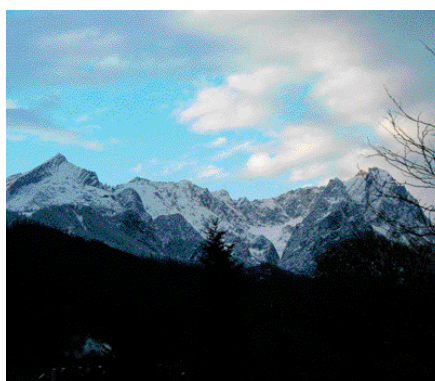
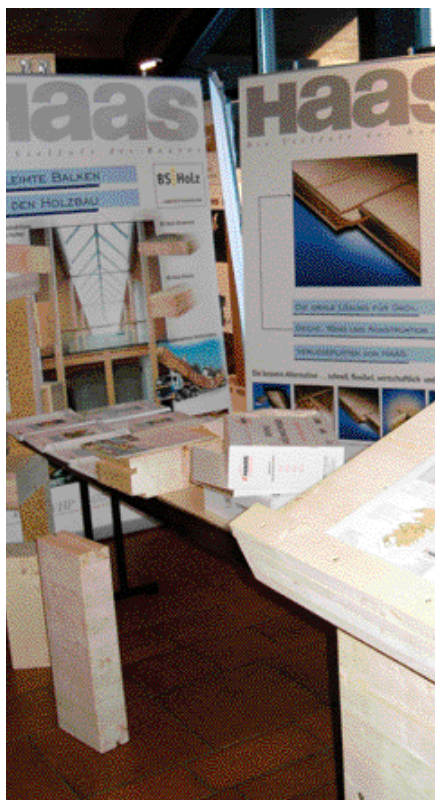


IL PROGETTO SOFE: LEGNO PER COSTRUZIONI ANTISISMICHE

➤ un'iniziativa che fa convergere in un unico progetto ricerca, produzione e industria intorno al più sicuro e rinnovabile dei materiali.



Tra i numerosi temi trattati allo Internationales Holzbau-Forum, tenutosi a Garmisch dal 6 all'8 dicembre 2006, un particolare rilievo hanno avuto le problematiche connesse all'utilizzo del legno negli edifici sismo-resistenti. Ario Ceccotti, direttore CNR-Ivalsa dell'Istituto degli alberi e del legno di Firenze, ha diffusamente relazionato su questo argomento. Ceccotti ha aperto il suo intervento ricordando come storicamente esistano esempi di edifici che hanno superato indenni sismi violenti. "Paesi come il Giappone, la Turchia o i Paesi balcanici sono da sempre teatro di ripetuti terremoti catastrofici e nonostante ciò risultano ricchi di strutture tradizionali sopravvissute nel corso dei secoli anche alle scosse più violente", scrive Ceccotti. "Un caso esemplare", prosegue lo studioso, "è osservabile nell'isola greca di Lefkas, caratterizzata da un elevato rischio sismico. A seguito di un terribile terremoto che la distrusse completamente nel 1825, le autorità inglesi che allora la governavano promulgarono norme antisismiche per le costruzioni, stabilendo nuove regole sia sui materiali che sui sistemi costruttivi da utilizzare. Il risultato di queste norme fu la realizzazione di edifici multipiano con le pareti esterne del piano terra di muratura e pietrame. Al di sopra di queste i piani successivi venivano realizzati con telai di legno formati da elementi orizzontali e verticali e irrigiditi da elementi diagonali e da angolari di rinforzo curvati, anch'essi di legno".

