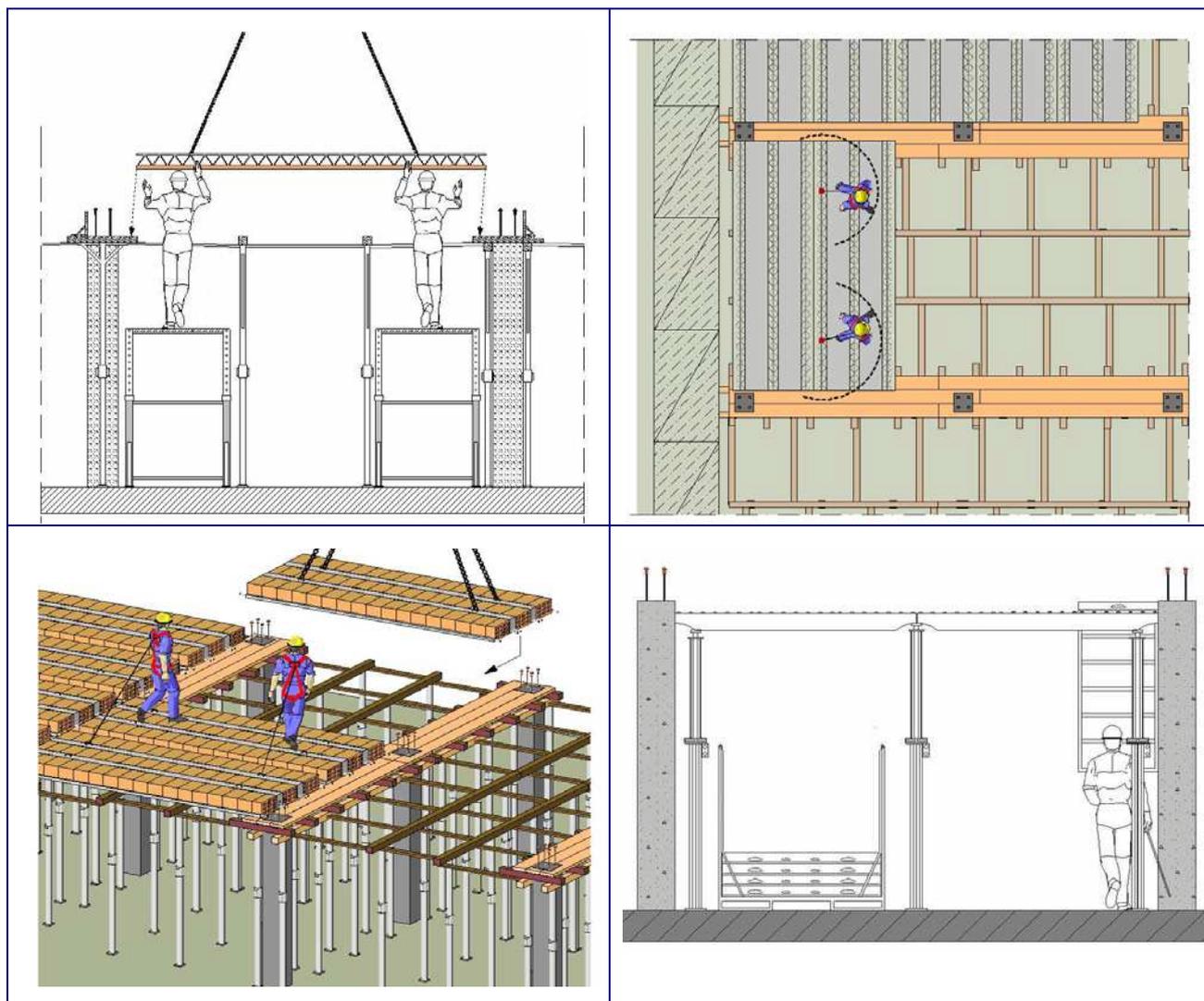


## POSA IN OPERA DEI SOLAI PROCEDURE DI SICUREZZA CONDIVISE



**ATTIVITÀ DI RICERCA PER LA REALIZZAZIONE DEI SOLAI CON LA DEFINIZIONE DI  
“PROCEDURE DI SICUREZZA CONDIVISE” PER UNA POSA IN OPERA CORRETTA E  
CONVENIENTE**

*Coordinamento tecnico scientifico a cura di Libra Società di ingegneria Srl*

## Hanno partecipato alla stesura della ricerca

*impostazione della ricerca e verifica progressiva e finale dei suoi contenuti:*

**Alessandro Dondi** – Direttore Scuola Edile di Modena

**Andrea Vicenzi** - Libra Srl

**Flavio Coato** – SPISAL AUSL 22 Bussolengo (VR)

**Giorgio Perini** - SPISAL AUSL 22 Bussolengo (VR)

**Roberto Salvagno** - SPISAL AUSL 22 Bussolengo (VR)

**Leo Di Federico** – AUSL SPSAL Modena

**Gianni Marossi** – AUSL SPSAL Carpi

**Enrico Coggi** - ERAF

**Franco Mazza** – Studio Franco Mazza

**Roberto Bacci e Stefano Dalla** – Edilcarpentieri Imola

**Giorgio Ferrari** – Impresa Righi Srl

**Alberto Gibertoni** – Cooperativa CMB Carpi

**Giuseppe Lopriore** – Edil Lucky

**Mario Sbrozzi** – Consiglio ordine ingegneri di Modena

**Fabrizio Bisulli** – Studio Bisulli

**Gianni Bignardi** – Studio Bignardi

**Marco Tramajoni** – Peri Italia Spa

**Elisa Ferrari** - Libra Srl

**Vittorio Nanni** - Libra Srl

**Carlo Rondoni** – Libra Srl

**Giorgio Valentini** – Libra Srl

*Elaborazione testi*

**Andrea Vicenzi** - Libra Srl

**Vittorio Nanni** - Libra Srl

**Elisa Ferrari** - Libra Srl

*Elaborazione disegni*

**Elisa Ferrari** - Libra Srl

*Elaborazione ricerca: Marzo 2007*

## Indice

<i>par.</i>	<i>titolo</i>	<i>pag.</i>
<b>1</b>	<b>PREMESSA</b>	<b>1</b>
<b>2</b>	<b>LA GESTIONE DELLA SICUREZZA NELLA POSA IN OPERA DEL SOLAIO A TRAVETTI PREFABBRICATI E ELEMENTI INTERPOSTI</b>	<b>3</b>
<b>2.A</b>	<b>CHE COSA SI FA – descrizione e caratteristiche solaio a travetti e elementi interposti</b>	<b>4</b>
<b>2.B</b>	<b>COME SI FA – Fasi lavorative</b>	<b>7</b>
2.B.1	Fase 1: Scarico, stoccaggio e movimentazione materiali (travetti e elementi interposti)	8
2.B.2	Fase 2: Posa in opera banchinaggio discontinuo	17
	2.1 - Posa puntelli, travetti e assito per travi di bordo solaio	17
	2.2 – Posa puntelli e rompitratta intermedi	21
2.B.3	Fase 3a: Posa in opera travetti ed elementi interposti con banchinaggio discontinuo	23
	Soluzione 1 – Posa con uso di linea vita	24
	Soluzione 2 – Posa con lavorazione effettuata dal basso	30
	Soluzione 3 – Posa con raffittimento travetti di sostegno solaio	32
	Soluzione 4 – Posa con reti a chiusura vani sottostanti	33
	Fase 3b – Posa in opera travetti ed elementi interposti con banchinaggio continuo	37
	3b.1 – Posa puntelli e travi principali (e/o secondarie) del banchinaggio	38
	3b.2 – Posa pannelli intavolato da posizione sottostante	39
	3b.3 – Posa pannelli intavolato dall’alto con uso di cintura di sicurezza	42
2.B.4	Fase 4: Posa ferri di armatura e rete elettrosaldata	44
2.B.5	Fase 5: Getto del calcestruzzo	47
<b>2.C</b>	<b>COSA SERVE – risorse necessarie per la sicurezza</b>	<b>49</b>

<i>par.</i>	<i>titolo</i>	<i>pag.</i>
<b>3.</b>	<b>LA GESTIONE DELLA SICUREZZA NELLA POSA IN OPERA DEL SOLAIO A LASTRE PREFABBRICATE</b>	<b>57</b>
3.A	<b>CHE COSA SI FA – descrizione e caratteristiche solaio a lastre</b>	58
3.B	<b>COME SI FA – Fasi lavorative</b>	60
3.B.1	Fase 1: Scarico, stoccaggio e movimentazione materiali (lastre)	61
3.B.2	Fase 2: Posa in opera banchinaggio travi laterali e rompitratta intermedi	68
3.B.3	Fase 3: Posa in opera lastre con banchinaggio travi e rompitratta intermedi	73
	Soluzione 1 – Posa in opera lastre con uso imbraco e cordino ancorato alle lastre già posate	74
	Soluzione 2 – Posa in opera lastre con uso imbraco e linea vita tesata tra montanti annegati nei pilastri	78
	Soluzione 3 – Posa in opera lastre con lavorazioni effettuate dal basso	83
3.B.4	Fase 4: Posa ferri integrativi e rete elettrosaldata	86
3.B.5	Fase 5: Getto del calcestruzzo	88
<b>3.C</b>	<b>COSA SERVE – risorse necessarie per la sicurezza</b>	<b>89</b>
<b>4.</b>	<b>LA GESTIONE DELLA SICUREZZA NELLA POSA IN OPERA DEL SOLAIO A PANNELLI PREFABBRICATI</b>	<b>98</b>
4.A	<b>CHE COSA SI FA – descrizione e caratteristiche solaio a pannelli</b>	99
4.B	<b>COME SI FA – Fasi lavorative</b>	100
4.B.1	Fase 1: Scarico, stoccaggio e movimentazione materiali (pannelli prefabbricati)	101
4.B.2	Fase 2: Posa in opera banchinaggio discontinuo	107
4.B.3	Fase 3: Posa in opera pannelli prefabbricati con banchinaggio discontinuo	111
	Soluzione 1 – Posa in opera pannelli prefabbricati con uso imbraco e cordino ancorati ai pannelli già posati	112
	Soluzione 2 – Posa in opera pannelli prefabbricati con uso imbraco e linea vita tesata tra montanti annegati nei pilastri	117
	Soluzione 3 – Posa in opera pannelli prefabbricati con lavorazioni effettuate dal basso	120
	Soluzione 4 – Posa in opera di pannelli prefabbricati alleggeriti (Plastbau e similari) con lavorazioni effettuate dal basso	124
4.B.4	Fase 4: Posa ferri di armatura e rete elettrosaldata	128
4.B.5	Fase 5: Getto del calcestruzzo	130
<b>4.C</b>	<b>COSA SERVE – risorse necessarie per la sicurezza</b>	<b>131</b>

<i>par.</i>	<i>titolo</i>	<i>pag.</i>
<b>5.</b>	<b>LA GESTIONE DELLA SICUREZZA NELLA POSA IN OPERA DEL SOLAIO COMPLETAMENTE ESEGUITO IN OPERA</b>	<b>139</b>
5.A	<b>CHE COSA SI FA – descrizione e caratteristiche solaio in opera</b>	140
5.B	<b>COME SI FA – Fasi lavorative</b>	142
5.B.1	Fase 1: Scarico, stoccaggio, sollevamento e movimentazione materiali	143
5.B.2	Fase 2: Posa in opera impalcato completo	145
	Soluzione 1 – Posa puntelli, travetti (principali e/o secondari) e casseformi posizionati dal basso	146
	Soluzione 2 – Posa casseformi dal basso direttamente sui puntelli	149
	Soluzione 3 - Posa pannelli impalcato da posizione soprastante imbracati	154
	Soluzione 4 – Posa casseformi in PVC effettuato dal basso	156
5.B.3	Posa solaio - Fase 3A: Posa blocchi interposti	158
	Posa solaio - Fase 3B: Posa ferri di armatura e rete elettrosaldata	159
	Posa solaio - Fase 3C: Getto del calcestruzzo	161
<b>5.C</b>	<b>COSA SERVE – risorse necessarie per la sicurezza</b>	<b>163</b>
5.C.1	Stima dei costi per la sicurezza per la posa di 500 mq di solaio in opera in palazzina civile abitazione	166
<b>6</b>	<b>VALUTAZIONE ECONOMICA E CONCLUSIONI</b>	<b>169</b>
6.1	Il costo di mercato dei solai	170
6.2	Il costo delle misure preventive e protettive per la posa in sicurezza dei solai	171
6.3	Conclusioni	178

## INTRODUZIONE

# 1 - PREMESSA

La caduta dall'alto rappresenta il fattore di rischio che incide maggiormente sulla quantità e sulla gravità degli infortuni nei cantieri temporanei e mobili: basta ricordare che circa il 40% degli infortuni mortali avviene proprio per caduta dall'alto.

Alla luce di questa constatazione la Scuola Edile – CTP di Modena ha avviato, con la collaborazione tecnico scientifica di LIBRA s.r.l., una ricerca riguardante una attività specifica in cui è particolarmente presente il rischio di cadute dall'alto e cioè quella della posa in opera dei solai, con l'obiettivo di proporre “**procedure condivise**” per una posa corretta, sicura e conveniente.

Proprio per perseguire questo primo obiettivo di condivisione delle procedure di sicurezza è stato attivato un gruppo di lavoro, composto da collaboratori della Scuola stessa, da tecnici di imprese di produzione e di posa in opera di solai, da liberi professionisti e loro ordini e collegi, da rappresentanti di diverse AUSL, con il preciso compito di conoscere le esperienze condotte a livello nazionale e di effettuare un confronto sulle problematiche della posa dei solai e sulle soluzioni adottate e le relative procedure di sicurezza. In particolare sono state analizzate le seguenti tipologie di solaio:

- Solaio a travetti prefabbricati e elementi interposti;
- Solaio a lastre prefabbricate;
- Solaio a pannelli prefabbricati;
- Solaio completamente eseguito in opera.

Per ogni singola tipologia di solaio analizzata, sono stati approfonditi i seguenti argomenti:

- a) **che cosa si fa**, con quali prodotti e materiali;
- b) **come si fa**, descrivendo le tecnologie e le modalità operative possibili per eseguire il lavoro e valutando attentamente cosa bisogna fare per realizzarlo in completa sicurezza;
- c) **cosa serve**, indicando le risorse e le attrezzature necessarie, in termini di misure preventive e protettive, per l'esecuzione del solaio in completa sicurezza.

Sono state così prodotte schede operative di lavoro contenenti le procedure di sicurezza da adottare nelle specifiche fasi lavorative: la descrizione di tali procedure, realizzata attraverso un ampio utilizzo di immagini e disegni tecnici, ha reso più facilmente comprensibili i contenuti della ricerca.

In questo modo si è perseguito un secondo obiettivo richiesto dalla Scuola Edile nella stesura della ricerca: quello dell'utilizzo del materiale prodotto ai fini formativi e della sua più ampia diffusione tra gli operatori del settore.

Proprio per l'ampio utilizzo di immagini e per la semplicità del linguaggio che caratterizzano i contenuti delle schede, questi potranno essere direttamente utilizzati come specifico materiale didattico, utile per la formazione degli addetti di cantiere nei vari corsi proposti dalla Scuola Edile, in particolare nella specifica area formativa dedicata alla sicurezza e in qualsiasi altro corso ove venga affrontato il problema della posa dei solai.

I contenuti del materiale documentale elaborato saranno altresì sintetizzati per la realizzazione di specifici articoli informativi, che troveranno spazio sia nella rivista “Progetto Sicurezza” della Scuola, sia sul portale della scuola stessa; da ultimo, il perseguimento dell’obiettivo della diffusione dei materiali prodotti viene realizzato dalla Scuola Edile attraverso un accordo con la casa editrice “Il Sole 24 ore” per la produzione di articoli sul tema da pubblicare sulle riviste tecniche a tiratura nazionale.

L’ultimo obiettivo della ricerca è stato quello di dimostrare, con esempi pratici e dati di mercato sulla stima analitica dei costi, che determinate soluzioni progettuali, di tecnologie costruttive e di pianificazione lavori per la posa in opera dei vari tipi di solaio, risultano le soluzioni più sicure e altresì parimenti convenienti sotto il profilo economico.

Da qui la proposta conclusiva riguardante l’importanza di rimarcare ciò che già la direttiva europea 57/92/CEE, e successivamente il nostro DPR 222/2003, rimarcano nei loro contenuti: l’inserimento della problematica della sicurezza deve essere effettuato fin dalla fase di progettazione dell’opera, anche per quel che riguarda la specifica posa in opera dei solai.

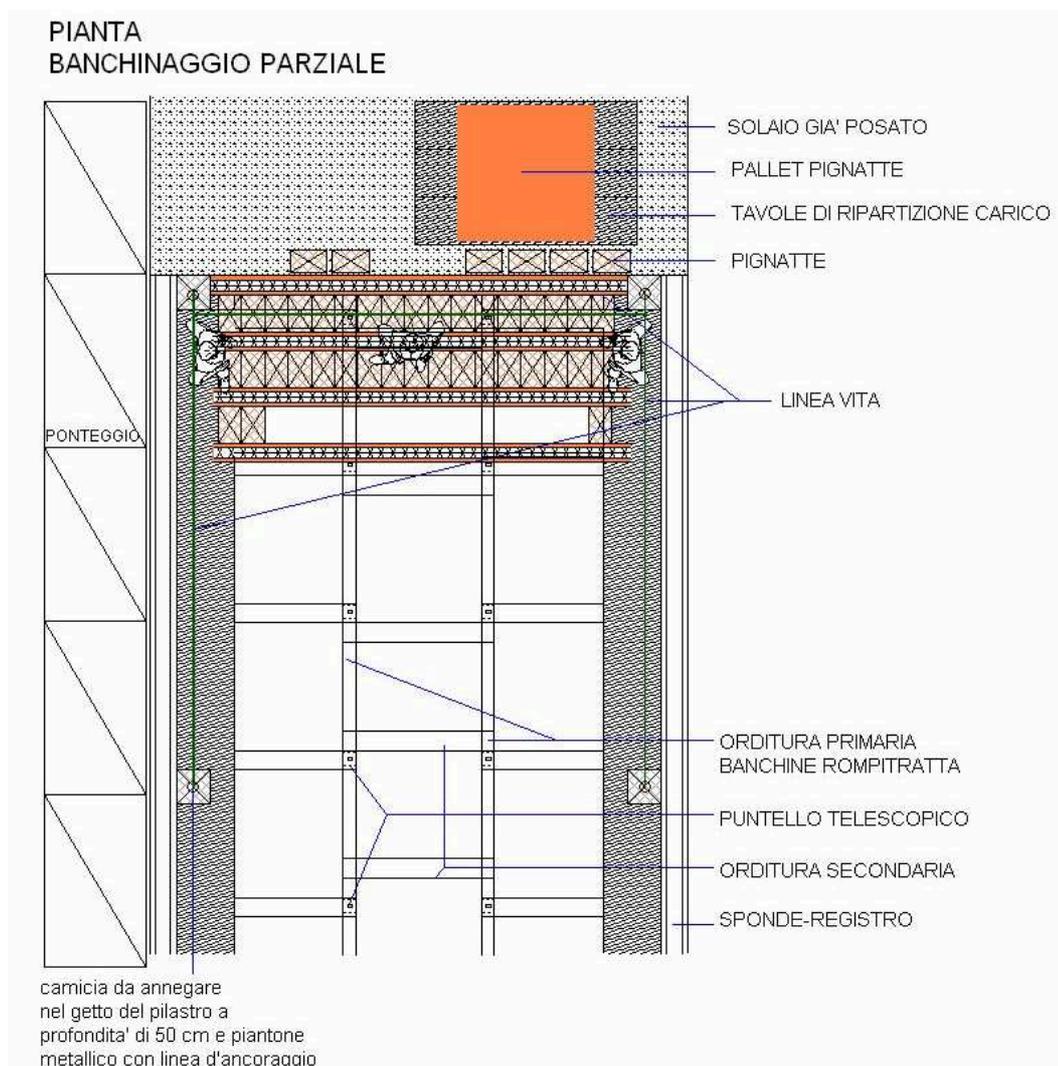
“Scelte progettuali e organizzative” orientate a favore della sicurezza, quali la posa dei solai dal basso e/o l’utilizzo di impalcati completi come banchinaggio, possono infatti offrire soluzioni certamente più sicure e al contempo parimenti onerose rispetto ad altre tecnologie meno sicure.

Da qui nasce l’importanza di richiedere, o meglio ancora, “pretendere” l’applicazione di tali scelte fin dalla fase progettuale: la richiesta dell’uso di tali sistema di posa in opera di solai, o di sistemi parimenti sicuri, da tradursi già nei documenti progettuali (disegni strutturali e Piano di Sicurezza e coordinamento) e in quelli comunque contrattuali (capitolato e computo metrico), potrebbe così innescare un meccanismo virtuoso sul mercato, con le imprese che gradualmente devono adattare le loro tecnologie e abitudini di posa dei solai per rispondere alle stesse esigenze di mercato.

E’ auspicio della Scuola edile che la diffusione dei contenuti della ricerca tra i vari operatori del settore possa così contribuire a far conoscere e applicare metodi e abitudini di lavoro sempre più sicure, per una riduzione continua del fenomeno infortunistico per caduta dall’alto sui cantieri.

# 2

## La gestione della sicurezza nella posa in opera del solaio a travetti prefabbricati e elementi interposti



Denominazione attività	Tipo scheda
<b>Solaio a travetti prefabbricati e blocchi di completamento interposti</b>	<b>STP</b>

2A	CHE COSA SI FA	2A 1
<p><b>DESCRIZIONE ATTIVITÀ</b></p>	<p>Il solaio è normalmente costituito da travetti prefabbricati, blocchi interposti di completamento, ferri di armatura e successivo getto in cls. I travetti prefabbricati sono sostanzialmente di due tipi:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• i travetti a traliccio, con fondello in laterizio parzialmente gettato (fig. 1) o con soletta in c.a. senza fondello in laterizio (fig. 2)</li> <li>• i travetti in cemento armato vibrato, precompresso, con l'armatura resistente già inglobata nel getto del travetto (fig. 3)</li> </ul>	<p><b>2A 1</b></p>
	<p><b>particolare travetto a traliccio fondello in laterizio</b></p> <p>Sezione</p> <p>Vista Assonometrica</p> <p>il traliccio puo' avere tre altezze secondo le modalita' di impiego:              H cm 12,50              H cm 16,50              H cm 20,50</p> <p>CORRENTE SUPERIORE</p> <p>ARMATURA INTEGRATIVA</p> <p>FONDELLO IN LATERIZIO</p> <p>ARMATURA INFERIORE</p> <p>fig. 1 – travetti a traliccio con fondello in laterizio</p>	
	<p>fig. 2 – travetti con base in c.a. normale</p>	

**2A**
**CHE COSA SI FA**
**2A 2**
**SOLAIO CON  
TRAVETTI  
PRECOMPRESSI**

### Sezione

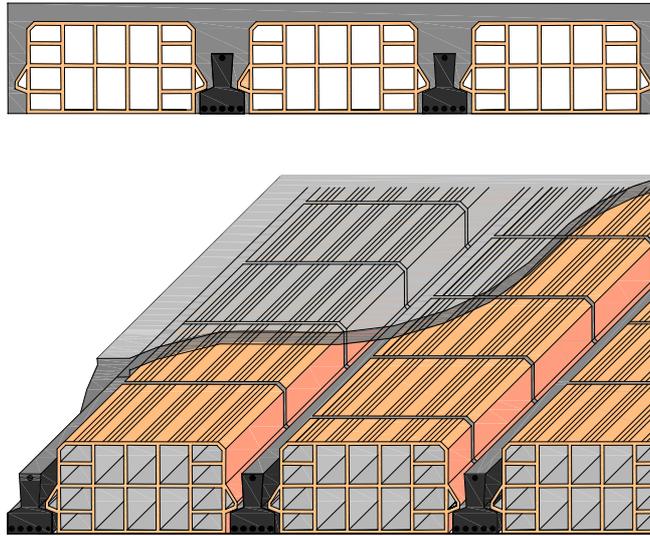


fig. 3 - solaio con travetti in cls armato precompresso

I blocchi interposti sono comunemente costituiti da elementi in laterizio, ma sono ormai da tempo presenti sul mercato anche elementi interposti in polipropilene (fig. 4), in sostituzione delle classiche pignatte, utilizzati prevalentemente per i solai dell'interrato, aventi il grande vantaggio della leggerezza (circa 3 kg./mq).

**SOLAIO CON  
BLOCCHI  
INTERPOSTI IN  
POLIPROPILENE**


fig. 4 – Blocchi interposti in polipropilene

Immagini produttore "Progetto plastica Spa - solaio "Svelto"

Va comunque segnalato che, essendo i sistemi di posa di questi solai del tutto analoghi tra loro, ai fini della posa in sicurezza le problematiche non variano tra un prodotto e l'altro: di conseguenza i ragionamenti che faremo saranno sviluppati considerando la tipologia dei solai a travetti prefabbricati più diffusa, quelli con travetti e blocchi in laterizio (fig. 1).

2A	CHE COSA SI FA	2A 3
<p><b>CARATTERISTICHE</b></p> <p><b>VERIFICHE AL PUNZONAMENTO</b></p>	<p>I travetti prefabbricati sono realizzati da una soletta in calcestruzzo di vario spessore (normalmente 2 - 5 cm.) e di varia larghezza (normalmente 10 - 12 cm.), che può essere contenuta o meno dal fondello in laterizio.</p> <p>Nella soletta è annessa la parte inferiore del traliccio elettrosaldato, normalmente costituito da due correnti inferiori ed uno superiore, collegati tra loro con staffe continue o discontinue; il traliccio conferisce rigidità ai travetti garantendo così la trasportabilità e riducendo, rispetto ai solai completamente gettati in opera, la quantità dei puntelli e travetti da porre in opera come rompitratta.</p> <p>I travetti sono relativamente “leggeri”, pesando circa 10 kg/ml, così da poter essere movimentato anche a mano da due persone. Nei travetti con fondello in laterizio, la presenza di tale fondello permette di eliminare la stesura del disarmante (con composti chimici spesso nocivi) nella zona da esso interessata.</p> <p>I blocchi in laterizio, pur variando per dimensione, peso e forma, da produttore a produttore, sono molto simili tra loro, adattandosi alle caratteristiche del solaio da realizzare.</p> <p>Ciò che interessa particolarmente ai fini della ricerca è la resistenza delle pignatte al camminamento: la normativa tecnica definisce la cosiddetta prova di resistenza al punzonamento, stabilendo che i blocchi di laterizio devono resistere a un carico concentrato P, applicato al centro della faccia superiore su di un’area di 5 x 5 cm., maggiore o uguale a 1,5 kN (circa 150 kg.) (vedi fig. 5).</p> <div data-bbox="418 1012 1433 1299" style="text-align: center;"> </div> <p><i>Fig. 5 – resistenza al punzonamento di un blocco interposto</i>  <i>Immagine tratta dal volume Andil – “Il manuale dei solai in laterizio”</i></p> <p>Normalmente nelle schede tecniche dei produttori viene inoltre segnalato che è necessario interporre assi di legno durante il camminamento sulle pignatte posate.</p> <p>I pacchi di pignatte hanno anch’essi dimensioni e pesi legati all’imballo e alle esigenze di trasporto: normalmente un pacco di pignatte pesa intorno ai 600 kg., con altezze intorno ai 110 cm.</p>	

## 2B

### COME SI FA – FASI LAVORATIVE

#### PIANIFICAZIONE DELLA POSA IN OPERA IN SICUREZZA

Nella posa in opera dei solai a travetti e blocchi in laterizio interposti, è purtroppo diffusa e consolidata l'abitudine di lavorare in quota senza particolari protezioni nelle zone laterali e nella zona sottostante (fig. 6 e 7), con pericoli di caduta dall'alto.



fig. 6 e 7 – realizzazione banchinaggio trave laterale e posa pignatte senza protezioni

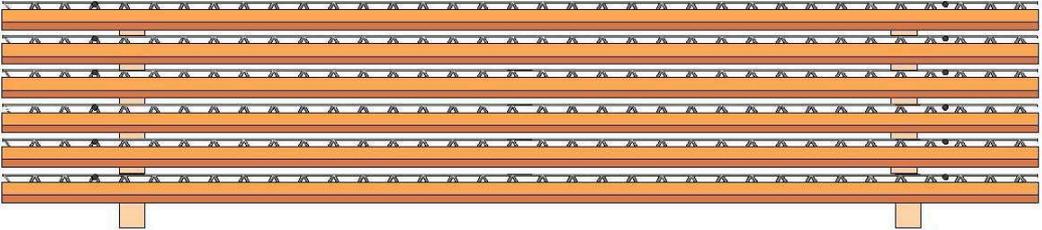
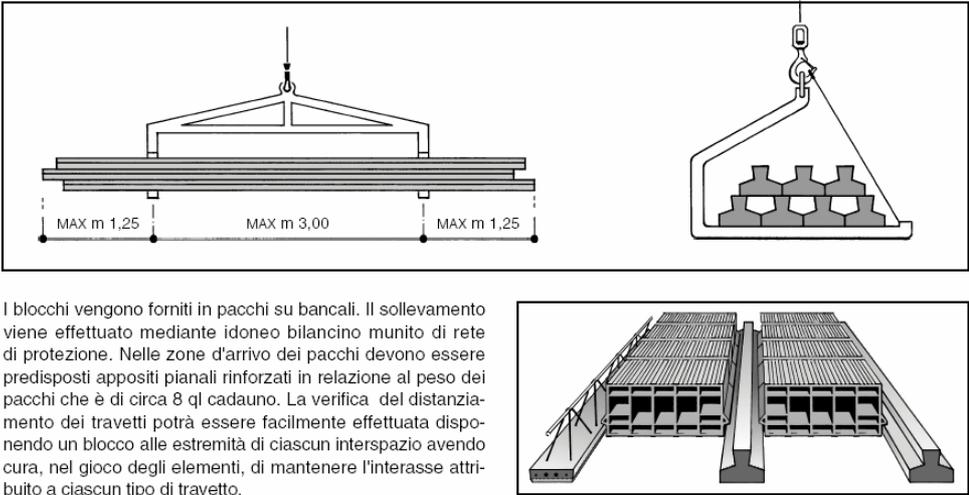
E' pertanto fondamentale pianificare nel dettaglio le sequenze delle fasi lavorative, per individuarne i rischi e adottare le relative misure preventive e protettive. Alcune fasi lavorative qui descritte sono comuni ad altre tipologie di solaio, altre fasi sono invece specifiche per il solaio in oggetto e cambiano altresì in base al tipo di banchinaggio usato.

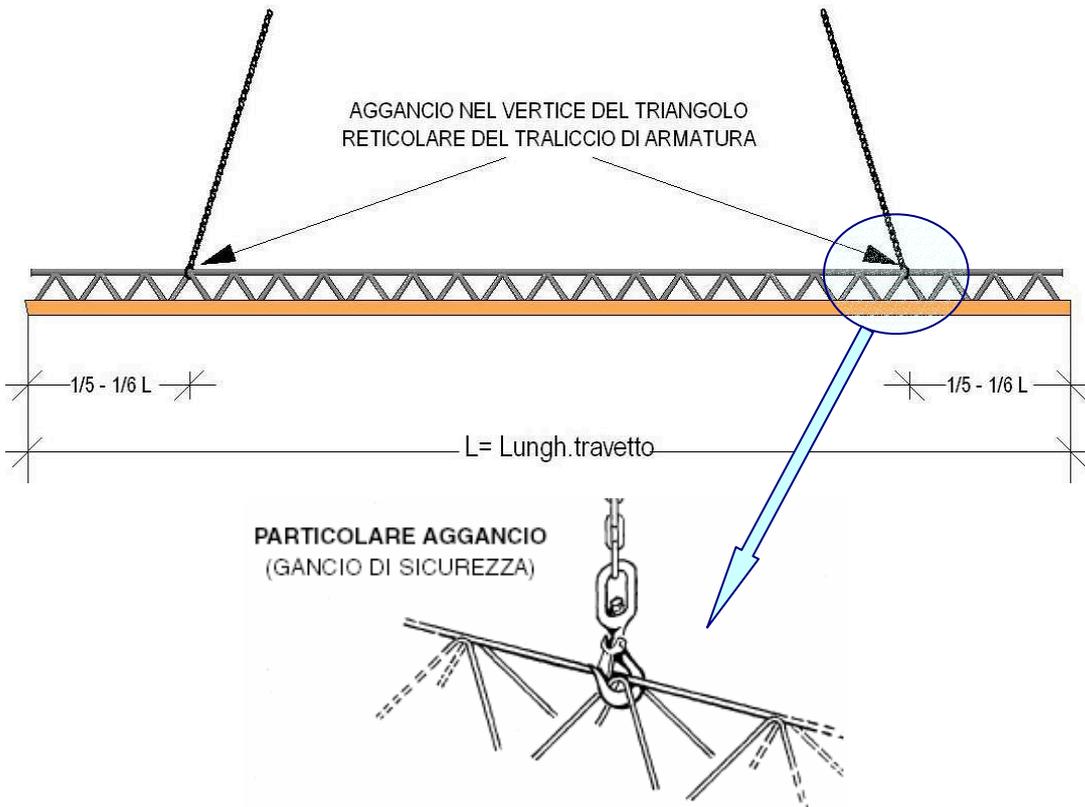
Per la posa del solaio in sicurezza si possono adottare diverse misure preventive e/o scelte progettuali differenziate in funzione dei materiali e delle opere provvisorie impiegati; la differenza fondamentale è però legata al tipo di banchinaggio utilizzato, che può essere realizzato in due tipologie fondamentali:

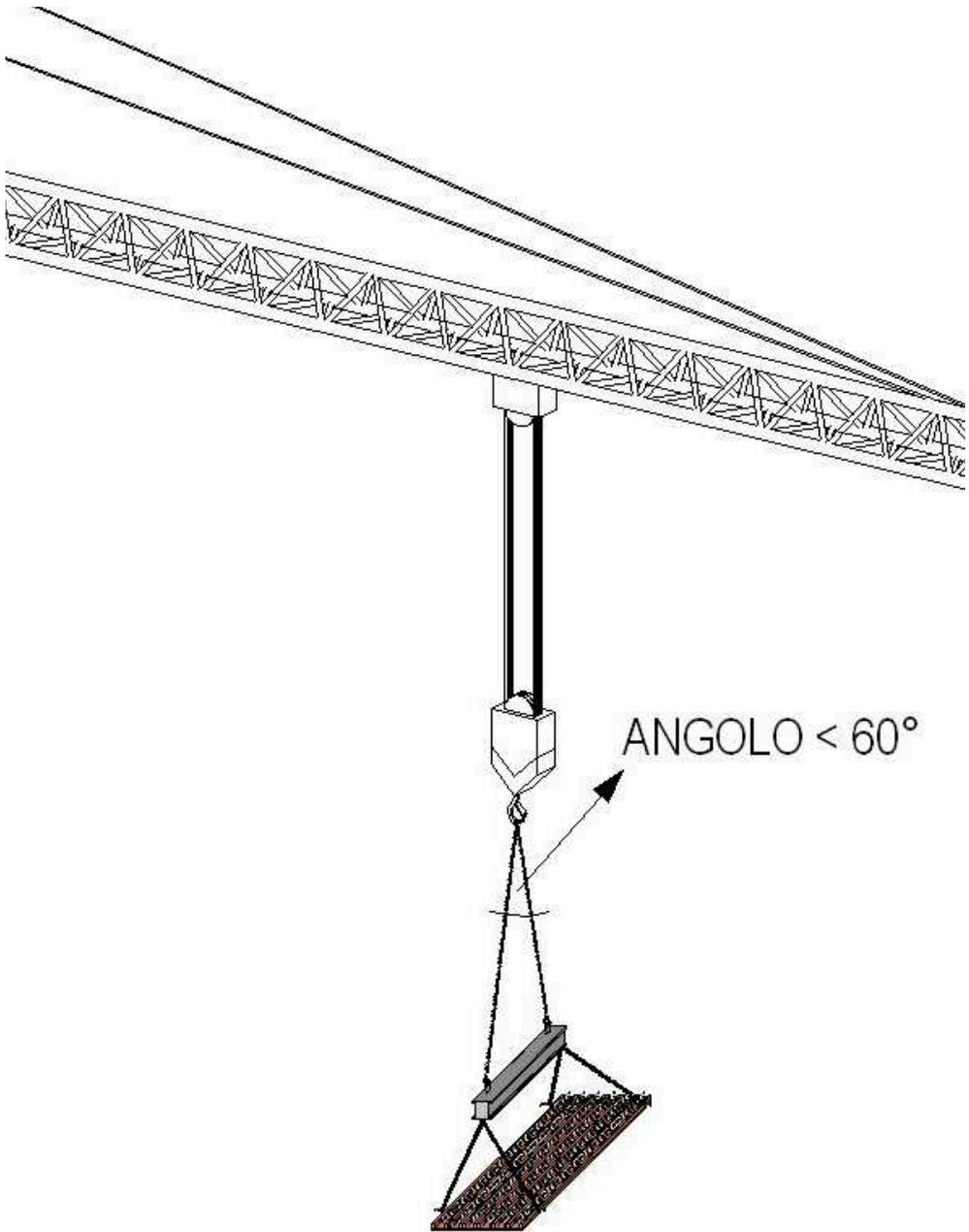
- il banchinaggio parziale o discontinuo (semplici puntelli e travetti rompitratta intermedi);
- il banchinaggio completo o continuo (puntelli, travetti rompitratta e tavole casseformi tra i travetti).

