

smart village *in tour*

FIRENZE, 14 marzo 2013

**Il legno per uso strutturale e le sue prestazioni:
il contenimento energetico, il comportamento al fuoco,
il comportamento in zona sismica.**

ARIO CECCOTTI



CNR-IVALSA
TREES AND TIMBER INSTITUTE

Il legno è una risorsa rinnovabile





“usare il legno per salvare le foreste!”



PROVINCIA AUTONOMA DI TRENTO

SOFIE

Sistema Costruttivo Fiemme

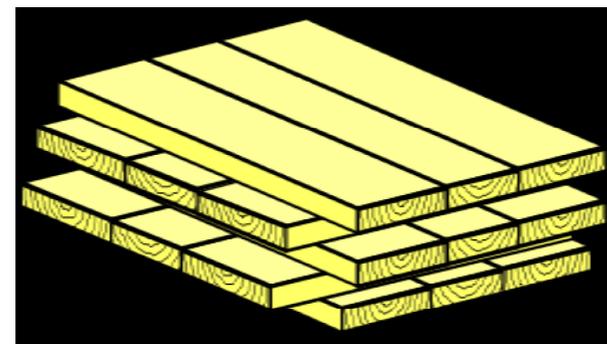


progetto di ricerca sull'edilizia sostenibile condotto dall'Istituto IVALSA – CNR
con il sostegno della Provincia Autonoma di Trento



IVALSA - CNR

X-LAM



Il **sistema X-Lam** (Cross-laminated solid timber boards – tavole lamellari di legno massiccio incollate a strati incrociati) è diventato uno “standard” in Europa tra i sistemi costruttivi a base di legno.





1. elementi massicci di parete, solaio e copertura prodotti in base alle indicazioni di progetto

2. produzione in stabilimento: assenza di assestamenti, di rigonfiamenti o ritiro → stabilità dimensionale

3. Isolamento, rivestimenti ed elementi di facciata facilmente fissati (montaggio rapido)

- elevata inerzia termica
- isolamento a cappotto (elimina ponte termico)



elevate prestazioni termiche estive ed invernali

PARETI ESTERNE



La finitura superficiale esterna può essere: a intonaco, con doghe di legno, pietra...



PARETI E IMPIANTI



Sul LATO INTERNO del pannello portante:

- *Posa degli impianti in un'intercapedine realizzata con listelli di legno*
- *finitura superficiale interna realizzata con cartongesso*



PARETI E SOLAI



La struttura della parete deve essere separata acusticamente dalla struttura dei solai, è pertanto opportuno predisporre **un nastro di materiale morbido**.



- Neutralizza eventuali contatti tra le pareti o solai
- Garantisce l'impermeabilizzazione all'aria e vento.





PRESTAZIONI TERMICHE DELL'INVOLUCRO

→ Legate alla capacità dei diversi elementi di opporsi al passaggio del calore

conducibilità termica λ = capacità di un materiale di condurre calore

CONDUCIBILITA' λ W/(m·K): materiali a confronto						
LEGNO	MATTONI PIENO	MATTONI FORATO	ACCIAIO	CLS ARMATO	INTONACO	ISOLANTI
0,12 - 0,16	0,7	0,2 - 0,25	46	2,3	0,3 - 0,7	0,03 - 0,06



Le strutture di legno hanno ottimi valori di
Trasmittanza termica (U)

Più basso sarà questo valore, migliore risulterà l'isolamento

CONFRONTO MATTONI - LEGNO

1. Parete in mattoni:

SPESSORE: 40 cm

U: 0,30 W/(m²K)

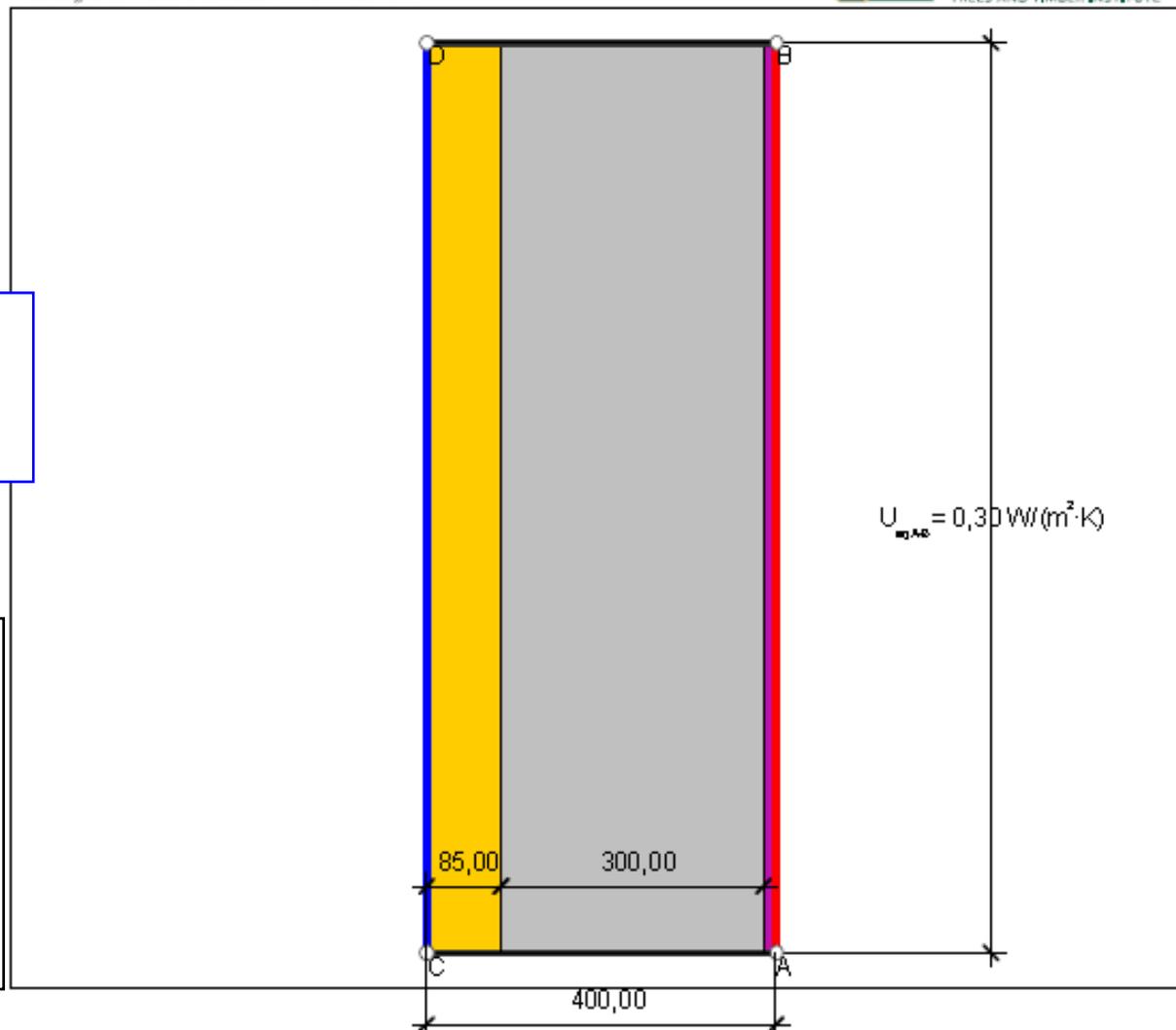
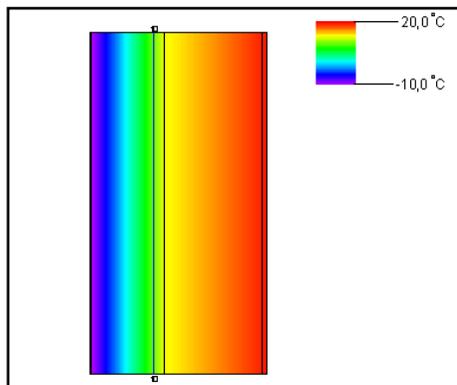


Consiglio Nazionale delle Ricerche



Nome	λ [W/(m·K)]
BLOCCO PORIZZATO	0,240
FIBRA LEGNO	0,044
Intonaco di gesso 1000	0,400

Campo temperature

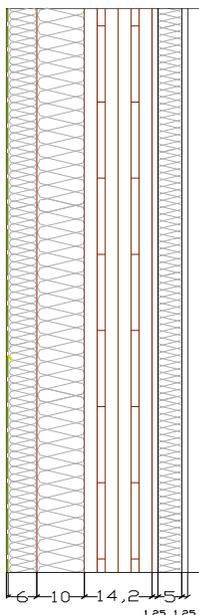


CONFRONTO MATTONE - LEGNO

2. Parete di legno:

SPESSORE: 38 cm

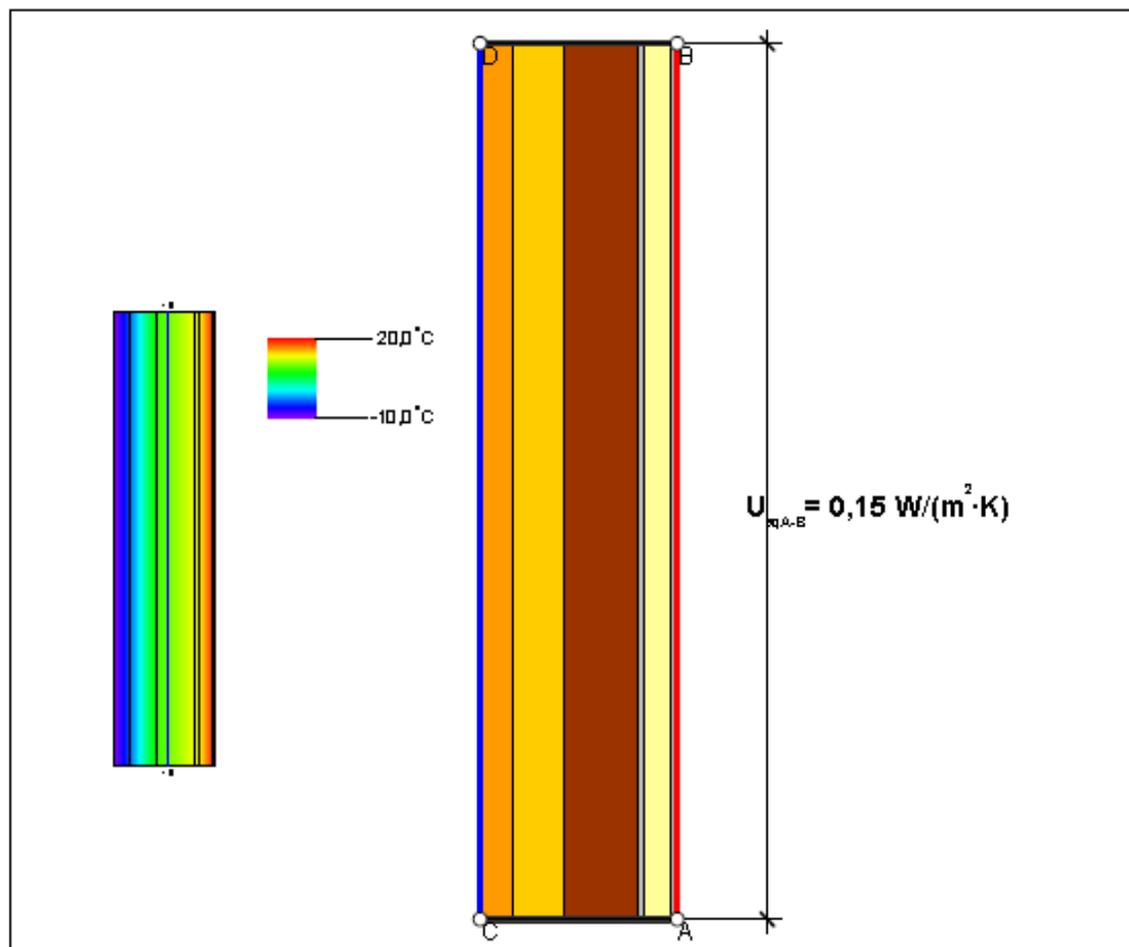
U: 0,15 W/(m²K)



