

Residenza universitaria Mayer, Trento



Ing. Mauro Andreolli, www.timbertech.it

Modulo IV – Residenza universitaria Mayer, Trento

© Mauro Andreolli – Ottobre 2018

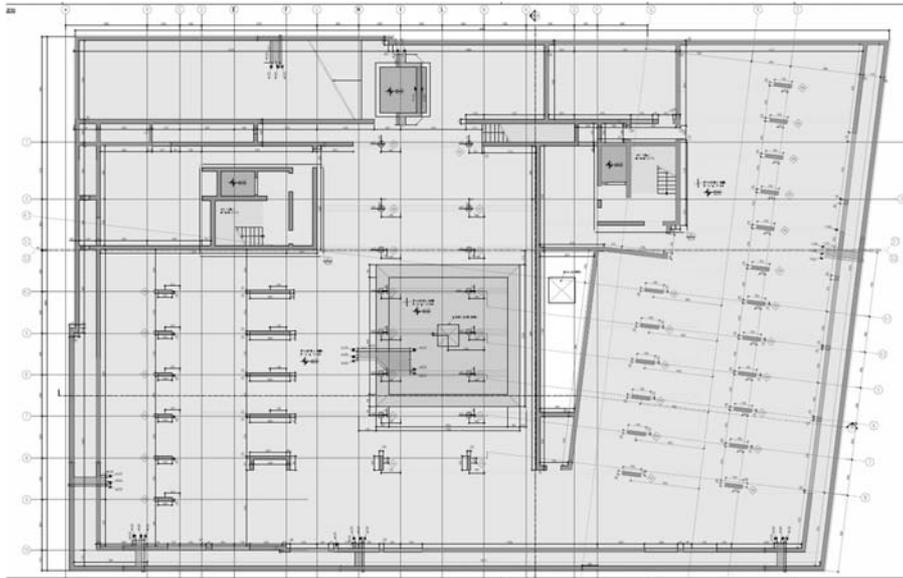
SEZIONE VERTICALE



Le strutture dell'edificio sono composte:

- da un **piano interrato in calcestruzzo armato** comprensivo delle fondazioni e degli elementi verticali a sostegno del **soffitto a getto pieno in c.a.** che si trova al livello del piano campagna
- La **sovrastuttura** presenta **cinque piani** fuori terra con struttura portante prevalentemente costituita da pannelli a strati incrociati in legno (XLAM).

INTERRATO IN C.A.



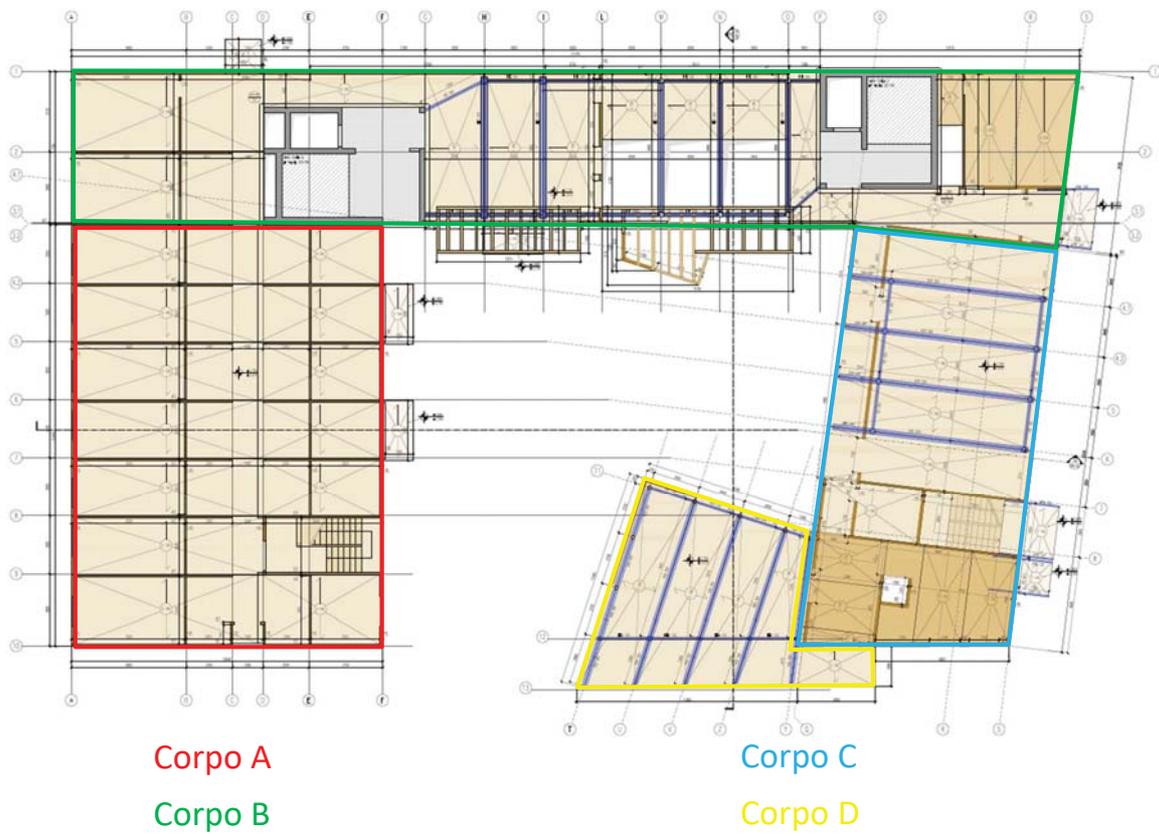
- Le **fondazioni** sono di tipo diretto costituite da una platea con dimensioni in di 58,37 x 38,64 m e piano di imposta ad una quota pari a -4,42 m .
- **Elevazioni del piano interrato** sono composte da muri perimetrali in c.a. e 40 pilastri sezione rettangolare e circolare.
- Progettate con fattore di struttura $q = 1$.

