



**edilportale**<sup>®</sup>  
**smart**  
**village**  
**in tour** **MADE**expo  
in collaborazione con

segui su   

**6 GIUGNO 2013 - UDINE**

**Costruzioni in legno: sostenibilità ambientale e risposta sismica**

**ALESSANDRA GUBANA**

*DIPARTIMENTO DI INGEGNERIA CIVILE E ARCHITETTURA*

*UNIVERSITA' DI UDINE*

Il legno è una risorsa naturale: in Italia il 36% del territorio nazionale è coperto di boschi, in regioni come il Trentino Alto Adige questa percentuale sale al 55%.





**Negli Stati Uniti e in Canada  
il 90% delle costruzioni è in legno  
(Fonte FAO)**

**Secondo una ricerca di mercato commissionata da Assolegno e Promolegno**

**nel 2010**

**l'82% degli edifici in legno in Italia è rappresentato da case unifamiliari**

**9% da bifamiliari e 9% da edifici plurifamiliari**

**il 71% di questi edifici è situato al nord ed in particolare nel nord-est**

**al centro Italia il 22% , al sud il 7%**

**previsioni di questo studio per il 2015 indicano che le abitazioni residenziali in legno potrebbero aumentare di un ulteriore 50%**

**ovvero da circa 5000 edificate nel 2010 a 7500 edificate nel 2015**

**La quota di mercato oggi è dell'8%.**

# SOSTENIBILITA'

Il legno è un **materiale sostenibile** e una **risorsa rinnovabile**.

**Energia incorporata:** energia consumata nell'acquisizione del materiale grezzo, lavorazione, produzione, trasporto in cantiere e costruzione

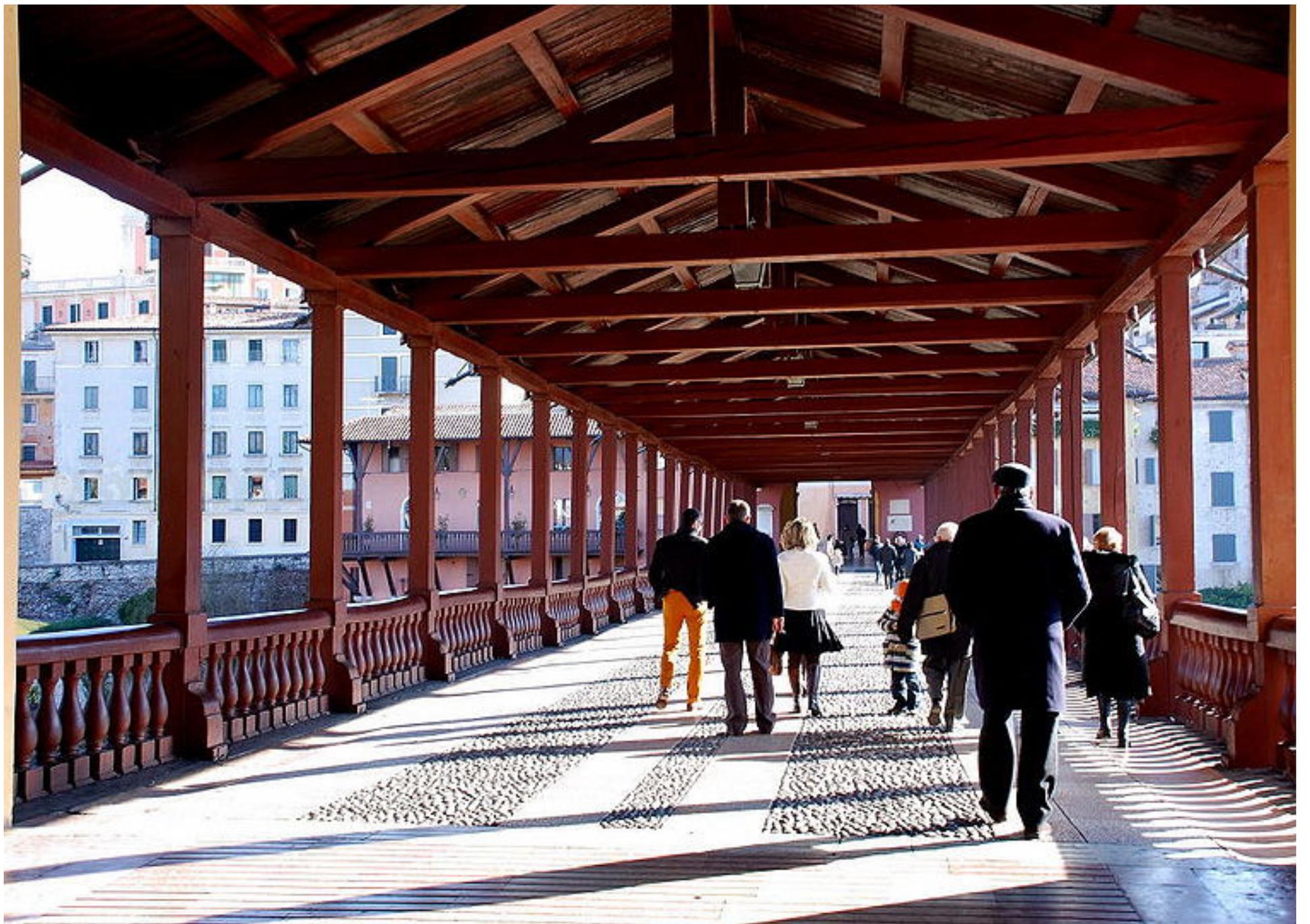
	Acciaio	Legno massiccio	Lamellare	LVL
Energia incorporata [MJ/kg]	10.1	2.5	4.6	7.9
Energia incorporata [MJ/m]	222		98	145

