

Aspetti legati al montaggio e alla sicurezza. Edifici smontabili

6.1 • SICUREZZA NEI CANTIERI DI EDIFICI DI LEGNO

6.1.1 Quadro normativo di riferimento

La Normativa Italiana in materia di tutela della salute e della sicurezza nei luoghi di lavoro, è stata recentemente aggiornata con l'emanazione del D.Lgs. 81 del 9 Aprile 2008 (Testo Unico in materia di salute nei luoghi di lavoro sulla sicurezza) che ha riunito, riformato e abrogato diverse normative precedenti, in particolare il D.Lgs. 626 del 1994 e il D.Lgs 494 del 1996. Il D.Lgs. 81/08 è stato infine integrato e corretto con l'entrata in vigore del D.Lgs 106 del 2009.

Il D.Lgs. 81/08 propone un nuovo tipo di approccio organizzativo e gestionale, basato su un sistema che ha come obiettivo la formazione e l'informazione del personale, quali strumenti necessari per prevenire gli effetti dovuti ai rischi presenti sui luoghi di lavoro.

Il personale deve avere piena consapevolezza dell'esistenza del rischio nel proprio ambiente lavorativo, per potere pianificare tutte le azioni preventive, affinché non si verifichino incidenti.

Sottovalutare la presenza del rischio, è causa dei principali motivi di infortunio o malattia professionale, tra cui:

- mancanza di conoscenza delle fonti di pericolo e della loro dinamica;
- mancanza di conoscenza delle conseguenze dell'esposizione;
- mancato monitoraggio dello stato di affidabilità delle attrezzature e delle macchine;
- mancato funzionamento dei dispositivi di sicurezza.

La sicurezza non si può considerare come uno stato acquisito una volta per tutte per via normativa o tecnologica, bensì come un processo continuo che deve essere sempre tenuto aggiornato da tutta l'organizzazione (impresa o azienda). L'obiettivo è quello di passare dal diritto alla sicurezza in termini formali, alla sicurezza reale in termini di individuazione, analisi, valutazione, eliminazione e/o limitazione del rischio.

Nel Testo Unico all'art. 2 troviamo le definizioni pilota di questo nuovo modo di pensare e organizzare la gestione delle attività di prevenzione e protezione dai rischi.

Formazione: processo educativo attraverso il quale trasferire ai lavoratori ed agli altri soggetti del sistema di prevenzione e protezione aziendale, conoscenze e procedure utili alla acquisizione di competenze per lo svolgimento in sicurezza dei rispettivi compiti in azienda e alla identificazione, riduzione e gestione dei rischi;

Informazione: complesso delle attività dirette a fornire conoscenze utili alla identificazione, alla riduzione ed alla gestione dei rischi in ambiente di lavoro;

Addestramento: complesso delle attività dirette a fare apprendere ai lavoratori l'uso corretto di attrezzature, macchine, impianti, sostanze, dispositivi, anche di protezione individuale e le procedure di lavoro.

L'attenzione si sposta quindi sull'individuazione delle procedure di prevenzione e delle figure tecniche professionalmente istruite per attuarle. Diventa importante quindi, la scelta all'interno della struttura lavorativa di figure specifiche in ambito della sicurezza, il cui operato è soggetto ad un duplice controllo sia interno che esterno da parte degli organi di vigilanza.

6.1.2 Casistica infortuni

L'azione preventiva degli organi di vigilanza, la redazione obbligatoria dei piani di sicurezza e un maggiore rispetto delle norme da parte delle imprese costruttrici, ha garantito negli ultimi anni una diminuzione degli incidenti nel settore edile, riscontrabile nei valori forniti dall'Inail.

Il grafico seguente, relativo a dati Inail della sola Toscana ma indicativo dell'andamento nazionale, evidenzia tale tendenza.

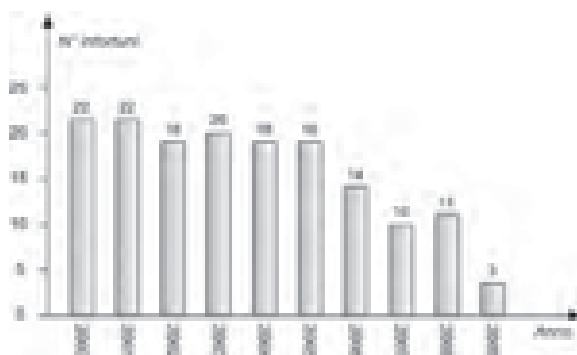


Figura 6.1_Infortuni mortali in Toscana nel comparto edilizia, registrati dai Dipartimenti Prevenzione Aziende U.S.L. dal 2000 al 2009 (grafico tratto dal sito della banca dati INAIL).

La casistica degli infortuni, mette in evidenza che le lavorazioni in quota rappresentano la principale causa di infortuni mortali. Il grafico seguente evidenzia che, nel caso della Toscana, l'incidenza media di tali infortuni negli ultimi 10 anni è del 58%.

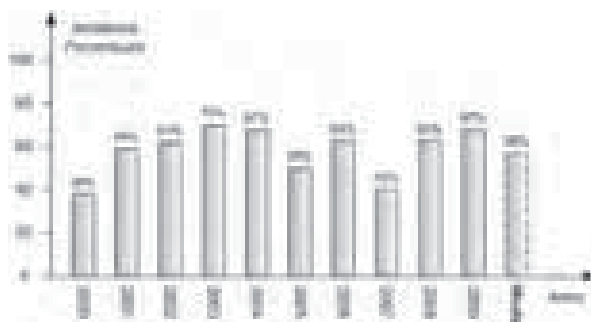


Figura 6.2_Incidenza percentuale degli infortuni mortali in Toscana per caduta dall'alto nel comparto edilizia dal 2000 al 2009 (grafico tratto dal sito della banca dati INAIL).

Oltre alla caduta dall'alto, sono causa di infortuni anche l'investimento, il seppellimento o crolli, la caduta di materiali dall'alto, il folgoramento ed infine incendi o esplosioni.

E' utile capire quali sono le criticità più frequenti nei cantieri edili, in questo modo gli Enti preposti possono intervenire rafforzando l'attenzione su aspetti specifici tramite corsi di formazione, campagne di comunicazione e sensibilizzazione.

Ogni Regione può elaborare delle leggi regionali specifiche in materia di sicurezza. La Toscana ad esempio ha redatto un testo normativo, il Regolamento Regionale D.p.g.r. n. 62/R del 23/11/2005 relativo alle istruzioni tecniche sulle misure preventive e protettive per l'accesso, il transito e l'esecuzione dei lavori in quota in condizioni di sicurezza. Tale testo prevede l'installazione obbligatoria in copertura di dispositivi di sicurezza permanenti per l'accesso, il transito e l'esecuzione dei lavori in quota in sicurezza.