INTERRATO IN C.A.

Bozza Circolare esplicativa NTC 2018**C7.7.3 TIPOLOGIE STRUTTURALI E FATTORI DI COMPORTAMENTO**

È consentito realizzare una struttura in legno che sormonti una struttura realizzata con altra tipologia di materiale (calcestruzzo armato, muratura, acciaio, ecc.). In particolare, qualora sia presente un **piano cantinato o seminterrato con pareti di calcestruzzo armato, esso può essere assimilato a struttura di fondazione dei sovrastanti piani in legno**, nel rispetto dei requisiti di continuità delle fondazioni.

In generale, **nel caso in cui la sottostruttura possa essere considerata rigida rispetto alla sovrastruttura in legno, progettata come dissipativa, l'analisi delle azioni sulla sovrastruttura in legno può essere eseguita indipendentemente dalla sottostruttura**, utilizzando i fattori di struttura nella Tabella 7.3.II delle NTC relativi alle strutture in legno. In tal caso è necessario progettare la sottostruttura sovraresistente al fine di evitare possibili meccanismi di collasso di piano debole.



CORPO A



- Area 344 m²
- 62 stanze
- 1 Vano scale in legno
- Lunghezza: 22 m
- Larghezza: 16 m
- Altezza: 16 m



CORPO A



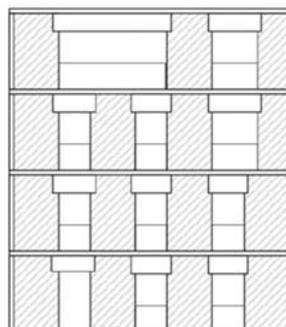
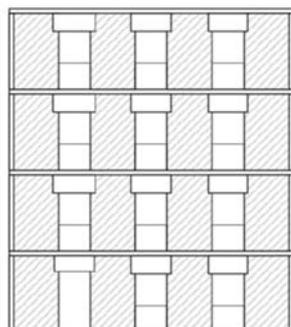
Caratteristica	Valore
Lunghezza totale pareti	193 m
Percentuale pareti sismoresistenti	90 %
Hold-down	680 kg
Viti	398 #
Angolari	176 #

- Interamente realizzato in legno
- Costruito mediante **moduli prefabbricati** portati in cantiere già provvisti di infissi e parte degli impianti
- La **regolarità** dell'edificio garantisce una uniforme distribuzione dei carichi e dei percorsi di carico verso terra
- Solo su una facciata **l'arretramento delle pareti** porta queste ultime a poggiare direttamente sui solai e non sulle pareti sottostanti (pareti in falso)
- **Giunto sismico** in corrispondenza della parete adiacente al corpo B
- **Fattore di struttura** utilizzato $q = 2.0$

Bozza Circolare esplicativa NTC 2018

C7.7.4 ANALISI STRUTTURALE

Negli edifici lignei **gli elementi strutturali sismoresistenti dovranno garantire la continuità della trasmissione delle azioni a partire dal solaio di partenza delle elevazioni in legno**; non è quindi ammesso interrompere tali elementi prima del raggiungimento di tale solaio. E' invece consentito disporre elementi strutturali sismoresistenti portanti che non raggiungono la sommità dell'edificio.



