

promo_legno

Protezione del legno

Andrea Bernasconi



Durabilità delle costruzioni di legno



Constatazione

- I ponti stradali ...
 - molto esposti
 - molto sensibili al degrado
 - durabilità discutibile
- Alcuni ponti stradali di legno
 - da 5 secoli al loro posto
 - oggi ancora in servizio
 - struttura portante originale

Durabilità delle costruzioni di legno



Constatazione

- Gli edifici di legno
 - possono durare più secoli
 - sono ancora in buono stato
 - sono ancora abitati
 - la struttura di legno è originale

Durabilità del materiale legno

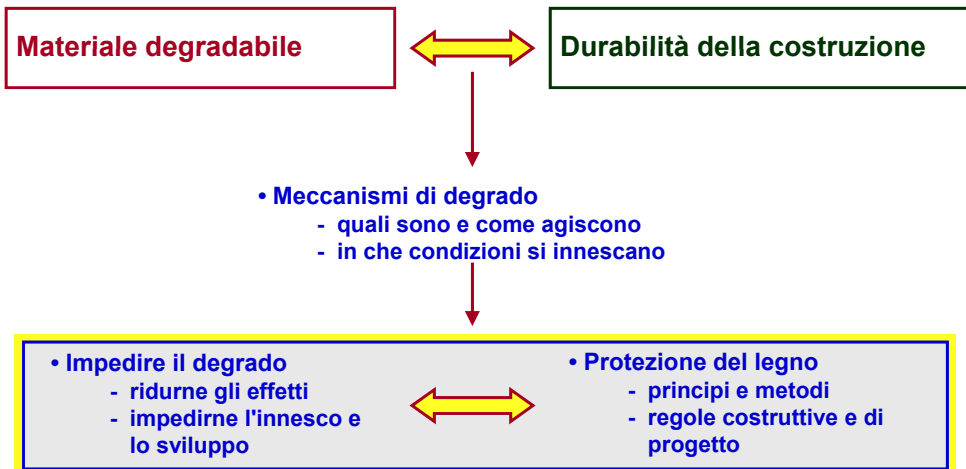


Constatazione

- Il legno è per natura soggetto a
 - degrado biologico
 - marciume e simili
 - distruzione della struttura

- Il fenomeno è noto a tutti
 - è possibile gestirlo

Durabilità del materiale legno



Le cause e i meccanismi del degrado

• "Gli insetti"

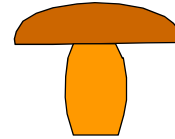


- Principio
 - non si nutrono di legno
 - uova deposte nel legno
 - la larva "scava" nel legno
 - l'adulto lascia il legno
- Risultato
 - restano i fori ...



Andrea Bernasconi – Politecnico di Graz

• "I funghi"
(i micro-organismi)



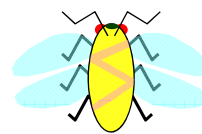
- Principio
 - spore ovunque
 - condizioni favorevoli
 - sviluppo del fungo
 - distruzione del legno
- Risultato
 - "marciume" del legno



Corso base promo_legno

Gli insetti

- Condizioni necessarie
 - presenza: sempre possibile
 - temperatura
 - temp. ambiente sufficiente
 - meglio se caldo
 - umidità
 - meglio se secco
- Preferiscono ...
 - il clima molto secco
 - la non presenza dell'uomo
 - il legno dell'alburno
- Non apprezzano ...
 - la presenza umana (lavorazione)
 - le colle usate in produzione
 - le vernici e simili



- Per esempio
 - solai non accessibili all'uomo
 - accesso dall'esterno
- Per esempio
 - carpenteria classica (massiccio)
 - materiale non lavorato e non incollato



- Non sono di regola un problema in caso di
 - costruzioni nuove
 - materiali moderni

Andrea Bernasconi – Politecnico di Graz

Corso base promo_legno

Due casi speciali ...

• Le termiti

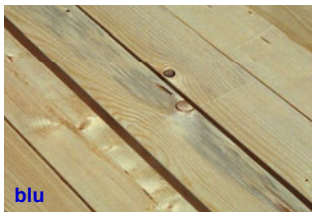
- **Principio**
 - in alcuni casi molto aggressive
 - in altri casi meno problematiche
 - presenza legata alla zona geografica
- **Misure di prevenzione**
 - applicazione rigorosa della protezione costruttiva
 - sorveglianza
 - disinfezione dove necessario

• I molluschi marini

- **Principio**
 - in alcuni casi molto aggressivi
 - meccanismi poco conosciuti
 - in acqua marina
- **Misure di prevenzione**
 - di regola protezione chimica
 - campo molto specifico

... molto importanti , ma non legati alla costruzione di legno
- non trattati in questo contesto

I funghi



- **Condizioni necessarie**
 - presenza di spore: sempre
 - temperatura
 - > 5°; meglio se > 18°
 - umidità
 - u > ~20 %
 - nessun pericolo per u < ~20%
- **Da sapere**
 - u > 20%: ciclo vitale inizia
 - in caso di presenza di acqua: degrado
 - contatto con l'acqua necessario !!!!
 - u < 20%: ciclo vitale si arresta
 - in caso di essiccazione: degrado arrestato
 - inizio del degrado non sempre riconoscibile
 - quando visibile: danno importante
 - degrado da funghi: colorazione +/- visibile
 - blu: innocuo per la funzione strutturale
 - rosso/bianco/marrone: struttura degradata
- **Degrado non possibile:**
 - legno immerso nell'acqua dolce

