

EVENTI FORMATIVI SULLA PREVENZIONE SISMICA

La prevenzione prima di tutto!

3

LEGNO PER USO STRUTTURALE: NUOVE COSTRUZIONI ED INTERVENTI SULL'ESISTENTE (3 CFP)

27 febbraio 2026, ore 15.30 - 18.30



OTTAVA EDIZIONE DELLA GIORNATA NAZIONALE DELLA PREVENZIONE SISMICA - EVENTI FORMATIVI SULLA PREVENZIONE SISMICA -

MODULO **3**: LEGNO PER USO STRUTTURALE: NUOVE COSTRUZIONI ED INTERVENTI SULL'ESISTENTE

Uso del legno nel retrofit sismico

Prof. Roberto Scotta

(Professore Associato di Tecnica delle Costruzioni presso l'Università di Padova)

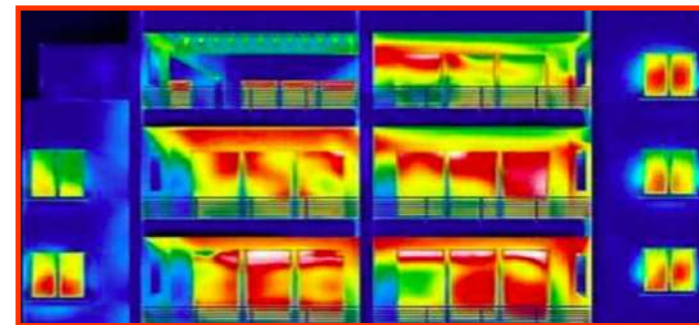
- VULNERABILITÀ SISMICA - EFFICIENZA ENERGETICA – RIQUALIFICAZIONE ARCHITETTONICA e URBANA**



Infills damage
Internal infill is made up of clay blocks, external one of solid bricks.



Reinforced concrete building placed in Via XX Settembre – L'Aquila
Total and partial ejecting of corner infills at first level.



OBIETTIVI - REQUISITI - MATERIALI

Obiettivi

Obiettivi generali:

- Rigenerazione urbana;
- Miglioramento della qualità della vita;
- Sostenibilità.



Obiettivi specifici:

- Rinnovamento estetico/architettonico;
- Efficientamento energetico;
- Miglioramento sismico.

Requisiti

- Integrazione degli obiettivi;
- Limitata invasività;
- Assenza di interruzione d'uso.

Materiali

- Calcestruzzo
- Legno
- Metallo

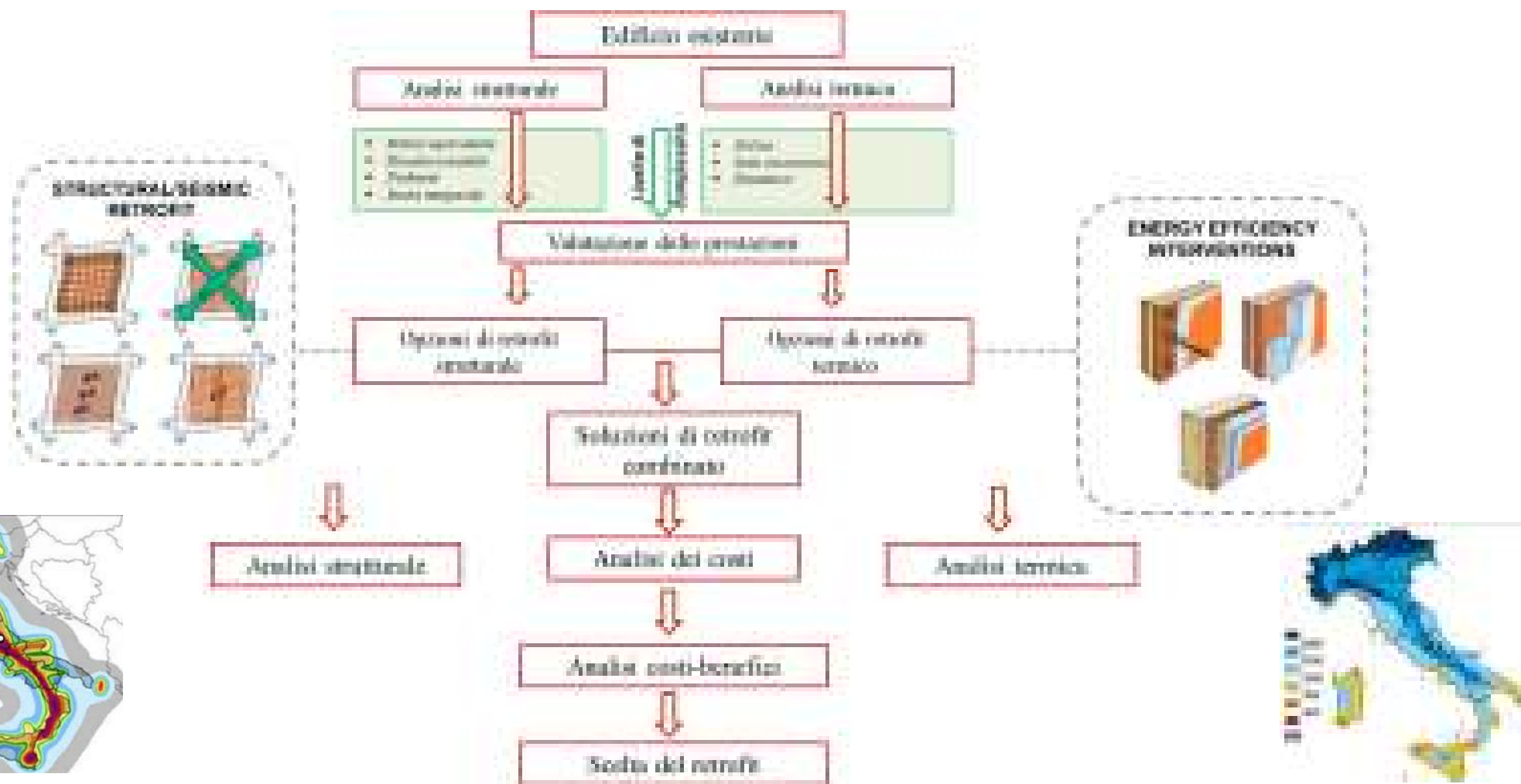


PRE-INTERVENTO

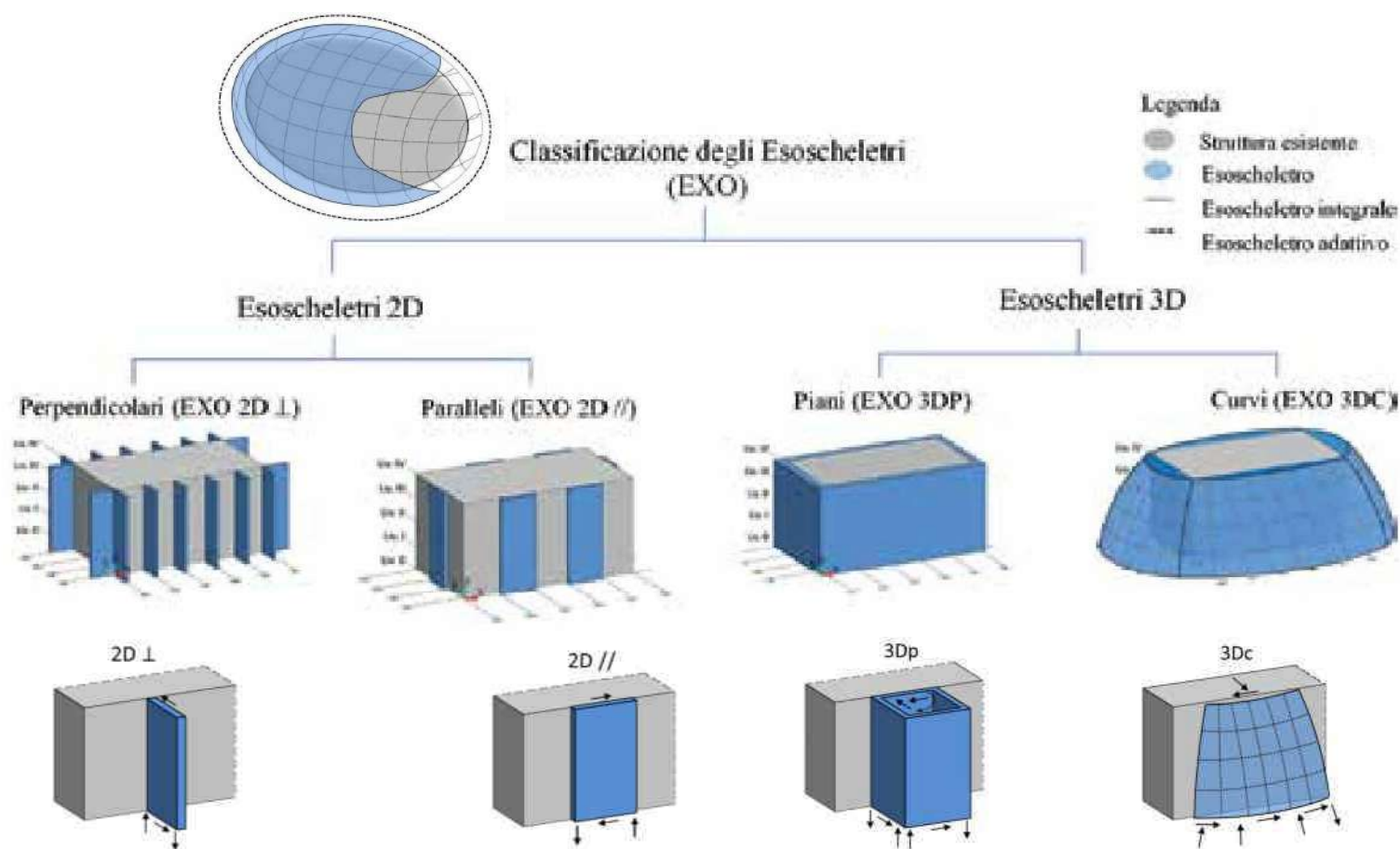


POST-INTERVENTO

APPROCCIO OLISTICO AGLI INTERVENTI DI EFFICIENTAMENTO



MORFOLOGIE DEGLI ESOSCHELETRI



Criteri e soluzioni per la progettazione di interventi integrati e sostenibili - Rafforzamento sismico ed efficientamento energetico di edifici esistenti. - a cura di Andrea Prota, Francesca da Porto, Mauro Dolce – Reluis 2024 - ISBN 979-12-80212-18-4

QUALI MATERIALI PER GLI ESOSCHELETRI?

ESOSCHELETRO IN CALCESTRUZZO



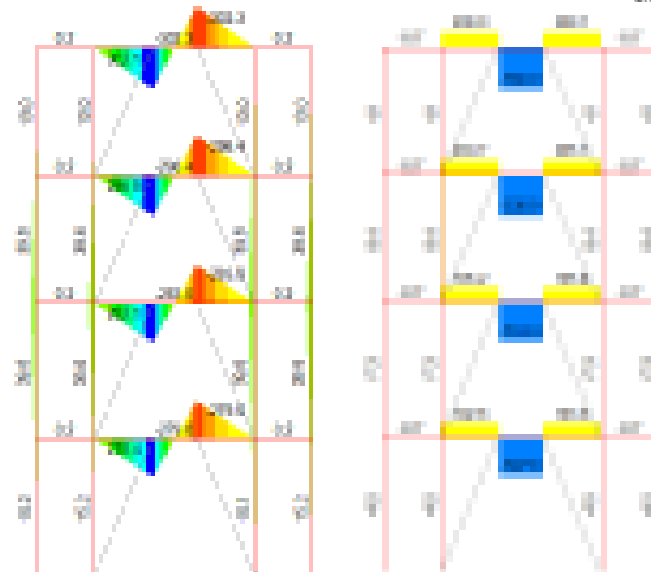
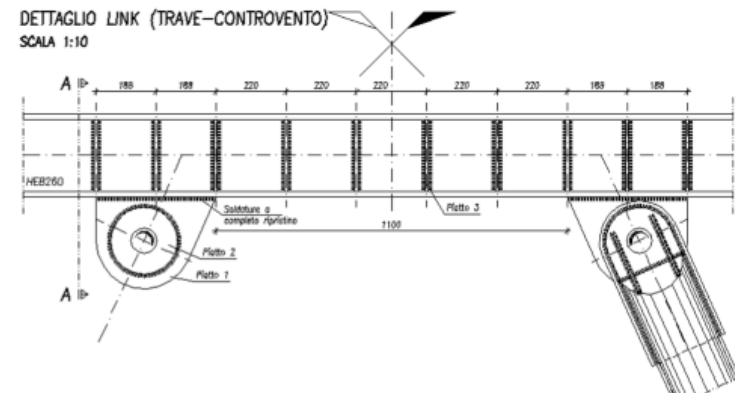
ESOSCHELETRO IN CALCESTRUZZO



ESOSCHELETRI IN ACCIAIO



Ospedale di Chioggia

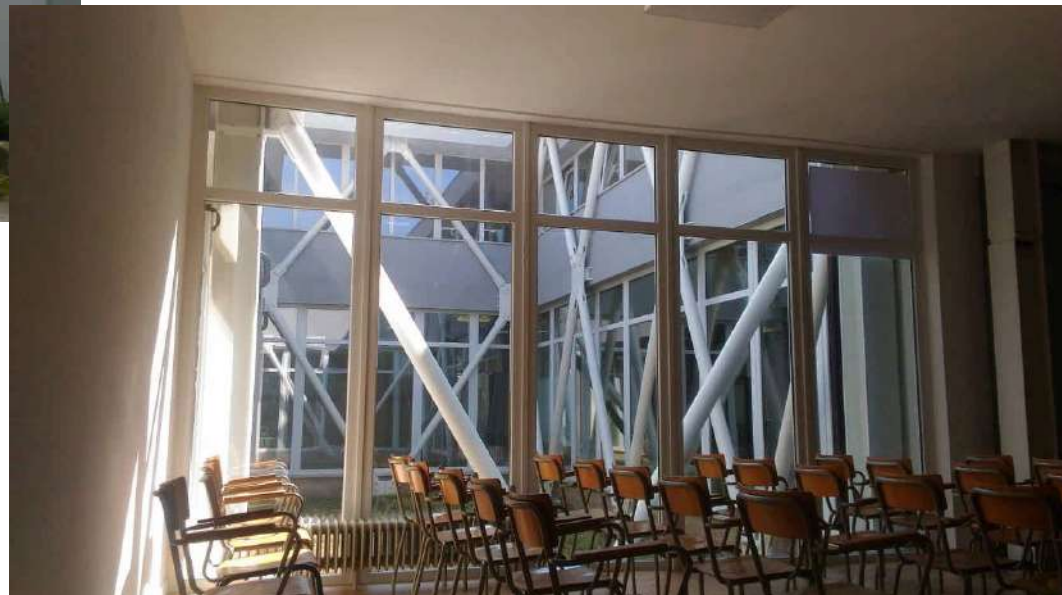


Aeroporto di Venezia

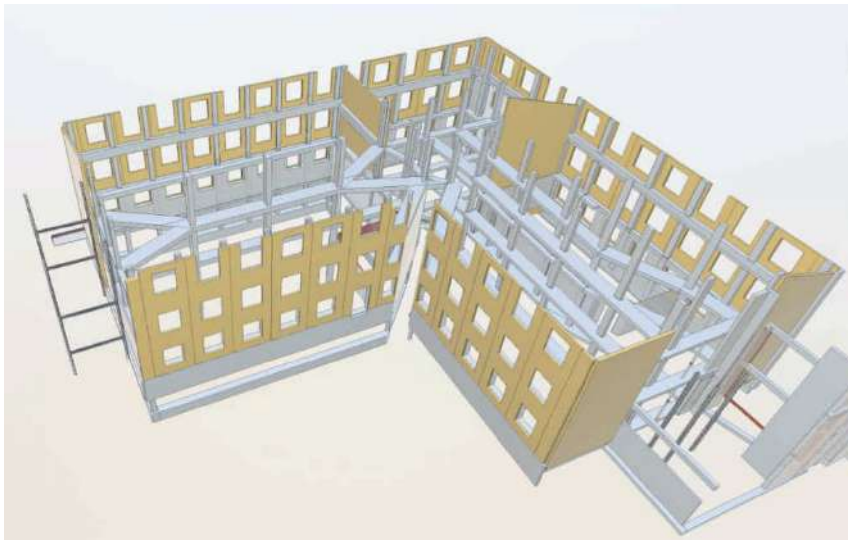
ESOSCHELETRI IN ACCIAIO



Scuola a Mareno di Piave



ESOSCHELETRI IN LEGNO



Retrofit antisismico di edificio esistente con esoscheletro in CLT – ing. Flavio Nebiolo, D-QUADRO srl., Cuneo (presentato a Forum Legno-Edilizia 2025)