CORPO A



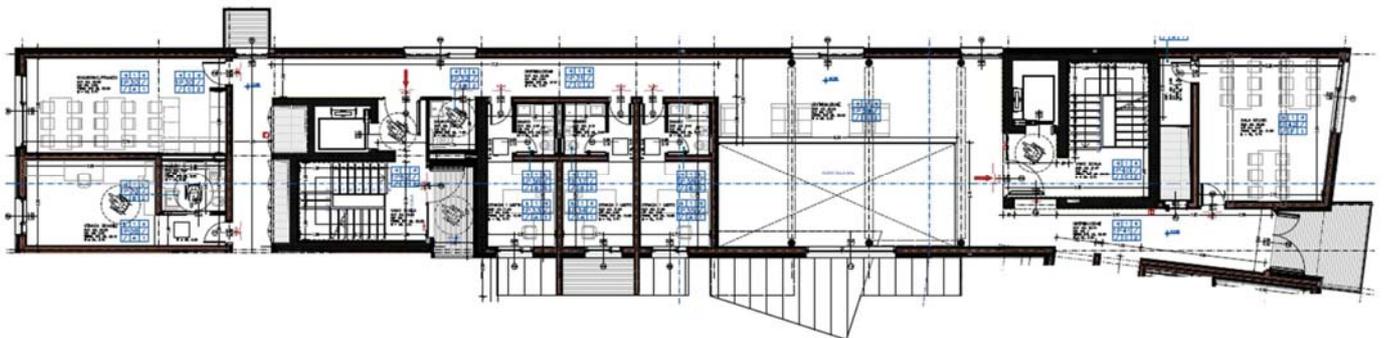
Bagni prefabbricati posti in opera prima della della posa dei moduli



Connessioni pre-montate in stabilimento all'interno di fresature nei pannelli altrimenti difficili da realizzare in opera



CORPO B



CORPO B



- Presenza di **due nuclei di controvento in c.a.**
- Al piano terra e al piano primo **telai in acciaio** disposti nella zona centrale della struttura a sostegno dei solai e delle pareti superiori
- La restante parte degli elementi portanti verticali è costituita da **pareti in legno** montate in opera e da **moduli prefabbricati**
- **Giunto sismico** in corrispondenza della parete adiacente al corpo A
- **Fattore di struttura** utilizzato $q = 1.6$ ($K_R = 0,80$)

Bozza Circolare esplicativa NTC 2018

C7.7.3 TIPOLOGIE STRUTTURALI E FATTORI DI COMPORTAMENTO

Qualora più tipologie strutturali, anche di materiali diversi, collaborino nella resistenza sismica (sistemi resistenti in parallelo), è possibile computare il contributo di entrambe le tipologie, purché nell'analisi sia adottato il fattore di comportamento con valore minore. In alternativa dovranno essere utilizzate analisi di tipo non lineare.

LE FASI REALIZZATIVE**Solaio in c.a. e cordoli – predisposizione delle barre per le connessioni**

Le barre filettate necessarie per l'ancoraggio delle connessioni a trazione sono state poste in opera prima del getto del solaio in c.a.

Maggiore sicurezza dell'ancoraggio con il c.a.
Alta precisione richiesta in fase di posa in opera

LE FASI REALIZZATIVE**Solaio in c.a. e cordoli – predisposizione delle barre per le connessioni**

LE FASI REALIZZATIVE

Posa moduli prefabbricati e pareti



LE FASI REALIZZATIVE

Posa connessioni a taglio del piano terra



Le connessioni a taglio sono state poste in opera dopo la posa delle pareti lignee