Il rischio di degrado del legno

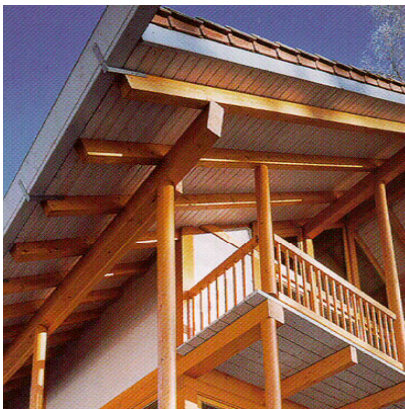
- Effetto dell'umidità del legno - attacco da funghi
definizione di classi di rischio



- **Classe di rischio 1:**
 - clima 20° / 65%
 - $u_{gl} = \sim 12\%$
 - tutti gli interni di abitazione
- **Rischio non presente:**
 - nessuno sviluppo di funghi
 - legno "secco"

Il rischio di degrado del legno

- Effetto dell'umidità del legno - attacco da funghi
definizione di classi di rischio



- **Classe di rischio 2:**
 - clima 20° / 85%
 - $u_{gl} = \sim 20\%$
 - elementi **completamente protetti** dal contatto diretto con l'acqua
 - $u_{gl} > 20\%$ occasionalmente possibile
- **Rischio potenziale possibile:**
 - salvo incidenti, nessun rischio
 - legno ancora sufficientemente "secco"
 - di regola nessuna misura particolare necessaria

Il rischio di degrado del legno

- Effetto dell'umidità del legno - attacco da funghi

definizione di classi di rischio



- **Classe di rischio 3:**

- clima più umido che la classe 2
- $u_{gl} > 20\%$
- elementi a contatto con l'acqua
- degrado biologico "possibile"

- **Rischio esistente e accettato:**

- durata di vita limitata
- misure di protezione necessarie

Il rischio di degrado del legno

- Effetto dell'umidità del legno - attacco da funghi

definizione di classi di rischio



- **Classe di rischio 4:**

- contatto con acqua e terreno
- $u_{gl} > 20\%$
- elementi "bagnati"
- degrado biologico "assicurato"

- **Rischio particolare:**

- durata di vita limitata
- concezione speciale necessaria
- situazione non normale nell'edilizia

Il rischio di degrado del legno

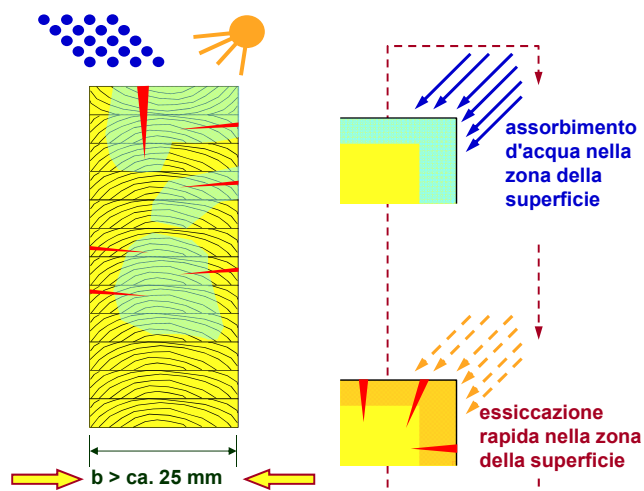
- Effetto dell'umidità del legno - attacco da funghi
definizione di classi di rischio



- Classe di rischio 5:
 - contatto con l'acqua marina
 - $u_{gj} >> 20 \%$
 - elementi "bagnati"
- Rischio particolare:
 - durata di vita limitata
 - concezione speciale necessaria
 - situazione non normale nell'edilizia

Il degrado degli elementi strutturali massicci di legno

- Effetto dell'esposizione diretta alle intemperie



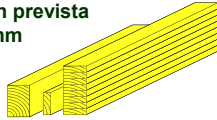
- Risultato: degrado
 - importante
 - non visibile

Il degrado degli elementi della costruzione di legno

- **Effetto dell'esposizione diretta alle intemperie**
- **Effetto dello spessore degli elementi**

• **Elementi strutturali**

- sostituzione non prevista
- spessore > 25 mm



- esposizione diretta pericolosa
- essiccazione "difficile"
- protezione necessaria

• **Elementi costruttivi**

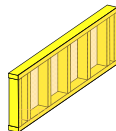
- sostituzione possibile
- spessore < 25 mm
- facciate, rivestimenti, ...



- esposizione diretta possibile
- essiccazione possibile e rapida
- sostituzione possibile

Le azioni che provocano il degrado e il progetto

- **Tutte le situazioni che provocano $u > 20\%$**
 - rappresentano una situazione di rischio
 - sono da considerare come "carico"
 - richiedono la verifica del rischio
 - **il progetto di protezione del legno rappresenta questa verifica**



• **Elemento strutturale**

- azioni, rischio, ...
- misure di protezione
- manutenzione o sostituzione
- durabilità non limitata / limitata

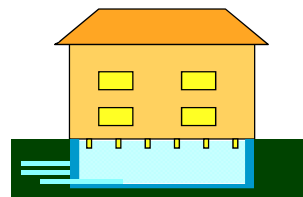
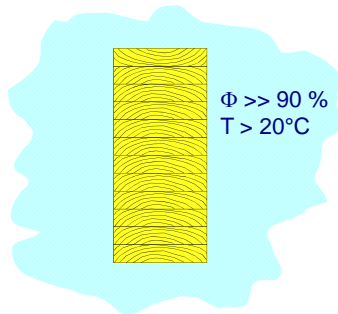


