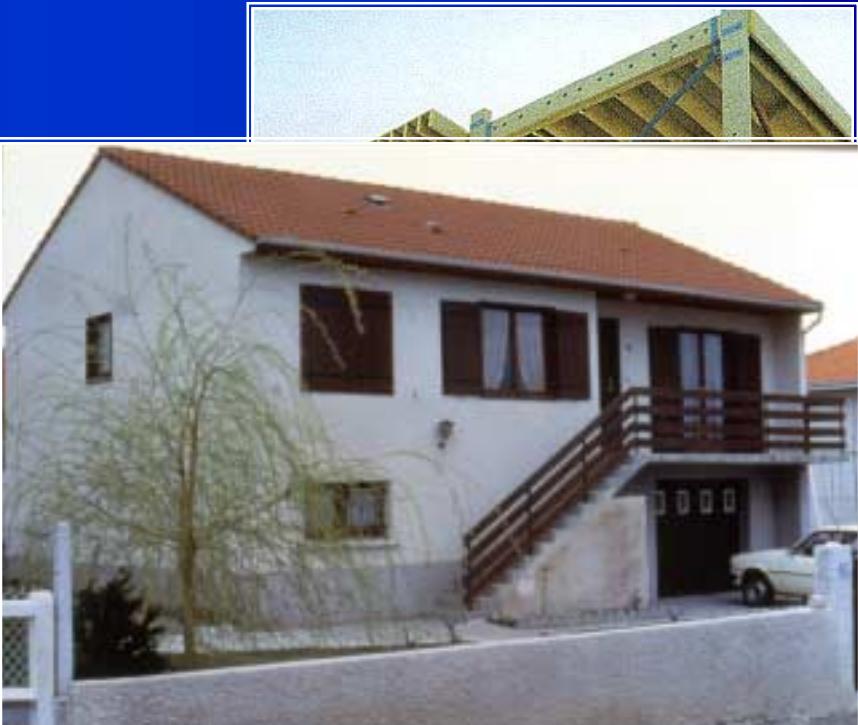




**SICUREZZA E COMFORT NELLE ABITAZIONI
CON STRUTTURE DI LEGNO**
Mostra "Legno & Edilizia" – Verona, 16 Giugno 2001

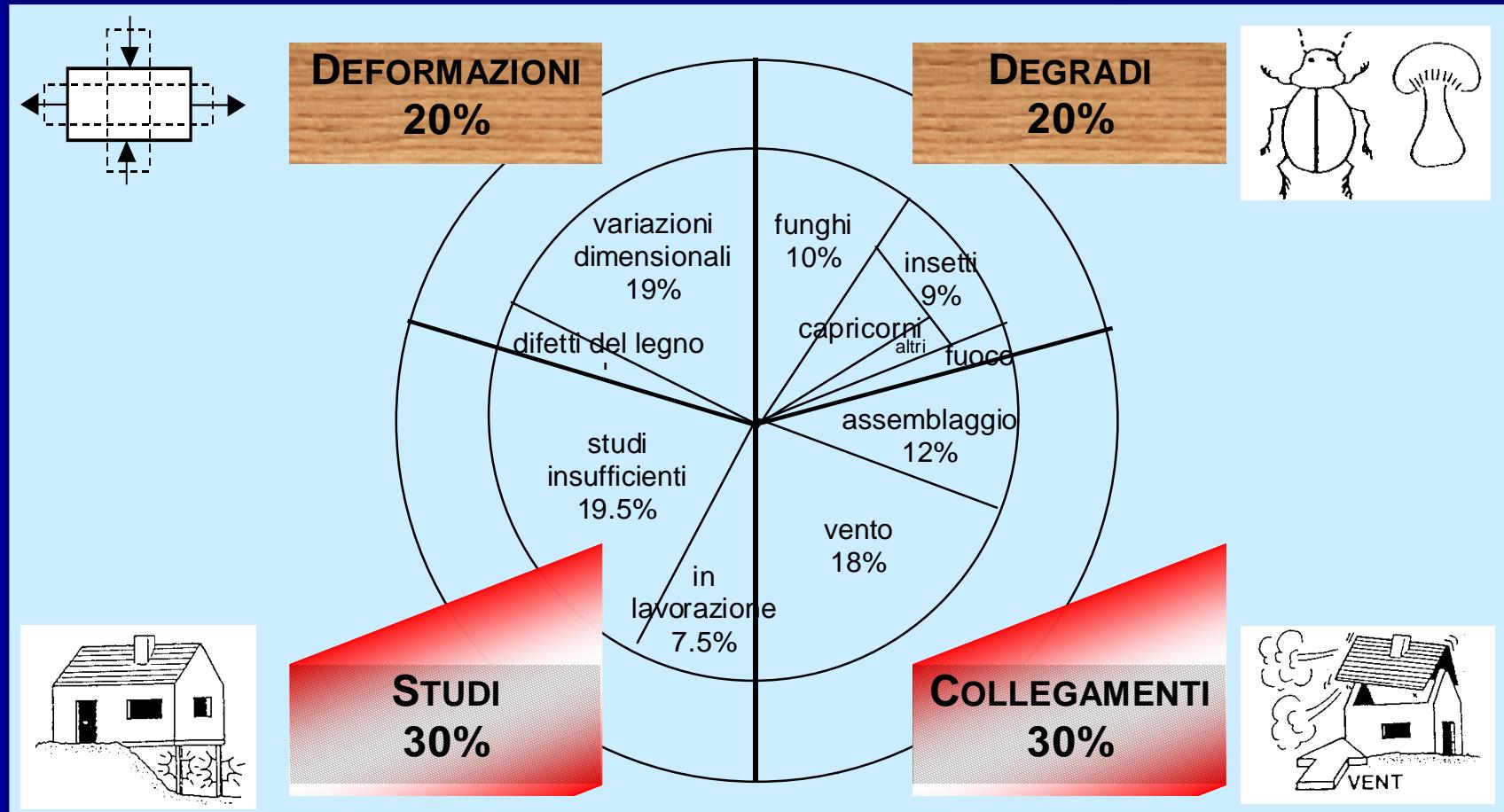
I dettagli costruttivi nel progetto della durabilità



UNIVERSITÀ DEGLI STUDI DI TRENTO
Dipartimento di Ingegneria Meccanica e Strutturale

prof. ing. Maurizio Piazza

Dissesti e roture nelle costruzioni in legno



Umidità del legno

$$u\% = \frac{G_u - G_0}{G_0} \cdot 100$$

G_u : peso legno per una U_{rel} aria

G_0 : secco ($+103^\circ\text{C} \pm 2^\circ\text{C}$)

Coefficienti medi di ritiro e rigonfiamento* (DIN 1052)
per conifere europee

Tang. α_T	Radiale α_R	Long. α_L
0.24	0.12	0.01

$$* \alpha_{(T,R,L)} = \frac{\Delta l_{(T,R,L)}}{l_{(T,R,L)}}$$

per $\Delta \omega = 0.01$



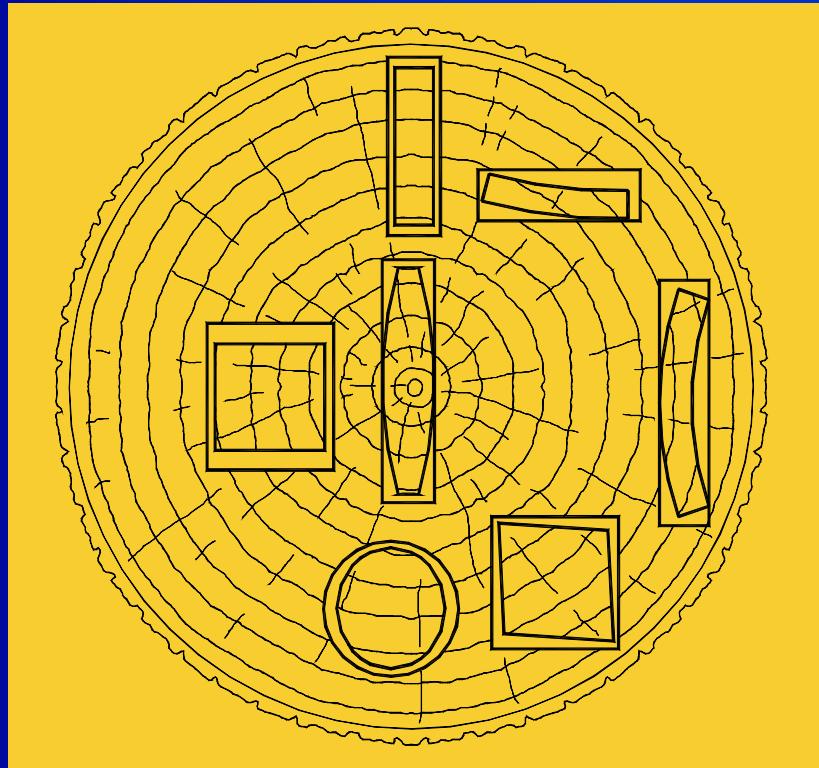
Relazione legno - acqua

- Stagionatura
- *Pare che Teofrasto fosse del parere che il legname non sia mai seccato a sufficienza, ..., prima di un periodo di tre anni*
(Leon Battista Alberti: De Re Aedificatoria, libro II, cap. VI)
- *...né avanti tre anni saranno ben secchi per uso de' palchi, e delle porte, e delle finestre ...*
(Andrea Palladio, libro I, Quattro Libri dell'Architettura)

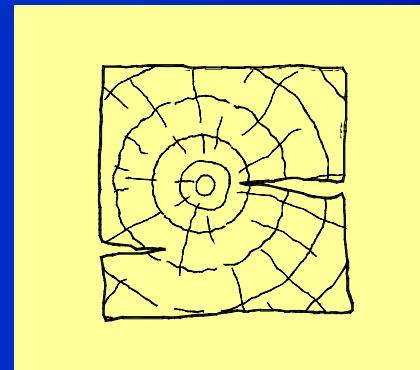


Relazione legno - acqua

Relazione legno - acqua



**Variazioni volumetriche
in funzione della umidità**

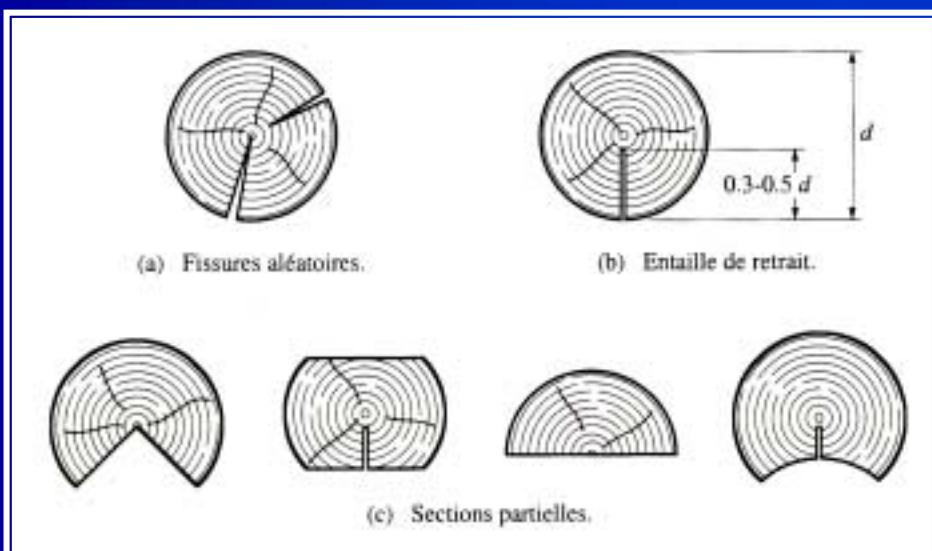
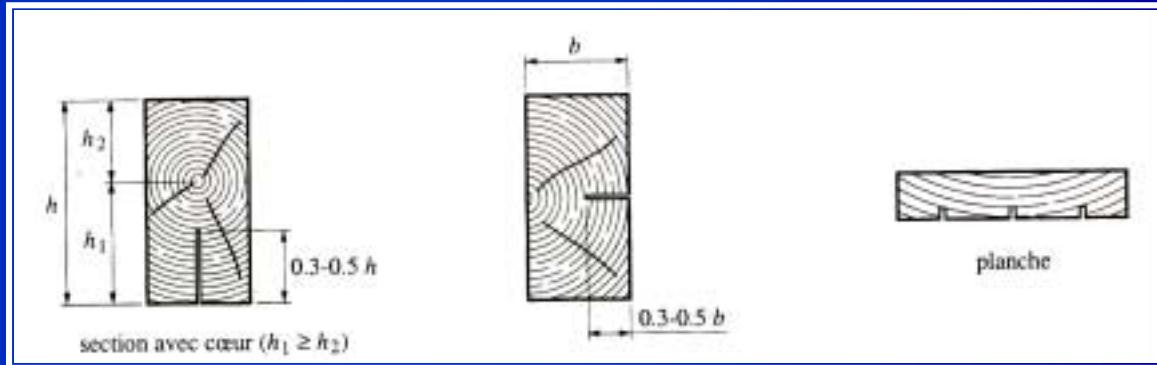


