

Punto, linea o superficie?

Dai sistemi a telaio alle pareti massicce in XLAM

A. BERNASCONI

Consulente dell'Istituto per la costruzione, le strutture e la tecnologia del legno Dipartimento di
Ingegneria Civile, Politecnico di Graz (Stiria, Austria)

Professore di tecnologia e costruzione di legno,
University of applied sciences Western Switzerland, Yverdon (Svizzera)

Convegno promo_legno

Architettura al plurale

Costruire oggi in legno: esperienze europee

In collaborazione con G. SCHICKHOFER, Politecnico di Graz (Stiria, Austria)

Un dato di fatto

promo_legno

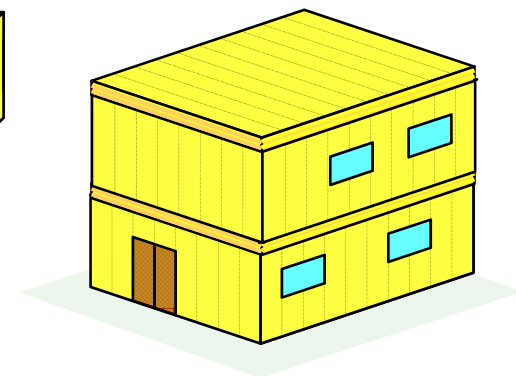
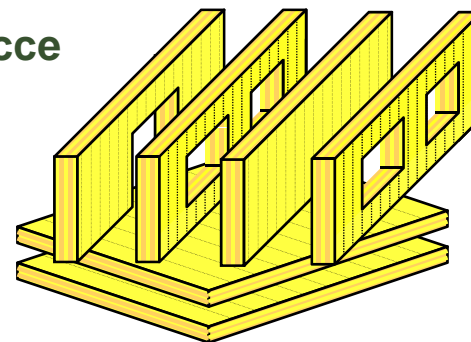
Dietro le forme e l'aspetto di ogni costruzione ...

... si trova una struttura



Elementi strutturali

- superfici "sottili" e massicce
- XLAM



Un dato di fatto

promo_legno

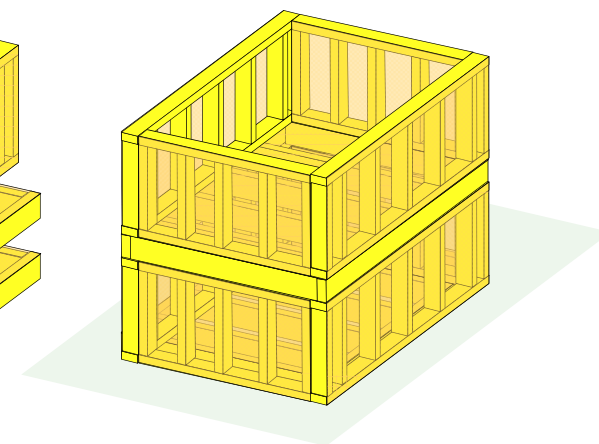
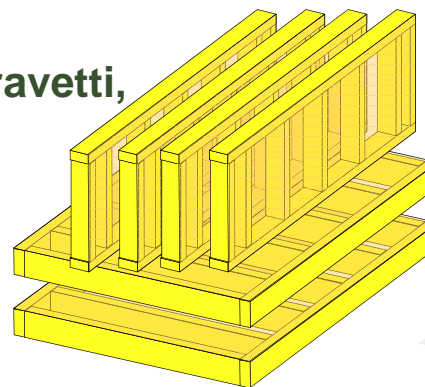
Dietro le forme e l'aspetto di ogni costruzione ...

... si trova una struttura



Elementi strutturali

- superfici composte da travetti, montanti e altro
- costruzione intelaiata



Un dato di fatto

promo_legno

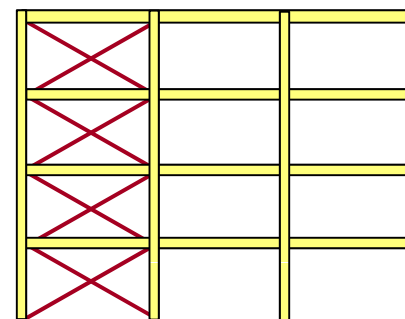
Dietro le forme e l'aspetto di ogni costruzione ...

... si trova una struttura



Elementi strutturali

- travi, pilastri, verticali e diagonali
- telaio di travi e pilastri



Un dato di fatto

promo_legno

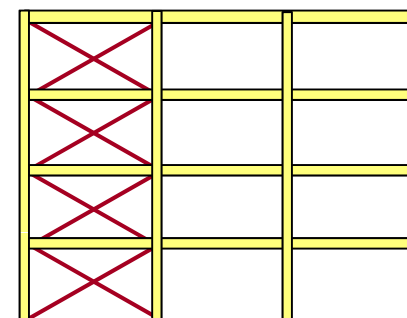
Dietro le forme e l'aspetto di ogni costruzione ...

... si trova una struttura

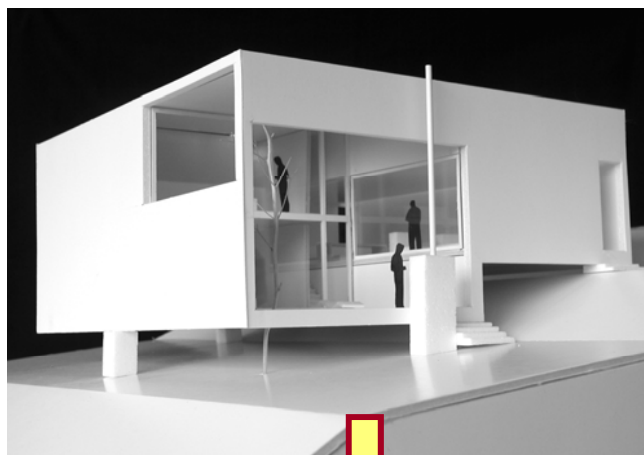


Elementi strutturali

- travi, pilastri, verticali e diagonali
- telaio di travi e pilastri



Il progetto al centro della materializzazione e realizzazione



Progetto e programma

- spazi, forme, estetica, ...
- dimensioni e volumi
- coibentazione, equipaggiamento

Materializzazione

- materiali, tecnologie
- struttura e costruzione
- pacchetti e fisica tecnica
- impianti e accessori

Realizzazione

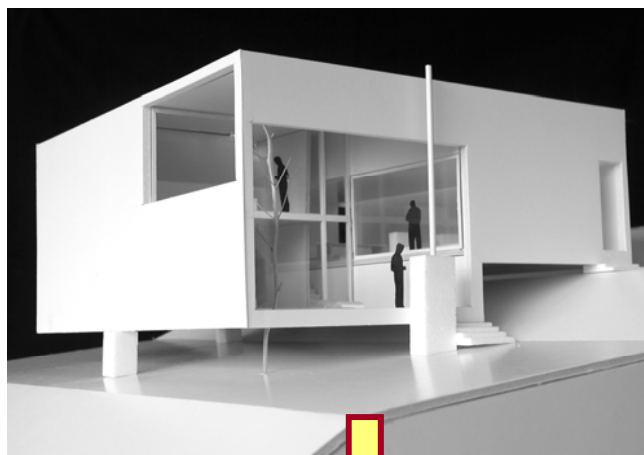
- dimensioni e dettagli
- lavorazione
- montaggio



Gli ingredienti

promo_legno

Il progetto al centro della materializzazione e realizzazione



Progetto e programma

- spazi, forme, estetica, ...
- dimensioni e volumi
- coibentazione, equipaggiamento

Materializzazione

- materiali, tecnologie
- struttura e costruzione
- pacchetti e fisica tecnica
- impianti e accessori

Realizzazione

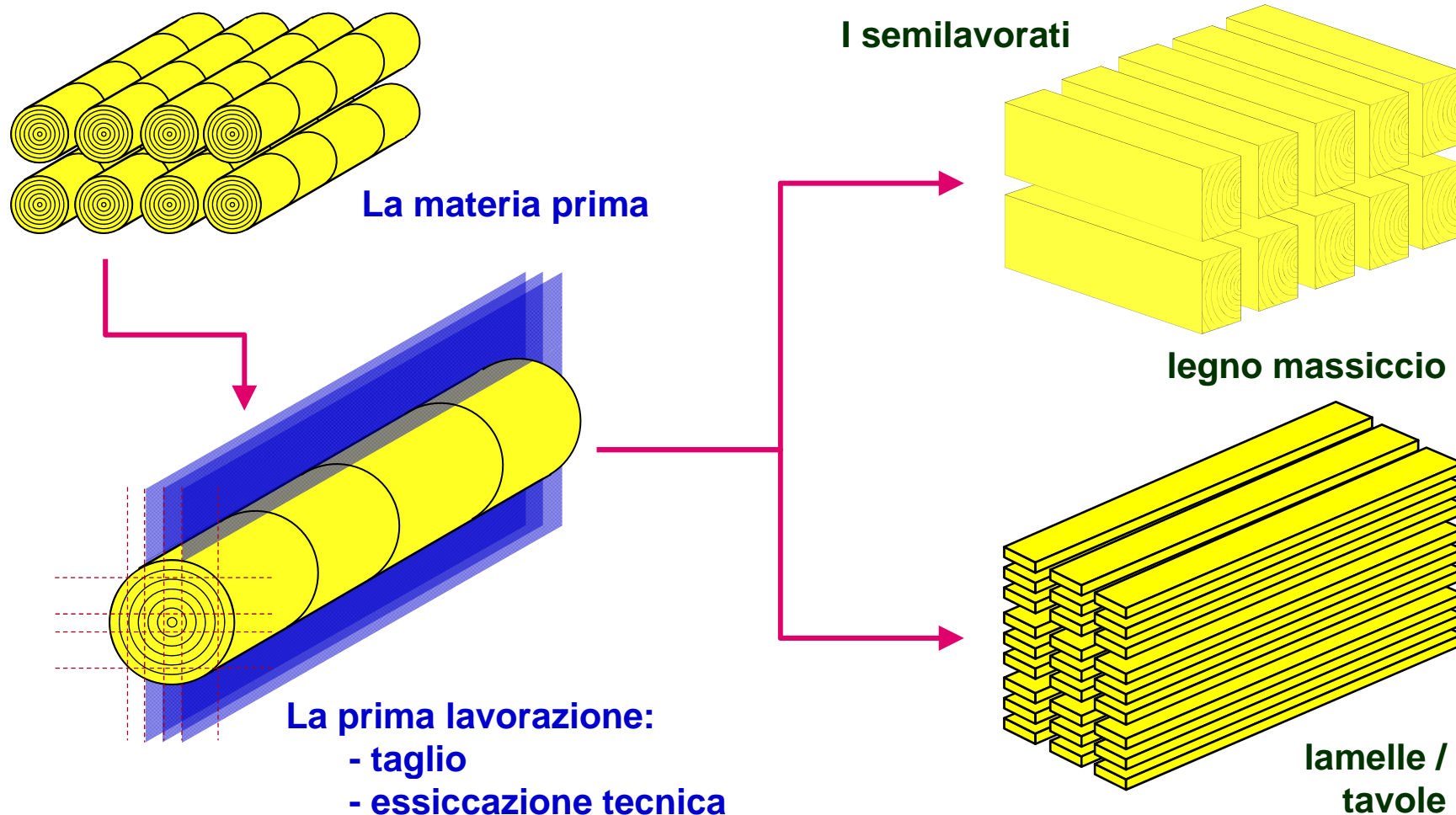
- dimensioni e dettagli
- lavorazione
- montaggio



I componenti per le strutture in legno

promo_legno

La prima fase della lavorazione



I componenti per le strutture in legno

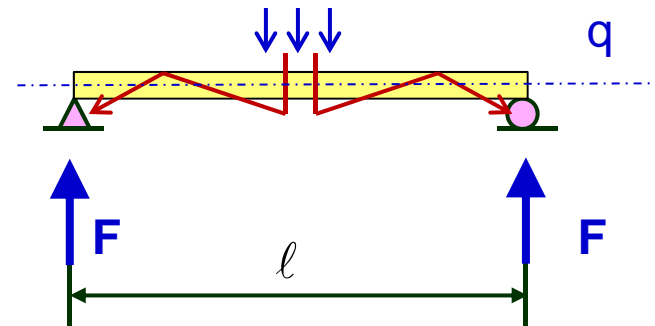
promo_legno

L'elemento strutturale lineare: la trave o il pilastro



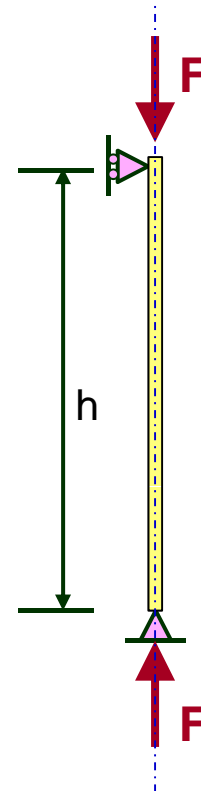
La trave - la linea strutturale

- dalla linea al punto
- superamento di uno spazio lineare vuoto l



Il pilastro - il punto strutturale

- da punto a punto
- superamento di una distanza h



I componenti per le strutture in legno

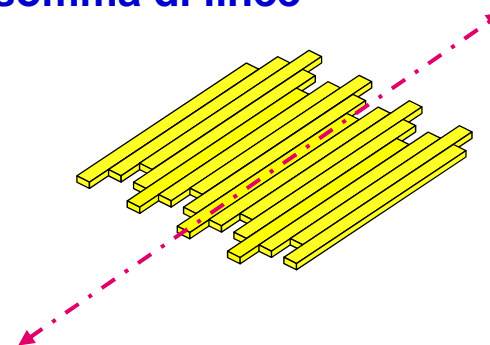
L'elemento costruttivo di superficie ...



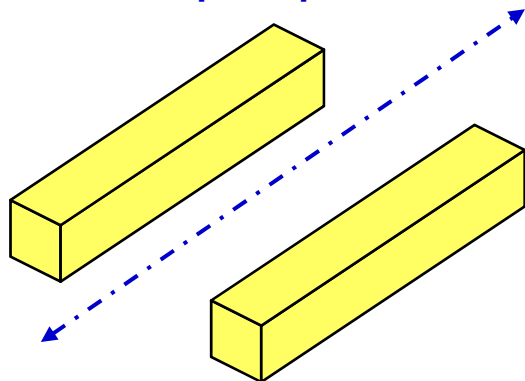
... formato da elementi lineari
- le dimensioni e la disponibilità

Le soluzioni di un tempo

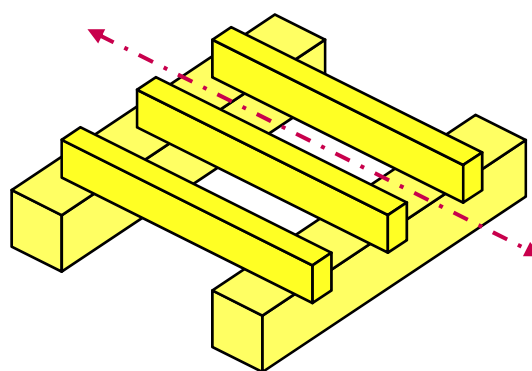
- solai formati da strati sovrapposti
- superficie = somma di linee



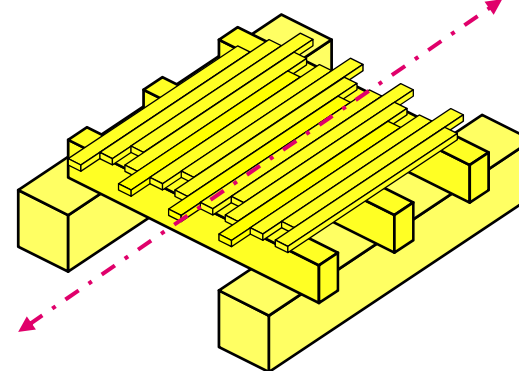
travatura principale - strato 1



travatura secondaria - strato 2



travatura / assito - strato 3



I componenti per le strutture in legno

promo_legno

L'elemento strutturale lineare: la trave o il pilastro



I limiti del materiale e delle applicazioni

- le dimensioni e la disponibilità

Le soluzioni di un tempo

- diagonali un po' ovunque: tralicci
- sistemi composti

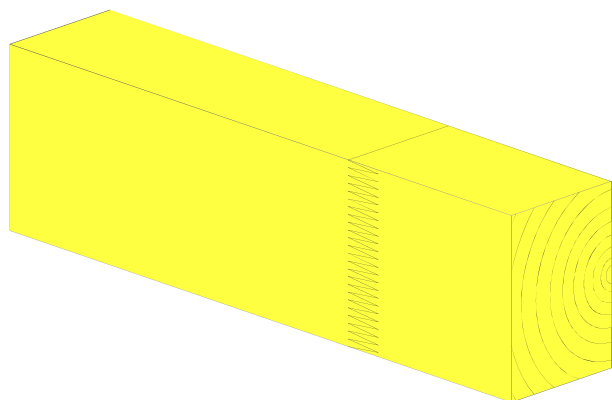


Svizzera - Lugano - arch. Koenz



Prodotti lineari di dimensioni standard

promolegno



- **Specie legnosa:**
 - abete rosso
 - altre conifere possibili

- **Dimensioni standard o "preferenziali":**
 - larghezza: 60 80 100 ... 180 mm
 - altezza: 120 140 160 ... 240 mm
 - lunghezza: a piacimento, fino a 18 m

- **Caratteristiche**
 - essiccazione definita e controllata
 - **produzione industriale**
 - **caratteristiche meccaniche e fisiche**
 - definite
 - assicurate
 - certificate



La qualità meccanica del legno da costruzione

promo_legno

Lamelle o legno massiccio:

- per la produzione di elementi strutturali

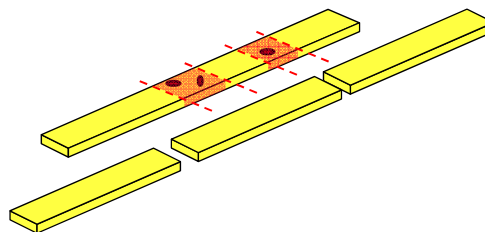
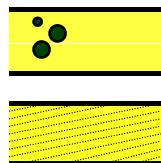
Essiccazione:

- tecnica: 12 %
- condizioni ottimali



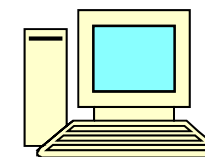
Classificazione visiva o manuale:

UNI EN 14081/-1/-2/-3 - DIN 4074



Classificazione meccanica:

UNI EN 14081/-1/-2/-3 - DIN 4074



Affidabilità garantita e certificata



- indipendente dalla procedura seguita
- definita su basi scientifiche

DIN 4074-1 / -2 / -3 / -4:2004
UNI EN 338 / 14081-1/-2/-3

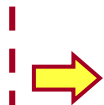
L'incollatura - elemento tecnologico essenziale

promo_legno

Giunti longitudinali a pettine - produzione di KVH

Legno massiccio:

- sezioni prestabilite
- lunghezza fissa e costante
- essiccazione in condizioni industriali ottimali
- taglio favorevole
- lavorazione ottimale



Cernita e classificazione:

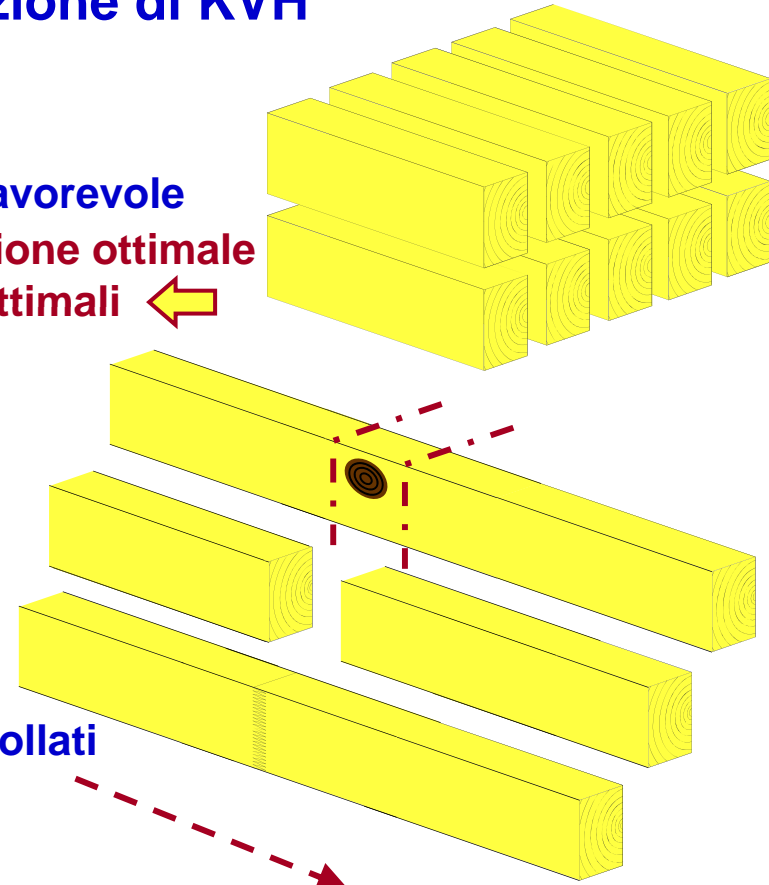
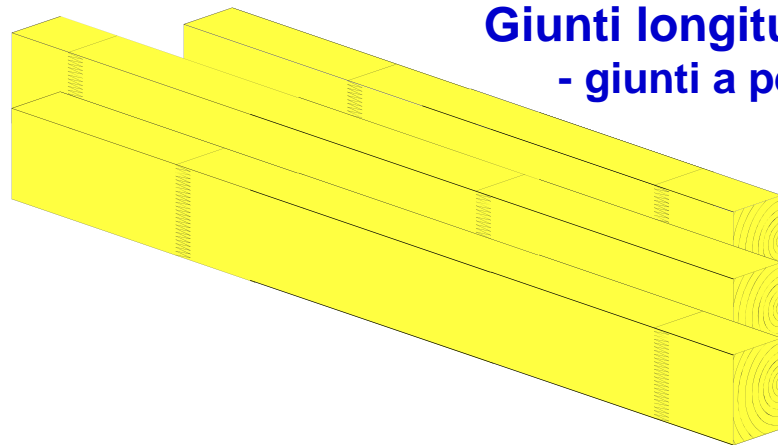
- eliminazione zone con difetti

Giunti longitudinali:

- giunti a pettine incollati

Produzione in lunghezza "continua":

- lunghezza a "piacimento" fino a 18 m o su ordinazione
- fornitura in tempi brevi



L'incollatura - elemento tecnologico essenziale

promo_legno

La produzione del legno lamellare

Specie legnose:

- abete rosso
- abete bianco
- larice
- pino
- douglas

Giunti a pettine:

- lavorazione e caratteristiche definite

Incollaggio della superficie:

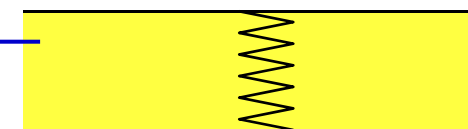
- colla
- lavorazione

4

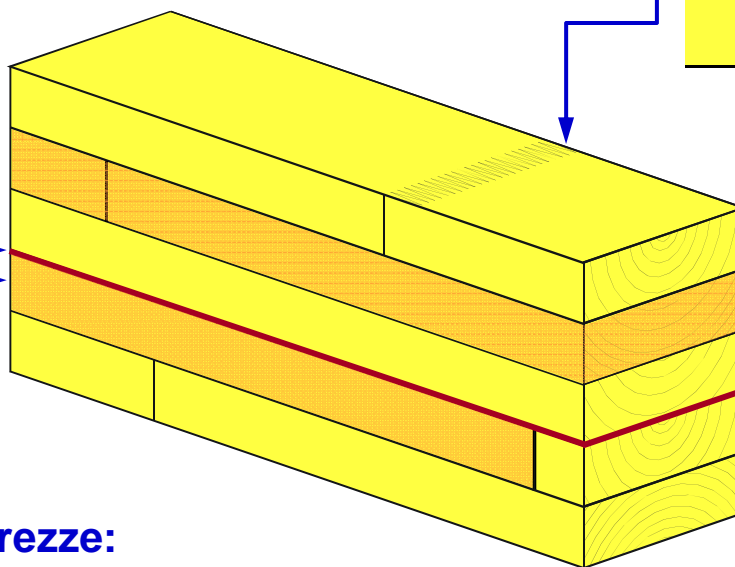
1

Lamelle grezze:

- tavole con caratteristiche definite



2



Lamelle continue:

- giuntate

3



Esigenze e qualità regolate dalla normativa vigente - europea e naz.

Il legno lamellare incollato

promo_legno

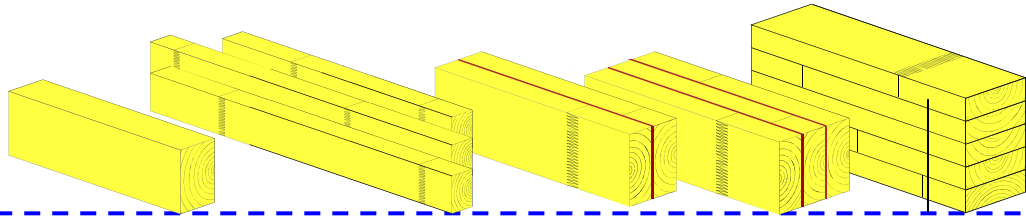
I "limiti" del sistema 'Legno lamellare incollato'



Prodotti per uso strutturale all'avanguardia

promo_legno

Il legno oggi - Il materiale legno massiccio "ingegnerizzato"

Elementi strutturali lineari - travi	
Materiale e prodotti	 MH KVH DUO/TRIO GLT Lamellare
Qualità estetica	- aspetto estetico / - uso a vista / - esigenze speciali
Dimensioni	60 / 100 mm 140 / 280 mm fino a 18 m ... 600 / 240 mm ... 2500 / 240 mm fino a oltre 40 m
Qualità tecniche	Profili prestazionali - Classi di resistenza Omologazioni nazionali ed europee - Marcatura CE Normative specifiche sui prodotti e i materiali



Esigenze e qualità regolate dalla normativa vigente - europea e naz.

Normativa attuale - La qualità e la sua sicurezza

promo_legno

Il sistema di qualità - Le garanzie - La normativa vigente veglia ...

Lamelle grezze:

- cernita e classificazione certificata e sorvegliata
- autocontrollo
- controllo esterno
- certificazione degli impianti
- certificazione del personale
- tutte le lamelle sono marcate

Le colle:

- omologate per l'uso previsto

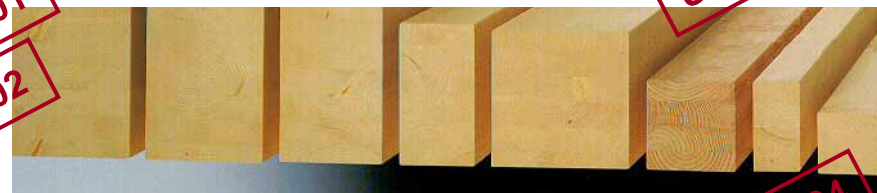
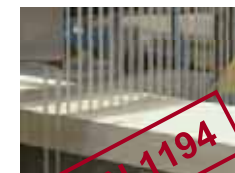
• I giunti a pettine delle lamelle:

- impianti omologati
- collanti omologati
- controllo interno permanente della qualità:
prove di carico
- sorveglianza costante esterna:
prove di carico



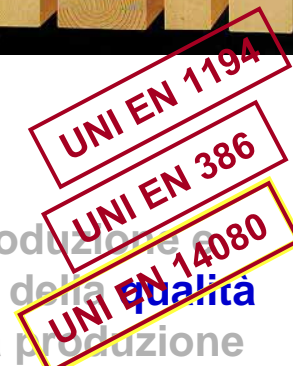
L'incollatura:

- impianti omologati
- controllo interno permanente della qualità
- sorveglianza esterna
- protocollo della produzione



Il prodotto finito:

- protocollo della produzione della sorveglianza della qualità
- certificazione della produzione
- marcatura permanente del prodotto



Normativa attuale - La qualità e la sua sicurezza

promo_legno

Il sistema di qualità - Le garanzie - La normativa vigente veglia ...

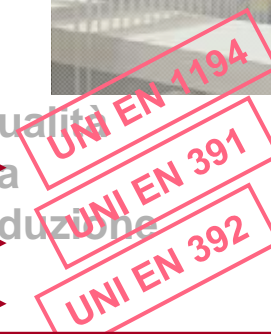
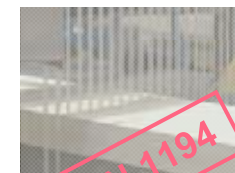
Lamelle grezze:

- cernita e classificazione certificata e sorvegliata
- autocontrollo
- controllo esterno
- certificazione degli impianti
- certificazione del personale
- tutte le lamelle sono marcate



• L'incollatura:

- impianti omologati
- controllo interno permanente della qualità
- sorveglianza esterna
- protocollo della produzione



Le colle:

- omologate per l'uso previsto

Normativa italiana:

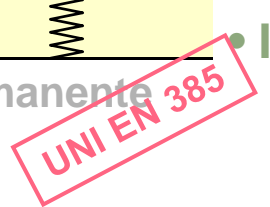
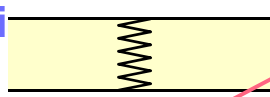
Testo unico



DT 206 CNR

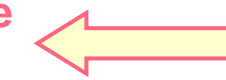
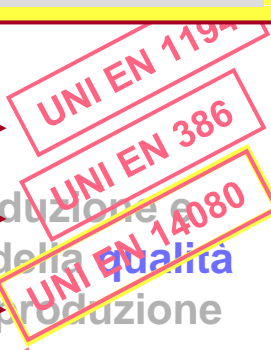
• I giunti a pettine delle lamelle:

- impianti omologati
- collanti omologati
- controllo interno permanente della qualità:
prove di carico
- sorveglianza costante esterna:
prove di carico



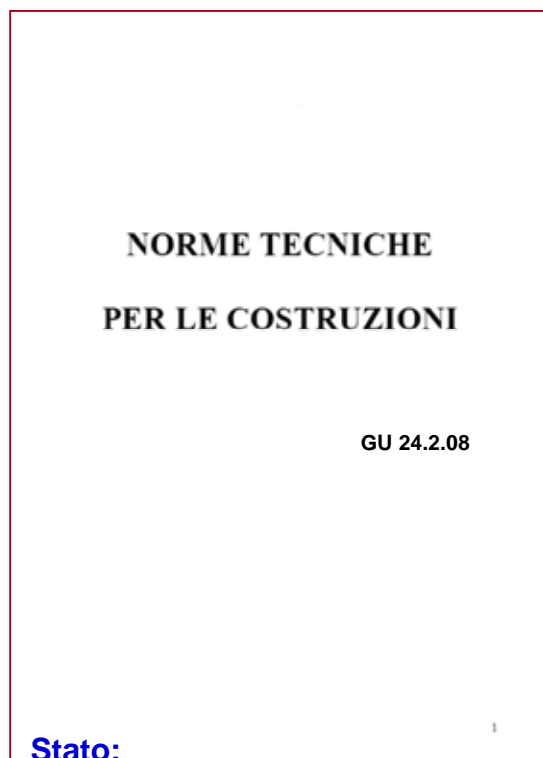
• Il prodotto finito:

- protocollo della produzione e della sorveglianza della qualità
- certificazione della produzione
- marcatura permanente del prodotto



La situazione normativa attuale in Italia ...

... normativa per la costruzione di legno



Stato:

Entrata in vigore: **30.6.09**

DM 14.1.08 - GU 24.2.08

DM di integrazione 6.5.08 - GU 2.7.08

Circolare Min. Infrast. 5.8.09

- **Testo Unico - Norme tecniche per le costruzioni**

- **Capitolo 4: Norme sulle costruzioni**

- 4.4 **Costruzioni di legno** - 12 pagine

- **Capitolo 7: Progettazione per azioni sismiche**

- 7.7 **Costruzioni di legno** - 5 pagine

- **Capitolo 11: Materiale e prodotti per uso strutturale**

- 11.7 **Materiali e prodotti a base di legno**
- 8 pagine

- **Criteri generali**

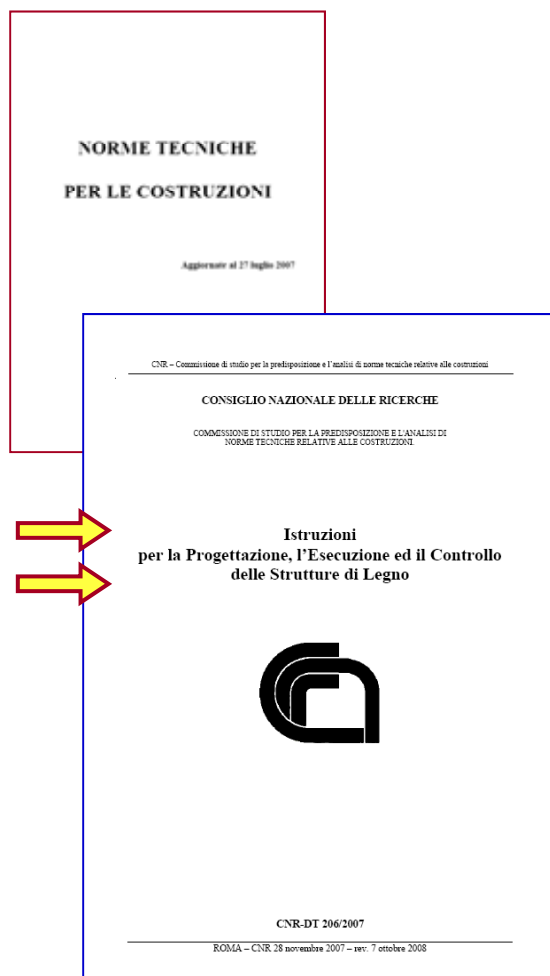
- **basi generali di calcolo**

- **stati limite ultimi (EC5, DIN 1052, ...)**

- **qualche indicazione**

La situazione normativa attuale in Italia ...

... normativa per la costruzione di legno



- **Testo Unico - Norme tecniche per le costruzioni**

- **Capitolo 4: Norme sulle costruzioni**

- 4.4 Costruzioni di legno - 12 pagine**

- **Capitolo 7: Progettazione per azioni sismiche**

- 7.7 Costruzioni di legno - 5 pagine**

- **Capitolo 11: Materiale e prodotti per uso strutturale**

- 11.7 Materiali e prodotti a base di legno - 8 pagine**

- **Criteri generali**

- **basi generali di calcolo**
- **stati limite ultimi (EC5, DIN 1052, ...)**
- **qualche indicazione**

- **Applicazione e modelli di calcolo**

- **Documento CNR DT 206**

- Istruzioni per la Progettazione, Esecuzione e Controllo delle Strutture di Legno**

La situazione normativa attuale in Italia ...

... normativa per la costruzione di legno



- **Testo Unico - Norme tecniche per le costruzioni**

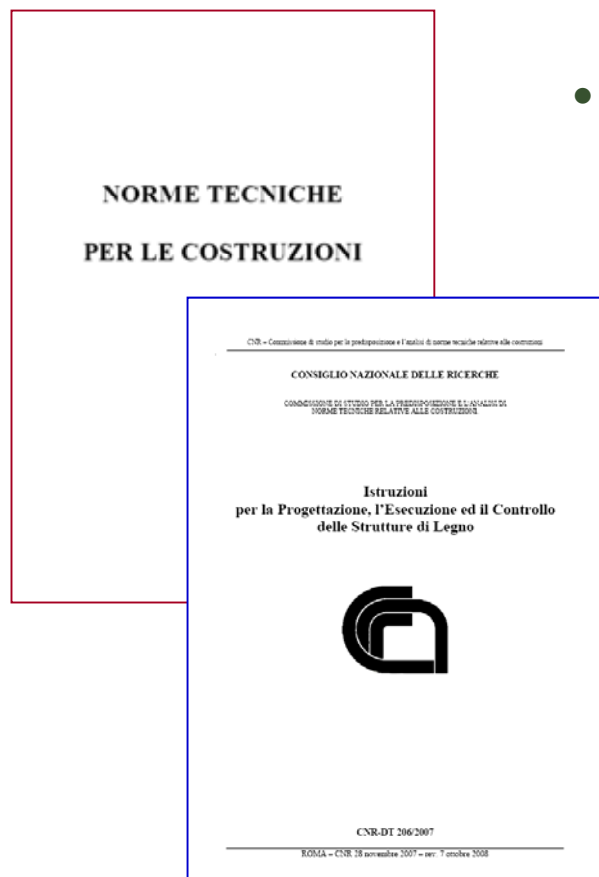
- Capitolo 4: Norme sulle costruzioni
 - 4.4 Costruzioni di legno - 12 pagine
- Capitolo 7: Progettazione per azioni sismiche
 - 7.7 Costruzioni di legno - 5 pagine
- **Capitolo 11: Materiale e prodotti per uso strutturale**
 - 11.7 Materiali e prodotti a base di legno**
 - 8 pagine

- **Materiali**

- qualità, certificazione, marcatura
- dei prodotti
- dei produttori

La situazione normativa attuale in Italia ...

