

*Universita' degli Studi di Cagliari*  
*Dipartimento di Ingegneria Strutturale*

**21 aprile 2008 – Seminario**

## **USO DEL LEGNO NELLE COSTRUZIONI**

***Massimo FRAGIACOMO\****

\*Professore Associato di Tecnica delle Costruzioni,  
Facolta' di Architettura di Alghero, Universita' di Sassari

Email: fragiacomo@uniss.it

*Costruire con il legno*

### **SOMMARIO:**

- **Proprieta' del legno** (sostenibilita', resistenze, anisotropia, ritiro/rigonfiamento, influenza dei difetti)
- **Legno massiccio, lamellare, LVL** (microlamellare), **compensato**
- **Edifici industriali monopiano:**
  - con struttura a **portale**, ad **arco**, a **travatura reticolare**;

*Costruire con il legno*

## **SOMMARIO:**

- **Collegamenti** colonna-fondazione, ritto-traverso, e traverso-traverso;
- Sistemi di **controvento** (in legno o acciaio);
- **Montaggio**
- **Edifici residenziali monopiano**
- **Edifici multipiano:**
- **pareti di taglio in compensato**

*Costruire con il legno*

## **SOMMARIO:**

- **solai e diaframmi di piano**
- **edifici ibridi**
- **edifici innovativi**
- **solai a pannelli prefabbricati “stressed skin” e composti legno-calcestruzzo**
- **Alcuni errori progettuali e costruttivi**

*Costruire con il legno*

## VANTAGGI E SVANTAGGI DEL LEGNO:

### VANTAGGI:

- elemento di **decoro architettonico**
- materiale **naturale e sostenibile**
- **elevato rapporto resistenza-peso specifico**

### SVANTAGGI:

- **costo**
- **anisotropia**
- **durabilita' limitata**, se non adeguatamente protetto dall'acqua

*Costruire con il legno*

## SOSTENIBILITA':

Perche' usare il legno? Perche' e' 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

*Costruire con il legno*

## SOSTENIBILITA':

(Canadian Wood Council)

Effetto sull'ambiente	Legno	Acciaio	Cls
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

*Costruire con il legno*

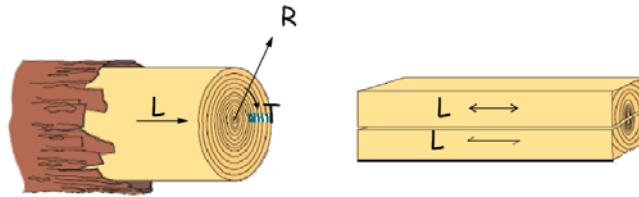
## PROPRIETA' DEL LEGNO:

PROPRIETA'	LEGNO	ACCIAIO	CLS
Tensione ammissibile (compr.) $\sigma_{adm}$ [MPa]	10	160	10
Peso specifico $\gamma_m$ [daN/m <sup>3</sup> ]	600	7850	2400
Rapporto $\gamma_m/\sigma_{adm}$	60	50	240
Modulo Elastico [GPa]	8	210	30
Resistenza a trazione	Si	Si	No
Duttilita'	No	Si	No
Comportamento dipendente dal tempo	Si	No	Si
Comportamento igroscopico	Si	No	No
Isotropia	No	Si	Si
Omogeneita'	No	Si	Si
Combustibilita'	SI	No	No

*Costruire con il legno*

## ANISOTROPIA:

### Anisotropy – Material directions

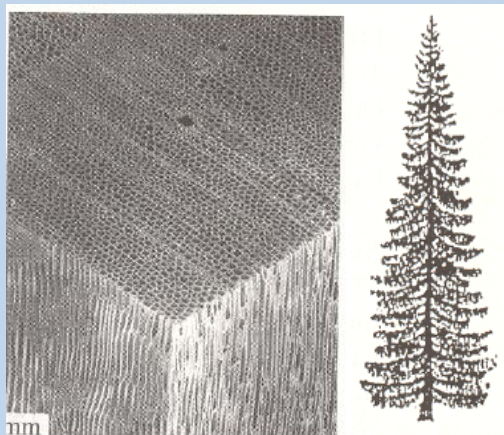


L = Longitudinal direction, grain direction  $\longleftrightarrow$   
R = Radial direction  
T = Tangential direction } = cross-grain direction,  $\perp$