UNIVERSITÀ DEGLI STUDI DI TRENTO
Dipartimento di Ingegneria Meccanica e Strutturale

prof. ing. Maurizio Piazza

Pre-posizionamento dei cretti

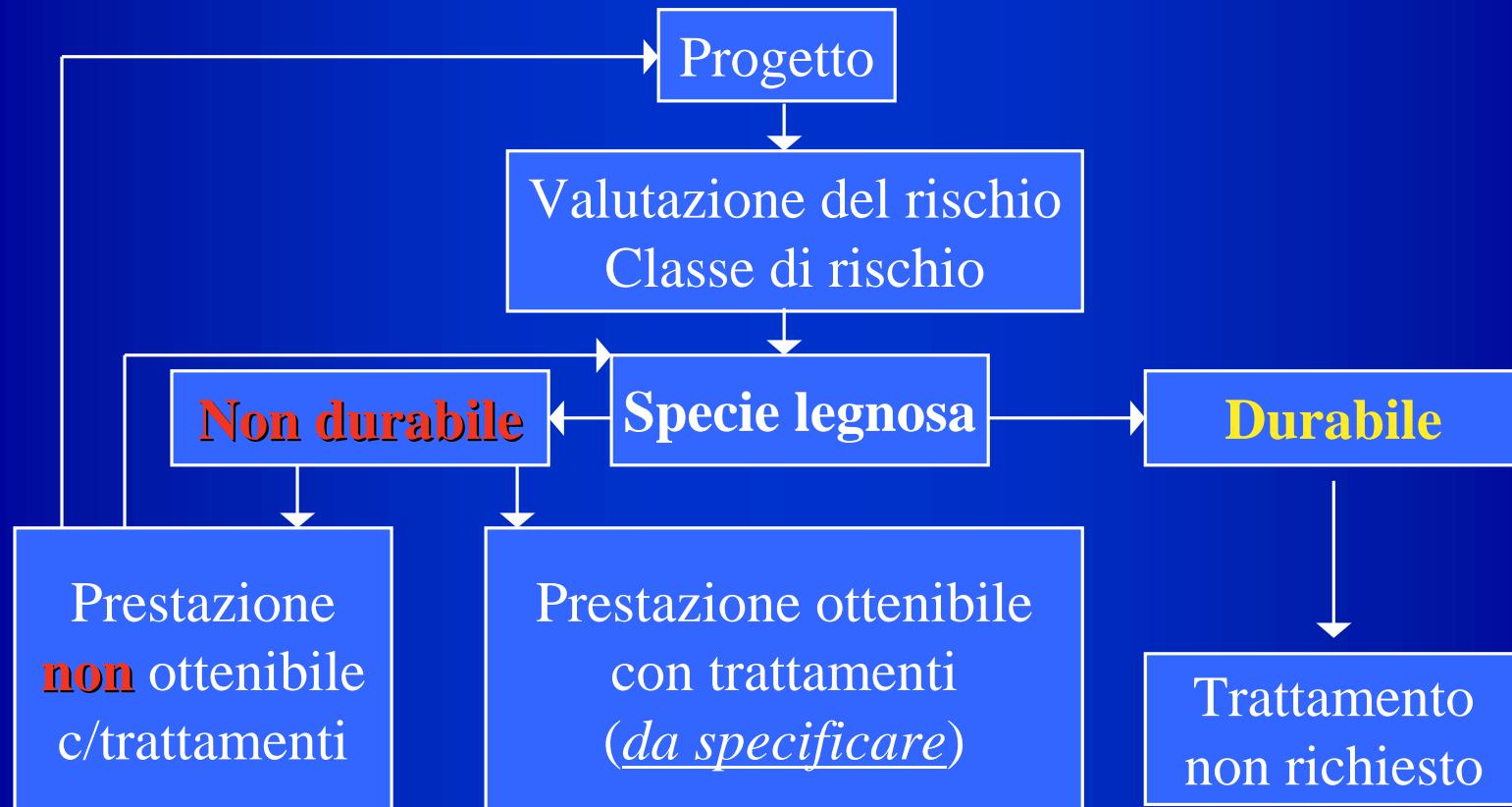
La posizione
sarà scelta in
funzione di:



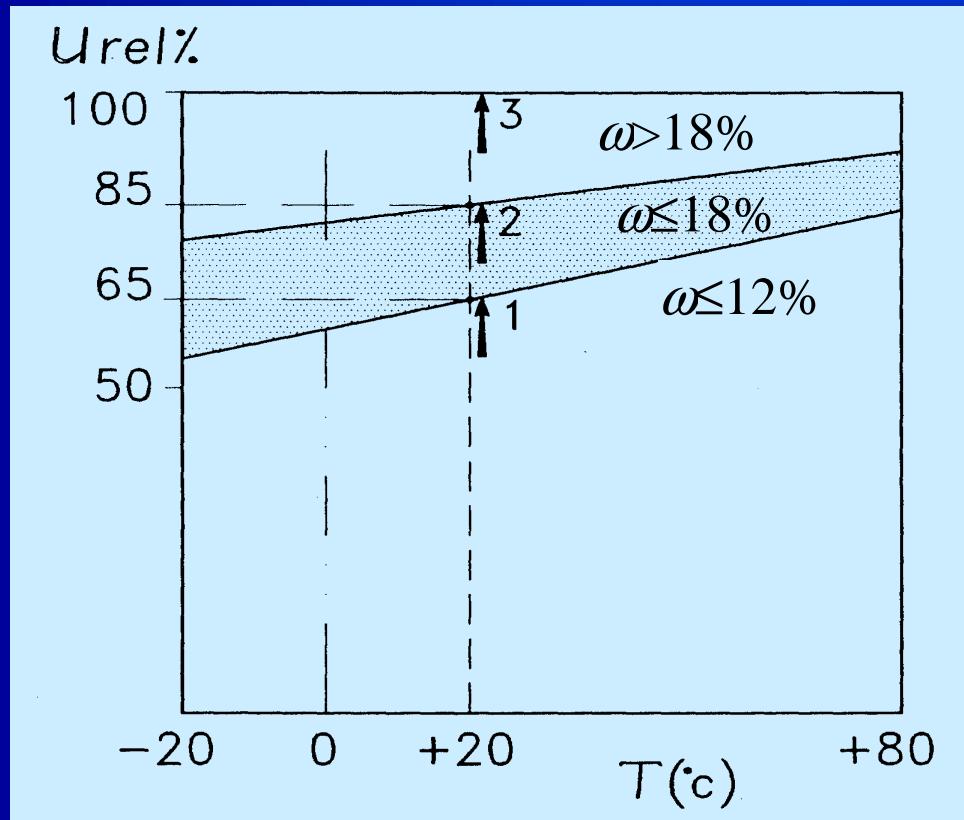
- **impegno statico**
- **esposizione**
- **estetica**



Scelta di specie/trattamenti adatti alla classe di rischio in opera (EN 335-2)



Legno / umidità: classi di servizio



- 1 $T = (20 \pm 2) {}^{\circ}\text{C}$; $U_{\text{rel}} > 65\%$ per poche settimane all'anno ($\omega \approx 12\%$);
- 2 $T = (20 \pm 2) {}^{\circ}\text{C}$; $U_{\text{rel}} > 80\%$ per poche settimane all'anno ($\omega \approx 18\%$);
- 3 condizioni con valori di umidità più elevati;



Influenza dell'umidità sulle prestazioni

Resistenza k_{mod}

$$X_d = \frac{k_{\text{mod}} \cdot X_k}{\gamma_M}$$

Deformabilità k_{def}

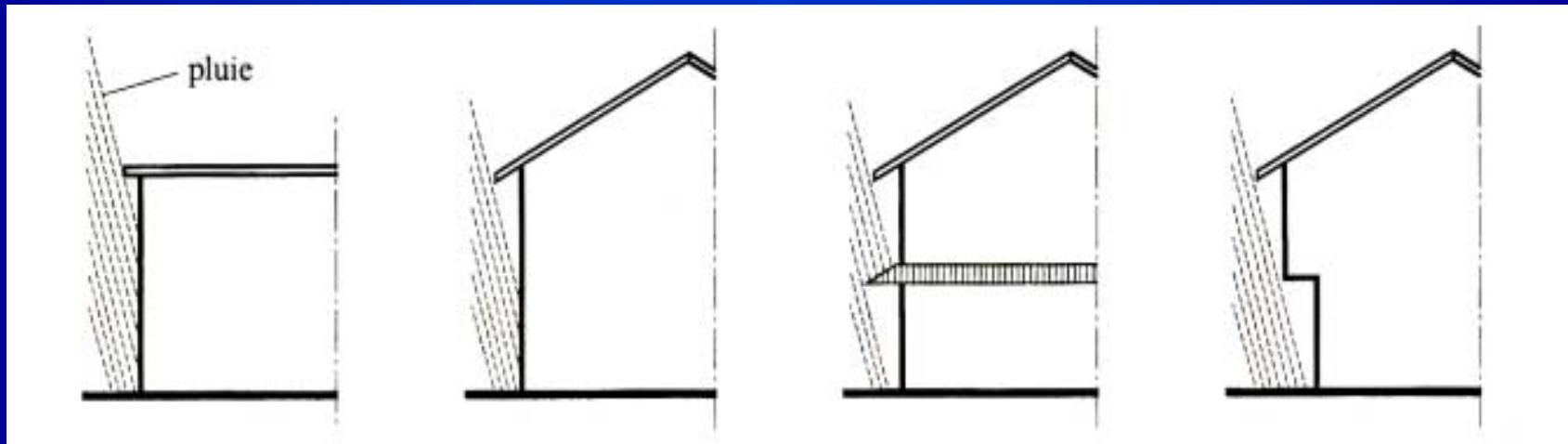
$$U_{\text{fin}} = U_{\text{inst}} \cdot (1 + k_{\text{def}})$$