... normativa per la costruzione di legno



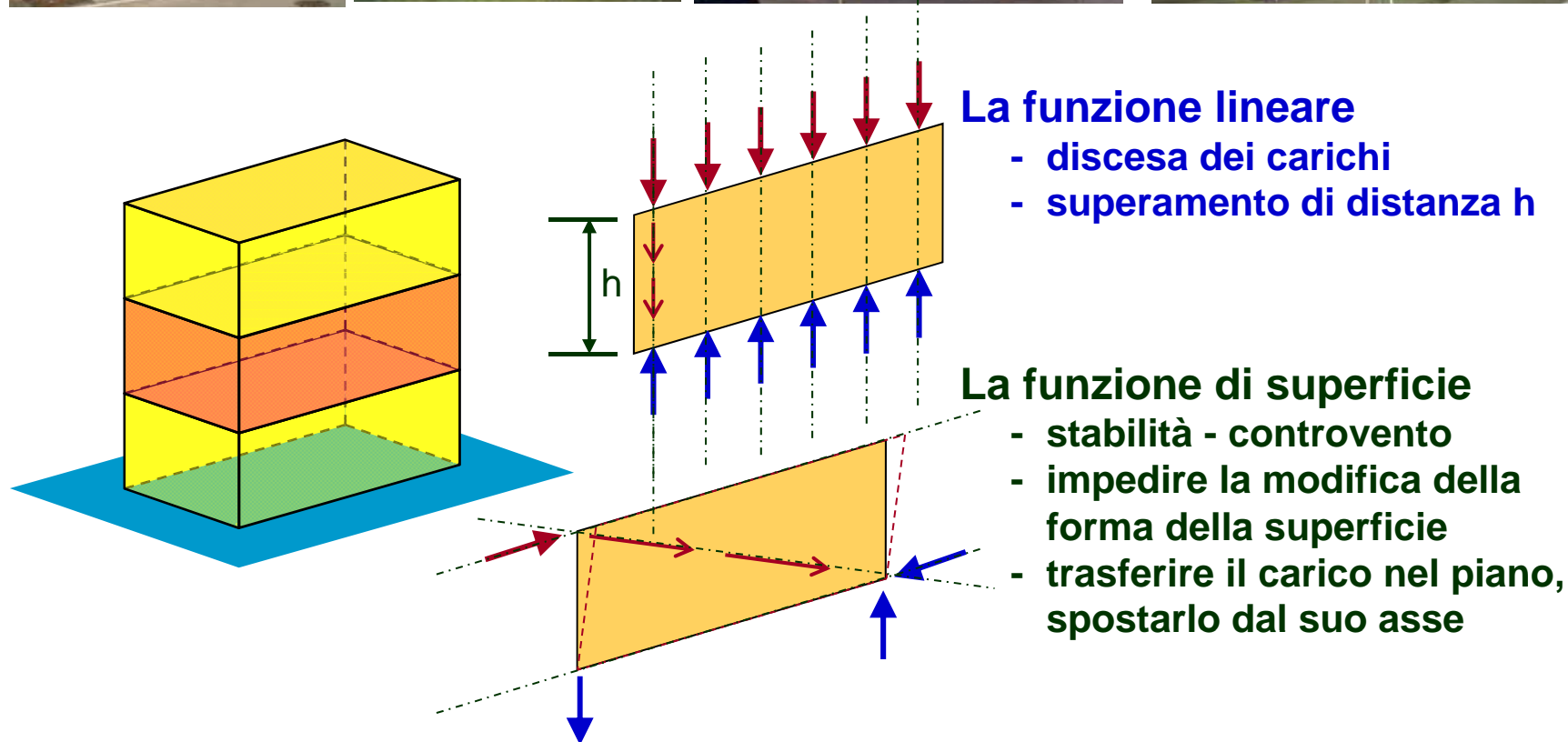
- **Testo Unico - Norme tecniche per le costruzioni**
 - **Capitolo 4: Norme sulle costruzioni**
 - 4.4 Costruzioni di legno - 12 pagine
 - **Capitolo 7: Progettazione per azioni sismiche**
 - 7.7 Costruzioni di legno - 5 pagine
 - **Capitolo 11: Materiale e prodotti per uso strutturale**
 - 11.7 Materiali e prodotti a base di legno - 8 pagine
- **Basi normative per l'applicazione**
 - Testo unico
 - Norme UNI, UNI EN, EN
 - Documento CNR
 - Benestare tecnico CEN
 - qualificazione della produzione

Una BUONA SINTESI della normativa attuale di tutta europa
- con riferimenti UNI, UNI-EN, EN

I componenti per le strutture in legno

promo_legno

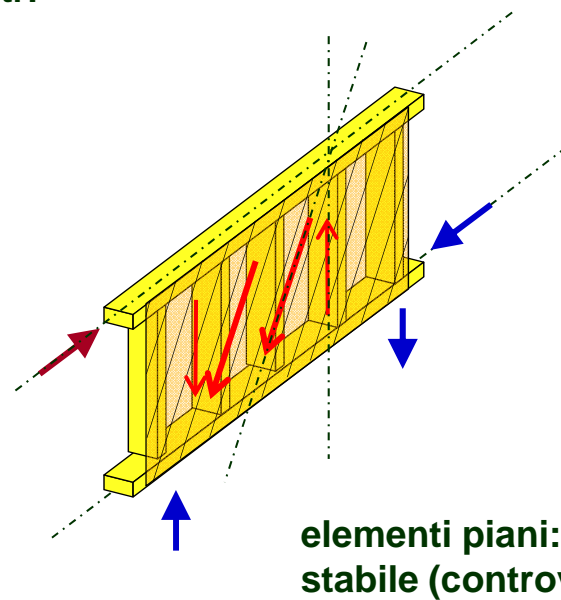
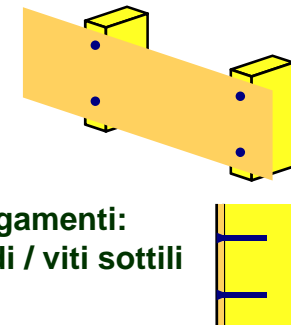
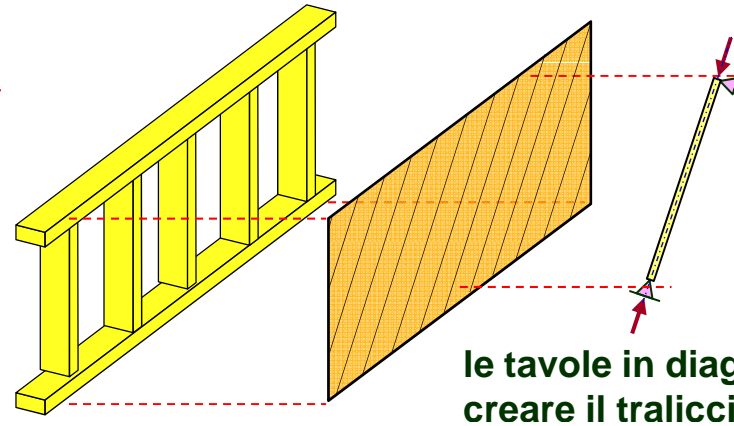
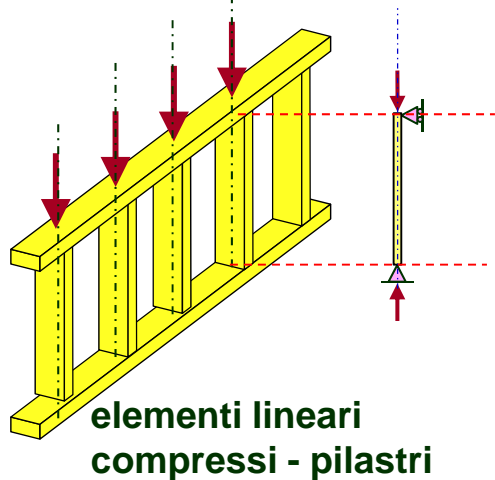
Le pareti dell'edificio



I componenti per le strutture in legno

promo_legno

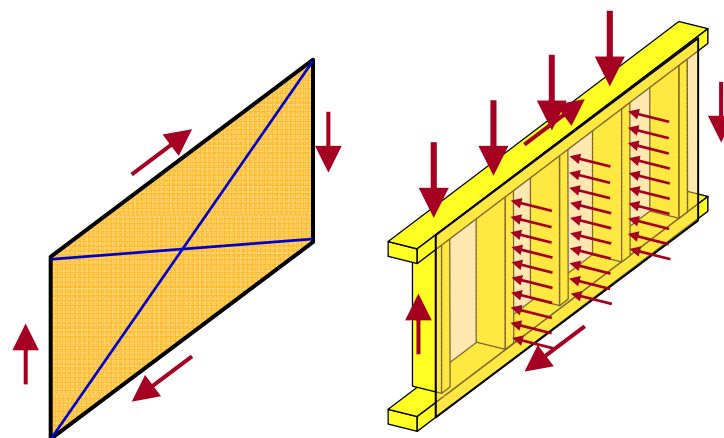
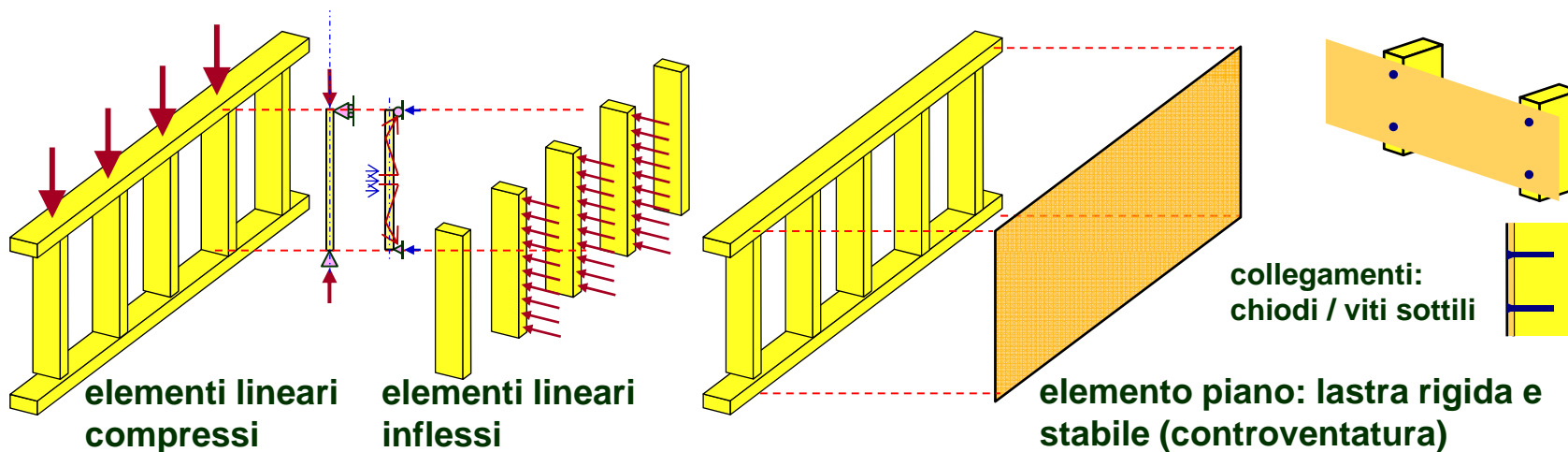
L'elemento strutturale piano - la parete composta di carpenteria



I componenti per le strutture in legno

promo_legno

L'elemento strutturale piano - la parete intelaiata



I pannelli sottili

promo_legno

I pannelli truciolari moderni per uso strutturale



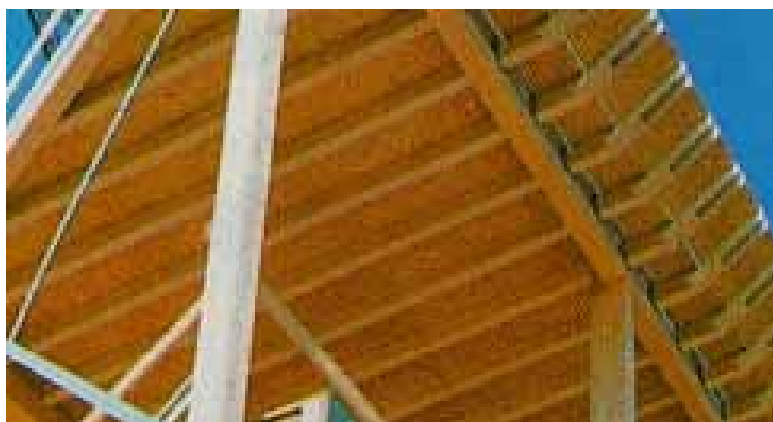
Caratteristiche

- dimensioni:
 - 2.50 x 1.25 m
 - ... 5.0 x 2.50 m
 - spessore: 16 - 24 mm
 - qualità:
 - diverse e molteplici
-
- **Usò strutturale oggi prevalentemente OSB**
 - caratteristiche meccaniche migliori
 - prezzo più conveniente
 - disponibile in diverse qualità

La costruzione di legno moderna

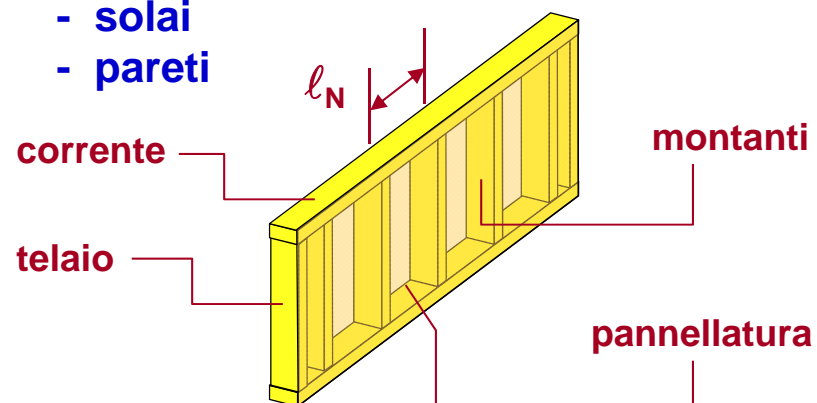
promo_legno

La struttura intelaiata di legno

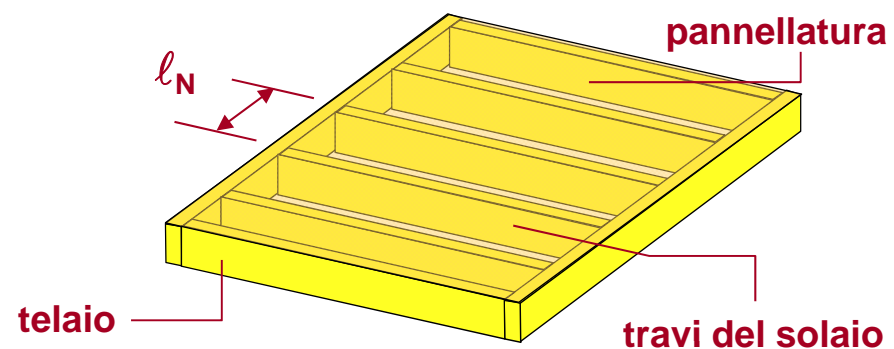


elementi strutturali piani

- solai
- pareti



Spessore parete = definita dalla coibentazione



Spessore solaio = min. 1/20 della luce

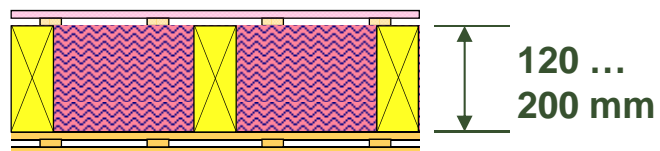
La costruzione di legno moderna

promo_legno



Esempio di elementi a struttura intelaiata

Sezione orizzontale



La costruzione di legno moderna

promo_legno

Produzione degli elementi intelaiati



Artigianale

- direttamente sul cantiere
- preassemblaggio parziale

Preassemblaggio industriale

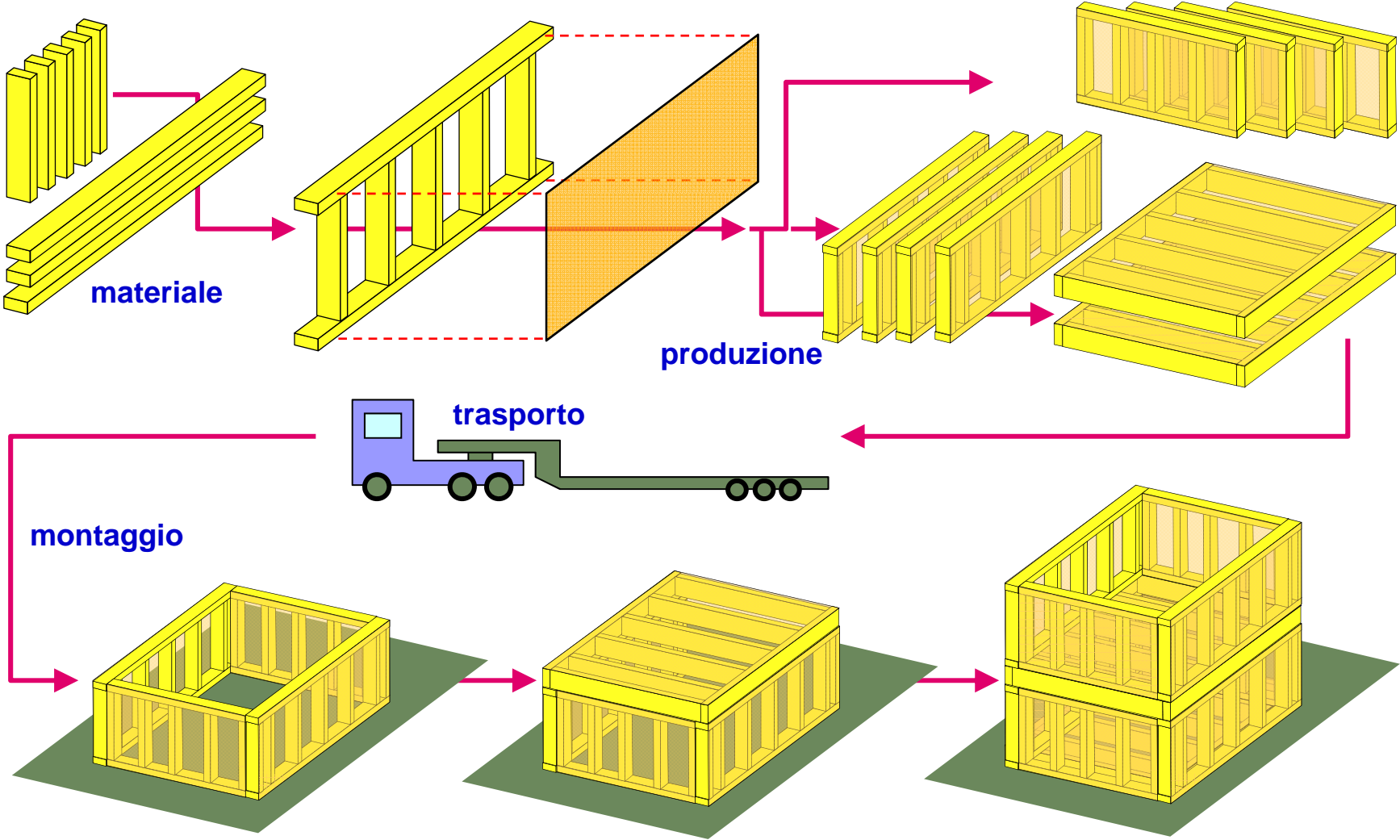
- diversi gradi di finitura
- struttura "grezza"
- elementi completi di serramenti e impianti



La costruzione di legno moderna

promo_legno

Produzione e montaggio degli edifici di legno



La costruzione di legno moderna

promo_legno

Trasporto



Elementi preassemblati

- peso "ridotto"
- trasporto su strada



La costruzione di legno moderna

promo_legno

Trasporto



La struttura di legno è decisamente leggera ...



