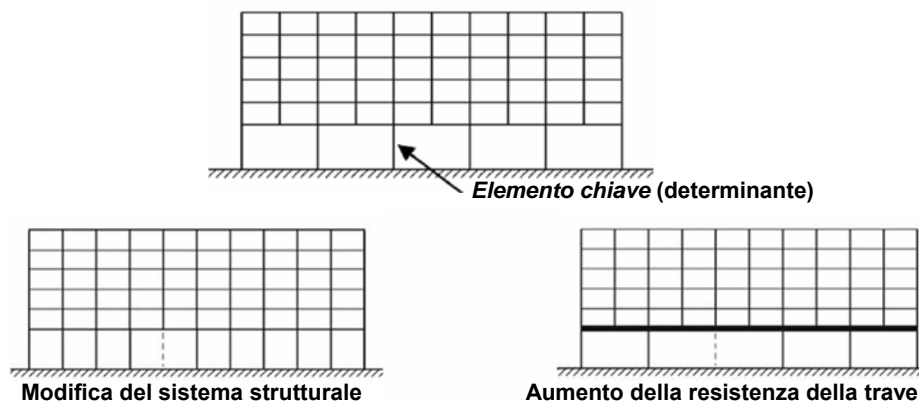
- 1 Identificazione e modellazione dei rischi eccezionali rilevanti. Valutazione della probabilità che si verifichino differenti rischi con differenti intensità
- 2 Valutazione delle situazioni di danno alla struttura dovute a differenti rischi. Valutazione della probabilità di diverse situazioni di danneggiamento e corrispondenti conseguenze per rischi dati
- 3 Valutazione del comportamento della struttura danneggiata. Valutazione della probabilità di prestazione inadeguata della struttura danneggiata insieme alle corrispondenti conseguenze



### 3.6 AZIONI ECCEZIONALI (robustezza)

#### Progettazione per una situazione di "cedimento locale"

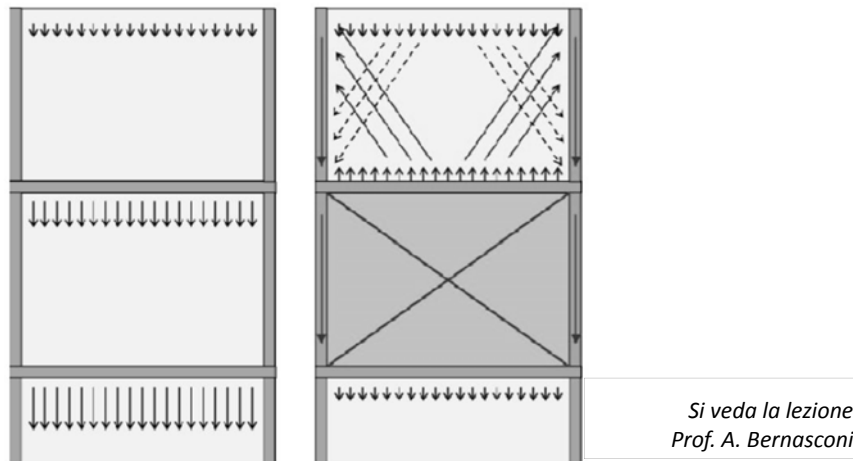
Percorsi "alternativi" per il carico  $\Rightarrow$  Ridondanza



### 3.6 AZIONI ECCEZIONALI (robustezza)

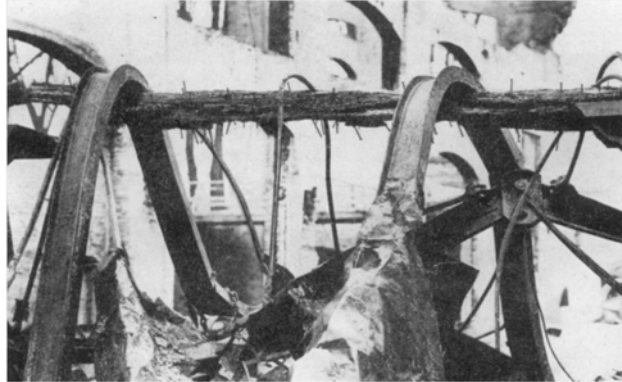
Progettazione per una situazione di "cedimento locale"

Percorsi "alternativi" per il carico  $\Rightarrow$  Ridondanza



## LA SICUREZZA AL FUOCO

Un sistema strutturale in legno ben progettato garantisce una resistenza al fuoco superiore a strutture costruite in acciaio o C.A.



### Edifici "alti" in legno e progettazione antincendio

I DM 2011 e 2012 sulla *semplificazione della disciplina della prevenzione incendi* fanno sì che il Professionista antincendio assuma piena responsabilità fino ad una certa altezza e per certe destinazioni d'uso.

Al di là di questi limiti, si richiede comunque la certificazione prevenzione incendio con pareri e visite VV.F. .



### **Edifici "alti" in legno e progettazione antincendio**

La progettazione va intesa come un insieme organico di

- misure "passive" (es. resistenza strutturale, isolamento)
- misure "attive" (es. sprinkler)

Attenzione agli aspetti positivi e negativi su utilizzo di sprinkler

Deve essere garantito che le misure adottate per la protezione delle superfici (pannelli isolanti) non possano essere rimosse dall'utente a suo piacimento, vista anche la facilità con cui possono essere rimosse!

### **Edifici "alti" in legno e progettazione antincendio**

É in generale molto più importante riuscire a evitare la "propagazione" delle fiamme piuttosto che insistere su altre "prescrizioni".

Il vero punto dolente delle costruzioni "alte" (non solo di legno) è costituito dai cavedi che sono la causa principale di propagazione dell'incendio dai piani bassi a quelli alti.

Grande attenzione deve essere posta per isolare i vari passaggi impiantistici.

Attenzione all'isolamento corretto di eventuali tubazioni "calde" (es. camini, anche se ciò è ben più importante per le case mono- o bifamiliari)

## Edifici "*alti*" in legno e progettazione antincendio

La scala/ascensore, con pareti in legno, deve essere *protetta* per permettere la evacuazione di tutti piani superiori nell'ipotesi di incendio al piano terreno.

Anche per la sicurezza antincendio occorre accertare e assicurare la "qualità" in tutte le fasi e cioè:

- i) nella progettazione
- ii) nella realizzazione
- iii) nella manutenzione

*D.P.R. n° 151, 1 agosto 2011 (G.U. n° 221, 22 settembre 2011)*  
**Regolamento recante semplificazione della disciplina dei procedimenti relativi alla prevenzione degli incendi**

In vigore il regolamento di semplificazione in materia di prevenzione degli incendi.

Si afferma concretamente il *principio di proporzionalità*, cioè gli adempimenti amministrativi vengono diversificati in relazione:

- ✓ alla dimensione
- ✓ al settore in cui opera l'impresa
- ✓ all'effettiva esigenza di tutela degli interessi pubblici

*D.P.R. n° 151, 1 agosto 2011 (G.U. n° 221, 22 settembre 2011)*  
**Regolamento recante semplificazione della disciplina dei  
procedimenti relativi alla prevenzione degli incendi**

Eliminazione, riduzione o semplificazione delle procedure inutili o *sproporzionate* in relazione alla dimensione, all'attività esercitata dalla impresa o alle esigenze di tutela degli interessi pubblici coinvolti

- ✓ informatizzazione
- ✓ estensione dell'autocertificazione e delle attestazioni dei tecnici abilitati e delle agenzie per le imprese

*D.P.R. n° 151, 1 agosto 2011 (G.U. n° 221, 22 settembre 2011)*  
**Regolamento recante semplificazione della disciplina dei  
procedimenti relativi alla prevenzione degli incendi**

Le attività sottoposte ai controlli di prevenzione incendi sono distinte in tre categorie per le quali è prevista una disciplina differenziata in relazione al rischio:

- ✓ **Attività a basso rischio:** viene eliminato il parere di conformità. Sarà sufficiente utilizzare la segnalazione certificata di inizio attività (SCIA), con tempi certi per tutte le imprese
- ✓ **Attività a medio ed elevato rischio:** la valutazione di conformità dei progetti ai criteri di sicurezza antincendio si dovrà ottenere entro 60 gg
- ✓ I controlli successivi all'avvio delle attività sono definiti in base al rischio:
  - controlli mirati e a campione su quelle a basso e medio rischio
  - controlli su tutte quelle a elevato rischio

*D.P.R. n° 151, 1 agosto 2011 (G.U. n° 221, 22 settembre 2011)*  
**Regolamento recante semplificazione della disciplina dei  
procedimenti relativi alla prevenzione degli incendi**

Grazie alla individuazione di queste distinte categorie (A, B, C), è possibile effettuare una modulazione degli adempimenti procedurali, in particolare:

- ✓ nella **categoria A** sono state inserite quelle attività dotate di '**regola tecnica**' di riferimento e contraddistinte da un limitato livello di complessità, legato alla consistenza dell'attività, all'affollamento ed ai quantitativi di materiale presente;
- ✓ nella **categoria B** sono state inserite le attività presenti in A, quanto a tipologia, ma caratterizzate da un maggiore livello di complessità, nonché le attività sprovviste di una specifica regolamentazione tecnica di riferimento, ma comunque con un livello di complessità inferiore al parametro assunto per la categoria 'superiore';
- ✓ nella **categoria C** sono state inserite le attività con alto livello di complessità, indipendentemente dalla presenza o meno della 'regola tecnica'.