Classe di durata dell'azione	Classe di servizio	
	1+2	3
Permanente	0.60	0.50
Lunga	0.70	0.55
Media	0.80	0.65
Breve	0.90	0.70
Istantanea	1.10	0.90

Classe di durata dell'azione	Carichi permanenti		
	1	2	3
Massiccio, GL, LVL	0.60	0.80	2.00
Plywood	0.50	0.50	1.50
+1.0 se montato \geq saturo			



Progetto: concezione generale



**Scelte di progetto
(protezione naturale)**



UNIVERSITÀ DEGLI STUDI DI TRENTO
Dipartimento di Ingegneria Meccanica e Strutturale

prof. ing. Maurizio Piazza

Progettare la durabilità

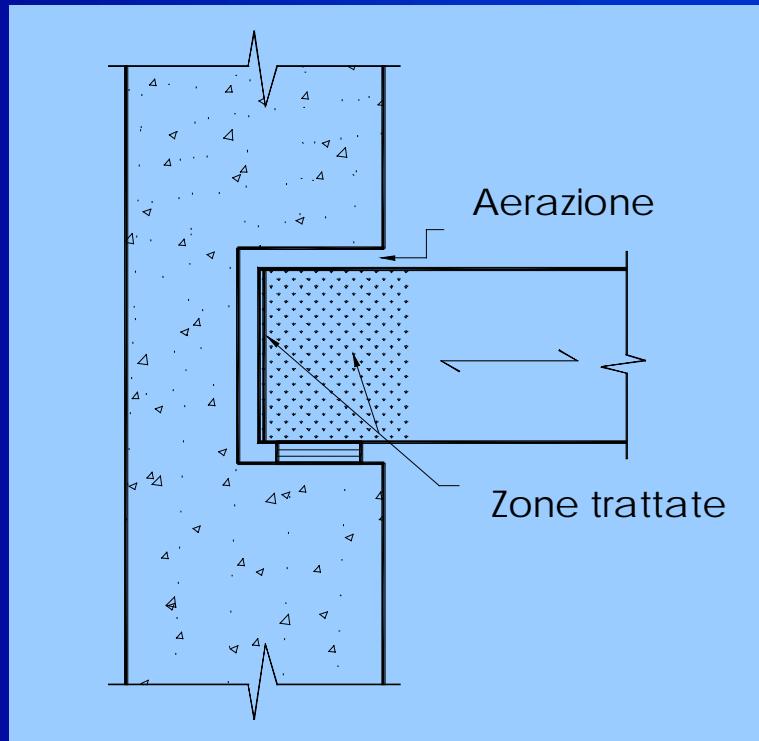
La regola delle 4 D's



- 1) Protezione dall'acqua
- 2) Rapido allontanamento dell'acqua
- 3) Ventilazione adeguata
- 4) Scelta della specie e dei trattamenti



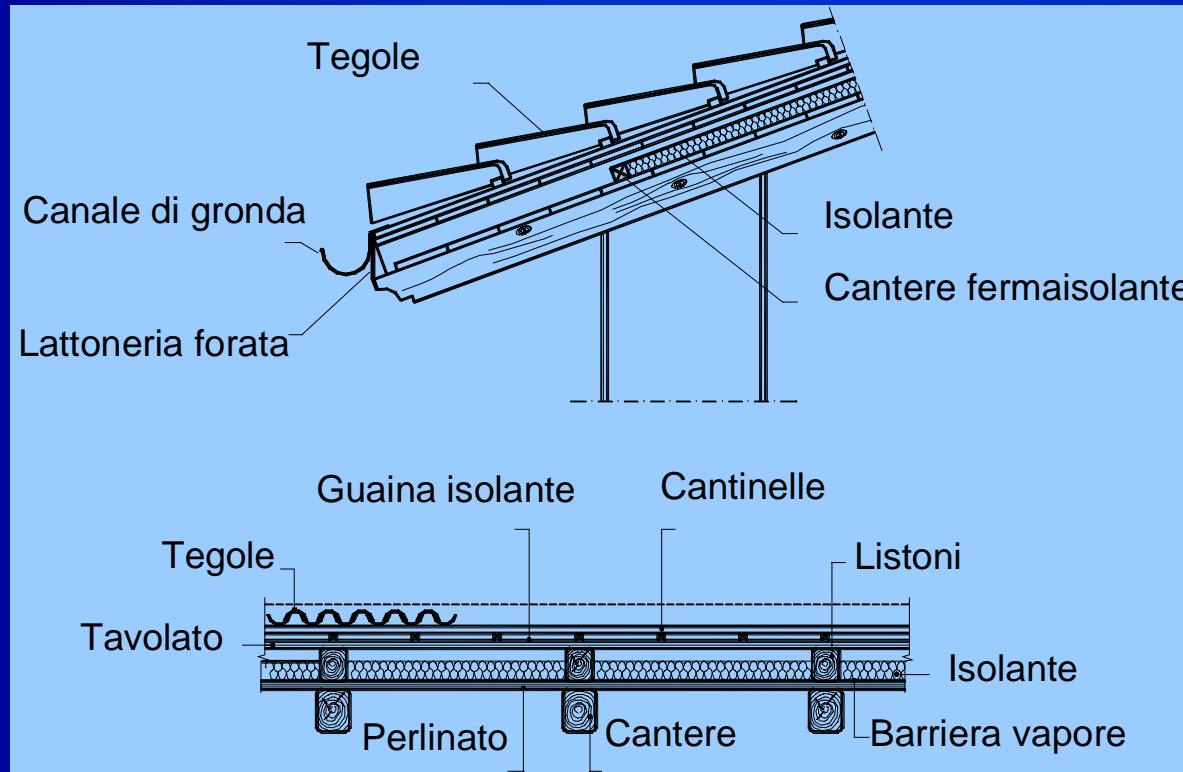
Particolari costruttivi



**Sistema di ventilazione di estremità di trave lignea:
particolare di appoggio della trave su muratura**



Particolari costruttivi



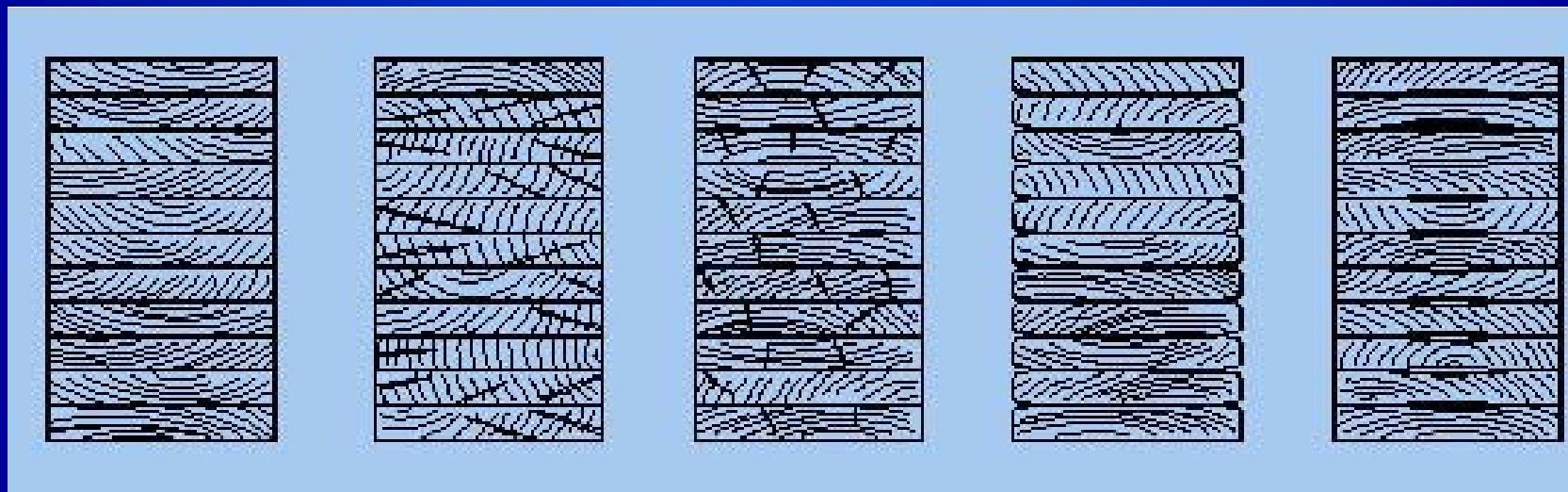
**Sezione tipo
tetto ventilato**



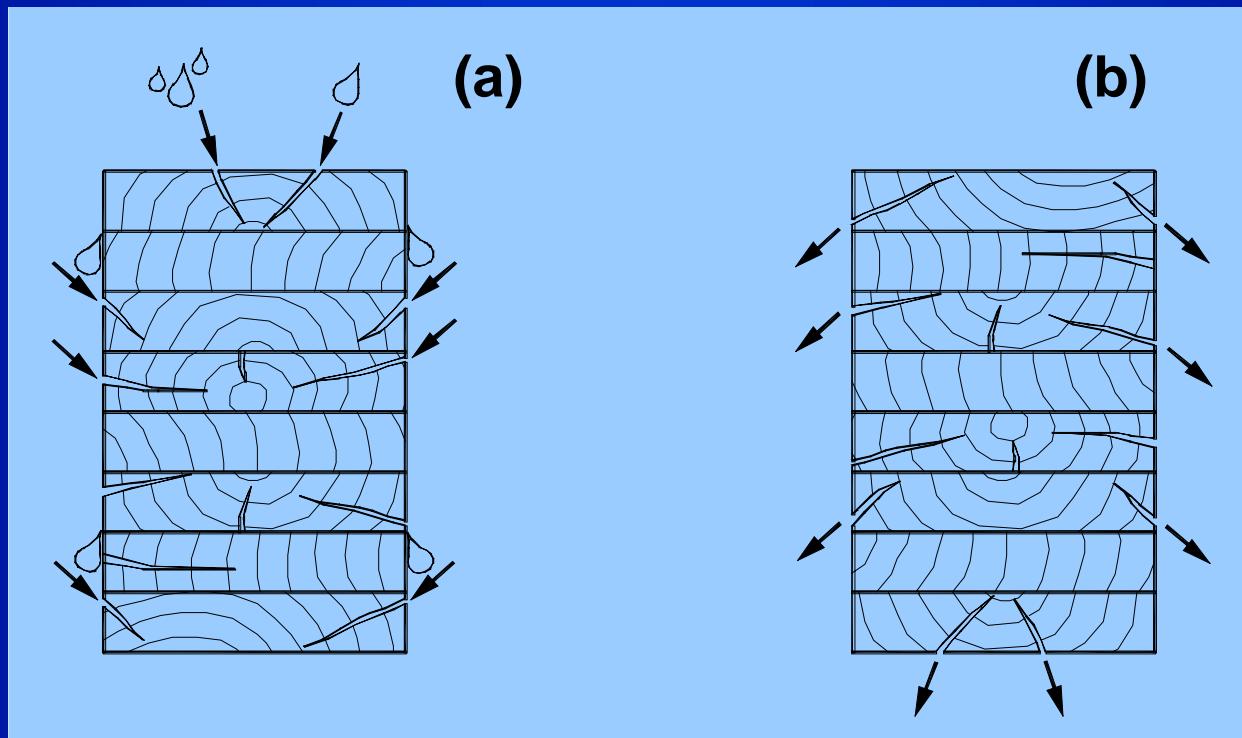
UNIVERSITÀ DEGLI STUDI DI TRENTO
Dipartimento di Ingegneria Meccanica e Strutturale