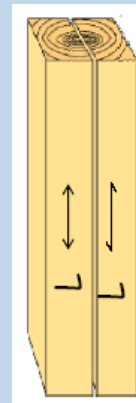
*Costruire con il legno*

## ANISOTROPIA:

### Ingrandimento al microscopio:

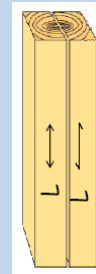
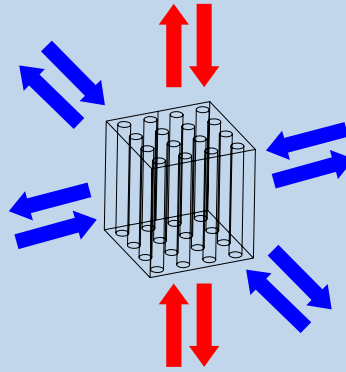
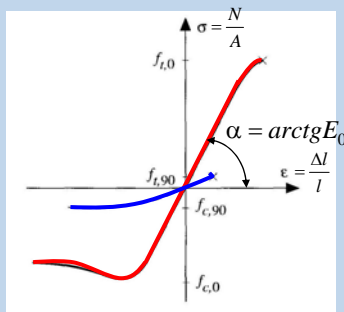


Abete



*Costruire con il legno*

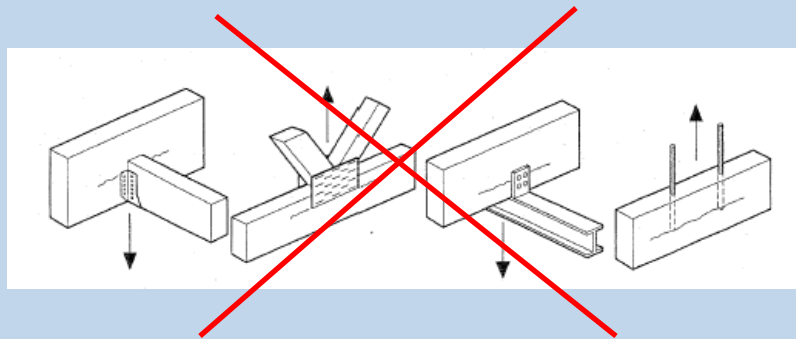
## ANISOTROPIA:



*Costruire con il legno*

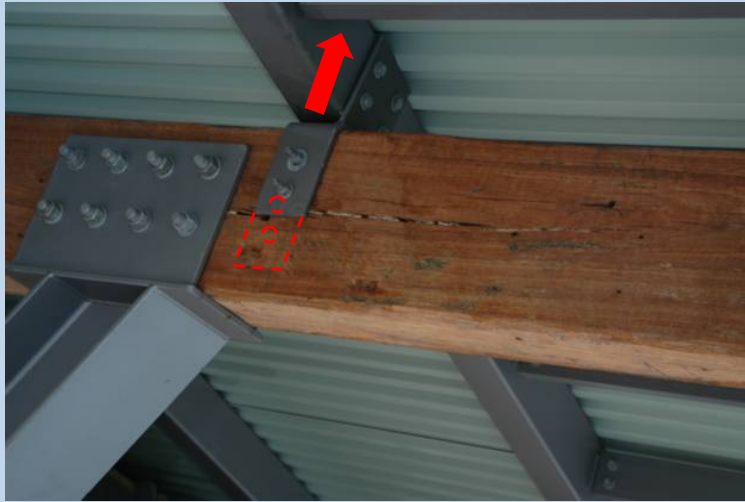
## ANISOTROPIA:

**Attenzione al progetto dei collegamenti!!!**



*Costruire con il legno*

## ANISOTROPIA:

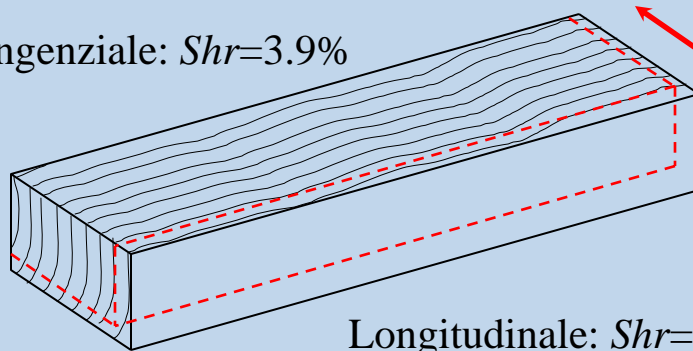


*Costruire con il legno*

## RITIRO/RIGONFIAMENTO:

$Shr = (\Delta L / L) 100$  essiccando il provino dal 30% al 12% di umidità

Tangenziale:  $Shr = 3.9\%$



Radiale:  
 $Shr = 2.1\%$

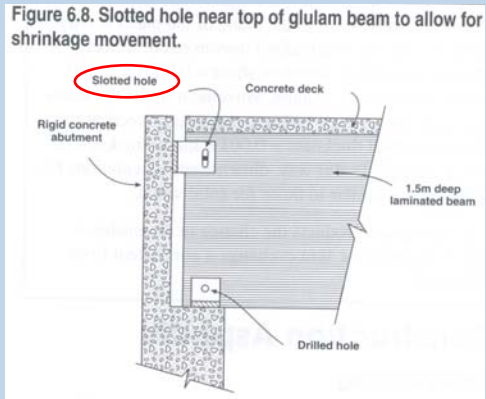
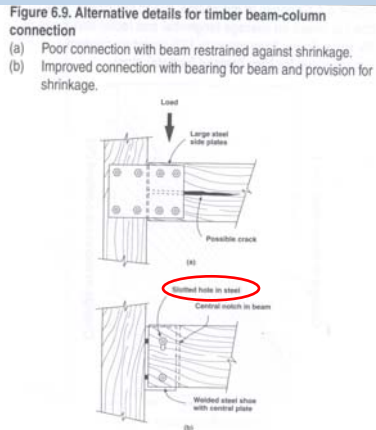
Longitudinale:  $Shr = 0.1\%$



*Costruire con il legno*

## RITIRO/RIGONFIAMENTO:

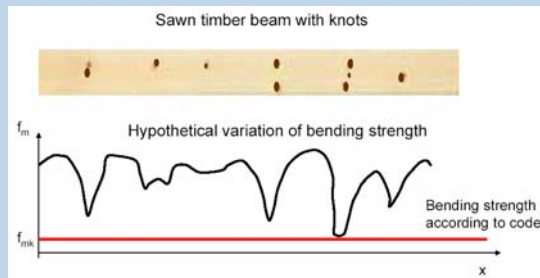
**Problemi quando il movimento del legno e' impedito da elementi piu' rigidi:**



*Costruire con il legno*

## INFLUENZA DEI DIFETTI:

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



*Costruire con il legno*



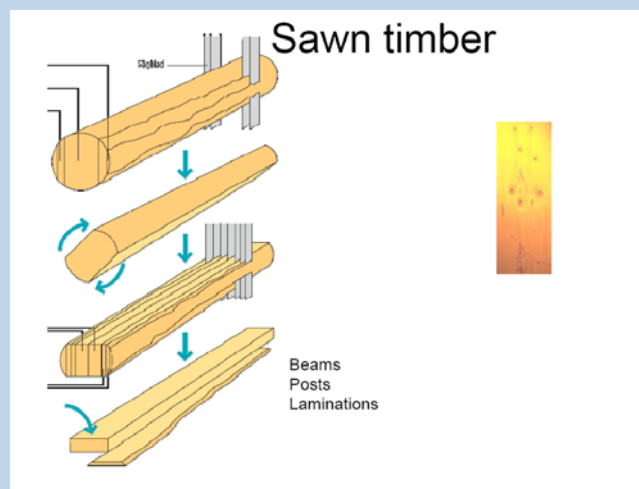
## INFLUENZA DEI DIFETTI:

Provini piccoli    Legno strutt.