*D.P.R. n° 151, 1 agosto 2011 (G.U. n° 221, 22 settembre 2011)*  
**Regolamento recante semplificazione della disciplina dei  
procedimenti relativi alla prevenzione degli incendi**

Le attività sottoposte ai controlli prevenzione incendi distinte in tre categorie per le quali è prevista una disciplina differenziata in relazione al rischio.

CATEGORIA A	CATEGORIA B	CATEGORIA C
Attività a basso rischio e standardizzate	Attività a medio rischio	Attività a elevato rischio
Eliminato il parere di conformità sul progetto	La valutazione di conformità dei progetti ai criteri di sicurezza antincendio si dovrà ottenere entro 60 gg	
Avvio dell'attività tramite <b>SCIA</b> <small>SEGNALAZIONE CERTIFICATA INIZIO ATTIVITÀ</small>		
Controlli con sopralluogo a campione (entro 60 giorni) Rilascio, su richiesta, di copia del verbale della visita tecnica		Controllo con sopralluogo (entro 60 giorni) Rilascio del Certificato di prevenzione incendi

**D.P.R. n° 151, 1 agosto 2011 (G.U. n° 221, 22 settembre 2011)**  
**Regolamento recante semplificazione della disciplina dei**  
**procedimenti relativi alla prevenzione degli incendi**

**ALLEGATO I**

(di cui all'articolo 2, comma 2)

**ELENCO DELLE ATTIVITÀ SOGGETTE ALLE VISITE E AI CONTROLLI DI PREVENZIONE INCENDI**

N.	ATTIVITÀ	CATEGORIA		
		A	B	C
66	Alberghi, pensioni, motel, villaggi albergo, residenze turistico - alberghiere, studentati, villaggi turistici, alloggi agrituristici, ostelli per la gioventù, rifugi alpini, bed & breakfast, dormitori, case per ferie, con oltre 25 posti-letto; Strutture turistico-ricettive nell'aria aperta (campeggi, villaggi-turistici, ecc.) con capacità ricettiva superiore a 400 persone.	fino a 50 posti letto	oltre 50 posti letto fino a 100 posti letto; Strutture turistico-ricettive nell'aria aperta (campeggi, villaggi-turistici, ecc.)	oltre 100 posti letto
67	Scuole di ogni ordine, grado e tipo, collegi, accademie con oltre 100 persone presenti; Asili nido con oltre 30 persone presenti.	fino a 150 persone	oltre 150 e fino a 300 persone; asili nido	oltre 300 persone
77	Edifici destinati ad uso civile con altezza antincendio superiore a 24 m	fino a 32 m	oltre 32 m e fino a 54 m	oltre 54 m

**D.P.R. n° 151, 1 agosto 2011 (G.U. n° 221, 22 settembre 2011)**  
**Regolamento recante semplificazione della disciplina dei**  
**procedimenti relativi alla prevenzione degli incendi**

**D.M. 30/11/1983**

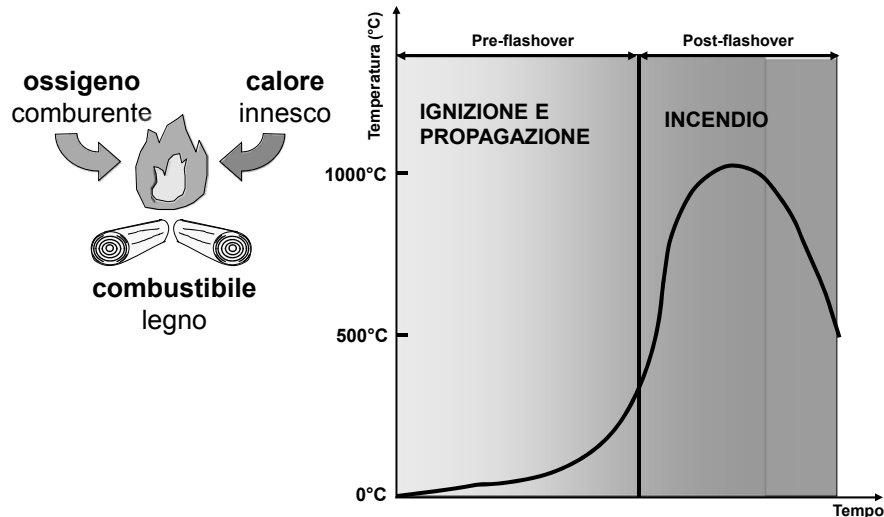
**Termini, definizioni generali e simboli grafici di prevenzione incendi (G.U. n. 339 12/12/1983)**



**1.1 - Altezza ai fini antincendi degli edifici civili**

Altezza massima misurata dal livello inferiore dell'apertura più alta dell'ultimo piano abitabile e/o agibile, escluse quelle dei vani tecnici, al livello del piano esterno più basso.

**EVENTO INCENDIO**



**EVENTO INCENDIO**

**PREVENZIONE e SICUREZZA**

Insieme integrato di misure di protezione attiva e passiva

**protezione attiva**



misure adottate al fine di ottenere lo spegnimento dell'incendio nella sua fase iniziale

Es.: sistemi di rivelazione automatica e allarme, indicazioni di vie di fuga, evacuatori di fumo, idranti impianti di estinzione, spinkler etc.

**protezione passiva**



misure adottate al fine di ridurre al minimo i danni dell'edificio durante la fase di incendio generalizzato

- RESISTENZA AL FUOCO
- COMPARTIMENTAZIONE
- REAZIONE AL FUOCO

La resistenza di materiali, elementi, strutture, si definisce qui in termini di tempo.  
 Es. **R 60** (o REI 60) significa che la proprietà indicata è garantita per 60 minuti.

**EVENTO INCENDIO**  
**PREVENZIONE e SICUREZZA**

Classificazione degli elementi costruttivi

R - EI - REI + 30 - 60 - 90 - ...

esempi R30 R60 EI30

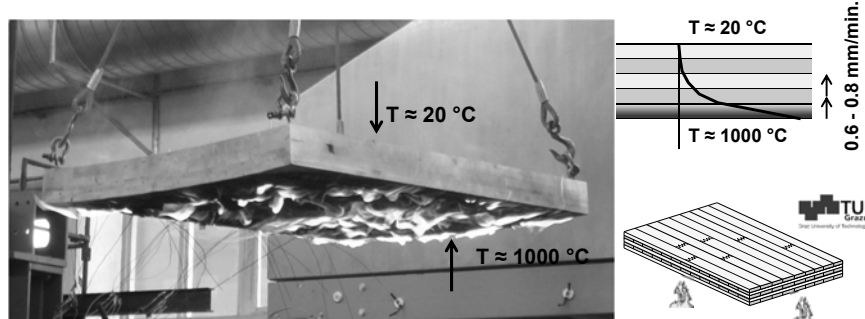
Definizione      Minuti di resistenza

	Definizioni	Azione del fuoco su:	Elementi lineari		Elementi planari	
			Trave / Pilastro	Parete	Piastre di solaio	
<b>R</b>	Elementi portanti, che non creano compartimenti	una, due o più facce				
<b>EI</b>	Elementi non portanti, che creano compartimenti	una faccia				
<b>REI</b>	Elementi portanti, che creano compartimenti	una faccia				

