



## Manufacturing excellence Made in Italy

### *Wood System International S.r.l.*

L'esperienza quarantennale nel settore delle costruzioni in legno lamellare, la propensione alla continua ricerca ed all'innovazione tecnologica ha portato la Wood System International S.r.l. ad investire le proprie risorse anche nel settore della bio edilizia, abbracciando i principi ecologici seguendo i concetti di sviluppo sostenibile. In vista di questi recenti ed importanti sviluppi, l'azienda ha messo a punto dei nuovi brevetti con l'obiettivo di estendere la propria conoscenza e sapere professionale su tutto il territorio nazionale ed a livello globale, sia per le costruzioni pluripiano di natura residenziale, commerciale ed industriale (brevetto P-Lam-P) che per le strutture reticolari spaziali (brevetto Spacewood, presente sul mercato da circa 20 anni).

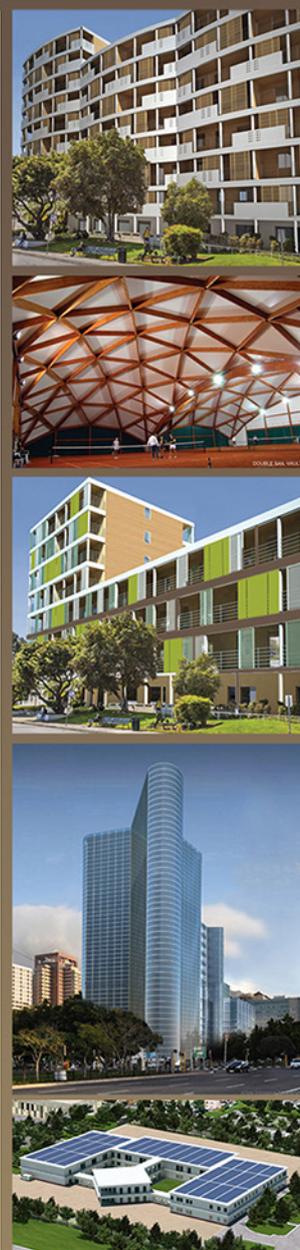
La Wood System International S.r.l. ha pertanto deciso di avviare una politica di sviluppo di una rete di collaborazioni con progettisti, associazioni, consorzi, università, Ministero dello sviluppo economico, protezione civile e istituti di ricerca nel settore delle costruzioni in legno, riviste tecniche di settore, aziende produttrici di pannelli in X-Lam e di travi in legno lamellare, comprese quelle realtà che commercializzano ed utilizzano tali materiali. Il tutto per offrire al mercato delle costruzioni un ventaglio di soluzioni che coniughino esigenze ambientali, economicità, durabilità e velocità di montaggio nel rispetto delle normative vigenti per il calcolo strutturale e relative verifiche in "campo elastico" soprattutto per le zone ad alto rischio sismico e di forte pressione del vento.

L'obiettivo che la Wood System International S.r.l. si pone è quello di vendere le parti costituenti i vari brevetti depositati (nodi in acciaio, innesti in acciaio da resinare, la gomma espansa a cellule chiuse, le barre ad aderenza migliorata, la resina epossidica bicomponente etc..) ad esclusione dei pannelli X-Lam e delle travi in legno lamellare. La Wood System International S.r.l., su richiesta, può inoltre sviluppare al suo interno le proposte progettuali nelle loro varie declinazioni, dalla fase preliminare fino a quella esecutiva. Il tutto al fine di estendere la diffusione dei sistemi brevettati di sua proprietà su scala mondiale, dietro riconoscimento di Royalties. Il 7 Gennaio 2019 è stata pubblicata la domanda di brevetto internazionale (PCT/IB2018/05515, International Publication Number WO 2019/012473 A1) dall'Organizzazione International Bureau, Patent Cooperation Treaty, in 120 paesi nel mondo. Il Ministero dello sviluppo economico (Direzione generale per lo sviluppo produttivo e competitività presso l'ufficio italiano Brevetti e Marchi) e la commissione, esaminati gli elaborati tecnici riferiti al nostro sistema P-Lam-P, attesta quanto segue:

Parere sul piano dell'innovazione = SI al 100%  
Parere in merito all'attività inventiva = SI al 100%  
Parere in merito all'applicazione industriale = SI al 100%

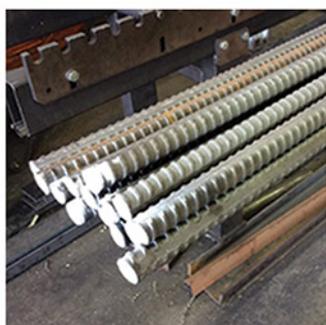
In ultimo riteniamo che, dietro richiesta specifica, si potrà valutare la possibilità di cessione e vendita dei brevetti (singolarmente) negli Stati di vostro interesse.

Wood System International S.r.l - Strada Genova, 341- Moncalieri (To) - Italia  
info@woodsystem.com - pedone@woodsystem.com



L'innovativo sistema brevettato P-Lam-P per la costruzione di edifici in legno X-Lam consiste nella realizzazione di una connessione verticale tra parete/solaio/parete tramite l'impiego di barre ad aderenza migliorata e resina bicomponente epossidica. Il principio di colatura della resina bicomponente epossidica viene applicato al sistema di connessione a barre ad aderenza migliorata disposte lungo tutte le pareti dell'edificio, per gli sforzi a trazione e a taglio. Colando la resina dall'alto si garantisce il riempimento completo dei fori di lavorazione presenti nelle pareti, con fuoriuscita dell'aria dall'alto. Il legno armato, rende la struttura monolitica nel suo insieme, proteggendo le parti in acciaio dal fuoco e dalla corrosione; in tal modo la struttura non necessita di manutenzione ordinaria e/o straordinaria per tutta la sua vita nominale. Nel caso di elevati sforzi a trazione e a taglio, il pannello di tipo lamellare X-Lam comprende uno strato centrale in microlamellare in abete (LVL).

Per il collegamento parete/parete e solaio/solaio si utilizzano delle viti a testa cilindrica a tutto filetto. Tra parete superiore, solaio e parete inferiore viene interposta una gomma espansa ad alta densità a cellule chiuse avente funzione di antivibrante, insonorizzante, di barriera all'umidità e barriera ai ponti termici. Il sistema di nuova concezione, inoltre, risulta essere a completa scomparsa all'interno delle pareti e dei solai in X-Lam, proteggendo tutte le parti in acciaio dal fuoco e dalla corrosione, oltre ad annullare i campi elettromagnetici. Il ridotto quantitativo di elementi a catalogo e la relativa diminuzione della logistica di magazzino, oltre alla drastica diminuzione dei tempi di montaggio, il facile reperimento degli stessi in quanto già presenti sul mercato mondiale e che non necessitano di lavorazioni speciali, rendono questo sistema costruttivo estremamente competitivo. Tutto il nuovo sistema costruttivo è dimensionabile in campo elastico con fattore di struttura  $q=1,5$  ed è ottimale per le zone ad alto rischio sismico e permette di salvaguardare le vite umane e il loro patrimonio. I materiali strutturali impiegati sono ecosostenibili (90% legno) e riciclabili al 100%.



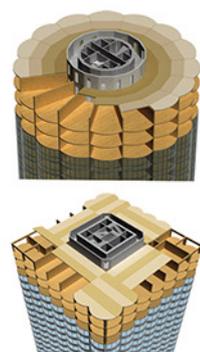
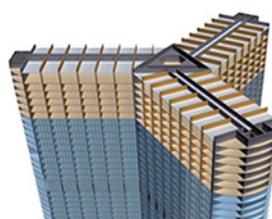
Eseguito il calcolo, dai risultati degli sforzi ottenuti a trazione ed a taglio, si possono dimensionare tutte le barre ad aderenza migliorata, resinata con colle epossidiche bicomponenti nello strato centrale delle pareti. Tali barre prendono il posto degli Hold-Down per gli sforzi a trazione e degli angolari nervati per gli sforzi a taglio e pertanto i programmi ed i calcoli strutturali risultano essere uguali a quelli attualmente in uso, con la differenza che con il sistema P-Lam-P si possono eseguire tutte le verifiche in "campo elastico". Il fatto vero è che le strutture rigide a pannelli X-Lam non possono essere molto "duttili" e pertanto devono essere calcolate in campo elastico.

In riferimento ai calcoli strutturali la Wood System International S.r.l. è a disposizione, con il proprio ufficio tecnico, per ogni richiesta ed esigenza di carattere tecnico. Rimane ineludibile lo studio e la conoscenza delle normative tecniche per una consapevole valutazione dei risultati delle elaborazioni oltre all'indispensabile competenza ed esperienza degli specialisti di settore (almeno per le strutture più complesse).

