

Ing. Philipp PICLHER

&

arch. Andrea BOZ



KlimaHaus  
CasaClima



ESPERTO E DOCENTE CASA CLIMA  
ESPERTO PROGETTISTA CASE PASSIVE  
SPECIALIZZATO TUW - URBAN WOOD  
Progettista Accreditato



Passive House Institute Italia

Via Nazionale, n°44  
33026 - Paluzza (Ud)  
Tel. 0433890282

www.arkboz.com  
andrea@4ad.it





## Wolf Gruppe International



 Berlin (D)

 Stolpen (D)

 Coventry (GB)

 Osterhofen (D)

 Limay (F)

 Roeschwoog (F)

 Rüthi (CH)

 Campo di Trens (I)

 Hrvatski Leskovac (HR)

 Tenerife (E)

 Horoměřice (CZ)

 Siemianowice (PL)

 Moskwa (RUS)

 Detchino (RUS)

 Cesis (LV)

 Siauliu (LT)

 Zvolen (SK)

 Cladova (RO)

 Kaposújlak (HU)

 Scharnstein (A)

 Klagenfurt (A)

# STRUTTURE IN CEMENTO ARMATO



## CAPANNONI INDUSTRIALI



## CASE PREFABBRICATE



## WOLF SYSTEM – WOLF HAUS 2014

Più di 45 anni di esperienza

30 sedi in tutto il mondo

3.000 dipendenti

1.000 case prefabbricate/anno

6.000 contenitori in in c.a./anno

3.000 capannoni/anno

## WOLF ITALIA – CAMPO DI TRENS (Bolzano)



25 anni di esperienza - 250 dipendenti

## SOLLECITAZIONI ECCEZIONALI DESTABILIZZANTI



Effetti distruttivi sollecitazioni sismiche



12/01/2010 Terremoto di Haiti 7,3 Mj – 250/300.000 vittime Vs 17/01/1995 Terremoto di Kobe 7,0 Mj – 6434 vittime

## SOLLECITAZIONI ECCEZIONALI DESTABILIZZANTI

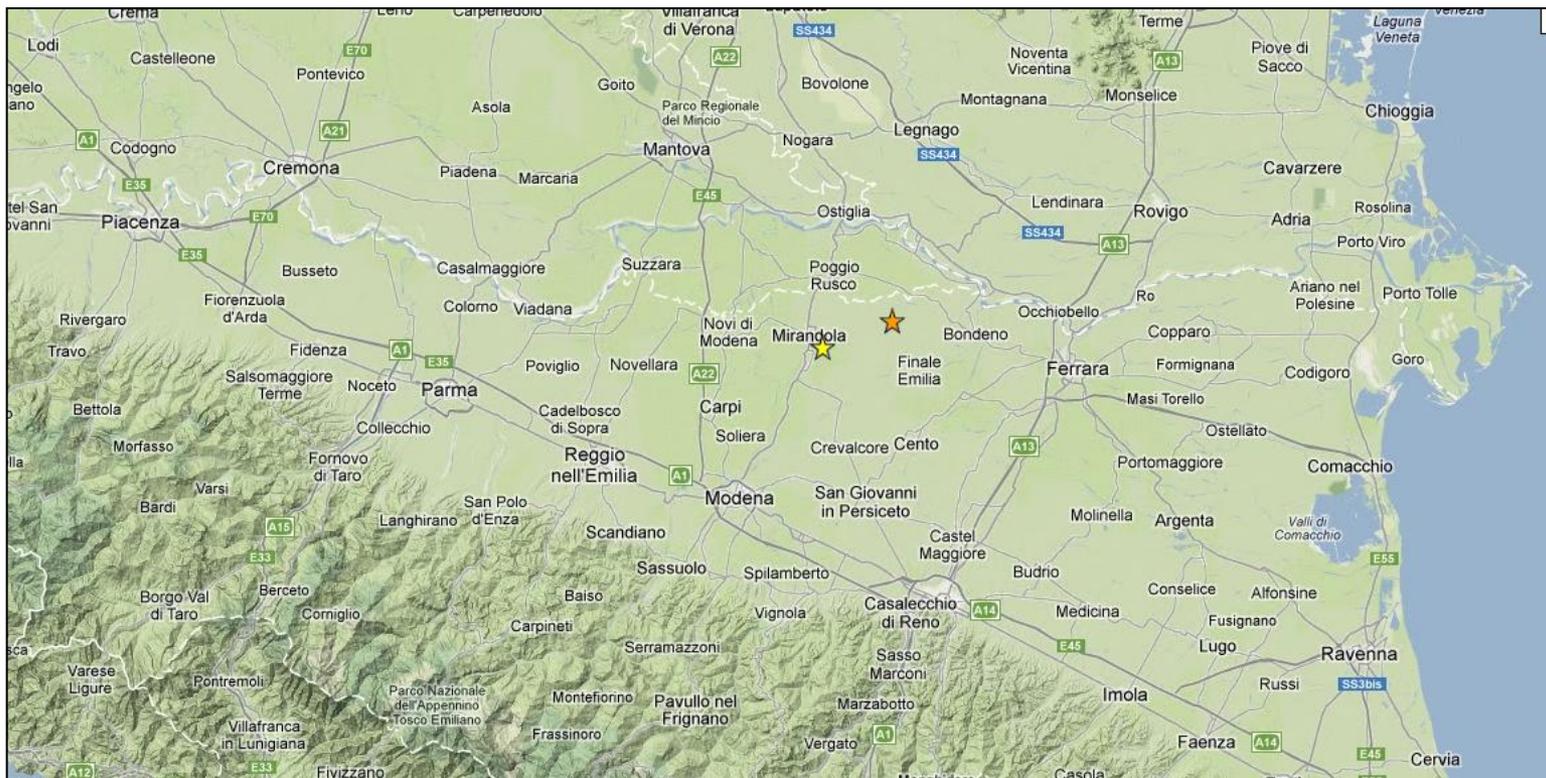


Effetti distruttivi per carichi di vento e neve



Esempi di costruzioni rurali abbandonate nella pianura svedese

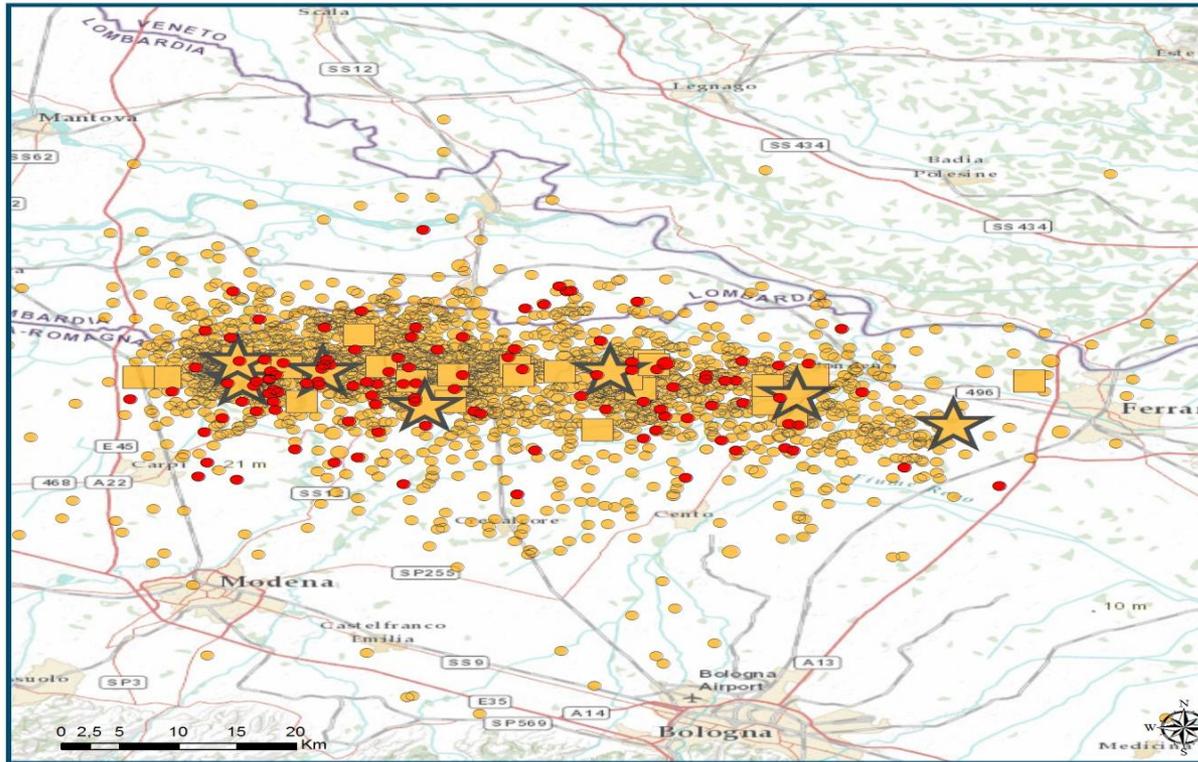
## EPICENTRI SISMA EMILIA ROMAGNA 2012



★ Bondeno – Mirandola 20-05-2012 M = 5.9

★ Medolla 29-05-2012 M = 5.8

## **PRINCIPALI CAUSE DI COLLASSO DELLE STRUTTURE**



Istituto Nazionale di  
Geofisica e Vulcanologia

**SEQUENZA SISMICA**  
aggiornata al 27 giugno  
ore 14.00

**EVENTI ULTIMI 7 giorni**  
magnitudo ML

- Minore di 3.0
- Maggiore uguale di 3.0 e minore di 4.0
- Maggiore uguale di 4.0 e minore di 5.0
- ★ Maggiore uguale di 5.0

**EVENTI dal 19 maggio**

- magnitudo ML
- Minore di 3.0
  - Maggiore uguale di 3.0 e minore di 4.0
  - Maggiore uguale di 4.0 e minore di 5.0
  - ★ Maggiore uguale di 5.0

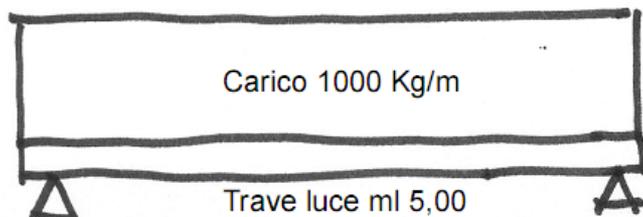
**1) Cattiva esecuzione**

**2) Scarsa duttilità**

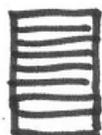
**3) Peso elevato**

## PRINCIPI GENERALI DI PROGETTAZIONE E CALCOLO

Raffronto prestazionale esemplificativo per elemento strutturale



Leggero 500-600 Kg/mc  
Basse forze inerziali  
Tetto in legno = 70 Kg/mq  
Tetto in laterocemento = 250 Kg/mq



Legno lamellare 1cat  
Peso 600 Kg/mc  
**Sez. 200x350 peso 42 Kg/m = 210**



Acciaio HEA Fe 360  
Peso 7800 Kg/mc  
**Sez. 180x171 peso 36 Kg/m = 180**



Cemento armato 3+3  $\varnothing$ 16  
Peso 2500 Kg/mc  
**Sez. 250x300 peso 188 Kg/m = 940**

Alto rapporto resistenza/peso

PROPRIETA'	LEGNO	ACCIAIO	CALCES TRUZZO
Tensione ammissibile $\sigma_{adm}$ [MPa]	10	160	10
Peso specifico $\gamma_m$ [daN/m <sup>3</sup> ]	600	7850	2400
<b>Rapporto <math>\gamma_m/\sigma_{adm}</math></b>	<b>60</b>	<b>50</b>	<b>240</b>

## PRINCIPI GENERALI DI PROGETTAZIONE E CALCOLO

### NORMATIVA DI RIFERIMENTO

D.M. del 14.01.2008

Stati limite;

Azioni sulle costruzioni;

Costruzioni civili ed industriali

–

Costruzioni di legno;

Progettazioni per azioni sismiche

–

Requisiti nei confronti degli stati limite;  
Criteri generali di progettazione e modellazione;  
Costruzioni di legno;

Allegati;

- CIRCOLARE 2 febbraio 2009, n. 617 - Istruzioni per l'applicazione delle 'Nuove norme tecniche per le costruzioni' di cui al decreto ministeriale 14 gennaio 2008. (GU n. 47 del 26-2-2009 - Suppl. Ordinario n.27);
- Eurocodice 1 – Basi di calcolo ed azioni sulle strutture;
- Eurocodice 3 – Progettazione delle strutture in acciaio;
- Eurocodice 5 – Progettazione delle strutture in legno  
Parte 1-1: Regole generali e regole per gli edifici;
- 1. Eurocodice 8 – Indicazioni progettuali per la resistenza sismica delle strutture;

## PRINCIPI GENERALI DI PROGETTAZIONE E CALCOLO

Classificazione a vista/meccanica legname secondo le resistenze caratteristiche a flessione

Classe d'appartenenza in base alla DIN 4074	Classe di resistenza secondo la EN338
S7, MS7	C16
S10, MS10	C24
S13	C30
MS13	C35
MS17	C40

Classe d'appartenenza delle lamelle secondo la DIN 4074	Classe di resistenza del lamellare secondo le DIN	Classe d'appartenenza del lamellare secondo la EN 386
S10-MS10	BS11	GL24
S13	BS14	GL28
MS13	BS16	GL32
MS17	BS18	GL36

## PRINCIPI GENERALI DI PROGETTAZIONE E CALCOLO

### Categorie strutturali e resistenze caratteristiche legno massiccio

<b>LEGNO MASSICCIO</b>						
Pioppo, Abete rosso, abete bianco, pino, larice, Douglasia						
		<b>C16</b>	<b>C24</b>	<b>C30</b>	<b>C35</b>	<b>C40</b>
Proprietà di resistenza in N/mm <sup>2</sup>						
Flessione	fm,k	16	24	30	35	40
Trazione // alle fibre	ft,0,k	10	14	18	21	24
Trazione per ⊥ alle fibre	ft,90,k	0,3	0,4	0,4	0,4	0,4
Compressione // alle fibre	Fc,0,k	17	21	23	25	26
Compressione ⊥ alle fibre	Fc,90,k	4,6	5,3	5,7	6,0	6,3
Taglio	Fv,k	1,8	2,5	3,0	3,4	3,8
Proprietà di rigidezza in KN/mm <sup>2</sup>						
Modulo di elasticità medio // alle fibre	E0,mean	8	11	12	13	14
Modulo di elasticità // alle fibre	E0,05	5,4	7,4	8,0	8,7	9,4
Modulo di elasticità ⊥ alle fibre	E90,mean	0,27	0,37	0,40	0,43	0,47
Modulo di taglio medio	Gmean	0,50	0,69	0,75	0,81	0,88
Massa volumica in Kg/m <sup>3</sup>						
Massa volumica	pk	310	350	380	400	420
Massa volumica media	pmean	370	420	460	480	500

## PRINCIPI GENERALI DI PROGETTAZIONE E CALCOLO

Categorie strutturali e resistenze caratteristiche legno lamellare

LEGNO LAMELLARE						
		GL24	GL28	GL32	GL36	
Proprietà di resistenza in N/mm <sup>2</sup>						
Flessione	fm,g,k	24	28	32	36	
Trazione // alle fibre	ft,0,g,k	16,5	19,5	22,5	26	
Trazione per ⊥ alle fibre	ft,90,g,k	0,40	0,45	0,50	0,60	
Compressione // alle fibre	Fc,0,g,k	24	26,5	29	31	
Compressione ⊥ alle fibre	Fc,90,g,k	2,7	3,0	3,3	3,6	
Taglio	Fv,g,k	2,7	3,2	3,8	4,3	
Proprietà di rigidità in N/mm <sup>2</sup>						
Modulo di elasticità medio // alle fibre	E0,g,mean	11600	12600	13700	14700	
Modulo di elasticità // alle fibre	E0,g,05	9400	10200	11100	11900	
Modulo di elasticità ⊥ alle fibre	E90,g,mean	390	420	460	490	
Modulo di taglio medio	G,g,mean	720	780	850	910	
Massa volumica in Kg/m <sup>3</sup>						
Massa volumica	Pg,k	380	410	430	450	

## PRINCIPI GENERALI DI PROGETTAZIONE E CALCOLO

Azione sismica  tipologia di struttura

$$q = q_0 \cdot K_R$$

Duttilità  dissipazione  
di energia

*$q_0$  dipende da materiale, tipologia, duttilità, sovraresistenza e regolarità in pianta della struttura*