prof. ing. Maurizio Piazza

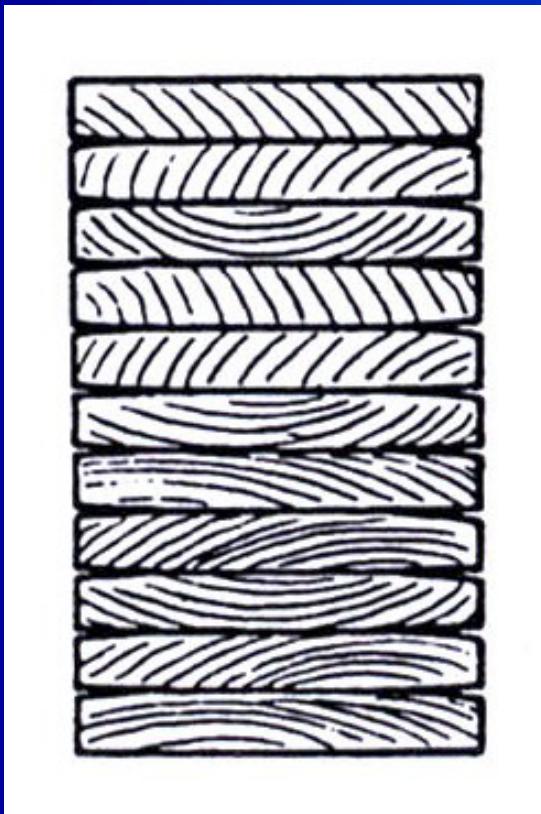
Formazione del L.L. incollato



Formazione del L.L. incollato



L.L. incollato - Delaminazione



Cause e fattori favorevoli alla formazione

- *Procedure e tecnologie produttive non corrette*
- *Scelta delle tavole*
- *Modalità di formazione del pacco*
- *Problemi legati all'incollaggio*

Cause e fattori favorevoli allo sviluppo

- *Condizioni ambientali e statiche di esercizio*
- *Condizioni igrometriche*
- *Esposizione della struttura*
- *Tipo, entità, durata delle azioni sollecitanti*



L.L. incollato - Delaminazione



MODELLO 1



MODELLO 2



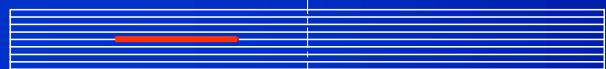
MODELLO 3



MODELLO 4



MODELLO 5



MODELLO 6



MODELLO 7

Posizione del difetto

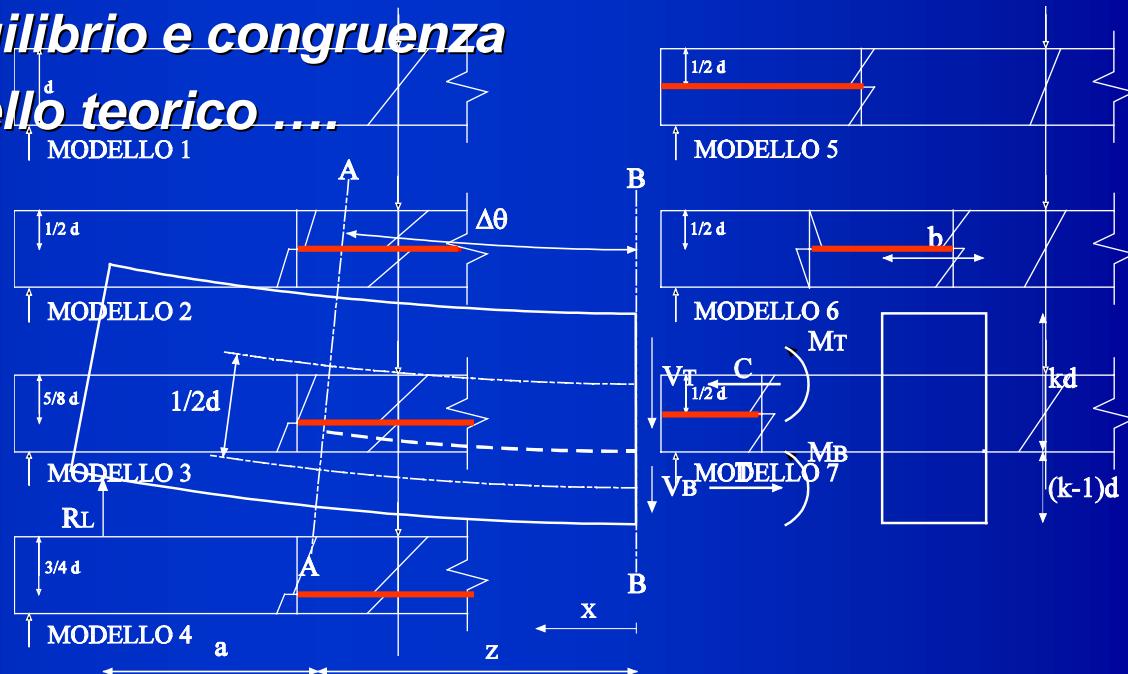
Tipo, entità, durata delle sollecitazioni

Sollecitazioni cicliche o dinamiche



L.L. incollato - Delaminazione

*Posto in riferimento alle soluzioni teoriche ai casi indicati
le relazioni di equilibrio e congruenza
applicate al modello teorico*



L.L. incollato - Delaminazione

- *Delaminazioni in zone centrali di trave influenzano poco la rigidezza flessionale della trave*
- *Delaminazioni in prossimità di testate comportano perdite prestazionali maggiori*
- *Le travi soggette a delaminazione sono particolarmente vulnerabili al collasso per taglio*