Grazie al rivoluzionario brevetto P-Lam-P riferito alle interconnessioni legno / acciaio, sviluppato dalla società, i tempi di realizzazione di questa tipologia di opera sono molto rapidi (circa 1/4 rispetto ai sistemi tradizionali in cemento armato e muratura). L'industria delle costruzioni tradizionali in cemento armato e muratura produce circa il 40% delle emissioni di anidride carbonica causate dall'uomo; tale cifra sarebbe fortemente ridotta se più edifici venissero realizzati in legno. E' dunque importante sottolineare il carattere fortemente ecosostenibile di questo materiale il quale ha capacità di trattenere CO2 anche dopo la sua messa in opera.

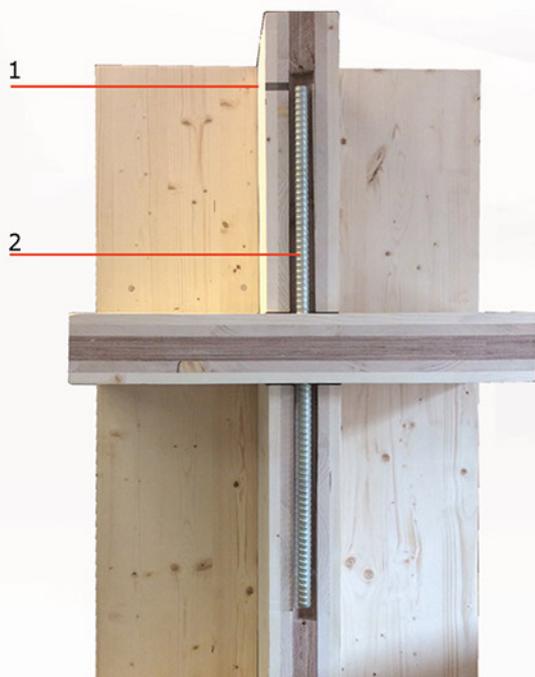


Relativamente alle connessioni in acciaio, il nostro sistema P-Lam-P risulta tanto più economico quanto più elevati sono gli sforzi a trazione ed a taglio che interessano l'edificio; con gli attuali sistemi di connessione in uso, infatti, oltre certi sforzi non è possibile realizzare edifici in legno in X-Lam.

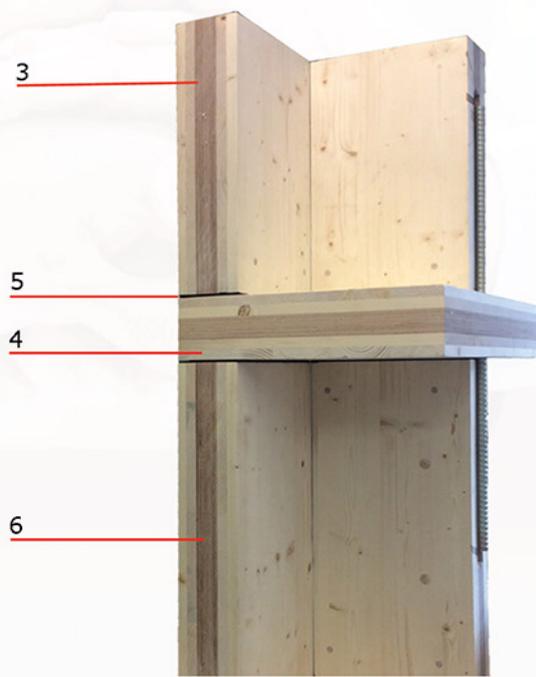


E' opportuno precisare che il sistema P-Lam-P è in grado di garantire un costo fino al 30% in meno rispetto ai sistemi attualmente in uso, valori percentuali che variano a seconda dell'altezza dell'edificio da realizzare ed alla classificazione sismica dell'area del progetto e le relative condizioni di pressione del vento. Velocità di montaggio, economia e sicurezza sono garantiti anche per edifici monopiano.

## IL SISTEMA P-LAM-P: CONNESSIONE PARETE-SOLAIO-PARETE

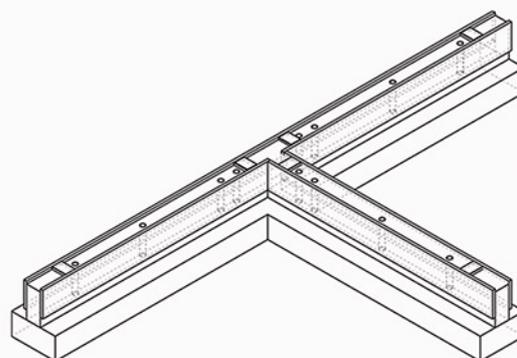
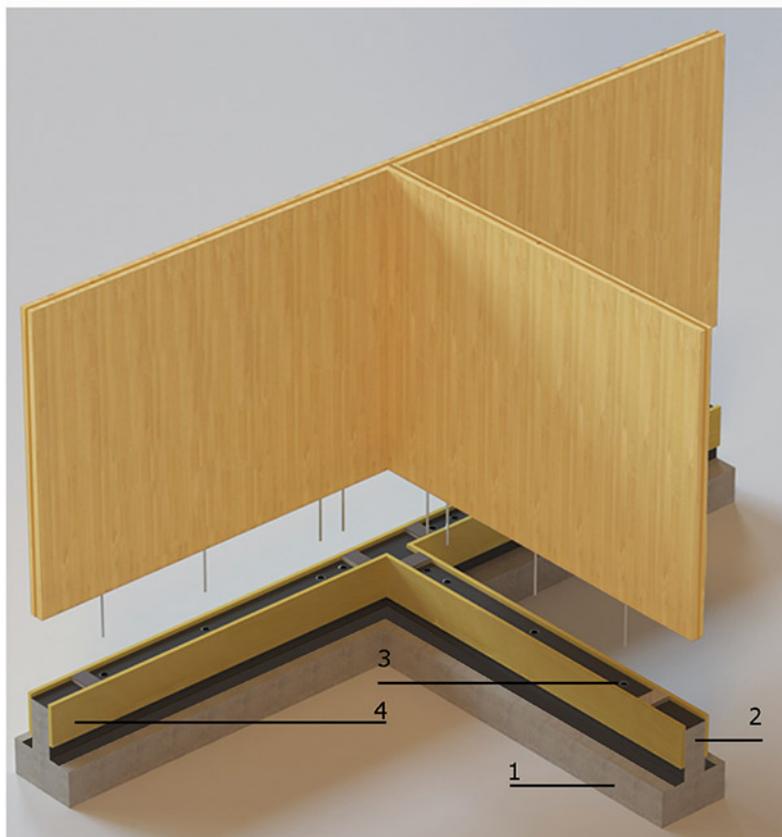


- 1- Foro per iniezione resina bicomponente epossidica
- 2- Barra Gewi in acciaio zincato ad aderenza migliorata
- 3- Pannello a strati incrociati X- Lam
- 4- Solaio in X-Lam



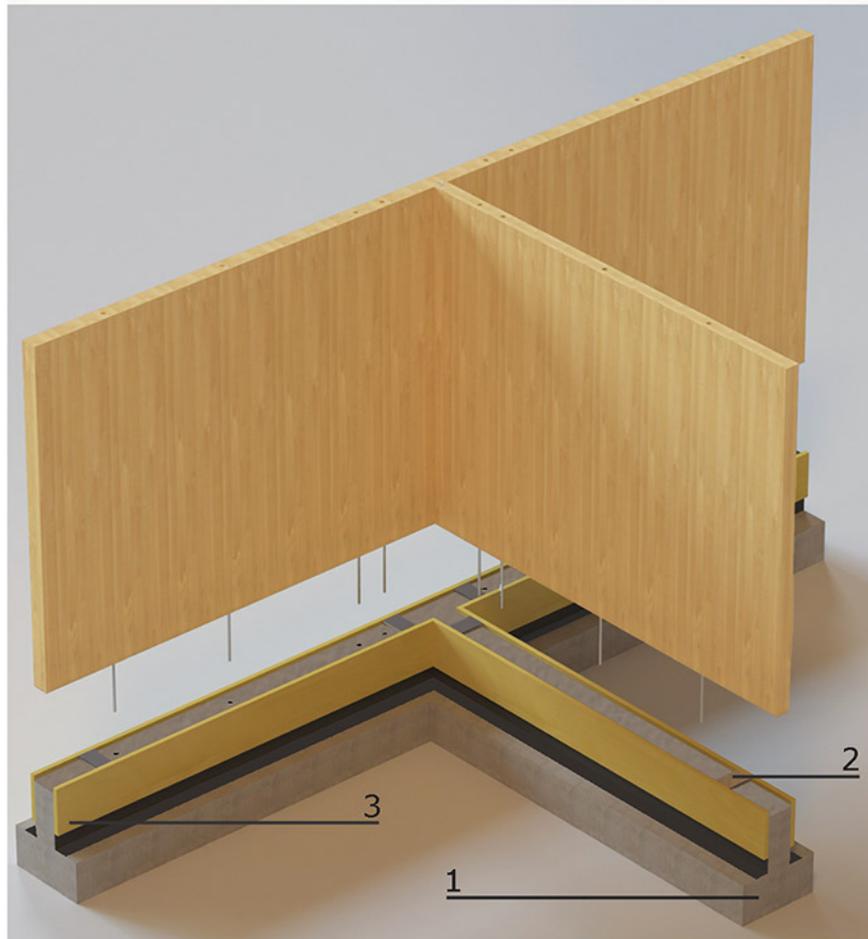
- 5- Gomma espansa ad alta densità a cellule chiuse avente funzione di barriera all'umidità, all'aria e antivibrante
- 6- Possibilità di inserire lo strato centrale in microlamellare in abete (LVL)