Affrontando le diverse fasi lavorative, indicheremo anche le varie modalità per eseguire le lavorazioni in sicurezza nelle due tipologie di banchinaggio indicate. Così come segnaleremo anche i rischi e le misure preventive delle fasi lavorative comuni alle due tipi di banchinaggio, quali:

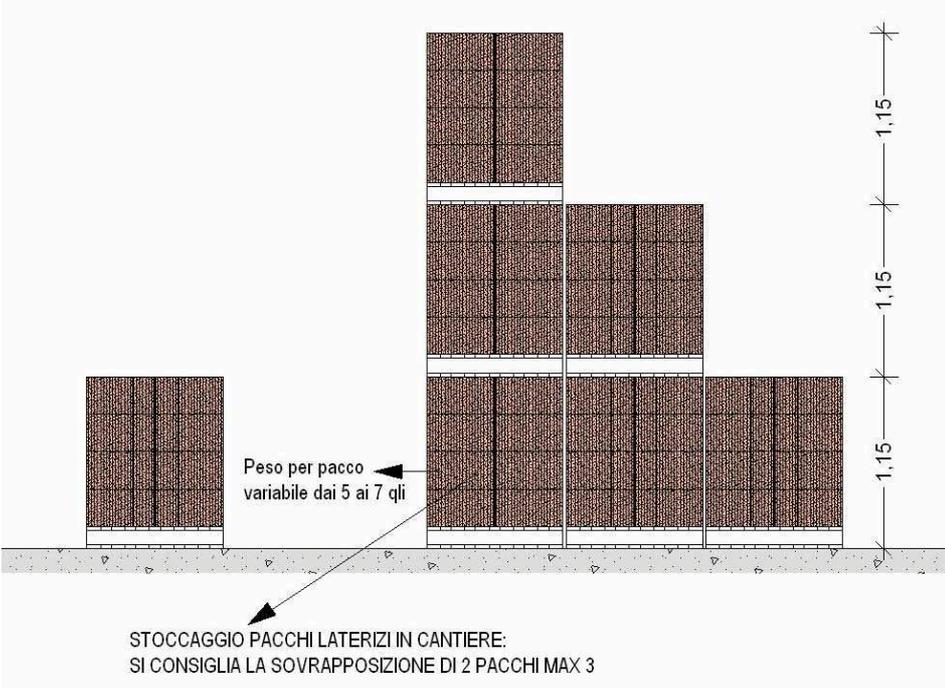
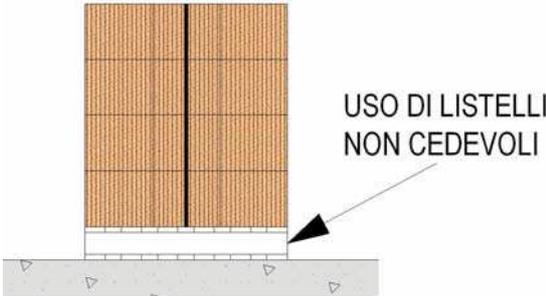
- lo scarico e lo stoccaggio dei vari materiali e delle attrezzature;
- il dimensionamento dei puntelli e dei rompitratta;
- la fase di sollevamento e movimentazione dei materiali (travetti e pignatte),
- la fase di posa in opera delle armature integrative a quelle dei travetti e di ripartizione (ferri longitudinali e reti elettrosaldate);
- la fase di getto del cls.

2B1	FASE 1 – STOCCAGGIO E MOVIMENTAZIONE MATERIALI (TRAVETTI)	Fase 1 - 1
<p><b>STOCCAGGIO TRAVETTI</b></p> <p><b>NON SUPERARE LE 6÷8 FILE SOVRAPPOSTE DI TRALICCI</b></p>	<p>Tutte le operazioni di movimentazione dei materiali, dai mezzi di trasporto al cantiere, nella zona di stoccaggio o direttamente all’impalcato, devono avvenire con tutte le precauzioni che le norme di sicurezza impongono, ed in particolare <b>ATTENENDOSI SCRUPOLOSAMENTE ALLE PRESCRIZIONI DEL FORNITORE</b>.</p> <p>Il deposito dei materiali in cantiere deve essere eseguito su superfici piane e stabili, evitando di posare direttamente a terra il laterizio per impedire che esso assorba sostanze che possono causare efflorescenze o scarsa adesione dell’intonaco all’intradosso.</p> <p>Le file di travetti tralicciati vanno separate con listelli in legno, posizionati su una medesima verticale, in corrispondenza del nodo tra staffe e correnti superiori (fig. 8).</p> <p>E’ necessario sovrapporre un numero massimo di file di travetti come indicato dalle schede tecniche del produttore; in ogni caso è buona norma non superare le 6 - 8 file in altezza dei travetti sovrapposti.</p>  <p><i>fig. 8 – travetti tralicciati accatastati con interposti listelli di legno o altri materiali su piani orizzontali stabili</i></p>	
<p><b>MANOVRA E POSA IN OPERA DEI TRAVETTI</b></p> <p><b>SOLLEVAMENTO E POSA BLOCCHI</b></p>	<p>Il sollevamento dei travetti con gru o autogrù di cantiere deve essere preceduto dalla verifica dello stato di idoneità e conservazione dei ganci e delle funi (verifica annuale e trimestrale) ed effettuando l’imbrago e il sollevamento secondo le prescrizione del produttore, come è riportato, quale esemplificazione, nella fig. 9 sottostante.</p> <p>La manovra dei travetti deve essere effettuata avendo cura che la suola risulti sempre rivolta verso il basso. In fase di sollevamento la distanza fra gli appoggi od agganci non dovrà superare i 3 m, mentre gli sbalzi d’estremità non dovranno essere maggiori di m. 1,25. I travetti 9x12 vengono posti in opera ad interasse di 50 cm; i travetti 13x14 ad inter. di cm 52. L’interasse dei travetti 3Q sarà di 50 cm, salvo diversa prescrizione.</p>  <p>I blocchi vengono forniti in pacchi su bancali. Il sollevamento viene effettuato mediante idoneo bilancino munito di rete di protezione. Nelle zone d’arrivo dei pacchi devono essere predisposti appositi pianali rinforzati in relazione al peso dei pacchi che è di circa 8 ql cadauno. La verifica del distanziamento dei travetti potrà essere facilmente effettuata disponendo un blocco alle estremità di ciascun interspazio avendo cura, nel gioco degli elementi, di mantenere l’interasse attribuito a ciascun tipo di travetto.</p> <p><i>fig. 9 – indicazioni produttore per movimentazione travetti e blocchi</i></p> <p><i>Scheda tecnica solaio a travetti precompressi Celersap RDB</i></p>	

2B1	FASE 1 – STOCCAGGIO E MOVIMENTAZIONE MATERIALI (TRAVETTI)	Fase 1 - 2
<p><b>PUNTI DI SOLLEVAMENTO TRAVETTI: VERIFICARE SCHEDE PRODUTTORE</b></p>	<p>Anche la distanza tra il punto di sollevamento e il bordo travetto, viene normalmente indicata nelle schede tecniche del produttore, in modo da garantire un sollevamento sicuro ed equilibrato. Normalmente, per travetti tralicciati di medie dimensioni, i ganci vanno posti sui tralicci ad una distanza “d” dal bordo travetto pari a circa <math>1/5 - 1/6</math> di L, con L che indica la luce del travetto (fig. 10).</p> <p>Oltre alla distanza dal bordo travetto prescritta, è altresì importante la posizione del gancio di sollevamento, che va sempre posto al vertice del triangolo del traliccio, come indica il dettaglio della figura 10.</p>  <p>AGGANCIO NEL VERTICE DEL TRIANGOLO RETICOLARE DEL TRALICCIO DI ARMATURA</p> <p><math>1/5 - 1/6 L</math></p> <p><math>L = \text{Lungh. travetto}</math></p> <p><math>1/5 - 1/6 L</math></p> <p>PARTICOLARE AGGANCIO (GANCIO DI SICUREZZA)</p> <p>fig. 10 – Punto di sollevamento del travetto tralicciato al vertice del triangolo del traliccio particolare aggancio (da scheda RDB)</p> <p>Qualora si intenda sollevare più travetti contemporaneamente, bisogna avere a disposizione due tubi di grosso spessore opportunamente calcolati, a cui agganciare il tirante a 4 bracci di circa 4 m., così da avere un angolo al vertice di tiro stretto (vedi fig. 11).</p>  <p>fig. 11 – sollevamento di più travetti tralicciati contemporaneamente</p>	

2B1	FASE 1 – STOCCAGGIO E MOVIMENTAZIONE MATERIALI (TRAVETTI)	Fase 1 - 3
<p><b>IMPORTANZA FONDAMENTALE ANGOLO AL VERTICE DI SOLLEVAMENTO: NORMALMENTE INFERIORE AI 60°</b></p>	<p>Il sollevamento del carico deve comunque essere tale da garantire un angolo al vertice ristretto: qualora non siano previste indicazioni particolari nella scheda tecnica del produttore - fornitore, utilizzare un angolo al vertice inferiore ai 60° (fig. 12).</p>  <p><i>fig. 12 – Importanza fondamentale dell'angolo al vertice nel sollevamento dei travetti tralicciati – qualora non siano previste indicazioni del fornitore, adottare funi e/o catene a formare un angolo inferiore ai 60°.</i></p>	

2B1	FASE 1 – STOCCAGGIO E MOVIMENTAZIONE MATERIALI (TRAVETTI)	Fase 1 - 4																																								
<p>fig. 13 – Fattore di aumento di carico da sopportare in base all'angolo al vertice di due funi o catene</p>	<p>E' importante, a questo proposito, segnalare che la portata effettiva di due brache diminuisce all'aumentare dell'angolo al vertice.</p> <p>Come cita la linea guida ISPESL per il sollevamento dei carichi, <i>volendo conoscere la portata effettiva di una braca avente un determinato angolo al vertice, bisognerà dividere la sua portata verticale per il coefficiente C indicato in tabella</i> di figura 13 in base all'angolo al vertice</p>																																									
	<table border="1"> <thead> <tr> <th>Angolo al vertice</th> <th>Fattore di aumento di carico</th> <th>Angolo al vertice</th> <th>Fattore di aumento di carico</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>0</td> <td>1</td> <td>90</td> <td>1,414</td> </tr> <tr> <td>10</td> <td>1,004</td> <td>100</td> <td>1,556</td> </tr> <tr> <td>20</td> <td>1,015</td> <td>110</td> <td>1,743</td> </tr> <tr> <td>30</td> <td>1,035</td> <td>120</td> <td>2,000</td> </tr> <tr> <td>40</td> <td>1,064</td> <td>130</td> <td>2,366</td> </tr> <tr> <td>50</td> <td>1,103</td> <td>140</td> <td>2,924</td> </tr> <tr> <td>60</td> <td>1,155</td> <td>150</td> <td>3,864</td> </tr> <tr> <td>70</td> <td>1,221</td> <td>160</td> <td>5,759</td> </tr> <tr> <td>80</td> <td>1,305</td> <td>170</td> <td>11,474</td> </tr> </tbody> </table>		Angolo al vertice	Fattore di aumento di carico	Angolo al vertice	Fattore di aumento di carico	0	1	90	1,414	10	1,004	100	1,556	20	1,015	110	1,743	30	1,035	120	2,000	40	1,064	130	2,366	50	1,103	140	2,924	60	1,155	150	3,864	70	1,221	160	5,759	80	1,305	170	11,474
	Angolo al vertice	Fattore di aumento di carico	Angolo al vertice	Fattore di aumento di carico																																						
	0	1	90	1,414																																						
	10	1,004	100	1,556																																						
	20	1,015	110	1,743																																						
	30	1,035	120	2,000																																						
	40	1,064	130	2,366																																						
	50	1,103	140	2,924																																						
	60	1,155	150	3,864																																						
70	1,221	160	5,759																																							
80	1,305	170	11,474																																							
<p>Ad esempio, disponendo di una catena a due bracci con portata in verticale di 10.000 kg, e volendo conoscere la portata con un angolo al vertice di 60°, si divide la portata in verticale per il coefficiente letto sulla tabella in corrispondenza dell'angolo al vertice di 60° (C = 1,155): la portata effettiva diventa così di <math>10.000/1,155 = 8.650</math> kg.</p>																																										
<p>Dalla stessa linea guida si segnala inoltre che, <i>“per angoli al vertice superiore ai 120° la portata varia notevolmente per piccole variazioni dell'angolo ed è bene evitare tali configurazioni eccessive adottando ad es. i bilancini</i> (fig. 12), necessari, appunto, per ridurre l'angolo al vertice delle brache e ripartire il carico su più punti.</p>																																										
<p>Oggi l'uso dei bilancini è pressoché ristretto agli stabilimenti di produzione dei manufatti e nei cantieri si usano generalmente tiri a 4 bracci di lunghezza tale da avere sempre angoli al vertice ridotti.</p>																																										
<p>In definitiva, per il sollevamento e movimentazione dei carichi, si ribadisce l'importanza di:</p>																																										
<ul style="list-style-type: none"> <li>• seguire scrupolosamente le indicazioni del produttore e/o fornitore di travetti e di pignatte, utilizzando sempre i punti di aggancio quando indicati;</li> <li>• verificare sempre la portata dei singoli accessori per il sollevamento e per l'imbracatura, attraverso le indicazioni riportate sul singolo elemento o sulle etichette dell'elemento stesso;</li> <li>• utilizzare solo ed esclusivamente accessori per il sollevamento e per l'imbracatura di portate e caratteristiche idonei ai carichi da movimentare;</li> <li>• adottare un angolo al vertice delle funi o catene il più acuto possibile, ricordando che più è acuto, minore è lo sforzo sopportato dagli accessori per il sollevamento e l'imbraco.</li> </ul>																																										

2B1	FASE 1 – STOCCAGGIO E MOVIMENTAZIONE MATERIALI (ELEMENTI INTERPOSTI)	Fase 1 - 5
<p><b>STOCCAGGIO BLOCCHI IN LATERIZIO</b></p> <p><b>NON SUPERARE I 3 PACCHI SOVRAPPOSTI DI LATERIZIO</b></p>	<p>In riferimento ai blocchi in laterizio è necessario, in primo luogo, utilizzare piani di appoggio orizzontali (<i>fig. 14</i>) e, se del caso, livellare e compattare il piano stesso, disponendo a terra tavoloni di ripartizione del carico. In secondo luogo è necessario non sovrapporre più di 2, massimo 3 pacchi uno sopra l'altro, interponendo in ogni caso listelli in legno o sfruttando i pianali scaricati dal camion alla base di ogni pacco (<i>fig. 14</i>), con l'attenzione di non danneggiare i palletts e il polietilene termoretraibile che avvolge i pacchi e li rende compatti e stabili.</p>  <p><i>fig. 14 – stoccaggio in cantiere con sovrapposizione dei pacchi di laterizio</i></p> <p>Nell'accatastamento dei blocchi di laterizio va segnalato che i pianali utilizzati alla base del pacco di laterizi sono spesso poco robusti per cui, dopo pochissime movimentazioni, risultano danneggiati.</p> <p>E' quindi importante porre particolare attenzione in cantiere allo stato di conservazione di questi pianali e al livellamento del piano di appoggio, interponendo, in corrispondenza di ogni listello danneggiato, nuovi elementi lignei di adeguato spessore prima di sovrapporre altri pacchi (<i>fig. 15</i>).</p>  <p><i>fig. 15 – evitare l'uso di listelli cedevoli o interporre lignei di adeguato spessore</i></p>	

2B1	FASE 1 – STOCCAGGIO E MOVIMENTAZIONE MATERIALI (ELEMENTI INTERPOSTI)	Fase 1 - 6
<p><b>CONTROLLARE IL DETERIORAMENTO DEI PACCHI, IN PARTICOLARE DEL POLIETILENE TERMORETRAIBILE CHE SI DETERIORA AI RAGGI UV</b></p>	<p>Qualora i pacchi rimangano stoccati per tempi superiori al mese va controllato il loro deterioramento: si segnala infatti che l'involucro in plastica del pacco si deteriora altresì con l'esposizione ai raggi ultravioletti del sole; proprio per questo motivo i produttori dei pacchi devono esporre in esso la data di confezionamento e la durata alla resistenza dei raggi ultravioletti (fig. 16 e 17), in modo da permettere la verifica sia dell'integrità che della resistenza offerta dal confezionamento stesso del pacco.</p> <p>Per stoccaggi prolungati è opportuno coprire i pacchi con teli opachi.</p> <div style="display: flex; justify-content: space-around;">   </div> <p>figg. 16 e 17 – pacco di laterizi confezionati con involucri in plastica, sul quale viene indicato la durata per la resistenza del pacco ai raggi Ultra Violetti (UV)</p>	
<p>Lo scarico dei laterizi potrà avvenire con muletto (piuttosto rara la sua presenza in cantiere), con braccio di sollevamento dell'automezzo, oppure con la gru di cantiere; in questi ultimi casi, per lo scarico, si utilizzano normalmente le forche per sollevamento (fig. 18).</p> <p>Tali forche (UNI EN 13155), qualora usate senza ulteriori protezioni, sono specificamente permesse per il solo carico e scarico dal camion e comunque senza mai superare con il carico altezza superiori ai 2 ml. da piano stabile.</p> <p>Ricordiamo infatti che la normativa tecnica di 50 anni fa (DPR 164/56, art. 58, comma 4) cita: <i>“il sollevamento dei laterizi, pietrame, ghiaia e di altri materiali minuti deve essere effettuato esclusivamente a mezzo di benne o cassoni metallici; non sono ammesse le piattaforme semplici o le imbracature”</i>.</p> <p>Il sollevamento in quota dei laterizi in pacchi confezionati con reggette e involucri di plastica termo - restringente, non può dunque essere effettuato con la sola forca, poiché le reggette e l'involucro di plastica sono considerati <i>“semplice imbracatura”</i> e potrebbero rompersi in caso di urti accidentali.</p> <p>Anche l'applicazione delle catene in dotazione a determinate forche che <i>“imbracano”</i> il pacco di laterizi, seppur rendono un po' più stabile e sicuro il sollevamento, non lo tutelano da eventuali cadute di sfridi o pezzi di laterizio in caso di urti accidentali durante il sollevamento stesso.</p>	 <p>fig. 18 – Sollevamento laterizi con benna senza ulteriori protezioni – sollevamento permesso: massimo 2 ml. da piano stabile</p>	

**2B1**
**FASE 1 – STOCCAGGIO E MOVIMENTAZIONE MATERIALI (ELEMENTI INTERPOSTI)**
**Fase 1 - 7**

In definitiva, il sollevamento e la movimentazione in quota dei laterizi per portarli al piano desiderato dovrà essere fatta in modo sicuro come richiede la normativa ricorrendo a "cassoni" o attrezzature similari. A questo proposito i produttori di elementi di sollevamento offrono diverse soluzioni per operare in sicurezza, che prevedono rispettivamente l'uso:

- di appositi cestoni a maglia metallica rigida;
- di speciali forche adattate ad accogliere sacchi di imbrago dei laterizi realizzati in materiale tessile resistente.

Nel primo caso, che prevede l'uso di cestoni completamente chiusi, segnaliamo che questi ultimi sono totalmente sicuri, anche se richiedono tempi integrativi per il carico e lo scarico dei laterizi; proprio per l'allungamento dei tempi di lavorazione risultano poco pratici e sono purtroppo poco utilizzati in cantiere (*fasi 1,2,3 e 4 figg. sottostanti*)



*fase 1 – si solleva il pacco di laterizi e si appoggia sul cassone*



*fase 2 – si sfilava la forca dal pacco e si reinfilava nella parte sottostante il cassone*



*fase 3 - si chiude il cassone metallico con specifico sportello*



*fase 4 – si può sollevare il carico in quota*

**2B1**
**FASE 1 – STOCCAGGIO E MOVIMENTAZIONE MATERIALI (ELEMENTI INTERPOSTI)**
**Fase 1 - 8**

A velocizzare i tempi di carico e scarico pur garantendo una buona sicurezza durante la movimentazione sono state introdotte sul mercato nazionale dei veri e propri sacchi di imbrago per laterizi, che costituiscono la seconda tipologia di soluzione citata.

Nelle figure 19 viene presentato un esempio di prodotto immesso sul mercato della Tecnobrevetti: si tratta di un telo, composto da una rete a maglie larghe protetta da due lenzuola di tessuto in poliestere cucito sulla rete e da una fune intrecciata lungo il suo perimetro, avente la funzione di proteggere i materiali caricati su forche e sollevabili da gru aventi portata non superiore a 1.500 kg. In caso di bruschi movimenti e di urti il sacco trattiene i laterizi e gli sfridi, impedendone la caduta.



*fig. 19 - sacco per imbrago e sollevamento laterizi tramite forca – rete a maglie 50 x 50 con telo in polipropilene e 8 anelli perimetrali a chiusura del sacco – foto e produzione Tecnobrevetti*

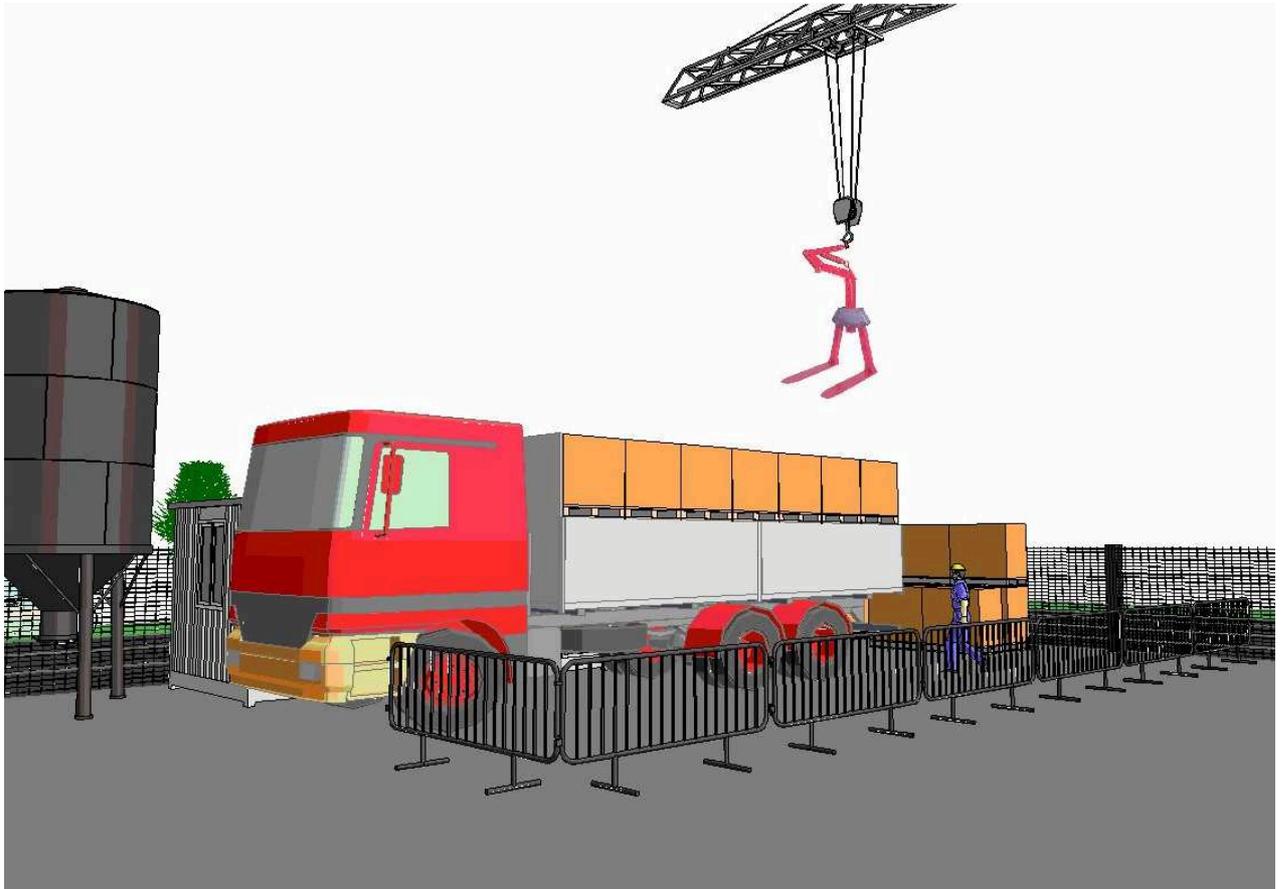
La fune superiore termina con 8 occhielli che vengono agganciati direttamente alla sommità della forca, a formare un vero e proprio sacco di protezione dei materiali posizionati sulla forca stessa.

Per agganciare il telo alla forca è necessario avere una specifica forca appositamente predisposta allo scopo, oppure, più semplicemente, adattare le forche in dotazione con i ganci e gli elementi evidenziati in rosso nelle immagini.

<b>2B1</b>	<b>FASE 1 – STOCCAGGIO E MOVIMENTAZIONE MATERIALI (ELEMENTI INTERPOSTI)</b>	<b>Fase 1 - 9</b>
------------	---	-------------------

Durante la fase di scarico con la forca è inoltre opportuno delimitare l'area di scarico dei laterizi anche quando la zona di stoccaggio si trova all'interno del cantiere, al fine di impedire la presenza di altri operai non interessati allo scarico nell'area di movimentazione dei mezzi di sollevamento.

Tale delimitazione può essere velocemente realizzata con transenne metalliche (fig. 20), oppure con semplici cavalletti e nastro bianco rosso.



*fig. 20 - Scarico laterizi dal camion con uso di gru e forca da cantiere – delimitare l'area di lavoro con transenne metalliche o cavalletti e nastro bianco rosso*

2B2	FASE 2 – POSA IN OPERA BANCHINAGGIO TRAVE LATERALI E ROMPIRATTA INTERMEDI	Fase 2 - 1
<p><b>INDISPENSABILI LE LE PROTEZIONI LATERALI E SUL PIANO DI LAVORO DAI RISCHI DI CADUTA</b></p>	<p>Come anticipato per la posa di un solaio a travetti prefabbricati si possono utilizzare indifferentemente due tipi di opere provvisionali:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• la cassetta completa di sostegno, con intavolato pieno o, in altri termini, realizzando un cosiddetto banchinaggio continuo</li> <li>• la cassetta parziale di sostegno, o banchinaggio discontinuo.</li> </ul> <p>Normalmente, nei solai a travetti e pignatte, viene utilizzato quest'ultimo tipo di banchinaggio, proprio perché l'introduzione di travetti prefabbricati autoportanti permette la loro messa in opera con il semplice appoggio alle due estremità e sui "rompitratte" intermedi. E' proprio nell'uso del banchinaggio discontinuo che permangono più alti i rischi di caduta dall'alto e, di conseguenza, è necessario adottare specifiche misure preventive</p> <p><b>Di seguito prenderemo in rassegna innanzitutto le fasi lavorative del banchinaggio discontinuo</b></p> <p>Completata l'esecuzione del primo ordine di pilastri il banchinaggio del solaio potrà iniziare solo quando</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>a. il ponteggio perimetrale sia completo fino alla quota del solaio in costruzione, con specifico parapetto che supera la quota solaio di almeno 1 m.;</li> <li>b. siano tutte protette le aperture sul solaio di imposta, con particolare attenzione al vano scala, che deve essere chiuso con assito spessore 5 cm. e luce max 1,80 ml.</li> </ol> <p><b>2.1 - Posa puntelli, travetti e assito per le travi di bordo solaio</b></p> <p>La posa del banchinaggio per le travi laterali del solaio, dovrà avvenire secondo le seguenti sottofasi.</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. Va messa in opera la quota di imposta del solaio, fissando ai pilastri un traverso orizzontale come riferimento per la quota prestabilita dell'intavolato della trave (<i>fig. 21</i>);</li> <li>2. si allestiscono a terra i portali rovesciati con morale sostenuto da due puntelli, quindi si capovolge il portale sistemandolo alla quota prestabilita dai traversi sui pilastri (<i>fig. 21 e 22</i>);</li> <li>3. si controventano i correnti con listelli di legno (<i>fig. 23 e 24</i>);</li> <li>4. si posizionano sui correnti stocchetti di morali trasversali ai correnti stessi, che costituiranno la base dell'assito della trave (<i>fig. 25</i>);</li> <li>5. si raffittiscono i puntelli sui correnti precedentemente innalzati e controventati (<i>fig. 25</i>) e si livella il piano;</li> <li>6. si posano le tavole dell'intavolato banchinaggio (<i>fig. 26</i>);</li> <li>7. si ripete l'operazione in tutte le luci dei pilastri.</li> </ol> <p>In alcune delle fasi lavorative richiamate è necessario che un operatore salga in quota, a livello del solaio, per l'esecuzione delle singole lavorazioni, con evidente rischio di caduta dall'alto; a tal proposito</p> <p><b>E' ASSOLUTAMENTE VIETATO IL CAMMINAMENTO SUI TRAVETTI TRASVERSALI POSTI IN QUOTA, SENZA DEBITE PROTEZIONI</b></p> <p><b>VANNO UTILIZZATE ATTREZZATURE SICURE, QUALI SCALE DOPPIE, SCALE A CASTELLO, PONTI SU CAVALLETTI.</b></p>	

2B2

FASE 2 – POSA IN OPERA BANCHINAGGIO TRAVE LATERALI E ROMPIRATTA INTERMEDI

Fase 2 - 2

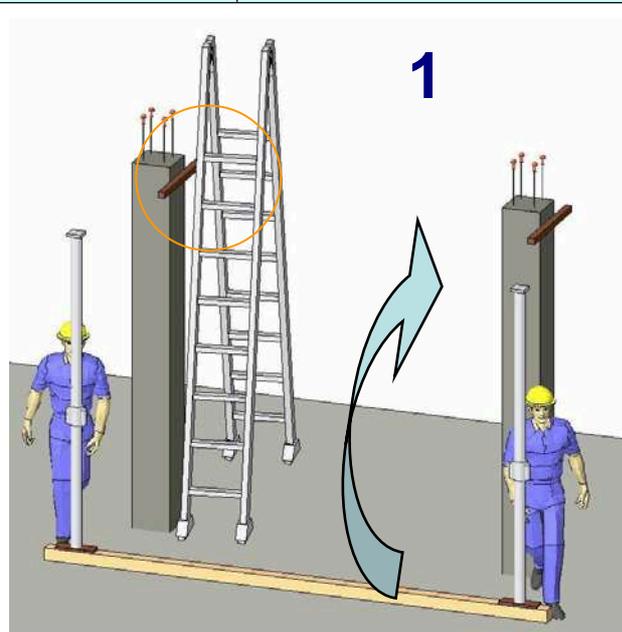


fig. 21 - posa in opera listelli di riferimento chiodati al pilastro e allestimento cavalle a terra con chiodatura puntelli al corrente di sostegno

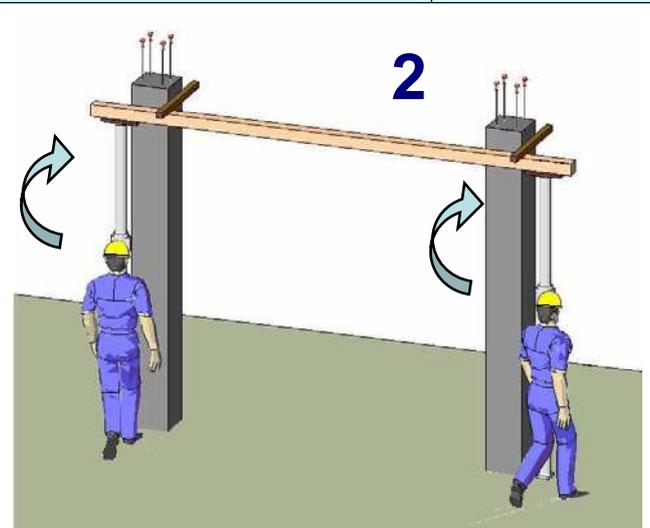


fig. 22 - innalzamento puntello e corrente a livello quotato per il banchinaggio

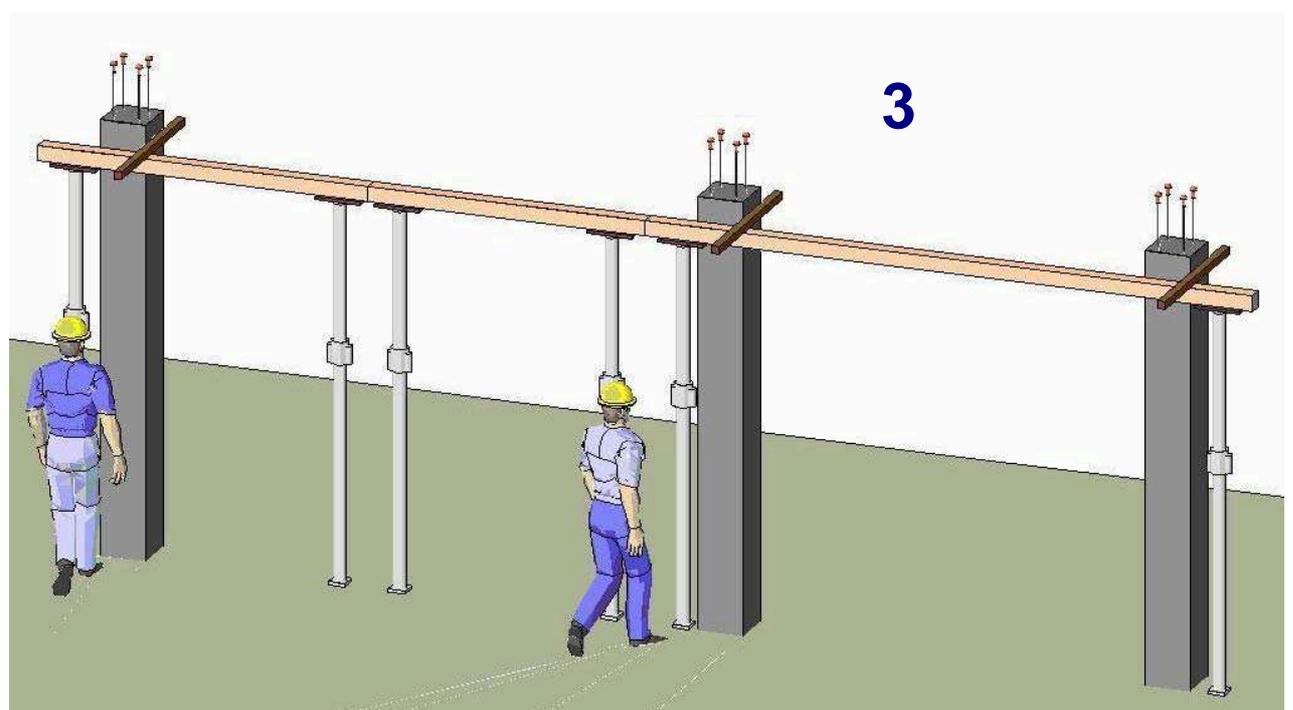


fig. 23 - posa in opera puntelli e travetto di sostegno banchinaggio

2B2

FASE 2 – POSA IN OPERA BANCHINAGGIO TRAVE LATERALI E  
ROMPITRATTA INTERMEDI

Fase 2 - 3

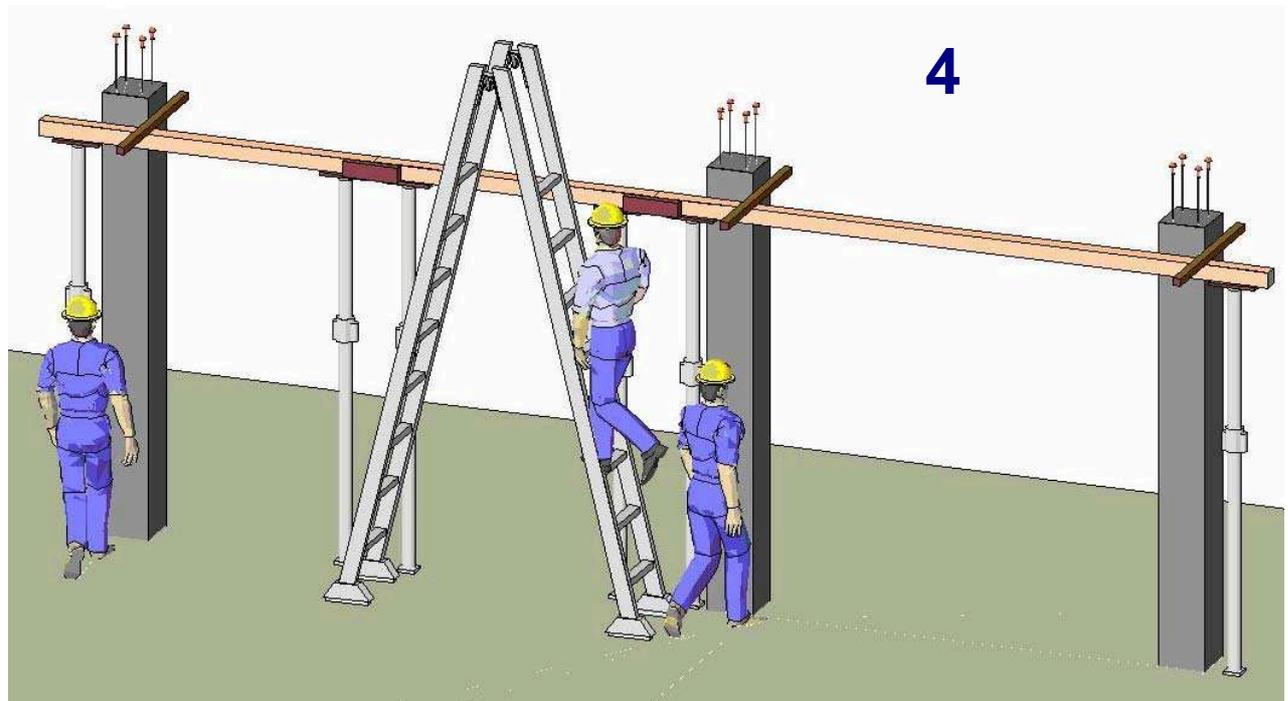


fig. 24 – collegamento - controvento correnti attigue con scala portatile

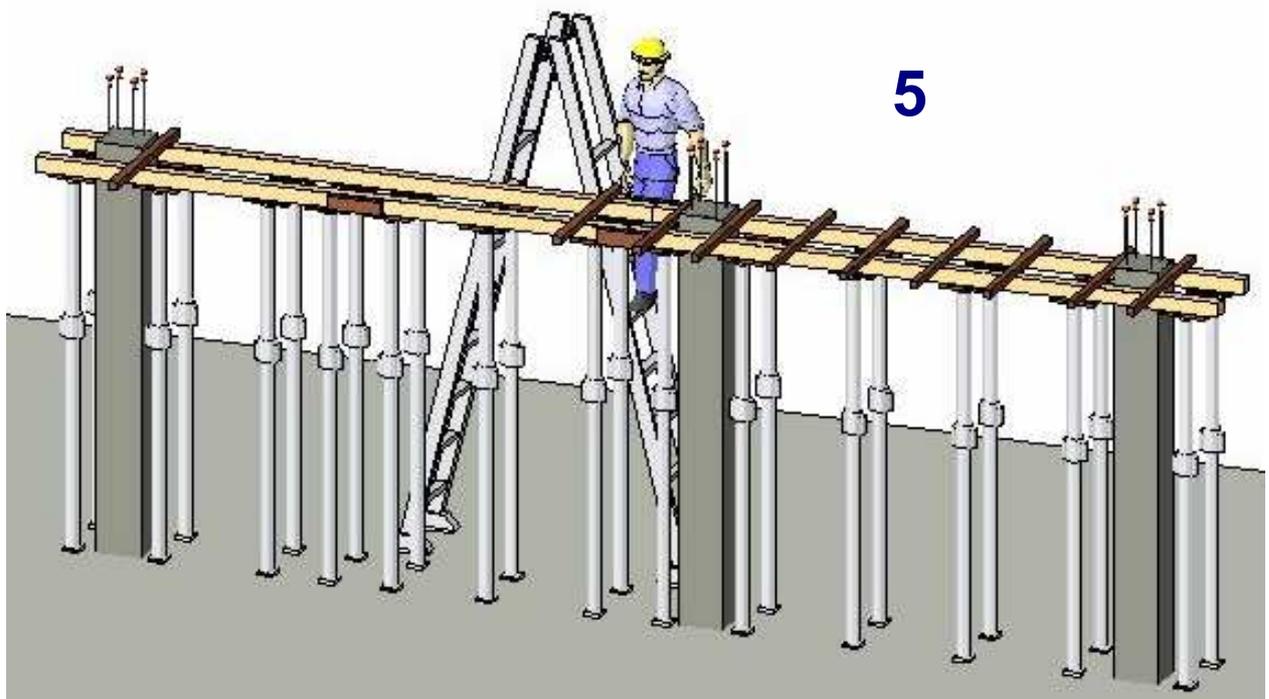
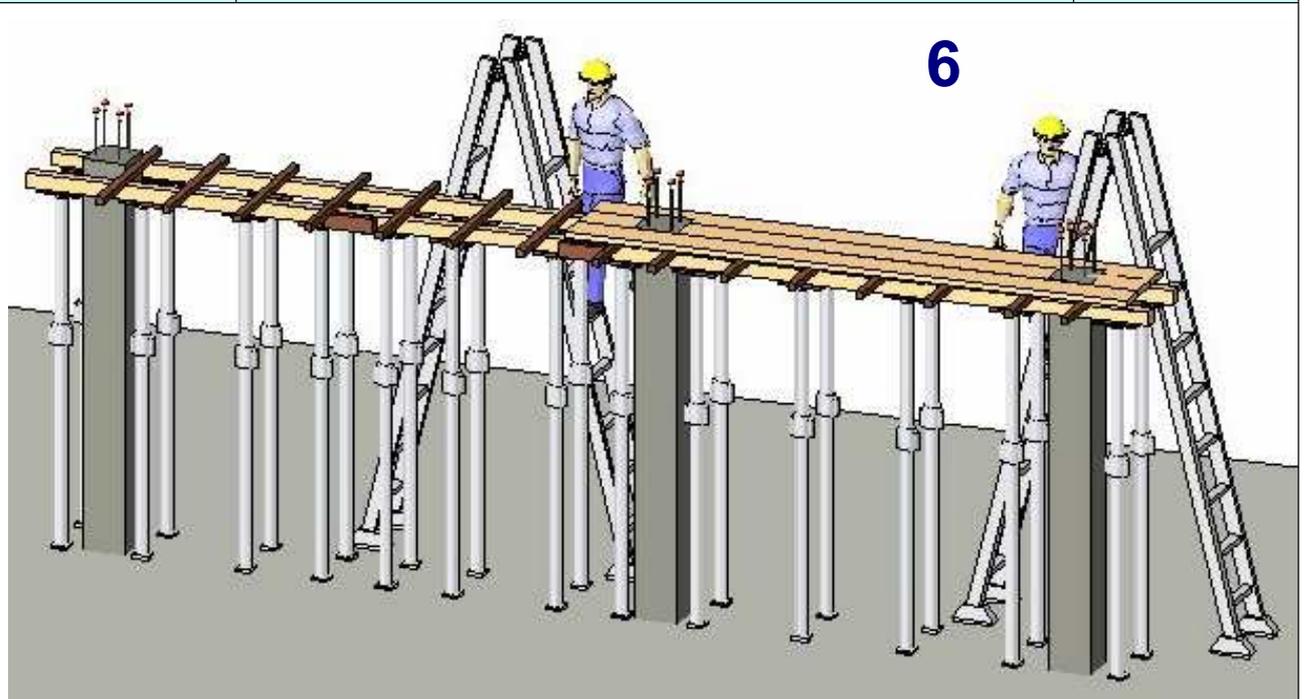
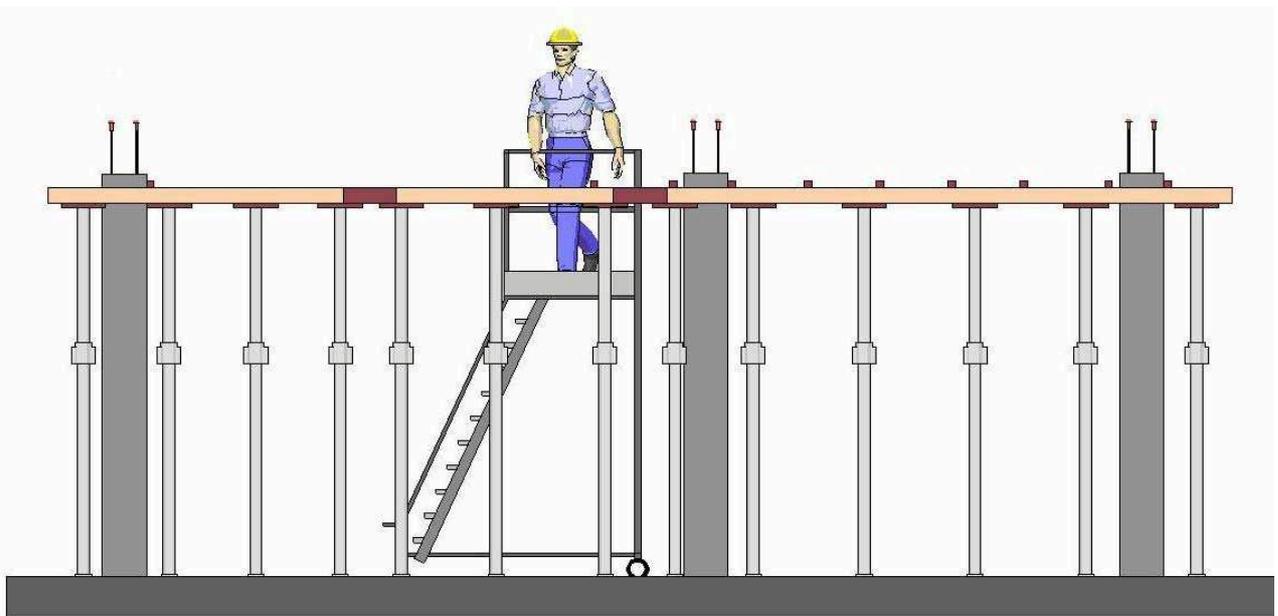