Importanza del cordolo alla base della parete

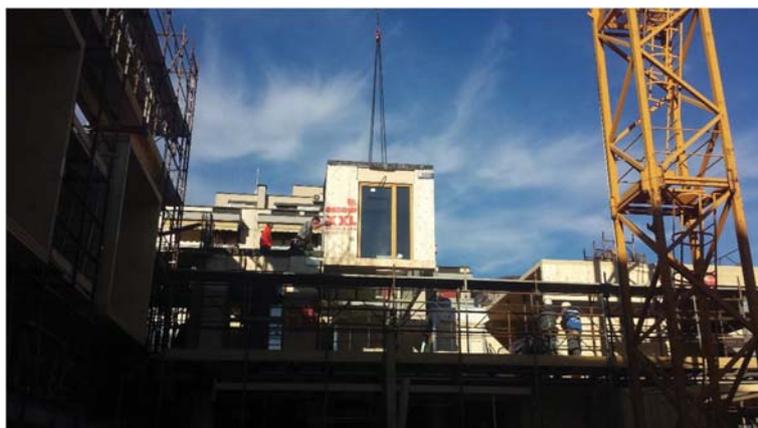
LE FASI REALIZZATIVE

Moduli prefabbricati



LE FASI REALIZZATIVE

Posa in opera moduli prefabbricati



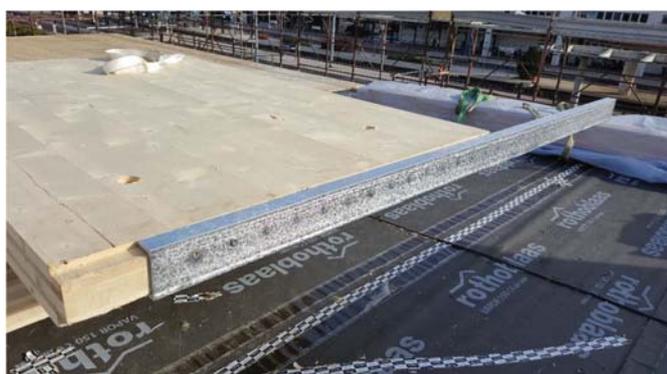
LE FASI REALIZZATIVE

Posa in opera moduli prefabbricati



LE FASI REALIZZATIVE

Posa in opera balconi legno-acciaio



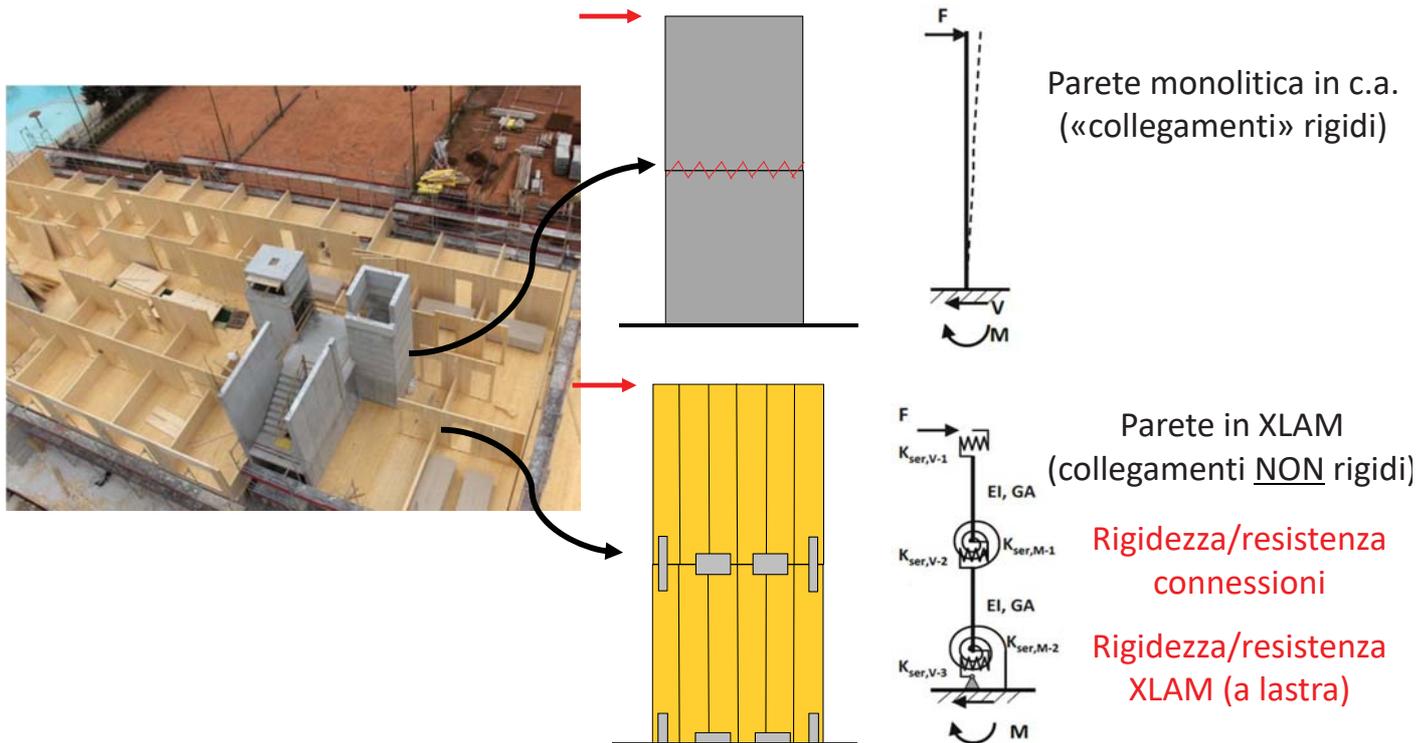
LE FASI REALIZZATIVE

Posa in opera balconi legno-acciaio

**Bozza Circolare esplicativa NTC 2018****C7.7.4 ANALISI STRUTTURALE**

Nell'analisi della struttura, sia di tipo lineare sia di tipo non lineare, di **edifici lignei realizzati a pareti portanti** (pareti intelaiate leggere, pareti di tavole incollate incrociate, ecc.), devono essere considerati i possibili **contributi di deformabilità derivanti dal comportamento meccanico della parete** (deformabilità del materiale e dei sistemi di giunzione interni alla parete stessa, tenendo conto delle reali dimensioni di produzione dei pannelli che la costituiscono) **e dei collegamenti che la vincolano al sollevamento e alla traslazione.**