• **Elemento non strutturale**

- azioni, rischio, ...
- misure di protezione
- manutenzione o sostituzione
- durabilità non limitata / limitata

Le azioni che provocano il degrado

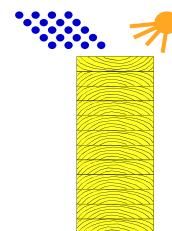
- **Esempio 1: assorbimento d'acqua dall'aria circostante**
 - cantine con infiltrazioni d'acqua e non aerate
 - foreste tropicali
 - condizioni estreme



- **Condizioni tipiche dei temporali estivi, che sono però limitate nel tempo**

Le azioni che provocano il degrado

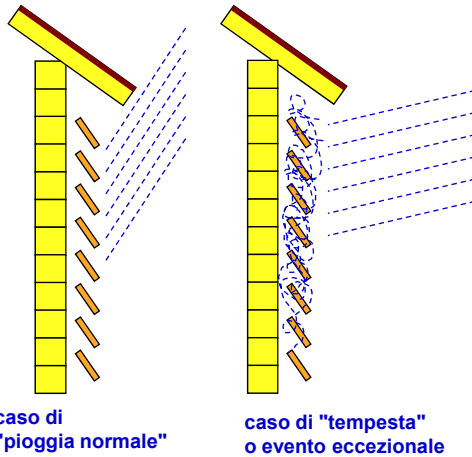
- **Esempio 2: azione diretta delle intemperie**



- ogni elemento che si trova all'esterno e non è protetto
- situazione accettabile se le conseguenze sono accettabili:
 - manutenzione / sostituzione
 - durata di vita limitata

Le azioni che provocano il degrado

- **Esempio 3: azione dovuta ad evento eccezionale**



- la parete di legno, protetta in condizioni normali dal rivestimento, entra in contatto diretto con l'acqua
- la possibilità di scolo dell'acqua - e quindi di essiccazione del legno - deve essere garantita
- la struttura di legno deve assorbire meno acqua possibile

Le azioni che provocano il degrado

- **Esempio 4: azione dovuta ad assorbimento d'acqua per capillarità**



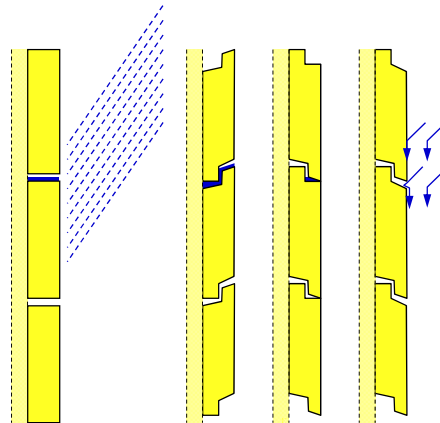
- contatto con una zona umida o con dell'acqua
- assorbimento per capillarità
- nelle superfici di contatto l'acqua può spesso essere assorbita dal legno

Le azioni che provocano il degrado

• **Esempio 5: azione dovuta al "mancato deflusso dell'acqua"**



- l'acqua si accumula "sempre e dappertutto"
- ... e ciò è da evitare



Andrea Bernasconi – Politecnico di Graz

Corso base promo_legno

Le azioni che provocano il degrado

• **Esempio 6: contatto con il terreno**

- **Sempre problematico**
 - microrganismi di ogni genere
 - protezione importante necessaria:
 - specie molto resistenti: robinia, castagno
 - sorveglianza, manutenzione



Andrea Bernasconi – Politecnico di Graz

Corso base promo_legno

Le misure di protezione possibili

- **Durabilità: capacità di resistenza del materiale alle azioni**

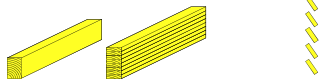
- **Possibilità 1: aumento della resistenza del materiale**
 - scelta e uso di specie legnose più resistenti
 - trattamenti "chimici" del legno



- **Possibilità 2: riduzione delle azioni**
 - misure di protezione costruttiva
 - impedire le condizioni sfavorevoli

Le specie resistenti

- **In caso di elementi non protetti e direttamente esposti**
 - durabilità naturale del materiale usato
 - possibilità di protezione tramite maggiore **resistenza naturale**
 - la durabilità dipende anche dal tipo di elemento (spessore della sezione)



	Classe di resistenza	Sezioni "portanti"	Rivestimenti, ecc.
Abete rosso, bianco e pino	4	tutte le dimensioni	sì
larice, douglas	3-4	tutte le dimensioni	sì
faggio, frassino	5	possibile	(sì)
quercia	2	limitato	sì
red cedar, redwood	2	molto limitato	sì
robinia, castagno	1-2	no, molto limitato	sì

Le specie resistenti



- **Durabilità elevata, ma inevitabili**
 - colore grigio
 - assorbimento di acqua
 - fessure
 - durata di vita limitata

- **Soluzione frequente per**
 - elementi di protezione
 - rivestimenti e facciate
 - elementi rimpiazzabili

Le specie resistenti - esempi



- **Rivestimenti di facciate esterne**
 - sostituzione possibile



Le specie resistenti - esempi



- **Struttura non protetta**
 - uso di legno di larice
 - durata di vita limitata dalla specie legnosa

- **Struttura non protetta**
 - uso di legno di rovere
 - uso di legno di robinia per i pali infissi nel terreno
 - durata di vita limitata dalla specie legnosa

Andrea Bernasconi – Politecnico di Graz

Corso base promo_legno

Le specie resistenti - esempi



- **Ingrigimento artificiale**
 - trattamento superficiale
 - processo biologico provocato artificialmente
 - aspetto omogeneo ...
... dal primo giorno