fig. 25 - posa in opera stocchetti trasversali ai correnti

**2B2**
**FASE 2 – POSA IN OPERA BANCHINAGGIO TRAVE LATERALI E ROMPIRATTA INTERMEDI**
**Fase 2 - 4**


*fig. 26 – posa in opera intavolato del banchinaggio trave*

La posa in opera del banchinaggio, oltre che con la scala portatile doppia, può altresì essere realizzata, in condizioni di maggior sicurezza, con l'uso della scala a castello di dimensioni adatte allo scopo: la piattaforma di lavoro dovrebbe arrivare a circa 1 m. sottostante il livello del banchinaggio.



*fig. 27 - posa in opera banchinaggio con uso scala a castello di dimensioni idonee alla lavorazione*

2B2	FASE 2 – POSA IN OPERA BANCHINAGGIO TRAVE LATERALI E ROMPITRATTA INTERMEDI	Fase 2 - 5
<p data-bbox="193 376 373 622"><b>POSA BANCHINAGGIO TRAVI CON USO OPERA PROVVISORIO (PONTEGGIO E PONTE SU CAVALLETTI)</b></p> <p data-bbox="193 685 427 1003"><i>fig. 28</i> <i>posa in opera assito delle travi del solaio con uso di opera provvisoria (ponte su cavalletti, ponte su ruote, scala doppia, scala a castello)</i></p> <p data-bbox="193 1720 427 1854"><i>fig. 29</i> <i>posa dei puntelli e rompitratta intermedi</i></p>	<p data-bbox="459 286 1474 439">Possono essere altresì utilizzati ponti su cavalletti (nel caso di solai non più alti di 3 ml.) oppure, per le travi perimetrali all'edificio, si potrà utilizzare il ponteggio precedentemente allestito (<i>fig. 28</i>). Nella figura 28 sono altresì già previsti i montanti annegati nei getti dei pilastri sui quali potrà essere tesata la linea vita alla quale si ancoreranno i lavoratori in quota.</p> <div data-bbox="496 450 1433 1016"> </div> <p data-bbox="459 1032 1098 1061"><b>2.2 - Posa in opera puntelli e rompitratta intermedi</b></p> <p data-bbox="459 1077 1474 1167">La posa in opera dei rompitratta intermedi è indispensabile per sostenere il piano complessivo del solaio a secco (travetti, pignatte, ferro e persone) e il peso del cls in fase di getto (<i>fig. 29</i>).</p> <p data-bbox="459 1182 1474 1272">La posa dei rompitratta è semplice, richiede semplici chiodature, il livellamento della quota di appoggio del solaio e la controventatura dei puntelli; il personale opera con scale doppie per le chiodature in quota e a terra per il livellamento puntelli.</p> <div data-bbox="459 1294 1474 1928"> </div>	

2B2	FASE 2 – POSA IN OPERA BANCHINAGGIO TRAVE LATERALI E ROMPIRATTA INTERMEDI	Fase 2 - 6
<b>POSIZIONAMENTO E DIMENSIONAMENTO PUNTELLI E TRAVETTI ROMPIRATTA:</b>	<p>Sul disegno del solaio, solitamente sulla prima facciata, oltre al nome della ditta che ha prodotto i travetti sono indicate alcune informazioni basilari quali il sistema di movimentazione e posa e la distanza dei puntelli rompitratta; queste prescrizioni sono la sintesi dei calcoli effettuati dai tecnici per la verifica dei carichi in gioco e la tensione sui materiali.</p> <p>Ciò che risulta di fondamentale importanza per la posa del solaio è appunto la <b>verifica dimensionale</b>, in base al carico del solaio, dei travetti rompitratta e del n° di puntelli da collocare, della loro portanza, della distanza tra un puntello e l'altro e tra una fila e l'altra di puntelli.</p> <p>E' pertanto essenziale <b>seguire scrupolosamente le informazioni dettagliate del produttore del solaio</b>, che deve fornire specifica scheda tecnica con i dati sopra richiamati, e/o tabelle di calcolo come quella indicata in <i>fig. 30.</i>, nella quale viene esemplificato il caso dei travetti in precompresso Celersap, della RDB.</p>	

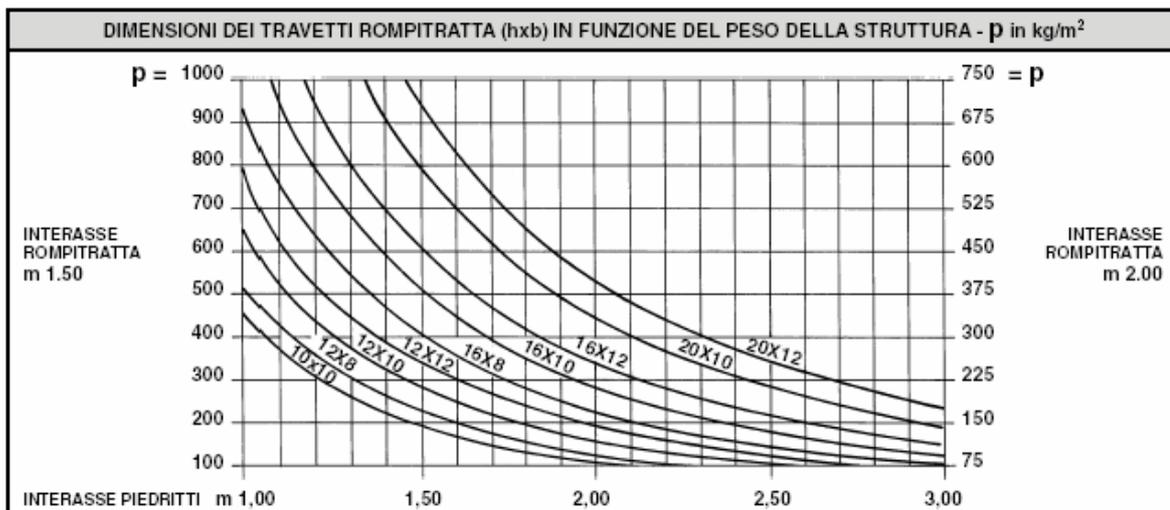
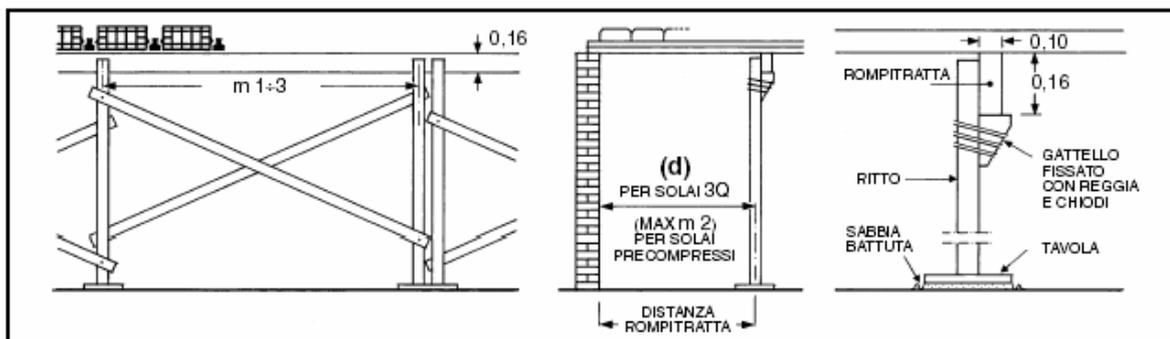
L'interasse dei rompitratta non deve in nessun caso superare i 2 m per i solai precompressi e la distanza "d" di tabella 1) per i solai 3Q; anche per le piccole luci occorre sempre almeno un rompitratta intermedio.

I ritti devono essere sufficientemente rigidi e collegati da adeguata controventatura. Il fissaggio delle travi rompitratta ai ritti viene effettuato mediante robusti gattelli.

- La peditibilità, in fase di esecuzione dell'impalcato, è consentita solo tramite appositi tavolami di ripartizione come da istruzioni C.N.R. 10025/84.

PESO PROPRIO SOLAIO (kg/m <sup>2</sup> )	250	285	320	365	400	425
<b>d</b> DISTANZA MAX TRA I ROMPIRATTA (m)	1,80	1,70	1,60	1,50	1,40	1,40

Tab. 1



ESEMPIO - Per montare un solaio Celersap 25+3 (Peso p = 300 kg/m<sup>2</sup>) con rompitratta ad interasse di m 2,00 aventi sezione di cm 16 x 10, l'interasse dei piedritti dovrà essere di circa m 1,70. Disponendo solo dei travetti 10 x 10 converrà ridurre l'interasse dei rompitratta a m 1,50 e quella dei piedritti non dovrà superare m 1,20 (corrispondente ascissa del diagramma).

fig. 30 – dimensionamento dei rompitratta in funzione del peso della struttura .

Esempio solaio Celersap prec. 3Q - RDB

2B3	FASE 3A – POSA IN OPERA TRAVETTI E ELEMENTI INTERPOSTI CON BANCHINAGGIO DISCONTINUO	Fase 3 - 1
<p><b>SOLUZIONI PER LA POSA IN OPERA IN SICUREZZA DI TRAVETTI E PIGNATTE</b></p>	<p>La fase di posa in opera dei travetti e delle pignatte con banchinaggio discontinuo è una fase altamente pericolosa per le possibili cadute nel vuoto sottostante, sia lateralmente che centralmente al solaio che si sta posando.</p> <p>Solitamente gli operatori posano travetti e pignatte senza adottare idonee misure di prevenzione, camminando in quota sulle banchine in costruzione, con il rischio costante di caduta nel vuoto.</p> <p>L'attenzione che deve essere posta alla sicurezza è dunque alta, adottando misure preventive che permettano una posa agevole e, nello stesso tempo, completamente sicura. A tale riguardo possiamo sintetizzare le seguenti possibili soluzioni:</p>	
	<ul style="list-style-type: none"> <li>soluzione 1 - uso della linea vita tesata tra montanti annegati nel getto di ripresa dei pilastri;</li> </ul>	
	<ul style="list-style-type: none"> <li>soluzione 2 - posa dal basso con ponte su cavalletti e/o scala a castello;</li> </ul>	
	<ul style="list-style-type: none"> <li>soluzione 3 - raffittimento banchinaggio;</li> </ul>	
	<ul style="list-style-type: none"> <li>soluzione 4 - reti di sicurezza.</li> </ul>	
<p>Analizzeremo separatamente queste soluzioni rimandando a schede specifiche eventuali approfondimenti sui alcuni sottotemi trattati.</p>		

<b>2B3 SOLUZIONE 1</b>	<b>FASE 3A – POSA IN OPERA TRAVETTI E ELEMENTI INTERPOSTI CON USO LINEA VITA</b>	<b>Fase 3 - 2</b>
<p data-bbox="194 611 395 819"> <b>POSA TRAVETTI CON USO DI LINEA VITA TESATA TRA MONTANTI PRE- ANNEGATI NEL GETTO DEI PILASTRI</b> </p> <p data-bbox="194 1216 400 1361"> <b>LA LINEA VITA VA TESATA IN QUOTA, A CIRCA 1,50 ML. DAL PIANO DI CALPESTIO</b> </p>	<p data-bbox="437 331 1474 421">                     La posa in opera del solaio in sicurezza, secondo questa prima soluzione, può essere fatta con uso della linea vita tesata tra montanti annegati nei pilastri e sviluppata al di sopra del banchinaggio delle travi laterali.                 </p> <p data-bbox="437 439 1474 528">                     I travetti prefabbricati vengono normalmente sollevati dalla gru di cantiere in blocchi di 4-5 unità, per essere poi “ricevuti” sul solaio dai posatori, che devono trovarsi già in condizioni di sicurezza.                 </p> <p data-bbox="437 546 1474 636">                     La posa preventiva della linea vita può essere fatto da posizione sicura sfruttando le opere provvisorie poste lateralmente alle travi del solaio da posare e/o utilizzando semplici scale doppie o a castello, oppure ponti su cavalletti.                 </p> <p data-bbox="437 654 1474 743">                     Allo stesso modo il ricevimento dei travetti può essere fatto anch'esso con le opere provvisorie laterali (<i>fig. 31</i>), oppure sfruttando la linea vita premontata e camminando sull'intavolato della trave e ancorati alla linea vita.                 </p> <div data-bbox="453 757 1458 1503"> </div> <p data-bbox="453 1518 1458 1581"> <i>fig. 31 – Ricevimento dei travetti da posizione sicura – sul ponteggio laterale a bordo edificio e/o su ponte su cavalletti dall'altro lato solaio</i> </p> <p data-bbox="437 1644 1474 1733">                     La loro successiva posa in opera, con “intestazione” delle pignatte tra un travetto e l'altro, avviene con gli operatori che camminano sul fondo della casseratura della trave di bordo ancorati alla linea vita.                 </p> <p data-bbox="437 1751 1474 1904">                     Per un buon funzionamento della linea vita questa dovrebbe essere posizionata in quota, sopra al livello di attacco del cordino sul dorso del lavoratore e il lavoratore dovrebbe essere ancorato ad essa con un cordino di sicurezza non troppo lungo, per permettere, in caso di caduta uno spazio libero residuo (distanza tra il piano sottostante e i piedi del lavoratore) minimo di almeno 1 m.                 </p>	

**2B3  
SOLUZIONE 1**
**FASE 3A – POSA IN OPERA TRAVETTI E ELEMENTI INTERPOSTI  
CON USO LINEA VITA**
**Fase 3 - 3**

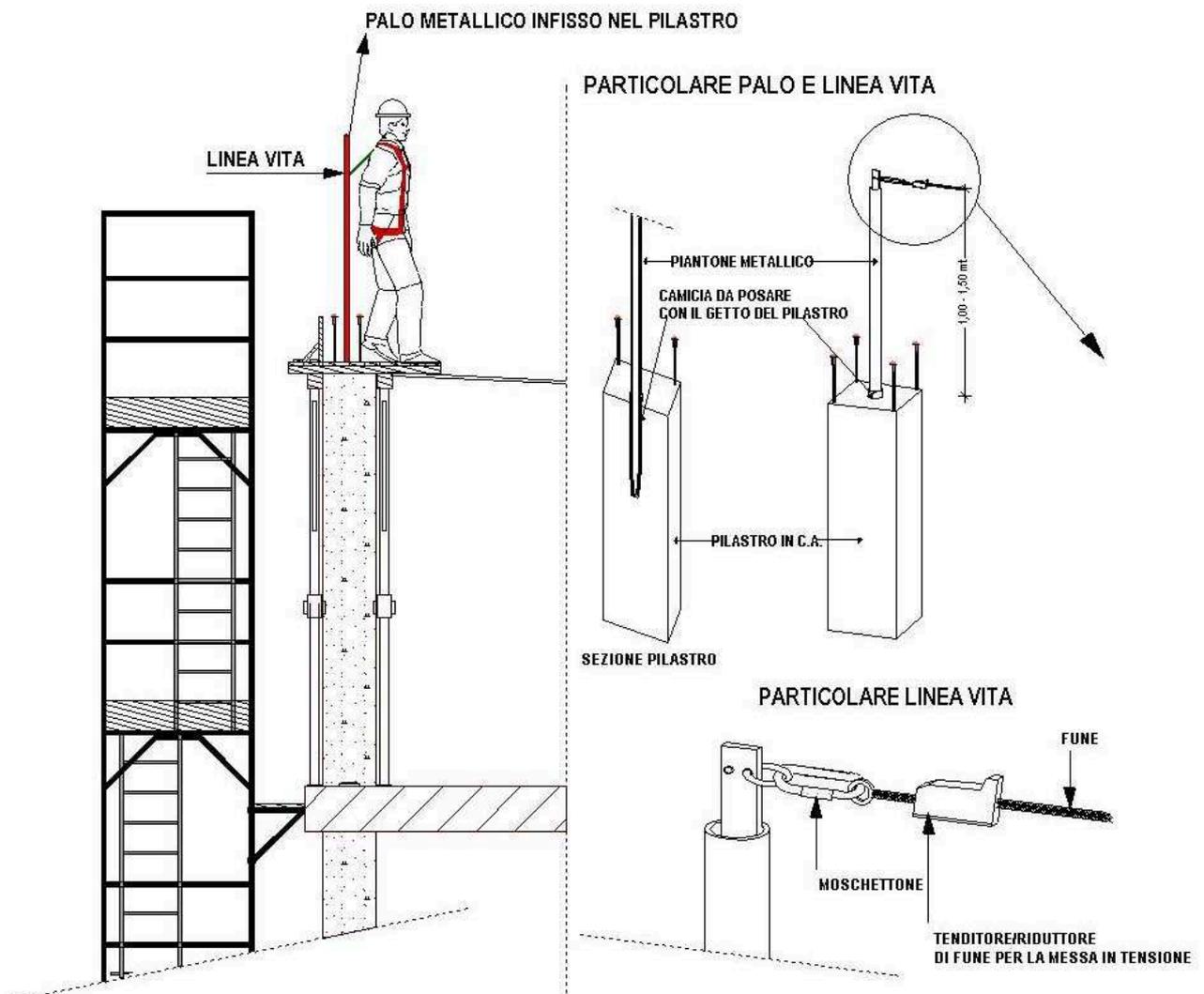
Da qui l'importanza di segnalare che la linea vita non deve mai essere improvvisata in cantiere, utilizzando elementi recuperati sul posto di lavoro quali pezzi di tubo e giunti da ponteggio e/o morsetti da ferramenta.

E' piuttosto indispensabile rivolgersi a personale competente per stabilire le caratteristiche del palo e dei vari elementi costituenti la linea stessa, nonché la necessità di verificare la resistenza del montante all'innesto con il pilastro.

Per quest'ultimo aspetto bisogna altresì tenere conto che la posa del solaio avviene normalmente dopo pochi giorni dal getto del pilastro, quando ancora il cls. del pilastro, non solo non ha ancora raggiunto la sua piena "maturazione", ma risulta avere una resistenza molto scarsa.

**Di conseguenza, la linea vita dovrà essere messa in opera seguendo uno specifico progetto di dettaglio che deve rispondere alle esigenze della normativa prestabilita (UNI EN 795).** Le caratteristiche di base di tale linea sono indicate in *fig. 32*.

Allo stato attuale, alcuni produttori di linea vita permanente per le coperture e altre per il montaggio ponteggi, stanno sperimentando i loro prodotti al caso della posa in opera del solaio, sviluppando le verifiche e le prove tecniche richieste dalla normativa sopra richiamata.



*Fig. 32 – particolari linea vita*

E' dunque ancora prematuro fornire indicazioni già collaudate al caso di specifico interesse.

**2B3  
SOLUZIONE 1**
**FASE 3A – POSA IN OPERA TRAVETTI E ELEMENTI INTERPOSTI CON  
USO LINEA VITA**
**Fase 3 - 4**

Ciò che può essere detto è che la valutazione e il calcolo della linea vita, da farsi preventivamente alla posa del solaio, deve necessariamente tenere in considerazione:

- la verifica che, in caso di caduta sul lavoratore non si sviluppi una forza superiore ai 6 kN; per questo è necessario valutare la “elasticità” della linea stessa (piegatura pali, flessione della fune) e richiedere, se necessario, la presenza del dissipatore sul cordino di trattenuta del lavoratore;
- la verifica del cosiddetto “tirante d’aria”, o “spazio libero di caduta in sicurezza”.

Si tratta di quella distanza complessiva minima tra il punto di ancoraggio e la superficie sottostante la caduta affinché il lavoratore non urti contro il suolo o contro ostacoli analoghi.

In pratica, il tirante d’aria si compone (vedi fig. 33):

- dell’altezza tra attacco dorsale del cordino e i piedi del lavoratore,
- della lunghezza di estensione del cordino di attacco con il suo dissipatore svolto,
- della freccia della linea vita con l’eventuale inclinazione dei pali metallici di ancoraggio linea;
- dello spazio libero residuo di sicurezza che, secondo la linea guida ISPESL “per la scelta, l’uso e la manutenzione di DPI contro le cadute dall’alto”, deve essere lungo almeno 1 m.

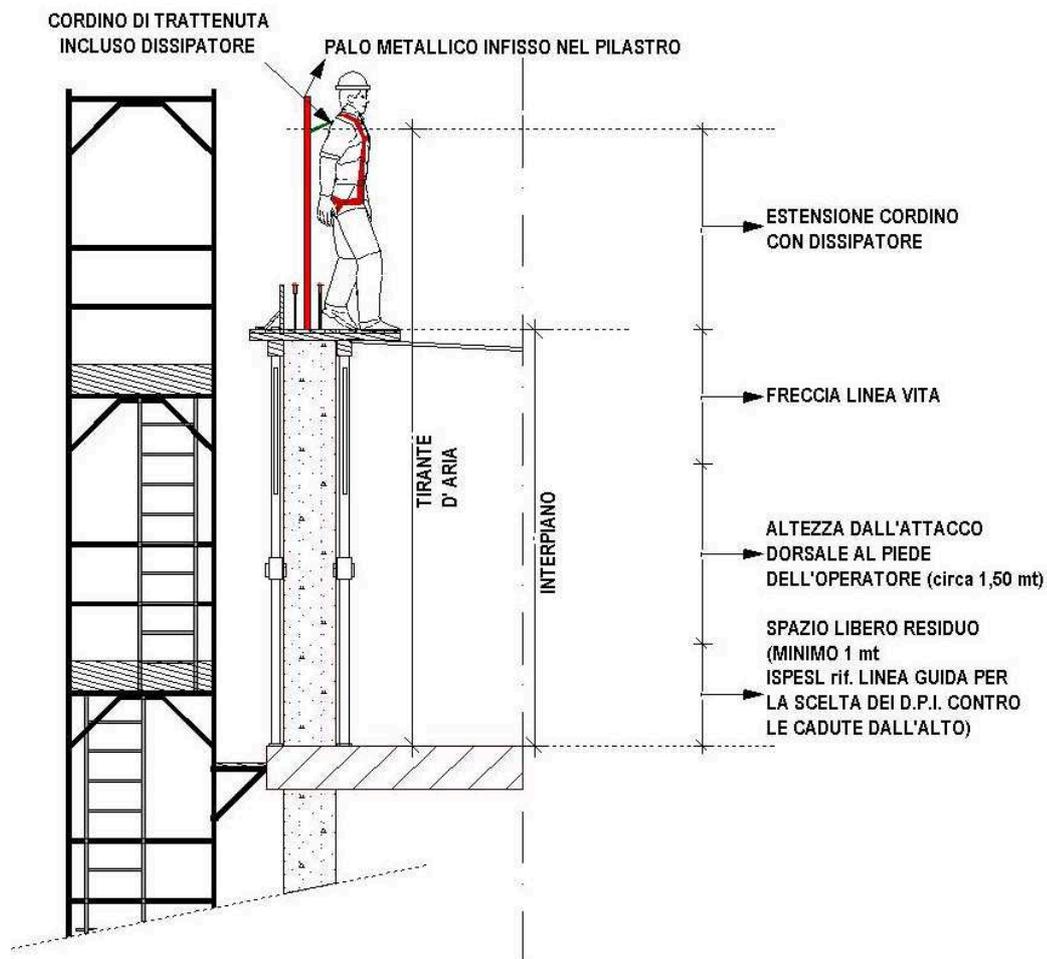
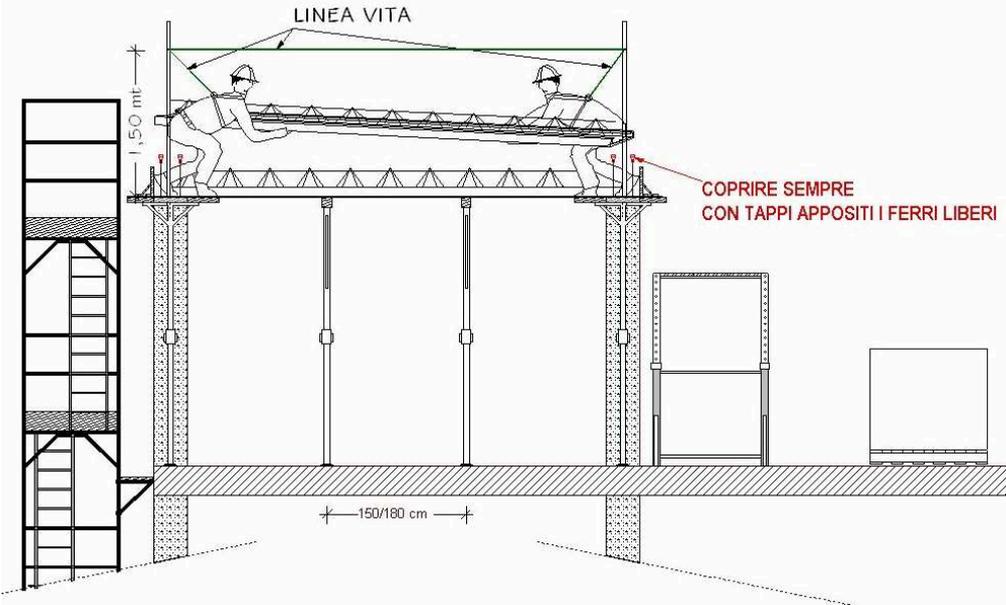


fig. 33 – Posa lastre con uso linea vita tesata tra i montanti annegati nel getto dei pilastri – verifica tirante d’aria

<b>2B3 SOLUZIONE 1</b>	<b>FASE 3A – POSA IN OPERA TRAVETTI E ELEMENTI INTERPOSTI CON USO LINEA VITA</b>	<b>Fase 3 - 5</b>
<p><b>VERIFICARE PREVENTIVAMENTE I PUNTI DI ANCORAGGIO: NON VANNO IMPROVVISATI</b></p>	<p>Allo stato attuale diversi produttori di linee vita stanno eseguendo test dei loro prodotti per adattare le esigenze specifiche della posa solai al rispetto del dettato normativo.</p>  <p><i>fig. 34 – posa travetti con uso linea vita</i></p> <p>Quand'anche si potesse concretamente sperimentare queste od altre linee vita alla posa in opera del solaio rimane comunque un problema ulteriore: infatti i ragionamenti fino ad ora sviluppati permetterebbero una buona posa in sicurezza soltanto dei travetti prefabbricati, della loro "intestazione" con la pignatta di testata, e delle primissime pignatte a ridosso del banchinaggio; le restanti pignatte non potrebbero essere montate con il cordino di dimensioni ridotte, né si potrebbe ipotizzare di avere un cordino di 2 ml. perché non impedirebbe al lavoratore, in caso di caduta, di urtare il pavimento sottostante.</p>	

**2B3  
SOLUZIONE 1**
**FASE 3A – POSA IN OPERA TRAVETTI E ELEMENTI INTERPOSTI CON  
USO LINEA VITA**
**Fase 3 - 6**

**NON  
IMPROVVISARE  
PUNTI DI  
ANCORAGGIO:  
CHIEDERE IL  
PARERE DI UN  
ESPERTO**

Per la posa delle ulteriori pignatte si potrebbe pensare ad una ulteriore linea vita, per così dire intermedia, perpendicolare alle prime e scorrevole sulle prime stesse, in modo che l'operatore possa costantemente mantenere un cordino di ancoraggio di ridotta lunghezza (fig. 35).

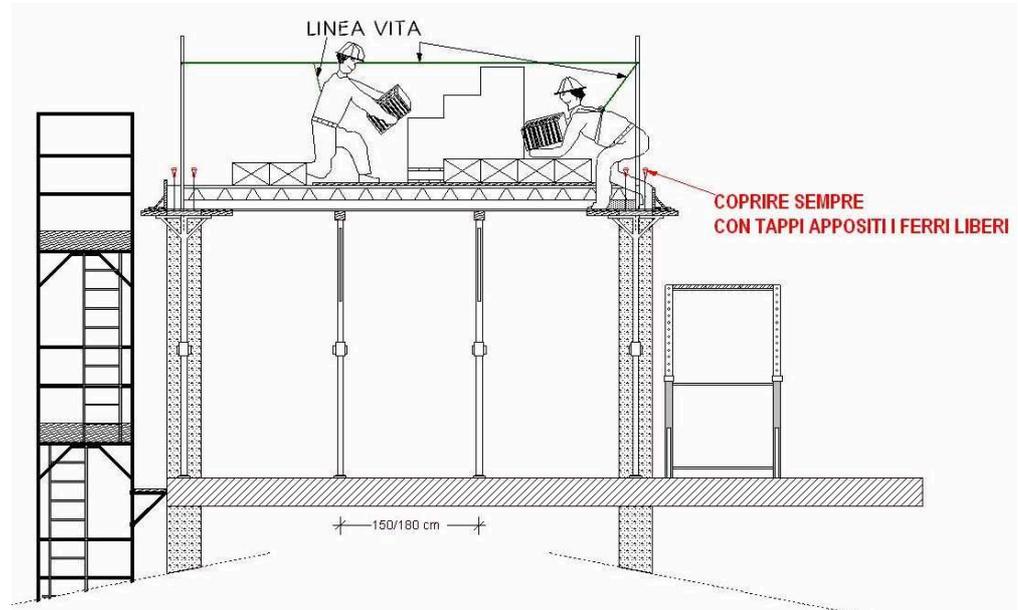


fig. 35 – posa pignatte con ancoraggio linea vita intermedia

Questa soluzione, sperimentata concretamente in cantiere e qui presentata a scopo informativo (figg. 36 e 37), non trova però ancora uno specifico riscontro in termini di verifica e collaudo della linea vita complessiva e, di conseguenza, non può ancora essere proposta come soluzione sicura.



fig. 36 e 37 - Esempio di sperimentazione linea vita doppia in cantiere

<b>2B3 SOLUZIONE 1</b>	<b>FASE 3A – POSA IN OPERA TRAVETTI E ELEMENTI INTERPOSTI USO LINEA VITA</b>	<b>Fase 3 - 7</b>
<p data-bbox="193 566 411 741"> <b>TAVOLE DI RIPARTIZIONE DEL CARICO SOTTO AL PALLETTS DELLE PIGNATTE DA METTERE IN OPERA</b> </p> <p data-bbox="193 1646 395 1821"> <b>DOTARSI SEMPRE DI UNO SPECIFICO PROGETTO CON LINEA VITA RISPONDENTE ALLA UNI EN 795</b> </p>	<p data-bbox="435 286 1474 436">                 Da ultimo va ricordato che per l'arrivo delle pignatte in prossimità della zona di lavoro, deve sempre essere controllato il luogo dove far calare con la gru di cantiere il pacco dei laterizi; si tratta, infatti, di pacchi particolarmente pesanti (circa 6-700 kg.) e, di conseguenza, risulta necessario redistribuire tale peso interponendo tavole di ripartizione del carico sul solaio già posato (<i>fig. 38</i>).             </p> <div data-bbox="435 504 1474 1541" style="border: 1px solid black; padding: 10px;"> <p data-bbox="475 510 810 566"> <b>PIANTA BANCHINAGGIO PARZIALE</b> </p> </div> <p data-bbox="435 1601 1401 1630"> <i>fig. 38 – posa in opera travetti e pignatte con uso di linea vita – vista planimetrica</i> </p> <p data-bbox="435 1742 1474 1861">                 A conclusione di questa parte è comunque doveroso rimarcare ancora una volta che per l'uso della linea vita, come soluzione di posa in opera in sicurezza del solaio, è necessario disporre preventivamente di uno specifico progetto di dettaglio che deve rispondere alle esigenze della normativa prestabilita (UNI EN 795).             </p>	

**2B3  
SOLUZIONE 2**
**FASE 3A – POSA IN OPERA TRAVETTI E ELEMENTI INTERPOSTI CON  
LAVORAZIONE EFFETTUATA DAL BASSO**
**Fase 3 - 8**

Organizzandosi adeguatamente e quando l'interesse dei rompitratta lo permettono, è possibile il posizionamento dei travetti prefabbricati e dei laterizi effettuato da sotto il piano di posa, con l'ausilio di ponti su cavalletti (figg. 39 ....43).

Questo metodo è possibile applicarlo in caso di solai ad altezze tradizionali, 3 ml., per permettere al lavoratore una lavorazione sufficientemente agevole da ponte su cavalletti.

In questo caso i pericoli di caduta sono naturalmente ridotti al salto inferiore ai 2 metri dal ponte su cavalletti.