RENEW-WALL – Fanti Group
(solo efficienza energetica)

ESOSCHELETRI IN LEGNO



Figura 11 – Schema di taglio dei pannelli XLAM

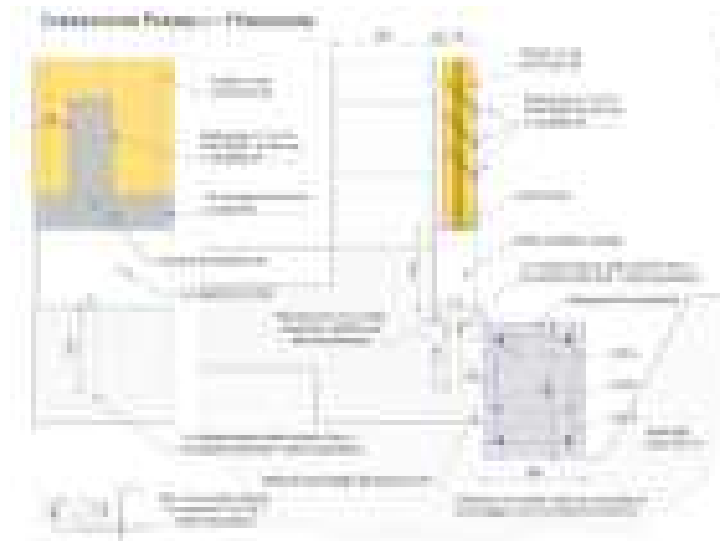


Figure 12 – Dettaglio costruttivo relativo al collegamento di legno

Adeguamento sismico di edifici esistenti in muratura con pannelli XLAM: un caso studio. Gianni Schiro, Ivan Giongo - Ingenio

ESOSCHELETRI IN LEGNO

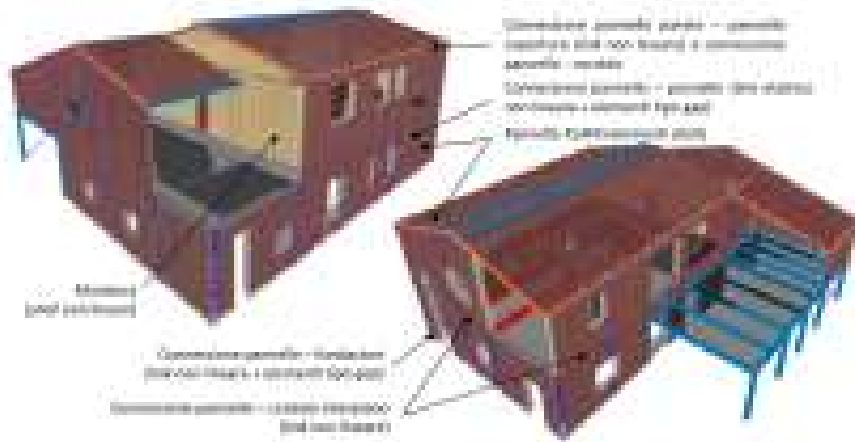


Figura 13 - Modello meccanico della struttura rinforzata

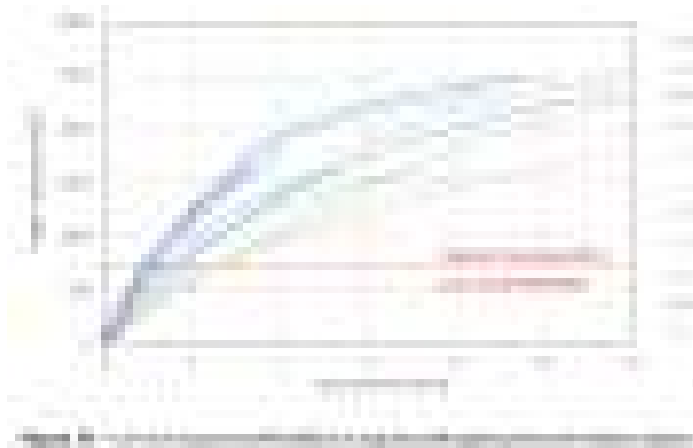


Figura 14 - Immagini dell'intervento in fase di realizzazione (cortesia di Ing. Artuso)

Adeguamento sismico di edifici esistenti in muratura con pannelli XLAM: un caso studio. Gianni Schiro, Ivan Giongo - Ingenio

PRO E CONTRO

		RINNOVAMENTO ESTETICO	EFFICIENTAMENTO ENERGETICO	MIGLIORAMENTO SISMICO
calcestruzzo	➤ Setti di controvento esterni	~	X	✓
	➤ Sistemi a «cappotto sismico»	✓	✓	✓
	➤ Sistemi a graticcio	✓	✓	✓
acciaio	➤ Esoscheletro	~	X	✓
legno	➤ Esoscheletro in XLam	✓	✓✓	✓

ESOSCHELETRI IN X-LAM

ESOSCHELETRI IN LEGNO (courtesy by Luca Pozza)

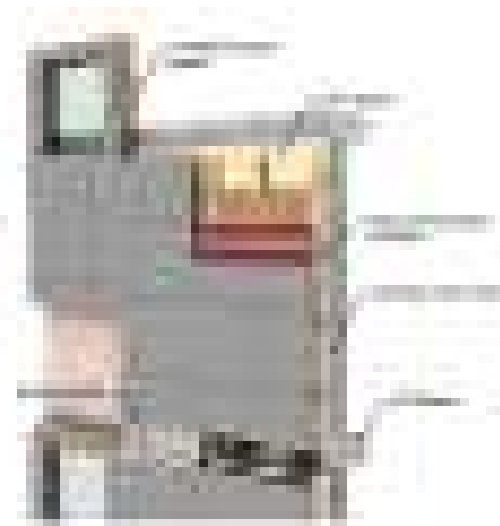
La realizzazione di un guscio antisismico in materiali lignei ingegnerizzati edifici viene realizzato con un duplice obiettivo:

- RETROFIT SISMICO (leggerezza del materiale ligneo)
Incremento della resistenza alle azioni orizzontali e della capacità dissipativa
Funzione antiribaltamento delle tamponature di facciata
- EFFICIENTAMENTO ENERGETICO (bassa conducibilità termica del materiale ligneo)



In letteratura sono disponibili differenti metodologie di intervento a seconda:

- Della tipologia di edificio esistente (telaio in c.a. o in muratura);
- Della tipologia di materiale a base di legno impiegato (come CLT, LM, LL etc.)



[Project | e-SAFE \(esafe-buildings.eu\)](https://esafe-buildings.eu)

Energy and Seismic **A**ffordable **r**enovation solutions <https://esafe-buildings.eu/en/project/>

ESOSCHELETRI IN LEGNO

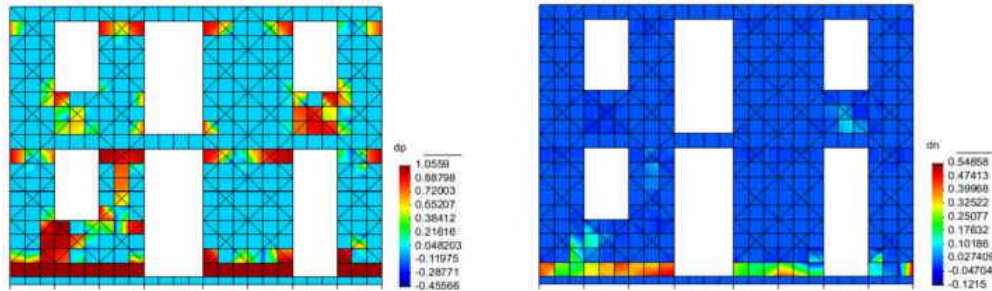
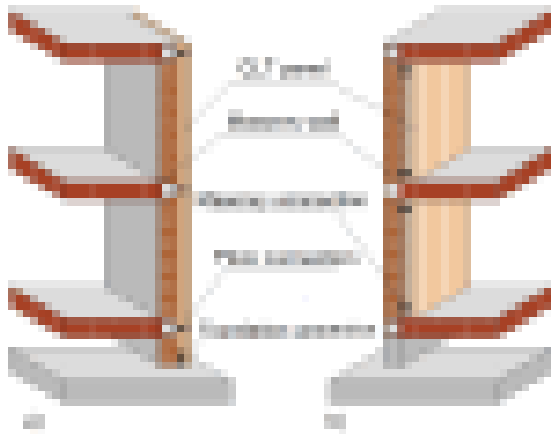


figura 198 – Mappa di danno positivo (dp) e negativo (dn) della facciata con adeguamento con tavole ad attrito

Sviluppo di sistemi ecosostenibili e ecocompatibili per la riqualificazione energetica e funzionale del costruito esistente basati sull'utilizzo del legno. Programma Operativo F.S.E. 2007-2013 Regione Veneto - Asse "Capitale Umano" Obiettivo: Competitività Regionale e Occupazione - D.G.R. n. 1148 del 05/07/2013



Sample 1
Sola muratura

Sample 2
Muratura+CLT

CLT used as seismic strengthener for existing masonry walls.

Luca Pozza, Francesca Evangelista, Roberto Scotta – Anidis 2017 Pistoia

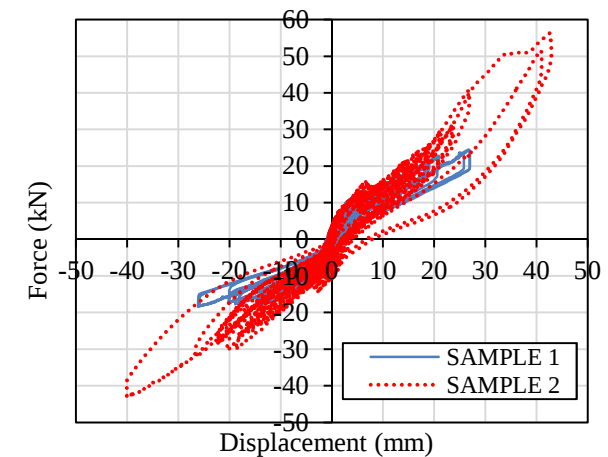
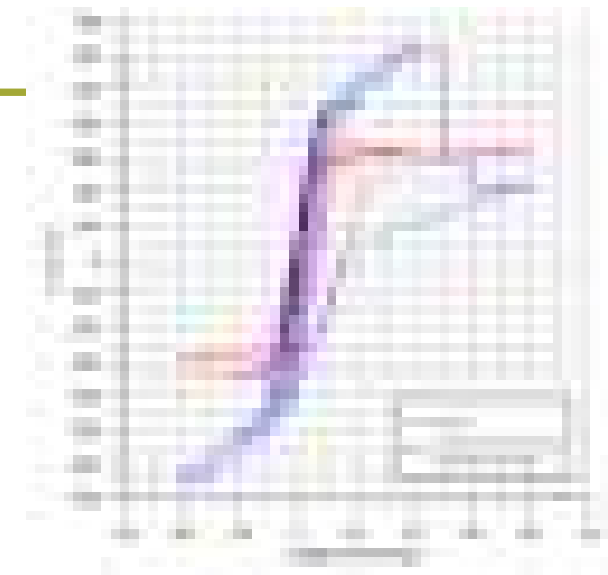


Figure 10. Comparison of the hysteretic loop for the unreinforced and reinforced samples.

ESOSCHELETRI IN LEGNO (courtesy by Luca Pozza)

Esperienze e ricerche di letteratura

Test di laboratorio su configurazioni rinforzate e non:

Telaio in c.a.

- a. Senza tamponamento
- b. Con tamponamento



Sustersic, I., Dujic, B., 2012. SOFIE project – Seismic Strengthening of existing buildings with cross laminated timber panels, 12th World Conference on Timber Engineering, July 15-19, Auckland, New Zealand.

Muratura

- a. Mattoni pieni
- b. Laterizio forato



Connessione dissipativa

Sustersic, I., Dujic, B., 2012. SOFIE project – Seismic Strengthening of existing buildings with cross laminated timber panels, 12th World Conference on Timber Engineering, July 15-19, Auckland, New Zealand.