**EVENTO INCENDIO**  
**PREVENZIONE e SICUREZZA**

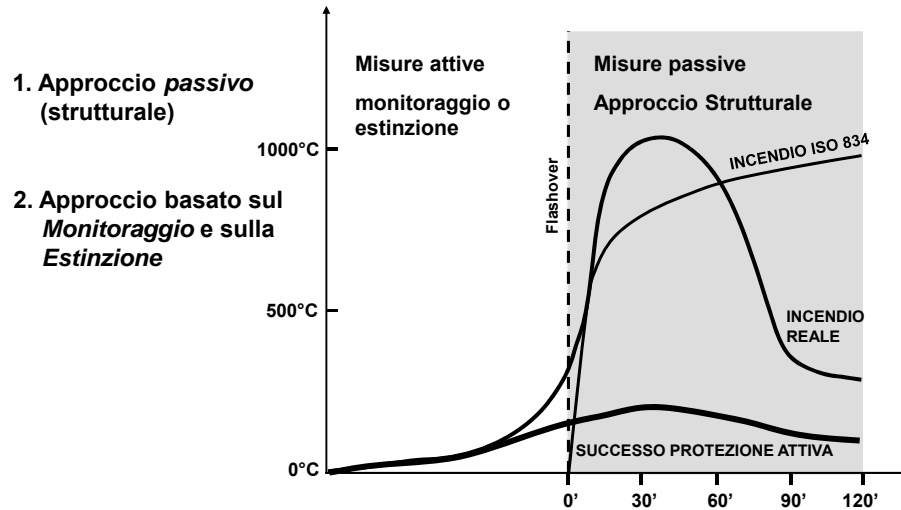
**Struttura in legno e capacità EI**

Il legno è materiale combustibile ma anche ottimo isolante termico  
 L'aumento di temperatura sulla faccia non esposta è limitato



Pannelli massicci esposti alla fiamma su un lato

**EVENTO INCENDIO**  
**PROGETTO della SICUREZZA al FUOCO**



**EVENTO INCENDIO**  
**Meccanismo della combustione del legno**

Assenza d'aria	➔	Pirólisi + residuo carbonioso	<b>BILANCIO ENERGETICO</b>  -  ≈ 300 Cal/kg
Sorgente di calore	↑		
Presenza d'aria	➔	Combustione viva + ceneri	  +  ≈ 4400 Cal/kg

Esponendo il legno a una sorgente di calore si hanno evoluzioni diverse a seconda della presenza o assenza d'aria (disponibilità o meno di comburente)



## **EVENTO INCENDIO** **Meccanismo della combustione del legno**

Si definiscono di conseguenza:

**la reazione al fuoco**  
che riguarda il comportamento dei materiali

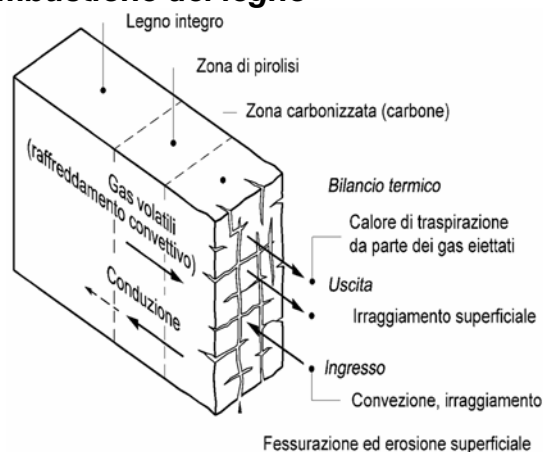
**la resistenza al fuoco**  
che riguarda il comportamento dei manufatti

## **EVENTO INCENDIO** **Meccanismo della combustione del legno**

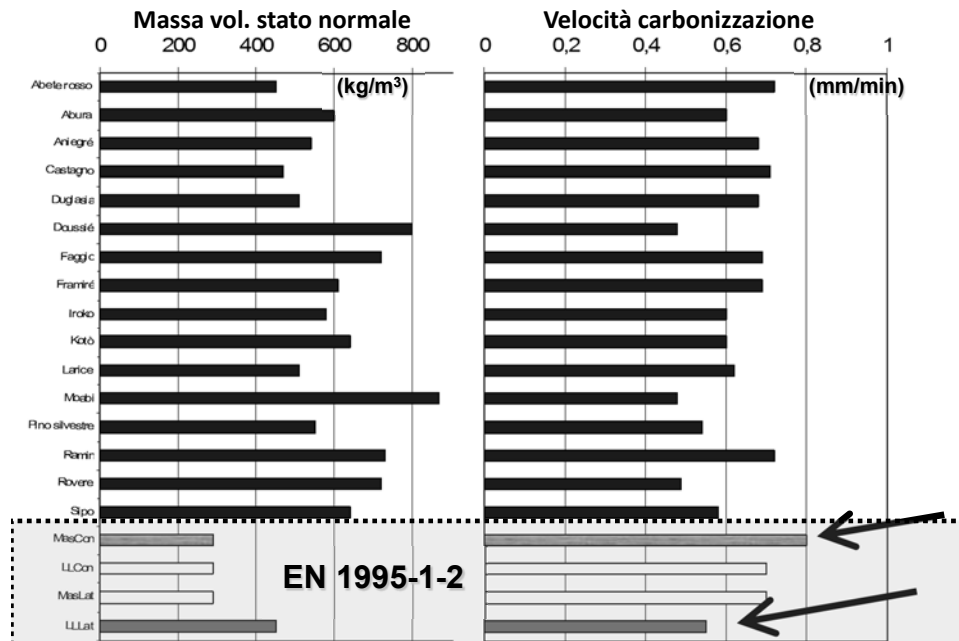
Le sostanze volatili prodotte dalla combustione si muovono verso l'esterno raffreddando il carbone, ed è presente anche un contributo di riflessione .

Si raggiunge una situazione quasi stazionaria con l'equilibrio fra perdita di materia in superficie e arretramento del legno integro.

**Questo avviene a circa  
0,6 - 0,7 mm/minuto**



La velocità di carbonizzazione non è influenzata dalla classe (resistente) del materiale ma da altri fattori (specie, massa volumica, *umidità* ...)



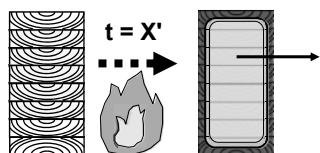
**EVENTO INCENDIO**

**Meccanismo della combustione del legno**

Il legno è un cattivo conduttore del calore: durante l'incendio una significativa percentuale di propagazione del calore avviene per trasferimento di massa.

La temperatura del legno rimane invariata appena al di sotto della superficie che limita la zona interessata dalla combustione.

Il legno mantiene praticamente invariate le sue caratteristiche meccaniche fino a temperature dell'ordine di 110 °C – 115 °C.



Durante l'incendio esiste una sezione residua interna a temperature inferiori a 100 °C e quindi efficace

**EVENTO INCENDIO - APPROCCIO NORMATIVO**

**Metodo della sezione efficace**

ripreso da EN 1995-1-2

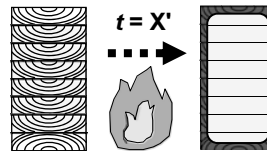
prevede il calcolo di una *sezione efficace* ottenuta riducendo la sezione iniziale di una profondità di carbonizzazione "effettiva"  $d_{ef}$  così calcolata:

$$d_{ef} = d_{char} + k_0 \cdot d_0$$



profondità di carbonizzazione

differenza tra sezione residua ed efficace



$k_0 = 1$  per  $t > 20'$   
 $d_0 = 7$  mm

**7 mm**

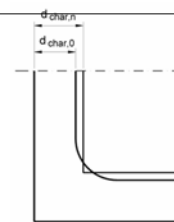
$$d_{char} = \beta_n \cdot t$$

Non si considerano gli "smussi"

$$d_{char} = \beta_0 \cdot t$$

Si considerano gli "smussi"

$$\beta_0 < \beta_n$$



**EVENTO INCENDIO - APPROCCIO NORMATIVO**

**Tabella 7.7** Valori di  $\beta_0$  e  $\beta_n$  per il legno e materiali derivati

ripreso da EN 1995-1-2

Materiale	$\beta_0$ (mm/min)	$\beta_n$ (mm/min)
a) Conifere e faggio		
Legno massiccio con massa volumica caratteristica $\geq 290$ kg/m <sup>3</sup>	0,65	0,80
Legno lamellare incollato con massa volumica caratteristica $\geq 290$ kg/m <sup>3</sup>	<b>0,65</b>	<b>0,70</b>
b) Latifoglie		
Legno massiccio o lamellare con massa volumica caratteristica di 290 kg/m <sup>3</sup>	0,65	0,70
Legno massiccio o lamellare con massa volumica caratteristica $\geq 450$ kg/m <sup>3</sup>	0,50	0,55
c) LVL con massa volumica caratteristica $\geq 480$ kg/m <sup>3</sup>	0,65	0,70
d) Pannelli di legno		
pannellature di legno	0,90*	—
compensato	1,00*	—
pannelli derivati da legno (non compensato)	0,90*	—

\* Questi valori si applicano a pannelli con massa volumica caratteristica di 450 kg/m<sup>3</sup> e spessore pari a 20 mm: la norma fornisce i metodi per derivare i valori per altri casi.