Andrea Bernasconi – Politecnico di Graz

Corso base promo_legno

I trattamenti protettivi di superficie



- **Trattamento dei rivestimenti**
 - profondità di azione limitata
 - riducono la velocità di assorbimento di acqua
 - insetticidi e/o fungicidi
 - **effetto di colore o impedimento del colore grigio**
 - **più o meno trasparenti**
 - **sono soggetti a manutenzione regolare e frequente**
 - **non impediscono l'assorbimento di acqua ...**

Andrea Bernasconi – Politecnico di Graz

Corso base promo_legno

I trattamenti protettivi di superficie



- **Trattamento dei rivestimenti**
 - profondità di azione limitata
 - riducono la velocità di assorbimento di acqua
 - insetticidi e/o fungicidi
 - **effetto di colore o impedimento del colore grigio**
 - **più o meno trasparenti**
 - **sono soggetti a manutenzione regolare e frequente**
 - **non impediscono l'assorbimento di acqua ...**

Andrea Bernasconi – Politecnico di Graz

Corso base promo_legno

I trattamenti protettivi di superficie



• Nel caso di elementi strutturali (grandi sezioni):

- effetto solo superficiale
- protezione durante il montaggio
- effetto di colore o impedimento del colore grigio
- non impediscono l'assorbimento di acqua ...
- non provocano nessun aumento definitivo della durabilità
- misura complementare

Andrea Bernasconi – Politecnico di Graz

Corso base promo_legno

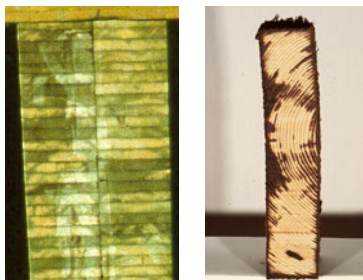
I trattamenti protettivi tramite impregnatura



- Uso di sostanze velenose
 - effetto fungicida
 - sostanze molto velenose ...
 - trattamento speciale dei resti di lavorazione
 - procedimenti messi sempre più in discussione ...

- Efficacia del trattamento
 - buona ma non ottima
 - durabilità migliorata, ma non illimitata
 - l'impregnatura non rimpiazza una buona protezione costruttiva

- Applicazione nella costruzione
 - decisamente ridotta



Andrea Bernasconi – Politecnico di Graz

Corso base promo_legno

La protezione costruttiva:

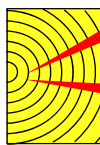
la riduzione delle azioni che provocano il degrado

- **Accorgimenti costruttivi di protezione:**
 - ridurre al minimo i danni in caso di contatto con l'acqua
 - ritardare al massimo il degrado
 - applicabili sempre e comunque di effetto positivo

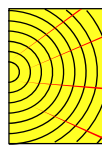
- **Misure costruttive di protezione:**
 - eliminare in modo costruttivo il contatto con l'acqua
 - impedire che si possa verificare $u > 20\%$
 - impedire le condizioni per un degrado
 - permettere sempre una buona ventilazione del legno
 - in caso di aumento accidentale dell'umidità: essiccazione
 - aumentare la sicurezza
 - la durata di vita degli elementi protetti non è limitata

Accorgimenti costruttivi di protezione

- **Esempio 1: essiccazione e fessure del legno massiccio**

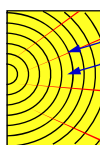


essiccazione poco curata

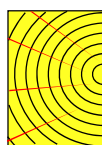


essiccazione corretta

- **In caso di contatto con l'acqua**
 - fessure ampie sfavorevoli
 - fessure sottili più favorevoli



sfavorevole



più favorevole

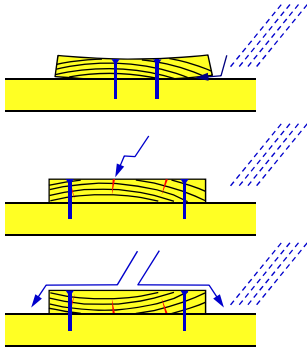
- **Scelta della superficie esposta**
 - fessure aperte: assorbimento facilitato
 - lato senza fessure: deflusso dell'acqua facilitato

Accorgimenti costruttivi di protezione

• **Esempio 2: orientazione e fissaggio degli elementi**



• **Deformazione della sezione a causa della variazione di w**



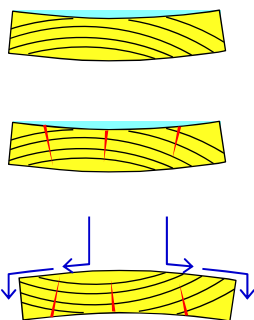
- **Deformazione libera e possibile**
 - fessure fra le tavole
 - assorbimento di acqua facilitato
 - degrado facilitato
- **Deformazione impedita**
 - nessuna superficie "capillare"
 - le fessure sono sfavorevoli
 - degrado facilitato
- **Deformazione impedita**
 - fessure "nascoste"
 - l'acqua può scorrere sulla superficie
 - soluzione più favorevole

Accorgimenti costruttivi di protezione

• **Esempio 3: inclinazione delle superfici esposte**



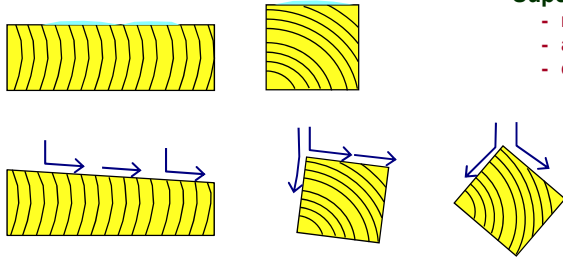
• **Deformazione della sezione a causa della variazione di w**