**POSA TRAVETTI DA  
POSIZIONE  
SOTTOSTANTE CON  
LAVORATORE CHE  
OPERA DA PONTE  
SU CAVALLETTI**

fig. 39

posa travetti  
tralicciati dal  
piano sottostante  
il solaio

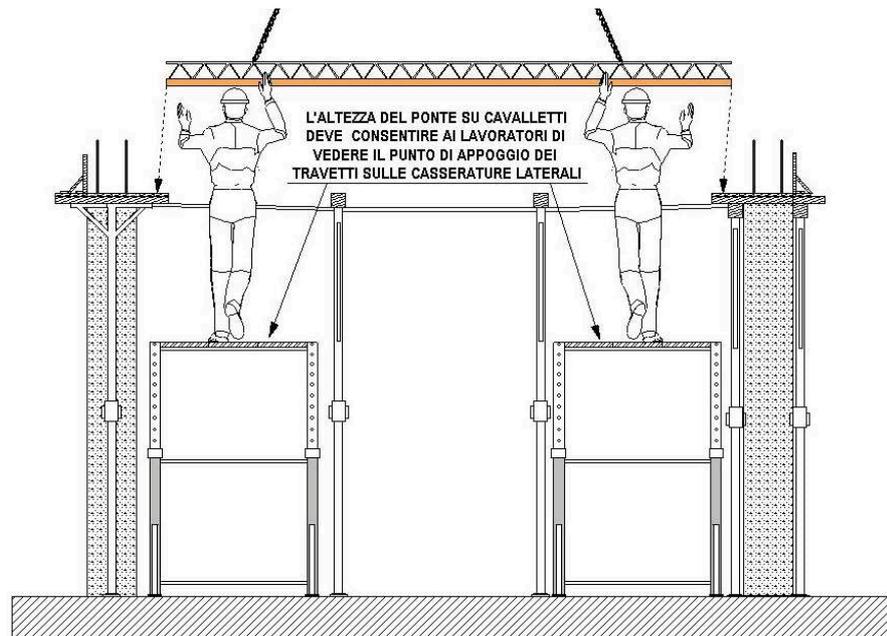
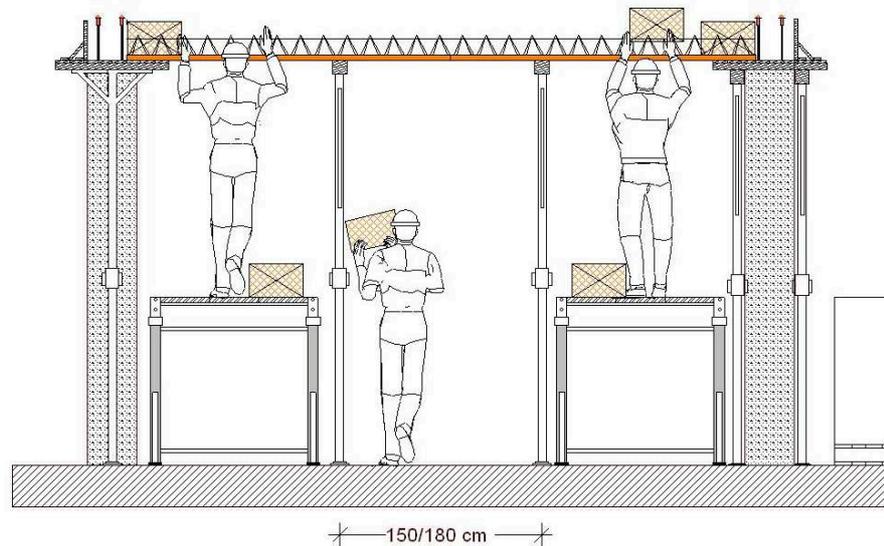


fig. 40

posa pignatte in  
laterizio dal piano  
sottostante il  
solaio



Va segnalato che con questo sistema il lavoratore non è costretto a stare continuamente chinato per la posa della pignatte; per contro, riduce leggermente i tempi di posa e aumenta i sollevamenti manuali delle pignatte stesse. Un'ulteriore difficoltà si ravvisa nella posa delle pignatte centrali, che può essere effettuata con una ulteriore fila centrale di ponti su cavalletti o rimanendo sulle file laterali ma con ponte su cavalletti leggermente innalzato fino ai 180/200 cm.

**2B3  
SOLUZIONE 2**
**FASE 3A – POSA IN OPERA TRAVETTI E ELEMENTI INTERPOSTI CON  
LAVORAZIONE EFFETTUATA DAL BASSO**
**Fase 3 - 9**

**UNA BUONA  
ORGANIZZAZIONE  
PERMETTE LA  
POSA DAL BASSO  
IN SICUREZZA E  
SENZA INTRALCI**

PIANTA  
BANCHINAGGIO PARZIALE

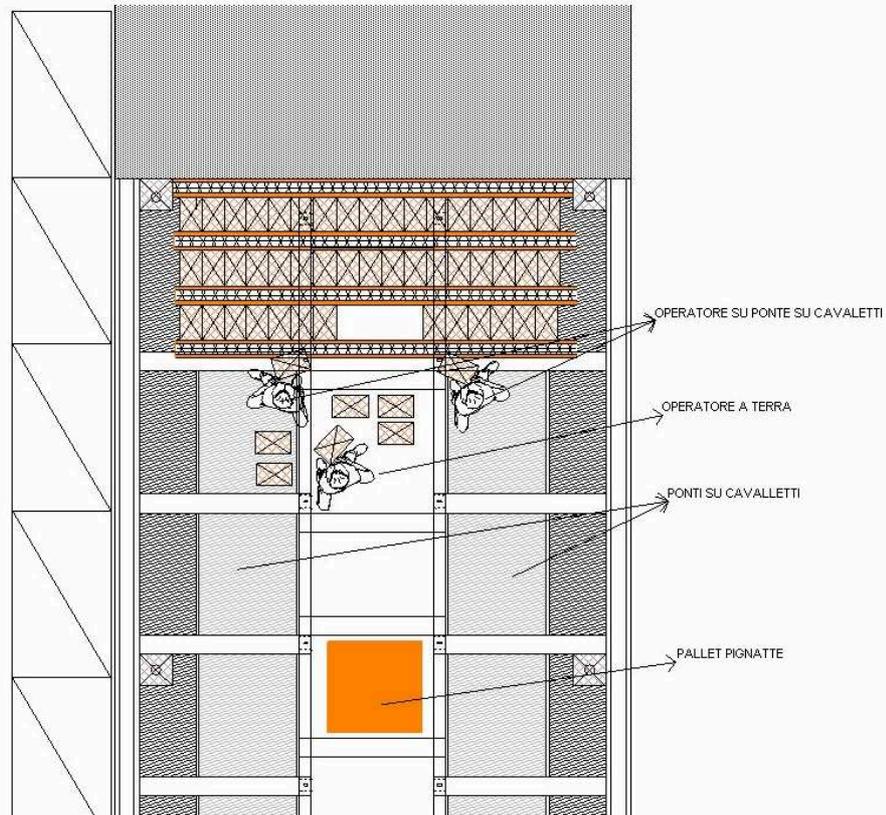


fig. 41 - posa travetti e pignatte dal piano sottostante il solaio – vista planimetrica

Per queste lavorazioni:

- deve essere tenuto ben sgombro il piano sottostante la posa del solaio,
- l'interasse dei rompitratta deve essere almeno pari a 120 cm., per permettere l'inserimento di ponte su cavalletti o di scale a castello tra le file di puntelli
- un operatore a terra deve rifornire costantemente le pignatte ai posatori (come per la posa dall'alto).



figg. 42 e 43 – Esempi operativi di posa travetti e pignatte in laterizio dalla parte sottostante del solaio

<b>2B3 SOLUZIONE 3</b>	<b>FASE 3A – POSA IN OPERA TRAVETTI E ELEMENTI INTERPOSTI CON RAFFITTIMENTO TRAVETTI DI SOSTEGNO SOLAIO</b>	<b>Fase 3 - 10</b>
<p data-bbox="193 383 384 528"> <b>DA PROTEGGERE ANCHE LE ZONE LATERALI AL BANCHINAGGIO TRAVI</b> </p> <p data-bbox="193 645 363 790"> <b>IL SISTEMA RICHIEDE AUMENTO DI MATERIALE E MANOD'OPERA</b> </p>	<p data-bbox="437 286 1474 376">                     In questa terza soluzione viene proposto un raffittimento dei travetti di sostegno del solaio in modo che possa essere parzialmente coperto il buco tra un travetto prefabbricato e l'altro attiguo (<i>figg. 44 e 45</i>).                 </p> <p data-bbox="437 394 1474 483">                     Sperimentato in alcuni cantieri veronesi questa soluzione offre una buon livello di sicurezza durante le fasi di posa travetti e pignatte. Vanno inoltre protette le zone laterali al banchinaggio trave                 </p> <p data-bbox="437 501 1474 562">                     Va segnalato che il sistema richiede un aumento di materiale e di sua movimentazione all'interno del cantiere, con lieve incremento quindi di risorse nel suo complesso.                 </p> <div data-bbox="592 622 1318 1160" data-label="Image"> </div> <div data-bbox="564 1227 1342 1809" data-label="Image"> </div> <p data-bbox="448 1827 1461 1888"> <i>figg. 44 e 45 – Esempi operativi di posa travetti e pignatte in laterizio con raffittimento travetti di sostegno solaio</i> </p>	

<b>2B3</b> <b>SOLUZIONE 4</b>	<b>FASE 3A – POSA IN OPERA TRAVETTI E ELEMENTI INTERPOSTI CON</b> <b>USO DI RETI A CHIUSURA VANI SOTTOSTANTI</b>	<b>Fase 3 - 11</b>
<p><b>Posa in opera travetti e pignatte in laterizio con uso di reti metalliche</b></p> <p>Dalla ricerca Fearless – scuola edile di Verona - citiamo:</p> <p><i>Soluzione sperimentata in cantieri veronesi interponendo fogli di rete elettrosaldata tra i correnti rompitratta e travetti/pignatte. Pur giudicando interessante l'idea, tuttavia permangono diversi limiti da superare quali, ad esempio, punti di sovrapposizione dei fogli di rete, ancoraggi della rete a parti stabili, poca maneggevolezza sia nella posa che nel recupero della rete durante il disarmo.</i></p> <p><i>Rimane soprattutto da approfondire il sormonto tra un foglio e l'altro della rete metallica</i></p>	 <p style="text-align: center;">fig. 46 – Uso di rete metallica</p>	
<p><b>Posa in opera travetti e pignatte in laterizio con uso di reti in materiale sintetico (plastica) tipo tenax</b></p> <p><i>Soluzione sperimentata in cantieri veronesi (ricerca Fearless – scuola edile di verona) con reti in materiale sintetico a fitta maglia, con buone caratteristiche meccaniche (resistenza long. 6800 N e trasv. 7800 N – carico 7 q. / mq.)</i></p> <p><i>Soluzione di semplice allestimento nella quale la rete può essere recuperata, anche se non totalmente, a fine lavori; oppure rimanere integrata nell'intradosso del solaio anche quale funzione di aggrappante dell'intonaco.</i></p> <p><i>Interessante soluzione per il costo contenuto e per le caratteristiche meccaniche.</i></p> <p><i>Rimane soprattutto da approfondire il fissaggio rete a bordo solaio, le modalità di ancoraggio e i problema della futura omologazione</i></p>	 <p style="text-align: center;">fig. 47 – Uso di rete in materiale sintetico tipo tenax</p>	

**2B3**  
**SOLUZIONE 4**
**FASE 3A – POSA IN OPERA TRAVETTI E ELEMENTI INTERPOSTI CON**  
**USO DI RETI DI SICUREZZA**
**Fase 3 - 12**

Dalla ricerca “Feraless” – Scuola edile di VR, citiamo:

*La soluzione prevede di identificare attentamente i punti di fissaggio della rete, potrebbe rappresentare la vera alternativa al banchinaggio con cassatura continua inferiore. E' facilmente recuperabile, è omologata allo scopo ed è di rapida stesura. I limiti tuttavia appaiono legati all'elevato costo iniziale della rete oltrechè alla facilità di usura della stessa.*

*Esistono inoltre limiti strutturali legati alle dimensioni delle reti presenti oggi in commercio. L'irregolarità architettonica delle costruzioni può rappresentare una limitazione d'uso della rete per quanto concerne la difficile stesura su tutta la superficie e l'idoneità dei punti di ancoraggio. A tal proposito è inoltre importante ribadire la necessità di allestire i punti di ancoraggio con materiali e con ganci omologati.*

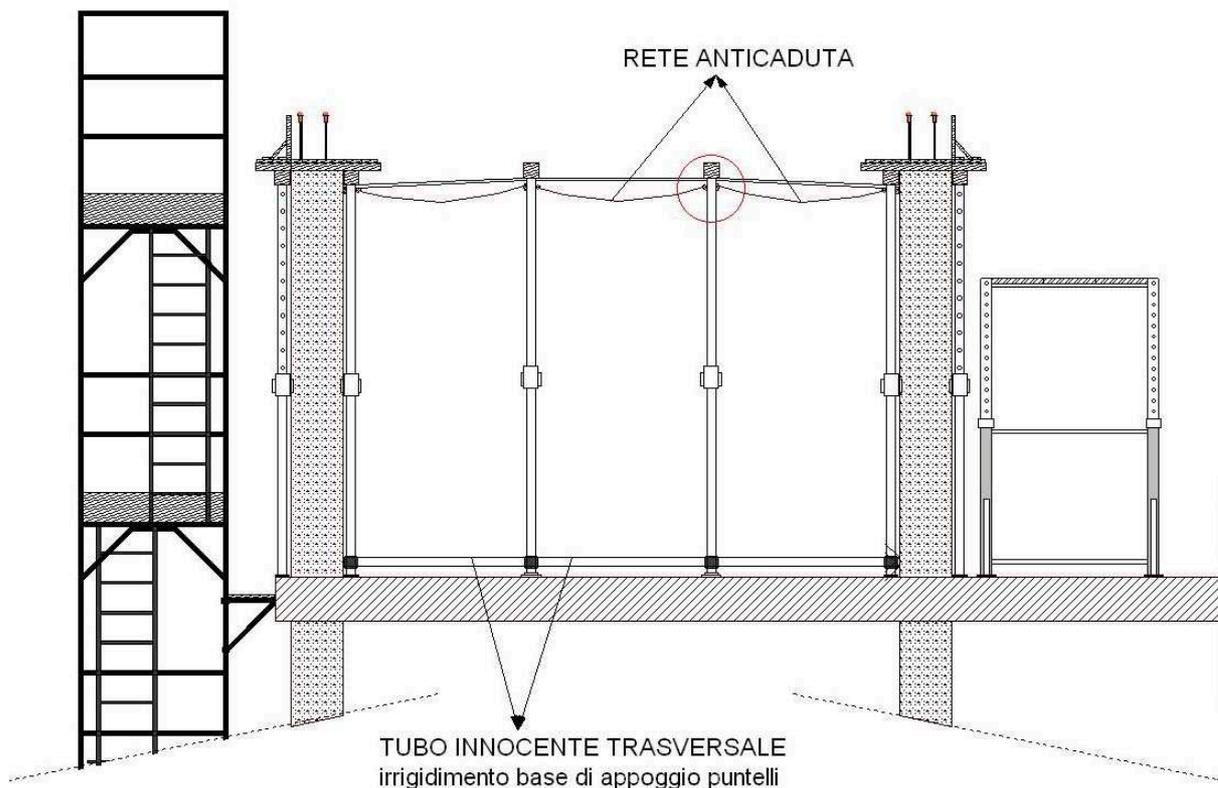
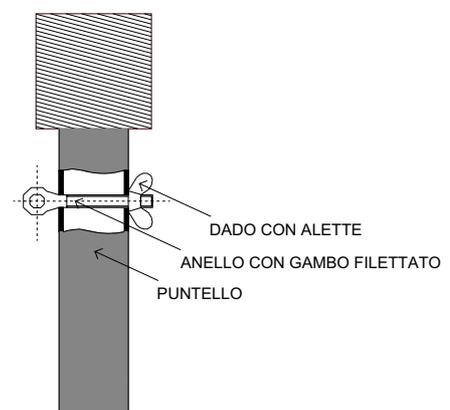


fig. 48 – Uso reti di sicurezza

fig. 49 – dettaglio punto di ancoraggio rete di sicurezza,  
 da effettuarsi con anello con gambo filettato sul puntello  
 (da studio tecnico Romeo srl)



**2B3  
SOLUZIONE 4**
**FASE 3A – POSA IN OPERA TRAVETTI E ELEMENTI INTERPOSTI CON  
USO DI RETI DI SICUREZZA**
**Fase 3 - 13**

**LE RETI DI  
SICUREZZA NON  
VANNO  
IMPROVVISATE IN  
CANTIERE:  
CHIEDERE L'AIUTO  
DI UN ESPERTO**

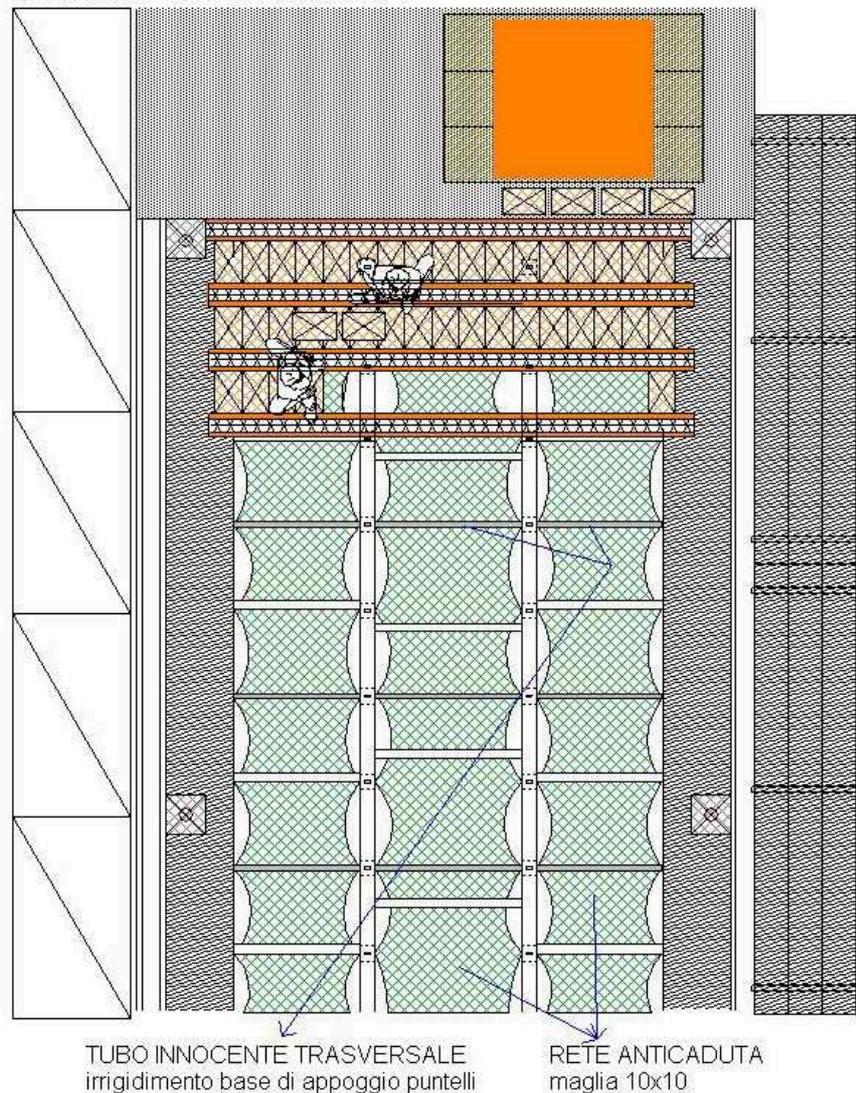
La messa in opera della rete di sicurezza va effettuata dal piano di calpestio o con semplice sgabello di rialzo di 30/40 cm.

Come per la linea vita, anche in questo caso è necessario sviluppare un approccio tecnico al problema delle reti di sicurezza, evitando l'improvvisazione in cantiere.

A questo riguardo si segnala l'interessante studio sviluppato dalla Romeo Srl "Reti anticaduta per la costruzione dei solai e coperture", con evidenziati i calcoli strutturali e le prove dinamiche di caduta di grave nella rete ancorata con anello con gambo filettato nella parte superiore del puntello (fig. 49), oltre alla stima dei tempi, del materiale e dei costi aggiuntivi per la posa della rete stessa.

Per evitare perdita di stabilità dei puntelli in caso di caduta, si segnala la necessità di inserire un tubo innocenti trasversale alla base dei puntelli, come irrigidimento degli stessi: dai calcoli effettuati non risulta necessario un equivalente irrigidimento nella parte superiore dei puntelli stessi.

*PIANTA  
BANCHINAGGIO PARZIALE*



*fig. 50 – Uso reti di sicurezza – vista planimetrica*

<b>2B3 SOLUZIONE 4</b>	<b>FASE 3A – POSA IN OPERA TRAVETTI E ELEMENTI INTERPOSTI CON USO DI RETI DI SICUREZZA</b>	<b>Fase 3 - 14</b>
<p><b>INCONVENIENTI RETI DI SICUREZZA</b></p>	<p>Nel complesso la rete di sicurezza risulta abbastanza semplice e veloce da montare, ma presenta alcuni inconvenienti, quali:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• la necessità di irrigidire i puntelli tramite loro collegamento alla base con tubi e giunti, per una maggior garanzia di tenuta in caso di caduta;</li> <li>• la presenza di vuoti tra rete e rompitratta, soprattutto quando la rete non viene ben tesata;</li> <li>• la difficoltà di adattamento delle misure standard delle reti presenti sul mercato alle varie larghezze degli interassi dei rompitratta;</li> <li>• la pesantezza della rete di sicurezza da manovrare.</li> </ul> <div data-bbox="486 660 1422 1444" data-label="Image"> </div>	

fig. 51 – Uso reti di sicurezza – esempio operativo (da esperienza Romeo Srl)

<b>2B3 SOLUZIONE 5</b>	<b>FASE 3B – POSA IN OPERA TRAVETTI E ELEMENTI INTERPOSTI CON BANCHINAGGIO CONTINUO</b>	<b>Fase 3 - 15</b>
<p><b>EVITARE LA POSA DI PANNELLI INTAVOLATO ESEGUITA DALL'ALTO, A MENO CHE NON VENGA ESEGUITA CON L'USO DI LINEA VITA</b></p>	<p>La posa in opera dell'orditura con casseratura continua viene utilizzata, in alcuni casi anche per i solai non completamente gettati in opera quali i solai a travetti e pignatte. Il materiale impiegato ha sicuramente un costo maggiore rispetto alla tradizionale soluzione con banchinaggio e rompitratta, ma la velocità della posa in opera e la buona organizzazione del lavoro permettono di ridurre notevolmente la mano d'opera, ammortizzando in poco tempo i maggiori costi dei materiali, soprattutto per grandi superfici di solaio da posare.</p> <p>Sul mercato sono ormai diffusi diversi sistemi di casseratura completa per la posa del solaio (Peri; Hunnebeck, Doka, Alpi, ...per citare le più conosciute); tutti fanno sostanzialmente riferimento:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• alla posa dei puntelli e dei travetti (in alcuni casi viene adottata una doppia orditura di travetti, principali e secondari);</li> <li>• quindi la posa delle casseforme o pannelli dell'intavolato completo.</li> </ul> <p>Ciò che è importante è che la posa di tale casseforme venga realizzata in totale sicurezza, o dal basso con ponte su cavalletti o ponti su ruote (soluzione da privilegiare), oppure in quota con uso linea vita.</p> <p>In diversi cantieri la posa dei pannelli dell'intavolato avviene dall'alto, con l'apparecchio di sollevamento che scarica in quota i pacchi di pannelli da posare; ciò è dovuto sia alla maggior velocità nella posa stessa, sia al minor sforzo che devono compiere i lavoratori abbassando il pannello anziché alzarlo.</p> <p>Purtroppo sono ancora oggi diffuse situazioni di posa della casseforme dall'alto senza fare uso di alcuna protezione, con i rischi di caduta nel vano sottostante di persone e materiali (fig. 52 e 53).</p> <div data-bbox="450 1146 1460 1532"> </div> <p><i>fig. 52 e 53 – posa pannelli intavolato eseguita dall'alto senza protezioni</i></p> <p>Quando si realizza la casseratura al primo piano o a quelli superiori è necessario che la posa abbia inizio solo quando:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• il ponteggio perimetrale sia completo fino alla quota del solaio in costruzione;</li> <li>• le aperture sul solaio di imposta, compreso il vano scala, siano tutte chiuse con assiti di protezione.</li> </ul>	

**2B3  
SOLUZIONE 5**
**FASE 3B – POSA IN OPERA TRAVETTI E ELEMENTI INTERPOSTI CON  
BANCHINAGGIO CONTINUO**
**Fase 3 - 16**
**POSA PANNELLI  
INTAVOLATO DAL  
BASSO**
**B3b.1 - Posa puntelli e travetti dal basso**

La posa dei puntelli e dei travetti viene realizzata, per necessità operativa, dal basso, innestando il puntello al travetto e innalzando in quota travetto e puntello (figg. 54, 55 e 56); i puntelli di partenza sono dotati di una base a tre piedi che permette loro di mantenere autonomamente la verticalità.

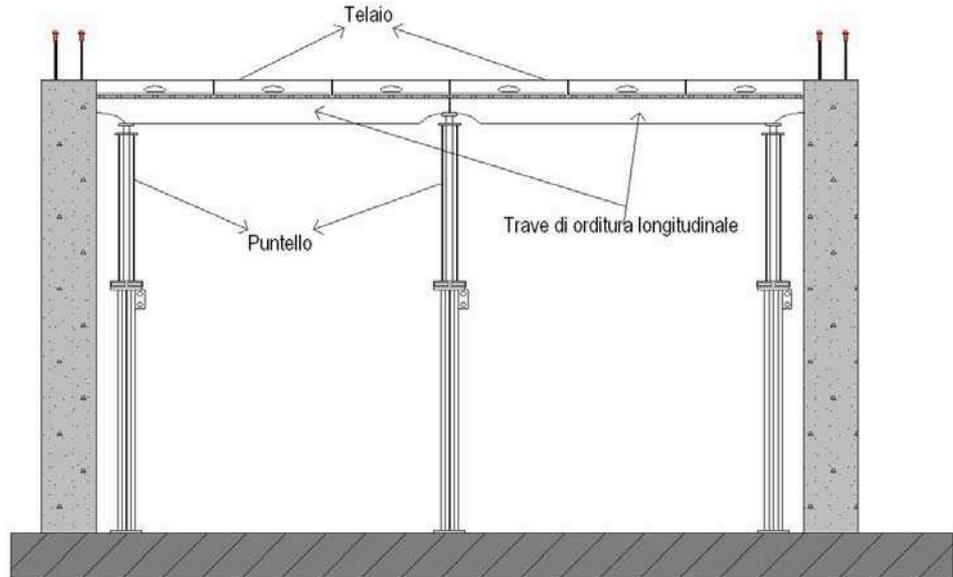


fig. 54 – sistema cassero tipo Peri

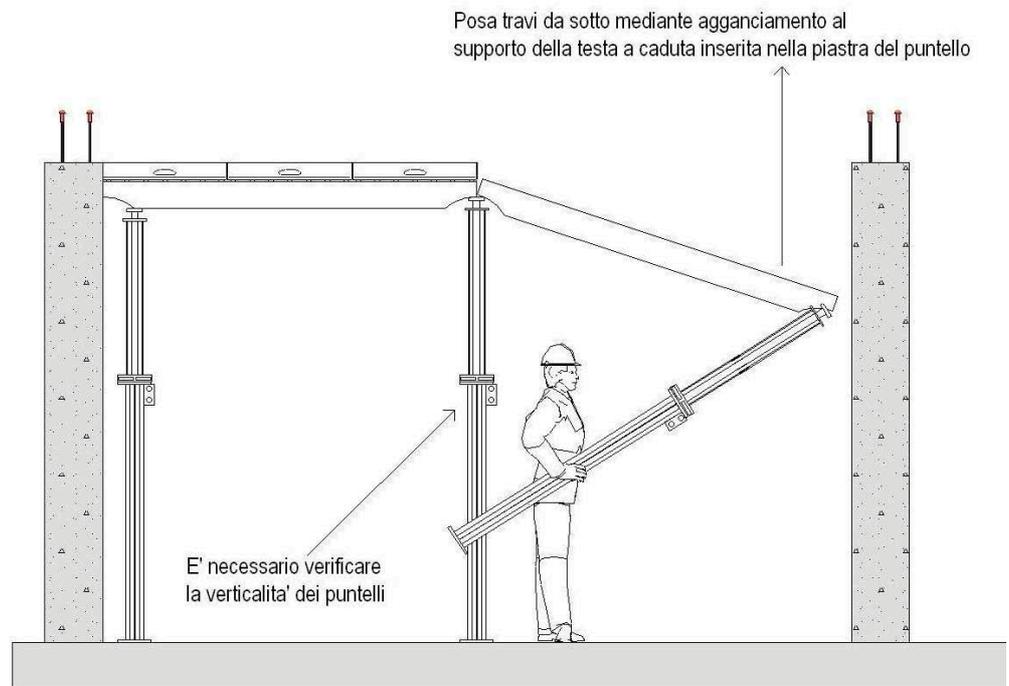


fig. 55 – posa puntelli e travetti dal basso

<b>2B3 SOLUZIONE 5</b>	<b>FASE 3B – POSA IN OPERA TRAVETTI E ELEMENTI INTERPOSTI CON BANCHINAGGIO CONTINUO</b>	<b>Fase 3 - 17</b>
<p>NELLA POSA DAL BASSO PRIVILEGIARE PANNELLI DI DIMENSIONI E PESI RIDOTTI</p>	<p>In alcuni casi l'altezza del solaio può richiedere l'uso di ponte su cavalle o ponte su ruote, come indicato in <i>fig. 56</i>.</p> <div data-bbox="544 405 1366 999" data-label="Image"> </div> <p><i>fig. 56 – posa puntelli e travetti con l'ausilio di ponte su ruote</i></p> <p><b>B3b.2 - Posa pannelli intavolato da posizione sottostante</b></p> <p>Anche la posa dei successivi pannelli per l'intavolato, per essere eseguita in completa sicurezza deve avvenire dal basso, con ponte su cavalletti o ponte su ruote (<i>fig. 57</i>).</p> <div data-bbox="523 1274 1385 1926" data-label="Image"> </div> <p><i>fig. 57 – posa pannelli per l'intavolato con l'ausilio di ponte su ruote</i></p>	

**2B3  
SOLUZIONE 5**
**FASE 3B – POSA IN OPERA TRAVETTI E ELEMENTI INTERPOSTI CON  
BANCHINAGGIO CONTINUO**
**Fase 3 - 18**
**B3b.3 - Posa puntelli e pannelli intavolato da sotto, senza travetti intermedi**

Per alcuni sistemi la posa dei pannelli avviene direttamente assieme ai puntelli, senza l'interposizione di travetti (fig. 58, 59 e 60). La posa dei pannelli avviene appendendo dapprima il pannello alle testate di due puntelli già fissati (o con semplici tre piedi, oppure già messi in opera con altri pannelli posati), quindi innalzando con asta alza pannello, da ultimo sistemando i puntelli sottostanti.

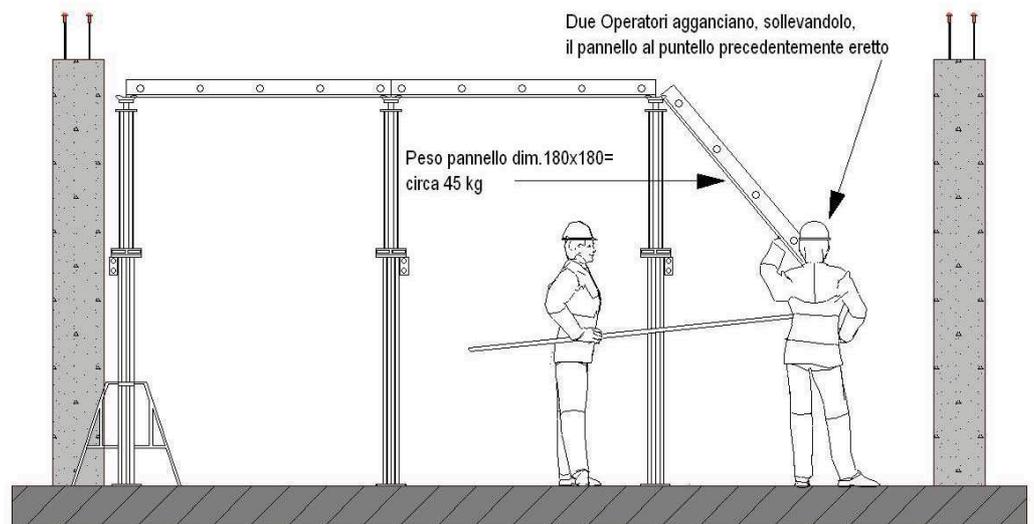
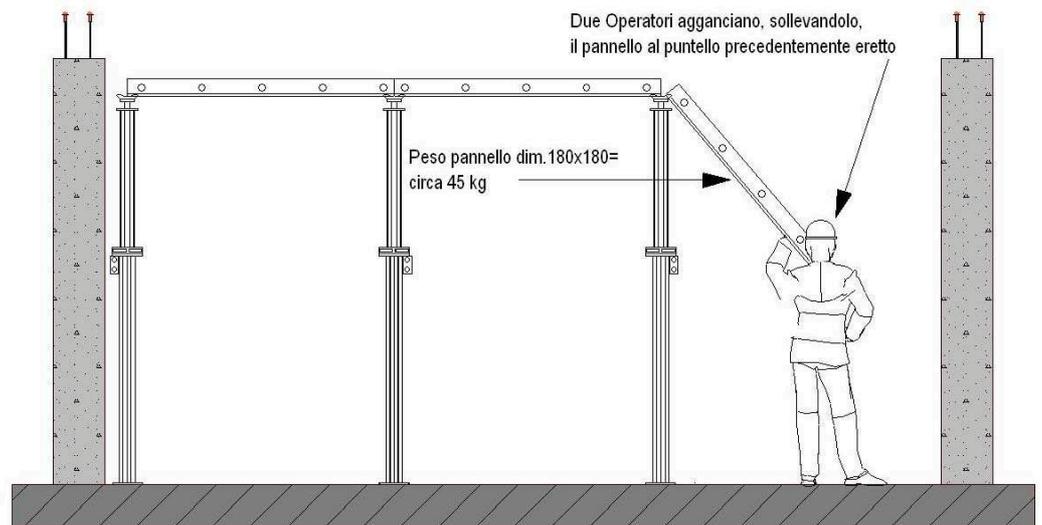
 POSA  
CASSEFORMI  
APPOGGIATE  
DIRETTAMENTE  
SU PUNTELLI


fig. 58 e 59 – posa puntelli e pannelli direttamente agganciati nella testata del puntello

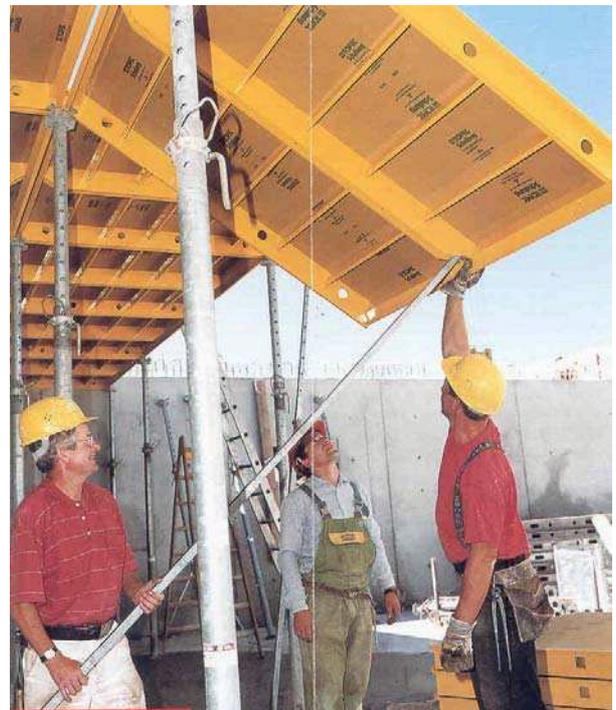
**2B3  
SOLUZIONE 5**

**FASE 3B – POSA IN OPERA TRAVETTI E ELEMENTI INTERPOSTI CON  
BANCHINAGGIO CONTINUO**

**Fase 3 - 19**



1



2



3



4

fig. 60 – 1 posa pannelli sui puntelli – 2 sollevamento pannello con asta di montaggio – 3 posa puntelli -  
4 intavolato posato senza travetti intermedi - esemplificazione casseforme Hunnebeck



<b>2B3 SOLUZIONE 5</b>	<b>FASE 3B – POSA IN OPERA TRAVETTI E ELEMENTI INTERPOSTI CON BANCHINAGGIO CONTINUO</b>	<b>Fase 3 - 21</b>
<p><b>EVITARE LA POSA DI PANNELLI INTAVOLATO ESEGUITA DALL'ALTO, A MENO CHE NON VENGA ESEGUITA CON L'USO DI LINEA VITA</b></p>	<p><b>B3b.5 – Posa puntelli, travetti e pannelli in PVC</b></p> <p>Sulla falsariga delle precedenti esperienze con pannelli ad intelaiatura metallica e tavolato in legname, sul mercato sono recentemente stati immessi anche casseforme in plastica per la realizzazione di solai in opera.</p> <p>Un esempio è il sistema brevettato dalla ditta GEOSKY® (figg. 63e 64), composto da pannelli Geopanel 120X60 cm. e da tre travetti in plastica a forma di cuneo, da posizionare sopra le travature tradizionali in legno H20, che permettono il disarmo anticipato (si possono togliere i pannelli dopo due giorni, ovviamente rimangono in opera i puntelli e travetti rompitratta).</p> <p>Nell'ottica della sicurezza sul lavoro, uno dei vantaggi rispetto ad altri sistemi con pennellature complete, è senz'altro la riduzione del peso dei pannelli., che in questo caso raggiungono al massimo gli 11 kg e pertanto risultano facilmente movimentabili da una sola persona senza sforzi particolari.</p> <div data-bbox="571 745 1353 1115" data-label="Image"> </div> <div data-bbox="464 1126 1445 1326" data-label="Image"> </div> <p><i>fig. 63 – Esempificazione sistema geosky con intavolato continuo in plastica</i></p> <div data-bbox="659 1444 1251 1960" data-label="Image"> </div> <p><i>fig. 64 – Esempificazione disarmo anticipato pannelli geosky</i></p>	

**2B4**
**FASE 4 – POSA FERRI DI ARMATURA E RETE ELETTROSALDATA**
**Fase 4 - 1**

Durante la fase di posa in opera del ferro sono presenti i rischi legati al sollevamento e movimentazione degli stessi, nonché i rischi di cadute laterali o di sprofondamento degli elementi del solaio posati.

Risulta pertanto fondamentale applicare le seguenti misure preventive:

- la chiusura preventiva di ogni apertura verso il vuoto, con intavolati e/o robusti parapetti in metalli o in legname (fig. 65 e 66);
- la verifica puntuale del mantenimento del corretto puntellamento sottostante;
- verifica puntuale delle modalità di imbrago, sollevamento e movimentazione ferri e reti elettrosaldate.



fig. 65 - aperture da chiudere



fig. 66 - aperture successivamente chiuse

Per la chiusura delle aperture è basilare adottare sempre tavole con caratteristiche di resistenza tali da sopportare il carico dinamico di una massa da 100 kg che cammini su di esse.