Connessione rigida



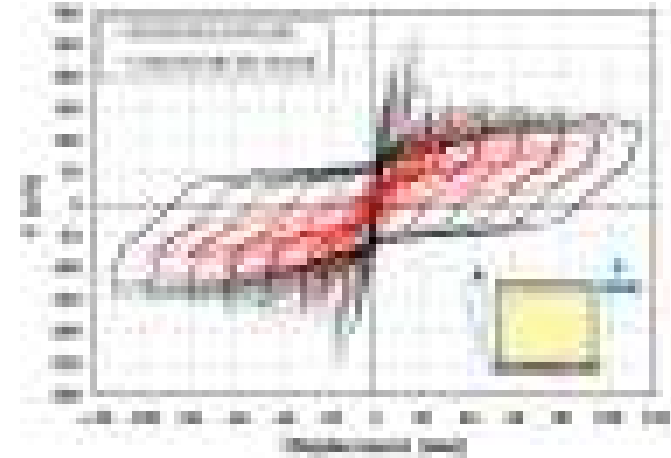
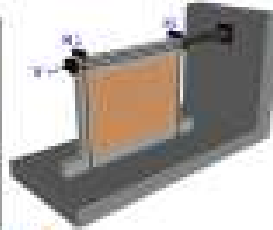
Test di laboratorio su provini 1.2m x 1.5m

- Incremento resistenza circa 34%
- Scarso incremento duttilità

Evangelisti, F., Pozza, L., Scotta, R. 2017. CLT used as seismic strengthener for existing masonry walls, XVII Convegno ANIDIS – L'ingegneria Sismica in Italia -Pistoia, 17-21 Settembre 2017

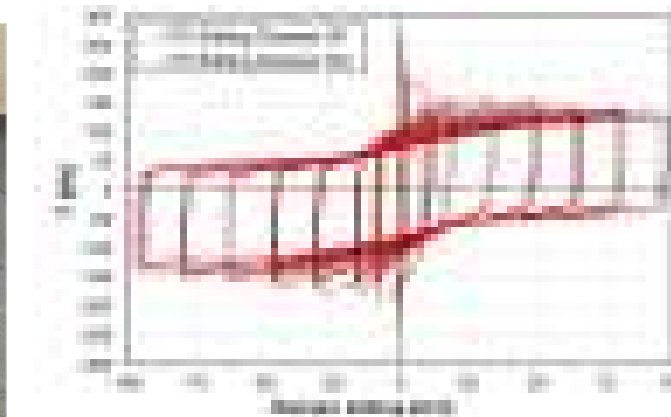
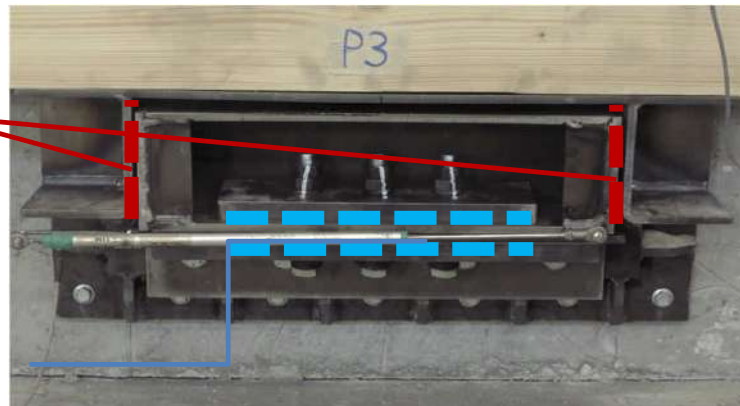
ESOSCHELETRI IN LEGNO (courtesy by Luca Pozza)

Esperienze e ricerche di letteratura: progetto E-safe (Horizon 2020)



SUPERFICI A
SCORRIMENTO
LIBERO

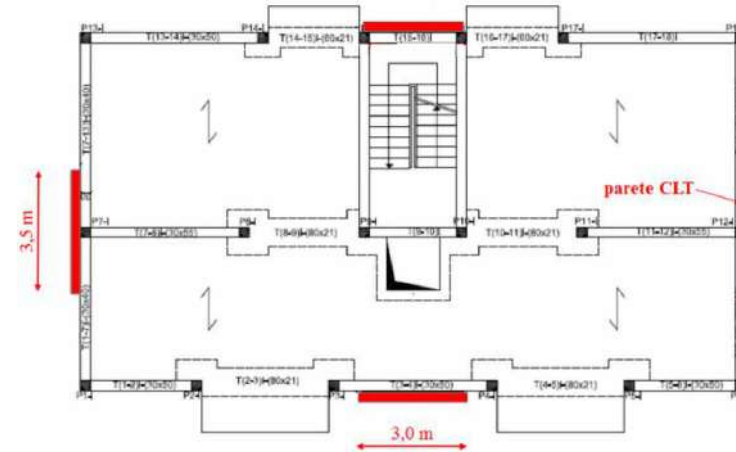
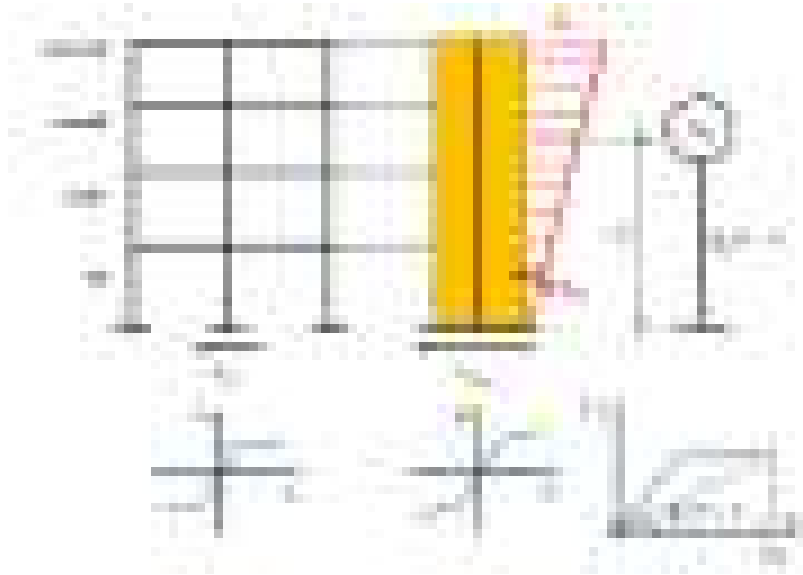
SUPERFICI DI
SCORRIMENTO
DISSIPATIVE



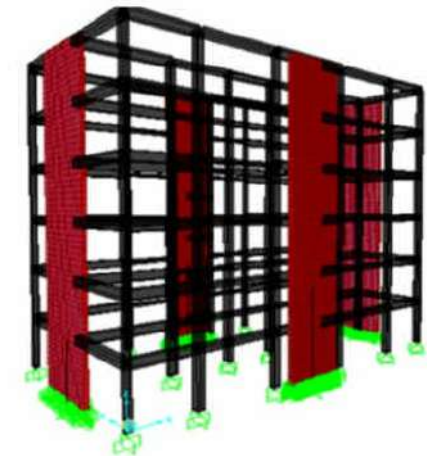
ESOSCHELETRI IN LEGNO (courtesy by Luca Pozza)

Esperienze e ricerche di letteratura

Inserimento di pareti in CLT post-tese a rocking a limitata capacità dissipativa e ricentranti.
Dissipazione per sola plasticizzazione del materiale ligneo nella zona compressa (e fenomeni attritivi).



A. Sandoli, M. Pinto, S. Pampanin, B. Calderoni, Protezione sismica di edifici esistenti in c.a. mediante l'utilizzo di pareti lignee post-tese, in: ANIDIS 2017, Pistoia, 2017: pp. 196–209.



LAME DI CONTROVENTAMENTO SINGOLE:

- Problematiche legate all'applicazione della post-compressione
- Localizzazione delle sollecitazioni sulle strutture di fondazione.

ESOSCHELETRI IN LEGNO

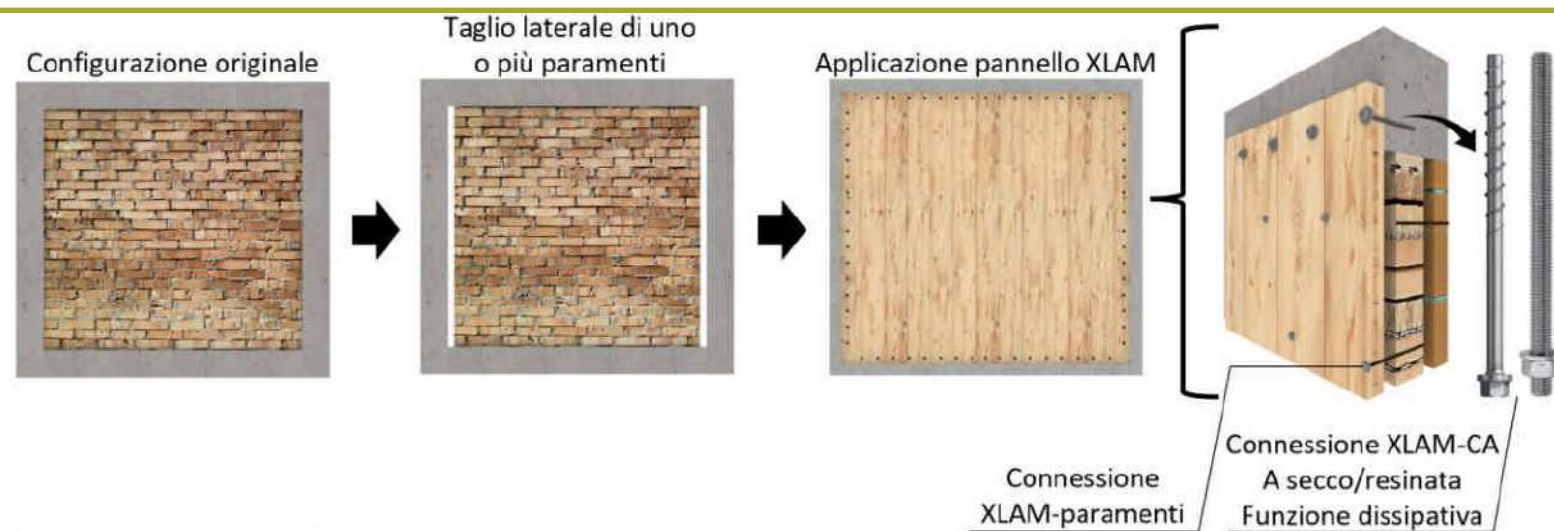
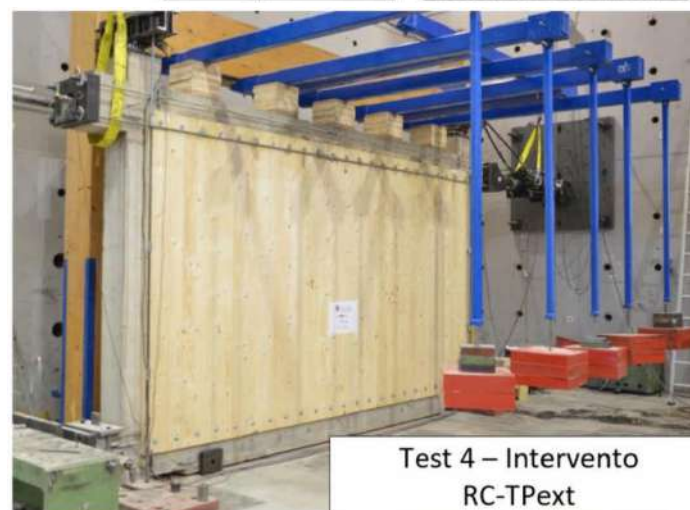
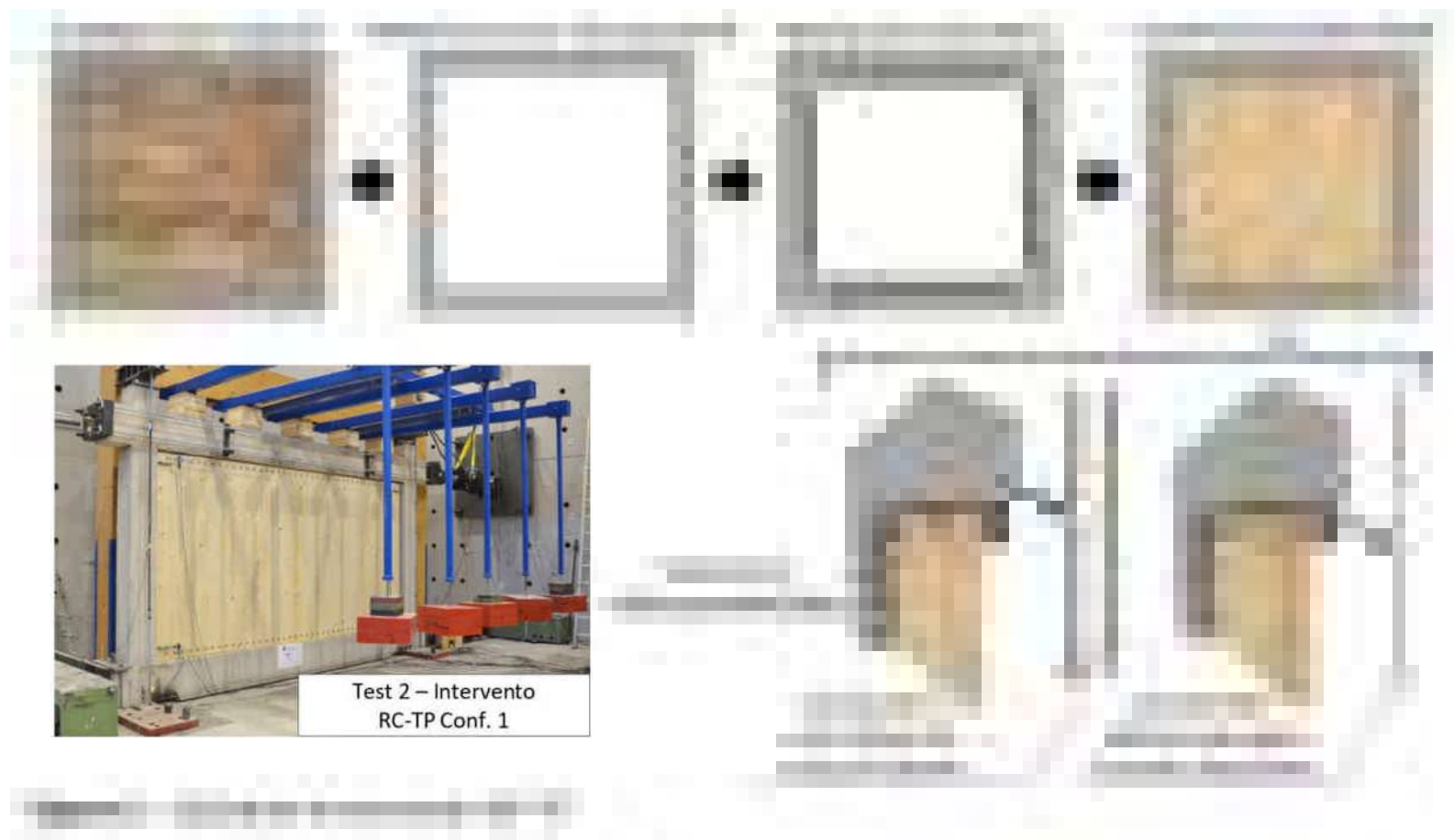


Figura 3 – Soluzione di intervento RC-TPext

Pannelli XLAM per il miglioramento sismico e energetico di edifici in CA esistenti. Francesco Smioldo, Ivan Giongo, Stylianos Kallioras, Dionysios Bournas, Maurizio Piazza - Ingenio



ESOSCHELETRI IN LEGNO



Pannelli XLAM per il miglioramento sismico e energetico di edifici in CA esistenti. *Francesco Smioldo, Ivan Giongo, Stylianos Kallioras, Dionysios Bournas, Maurizio Piazza - Ingenio*

ESOSCHELETRI IN LEGNO

- Test 1: Telaio tamponato – paramento esterno in mattoni pieni e interno in blocchi forati (TM);
- Test 2: Intervento RC-TP – pannello XLAM da 6 cm e nessun paramento murario (RC-TP Conf. 1);
- Test 3: Intervento RC-TP – pannello XLAM da 10 cm e nessun paramento murario (RC-TP Conf. 2);
- Test 4: Intervento RC-TPext – pannello XLAM da 6 cm e mantenimento di entrambi i paramenti (RC-TPext).