Protezione degli elementi lignei dalle azioni meteoriche



- Pannelli



Protezione degli elementi lignei dalle azioni meteoriche

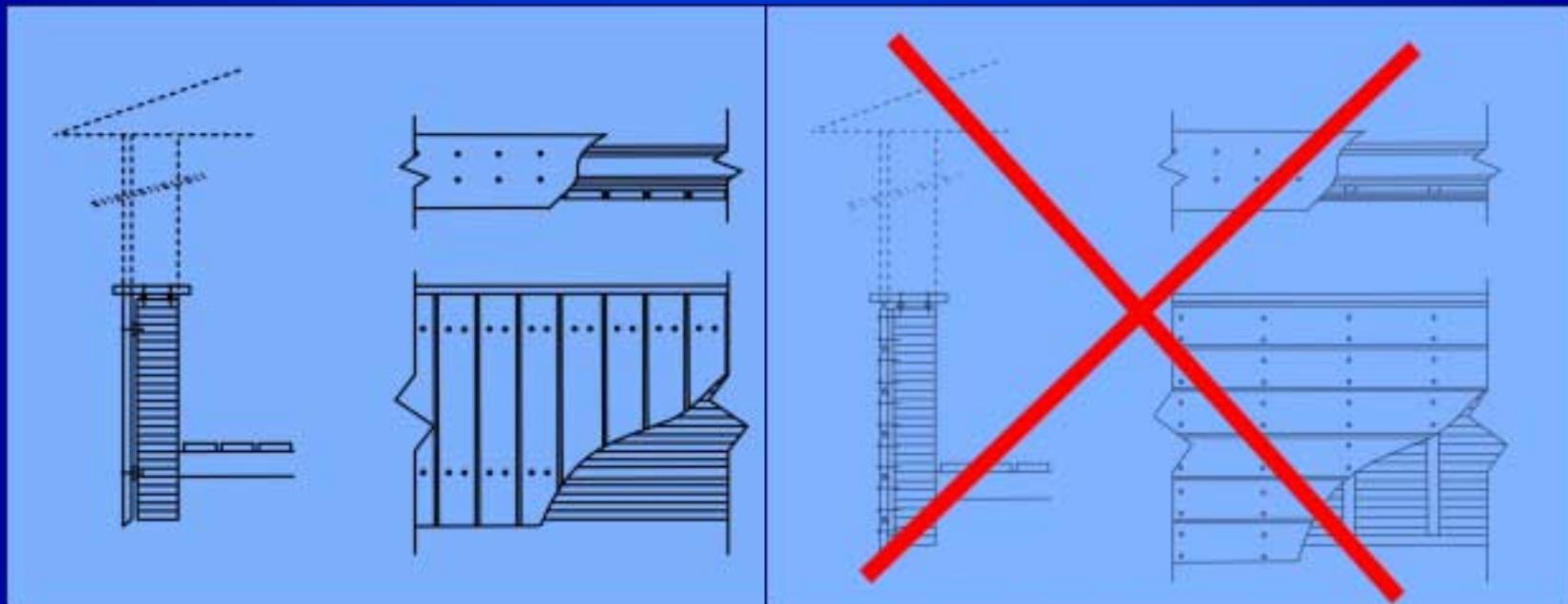


- Scossaline



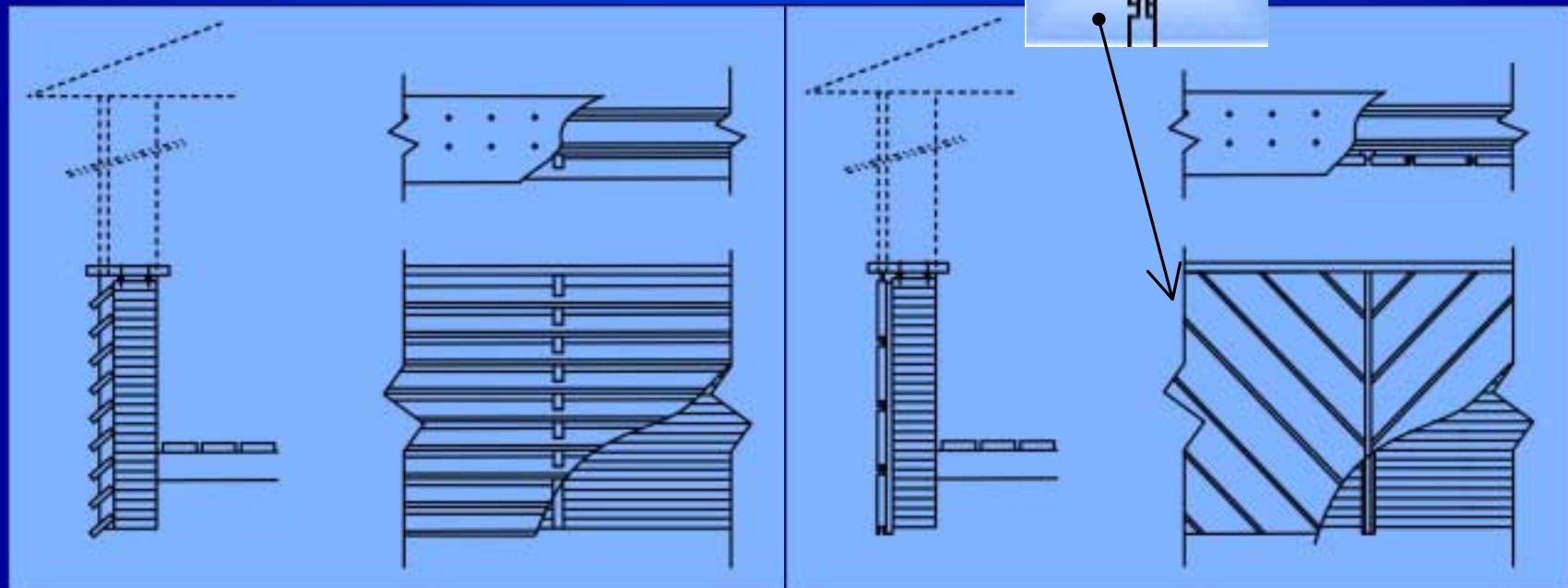
Protezione degli elementi lignei

Pannellature con tavole

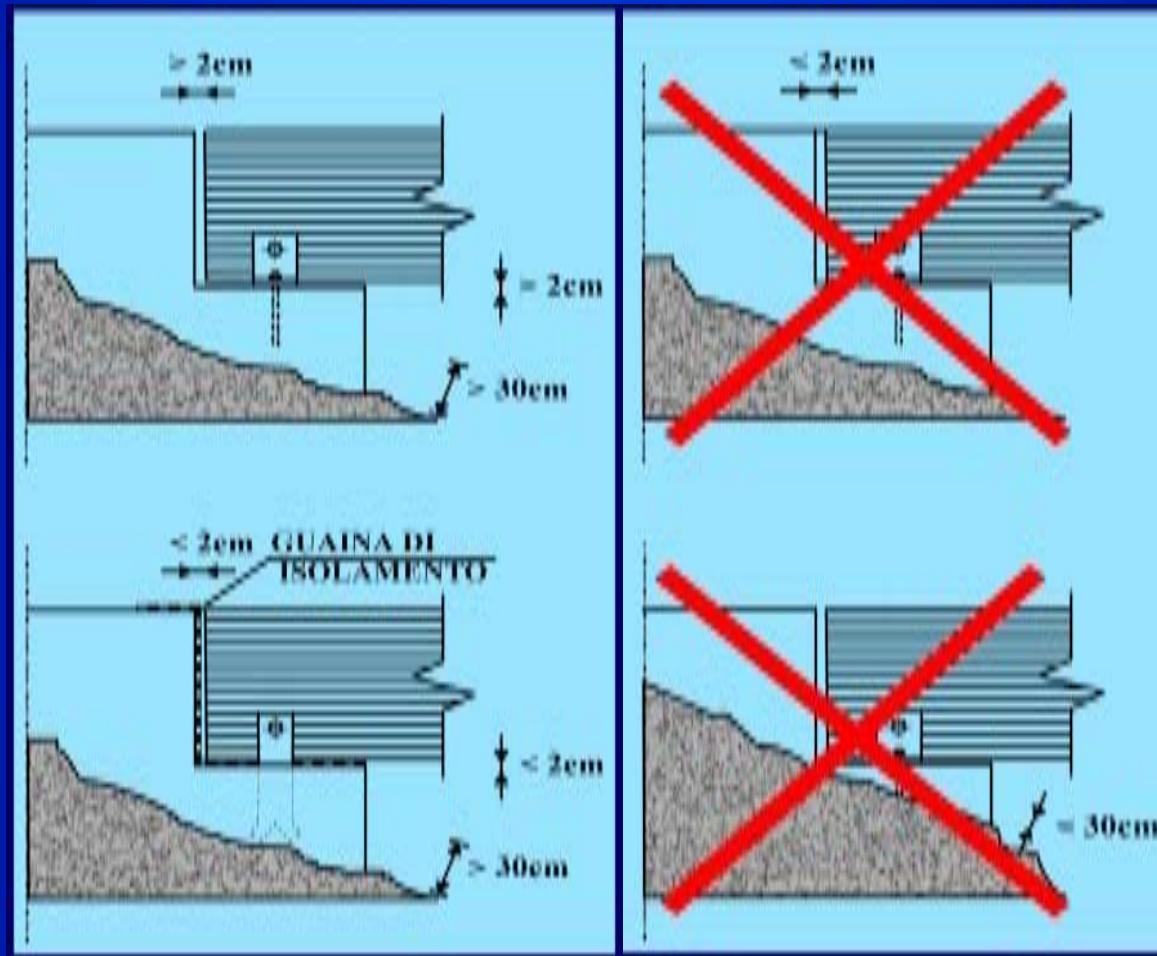


Protezione degli elementi lignei

Pannellature con tavole

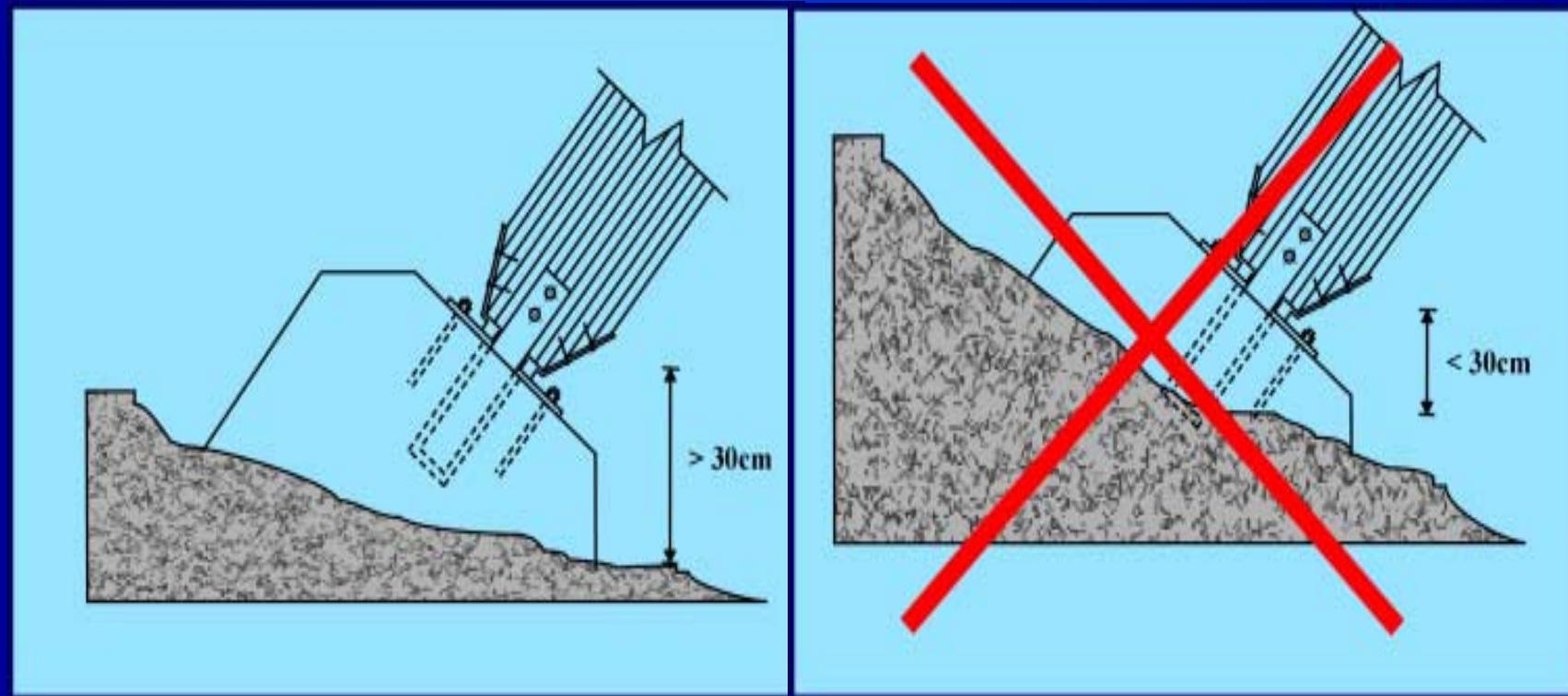


Protezione delle zone di appoggio



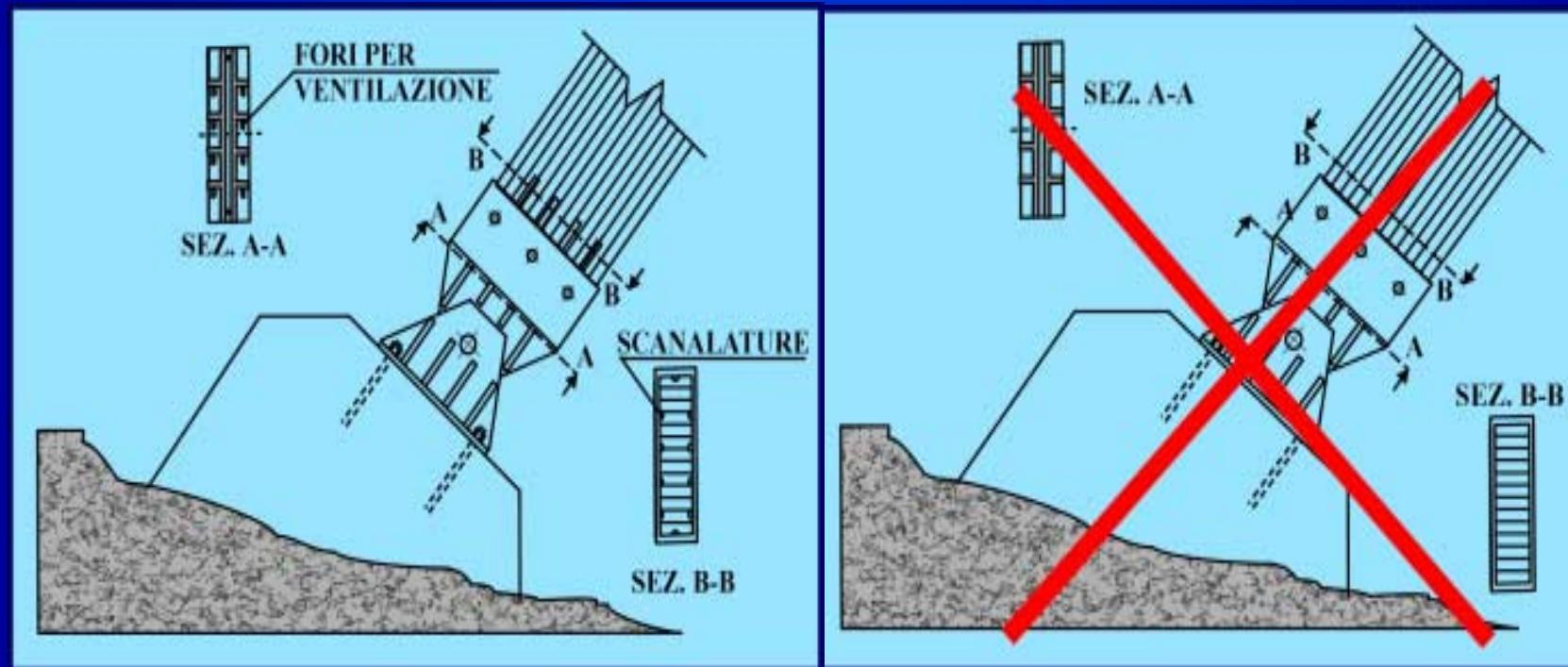
Protezione delle zone di appoggio

Posizione rispetto al terreno

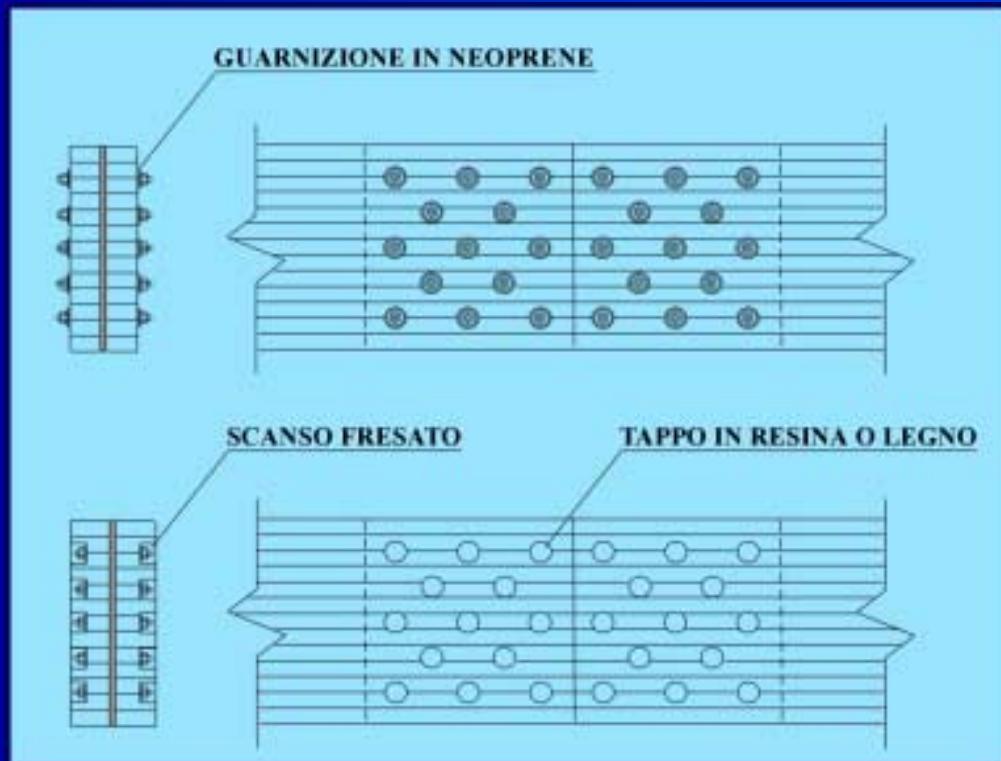


Protezione delle zone di appoggio

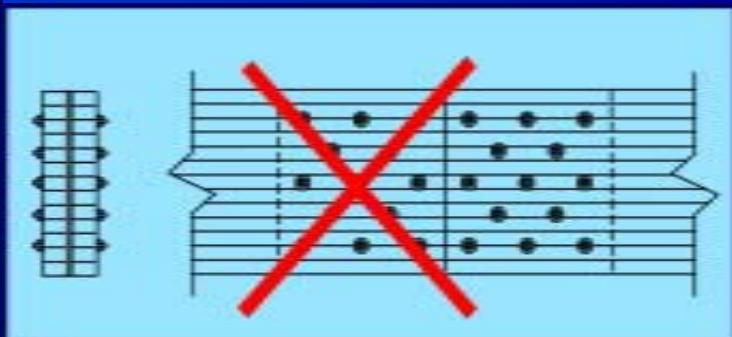
Teste di trave in scarpe metalliche



Collegamenti mediante elementi metallici



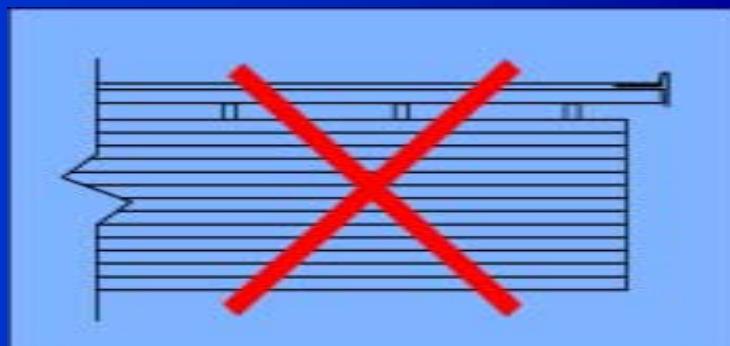
Protezione delle