# SOSTENIBILITA'

*(Canadian Wood Council)*

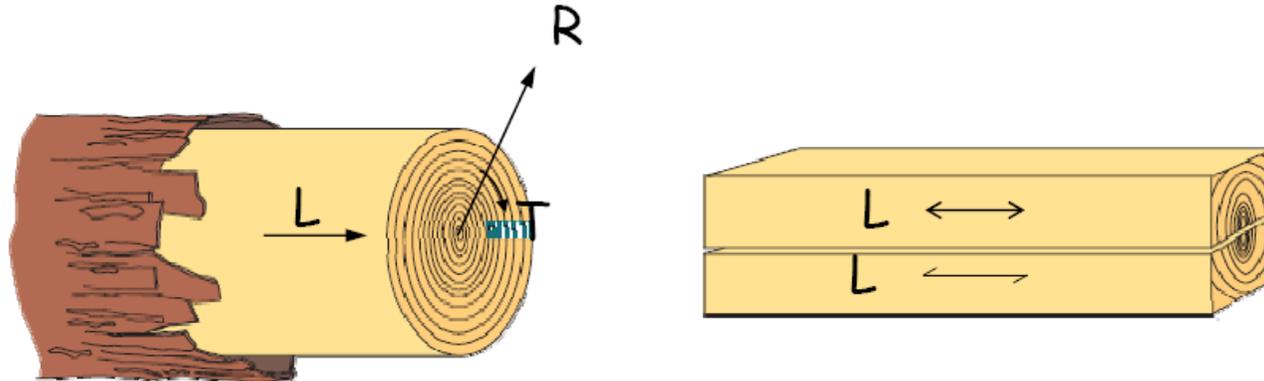
<b>Effetto sull'ambiente</b>	<b>Legno</b>	<b>Acciaio</b>	<b>Cls</b>
Energia incorporata	1	1.26	1.57
Emissione gas effetto serra	1	1.34	1.81
Inquinamento dell'aria	1	1.24	1.47
Inquinamento dell'acqua	1	4.00	3.50
Consumo di risorse	1	1.11	1.81
Produzione di rifiuti solidi	1	1.08	1.23





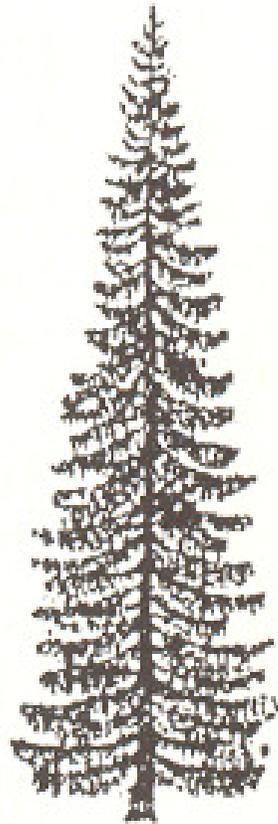
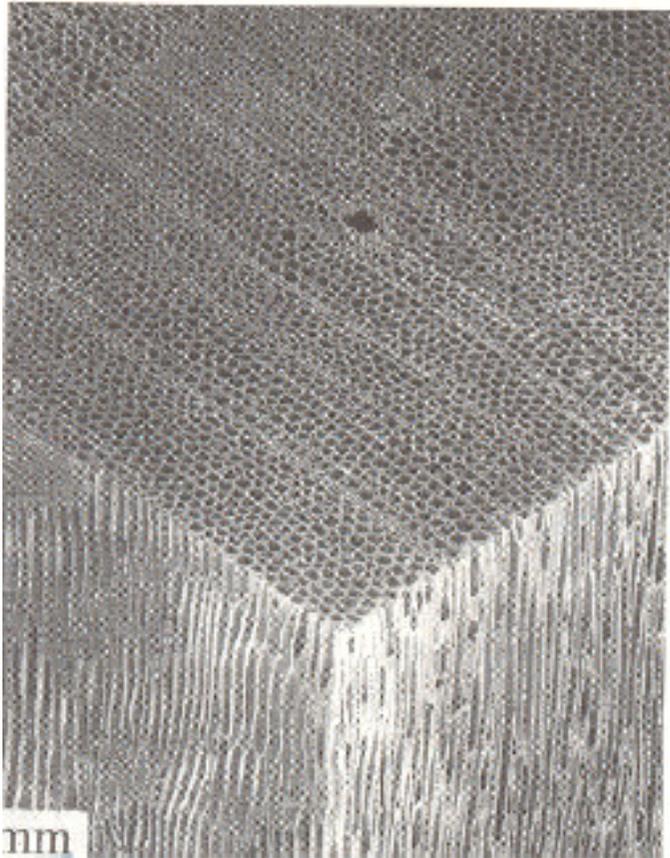
# ANISOTROPIA