Nome	λ [W/(m·K)]
canapa	0,041
diffutherm	0,044
gessofibra	0,320
lenotec	0,130
pavatherm	0,038


Consiglio Nazionale delle Ricerche

 **IVALSA**
TREES AND TIMBER INSTITUTE



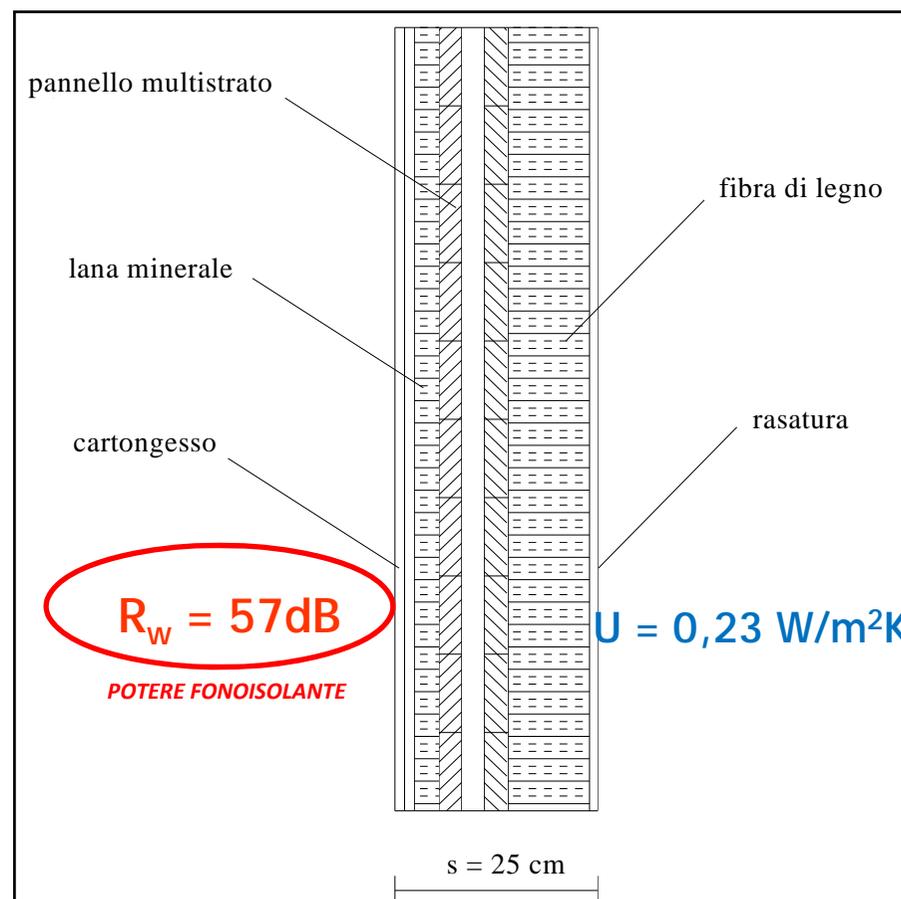
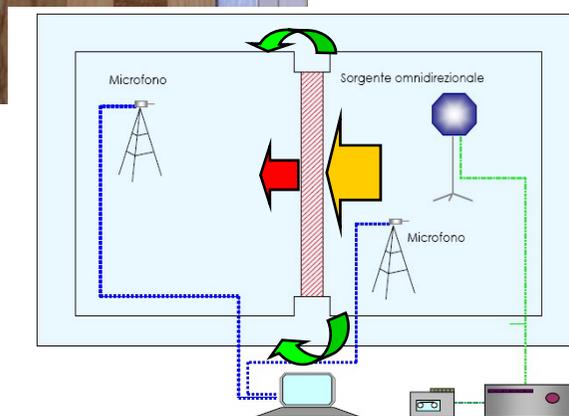
... A PARITÀ DI SPESSORE IL LEGNO ISOLA MOLTO DI PIÙ



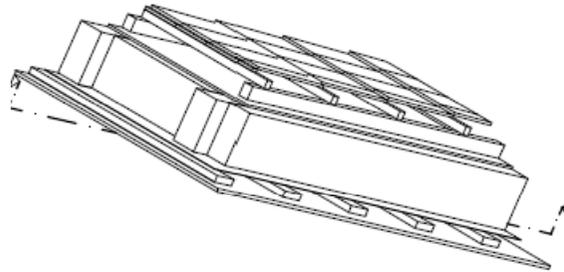
OTTIMO ISOLAMENTO ACUSTICO

Parete legno multistrato a fibre incrociate di spessore 85/95 mm;
rivestimento a cappotto termico in fibra di legno naturale compressa (10/12 cm).

Nella parte interna della parete: due pannelli di cartongesso da 12 + 12 mm, un'intercapedine di 27/30 mm, pannello portante multistrato



ISOLAMENTO TERMICO ESTIVO

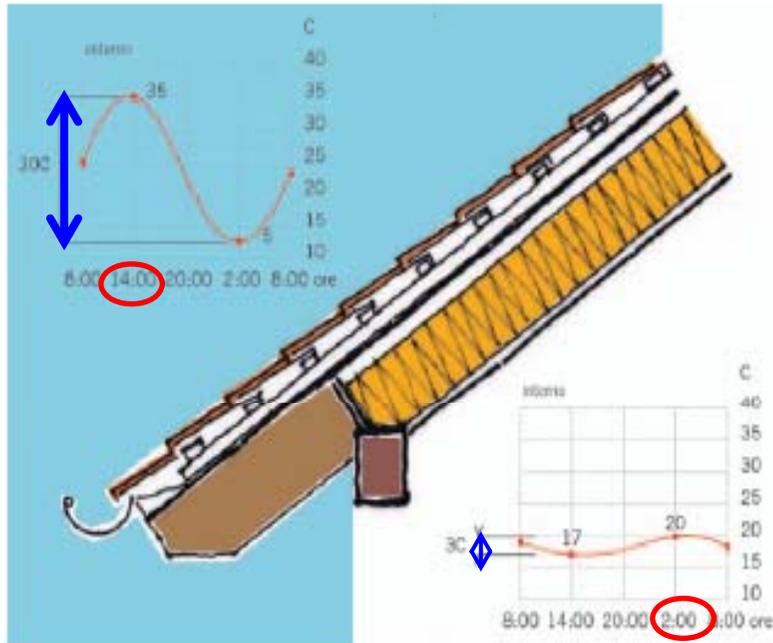


- Tegole
- listelli (3 cm)
- listelli per ventilazione (>4cm)
- membrana impermeabile traspirante
- p.llo OSB
- fibra di legno**
- freno al vapore
- Intercapedine d'aria
- cartongesso

> inerzia termica della struttura



- > riduzione del rapporto fra l'ampiezza dell'oscillazione della temperatura esterna e di quella interna (attenuazione o smorzamento)
- > l'intervallo di tempo con cui si manifestano all'interno le variazioni della temperatura che avvengono al di fuori dell'edificio (ritardo o sfasamento)



Spessore isolante:
18 cm fibra di legno:
U=0,21 W/m²K; sfasamento ~ 14 h

20 cm fibra di legno:
U=0,19 W/m²K; sfasamento ~ 15 h

Terremoti ... e le costruzioni in legno!