superfici di contatto
legno - metallo



Protezione testate di travi

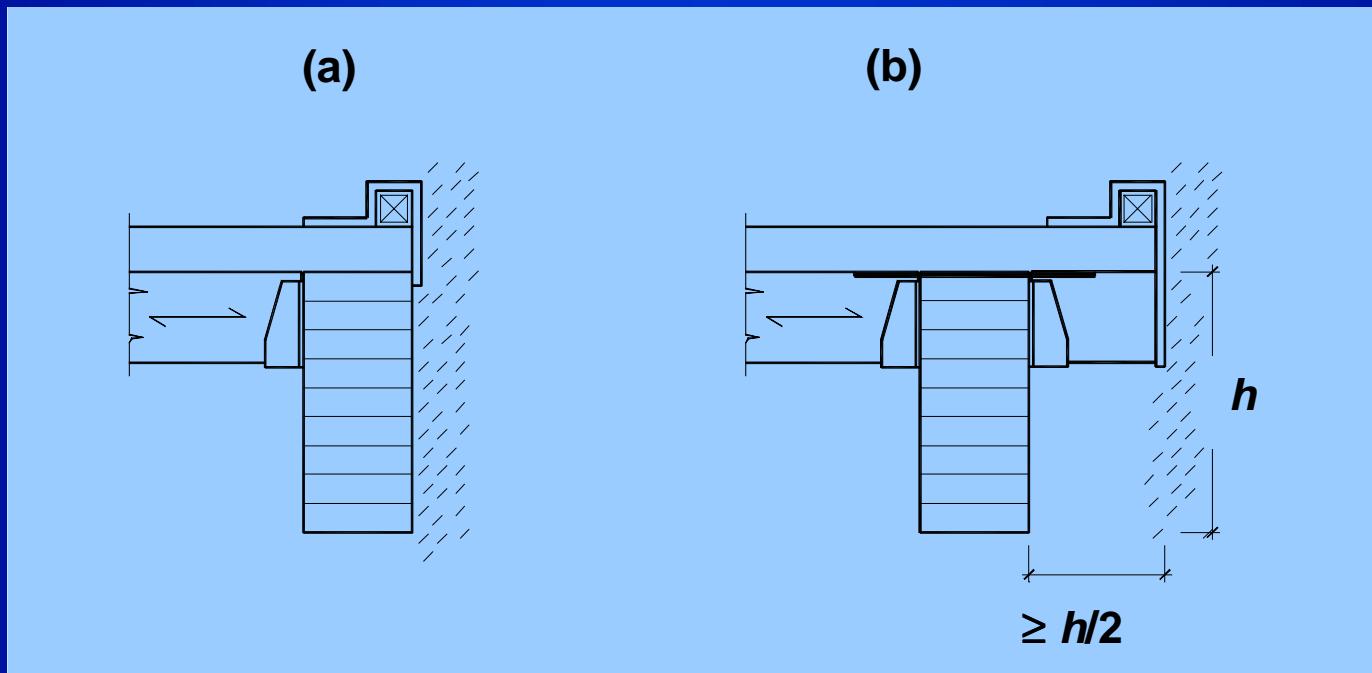


Travi di copertura

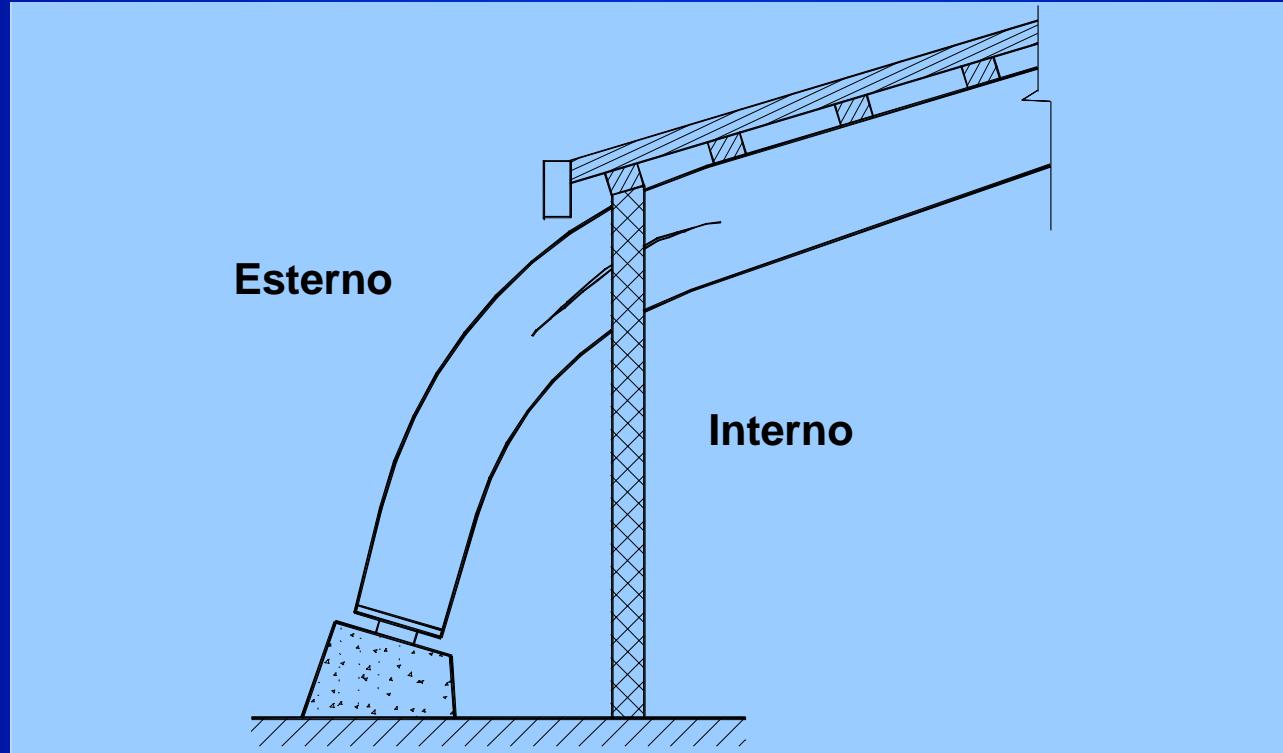


Protezione travi di bordo

- (a) intervallo di manutenzione $\approx 1 \div 2$ anni
- (b) intervallo di manutenzione $\approx 5 \div 10$ anni



Travi parzialmente esposte



Travi completamente esposte



Esempi di realizzazioni

Passerella su Simme (Wimmis, Svizzera)

Realizzazione: **1989**

Progetto: **Natterer, Gärtl**

Luce totale: **108 m**

Larghezza utile: **3.50 m**

Struttura: **2 travi $h=3$ m**
su tre campate

Impalcato: **tavolato di Larice**

Sporto di coperto: **1.5 m**



UNIVERSITÀ DEGLI STUDI DI TRENTO
Dipartimento di Ingegneria Meccanica e Strutturale

prof. ing. Maurizio Piazza

Esempi di realizzazioni

Passerella su Cordevole (Val Imperina, Agordo)