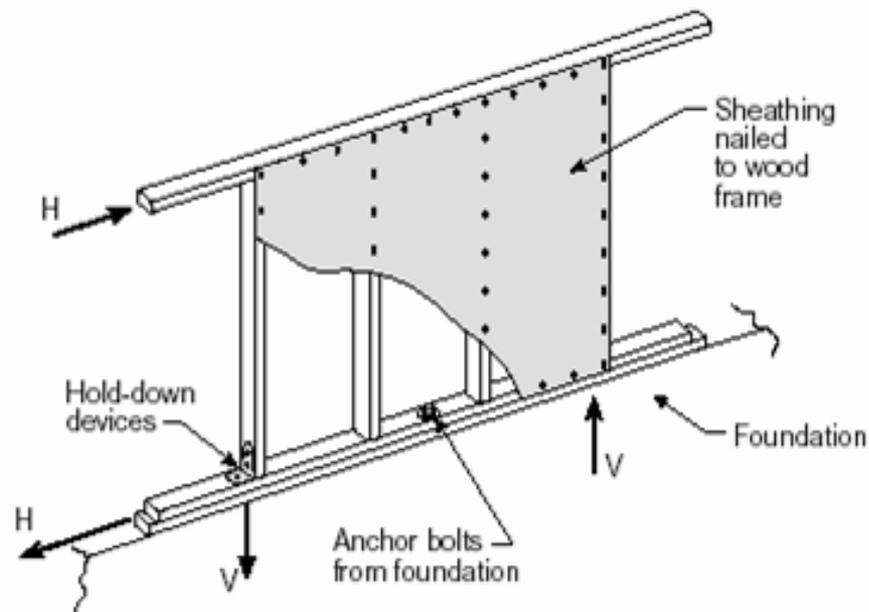
*$K_r = 0,8-1,0$  per costruzioni irregolari/regolari in altezza*

## PRINCIPI GENERALI DI PROGETTAZIONE E CALCOLO

Classe		$\eta$	Esempi di strutture
A	Strutture aventi una alta capacità di dissipazione energetica	3,0	Pannelli di parete chiodati con diaframmi incollati, collegati mediante chiodi e bulloni; strutture reticolari con giunti chiodati
		4,0	Portali iperstatici con mezzi di unione a gambo cilindrico, spinotti e bulloni (con le precisazioni contenute nei seguenti capoversi del §7.7.3
		5,0	Pannelli di parete chiodati con diaframmi chiodati, collegati mediante chiodi e bulloni
B	Strutture aventi una bassa capacità di dissipazione energetica	2,0	Pannelli di parete incollati con diaframmi incollati, collegati mediante chiodi e bulloni; strutture reticolari con collegamenti a mezzo di bulloni o spinotti; strutture cosiddette miste, ovvero con intelaiatura (sismoresistente) in legno e tamponature non portanti. Portali isostatici con giunti con mezzi di unione a gambo cilindrico, spinotti e bulloni (con le precisazioni contenute nei seguenti capoversi del §7.7.3
		2,5	Portali iperstatici con mezzi di unione a gambo cilindrico, spinotti e bulloni (con le precisazioni contenute nei seguenti capoversi del §7.7.3

## PRINCIPI GENERALI DI PROGETTAZIONE E CALCOLO

Sistemi intelaiati e controventati ad alta capacità dissipativa -  $q=5$



Tratto da: Collegamenti: problemi speciali nelle costruzioni di legno in zona sismica – ing. Maurizio Piazza e Roberto Tomasi - promo legno

## PRINCIPI GENERALI DI PROGETTAZIONE E CALCOLO



Sistemi intelaiati e controventati con tavole



## PRINCIPI GENERALI DI PROGETTAZIONE E CALCOLO

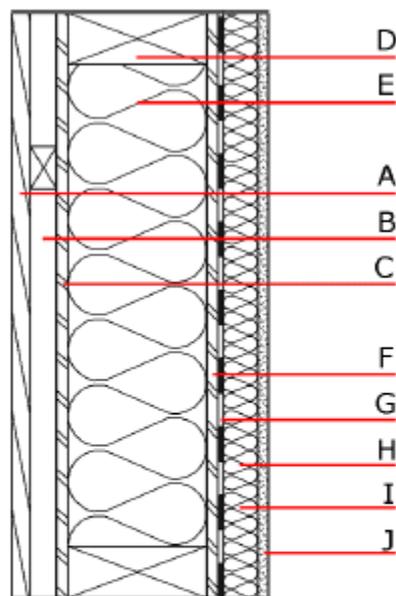
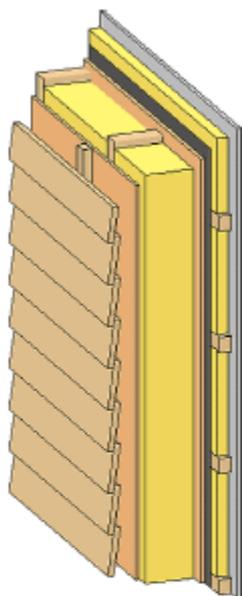


Sistemi intelaiati e controventati con pannelli



## PRINCIPI GENERALI DI PROGETTAZIONE E CALCOLO

Parete esterna - costruzione itelaiata di telaio, retroventilato, con vano tecnico, rivestita



### Valutazione fisico-costruttiva ed ecologica

Protezione dal fuoco	REI	60
----------------------	-----	----

la altezza massima della stanza = 3 m; carico massimo  $E_{d,fi} = 19,2 \text{ kN/m}$   
Classificazione per MA39

Protezione termica	$U[W/(m^2K)]$	0,21
	Comportamento alla diffusione	idoneo
	$m_{w,B,A}[kg/m^2]$	19,7

Calcolo effettuato da HFA

Protezione dal rumore	$R_w (C;C_{tr})$	50 (-3; -10)
	$L_{n,w} (C_i)$	-

Se la listellatura del vano di ventilazione è avvitata direttamente alla struttura lignea, la listellatura del vano tecnico è eseguita verticalmente e a sua volta è avvitata alla struttura lignea (legno della costruzione) si ha  $R_w(C;Ctr)=43(-1;-5)$

Valutazione effettuata da MA39

Ecologia*	$OI3_{Kon}$	8,4
-----------	-------------	-----

Calcolo effettuato da IBO

## PRINCIPI GENERALI DI PROGETTAZIONE E CALCOLO

### Pareti portanti controventanti

#### Telaio in legno

- Corrente superiore (C24)
- Corrente inferiore (C24)
  - Montanti (C24)

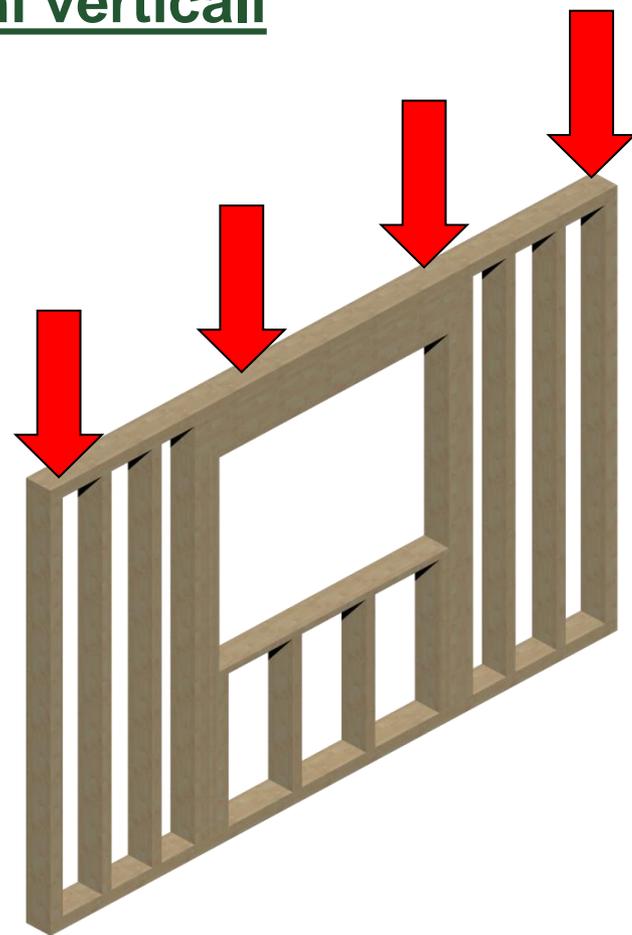
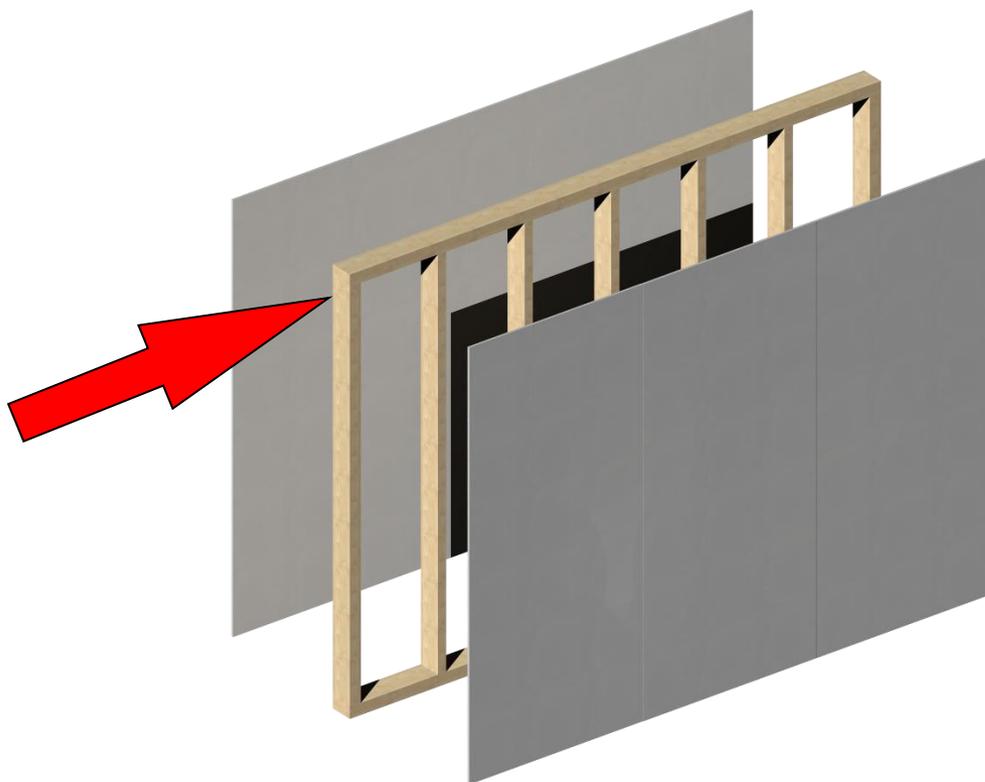
#### Pannelli di chiusura

- Pannello in Masonite  
Osب, Gesso fibra, etc.

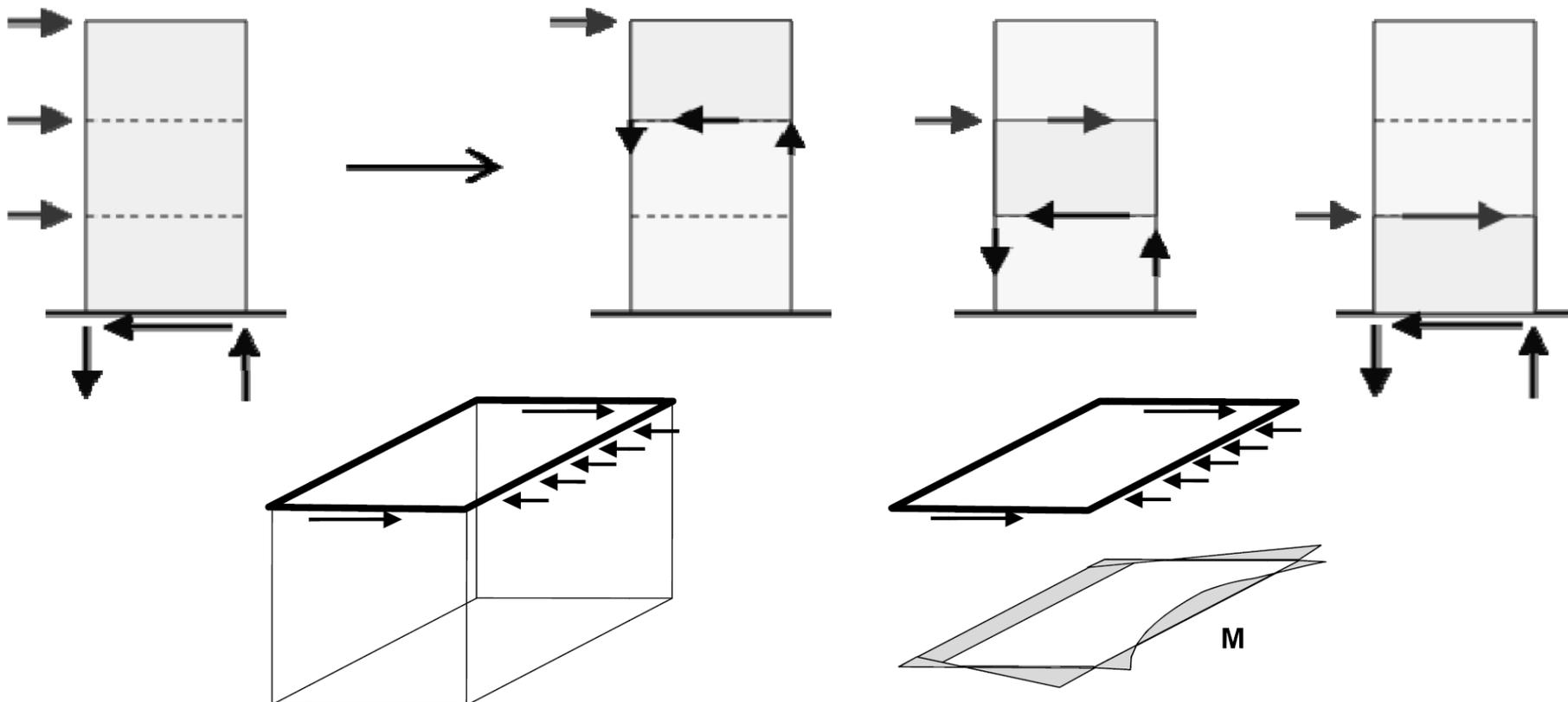


## PRINCIPI GENERALI DI PROGETTAZIONE E CALCOLO

### Carichi orizzontali vs Carichi verticali

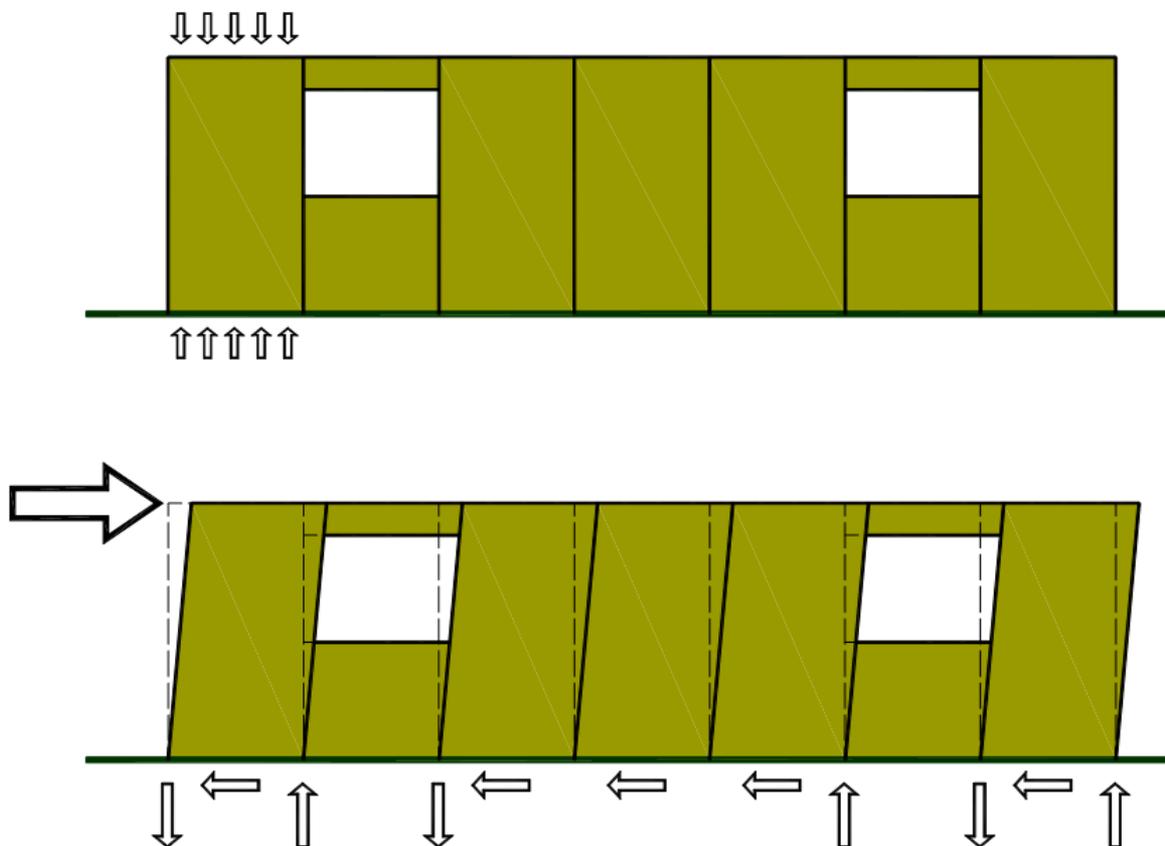


## PRINCIPI GENERALI DI PROGETTAZIONE E CALCOLO



Tratto da: Aspetti strutturali della copertura e del tetto in un edificio – ing. Andrea Bernasconi - promo legno