San Francisco Museum



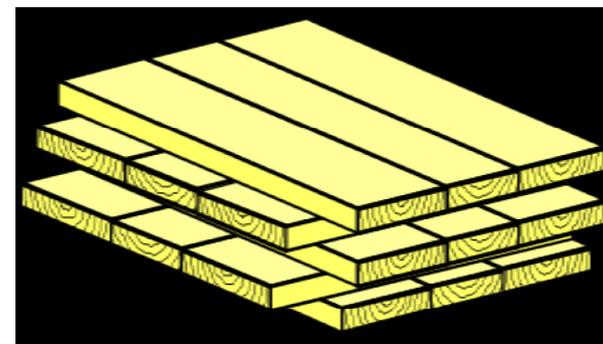
F1
Gran premio del Belgio 2012



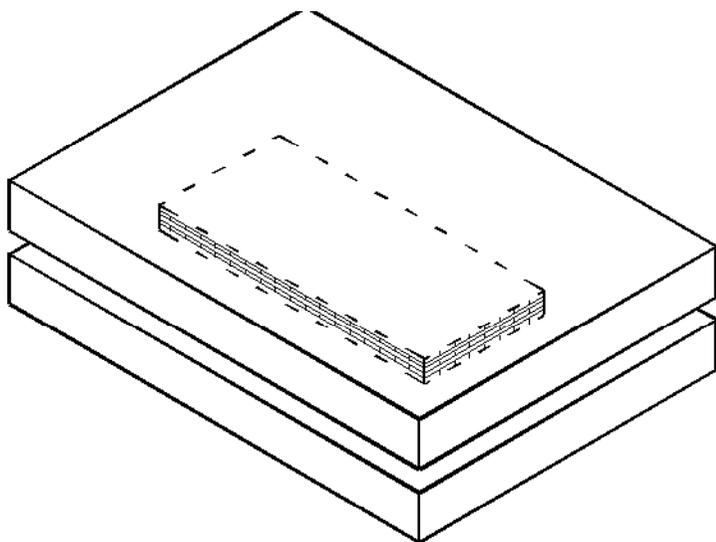
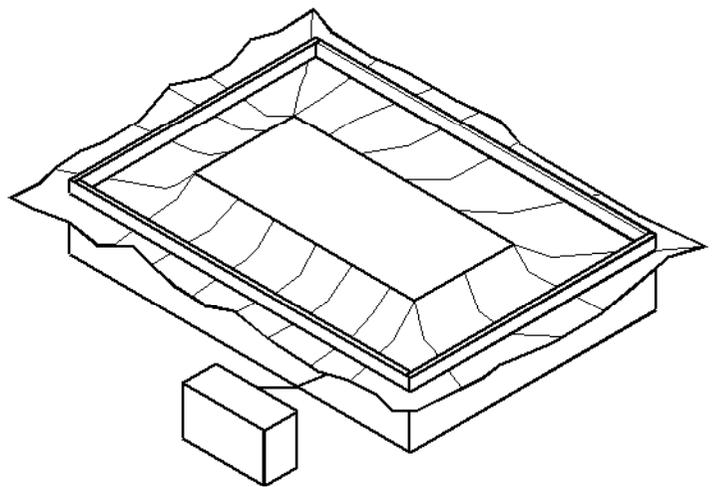




X-LAM



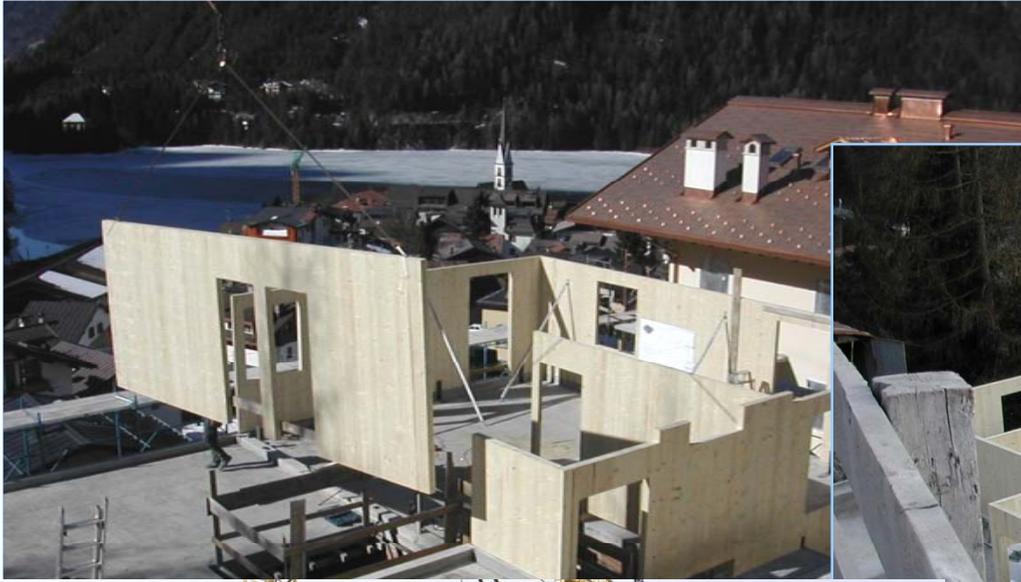
XLAM SYSTEM : produzione





X_{LAM} SYSTEM : vantaggi

- I pannelli XLAM sono estremamente resistenti e rigidi, e consentono l'utilizzo anche di categorie di qualità di legno medio-basse di provenienza locale.
- Il sistema **XLAM** risulta più **attraente** per il pubblico europeo, diffidente nei confronti delle costruzioni leggere di legno, spesso considerate adatte solo per utilizzazione temporanee.

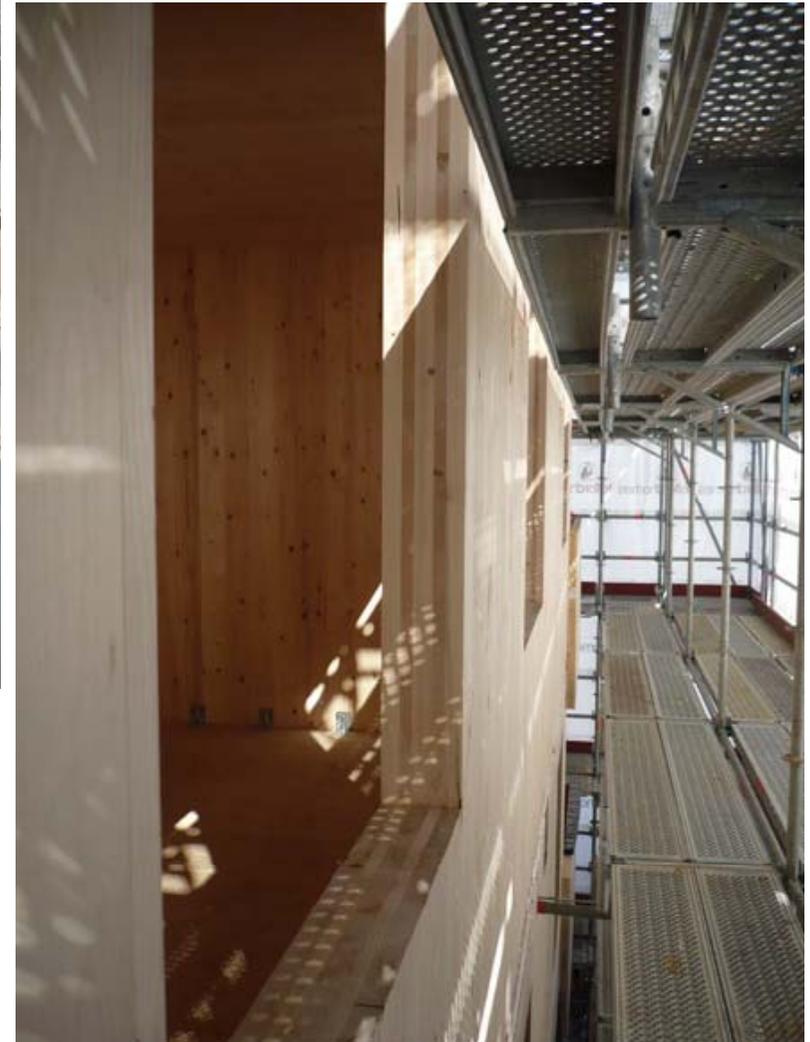




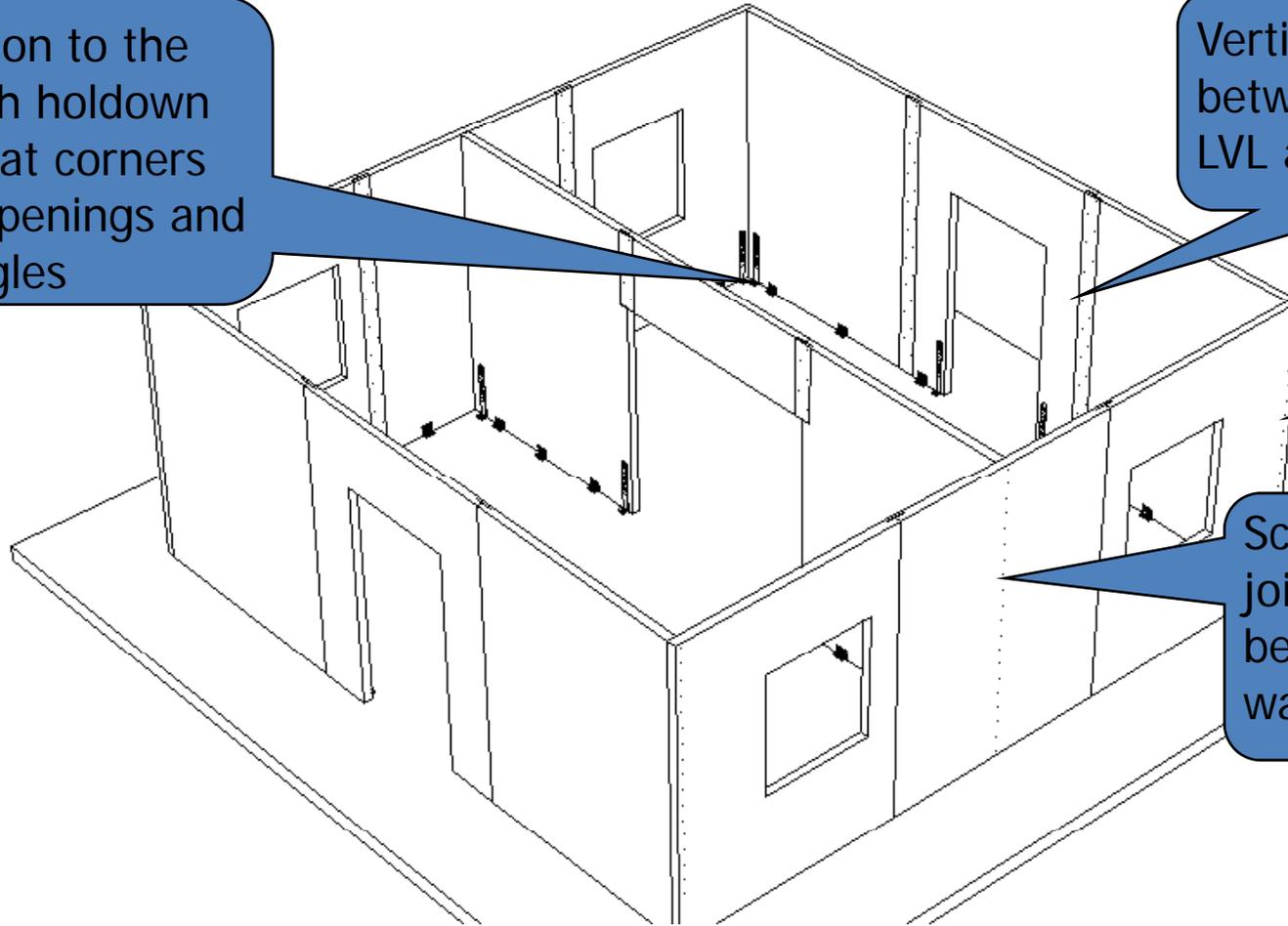
London



Apartment complex Murray Grove London



Connection to the base with holdown anchors at corners and at openings and steel angles