**EVENTO INCENDIO - APPROCCIO NORMATIVO**

**PROGETTO RESISTENZA AL FUOCO**

**1. Richiesta resistenza al fuoco** → **DEFINIZIONE DI R (REI) DI PROGETTO**  
 MARZO 2007

Normativa superata:  
 Circolare 91 / 1961



Decreto 9 marzo 2007

**2. Verifica resistenza al fuoco** → **VERIFICA CHE LE STRUTTURE ABBIANO R (REI) ADEGUATO (approccio strutturale)**  
 UNI- EN 1995 1-2 : 2004

**EVENTO INCENDIO - APPROCCIO NORMATIVO**

**1. Richiesta resistenza al fuoco** Decreto 9 marzo 2007

<b>REI</b>	15	20	30	45	60	90	120	180	240	360
------------	----	----	----	----	----	----	-----	-----	-----	-----

carico d'incendio specifico di progetto  $q_{f,d}$

$$q_{f,d} = \delta_{q1} \cdot \delta_{q2} \cdot \delta_n \cdot q_f \quad [\text{MJ/m}^2]$$

- $q_f$  [MJ/m<sup>2</sup>] valore nominale del carico d'incendio
- $\delta_{q1}$  [1 -2] dimensione del compartimento
- $\delta_{q2}$  [0,8-1,2] attività svolta nel compartimento
- $\delta_n = \prod_i \delta_{ni}$  misure di protezione attiva  $\delta_{ni}$  [0,6-0,9]

**EVENTO INCENDIO - APPROCCIO NORMATIVO**

**1. Richiesta resistenza al fuoco** Decreto 9 marzo 2007

**Carico di incendio specifico di progetto**

Il valore del carico d'incendio specifico di progetto  $q_{f,d}$  è determinato secondo la seguente relazione:

$$q_{f,d} = \delta_{q1} \cdot \delta_{q2} \cdot \delta_n \cdot q_f \quad [\text{MJ/m}^2]$$

dove:

$\delta_{q1}$  è il fattore che tiene conto del rischio di incendio in relazione alla dimensione del compartimento

Superficie in pianta lorda del compartimento (m <sup>2</sup> )	$\delta_{q1}$	Superficie in pianta lorda del compartimento (m <sup>2</sup> )	$\delta_{q1}$
A < 500	1,00	2.500 ≤ A < 5.000	1,60
500 ≤ A < 1.000	1,20	5.000 ≤ A < 10.000	1,80
1.000 ≤ A < 2.500	1,40	A ≥ 10.000	2,00

Tabella 1

**EVENTO INCENDIO - APPROCCIO NORMATIVO**

**1. Richiesta resistenza al fuoco** Decreto 9 marzo 2007

Si prevedono 5 livelli di requisiti di resistenza al fuoco. Da livello I (nessun requisito) al livello V (mantenimento totale della funzionalità dopo l'incendio)

Esempio: Livello III

**MANTENIMENTO DEI  
 REQUISITI DI RESISTENZA  
 AL FUOCO PER UN  
 PERIODO CONGRUO CON  
 LA GESTIONE  
 DELL'EMERGENZA**

Carichi d'incendio specifici di progetto ( $q_{f,d}$ )	Classe
Non superiore a 100 MJ/m <sup>2</sup>	0
Non superiore a 200 MJ/m <sup>2</sup>	15
Non superiore a 300 MJ/m <sup>2</sup>	20
Non superiore a 450 MJ/m <sup>2</sup>	30
Non superiore a 600 MJ/m <sup>2</sup>	45
Non superiore a 900 MJ/m <sup>2</sup>	60
Non superiore a 1200 MJ/m <sup>2</sup>	90
Non superiore a 1800 MJ/m <sup>2</sup>	120
Non superiore a 2400 MJ/m <sup>2</sup>	180
Superiore a 2400 MJ/m <sup>2</sup>	240

**EVENTO INCENDIO - APPROCCIO NORMATIVO**

**1. Richiesta resistenza al fuoco Decreto 9 marzo 2007**

$\delta_{q2}$  è il fattore che tiene conto del rischio di incendio in relazione al tipo di attività svolta nel compartimento

Classi di rischio	Descrizione	$\delta_{q2}$
I	Aree che presentano un basso rischio di incendio in termini di probabilità di innesco, velocità di propagazione delle fiamme e possibilità di controllo dell'incendio da parte delle squadre di emergenza	0,80
II	Aree che presentano un moderato rischio di incendio in termini di probabilità d'innesco, velocità di propagazione di un incendio e possibilità di controllo dell'incendio stesso da parte delle squadre di emergenza	1,00
III	Aree che presentano un alto rischio di incendio in termini di probabilità d'innesco, velocità di propagazione delle fiamme e possibilità di controllo dell'incendio da parte delle squadre di emergenza	1,20

Tabella 2

**EVENTO INCENDIO - APPROCCIO NORMATIVO**

**1. Richiesta resistenza al fuoco Decreto 9 marzo 2007**

$$\delta_n = \prod_i \delta_{ni}$$

è il fattore che tiene conto delle differenti misure di protezione

Sistemi automatici di estinzione		$\delta_{hi}$ Funzione delle misure di protezione						
		Sistemi di evacuazione automatica di fumo e calore	Sistemi automatici di rivelazione, segnalazione e allarme di incendio	Squadra aziendale dedicata alla lotta antincendio <sup>1</sup>	Rete idrica antincendio		Percorsi protetti di accesso	Accessibilità ai mezzi di soccorso VVF
ad acqua	altro	$\delta_{h3}$	$\delta_{h4}$	$\delta_{h5}$	interna	interna e esterna	$\delta_{h8}$	$\delta_{h9}$
$\delta_{h1}$	$\delta_{h2}$				$\delta_{h6}$	$\delta_{h7}$		
0,60	0,80	0,90	0,85	0,90	0,90	0,80	0,90	0,90

Tabella 3

## EVENTO INCENDIO - APPROCCIO NORMATIVO

### 1. Richiesta resistenza al fuoco

Decreto 9 marzo 2007

$$q_f = \frac{\sum_{i=1}^n g_i \cdot H_i \cdot m_i \cdot \psi_i}{A}$$

valore nominale del carico d'incendio

[MJ/m<sup>2</sup>]

$g_i$	massa dell' <i>i</i> -esimo materiale combustibile [kg]
$H_i$	potere calorifico inferiore <i>i</i> -esimo materiale combustibile [MJ/kg] (mutuati da letteratura tecnica o secondo UNI EN ISO 1716:2002)
$m_i$	fattore di partecipazione alla combustione <i>i</i> -esimo materiale combustibile (0,80 per il legno/materiali di natura cellulosica; 1,00 per tutti gli altri materiali combustibili)
$\psi_i$	fattore di limitazione della partecipazione alla combustione <i>i</i> -esimo materiale combustibile: 0 in contenitore progettato per resistere al fuoco; 0,85 in contenitori non combustibili ma non appositamente progettati per resistere al fuoco; 1 in tutti gli altri casi
$A$	superficie in pianta lorda del compartimento [m <sup>2</sup> ]

## EVENTO INCENDIO - APPROCCIO NORMATIVO

**Domanda: quanto legno "strutturale" si conteggia in  $q_f$ , valore nominale del carico d'incendio specifico?**

**Circolare Ministero Interni prot. n. P414/4122 sott. 55 del 28 marzo 2008**

Direzione Centrale per la Prevenzione e la Sicurezza tecnica

**Nuova procedura di valutazione del carico di incendio associato alle strutture portanti in legno**

1. determinare la classe del compartimento prescindendo inizialmente dalla presenza degli elementi strutturali lignei
2. calcolare lo spessore di carbonizzazione degli elementi lignei corrispondente alla classe determinata adottando come valori di riferimento della velocità di carbonizzazione, quelli contenuti in EC5, parte 1.2
3. determinare definitivamente la classe del compartimento, tenendo anche conto del carico d'incendio specifico relativo alle parti di elementi lignei corrispondenti allo spessore di cui al punto precedente che hanno partecipato alla combustione.