Dr. A. Bernasconi
Ferrara, 13 maggio 2011

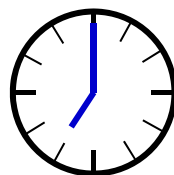
Convegno - Architetture al plurale
Punto, linea e superficie - 33

La costruzione di legno moderna

promo_legno



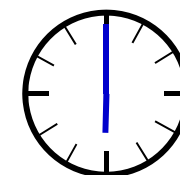
Un esempio



07.00

1 giorno di lavoro

- 1 unità di abitazione
- edificio a tetto



18.00

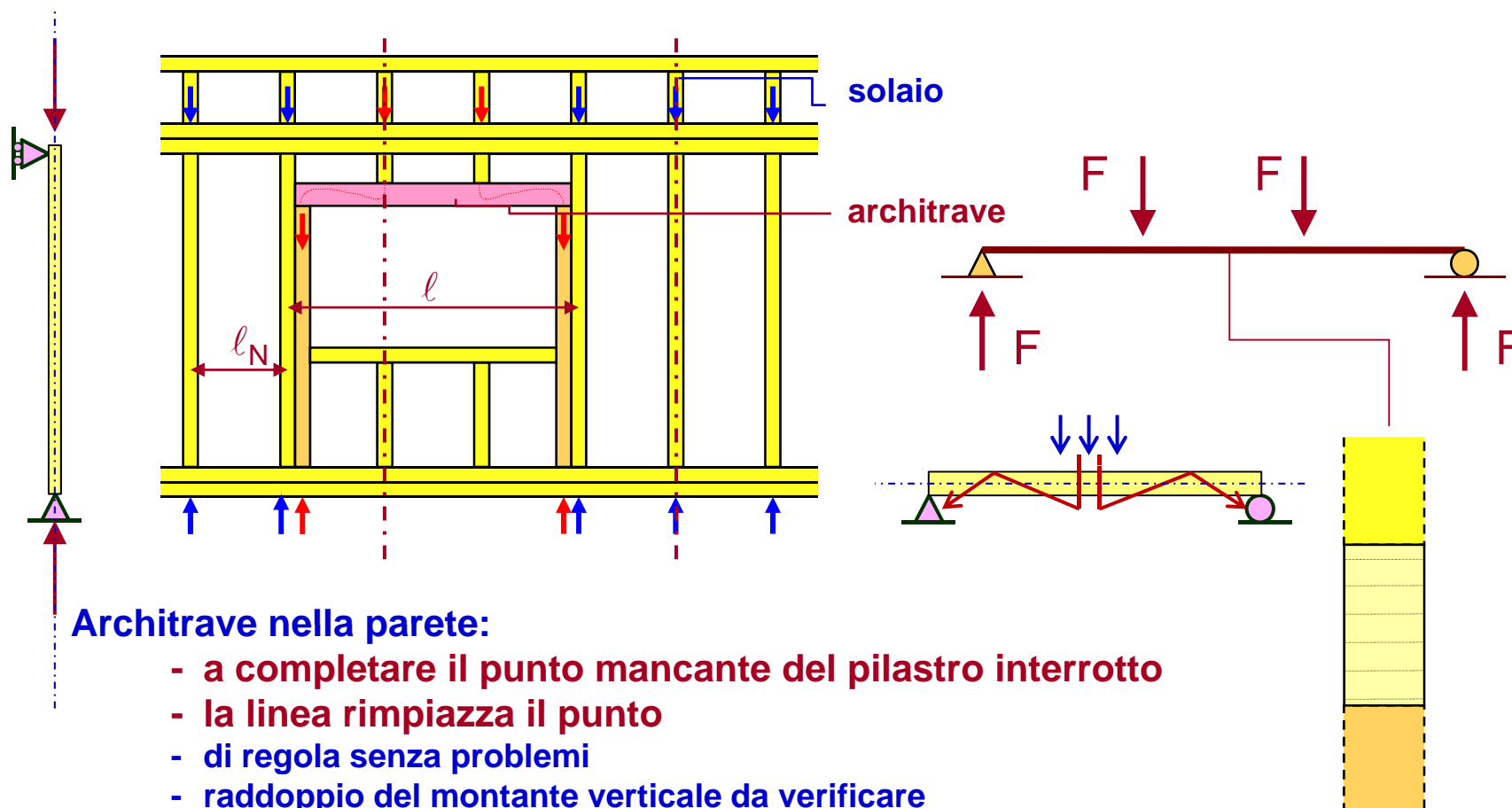


La costruzione di legno moderna

promo_legno

La costruzione intelaiata di legno

Rinforzi delle pareti - aperture - architravi



Architrave nella parete:

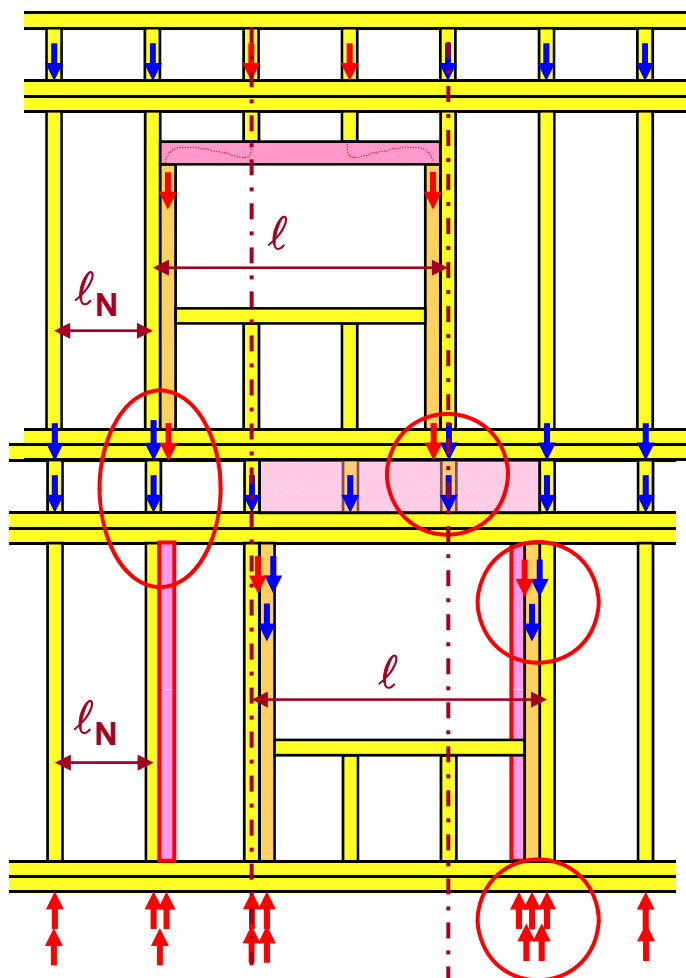
- a completare il punto mancante del pilastro interrotto
- la linea rimpiazza il punto
- di regola senza problemi
- raddoppio del montante verticale da verificare
- su un piano di altezza dello stabile senza problemi

La costruzione di legno moderna

promo_legno

La costruzione intelaiata di legno

Rinforzi delle pareti - aperture - architravi

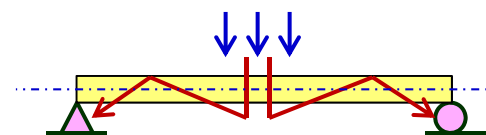


Edifici a più piani:

- aperture non concomitanti decisamente sfavorevoli
- studio di ogni parete in dettaglio necessario
- oltre i due piani di altezza
- troppi "punti" mancanti

Punti critici:

- montanti doppi sui solai
- montanti doppi sui correnti verticali
- somma delle forze di più piani



La costruzione di legno moderna

promo_legno

Esempio di elementi a struttura intelaiata



Edifici di legno per uso abitazione

- 18 appartamenti
- anno 2003
- **struttura di legno:**
non riconoscibile in facciata



La costruzione di legno moderna

promo_legno

Esempio di elementi a struttura intelaiata



Dr. A. Bernasconi
Ferrara, 13 maggio 2011

Convegno - Architetture al plurale
Punto, linea e superficie - 38

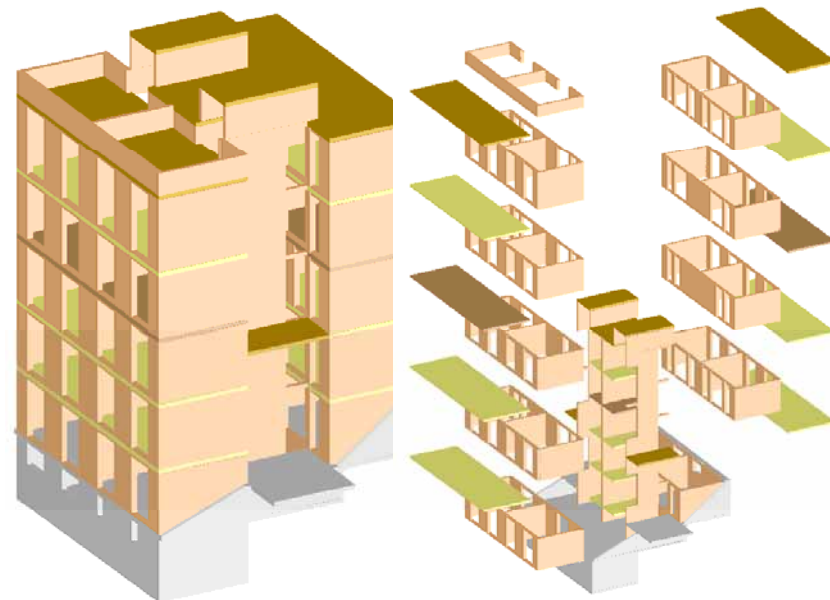
La costruzione di legno moderna

promo_legno

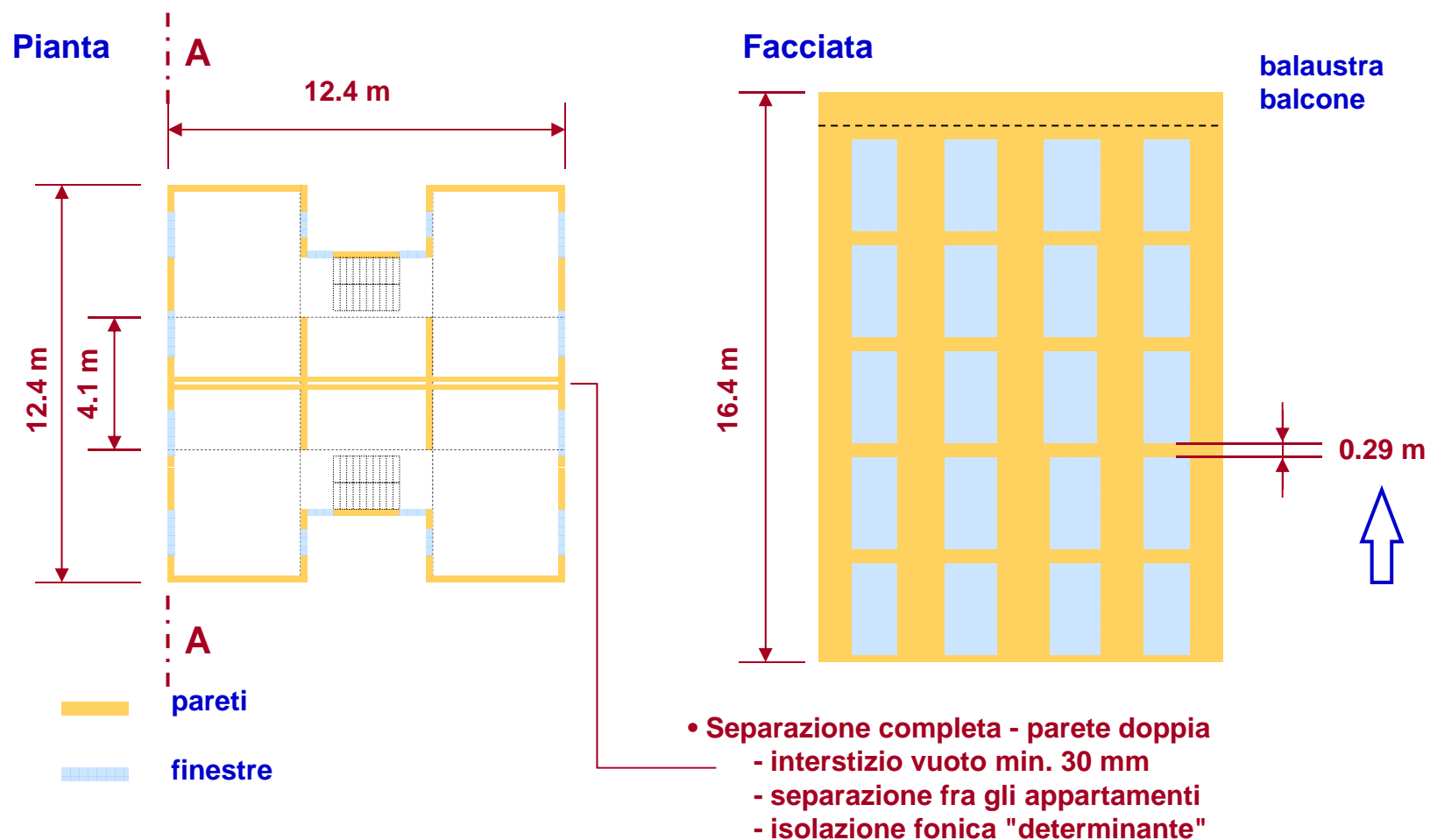


• Edificio abitativo

- 6 piani con appartamenti in duplex
- superficie stabile ca. 130 m²
- **struttura completamente in legno**



Un esempio di edificio multipiano particolare



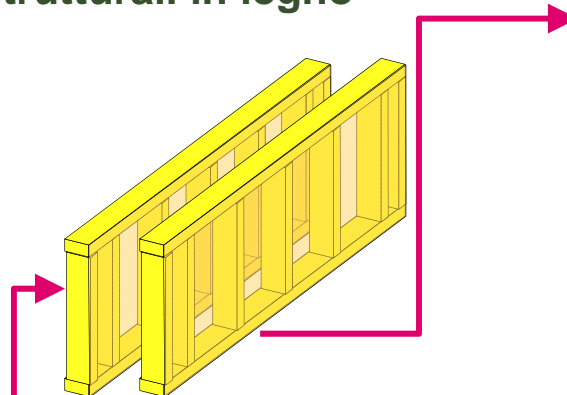
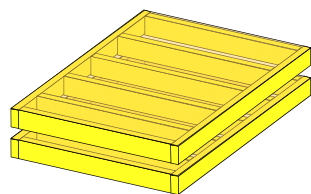
La costruzione di legno moderna

promo_legno

Un esempio di edificio multipiano

Costruzione intelaiata in legno

- tutti gli elementi strutturali in legno



Telaio e montanti

- lamellare / massiccio

Pannellatura

- OSB



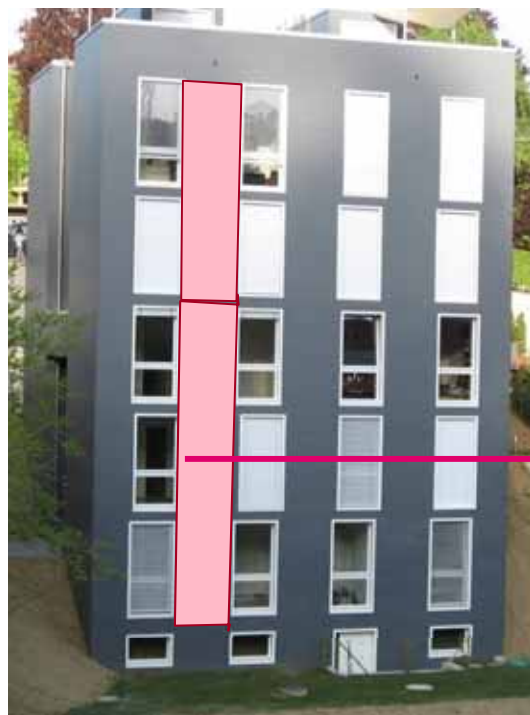
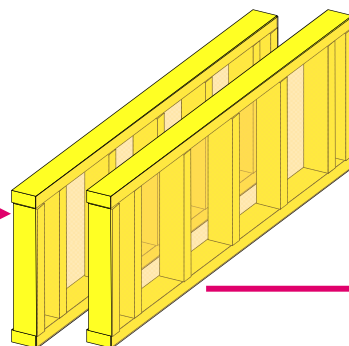
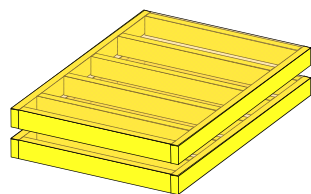
La costruzione di legno moderna

promo_legno

Un esempio di edificio multipiano

Costruzione intelaiata in legno

- tutti gli elementi strutturali in legno



Dimensioni speciali

- trasporto
- montaggio

Telaio e montanti

- lamellare

Pannellatura

- OSB



La costruzione di legno moderna

promo_legno

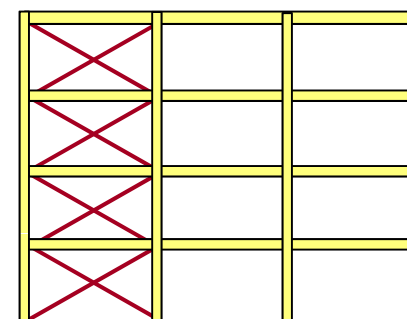
Dietro le forme e l'aspetto di ogni costruzione ...