Trazione parallela alle fibre $f_t$ :	80-100	➔	10-35 N/mm <sup>2</sup>
Trazione perpendicolare alle fibre $f_{t,90}$ :	1-2	➔	0.5-1 N/mm <sup>2</sup>
Compressione parallela alle fibre $f_c$ :	40-50	➔	25-40 N/mm <sup>2</sup>
Compr. perpendicolare alle fibre $f_p$ :	2-4	➔	2-4 N/mm <sup>2</sup>

*Costruire con il legno*

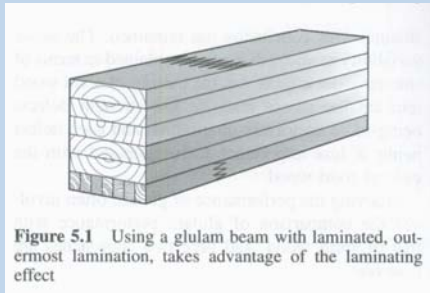
## LEGNO MASSICCIO:



*Costruire con il legno*

## LEGNO LAMELLARE:

E' prodotto incollando tra loro tavole di legno massiccio

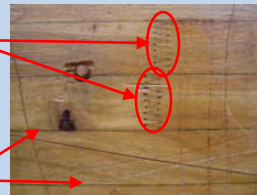
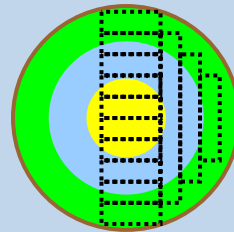


*Costruire con il legno*

## LEGNO LAMELLARE:

L'idea e':

- tagliare delle tavole (33 mm di spessore, 1500-5000 mm di lunghezza);
- collegarle attraverso i giunti a dita
- incollare le tavole assieme.



*Costruire con il legno*

## **LEGNO LAMELLARE:**

Fabbricazione di elementi rettilinei:



*Costruire con il legno*

## **LEGNO LAMELLARE:**

Fabbricazione di elementi ad arco:



*Costruire con il legno*

## LVL (MICROLAMELLARE):

E' ottenuto incollando assieme in pressione lamelle di legno di spessore 2-4 mm ottenute "pelando" in maniera rotatoria tronchi di albero precedentemente riscaldati a vapore.

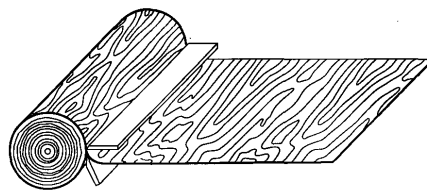
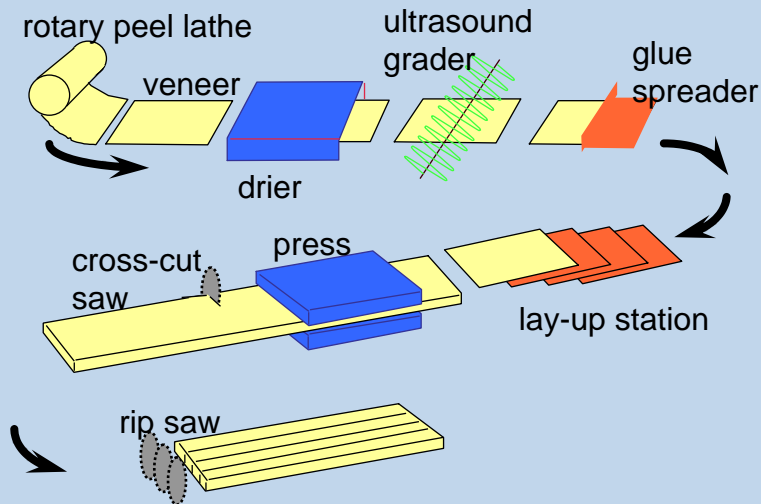


Figure 1 Production of an "endless" ply ribbon by rotary peeling.