Per l'uso delle tavole in legname si consiglia uno spessore di almeno 4 cm. con travetti sottostanti di battitura per evitare lo spostamento delle tavole dell'intavolato (fig. 67)

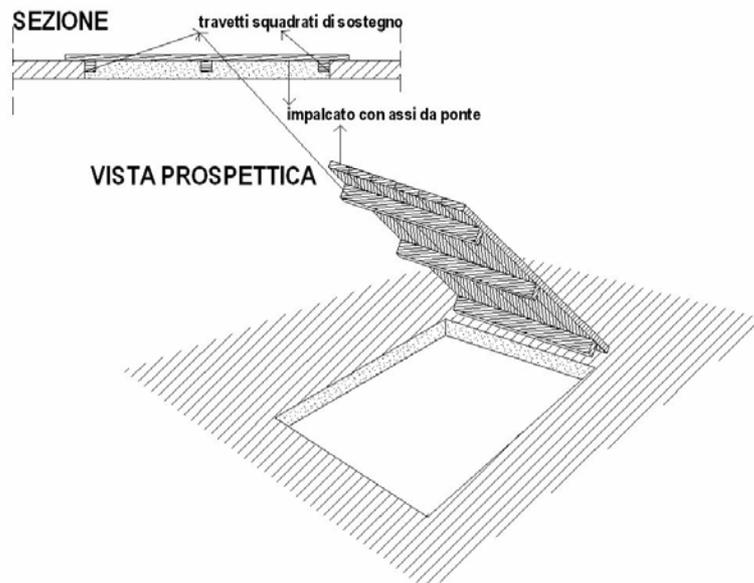


fig. 67 – Intavolato per chiusura buchi o forometri varie

**2B4**
**FASE 4 – POSA FERRI DI ARMATURA E RETE ELETTROSALDATA**
**Fase 4 - 2**

Per il puntellamento si ricorda l'esigenza di mantenere puntelli e rompitratta in numero e caratteristiche tali da rispettare le indicazioni del produttore degli elementi del solaio (vedi schede tecniche caratteristiche solaio); per un maggior approfondimento si rimanda a quanto specificato nella scheda relativa ai puntelli.

Prima del getto (e normalmente prima anche della posa dei ferri), andranno segnalati i punti nei quali dovranno essere realizzate le relative forometrie. Elementi leggeri in polistirolo o materiali simili impediranno un getto nella zona a disposizione per le forometrie (vedi figg. 68 e 69).



figg. 68 e 69 - predisposizione elementi per forometrie

Anche per i parapetti laterali (fig. 70) è sempre necessario un loro grado di robustezza a soddisfacimento delle caratteristiche di resistenza previste dalla normativa tecnica, in particolare dalla UNI EN 13374.

**NON  
IMPROVVISARE LA  
POSA DI  
PARAPETTI:  
DEVONO  
SODDISFARE LE  
CARATTERISTICHE  
DI RESISTENZA  
PREVISTI DALLA  
UNI EN 13374**

### SEZIONE PARAPETTO IN LEGNO

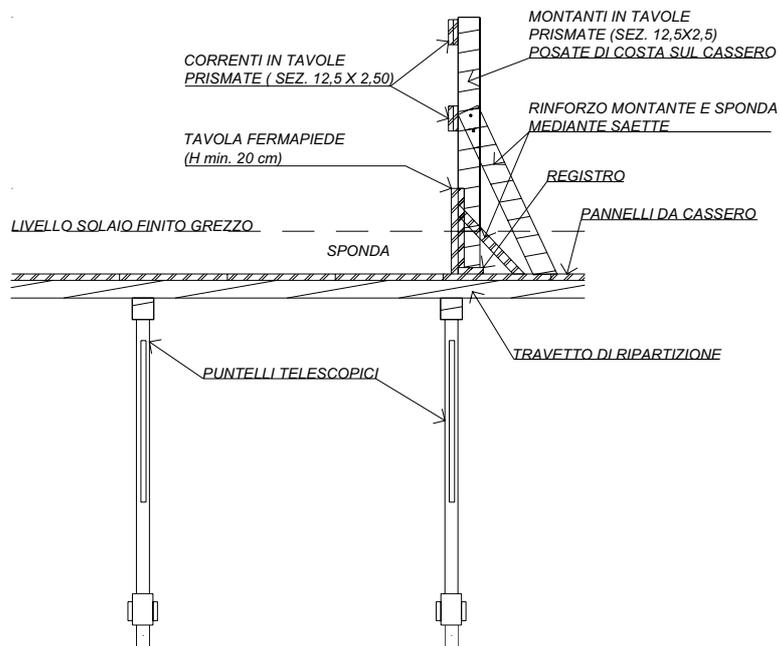
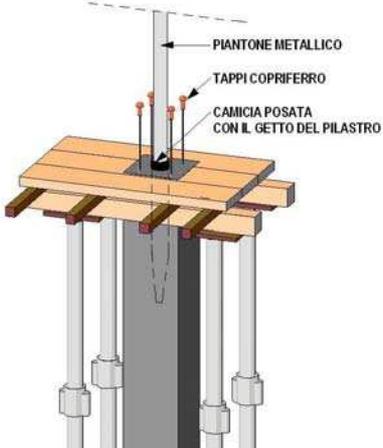


fig. 70 - parapetto laterale

2B4	FASE 4 – POSA FERRI DI ARMATURA E RETE ELETTROSALDATA	Fase 4 - 3
<p><b>PREVEDERE L'USO DI FUNGHETTI IN PLASTICA SUI FERRI DI RIPRESA</b></p>	<p>E' inoltre buona norma predisporre le protezioni sui ferri di ripresa dei pilastri, sfruttando i classici funghetti con cappello arrotondato in plastica dura (vedi fig. 71)</p> <p><i>fig. 71– posa in opera funghetti di plastica sui ferri di ripresa fuoriuscenti dai pilastri</i></p>	

Il sollevamento dei ferri va sempre effettuato garantendo imbragatura, sollevamento, movimentazione e deposito sul solaio conformi alle normative vigenti.



*fig. 72 - sollevamento reti elettrosaldate – posa travetti nella zona di appoggio*

In particolare, prima di depositare ingenti carichi sui solai non ancora gettati, vanno verificate attentamente le resistenze dei punti di appoggio e, se del caso, vanno raffittiti i puntelli e i rompitratta.

Inoltre, al fine di permettere un agevole disimbrago, l'appoggio del carico dei ferri o delle reti elettrosaldate deve avvenire posando preventivamente nella zona sottostante dei travetti che tengono leggermente sollevato il carico dal solaio (fig. 72), permettendo così una agevole sfilatura della catena o della fune di imbrago del carico.

Da ultimo le lavorazioni di posa del ferro, che normalmente richiedono innumerevoli spostamenti dei lavoratori sugli elementi cedevoli quali le pignatte, devono avvenire avendo cura di interporre delle tavole di ripartizione dei carichi nei camminamenti e in prossimità delle aree di lavoro (vedi fig. 73).



*fig. 73 - Sistema di tavole di ripartizione del carico nelle operazione di legatura delle staffe*

2B5	FASE 5 – GETTO DEL CALCESTRUZZO	Fase 5 - 1
<p><b>PRIMA DEL GETTO VERIFICARE LE SCHEDE TECNICHE DEL SOLAIO E RISPETTARE I REQUISITI PER TRVETTI E PUNTELLI DI SOSTEGNO</b></p>	<p>Durante la fase di getto del cls, è fondamentale applicare le seguenti misure preventive:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• la chiusura preventiva di ogni apertura verso il vuoto, con intavolati e/o robusti parapetti in metalli o in legname;</li> <li>• la verifica puntuale del mantenimento del corretto puntellamento sottostante, mettendo in tiro i puntelli eventualmente allentati;</li> <li>• evitare, in ogni caso, di sovraccaricare quantitativi di cls. in un'area ristretta, provvedere al contrario, alla sua costante distribuzione e stesa sul solaio</li> </ul> <p>Soprattutto prima del getto del cls è indispensabile controllare adeguatamente che i puntelli con i travetti rompitratta sistemati corrispondano almeno a quelli minimi previsti nelle schede tecniche del produttore del solaio (vedi esempio fig. 74).</p> <div data-bbox="582 763 1326 1317" data-label="Image"> <p>ARMATURA DI RIPARTIZIONE IN SOLETTA A CARICO CLIENTE          - RETE ELETTROSALDATA #5/20/20</p> <p><b>PRESCRIZIONI DI MONTAGGIO</b>          MONTAGGIO ..... 500 ..... ROMPIRATTA OGNI 1,60 ml          PER LE PRESCRIZIONI RELATIVE AL TRASPORTO SOLLEVAMENTO          E MONTAGGIO VEDERE LA DOCUMENTAZIONE ALLEGATA          L' ARMATURA INDICATA VA DISPOSTA OGNI 50 cm</p> <p>REI 01-03-2005          DESIGN 01          DEL 17-03-2005          REVISIONE          FILE          DESIGNATORE 06</p> <p>SEZIONE TIPICA SOLAIO H= 14 + .h... 18          TRAVETTI 3Q 14/12 E PIGNATTE i=50</p> <p>ARMATURA SUP. RETE ELETTROSALDATA          4 14          50 50          ARMATURA INF.</p> <p><input checked="" type="checkbox"/> NO REI  <input type="checkbox"/> REI 30  <input type="checkbox"/> REI 60  <input type="checkbox"/> REI 90  <input type="checkbox"/> REI 120</p> <p>gli elaborati tecnici che accompagnano le forniture dei manufatti, devono essere preventivamente esaminati ed approvati dal progettista del Committente, al quale competono le responsabilità previste dalla legge 1086 del 5-11-71 (art.3/5).          B. : Nelle strutture prefabbricate, per le tolleranze non riportate in disegno, riferirsi alla scheda SM1.</p> </div>	

fig. 74 - Scheda tecnica descrivente le caratteristiche del solaio e le prescrizioni di montaggio (in questo caso specifico si segnala che i travetti e i rompitratta vanno posizionati almeno ogni 1,60 ml.)

In altre schede tecniche, in funzione del peso della struttura e della dimensione dei travetti rompitratta disponibili in cantiere, viene indicato sia l'interasse dei rompitratta stessi che l'interasse dei piedritti (fig. 30)

2B5	FASE 5 – GETTO DEL CALCESTRUZZO	Fase 5 - 2
<p><b>USO DI STIVALI DI SICUREZZA DURANTE IL GETTO DI CLS</b></p>	<p><b>5.1 – Getto delle travi con successiva vibrazione</b></p> <p>Soprattutto per una riduzione dei tempi di posa il getto del cls viene normalmente effettuato, quando le aree del cantiere ne permettono la fruibilità, con autobotte di cls e autopompa (figg 75 e 76).</p> <p>Viene prima effettuato il getto delle travi con relativa vibrazione, quindi il getto della soletta solaio con graduale stesa in base ai livelli prestabiliti.</p> <div style="display: flex; justify-content: space-around;">   </div> <p style="text-align: center;"><i>figg. 75 e 76 – Getto delle travi con successiva vibrazione</i></p> <p>In questo caso il camminamento sulle pignatte dei lavoratori viene distribuito dalla presenza della rete elettrosaldata.</p> <p><b>5.2 – Getto del solaio e successiva stesa del cls</b></p> <div style="display: flex; justify-content: space-around;">   </div> <p style="text-align: center;"><i>fig.77 – Getto del solaio e successiva stesa del cls</i></p>	

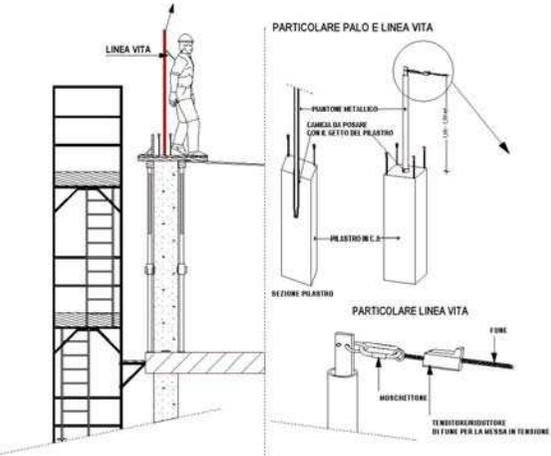
**2C****CHE COSA SERVE – LE RISORSE**

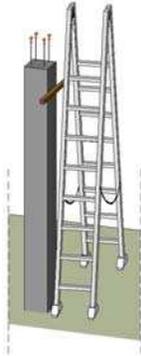
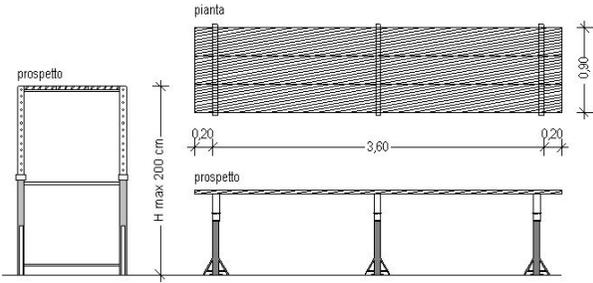
In questa parte della ricerca vengono definite e quantificate, in termini di costi, le risorse (intese come misure preventive e protettive) necessarie per garantire la sicurezza nella posa in opera del solaio. In particolare vengono definite e quantificate sia le misure preventive e protettive necessarie per la sicurezza di tipo collettivo, che quelle richieste per la sicurezza di tipo individuale.

La quantificazione e la stima dei costi di tali misure viene effettuata:

- prendendo a riferimento la posa di 500 mq di solaio di palazzina civile abitazione;
- ipotizzando una luce di solaio non superiore ai 5,00 ml., con interassi tra puntelli e rompitratta intermedi superiore ai 120 cm. per la posa di ponti su cavalletti;
- con una altezza max del solaio pari a 3,50 ml.;
- utilizzando, quando definiti, la stima dei costi di tali misure così come quantificati nella ricerca del Comitato Paritetico per la Prevenzione infortuni e igiene del Lavoro di Roma e Provincia “I costi per la sicurezza”, con riferimento ai rispettivi codici in essi identificati; in quest’ultima ricerca gli ammortamenti delle macchine e attrezzature sono state calcolati suddividendo tali macchine e attrezzature in quattro classi a seconda della loro durata tecnica: Classe 1 – durata 72 mesi; classe 2 – durata 60 mesi; classe 3 – durata 48 mesi; classe 4 – durata 36 mesi. “Il costo della mano d’opera è quello medio nazionale ed è dato dalla somma della retribuzione più gli oneri previdenziali e assicurativi e le spese ed oneri incidenti, maggiorato del 15% per spese generali di gestione del personale”
- utilizzando, quando appare il codice “new”, una stima interna diretta della singola voce attraverso analisi dirette sul mercato per il nolo delle singole attrezzature;
- utilizzando, per la soluzione della posa solai con reti di sicurezza, i risultati della ricerca sviluppata dallo studio “Romeo Srl” di Milano.
- prendendo a riferimento il costo medio complessivo della posa del solaio ottenuto da interviste ad operatori privilegiati presente sul mercato della realtà emiliano romagnola.

Per ogni soluzione studiata per posare il solaio in sicurezza si determinano così i costi della messa in opera delle relative misure preventive e protettive e la relativa incidenza sul costo del solaio a mq.

SOLUZIONE	LE RISORSE NECESSARIE PER LA SICUREZZA DI TIPO COLLETTIVO	LE RISORSE NECESSARIE PER LA SICUREZZA DI TIPO INDIVIDUALE OGNI LAVORATORE CHE OPERA IN QUOTA DEVE INDOSSARE I SEGUENTI ELEMENTI		
<p><b>Soluzione 1</b></p> <p><b>USO LINEA VITA TESATA TRA MONTANTI ANNEGATI NEI PILASTRI</b></p>	<p>Scala portatile doppia e/o scala a castello per posa linea vita e per accesso al piano di lavoro in quota (banchinaggio della trave laterale)</p>  <p>Linea vita temporanea, costituita da 6 camice a perdere annegate nei pilastri, 6 montanti in acciaio alti almeno 2 ml. (uno di partenza uno finale e 4 intermedio), fune tessile lunga 25 ml., due moschettoni e un tenditore.</p>	 <p>Imbracatura di sicurezza con bretelle e cosciali, UNI EN 361</p>	 <p>Cordino con assorbitore di energia, UNI EN 355, con lunghezza massima di 1 ml. ivi incluso sviluppo dissipatore in caso di caduta</p>	 <p>ogni cordino deve essere fornito di doppio moschettone, UNI EN 365 per collegamento all'imbracatura e al punto di aggancio alla linea vita.</p>

SOLUZIONE	LE RISORSE NECESSARIE PER LA SICUREZZA DI TIPO COLLETTIVO	LE RISORSE NECESSARIE PER LA SICUREZZA DI TIPO INDIVIDUALE OGNI LAVORATORE CHE OPERA IN QUOTA DEVE INDOSSARE I SEGUENTI ELEMENTI
<p><b>Soluzione 2</b></p> <p><b>POSA DAL BASSO CON PONTE SU CAVALLETTI</b></p>	<p>Scala portatile doppia e/o scala a castello per accesso al ponte</p>  <p>PARTICOLARE PONTE SU CAVALLETTI</p>  <p>Ponte su cavalletti di altezza fino a m. 2, costituito da 3 cavalletti e piano di lavoro delle dimensioni di m.4x0,90 m., in tavole di legno spessore cm. 5</p>	<p>Non sono necessari dispositivi di protezione individuale per la caduta, poiché si lavora sempre con rischi di caduta nel vuoto ad altezze inferiori ai 2 ml. dal piano di calpestio.</p>

SOLUZIONE	LE RISORSE NECESSARIE PER LA SICUREZZA DI TIPO COLLETTIVO	LE RISORSE NECESSARIE PER LA SICUREZZA DI TIPO INDIVIDUALE OGNI LAVORATORE CHE OPERA IN QUOTA DEVE INDOSSARE I SEGUENTI ELEMENTI
<p><b>Soluzione 4</b></p> <p><b>USO RETI DI SICUREZZA</b></p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Rete di sicurezza in nylon EN 1263 maglia 10x10</li> <li>• Fune d'attacco perimetrale <math>\Phi</math> min. 8 mm.</li> <li>• Anello con gambo filettato M12 in acciaio</li> <li>• Moschettoni in acciaio</li> <li>• Puntelli x banchinaggio e rompitratta, con basette</li> <li>• Tubolari innocenti</li> <li>• Giunti ortogonali</li> </ul> <div data-bbox="421 762 1066 1315" style="text-align: center;"> <p>Operatori non protetti. Presenza di pericolo grave e immediato (caduta da h &lt; m.2,00)</p> <p>Area protetta      Area non protetta</p> </div>	<p>Non sono necessari dispositivi di protezione individuale per la caduta, poiché si lavora sempre protetti con le reti di sicurezza.</p>

## C1 - STIMA DEI COSTI PER LA SICUREZZA PER LA POSA DI SOLAIO A TRAVETTI PREFABBRICATI E PIGNATTE IN PALAZZINA CIVILE ABITAZIONE DI 500 MQ.

### SOLUZIONE 1 - POSA CON USO LINEA VITA TESATA TRA MONTANTI ANNEGATI NEI PILASTRI

Codice	Descrizione voce	Unità di misura	Prezzo	Unità	Costo
DPIG09420	Imbracatura di sicurezza con bretelle e cosciali, aggancio doppio, fune di trattenuta di lunghezza regolabile da 1 a 2 m, fornita di doppio moschettone (e dissipatore di energia qualora necessario). Per mese.	cadauna	€ 4,67	2	€ 9,34
new	Linea vita costituita da 8 camice a perdere preannegati nel getto dei pilastri + 8 pali in acciaio alti 2 ml. diametro 5 cm. spessore 4 mm. (uno iniziale, uno finale e 6 intermedi) + fune tessile di 25 ml. e tenditore e sistema di bloccaggio fune ancorato al palo finale. Nolo mensile	cadauna	€ 50,00	2	€ 100,00
new	Costo mano d'opera per indossare e dismettere imbrago ogni giornata - 2 persone x 2 volte x 5' ogni giornata x 12 giornate = 240'/60' = 4 ore	ora	€ 22,00	4	€ 88,00
new	Tempo aggiuntivo mano d'opera per limitata produttività (per riduzione movimentazione e per attacca e stacca doppio cordino e moschettone sul palo intermedio, per impigliamenti in posa pignatte) - stima 20' al gg. x 2 persone x 12 gg. = 480'/60' = 8 ore	ora	€ 22,00	8	€ 176,00
new	Tempo aggiuntivo mano d'opera per montaggio e smontaggio linea vita di max 20 ml. su entrambi le travi laterali, con palo principale, palo terminale e 4 pali intermedi, con integrazione linea intermedia - stima di 2 persone x 40' ogni montaggio-smontaggio e montaggio x 8 montaggi.smontaggi = 640'/60 = 11 h.	ora	€ 22,00	11	€ 242,00
	<b>Stima costi sicurezza complessivi per soluzione 1</b>				<b>€ 615,34</b>
	Stima costo solaio	mq	€ 41,30	500	€ 20.650,00
	<b>Incidenza % costo sicurezza sul costo solaio</b>				<b>3,0%</b>
	<b>Costo sicurezza a mq di solaio</b>				<b>€ 1,23</b>

IL NOLO DELLA SCALA DOPPIA O DELLA SCALA A CASTELLO UTILIZZATO PER LA POSA DELLA LINEA VITA NON VIENE CONSIDERATO POICHÉ IN CANTIERE DEVE ESSERE GIÀ PRESENTE LA SCALA PER OGNI ACCESSO IN QUOTA SOLAIO E, COME TALE, È CONSIDERATO UN COSTO DI ORGANIZZAZIONE DEL CANTIERE.

## SOLUZIONE 2 - POSA DAL BASSO CON PONTE SU CAVALLETTI

Codice	Descrizione voce	Unità di misura	Prezzo	Unità	Costo
PONK01180	Ponte su cavalletti di altezza fino a m. 2 costituito da 3 cavalletti e piano di lavoro delle dimensioni di m.4x0,90 m., in tavole di legno spess. cm. 5. Nolo per un mese del solo materiale	mq	€ 2,95	12	€ 35,40
PONK01181	Ponte su cavalletti come voce precedente (PONK01180). Per ogni montaggio e smontaggio in opera (6 ponti da 4 ml. x 2 file x 5 montaggi e smontaggi = 60)	cadauno	€ 5,15	60	€ 309,00
new	Tempo aggiuntivo per maggiori difficoltà di posa, per passaggio in quota pignatte e per posa pignatte centrali: 2' ogni mq di solaio da posare 1000'/60, circa 16 ore	ora	€ 22,00	16	€ 352,00
	<b>Stima costi sicurezza complessivi per soluzione 2</b>				<b>€ 696,40</b>
	Stima costo solaio	mq	€ 41,30	500	€ 20.650,00
	<b>Incidenza % costo sicurezza sul costo solaio</b>				<b>3,4%</b>
	<b>Costo sicurezza a mq di solaio</b>				<b>€ 1,39</b>

IL NOLO DELLA SCALA DOPPIA UTILIZZATA PER L'ACCESSO AL PONTE SU CAVALLETTI NON VIENE CONSIDERATO POICHÉ IN CANTIERE DEVE ESSERE GIÀ PRESENTE LA SCALA PER OGNI ACCESSO IN QUOTA SOLAIO E, COME TALE, È CONSIDERATO UN COSTO DI ORGANIZZAZIONE DEL CANTIERE

## SOLUZIONE 3 - POSA SOLAIO CON RAFFITTIMENTO TAVOLE ROMPIRATTA

La valutazione dei costi non viene effettuata poiché questo sistema non tutela completamente da alcuni rischi di caduta nella parte sottostante, sia delle persone che dei materiali.

## SOLUZIONE 4 - POSA SOLAIO CON USO RETI DI SICUREZZA

Codice	Descrizione voce	Unità di misura	Prezzo	Unità	Costo
Ricerca Studio Romeo Srl	Uso rete in nylon per posa solai in sicurezza, compreso puntelli, tubolari, morsetti, traversi, tavole, asole filettate, bulloneria, contrasti. Montaggio e smontaggio, materiali ammortizzati e mano d'opera a mq di rete	mq	€ 5,81	450	€ 2.614,50
	<b>Stima costi sicurezza complessivi per soluzione 4</b>				<b>€ 2.614,50</b>
	Stima costo solaio	mq	€ 41,30	500	€ 20.650,00
	<b>Incidenza % costo sicurezza sul costo solaio</b>				<b>12,7%</b>
	<b>Costo sicurezza a mq di solaio</b>				<b>€ 5,23</b>

IL NOLO DELLA SCALA DOPPIA UTILIZZATA PER L'ACCESSO AL PONTE SU CAVALLETTI NON VIENE CONSIDERATO POICHÉ IN CANTIERE DEVE ESSERE GIÀ PRESENTE LA SCALA PER OGNI ACCESSO IN QUOTA SOLAIO E, COME TALE, È CONSIDERATO UN COSTO DI ORGANIZZAZIONE DEL CANTIERE

NON VENGONO VALUTATI I COSTI DELLA SICUREZZA PER LE SOLUZIONI CHE USANO RETI ELETTRORISALDATE E RETI IN POLIAMMIDE TIPO "TENAX" PERCHÉ NON SONO ANCORA STATE VERIFICATE SECONDO LA NORMATIVA TECNICA DI SETTORE.

## SOLUZIONE 5 – POSA SOLAIO CON USO CASSEFORME A INTAVOLATO COMPLETO

In questo caso la posa in opera della casseformi, ivi compreso puntelli, travetti e pannelli, fa parte del costo complessivo del solaio, ivi incluso il montaggio e smontaggio della casseratura in totale sicurezza, ipotizzando la posa dal piano sottostante.

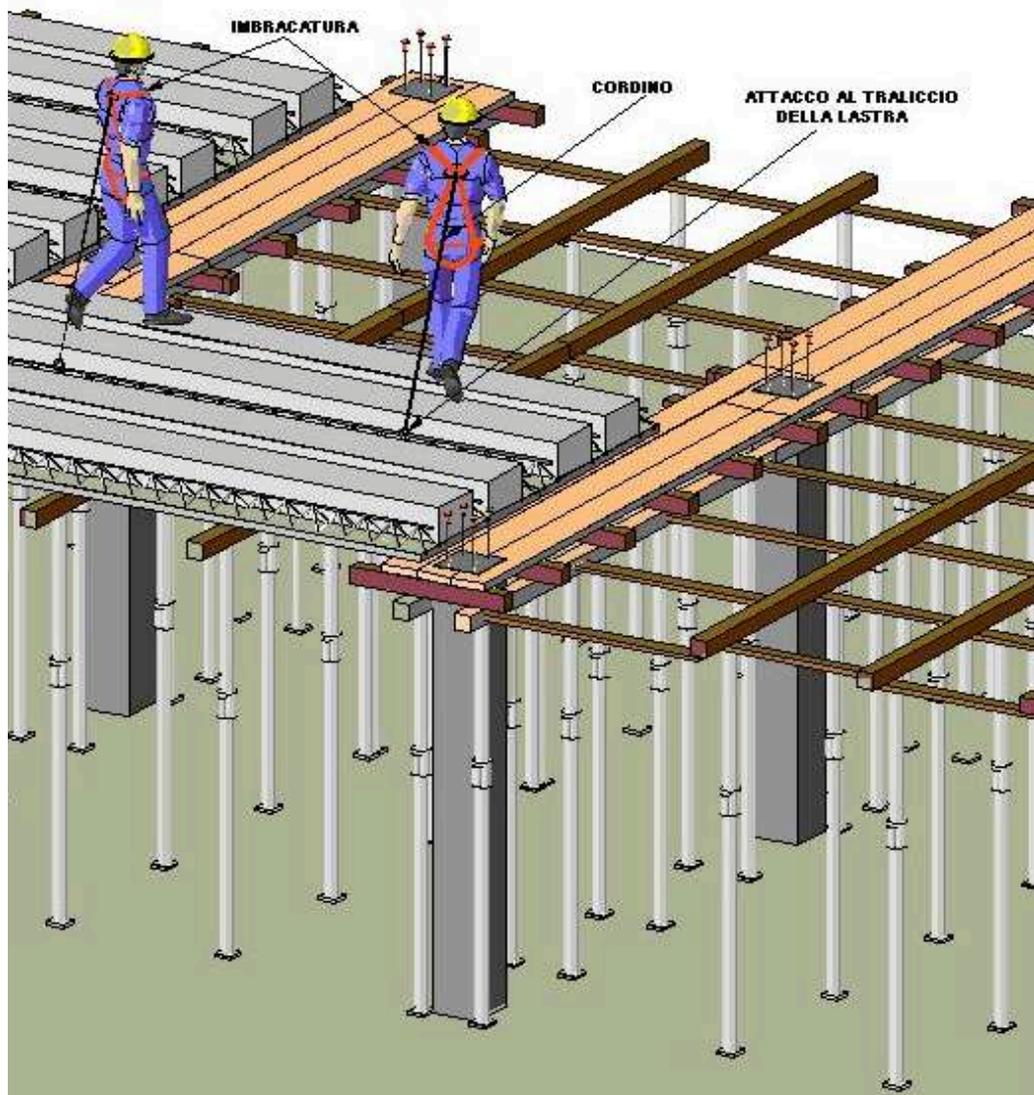
Pertanto il costo a mq del solaio rimane invariato poiché la sicurezza è correttamente considerata inglobata nella concezione progettuale della modalità di posa in opera della carpenteria del solaio

## Sintesi stima costi per la sicurezza x le soluzioni di posa in opera solaio a travetti prefabbricati e blocchi interposti, per 500 mq di solaio

Soluzione	Stima costo sicurezza €	Incidenza sul costo solaio (%)	Incidenza sul costo solaio a mq
<b>Soluzione 1</b> POSA SOLAIO CON USO LINEA VITA TESATA TRA MONTANTI ANNEGATI NEI PILASTRI	<b>417,34</b>	<b>3,0</b>	<b>1,23</b>
<b>Soluzione 2</b> POSA SOLAIO DAL BASSO CON USO PONTE SU CAVALLETTI	<b>758,20</b>	<b>3,4</b>	<b>1,39</b>
<b>Soluzione 3</b> POSA SOLAIO CON RAFFITTIMENTO TAVOLE ROMPIRATTA	<b>Non valutato</b>	<b>Non valutato</b>	<b>Non valutato</b>
<b>Soluzione 4</b> POSA SOLAIO CON USO RETI DI SICUREZZA	<b>2.614,50</b>	<b>12,7</b>	<b>5,23</b>
<b>Soluzione 5</b> POSA SOLAIO CON USO CASSEFORME A INTAVOLATO COMPLETO	<b>0</b> (costo inglobato nella posa in opera solaio)	<b>0</b>	<b>0</b>

# 3

## La gestione della sicurezza nella posa in opera del solaio a lastre prefabbricate



Denominazione attività	Tipo scheda
<b>Solaio a lastre prefabbricate</b>	<b>SL</b>

3A	CHE COSA SI FA	3A 1
<p><b>DESCRIZIONE ATTIVITÀ</b></p>	<p>Il solaio a lastre prefabbricate per uso civile è normalmente costituito da lastre in c.a. con tralicci incorporati (<i>fig. 1</i>) ed elementi di alleggerimento, normalmente in polistirolo, che può arrivare in cantiere preassemblato alla lastra stessa (<i>fig. 2</i>) oppure essere messo in opera successivamente in cantiere. Più raramente tra i tralicci possono essere interposti blocchi di completamente in laterizio (<i>fig. 3 con tralicci e fig. 4 con nervature</i>).</p> <p>Le lastre possono essere costituite sia da cemento armato normale (ad armatura lenta), sia da cemento armato precompresso quando abbisognano luci di solaio più elevate.</p> <p>Sul mercato trovano altresì impiego lastre con materiali differenziati, quali ad es. il legno cemento ma, ai fini della posa in sicurezza, le problematiche non sono molto differenti tra un prodotto e l'altro: di conseguenza i ragionamenti che faremo saranno sviluppati considerando la tipologia delle lastre più utilizzati, quelle in c.a. e elementi interposti in polistirolo.</p>	
	<p>LASTRA PREFABBRICATA PRIVA DI ELEMENTI DI ALLEGGERIMENTO</p>	
	<p><i>fig. 1 – lastra prefabbricata in c.a. con tralicci incorporati (i blocchi di alleggerimento vengono posizionati in cantiere dopo la posa della lastra)</i></p>	

3A

CHE COSA SI FA

3A 2

TIPOLOGIE DI  
LASTRE

LASTRE PREDALLES

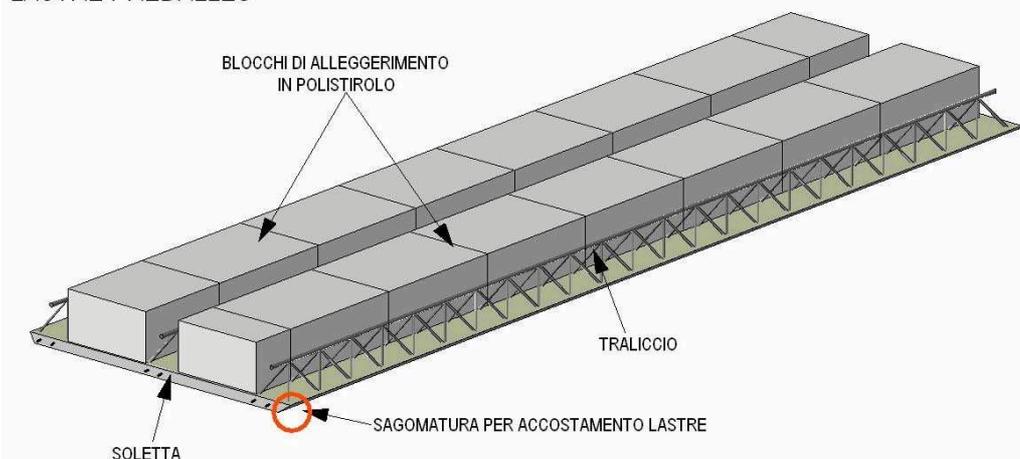


fig. 2 – lastra prefabbricate in c.a con tralicci e blocchi di alleggerimento incorporati in polistirolo

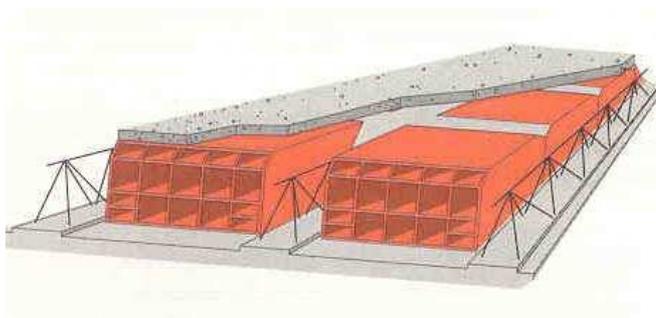


fig. 3 – solai a lastre prefabbricate in c.a con tralicci e blocchi di alleggerimento in laterizio - disegni tratto dal volume Andil “I solai in laterizio”

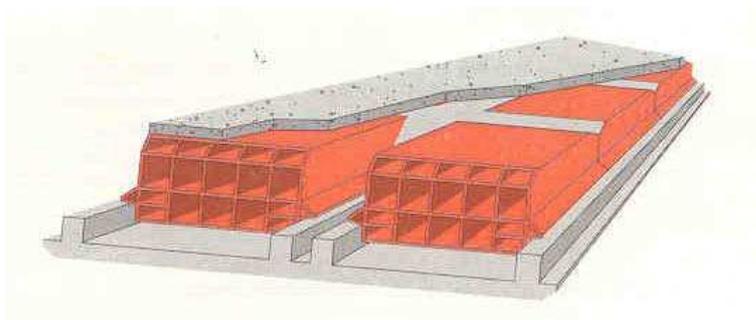


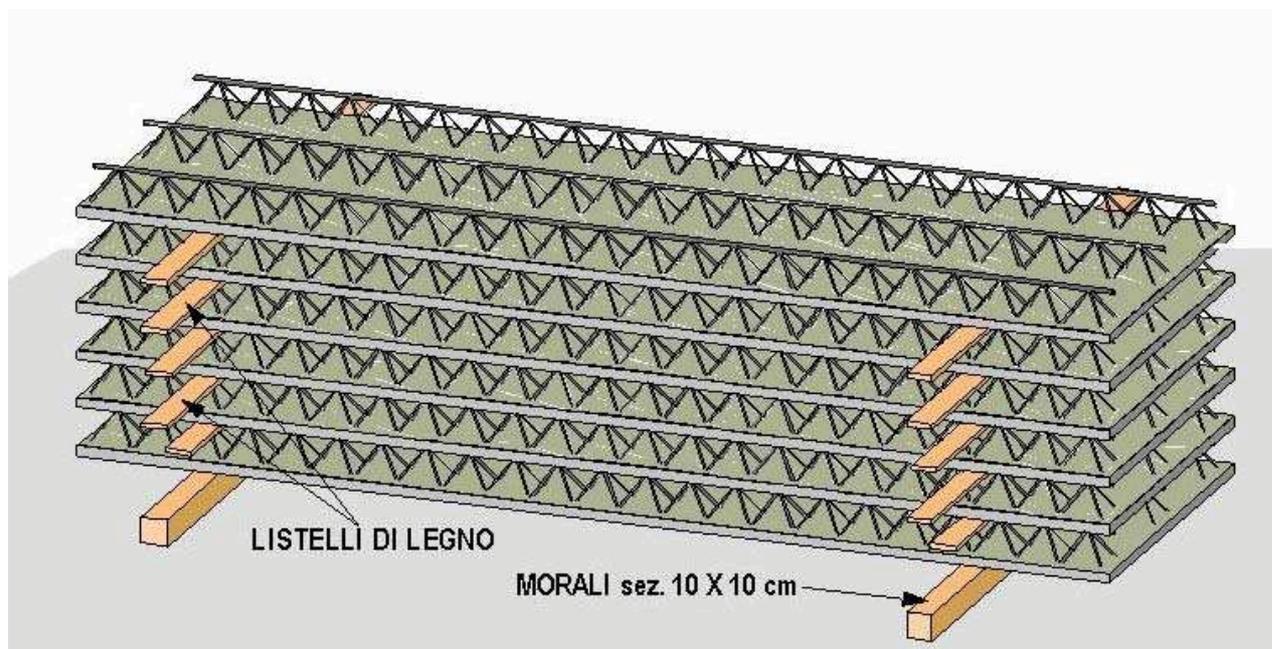
fig. 4 – solai a lastre prefabbricate in c.a con nervature e blocchi di alleggerimento in laterizio - disegni tratto dal volume Andil “I solai in laterizio”

3A	CHE COSA SI FA	3A 3
<b>CARATTERISTICHE</b>	<p>Le lastre prefabbricate in c.a. vengono normalmente utilizzate per coperture di ambienti nei quali è richiesta una particolare protezione al fuoco.</p> <p>Le lastre, a spessore minimo della soletta di 4 cm., possono avere diverse dimensioni in relazione al loro impiego; per i tradizionali solai di civile abitazione la larghezza delle lastre è normalmente fissata in 120 cm., fino a raggiungere i 240 cm., valore quest'ultimo determinato dagli ingombri massimi del trasporto su strada.</p> <p>Sono altresì in produzione lastre di larghezza ridotta (70 – 100 cm.).</p> <p>I pesi delle lastre possono variare in base ai differenti materiali impiegati e allo spessore della lastra; ad es. il peso proprio di una lastra in c.a. ad armatura lenta spessore 4 cm. è intorno ai 100 kg/mq; il che significa che una lastra larga 120 cm. e lunga 400 cm. pesa circa 480 kg. In tale caso, la posa in opera per normali luci dei solai civile abitazione non richiede pertanto apparecchi di sollevamento a portata particolarmente elevata.</p>	