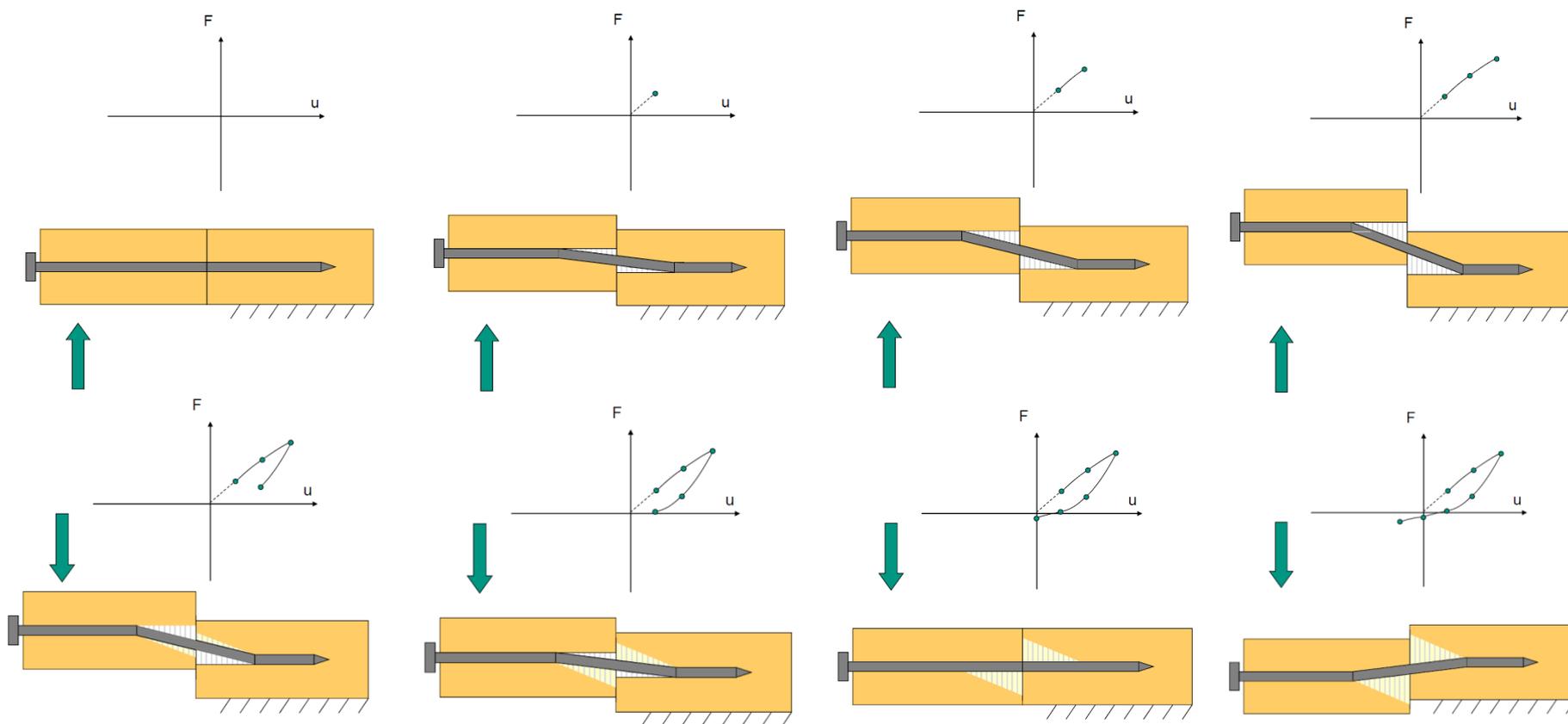
## PRINCIPI GENERALI DI PROGETTAZIONE E CALCOLO



Effetti strutturali differenti nel caso di azioni verticali ed orizzontali su una parete

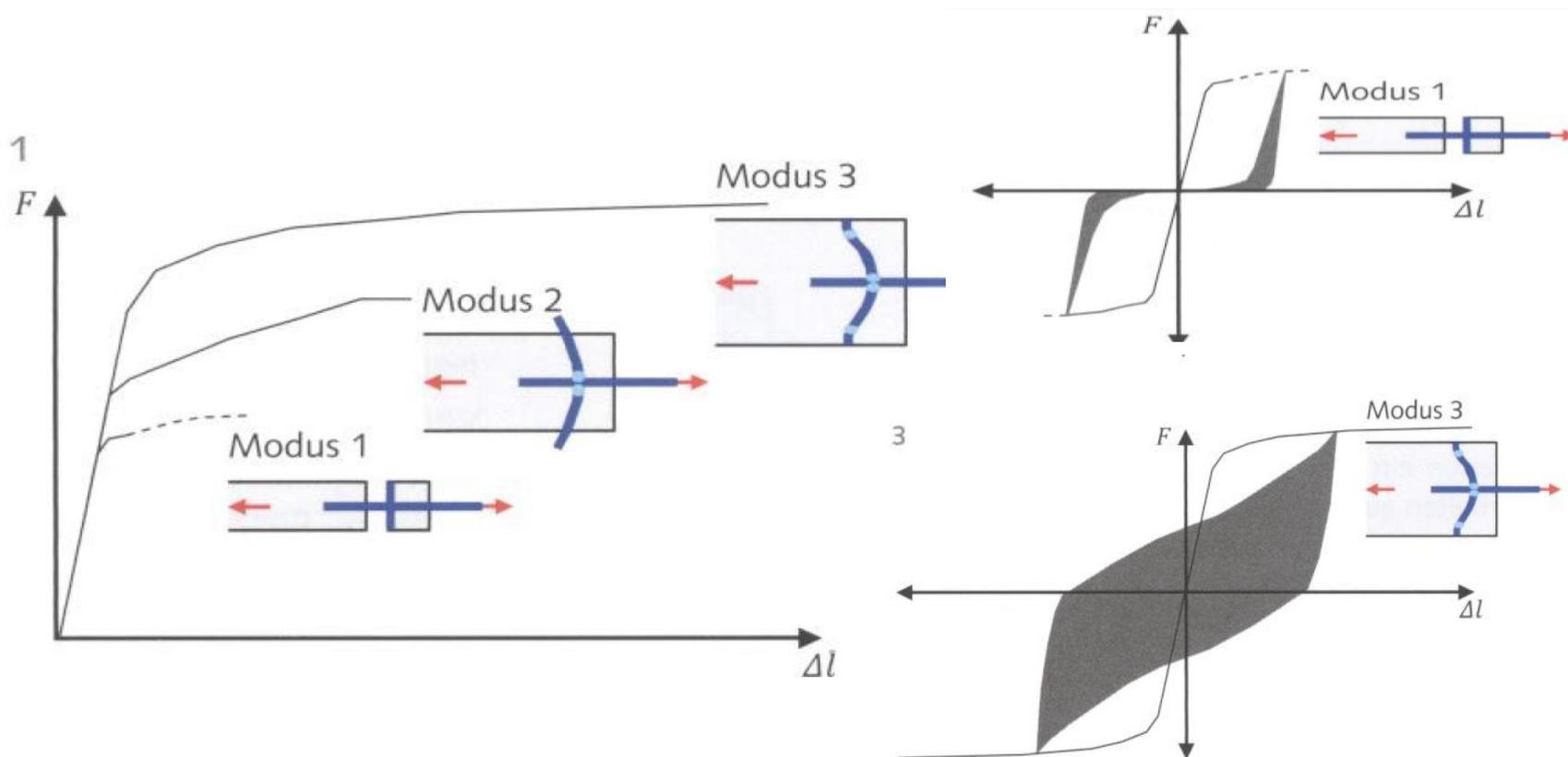
## PRINCIPI GENERALI DI PROGETTAZIONE E CALCOLO

### Dissipazione di energia e rifollamento



## PRINCIPI GENERALI DI PROGETTAZIONE E CALCOLO

### Dissipazione di energia e rifollamento



## PRINCIPI GENERALI DI PROGETTAZIONE E CALCOLO

### Dissipazione di energia

#### NTC 2008 - Prescrizioni costruttive §7.7.3:

Per poter considerare la struttura ad alta duttilità:

- a) I collegamenti legno-legno o legno acciaio

$$d \leq 12\text{mm}; \quad s \geq 10d$$

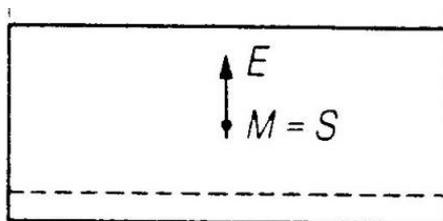
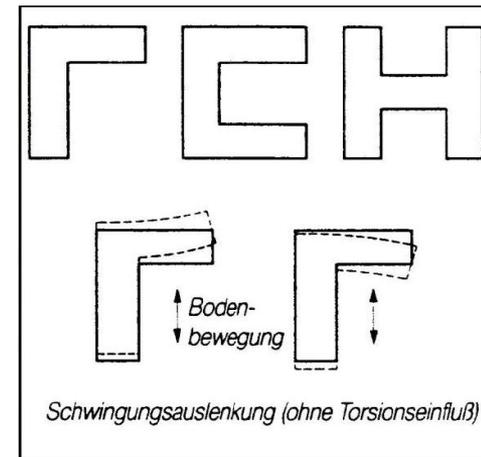
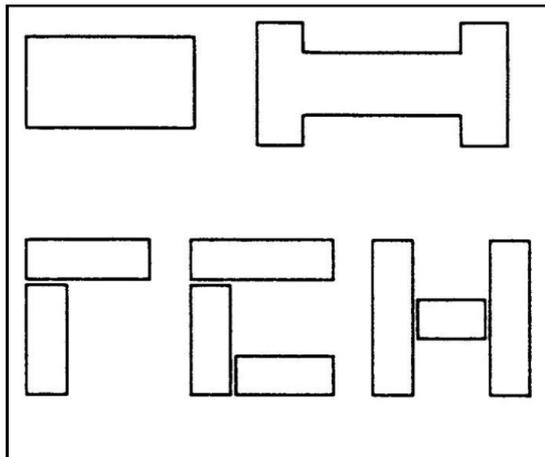
- b) Il materiale di rivestimento strutturale è di

legno o di materiale derivato

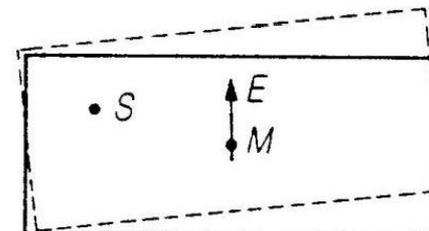
$$d \leq 3,1\text{mm}; \quad s \geq 4d$$

## PRINCIPI GENERALI DI PROGETTAZIONE E CALCOLO

### Scelte architettoniche favorevoli vs Sfavorevoli



↑ Richtung der  
↓ Bodenbewegung



↑ Richtung der  
↓ Bodenbewegung

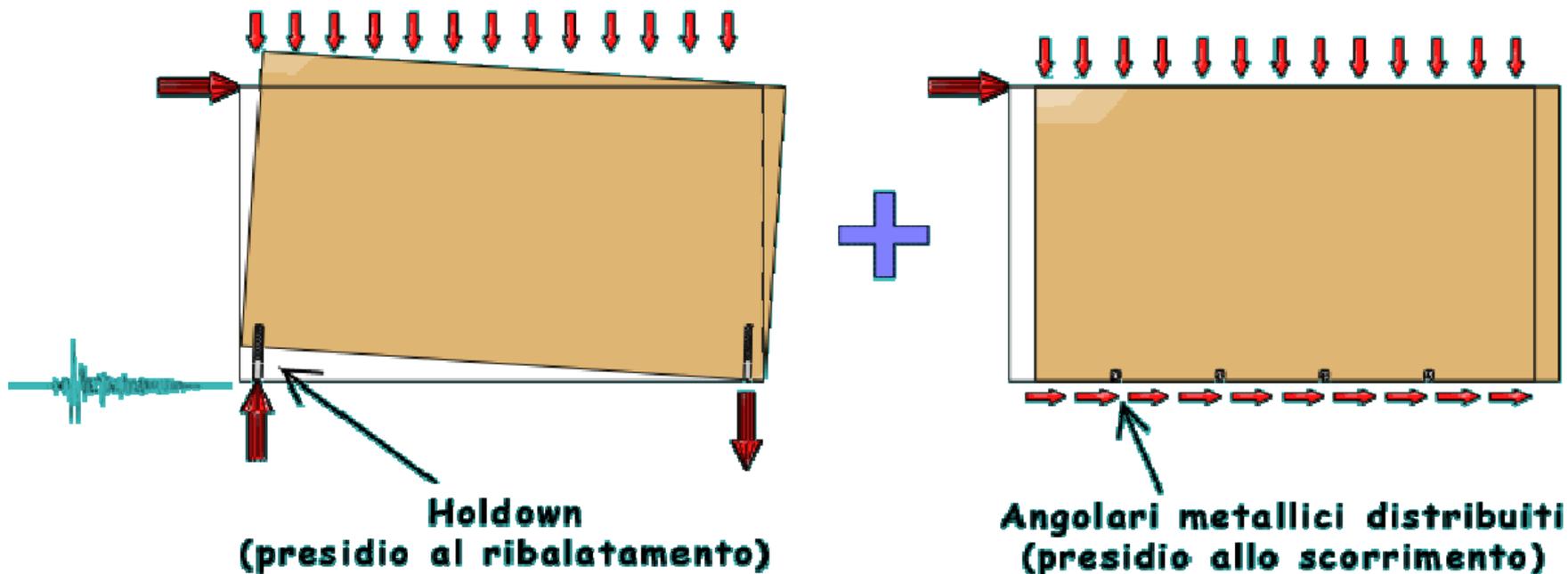
## PRINCIPI GENERALI DI PROGETTAZIONE E CALCOLO



Prof. dott. ing. Ario Ceccotti - CNR - IVALSA – Istituto per la Valorizzazione del Legno e delle Specie Arboree

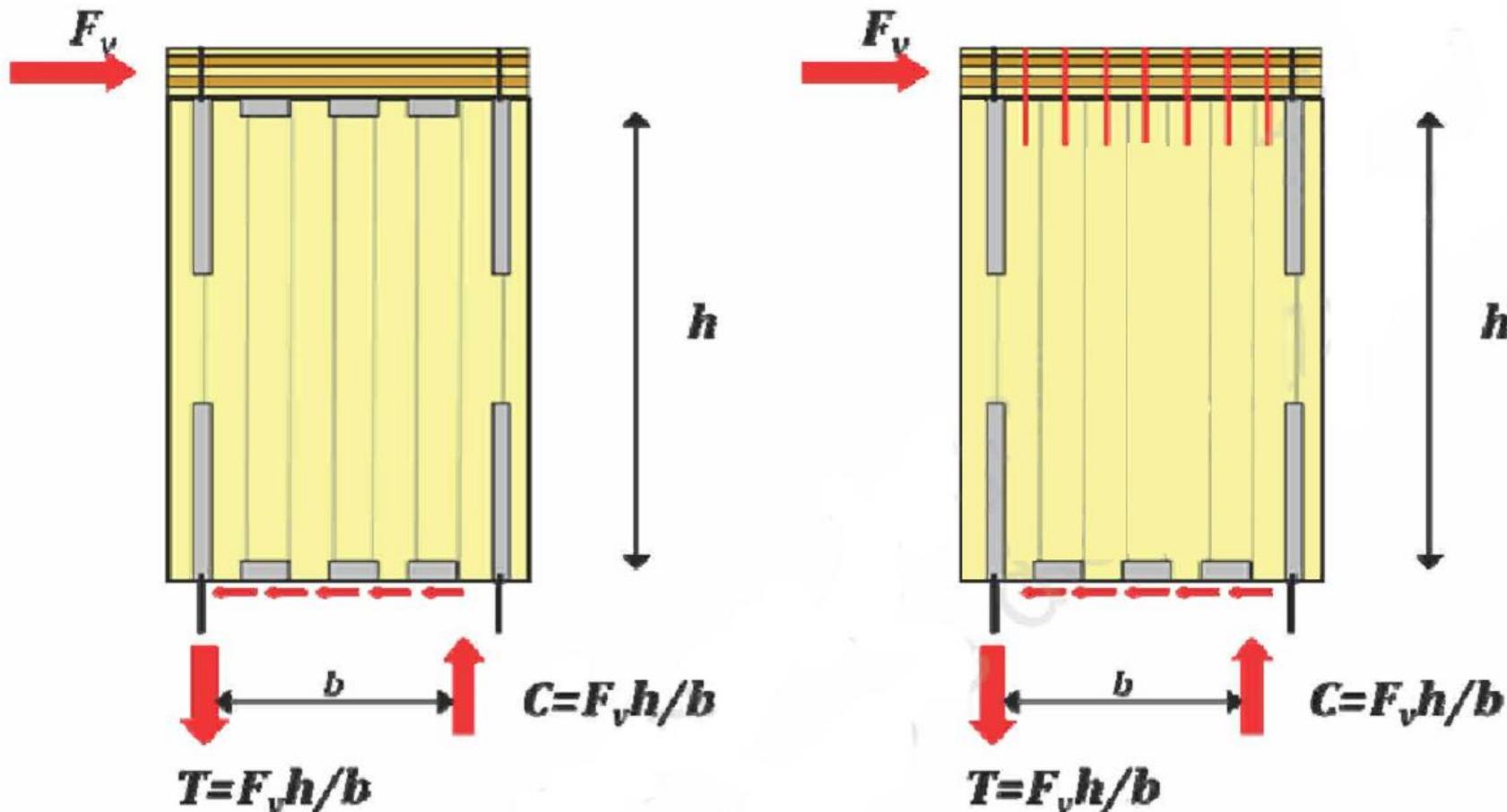
## PRINCIPI GENERALI DI PROGETTAZIONE E CALCOLO

Schema funzionale elementi di collegamento principali



Tratto da: Edifici in legno in X-lam: sismica – ing. Maurizio Follesa - promo\_legno