6.1.3 I vantaggi delle costruzioni in legno

La realizzazione di una struttura in legno consente di velocizzare le fasi lavorative in cantiere, abbattendo notevolmente il tempo di montaggio rispetto ad una struttura in cemento armato o muratura. La costruzione è semplificata grazie alla leggerezza del materiale e all'alto livello di prefabbricazione di componenti e semilavorati, che riduce la necessità di effettuare lavorazioni in cantiere.

Le attrezzature utilizzate (sega circolare, trapano, martello, piallatrice, levigatrice, avvitatore, chiodatrice) sono più semplici e più leggere rispetto ai cantieri tradizionali e la manodopera che ne fa uso è spesso specializzata con un'adeguata formazione e professionalità.

La minor durata dei tempi di costruzione riduce drasticamente la probabilità che si verifichi un infortunio; questo tuttavia non deve rappresentare una valida giustificazione per sottovalutare i pericoli nelle fasi di montaggio di una struttura di legno.

E' indispensabile rispettare l'obbligo di utilizzo dei necessari dispositivi di sicurezza e protezione individuale, far redigere i PSC (Piani di Sicurezza e Coordinamento) da parte del Coordinatore della Sicurezza e i POS (Piani Operativi di Sicurezza) da parte delle imprese, nominare le figure responsabili addette al controllo e monitoraggio del cantiere.

6.1.4 Fasi di montaggio

La costruzione di un edificio in legno si articola in diverse fasi, già descritte in dettaglio al Capitolo 3.

Riassumendo brevemente, la prima fase consiste nella realizzazione delle fondazioni e dell'eventuale piano interrato che vengono sempre eseguiti in conglomerato cementizio armato, pertanto in questa fase le lavorazioni e i rischi conseguenti sono gli stessi di un cantiere tradizionale.

Dopo questa fase inizia il montaggio della struttura di legno, che per i sistemi costruttivi più utilizzati nella realizzazione di edifici (XLam, Platform Frame e Log House e Post&Beam), prevede in primo luogo l'installazione degli elementi portanti

verticali (pareti o pilastri) e successivamente la realizzazione dell'impalcato di piano con elementi orizzontali formati o da travi e pannelli di irrigidimento o da pannelli direttamente portanti. Tale procedura si ripete per il numero di piani dell'edificio fino alla realizzazione della copertura.

Gli elementi costruttivi che compongono pareti e i solai vengono talvolta prefabbricati o preassemblati in stabilimento in modo da arrivare in cantiere pronti per il montaggio, ma vengono spesso realizzati interamente a piè d'opera, con la possibile opzione di preassemblare le pareti a terra nel caso di pareti composte da più elementi (ad es. pareti XLam composte da più pannelli verticali o pareti Platform composte da telaio e pannelli di rivestimento a base di legno).

La costruzione viene infine completata con la messa in opera degli impianti, dei pacchetti isolanti e dei rivestimenti.

Di seguito, in funzione delle fasi di montaggio, viene fornita una linea guida per la stesura del piano di sicurezza, riferita per brevità ad un edificio realizzato con il sistema XLam, anche se alcune indicazioni sono assolutamente di carattere generale per qualsiasi sistema costruttivo a struttura di legno. Le diverse fasi descritte in questa sede fanno riferimento a quanto già descritto nel Capitolo 3 per le fasi di costruzione di un edificio XLam.

Fase lavorativa

Realizzazione delle strutture verticali ed orizzontali in legno.

Sottofasi

- preparazione area di deposito del materiale
- montaggio opere provvisorie
- montaggio pannelli verticali
- montaggio solai

Rischi presenti

- caduta all'interno di varchi
- caduta dall'alto
- caduta di attrezzi o di materiali
- cedimento delle strutture provvisorie
- cedimento improvviso delle strutture in fase di posa
- elettrocuzione
- esposizione a rumore
- inalazione di polveri
- incendio
- investimento di persone
- lesioni agli arti inferiori e superiori
- movimentazione manuale dei carichi
- proiezione di schegge
- ribaltamento mezzi
- rumore nell'utilizzo delle attrezzature
- schiacciamento per caduta

- schiacciamento o seppellimento per crollo
- tagli e abrasioni
- vibrazioni nell'uso dei mezzi

Misure preventive e protettive

- Lo stoccaggio dei materiali deve essere effettuato in modo da evitare sia interferenze con le fasi di montaggio, che accatastamenti eccessivi in altezza con conseguenti crolli o cedimenti pericolosi. Nella sovrapposizione dei pannelli, ogni singolo elemento deve essere separato da quello superiore con dei distanziatori che consentano un'adeguata ventilazione.



Figura 6.3_Infortuni mortali in Toscana nel comparto edilizia, registrati dai Dipartimenti Prevenzione Aziende U.S.L. dal 2000 al 2009 (grafico tratto dal sito della banca dati INAIL).

- Il piano di trasporto e scarico degli elementi costruttivi deve essere ottimizzato, numerando preventivamente in fase di progettazione gli elementi stessi e disponendoli in ordine di utilizzo, così da velocizzare le fasi montaggio.



Figura 6.4_Pannelli a strati incrociati disposti secondo l'ordine di scarico.

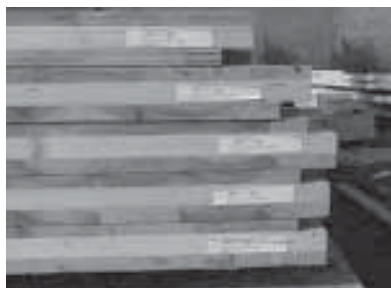


Figura 6.5_Materiale numerato per immediata identificazione

- Gli elementi costruttivi di legno non devono essere posati a diretto contatto con il terreno e necessitano di un telo protettivo contro le intemperie, posizionato in modo che l'aria possa circolare e permettere la fase di asciugatura, nel caso il legno dovesse bagnarsi.
- La movimentazione dei pannelli deve avvenire con l'ausilio di una autogrù o di un braccio sollevatore; devono essere predisposti quattro punti di ancoraggio per i pannelli orizzontali e due per i pannelli verticali, in modo da prevenire oscillazioni eccessive. I pannelli verticali devono essere trattenuti dall'autogrù finché non saranno posati in opera e stabilizzati. Inoltre una volta montati, devono essere sostenuti con puntoni fino al completo fissaggio per evitarne il ribaltamento.