3B	COME SI FA – FASI LAVORATIVE
<b>PIANIFICAZIONE DELLA POSA IN OPERA IN SICUREZZA</b>	<p>Per questa tipologia di solaio viene normalmente utilizzato il banchinaggio discontinuo, con posa delle lastre sulle banchine delle travi da gettare (o sulle travi prefabbricate in c.a. o in metallo) e sui rompitratta intermedi.</p> <p>E' naturalmente possibile anche l'impiego del sistema di banchinaggio con impalcato completo ma, soprattutto per convenienze economiche, l'uso di questo sistema è assolutamente poco diffuso.</p> <p>Nella posa delle lastre è diffusa l'abitudine di lavorare in quota senza particolari protezioni al rischio di caduta nelle zone laterali e nelle zone sottostante la posa dei solai, siano essi solai di interpiano, oppure solai di copertura</p> <p>La posa in opera dei solai a lastre, va pianificata nel dettaglio con le sequenze delle fasi lavorative, al fine di individuarne i rischi e adottare le relative misure preventive e protettive. Sono da prendere in considerazione le seguenti fasi lavorative:</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. lo scarico dagli autocarri mediante sollevamento con gru o autogru;</li> <li>2. lo stoccaggio, il sollevamento e la movimentazione dei materiali (lastre, elementi interposti, ferri supplementari);</li> <li>3. realizzazione delle banchine e dei rompitratta intermedi;</li> <li>4. la posa in opera delle lastre prefabbricate, con eventuale successiva integrazione degli elementi interposti quando non siano già presenti;</li> <li>5. la posa in opera delle armature integrative (ferri longitudinali e trasversali, nonché reti elettrosaldate);</li> <li>6. il getto del cls.</li> </ol> <p>Mano a mano che affronteremo le fasi lavorative, indicheremo anche le varie modalità per eseguire le lavorazioni in sicurezza.</p>

3B1	SCARICO, STOCCAGGIO E MOVIMENTAZIONE LASTRE	Fase 1 - 1
<p><b>L'OPERATORE CHE SALE SUL CAMION, OLTRE I 2 ML. IN QUOTA, PER IMBRAGARE LE LASTRE DA SOLLEVARE DEVE ESSERE A SUA VOLTA ANCORATO</b></p>	<p>Prima dell'arrivo in cantiere dei materiali per la posa del solaio è importante che sia già stata individuata una precisa zona per il loro stoccaggio e che siano conosciute le dimensioni e il peso complessivo del mezzo di trasporto e del materiale trasportato: ciò è necessario per potere preventivamente individuare la zona di accesso e il percorso che tale mezzo dovrà effettuare in cantiere, nonché la puntuale zona di fermo del mezzo di trasporto per lo scarico dei materiali. Questi aspetti devono essere definiti nel piano di sicurezza e coordinamento e/o nel Piano operativo di sicurezza dell'impresa che gestisce la fornitura dei materiali e/o l'accantieramento.</p> <p>Qualora il mezzo di trasporto, per la fase di scarico del materiale, debba sostare su area limitrofa e esterna al cantiere è indispensabile transennare l'area di scarico per il periodo della fase lavorativa e indicare con la segnaletica richiesta dalla specifica situazione l'esigenza di tenere lontano da un potenziale pericolo i fruitori dell'area stessa.</p> <p>Nel caso in cui l'automezzo sia costretto a scaricare stando su suolo pubblico, in particolari su arterie stradali pubbliche, va preventivamente verificata la necessità di ottenere il permesso di occupazione di suolo pubblico, vanno preventivamente presi accordi con il coordinatore della sicurezza se presente e in ogni caso vanno posti in opera le delimitazioni e la segnaletica richiesti dal codice della strada .</p> <p>L'operatore che sale sul camion ad agganciare le lastre da sollevare dovrà:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• fare uso di scale ben inclinate e rese stabili ai piedi e in sommità,</li> <li>• essere ancorato ai tralicci delle lastre con dislivelli superiore ai 2,00 ml. (si consideri che la quota del pianale del camion è normalmente ad 1,50 ml. dal terreno), quindi spostarsi su lastra attigua e, solo allora, dare l'ok per il sollevamento (fig. 6).</li> </ul>	
 <p>fig.6 – Scarico da camion di lastre prefabbricate, con operatore imbragato e ancorato ai tralicci delle lastre</p>		

3B1	SCARICO, STOCCAGGIO E MOVIMENTAZIONE LASTRE	Fase 1 - 2
<p><b>STOCCAGGIO LASTRE</b></p> <p><b>ATTENERSI SCRUPOLOSAMENTE ALLE INDICAZIONI DEL PRODUTTORE-FORNITORE</b></p> <p><b>NON SUPERARE LE 6÷8 FILE SOVRAPPOSTE DI LASTRE</b></p>	<p>Le operazioni di stoccaggio e movimentazione dei materiali devono avvenire con tutte le precauzioni che le norme di sicurezza impongono, ed in particolare <b>ATTENENDOSI SCRUPOLOSAMENTE ALLE PRESCRIZIONI CHE IL FORNITORE DEVE METTERE A DISPOSIZIONE NELLE SPECIFICHE SCHEDE TECNICHE.</b></p> <p>Il deposito dei materiali in cantiere deve essere eseguito su superfici piane e stabili, e appoggiando le lastre sui travicelli robusti.</p> <p>I listelli di ripartizione vanno posizionati sulla medesima verticale (<i>fig. 7</i>).</p> <p>E' opportuno non sovrapporre lastre oltre quanto indicato dalle schede tecniche del produttore; in ogni caso è buona norma non eccedere il numero di lastre che il produttore ha sovrapposto per il trasporto e non superare comunque le 6 ÷ 8 file sovrapposte in cantiere; infatti eccessivi carichi possono causare la rottura delle parti in calcestruzzo e danneggiare i tralicci schiacciandoli.</p>	



*fig.7 – lastre accatastate come previsto dal produttore con interposti listelli di legno o altri materiali  
REALIZZARE APPOGGI SU PIANI ORIZZONTALI – INTERPORRE LISTELLI SULLA STESSA VERTICALE DEI MORALI*

3B1	SCARICO, STOCCAGGIO E MOVIMENTAZIONE LASTRE	Fase 1 - 3
<p><b>AGGANCIAMENTO AL VERTICE SUPERIORE DELLA STAFFA, SECONDO LE INDICAZIONI DEL PRODUTTORE</b></p>	<p>Prima del sollevamento con gru o autogrù, è importante aver preso visione delle modalità di imbrago indicate sul disegno dal produttore, quindi controllare lo stato di idoneità e conservazione dei ganci e delle funi o catene (verifica annuale e trimestrale) ed effettuare l'imbrago come indicato.</p> <p>La distanza tra il punto di sollevamento e la testa della lastra, viene normalmente indicata dal produttore, in modo da evitare danni al manufatto.</p> <p>Per lastre di medie dimensioni, i ganci vanno posti sui tralicci ad una distanza "d" dal bordo lastra pari a circa <math>1/5 - 1/6</math> di L, con L che indica la luce della lastra (fig. 8). Ad es. per un pannello con luce <math>L = 6.00</math> m. la distanza massima sarà di <math>100 - 120</math> cm.</p> <p>I ganci dovranno essere sempre posti in corrispondenza del vertice superiore delle staffe, come indica il dettaglio della figura 8.</p>	
<p style="text-align: center;">AGGANCIAMENTO NEL VERTICE DEL TRIANGOLO DELLE STAFFE DEL TRALICCIO</p> <p style="text-align: center;">PARTICOLARE AGGANCIAMENTO (GANCIO DI SICUREZZA)</p> <p style="text-align: center;"><i>fig. 8 – Punto di sollevamento della lastra sul vertice delle staffe particolare agganziamento con gancio girevole di sicurezza (da scheda RDB)</i></p>		



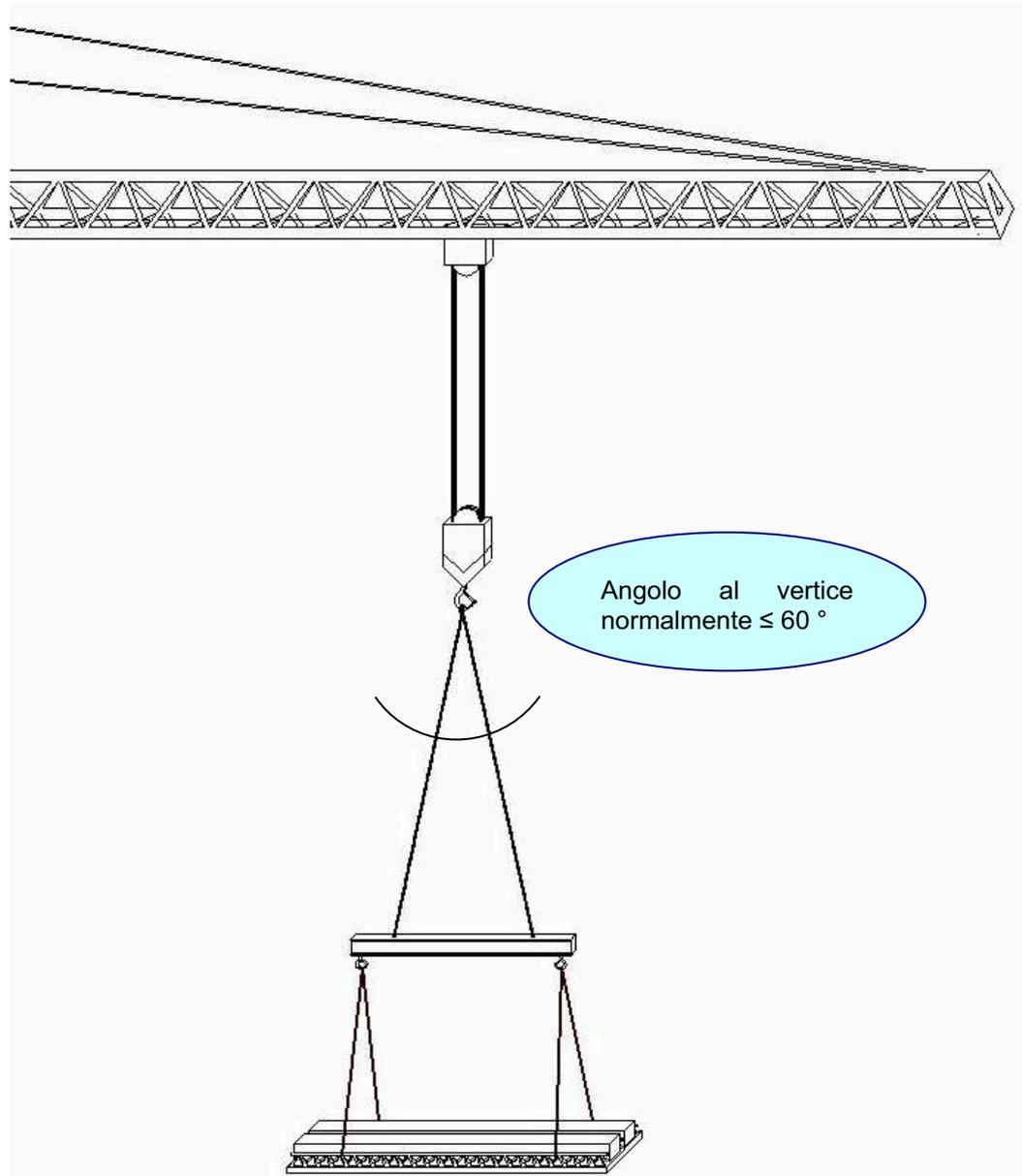
**3B1**

**SCARICO STOCCAGGIO E MOVIMENTAZIONE LASTRE**

**Fase 1 - 5**

**ANGOLO AL VERTICE: BUONA NORMA SE INFERIORE AI 60°, PER RIDURRE LE SOLLECITAZIONI SUI PUNTI DI AGGANCIO DELLE LASTRE E SULLE FUNI O CATENE USATE PER IL SOLLEVAMENTO**

**SE NECESSARIO, USARE BILANCINI COME IN FIG.10**



*fig. 10 – Sollevamento carico con angolo al vertice inferiore ai 60° - uso di bilancini*

**3B1**
**SCARICO, STOCCAGGIO E MOVIMENTAZIONE LASTRE**
**Fase 1 - 6**

Come cita la linea guida ISPESL per il sollevamento dei carichi, *volendo conoscere la portata effettiva di una braca avente un determinato angolo al vertice (determinabile anche dal rapporto  $A/L$ , con  $A$  = distanza tra i punti di sollevamento e  $L$  = lunghezza fune o catena) , bisognerà dividere la sua portata verticale per il coefficiente  $C$  (fattore di riduzione carico ammissibile) indicato in figura 11 in base all'angolo al vertice.*

**LA PORTATA EFFETTIVA, O CARICO AMMISSIBILE, SI RIDUCE ALL'AUMENTARE DELL'ANGOLO AL VERTICE**

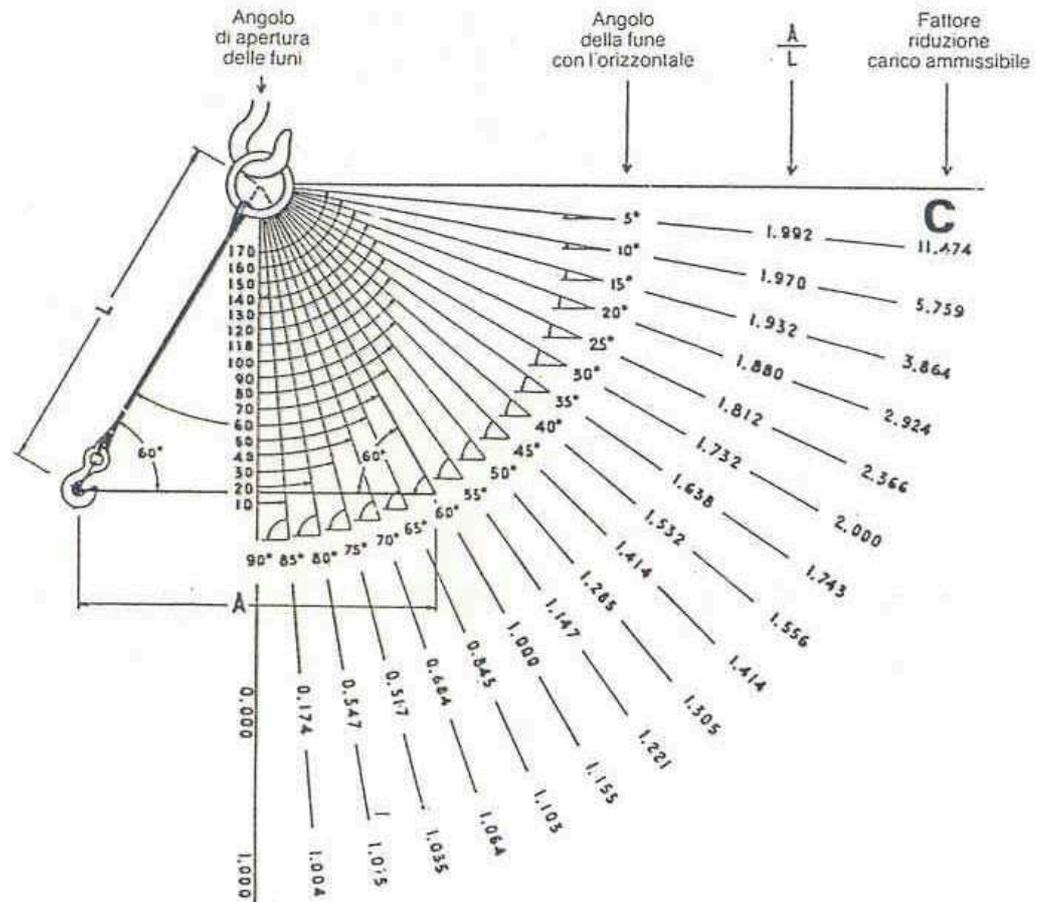


fig. 11 – Fattore di riduzione del carico ammissibile in relazione all'angolo al vertice di due funi o al rapporto  $A/L$ , ( $A$  = distanza punti di sollevamento;  $L$  = lunghezza catene o fune)

Ad esempio, disponendo di una catena a due bracci con portata in verticale di 10.000 kg, e volendo conoscere la portata con un angolo al vertice di 60°, si divide la portata in verticale per il coefficiente letto sul diagramma in corrispondenza dell'angolo al vertice di 60° ( $C = 1,155$ ): la portata effettiva diventa così di  $10.000/1,155 = 8.650$  kg.

3B1	SCARICO, STOCCAGGIO E MOVIMENTAZIONE LASTRE	Fase 1 - 7
<p data-bbox="193 577 376 786"><b>QUANDO RICHIESTO DAL PRODUTTORE FARE USO DEI BILANCINI NEL SOLLEVAMENTO LASTRE</b></p> <p data-bbox="193 1547 376 1727"><b>MISURE PREVENTIVE FONDAMENTALI PER IL SOLLEVAMENTO LASTRE</b></p>	<p data-bbox="437 248 1471 371">Dalla stessa linea guida si segnala inoltre che, “per angoli al vertice superiore ai 120° la portata varia notevolmente per piccole variazioni dell’angolo ed è bene evitare tali configurazioni eccessive adottando ad es. i bilancini (fig. 12), necessari, appunto, per ridurre l’angolo al vertice delle brache e ripartire il carico su più punti.</p> <div data-bbox="507 383 1417 972"> </div> <p data-bbox="671 1055 1334 1133"><i>fig. 12 – uso di bilancini nel sollevamento lastre (scheda tecnica lastre tralicciate ad armatura lenta – fonte RDB)</i></p> <p data-bbox="437 1196 1471 1285">Oggi l’uso dei bilancini è pressoché ristretto agli stabilimenti di produzione dei manufatti e nei cantieri si usano generalmente tiri a 4 bracci di lunghezza tale da avere sempre angoli al vertice ridotti.</p> <p data-bbox="437 1350 1471 1411">In definitiva, per il sollevamento e movimentazione dei carichi, si ribadisce l’importanza di:</p> <ul data-bbox="437 1429 1471 1787" style="list-style-type: none"> <li>• seguire scrupolosamente le indicazioni del produttore dei prefabbricati, utilizzando sempre i punti di aggancio indicati;</li> <li>• verificare sempre la portata dei singoli accessori per il sollevamento e per l’imbracatura, attraverso le indicazioni riportate sul singolo elemento o sulle etichette dell’elemento stesso;</li> <li>• utilizzare solo ed esclusivamente accessori per il sollevamento e per l’imbracatura di portate e caratteristiche idonei ai carichi da movimentare;</li> <li>• adottare un angolo al vertice delle funi o catene il più stretto possibile, ricordando che più è acuto, minori sono le sollecitazioni su tutti gli elementi di sollevamento e dei manufatti.</li> </ul>	

3B2	POSA IN OPERA BANCHINAGGIO TRAVI LATERALI E ROMPITRATTA INTERMEDI	Fase 2 - 1
<p><b>INDISPENSABILI LE PROTEZIONI LATERALI E SUL PIANO DI LAVORO DAI RISCHI DI CADUTA</b></p>	<p>Per la posa di un solaio a lastre si possono utilizzare indifferentemente due tipi di opere provvisoria:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• la cassetta completa di sostegno, con intavolato pieno o, in altri termini, realizzando un cosiddetto banchinaggio continuo o impalcato completo;</li> <li>• la cassetta parziale di sostegno, o banchinaggio discontinuo.</li> </ul> <p>Normalmente, nei solai a lastre, viene utilizzato quest'ultimo tipo di banchinaggio, proprio perché la soluzione stessa della lastra permette la posa in opera con il semplice appoggio alle due banchine laterali e sui "rompitratta" intermedi.</p> <p>E' proprio nell'uso del banchinaggio discontinuo che permangono più alti i rischi di caduta dall'alto e, di conseguenza, è necessario adottare specifiche misure preventive.</p> <p>In primo luogo è indispensabile che il banchinaggio del solaio abbia inizio solo quando:</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>il ponteggio perimetrale sia completo fino alla quota del solaio in costruzione,</li> <li>le aperture sul solaio di imposta, compreso il vano scala, siano tutte chiuse con assiti di protezione.</li> </ol> <p><b>3B3.1 - Posa puntelli e travetti principali e secondari per travi di bordo</b></p> <p>In secondo luogo dovranno essere posati i puntelli e i travetti (principali e secondari) per le travi di bordo solaio.</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. Va fissata ai pilastri un traverso orizzontale come riferimento per la quota prestabilita dell'intavolato della trave (<i>fig. 13</i>),</li> <li>2. a terra si allestiscono le cavalle costituite da un corrente e due puntelli (cristi, in gergo), quindi si capovolgono le cavalle sistemandole alla quota prestabilita dai traversi sui pilastri (<i>fig. 13 e 14</i>);</li> <li>3. si controventano i correnti con listelli di legno (<i>fig. 15 e 16</i>);</li> <li>4. si posizionano sui correnti stocchetti di morali trasversali ai correnti stessi, che costituiranno la base dell'assito della trave (<i>fig. 17</i>);</li> <li>5. si raffittiscono i puntelli sui correnti precedentemente innalzati e controventati (<i>fig. 18</i>);</li> <li>6. si posano le tavole della cassetta delle travi laterali del solaio (<i>fig. 18</i>);</li> <li>7. si procede al posizionamento delle successive cavalle fino a coprire l'intera luce fra due pilastri.</li> </ol> <p>In alcune delle fasi lavorative richiamate è necessario garantire che un operatore salga in quota, a livello del solaio, con evidente rischio di caduta dall'alto; a tal proposito</p> <p><b>E' ASSOLUTAMENTE VIETATO IL CAMMINAMENTO SUI TRAVETTI TRASVERSALI POSTI IN QUOTA, SENZA DEBITE PROTEZIONI</b></p> <p><b>VANNO UTILIZZATE ATTREZZATURE SICURE, QUALI SCALE DOPPIE, SCALE A CASTELLO, PONTI SU CAVALLETTI</b></p>	

3B2

POSA IN OPERA BANCHINAGGIO TRAVI LATERALI E ROMPITRATTA INTERMEDI

Fase 2 - 2

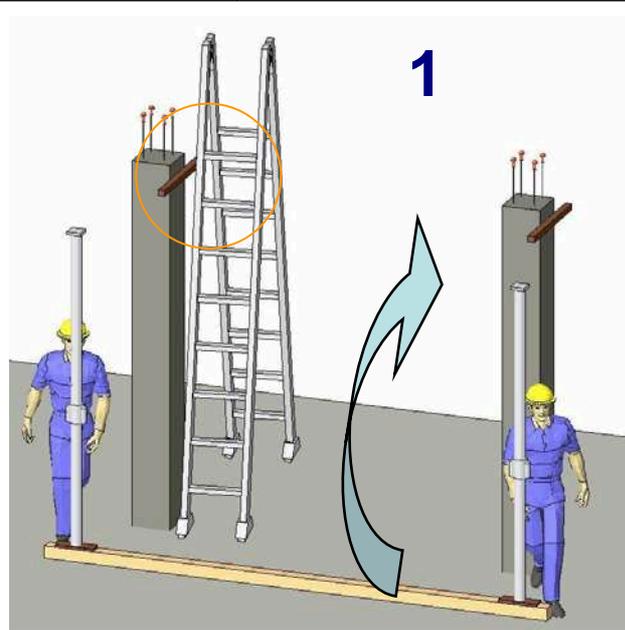


fig. 13 - posa in opera listelli di riferimento chiodati al pilastro e allestimento cavalle a terra con chiodatura puntelli al corrente di sostegno

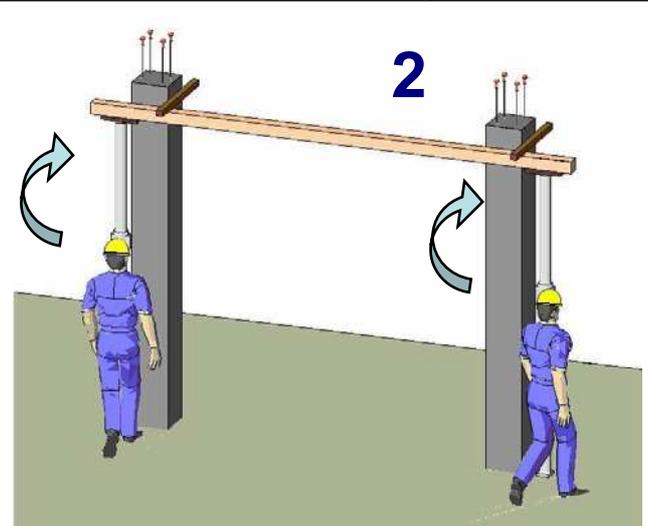


fig. 14 - innalzamento puntello e corrente a livello quotato per il banchinaggio

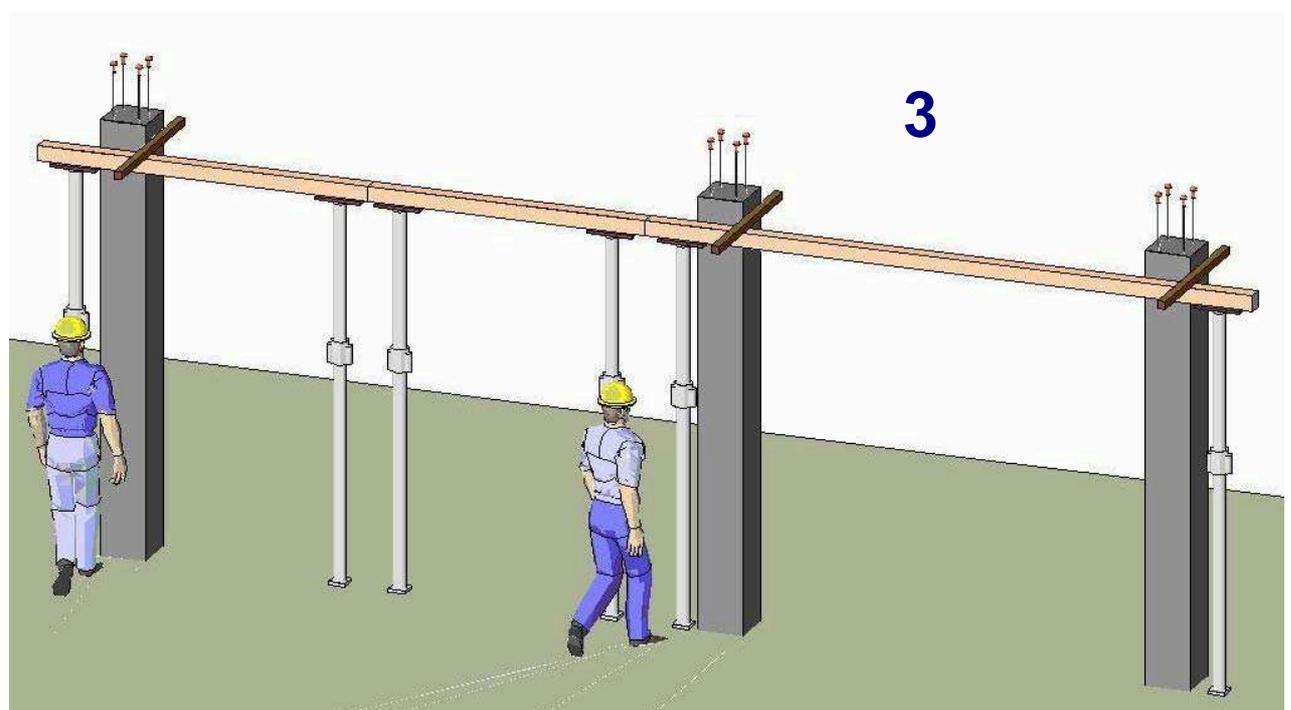


fig. 15 - posa in opera puntelli e travetto di sostegno banchinaggio

3B2

POSA IN OPERA BANCHINAGGIO TRAVI LATERALI E ROMPIRATTA INTERMEDI

Fase 2 - 3

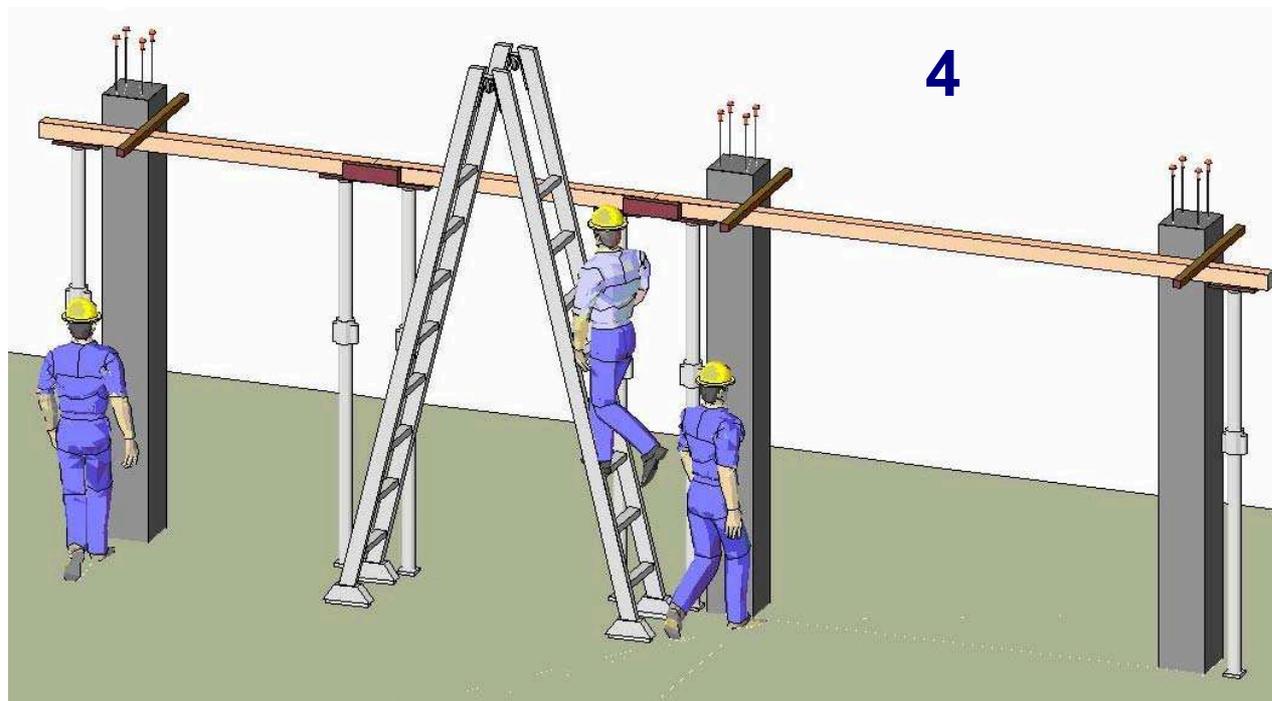


fig. 16 – collegamento - controvento correnti attigue con scala portatile

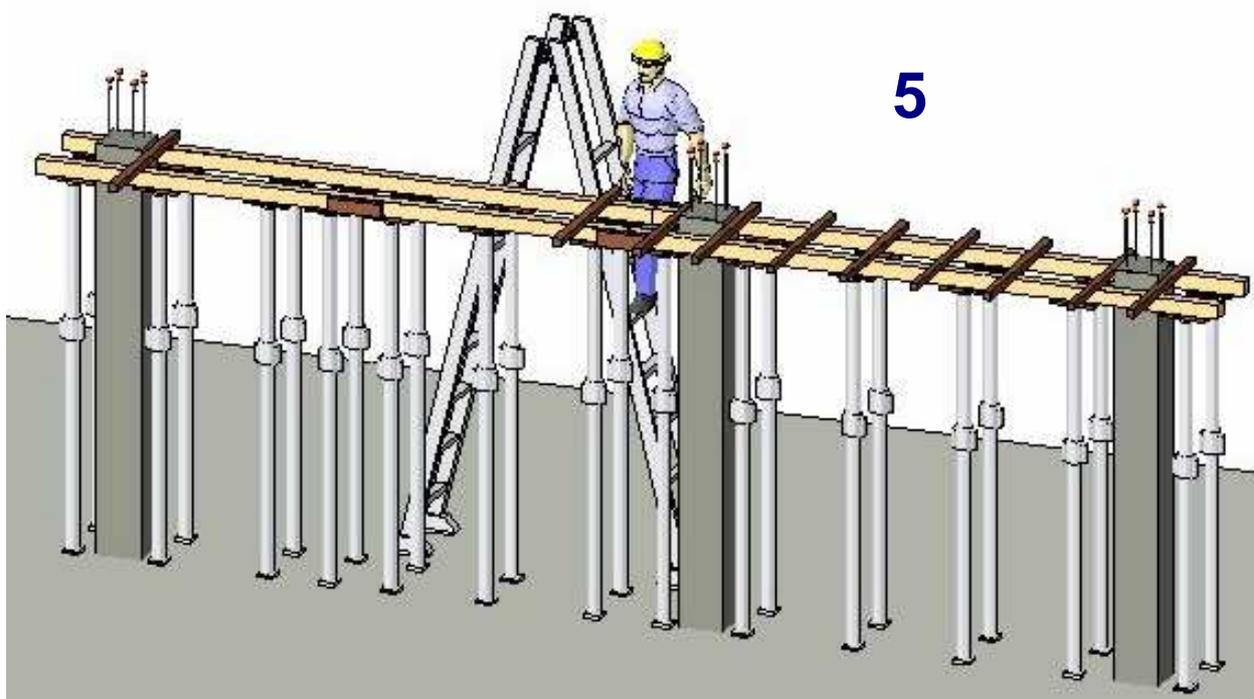
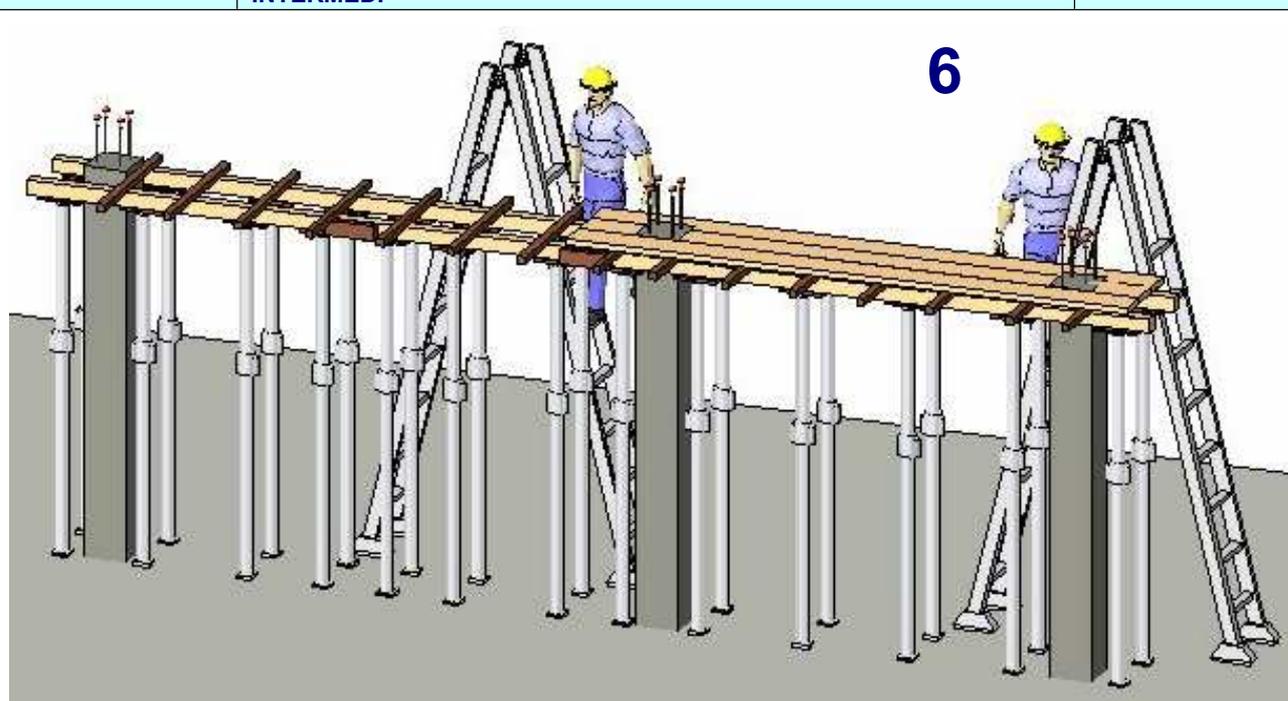
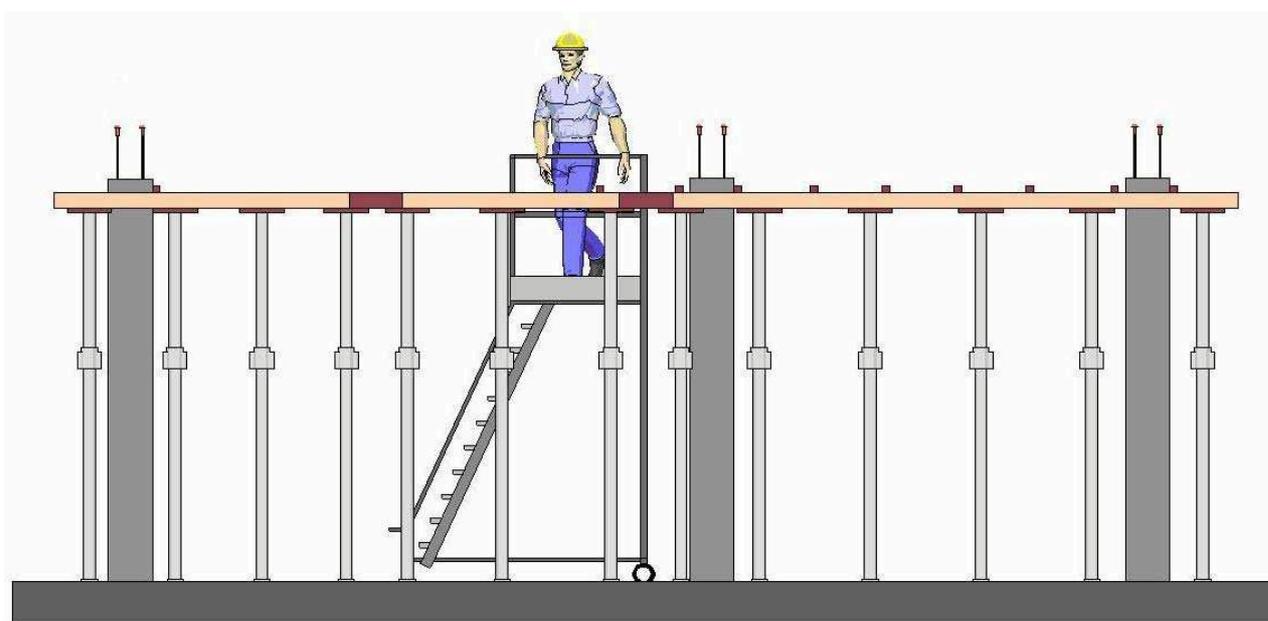


fig. 17 - posa in opera stecchetti trasversali ai correnti

**3B2**
**POSA IN OPERA BANCHINAGGIO TRAVI LATERALI E ROMPITRATTA INTERMEDI**
**Fase 2 - 4**


*fig. 18 – posa in opera intavolato del banchinaggio trave*

La posa in opera del banchinaggio, oltre che con la scala portatile doppia, può altresì essere realizzata, in condizioni di maggior sicurezza, con l'uso della scala a castello di dimensioni adatte allo scopo: la piattaforma di lavoro dovrebbe arrivare a circa 1 m. sottostante il livello del banchinaggio.