## PRINCIPI GENERALI DI PROGETTAZIONE E CALCOLO



Tratto da: Edifici in legno in X-lam: connessioni e collegamenti – ing. Roberto Tomasi - promo legno

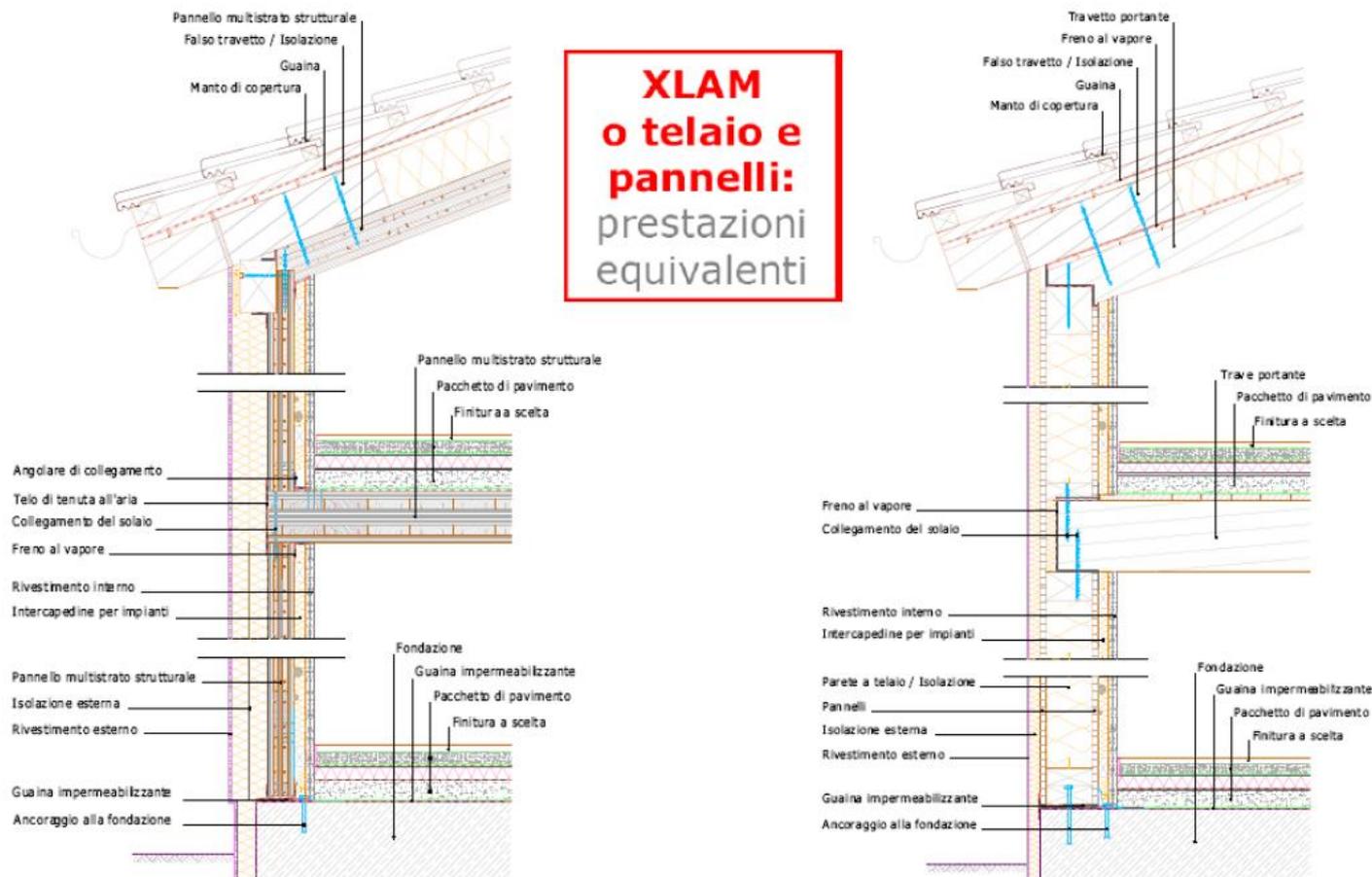
## PRINCIPI GENERALI DI PROGETTAZIONE E CALCOLO



Esempi di ancoraggi tipo per struttura X-lam

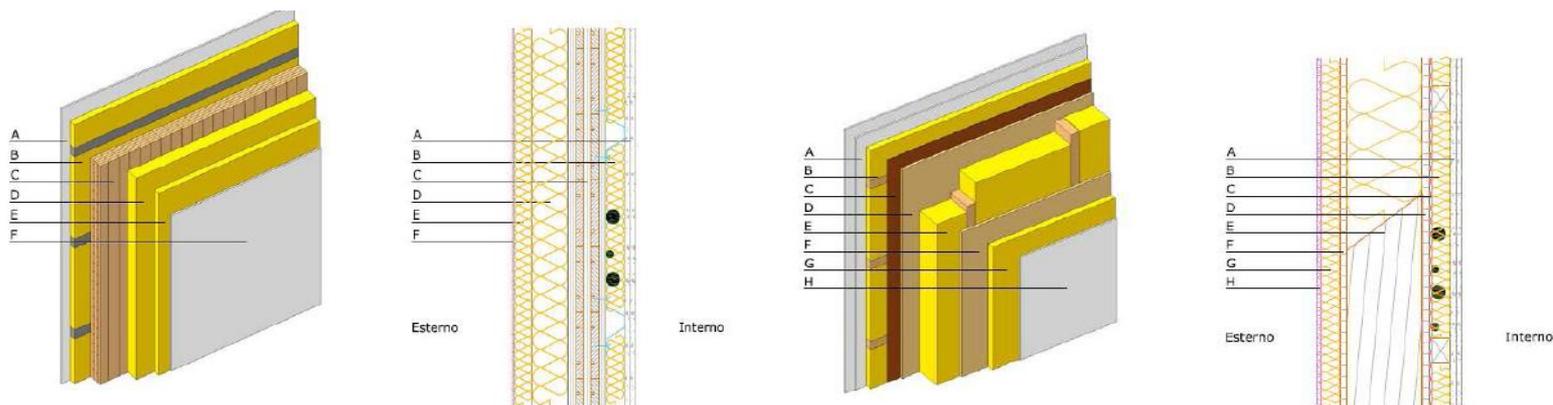


## PRINCIPI GENERALI DI PROGETTAZIONE E CALCOLO



Tratto da: Manuale tecnico – *Consorzio Stile 21*

## PRINCIPI GENERALI DI PROGETTAZIONE E CALCOLO



### Stratigrafia

Materiale	Spessore (mm)
A Pannelli di cartongesso + Idropittura SOLAS M20	2x12,5
B Intercedine per impianti / CELENIT Vital <sup>1)</sup>	40
C Pannello multistrato strutturale (90-120 mm) <sup>2)</sup>	90
D CELENIT FL/150	80
E CELENIT FL/250 C	40
F Rasatura + Idropittura SOLAS Forte M15	5
	280

Trasmittanza: 0,21 W/m<sup>2</sup>K

Sfasamento: 14 h

Attenuazione: 0,11

Diffusione vapore: 8,1\*10<sup>-5</sup> g/m<sup>2</sup>hPa

Isolamento acustico: 54 dB

Resistenza al fuoco: 90'

Spessore: 280 mm

### Stratigrafia

Materiale	Spessore (mm)
A Pannelli di cartongesso + Idropittura SOLAS M20	2x12,5
B Intercedine per impianti / CELENIT Vital	40
C Freno vapore ICOPAL DefX Multi	-
D Pannello OSB	15
E Struttura in legno / Isolante	160
F Pannello OSB	15
G CELENIT FL/250 C	40
H Rasatura + Idropittura SOLAS Forte M15	5
	300

Trasmittanza: 0,17 W/m<sup>2</sup>K

Sfasamento: 12 h

Attenuazione: 0,13

Diffusione vapore: 9,2\*10<sup>-5</sup> g/m<sup>2</sup>hPa

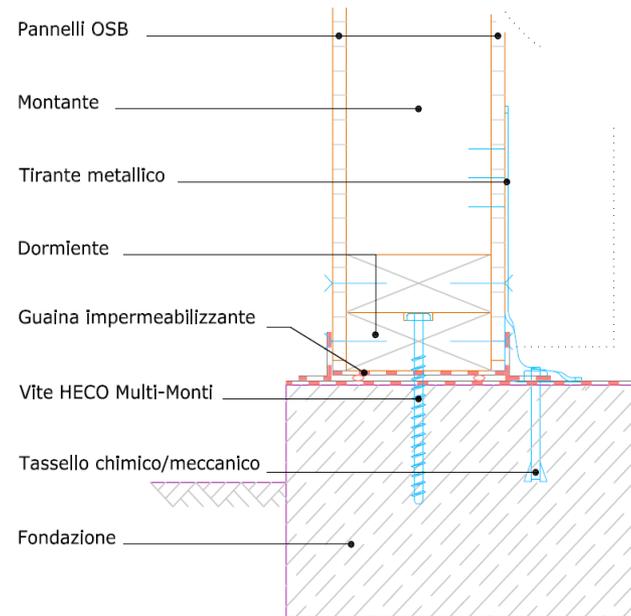
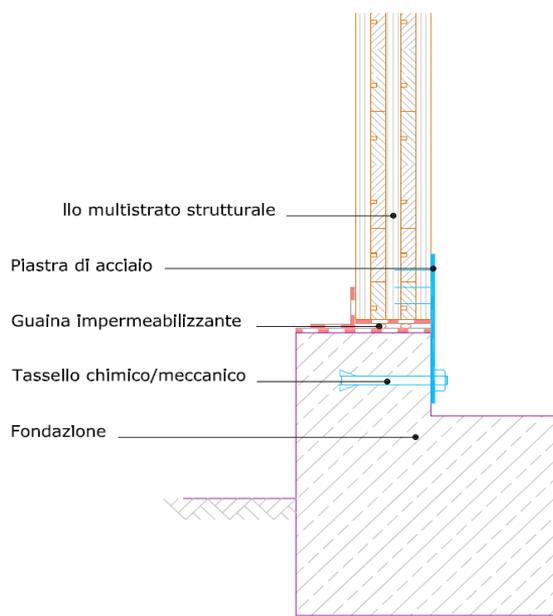
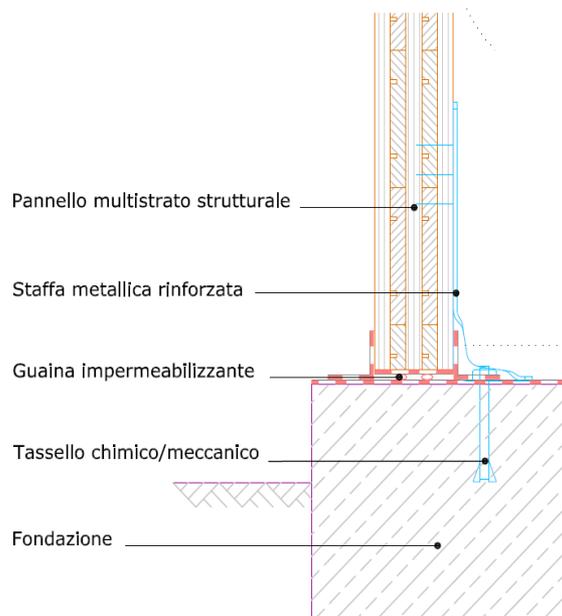
Isolamento acustico: 52 dB

Resistenza al fuoco: 60'

Spessore: 300 mm

## PRINCIPI GENERALI DI PROGETTAZIONE E CALCOLO

### Sistemi di giunzione attacchi a terra



Tratto da: Manuale tecnico – *Consorzio Stile 21*

## PRINCIPI GENERALI DI PROGETTAZIONE E CALCOLO

Analisi ponte termico nodo collegamento a terra struttura intelaiata con dormiente in legno

	U	L [m]	U*L
Parete	0,1620	2,250	0,3645
Pavimento	0,3610	2,064	0,7451
$\Sigma U*L$			1,1096

	Total Length=	U-factor=	L [m]	L2D
Interno	3645	0,223076	3,645	0,8131

$$\psi_i + \Sigma U*L = L2D$$

$$\psi_i = L2D - \Sigma U*L$$

$$\psi_i = -0,2965$$

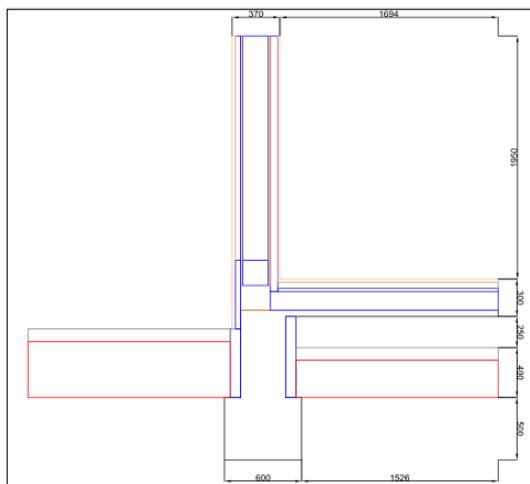


Diagramma isoterme

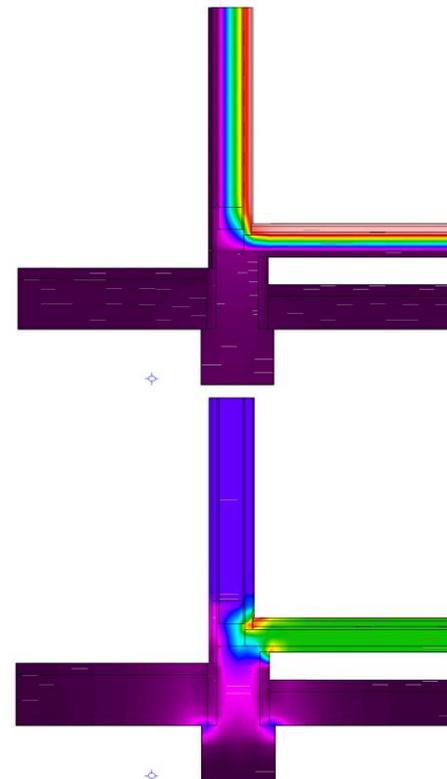


Diagramma flussi di calore

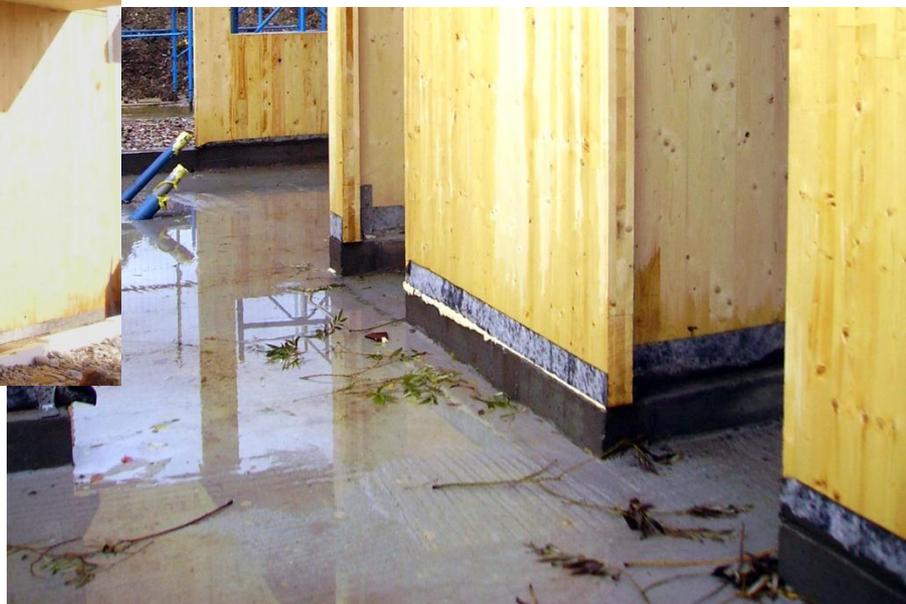
Analisi caso studio - Abitazione unifamiliare – Località Cormòns (Gorizia) – Diagnosi energetica arch. Andrea Boz