PARETI XLAM: L'IMPORTANZA DELLE CONNESSIONI

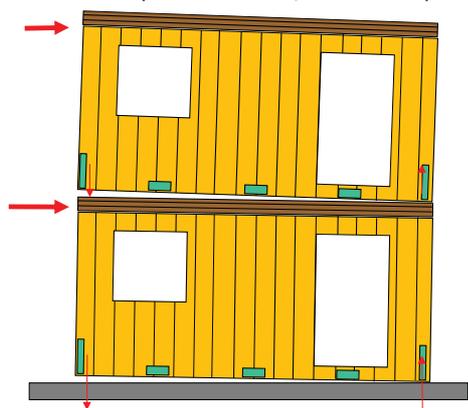


PARETI XLAM: L'IMPORTANZA DELLE CONNESSIONI

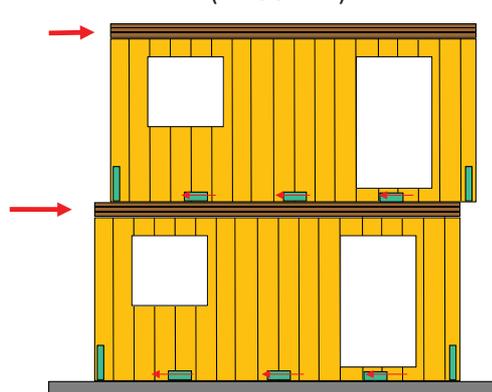
Negli edifici a setti portanti in legno è di fondamentale importanza modellare il corretto comportamento delle connessioni (rigidezza/resistenza):

- Corretta stima della **rigidezza globale** della struttura nei confronti delle azioni orizzontali
- Corretta valutazione delle **modalità di rottura**
- Valutazione della **risposta sismica** dell'edificio

DEFORMAZIONE CONNETTORI A TRAZIONE (HOLD DOWN/TIE DOWN)

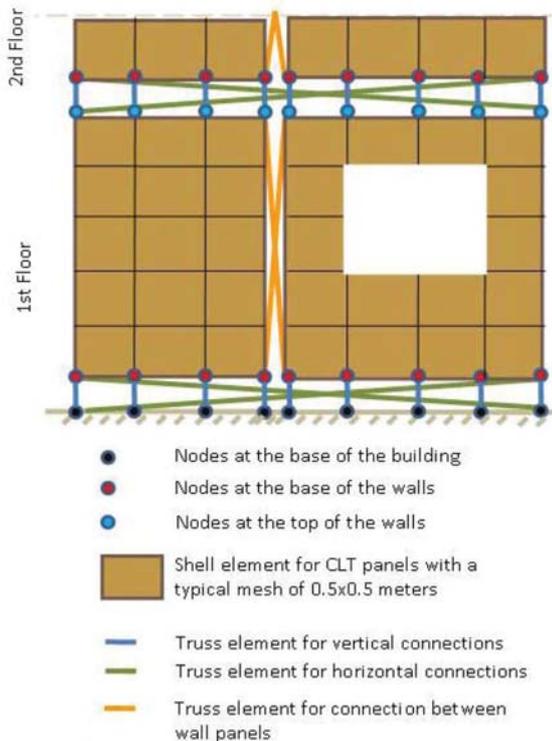


DEFORMAZIONE CONNETTORI A TAGLIO (ANGOLARI)



PARETI XLAM: MODELLAZIONE NUMERICA – STATO DELL'ARTE

Seismic design of multi-storey cross laminated timber buildings according to Eurocode 8 - Maurizio Follesa, Ioannis P. Christovasilis, Massimo Fragiaco

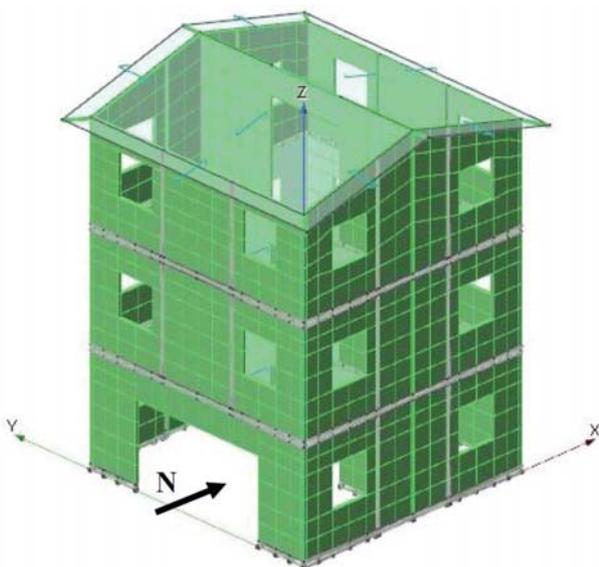


Modello numerico:

- **Tridimensionale** (richiesto dalle NTC)
- **Analisi lineare statica e dinamica**
- Pannelli in **XLAM** modellati con elementi **shell a 4 nodi** (24 g.d.l.) di dimensione 0.5x0.5 m considerando sia il comportamento membranale (lastra) sia quello flessionale (piastra)
- Elementi **truss a due nodi** (6 g.d.l) per modellare i collegamenti tra i diversi pannelli XLAM componenti le pareti
- Vincolo di **diaframma rigido** per connettere i nodi situati allo stesso livello

PARETI XLAM: MODELLAZIONE NUMERICA – STATO DELL'ARTE

Validazione del modello



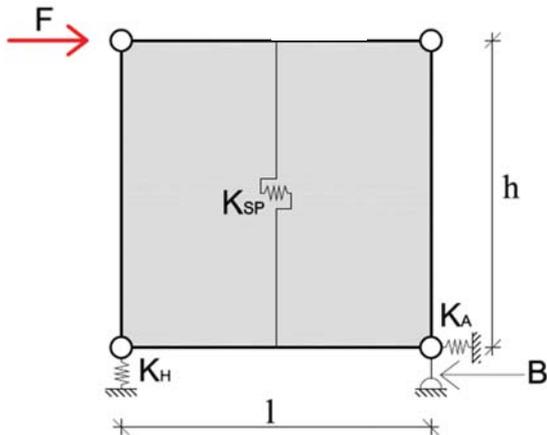
I risultati del modello numerico sono stati **confrontati** con quelli dei **test su tavola vibrante** in termini di:

- Periodo proprio di vibrazione
- Massimo taglio alla base
- Spostamenti relativi alla base misurati nei baricentri dei piani

PARETI XLAM: MODELLAZIONE NUMERICA – STATO DELL'ARTE

IL MODELLO UNITN

Il modello UNITN è un **modello analitico** in grado di tenere in considerazione della rigidezza di *tutti i componenti in gioco* ed in particolar modo delle *connessioni*.



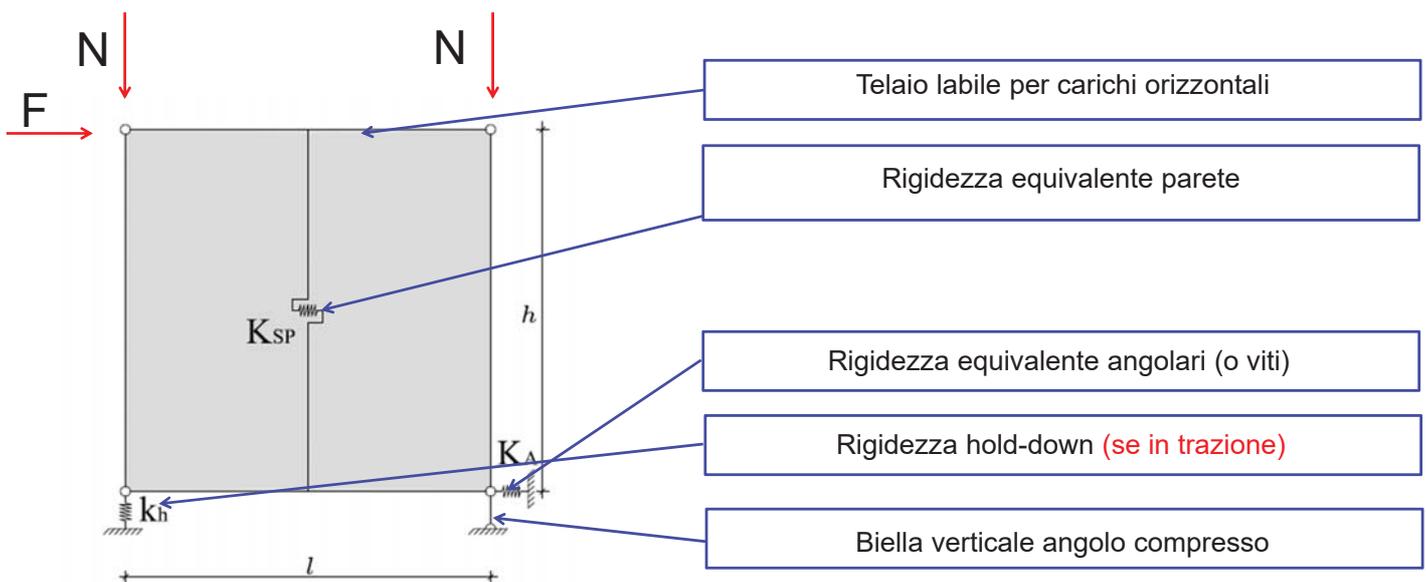
Macroelemento con schematizzazione dei principali contributi di rigidezza degli elementi della parete