## SISTEMA DI COLLEGAMENTO AL C.A.



- 4- Tavole provvisorie di contenimento del getto della malta colabile tricomponente poliesteri
- 3- Tubo corrugato in acciaio zincato inserito in fase di getto del c.a.
- 2- Cordolo in c.a h=50 cm di appoggio alla parete in X-Lam per rialzo da quota del terreno e avente funzione di protezione dagli agenti atmosferici.
- 1- Cemento armato di fondazione

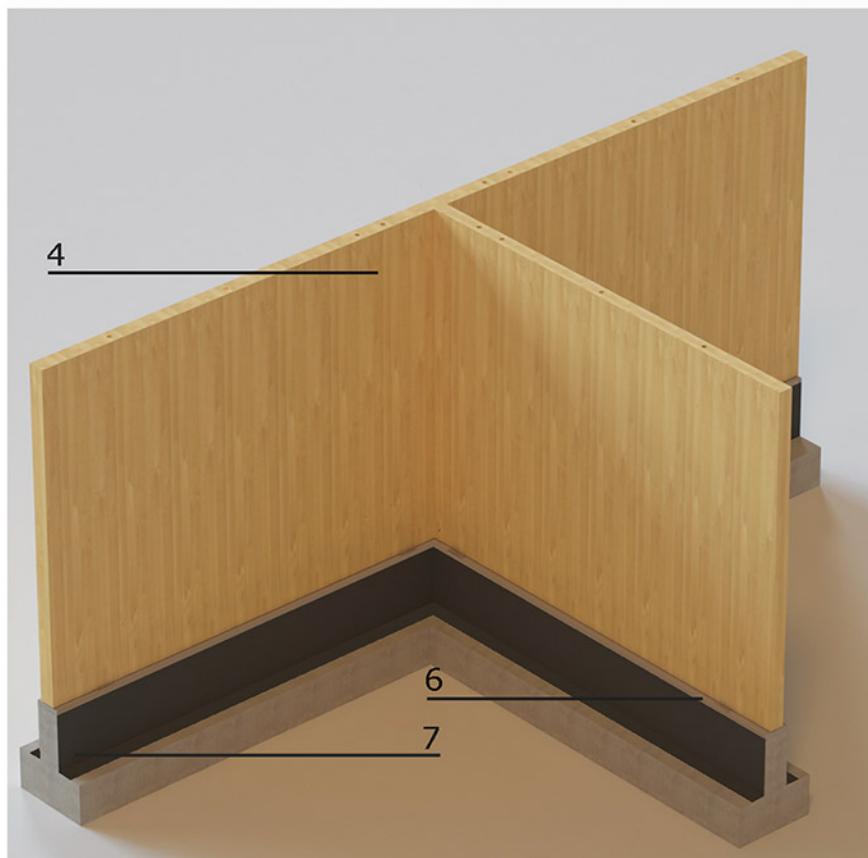
## FASI DI MONTAGGIO DI PARETI IN X-LAM SU FONDAZIONI IN CEMENTO ARMATO



1- Realizzazione delle travi di fondazione e del cordolo di rialzo in cemento armato con inserimento in quest'ultimo dei tubi corrugati in acciaio zincato prima del getto

2- Realizzazione di piastre posate su malta cementizia per livellamento del piano d'appoggio alle pareti in X-Lam

3- Inserimento di tavole provvisorie di contenimento del getto di resina colabile tricomponente poliестere



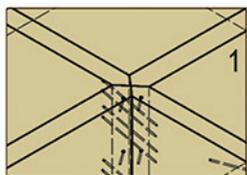
4- Appoggio della parete in X-Lam al cordolo in c.a., complete di barre Gewi che andranno ad inserirsi all'interno dei tubi corrugati

5- Getto di emaco per inghissaggio delle barre ad aderenza migliorata alle fondazioni in c.a.

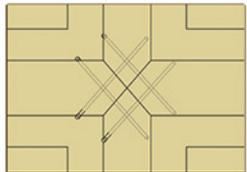
6- Colatura della resina tricomponente poliестere per il livellamento delle pareti in X-Lam e barriera all'umidità di risalita per evitare il degrado del legno

7- Rimozione tavole provvisorie di contenimento del getto autolivellante

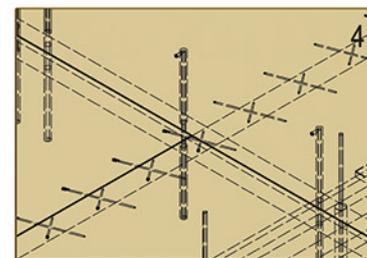
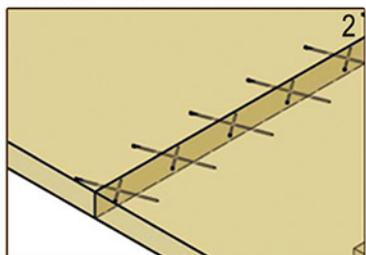
## COLLEGAMENTI PARETI E SOLAI PER EDIFICI STANDARD



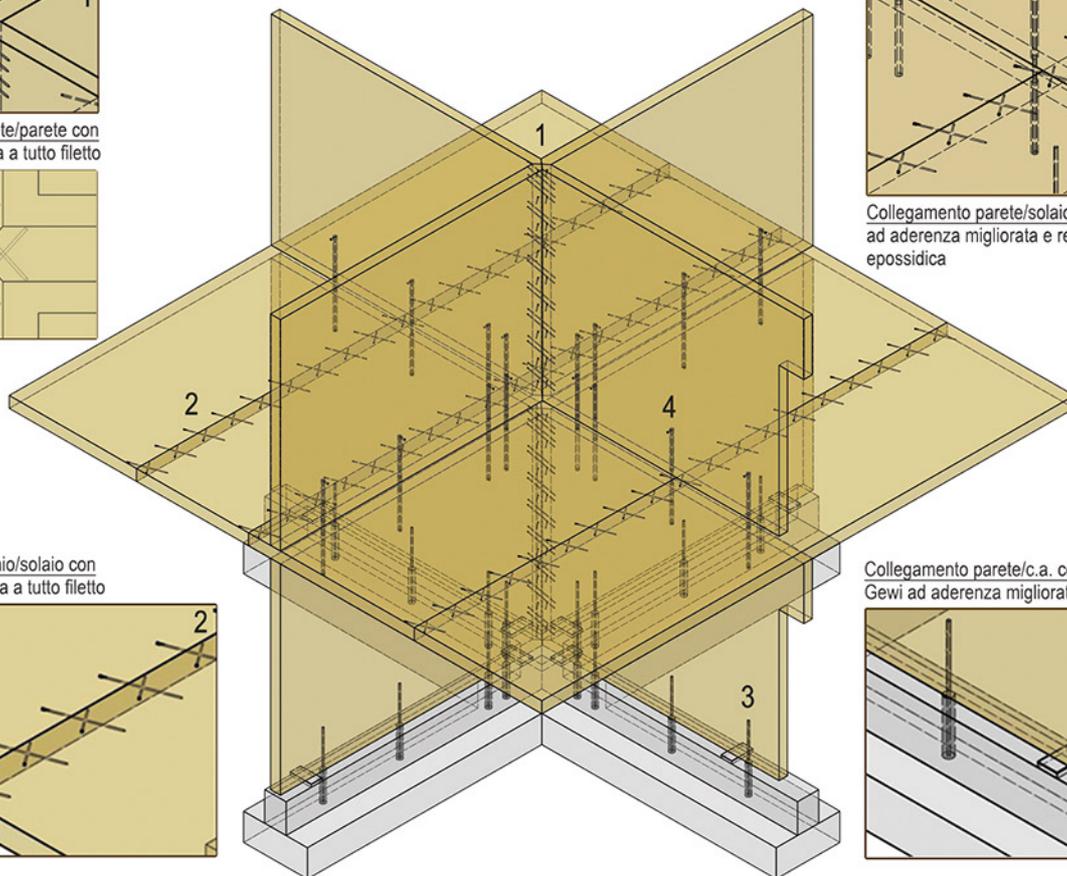
Collegamento parete/parete con viti a testa cilindrica a tutto filetto