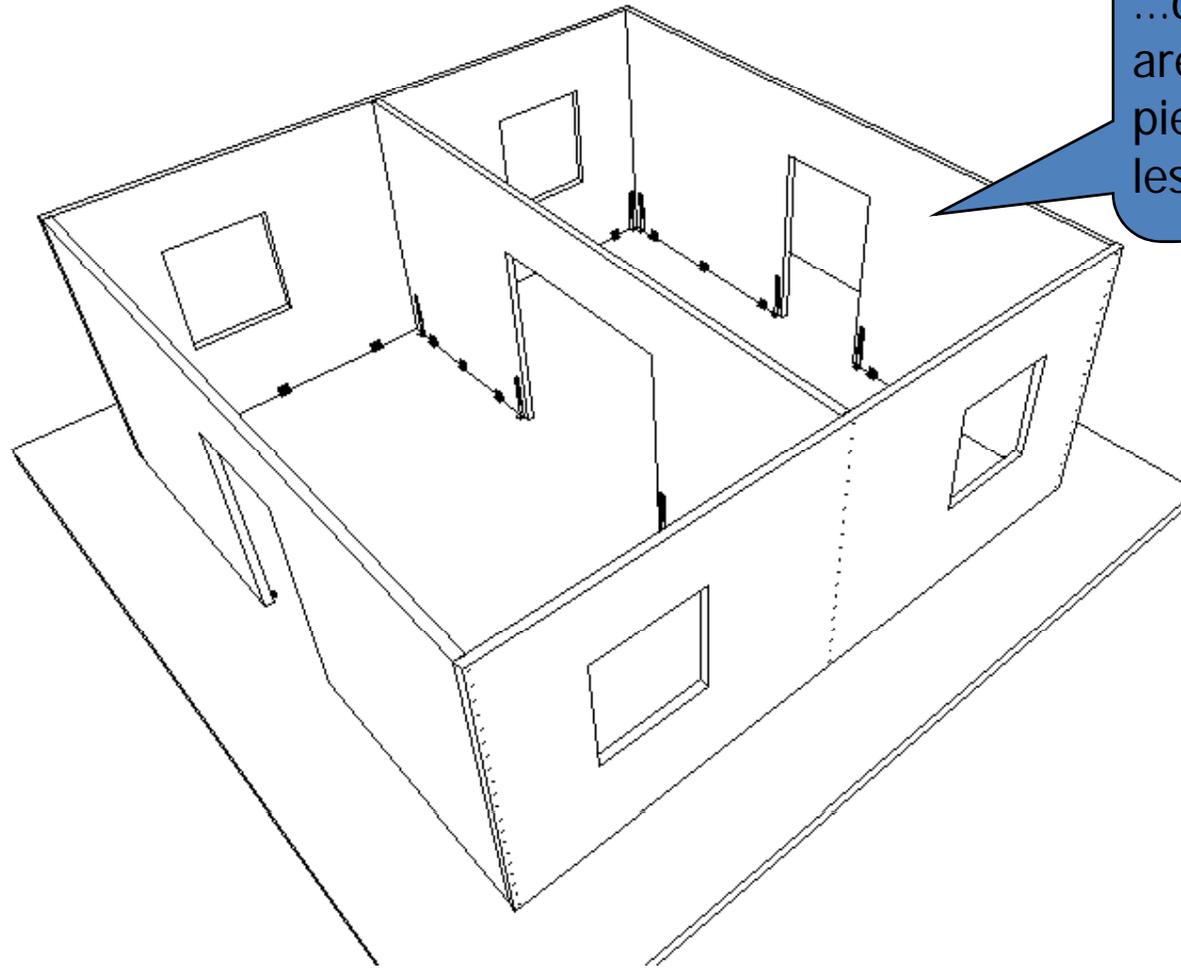


Vertical joints between panels with LVL and screws

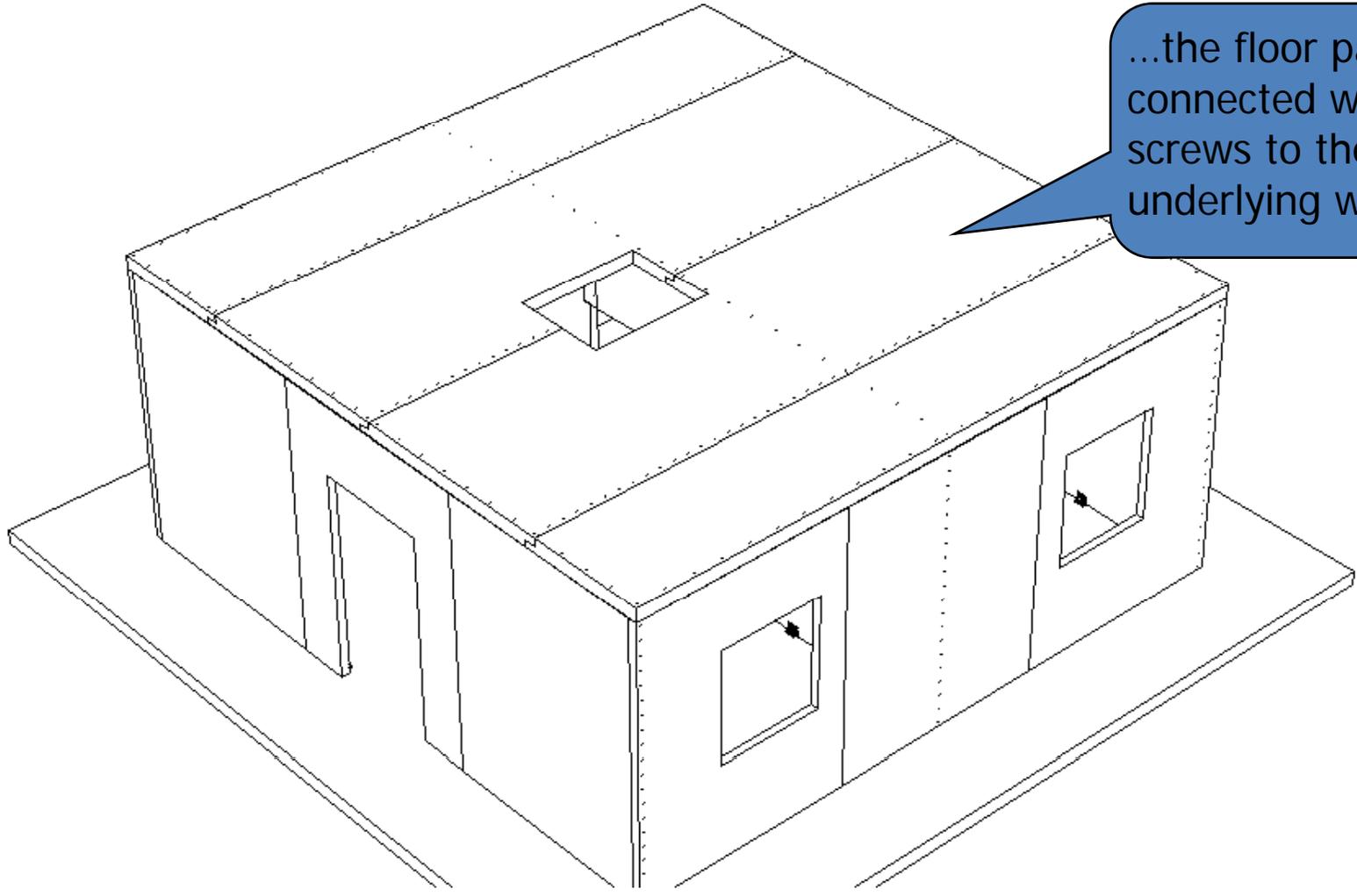
Screws at corner joints

Screws at joints between walls

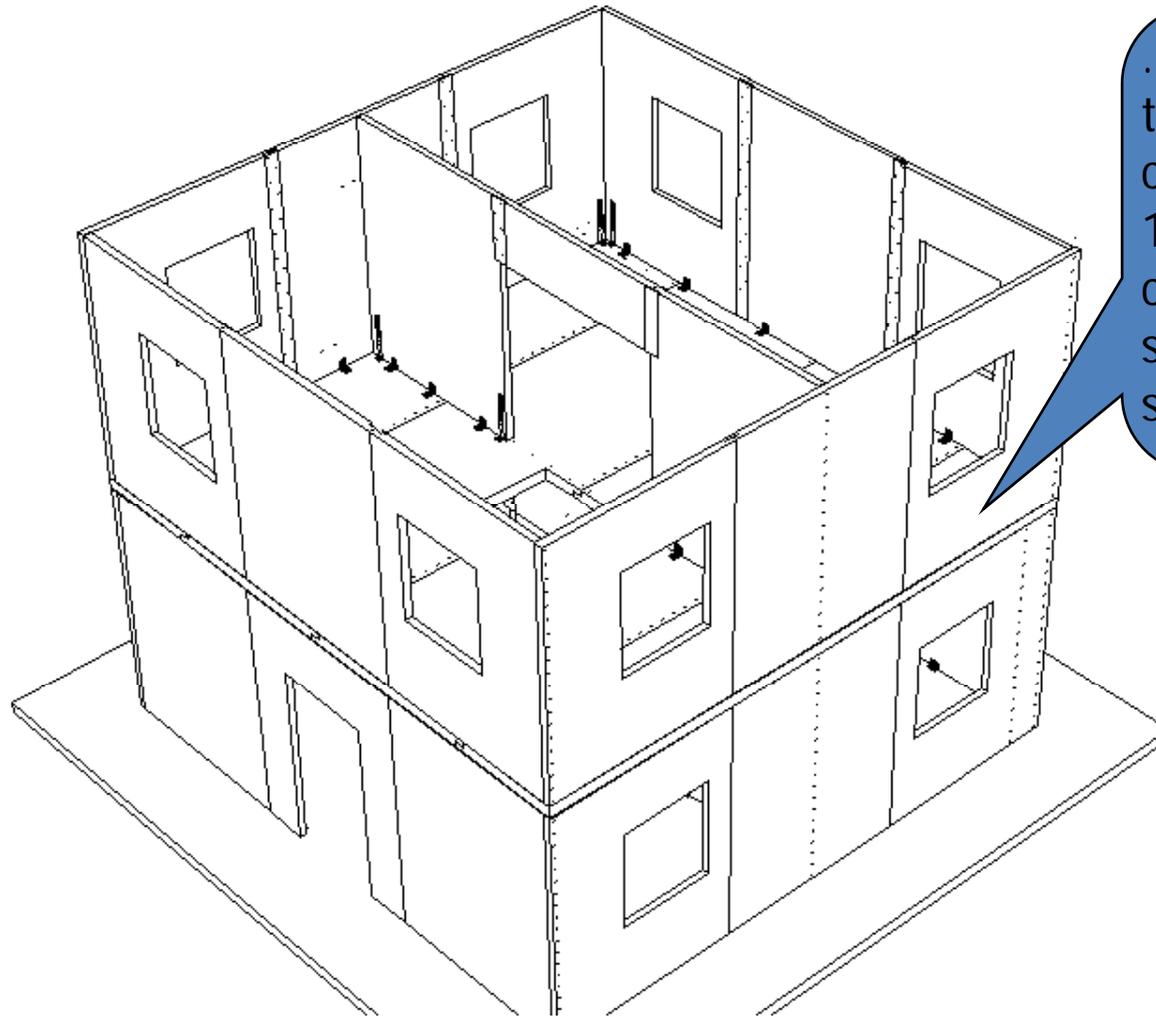




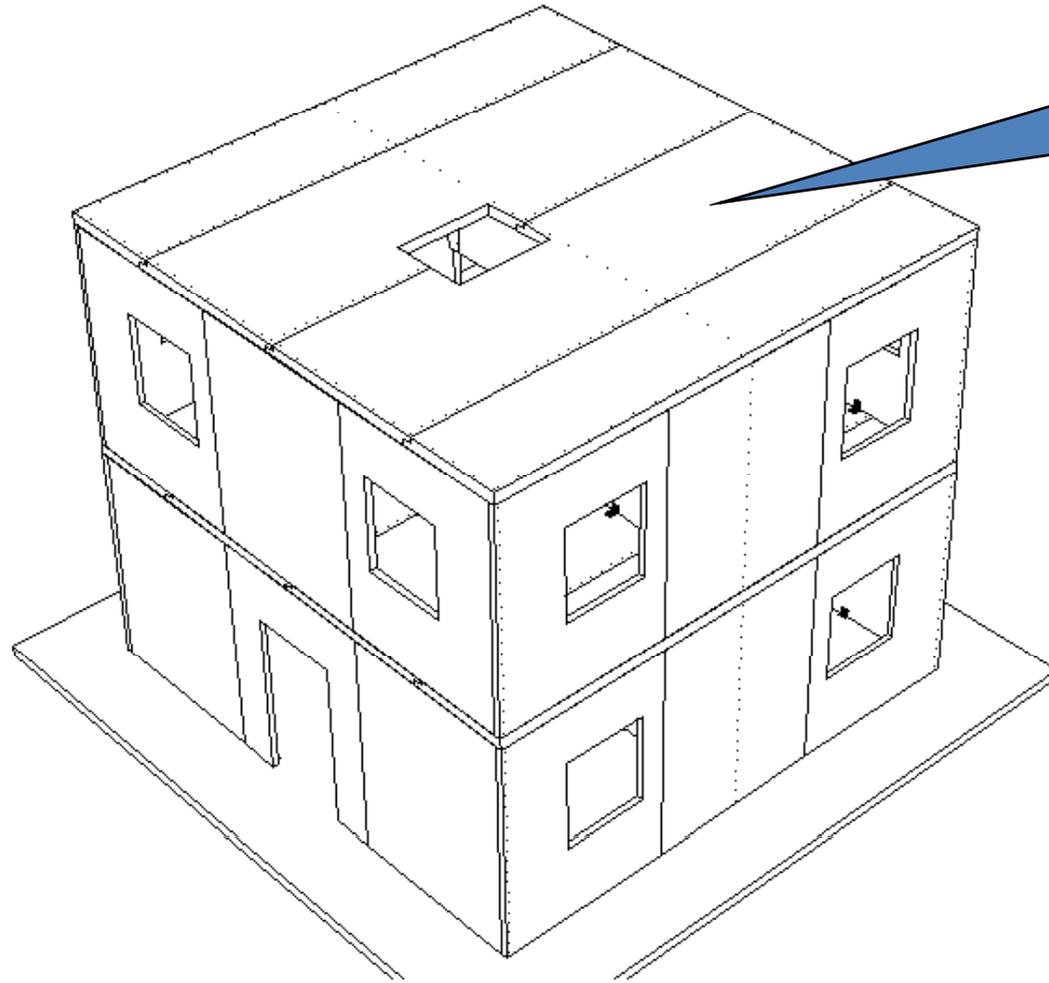
...or more often walls are made of one piece if total length is less than 7-10 m