... si trova una struttura



Elementi strutturali

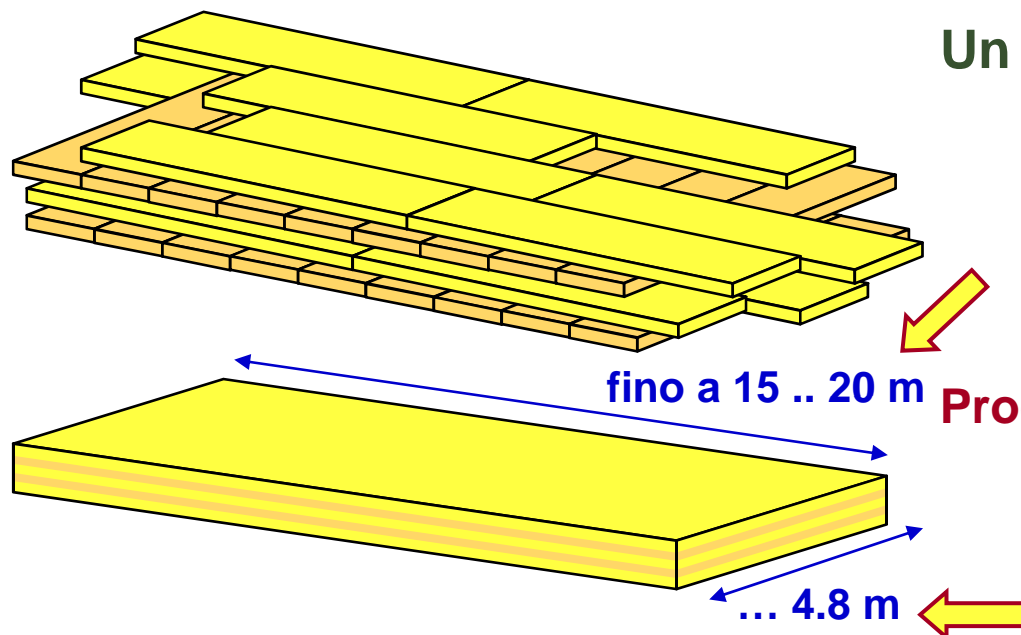
- travi, pilastri, verticali e diagonali
- telaio di travi e pilastri



Pannelli strutturali di grandi dimensioni

promo_legno

I pannelli lamellari di legno massiccio a strati incrociati XLAM



Un materiale nuovo

- "lamellare piano"
- pannello strutturale di legno massiccio

Produzione

- incollatura di più strati di tavole
- spessore pannelli: ... 500 mm
- grandi dimensioni

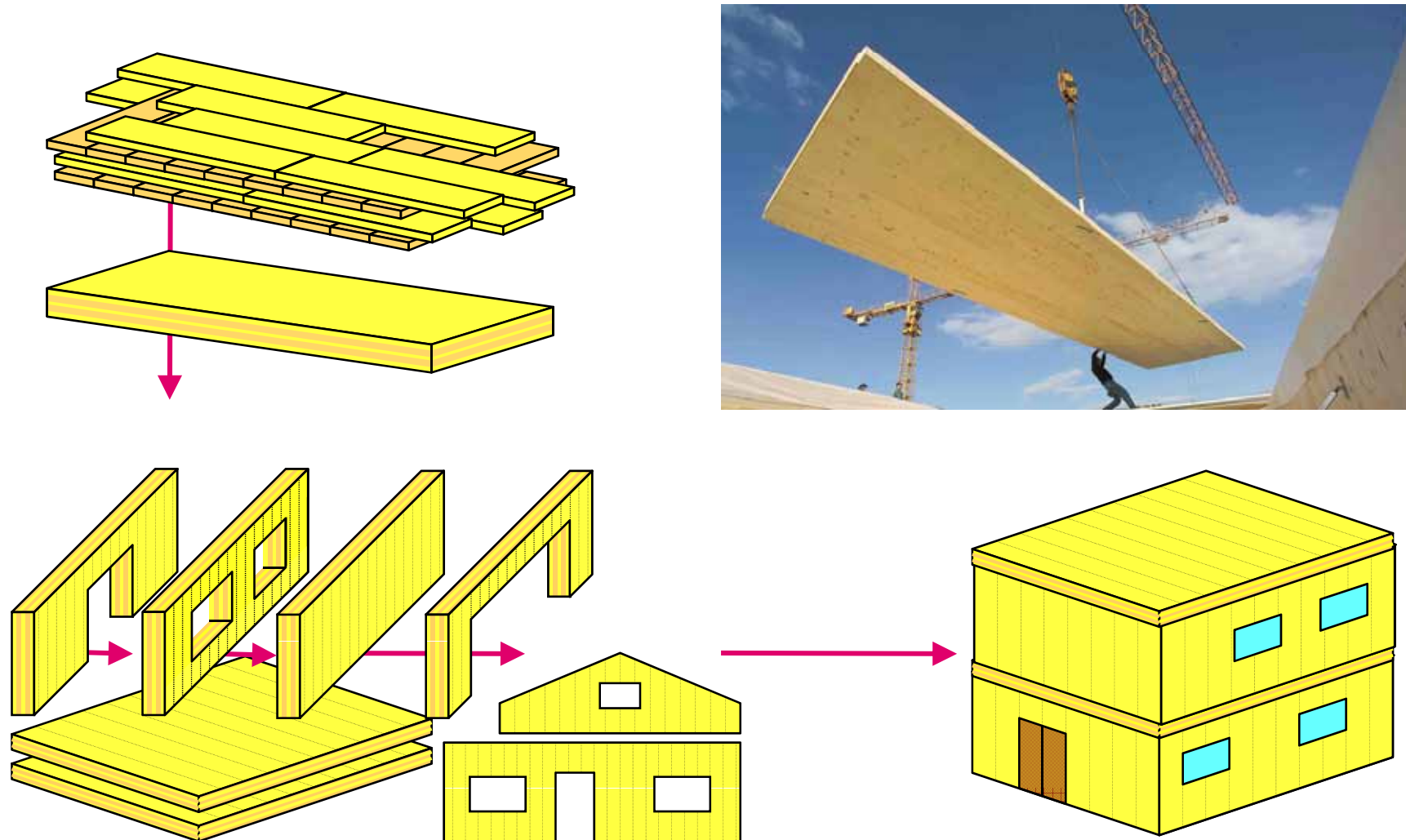
Caratteristiche

- stabilità dimensionale ottima
- elemento strutturale piano
- capacità portante bidirezionale:
 - piastra
 - lastra



Pannelli strutturali di grandi dimensioni

Il pannello XLAM quale tipologia strutturale

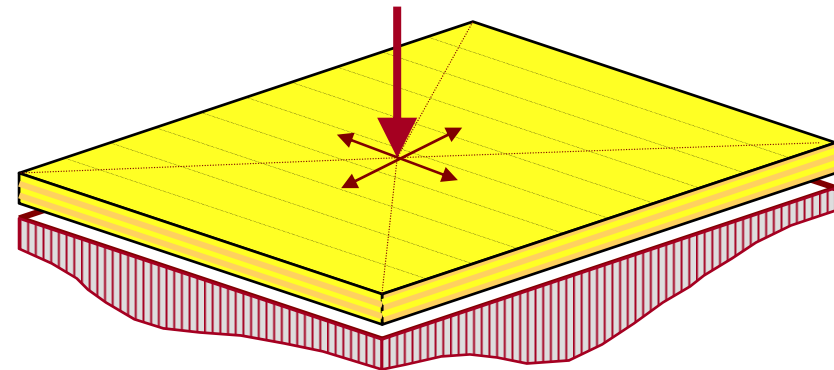


Pannelli strutturali di grandi dimensioni

promo_legno

Comportamento strutturale dei pannelli lamellari di legno massiccio a strati incrociati XLAM

- elemento massiccio piano
- rigidità e resistenza nelle due direzioni del piano



Trasmissione dei carichi:

- contributo di tutto l'elemento
- ripartizione su tutta la sottostruttura
- sollecitazione ridotta dei singoli elementi

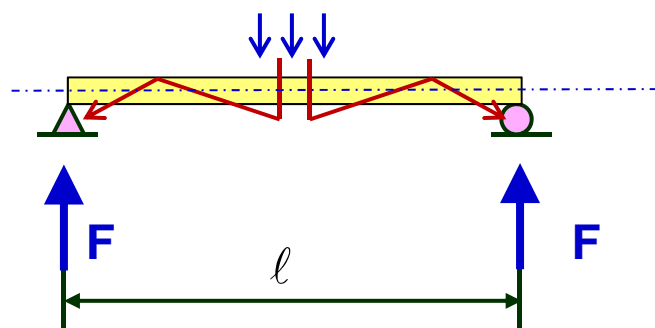
Pannelli strutturali di grandi dimensioni

promo_legno

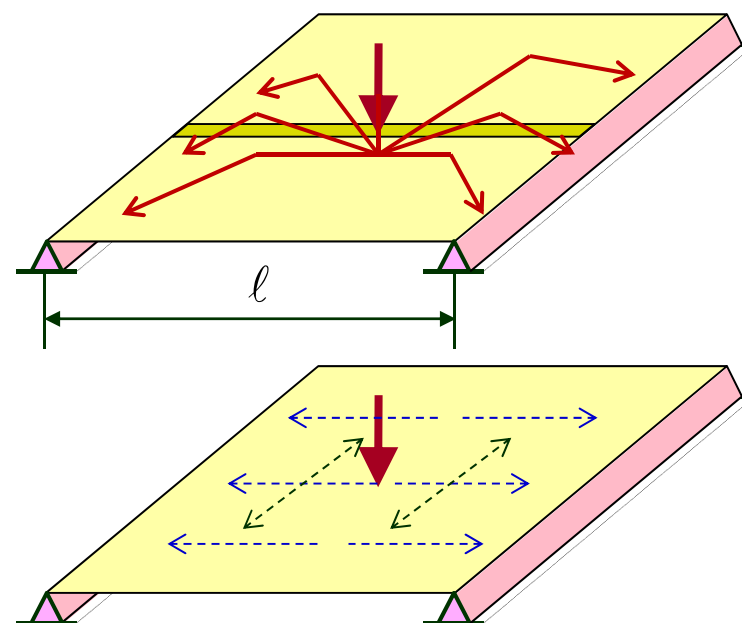
Caratteristiche meccaniche - Resistenza e rigidezza

La soletta - l'effetto strutturale della superficie

- dalla linea alla superficie strutturale
- superamento di uno spazio lineare vuoto l



Trave: **linea** strutturale
mono-direzionale



Soletta: **superficie** strutturale
bi-direzionale

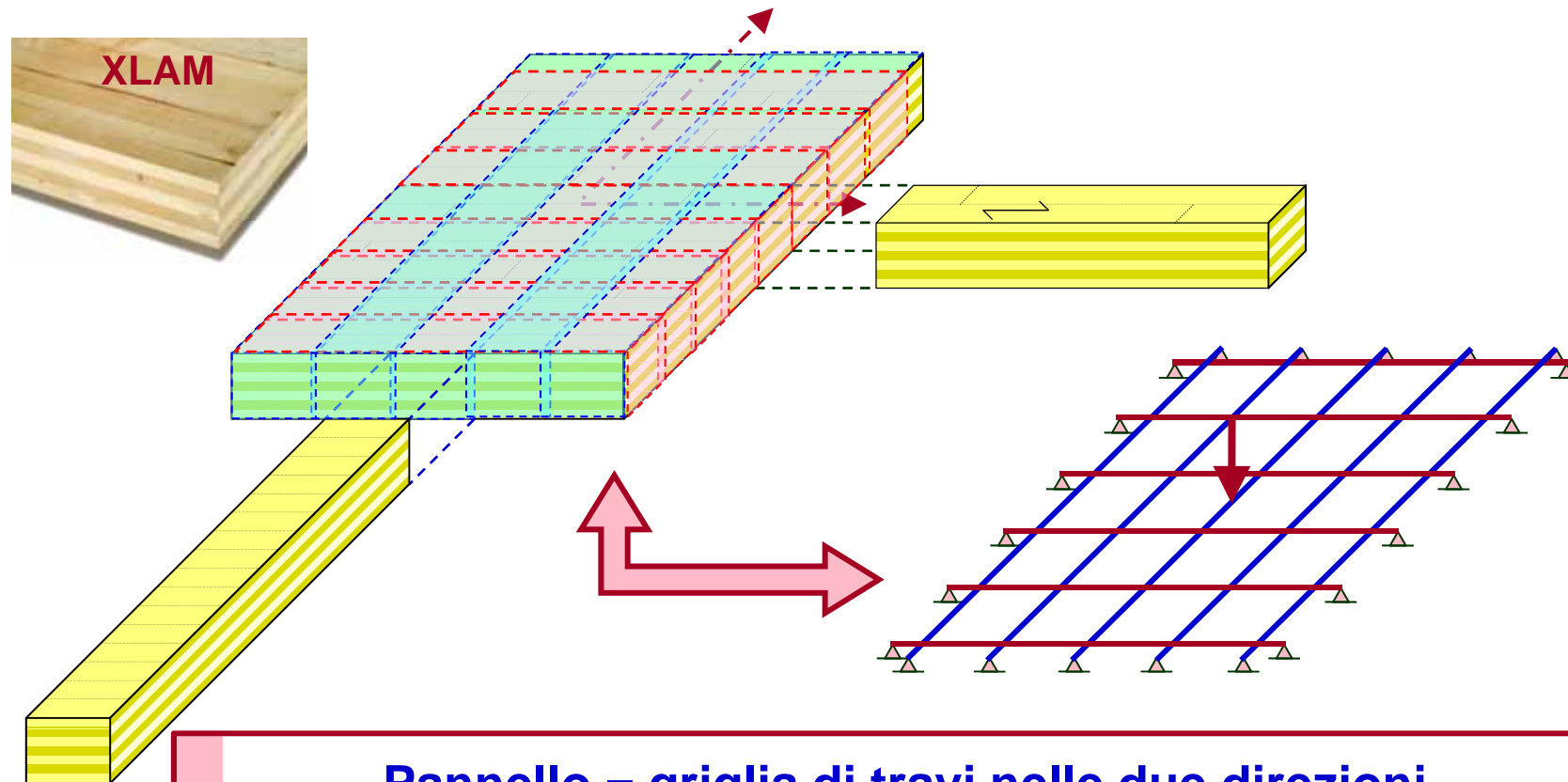
Pannelli strutturali di grandi dimensioni

promo_legno

Caratteristiche meccaniche - Resistenza e rigidezza

Piastra sollecitata perpendicolarmente al piano

- strati alternati nelle due direzioni
- effetto strutturale bidirezionale - esempio

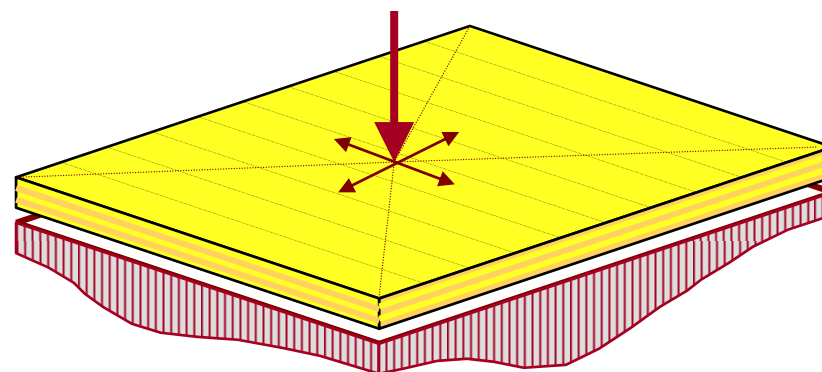
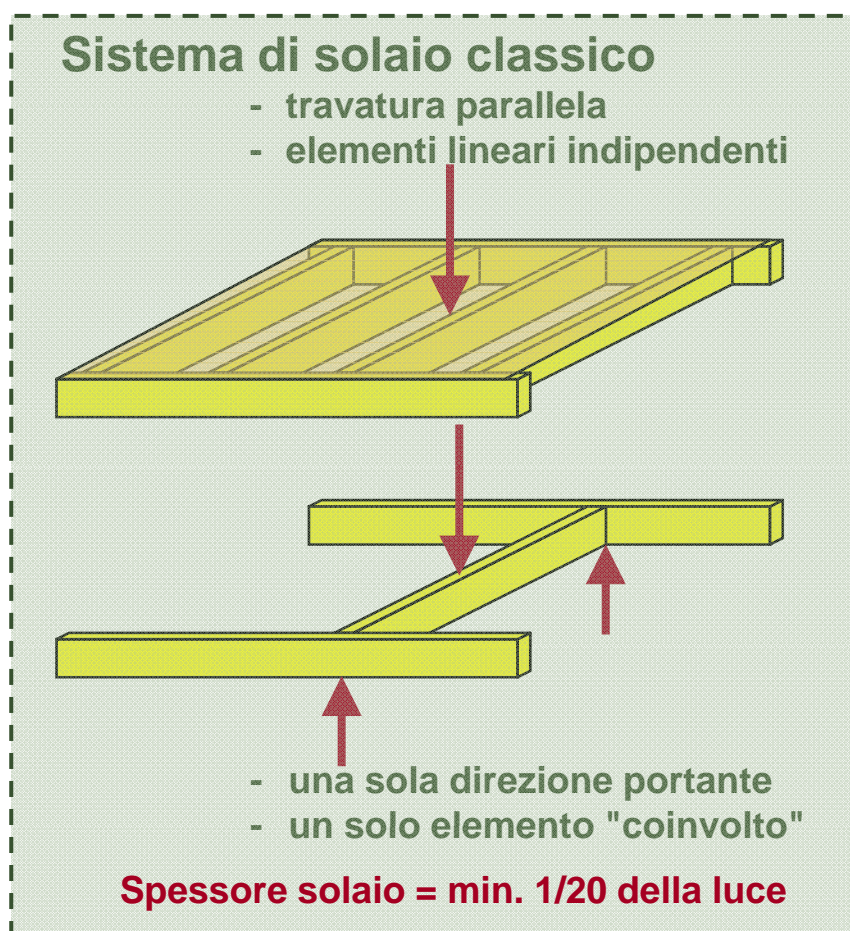


Pannelli strutturali di grandi dimensioni

promo_legno

Comportamento strutturale dei pannelli lamellari di legno massiccio a strati incrociati XLAM

- elemento massiccio piano
- rigidità e resistenza nelle due direzioni del piano



Trasmissione dei carichi:

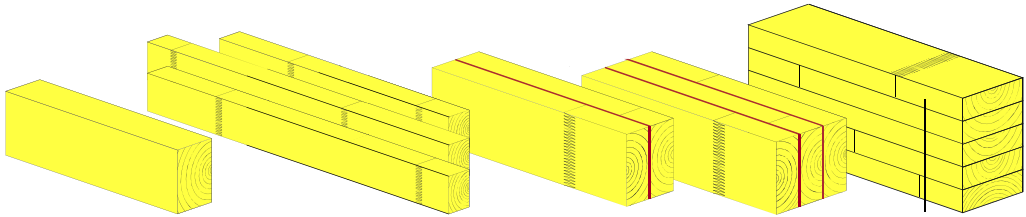
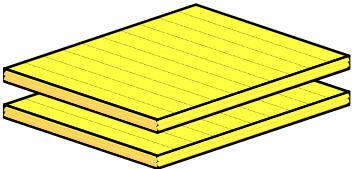
- contributo di tutto l'elemento
- ripartizione su tutta la sottostruttura
- sollecitazione ridotta dei singoli elementi

Spessore soletta = ca. 1/30 - 1/35 della luce

Prodotti per uso strutturale all'avanguardia

promo_legno

Il legno oggi - Il materiale legno massiccio "ingegnerizzato"

Materiale e prodotti	<p style="text-align: center;">Elementi strutturali lineari - travi</p>  <p style="text-align: center;">MH KVH DUO/TRIO GLT Lamellare</p>	<p style="text-align: center;">Elementi piani</p>  <p style="text-align: center;">XLAM</p>
Qualità estetica	- aspetto estetico / - uso a vista / - esigenze speciali	
Dimensioni	<p>60 / 100 mm 140 / 280 mm</p> <p style="text-align: center;">fino a 18 m</p>	<p style="text-align: center;">... 600 / 240 mm ... 2500 / 240 mm</p> <p style="text-align: center;">fino a oltre 40 m</p>
Qualità tecniche	<p style="text-align: center;">Profili prestazionali - Classi di resistenza</p> <p style="text-align: center;">Omologazioni nazionali ed europee - Marcatura CE</p> <p style="text-align: center;">Normative specifiche sui prodotti e i materiali</p>	



Esigenze e qualità regolate dalla normativa vigente - europea e naz.