Realizzazione: **1999**

Progetto: ***Genio Civile Belluno,
ufficio tecnico Holzbau***

Luce totale: **75.5 m**

Larghezza utile: **2.32 m**

Struttura: **2 travi h=3.30 m
su tre campate**

Pile: **struttura L.L. a V, h=5.20 m**

Coperto: **L.L. a volta, manto di rame**

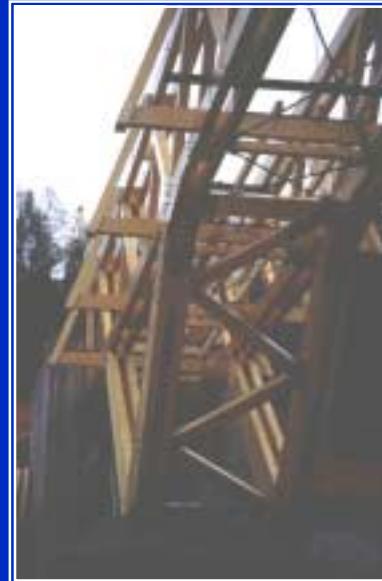
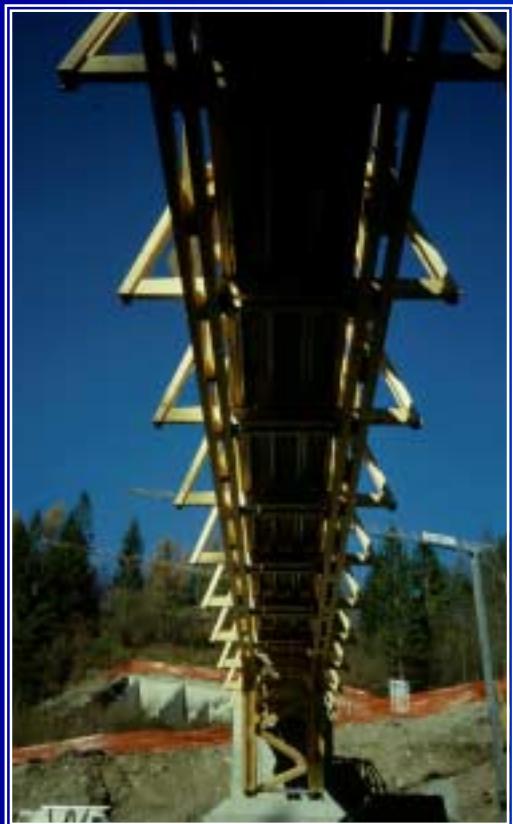


UNIVERSITÀ DEGLI STUDI DI TRENTO
Dipartimento di Ingegneria Meccanica e Strutturale

prof. ing. Maurizio Piazza

Esempi di realizzazioni

Montaggio



Passerella sul Cordevole



UNIVERSITÀ DEGLI STUDI DI TRENTO
Dipartimento di Ingegneria Meccanica e Strutturale

prof. ing. Maurizio Piazza

Esempi di realizzazioni

**Passerella sul
Cordevole
(Val Imperina,
Agordo)**

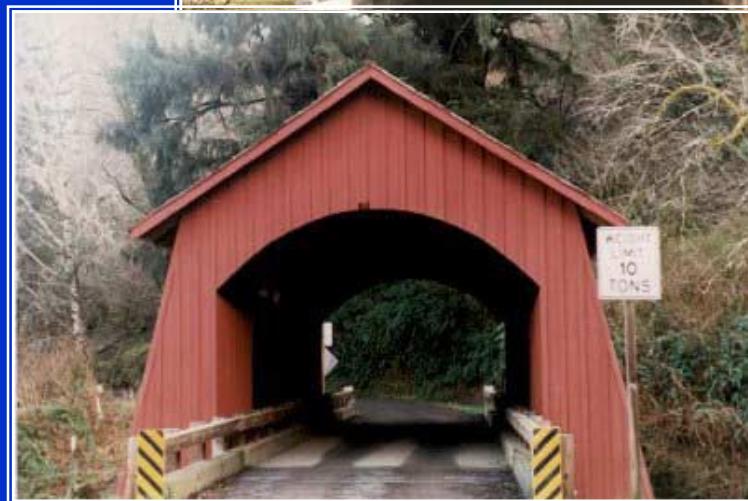
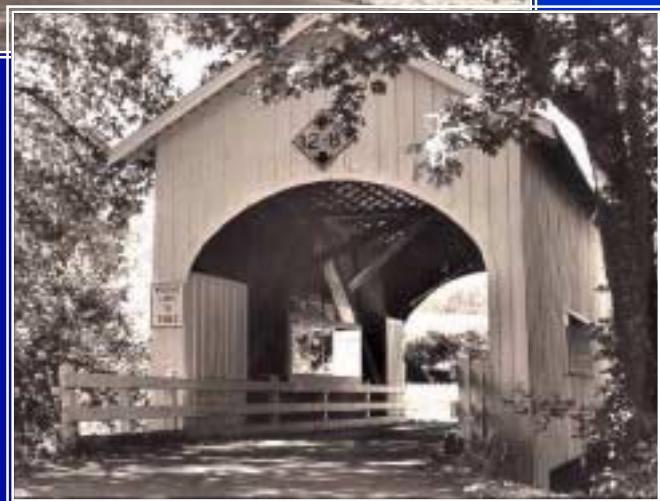
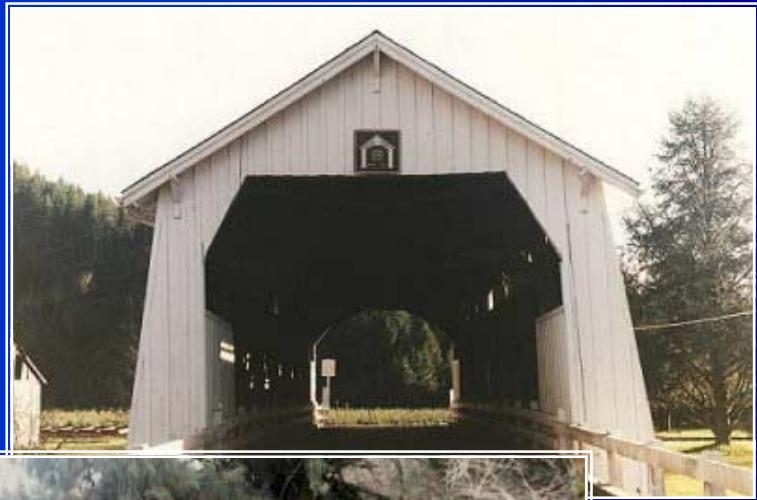


UNIVERSITÀ DEGLI STUDI DI TRENTO
Dipartimento di Ingegneria Meccanica e Strutturale

prof. ing. Maurizio Piazza

Esempi di realizzazioni

Ponti in legno coperti (Oregon, U.S.A.)

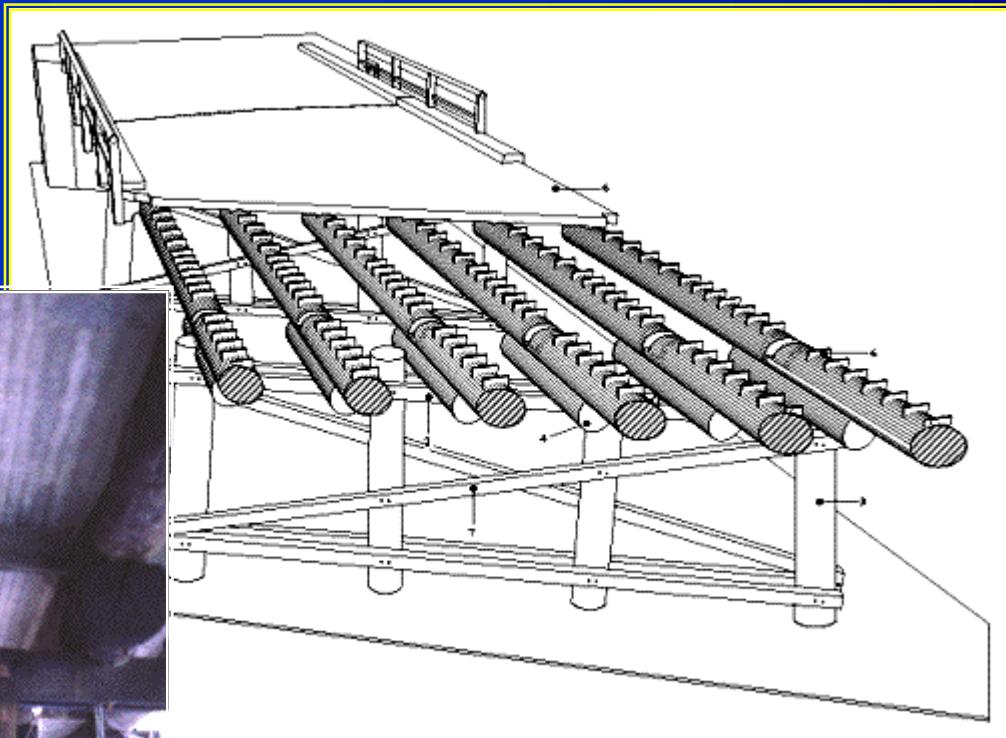
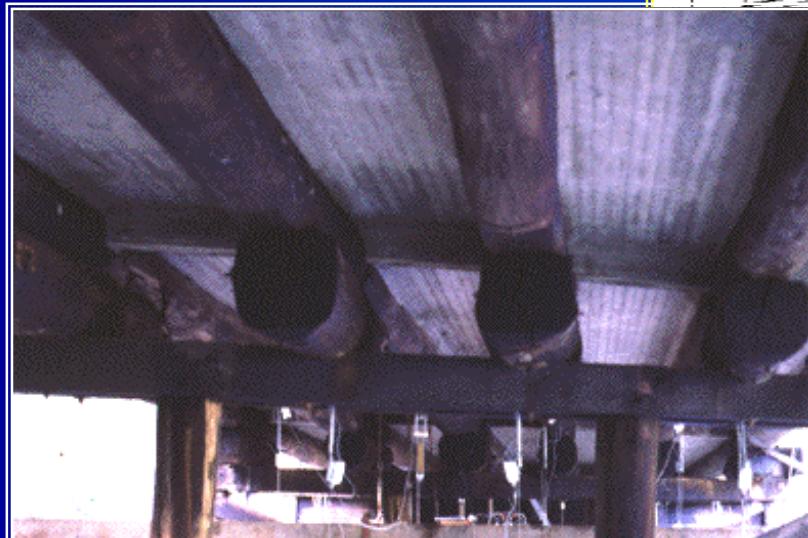


UNIVERSITÀ DEGLI STUDI DI TRENTO
Dipartimento di Ingegneria Meccanica e Strutturale

prof. ing. Maurizio Piazza

Esempi di realizzazioni

Ponti legno-calcestruzzo (NSW, Australia)