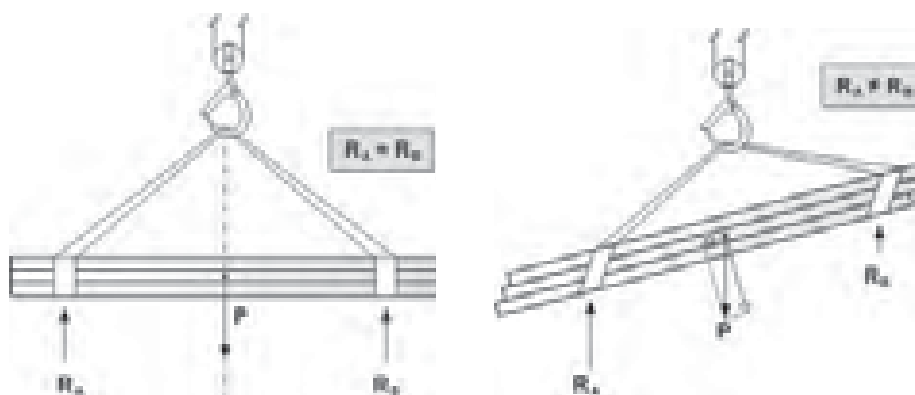


Figura 6.6_Corretto sollevamento del materiale con posizione giusta dei punti di ancoraggio.
A destra: un errato posizionamento dei punti di ancoraggio comporta un sollevamento non equilibrato con rischio di caduta del materiale dall'alto.



Figura 6.7_Corretto sollevamento dei pannelli orizzontali con quattro punti di ancoraggio.



Figura 6.8_Corretto sollevamento dei pannelli verticali con due punti di ancoraggio.



Figura 6.8_Corretto sollevamento dei pannelli verticali con due punti di ancoraggio.

- Tutte le aperture a livello o gli affacci verso il vuoto che espongono i lavoratori a rischio di caduta dall'alto, devono essere protette con parapetti adeguatamente collegati alle strutture dell'edificio.
- Il cantiere deve essere mantenuto costantemente pulito dagli scarti delle lavorazioni e dai trucioli che potrebbero costituire una fonte di innesco di incendio. Particolare attenzione va posta nell'utilizzo di apparecchi a fiamma libera, come nella posa della guaina sul cordolo di fondazione o in copertura. La ferramenta non deve essere dispersa per evitare che chiodi o viti possano poi accidentalmente ferire un operatore.



Figura 6.10_Montaggio delle balaustre in copertura in un cantiere.

- I lavoratori devono indossare casco, scarpe di sicurezza, occhiali o visiera di protezione degli occhi, guanti, respiratore con filtro specifico e indossare la cintura di sicurezza con fune di trattenuta quando le condizioni di lavoro lo richiedono.
- L'utilizzo del ponteggio può essere limitato alle sole fasi di montaggio dei materiali di isolamento e di rivestimento, dato che la sua presenza può ostacolare le fasi della messa in opera delle pannellature e la loro movimentazione. In alternativa al ponteggio, per operare in sicurezza, si interviene fissando ai pannelli orizzontali del solaio i dispositivi anticaduta a cui l'operatore dovrà agganciarsi per le fasi di assemblaggio dei pannelli, in modo da scongiurare l'effetto pendolo in caso di caduta del lavoratore stesso.



Figura 6.11_Posa in opera dei pannelli parete in un edificio senza l'utilizzo di ponteggi esterni. Tutti gli operatori sono assicurati contro il rischio di caduta dall'utilizzo di cordini di sicurezza.

- I parapetti che costituiscono protezione contro la caduta verso l'esterno o dentro varchi quali vani scale, vani ascensore o lucernai, ecc., possono essere pre-assemblati a terra o montati grazie all'ausilio di ponti mobili. L'accortezza maggiore sta nel posizionarli in modo tale da non interferire con la posa dei pannelli verticali ed in modo da essere facilmente rimossi a fine - montaggio. I punti di ancoraggio devono consentire all'operatore di essere sempre raggiunti in completa sicurezza. L'operatore utilizza un dispositivo di protezione individuale con doppio cordino che deve agganciare all'ancoraggio successivo prima di sganciarlo da quello precedente.



Figura 6.12_L'operatore lavora in sicurezza, utilizzando il cordino agganciato al dispositivo fissato sul pannello per terminare la messa in opera della balaustra.



Figura 6.13_Parapetti installati sulle scale a protezione della caduta dall'alto.

- Al montaggio e allo smontaggio dei ponteggi metallici deve essere adibito personale abilitato, fornito di attrezzi appropriati ed in buono stato di manutenzione. Il personale deve seguire le direttive impartite nel libretto di autorizzazione ministeriale del ponteggio e nel PIMUS (Piano di Montaggio, Uso e Smontaggio) redatto da tecnico abilitato. Durante l'installazione del ponteggio l'area interessata dai lavori deve essere inaccessibile al personale non addetto. Il responsabile di cantiere, ad intervalli periodici o dopo una prolungata interruzione di lavoro, deve assicurarsi della verticalità dei montanti, del giusto serraggio dei giunti, dell'efficienza degli ancoraggi e dei controventi, curando l'eventuale sostituzione o il rinforzo di elementi inefficienti. Le tavole che costituiscono l'impalcato devono essere fissate in modo che non possano scivolare sui traversi metallici. Durante l'allestimento del ponteggio deve essere esposta idonea cartellonistica di pericolo e osservanza delle norme di sicurezza.

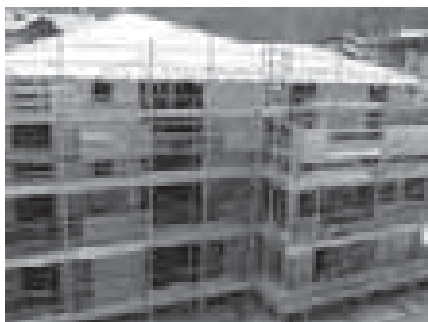


Figura 6.14_Allestimento di un ponteggio metallico per la realizzazione delle finiture di un edificio in legno.



Figura 6.15_Particolare dell'ancoraggio del ponteggio alla struttura a pannelli a strati incrociati dell'edificio.

- Per la posa dei listelli, delle pannelle o dell'assito è possibile utilizzare reti di protezione, al posto dell'impalcato di sicurezza. La posa e la rimozione delle reti e dei relativi ancoraggi deve avvenire utilizzando la scala a castello o il ponte mobile. Le reti vanno collocate il più vicino possibile al piano di lavoro per ridurre l'altezza di caduta ed essere sufficientemente elastiche da accogliere le persone senza allentarsi o causare possibili rimbalzi. Inoltre, devono essere collegate a supporti resistenti e predisposti per il sostegno della rete.



Figura 6.16_Posizionamento di una rete di protezione in un cantiere.

- Una volta completate le strutture, il montaggio degli impianti, dei materiali isolanti e dei rivestimenti è particolarmente semplice. Le stesse strutture portanti forniscono un supporto continuo sul quale possono essere agevolmente fissati gli impianti utilizzando semplici e leggeri quali avvitatori e martelli. A differenza delle strutture di calcestruzzo e muratura non è necessario eseguire tracce e pertanto utilizzare pesanti martelli pneumatici con minori rischi e disagi per gli operatori coinvolti, ma tutti gli impianti vengono passati all'interno di intercapedini ricavato sul lato interno delle pareti o passati direttamente a livello dei solai e ricoperti con massetti a secco o cementiti.