## **EVENTO INCENDIO - APPROCCIO NORMATIVO**

### **1. Richiesta resistenza al fuoco**

Decreto 9 marzo 2007

## **3. RICHIESTE DI PRESTAZIONE**

Livello I.	Nessun requisito specifico di resistenza al fuoco dove le conseguenze della perdita dei requisiti stessi siano accettabili o dove il rischio di incendio sia trascurabile
Livello II.	Mantenimento dei requisiti di resistenza al fuoco per un periodo sufficiente all'evacuazione degli occupanti in luogo sicuro all'esterno della costruzione
Livello III.	Mantenimento dei requisiti di resistenza al fuoco per un periodo congruo con la gestione dell'emergenza
Livello IV.	Requisiti di resistenza al fuoco tali da garantire, dopo la fine dell'incendio, un limitato danneggiamento della costruzione
Livello V.	Requisiti di resistenza al fuoco tali da garantire, dopo la fine dell'incendio, il mantenimento della totale funzionalità della costruzione stessa

## **EVENTO INCENDIO - APPROCCIO NORMATIVO**

### **1. Richiesta resistenza al fuoco**

Decreto 9 marzo 2007

I livelli di prestazione comportano l'adozione di differenti classi di resistenza al fuoco secondo quanto stabilito ai punti successivi.

**Le classi di resistenza al fuoco sono le seguenti:**

**15; 20; 30; 45; 60; 90; 120; 180; 240; 360.**

Esse sono di volta in volta precedute dai simboli indicanti i requisiti che devono essere garantiti, per l'intervallo di tempo descritto, dagli elementi costruttivi portanti e/o separanti che compongono la costruzione.

Tali requisiti, individuati sulla base di una valutazione del rischio d'incendio, sono rappresentati con i simboli elencati nelle decisioni della Commissione dell'Unione Europea 2000/367/CE del 3 maggio 2000 e 2003/629/CE del 27 agosto 2003.



**EVENTO INCENDIO - APPROCCIO NORMATIVO**

**2. Verifica resistenza al fuoco**

D.M. 2007 e NTC'08

$$A_{d,fi}(t) \leq R_{d,fi}(t)$$

Effetto delle azioni eccezionali (valori di progetto)  $\leq$  Resistenza al fuoco eccezionali (valori di progetto)

**Definizione delle azioni (azione eccezionale)**

$$1,0 \cdot G_k + 1,0 \cdot P_k(t) + 1,0 \cdot \psi_{1,1} \cdot Q_{k,1} + 1,0 \cdot \sum \psi_{2,i} \cdot Q_{k,i}$$

$$1,0 \cdot G_k + 1,0 \cdot P_k(t) + \sum \psi_{2,i} \cdot Q_{k,i} \quad \text{(DM 14/01/2008)}$$

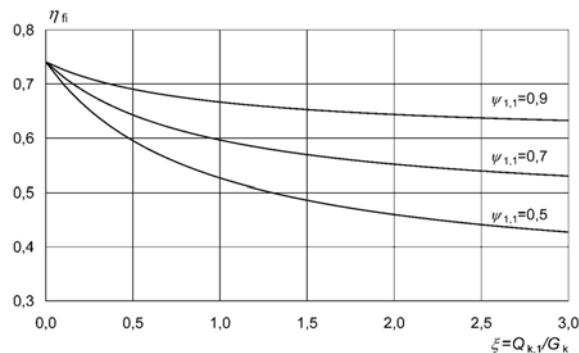
**EVENTO INCENDIO - APPROCCIO NORMATIVO**

**2. Verifica resistenza al fuoco**

D.M. 2007 e NTC'08

Metodi semplificati per determinare le azioni eccezionali

$$A_{d,fi} = \eta_{fi} \cdot A_d \quad \eta_{fi} = \frac{\gamma_{GA} \cdot G_k + \psi_{1,1} \cdot Q_{k,1}}{\gamma_G \cdot G_k + \gamma_{Q1} \cdot Q_{k,1}}$$



**EVENTO INCENDIO - APPROCCIO NORMATIVO**

**Determinazione delle proprietà di progetto**

ripreso da EN 1995-1-2

**resistenze**

$$f_{d,fi} = k_{mod,fi} \cdot \frac{f_k \cdot k_{fi}}{\gamma_{M,fi}}$$

$k_{fi}$  è un coefficiente che consente di passare dai valori caratteristici a temperature ambiente (frattile 5%) a quelli corrispondenti al frattile 20%

**moduli elastici**

$$S_{d,fi} = k_{mod,fi} \cdot \frac{S_{05} \cdot k_{fi}}{\gamma_{M,fi}}$$

<i>legno massiccio</i>	1,25
<i>legno lamellare e pannelli</i>	1,15
<i>LVL</i>	1,1
<i>collegamenti legno-legno</i>	1,15
<i>o collegamenti legno-acciaio</i>	1,05

$\gamma_{M,fi}$  è il coefficiente parziale di sicurezza in situazione di incendio (1,0);

**Resistenze collegamenti**

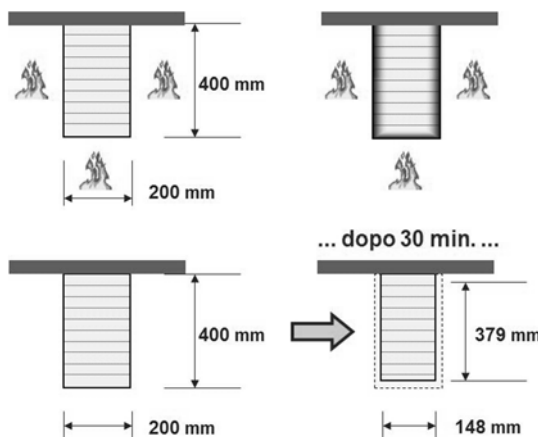
$$R_{d,fi} = \eta \frac{R_k \cdot k_{fi}}{\gamma_{M,fi}}$$

$k_{mod,fi} = 1$  per il metodo della sezione efficace

**EVENTO INCENDIO - CONCEZIONE DEL PROGETTO**

**Legno: materiale combustibile**

... brucia lentamente ...

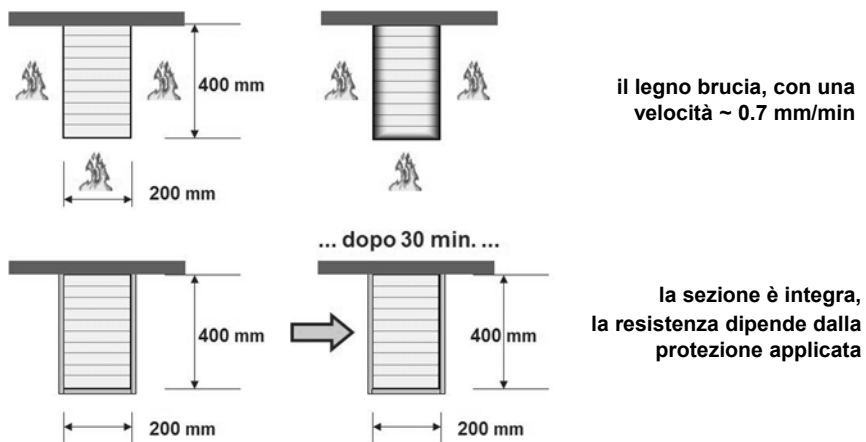


il legno brucia, con una velocità ~ 0.7 mm/min

sezione ridotta  
 portanza ridotta  
 verifica SLU

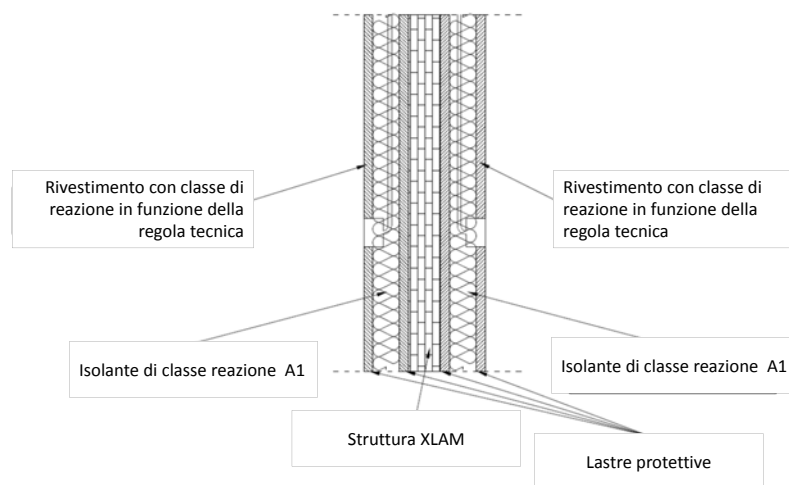
### EVENTO INCENDIO - CONCEZIONE DEL PROGETTO

Legno: materiale combustibile  
... può essere *prote*to ...