Pannelli strutturali di grandi dimensioni

promo_legno

Comportamento strutturale - Resistenza e rigidezza

Lastra quale elemento di parete di un edificio

- contributo strutturale di tutto l'elemento (effetto "superficie")
- resistenza e rigidezza elevata

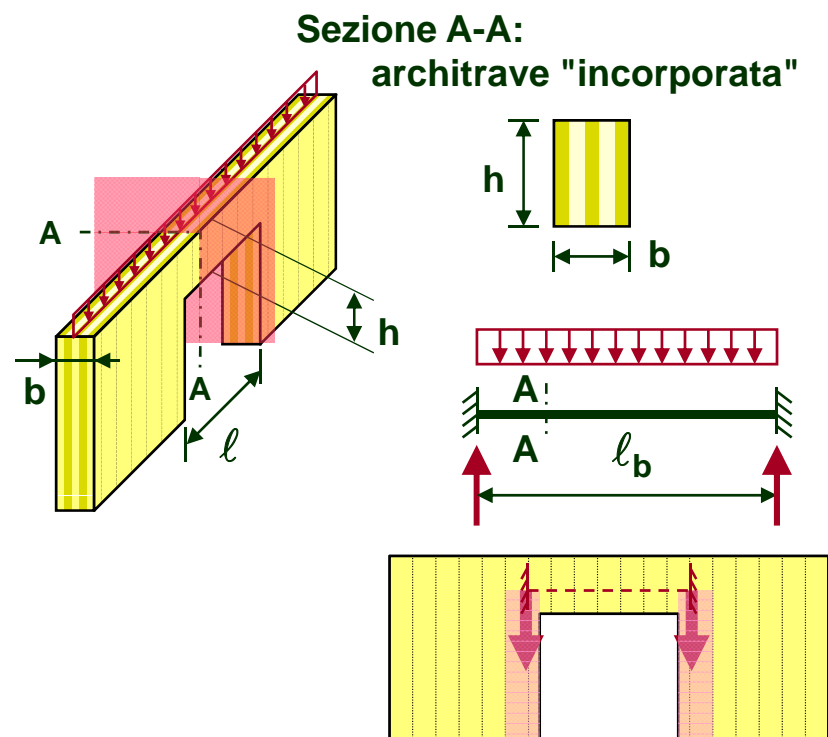
Parete con aperture

- parete con architravi
- lastra verticale massiccia



Dr. A. Bernasconi
Ferrara, 13 maggio 2011

Carichi verticali



Convegno - Architetture al plurale
Punto, linea e superficie - 51

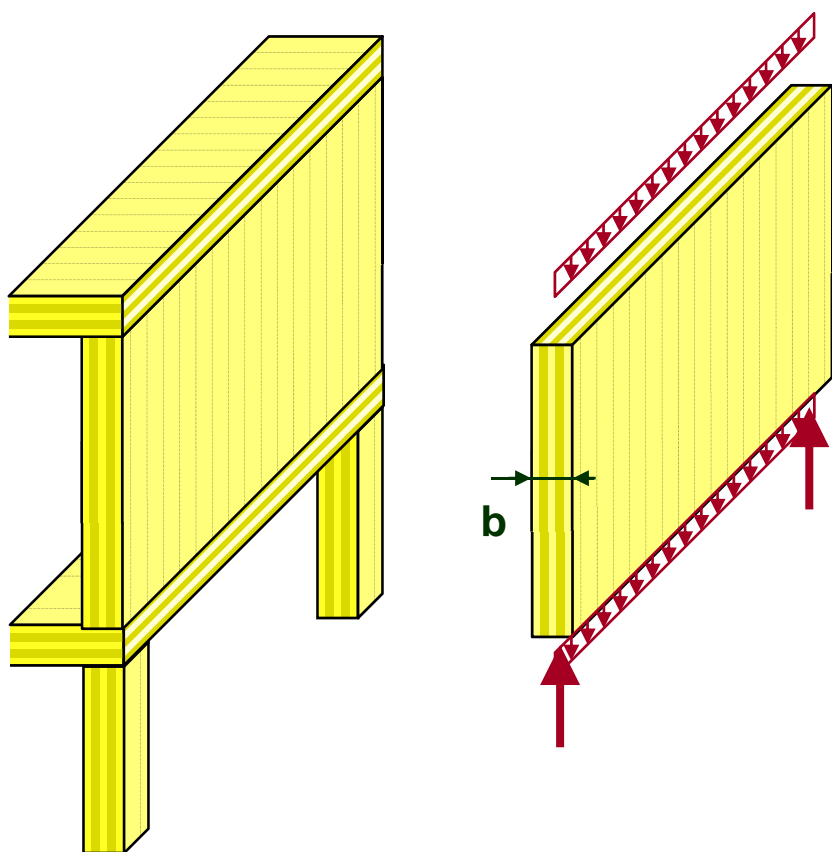
Pannelli strutturali di grandi dimensioni

promo_legno

Comportamento strutturale - Resistenza e rigidezza

Parete quale elemento strutturale

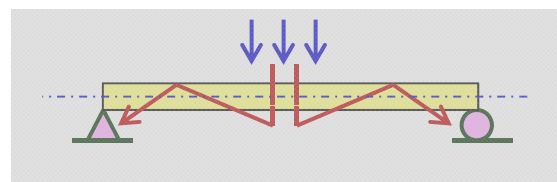
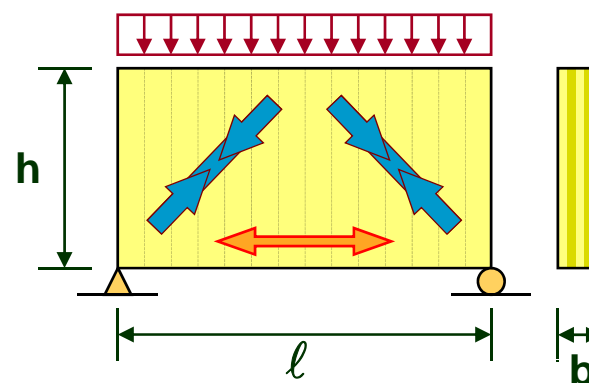
- parete quale **trave - parete**
- lastra verticale massiccia



Carichi verticali

L'elemento strutturale "parete":

- lastra = trave di grandi dimensioni
- resistenza e rigidezza ottimali



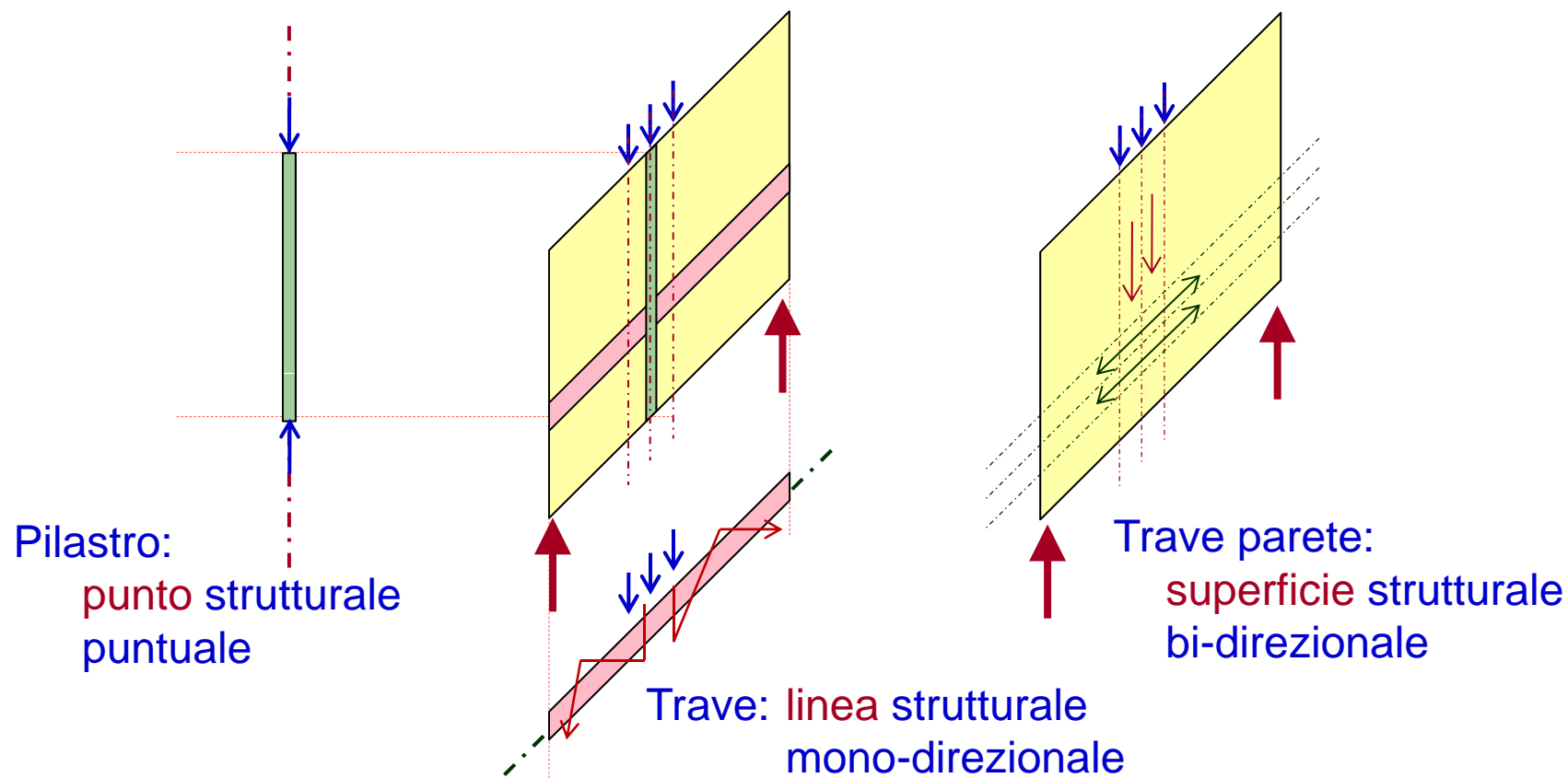
Pannelli strutturali di grandi dimensioni

promo_legno

Comportamento strutturale - Resistenza e rigidezza

La trave parete unisce

- la linearità del pilastro interno alla parete
- lo spostamento sulla linea della luce l - l'effetto trave

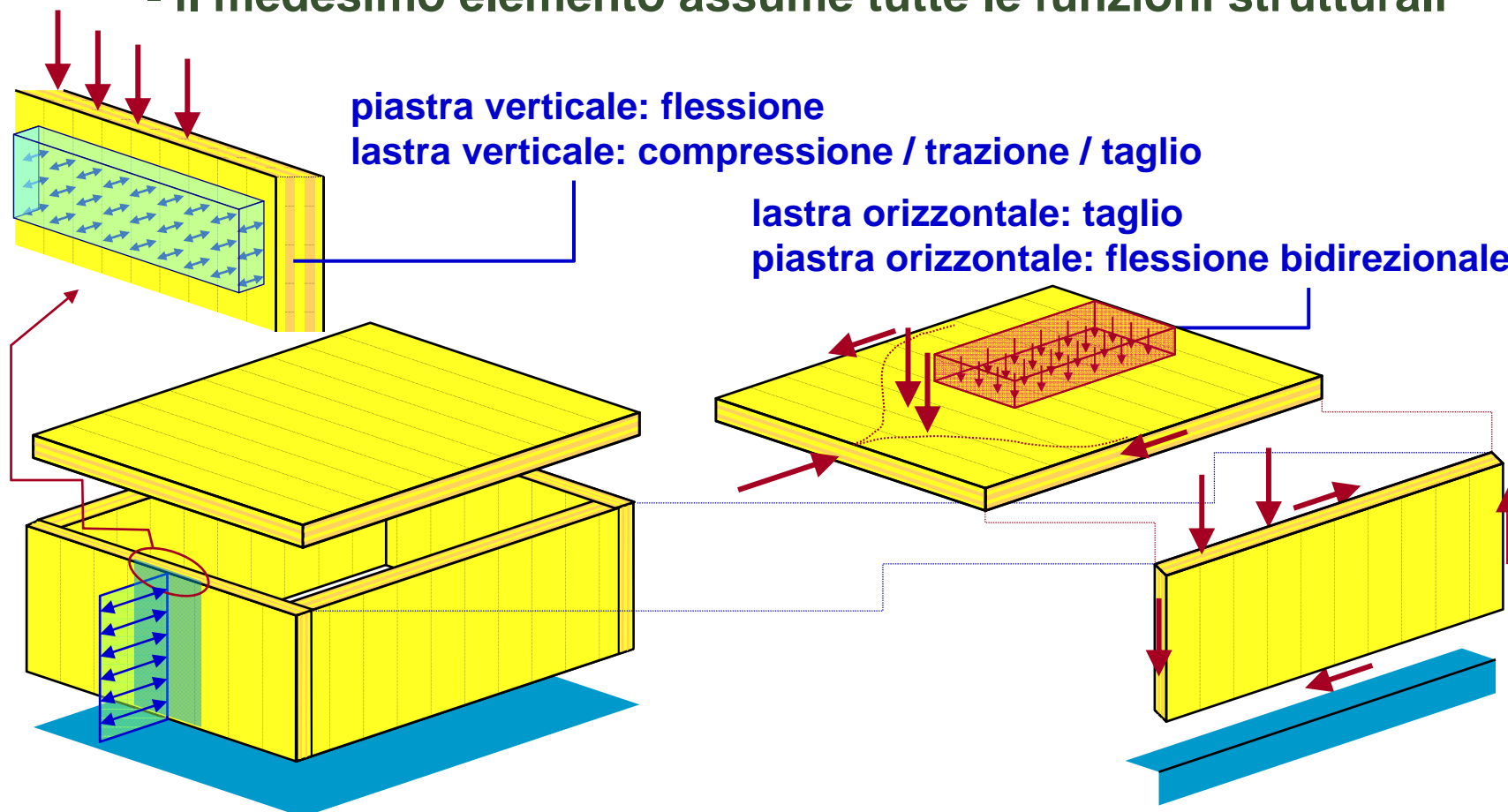


Pannelli strutturali di grandi dimensioni

promo_legno

Comportamento strutturale pannelli massicci XLAM

- il medesimo elemento assume tutte le funzioni strutturali



Edifici con struttura di pannelli XLAM

promo_legno

Produzione e montaggio

- preassemblaggio completo di pareti e solai
- montaggio della struttura portante e finitura in cantiere



Edifici con struttura di pannelli XLAM

promo_legno

Esempio di edificio abitativo semplice - Austria 1999



Edifici con struttura di pannelli XLAM

promo_legno

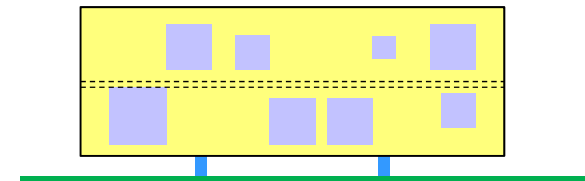
Esempio di edificio abitativo semplice - Italia 2005



Edifici con struttura di pannelli XLAM

promo_legno

La struttura al servizio del progetto

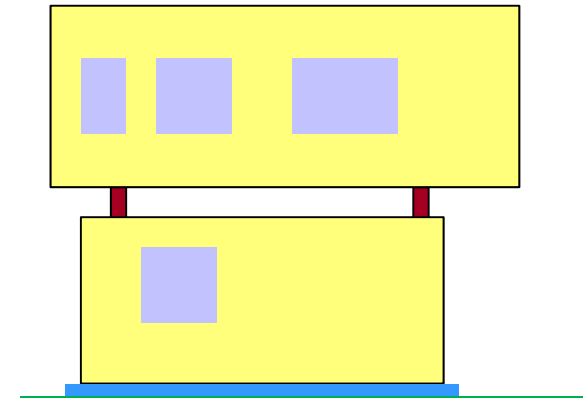


Edifici con struttura di pannelli XLAM

promo_legno

La struttura al servizio del progetto

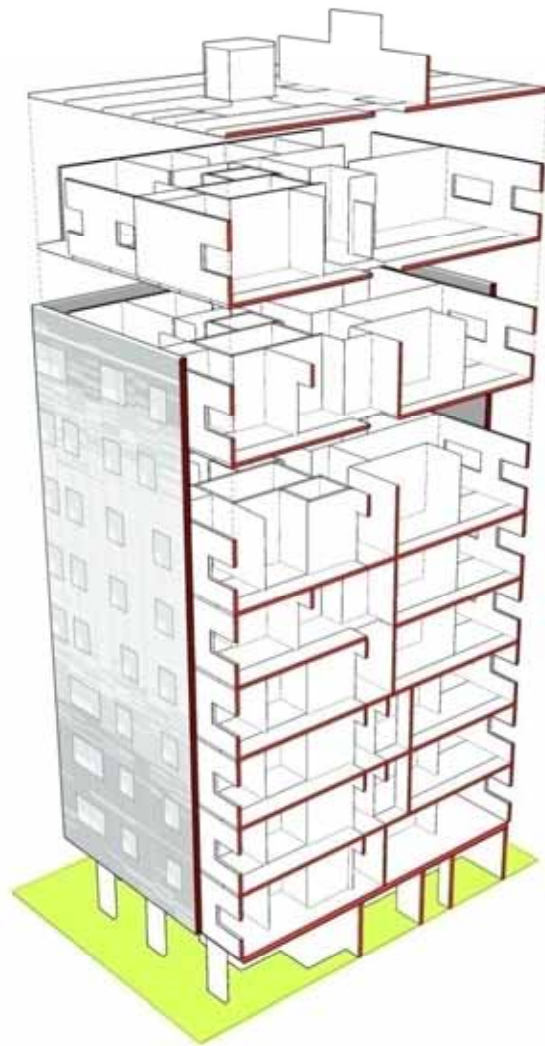
- Parete quale elemento strutturale
 - parete quale **trave - parete**
 - lastra verticale massiccia