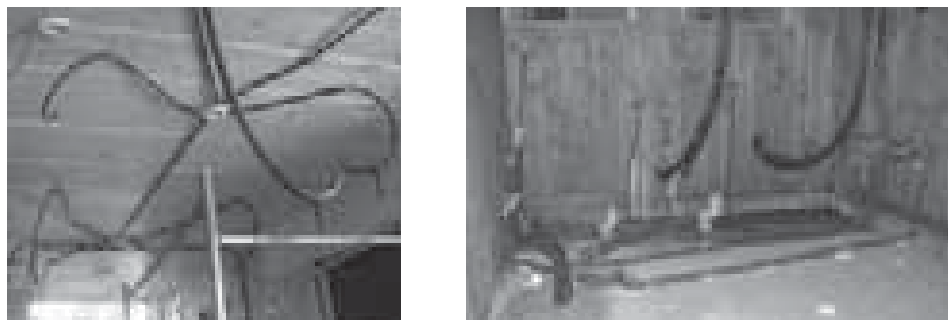


Figura 6.17_Posizionamento degli impianti a soffitto e sull'intercapedine interna della parete.



Figura 6.18_Posa del cappotto esterno in fibra di legno su un edificio in legno fissato con apposite viti autoforanti dotate di rondella e tappo di protezione anti-ponte termico.

- Infine le strutture di copertura di legno agevolano il montaggio dei dispositivi di sicurezza permanenti per l'accesso alla copertura (linee vite e ganci di sicurezza). Il supporto dato dalla presenza o di pannelli strutturali o comunque di elementi di sostegno quali travi principali e secondarie o capriate di legno consente il fissaggio dei dispositivi di sostegno con della semplice ferramenta (viti, solitamente autoforanti).



Figura 6.17_Ganci di sicurezza su copertura in legno a pannelli a strati incrociati per il posizionamento delle linee vita. Il fissaggio delle linee vite ai pannelli a strati incrociati è particolarmente agevole mediante l'utilizzo di viti o bulloni passanti per lo spessore del pannello.

Attrezzature e macchinari

Le attrezzature e i macchinari necessari in un cantiere di un edificio in legno differiscono da quelli utilizzati in un cantiere tradizionale e sono elencati di seguito:

- autocarro
- autogrù
- avvitatore elettrico
- chiodatrice pneumatica
- compressore
- flessibile
- fresatrice
- levigatrice
- pialla elettrica
- sega circolare
- tira-travi
- trapano
- utensili comuni



Figura 6.20_Utilizzo di aria compressa per pulire il foro dai residui, prima dell'ancoraggio del cordolo di base.



Figura 6.21_Tira-travi utilizzato per il serraggio dei pannelli fra loro prima del fissaggio con elementi meccanici di collegamento.

Apprestamenti

Nell'elenco seguente gli apprestamenti indispensabili in un cantiere di costruzione di un edificio in legno:

- andatoie
- assiti di chiusura varchi
- parapetti
- ponteggio
- ponti a platea
- ponti su cavalletti
- ponti su ruote
- puntelli
- reti di protezione
- segnaletica generale di pericolo e divieto

Dispositivi di Protezione Individuale

Anche i dispositivi di protezione individuale differiscono in parte da quelli utilizzati in un cantiere tradizionale. Di seguito un elenco dei dispositivi necessari:

- imbracatura completa di cosciali
- fune di trattenuta con regolatore di lunghezza e dispositivo di attacco
- elmetto

- scarpe antinfortunistiche
- guanti
- cuffia antirumore
- maschera per polveri e fumi

6.1.5 La sicurezza nelle operazioni di montaggio di manufatti in legno

Analizzando in dettaglio le operazioni legate alle lavorazioni descritte in precedenza è possibile arrivare ad individuare le tipologie di rischio come:

1. rischi di tipo ambientale
2. rischi legati all'uso di macchine
3. rischio rumore
4. rischio chimico
5. rischio ergonomico

1. Rischi di tipo ambientale. Si intendono le situazioni di rischio dovute alle dimensioni e forma geometrica degli elementi costruttivi e alla loro movimentazione e collocazione nello spazio nel quale vengono svolte le operazioni di montaggio.

| | | |
|----------------------------|---|---|
| Caduta materiale dall'alto | <i>Evento determinante:</i> | durante la movimentazione del materiale |
| | <i>Attrezzature e/o componenti interessati:</i> | elementi strutturali quali pannelli, travi, pilastri o componenti preassemblati. |
| | <i>Misure di prevenzione</i> | attenzione alle operazioni di movimentazione del materiale e delle attrezzature soprattutto in quota; attenzione particolare nelle fasi di posa di strutture pesanti; realizzazione idonea dei puntellamenti e delle opere provvisorie. |
| | <i>DPI:</i> | elmetto. |

| | | |
|--------------------------|---|---|
| Caduta persone dall'alto | <i>Evento determinante:</i> | operazioni in quota per la realizzazione di strutture orizzontali o di collegamento |
| | <i>Attrezzature e/o componenti interessati:</i> | orizzontamenti e coperture in genere, scale in legno, passerelle. |
| | <i>Misure di prevenzione</i> | controllare la stabilità delle passerelle e delle opere provvisorie e la completezza dei parapetti; attenzione nelle fasi di posa e montaggio in quota; utilizzare scale idonee e adeguatamente posizionate e fissate; utilizzare eventuali cordini di sicurezza adeguatamente fissati agli orizzontamenti. |
| | <i>DPI:</i> | imbracatura e cordini di sicurezza |

| | | |
|---------------------------|---|---|
| Inciampo e caduta persone | <i>Evento determinante:</i> | presenza di materiali vari, cavi elettrici ecc. |
| | <i>Attrezzature e/o componenti interessati:</i> | materiale edile, elementi per puntellamenti ecc. |
| | <i>Misure di prevenzione</i> | attenzione negli spostamenti nel cantiere; tenere pulito e in ordine il luogo di lavoro; delimitare le zone per le quali è sconsigliabile il passaggio. |
| | <i>DPI:</i> | - |

| | | |
|----------------------------|---|--|
| Punture di chiodi ai piedi | <i>Evento determinante:</i> | presenza di chiodi scoperti o viti. |
| | <i>Attrezzature e/o componenti interessati:</i> | ambiente di lavoro. |
| | <i>Misure di prevenzione</i> | tenere pulito e in ordine il luogo di lavoro; raccogliere la ferramenta non utilizzata e conservarla negli appositi contenitori; schiodare le tavole di legno e non disperdere i chiodi. |
| | <i>DPI:</i> | scarpe di sicurezza. |