## Anisotropy – Material directions

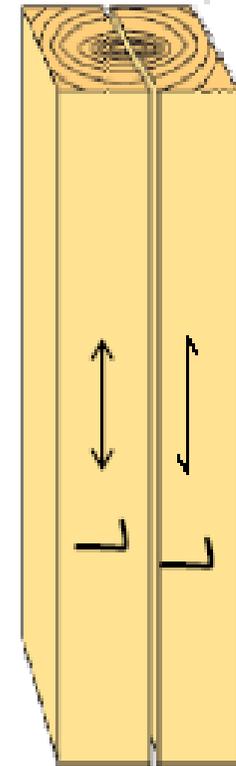


L = Longitudinal direction, grain direction  $\longleftrightarrow$   
R = Radial direction  
T = Tangential direction } = cross-grain direction,  $\perp$

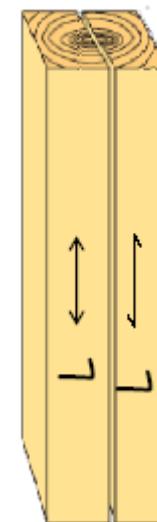
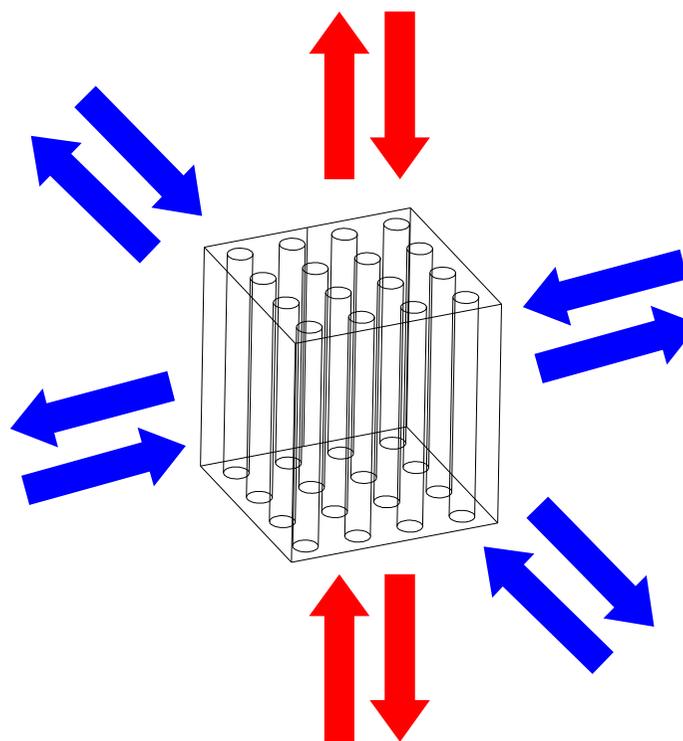
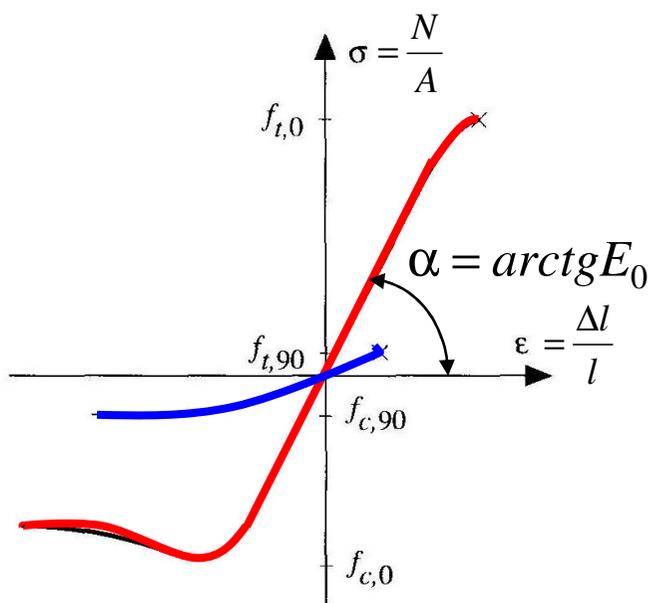
# ANISOTROPIA