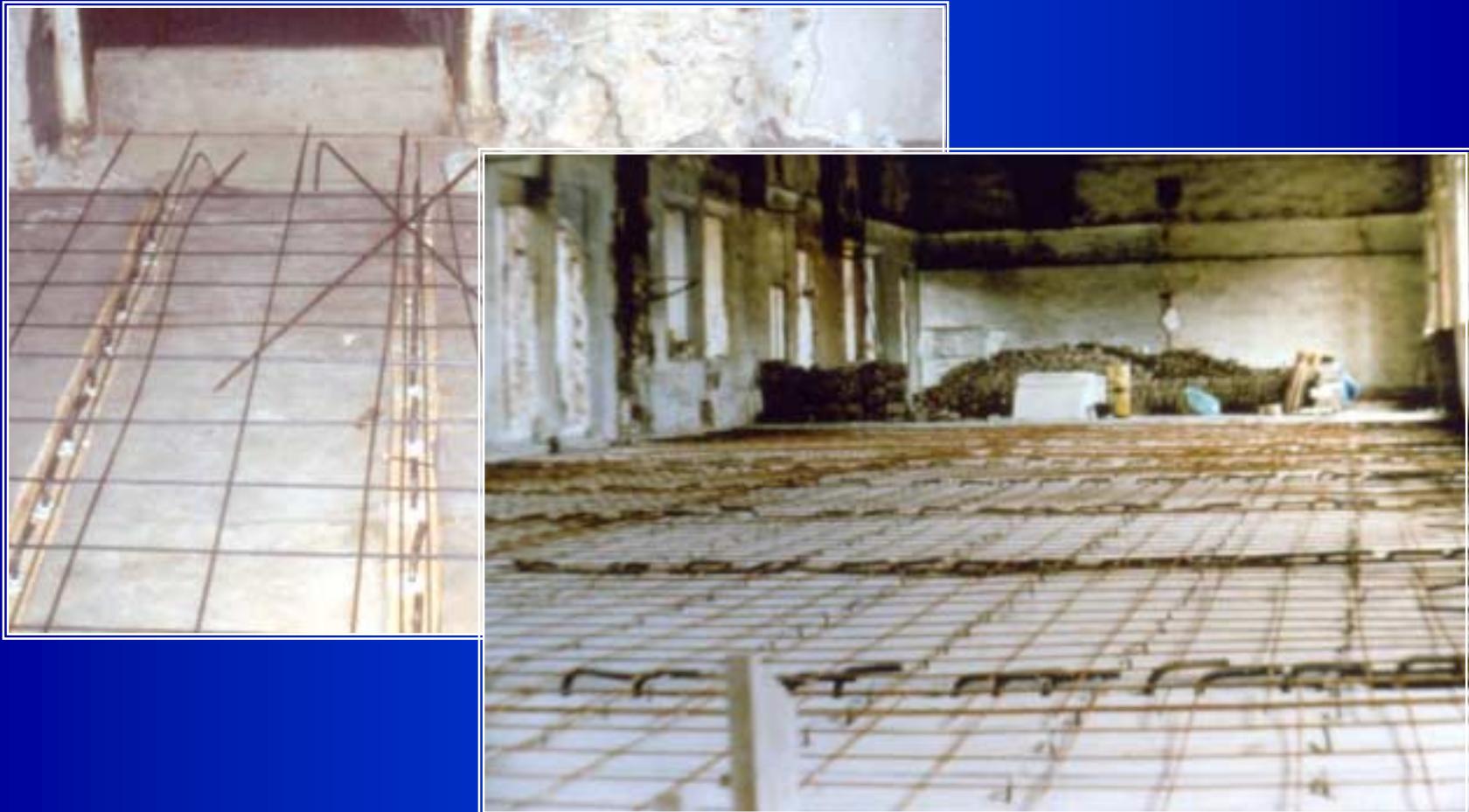


UNIVERSITÀ DEGLI STUDI DI TRENTO
Dipartimento di Ingegneria Meccanica e Strutturale

prof. ing. Maurizio Piazza

Esempi di realizzazioni

Impalcati composti legno-calcestruzzo



UNIVERSITÀ DEGLI STUDI DI TRENTO
Dipartimento di Ingegneria Meccanica e Strutturale

prof. ing. Maurizio Piazza

Esempi di realizzazioni

Passerella a Böblingen (Stoccarda, Germania)

Realizzazione: **1995**

Progetto:

Janson e Wolfrum (arch.)

Stainer, Juncker,

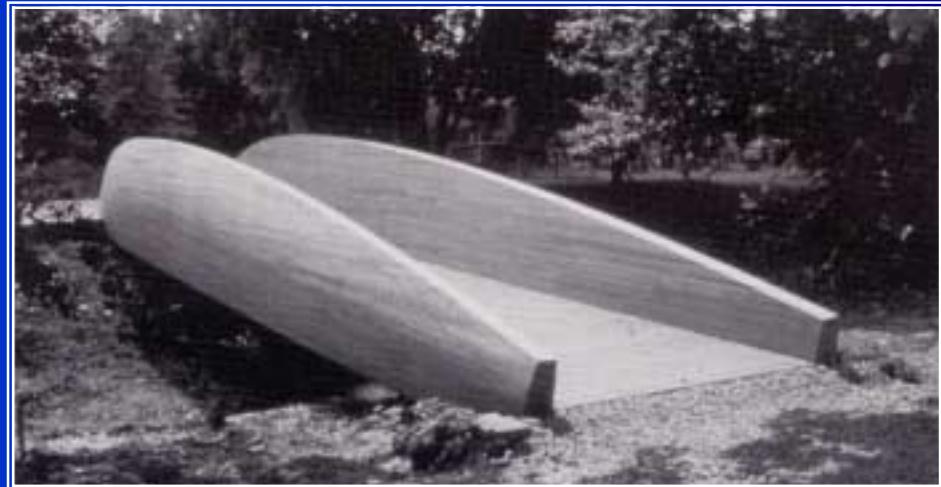
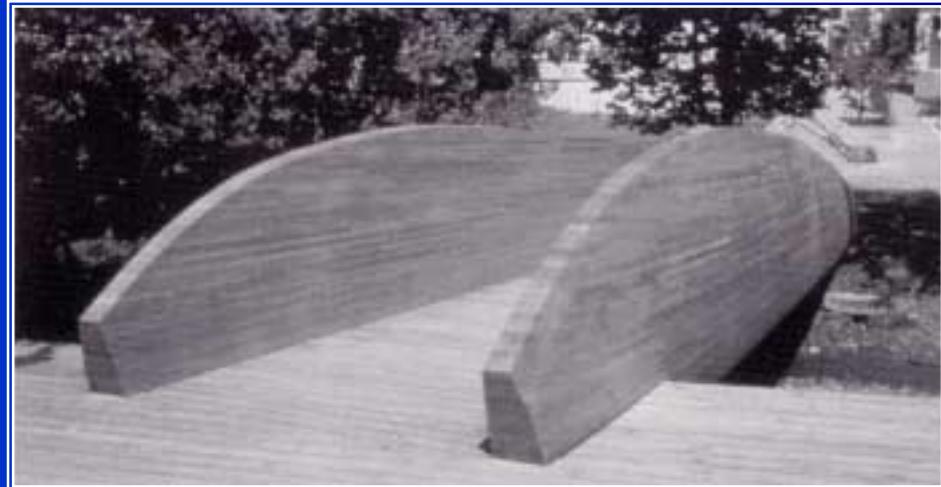
Blumer, Herisau (ing.)

Luce totale: **13.5 m**

Larghezza utile: **2.0 m**

Struttura: 2 *travi* $h_{\text{var}} = 0.55 \div 1.65 \text{ m}$

Specie legnosa: *Larice*

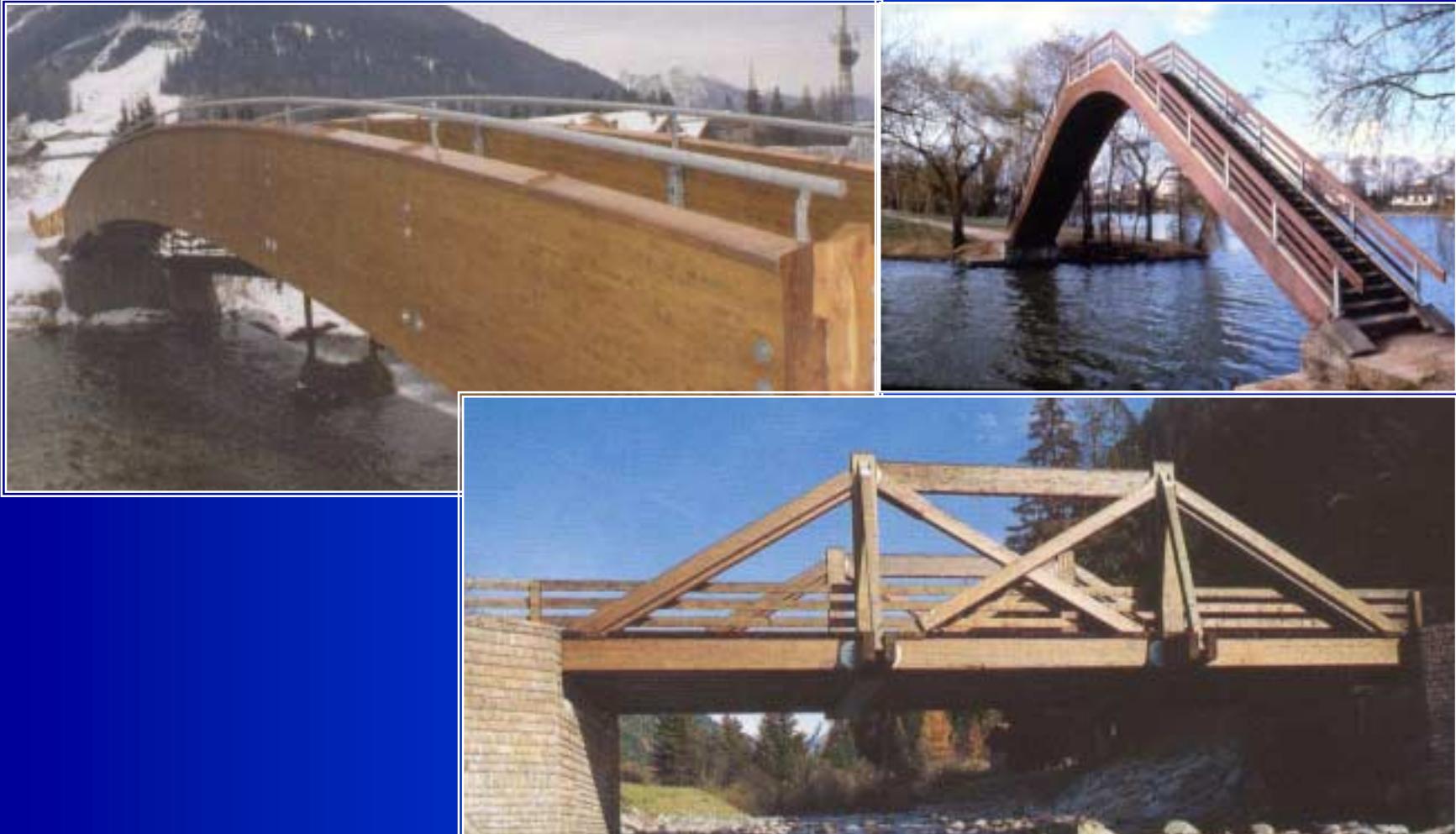


UNIVERSITÀ DEGLI STUDI DI TRENTO
Dipartimento di Ingegneria Meccanica e Strutturale

prof. ing. Maurizio Piazza

Esempi di realizzazioni

Strutture esposte



UNIVERSITÀ DEGLI STUDI DI TRENTO
Dipartimento di Ingegneria Meccanica e Strutturale

prof. ing. Maurizio Piazza

Esempi di realizzazioni

Durabilità – Resistenza al fuoco



UNIVERSITÀ DEGLI STUDI DI TRENTO
Dipartimento di Ingegneria Meccanica e Strutturale

prof. ing. Maurizio Piazza



**SICUREZZA E COMFORT NELLE ABITAZIONI
CON STRUTTURE DI LEGNO** – Verona, 16 Giugno 2001

Progettare la durabilità

Conclusioni

- **Qualità del materiale** 
- **Scelta della specie legnosa e dei trattamenti**
- **Utilizzazione corretta del legname**
Produzione controllata del legno lamellare
- **Concezione progettuale generale dell'opera**
⇒ **ideazione, progetto, calcolazione**
- **I dettagli costruttivi del progetto**
Scelta del rivestimento protettivo

Qualità

Taglio/prime lavorazioni

- periodo di abbattimento
- prime lavorazioni
- stoccaggio/magazzino



UNIVERSITÀ DEGLI STUDI DI TRENTO
Dipartimento di Ingegneria Meccanica e Strutturale

prof. ing. Maurizio Piazza