## PRINCIPI GENERALI DI PROGETTAZIONE E CALCOLO

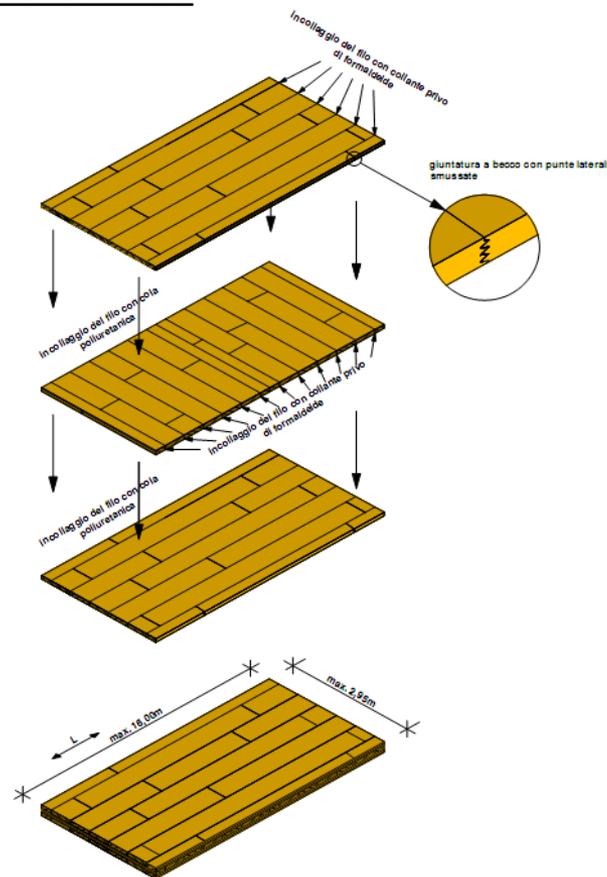
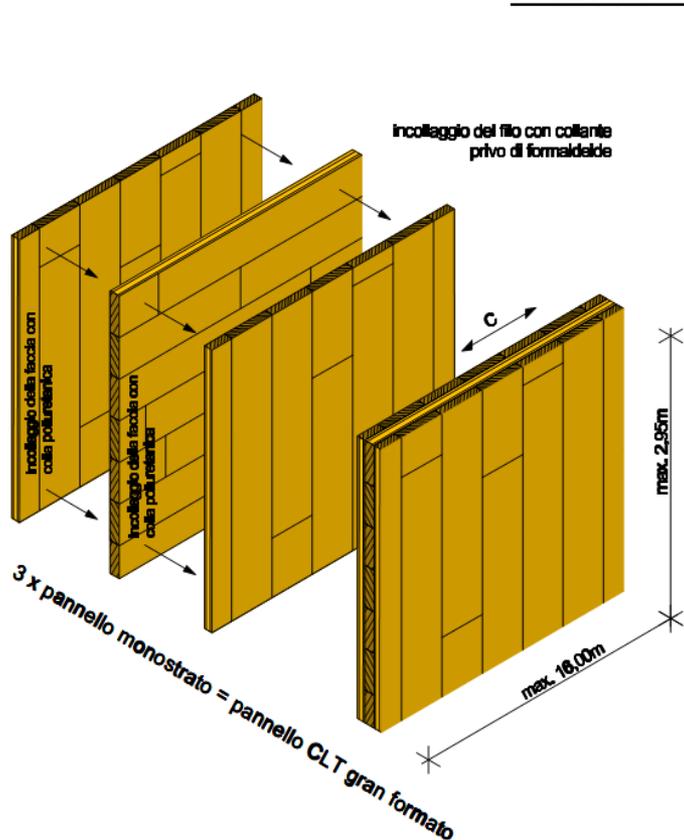


Attacchi a terra strutture in legno



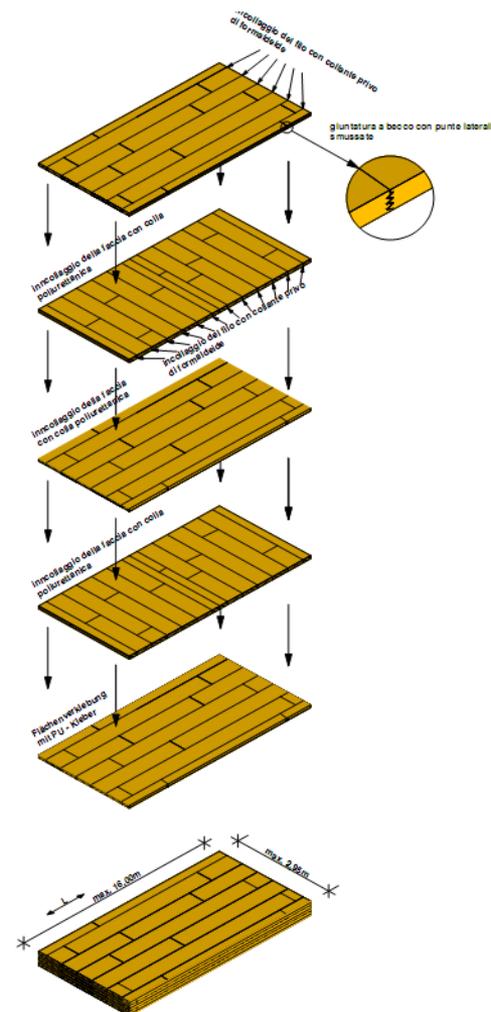
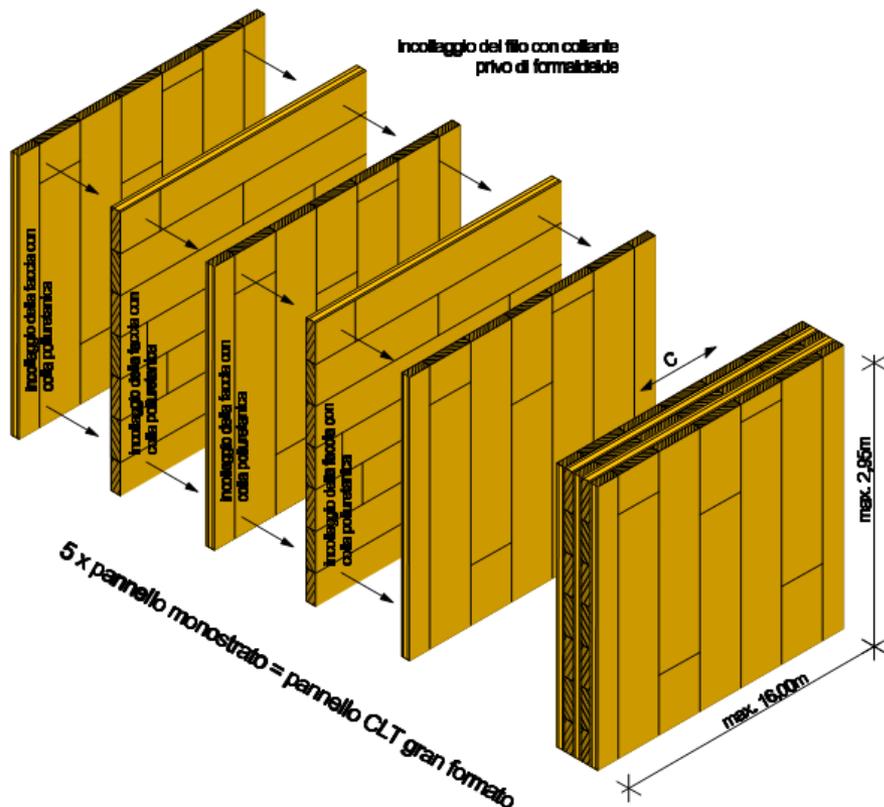
## TECNOLOGIE COSTRUTTIVE INNOVATIVE LIGNEE: L'Xlam

### Pannelli 3 strati – Pareti e solai

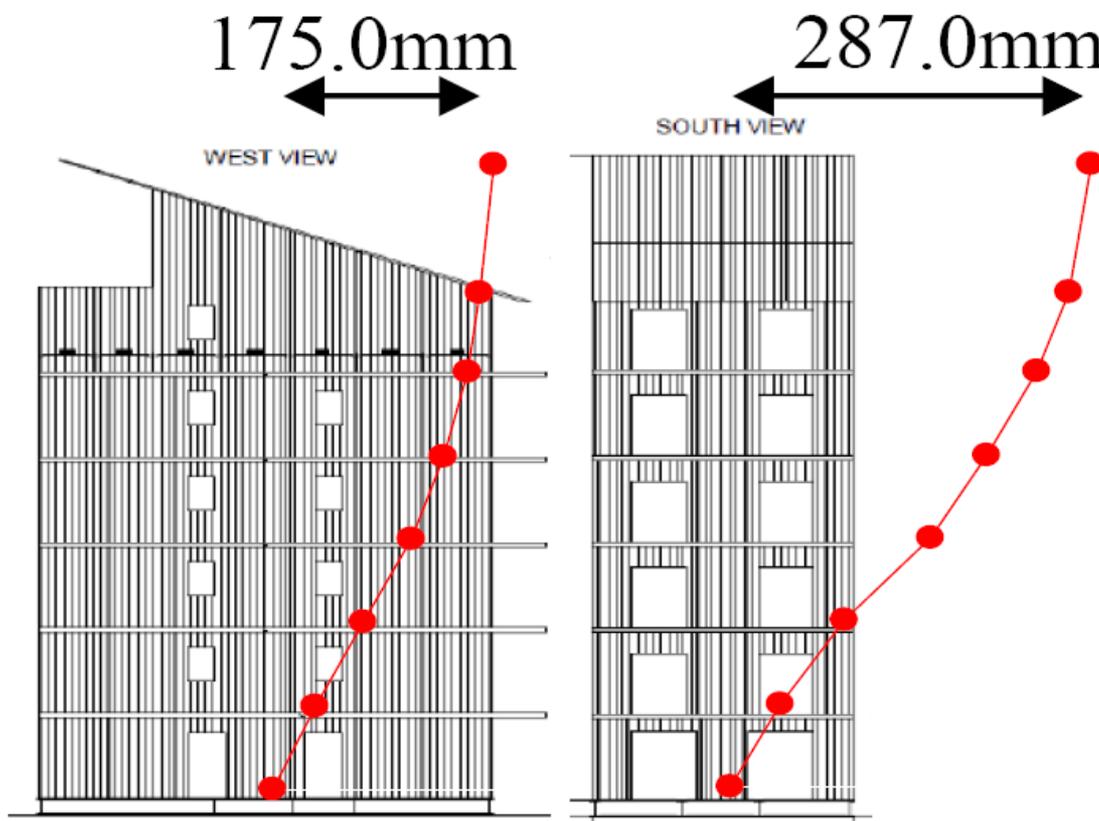


## TECNOLOGIE COSTRUTTIVE INNOVATIVE LIGNEE: L'Xlam

### Pannelli 5 strati – Pareti e solai



3c – Tecnologie costruttive innovative – Progetto Sofie – CNR IVALSА



**DATI GENERALI**

**SPESSORI PARETI X-LAM**

0-1 Liv. = 14,2 cm  
2-3 Liv. = 12,2 cm  
4-7 Liv. = 8,5 cm

**LEGNAME DI ABETE ROSSO**

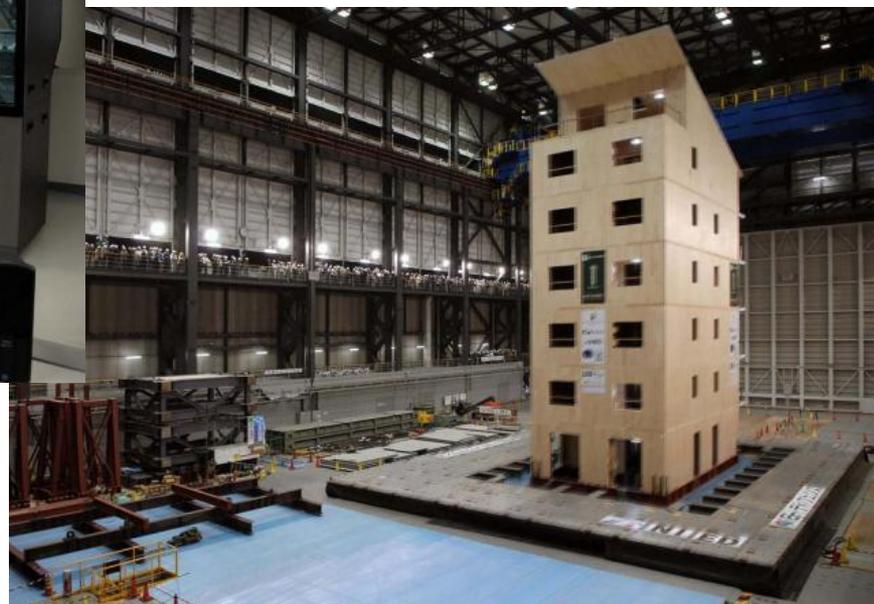
Tempo ricrescita boschi trentini = 2 ore  
Volume lordo in tronchi = 250 mc  
Peso proprio legname = 120 Ton  
Zavorre totali ogni piano = 150 ton

**FERRAMENTA**

Hold down metallici = 800 pz  
Angolari metallici = 2.200 pz  
Viti per legno = 52.000 pz  
Chiodi per legno 32.000 pz

Prof. dott. ing. Ario Ceccotti - CNR - IVALSА – Istituto per la Valorizzazione del Legno e delle Specie Arboree

## TECNOLOGIE COSTRUTTIVE INNOVATIVE LIGNEE: L'XIam



Prof. dott. ing. Ario Ceccotti - CNR - IVALSA – Istituto per la Valorizzazione del Legno e delle Specie Arboree

## TECNOLOGIE COSTRUTTIVE INNOVATIVE LIGNEE: L'Xlam



Prof. dott. ing. Ario Ceccotti - CNR - IVALSA – Istituto per la Valorizzazione del Legno e delle Specie Arboree

## TECNOLOGIE COSTRUTTIVE INNOVATIVE LIGNEE: L'Xlam



Resistenza strutturale al fuoco Sistema CLT



Prof. dott. ing. Ario Ceccotti - CNR - IVALSA – Istituto per la Valorizzazione del Legno e delle Specie Arboree

## TECNOLOGIE COSTRUTTIVE INNOVATIVE LIGNEE: L'Xlam



Resistenza strutturale al fuoco Sistema CLT

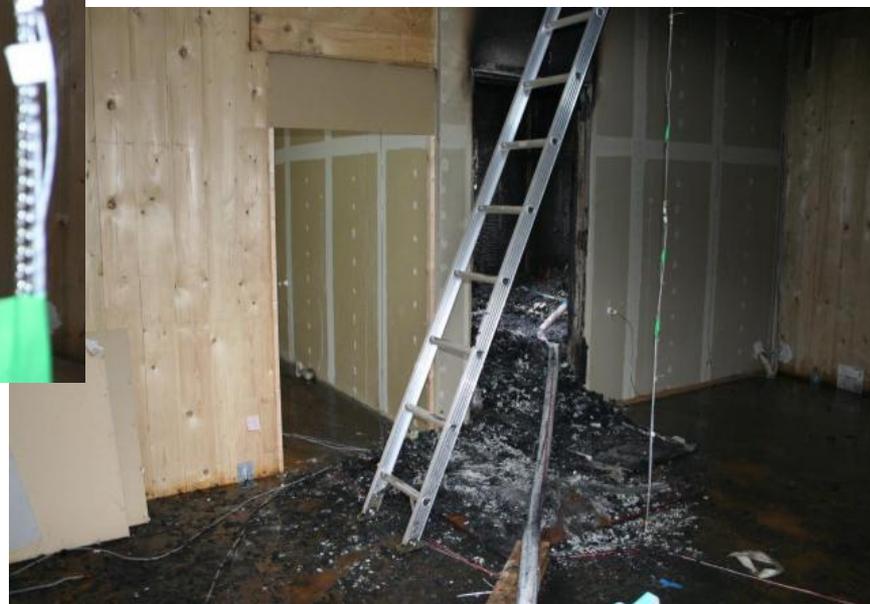


Prof. dott. ing. Ario Ceccotti - CNR - IVALSA – Istituto per la Valorizzazione del Legno e delle Specie Arboree