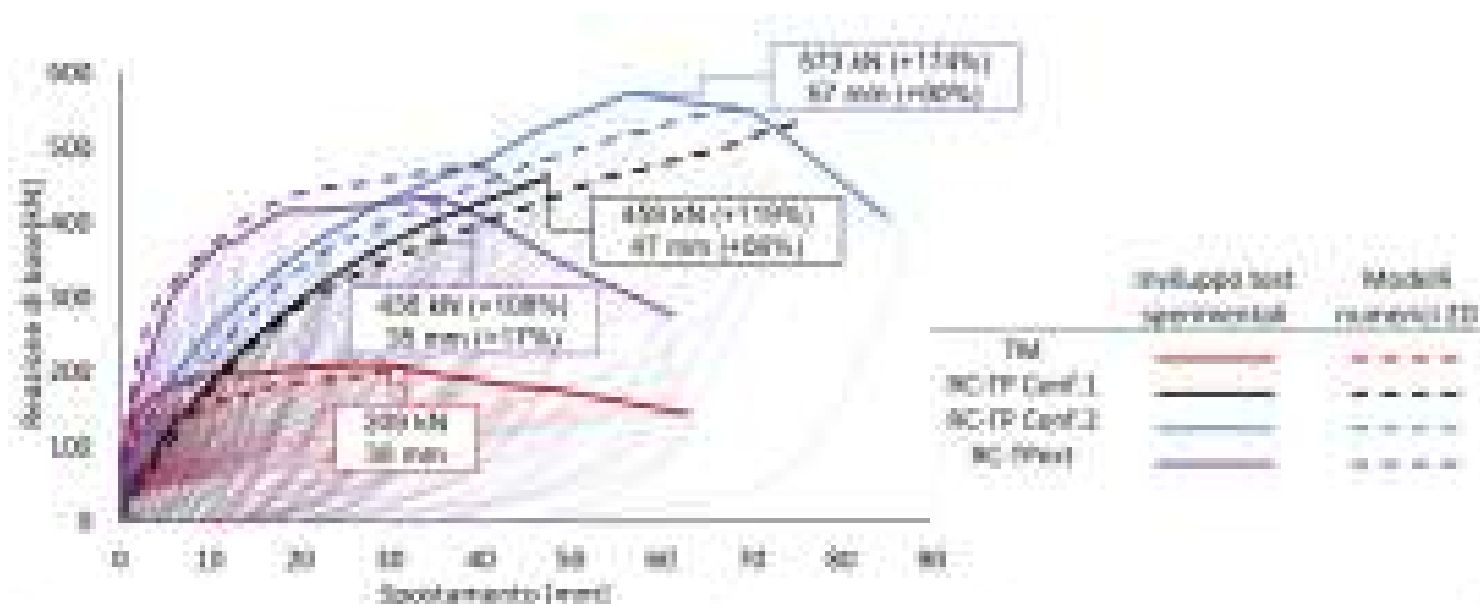


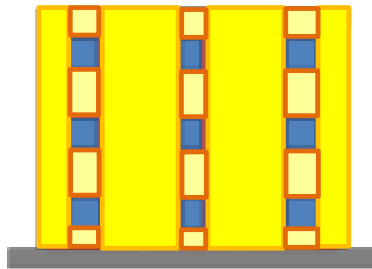
Figure 8 – Risultati numerici e sperimentali. TM: configurazione originale tamponata in muratura; RC-TP Conf. 1, RC-TP Conf. 2, RC-TPext: soluzioni di intervento

Pannelli XLAM per il miglioramento sismico e energetico di edifici in CA esistenti. Francesco Smirardo, Ivan Giongo, Stylianos Kallioras, Dionysios Bournas, Maurizio Piazza - Ingenio

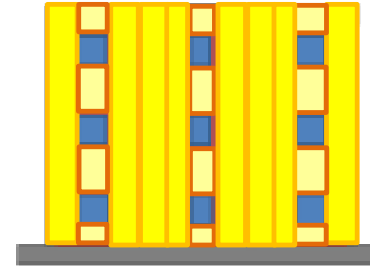
ESOSCHELETRI IN LEGNO (courtesy by Luca Pozza)

Tecnologia e dettagli

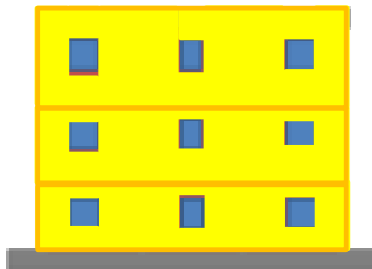
Differenti layout di facciata in relazione alla modalità di produzione dei pannelli di rinforzo



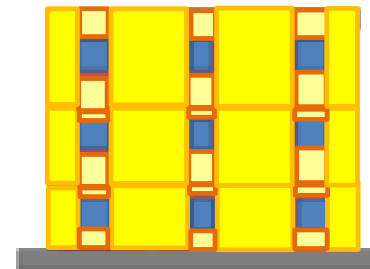
Setti verticali continui



Setti verticali continui e giuntati



Pareti orizzontali monolitiche



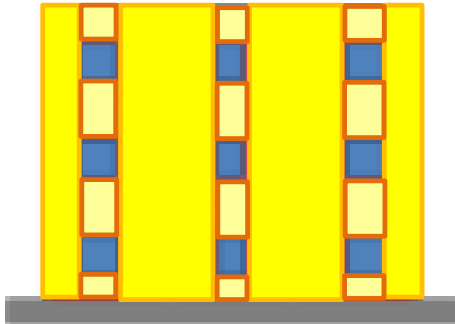
Pareti orizzontali giuntate

Ogni modalità di produzione è caratterizzata da resistenza e rigidezza differenti e può dimostrare efficacia differente a seconda della geometria dell'edificio da consolidare.

Bisogna considerare la rigidezza relativa fra edificio esistente e rinforzo.

ESOSCHELETRI IN LEGNO (courtesy by Luca Pozza)

Tecnologia e dettagli



Setti verticali continui



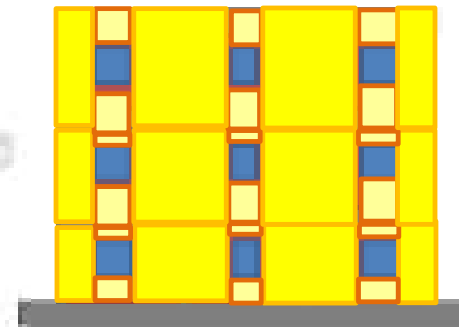
Caprianti in legno fissati con chiodi a vite



Angolari metallici chiodati



Holdere metallici chiodati



I sistemi di connessione utilizzati condizionano pesantemente la rigidezza, la resistenza e di conseguenza l'efficacia dell'intervento



Attenzione alla scelta della geometria e tipologia di assemblaggio dei pannelli

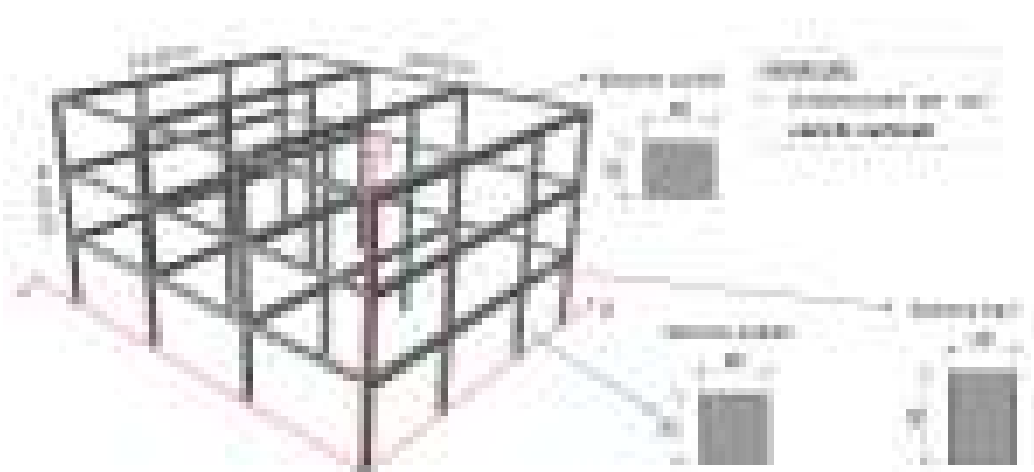
ESOSCHELETRI IN LEGNO (courtesy by Luca Pozza)

Valutazione dell'efficacia del rinforzo con guscio ligneo

Ipotesi di base:

- Caso di studio di un edificio di circa 250 mq, a 3 piani, realizzato con telai in c.a. monodirezionali
- Assenza di tamponamenti sull'esterno
- Pannello CLT 100mm giuntato
- Analisi statica non lineare
- **Diaframmi di piano rigidi**
- **Connessione rigida tra esistente e rinforzo**

Telaio
esistente



Sistema di rinforzo



Luca Barbarossa, tesi di laurea magistrale:
«CALIBRAZIONE DI UN MODELLO A TELAIO
EQUIVALENTE PER L'ANALISI DI PARETI IN CLT
SOGGETTE AD AZIONI NEL PIANO», Università di
Bologna, a.a. 2019-20.

ESOSCHELETRI IN LEGNO (courtesy by Luca Pozza)

Criteri di progetto



Luca Barbarossa, tesi di laurea magistrale: «CALIBRAZIONE DI UN MODELLO A TELAIO EQUIVALENTE PER L'ANALISI DI PARETI IN CLT SOGGETTE AD AZIONI NEL PIANO», Università di Bologna, a.a. 2019-20.

Primo criterio di progetto (SdP1)

IL RINFORZO IN PANNELLI CLT COLLABORA CON LA STRUTTURA ESISTENTE. In questo caso si ha una ripartizione del tagliante sismico tra la struttura esistente e il rinforzo sulla base delle reciproche rigidezze.

Fattore di comportamento delle struttura esistente ($q=1.5$)

Secondo criterio di progetto (SdP2)

SOLO IL RINFORZO IN PANNELLI CLT E' SISMORESISTENTE . In questo caso l'intero tagliante sismico è assorbito dal sistema perimetrale in pannelli CLT mentre la struttura esistente è considerata come un sistema secondario.

Fattore di comportamento $q_{MAX}=2.5$ (quello di edifici in CLT)

Verifica della compatibilità degli spostamenti.

La **STRUTTURA ESISTENTE** lavora come struttura “secondaria” per le azioni sismiche ma deve essere in grado di sostenere le azioni verticali: va fatta una verifica di compatibilità in spostamento.

NOTA BENE: l'analisi dalla quale ricavare le entità spostamenti e rotazioni devono essere fatte utilizzando valori della rigidezza fessurata della struttura esistente. E deve essere messa in conto la deformabilità delle connessioni nella struttura in legno.

MODELLAZIONE CON APPROCCIO «TELAIO EQUIVALENTE»

Se la facciata risulta regolare con forometrie ben organizzate, è semplice adottare un approccio di MODELLAZIONE del tipo «TELAIO EQUIVALENTE»

Lineare => uso il modulo equivalente determinato con le regole viste per il modello fenomenologico (modulo Ewood apparente)

Non lineare => uso delle formulazioni delle fasce di piano previste per la muratura (sia per i maschi che per le fasce di piano sfruttando la resistenza a trazione degli hold-down)



ESOSCHELETRI IN LEGNO (courtesy by Luca Pozza)

Valutazione dell'efficacia del rinforzo di un telaio in c.a. con guscio ligneo

Il sistema di rinforzo risulta efficace in quanto:

- Aumenta la resistenza senza limitare significativamente la duttilità del sistema (ottimale per le verifiche SLV).
- Risposte differenti a seconda del tipo di connessione e geometria della facciata
- Aumenta la rigidezza del sistema limitando quindi il drift di piano (beneficio per le verifiche allo SLD)

Curve di capacità – direzione X



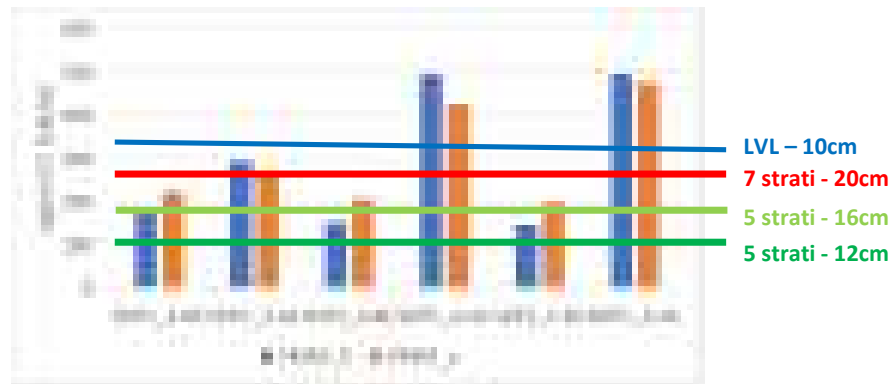
Luca Barbarossa, tesi di laurea magistrale: «CALIBRAZIONE DI UN MODELLO A TELAIO EQUIVALENTE PER L'ANALISI DI PARETI IN CLT SOGGETTE AD AZIONI NEL PIANO», Università di Bologna, a.a. 2019-20.

NOTA: L'IMPIEGO DI UNA CONNESSIONE DISSIPATIVA TRA IL TELAIO ESISTENTE E IL SISTEMA DI RINFORZO PORTA BENEFICI IN TERMINI DI DISSIPAZIONE ISTERETICA ma espone l'edificio esistente ad un maggiore danneggiamento

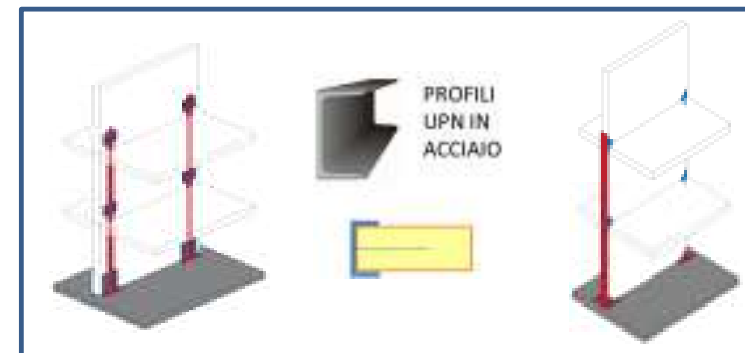
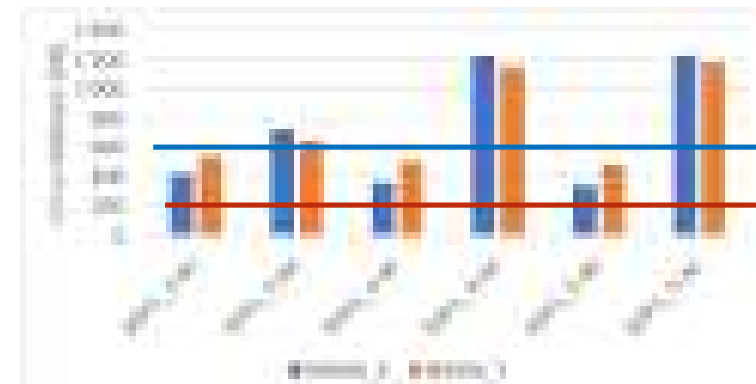
ESOSCHELETRI IN LEGNO (courtesy by Luca Pozza)

LIMITI DELLA TECNOLOGIA

All'aumentare del n. di piani e dell'intensità sismica le azioni sul sistema a guscio ligneo superano le prestazioni che i singoli componenti sono in grado di garantire: taglianti troppo elevati e tiri eccessivi sui sistemi di fissaggio alla base. Risultano necessari materiali lignei ad alte prestazioni e sistemi di ancoraggio tipo tie-down.