Abete



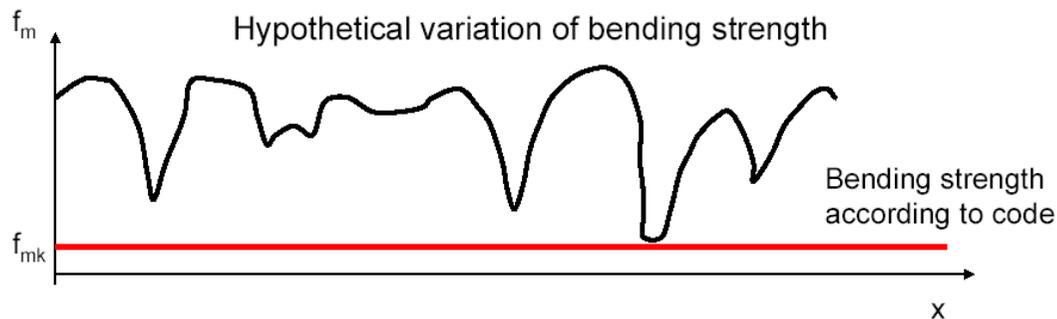
# ANISOTROPIA



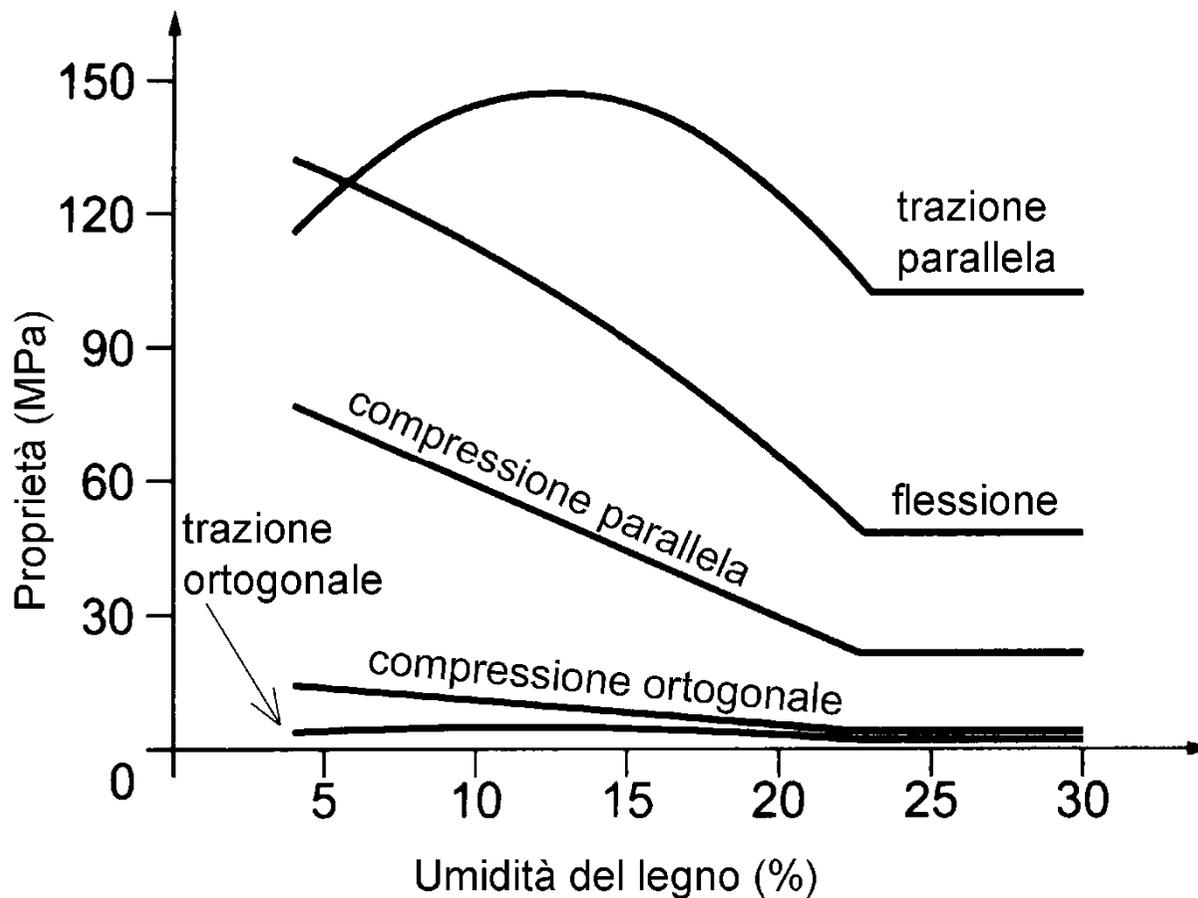
# INFLUENZA DEI DIFETTI

I difetti (nodi, deviazione delle fibre, ecc.) **riducono le proprietà meccaniche** del legno strutturale.