## TECNOLOGIE COSTRUTTIVE INNOVATIVE LIGNEE: L'Xlam



Resistenza strutturale al fuoco Sistema CLT



Prof. dott. ing. Ario Ceccotti - CNR - IVALSA – Istituto per la Valorizzazione del Legno e delle Specie Arboree

## TECNOLOGIE COSTRUTTIVE INNOVATIVE LIGNEE: L'Xlam



Resistenza strutturale al fuoco Sistema CLT



Garage multi piano – Innsbruck (Austria)

## TECNOLOGIE COSTRUTTIVE INNOVATIVE LIGNEE: L'Xlam



Resistenza alle intemperie Sistema CLT



## TECNOLOGIE COSTRUTTIVE INNOVATIVE LIGNEE: L'Xlam



Resistenza alle intemperie Sistema CLT



## STRUTTURE MISTE E RELATIVI SCHEMI DI CALCOLO



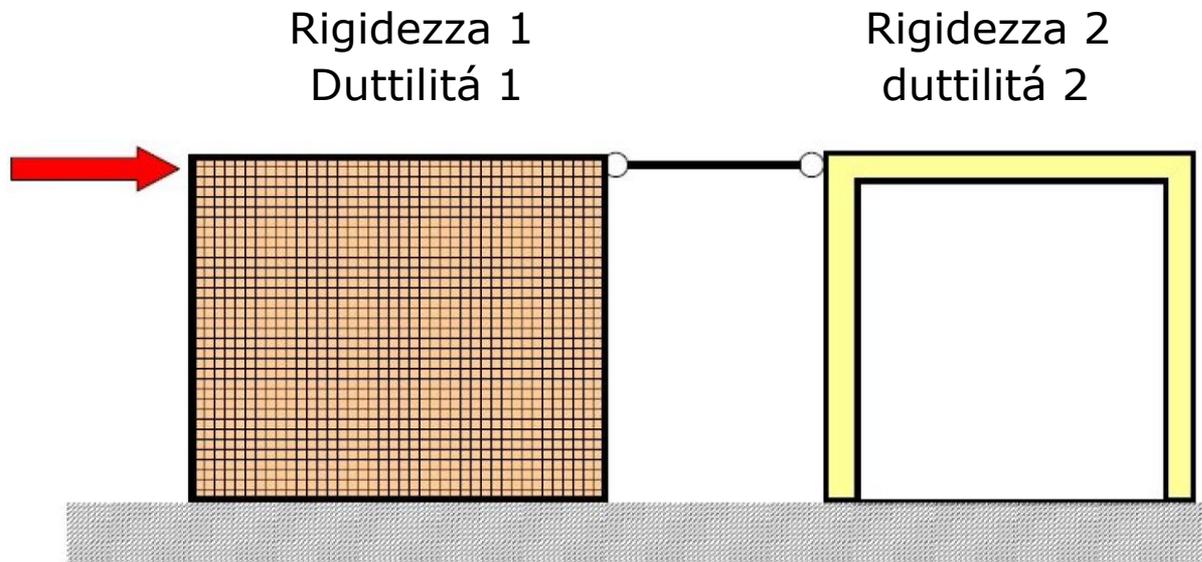
Tipologie miste moderne vs storiche



## STRUTTURE MISTE E RELATIVI SCHEMI DI CALCOLO

### Struttura mista ai fini die calcoli sismici

**Una struttura si intende mista ai fini sismici quando elementi di diversa natura strutturale lavorano insieme (in parallelo) per trasferire l'azione sismica.**

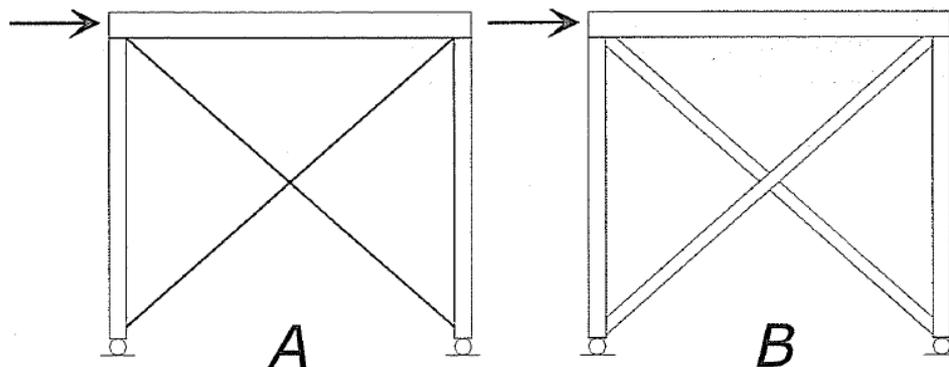


## STRUTTURE MISTE E RELATIVI SCHEMI DI CALCOLO

### Strutture impropriamente considerate miste

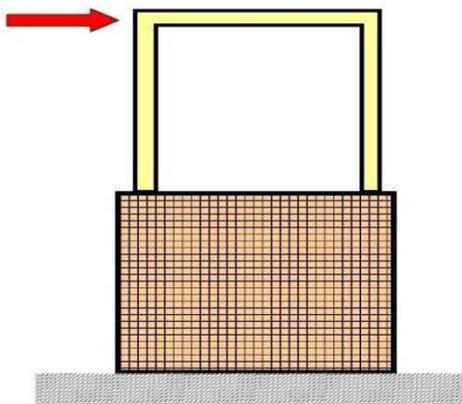
A) Controvento a croce  
in acciaio

B) Controvento a croce  
in legno



## STRUTTURE MISTE E RELATIVI SCHEMI DI CALCOLO

### Strutture impropriamente considerate miste

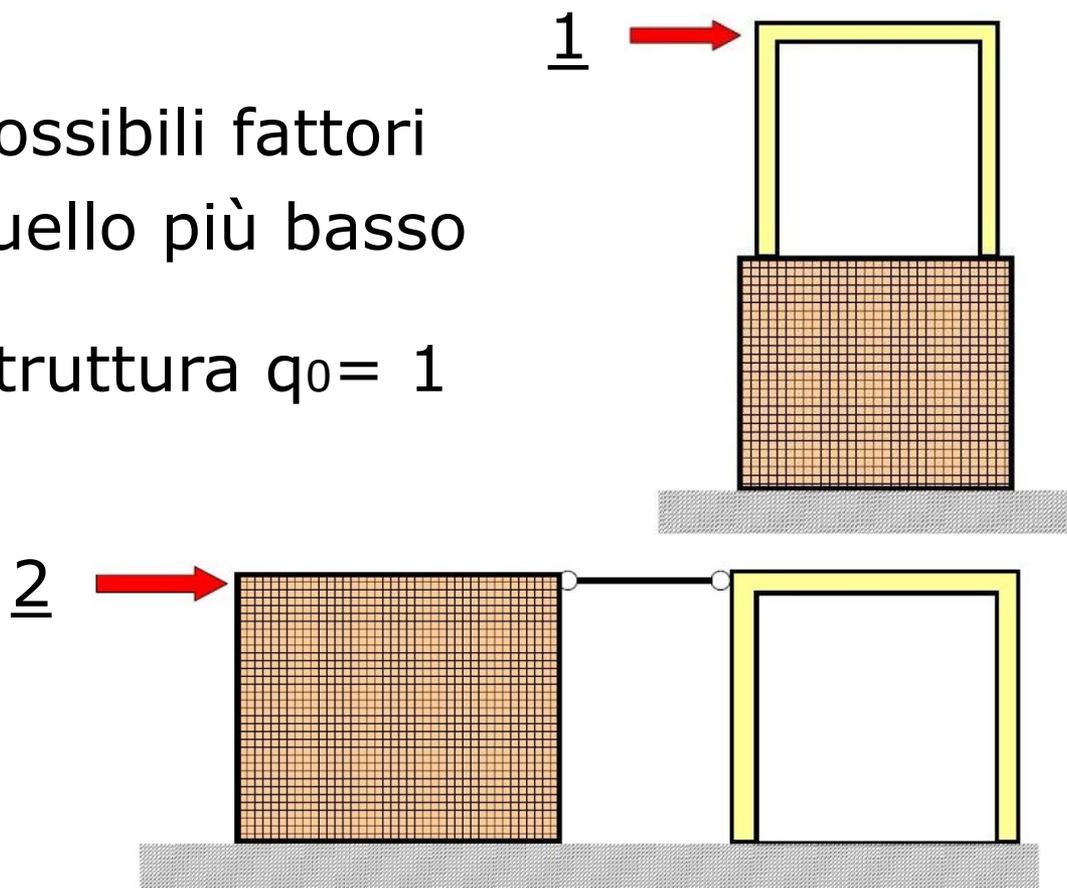


## STRUTTURE MISTE E RELATIVI SCHEMI DI CALCOLO

### Strutture impropriamente considerate miste

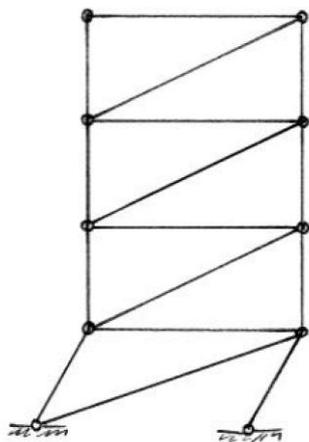
1) Tra i due possibili fattori viene scelto quello più basso

2) Fattore di struttura  $q_0 = 1$

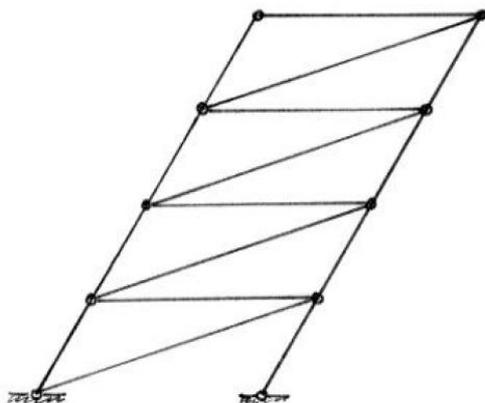


## STRUTTURE MISTE E RELATIVI SCHEMI DI CALCOLO

### Individuazione zone dissipative: gerarchie delle resistenze



gerarchia delle resistenze non rispettata  
-> poca dissipazione



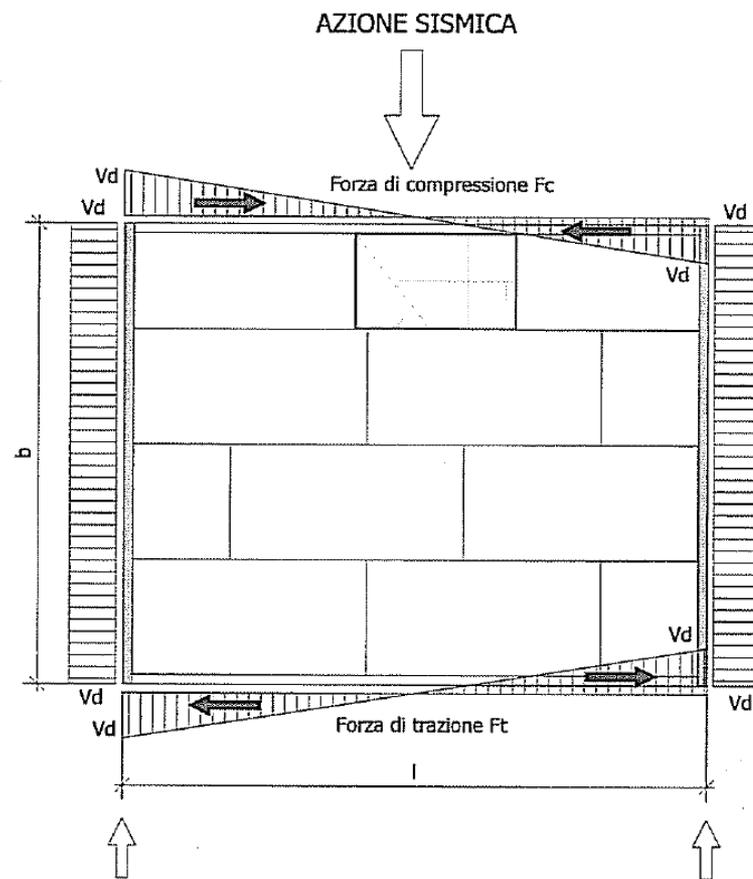
gerarchia delle resistenze rispettata  
-> dissipazione in tutti piani

## STRUTTURE MISTE E RELATIVI SCHEMI DI CALCOLO

### Ruolo dei solai: distribuzione uniforme sforzi orizzontali

#### NTC 2008

-§ C7.2.6 ...possono essere considerati infinitamente rigidi nel loro piano se, modellandone la deformabilità nel piano, i loro spostamenti orizzontali massimi in condizioni sismiche non superano per più del 10% quelli calcolati con l'assunzione di piano rigido.



## STRUTTURE MISTE E RELATIVI SCHEMI DI CALCOLO

### Ruolo dei solai: distribuzione uniforme sforzi orizzontali

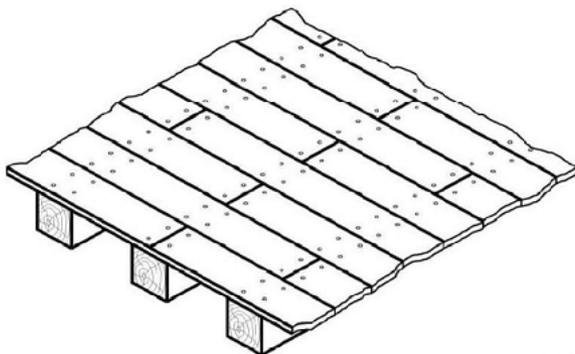
Nel caso di analisi sismiche è necessario determinare la rigidità nel piano dei solai per calcolare la distribuzione delle forze orizzontali derivanti dal sisma sulle singole pareti.

I due estremi sono rappresentati da:

- solaio infinitamente deformabile →  $F_{orizzontale} \propto$  all'area di influenza della parete;
- solaio infinitamente rigido →  $F_{orizzontale} \propto$  alla rigidità della parete stessa.