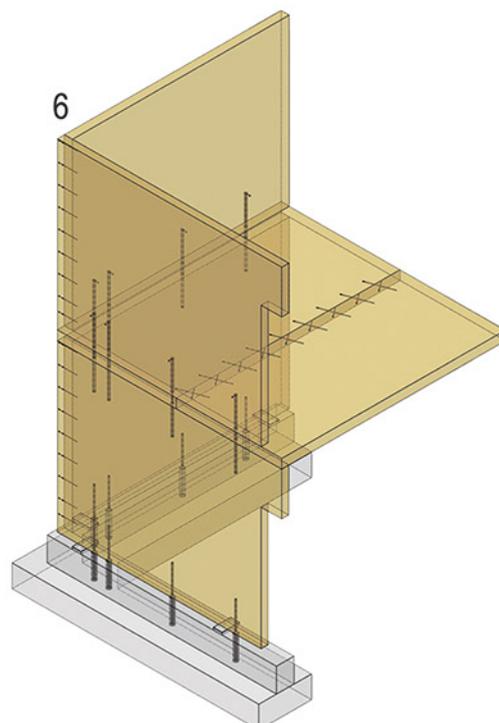
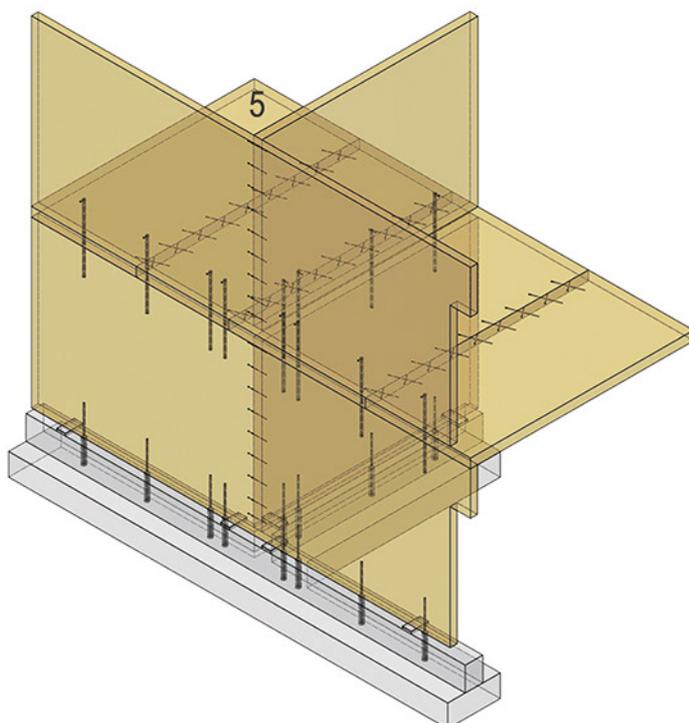
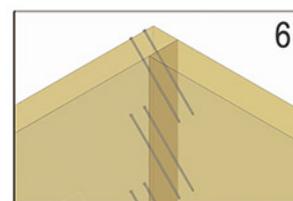
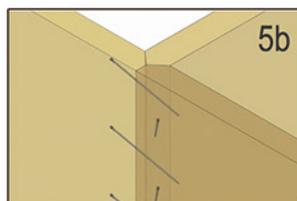
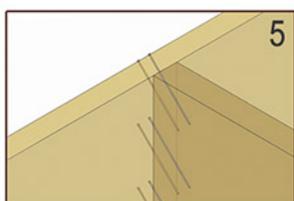
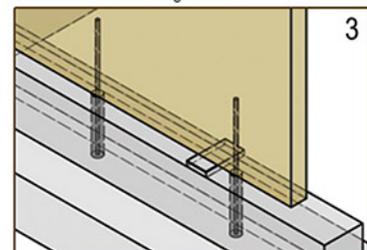
Collegamento solaio/solaio con viti a testa cilindrica a tutto filetto



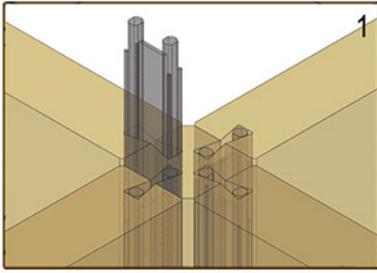
Collegamento parete/solaio/parete con barre ad aderenza migliorata e resina bicomponente epossidica



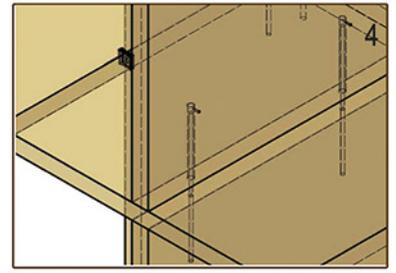
Collegamento parete/c.a. con barre Gewi ad aderenza migliorata



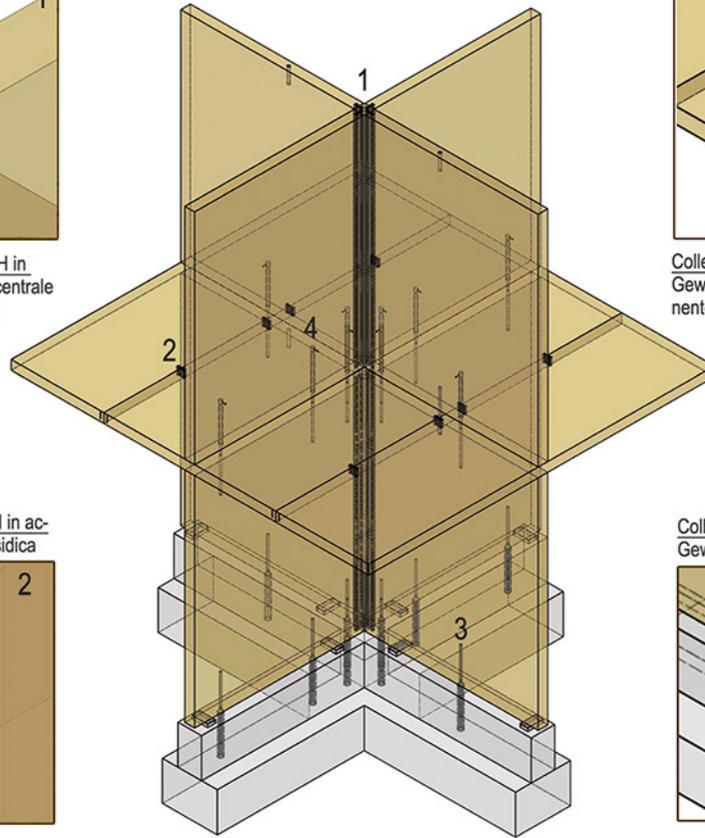
# COLLEGAMENTI PARETI E SOLAI PER EDIFICI SPECIALI



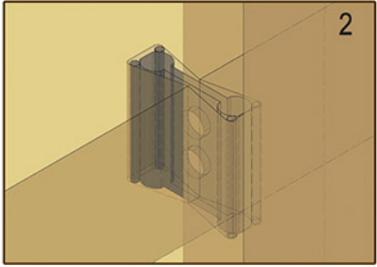
Collegamento parete/parete con profili ad H in acciaio zincato, elemento di connessione centrale in X-Lam e colla bicomponente epossidica



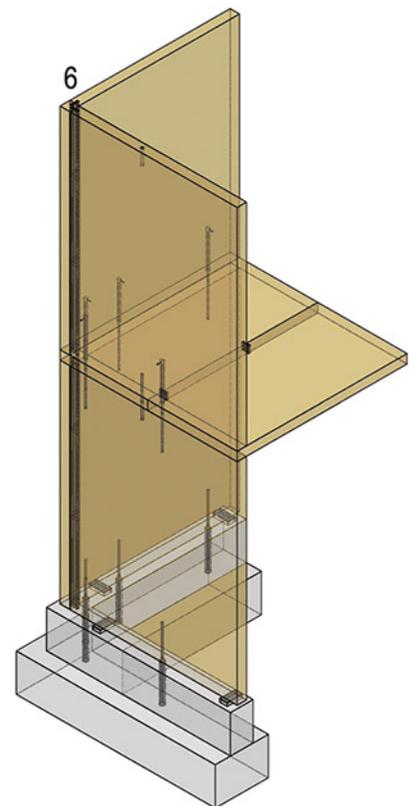
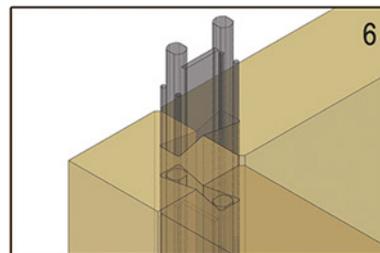
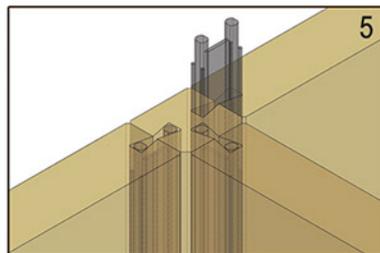
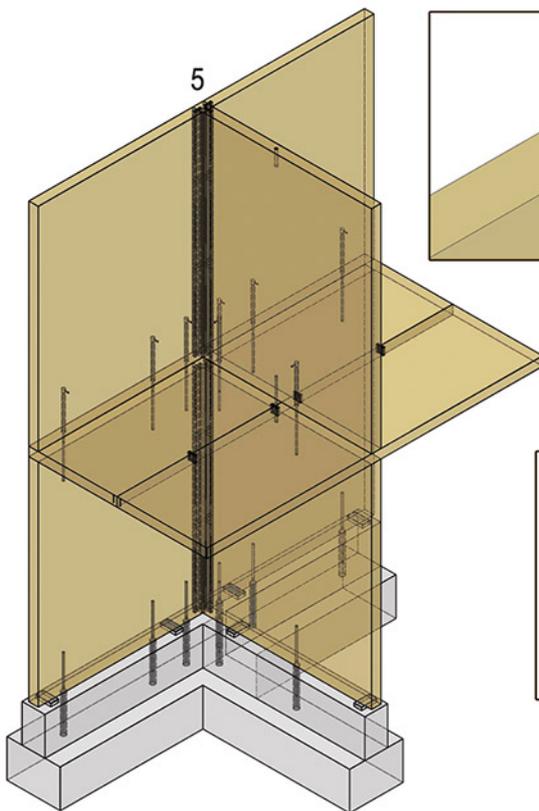
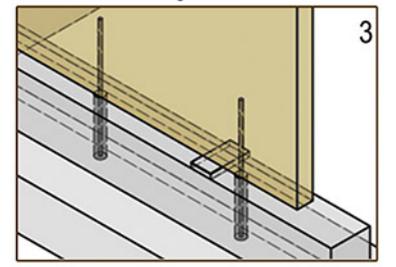
Collegamento parete/solaio/parete con barre Gewi ad aderenza migliorata e resina bicomponente epossidica