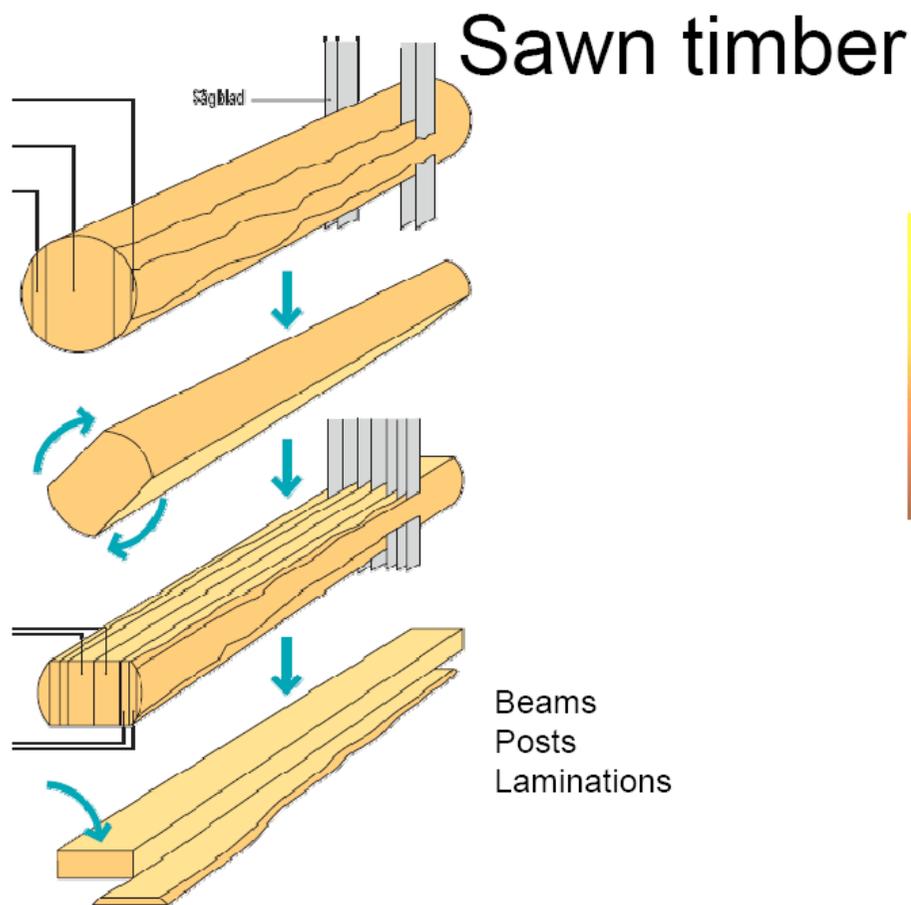
Sawn timber beam with knots



# INFLUENZA DELL'UMIDITA'

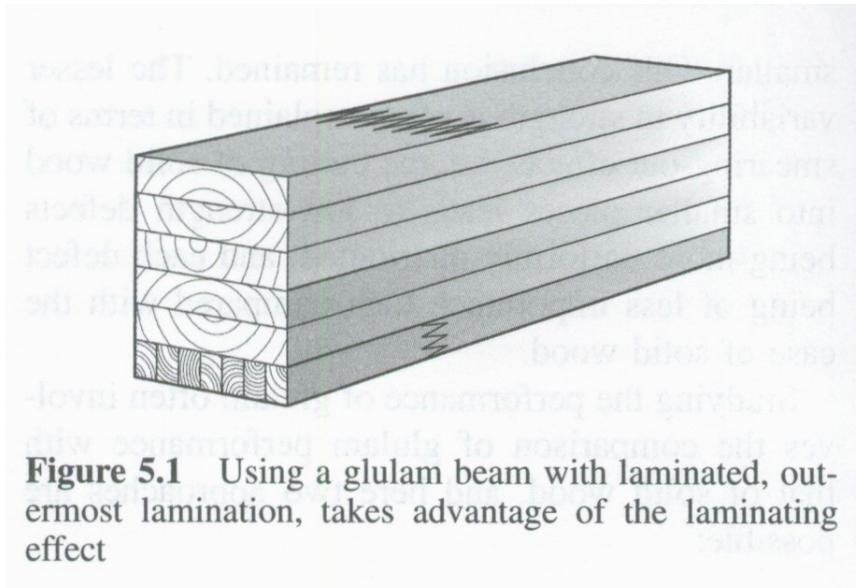


# LEGNO MASSICCIO



# LEGNO LAMELLARE

E' prodotto incollando tra loro tavole di legno massiccio



# LEGNO LAMELLARE

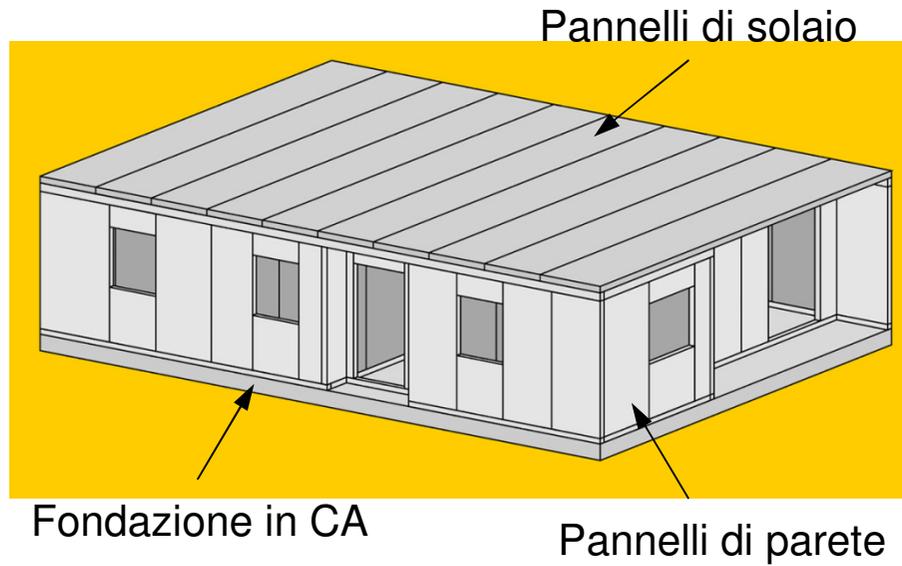




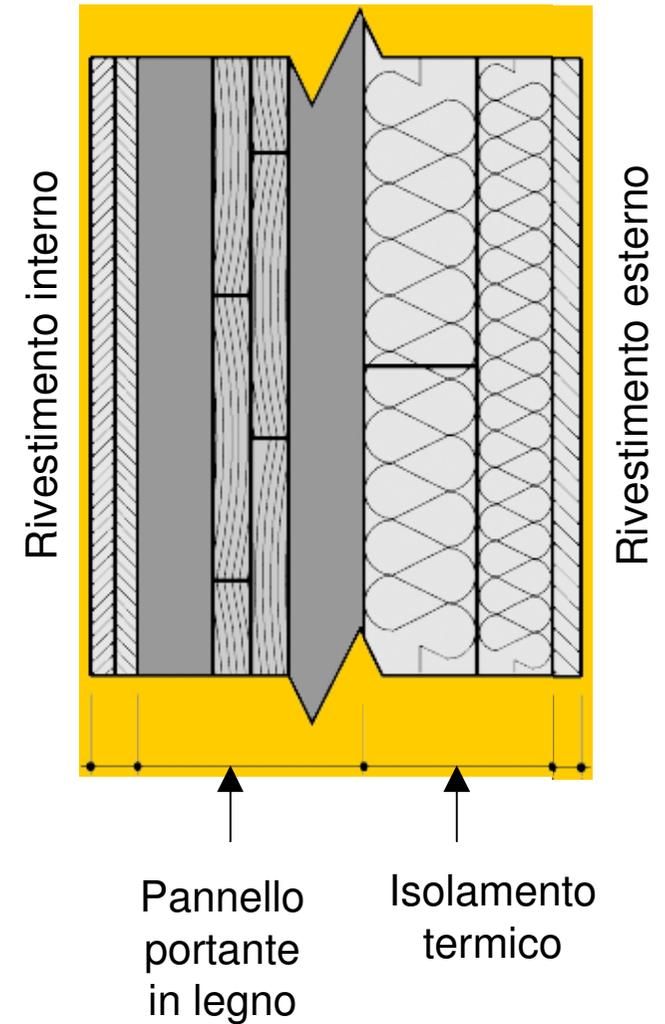