La resistenza a taglio dei pannelli CLT è determinata dallo spessore e dalla stratigrafia.



Hold-down = LC / BC

Tie-down = HC / AC

ESOSCHELETRI IN LEGNO (courtesy by Luca Pozza)

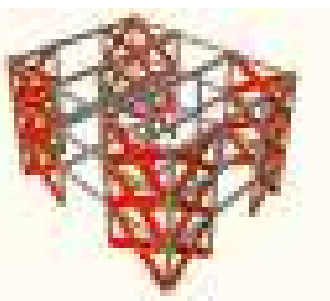
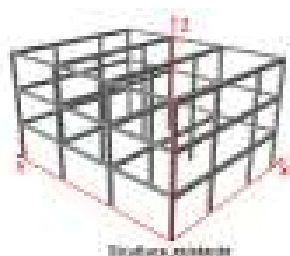
Valutazione dell'efficacia del rinforzo di un telaio in c.a. con guscio ligneo

Le attività di ricerca svolte o disponibili in letteratura hanno evidenziato che:

- Il guscio antisismico in pannelli CLT si è dimostrato essere una tecnica con significative potenzialità in particolare per **zone di media sismicità ed edifici fino a 4 piani**.
- L'applicazione della tecnologia ad edifici situati in **zone ad alta sismicità** è possibile solo per **edifici con massimo 3 piani** e con un indice di sicurezza iniziale dello stato di fatto di almeno $IS=0.5$.
- I due approcci di progetto analizzati hanno evidenziato che:
 - Per edifici che nello SDF hanno un **IS medio** conviene far collaborare il rinforzo con la struttura esistente
 - Per edifici che nello SDF hanno un **IS basso** conviene affidare alla struttura di rinforzo in CLT l'intero tagliante sismico verificando però la capacità di spostamento della struttura esistente.
- Le sollecitazioni sui pannelli di rinforzo e sulle connessioni sono in generale significative, bisogna quindi:
 - adottare **sistemi di connessione e pannelli ingegnerizzati**
 - **calibrare** correttamente la **rigidezza del sistema di rinforzo** rispetto al target di miglioramento prefissato

ESOSCHELETRI IN LEGNO (courtesy by Luca Pozza)

L'efficacia del rinforzo con guscio ligneo dipende però molto dalla rigidezza dell'edificio di partenza!
SE LO STESSO TELAIO FOSSE TAMPONATO CON MURATURA, LA RIGIDEZZA DI TAMPONAMENTI RENDE
INEFFICACIE L'ESOSCHELETRO IN LEGNO che comparativamente è molto meno rigido.



configurazione	ID	T_y [sec]	T_x [sec]	V_x [kN]	V_{X_CA}	V_{X_TAMP}	V_{X_CLT}	V_y [kN]	V_{Y_CA}	V_{Y_TAMP}	V_{Y_CLT}
3 piani telaio	SDF_3	1.45	0.77	1090	100%	-	-	528	100%	-	-
	SDP1_3-BC	0.53	0.49	1525	40%	-	60%	1623	15%	-	85%
	SDP1_3-AC	0.29	0.21	1680	10%	-	90%	1708	4%	-	96%
3 piani tamponato	SDF_3T	0.10	0.14	1461	-	100%	-	1355	-	100%	-
	SDP1_3T-BC	0.10	0.13	1455	-	98%	2%	1350	-	97%	3%
	SDP1_3T-AC	0.09	0.12	1443	-	90%	10%	1330	-	86%	13%
5 piani telaio	SDF_5	1.46	0.74	1236	100%	-	-	550	100%	-	-
	SDP1_5-BC	0.56	0.56	1551	53%	-	47%	1490	24%	-	76%
	SDP1_5-AC	0.33	0.24	1743	15%	-	85%	1789	6%	-	94%
5 piani tamponato	SDF_5T	0.12	0.16	1498	-	100%	-	1400	-	100%	-
	SDP1_5T-BC	0.12	0.16	1501	-	98%	2%	1396	-	97%	3%
	SDP1_5T-AC	0.11	0.15	1491	-	88%	12%	1386	-	87%	13%

IL CASO STUDIO



Municipio di Volpago del Montello (stato attuale)



Interventi 1985-88

IL CASO STUDIO

Proposta di intervento con
esoscheletro esterno in X-lam
PIANTA PIANO TERRA



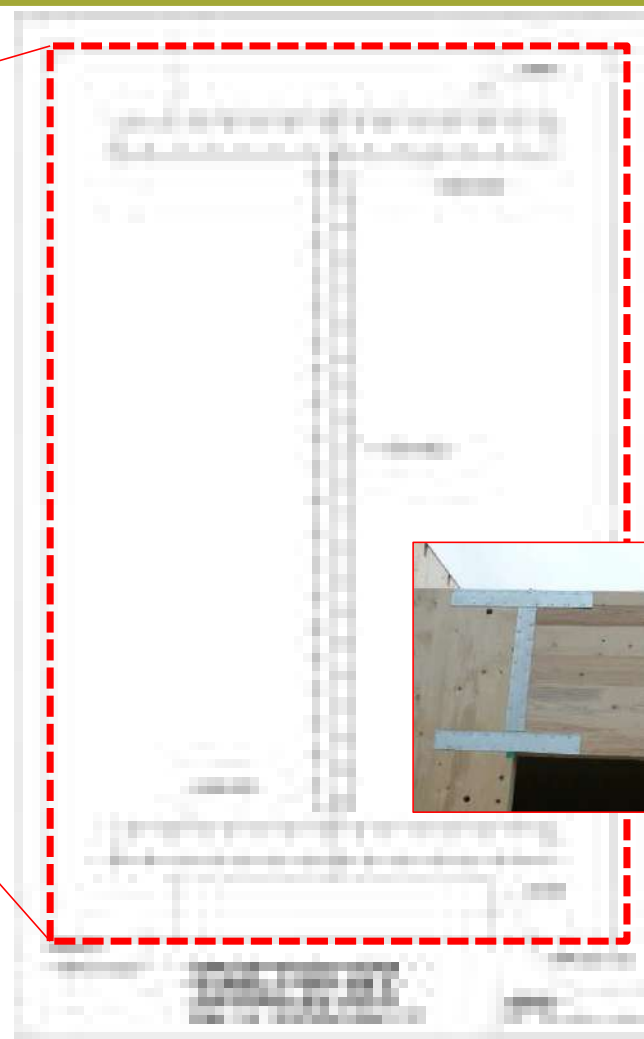
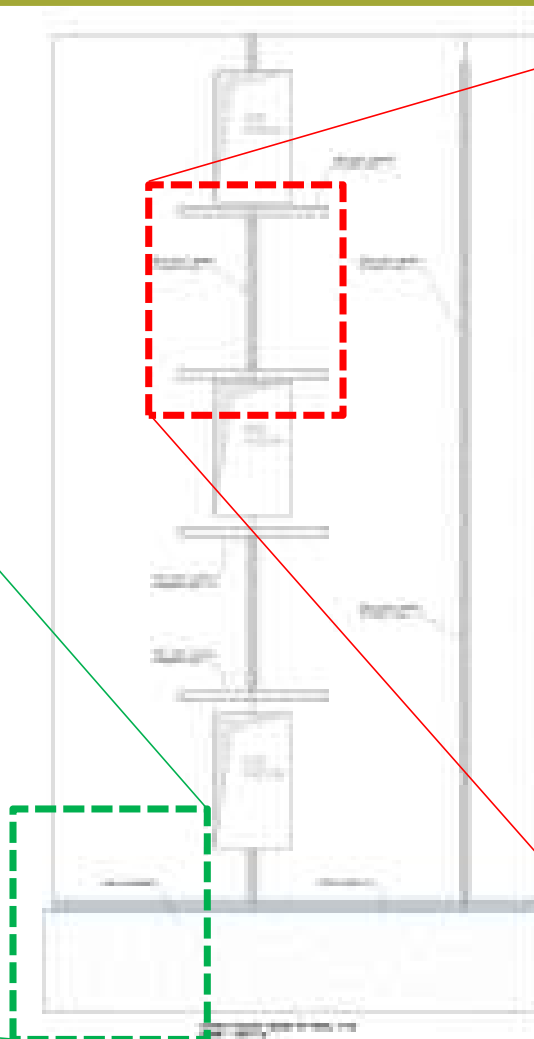
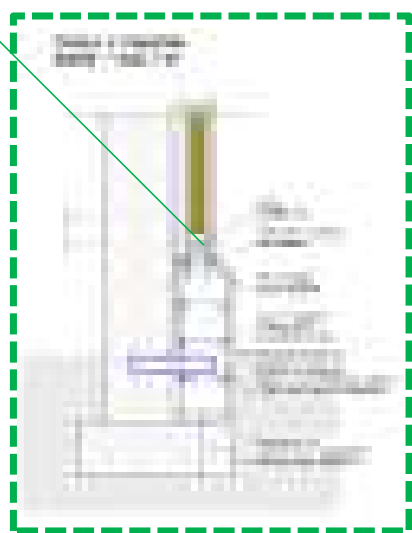
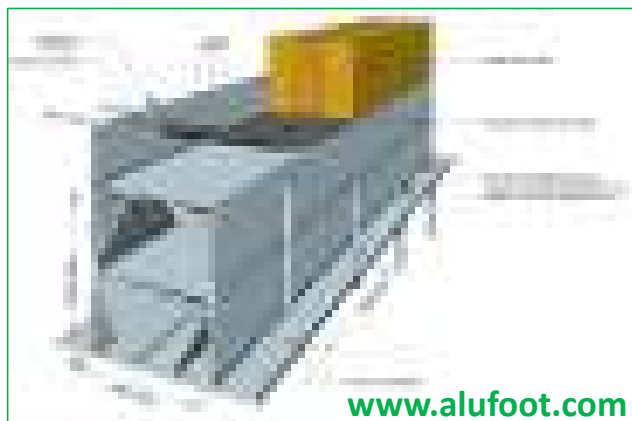
IL CASO STUDIO



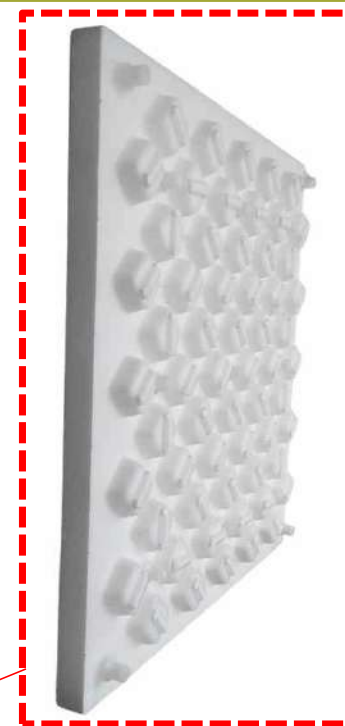
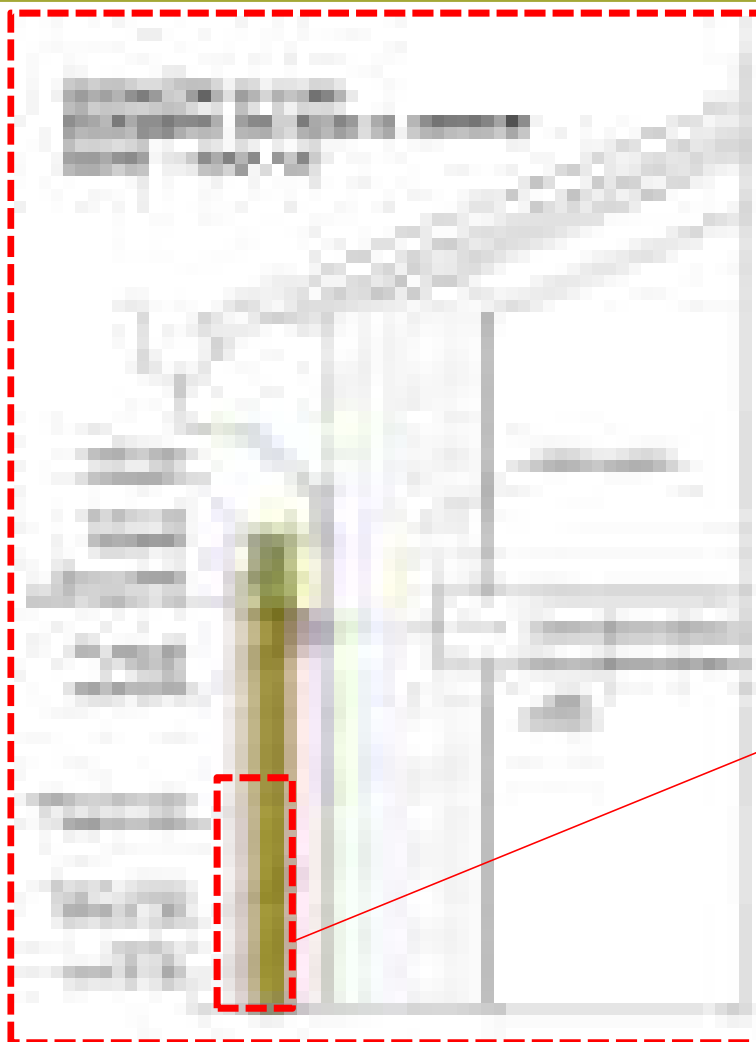
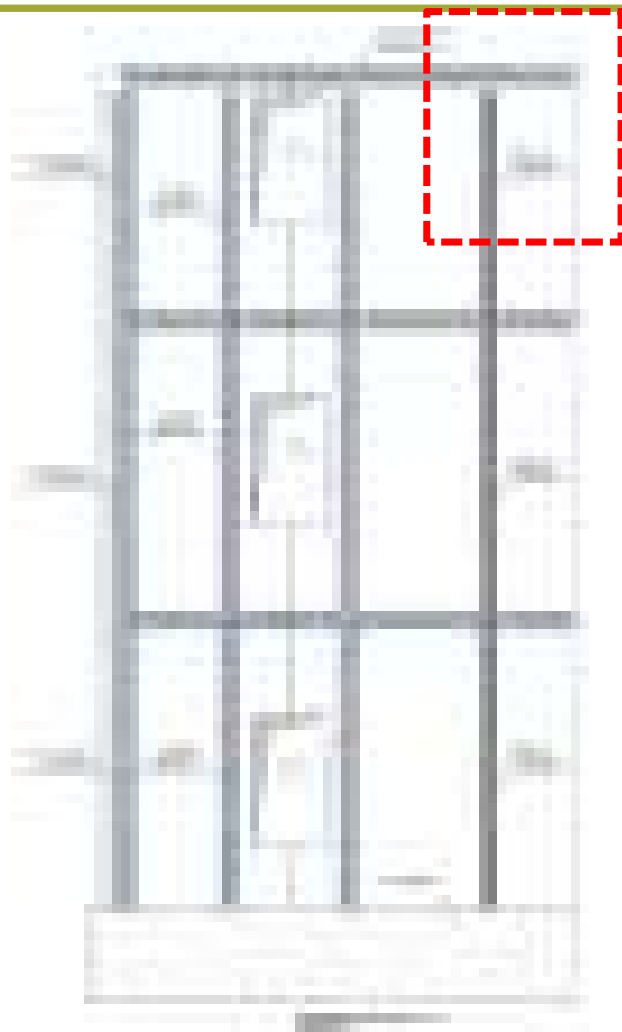
IL CASO STUDIO