| | | |
|--|---|--|
| Urti con la testa e/o altre parti del corpo contro oggetti sporgenti | <i>Evento determinante:</i> | se e in quanto sono presenti in cantiere. |
| | <i>Attrezzature e/o componenti interessati:</i> | oggetti sporgenti (tavole di legno, elementi di opere provvisorie, puntelli). |
| | <i>Misure di prevenzione</i> | attenzione negli spostamenti nel cantiere; evitare di lasciare in opera oggetti sporgenti pericolosi e non segnalati. |
| | <i>DPI:</i> | elmetto. |

| | | |
|--------------|---|---|
| Folgorazioni | <i>Evento determinante:</i> | quando si utilizza o lavora nelle vicinanze di attrezzature funzionanti ad energia elettrica. |
| | <i>Attrezzature e/o componenti interessati:</i> | sega circolare (portatile e non), trapano, piallatrice, levigatrice. |
| | <i>Misure di prevenzione</i> | utilizzare materiale elettrico (cavi, prese) solo dopo attenta verifica di personale esperto (elettricista); informarsi sulla corretta esecuzione dell'impianto elettrico; usare spine di sicurezza omologate CEI; usare attrezzature con doppio isolamento. |
| | <i>DPI:</i> | scarpe di sicurezza. |

2. Rischi legati all'uso di macchine. Si intendono le situazioni di rischio che possono verificarsi in fase di montaggio di elementi in legno in relazione all'utilizzo di macchinari di varia natura.

| | | |
|--|---|--|
| Abrasioni, tagli e schiacciamenti delle mani e dei piedi | <i>Evento determinante:</i> | durante la movimentazione, posa e lavorazione del materiale. |
| | <i>Attrezzature e/o componenti interessati:</i> | materiale edile ingombrante e pesante (elementi strutturali e tavole di legno, puntelli, ecc.) e attrezzature (martello, sega elettrica e manuale, pialla ecc.). |
| | <i>Misure di prevenzione</i> | presa salda del materiale e delle attrezzature che si maneggiano; attenzione nelle fasi di sagomatura e di montaggio delle strutture. |
| | <i>DPI:</i> | guanti, scarpe di sicurezza. |

| | | |
|--|---|---|
| Danni per contatto con organi in movimento | <i>Evento determinante:</i> | durante le lavorazioni nelle vicinanze di attrezzature con organi meccanici in movimento (rotazione, oscillazione). |
| | <i>Attrezzature e/o componenti interessati:</i> | sega circolare, trapano, piallatrice, levigatrice. |
| | <i>Misure di prevenzione</i> | non manomettere le protezioni degli organi in movimento; togliere la tensione dell'attrezzatura se si deve intervenire sugli organi in movimento. |
| | <i>DPI:</i> | guanti, tuta da lavoro o abbigliamento aderente. |

| | | |
|-----------------------------------|---|---|
| Proiezione di schegge sugli occhi | <i>Evento determinante:</i> | quando utilizza attrezzature con organi meccanici in movimento nella sagomatura dei materiali. |
| | <i>Attrezzature e/o componenti interessati:</i> | sega circolare, trapano, piallatrice, levigatrice. |
| | <i>Misure di prevenzione</i> | non manomettere le protezioni degli organi in movimento; utilizzare utensili con lame o dischi non consumati. |
| | <i>DPI:</i> | occhiali. |

3. Rischio rumore. Si intendono le situazioni di rischio che possono verificarsi in fase di montaggio di elementi in legno in relazione soprattutto all'utilizzo di macchinari di varia natura.

| | | |
|-----------------|---|---|
| Danni all'udito | <i>Evento determinante:</i> | durante lavorazioni con o nelle vicinanze di attrezzature rumorose. |
| | <i>Attrezzature e/o componenti interessati:</i> | sega circolare, trapano, piallatrice, levigatrice. |
| | <i>Misure di prevenzione</i> | se e in quanto possibile evitare la sovrapposizione di rumori; usare macchine e attrezzature insonorizzate. |
| | <i>DPI:</i> | otoprotettori (cuffie antirumore, tappi auricolari). |

4.Rischio chimico. Si intendono le situazioni di rischio che possono verificarsi in fase di montaggio di elementi in legno in relazione soprattutto alle operazioni di incollaggio o finitura degli elementi.

| | | |
|--|---|---|
| Irritazione agli occhi e alle vie respiratorie | <i>Evento determinante:</i> | durante i trattamenti protettivi |
| | <i>Attrezzature e/o componenti interessati:</i> | resine, impregnanti, vernici protettive. |
| | <i>Misure di prevenzione</i> | seguire scrupolosamente le indicazioni scritte sulla confezione e nella scheda di sicurezza del materiale utilizzato. |
| | <i>DPI:</i> | occhiali, mascherina. |

| | | |
|----------------------------------|---|---|
| Irritazioni e ustioni alla pelle | <i>Evento determinante:</i> | durante i trattamenti protettivi |
| | <i>Attrezzature e/o componenti interessati:</i> | resine, impregnanti, vernici protettive. |
| | <i>Misure di prevenzione</i> | seguire scrupolosamente le indicazioni scritte sulla confezione e nella scheda di sicurezza del materiale utilizzato. |
| | <i>DPI:</i> | tuta da lavoro, guanti. |

5. Rischio ergonomico. Si intendono soprattutto le situazioni di rischio che possono verificarsi in fase di montaggio di elementi in legno in relazione soprattutto alle posizioni assunte e ai carichi sopportati in fase di movimentazione.

| | | |
|--|---|---|
| Abrasioni, tagli e schiacciamenti delle mani e dei piedi | <i>Evento determinante:</i> | durante la movimentazione, posa e lavorazione del materiale |
| | <i>Attrezzature e/o componenti interessati:</i> | Materiale edile ingombrante e pesante (elementi strutturali e pannelli di legno, puntelli ecc.) e attrezzature (martello, sega elettrica e manuale, pialla ecc.). |
| | <i>Misure di prevenzione</i> | presa salda del materiale e delle attrezzature che si maneggiano; attenzione nelle fasi di sagomatura e di montaggio delle strutture. |
| | <i>DPI:</i> | guanti, scarpe di sicurezza. |

| | | |
|---|---|--|
| Contusioni e dolori alla schiena o ad altre parti del corpo | <i>Evento determinante:</i> | durante la movimentazione, posa e sagoma di materiale |
| | <i>Attrezzature e/o componenti interessati:</i> | Materiali edili utilizzati |
| | <i>Misure di prevenzione</i> | Adottare una postura ergonomicamente corretta; evitare sforzi eccessivi; evitare movimenti bruschi e ripetitivi. |
| | <i>DPI:</i> | - |

6.2 • PROGETTAZIONE DI EDIFICI SMONTABILI

6.2.1 Premessa

Nel panorama delle strutture di legno un aspetto decisamente interessante è rappresentato dal loro possibile utilizzo per la realizzazione di edifici multipiano completamente smontabili, in modo peraltro semplice e veloce.