# PANNELLI A STRATI INCROCIATI XLAM



» **Il sistema costruttivo**



» **Stratigrafia della parete esterna** (sezione verticale)



## Prove di taglio su pannelli a strati incrociati

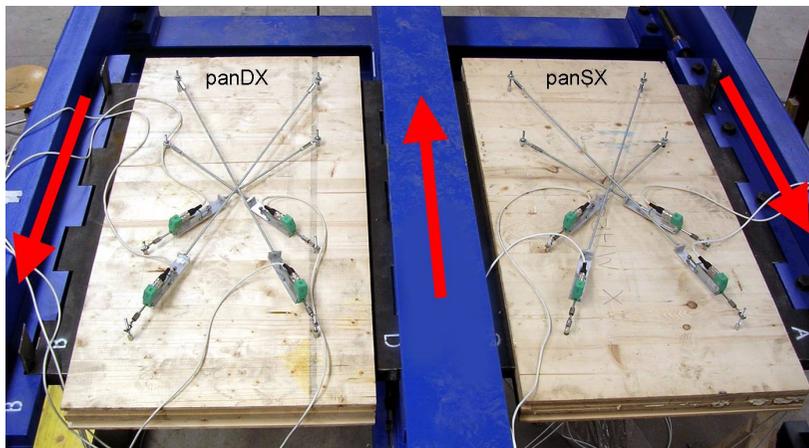
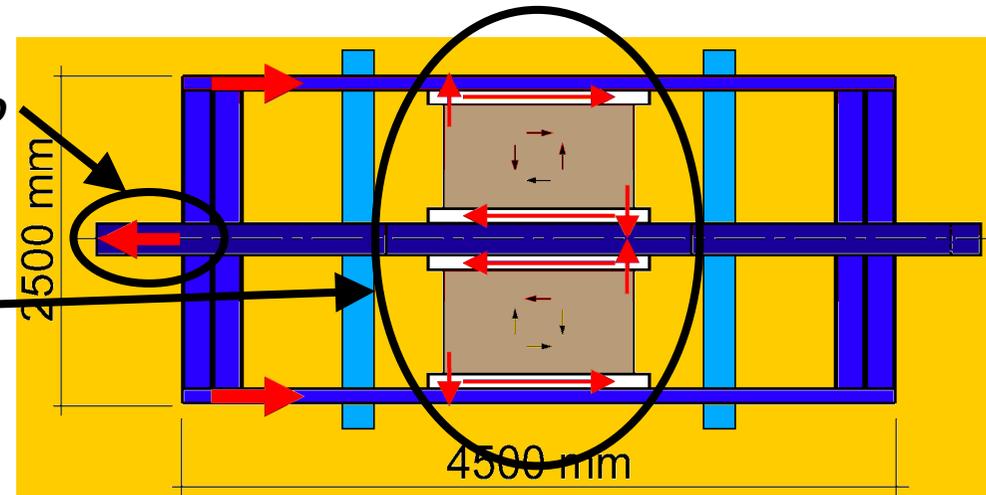
» **Scopo:** determinare **modulo di taglio** e **resistenza** ultima dei pannelli sollecitati a **taglio nel loro piano**