- **Deformazione sfavorevole**
 - ristagno dell'acqua
 - fessure sfavorevoli
 - assorbimento di acqua facilitato
 - degrado facilitato
- **Deformazione favorevole**
 - fessure "nascoste"
 - l'acqua scorre sulla superficie inclinata
 - soluzione più favorevole

Accorgimenti costruttivi di protezione

• **Esempio 4: inclinazione delle superfici**



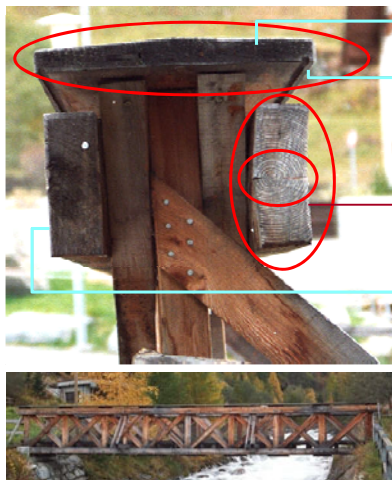
- **Superficie orizzontale sfavorevole**
 - ristagno dell'acqua
 - assorbimento di acqua facilitato
 - degrado facilitato



- **Superficie inclinata più favorevole**
 - deflusso dell'acqua

Accorgimenti costruttivi di protezione

• **Esempio 5: dettaglio di un traliccio**



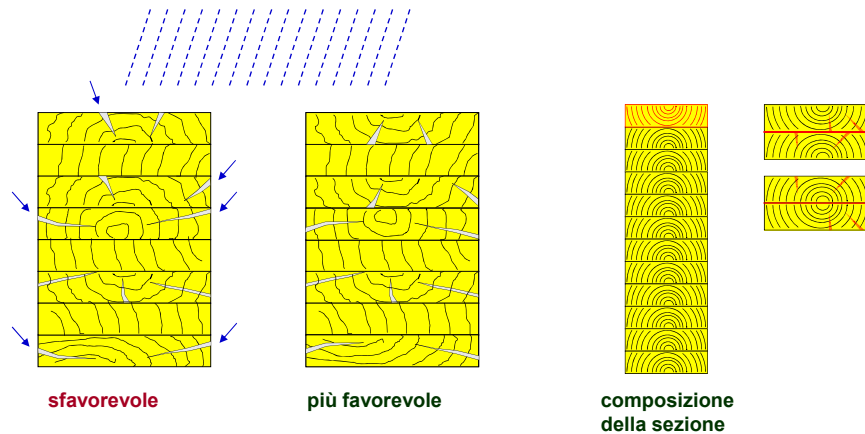
- **Scorrimento dell'acqua**
 - superficie inclinata
 - sgocciolatoio

- **Poco ottimale ...**
 - tavola con midollo
 - fessure inevitabili
 - curvatura della sezione

- **Orientamento corretto**
 - superficie esterna senza fessure

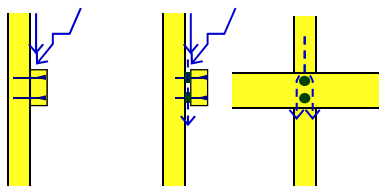
Accorgimenti costruttivi di protezione

- Esempio 6: formazione di una sezione di lamellare

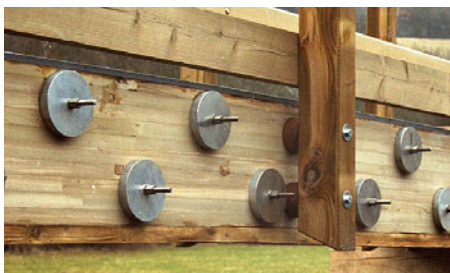


Accorgimenti costruttivi di protezione

- Esempio 7: giunti con contatto fra due elementi

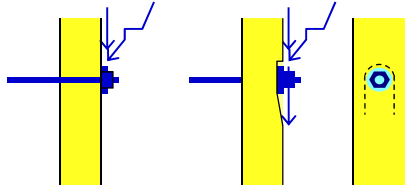


- Scorrimento dell'acqua
 - superficie di contatto minima
 - introduzione di distanziatori
 - deflusso ininterrotto



Accorgimenti costruttivi di protezione

• **Esempio 8: giunti con contatto fra due elementi**



- **Scorrimento dell'acqua**
 - superficie di contatto minima
 - introduzione di distanziatori
 - deflusso ininterrotto
- **Progetto curato**
 - lavorazione più complessa (?)
 - **effetto positivo sulla durabilità**



Andrea Bernasconi – Politecnico di Graz

Corso base promo_legno

Accorgimenti costruttivi di protezione

• **Esempio 9: giunti con contatto fra due elementi**



- **Scorrimento dell'acqua**
 - superficie di contatto minima
 - introduzione di distanziatori
 - deflusso ininterrotto
- **Progetto curato**
 - lavorazione più complessa (?)
 - **effetto positivo sulla durabilità**