### EVENTO INCENDIO - CONCEZIONE DEL PROGETTO

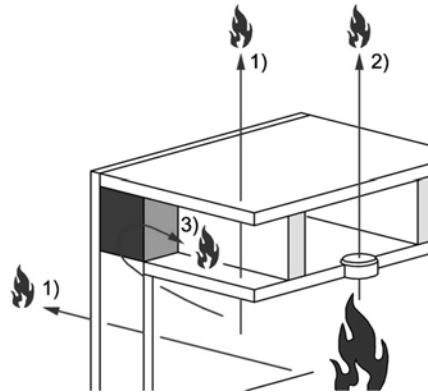
PARETE INTERNA DI COMPARTIMENTAZIONE con caratteristiche *REI*  
Occorre assicurare che le protezioni non siano danneggiate dall'utente



### EVENTO INCENDIO - Provvedimenti per edifici multipiano

Schema dei possibili **percorsi dei fumi e gas caldi** attraverso **strutture separanti** o attraverso i **giunti** tra i diversi elementi componenti la costruzione:

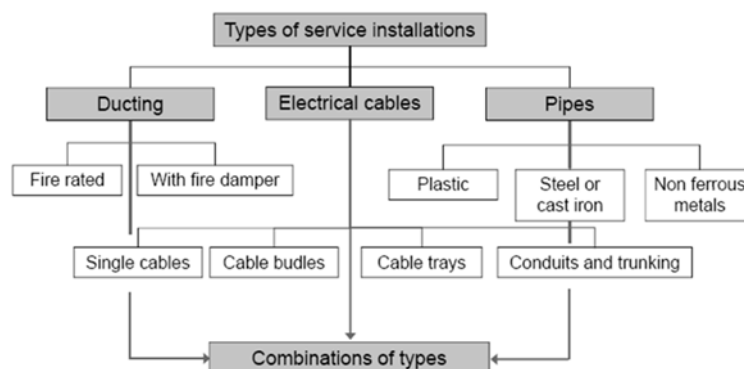
- 1) attraverso l'elemento separante (calcolazione secondo EN 1995-1-2)
- 2) attraverso aperture per installazioni varie (es. elettriche)
- 3) attraverso giunti non a tenuta tra elementi (solaio-solaio, parete-solaio etc.)



adattato da:  
*Fire safety in timber buildings*  
SP Report 2010:19  
ISBN 978-91-86319-60-1

### EVENTO INCENDIO - Provvedimenti per edifici multipiano

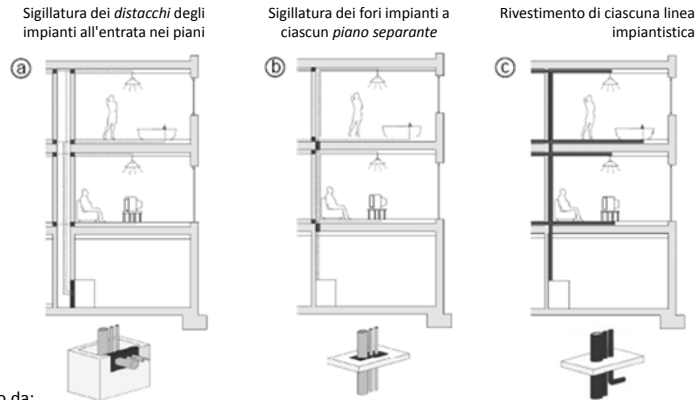
Schema dei possibili **percorsi dei fumi e gas caldi** attraverso aperture, camini, cavedi etc. utilizzati per l'impiantistica



adattato da:  
*Fire safety in timber buildings*  
SP Report 2010:19  
ISBN 978-91-86319-60-1

### EVENTO INCENDIO - Provvedimenti per edifici multipiano

Schema dei possibili **percorsi dei fumi e gas caldi** attraverso aperture, camini, cavedi etc. utilizzati per l'impiantistica: possibili provvedimenti.



adattato da:  
 Fire safety in timber buildings  
 SP Report 2010:19  
 ISBN 978-91-86319-60-1

### EVENTO INCENDIO

Problematica particolare:  
Attraversamento delle strutture in legno da parte dei sistemi di evacuazione dei fumi



#### NORMA EUROPEA UNI EN 1443 CAMINI (canne fumarie): requisiti generali.

definisce i requisiti generali ed i criteri prestazionali di base e definisce i valori limite, dove necessario, per i camini (canali da fumo e relativi raccordi) utilizzati per convogliare i prodotti della combustione dagli apparecchi di riscaldamento all'esterno.

#### Camino : EN 1443: T 400-P1 -W -1 – Gxx

- EN1443 numero della norma corrispondente;
- T400 è la classe di temperatura (temperatura dei fumi per i quali è adatto il camino);
- P1 classe di pressione positiva (N:negativa- in depressione, H1: positiva alta);
- W resistenza alla condensa camini funzionanti a umido (D: a secco);
- 1 resistenza alla corrosione;
- G si: resistenza al fuoco di fuliggine (O: non resistente), xx distanza da materiali combustibili;

Classe di temperatura: T080, T100, T120, T140, T160, T200, T250, T300, T400, T450, T600, con max temperatura superficiale dei materiali combustibili posti in adiacenza al camino di prova, alla distanza dichiarata dal Costruttore, che **non deve superare 85°C**, in ambiente a 20°C.

## EVENTO INCENDIO - Provvedimenti per edifici multipiano

### NORMA EUROPEA UNI EN 1443 CAMINI (canne fumarie): requisiti generali.

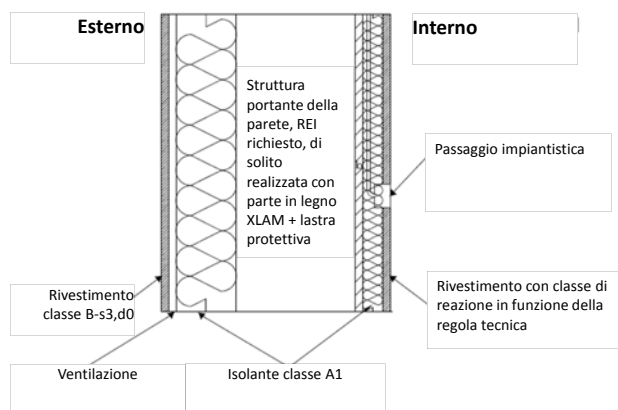
Stufe a legna o pellet o altri apparecchi termici a biomassa, sono un punto critico e di particolare importanza ai fini della sicurezza da rischi o pericoli di incendio del tetto o altre strutture in legno.

L'attraversamento delle strutture in legno in tutta sicurezza va fatto utilizzando il sistema di evacuazione dei fumi più opportuno scegliendolo in funzione delle temperature dei fumi degli apparecchi che si vogliono utilizzare; per camineti, stufe etc, si devono usare camini e canne fumarie con temperatura di funzionamento minima di 400°C, inoltre devono resistere a incendio di fuliggine.

#### EN 1443: T 400-P1 -W -1 – Gxx

Le xx (che nella marcatura sono numeri) stanno ad indicare la distanza in millimetri alla quale si deve porre l'esterno del camino o della canna fumaria dai materiali combustibili con l'interposizione di una intercapedine di aria libera ( che serve a raffreddare la parete esterna) se non specificato diversamente.