Edifici con struttura di pannelli XLAM

promo_legno

Murray Grove a Londra: 9 piani di legno



Dr. A. Bernasconi
Ferrara, 13 maggio 2011

Convegno - Architetture al plurale
Punto, linea e superficie - 60

Edifici con struttura di pannelli XLAM

promo_legno

Murray Grove a Londra: 9 piani di legno



Dr. A. Bernasconi
Ferrara, 13 maggio 2011

Convegno - Architetture al plurale
Punto, linea e superficie - 61

Edifici con struttura di pannelli XLAM

promo_legno

Le possibilità della costruzione di legno con i pannelli XLAM

- Un materiale nuovo per l'edilizia delle grandi strutture



- Opere di ingegneria strutturale
 - analisi strutturale
 - collegamenti fra pannelli
 - comportamento dinamico

- Edifici multipiano fino a 10 piani
 - applicazione dello stato dell'arte
 - a pieno titolo "grandi strutture"



Edifici con struttura di pannelli XLAM

promo_legno

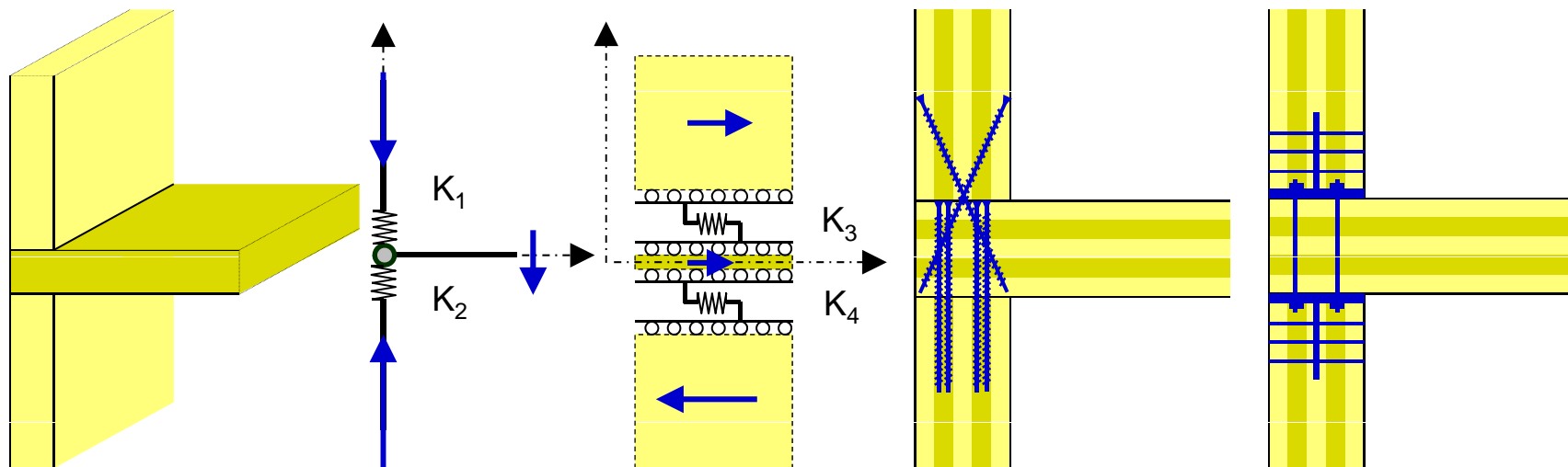
Le possibilità della costruzione di legno con i pannelli XLAM

- Un materiale nuovo per l'edilizia delle grandi strutture



- Opere di ingegneria strutturale
 - analisi strutturale
 - collegamenti fra pannelli
 - comportamento dinamico

- Basi tecniche disponibili
 - stato della scienza
 - quadro normativo



Edifici con struttura di pannelli XLAM

promo_legno

Le possibilità della costruzione di legno con i pannelli XLAM

- Un materiale nuovo per l'edilizia delle grandi strutture

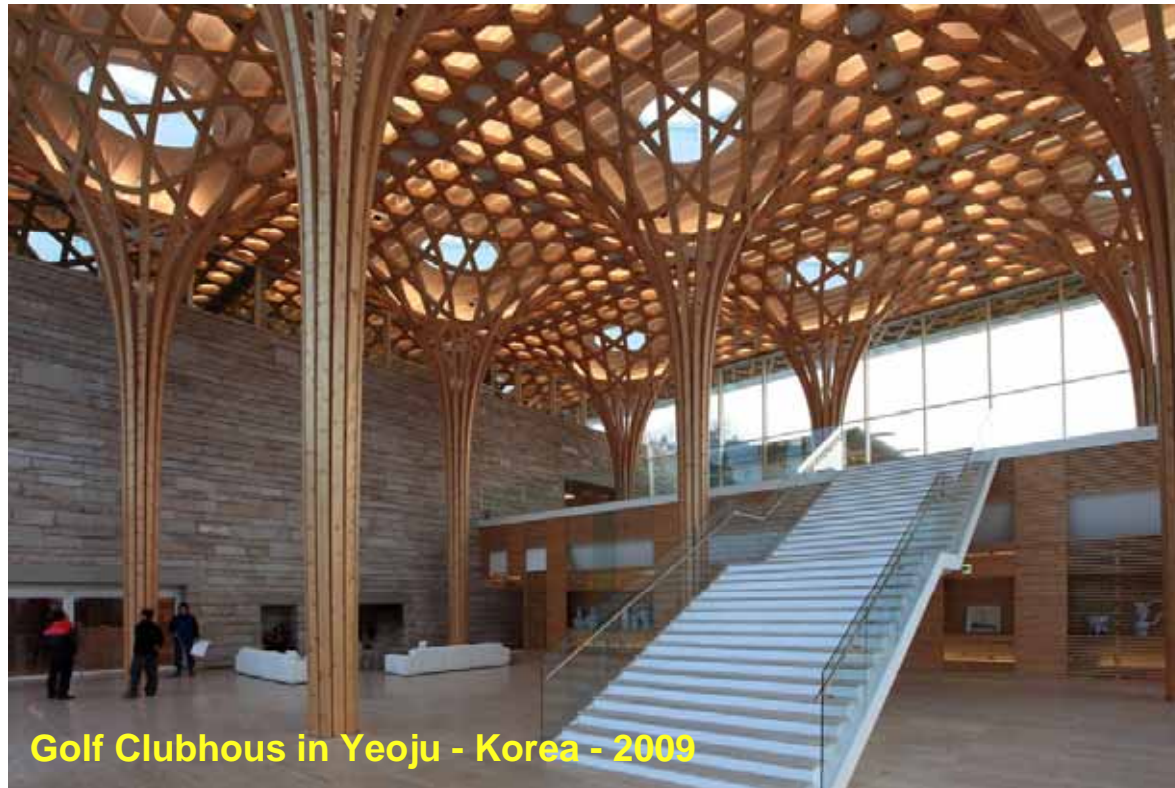


- Un materiale nuovo
 - per progetti ambiziosi
 - per soluzioni progettuali e strutturali finora non accessibili al legno
- Un materiale nuovo richiede
 - competenze nuove e aggiornate
 - l'applicazione di tecniche e principi nuovi
 - l'integrazione degli sviluppi tecnologici recenti

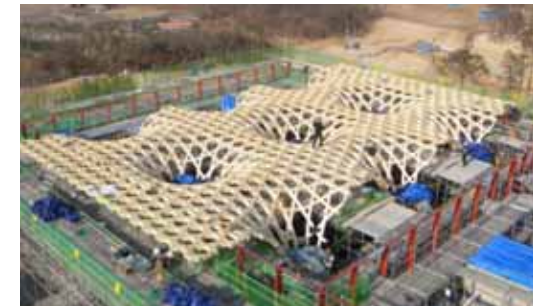
La qualità moderna ...

promo_legno

Risultato dello sviluppo e dell'evoluzione del legno incollato



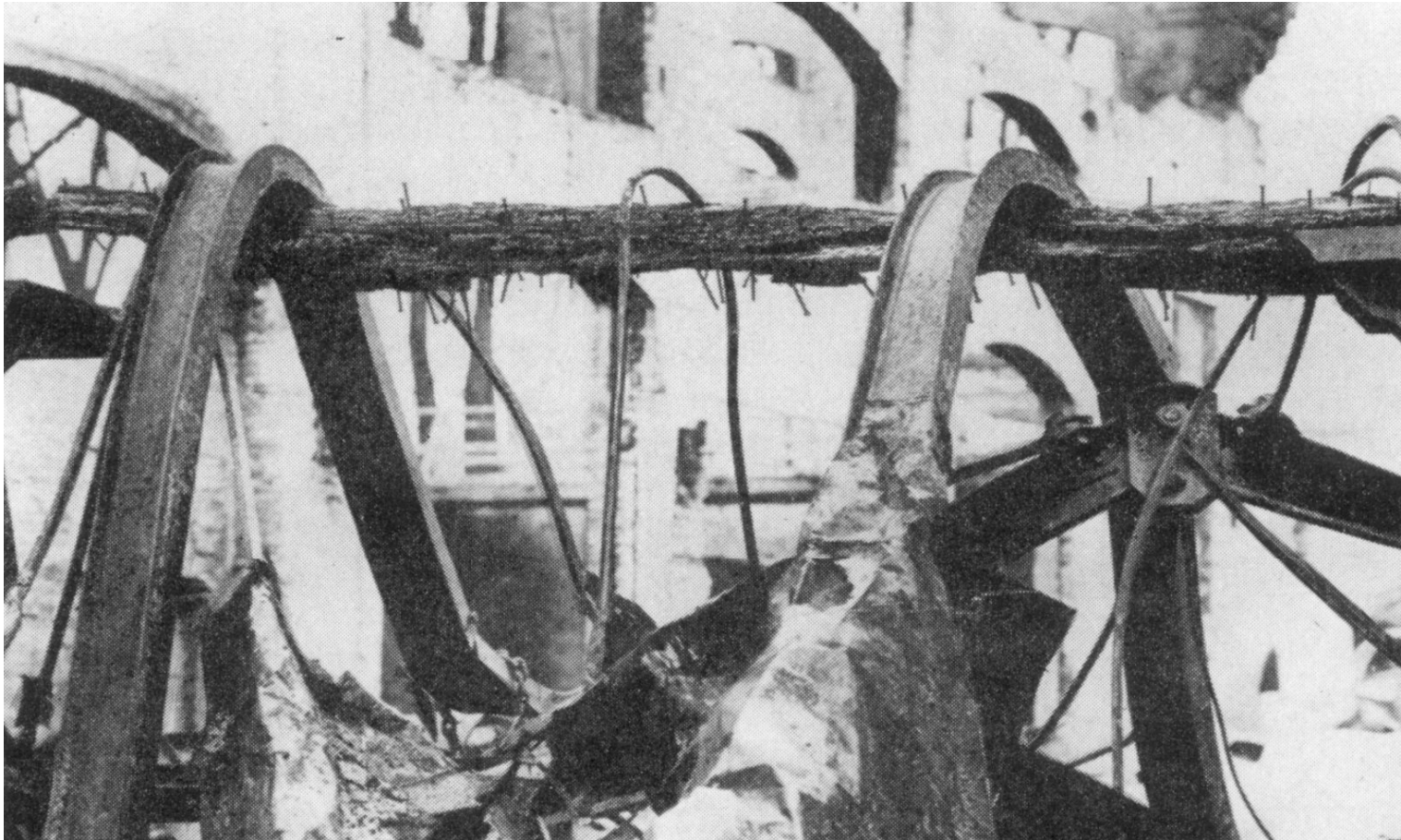
- 76 x 36 m² di superficie coperta
- 13 m di altezza dei 21 "alberi" della costruzione
- 4500 barre curve a comporre la copertura



Le possibilità della costruzione di legno

promo_legno

Aspetti tecnici particolari e "critici": il fuoco e l'incendio



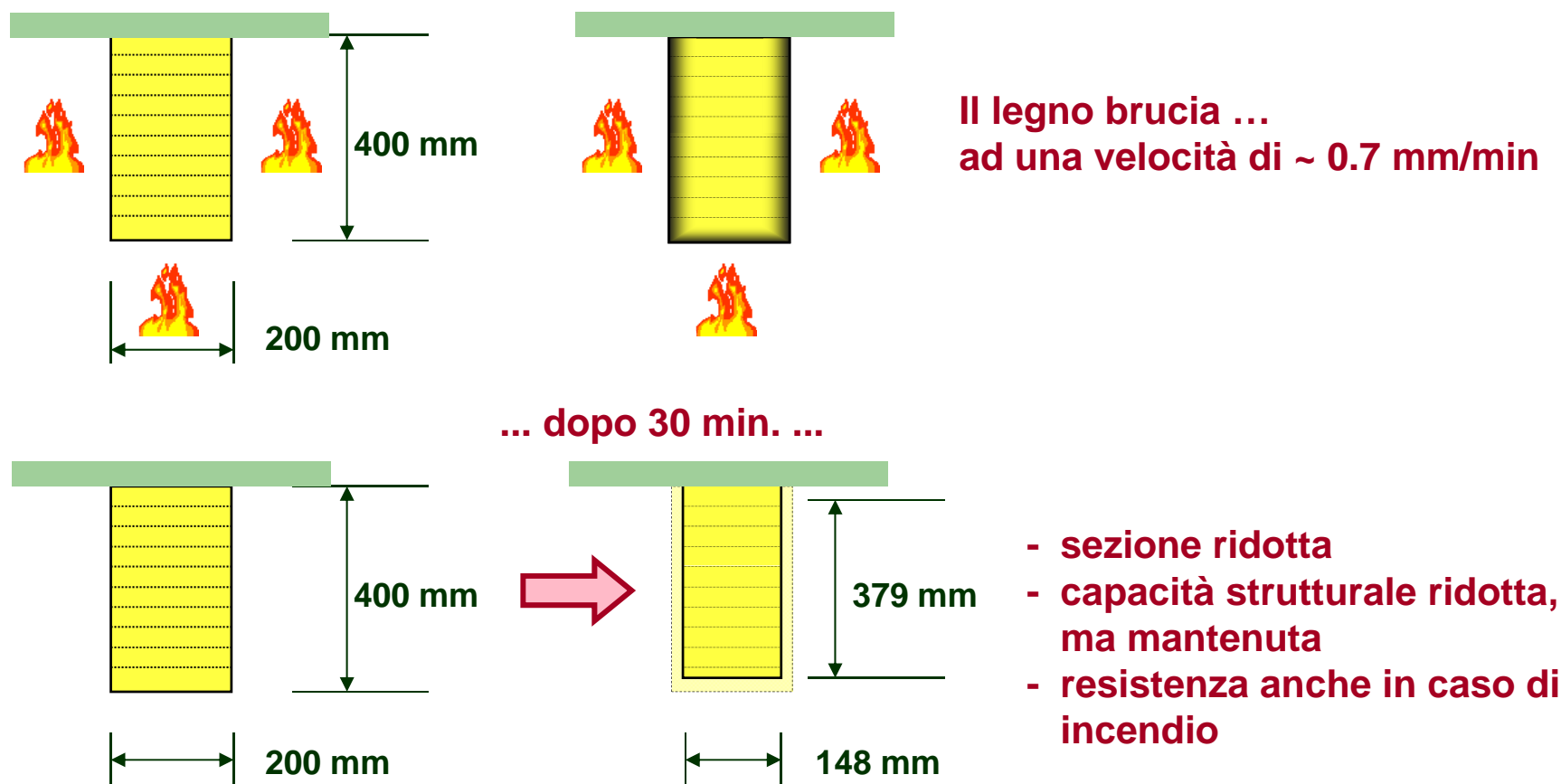
- Il punto debole della struttura è difficilmente la resistenza al fuoco del legno !!
- La sicurezza contro l'incendio dipende da altri fattori...