La tecnica delle costruzioni in legno si è oramai sviluppata ad un livello tale da rendere non solo pensabile ma anche applicabile questa soluzione, che è stata sperimentata con successo recentemente sia nella fase di ricostruzione seguita all'evento sismico dell'aprile 2009 all'Aquila, che in tempi antecedenti attraverso la realizzazione di moduli abitativi smontabili in legno per le emergenze abitative (Progetto CLEA), che ha poi trovato una sua applicazione nel 2003 a Bonefro (CB) con la realizzazione di un villaggio di 50 case prefabbricate.



Figura 6.22_Prototipo della CLEA (Casette in Legno per le Emergenze Abitative) montata nel Giugno del 2000 in Piazza della Signoria a Firenze su Progetto della Regione Toscana e CNR-IRL. Il prototipo è stato poi successivamente smontato e rimontato presso la sede della Protezione Civile del Comune di Firenze, dove è situato attualmente. La CLEA è l'unico esempio realmente applicato finora in Italia di edificio smontabile.

Come descritto nei capitoli precedenti, le strutture sono costituite da elementi prefabbricati, quali travi e pilastri in legno lamellare o pannelli di tavole a strati incrociati, tenuti insieme da connessioni di tipo meccanico: piastre, viti, chiodi o bulloni.

Abbinando a queste strutture tecnologie a secco è possibile progettare, con gli opportuni accorgimenti, edifici smontabili che presentino le stesse caratteristiche di comfort, estetiche e prestazionali degli edifici per così dire "immobili", da realizzare in tempi certi e notevolmente ridotti rispetto ai sistemi costruttivi tradizionali e caratterizzati da un elevato livello di sicurezza e di eco-efficienza, con conseguente minimizzazione delle spese di gestione da parte degli utenti.

La semplicità e velocità di assemblaggio dell'edificio sarà funzione del livello di prefabbricazione adottato nonché delle soluzioni che il progettista riuscirà a sviluppare.

In particolare i sistemi costruttivi Platform Frame e XLam, sia esso a pannelli unici o ad elementi di larghezza ridotta collegati con giunti verticali, consentono di raggiungere una prefabbricazione spinta, arrivando ad avere pareti preassemblate

complete di coibentazione ed infissi.

In fase di progettazione sarà importante individuare le zone della struttura che dovranno essere tenute insieme da connessioni di tipo reversibile: così ad esempio si utilizzeranno viti o bulloni al posto dei chiodi o si prevederà di lasciare in fase di prefabbricazione alcune piastre attaccate ad uno dei due elementi da collegare.

Entrando nello specifico verranno di seguito esaminate le caratteristiche tecniche e le modalità costruttive di un'ipotesi di edifici multipiano temporanei da realizzare con il sistema costruttivo a pannelli portanti a strati incrociati.

Il sistema costruttivo a pannelli portanti a strati incrociati è stato scelto poiché particolarmente adatto al tipo di realizzazione in esame in quanto permette un estremo grado di prefabbricazione in stabilimento, consentendo così di ridurre al minimo le operazioni in cantiere e avere tempi di costruzione estremamente rapidi.

Il sistema costruttivo, nella sua applicazione tradizionale in opera, è già caratterizzato da un elevato livello di prefabbricazione e dalla possibilità di essere successivamente smontato. Pur essendo le pareti e i solai composti dalla successione di più pannelli che vengono assemblati in opera, mediante una attenta progettazione è possibile, numerando i pannelli e predisponendo il piano di carico per il trasporto in modo che in cantiere i pannelli vengano scaricati secondo la successione costruttiva del loro montaggio, ottenere un enorme risparmio di tempo tanto da far sì che anche per edifici di dimensioni notevoli e di un elevato numero di piani si possa ragionare in termini di settimane per il loro montaggio.

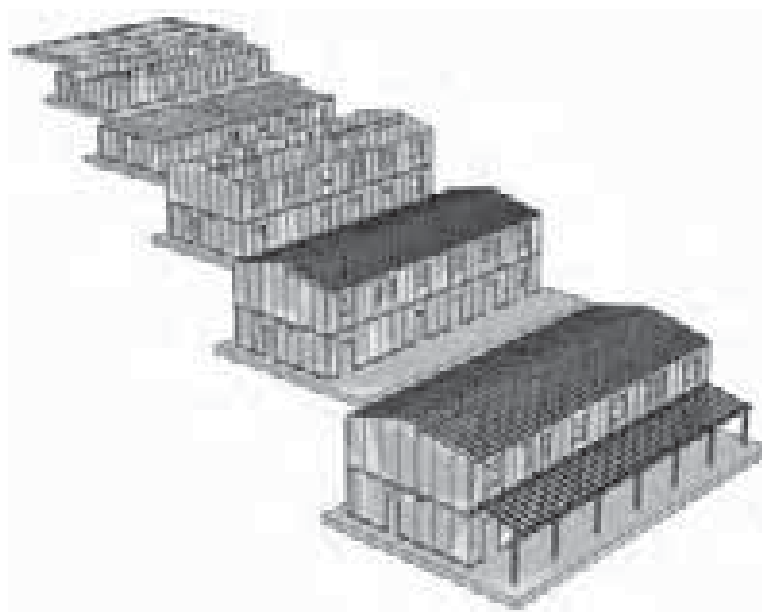


Figura 6.23_Fasi di montaggio di un edificio XLam.

Inoltre la possibilità di collegare i vari elementi costruttivi mediante l'utilizzo di elementi meccanici di collegamento quali ad esempio le viti, consente facilmente anche un eventuale veloce smontaggio delle strutture già assemblate.

Partendo da questi presupposti le soluzioni individuate in questa ipotesi sono semplici e indirizzate alla realizzazione di elementi costruttivi pre-assemblati che consentano un processo costruttivo ancora più rapido e che affiancate da soluzioni reversibili per il collegamento rendano possibile un rapido assemblaggio e disassemblaggio.

Per quanto riguarda le pareti esterne esse potranno essere costituite dal pre-assemblaggio in stabilimento di più pannelli in legno a strati incrociati, eventualmente anche con l'inserimento degli infissi, ai quali viene già applicato il coibente sul lato interno (ad es. fibra di legno) inserito nell'intercapedine creata da listelli di legno fissati direttamente al pannello; il pacchetto è poi completato, sempre sul lato interno, con una lastra semplice o doppia di cartongesso. Sul lato esterno il pannello può essere lasciato a vista e per questo motivo l'ultimo strato è opportuno che venga realizzato con legno di larice, una specie legnosa più durabile dell'abete e con caratteristiche estetiche di pregio.