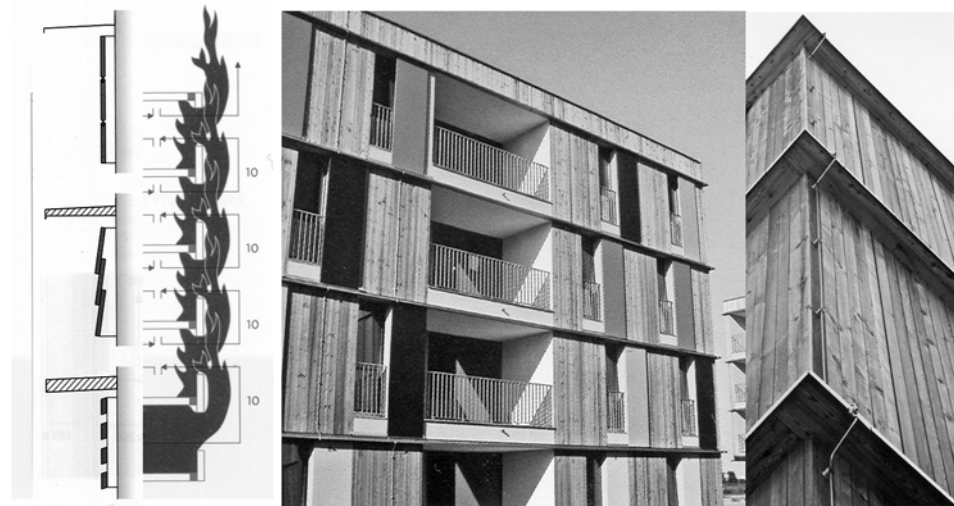
## EVENTO INCENDIO - CONCEZIONE DEL PROGETTO, FACCIATE



### **Pareti esterne ventilate, delicate per la possibile propagazione di incendio**

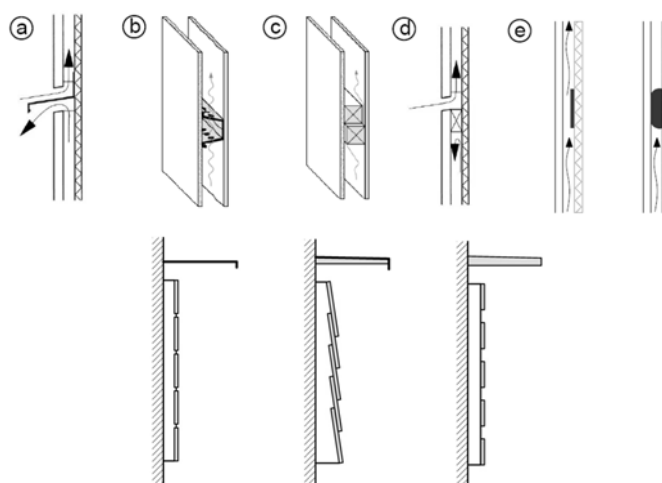
Un possibile suggerimento è quello di utilizzare isolanti in classe A1 per evitare propagazione di incendi all'interno di intercapedini, almeno nel caso in cui i rivestimenti contenitivi degli isolanti non presentino particolari caratteristiche protettive (resistenza e/o reazione al fuoco)

**EVENTO INCENDIO - CONCEZIONE DEL PROGETTO, FACCIATE**



Schober K.P., Matzinger I., *Brandschutztechnische Ausführung von Holzfassaden*, pro\_holz, 8/06

**EVENTO INCENDIO - CONCEZIONE DEL PROGETTO, FACCIATE**



Provvedimenti per rallentare la propagazione dell'incendio in facciata

### ***Sensibilità della struttura durante la realizzazione***

Occorre assicurare un controllo accurato e continuo del cantiere

*Colindale Fire*  
maggio 2006

Complesso abitativo di 6 piani, di cui 5 in legno, a Londra, incendio con edificio in costruzione



### ***Sensibilità della struttura durante la realizzazione***

Occorre assicurare un controllo accurato e continuo del cantiere

*Cambie and Garden City*  
*Richmond, Vancouver (CA)*  
3 maggio 2011

Primo edificio in legno a 6 piani, in Canada, distrutto da un incendio in fase di costruzione





# LA REAZIONE AL FUOCO

## REAZIONE AL FUOCO - EUROCLASSI

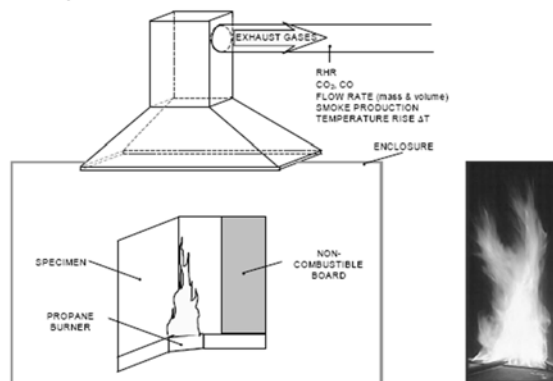
La reazione al fuoco riguarda il comportamento dei materiali

- Construction products divided into 7 classes according to their heat release and spread of flame properties:
  - A1, A2 (non-combustible)
  - B, C, D, E and F (possible for wood based products)
- Additional classifications for smoke (s1, s2, s3) and flaming droplets/particles (d0, d1, d2)
  - Class designations are e.g. D-s1,d0
- Flooring classes include heat/flame spread and smoke
  - Class designations are e.g. D<sub>FL</sub>-s1

## REAZIONE AL FUOCO - EUROCLASSI

### SBI test, EN 13823:2002

- Main method for wall and ceiling linings
- Specimen size 1.5 m x 1.5 m



## REAZIONE AL FUOCO - EUROCLASSI

### Getting classifications

Each manufacturer has to test their products to get

- Reaction to fire classification
- CE-mark

or

CWFT – Classification Without Further Testing

- Products with known and stable fire performance
- Expert Group on Fire / CWFT group review
- Standing Committee on Construction to agree
- Commission Decision
- Publication in Official Journal
- Included in Harmonised product standards

## REAZIONE AL FUOCO - EUROCLASSI

### CWFT decisions

Within defined thickness and density limits + substrates used the following wood based product families are having European wide acceptance based on CWFT:

– Wood based panels



– Solid wood panelling and cladding

– Structural timber products



– Glulam

– Wood flooring



**REAZIONE AL FUOCO - EUROCLASSI**

**CWFT - Structural timber & Glulam**

Material	Product detail	Min density kg/m <sup>3</sup>	Min thickness mm	Class
<b>Structural timber 1)</b>	Visual and machine graded structural timber with rectangular cross-sections shaped by sawing, planing or other methods or with round cross-sections.	350	22	<b>D-s2, d0</b>
<b>Glulam 2)</b>	Glued laminated timber products in accordance with EN 14080.	380	40	<b>D-s2, d0</b>

**REAZIONE AL FUOCO - EUROCLASSI**

**Examples of CWFT for  
 wood-based panels**

Note: See Commission decisions for detailed limitations for end-use conditions

Wood-based panels	Min density kg/m <sup>3</sup>	Min thickness mm	Class	Class Floorings
Particleboards	600	9	<b>D-s2,d0</b>	<b>D<sub>FL</sub>-s1</b>
Fibreboards, Hard	900	6	<b>D-s2,d0</b>	<b>D<sub>FL</sub>-s1</b>
Fibreboards, Medium	600	9	<b>D-s2,d0</b>	<b>D<sub>FL</sub>-s1</b>
	400	9	<b>E</b>	<b>E<sub>FL</sub></b>
Fibreboards, Soft	250	9	<b>E</b>	<b>E<sub>FL</sub></b>
Fibreboards, MDF	600	9	<b>D-s2,d0</b>	<b>D<sub>FL</sub>-s1</b>
Cement-bonded particleboard	1000	10	<b>B-s1,d0</b>	<b>B<sub>FL</sub>-s1</b>
OSB board	600	9	<b>D-s2,d2</b>	<b>D<sub>FL</sub>-s1</b>
Plywood	400	9	<b>D-s2,d0</b>	<b>D<sub>FI</sub>-s1</b>
Solid wood panels	400	12	<b>D-s2,d0</b>	<b>D<sub>FL</sub>-s1</b>

## REAZIONE AL FUOCO - EUROCLASSI

### CWFT - Wood Panelling



## Reazione al fuoco - Euroclassi

... riassumendo ...