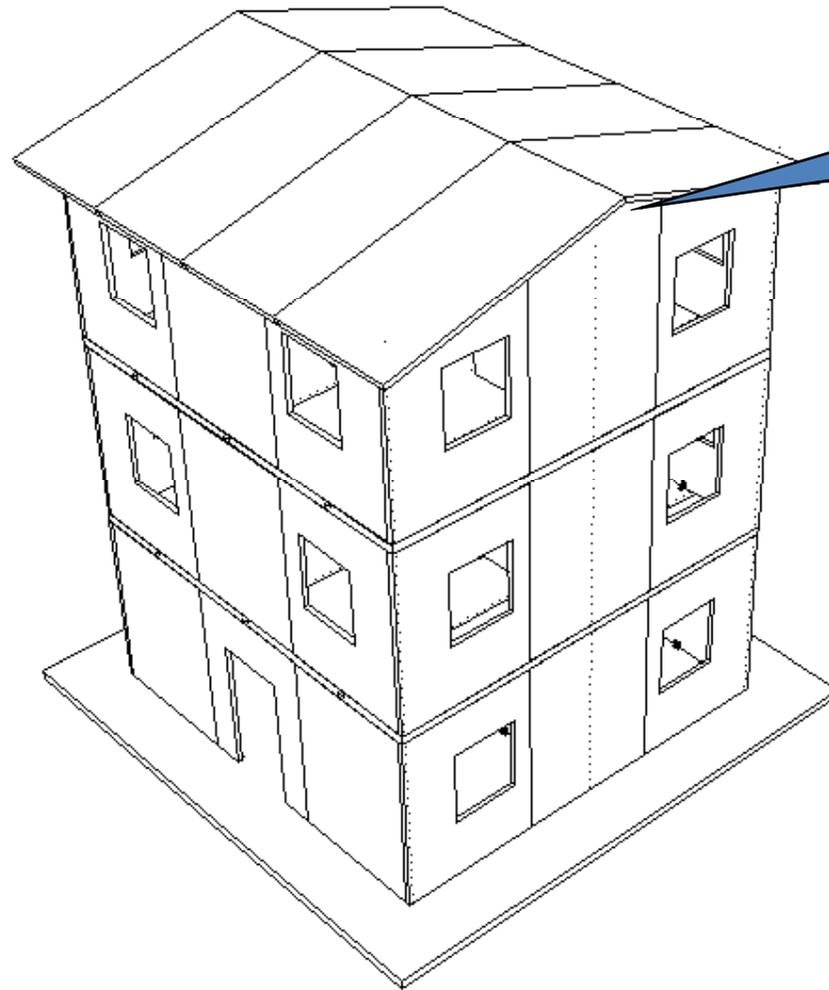
...the floor panels are connected with screws to the underlying walls



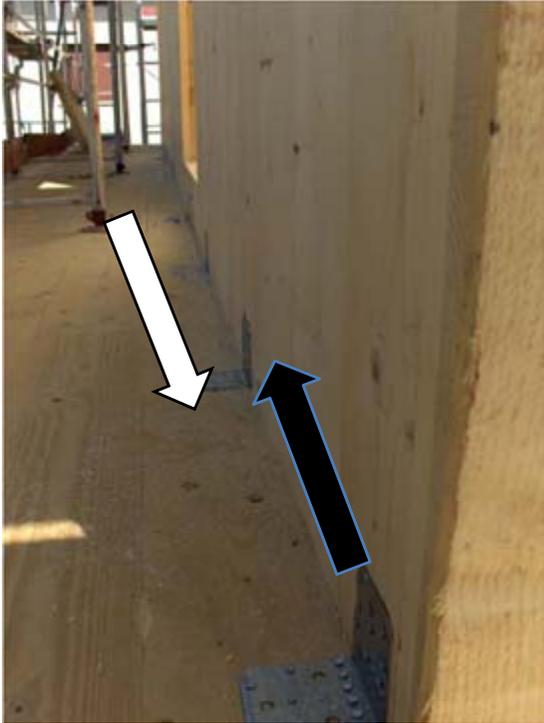
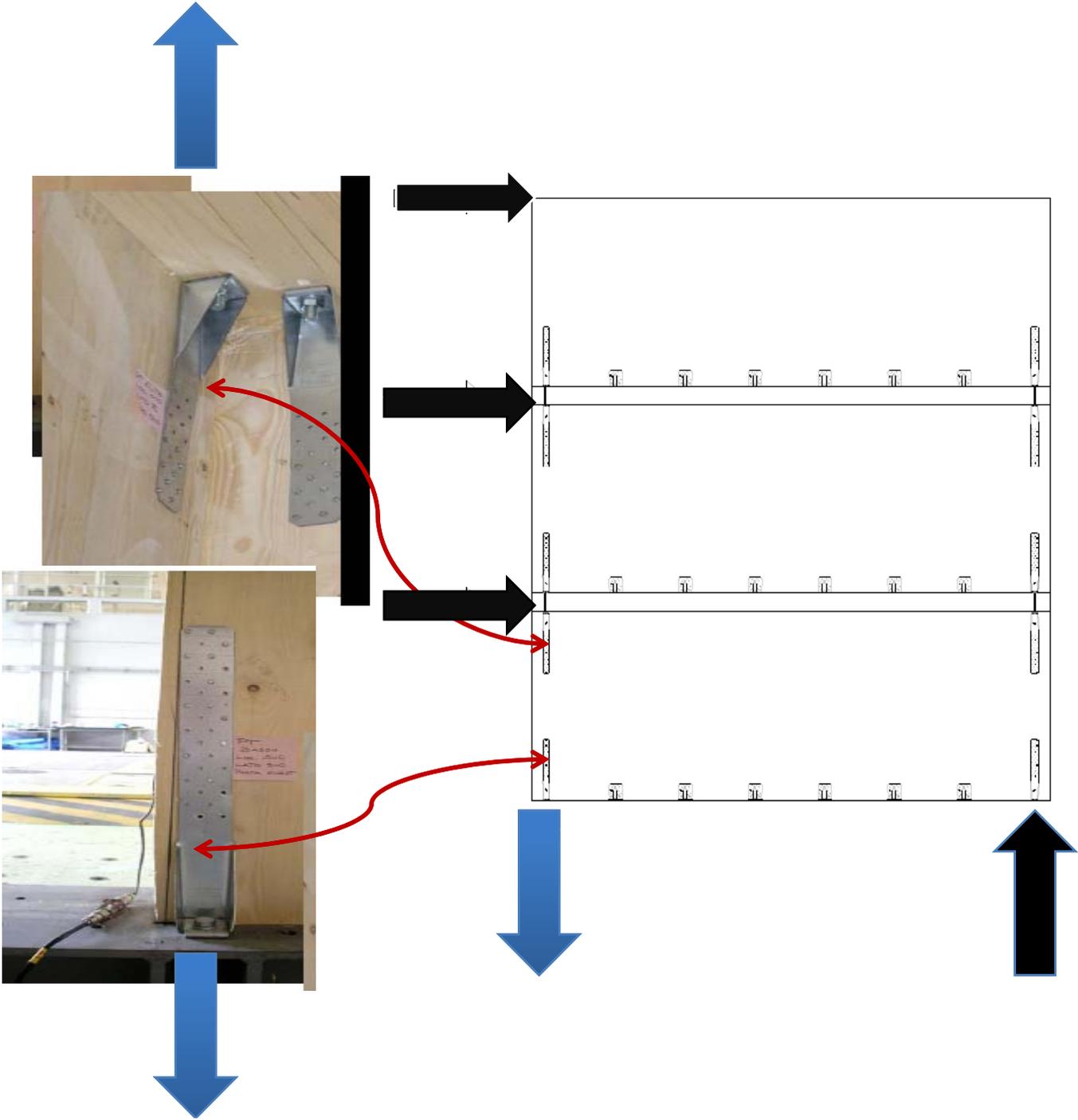
...the wall panels of the second floor are constructed over the 1st floor and connected again with steel connectors and screws