La parete interna può essere costruita in maniera analoga, ma coibentata e rivestita con il cartongesso su entrambi i lati.

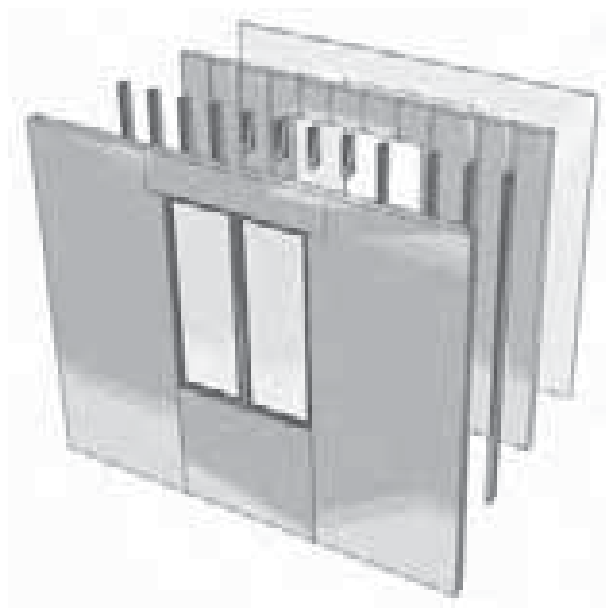


Figura 6.24_Preassemblaggio di una parete con struttura, infissi e rivestimento.

Partendo ad esempio da pannelli già fabbricati in larghezze standard di 1,25 m (standard produttivo di uno dei maggiori produttori europei), allo scopo di minimizzare i tempi di montaggio si prevede che i pannelli arrivino in cantiere già collegati tra loro in pareti di lunghezza variabile tra i 2,50 e i 5 m e completi di pacchetto di coibentazione, come appena illustrato.



Figura 6.25_Posa di elementi parete preassemblati con gru meccanica.

Agli estremi di ciascuna parete verranno lasciati privi di coibentazione 150 mm di pannello per lato, in modo da consentire di realizzare in cantiere il collegamento verticale di pareti adiacenti tramite viti autoforanti disposte su tutta l'altezza della parete.

L'adozione delle viti come sistema di collegamento consente lo smontaggio della struttura per un suo eventuale riutilizzo futuro.

Una volta realizzato il collegamento, la parete verrà poi completata in opera inserendo il coibente e fissando un pannello di cartongesso tramite viti da cartongesso.

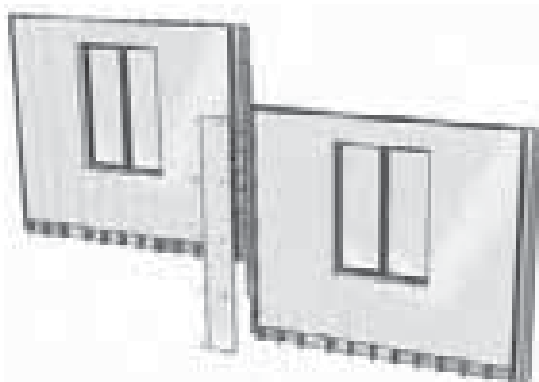


Figura 6.26_Collegamento reversibile tra pannelli preassemblati.

Il collegamento di presidio al sollevamento può essere realizzato con i classici hold-down utilizzati normalmente, già applicati alla parete in stabilimento e che verranno lasciati scoperti. Una volta effettuato il collegamento in opera si coprirà il tutto inserendo il coibente e fissando un pannello di cartongesso tramite le viti apposite.

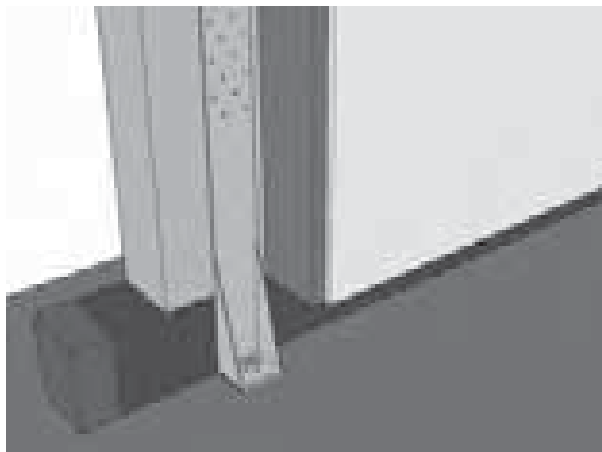


Figura 6.27_Collegamento alle fondazioni con hold-down.

Per effettuare il collegamento di presidio allo scorrimento le pareti prefabbricate prevedranno una zona al piede di altezza pari a 350 mm priva di rivestimento interno in cartongesso; in questo modo infatti sarà possibile effettuare il collegamento con il cordolo di base in larice tramite l'inserimento di viti auto foranti o al solaio di interpiano con piastre angolari, che in tal caso arriverebbero già pre-montate sulla parete.

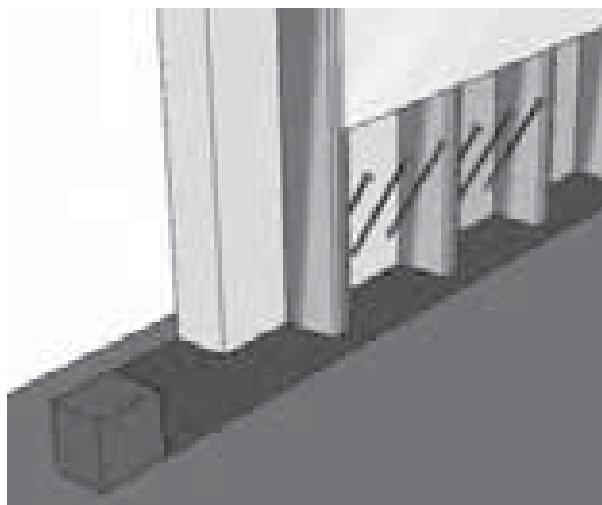


Figura 6.28_Collegamento al cordolo di base con viti.

Analogamente a quanto visto per il collegamento verticale delle pareti, anche in questo caso sarà installato in opera un pannellino in cartongesso di completamento. Per il completamento del solaio con il pacchetto di isolamento e la pavimentazione si possono adottare due diverse soluzioni. Una prima possibilità è quella di realizzare il pacchetto a secco e prevedere il passaggio degli impianti interamente in parete. Questa soluzione però rende necessario un maggior livello di prefabbricazione degli elementi parete che dovranno già prevedere al loro interno gli impianti montati.