IL CASO STUDIO

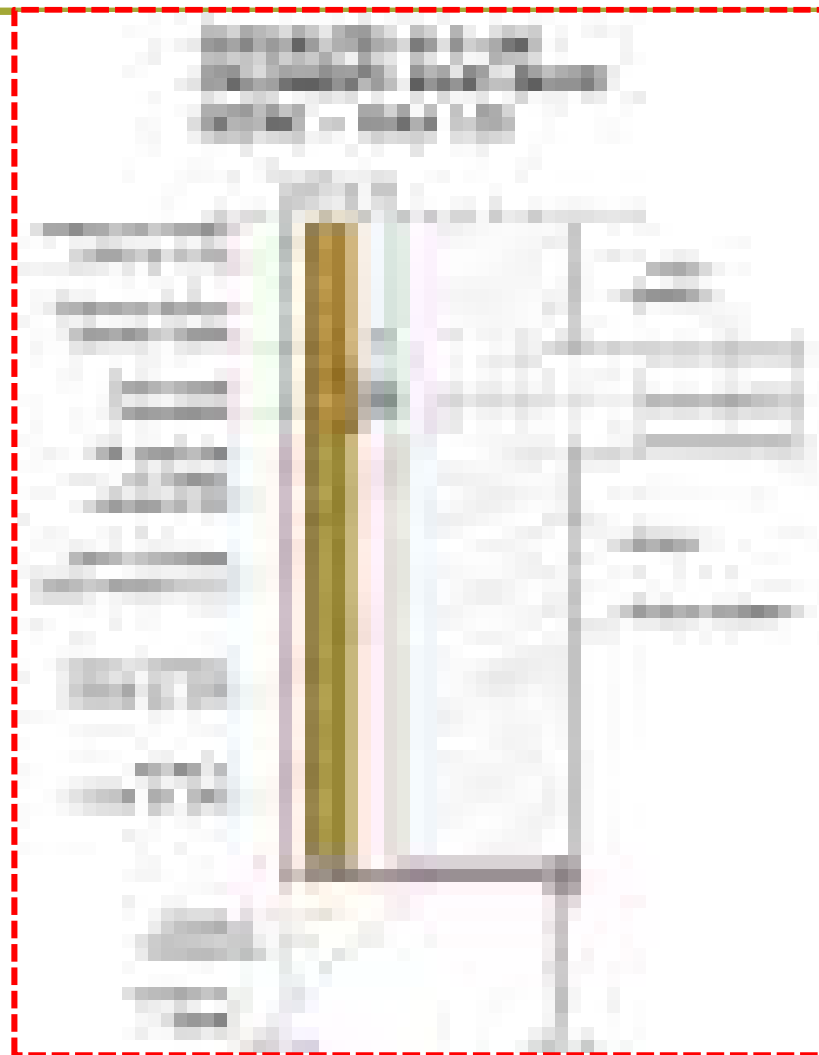
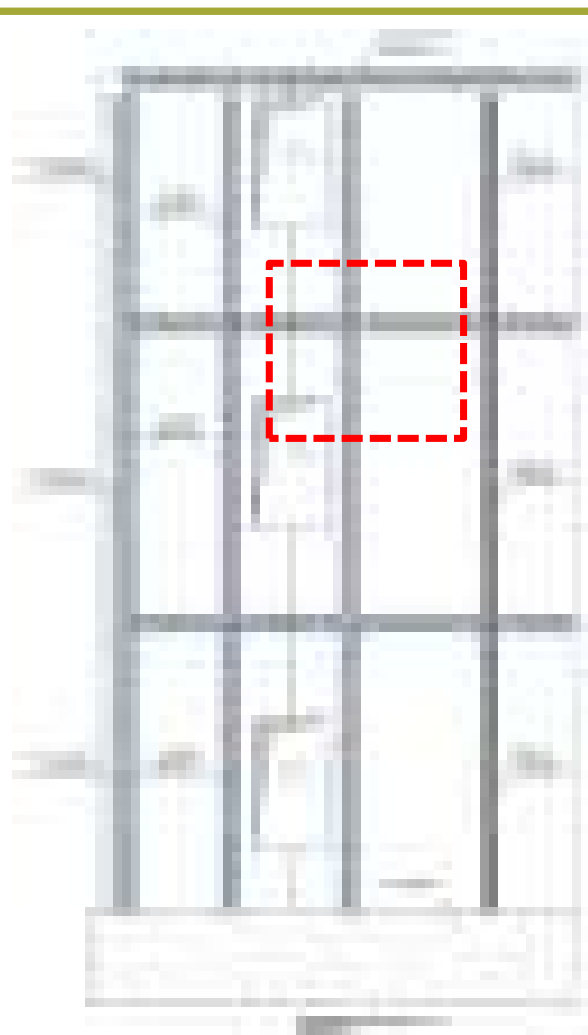