Ceccotti sottolinea quindi la particolarità di questi edifici che consiste nella presenza, subito all'interno, parallelamente alle pareti di muratura del piano terra, di un secondo sistema portante di pilastri lignei che sorreggeva anch'esso l'intelaiatura di legno formante i piani superiori. "Con questo sistema", osserva Ceccotti, "gli eventi sismici di moderata intensità venivano contrastati dalle caratteristiche di resistenza delle pareti di muratura, mentre i terremoti di forte intensità potevano provocare anche crolli parziali di queste ultime senza determinare il crollo dell'intero edificio che veniva ancora sorretto dai pilastri interni e poteva essere successivamente riparato ricostruendo le murature danneggiate." "In tal modo", prosegue il direttore di CNR-Ivalsa, "veniva applicato un principio ancora oggi validissimo: i differenti materiali da costruzione presentano ciascuno un proprio comportamento sotto l'effetto del terremoto e da tale diversità si può trarre vantaggio, realizzando un edificio in cui la deformazione sismica di sottostrutture staticamente collaboranti, costruite con materiali differenti, avvenga in modo separato e indipendente". Ceccotti prosegue con altri esempi storici la sua trattazione relativa all'efficacia della materia legno in funzione anti-sismica, illustrando il sistema costruttivo Pombalino (dal nome del marchese di Pombal, all'epoca primo ministro) sviluppatosi a Lisbona nel diciottesimo secolo. Si tratta di un sistema costruttivo "formato da una struttura intelaiata tridimensionale a gabbia di legno (...) con le pareti costituite da intelaiature di legno formate da elementi verticali e orizzontali a formare una maglia quadrata, con all'interno di ogni quadrato una controventatura interna a croce di sant'Andrea anch'essa di legno. L'intelaiatura veniva riempita nei triangoli vuoti con l'inserimento di porzioni di muratura formata da piccole pietre e pezzi di mattone e infine la parete veniva intonacata a nascondere totalmente l'intelaiatura di

Immagini scattate in occasione della 12ª edizione dell'Internationales Holzbau-Forum di Garmisch.



legno. (...) Questi edifici costruiti nel XVIII secolo sono giunti in perfette condizioni fino ai giorni nostri e costituiscono la sede prestigiosa di uffici, banche e negozi". Ceccotti riporta quindi un significativo studio svolto da R. Langenbach sui danni occorsi agli edifici a seguito del terremoto del 1999 nella regione della Marmara in Turchia, evento catastrofico che causò la morte di circa trentamila persone. In alcune zone il sisma ha causato la distruzione di più di un terzo degli edifici residenziali, per la maggior parte in cemento armato. Nel cuore della regione maggiormente colpita dal terremoto si trovano anche insediamenti tradizionali che sono invece rimasti praticamente intatti. "Si tratta di edifici a pareti portanti formate da una intelaiatura di legno di elementi verticali, orizzontali e diagonali e riempimento di muratura (...) La muratura è spesso costituita da mattoni posti a spina a pesce o, in alternativa, da pietre di piccole dimensioni immerse in un letto di malta di calce o di argilla e limo. Gli orizzontamenti sono a struttura di legno e con questo sistema vengono realizzati generalmente edifici di modeste dimensioni da uno a tre piani. (...) L'osservazione ravvicinata, soprattutto del lato interno delle pareti delle case tradizionali, fornisce indicazioni interessanti per capirne il funzionamento nel corso dell'evento sismico. È risultato subito chiaro che la parete formata dall'intelaiatura di legno e dal riempimento di muratura ha risposto alla sollecitazione sismica attraverso un continuo lavoro lungo le interfacce fra i due materiali, dissipando in tal modo una enorme quantità di energia".

Secondo le osservazioni di Langenbach, la differenza tra il sistema costruttivo degli edifici più moderni in cemento armato e quello delle case tradizionali con struttura in legno sta nel fatto che le pareti degli edifici tradizionali non possiedono molta "resistenza", ma hanno una grande "capacità", mentre gli edifici in cemento armato osservati hanno dimostrato una buona resistenza, ma scarsa capacità. In altri termini, scrive Ceccotti, "... le pareti poco rigide degli edifici tradizionali turchi risultano meno sollecitate dall'azione sismica e rispondono ad essa "assecondandola" – per così dire

– cioè oscillando e dissipando in tal modo una notevole quantità di energia attraverso una fessurazione diffusa in tutta la parete e una continua interazione tra gli elementi lignei della parete e le porzioni di muratura in esso confinate. Questa continua azione di deformazione e scorrimento aumenta lo smorzamento isteretico della struttura e ne aumenta il periodo proprio rendendola in tal modo meno suscettibile all'azione sismica". Ceccotti osserva però che la "maggiore parte dei crolli verificatisi a seguito del terremoto di Kocaeli in edifici di cemento armato sono imputabili a cattiva progettazione o più spesso a carenze in fase di realizzazione (...) che sono indipendenti dal materiale e dal sistema costruttivo utilizzato". Occorre inoltre tener presente che ogni evento sismico può provocare effetti diversi su sistemi costruttivi analoghi in base a svariati fattori che influenzano la resistenza degli edifici. Ceccotti analizza poi gli edifici di più recente costruzione a struttura di legno realizzati con il sistema nord-americano Platform Frame. I risultati di una indagine effettuata in Canada sul comportamento di questa tipologia di edifici durante terremoti avvenuti nel recente passato in aree dove la loro presenza è diffusa pongono in evidenza un valore molto basso di vittime rispetto al numero di edifici interessati dal sisma, tenendo conto anche del fatto che la maggior parte di questi edifici non erano stati progettati ingegneristicamente, ossia erano stati realizzati semplicemente seguendo le indicazioni e prescrizioni costruttive previste dalle norme (cosa possibile in Nord America ed in Canada per edifici di minori dimensioni e importanza) e non sulla base di un progetto strutturale specifico eseguito da un ingegnere. "In particolare", scrive Ceccotti, "nel caso di edifici ad un piano non si sono verificati danni rilevanti per terremoti con valori dell'accelerazione di picco fino a 0,6 g. A seguito del terremoto avvenuto a Kobe (Giappone) nel 1995, il terremoto più forte avvenuto nel recente passato, con valori dell'accelerazione di picco da 0,6 a 0,8 g, di circa 8.000 case costruite con il sistema Platform ad uno o due piani nessuna ha subito crolli e il 70 per cento non ha subito alcun danno rilevante.