Le possibilità della costruzione di legno

promo_legno

Aspetti tecnici particolari e "critici": il fuoco e l'incendio

- il legno è combustibile - quindi brucia
- il legno brucia molto lentamente

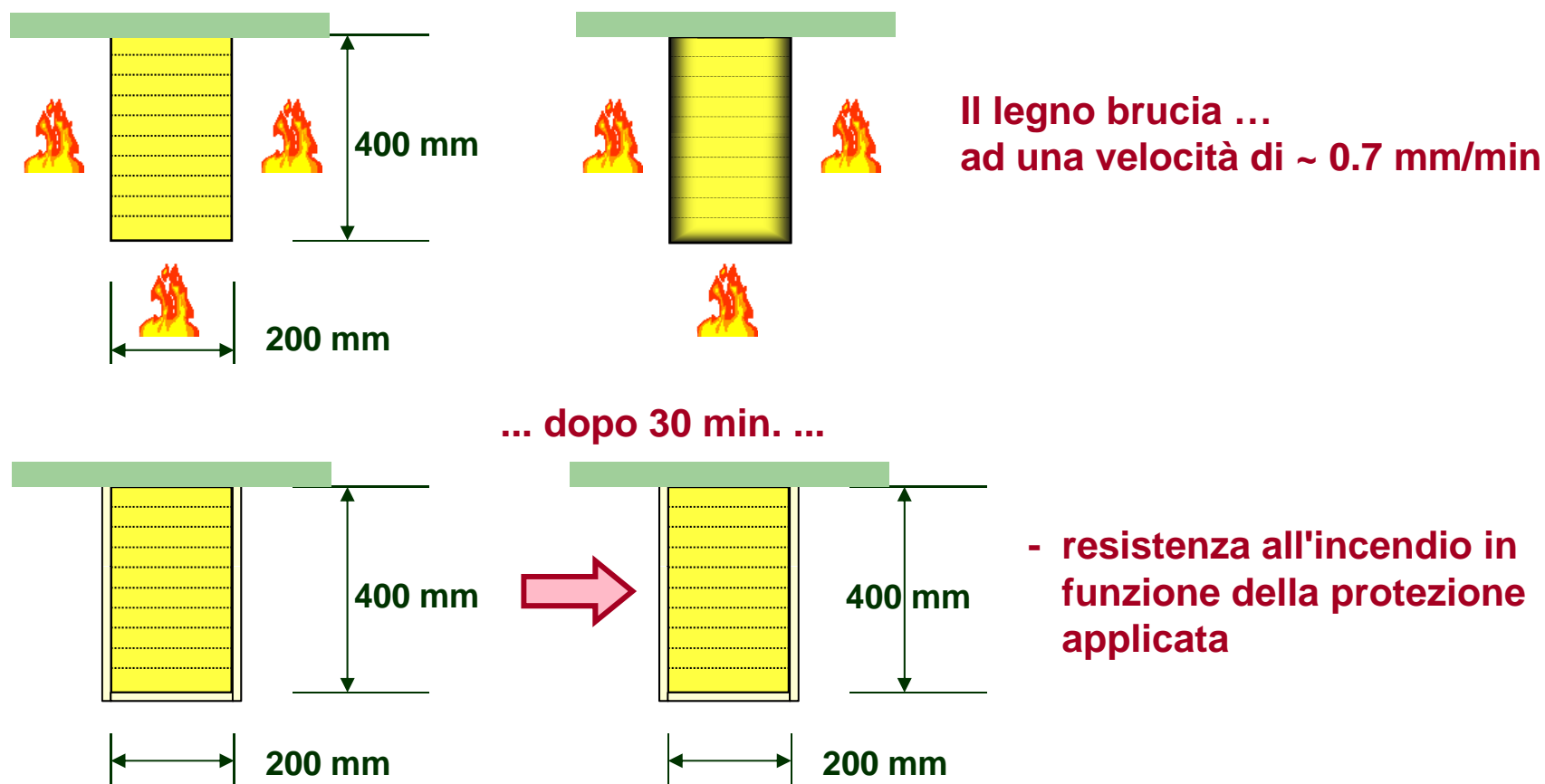


Le possibilità della costruzione di legno

promo_legno

Aspetti tecnici particolari e "critici": il fuoco e l'incendio

- il legno può essere protetto
- la costruzione diventa "non combustibile"

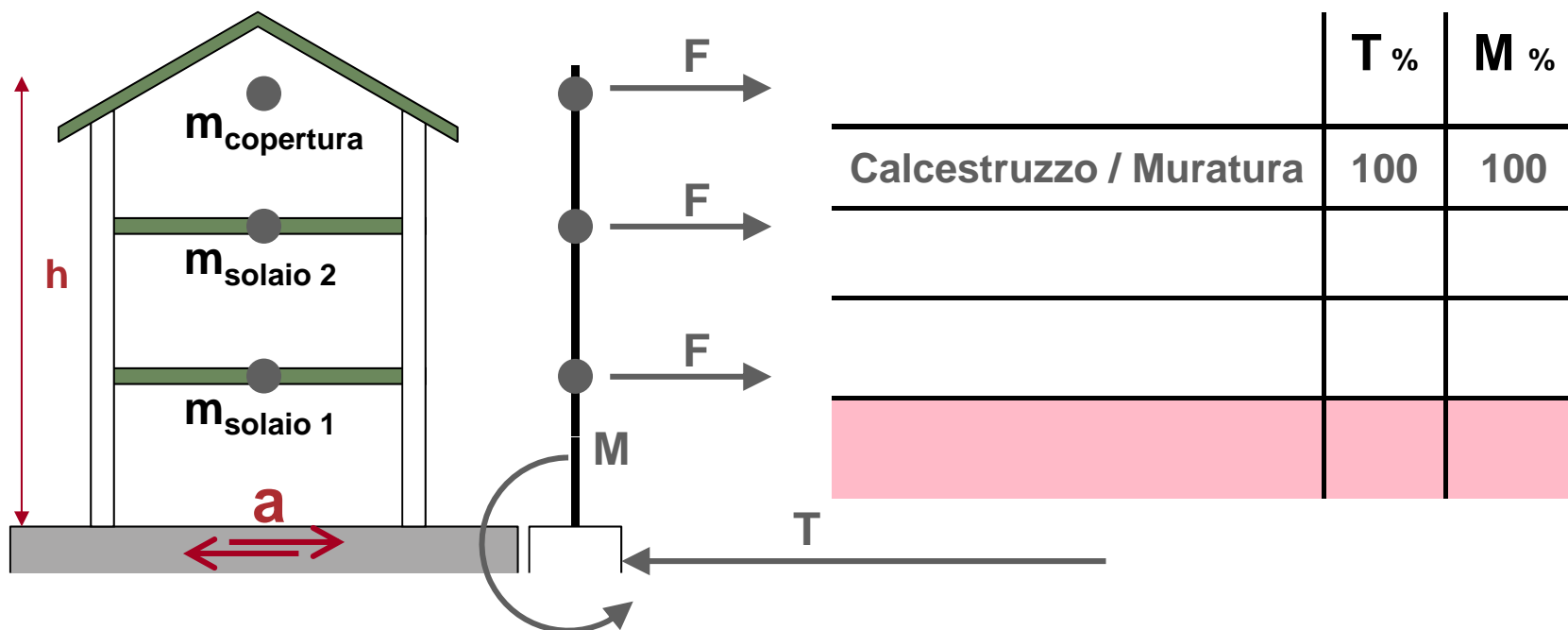


Edifici di legno - Il fenomeno sismico

promo_legno

La costruzione in legno ha una massa ridotta

- Le forze in gioco dipendono dalla massa
 - le forze sono data da $F = \text{massa} \times \text{accelerazione}$
 - massa legno = ca. 1/4 massa calcestruzzo
 - costruzione in legno: forze ridotte al 25%

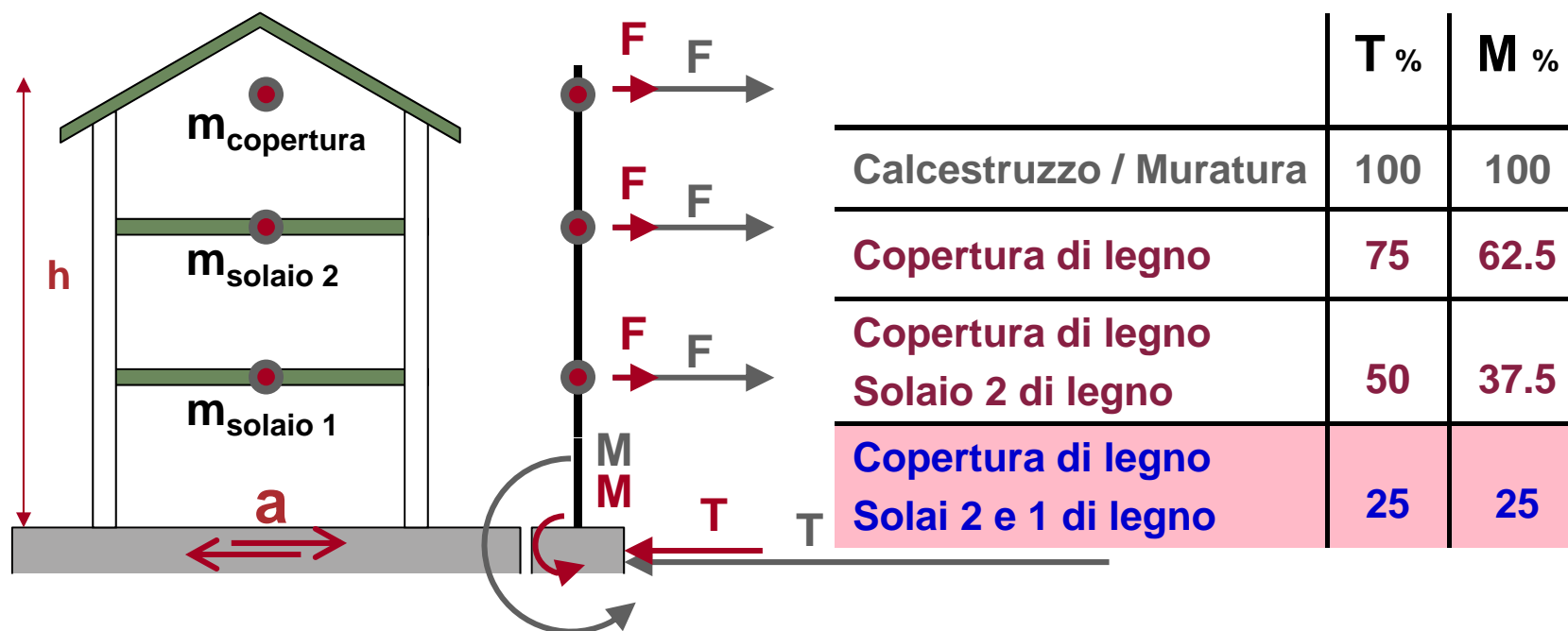


Edifici di legno - Il fenomeno sismico

promo_legno

La costruzione in legno ha una massa ridotta

- Le forze in gioco dipendono dalla massa
 - le forze sono data da $F = \text{massa} \times \text{accelerazione}$
 - massa legno = ca. 1/4 massa calcestruzzo
 - costruzione in legno: forze ridotte al 25%

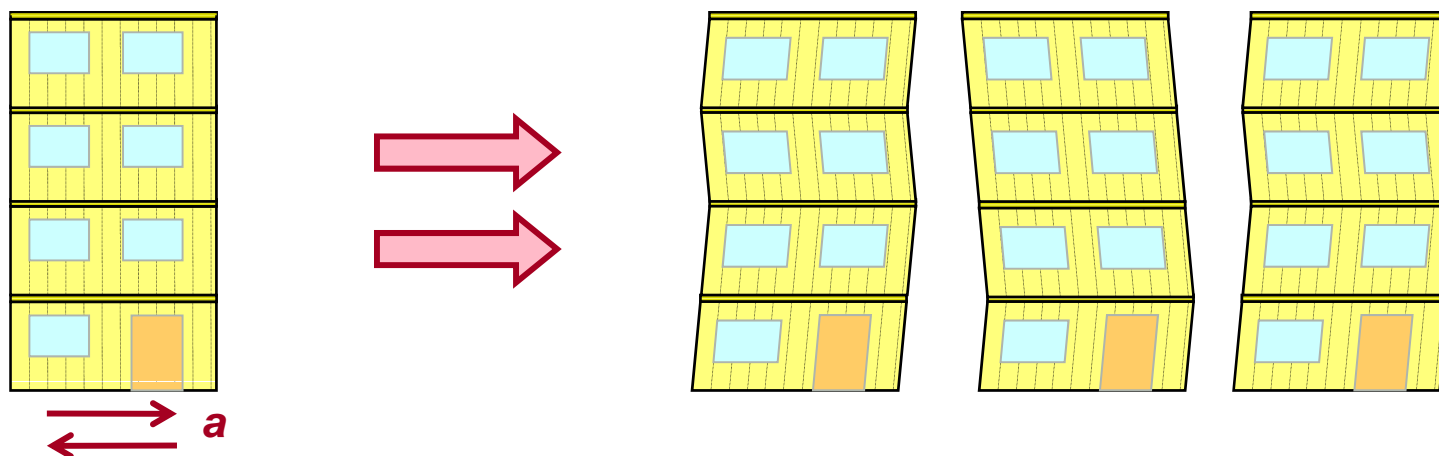


Edifici di legno - Il fenomeno sismico

promo_legno

La costruzione in legno ... ha una massa ridotta

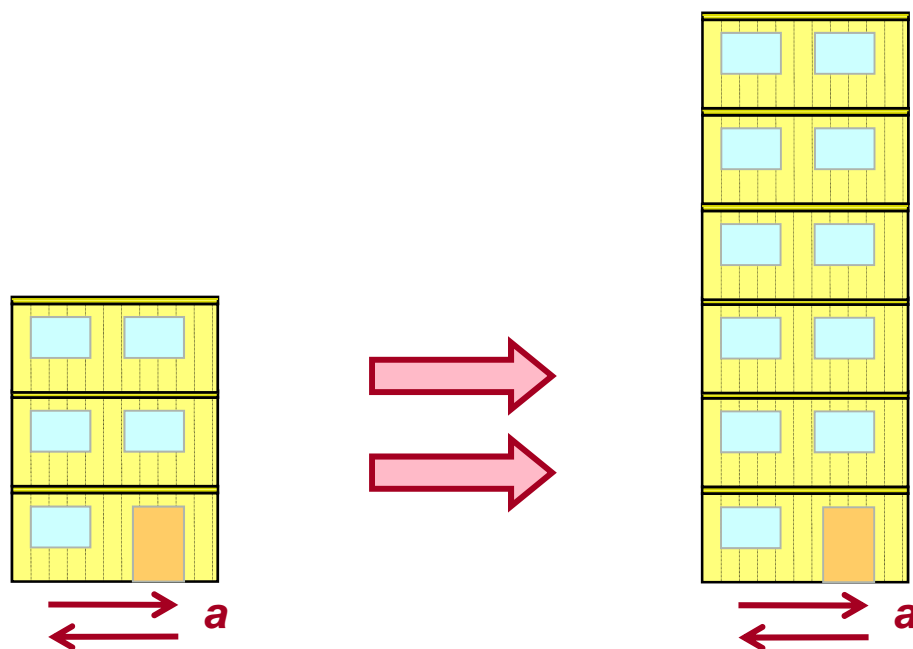
... presenta un comportamento favorevole in caso di sisma



- Favorevoli alla resistenza sismica sono ...
 - le strutture di legno:
 - peso ridotto
 - caratteristiche meccaniche del legno
 - caratteristiche delle connessioni fra elementi
 - gli elementi piani in generale

La costruzione in legno ... ha una massa ridotta

... presenta un comportamento favorevole in caso di sisma



- Costruzioni moderne, multipiano in legno
 - aumento del numero di piani possibile
 - spesso senza misure ulteriori contro il sisma

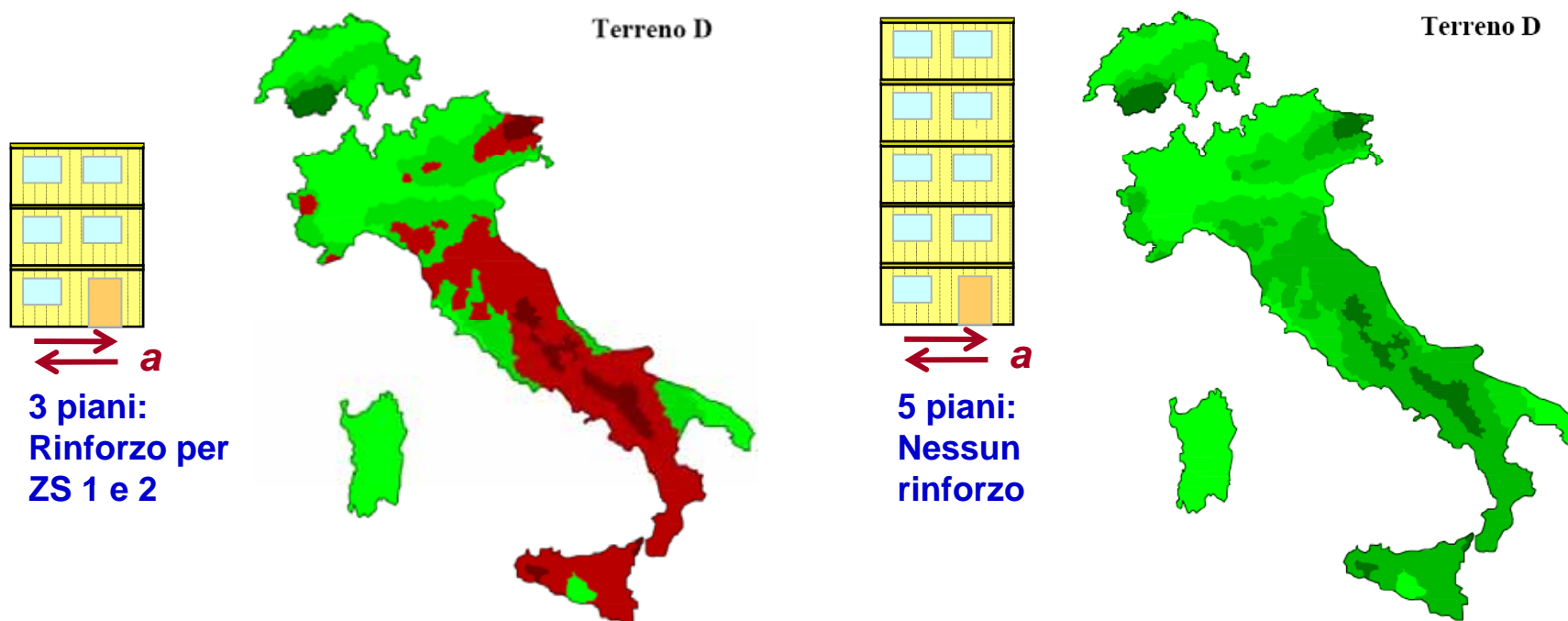


Edifici di legno - Il fenomeno sismico

promo_legno

La struttura in legno ... e il rischio sismico

- **Caso concreto e reale: edificio abitativo interamente in legno**
 - struttura dimensionata secondo i carichi statici (compreso il vento)
 - analisi strutturale sismica e determinazione delle zone sismiche in cui un rinforzo strutturale è necessario



- **Zone in verde: nessun rinforzo strutturale necessario**
- **Zone in rosso: rinforzo strutturale necessario**

Edifici di legno - Il fenomeno sismico

promo_legno

La struttura in legno ... e il rischio sismico



- **Caso concreto e reale: tempio Horuiy**
 - **costruito nell'ottavo secolo**
 - **ha superato indenne diversi sismi, tra l'altro Kobe nel 1995**

La costruzione di legno moderna

promo legno

Complesso abitativo nel centro di Vienna - XLAM

- oltre 150 unità abitative
- costruzione 2004



La costruzione di legno moderna

promo_legno

Edifici abitativi in Abruzzo - XLAM

- costruzione 2009



- 27 appartamenti, di tipologie diverse
- 3 piani
- realizzati in 78 giorni



Dr. A. Bernasconi
Ferrara, 13 maggio 2011

Convegno - Architetture al plurale
Punto, linea e superficie - 76

La costruzione di legno moderna

promo_legno

Edifici abitativi in Abruzzo - XLAM

- costruzione 2009

- 24 appartamenti, di tipologie diverse
- 3 piani, in totale ca. 1800 m² lordi
- realizzati in 55 giorni



Edifici di legno - Conclusione

promo_legno

Il legno quale materiale e tecnologia moderni

- moderno
 - qualità
 - affidabilità
 - precisione
- nuove prospettive:
 - pannelli strutturali di grandi dimensioni
 - strutture con forme nuove e interessanti
- l'evoluzione sta soltanto cominciando ...



Dr. A. Bernasconi
Ferrara, 13 maggio 2011

Convegno - Architetture al plurale
Punto, linea e superficie - 78