IL CASO STUDIO

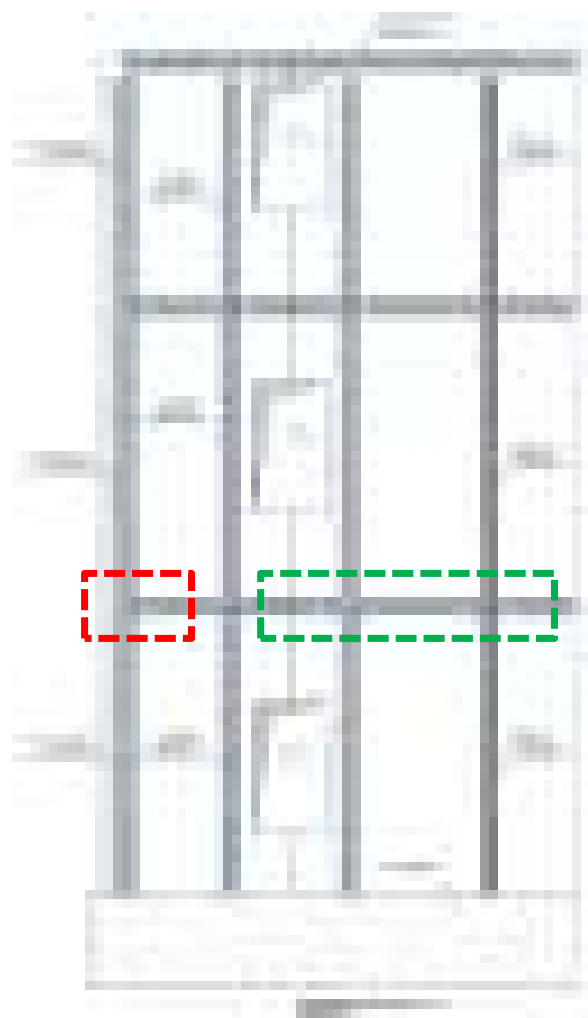


www.airflo.it

IL CASO STUDIO



IL CASO STUDIO

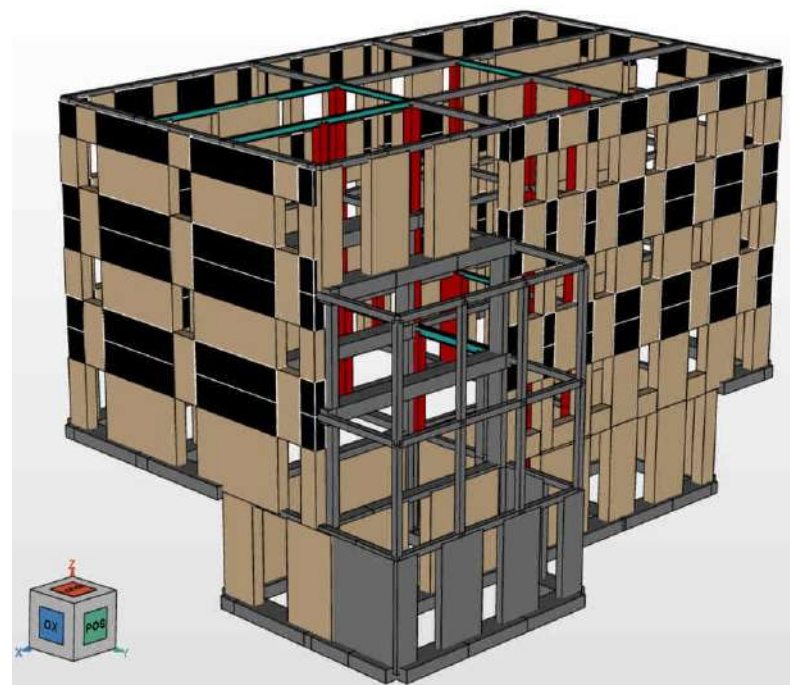


Ancoraggi a 45°



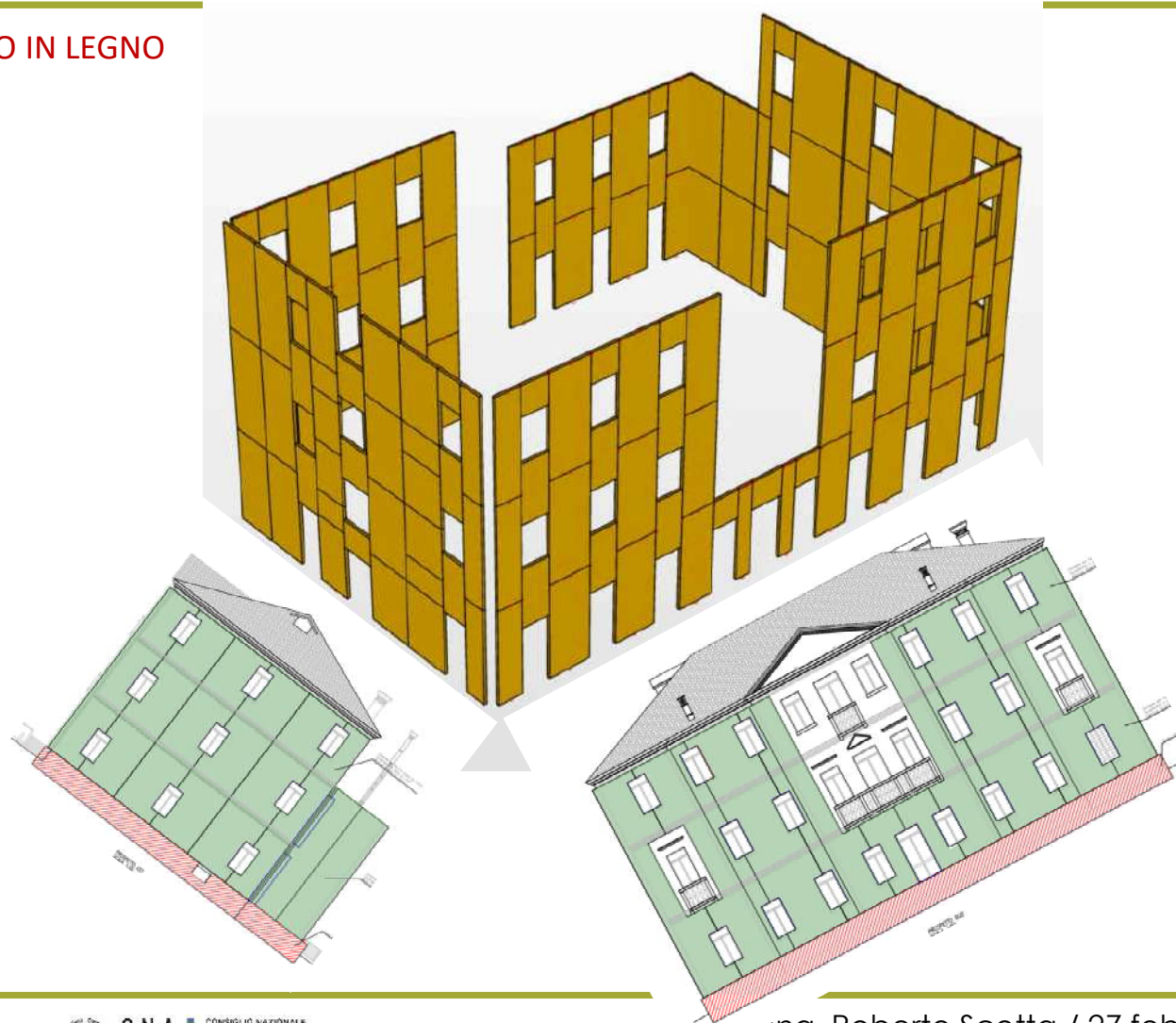
IL CASO STUDIO

MODELLO NUMERICO DELL'EDIFICIO ALLO STATO DI FATTO



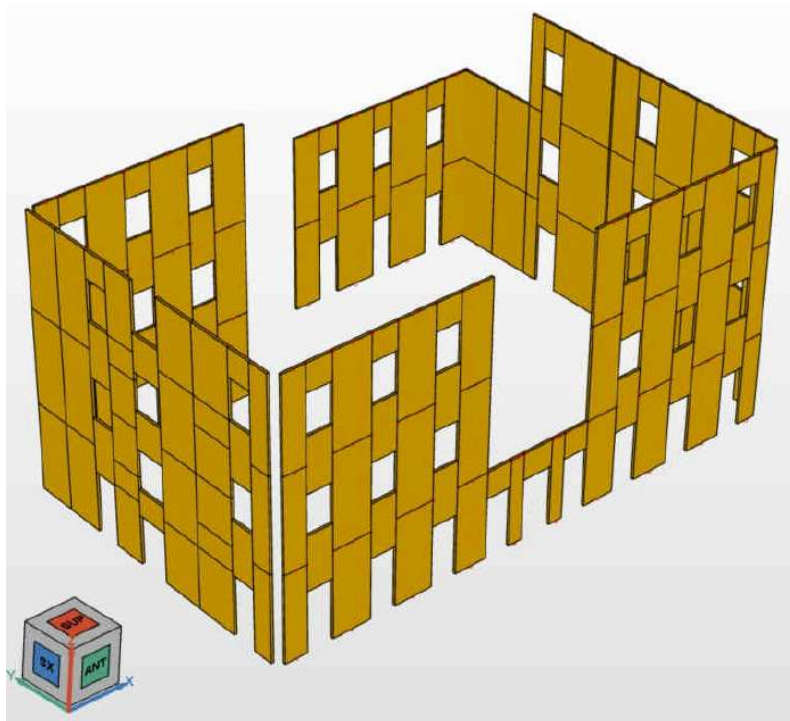
IL CASO STUDIO

ESOSCHELETRO IN LEGNO



IL CASO STUDIO

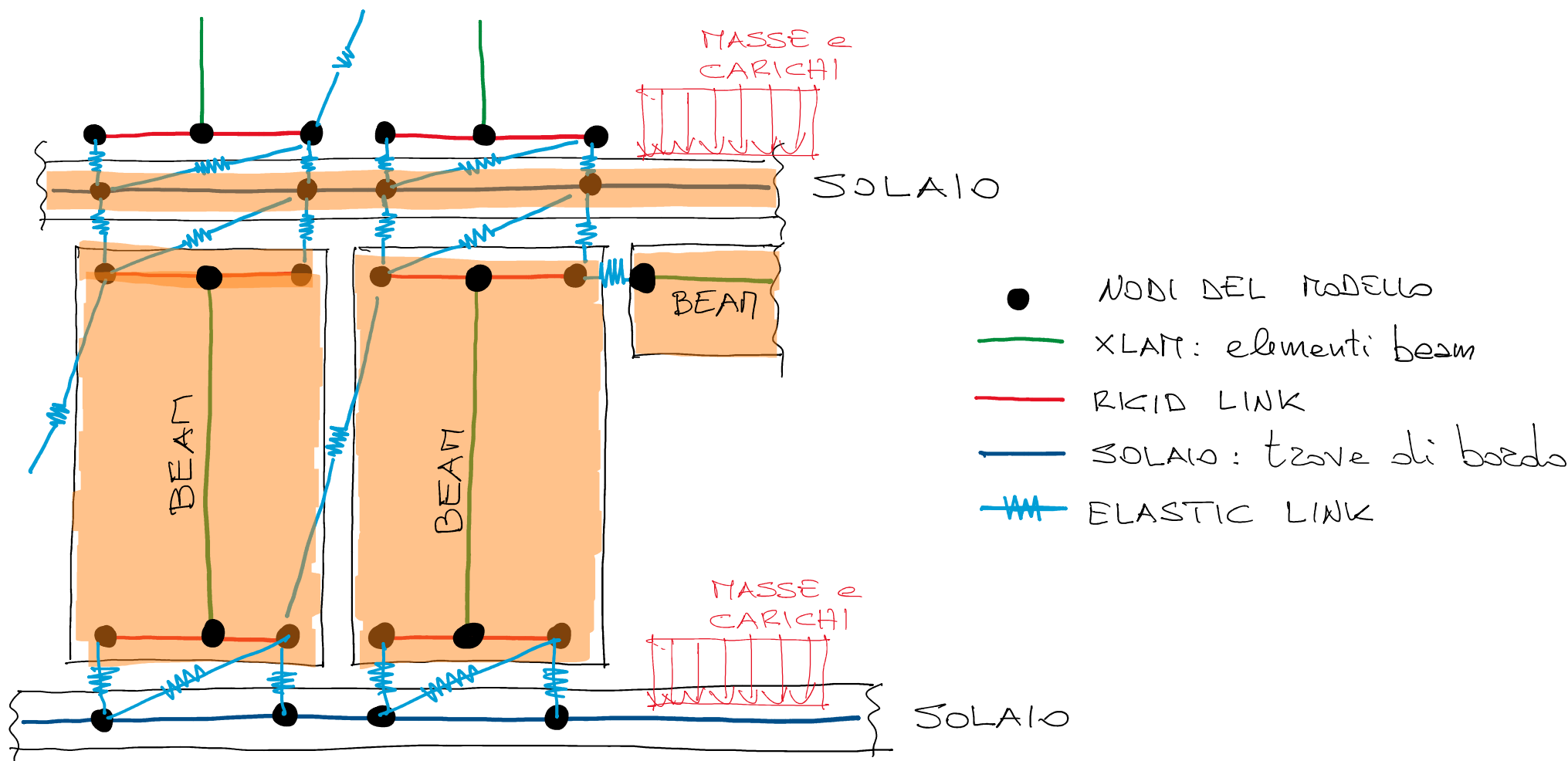
ESOSCHELETRO IN LEGNO



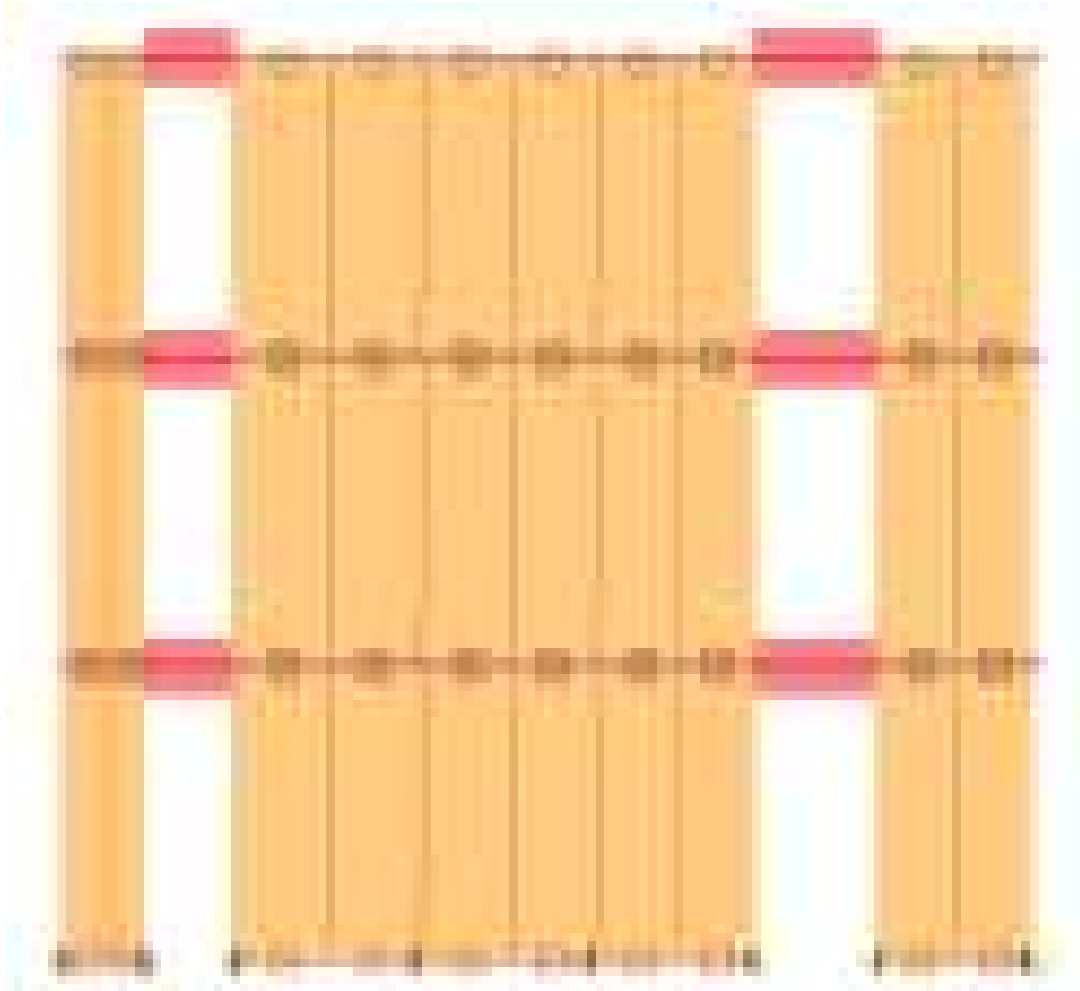
MODELLO NUMERICO DELL'EDIFICIO
ALLO STATO DI PROGETTO



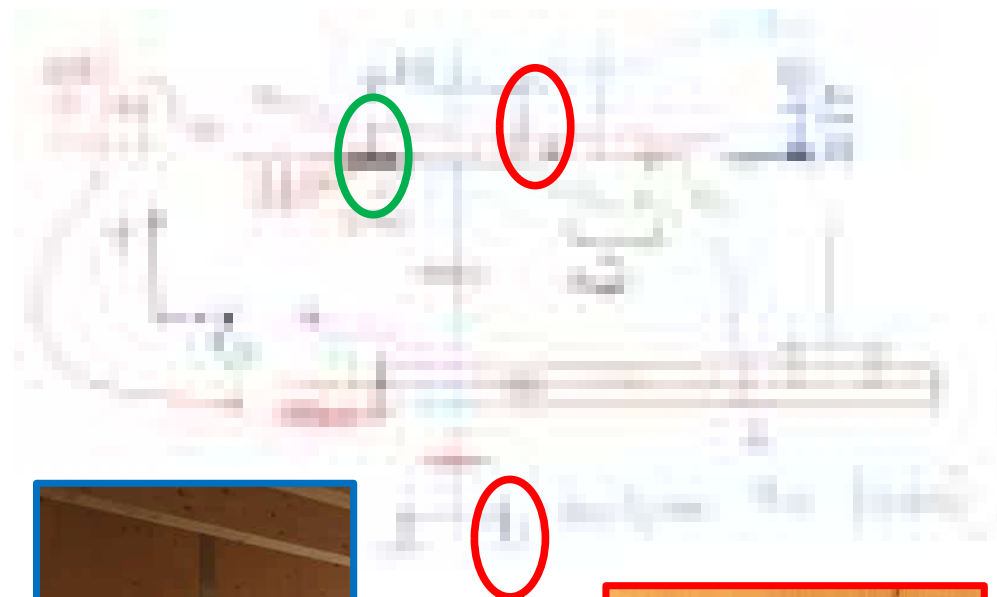
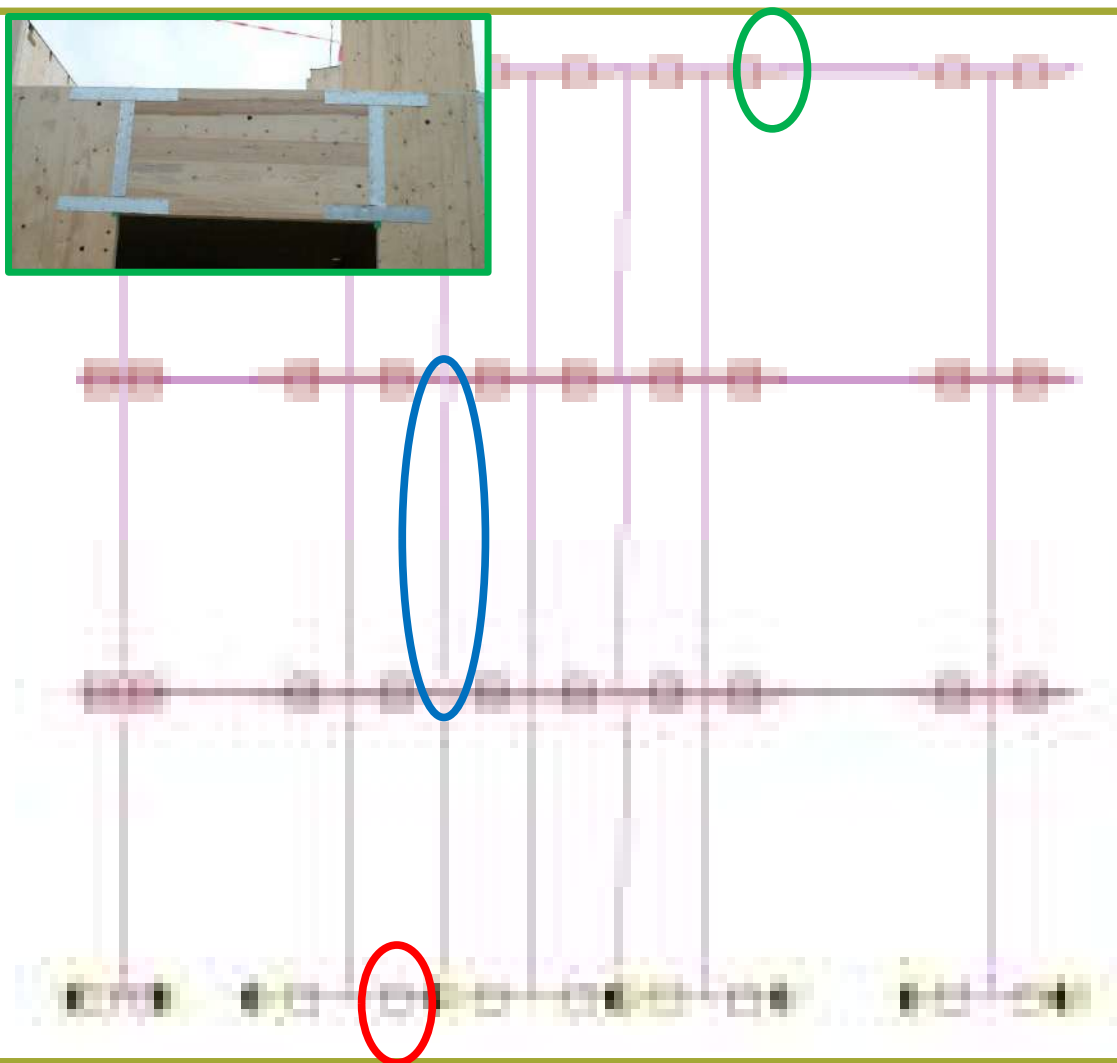
Modello a telaio equivalente – strategia di modellazione



Modello a telaio equivalente – strategia di modellazione



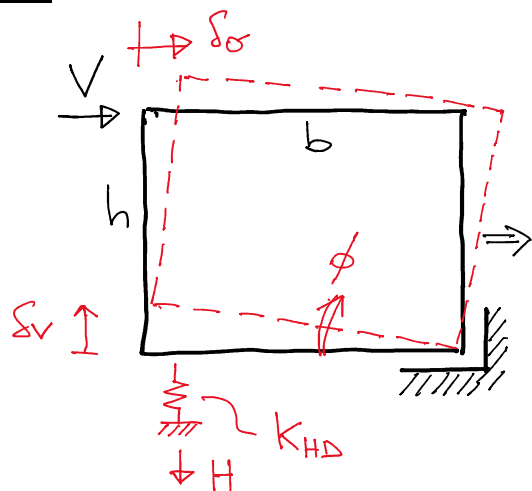
Modello a telaio equivalente – strategia di modellazione