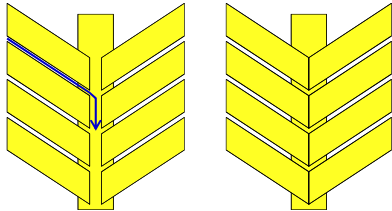


Andrea Bernasconi – Politecnico di Graz

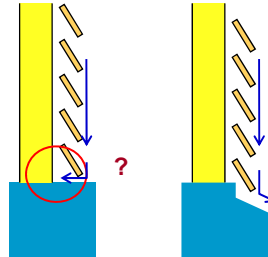
Corso base promo_legno

Accorgimenti costruttivi di protezione

- **Esempio 10: deflusso dell'acqua possibile**



Andrea Bernasconi – Politecnico di Graz

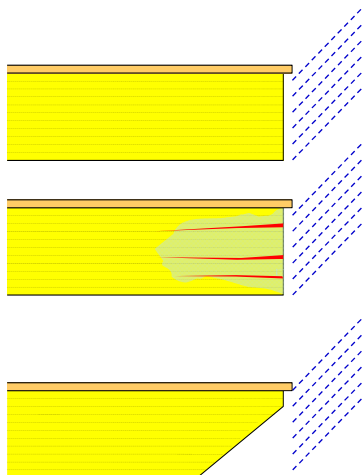


- **Scorrimento dell'acqua**
 - superficie di contatto minima
 - deflusso ininterrotto
- **Progetto curato**
 - lavorazione più complessa (?)
 - **effetto positivo sulla durabilità**

Corso base promo_legno

Accorgimenti costruttivi di protezione

- **Esempio 11: la testa delle travi**



- **Dettaglio molto sensibile**
 - assorbimento rapido
 - fessurazione rapida e profonda



Andrea Bernasconi – Politecnico di Graz

Corso base promo_legno

Accorgimenti costruttivi di protezione



• **Esempio 12:**
come non si dovrebbe fare

- **Contatto con il terreno**
 - manutenzione
 - progetto



Andrea Bernasconi – Politecnico di Graz

Corso base promo_legno

Accorgimenti costruttivi di protezione

• **Esempio 13: come non si dovrebbe fare ...**

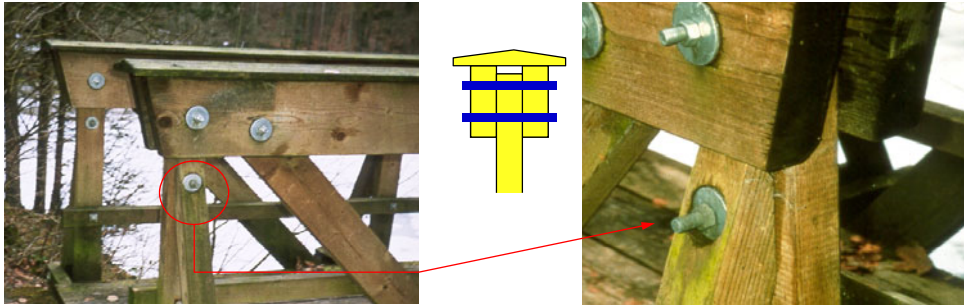


Andrea Bernasconi – Politecnico di Graz

Corso base promo_legno

Accorgimenti costruttivi di protezione

- **Esempio 14: come non si dovrebbe fare ...**

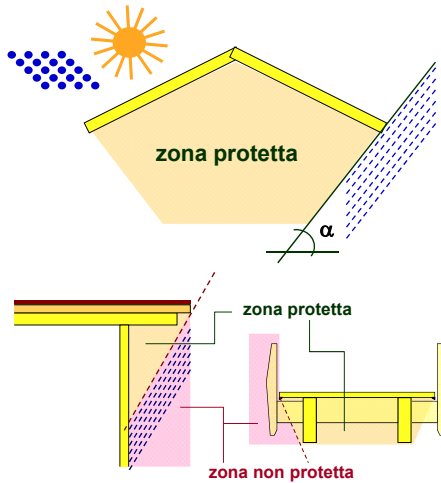


Misure costruttive di protezione

- **Misure costruttive di protezione:**
 - **eliminare in modo costruttivo il contatto con l'acqua**
 - impedire che si possa verificare $u > 20\%$
 - impedire le condizioni per un degrado
 - **permettere sempre una buona ventilazione del legno**
 - in caso di aumento accidentale dell'umidità: essiccazione
 - aumentare la sicurezza
 - **la durata di vita degli elementi protetti non è limitata**
- **Possibilità:**
 - protezione tramite altre parti della costruzione
 - tetto, facciate, ...
 - protezione tramite elementi appositi
 - previsti e concepiti con questo scopo
 - di regola facilmente rimpiazzabili (elementi di sacrificio)
 - protezione tramite separazione impermeabile all'acqua

Misure costruttive di protezione

- Il tetto - o gli altri elementi di copertura



- Protezione contro le intemperie
 - sole
 - pioggia
 - raggi UV
- Areazione sufficiente
 - da rispettare
- Delimitazione
 - intensità irraggiamento
 - vento (pioggia)
 - Europa centrale: $\alpha \approx 60^\circ$
 - Più a Sud: $\alpha \approx 45^\circ$

Misure costruttive di protezione

- Il tetto - o gli altri elementi di copertura

- Elementi di legno completamente protetti
 - "sotto tetto"
 - ventilati
 - durata di vita: non limitata
 - manutenzione ridotta

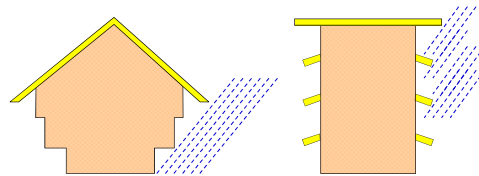


Misure costruttive di protezione

- Il tetto - o gli altri elementi di copertura



Foresta nera - Germania



- Pareti completamente protette
- forse anche l'orientazione dell'edificio fa parte del concetto di protezione ...