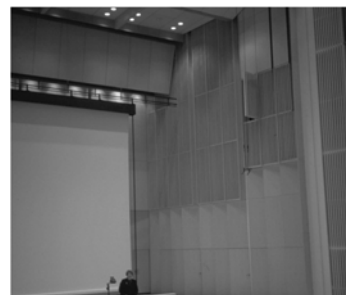
Prodotti in legno (massiccio, lamellare) sono normalmente in **classe D-s1/s2, d0** a patto che:

- abbiano uno spessore minimo
- abbiano una densità minima

Pavimenti in legno:  
D<sub>FL</sub>-s1 oppure C<sub>FL</sub>-s1

Legno trattato con prodotti ritardanti, in pratica:

- D → B oppure C
- s1, s2 → nessun cambiamento
- d0 → nessun cambiamento



# CONTROLLI

## PROGETTO, MATERIALI, REALIZZAZIONE

### 11 Materiali e prodotti

#### 11.7 MATERIALI E PRODOTTI A BASE DI LEGNO

##### 11.7.10.2 CONTROLLI DI ACCETTAZIONE IN CANTIERE

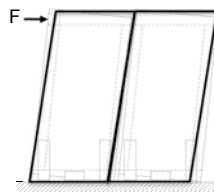
I controlli di accettazione in cantiere sono obbligatori per tutte le tipologie di materiali e prodotti a base di legno e sono demandati al Direttore dei Lavori il quale, prima della messa in opera, è tenuto ad accertare e a verificare quanto sopra indicato e a rifiutare le eventuali forniture non conformi.

#### Controlli sul progetto: *statica*

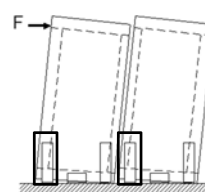
Come si è visto, è sbagliato collegare il *comportamento strutturale* (e quindi il valore  $q_0$ ) alla sola *tipologia strutturale*. La parete intelaiata (per cui  $q_{0,max}=5$ ), può comportarsi come una parete Xlam!

#### < Casi limite di comportamento del pannello parete >

Comportamento a taglio



Comportamento a blocchi rigidi



### Controlli sul progetto: *antincendio*

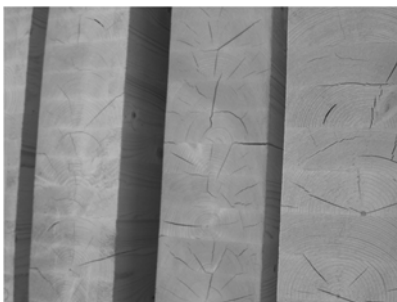
Essenziale garantire la *qualità* nel progetto e il *controllo* (anche in assenza del *CPI* !)



Limnologen, Växjö, Sweden

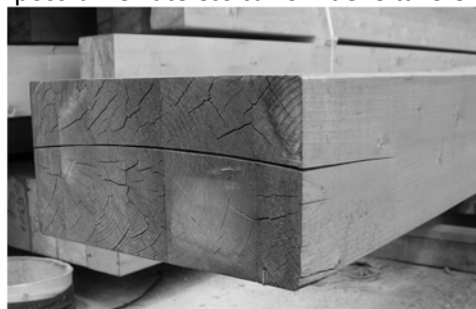
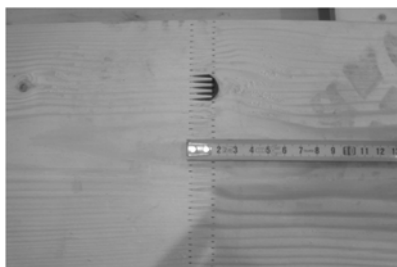
Stadthaus, Murray Grove, London

### Controlli sul materiale in ingresso in cantiere



Tavole scollate su pannello di tavole

Lamellare fessurato anche per possibili errate essiccazioni delle tavole



## Controlli sul materiale in ingresso in cantiere

Controlli sui sistemi di collegamento ai sensi delle NTC Par. 11.1



Elementi a gambo cilindrico (viti, chiodi, bulloni, spinotti etc) sono inclusi nella norma armonizzata EN14592-2008, che dal 01/08/2010 sancisce la marcatura CE obbligatoria per tali prodotti

## Controlli durante la costruzione

Esempi evidenti dell'assenza di controllo



Errato posizionamento degli hold-down

## Controlli durante la costruzione

Esempi evidenti dell'assenza di controllo

Errato posizionamento pannelli, assenza di continuità per la trasmissione di azioni nel piano



## Controlli durante la costruzione

La protezione *in cantiere* e *del cantiere*





### Controlli durante la costruzione: *antincendio*

Il corretto montaggio o realizzazione è essenziale.  
Basti pensare alla porta REI: se essa non è correttamente installata non garantisce nulla.



La corretta progettazione dei passaggi impiantistici è essenziale per impedire il passaggio di fumi e gas caldi, cioè per impedire la *propagazione*.  
E' però necessaria una perfetta installazione, quindi anche il controllo scrupoloso della esecuzione.

### Controlli e manutenzione: *antincendio*

La manutenzione (soprattutto degli impianti) è fondamentale, indipendentemente dal materiale che si è utilizzato.

Assenza di manutenzione dei camini di evacuazione fumi che hanno provocato l'incendio dei solai lignei di edificio in muratura



## 9 Collaudo Statico

### *Precisazioni generali*

Il collaudo statico riguarda il *giudizio sul comportamento* e le prestazioni delle parti dell'opera con funzione portante.

Il collaudo statico, tranne casi particolari, *va eseguito in corso d'opera* quando vengono posti in opera *elementi strutturali non più ispezionabili*, controllabili e collaudabili a seguito del proseguire della costruzione.

Le opere non possono essere poste in esercizio prima dell'effettuazione del collaudo statico.

## 9 Collaudo Statico

### *Precisazioni generali*

Il collaudo statico di tutte le opere di ingegneria civile regolate dalle NTC, deve comprendere i seguenti adempimenti:

- a) *controllo* di quanto prescritto per le opere ...
- b) ispezione dell'opera nelle varie fasi costruttive ...
- c) esame dei certificati delle prove sui materiali, articolato:
  - accertamento del numero dei prelievi effettuati e della sua conformità alle prescrizioni contenute al Cap. 11
  - controllo che i risultati ottenuti delle prove siano compatibili con i criteri di accettazione fissati nel citato Cap. 11

## 9 Collaudo Statico

### *Precisazioni generali*

- d) esame dei certificati di cui ai controlli in stabilimento e nel ciclo produttivo ...
- e) controllo dei verbali e dei risultati delle eventuali prove di carico fatte eseguire da DL
- f) esame del progetto dell'opera, l'impostazione generale, della progettazione nei suoi aspetti strutturale e geotecnico, gli schemi di calcolo e le azioni considerate
- g) esame delle indagini eseguite nelle fasi di progettazione e costruzione come prescritte nelle presenti norme

## 9 Collaudo Statico

### *Precisazioni generali*

- h) esame della relazione a strutture ultimate del Direttore dei lavori  
Infine, è discrezione del Collaudatore richiedere:
  - i) di effettuare tutti quegli accertamenti, studi, indagini, sperimentazioni e ricerche utili per formarsi il convincimento su sicurezza, durabilità e collaudabilità dell'opera, es.:
    - prove di carico;
    - prove sui materiali messi in opera, anche mediante NDT;
    - monitoraggio programmato di grandezze significative della opera, da proseguire eventualmente anche dopo il collaudo.

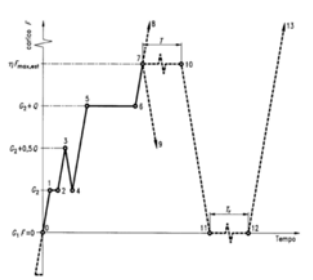
## Controlli finali, prove di carico

### C.4.4.16 Circolare esplicativa

I controlli sulla costruzione completa sono quelli previsti anche per le altre costruzioni... I carichi di prova sono tali da indurre le sollecitazioni massime di esercizio per combinazioni rare ... procedure limitate al procedimento 1 e/o 2 della UNI-EN 380.

UNI EN 380:1994

Strutture di legno. Metodi di prova. Principi generali per le prove con carico statico



## CONCLUSIONI

### Normativa e sua prossima revisione

- ✓ Precisato l'approccio alla progettazione antisismica
- ✓ Variazione coefficienti di sicurezza
- ✓ Maggiori controlli da effettuare su progetto, sul materiale e nella fase costruttiva

### Antincendio

- ✓ In generale, maggiore *responsabilizzazione* del progettista, considerao che si passa da regole *prescrittive* a regole *prestazionali*

### Edifici alti

- ✓ Cosa è un *edificio alto*?  $\geq 5$  piani (EC1), 24 m (antincendio)?
- ✓ Cambio di scala evidente in tutte le fasi della costruzione, dalla progettazione, alla realizzazione, al controllo

Si può dire che il corpus normativo italiano (statica, sismica, antincendio) non impedisce la realizzazione di case alte (anche oltre 9/10 piani)

E' evidente il salto di scala negli edifici alti ( $\geq 5$  piani), nel settore: impiantistico, antincendio, statico