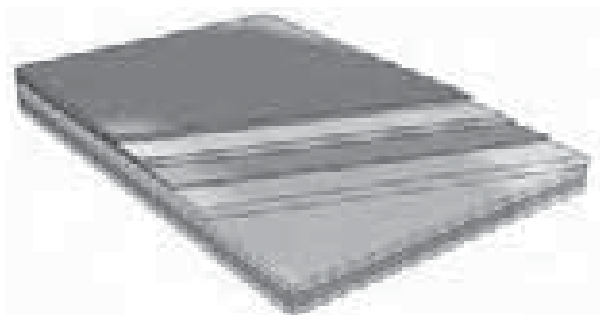


Figura 6.29_Elemento solaio preassemblato con pacchetto a secco.

La seconda soluzione prevede invece la realizzazione di un pavimento galleggiante modulare sopra i pannelli del solaio che verrebbero montati secondo il metodo tradizionale, utilizzando le viti. Questa soluzione, oltre a consentire una maggiore libertà nel posizionamento degli impianti, ne garantisce inoltre una più agevole ispezionabilità.

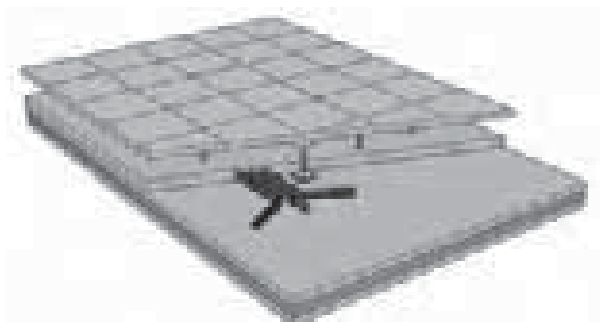


Figura 6.30_Pavimento galleggiante modulare montato su solaio XLam

Per quanto riguarda il vano scale la sua realizzazione in opera richiederebbe un notevole allungamento dei tempi a causa dei numerosi elementi da collegare per realizzare i singoli scalini. Per ovviare a questo problema una possibilità potrebbe essere quella di accostare due elementi pre-assemblati in stabilimento, come mostrato in figura:

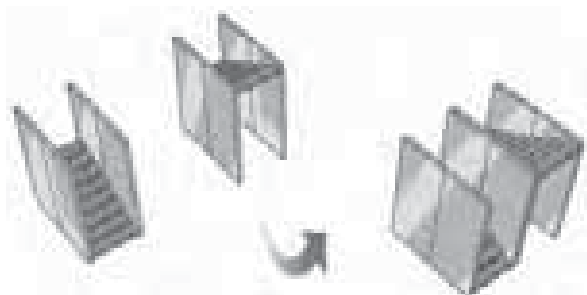


Figura 6.31_Blocco scala modulare preassemblato.

Si tratta sostanzialmente di accostare due rampe di scale, già complete di rivestimento interno con pareti in cartongesso. Questa soluzione oltre a ridurre i tempi di realizzazione in opera consente anche un facile smontaggio per un successivo riutilizzo.

Infine la copertura potrà essere anch'essa realizzata con elementi pre-assemblati in stabilimento, completa di pacchetto di coibentazione, listelli di ventilazione e lamiera come da progetto.

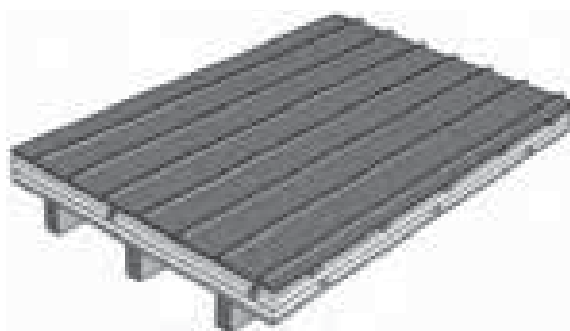


Figura 6.32_Elemento copertura preassemblato.

Per raccordare il manto di copertura nel punto di accostamento tra due elementi preassemblati si avrà cura in opera di aggiungere una striscia di lamiera a cavallo dei due tratti di copertura adiacenti.

6.3.1 Smontaggio e stoccaggio struttura

Qualora si presenti la necessità di smontare la struttura si dovrà sostanzialmente ripercorrere a ritroso le fasi sopra descritte. Avendo infatti adottato elementi di connessione reversibili si tratterà di svitare le viti ed i bulloni che servono a

collegare i diversi elementi prefabbricati in stabilimento.

Per lo smontaggio delle pareti sarà necessario togliere i pannellini in cartongesso di completamento così da avere accesso diretto al giunto verticale in viti tra pannelli portanti in legno; analogo discorso vale per il giunto alla base delle pareti di presidio allo scorrimento.

Per il trasporto i diversi elementi dovranno essere disposti in verticale affiancati gli uni agli altri in modo tale da evitare il danneggiamento del pacchetto coibente e degli infissi predisposti all'interno dei pannelli.

Nella fase di movimentazione e trasporto potranno danneggiarsi gli spigoli in cartongesso delle pareti; in tal caso al momento di un successivo riutilizzo dell'opera si provvederà a stuccare gli spigoli danneggiati o a sostituire i pannelli in cartongesso se necessario.

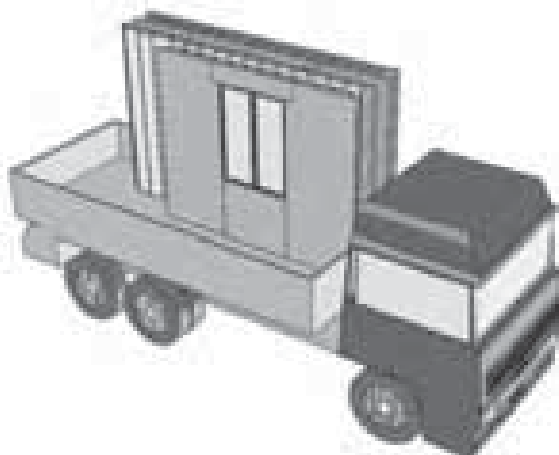


Figura 6.33_Smontaggio e trasporto struttura.

Per quanto riguarda lo stoccaggio dei diversi elementi costituenti la struttura in esame, esso dovrà essere effettuato in ambiente coperto e asciutto in modo tale da assicurare un'ottimale conservazione degli elementi lignei. Anche in questa fase gli elementi parete e solaio dovranno essere posti in verticale l'uno a fianco all'altro.

RIFERIMENTI BIBLIOGRAFICI

- [1] AA. VV. "Linee Guida per l'edilizia in legno in Toscana" - A cura della Direzione Regionale della Presidenza della Regione Toscana - Settore Edilizia Sostenibile Firenze, 2009
- [2] D.Lgs. 81 del 2008 Testo Unico in materia di sicurezza sul lavoro.