Collegamento solaio/solaio con profili ad H in acciaio zincato e resina bicomponente epossidica



Collegamento parete/c.a. con barre Gewi ad aderenza migliorata

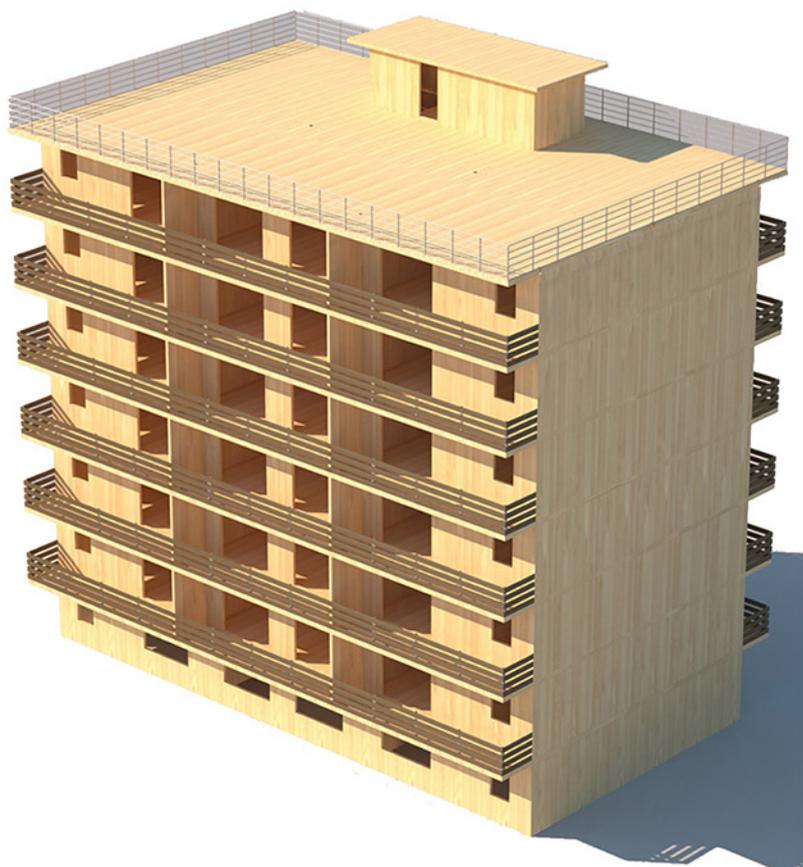
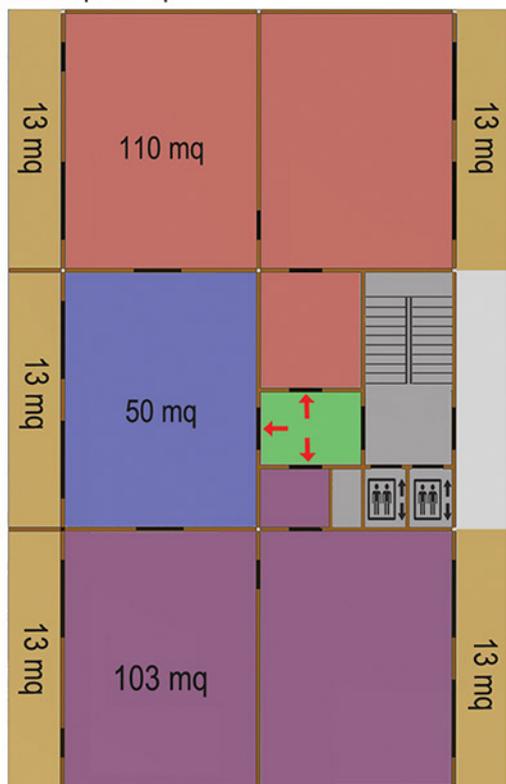


PROGETTO DEFINITIVO DI EDIFICIO PLURIPIANO  
CON SISTEMA BREVETTATO P-LAM-P. N.7 PIANI



Il presente progetto definitivo prevede l'impiego esclusivo di pareti e solai in X-Lam, compreso il vano scala, il vano ascensore e i vari locali accessori. La maglia strutturale dell'edificio ha dimensioni pari a 6x8 mt; tale modularità consente la realizzazione di diversi tagli di alloggi su una metratura complessiva in pianta di 370 mq per ciascun piano. La metratura sopra indicata consente di ottenere un numero massimo di 3 alloggi per piano, per un totale di 21 alloggi. Resta comunque ferma la possibilità di creare appartamenti più ampi mediante aperture opportunamente posizionate sulle pareti portanti interne, lavorazioni prevedibili in fase di progetto e prefabbricazione. L'edificio conta 2590 mq complessivi in pianta più un piano di copertura di 370 mq sul quale sono collocabili c.ca 300 mq di pannelli fotovoltaici per la produzione di energia pulita. Le pareti interne non portanti hanno la sola funzione di configurare i locali interni, consentendo di modificare la disposizione interna senza compromettere la stabilità dell'edificio. La realizzazione dell'edificio prevede l'impiego di c.ca 900 mc di pannelli in X-Lam, 18 viaggi per il trasporto dei vari materiali a destinazione e c.ca 7 settimane lavorative per il montaggio strutturale. Inoltre, prevedendo una coibentazione interna ed esterna di livello eccellente, si può realizzare una casa "passiva" abbattendo i costi energetici al minimo e assicurando il massimo comfort abitativo interno in ogni stagione. E' bene sapere che le case di legno annullano la quasi totalità dei campi elettromagnetici.