MODELLO A TELAIO EQUIVALENTE - Rigidezza degli HD

Suggerimento: nel modello numerico raddoppiare la rigidezza degli hold-down rispetto al valore reale

Realtà:

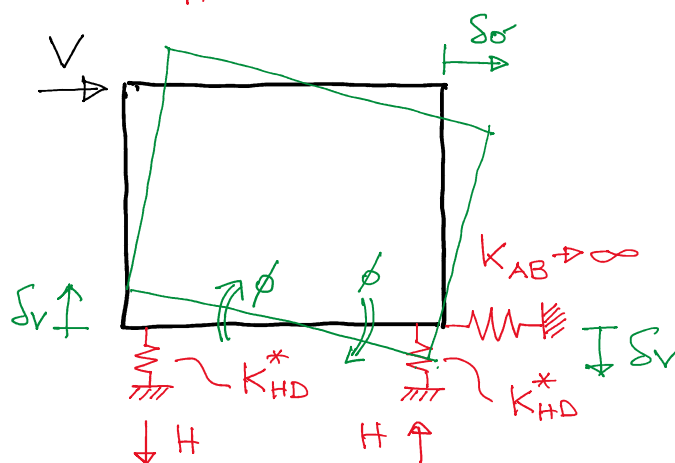


$$\phi = \delta v / b$$

$$K_s = \frac{V}{\delta \sigma} = \frac{V}{\phi \cdot b} = \frac{V}{\frac{\delta v}{b} \cdot b} = \frac{V}{\delta v} \cdot \frac{b}{h} = \frac{H}{\delta v} \cdot \frac{b}{h} = K_{HD} \cdot \frac{b}{h}$$

$$K_\phi = \frac{V \cdot h}{\phi} = K_{HD} \cdot b^2$$

Modello numerico



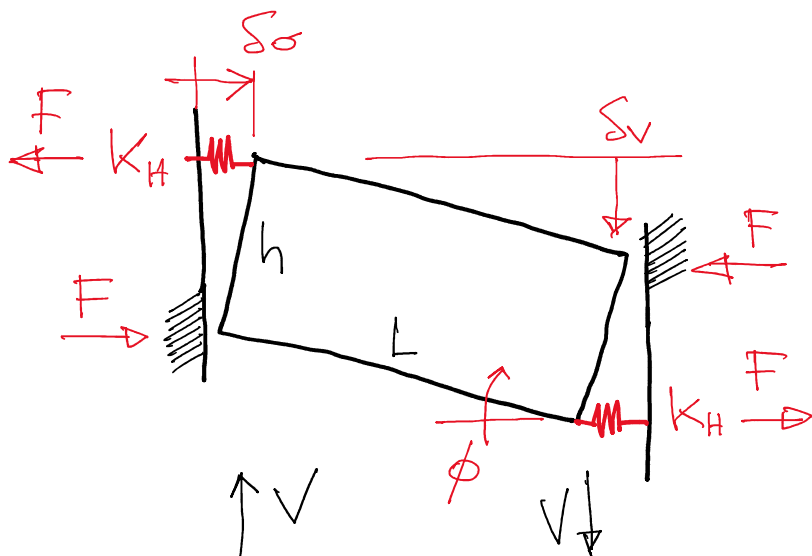
$$\phi = \frac{2 \cdot \delta v}{b}$$

$$K_s = \frac{V}{\delta \sigma} = \frac{H}{2 \delta v} \cdot \frac{b}{h} = \frac{K_{HD}^*}{2} \cdot \frac{b}{h}$$

$$\Rightarrow K_{HD}^* = 2 \cdot K_{HD}$$

MODELLO A TELAIO EQUIVALENTE - Rigidezza delle fasce di piano

Suggerimento: come calcolare la rigidezza a taglio equivalente di una fascia di piano (architrave connesso alle pareti adiacenti)



$$\phi = \frac{\delta_v}{L} \quad 2 \cdot F \cdot h = V \cdot L$$

$$K_V = \frac{GA_{eq}}{L} = \frac{V}{\delta_v} = \frac{2 \cdot F \cdot h}{\phi \cdot L^2} = \frac{2 \cdot K_H \cdot \delta_s \cdot h}{\phi L^2} = 2 \cdot K_H \cdot \left(\frac{h}{L}\right)^2$$

$$K_H = \frac{K_{chiodi} \cdot K_{nastri}}{K_{chiodi} + K_{nastri}}$$

Modello a telaio equivalente – strategia di modellazione

CALIBRAZIONE DELLA RIGIDEZZA DELLE CONNESSIONE

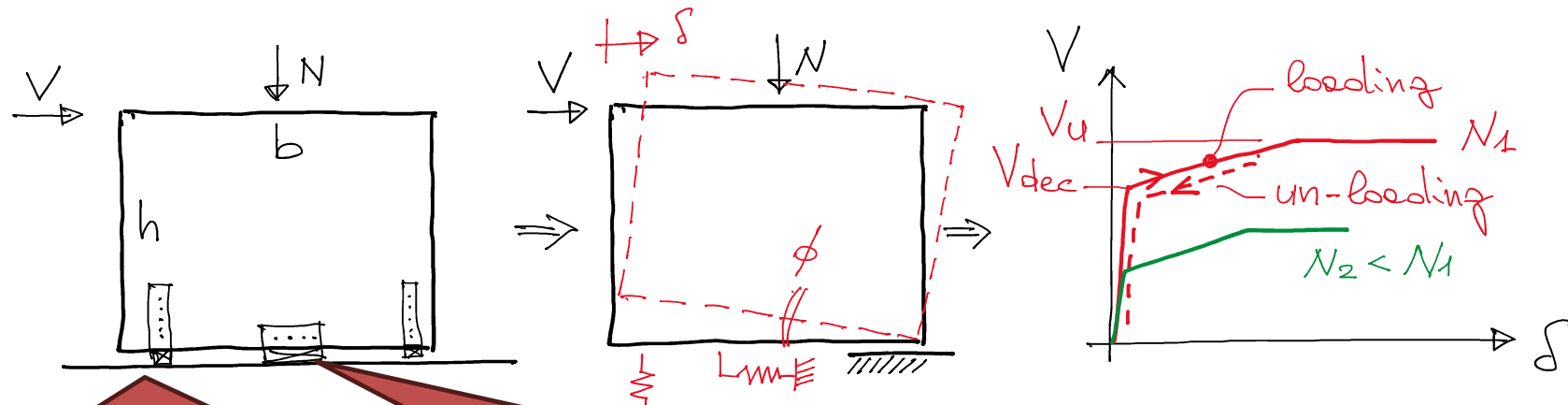
ANCHE IN UNA PROGETTAZIONE LINEARE E' NECESSARIO APPLICARE UN **PROCEDIMENTO ITERATIVO**:

1. DEFINIZIONE DEL TAGLIO SISMICO DI PIANO MEDIANTE UNA ANALISI STATICA LINEARE (indipendentemente dall'applicabilità di tale analisi in relazione alla regolarità)
2. SCELTA DEL TIPO DI CONNESSIONE A TAGLIO, DEFINIZIONE DELLA RESISTENZA DELLA SINGOLA CONNESSIONE E CALCOLO DEL NUMERO DI CONNESSIONI A TAGLIO NECESSARIO PER EQUILIBRARE IL TAGLIO SISMICO AGENTE
3. POSIZIONAMENTO DELLE CONNESSIONI A TAGLIO SULLA BASE DELLA LUNGHEZZA DELLA SINGOLA PARETE SISMORESISTENTE
4. SCELTA DEL TIPO DI CONNESSIONE A TRAZIONE (HOLD-DOWN) E DIMENSIONAMENTO IN ACCORDO CON I CRITERI DI GERARCHIA DI RESISTENZA DI PARETE
5. CALCOLO DELLE RIGIDEZZE DI TUTTE LE CONNESSIONI (formule di normativa o doc. tecnica)
6. COSTRUZIONE DEL MODELLO NUMERICO CON LA DISTRIBUZIONE DI CONNESSIONI IPOTIZZATA
7. VERIFICA DELLA COMPATIBILITA' DELLE SOLLECITAZIONI OTTENUTE CON L'ANALISI DINAMICA LINEARE
8. ITERARE RICOMINCIANDO DAL P.TO 3

Comportamento non lineare degli edifici in X-Lam

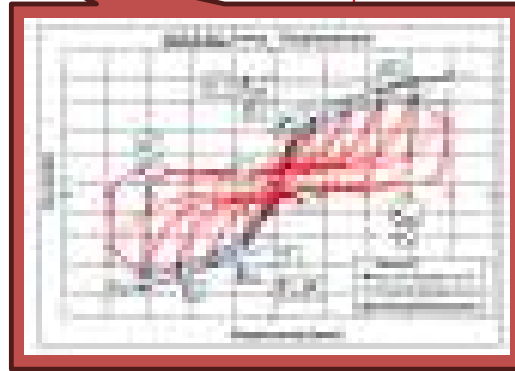
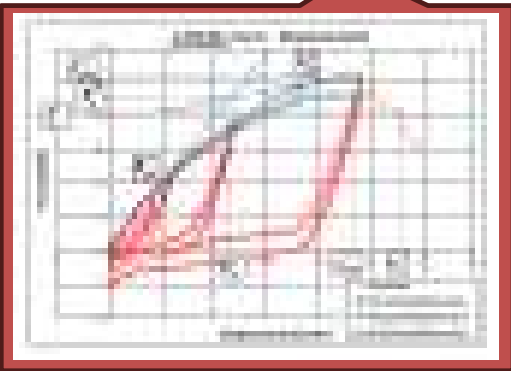
Un edificio in X-Lam - in cui la dimensione dei pannelli non è trascurabile rispetto alla dimensione dell'edificio - è intrinsecamente non lineare.

Pertanto non potrà mai essere riprodotto fedelmente attraverso un modello lineare.



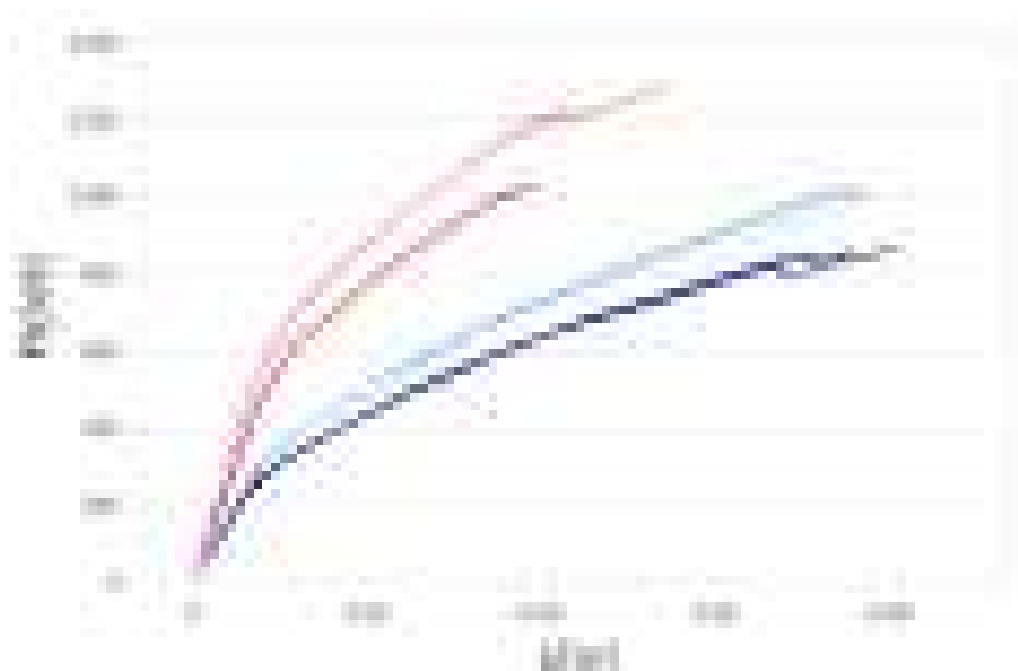
$$V_{dec} = N \cdot \frac{b}{2h}$$

$$V_u = V_{dec} + H_u \cdot \frac{b}{h}$$



IL CASO STUDIO

CURVE DI CAPACITA' ALLO STATO DI FATTO



CURVE DI CAPACITA' ALLO STATO DI PROGETTO



IL CASO STUDIO

INDICI DI SICUREZZA STATO DI FATTO E STATO DI PROGETTO

STATO LIMITE ULTIMO - STATO DI FATTO

Combinazione	TR1	TR2	RCB	PMBC (N°1) (%)	PMBC (N°2) (%)	Affid.
Statika / Sistema +A, Tronconi Anticoma	41	140	0.255	1.234	1.443	0.200
Statika / Sistema +B, Tronconi Anticoma	51	140	0.255	1.234	1.443	0.156
Statika / Sistema +B, Tronconi Chiusa	23	133	0.255	1.211	1.433	0.156
Statika / Sistema +C, Tronconi Chiusa	43	143	0.240	1.275	1.443	0.240
Statika / Sistema +B, Tronconi Anticoma	79	149	0.240	1.288	1.443	0.240
Statika / Sistema +C, Tronconi Anticoma	55	150	0.255	1.277	1.443	0.211
Statika / Sistema +B, Tronconi Chiusa	58	150	0.255	1.278	1.443	0.243
Statika / Sistema +C, Tronconi Chiusa	57	149	0.240	1.285	1.443	0.243

STATO LIMITE ULTIMO - STATO DI PROGETTO

Combinazione	TR1	TR2	RCB	PMBC (N°1) (%)	PMBC (N°2) (%)	Affid.
Statika / Sistema +A, Tronconi Anticoma	102	140	0.255	1.202	1.443	0.156
Statika / Sistema +B, Tronconi Anticoma	272	140	0.255	1.230	1.443	0.156
Statika / Sistema +A, Tronconi Chiusa	124	133	0.255	1.194	1.443	0.156
Statika / Sistema +B, Tronconi Chiusa	128	140	0.255	1.199	1.443	0.156
Statika / Sistema +C, Tronconi Anticoma	111	140	0.240	1.242	1.443	0.240
Statika / Sistema +B, Tronconi Anticoma	127	140	0.240	1.243	1.443	0.240
Statika / Sistema +C, Tronconi Chiusa	128	140	0.240	1.241	1.443	0.240
Statika / Sistema +B, Tronconi Chiusa	130	140	0.240	1.244	1.443	0.240

OTTAVA EDIZIONE DELLA GIORNATA NAZIONALE DELLA PREVENZIONE SISMICA - EVENTI FORMATIVI SULLA PREVENZIONE SISMICA -

MODULO **3**: LEGNO PER USO STRUTTURALE: NUOVE COSTRUZIONI ED INTERVENTI SULL'ESISTENTE



GRAZIE DELL'ATTENZIONE

Prof. Roberto Scotta



(Professore Associato di Tecnica delle Costruzioni presso l'Università di Padova)

roberto.scotta@unipd.it