Misure costruttive di protezione

- Il tetto - o gli altri elementi di copertura



- Effetto limitato del tetto
 - copertura
 - protezione dei balconi
 - le facciate non sono protette: rivestimento di protezione necessario



Misure costruttive di protezione

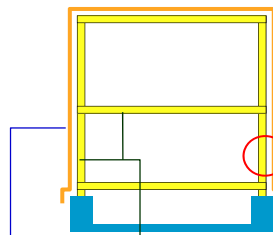
• Elementi protettivi - la facciata

• Principio

- elementi protettivi "di sacrificio"
- protezione contro pioggia e sole
- ventilazione degli elementi protetti
- sostituzione parziale o totale degli elementi protettivi possibile

• con ventilazione:

- evacuazione umidità
- ridurre i problemi in caso "acqua sotto la facciata"
- permettere la ventilazione della struttura



- elementi strutturali:
 - completamente protetti:
 - durata di vita non limitata

- elementi di protezione:
 - durata di vita limitata



Misure costruttive di protezione

• Elementi protettivi - la facciata

• Materiali per il rivestimento

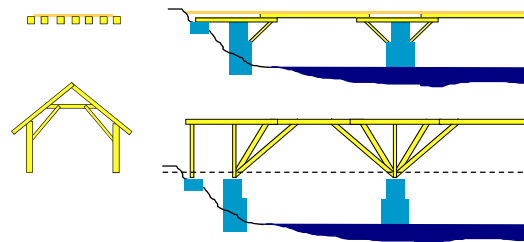
- tavole di legno
- pannelli di legno verniciati e non
- pannelli di legno intonacati
- altri materiali ...



Misure costruttive di protezione



- **Importanza della protezione**
 - non minore della struttura

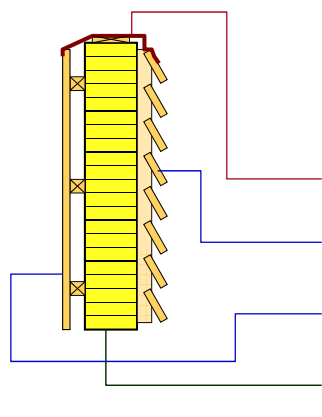


- **Struttura e costruzione del ponte**
 - struttura indipendente
 - protetta

- **Elementi di protezione**
 - struttura portante indipendente
 - direttamente esposta
 - rimpiazzabile, anche in parte

Misure costruttive di protezione

- **Elementi protettivi - la protezione di un singolo elemento**



- **Principio**
 - **protezione della struttura**
 - nessun contatto con pioggia e sole
 - ventilazione (essiccazione)
 - **elementi protettivi**
 - durata limitata accettata

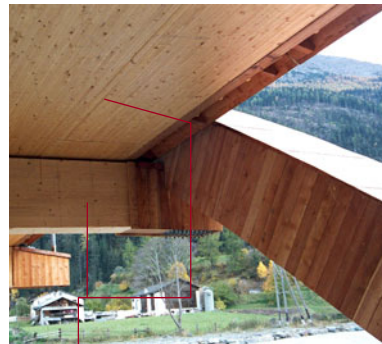
- "tetto" per la trave di legno: legno, metallo o altro
- rivestimento protettivo con tavole inclinate
- superficie della trave di legno ventilata
- protezione tramite pannelli di legno
- superficie della trave di legno ventilata
- superficie inferiore non esposta e senza protezione

Misure costruttive di protezione

- Esempio 1: ponte stradale
 - elementi strutturali protetti e ventilati
 - superfici non esposte senza protezione



copertura in lamiera di rame
rivestimento con tavole di larice



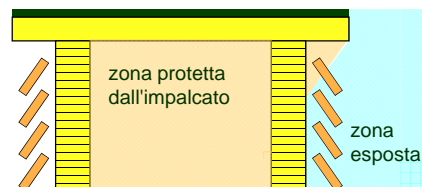
superfici non esposte

Misure costruttive di protezione

- Esempio 2: ponte pedonale

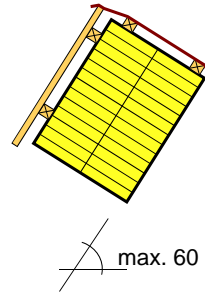


rivestimento con tavole di larice



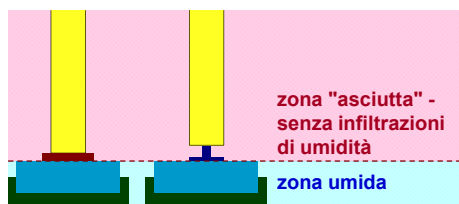
Misure costruttive di protezione

- Esempio 3: ponte pedonale
 - elementi strutturali: in parte protetti e ventilati
in parte non esposti
 - superfici non esposte senza protezione

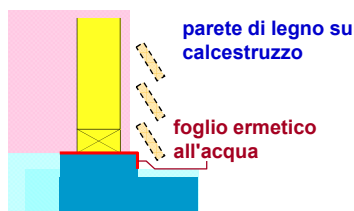


Misure costruttive di protezione

- La separazione della zona "asciutta" da quella "umida"