Pianta piano tipo



PROGETTO DEFINITIVO DI EDIFICIO PLURIPIANO  
CON SISTEMA BREVETTATO P-LAM-P. N.20 PIANI

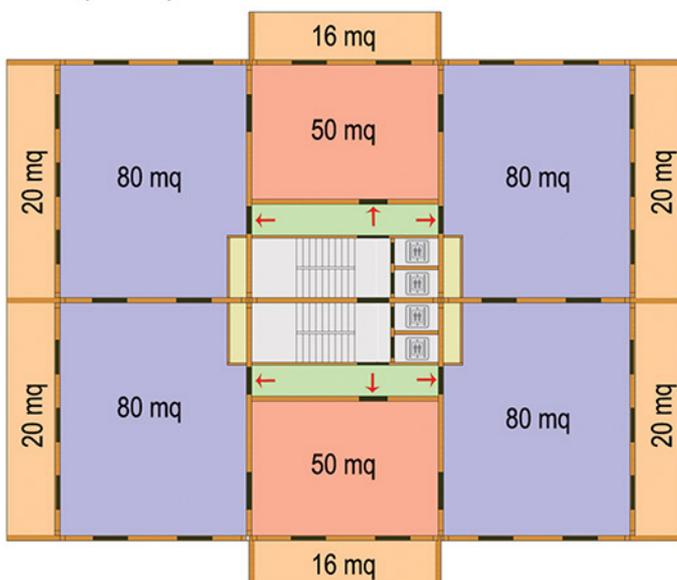


Il progetto definitivo in questione, interamente elaborato presso la nostra sede operativa, consente la realizzazione del più alto edificio pluripiano al mondo (66 mt di altezza) realizzato esclusivamente con pareti e solai in legno X-LAM compresi vani scala, vani ascensore, e locali accessori. La maglia strutturale dell'edificio è di 8x10 mt, modularità che consente la realizzazione di diversi tagli di alloggi su una metratura complessiva in pianta di 592 mq per piano. Con un numero massimo di 6 alloggi per piano (per un totale di massimo 120 alloggi) e la possibilità di creare spazi più ampi tramite aperture opportunamente posizionate sulle pareti portanti interne previste in fase di costruzione, l'edificio conta 11.840 mq complessivi in pianta più il solaio di copertura di 592 mq sul quale si possono installare 500 mq di pannelli fotovoltaici ed eventuali sistemi eolici aggiuntivi per la produzione di energia elettrica pulita. Le pareti interne non portanti hanno la sola funzione di configurare i locali interni, consentendo in un secondo tempo la possibilità di cambiare la disposizione degli spazi interni senza compromettere la stabilità dell'edificio. La realizzazione dell'edificio prevede l'impiego di c.ca 5.500 mc di pannelli X-Lam, n.120 trasporti a destinazione e c.ca 6 mesi per il montaggio strutturale. L'incidenza in metri quadri di consumo del suolo urbano è pari al 5% (c.ca 600 mq in pianta) e i metri quadri di edificio costruito, sviluppato su 20 piani, sono pari al 95% (c.ca 12.000 mq). Considerando che il peso proprio del legno è pari a 1/5 del peso proprio del cemento armato e delle opere in muratura, ne consegue che gli edifici pluripiano in legno consentono un elevato risparmio per la realizzazione delle opere in cemento armato di fondazione e sono molto adatti in presenza di terreni che hanno poca portanza, evitando così eventuali palificazioni.

L'incidenza in Kg è pari al 95% per il legno e al 5% per l'acciaio, pertanto si evince che il nostro sistema di costruzione brevettato P-Lam-P risulta essere il più sicuro, il più economico, il più ecosostenibile e di rapida posa in opera esistente sul mercato mondiale.



Pianta piano tipo



## SCHEDA DI RAFFRONTO TRA I SISTEMI ATTUALMENTE IN USO SUL MERCATO E IL SISTEMA BRERVETTATO "P-LAM-P"

1- Il primo fattore da mettere in evidenza e sicuramente il più importante dal punto di vista di resistenza meccanica, che differenzia il sistema P-Lam-P dagli attuali sistemi in uso è il seguente: il sistema P-Lam-P consente di eliminare l'utilizzo di c.ca il 95% delle viti, degli spinotti, dei chiodi, etc..in quanto le connessioni vengono realizzate tramite l'impiego di barre ad aderenza migliorata e profili continui verticali incollati con resina bicomponente epossidica nelle pareti e nei solai in X-Lam.

Tale operazione di resinatura "ripristina" la fibra del legno tagliata dalla foratura trasformando tutte le connessioni in punti di forza e non in punti di debolezza come avviene nel caso degli attuali sistemi in uso tramite l'inserimento di viti, chiodature e spinotti che causano immancabilmente il taglio delle fibre lignee. Altro elemento importantissimo sul piano della sicurezza strutturale consiste nel fatto che tutte le barre e i profili continui verticali resinati all'interno del legno, in caso di incendio, sono protette dal legno stesso che, come risaputo, carbonizza lentamente essendo un cattivo conduttore di calore. Tutte le barre in acciaio e profili continui verticali, inoltre, sono protetti dalla corrosione.

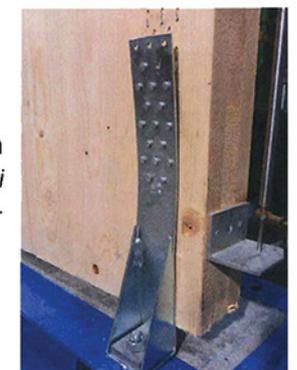
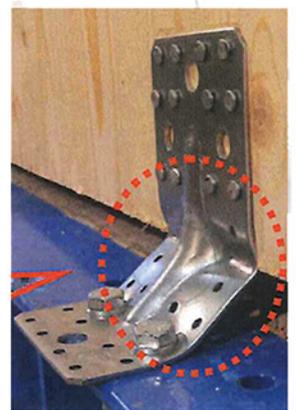
2- Altro punto di forza del sistema P-Lam-P consiste nel fatto che, a differenza di ciò che accade con i sistemi attualmente in uso (dove gli *hold down* e gli angolari nervati sono inchiodati sulle facce interne ed esterne delle pareti e le piastre forate sono chiodate sulle facce esterne delle pareti creando un notevole ingombro per i successivi lavori di realizzazione dei cappotti interni ed esterni oltre agli impianti, aumentando considerevolmente i tempi di montaggio), con il sistema P-Lam-P la ferramenta è sostituita da barre ad aderenza migliorata e profili continui verticali resinati al centro delle pareti (non a vista) il che riduce notevolmente le tempistiche di realizzazione dei cappotti interni ed esterni e di impiantistica.

3- Analizzando i sistemi attualmente in uso emerge che gli stessi sono certificati dall'ETA (certificazione volontaria e non obbligatoria) con valori di "duttilità" e quindi in *campo plastico*, il che significa che, di fronte ad eventi sismici o di forte pressione del vento, la struttura e le connessioni vengono comunque danneggiate e si rende necessario sostituire le parti lignee e la carpenteria metallica di assemblaggio. Inoltre, tenendo conto che i fabbricati in X-Lam prevedono rivestimenti verticali e orizzontali, cappotti interni ed esterni, con inserimento di impianti, è ovvio che un intervento di sostituzione diventa oneroso sotto ogni aspetto soprattutto sul piano economico.

4- Il sistema P-Lam-P prevede la realizzazione di una connessione continua e verticale per tutta l'altezza della parete tramite l'impiego di barre ad aderenza migliorata opportunamente sagomate e resina bi componente epossidica. Pertanto, si ottiene una connessione continua su tutta l'altezza delle pareti in X-Lam, rendendo solidale il profilo in acciaio alle pareti in X-Lam e il sistema costruttivo monolitico nel suo complesso. In questo modo si garantisce la tenuta all'aria, all'umidità, abbattimento acustico delle vibrazioni e dei ponti termici.

5- Il sistema P-Lam-P, che prevede barre in acciaio posizionate al centro delle pareti in X-Lam esattamente in corrispondenza della geometria di calcolo, crea dei *collegamenti centrici*, mentre i sistemi di collegamento attualmente in uso, che prevedono collegamenti all'esterno delle pareti, creano *sforzi eccentrici*.

6- A lato sono riportate alcune fotografie relative alle prove di trazione degli *hold down* ed alle prove di taglio degli angolari nervati eseguite presso la facoltà d'ingegneria dell'Università di Trento (IT) e riferite agli attuali sistemi di connessione tra i pannelli di parete ed i solai (entrambi in X-Lam). Tali sistemi prevedono la chiodatura sulle facce esterne delle pareti e dei solai. Dalle immagini fotografiche in questione si evince che in caso di sisma/forte pressione del vento le connessioni ne escono danneggiate e necessitano della loro sostituzione; nella realtà, l'intervento in questione non è facilmente sostenibile e risulta meno oneroso ricostruire ex novo.



## BARRE GEWI - Dati tecnici da catalogo

Diametro nominale $\emptyset$	Tensione snerv. / rottura $f_{0,2k}/f_{tk}$	Sezione trasversale A	Carico snervamento $F_{yk}$	Carico ultimo $F_{tk}$	Peso	Peso DCP	Foro sul legno $\emptyset$
[mm]	[N/mm <sup>2</sup> ]	[mm <sup>2</sup> ]	[kN]	[kN]	[kg/m]	[kg/m]	[mm]
20	500/550	314	157	173	2.47	5.9	40
32	500/550	804	402	442	6.31	9.5	52
40	500/550	1,257	628	691	9.86	13.6	62

N.B: il diametro delle barre, la lunghezza delle stesse e la profondità del foro sul legno saranno calcolati dal progettista strutturale per gli sforzi di trazione e taglio

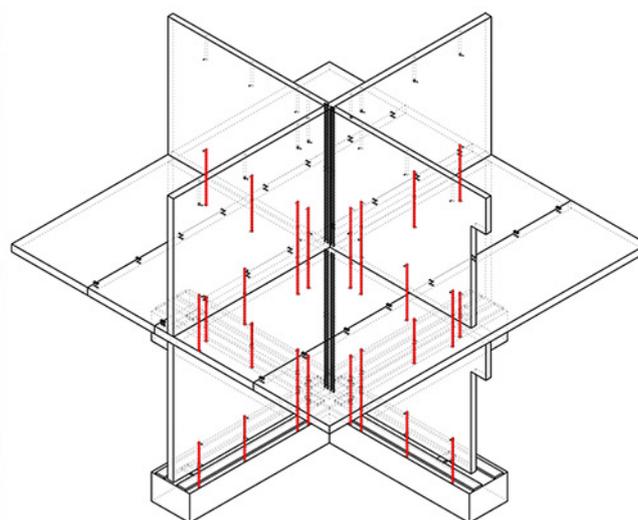
## INDICAZIONI PER IL CALCOLO STRUTTURALE DEL SISTEMA BREVETTATO P-LAM-P

Per l'esecuzione dei calcoli si può impostare una geometria spaziale scatolare composta da pannelli di parete e pannelli di solaio; eseguito il calcolo, dai risultati degli sforzi ottenuti a trazione ed a taglio, si possono dimensionare tutte le barre ad aderenza migliorata che verranno resinate con colle epossidiche bi componenti nello strato centrale delle pareti.