#### SPERIMENTAZIONE SU SOLAI LIGNEI: RINFORZO E IRRIGIDIMENTO NEL PIANO

Tipologia di solaio: solaio di riferimento 5 m x 4 m

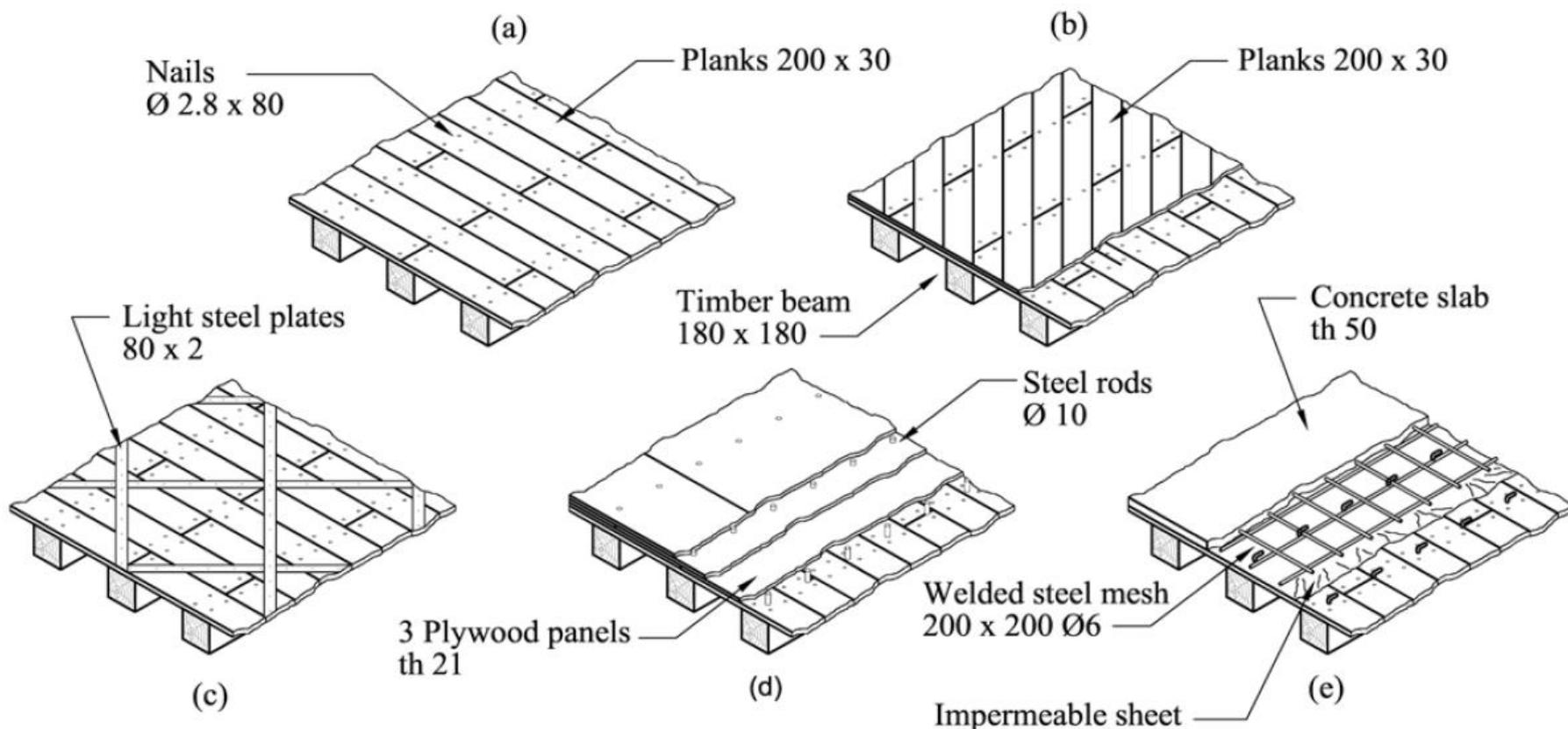


- Solaio ligneo in semplice appoggio
- Sezione dei travetti 180 x 180 mm, interasse 0,5 m
- Tavole in legno d'abete (200 mm x 30 mm)
- Chiodi  $\Phi$  2.8 x 80 (interasse 100 mm, 4 ogni intersezione tavola-travetto)
- L'impalcato è composto da un singolo strato di tavole disposte ortogonalmente alla direzione dei travetti

Influenza sulla risposta globale della rigidità di solai lignei – Ing. Ivan Giongo et al. - ANIDIS Bari 2011

## STRUTTURE MISTE E RELATIVI SCHEMI DI CALCOLO

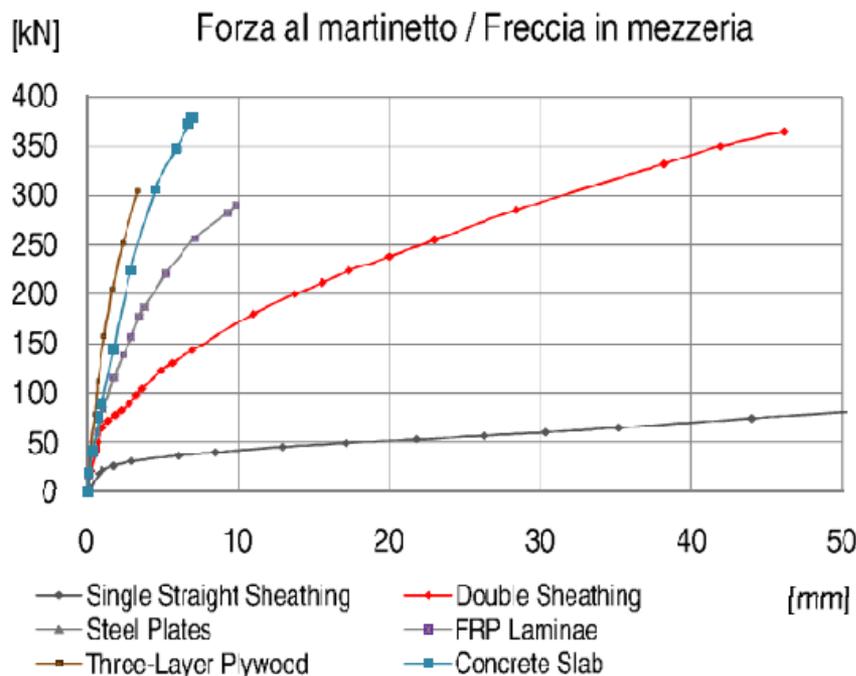
### Ruolo dei solai: distribuzione uniforme sforzi orizzontali



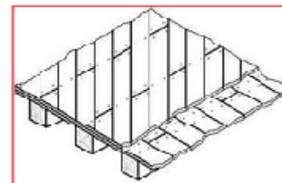
*Influenza sulla risposta globale della rigidezza di solai lignei – Ing. Ivan Giongo et al. - ANIDIS Bari 2011*

## STRUTTURE MISTE E RELATIVI SCHEMI DI CALCOLO

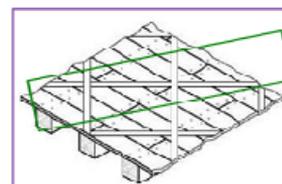
### Ruolo dei solai: distribuzione uniforme sforzi orizzontali



1. Doppio tavolato

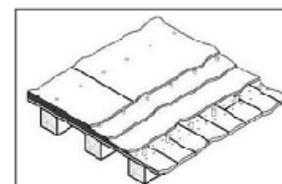


2. Bandelle metalliche

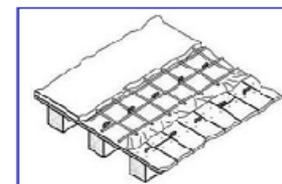


3. CFRP

4. Pannelli compensato



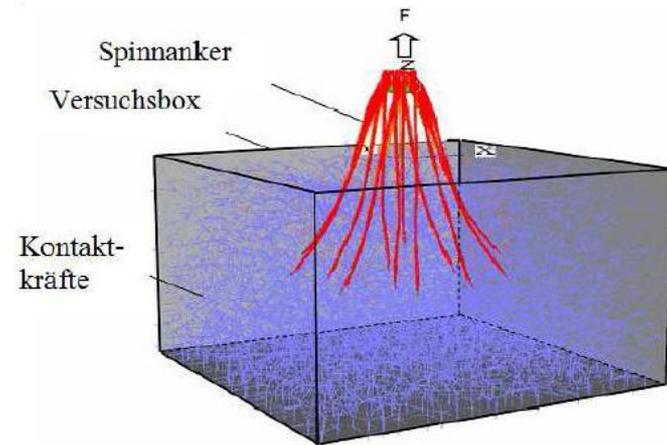
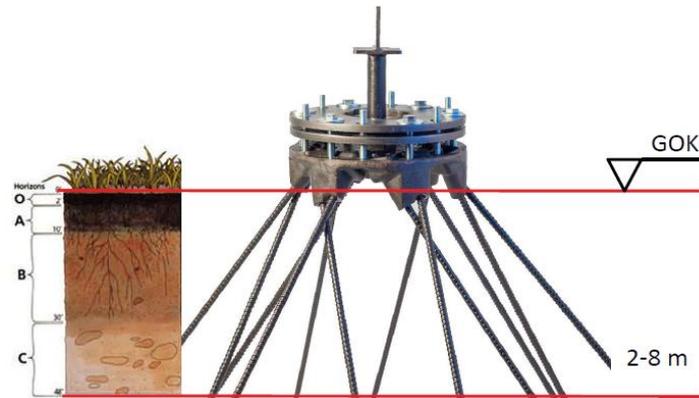
5. Soletta cls



Influenza sulla risposta globale della rigidezza di solai lignei – Ing. Ivan Giongo et al. - ANIDIS Bari 2011

## SOLUZIONI TECNOLOGICHE PARTICOLARI

### Sistema di ancoraggio su terreni poco coesi



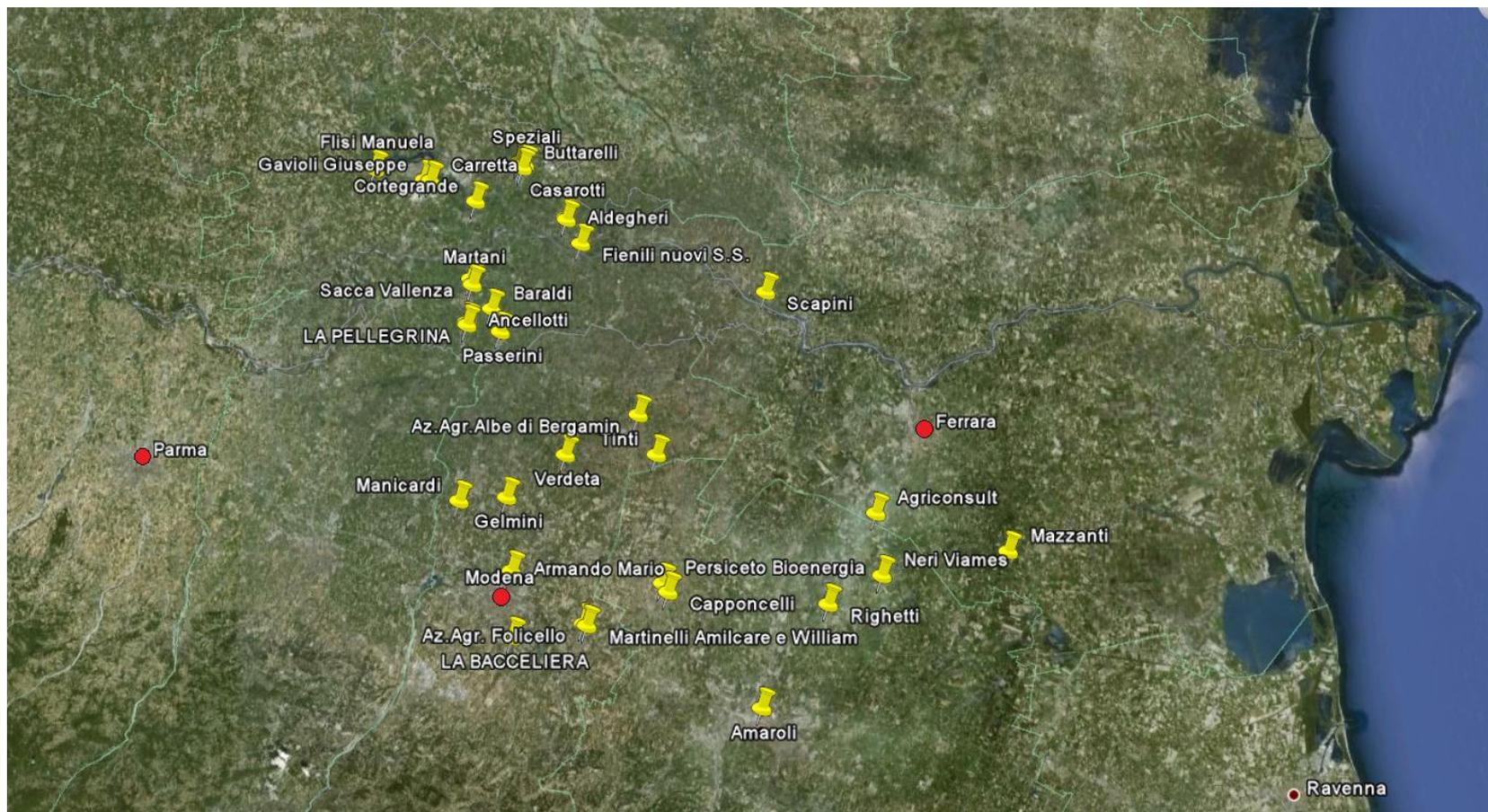
## SOLUZIONI TECNOLOGICHE PARTICOLARI

### Sistema di ancoraggio su terreni poco coesi

High force, nature-orientated building



## MAPPA STRUTTURE POST SISMA COSTRUITE IN EMILIA ROMAGNA



Cliente: Capponcelli – San Giovanni in Persiceto (MO)

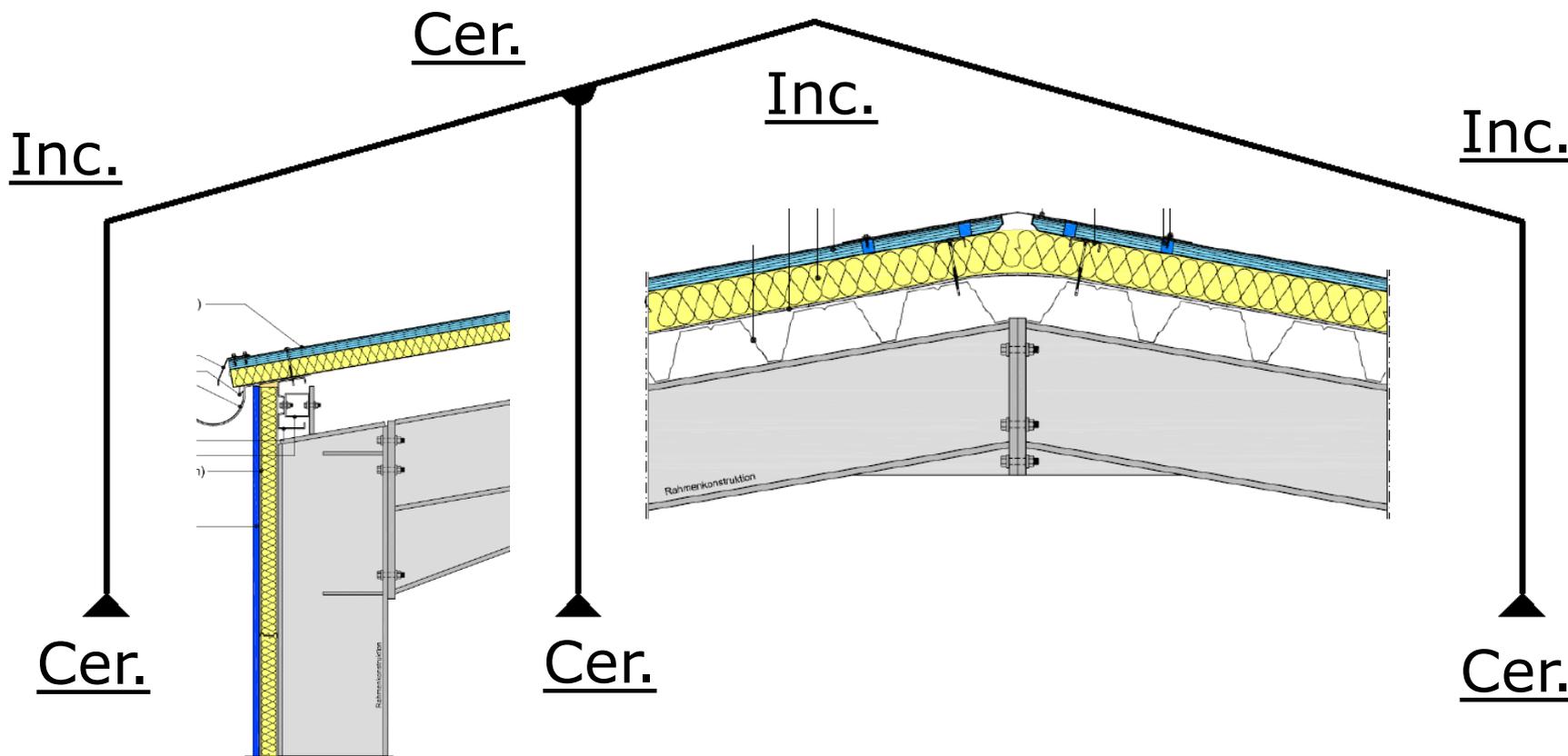


## Cliente: Capponcelli – San Giovanni in Persiceto (MO)



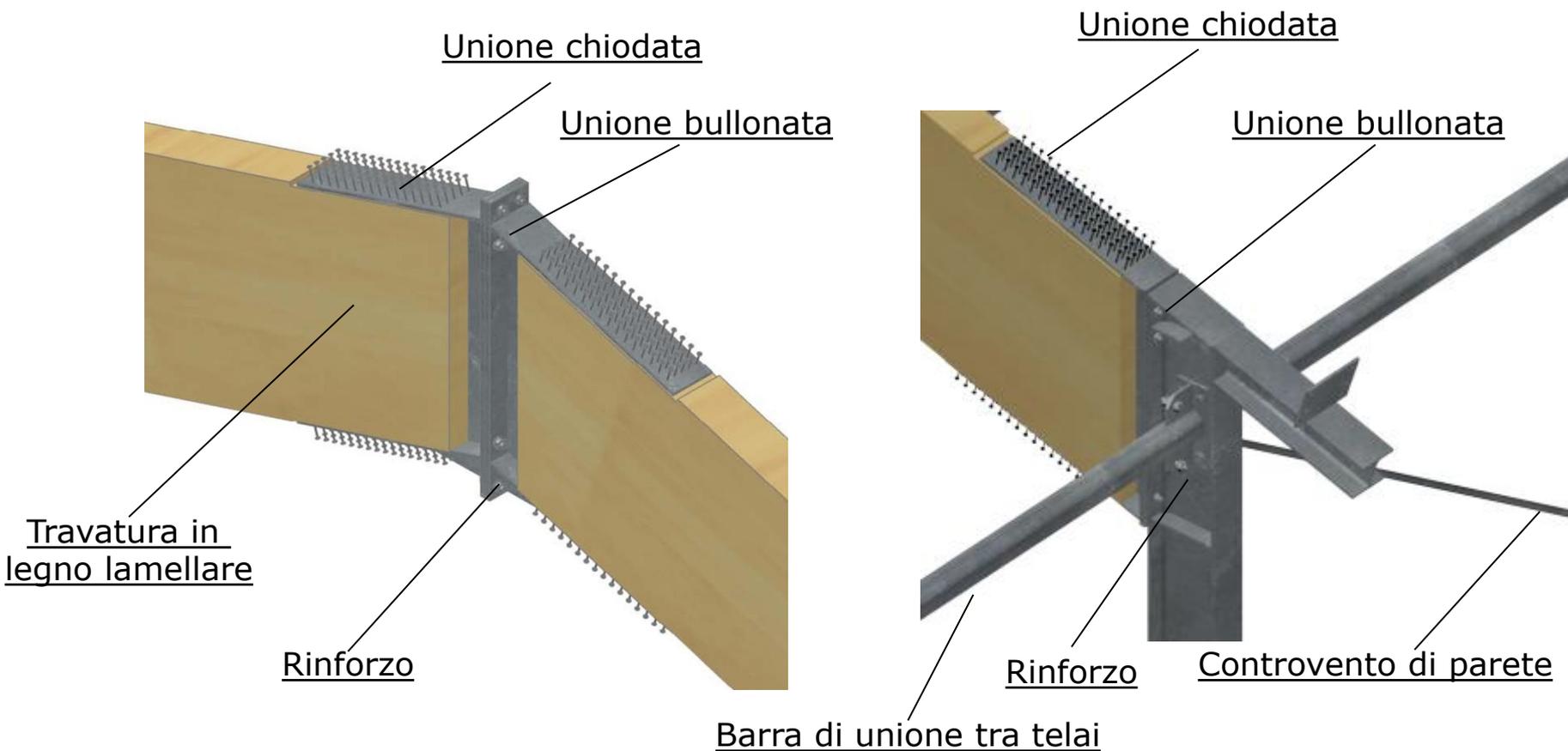
**Cliente: Capponcelli – San Giovanni in Persiceto (MO)**