Implementato in TimberTech Buildings

Daniele Casagrande, Simone Rossi, Tiziano Sartori, Roberto Tomasi, "Proposal of an analytical procedure and a simplified numerical model for elastic response of single-storey timber shear-walls" - Construction and Building Materials (2015)

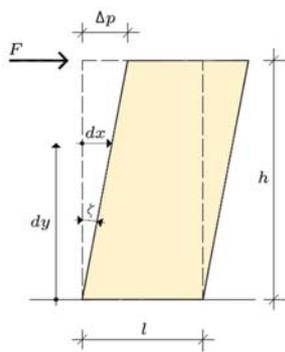
PARETI XLAM: MODELLAZIONE NUMERICA – STATO DELL'ARTE

IL MODELLO UNITN

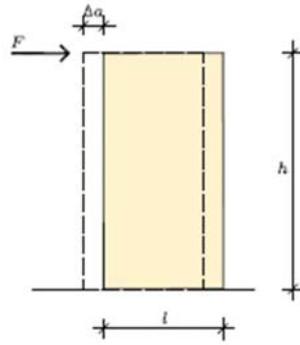


PARETI XLAM: MODELLAZIONE NUMERICA – STATO DELL'ARTE

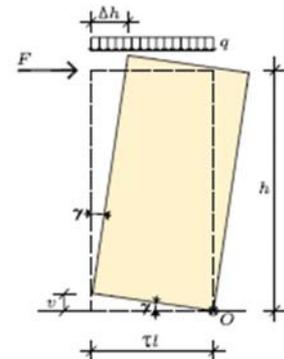
IL MODELLO UNITN



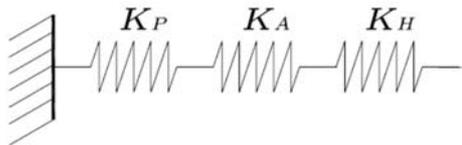
K_P
Pannello



K_A
Angolari a taglio



K_H
Connessioni a trazione
hold-down



PARETI XLAM: MODELLAZIONE NUMERICA – STATO DELL'ARTE

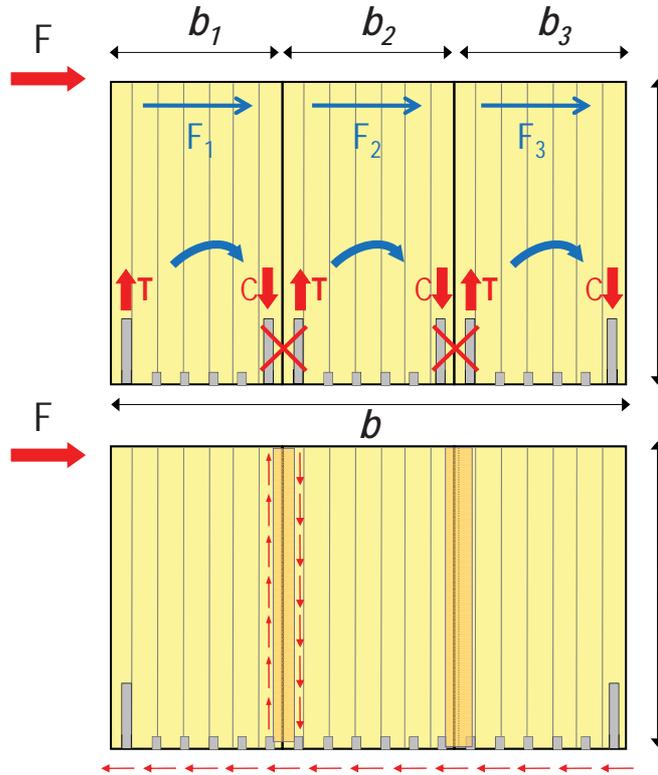
LE PARETI XLAM SEGMENTATE

Le dimensioni laterali dei pannelli possono essere **limitate da ragioni produttive**, per cui risulta necessario collegare verticale più pannelli di tavole incrociate per realizzare una parete di un certa lunghezza.