Tali barre *lavorano contemporaneamente sia a taglio che a trazione* e prendono il posto degli hold down per gli sforzi a trazione e degli angolari nervati per gli sforzi a taglio. Ne consegue che i software ed i calcoli strutturali risultano essere quelli attualmente in uso e pertanto si possono eseguire tutte le verifiche in "campo elastico" con fattore di struttura  $q=1,5$  ed in questo modo confermare i requisiti sismici dell'edificio in conformità alle prescrizioni vigenti in materia. Il fatto vero è che le strutture rigide a pannelli non possono essere molto "duttili" e pertanto si devono calcolare in campo elastico. Inoltre, per le zone a rischio sismico 1,2 e 3, gli uffici del Genio Civile non danno il benestare a costruire se i calcoli strutturali non prevedono il fattore di struttura  $q=1,5$  e le verifiche in campo elastico (per la zona a rischio sismico 3, i progetti vengono controllati a sorveglianza sul 10% di quelli presentati).

## BARRE DYWIDAG

Acciaio Dywidag®	Diametro (mm)	AREA (cm <sup>2</sup> )	PESO (Kg/ml)	F <sub>yk</sub> (KN)	F <sub>tk</sub> (KN)	F <sub>yk</sub> /f <sub>tk</sub> (N/mm <sup>2</sup> )	Foro nel legno Diametro (mm)
20 F 0005	20	3,14	2,56	282	345	900/1100	40
32 E 0000	32	8,04	6,54	764	844	950/1050	52
40 E 0000	40	12,57	10,20	1194	1320	950/1050	62



## IL NUOVO SISTEMA COSTRUTTIVO BREVETTATO P-LAM-P PER LA COSTRUZIONE DI EDIFICI IN LEGNO X-LAM IN RIFERIMENTO ALLA VITA NOMINALE DELL'EDIFICIO (NTC 2008/2018 AL PUNTO 2.4.1) E AL DEGRADO DEI MATERIALI STRUTTURALI (NTC 2008/2018 AL PUNTO 2.5.4)

Ntc 2008/2018 al punto 2.4.1 Vita nominale di un'opera strutturale: è intesa come il numero di anni nel quale la struttura, purchè soggetta alla manutenzione ordinaria, deve poter essere usata per lo scopo al quale è stata destinata (nel caso specifico è un edificio in legno e la sua vita nominale deve essere minimo 50 anni).

Ntc 2008/2018 al punto 2.5.4 Degrado: la struttura deve essere progettata così che il degrado, nel corso della vita nominale, purchè si adotti la normale manutenzione ordinaria, non pregiudichi le sue prestazioni in termini di resistenza, stabilità e funzionalità, portandole al di sotto del livello richiesto dalle presenti norme.

Le misure di protezione contro l'eccessivo degrado devono essere stabilite con riferimento alle previste condizioni ambientali.

La protezione contro l'eccessivo degrado deve essere ottenuta attraverso un'opportuna scelta dei dettagli, dei materiali e delle dimensioni strutturali, con l'eventuale applicazione di sostanze o ricoprenti protettivi, nonché con l'adozione di altre misure di protezione attiva o passiva.

I punti Ntc 2008/2018 2.4.1 Vita Nominale ed il punto Ntc 2008/2018 2.5.4 Degrado valgono anche per i pannelli in legno X-Lam/Clt e per le fondazioni in c.a. interrate e fuori terra (minimo 50 cm di altezza fuori terra). I ferri di armatura, ad aderenza migliorata, devono essere protetti da zincatura a caldo.

Il progettista strutturale, adottando il nuovo sistema costruttivo brevettato P-Lam-P, soddisfa tutte le norme Ntc 2008/2018, in riferimento a tutti i materiali strutturali. Tale sistema costruttivo non è soggetto a manutenzione ordinaria, in quanto la colatura della resina bicomponente epossidica espelle tutta l'aria umida dall'alto

**Conclusioni:** adottando il nuovo sistema costruttivo ed effettuando la zincatura a caldo dei ferri di armatura per il c.a. di fondazione, la vita nominale di un edificio con pannelli in legno a strati incrociati (X-Lam) può essere di oltre cento anni.

NOTA 1) Le connessioni attualmente in uso sono posate a secco all'interno delle pareti finite, per cui non è possibile eseguire la manutenzione ordinaria (obbligatoria) e neppure la manutenzione straordinaria; l'attuale sistema costruttivo sfrutta la duttilità delle connessioni e dunque, in caso di eventi sismici, queste vanno sostituite perchè deformate (oltre a rendersi necessaria la sostituzione di tutti i pannelli in X-Lam danneggiati nei punti di fissaggio delle connessioni deformate mediante chiodi e viti). Pertanto il progettista strutturale esegue il calcolo e le relative verifiche considerando la struttura dissipativa in campo plastico, con fattore di struttura  $q=2,5$

NOTA 2) Differenza tra legno armato e cemento armato.

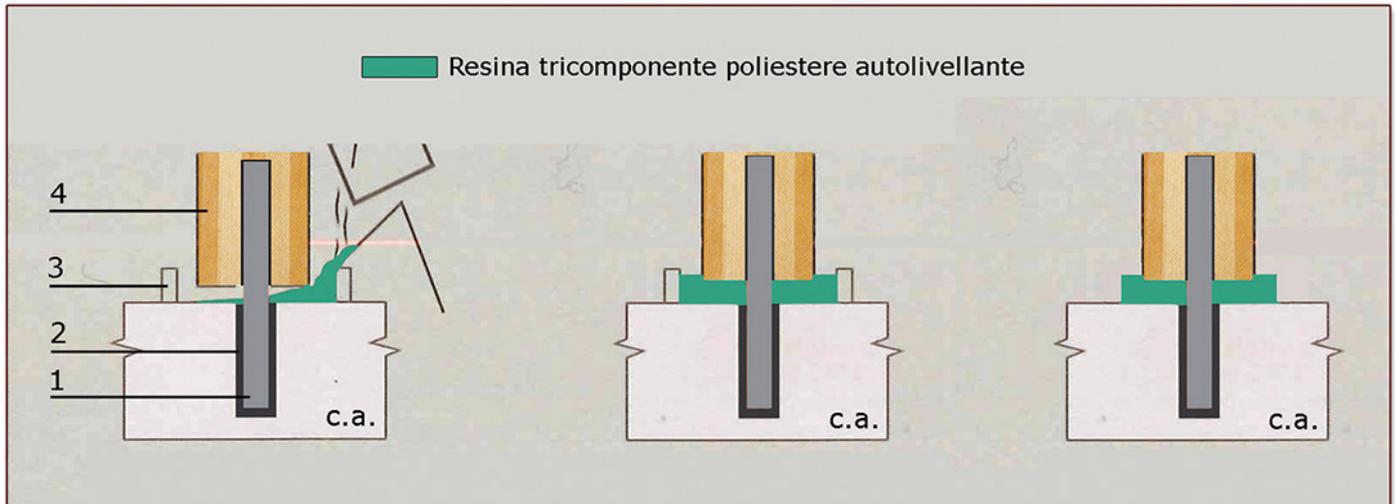
Il cemento, non essendo un adesivo, agisce soltanto per attrito con i ferri d'armatura, per cui risulta impossibile la manutenzione ordinaria se non a livello superficiale.

Il legno armato è ottenuto tramite la colatura di resina bicomponente epossidica (la stessa risulta essere un eccellente adesivo) realizzando un incollaggio strutturale legno-acciaio e rendendo la struttura monolitica nel suo insieme, proteggendo le parti in acciaio dal fuoco e dalla corrosione; in tal modo la struttura non necessita di manutenzione ordinaria e/o straordinaria per tutta la sua vita nominale.

NOTA 3) Le connessioni attualmente in uso sono protette da zincatura galvanica (c.ca 10 micron), pertanto è indispensabile una manutenzione ordinaria periodica per il controllo dello stato di degrado e il periodo sarà deciso dal progettista strutturale tenendo conto delle previste condizioni ambientali.

NOTA 4) In riferimento all'appoggio dei pannelli in X-Lam sul c.a., il nuovo sistema costruttivo P-Lam-P prevede l'utilizzo di una resina tricomponente poliesteri che ha funzione di:

- Livellamento delle pareti in X-lam sul c.a.
- Barriera all'umidità di risalita, evitando il degrado del legno.