*fig. 19 - posa in opera banchinaggio con uso scala a castello di dimensioni idonee alla lavorazione*

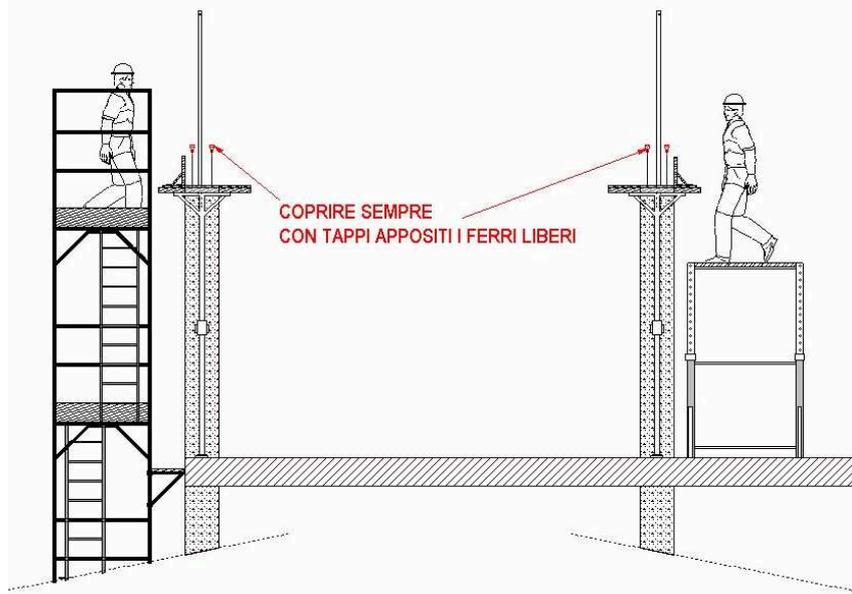
**3B2**
**POSA IN OPERA BANCHINAGGIO TRAVI LATERALI E ROMPITRATTA INTERMEDI**
**Fase 2 - 5**


fig. 20 - posa in opera assito delle travi laterali del solaio con uso di opera provvisoria (ponte su cavalletti, ponte su ruote, scala doppia, scala a castello) – nella figura è inoltre già realizzata la messa in opera di montanti annegati nel getto dei pilastri, sui quali andrà tesata linea vita per successive lavorazioni in sicurezza

### 3B3.2 - Posa in opera rompitratta intermedi

La posa in opera dei rompitratta intermedi è quasi sempre indispensabile per evitare la deformazione o il cedimento delle lastre prefabbricate in successiva fase di posa armatura e getto solaio (fig. 21).

Tale fase richiede semplici operazioni di livellamento e controventatura puntelli e travetti, andando in quota per semplici chiodature di listelli su travetti con scala portatile doppia o attrezzatura similare, e restando a terra per il livellamento del puntello.

Ciò che risulta di fondamentale importanza è la **verifica dimensionale**, in base al carico del solaio, dei travetti rompitratta e del n° di puntelli da collocare, della loro portanza, della distanza tra un puntello e l'altro e tra una fila e l'altra di puntelli. A questo proposito è essenziale **seguire scrupolosamente le informazioni dettagliate del produttore del solaio**, che deve fornire specifica scheda tecnica con i dati sopra richiamati.

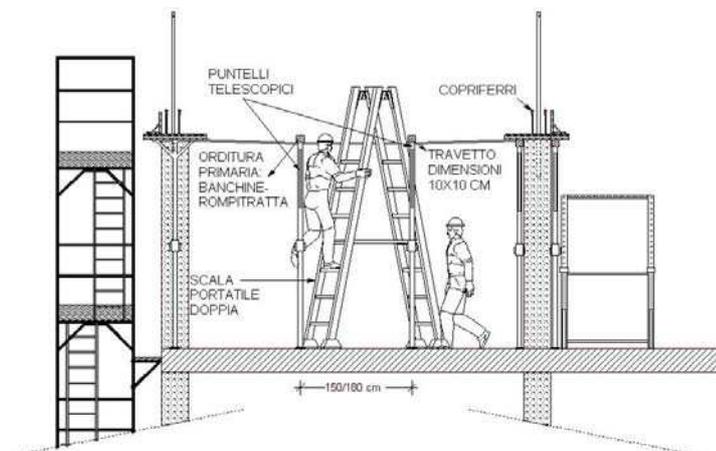
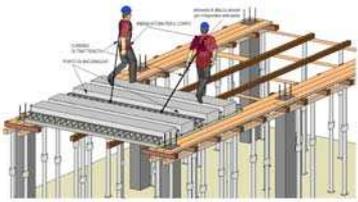
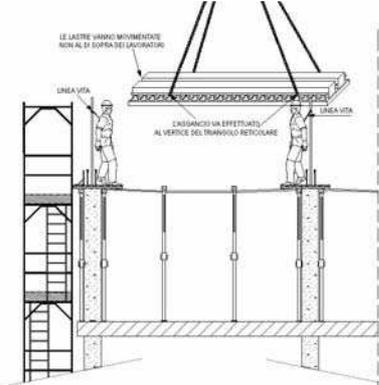
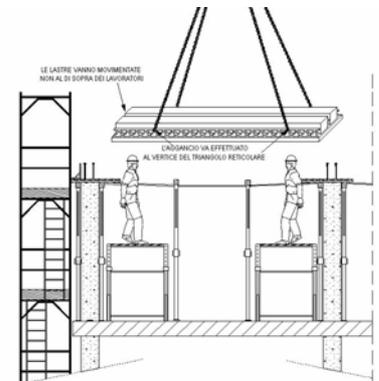


fig. 21 – posa dei puntelli e rompitratta intermedi

3B3	FASE 3 – POSA IN OPERA LASTRE PREFABBRICATE CON BANCHINAGGIO TRAVI E ROMPIRATTA INTERMEDI	Fase 3 - 1
<p><b>SOLUZIONI PER LA POSA IN OPERA IN SICUREZZA DELLE LASTRE PREFABBRICATE</b></p>	<p>La fase di posa in opera delle lastre prefabbricate sulle travi di banchina e rompitratta intermedi è una fase altamente pericolosa per le possibili cadute dall'alto, perché si opera sempre in prospicenza del vuoto.</p> <p>Troppo spesso gli operatori lavorano senza adottare particolari misure di protezione; l'attenzione che deve essere posta al problema sicurezza è dunque alta, adottando misure preventive che permettano una posa agevole e, nello stesso tempo, completamente sicura. A tale riguardo possiamo sintetizzare le seguenti possibili soluzioni:</p>	
	<ul style="list-style-type: none"> <li>soluzione 1 - posa lastre con uso imbraco e cordino ancorato al traliccio delle lastre già posate;</li> </ul>	
	<ul style="list-style-type: none"> <li>soluzione 2 – posa lastre con uso della linea vita tesata tra montanti annegati nel getto di ripresa dei pilastri e parallela alle travi laterali del solaio;</li> </ul>	
<ul style="list-style-type: none"> <li>soluzione 3 - posa lastre dal basso, con l'ausilio di ponte su cavalletti e/o scala a castello dalla zona sottostante.</li> </ul>		
<p>Analizzeremo separatamente queste soluzioni rimandando a schede specifiche eventuali approfondimenti sui alcuni sottotemi trattati.</p>		

**3B3  
SOLUZIONE 1**
**FASE 3 – POSA IN OPERA LASTRE PREFABBRICATE CON  
USO DI IMBRACO E CORDINO ANCORATO ALLE LASTRE GIÀ POSATE**
**Fase 3 - 2**

La posa in opera delle lastre prefabbricate avviene normalmente con i lavoratori che operano in quota sulle lastre già posate in precedenza, ancorati ai tralicci delle lastre stesse, con uso di imbraco, cordini e moschettoni (fig. 22).

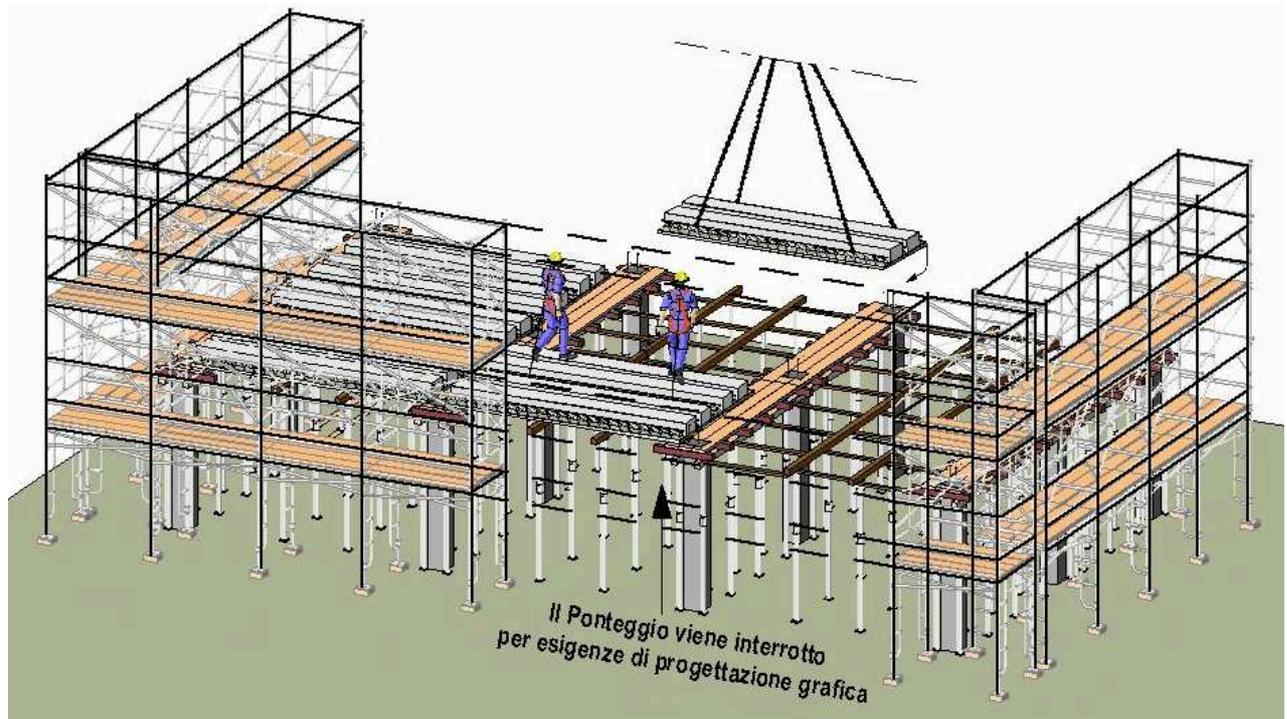


fig. 22 - posa lastre con lavoratori in quota ancorati al traliccio delle lastre già posate

La posizione di lavoro sulle lastre permettere l'agevole visione del punto di posa e il veloce accostamento e allineamento delle lastre da posare.

Posata la prima lastra, il lavoratore si aggancia alla lastra stessa e si prepara alla posa della successiva.

Per una garanzia di effettiva sicurezza, è determinante:

- stabilire la collocazione del punto di aggancio rispetto all'estremità della lastra,
- definire la lunghezza del cordino di trattenuta.

Tali condizioni devono **IMPEDIRE COMPLETAMENTE** la caduta dell'addetto (**CADUTA TOTALMENTE TRATTENUTA** o **CADUTA IMPOSSIBILE**, come viene definita nella linea guida ISPESL per la scelta, l'uso e la manutenzione di dispositivi di protezione individuale contro le cadute dall'alto).

**3B3  
SOLUZIONE 1**
**FASE 3 – POSA IN OPERA LASTRE PREFABBRICATE CON USO DI  
IMBRACO ANCORATO AL TRALICCIO DELLE LASTRE GIÀ POSATE**
**Fase 3 - 3**

Trattandosi così di caduta totalmente trattenuta o caduta impossibile, non è da prevedersi l'uso del dissipatore sul cordino; va invece utilizzato un cordino cosiddetto di trattenuta e/o di stazionamento, con lunghezza massima 2,00 ml. (UNI EN 354) - fig. 23.

E' comunque necessario usare un cordino il più corto possibile, compatibilmente con le dimensioni della lastra, con il posizionamento del punto di aggancio sul traliccio e con l'esigenza di eseguire comodamente la lavorazione di posa: si consiglia l'uso dei cordini di completa trattenuta regolabili da 1,50 a 2,00 ml.

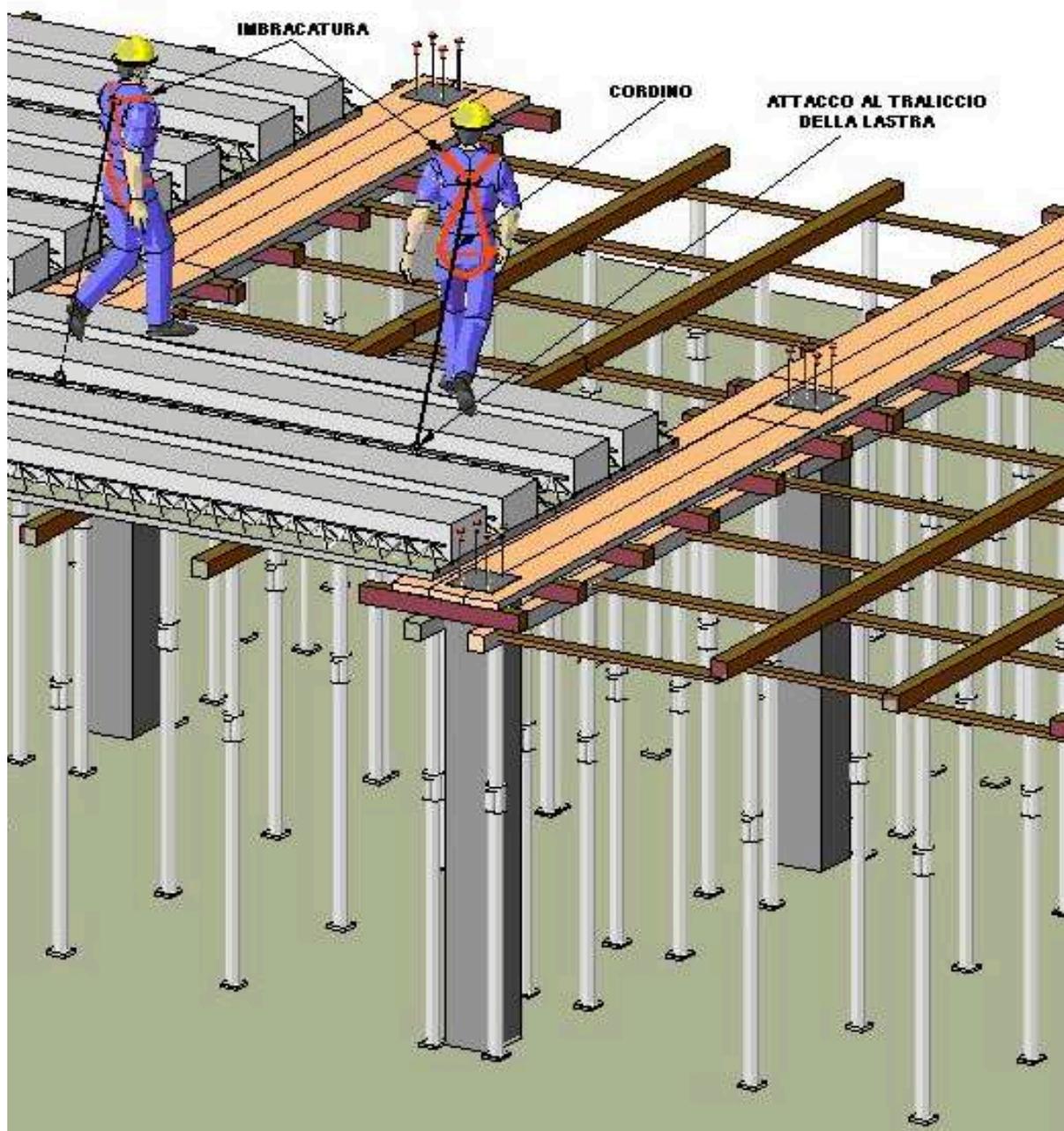


fig. 23 - posa lastre con lavoratori in quota ancorati al traliccio delle lastre già posate, con cordini di trattenuta senza dissipatore

**3B3  
SOLUZIONE 1**
**FASE 3 – POSA IN OPERA LASTRE PREFABBRICATE CON USO DI  
IMBRACO ANCORATO AL TRALICCIO DELLE LASTRE GIÀ POSATE**
**Fase 3 - 4**

Prima di sollevare e posizionare le lastre segnalare con vernice di colore evidente, il punto di aggancio del moschettone, al fine di eliminare la casualità di aggancio da parte del lavoratore, ridurre, di conseguenza, il margine di errore e garantire la completa trattenuta in ogni direzione. (fig. 24)

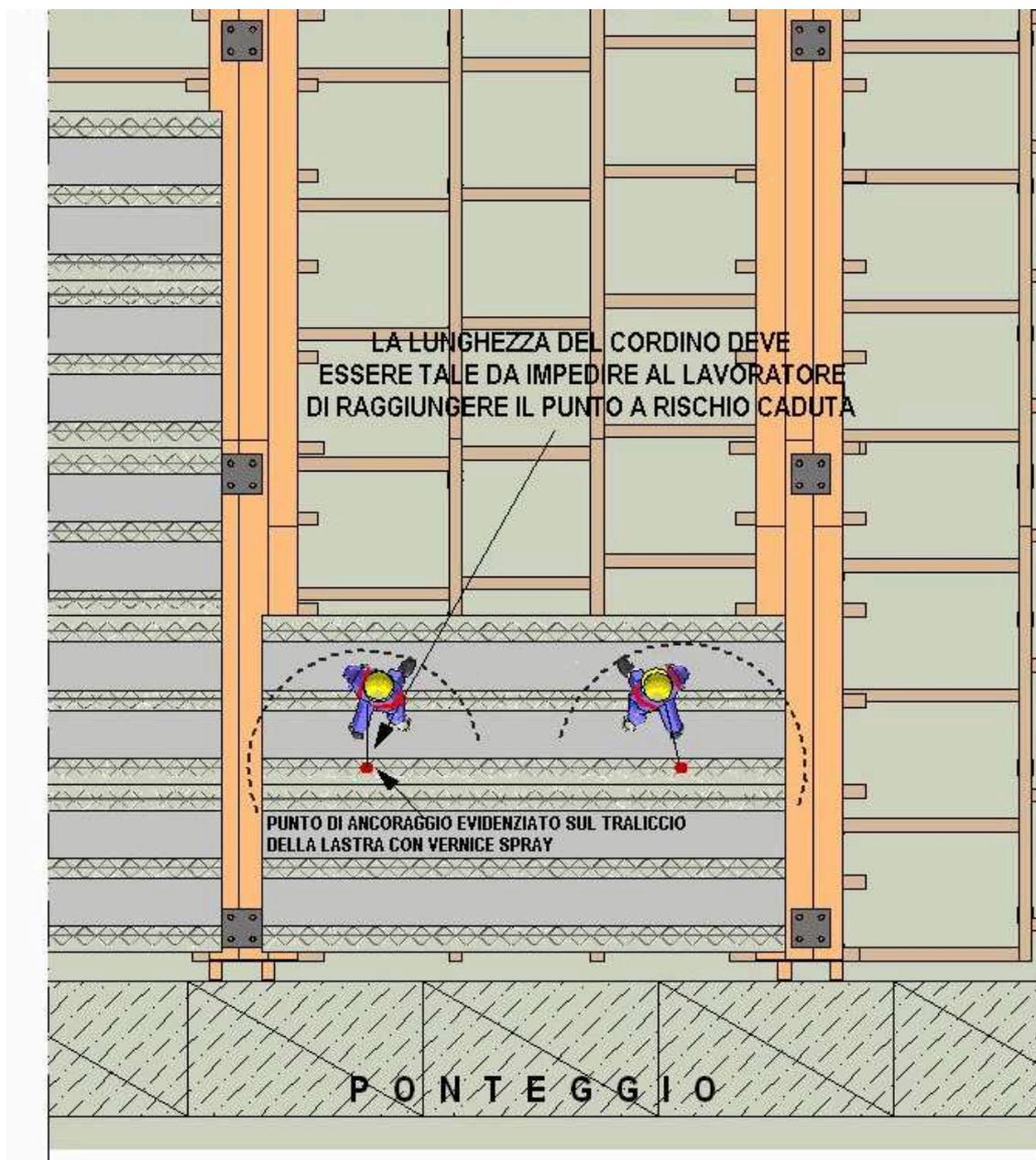


fig. 24 – Ancoraggio cordino in modo da garantire la completa trattenuta in ogni direzione

Qualora venga utilizzato, secondo le previsioni del produttore del prefabbricato, un ancoraggio ad un punto della lastra tale da non impedire la caduta, allora è indispensabile l'uso del dissipatore posizionato sul cordino per assorbire l'energia in caso di caduta, in modo che sul corpo dell'incidentato non si sviluppi una forza di strappo superiore a 6 kN. (UNI EN 355).

E' comunque buona norma che tale procedura venga preventivamente discussa e concordata tra capocantiere, posatore e coordinatore per la sicurezza in fase esecutiva.

**3B3  
SOLUZIONE 1**
**FASE 3 – POSA IN OPERA LASTRE PREFABBRICATE CON USO DI  
IMBRACO ANCORATO AL TRALICCIO DELLE LASTRE GIÀ POSATE**
**Fase 3 - 5**

**POSA PRIMA  
LASTRA DI OGNI  
CAMPATA CON USO  
SCALA DOPPIA O  
PONTE SU  
CAVALLETTI**

Anche la PRIMA lastra di ogni campata di solaio deve essere posata in condizioni di sicurezza, attraverso l'uso di scala portatile doppia, oppure con l'uso di ponte su cavalletti dalla zona sottostante (soluzione 3 e fig. 25) o dal piano del ponteggio laterale qualora la lavorazione lo permetta.

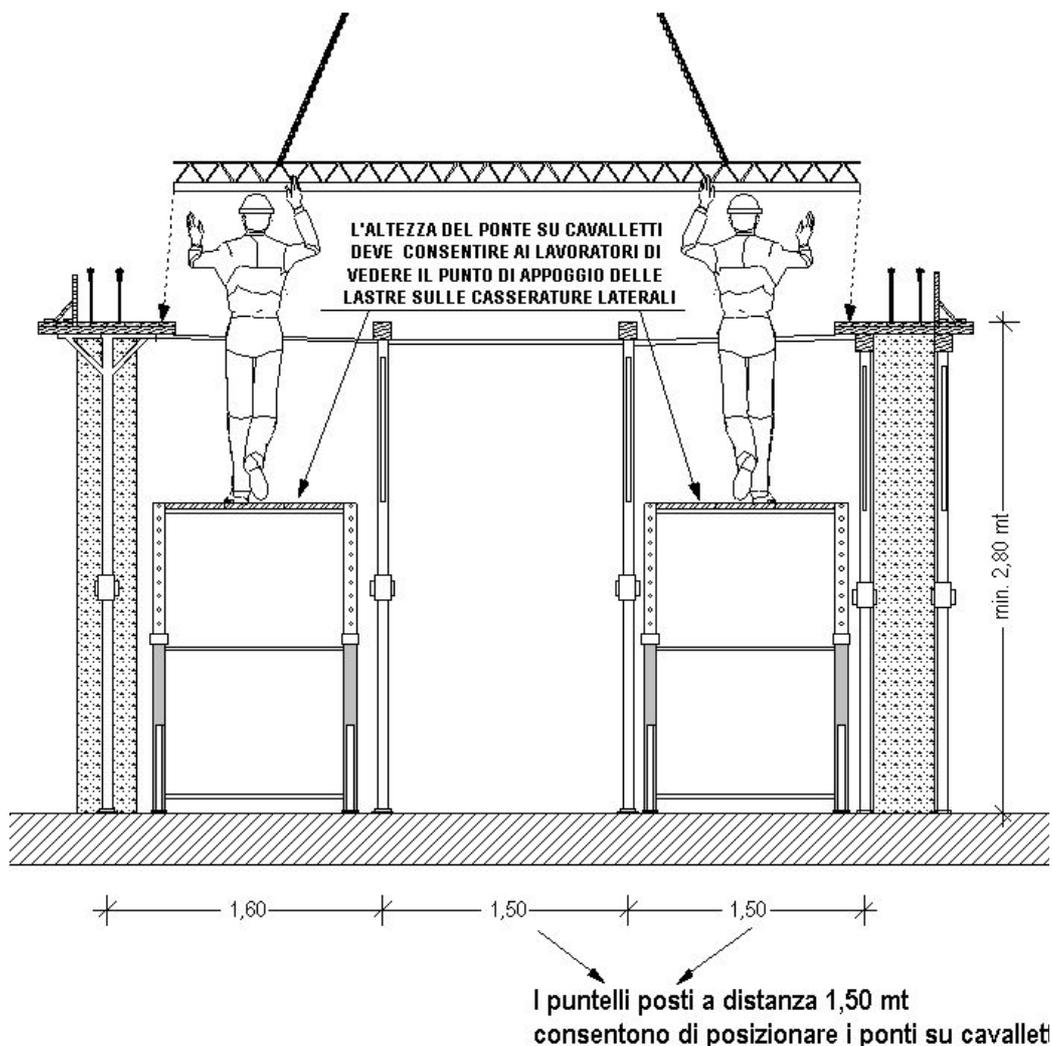


fig. 25 – posa prima lastra dal basso con l'ausilio di ponte su cavalletti

Da ultimo va segnalata l'importanza di utilizzare tavole in legno di ripartizione del carico durante il camminamento sugli elementi interposti delle lastre già posate, siano essi elementi in laterizio siano le file di polistirolo, che si sbracciano soprattutto con il camminamento sugli spigoli.

**3B3  
SOLUZIONE 2**
**FASE 3 – POSA IN OPERA LASTRE PREFABBRICATE CON  
USO DI LINEA VITA TESATA TRA MONTANTI ANNEGATI NEI PILASTRI**
**Fase 3 - 6**
**POSA LASTRE  
PREFABBRICATE  
CON USO DI LINEA  
VITA TESATA TRA  
MONTANTI PRE-  
ANNEGATI NEL  
GETTO DEI  
PILASTRI**

Le lastre prefabbricate devono essere sollevate dalla gru di cantiere (o autogrù) una alla volta, per essere poi “ricevute” sul solaio dai posatori, che devono trovarsi in condizioni di sicurezza, quindi al di fuori della proiezione verticale dell’area di transito del carico.

Una seconda soluzione che permette il ricevimento delle lastre in sicurezza può essere la soluzione 2, nella quale si prevede la linea vita pre-tesata tra montanti annegati nei pilastri (fig. 26); a sua volta il montaggio della linea vita deve essere effettuato da posizione sicura, sfruttando, quando possibile, le opere provvisorie poste lateralmente alle travi del solaio da posare, oppure utilizzando ponte su cavalletti o scale portatili.

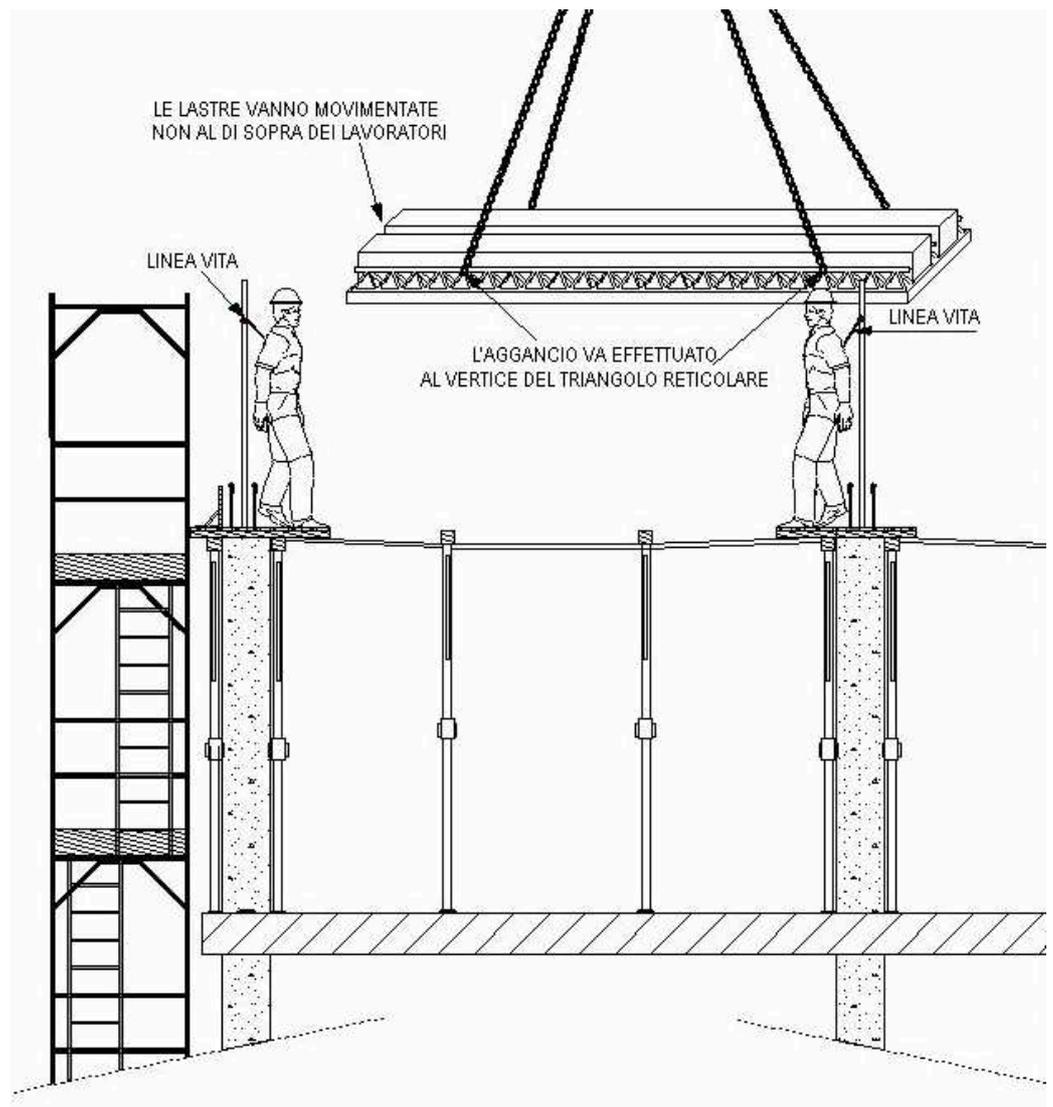


fig. 26 – Posa in opera lastre con ausilio linea vita tesata parallelamente al banchinaggio travi laterali

La posa delle lastre può dunque avvenire con gli operatori che camminano sul fondo della cassaforma della trave di bordo ancorati alla linea vita.

**3B3  
SOLUZIONE 2**
**FASE 3 – POSA IN OPERA LASTRE PREFABBRICATE CON  
USO DI LINEA VITA TESATA TRA MONTANTI ANNEGATI NEI PILASTRI**
**Fase 3 - 7**

Per un buon funzionamento della linea vita questa dovrebbe essere posizionata in quota, sopra al livello di attacco del cordino sul dorso del lavoratore e il lavoratore dovrebbe essere ancorato ad essa con un cordino di sicurezza non troppo lungo, per permettere, in caso di caduta uno spazio libero residuo (distanza tra il piano sottostante e i piedi del lavoratore) minimo di almeno 1 m.

LA LINEA VITA VA  
TESATA IN QUOTA, A  
CIRCA 1,50 ML. DAL  
PIANO DI POSA  
DELLE LASTRE

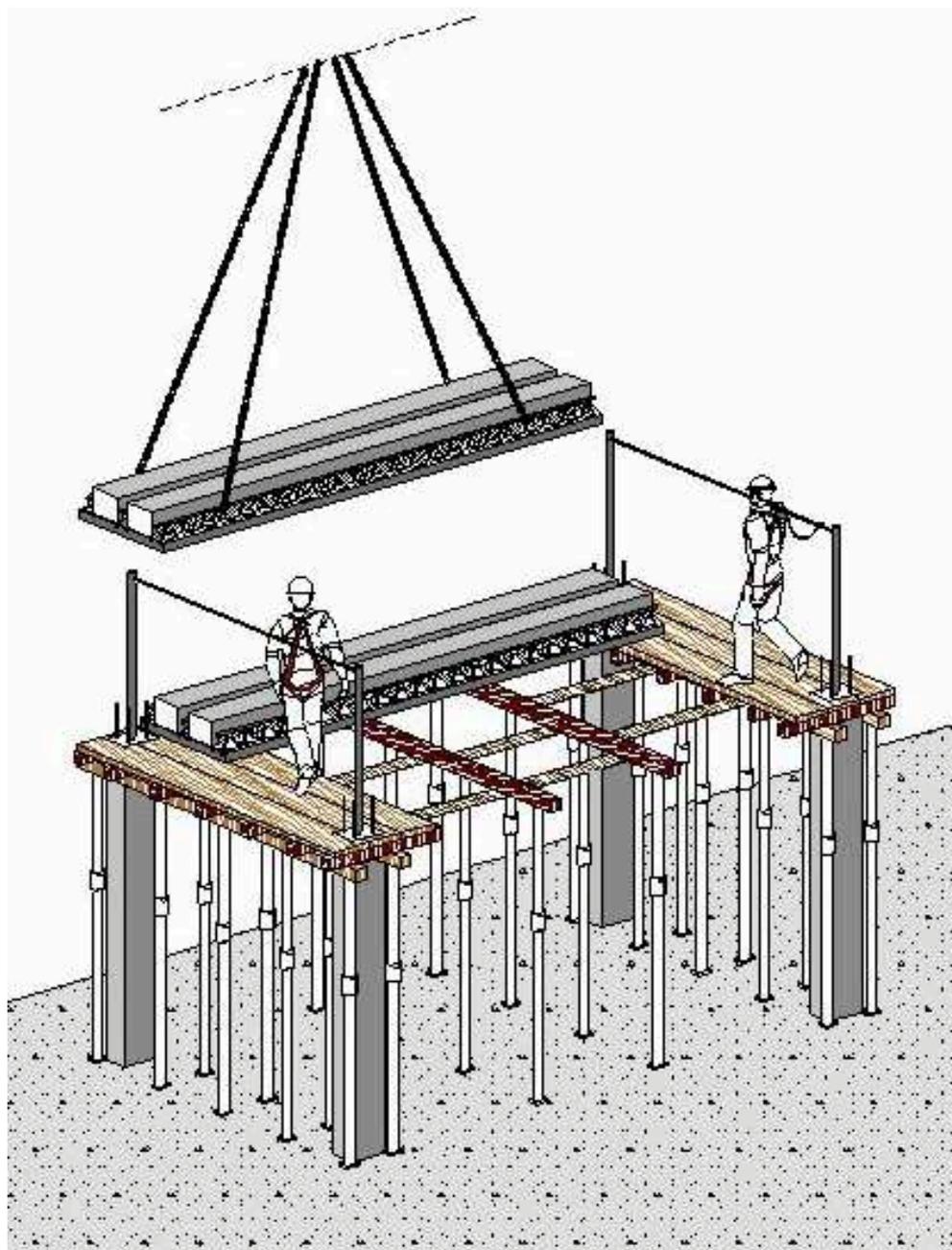


fig. 27 - Posa in opera lastre con ausilio linea vita

**3B3  
SOLUZIONE 2**
**FASE 3 – POSA IN OPERA LASTRE PREFABBRICATE CON  
USO DI LINEA VITA TESATA TRA MONTANTI ANNEGATI NEI PILASTRI**
**Fase 3 - 8**
**LA LINEA VITA NON  
DEVE ESSERE  
IMPROVVISATA IN  
CANTIERE**

Da qui l'importanza di segnalare che la linea vita non deve mai essere improvvisata in cantiere, utilizzando elementi recuperati sul posto di lavoro quali pezzi di tubo e giunti da ponteggio e/o morsetti da ferramenta.

E' piuttosto indispensabile rivolgersi a personale competente per stabilire le caratteristiche del palo e dei vari elementi costituenti la linea stessa, nonché la necessità di verificare la resistenza del montante all'innesto con il pilastro.

Per quest'ultimo aspetto bisogna altresì tenere conto che la posa del solaio avviene normalmente dopo pochi giorni dal getto del pilastro, quando ancora il cls. del pilastro stesso non ha raggiunto la sua piena "maturazione".

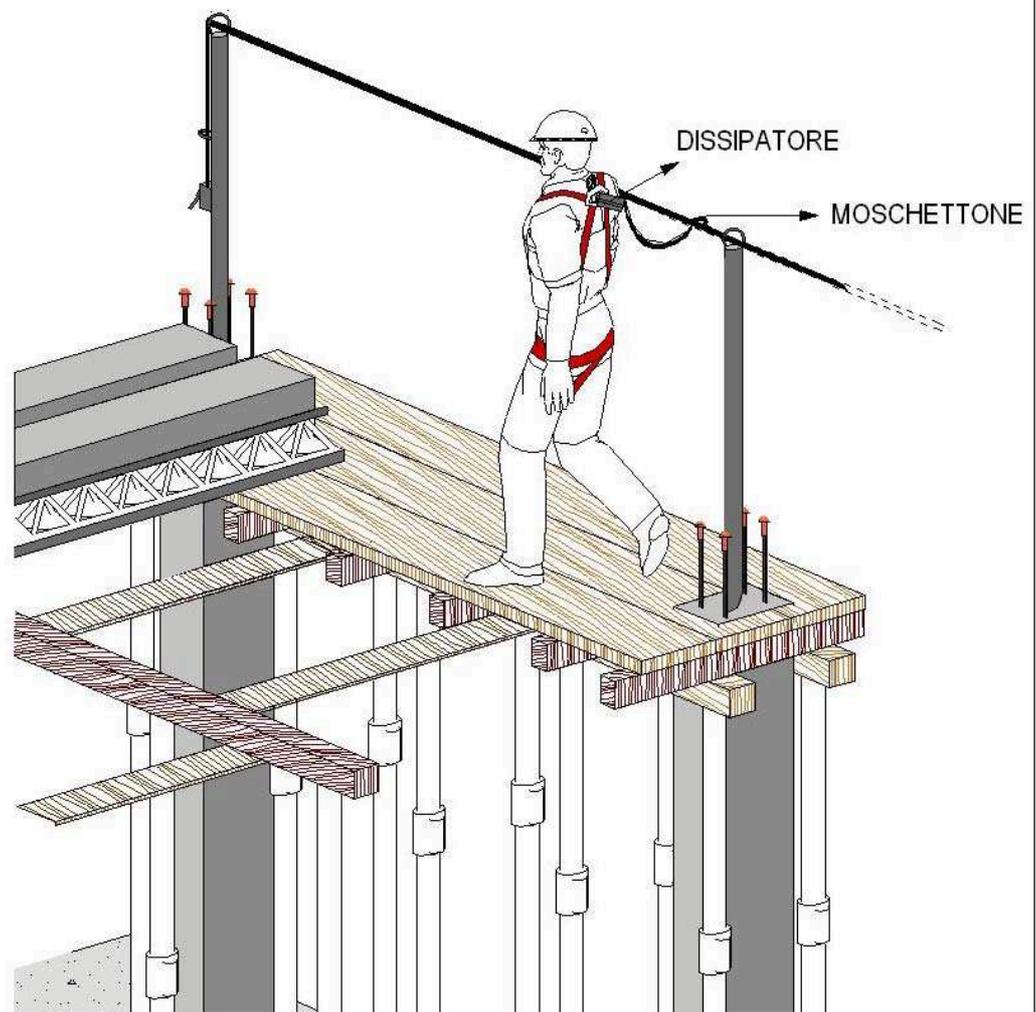


fig. 28 – dettaglio linea vita

<b>3B3 SOLUZIONE 2</b>	<b>FASE 3 – POSA IN OPERA LASTRE PREFABBRICATE CON USO DI LINEA VITA TESATA TRA MONTANTI ANNEGATI NEI PILASTRI</b>	<b>Fase 3 - 9</b>
----------------------------	--	-------------------

**IMPORTANZA DI  
DEFINIRE,  
PRELIMINARMENTE  
ALLA POSA SOLAIO,  
UNO SPECIFICO  
PROGETTO PER LA  
LINEA VITA**

Di conseguenza la linea vita dovrà essere messa in opera seguendo uno specifico progetto di dettaglio che deve rispondere alle esigenze della normativa prestabilita (UNI EN 795).