*Costruire con il legno*

## LVL (MICROLAMELLARE):

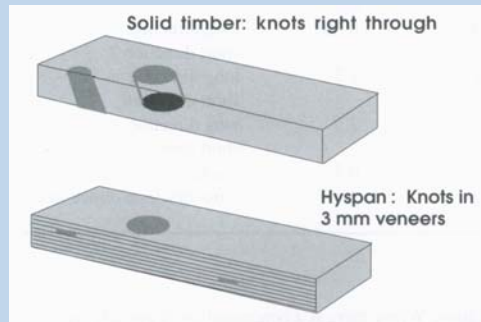


*Costruire con il legno*

## LVL (MICROLAMELLARE):

Il microlamellare e' prodotto per le **migliori proprieta' meccaniche**. I **difetti (nodi)** diventano **piu' piccoli e diffusi** in maniera casuale nel volume.

Quindi **ciascun difetto** diventa **meno importante** per il comportamento del materiale.



*Costruire con il legno*

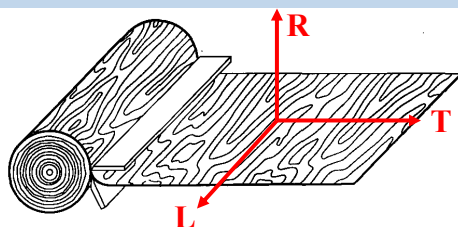
## CONFRONTO TRA PROPRIETA' MECCANICHE:

	Legno massiccio	Lamellare GL8	LVL microlamellare	Cls Classe 25
Resistenza a compr. [MPa]	15	24	34	25
Resistenza a flessione [MPa]	10	19	42	3
Modulo di elasticita' [GPa]	6	8	13.2	28.8

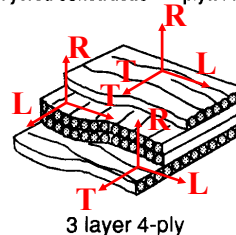
*Costruire con il legno*

## COMPENSATO:

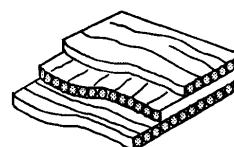
E' prodotto come il microlamellare ma con le lamelle adiacenti disposte ortogonalmente



Layered construction in plywood.



3 layer 4-ply



3 layer 3-ply

Figure 1 Production of an "endless" ply ribbon by rotary peeling.

*Costruire con il legno*

## COMPENSATO:

A differenza del microlamellare, il compensato possiede **resistenze e rigidzze confrontabili** in tutte le direzioni del piano



E' prodotto in pannelli 2D usati per le pareti di taglio e per il tavolato di piano

*Costruire con il legno*

## USO DEL LEGNO:

Il legno puo' essere usato per **diverse tipologie di edifici:**

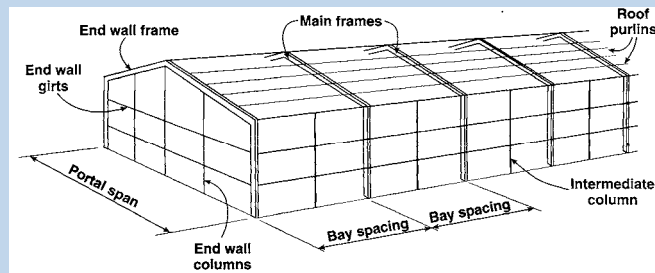
- Edifici **industriali** (e piscine) **monopiano**
- Edifici **residenziali** mono e bi-piano
- Edifici **multipiano**



*Costruire con il legno*

## EDIFICI INDUSTRIALI:

**Come sono costruiti?**



Tipicamente, con una **serie di telai** (in lamellare o microlamellare) **collegati da delle travi longitudinali** (arcarecci)

*Costruire con il legno*