...the 2nd floor is connected in the same way



...the construction is then completed very quickly





Prove su
pareti

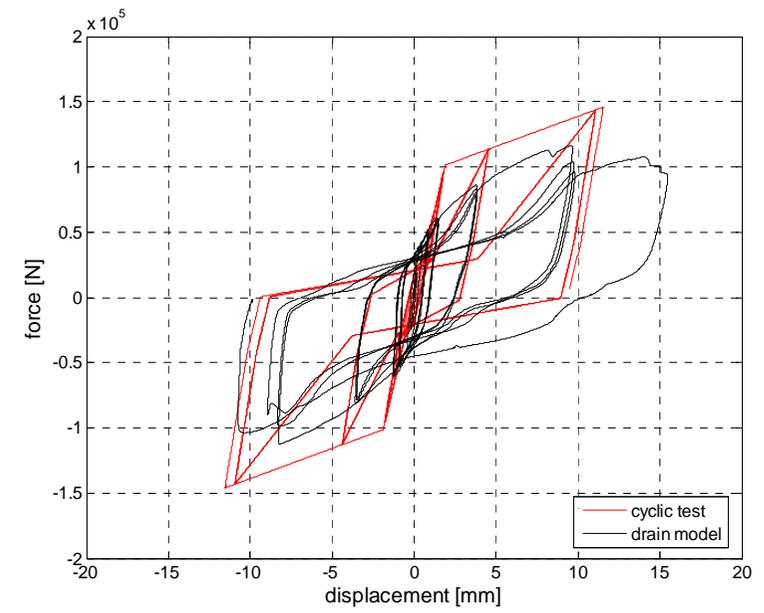


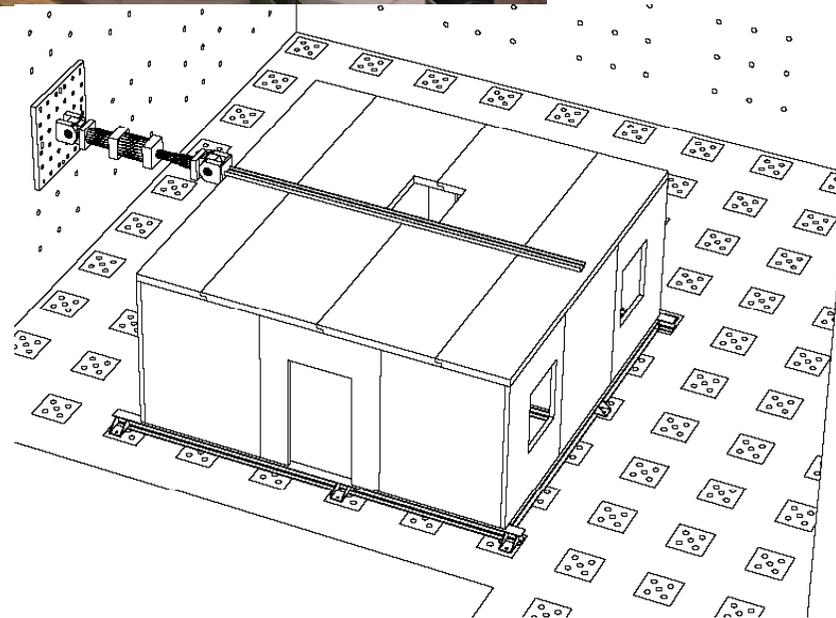
Prove su edificio a tre piani

Prove su
edificio ad
un piano



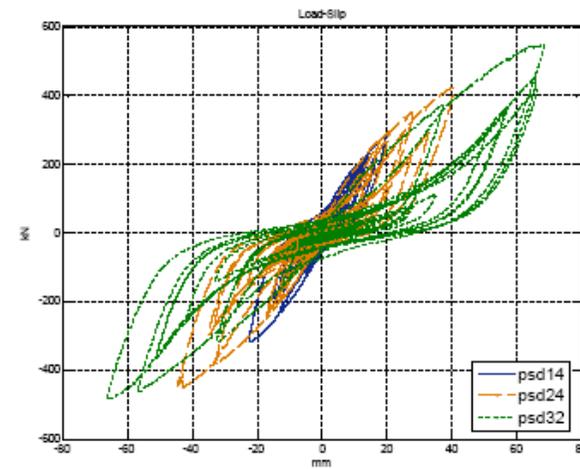
Univ. of Trento





9 Overlap of Results of Kobe JMA 0.50g

psd14 = Kobe JMA 0.50g on first configuration
 psd24 = Kobe JMA 0.50g on second configuration
 psd32 = Kobe JMA 0.50g on third configuration



TRENTINO
CORRIERE DELLE ALPI - ALTO ADIGE

**IL LEGNO
FIEMMESE
PER IL TEST
ANTISISMICO
GIAPPONESE**

«MISS TRENTINO»
E' DI CAVALESE

UN CHECK-UP PER TUTTE LE GALLERIE

GIAPPONE 2007
PROGETTO SOFIE
PROVE SIMICHE SU EDIFICIO IN LEGNO A 7 PIANI
COSTRUITO CON SISTEMA X-LAM



*il legno della
Val di Fiemme
protagonista!*

*Tecnologia
Trentina
per il futuro!*

OFFICIAL PARTNERS:




Seismic Test on Shaking Table Facility in Tsukuba, Japan in July 2006



progettosofie



IVALSA - CNR



Record	PGA [g]	Restoring intervention (before the test)	Observed damage (after the test)
Nocera Umbra	0.35	Tightening of holdown anchor bolts	None
El Centro	0.50	Tightening of holdown anchor bolts. Replacing of screws in vertical joints between panel	None
Kobe	0.50	Idem	None
Kobe	0.80	Idem	Slight deformation of screws in vertical joints between panels
Kobe	0.50	Idem	None
Kobe	0.50	Tightening of holdown anchor bolts	None
Kobe	0.80	Replacing of holdown anchors and tightening of bolts. Replacing of screws in vertical joints between panel	Slight deformation of screws in vertical joints between panels
Nocera Umbra	1.20	Tightening of holdown anchor bolts. Replacing of screws in vertical joints between panel	Holdown failure and deformation of screws in vertical joints between panels