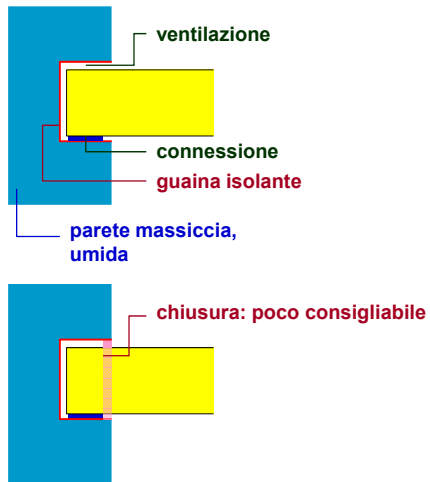


- Principio
 - eliminazione del contatto diretto fra le zone umide e zone asciutte
 - elementi di separazione impermeabili

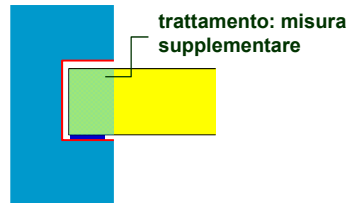


Misure costruttive di protezione

- La separazione della zona "asciutta" da quella "umida"

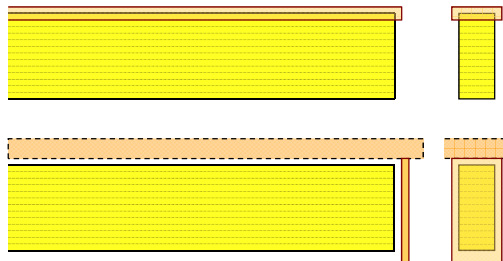


- Principio
 - eliminazione del contatto diretto fra le zone umide e zone asciutte
 - elementi di separazione impermeabili



Misure costruttive di protezione

- La protezione parziale
 - rischio parzialmente accettato - rischio ridotto
 - protezione non completa



- alcune zone più della struttura sono protette
- elementi protettivi di legno o di metallo
- motivazioni: costo, estetica, ...

Misure costruttive di protezione

• **Esempio 1: protezione parziale**



Andrea Bernasconi – Politecnico di Graz



Corso base promo_legno

Misure costruttive di protezione

• **Esempio 2: protezione parziale**



Andrea Bernasconi – Politecnico di Graz

- travi direttamente esposte alle intemperie
- protezione parziale delle travi ...
- il "tetto" di metallo è una buona idea
 - provvedimento protettivo parziale
 - testa delle travi non protetta
 - fessurazione rapida ...



Corso base promo_legno

Misure costruttive di protezione

• **Esempio 3: protezione parziale**

- travi direttamente esposte alle intemperie
- protezione parziale delle travi ...
- il "tetto" di metallo è una buona idea
- **degrado non impedito**



Andrea Bernasconi – Politecnico di Graz



Corso base promo_legno

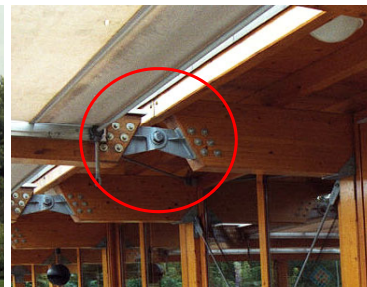
Misure costruttive di protezione

• **Esempio 4: protezione parziale**

- travi direttamente esposte alle intemperie
- protezione parziale delle travi ...
- il "tetto" di metallo è una buona idea
- **degrado non impedito**
- **sostituzione degli elementi esterni facile e possibile**



Andrea Bernasconi – Politecnico di Graz



Corso base promo_legno

Misure costruttive di protezione

- **Esempio 4: protezione parziale**

- impalcato di larice, senza alcun trattamento
- montanti di larice, trattamento della superficie "estetico"
- dettagli costruttivi accurati
- **degrado non impedito**
- **sostituzione degli elementi più esposti possibile**



Andrea Bernasconi – Politecnico di Graz

Corso base promo_legno

Misure costruttive di protezione

- **Esempio scelto 1: la teoria ... in pratica**

- forse si poteva fare meglio ...



Andrea Bernasconi – Politecnico di Graz

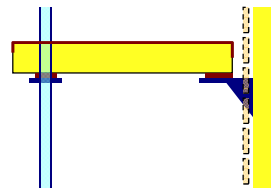
Corso base promo_legno

Misure costruttive di protezione

• **Esempio scelto 2: la teoria ... in pratica**



- un progetto pulito
- balconi:
 - non completamente protetti
 - materiale visibile
 - separato dalla struttura
 - **sostituibile se necessario**



Andrea Bernasconi – Politecnico di Graz

Corso base promo_legno

Progettare la protezione

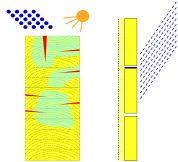
- **Durabilità desiderata:**
 - della costruzione
 - dei diversi elementi della costruzione
- **Tipo di rischio:**
 - analisi delle azioni
 - evoluzione probabile
- **Strategia di progetto:**
 - quali soluzioni per quali situazioni
 - obiettivi
- **Verifica della durabilità:**
 - situazioni determinate dal progetto e dalle azioni
 - conseguenze
 - confronto con gli obiettivi (verifica)
- **Manutenzione:**
 - il riassunto del lavoro di progettazione
 - uno strumento di progetto interessante per il progettista

Andrea Bernasconi – Politecnico di Graz

Corso base promo_legno

Conclusione

- **Principi e fenomeni:**
 - semplici
 - conosciuti



- **Rischio:**
 - definibile
 - controllabile

- **Progetto - soluzioni:**
 - **soluzioni efficaci disponibili**
 - rispetto delle esigenze di durabilità
 - verifica della durabilità
 - piano di manutenzione



- **Qualità:**
 - del progetto
 - dell'investimento
 - del successo
 - della costruzione