**Schema statico e nodi colmo e banchina**



## Cliente: Capponcelli – San Giovanni in Persiceto (MO)

### Modellazione tridimensionale nodi colmo e banchina



## Cliente: Medifly – Modena



## Cliente: Medifly – Modena

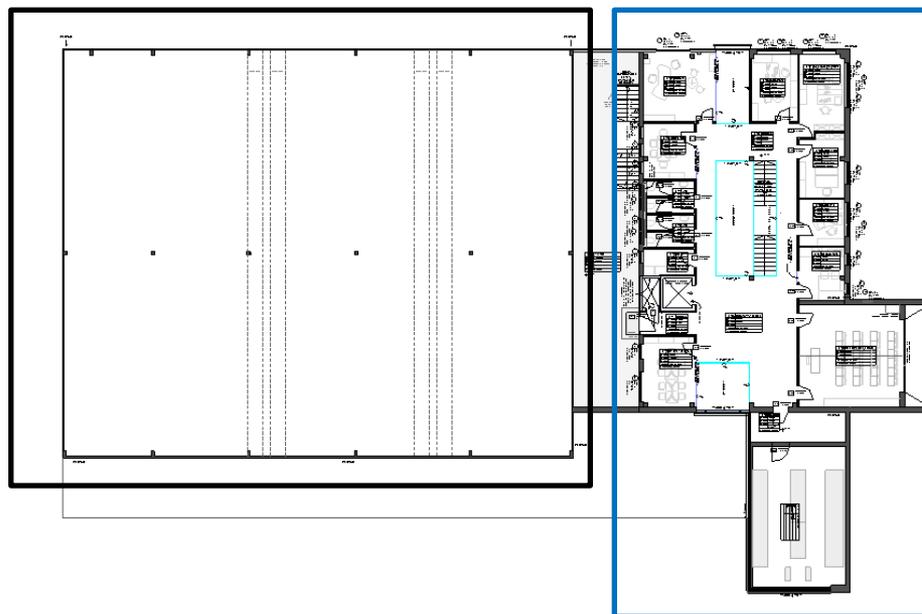


## Case history: Casa HOVAL – Zanica (BG)



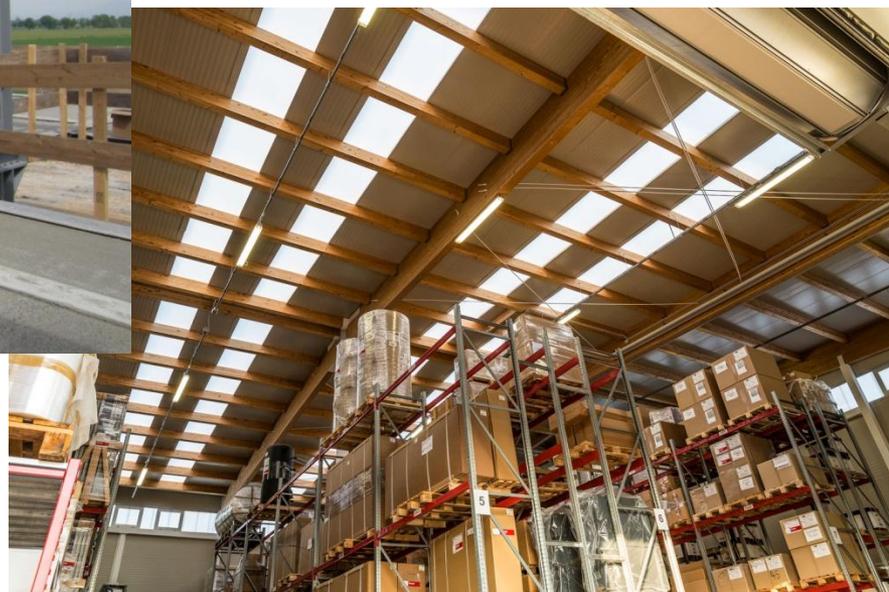
## Case history: Casa HOVAL – Zanica (BG)

### L'esigenza del cliente e il progetto



- Diversi corpi con differenti funzioni
- Rapidità di esecuzione
- Economicità dell'intervento
  - Magazzino
  - Uffici

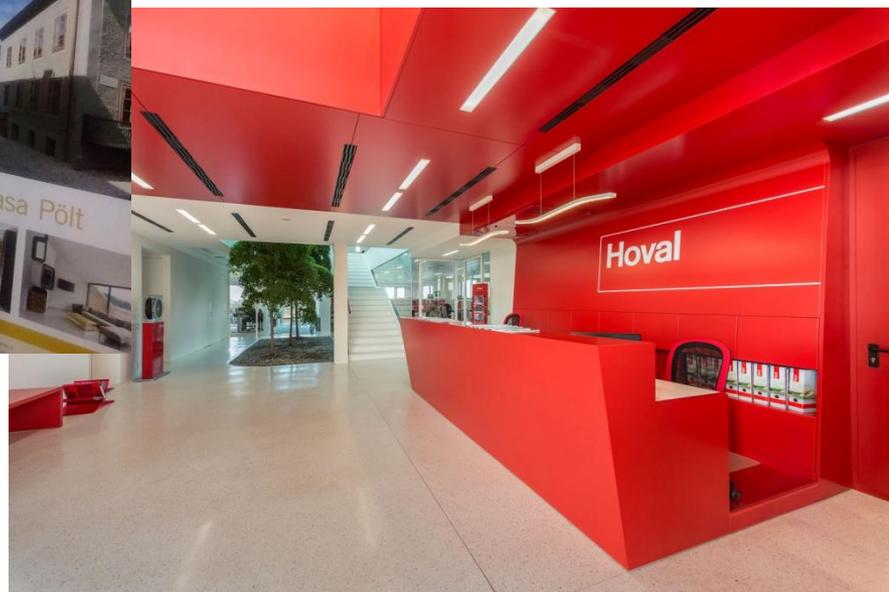
## Case history: Casa HOVAL – Zanica (BG)



## Case history: Casa HOVAL – Zanica (BG)



Opera premiata  
***Casaclima Awards 2015***



## Progetto di ricerca: EUCENTRE – Pavia



**EUCENTRE™**

European Centre for Training and Research in Earthquake Engineering



PROTEZIONE CIVILE  
Presidente del Consiglio dei Ministri  
Dipartimento della Protezione Civile



INGV



IUSS



17/01/1995 Terremoto di Kobe 7,0 Mj – 6434 vittime

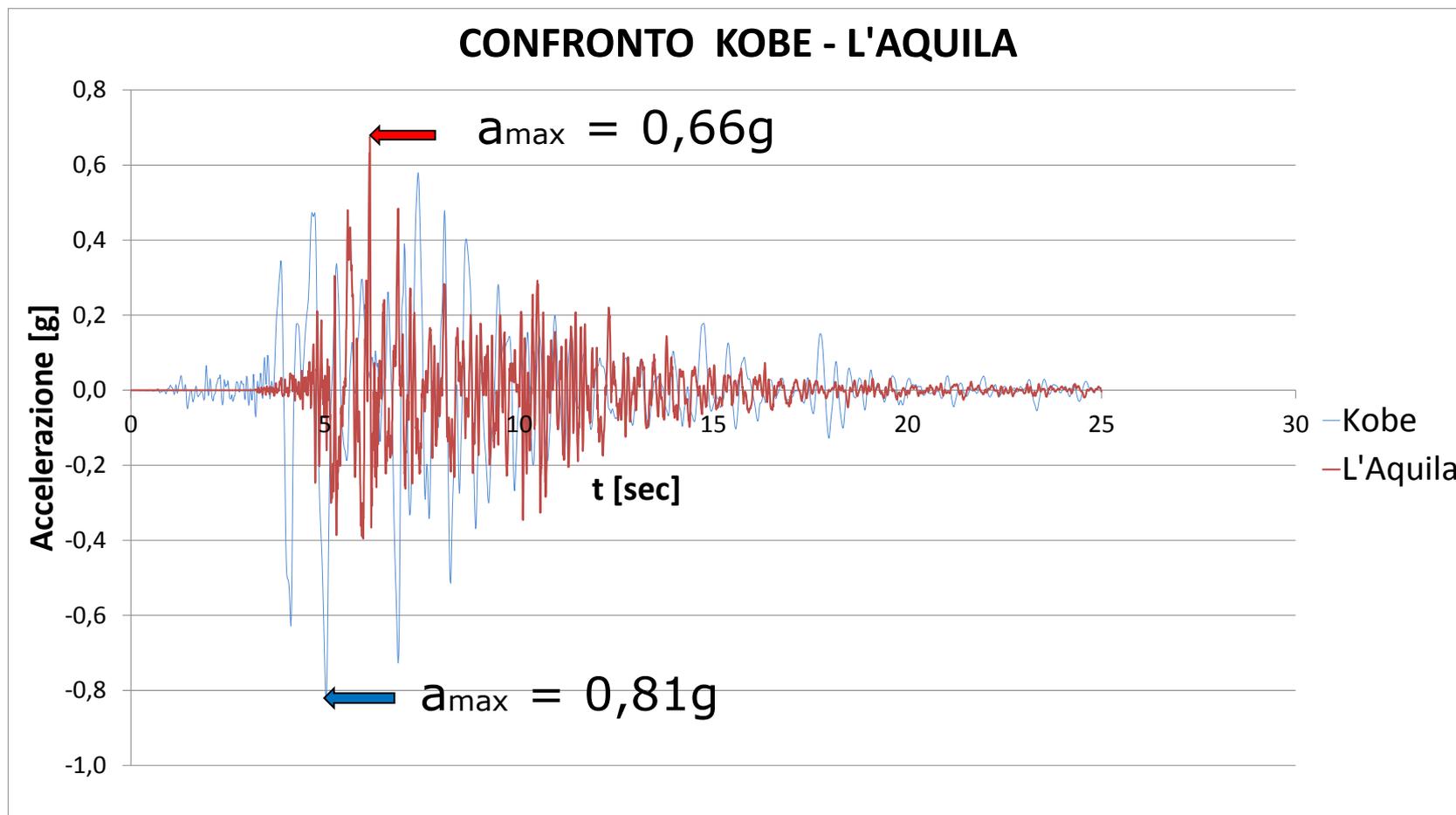
## Progetto di ricerca: EUCENTRE – Pavia

### Dati generali

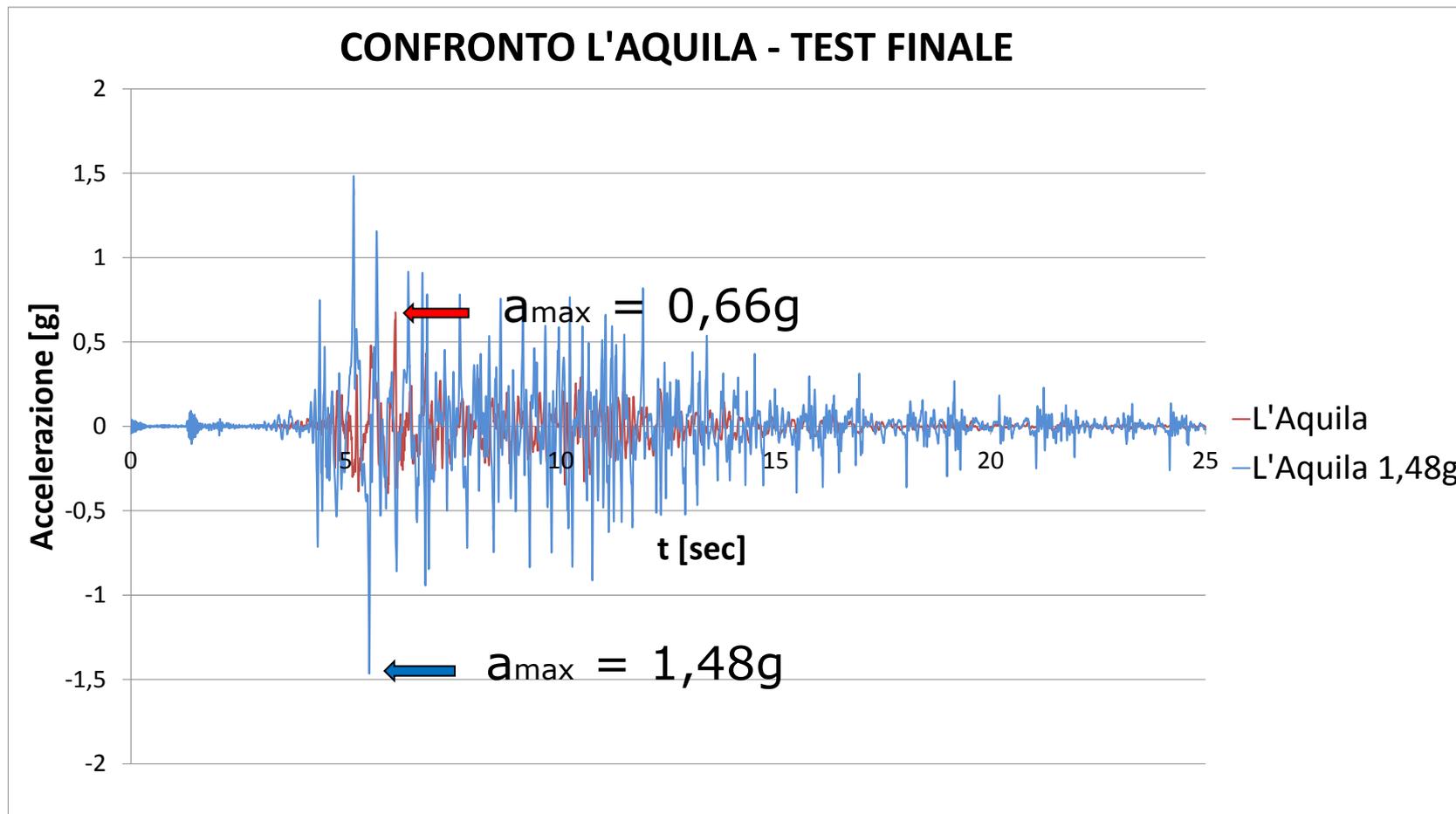
- Struttura di 4 piani;
- Altezza  $h = 11,65\text{m}$ ;
- Peso struttura  $\approx 48\text{t}$
- Struttura più alta testata in Europa



## Progetto di ricerca: EUCENTRE – Pavia



## Progetto di ricerca: EUCENTRE – Pavia



Progetto di ricerca: EUCENTRE – Pavia

Risultato finale dei test

Sulla struttura finita sono state eseguite quattro prove con accelerazioni di picco tutte superiori a 1g con un massimo pari a **1,48g** (**224%** rispetto a L'Aquila).

Tale accelerazione risulta essere pari al **529%** di quella massima prevista in normativa.

**NESSUN DANNO !**

**Grazie dell'attenzione!**