- 1) Barra Gewi in acciaio zincato ad aderenza migliorata
- 2) Cemento antiritiro tipo Emaco
- 3) Casserini di contenimento della resina tricomponente poliesteri autolivellante
- 4) Parete in X-Lam/clt



NOTA 5) Per le armature del c.a. di fondazione si consiglia di proteggerle con trattamento di zincatura a caldo (50 micron) per allungare la vita nominale dell'edificio (oltre 100 anni)

NOTA 6) Adottando il nuovo sistema costruttivo P-Lam-P, il progettista strutturale può eseguire il calcolo e le relative verifiche considerando le strutture non dissipative, con fattore di struttura  $q=1,5$  e coefficienti di sicurezza pari a minimo 2 per il legno e 1,5 per l'acciaio; il fatto vero è che le strutture rigide a pannelli in X-Lam non possono essere molto duttili e pertanto devono essere calcolate in campo elastico. Il sistema costruttivo P-lam-P, inoltre, garantisce la tenuta all'aria e all'umidità ed elimina le vibrazioni, i campi elettromagnetici ed i ponti termici.

NOTA 7) Le Ntc 2018 prevedono degli incollaggi strutturali in cantiere, vedi pag.347 - 11.7.7.2 Adesivi per giunti realizzati in cantiere.

Gli adesivi utilizzati in cantiere (per i quali non sono rispettate le prescrizioni di cui alla norma Uni En 301.2013) devono essere sottoposti a prove in conformità ad idoneo protocollo di prova, per dimostrare che la resistenza a taglio del giunto non sia minore di quella del legno, nelle medesime condizioni previste nel protocollo di prova.

#### RESINA BICOMPONENTE EPOSSIDICA DEL TIPO FLUIDA/LIQUIDA E RELATIVA ATTREZZATURA:

- Pistola pneumatica per iniezione di resina meno fluida con utilizzo di cartucce
- Macchina per iniezione della resina liquida bicomponente epossidica con funzione di dosaggio, miscelazione, erogazione e mantenimento della temperatura costante (c.ca 20°) della resina tramite fasce riscaldanti fissate ai 2 serbatoi e relativi termostati.
- Fusto riscaldatore per lo stoccaggio in cantiere delle resine con relativi termostati.

#### FASI DI UTILIZZO DELLE RESINE BICOMPONENTI EPOSSIDICHE:

Accertarsi di avere sigillato, prima della fase di iniezione della resina, tutte le fessure verticali delle pareti in X-Lam usando delle cartucce di silicone o di resina bi componente epossidica.

In caso di umidità nelle fresature e nei fori, asciugare tramite aria compressa, prima dell'iniezione della resina.

Per la stagione estiva con temperature superiori a 25°, stoccare le confezioni tipo A e tipo B in luoghi freschi (ad esempio nelle parti interrate dell'edificio) e comunque le operazioni di iniezione della resina bi componente epossidica è preferibile eseguirla al mattino presto o verso sera.

Accertarsi che i profili e le barre in acciaio siano zincate senza presenza di oli grassi, etc., per i mesi caldi proteggere dai raggi solari diretti tutte le parti in acciaio, per evitare surriscaldamenti.

Accertarsi che il riempimento della resina sia totale nelle varie fasi di iniezione.

Conclusione: seguendo con attenzione tutte le indicazioni sopra descritte, il sistema P-Lam-P può essere utilizzato in ogni stagione dell'anno.

Macchina per iniezione resina



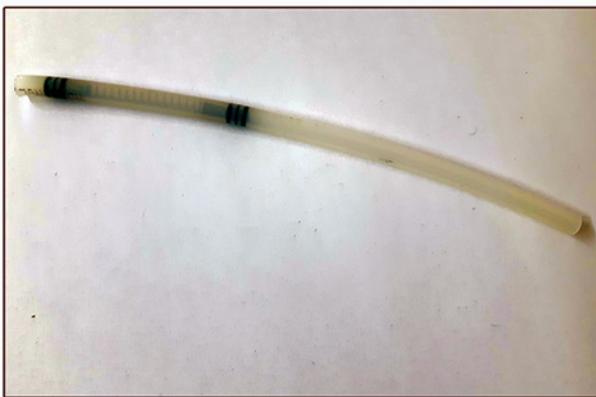
Fusto riscaldatore



Pistola pneumatica



Cannuccia con microvalvola per iniezione resina



NOTA 8) La protezione dei pannelli di solaio dopo il montaggio e relativi fissaggi, si può ottenere tramite l'impiego di membrana di tipo elastomerico armata in tessuto non tessuto in poliestere a filo continuo, liscia e di flessibilità -25 da 4 mm (SBS). La protezione dei pannelli di parete nelle facce superiori ed inferiori può avvenire tramite l'impiego di gomma espansa ad alta densità a cellule chiuse autoadesiva, da applicare in stabilimento prima del trasporto in cantiere.

Realizzando edifici in legno con il sistema costruttivo P-Lam-P  
si ottengono i seguenti risultati:

## SICUREZZA

Salvaguardia delle vite umane e del loro patrimonio immobiliare, agibilità immediata degli edifici post terremoto, possibilità di assicurare tali edifici (prassi già in uso in Giappone e in Nuova Zelanda) dal momento che essi stessi sono calcolati in campo elastico, come da normativa N.T.C.2018

## ECOSOSTENIBILITA'

Materiali strutturali impiegati riciclabili al 100% (90% legno)

## VELOCITA'DI COSTRUZIONE

Costruzione in tempi rapidi con costi certi e concorrenziali. I tempi di posa in opera dell'edificio si riducono di circa 1/4 rispetto a quelli relativi ai sistemi tradizionali di costruzione in cemento armato e muratura.

## ECONOMICITA'

Il peso proprio del legno è pari a 1/5 del peso proprio del cemento armato e delle murature tradizionali, questo comporta un minor costo di trasporto e di realizzazione delle opere di fondazione in cemento armato. Con un'eccellente coibentazione interna ed esterna e l'installazione di sistemi per l'energia rinnovabile ( pannelli fotovoltaici, pompe di calore, sistemi eolici, etc.) si può raggiungere lo standard qualitativo di casa passiva, riducendo al minimo i costi di consumo energetico ed i campi elettromagnetici.

## DIFFUSIONE DEL SISTEMA NEL MONDO

Il 17 Gennaio 2019 è stata pubblicata la domanda internazionale di brevetto (PCT/IB2018/05515, International Publication Number WO 2019/012473 A1) dall'Organizzazione International Bureau, Patent Cooperation Treaty, in 120 paesi nel mondo. Rispondendo a i requisiti di cui sopra, il sistema P-Lam-P è in grado di soddisfare in maniera ottimale le nuove esigenze del mercato delle costruzioni in legno con ottime potenzialità di diffusione a livello globale.

(12) INTERNATIONAL APPLICATION PUBLISHED UNDER THE PATENT COOPERATION TREATY (PCT)

(19) World Intellectual Property  
Organization  
International Bureau

(43) International Publication Date  
17 January 2019 (17.01.2019)



(10) International Publication Number  
**WO 2019/012473 A1**

(51) International Patent Classification:  
*E04B 1/10* (2006.01)

(21) International Application Number:

PCT/IB2018/055155

(22) International Filing Date:

12 July 2018 (12.07.2018)

(25) Filing Language:

Italian

(26) Publication Language:

English

(30) Priority Data:

102017000079406 13 July 2017 (13.07.2017) IT

(71) Applicant: **WOOD SYSTEM INTERNATIONAL S.R.L.** [IT/IT]; Strada Genova 341, 10024 Moncalieri (TO) (IT).

(72) Inventor: **PEDONE, Potito**; C/O Wood System International S.R.L., Strada Genova 341, 10024 Moncalieri (TO) (IT).

(74) Agent: **APRA', Mario**; Via Bertola, 2, 10121 Torino (IT).

(81) Designated States (*unless otherwise indicated, for every kind of national protection available*): AE, AG, AL, AM, AO, AT, AU, AZ, BA, BB, BG, BH, BN, BR, BW, BY, BZ, CA, CH, CL, CN, CO, CR, CU, CZ, DE, DJ, DK, DM, DO, DZ, EC, EE, EG, ES, FI, GB, GD, GE, GH, GM, GT, HN, HR, HU, ID, IL, IN, IR, IS, JO, JP, KE, KG, KH, KN, KP, KR, KW, KZ, LA, LC, LK, LR, LS, LU, LY, MA, MD, ME, MG, MK, MN, MW, MX, MY, MZ, NA, NG, NI, NO, NZ, OM, PA, PE, PG, PH, PL, PT, QA, RO, RS, RU, RW, SA, SC, SD, SE, SG, SK, SL, SM, ST, SV, SY, TH, TJ, TM, TN, TR, TT, TZ, UA, UG, US, UZ, VC, VN, ZA, ZM, ZW.



Wood System International Srl - Str.Genova, 341 - 10024 Moncalieri (To)  
www.woodsystem.it - info@woodsystem.com - pedone@woodsystem.com - Cell. +39 333 3226051