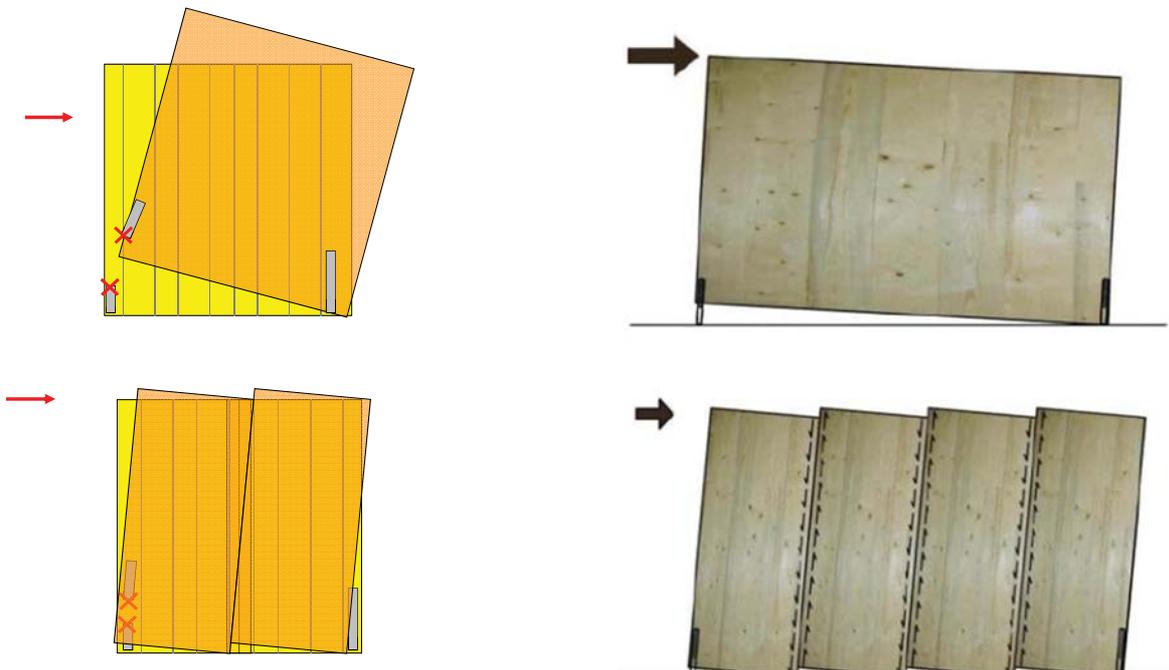
PARETI XLAM: MODELLAZIONE NUMERICA – STATO DELL'ARTE

LE PARETI XLAM SEGMENTATE: TRASMISSIONE DEI CARICHI ORIZZONTALI



PARETI XLAM: MODELLAZIONE NUMERICA – STATO DELL'ARTE

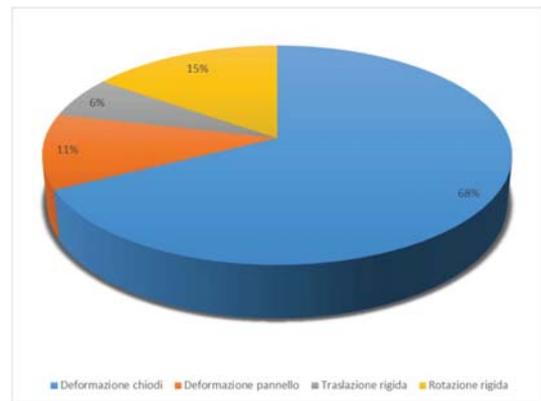
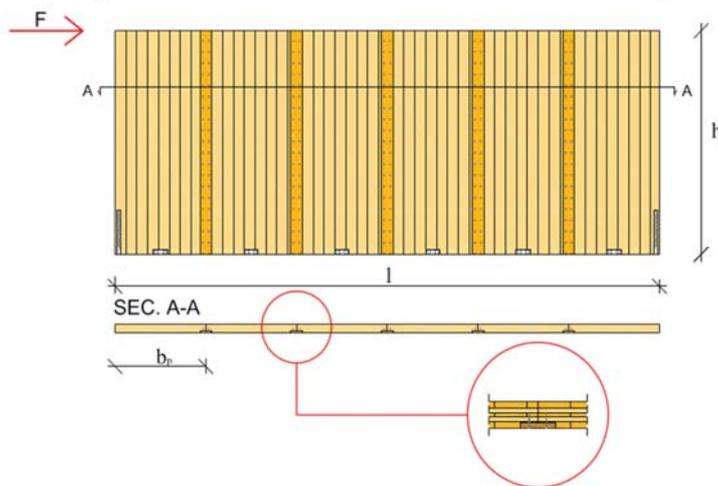
LE PARETI XLAM SEGMENTATE: MODALITA' DI ROTTURA



PARETI XLAM: MODELLAZIONE NUMERICA – STATO DELL'ARTE
LE PARETI XLAM SEGMENTATE: COMPONENTI DI DEFORMAZIONE

Lo spostamento elastico orizzontale di una parete giuntata in X-Lam è dato dalla somma dei seguenti contributi:

- spostamento dovuto allo **scorrimento tra i diversi pannelli** componenti la parete (deformazione giunto)
- lo spostamento dovuto alla **deformazione a taglio del pannello**
- lo spostamento dovuto alla **rotazione rigida della parete** (connessioni a trazione)
- lo spostamento dovuto alla **traslazione rigida della parete** (connessioni a taglio)



LE PARETI XLAM SEGMENTATE: COMPONENTI DI DEFORMAZIONE