» **Banco di rottura:** appositamente realizzato con profili in acciaio HEA200

» **Trasmissione della sollecitazione** dal banco ai provini tramite **perni in acciaio**

» **Prova:** applicazione del carico sulla trave centrale tramite **martinetto idraulico** ad incremento progressivo manuale

» **Disposizione dei provini** in coppia per ottenere un sistema **auto-equilibrato**



» **Provini:** pannelli in legno a **strati incrociati**

- Lunghezza = 1200 mm
- Larghezza = 640 mm
- Spessore = 80mm (4 strati da 20 mm)

# EDIFICI MONO E BIPIANO



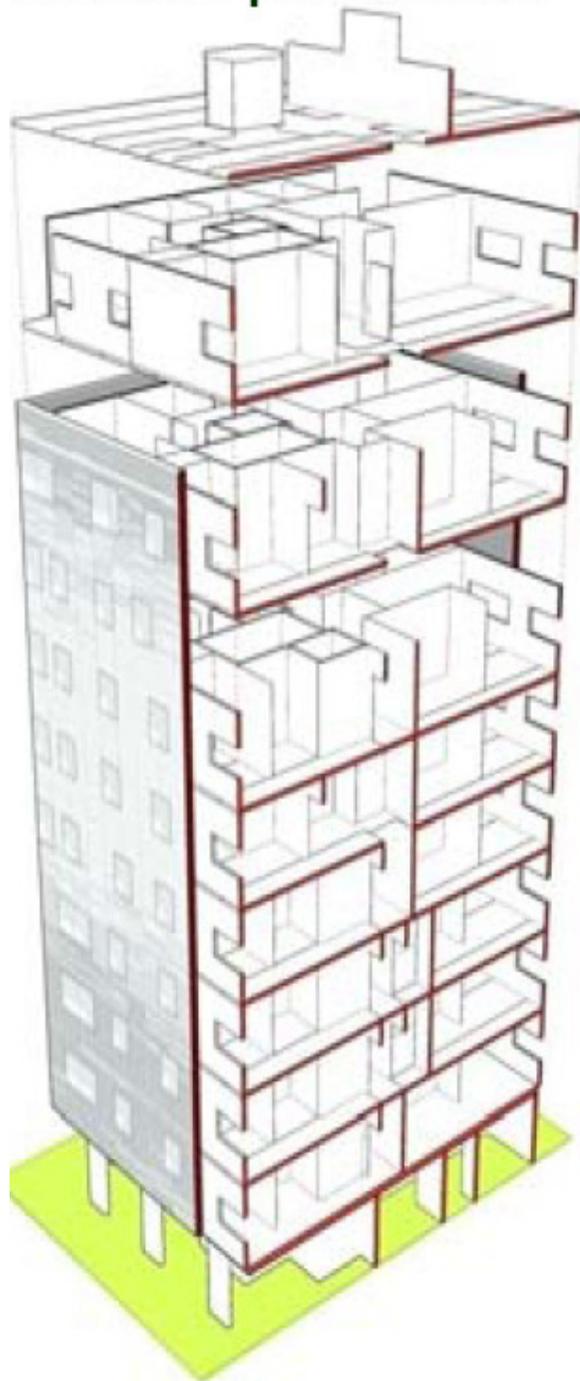
# EDIFICI A PIU' PIANI



# EDIFICI A PIU' PIANI



## Abitazioni plurifamiliari



**Murray Grove a Londra: 9 piani di legno**



**Murray Grove a Londra: 9 piani di legno**

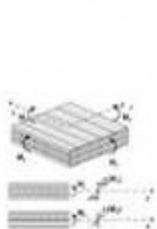
# EDIFICI A PIU' PIANI



# EDIFICI A PIU' PIANI

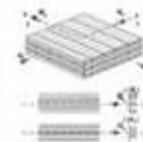


# EDIFICI A PIU' PIANI



**SOLETTE - ELEMENTI ORIZZONTALI** per gli elementi orizzontali sono stati usati pannelli di grandi dimensioni, di regola con larghezza non superiore a 2,50 metri, in modo da assicurarsi la regolarità della struttura e una rigidità ottimale dell'insieme della struttura dell'edificio. Inoltre abbiamo adottato un aggravo: trasporto e montaggio sistemato di elementi di grande lunghezza. La rigidità dell'elemento sono state definite nel dettaglio della stratigrafia della sezione KLAM e prendendone in considerazione le caratteristiche sismiche che ne derivano.