resistenza al fuoco



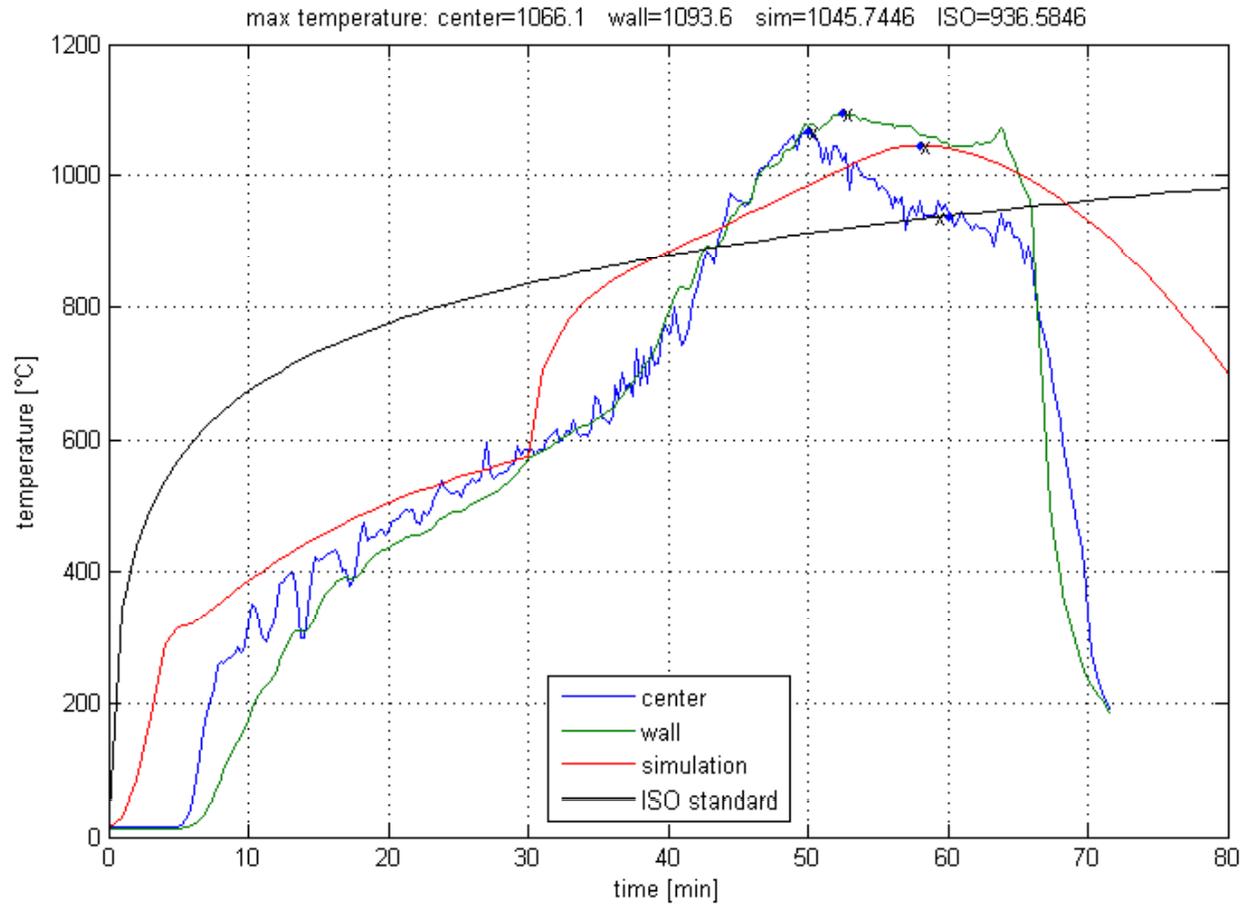
EC1:21,5 Kg/m²

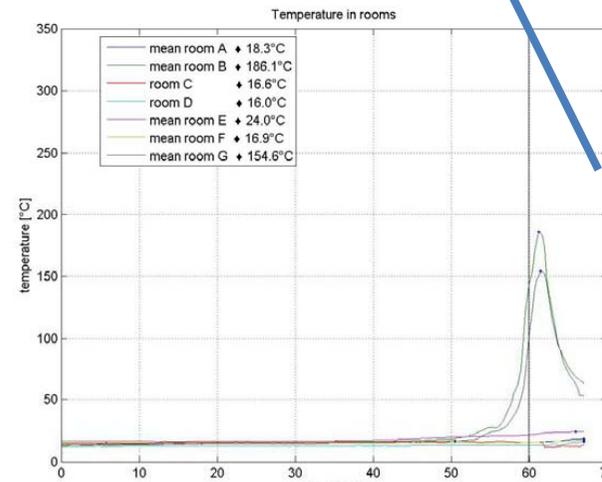
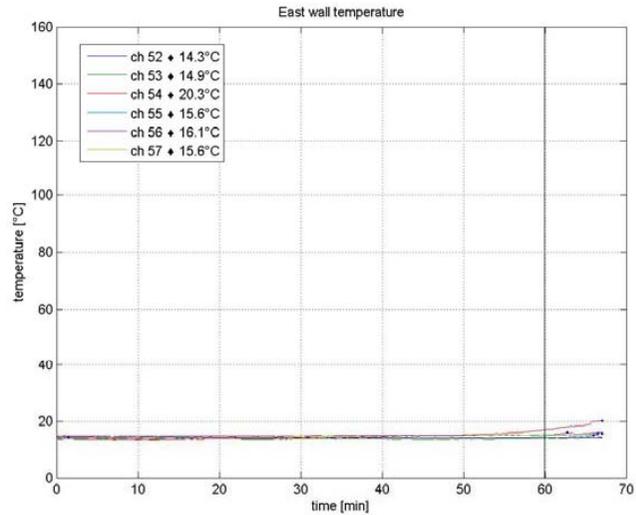
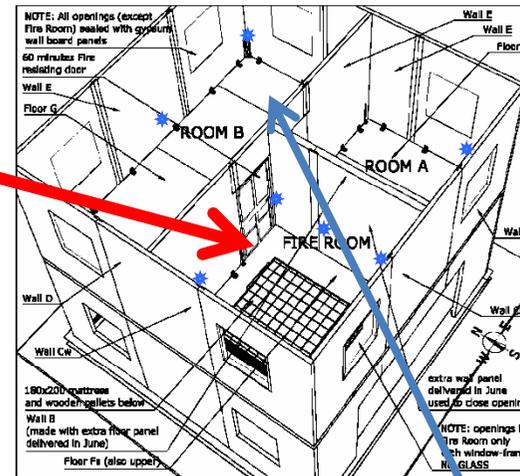
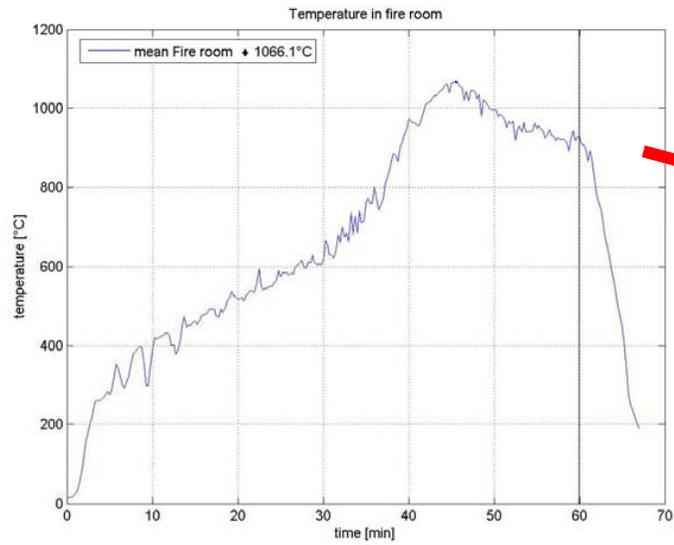
Test:45 Kg/m²





SIMULAZIONE (OZONE, CFAST, FDS)

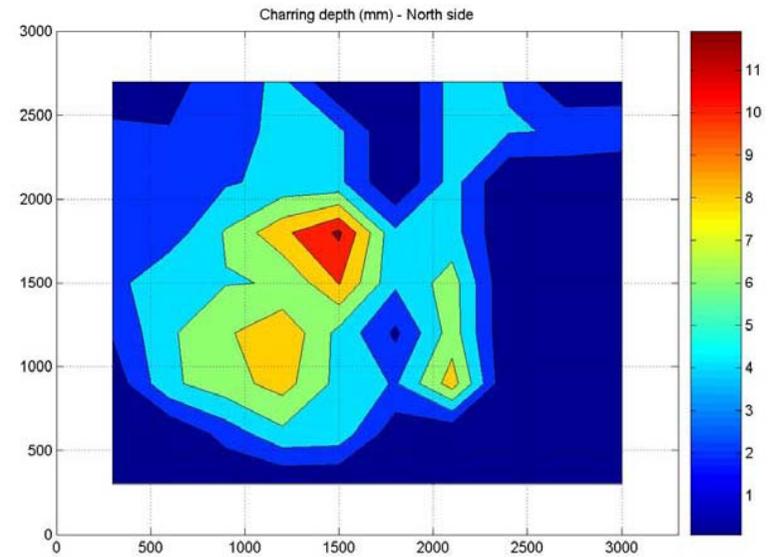




TEMPERATURE SUERFICIE NON ESPOSTA



VALUTAZIONE DELLA ZONA CARBONIZZATA



Wall	North	East	South	West	Ceiling
Charring depth (mm)	3,55	10,2	2,5	2,5	7,3
Xlam fire exposition time (min)	7,5	24	9	10	20
Charring rate (mm/min)	0,47	0,43	0,28	0,25	0,37

Table C – Evaluation of the charring rate.



The Largest Shake Table in the World "E-Defense"



National Research Institute for Earth Science and Disaster Prevention

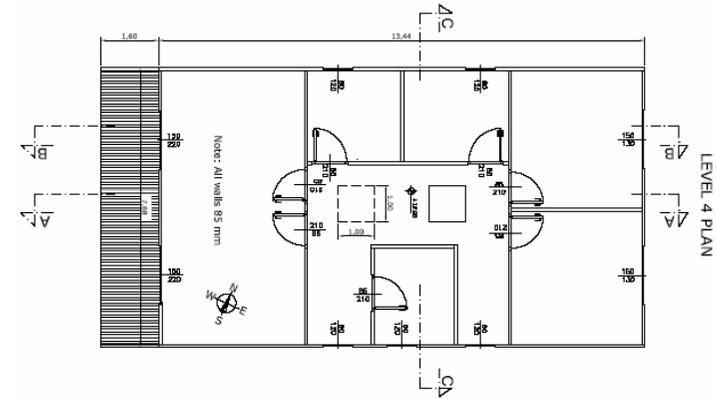
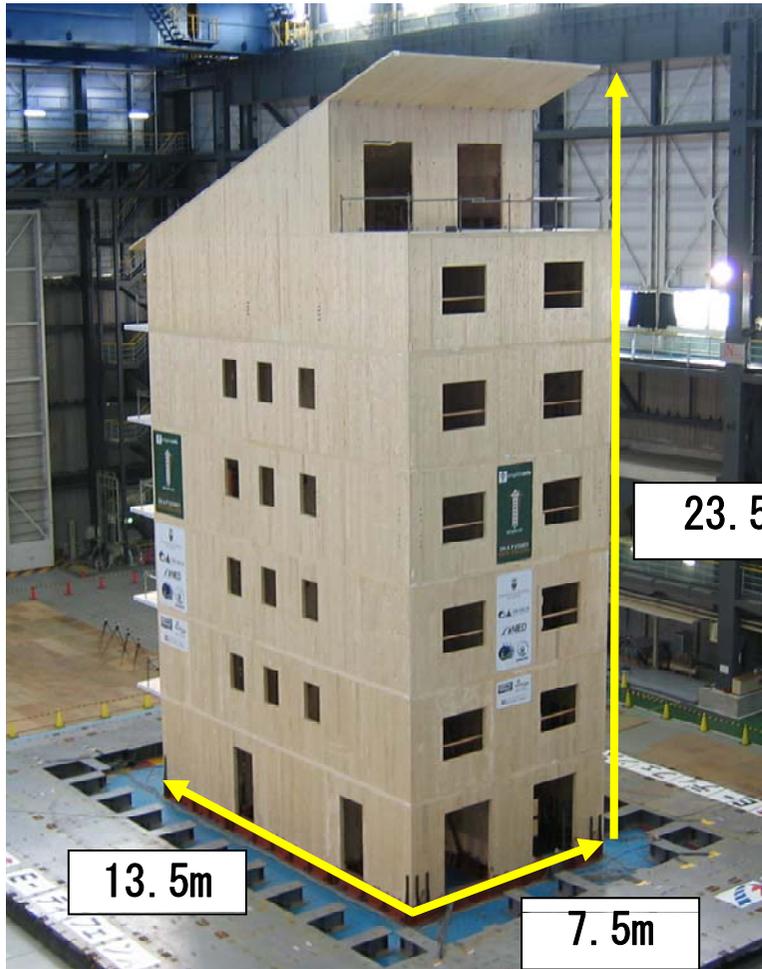
Table Size	20m x 15m		2008-2009 Schedule of E-Defense							
	12MN(1200ton)		2008				2009			
Payload	12MN(1200ton)		1/4	2/4	3/4	4/4	1/4	2/4	3/4	4/4
Shaking Direction	X, Y - Horizontal	Z - Vertical								
Max. Acceleration (at Max. Loading)	900cm/s ²	1500cm/s ²								
Max. Velocity	200cm/s	70cm/s								
Max. Displacement	±100cm	±70cm								
Maintenance										
Steel building										
Bridge										
Wooden structure										
Others										