Non sempre tuttavia i risultati sono stati altrettanto confortanti. Se nel terremoto di Kobe non sono crollati i moderni edifici per l'edilizia residenziale realizzati con il sistema Platform Frame, si è tuttavia verificato un certo numero di crolli in edifici di legno di più antica costruzione. "Indagandone i motivi", spiega Ceccotti, "si può osservare che spesso in questi edifici erano presenti manti di copertura molto pesanti (fatto molto pericoloso in zona sismica), realizzati con tegole di pietra o altri materiali pesanti, posti in opera al fine di contrastare il sollevamento del manto di copertura nel caso di altri eventi naturali talvolta catastrofici (...) ossia i tifoni".

Alcune caratteristiche del legno come materiale da costruzione meritano quindi di essere approfondite per capire in quale misura possono influenzare la progettazione e le relative indicazioni normative. Ad esempio, nel caso del terremoto di Loma Prieta del 1989, di cui si ha esempio di due edifici pressoché identici uno crollato, l'altro praticamente intatto, il motivo è probabilmente imputabile a carenze in fase di esecuzione. "La fase di osservazione ragionata del danno sui sistemi strutturali a seguito del verificarsi di eventi sismici", prosegue Ceccotti, "coadiuvato da una attenta valutazione dei dati anche storici disponibili e dalla conoscenza e comprensione del progetto originario, costituisce come si è detto un primo passaggio fondamentale per la comprensione del comportamento nei confronti delle azioni sismiche, sia per edifici di antica costruzione che per i sistemi costruttivi moderni. Tutto ciò, però, deve essere seguito da una attenta ricerca basata su una seria campagna di prove sperimentali, al fine di studiare in maniera approfondita l'influenza sulla

resistenza sismica globale della struttura degli elementi che la compongono e dei loro collegamenti, sia infine per lo studio del comportamento sismico di ogni nuovo sistema costruttivo". Ceccotti ha quindi concluso il suo intervento portando ad esempio la Regione Trentino Alto Adige ed illustrando il progetto Sofie. "In Trentino", scrive Ceccotti, "una lungimirante politica provinciale, attraverso finanziamenti attenti, sta permettendo alla Ricerca, vale a dire a Ivalsa-CNR e Università, alla Produzione, vale a dire Magnifica Comunità di Fiemme, e all'Industria, vale a dire Rasom Holz&Co., di studiare il comportamento sismico di edifici pluri-piano eretti dall'industria trentina con pannelli di legno massiccio a strati incrociati (X-Lam) prodotti con legno del Trentino (Progetto Sofie). Nel luglio 2006, presso i laboratori del Nied, a Tsukuba in Giappone è stato sottoposto a prova sismica su tavola vibrante un edificio di tre piani realizzato con pannelli X-Lam in legno trentino. I risultati sono stati estremamente positivi in termini di capacità di resistere a terremoti di intensità distruttiva (solo con una intensità di Pga di 1,2g si sono danneggiati gli hold-down di collegamento alla fondazione) e addirittura sorprendenti in termini di capacità di self-centering dell'edificio anche sotto l'azione di così potenti terremoti.

L'impegno finale, ambizioso, del programma Sofie è quello di contrastare con prove evidenti e numeri concreti quella che, nel gergo del settore, viene chiamata la sindrome del lupo cattivo, e convincere gli italiani che nel legno si può abitare con soddisfazione, benessere e sicurezza ineguagliabili".