Allo stato attuale, alcuni produttori di linea vita per le coperture e per il montaggio ponteggi, stanno sperimentando i loro prodotti al caso della posa in opera del solaio, sviluppando le verifiche e prove tecniche richieste dalla normative di settore.

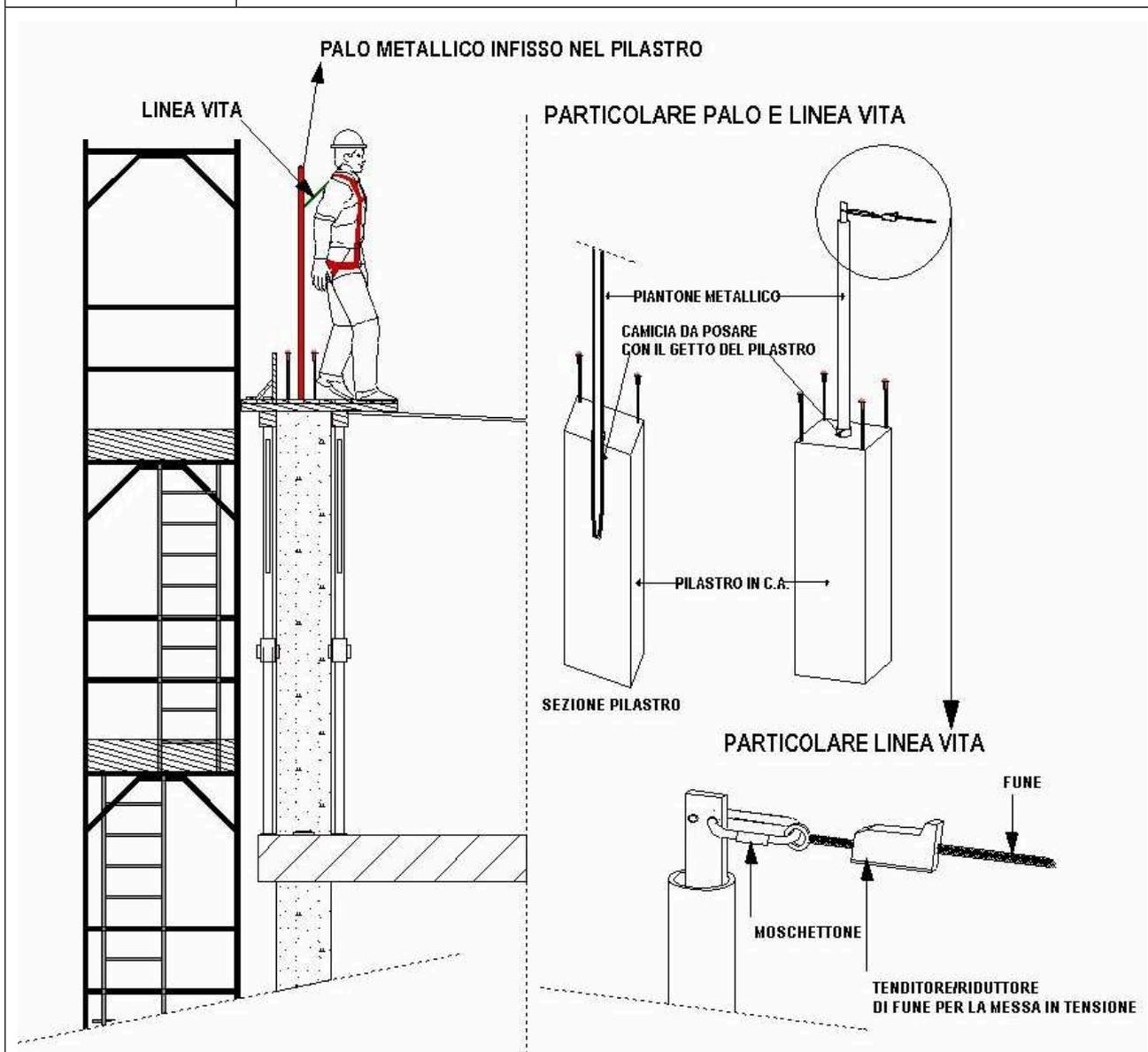


fig. 29 - particolari linea vita

E' dunque ancora prematuro fornire indicazioni già collaudate al caso di specifico interesse.

<b>3B3 SOLUZIONE 2</b>	<b>FASE 3 – POSA IN OPERA LASTRE PREFABBRICATE CON USO DI LINEA VITA TESATA TRA MONTANTI ANNEGATI NEI PILASTRI</b>	<b>Fase 3 - 10</b>
<p data-bbox="193 981 395 1037"> <b>LA LINEA VITA VA TESATA IN QUOTA</b> </p> <p data-bbox="193 1104 395 1189"> <b>VERIFICA DEL COSIDDETTO “TIRANTE D’ARIA”</b> </p>	<p data-bbox="435 327 1474 421">                     Ciò che può essere detto è che la valutazione e il calcolo della linea vita, da farsi preventivamente alla posa del solaio, deve necessariamente tenere in considerazione la verifica del cosiddetto “tirante d’aria”, o “spazio libero di caduta in sicurezza”.                 </p> <p data-bbox="435 436 1474 526">                     Si tratta di quella distanza complessiva minima tra il punto di ancoraggio e la superficie sottostante la caduta affinché il lavoratore non urti contro il suolo o contro ostacoli analoghi.                 </p> <p data-bbox="435 542 1037 575">                     In pratica, il tirante d’aria si compone (vedi <i>fig. 30</i>):                 </p> <ul data-bbox="435 584 1474 824" style="list-style-type: none"> <li>• dell’altezza tra attacco dorsale del cordino e i piedi del lavoratore,</li> <li>• della lunghezza di estensione del cordino di attacco con il suo dissipatore svolto,</li> <li>• della freccia della linea vita con l’eventuale inclinazione dei pali metallici di ancoraggio linea;</li> <li>• dello spazio libero residuo di sicurezza che, secondo la linea guida ISPESL “per la scelta, l’uso e la manutenzione di DPI contro le cadute dall’alto”, deve essere lungo almeno 1 m.</li> </ul> <div data-bbox="435 918 1460 1848"> </div> <p data-bbox="472 1877 1437 1935"> <i>fig. 30 – Posa lastre con uso linea vita tesata tra i montanti annegati nel getto dei pilastri – verifica tirante d’aria</i> </p>	

**3B3  
SOLUZIONE 3**
**FASE 3 – POSA IN OPERA LASTRE PREFABBRICATE CON  
LAVORAZIONE EFFETTUATA DAL BASSO**
**Fase 3 - 11**
**POSA LASTRE DAL  
BASSO, CON  
LAVORATORE CHE  
OPERA DA PONTE  
SU CAVALLETTI**

I lavoratori che eseguono la posa delle lastre operano solitamente dall'alto perché questa posizione consente una buona visibilità dei punti di posa.

Proprio per queste esigenze lavorative vengono normalmente preferite le soluzioni 1 e 2 con posa delle lastre operando dall'alto, mentre la posa dal basso può risultare più difficoltosa e faticosa.

In realtà, organizzandosi adeguatamente e qualora l'interasse dei rompitratta lo permetta, è comunque possibile il posizionamento delle lastre prefabbricate lavorando da sotto il piano di posa, con i lavoratori che operano camminando sull'intavolato di ponte su cavalletti preventivamente allestiti (fig. 31).

Poiché l'uso del ponte su cavalletti senza parapetto è possibile solo per altezze inferiori ai 2 ml. e poiché i lavoratori devono poter allineare e accostare agevolmente la lastra da posare a quella già posata, questo metodo di lavoro diventa possibile solo nel caso di solai ad altezze tradizionali, minimo 2,80 – 3,00 ml dall'intradosso alla quota solaio sottostante.

Tale sistema di posa diventa inoltre più facilmente applicabile quando la larghezza della lastra non supera i 120 cm.

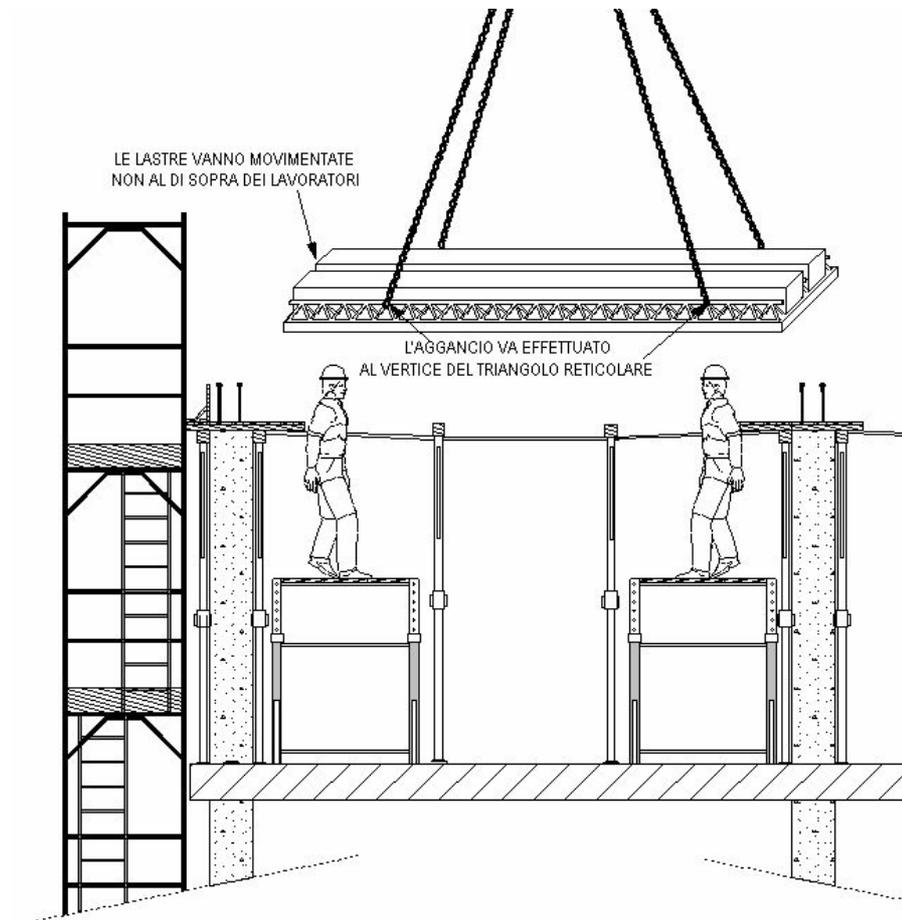
**SOLUZIONE  
LIMITATA ALL'USO  
DI LASTRE LARGHE  
MAX 120 CM. E  
SOLAI CON  
INTERPIANO MAX  
300 CM.**


fig. 31 – posa lastre dal basso operando su ponti su cavalletti

E' ovvio inoltre che la posa dei ponti su cavalletti è consentita qualora l'interasse tra le fila dei puntelli sia superiore alla larghezza del ponte stesso (interasse tra puntelli  $\geq$  130 cm. per permettere una agevole lavorazione).

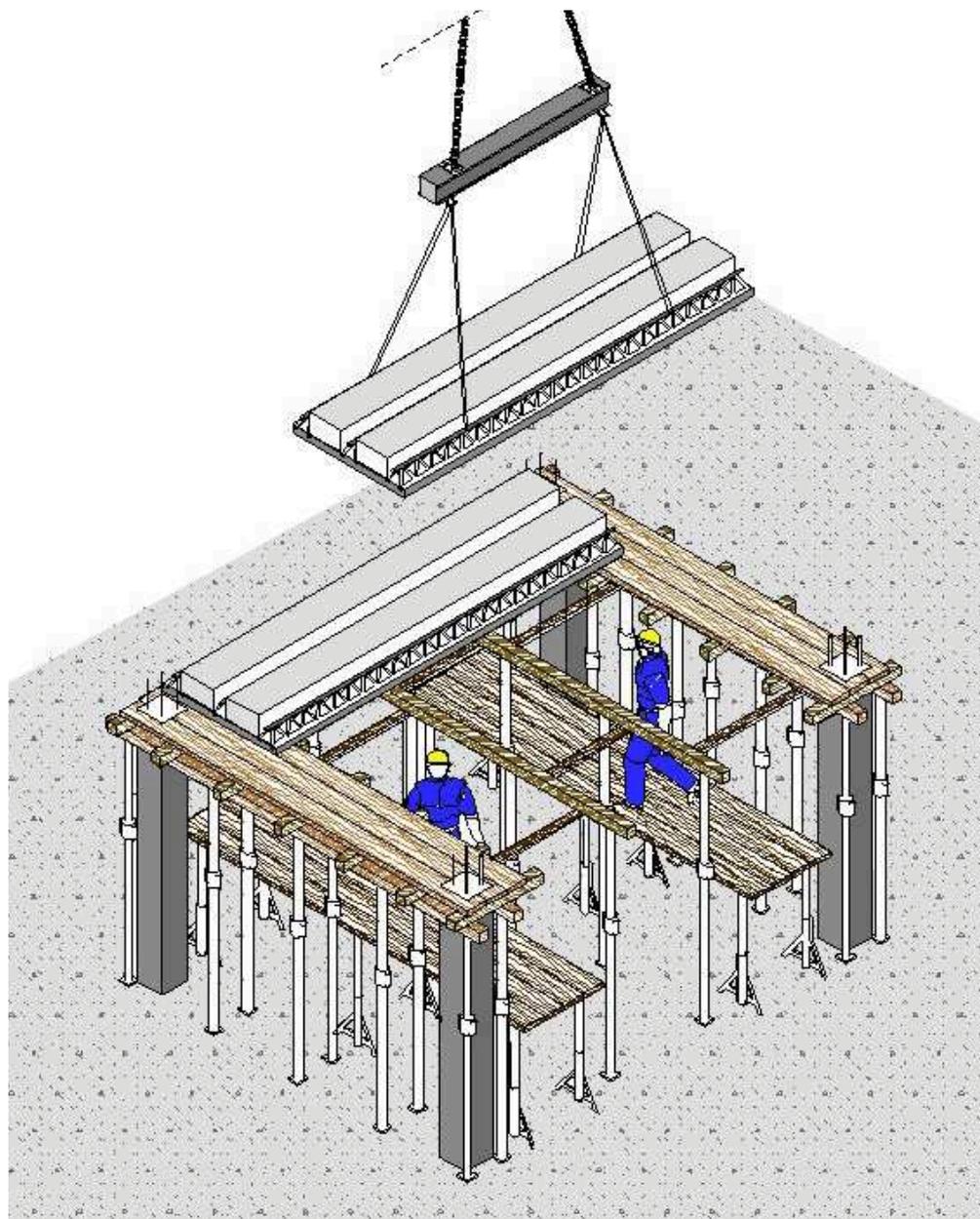


**3B3  
SOLUZIONE 3**
**FASE 3 – POSA IN OPERA LASTRE PREFABBRICATE CON  
LAVORAZIONE EFFETTUATA DAL BASSO**
**Fase 3 - 13**

Utilizzando così il sistema di posa dal basso vengono completamente eliminati i pericoli di caduta con dislivello superiore ai 2 ml., riducendo il pericolo di caduta al salto dal ponte su cavalletti.

Anche in questo caso il sollevamento delle lastre deve essere effettuato con movimentazioni tali da garantire che i carichi non transitino sulla testa dei lavoratori in attesa ricezione lastre (fig. 34).

**EVITARE  
ASSOLUTAMENTE  
IL TRANSITO DELLE  
LASTRE  
SOLLEVATE SULLA  
TESTA DEI  
LAVORATORI**



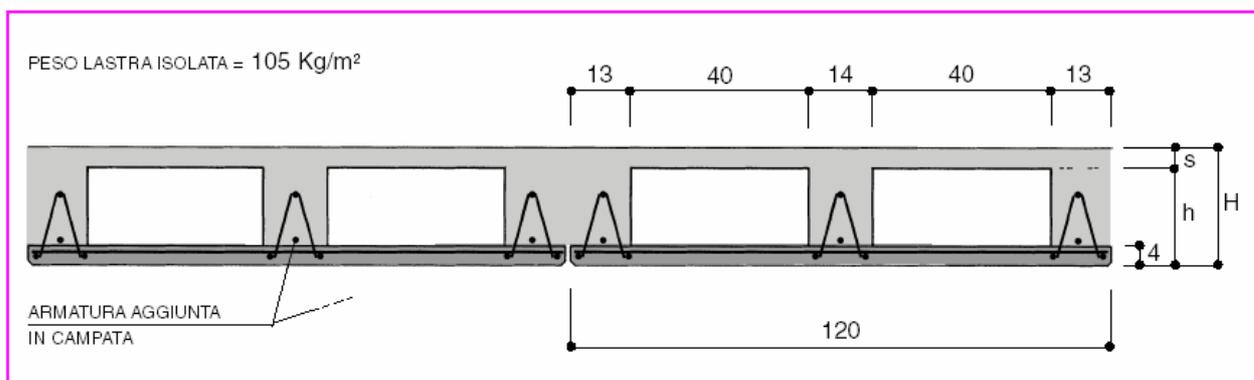
*fig.34 – posa lastre dal basso – la movimentazione delle lastre non deve sovrastare l'area di lavoro degli operai*

3B4	FASE 4 – POSA FERRI DI ARMATURA E RETE ELETTROSALDATA	Fase 4 - 1
<p data-bbox="194 304 400 568"><b>IMBRAGARE E MOVIMENTARE FERRI DI ARMATURA E RETI ELETTROSALDATE IN MODO CHE RIMANGANO IL PIÙ POSSIBILE ORIZZONTALI</b></p> <p data-bbox="194 687 389 831"><b>EVITARE ASSOLUTAMENTE L'EFFETTO PARABOLA DEI FERRI (FIG. 24)</b></p> <p data-bbox="194 898 400 1106"><i>fig. 35 - sollevamento NON CORRETTO dei ferri longitudinali (fascio verghe da 12 ml.)</i></p>	<p data-bbox="437 253 1474 342">Per la successiva fase di posa in opera dei ferri di armatura sono presenti i rischi legati al sollevamento e movimentazione degli stessi, nonché i rischi di cadute laterali o di sprofondamento degli elementi del solaio posati.</p> <p data-bbox="437 360 1474 539">Quest'ultimo rischio può presentarsi nel momento in cui la lastra è già posata e, anche se autoportante, potrebbe traslare (o addirittura sollevarsi) sul un lato, perdendo così l'appoggio; tale possibilità, già causa di precedenti infortuni mortali, potrebbe verificarsi durante la fase di posa dei ferri dell'armatura integrativa sulle lastre qualora tale manovra venisse realizzata senza le dovute attenzioni di sicurezza, come più avanti descritto e come evidente in fig. 35.</p> <div data-bbox="647 557 1262 1081" data-label="Image"> </div> <p data-bbox="437 1144 1474 1205">Per la prevenzione dei rischi suddetti sono fondamentali le seguenti misure preventive e/o protettiva:</p> <ul data-bbox="437 1218 1474 1570" style="list-style-type: none"> <li>• chiusura di ogni apertura sul piano verso il vuoto, con intavolati e/o robusti parapetti;</li> <li>• verifica del corretto puntellamento realizzato;</li> <li>• realizzazione di imbrago, sollevamento e movimentazione ferri e reti elettrosaldate con sistemi adeguati;</li> <li>• imbraco del fascio di ferri in modo che, una volta sollevato, rimanga il più possibile orizzontale;</li> <li>• imbraco delle reti elettrosaldate in modo che, una volta sollevate, rimangano il più possibile orizzontali;</li> <li>• deposito sul solaio di materiali non eccedenti il peso dei sovraccarichi ammessi.</li> </ul> <p data-bbox="437 1585 1474 1704">La chiusura delle aperture presuppone l'uso di tavole con caratteristiche di resistenza tali da sopportare il carico dinamico di una massa da 100 kg che cammini su di esse. Le tavole in legname devono avere uno spessore di almeno 5 cm. con luci non superiori a 180 cm.</p> <p data-bbox="437 1724 1474 1814">I parapetti devono avere un grado resistenza previsto dalla normativa tecnica, in particolare dalla UNI EN 13374 e ai contenuti della "Linea guida per la scelta, l'uso e manutenzione dei sistemi collettivi di protezione dei bordi" (ISPESL novembre 2006)</p> <p data-bbox="437 1832 1474 1921">Il puntellamento deve essere eseguito con puntelli e rompitratta in numero e caratteristiche tali da sopportare i sovraccarichi previsti in relazione all'interpiano (vedi schede tecniche produttore elementi prefabbricati solaio).</p>	

3B4	FASE 4 – POSA FERRI DI ARMATURA E RETE ELETTROSALDATA	Fase 4 - 2
<p><i>fig. 36 – appoggio dei ferri per armatura integrativa su morali in legno pre-posati sui tralicci delle lastre</i></p>	<p>E' inoltre buona norma predisporre le protezioni sui ferri di ripresa dei pilastri, sfruttando i classici funghetti con cappello arrotondato in plastica rigida.</p> <p>Il sollevamento dei ferri va sempre effettuato garantendo imbragatura, sollevamento, movimentazione e deposito sul solaio conformi alle normative previgenti. In particolare vanno applicate le seguenti regole basilari:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• prima di depositare ingenti carichi sui solai non ancora gettati quali i fasci di ferri di particolare lunghezza e peso, verificare attentamente le resistenze dei punti di appoggio e, se del caso, raffittire i puntelli e i travetti rompitratta;</li> <li>• al fine di permettere un agevole disimbrago, l'appoggio dei ferri o delle reti elettrosaldate deve avvenire posando preventivamente, nella zona sottostante, dei travetti in legno che tengono leggermente sollevato il carico dal solaio (<i>fig. 36</i>), permettendo così una agevole sfilatura della catena o della fune di imbrago del carico;</li> <li>• prima di dare il comando al gruista di sollevare le funi o catene disimbragate, i ganci delle catene o delle funi stesse vanno sempre accompagnati "fuori o all'esterno" delle possibili zone ove presente il rischio di impigliarsi ai tralicci;</li> <li>• nel caso di ferri longitudinali di notevole lunghezza è importante un corretto imbrago per evitare l'effetto parabola evidente in <i>fig. 35</i>. Tale effetto potrebbe dar luogo ad impigliamenti dei ferri sui tralicci della lastra in fase di calata dei ferri stessi, con conseguenze di traslazione della lastra sugli appoggi e rischiosissima perdita di appoggio della lastra.</li> </ul>	

3B5	FASE 5 – GETTO DEL CALCESTRUZZO	Fase 5 - 1
<b>INDISPENSABILE IL CONTROLLO DEI PUNTELLI PRIMA DEL GETTO</b>  <b>INTERASSE DEI ROMPITRATTA: RISPETTARE SEMPRE LE INDICAZIONI DEL PRODUTTORE LASTRA</b>	Per l'ultima fase strutturale di getto del cls., qualora siano state precedentemente realizzate tutte le misure di sicurezza previste, rimarranno da realizzare: <ul style="list-style-type: none"> <li>• la verifica del corretto puntellamento;</li> <li>• la distribuzione omogenea del calcestruzzo su tutto il solaio.</li> </ul> Soprattutto prima del getto del cls è indispensabile controllare adeguatamente che i puntelli con i travetti rompitratta sistemati corrispondano almeno a quelli minimi previsti nelle schede tecniche del produttore del solaio.  In ogni caso, in particolare nell'uso di lastre per notevoli luci di solaio (lastre prefabbricate in cls armato precompresso), si raccomanda un preciso studio per stabilire le caratteristiche dei travetti rompitratta, dei puntelli e dei relativi controventi, al fine di impedire situazioni critiche di instabilità; in tale studio va posta attenzione alle compressioni localizzate sugli appoggi e alla qualità del terreno di fondazione.	

Qualora l'appoggio dei puntelli avvenga direttamente su terreno va verificata la sua portanza, va preventivamente spianato e costipato il terreno, se necessario va previsto uno strato di stabilizzato, da ultimo vanno sistemate assi di legno a ripartire il carico concentrato dei puntelli.



Si ricorda che la configurazione dei rompitratta è in relazione ad alcune variabili quali il tipo di armatura lenta o precompressa, l'altezza del traliccio, il loro interasse e il peso proprio del solaio.

L'interasse dei rompitratta deve necessariamente rispettare le misure indicate dal produttore delle lastre: qui sotto riportiamo un esempio con traliccio lastre di altezza 12,5 cm.

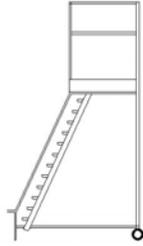
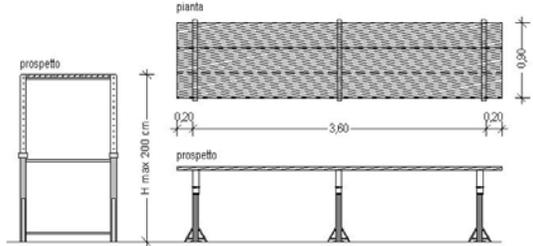
TIPO DI TRALICCIO			DISTANZA TRA I ROMPITRATTA Lr (m)							
ALTEZZA H cm	DIAMETRI		PESO PROPRIO DEL SOLAIO (Kg/m²)							
	SUP. Øs mm	STAFFE Øt mm	250	300	350	400	450	500	550	600
12,5	7	5	<b>1,60</b>	<b>1,50</b>	<b>1,50</b>	<b>1,40</b>	<b>1,30</b>	<b>1,30</b>	<b>1,20</b>	<b>1,20</b>

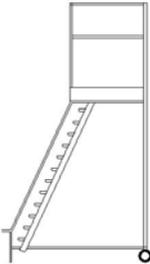
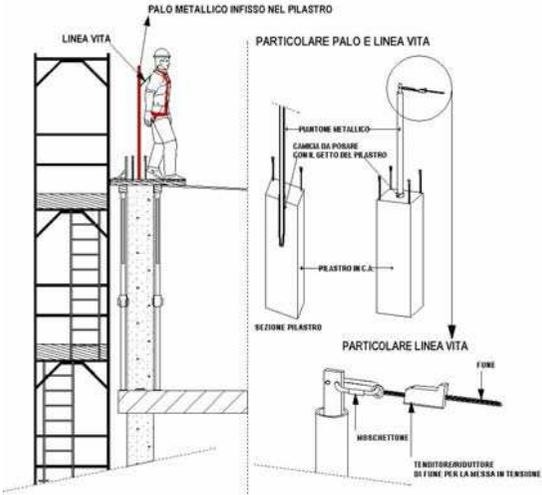
fig. 37 – Esempio di scheda tecnica di lastre con tralicci  $h = 12,5$  cm ad armatura lenta con specificato interasse rompitratta - tratto da Scheda RDB descrivente le caratteristiche del solaio e le prescrizioni di montaggio

### 3C

### COSA SERVE (RISORSE)

Per i parametri presi a riferimento nella stima dei costi del solaio valgono le considerazioni già fatte nella parte C della scheda del solaio a travetti prefabbricati ed elementi interposti.

SOLUZIONE	LE RISORSE NECESSARIE PER LA SICUREZZA DI TIPO COLLETTIVO		LE RISORSE NECESSARIE PER LA SICUREZZA DI TIPO INDIVIDUALE - OGNI LAVORATORE CHE OPERA IN QUOTA DEVE INDOSSARE I SEGUENTI ELEMENTI		
<p><b>Soluzione 1</b></p> <p><b>USO IMBRACO ANCORATO AL TRALICCIO LASTRE GIÀ POSATE</b></p>	<p>Scala portatile doppia e/o scala a castello per posa prima lastra di ogni campata</p> <p>Bomboletta spray per indicare il punto di ancoraggio sul traliccio lastra</p>			 <p>doppio cordino di trattenuta e/o posizionamento, senza dissipatore, UNI EN 354, di lunghezza regolabile da 1 a 2 m.</p>	 <p>ogni cordino deve essere fornito di doppio moschettone, UNI EN 365 per collegamento all'imbracatura e al punto di aggancio al traliccio lastra.</p>
	<p>PARTICOLARE PONTE SU CAVALLETTI</p>  <p>La posa della prima lastra può essere altresì realizzata con semplice ponte su cavalletti di altezza fino a m. 2, costituito da 3 cavalletti e piano di lavoro delle dimensioni di m.4x0,90 m., in tavole di legno spessore cm. 5</p>		<p>Imbracatura di sicurezza con bretelle e cosciali, UNI EN 361</p>	<p>Qualora non sia possibile, per esigenze lavorative e/o insufficienti azioni preventive, trattene completamente la caduta, è necessario utilizzare un cordino con assorbitore di energia UNI EN 355.</p>	

SOLUZIONE	LE RISORSE NECESSARIE PER LA SICUREZZA DI TIPO COLLETTIVO		LE RISORSE NECESSARIE PER LA SICUREZZA DI TIPO INDIVIDUALE - OGNI LAVORATORE CHE OPERA IN QUOTA DEVE INDOSSARE I SEGUENTI ELEMENTI		
<p><b>Soluzione 2</b></p> <p><b>Uso LINEA VITA TESATA TRA MONTANTI ANNEGATI NEI PILASTRI</b></p>	<p>Scala portatile doppia e/o scala a castello per posa linea vita e per accesso al piano di lavoro in quota (banchinaggio della trave laterale)</p>		 <p>Imbracatura di sicurezza con bretelle e cosciali, UNI EN 361</p>	 <p>doppio cordino con assorbitore di energia, UNI EN 355</p>	 <p>ogni cordino deve essere fornito di doppio moschettone, UNI EN 365 per collegamento all'imbracatura e al puntone di aggancio al traliccio lastra.</p>
 <p>Linea vita costituita da 8 camice a perdere preannegati nel getto dei pilastri + 8 pali in acciaio alti 2 ml. diametro 5 cm. spessore 4 mm. (uno iniziale, uno finale e 6 intermedi) + fune tessile di 25 ml. e tenditore e sistema di bloccaggio fune ancorato al palo finale.</p>					

SOLUZIONE	LE RISORSE NECESSARIE PER LA SICUREZZA DI TIPO COLLETTIVO	LE RISORSE NECESSARIE PER LA SICUREZZA DI TIPO INDIVIDUALE OGNI LAVORATORE CHE OPERA IN QUOTA DEVE INDOSSARE I SEGUENTI ELEMENTI
<p><b>Soluzione 3</b></p> <p><b>POSA DAL BASSO CON PONTE SU CAVALLETTI</b></p>	<p>Scala portatile doppia e/o scala a castello per accesso al ponte</p> <div data-bbox="786 352 1064 719" data-label="Image"> </div> <p>PARTICOLARE PONTE SU CAVALLETTI</p> <div data-bbox="443 826 1077 1125" data-label="Diagram"> </div> <p>Ponte su cavalletti di altezza fino a m. 2, costituito da 3 cavalletti e piano di lavoro delle dimensioni di m.4x0,90 m., in tavole di legno spessore cm. 5</p>	<p>Non sono necessari dispositivi di protezione individuale, poiché si lavora sempre con rischi di caduta nel vuoto ad altezze inferiori ai 2 ml. dal piano di calpestio.</p>

**3C1 - STIMA DEI COSTI PER LA SICUREZZA PER LA POSA DI 500 MQ DI SOLAIO A LASTRE PREFABBRICATE IN PALAZZINA CIVILE ABITAZIONE.****SOLUZIONE 1 - POSA CON USO IMBRACO ANCORATO AL TRALICCIO LASTRE GIÀ POSATE**

Codice	Descrizione voce	Unità di misura	Prezzo	Unità	Costo
DPIG09420	Imbracatura di sicurezza con bretelle e cosciali, aggancio doppio, fune di trattenuta di lunghezza regolabile da 1 a 2 m, fornita di doppio moschettone (e dissipatore di energia qualora necessario). Per mese.	cadauna	€ 4,67	2	€ 9,34
new	Costo mano d'opera per indossare e dismettere imbrago ogni giornata - 2 persone x 2 volte x 5' ogni giornata x 12 giornate = 120/60 = 2 h	ora	€ 22,00	4	€ 88,00
new	Tempo aggiuntivo mano d'opera per limitata produttività (per riduzione movimentazione e per attacco e stacca doppio cordino e moschettone) - stima 20' al gg. x 2 persone x 12 gg. = 480'/60' = 8 ore	ora	€ 22,00	8	€ 176,00
<b>Stima costi sicurezza complessivi per soluzione 1</b>					<b>€ 273,34</b>
	Stima costo solaio	mq	<b>€ 43,70</b>	<b>500</b>	<b>€ 21.850,00</b>
<b>Incidenza % costo sicurezza sul costo solaio</b>					<b>1,3%</b>
<b>Costo sicurezza/mq di solaio</b>					<b>0,55</b>

IL NOLO DELLA SCALA DOPPIA O DELLA SCALA A CASTELLO UTILIZZATO PER LA POSA DELLA PRIMA LASTRA NON VIENE CONSIDERATO POICHÉ IN CANTIERE DEVE ESSERE GIÀ PRESENTE LA SCALA PER OGNI ACCESSO IN QUOTA SOLAIO E, COME TALE, È CONSIDERATO UN COSTO DI ORGANIZZAZIONE DEL CANTIERE

**SOLUZIONE 2 - POSA CON USO LINEA VITA TESATA TRA MONTANTI ANNEGATI NEI PILASTRI**

Codice	Descrizione voce	Unità di misura	Prezzo	Unità	Costo
DPIG09420	Imbracatura di sicurezza con bretelle e cosciali, aggancio doppio, fune di trattenuta di lunghezza regolabile da 1 a 2 m, fornita di doppio moschettone (e dissipatore di energia qualora necessario). Per mese.	cadauna	€ 4,67	2	€ 9,34
new	Linea vita costituita da 8 camice a perdere preannegati nel getto dei pilastri + 8 pali in acciaio alti 2 ml. diametro 5 cm. spessore 4 mm. (uno iniziale, uno finale e 6 intermedi) + fune tessile di 25 ml. e tenditore e sistema di bloccaggio fune ancorato al palo finale. Nolo mensile	cadauna	€ 50,00	2	€ 100,00
new	Costo mano d'opera per indossare e dismettere imbraco ogni giornata - 2 persone x 2 volte x 5' ogni giornata x 12 giornate = 240'/60' = 4 ore	ora	€ 22,00	4	€ 88,00
new	Tempo aggiuntivo mano d'opera per limitata produttività (per riduzione movimentazione e per attacca e stacca doppio cordino e moschettone sul palo intermedio) - stima 10' al gg. x 2 persone x 12 gg. = 240'/60' = 4 ore	ora	€ 22,00	4	€ 88,00
new	Tempo aggiuntivo mano d'opera per montaggio e smontaggio linea vita di circa 25 ml. con palo principale, palo terminale e 4 pali intermedi - stima di 2 persone x 30' ogni montaggio e smontaggio x 8 montaggi - smontaggi = 480'/60' = 8 h.	ora	€ 22,00	8	€ 176,00
<b>Stima costi sicurezza complessivi per soluzione 2</b>					<b>€ 461,34</b>
	Stima costo solaio	mq	€ 43,70	500	€ 21.850,00
<b>Incidenza % costo sicurezza sul costo solaio</b>					<b>2,1%</b>
<b>Costo sicurezza/mq di solaio</b>					<b>0,92</b>

IL NOLO DELLA SCALA DOPPIA O DELLA SCALA A CASTELLO UTILIZZATO PER LA POSA DELLA LINEA VITA NON VIENE CONSIDERATO POICHÉ IN CANTIERE DEVE ESSERE GIÀ PRESENTE LA SCALA PER OGNI ACCESSO IN QUOTA SOLAIO E, COME TALE, È CONSIDERATO UN COSTO DI ORGANIZZAZIONE DEL CANTIERE.

**SOLUZIONE 3 - POSA DAL BASSO CON PONTE SU CAVALLETTI**

Codice	Descrizione voce	Unità di misura	Prezzo	Unità	Costo
PONK01180	Ponte su cavalletti di altezza fino a m. 2 costituito da 3 cavalletti e piano di lavoro delle dimensioni di m.4x0,90 m., in tavole di legno spess. cm. 5. Nolo per un mese del solo materiale	mq	€ 2,95	12	€ 35,40
PONK01181	Ponte su cavalletti come voce precedente (PONK01180). Per ogni montaggio e smontaggio in opera (6 ponti da 4 ml. x 2 file x 5 montaggi e smontaggi = 60)	cadauno	€ 5,15	60	€ 309,00
new	Costo mano d'opera per tracciamento allineamento pannelli - 2 persone x 5' ogni ponte su cavalletti x 60 cavalletti = 600'/60' = 10 ore	ora	€ 22,00	10	€ 220,00
<b>Stima costi sicurezza complessivi per soluzione 3</b>					<b>€ 564,40</b>
	Stima costo solaio	mq	€ 43,70	500	€ 21.850,00
<b>Incidenza % costo sicurezza sul costo solaio</b>					<b>2,6%</b>
<b>Costo sicurezza/mq di solaio</b>					<b>1,13</b>

IL NOLO DELLA SCALA DOPPIA UTILIZZATA PER L'ACCESSO AL PONTE SU CAVALLETTI NON VIENE CONSIDERATO POICHÉ IN CANTIERE DEVE ESSERE GIÀ PRESENTE LA SCALA PER OGNI ACCESSO IN QUOTA SOLAIO E, COME TALE, È CONSIDERATO UN COSTO DI ORGANIZZAZIONE DEL CANTIERE