Via Cenni | struttura



**PARETI-ELEMENTI VERTICALI:** le pareti verticali sono gli elementi essenziali di questo struttura. La loro modellazione è stata eseguita in modo da simulare il comportamento meccanico della massa dei carichi verticali e della controventatura dell'edificio. Le caratteristiche di questi elementi sono quelle dei pannelli KLAM usati come lastre scalfate, con particolare riferimento alla rigidità assiale nella direzione verticale e alla rigidità a taglio dell'elemento di lastra.



Tutte le pareti sono realizzate con gli strati esterni orientati nella direzione verticale. Per i collegamenti tra i singoli elementi di parete sono stati applicati i meccanismi citati descritti per le pareti, tenendo conto anche in questo caso della deformabilità dei collegamenti nell'analisi strutturale.

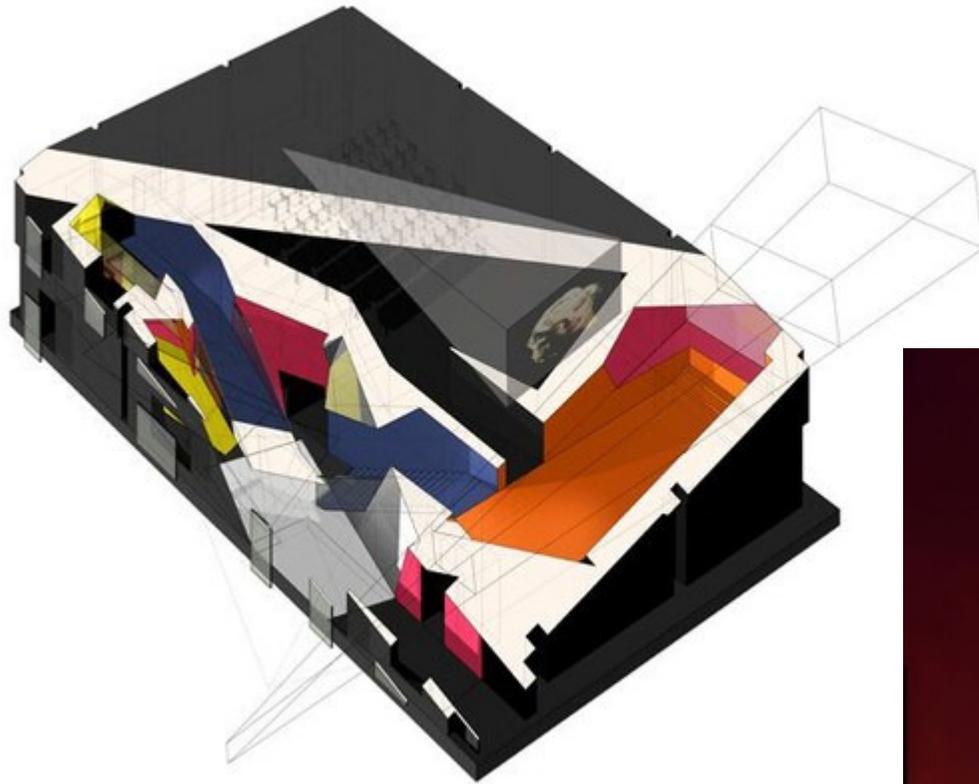
**COLLEGAMENTI PARETE-SOLETTA-PARETE:** è stata ammessa una certa flessione lungo l'asse dei collegamenti, in quanto l'effetto di incastro in questo caso è molto ridotto e i mezzi di collegamento sono improporzionati rispetto a ciò. La deformabilità nei collegamenti fra i singoli elementi

## RISTRUTTURAZIONI - INTERNI



**Virgina Woolf – Bloomsbury- London**

# RISTRUTTURAZIONI - INTERNI



## COMPORTAMENTO SISMICO DEGLI EDIFICI IN LEGNO







## COMPORTAMENTO SISMICO DEGLI EDIFICI IN LEGNO

Prima del terremoto...

Dopo 7 terremoti!



# COMPORTAMENTO AL FUOCO DEGLI EDIFICI IN LEGNO







edilportale®  
**smart**  
**village**  
*in tour* MADE.expò  
in collaborazione con

edilportale®  
**smart**  
**village**  
*in tour* MADE.expò  
in collaborazione con

edilportale®  
smart  
village  
in tour in collaborazione con MADE.expò

edilportale®  
**smart**  
**village**  
*in tour* MADE.expò  
in collaborazione con

edilportale®  
smart  
village  
in tour in collaborazione con MADE.expò

edilportale®  
smart  
village  
in tour in collaborazione con MADE.expò

edilportale®  
**smart**  
**village**  
*in tour* MADE.expò  
in collaborazione con

edilportale®  
**smart**  
**village**  
*in tour* MADE.expò  
in collaborazione con

edilportale®  
**smart**  
**village**  
*in tour* MADE.expò  
in collaborazione con

edilportale®  
**smart**  
**village**  
*in tour* MADE.expò  
in collaborazione con

edilportale®  
smart  
village  
in tour in collaborazione con MADE.expò

edilportale®  
smart  
village  
in tour in collaborazione con MADE.expò

edilportale®  
smart  
village  
in tour in collaborazione con MADE.expò

edilportale®  
**smart**  
**village**  
*in tour* MADE.expò  
in collaborazione con