Full-Scale Tests of Wooden Houses on E-Defense



SEISMIC TEST IN MIKI 2007 OCT 23

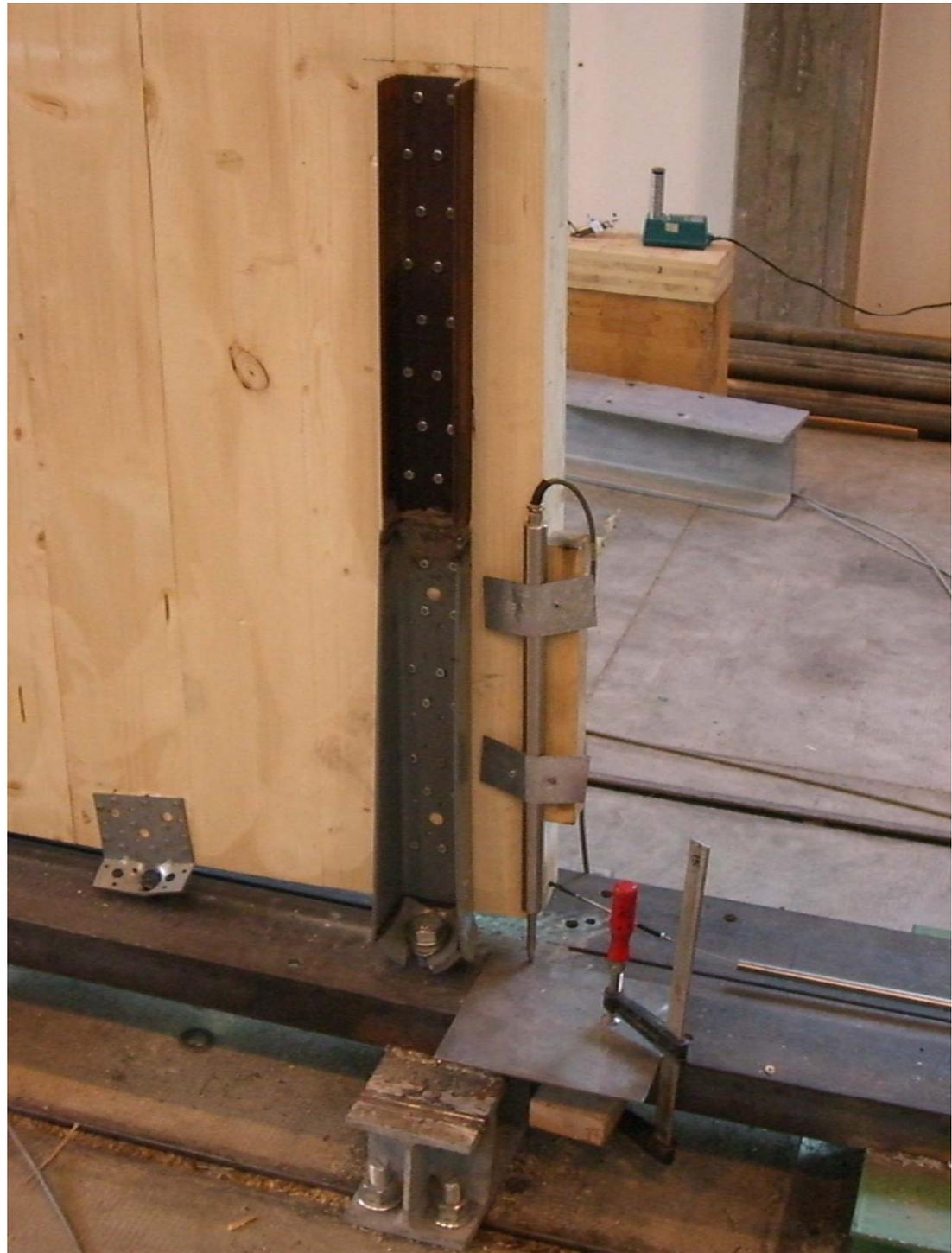


Input :

JMA Kobe 3D x,y,z 0.60, 0.82, 0.34 g

BUILDING SELF WEIGHT 120 t
ADDITIONAL LOAD ON FLOORS 150 t









Building Working

(at E-defense in MIKI)



1995 JMA Kobe 3D

Seismic Test on Shaking Table Facility in Miki,
Japan October 2007



2007 Kashivasaki 3D



Table 1. Test sequence of seven-storey building

test number	input	direction	dimension	intensity	PGA	
					in x	in y
1	step	X, Y	2D		0.3g	0.3g
2	Nocera Umbra E-W	Y	1D	70%	-	0.35g
3	Nocera Umbra E-W	Y	1D	100%	-	0.5g
4	JMA Kobe N-S	Y	1D	60%	-	0.5g
5	JMA Kobe E-W	X	1D	50%	0.3g	-
6	step	X, Y	2D	-	0.3g	0.3g
7	JMA Kobe N-S	Y	1D	100%	-	0.82g
8	step	X, Y	2D	-	0.3g	0.3g
9	JMA Kobe E-W	X	1D	100%	0.6g	
10	step	X, Y	2D	-	0.3g	0.3g
11	step	X, Y	2D	-	0.3g	0.3g
12	JMA Kobe interrupted	X, Y, Z	3D	100%	0.6g	0.82g
13	step	X, Y	2D	-	0.3g	0.3g
14	step	X, Y	2D		0.3g	0.3g
15	Kashiwazaki R1	X, Y, Z	3D	50%	0.155g	0.34g
16	step	X, Y	2D		0.3g	0.3g
17	step	X, Y	2D		0.3g	0.3g
18	JMA Kobe	X, Y, Z	3D	100%	0.6g	0.82g
19	step	X, Y	2D		0.3g	0.3g
20	step	X, Y	2D		0.3g	0.3g
21	Kashiwazaki R1	X, Y, Z	3D	100%	0.311g	0.68g
22	step	X, Y	2D		0.3g	0.3g

Prima di tutti i test...

...dopo 10 terremoti in serie con $PGA \geq 0,3g$

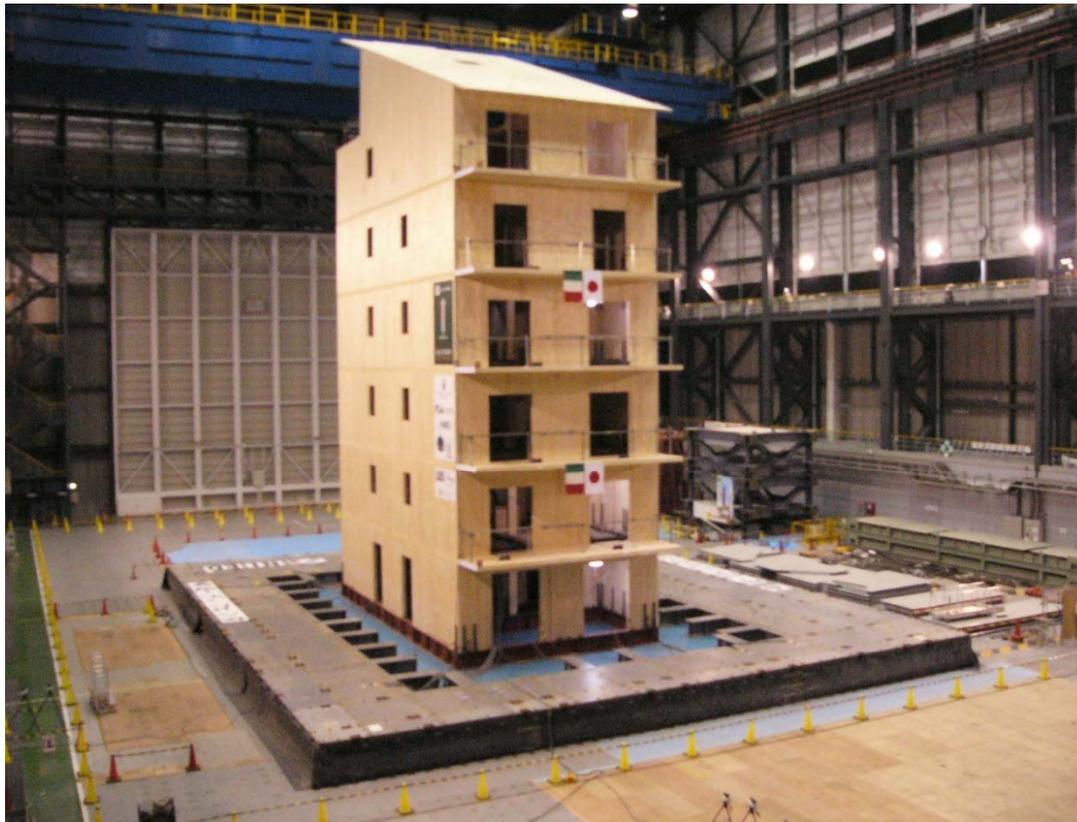


Nuova possibilità:

**salvaguardia delle vite umane
ma anche del patrimonio edilizio,
non solo per gli edifici strategici
con sovracosti minimi...**

E riguardo alla sostenibilità...

CI SONO VOLUTI 250 METRI CUBI DI LEGNO



**NELLE FORESTE DEL TRENINO
CRESCONO IN:**

2 ORE

Il XLAM si può riusare...



progetto **sofie**

L'INIZIO...



www.progettosofie.it